REPUBLICA DE CHILE

COMISION NACIONAL DE RIEGO

Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Maule

Prefactibilidad

Parte VII

ESTUDIOS DE OBRAS MATRICES

CEDEC 1977

VII.- ESTUDIOS DE SISTEMAS DE OBRAS MATRICES

A.- Aspectos generales.

B.- Diagnóstico y planteamiento del desarrollo del recurso agua.

C.- Diseño preliminar, presupuestos y programas de construcción de obras.

D.- Formulación de programas de implementación de los sistemas de obras y determinación de sus flujos de egresos.

VII. A.- ASPECTOS GENERALES

1.-Aspectos generales

VII. A.1.- ASPECTOS GENERALES

INDICE DEL CAPITULO

VII.A.1. ASPECTOS GENERALES.

1. INTRODUCCION

2. GENERALIDADES

3. FUENTES DE INFORMACION

4. CONCEPTO DE OBRAS MATRICES Y DE SISTEMA INTEGRADO DE USO DEL AGUA.

1. INTRODUCCION.

Esta parte del informe, denominada Estudio de Sistemas de Obras Matrices, tiene por objeto la caracterización de las obras matrices existentes, la identificación y elección de obras matrices complementarias, la estructuración de sistemas alternativos de obras en los que se combinen las obras existentes y aquellas que se consideran más adecuadas entre las complementarias y finalmente, la confección del prediseño, presupuesto y programa de construcción de las nuevas obras matrices consultadas en los sistemas de obras planteados.

La caracterización de las obras matrices existentes permite su inclusión, como datos de entrada, al modelo que simula el comportamiento hidrológico de la cuenca.

La identificación y elección de las obras matrices complementarias sirve en base, en conjunto con las obras existentes, para la estructuración de distintos esquemas de obras que representan alternativas de solución al problema de la satisfacción de las demandas que resultan de la alternativa agropecuaria adoptada para la cuenca, tanto en la situación que se ha denominado de desarrollo básico como en situación de pleno desarrollo.

Una vez estructurados los esquemas alternativos de obras matrices, quedan definidos por sus características físicas los distintos embalses de regulación que lo componen. Esto permite proceder al prediseño, presupuesto y programas de construcción de estas obras. Para definir los canales matrices que componen los distintos esquemas de obras, es necesario previamente procesar el modelo de simulación, puesto que sus capacidades quedan definidas por la operatoria de todo el sistema.

En todo caso, cuando se define la capacidad de los distintos tramos de un canal determinado por medio del modelo hidrológico, se procede igualmente al prediseño, presupuesto y programa de construcción de estas obras.

Con todos los elementos anteriores, es posible estudiar la secuencia de la construcción de las diferentes obras de un esquema determinado, su entrada en servicio y proceder a establecer un plan de implementación y el flujo de egresos anuales por concepto de costo de obras y por operación y mantención de las mis

mas. Todos estos últimos datos son los que se requieren para la evaluación económica de las alternativas estudiadas, que en definitiva, constituye el objetivo final del Estudio Integral de la Cuenca del río Maule.

2. GENERALIDADES.

La cuenca del río Maule, por la importancia que tienen sus recursos, ha sido motivo de una gran variedad y cantidad de estudios generales y proyectos específicos relacionados con el riego y la hidroelectricidad.

El desarrollo del riego comenzó en el siglo pasado, a través del esfuerzo del sector privado, que logró construir una extensa red de canales que han llegado a cubrir largo más de cien mil hectáreas en la cuenca. Posteriormente, la Ley de Riego del año 1914 y la creación de Empresa Nacional de Electricidad en 1944/45, han permitido al Estado abordar proyectos de gran envergadura cuyos objetivos han sido, en el sector riego, el de darle un carácter integrado a los esfuerzos dispersos del sector privado y el de realizar aquellas obras que por sus dimensiones exceden la capacidad financiera del particular; en el sector hidroelectricidad, el río Maule, por su cercanía a los centros de consumo y por su potencial, ha constituído uno de los primeros objetivos del plan de desarrollo hidroeléctrico en la ENDESA.

Los objetivos del sector riego, señalados anteriormente, han dado como resultado la construcción de varias obras cuyo financiamiento permite disponer de los recursos de agua en forma más racional, pasando a constituir en conjunto con la infraestructura de riego existente, verdaderos sistemas de obras. Los sistemas en la actualidad tienen un caracter local, en el sentido que su campo de influencia está circunscrito a uno o a lo más dos ríos tributarios del Maule, pero en ningún caso constituyen un sistema integrado de la cuenca en su totalidad. En efecto, como se ha indicado anteriormente, la hoya del río Maule se caracteriza por la abundancia de sus recursos hídricos y por una red hidrográfica muy amplia y extendida que converge hacia el río Maule, cauce en el cual se concentra la mayor parte de los recursos disponibles.

Las condiciones señaladas y las grandes distancias existentes entre algunas zonas de la hoya y el cauce principal, han configurado un regadío a base de sistemas de riego independientes entre sí, que utilizan los recursos locales de los ríos de las zonas servidas por ellos mismos. El aporte del río Maule se utiliza en el riego de las grandes zonas ubicadas en ambos márgenes de él, sin que hasta el momento su influencia se haya extendido hacia las zonas propias de los ríos tributarios tales como Digua, Longaví, etc.

Esta forma de desarrollo del riego ha motivado la existencia en la cuenca de zonas francamente deficitarias, en circunstancias que buena parte del recurso del cauce principal se pierde en el mar. Esto se debe a la falta de obras de regulación de importancia adecuada en este río y además, a la carencia de obras de interconexión que permita extender el área de su influencia a toda la hoya hidrográfica.

Todos los estudios realizados hasta la fecha indican que, respaldado por un desarrollo adecuado, el potencial del recurso agua de la cuenca excede las necesidades propias de la misma y, en consecuencia, ella constituye la primera hoya hidrográfica que presenta posibilidades ciertas de concurrir con aportes significativos de agua hacia el norte.

Dado que el riego y la hidroelectricidad son los principales usuarios del agua, manifiestamente mayoritarios respecto de otros usos tales como consumo urbano, industrial, minero, etc., resulta conveniente considerar en los estudios de aprovechamiento del recurso la posibilidad de hacer uso conjunto, de modo que a través de él se obtenga la máxima utilización de las obras futuras que se consultan en la zona. Ello es posible de conseguir porque el uso del agua para generación de energía no es consuntivo y, por lo tanto, permite una reutilización para el riego, debiéndose tomar en cuenta eso sí que las distribuciones estacionales de sus respectivas demandas no son coincidentes.

En la hoya hidrográfica que se estudia existen variadas posibilidades de emplazamientos de presas de embalse que pueden ser técnica y económicamente factibles y que permitirían obtener una regulación de los recursos tendientes a lograr un adecuado y eficiente aprovechamiento de ellos dentro de un enfoque integrado a nivel de cuenca hidrográfica y al mismo tiempo, proyectado hacia el futuro en la consideración de posibles trasvases entre cuencas.

3. FUENTES DE INFORMACION.

Para el estudio de las obras matrices existentes y el posterior reconocimiento y prediseño de nuevas obras que permitan desarrollar el recurso agua en la cuenca, se ha considerado necesario realizar previamente una revisión y análisis crítico de todos los informes, estudios y antecedentes que sobre esta materia ha sido posible identificar. Tratándose de un estudio integral de riego y desarrollo agrícola, parece lógico comenzar revisando todos los trabajos que se han realizado anteriormente con el objeto de calificar la validez y la vigencia de sus proposiciones y proceder a continuación a su actualización o a su adecuación para las necesidades del presente estudio.

Por las razones señaladas, se revisó en detalle toda la documentación relativa a la cuenca, la que se encuentra de preferencia en la Dirección de Riego del M.O.P. y en la ENDESA. Cada informe revisado, tanto de obras existentes como de aquellas en proyecto, fue resumido e incluído en la "Documentación Interna del Estudio" y su nómina aparece en el capítulo III.A.5 indicando el autor, fecha, tema y organismo donde se encuentra el trabajo. De esta manera se cuenta con un resumen de toda la información disponible y se ha podido incorporar al estudio todas aquellas ideas o proyectos que se han considerado de interés dentro del contexto de las metas y objetivos del presente trabajo.

4. CONCEPTO DE OBRAS MATRICES Y DE SISTEMA INTEGRADO DE USO DEL AGUA.

Antes de proceder a la descripción detallada de las obras existentes y al estudio de las obras futuras, necesarias para el desarrollo del recurso agua, parece conveniente definir los conceptos que aparecen en el título de este capítulo, puesto que ellos en cierto modo están marcando un criterio básico para abordar el estudio.

Se entiende por obras matrices en el presente trabajo, aquellas estructuras hidráulicas que por sus dimensiones o por sus características de operación, benefician a la comunidad en general o a un gran número de usuarios. En general, debido a su importancia, han sido abordadas por el Estado y, se puede entonces, en la práctica, asimilar el concepto de obras matrices con el de obras de beneficio común realizadas por el Fisco.

Como ejemplo de estas obras se puede citar el Embalse de la Laguna del Maule, el Embalse Digua, el Canal Maule Norte, el Canal Melado, etc. Entre las obras en etapa de proyecto se puede citar el Embalse Colbún, en Canal Tronco-Linares, el Canal Restituidor-Machicura, etc. No están en este caso todas las obras de la red de riego de Maule Norte puesto que si bien están siendo financiadas por el Estado no cumplen con la condición de ser de beneficio común.

Sistema integrado de uso del agua es el conjunto de obras que, actuando coordinadamente y de acuerdo a normas de operación establecidas en la concepción del proyecto, permite mejorar el aprovechamiento de los recursos de agua a nivel de una cuenca por medio de una regulación adecuada de los mismos, complementada con los traslados de agua necesarios para suplir aquellas zonas con déficits con recursos provenientes de las zonas con excedentes.

Para pasar de un sistema local a un sistema integrado se requiere incorporar las obras existentes a un esquema más amplio, en el cual ellas pasan a formar parte de un conjunto con aquellas obras de interconexión que permiten usar el recurso allí donde se necesite dentro de la zona en estudio. De acuerdo a los Términos de Referencia y a la Propuesta Técnica, los objetivos del Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Maule en lo que a obras Matrices se refiere, son los de plantear esquemas de obras que busquen maxi

mizar la utilización de los recursos de agua de la cuenca dentro del concepto de sistema integrado planteado anteriormente. Con este objeto, se describirá primeramente las obras existentes y el funcionamiento de ellas dentro de los sistemas locales, y a continuación, se planteará las obras complementarias que configurarán los distintos esquemas de solución que se probarán en el Modelo de Simulación de la Cuenca.

VII. B.- DIAGNOSTICO Y PLANTEAMIENTO DEL DESARROLLO DEL RECURSO AGUA

1.- Caracterización y evaluación de sistemas de obras existentes.

2.- Obras complementarias consideradas en la situación de desarrollo básico.

3.- Planteamiento general del desarrollo del recurso agua.

4.- Planteamiento detallado de esquemas de obras para el sistema principal.

VII. B.1.- CARACTERIZACION Y EVALUACION DE SISTEMAS DE OBRAS EXISTENTES

INDICE DEL CAPITULO

VII.B.1. CARACTERIZACION Y EVALUACION DE SISTEMAS DE OBRAS EXISTENTES.

1. SISTEMA MAULE

1.1 Generalidades

1.2 Embalse Laguna del Maule

1.3 Canal Maule Norte

1.4 Canal Maule Sur

1.5 Taco General

2. SISTEMA MELADO

3. SISTEMA BULLILEO-LONGAVI

4. SISTEMA DIGUA

5. EMBALSE TUTUVEN

1. SISTEMA MAULE.

1.1 Generalidades.

El sistema de riego Maule es un conjunto de obras de regulación y conducción que busca mejorar la utilización de los recursos del río Maule para el riego, complementados con los aportes menores de los ríos Claro y Lircay por el Norte y el río Putagán por el Sur. Su área de influencia tiene una extensión de unas 210.000 hás. y está ubicada entre los siguientes límites: por el Norte, el río Claro; por el Sur, el río Putagán; por el Oriente, los primeros contrafuertes de la Cordillera de Los Andes y por el Poniente, los ríos Claro y Loncomilla. Con respecto a este último límite, hay que hacer la salvedad de los terrenos del valle del Melozal, regados por el Maule y que están ubicadas al Poniente del Loncomilla.

Lo que ha dado origen a la existencia de un sistema de obras de riego en el río Maule, en el sentido definido anteriormente, ha sido la construcción por parte del Fisco de obras tales como el Embalse de la Laguna del Maule, de los canales Maule Norte y Maule Sur y del Taco General. El embalse de la Laguna del Maule permite regular interanualmente los recursos de la hoya alta del río supliendo a través de las entregas del embalse los déficits que se producen en los canales durante la época de riego. El canal Maule Norte ha ampliado la zona regada por el río Maule hacia la mayor parte de los terrenos ubicados al Norte del mismo y comprendidos entre este río y el río Claro. El canal Maule Sur unifica las bocatomas de quince canales de la ribera Sur del río alimentándolos a través de un canal distribuidor y ha incorporado nuevos terrenos al riego, tales como los del Valle del Melozal. El Taco General unifica la bocatoma de un grupo de seis canales de la ribera Norte del río y distribuye sus aguas por medio de un sistema de vertederos; esta obra constituye la única bocatoma de cierre total de un brazo del río y ha permitido reemplazar una serie de tomas provisionales,precarias en su seguridad de captación y costosas en su operación, por una obra de carácter definitivo y segura desde el punto de vista del abastecimiento de los canales que la integran.

Además de las obras anteriores, la Endesa construyó las Centrales Cipreses e Isla, que se abastecen del Embalse de la Laguna de la Invernada cuyas aguas están destinadas a generar energía, pero que

son utilizadas en el riego durante la temporada, al seguir río abajo y unirse al caudal del río Maule.

Los distintos cursos naturales que forman el Sistema Maule tienen los caudales medios que aparecen en el Cuadro N° VII.B.1-1.

Como puede observarse del Cuadro N° VII.B.1-1 el caudal del río Maule es considerablemente mayor que el de los otros ríos indicados: Por otra parte, estos últimos reducen visiblemente su caudal en los meses de mayor demanda, fenómeno que se acentúa en los años de hidrología seca.

Incluso los esteros menores, si bien tienen su propio caudal en invierno, en verano sólo conducen derrames de riego.

Para analizar las características del riego en el sistema Maule, se describen a continuación por separado las obras matrices que lo componen.

1.2 Embalse Laguna del Maule.

La Laguna del Maule está ubicada en la cabecera del río Maule, a unos 2.200 m. sobre el nivel del mar y a 160 Km al oriente de la ciudad de Talca. El muro de la presa de tierra, que se terminó de construir en 1957 con el fin de hacer aprovechable la capacidad de regulación de la Laguna natural, también es utilizado en su coronamiento para el trazado del camino internacional que une a Chile con Argentina por el paso Pehuenche.

Mediante la ejecución de la obra citada, ha sido posible utilizar los recursos de la hoya alta del río en la generación de energía y en el mejoramiento del riego.

El aprovechamiento para generar energía data del año 1963, fecha en que entró en servicio la Central Isla, de Endesa, cuya rama o aducción Maule capta a unos 40 Km aguas abajo del embalse de la Laguna del Maule.

El aprovechamiento para riego se efectúa a través de la red de canales existentes y algunos otros mejorados o construídos con motivo de la ejecución de la obra de embalse. El conjunto de canales del Sistema del Maule deja bajo cota de riego una superficie del orden de las 200.000 hás. de terreno que, en general, presentan buena aptitud productiva.

El muro de la presa se encuentra emplazado en el extremo norte de la Laguna natural, en la zona denominada Laguna Chica, que corres

ponde al antiguo nacimiento del río. La garganta en la cual está ubicado el muro esta constituída por riscos de lava, entre los cuales quedaron depositadas varias morrenas, las que dieron origen a la Laguna natural.

Las obras de embalse están constituídas por el muro principal, ubicado entre la pared oriente de la garganta y una colina de origen morrénico existente hacia el poniente; un muro auxiliar que cierra el portezuelo existente entre la colina indicada y la pared de lava del poniente; el vertedero de rebalse, de hormigón armado, situado el la misma colina ya citada y las obras de toma, cuyo tubo de salida atraviesa el muro y termina en un colchón aquietador común con el del vertedero.

El muro principal es de tierra, de sección mixta, con protección de enrocado y un núcleo impermeable central. El coronamiento del muro tiene 10 m. de ancho, 193 m. de longitud y está ubicado a la cota 2.183 m.s.n.m. la altura máxima del muro es de 47 m. incluyéndo las fundaciones. El volúmen de relleno del muro alcanza a 513.000 m3 y los taludes son de 3/1 y 2.5/1 hacia aguas arriba y aguas abajo, respectivamente.

El vertedero de rebalse tiene su umbral ubicado a 3 m. por debajo del coronamiento del muro y tiene capacidad para evacuar unos 200 m3/s con una carga de 2 m.

Las obras de toma consisten en una torre metálica que se ubica a unos 140 m. aguas arriba del eje del muro principal y en la que se alojan las compuertas de salida y las rejas de protección. La torre indicada comunica con una tubería de 8 m. de diámetro que termina en una segunda torre, de hormigón armado, ubicado en pleno talud de aguas arriba. En el proyecto original se consultaba en la intersección de la tubería con la torre de toma de separación del agua para riego de la que se utilizaría para energía, según el proyecto de la Endesa de la Central Cóndores. El agua para riego sería controlada por un doble juego de compuertas hidráulicas y continuaría a través de un tubo de salida de 4 m. diámetro. El agua para generación de energía se separaría y sería conducida por una tubería en paralelo con la anterior cuya regulación se efectuaría mediante una válvula de tipo mariposa.

Ambos ductos se disponían dentro de un tubo de forma ovoidal, de modo que, a la salida del muro, el tubo para energía se desviaba hacia el poniente y el de riego terminaba en el colchón aquietador. No obstante que las obras se ejecutaron en la forma descrita, desde la construcción del embalse sólo se ha utilizado el tubo de salida para riego, habiéndose clausurado el tubo para energía en las cercanías de su desviación hacia el poniente.

La capacidad útil del Embalse de la Laguna del Maule alcanza a

1.300 millones de m3. contando el volúmen comprendido entre el umbral del vertedero (cota 2180,30 y el nivel superior de las compuertas de la Dirección de Riego (cota 2154,57).

Del estudio de los caudales medios mensuales afluentes al embalse en el período de 33 años con que se cuenta estadística, se deduce que los recursos hidrológicos posibles de embalsar corresponden a un caudal medio anual de 12,7 m3/s. Considerando la cifra anterior, el volúmen medio anual que entra al embalse es de 400 millones de m3 y, por lo tanto, el volúmen útil de regulación es igual a 3,25 veces el volúmen afluente medio anual. En consecuencia, la regulación del embalse es del tipo interanual, con un llenado cada 3,25 años, sin considerar la evaporación que es muy alta en la zona y alcanza a 1.926 mm. al año según estudios realizados por Endesa.

La capacidad de evacuación de las obras de toma varía naturalmente con el nivel del agua en el embalse, pudiéndose evacuar un máximo de 160 m3/s.

La utilización del Embalse de la Laguna del Maule, desde que él se comenzó a explotar a principios de 1957, se ha regido por un convenio existente desde 1947 entre la Dirección de Riego y la Endesa. Aplicadas a la realidad actual, las principales disposiciones de dicho convenio se traducen en las siguientes condiciones de funcionamiento.

- El volúmen útil de regulación, de 1.300 millones de m3, queda dividido en dos colchones. El superior, que comprende un volúmen de 900 millones de m3, está destinado a suplir los gastos deficitarios para riego y para generar energía, con régimen normal de uso de las aguas. El segundo colchón, de 400 millones de m3, constituye una reserva ordinaria con los mismos fines señalados para el primer colchón, pero con ciertas restricciones con respecto al uso normal.

- Según el convenio, la Dirección de Riego queda autorizada para regularizar el caudal en Armerillo con un caudal máximo estacional de 160m3/s ampliable a 200 m3/s, a medida que se ejecuten las obras proyectadas. Dicha regulación comprende los meses de Septiembre a Mayo y consiste en completar los gastos necesarios atendiendo a la siguiente variación estacional expresada en cada mes como porcentaje del gasto máximo.

Mes	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
%	20	50	91	100	100	80	55	30	10

- Mientras no se complete el desarrollo máximo de 200 m3/s, la reserva ordinaria se disminuye a razón de 4 millones de m3 por cada m3/s no aprovechado, hasta un volúmen mínimo de 340 millones de m3. La disminución de la reserva ordinaria en estos términos pasa a incrementar el 1er. colchón.

- Para regadío es posible extraer desde el colchón superior el total de los caudales deficitarios antes señalados, pero el volúmen que se pueden entregar con tales fines queda limitado durante la temporada correspondiente a un máximo de 800 millones de m3. Desde el segundo colchón pueden atilizarse los caudales deficitarios de riego, siempre que el total del agua aprovechada no supere el 80% de la reserva ordinaria más el 80% de los recursos afluentes a la Laguna, contabilizados desde el momento en que se haya empezado a usar dicha reserva.

- Para generación de energía, la Endesa tiene derecho dentro del primer colchón a una cuota especial de 250 millones de m3 por año calendario, además del aprovechamiento con los mismos fines de los caudales deficitarios entregados desde la Laguna del Maule para riego. De no utilizar toda la cuota especial mencionada, la Endesa tiene derecho a compensar en años posteriores los remanentes respectivos. En todo caso, los caudales para energía no pueden exceder de 25 m3/s, el medio mensual y de 30 m3/s, el medio diario.

La extracción para energía desde el segundo colchón tiene como límite máximo el 20% de la reserva ordinaria más el 20% del volúmen afluente a la Laguna desde el comienzo del uso de la reserva. Sólo pueden utilizarse estos recursos una vez durante el año calendario.

No obstante lo anterior, si al terminar la temporada de riego se llega al segundo colchón y la Endesa ha completado la utilización de su cuota correspondiente, puede acordar con la Dirección de Riego una cuota adicional de hasta 50 millones de m3., pero inferior al 50% del remanente de la reserva ordinaria sólo en caso de existir nieve en cantidad suficiente para asegurar un volúmen mínimo de 500 millones de m3 en el deshielo siguiente.

El convenio incluye también algunas disposiciones vigentes desde el momento en que la Endesa empezó a aprovechar los recursos afluentes al embalse de la Laguna de la Invernada. A este respecto, considera que el efecto de este último embalse equivale a la existencia de un volúmen o colchón que complementa a los acumulados en la Laguna del Maule, pero con la finalidad primordial de generar energía.

Finalmente conviene destacar que los colchones definidos originalmente por el convenio no corresponden exactamente a los expuestos en este informe. Ello se debe al hecho de que sólo con posterioridad a la firma del convenio se ha podido establecer que el verdadero volúmen de regulación útil del embalse alcan-

za a 1.300 millones de m3, en circunstancias de que en 1974 se consideraba que dicho volúmen era de 1.570 millones de m3.

1.3. Canal Maule Norte.

El canal Maule Norte es un proyecto desarrollado por la Dirección de Riego del M.O.P. destinado a regar todos los suelos aprovechables agrícolamente ubicados entre los ríos Claro y Maule, mejorando al mismo tiempo las zonas actualmente regadas en la Provincia de Talca. Las principales fuentes de agua de esta provincia son los ríos Lontué-Claro y Maule, que abastecen las zonas unicadas al norte y al sur de ella, respectivamente. El sistema Lontué-Claro riega aproximadamente unas 20.000 hás. al sur del río Claro, en condiciones de seguridad deficientes, en tanto que el río Maule regaba unas 65.000 hás. hasta antes de la construcción del Proyecto Maule-Norte.

Del total de 65.000 hás. señalado, unas 40.000 hás. corresponden a antiguas obras realizadas por el sector privado y 25.000 hás. al área regada por el antiguo canal Maule Fiscal.

El proyecto Maule Norte consulta completar una superficie de unas 105.000 hás., es decir, incorporar al riego 40.000 hás. nuevas y mejorar las condiciones del área regada con los ríos Lontué y Claro. También consulta el aprovechamiento de los derrames y sobrantes, especialmente los que se pueden regoger a través del río Lircay y que pueden ser utilizados en el riego del valle de Pencahue.

El origen de los canales de Maule Norte es la bocatoma ubicada en la localidad denominada Armerillo, en el río Maule. De ella sale el canal Tronco, el que termina en Paso Nevado, con un desarrollo de 8,1 Km. Desde este punto se desarrollan el canal Alto, con una longitud total de proyecto de 126.5 Km., y el canal Bajo, con una longitud total de proyecto de 107 Km. Entre ambos existe una diderencia de cota de alrededor de 100 m.

a bocatoma Armerillo es capaz de captar un caudal de 72 m3/s pero en la práctica sólo se captan 68 m3/s por limitaciones que presenta el sistema de canales hacia aguas abajo. El gasto neto que se capta en Armerillo se distribuye como sigue:

Canal Maule Norte Alto 1a. Sección: 27 m3/s
Canal Maule Norte Bajo 1a. Sección: 41 m3/s

El canal Tronco corresponde al tramo comprendido entre la bocatoma de Armerillo y el Sector donde se produce la repartición del gasto entre los canales Maule Alto y Maule Bajo. Su longitud es de 8.1 Km.

El canal Alto tiene un difícil trazado en ladera y comprende dos secciones: La Primera Sección abarca desde la bifurcación de Paso Nevado (Km. 8,1)hasta la Quebrada El Milagro (Km 64,1). El caudal inicial de este tramo es de 27 m3/s efuectuándose durante el recorrido entregas de acuerdo a derechos de 14,2 m3/s con lo cual se riegan unas 14.000 hás. Además entrega al río Lircay la cantidad de 3,3 m3/s de acuerdo a derechos.

La Segunda Sección abarca desde el Km 64,1 hasta el Km 134,5 de acuerdo al proyecto, pero en la actualidad sólo se encuentra habilitado hasta el Km 68,8.

La capacidad normal de la parte de la Segunda Sección en servicio es de 9,5 m3/s aproximadamente, con lo cual se consulta regar unas 9.500 hás., de las cuales se riegan actualmente sólo 4.000 hás. debido a que la red terciaria se encuentra en construcción.

El Canal bajo tiene un trazado en terraza y en él también se distinguen dos Secciones: la Primera Sección corresponde al sector comprendido entre la caída de Paso Nevado (Km 8,1) y el río Lircay (Km 38,1).La capacidad inicial es de 41 m3/s y, a lo largo de su recorrido hace entregas, de acuerdo a derechos, por 8,7988 m3/s., con lo cual se riega cerca de 9.000 hás. La Primera Sección termina en la quebrada Los Temos, por la cual sus aguas llegan al estero Corel y por éste al río Lircay. La entrega máxima al río Lircay es de 32,2 m3/s., de los cuales 23 m3/s son destinados a la Segunda Sección y 9,2 al sistema de riego del río Lircay.

La Segunda Sección del Canal Maule Bajo tiene su bocatoma en el río Lircay, poco aguas abajo de su confluencia con el estero Corel; la capacidad inicial es de 23 m3/s y su longitud total, de acuerdo al proyecto, de 77 Km aproximadamente; la Segunda Sección riega unas 23.000 hás.

El río Lircay recibe del Canal Maule Norte los siguientes caudales:

Del Canal Maule Norte Alto Primera Sección	3,3161 m3/s
Del Canal Maule Norte Bajo Primera Sección	9,2012 m3/s
	12,5174 m3/s

Los caudales anteriores se reparten de la siguiente forma:

Canal Lircay-Providencia		6,6234 m3/s
Canal Bajo e Higuera Lircay		0,4955 m3/s
Canal Lircay-Pencahue		5,3986 m3/s
	TOTAL	12,5175 m3/s

El canal Lircay-Providencia tiene su bocatoma en el río Lircay, aproximadamente a unos 15 Km aguas abajo de la captación del Canal Maule Bajo 2a. Sección. Tiene una capacidad máxima de 7m3/s, una longitud de unos 15 Km y riega alrededor de 7.000 hás.

Los canales Bajo-Lircay e Higuera-Lircay son dos pequeños canales cuya bocatoma se encuentra ubicada poco aguas abajo de la del Maule Bajo 2a. Sección. Su capacidad conjunta es de 0,5 m3/s y riega unas 500 hás.

El canal Lircay-Pencahue corresponde al regadío del Valle de Pencahue, proyecto que está en estudio y cuya construcción podría iniciarse en muy corto plazo.

1.4 Canal Maule Sur.

El canal Maule Sur es un proyecto desarrollado por la Dirección de Riego del M.O.P. destinado a mejorar el riego de los terrenos ubicados al sur del río Maule, y que quedan comprendidos entre este río y el río Putagán, incorporando al riego unas 11.700 hás. nuevas dentro de este mismo sector y destinando además 6 m3/s para el riego del valle del Melozal.

Antes de la construcción del Canal Maule Sur, los terrenos regados en la zona indicada alcanzaban a unas 52.000 hás., incluyéndo unas 320 hás. regadas desde el Canal Melado y unas 900 hás. regadas con recursos propios del río Putagán. De la superficie anterior, 36.500 hás. corresponden a la zona servida por las bocatomas ubicadas en la parte alta del río Maule y que son beneficiadas directamente por el Proyecto Maule Sur. Del resto, unas 15.000 hás. corresponden a terrenos servidos por las bocatomas ubicadas en la zona baja del río y que sólo se benefician indirectamente por el proyecto mencionado a través de derrames y recuperaciones. El canal Maule Sur, junto con aumentar la superficie regada utilizando recursos nuevos proporcionados por el Embalse de la Laguna del Maule, permitió mejorar la seguridad de abastecimiento de los terrenos ya regados regularizando de paso el sistema de derechos, que en la zona se presentaba muy anárquico por la existencia de arriendos de agua que sólo se prestaban para abusos.

En resumen, el Proyecto Maule Sur consiste fundamentalmente en mejorar la situación de los antiguos regantes con derechos inscritos,

dándoles una mayor seguridad por el efecto regulador del Embalse de la Laguna del Maule, estabilizar la situación de los que riegan con derrames y arriendos de derechos y dar riego a los terrenos de secano comprendidos en la zona susceptible de regarse y que actualmente no poseen agua.

La captación del sistema proyectado se combinó en una bocatoma común con la de dieciseis canales altos de la ribera sur del río, que no captaban la totalidad de sus derechos o lo hacían en forma deficiente, por cuyo sistema de distribución mejorado se ha podido servir además toda la zona de secano del sector estudiado.

De acuerdo al Convenio Dirección de Riego-Endesa, para la captación de la Laguna del Maule, la Dirección de Riego puede regularizar el río con 160 m3/s de Armerillo durante el mes de máxima demanda hasta que se incorporan al riego los terrenos beneficiados con los proyectos Maule Norte y Maule Sur, situación con la que el caudal regulado sube a 200 m3/s. De los 40 m3/s de aumento, 20 m3/s corresponden a nuevos riegos en la Provincia de Linares, incluyéndo 6 m3/s para el valle del Melozal, que considerando las recuperaciones de la zona alta, representan una disponibilidad real de 9 m3/s para esta zona.

Dentro de la asignación de recursos del Proyecto Maule Sur se consideran como derechos efectivos: -los arriendos, ya que corresponden a aguas sobrantes de los canales cuyos derrames van a cauces ya utilizados; los derrames, con un gasto permanente equivalente al promedio de un año normal y que se extraen de cauces naturales en los que se han establecido derechos; y las vertientes, que corresponden en general a infiltraciones que afloran al llegar a terrenos de menor permeabilidad y que tienen gastos estables, con obras definitivas de captación. En esta forma se resuelve definitivamente el problema de los arriendos de derechos.

La bocatoma del Canal Maule Sur consta de dos captaciones que se producen en dos puntillas de cerro cercanos ubicados inmediatos al cauce del río y contra los cuales choca este permitiendo una fácil captación. Las tomas corresponden a las de los antiguos canales Colbún y el Morro y ambas tienen una disposición similar: un juego de compuertas apoyado en el cerro, seguido de túneles que comunican con un canal revestido que constituye el Canal Matriz o Tronco, cuya longitud total es de 4.692 m. a contar desde la confluencia de la rama Colbún con la rama El Morro.

La capacidad de proyecto de la bocatoma es de 60 m3/s pero en la actualidad se encuentra algo disminuída debido a fluctuaciones de nivel del río en la zona de la captación por efecto de los desplazamientos y socavaciones que se producen durante las crecidas de invierno.

En canal Tronco, a su término, se divide en dos canales secundarios: en canal Distribuidor, para servir el riego de los canales antiguos que captaban en ese sector de la ribera sur, que con el Proyecto se unificaron, y para abastecer también parte de la nueva zona regada, correspondiente a las comunas de Yerbas Buenas y Villa Alegre. El canal Distribuidor sigue un trazado sensiblemente paralelo al río Maule, cruzándose con los antiguos canales existentes, a los cuales va alimentando en su recorrido. Prácticamente en el mismo punto de la bifurcación, se separan las dos primeras entregas del Distribuidor, que corresponden al canal Colbún, con capacidad para 6 m3/s y el canal Comunero, con capacidad para 0,5 m3/s. El canal Distribuidor continúa entonces con una capacidad de unos 35 m3/s.

El Segundo canal derivado del Canal Tronco es el Canal Maule Sur propiamente tal o Canal Machicura, como se le llama en la zona. Su trazado se desarrolla por la ladera del cordón de Colbún hacia el sur, para dejar bajo agua otra parte de la zona de nuevo riego, principalmente la que corresponde a la Comuna de Colbún. El proyecto primitivo consultaba su prolongación hasta el cruce con el río Putagán pero en la actualidad se encuentra construído hasta el cruce con el Estero Machicura, al cual descarga, y por medio de él entrega al río Putagán los derechos para el riego de Melozal.

Resumiendo, la situación de riego del Proyecto Maule Sur quedó como sigue:

Antiguos derechos de la parte alta de la ribera sur del río Maule	36.473 hás.
Nuevos derechos servidos por el Canal Distribuidor	4.589 hás.
Nuevos derechos servidos por el Canal Maule Sur desde su comienzo hasta el sector Rari	2.928 hás.
Alimentación al Canal Melozal: 6 m3/s + recup.	8.500 hás.
Nuevo riego por medio de ensanche de otros canales	1.702 hás.
	54.192 hás.

Cabe hacer notar que, en el cuadro anterior aparecen 2.928 hás. de terrenos nuevos regados por el Canal Maule Sur, en circunstancia que primitivamente se consultaban 7.158 hás. Esto se debe a que la Dirección de Riego redujo el trazado del canal suprimiendo unas 4.230 hás. que se regaban por él al sur del Estero Rari, las cuales se regarán en el futuro por medio de alguna otra fuente.

Para terminar con el Proyecto Maule Sur, corresponde señalar que el riego del Valle del Melozal se realiza a través del canal Melozal, que tiene su bocatoma en el río Putagán, inmediatamente al

poniente del puente del camino longitudinal sur sobre este río. Desde ese punto sigue hacia el Poniente, cruza el río Loncomilla por medio de un puente-sifón, obra de ingeniería de gran envergadura, y entra a regar los terrenos de la zona del Melozal. La capacidad del canal es de 7,4 m3/s y sirve una superficie de alrededor de 8.500 hás.

1.5 Taco General.

La obra denominada Taco General es una bocatoma común que agrupa a varios canales de la ribera norte del río Maule que antiguamente poseían bocatomas independientes. Consiste en una barrera de hormigón y tablones de quita y pon que cierra totalmente el brazo norte del río, permitiéndo la captación de los derechos correspondientes a los canales que constituyen la Asociación del Taco General. La barrera desvía las aguas del río hacia un canal común que tiene un corto trazado, de unos doscientos metros, y que termina en una especie de laguna o ensanche del mismo canal, donde en virtud de su velocidad casi nula se reparten las aguas a los diferentes canales mediante un sistema de vertederos dispuestos en la margen de la laguna. La baja velocidad en la zona de partición permite que no exista influencia en los vertederos que, a pesar de estar dispuestos lateralmente al cauce, en la práctica actúan como vertederos frontales repartiendo los derechos en proporción a sus respectivas longitudes.

La barrera se apoya en su extremo norte en el terreno firme y en su extremo sur en una isla que existe en esa parte del río, la que por tener bastante vegetación, y estar a una cota bastante más alta que el lecho, presenta un punto firme suficientemente seguro. En su extremo norte la barrera posee un sistema de compuertas desripiadoras que permiten mantener libre la zona de captación aguas arriba de ella. El cauce común está provisto, a la entrada, de compuertas metálicas de admisión apoyadas en machones de hormigón. La capacidad máxima de captación del Taco General es de 25 m3/s aproximadamente.

Primitivamente los canales derivados del Taco General eran dieciseis pero posteriormente se ha incorporado los canales Oriente, Sandoval y San Miguel y se ha producido una agrupación de ellos quedando finalmente seis canales matrices:

- Canal Interesado, con capacidad en bocatoma para 0,9 m3/s y una longitud de 3,5 Km.
- Canal Silva Henriquez-Oriente, con capacidad en bocatoma para 7 m3/s y una longitud de 23 Km.
- Canal Lircay Unificado, con sus derivados Sandoval, Lircay Mandiola y San Diego, que tiene una capacidad en bocatoma de 10m3/s.

- Canal Peña y Litre-Palo Seco, con su derivado San Miguel que tiene una capacidad en bocatoma de 3 m3/s y una longitud de 15 Km.
- Canal Riesco con una capacidad en bocatoma de 0,2 m3/s y una longitud de 1 Km.
- Canal Santa Elena, con una capacidad en bocatoma de 2,3 m3/s y una longitud de 23 Km.

Con el objeto de ilustrar más claramente el funcionamiento del Sistema Maule anteriormente descrito, se adjunta a continuación una figura esquemática de las obras que componen dicho sistema de riego (ver figura N° VII.B.1-1.)

2. SISTEMA MELADO.

El sistema del riego Melado es un conjunto de obras de conducción formado por la red de canales particulares que captan sus aguas desde los ríos Ancoa y Achibueno y el canal Melado Fiscal que refuerza a los canales anteriores mediante el traspaso de aguas desde el valle del río Melado hacia el valle Central, en el que hace entrega al río Ancoa. La zona de influencia del sistema Melado abarca, en líneas generales, desde el río Putagán por el norte hasta el río Longaví por el sur y desde la vertiente occidental del Cordón del Melado por el oriente hasta el río Loncomilla por el poniente. El área señalada contaba, hasta antes de la construcción del canal Melado, sólo con los recursos de los ríos Ancoa y Achibueno y de algunos esteros menores muy escasos de caudal. Estos cauces naturales, al no disponer de hoya hidrográfica, donde se acumule nieve en el invierno, tienen abundancia de recursos en invierno y primavera pero bajan bruscamente su caudal al final de primavera y comienzos de verano, dejando a los terrenos servidos por ellos en casi total carencia de agua en la época de máxima demanda. El canal Melado permitió subsanar la situación indicada al conectar al sistema Ancoa-Achibueno con el río Melado, afluente del Maule, que por disponer de hoya alta, cuenta con recursos abundantes y seguros durante toda la temporada de riego. Se constituyó así el sistema Melado, que combina los recursos de agua del río del mismo nombre con los de los ríos Ancoa y Achibueno y que permite regar actualmente en forma permanente unas 25.000 hás. del total de 44.000 hás. arables en su área de influencia.

La obra principal del sistema la constituye el Canal Melado, cuyo proyecto fue realizado el año 1918 a raiz de la dictación de la Ley de Riego. El proyecto primitivo consultaba una bocatoma en el río Melado, en la localidad de La Viñilla, con capacidad para 35 m3/s, de los cuales 5 m3/s se empleaban en el desripiado de la obra de captación, continuando 30 m3/s por el canal.

El trazado total del canal abarcaba 23 Km, con 7,3 Km de túneles y seis sifones, hasta entregar al río Ancoa. Dificultades constructivas llevaron a que la capacidad se redujera posteriormente a 19 m3/s, pudiéndose contar en la actualidad con un caudal máximo de 18 m3/s y encontrándose el canal con varios problemas de conservación especialmente en los sectores de los túneles.

Desde el río Ancoa, aguas abajo del punto de entrega del Melado, se desarrolla hacia el norte el canal Alimentador Roblería y hacia el sur el Canal Llepo. Este último canal entrega al río Achibueno, desde donde nace a su vez el canal Melado-Longaví. Tanto en el río Ancoa como en el Achibueno existe numerosas bocatomas que dan origen a canales particulares cuya capacidad es en general reducida.

El canal Alimentador Roblería nace en la ribera Norte del río Ancoa, aguas arriba del lugar donde se ubica el embalse Ancoa en construcción y vacía al río Putagán la mayor parte de su caudal, continuando al norte de éste algunos derivados menores.

El canal Llepo tiene su bocatoma en la ribera sur del río Ancoa, a unos 15 Km aguas abajo del embalse en construcción. El caudal del canal Llepo es conducido hasta el río Achibueno, desde cuya ribera sur deriva el canal Longaví, que riega la zona bajo él, comprendida entre el río Achibueno y el río Longaví.

Para una mejor ilustración del funcionamiento del Sistema Melado se acompaña a continuación una figura esquemática del mismo (ver figura N° VII.B.1-2.)

Los recursos con que cuenta el sistema Melado se pueden apreciar en el cuadro N° VII.B.1-2 que indica los caudales medios mensuales de la distintas fuentes que lo sirven.

Como puede observarse en el cuadro N° VII.B.1-2, los ríos Ancoa y Achibueno cuentan en primavera con recursos abundantes. A partir de Diciembre, ellos declinan significativamente siendo en esta época el canal Melado el que proporciona la parte más importante de los recursos del Sistema.

3. SISTEMA BULLILEO-LONGAVI.

Se ha denominado Sistema Bullileo-Longaví al conjunto de obras de riego que benefician en primavera y verano el área comprendida entre el río Longaví y el estero Lircay por el Norte y el Estero Parral por el sur, y que en invierno refuerzan al sistema Digua, a través del canal alimentador del Embalse Digua que permite acumular en dicho embalse los caudales estacionales del río Longaví a los cuales se suman los rebalses del Embalse Bullileo una vez que éste se llena.

El esquema resumido a las obras se puede observar en la figura N° VII.B.1-3 adjunta. Como obras matrices, sólo consta del embalse Bullileo y el canal alimentador Digua, los que se complementan con toda la red de canales de riego que extraen sus aguas al río Longaví y que riegan efectivamente unas 24.000 hás. del total de 30.600 hás. que comprenden el área enmarcada en los límites ya señalados.

Los recursos con que cuenta la zona servida por el río Longaví y el embalse Bullileo se pueden apreciar en el Cuadro N° VII.B.1-3, que se refiere a los caudales medios mensuales en la estación pluviométrica de Longaví en la Quiriquina, estadística natural. La estación señalada está aguas abajo de la confluencia del río Longaví con el Bullileo.

El riego de la zona Bullileo-Longaví funciona entonces a base de los recursos del río Longaví durante la primavera, los cuales no han sido regulados y que sin embargo se bastan para satisfacer la demanda durante esa época; posteriormente durante el verano y el otoño, el caudal propio del río decrece substancialmente siendo necesario hacer uso de los volúmenes acumulados en el embalse Bullileo los cuales alcanzan, como se dice anteriormente, para regar unas 24.000 hás. El embalse Bullileo está ubicado sobre el río del mismo nombre en la Provincia de Linares. Su construcción fué concluída en 1947, según un proyecto del entonces Departamento de Riego del Ministerio de Obras Públicas (hoy Dirección de Riego del M.O.P.).

La obra está compuesta fundamentalmente por el muro de la presa, de las obras de entrega y el vertedero de seguridad. El muro tiene 73 m. de altura máxima; su coronamiento tiene una longitud de 275 m, un ancho de 8 m. y una cota variable de 683,32 m.s.n.m. en

su parte central y de 680,15 m.s.n.m. en los extremos. Está compuesto por un núcleo central impermeable de material arcilloso protegido por sendos enrocados exteriores cuyos taludes son de 3:1 hacia aguas arriba y de 2:1 hacia aguas abajo. La superficie del espejo de agua correspondiente al nivel de agua máxima es de 219 hás.

Las obras de entrega están constituídas por tres tuberías de acero de 700 mm. de diámetro cada una de las cuales está provista de dos válvulas en serie que pueden evacuar un caudal de 8,2 m3/s completándose una capacidad de salida total de 24,6 m3/s cuando el embalse está en su nivel máximo.

La obra de seguridad es un vertedero de tipo frontal cuyo umbral tiene 2.50 m. de ancho y 48.50 m. de longitud y está situado a la cota 675 m.s.n.m. El umbral del vertedero tiene hacia aguas arriba una superficie curva parabólica de 5,30 m. de longitud y está seguido de un rápido de descarga que termina en un salto de esquí. La capacidad máxima de evacuación de la obra es de unos 825 m3/s aproximadamente, lo que corresponde a una crecida cuyo período de retorno es de 500 años. El volúmen útil de regulación del embalse Bullileo es de 60 millones de metros cúbicos y la hoya hidrográfica que lo sirve tiene 82 Km2. Debido a la alta pluviosidad de la hoya afluente, el embalse se llena todos los años y esto ha sido la causa de numerosos estudios de ampliación del mismo que se han llevado a cabo, los cuales no se han concretado por varias razones, entre otras, por una filtración permanente que se produce por el fondo del lecho del río que si bien es cierto no afecta a la estabilidad de la presa, podría aumentar al ser peraltado el muro. Actualmente, esta filtración alcanza a 1 m3/s cuando el embalse está lleno.

El Canal alimentador Digua es una obra de conducción que, como su nombre lo indica, permite trasvasar recursos de invierno desde el río Longaví hasta el embalse Digua. Fue construído entre 1955 y 1958 y su bocatoma está ubicada en la ribera izquierda del río Longaví, a unos 5 Km aguas abajo de su confluencia con el río Bullileo. Tiene una longitud de 6,5 Km y se encuentra casi totalmente revestido con albañilería de piedra. La pendiente media del canal es de 0.09% y su capacidad es de 25 m3/s. Las principales obras de arte del canal son la bocatoma con dos compuertas de admisión, dos túneles de sección en forma de arco de medio punto de 530 m. y 40 m. en longitud, respectivamente, tres puentes carreteros y un rápido de descarga ubicado al llegar al embalse. Para la construcción del canal fue necesario excavar 210.000 m3 de material y ejecutar 45.000 m2 de revestimientos.

4. SISTEMA DIGUA.

El área de influencia del sistema Digua comprende unas 65.000 hás., ubicadas en el Departamento de Parral, cuyos límites aproximados son: el estero Parral por el Norte, el río Ñiquén y el río Perquilauquén por el sur, este último río por el poniente y, por el oriente una línea casi paralela a la línea del ferrocarril y a unos 15 Km. al este de ella.

Dentro del área indicada, el sistema de riego Digua tiene capacidad para regar 34.000 hás. que se descomponen en la siguiente forma:

Area mejorada por el Proyecto Digua en la zona servida por el río Perquilauquén		8.500 hás. apox.
Area regada anteriormente por el río Longaví		900 hás. aprox.
Area de nuevo riego		24.600 hás. aprox.
	TOTAL	34.000 hás. aprox.

El sistema Digua consta de las siguientes obras principales:

- El embalse Digua, ubicado sobre el río Cato, con capacidad para 220 millones de m3.
- El canal Alimentador desde el río Longaví, ya descrito anteriormente dentro de las obras de sistema Longaví-Bullileo.
- El canal Perquilauquén-Cato que, como su nombre lo indica, une ambos ríos y aporta caudales de primavera del primero de ellos al canal Matriz de riego de Digua.
- En canal matriz ya mencionado, que abastece la mayor parte de la red de riego del sistema.
- El canal Perquilauquén-Ñiquén que sirve el riego de terrenos ubicados entre ambos ríos, y
- El canal Perquilauquén Fiscal que riega unas 1.300 hás. de un total de 10.800 hás. que deja bajo cota de riego en un área ubi

cada en el extremo sur-poniente de la zona de influencia del sistema Digua.

Además de las obras indicadas, el Proyecto Digua consulta la construcción de toda la red de riego necesaria para hecer efectiva la incorporación de todos los terrenos incluídos dentro del área de nuevo riego.

Se describe a continuación, en grandes líneas, el funcionamiento del sistema Digua:

Como ya se ha dicho, la obra fundamental del sistema es el embalse Digua, ubicado en el río Cato. Mediante esta obra se embalsaron recursos propios del río Cato o Catillo y además sobrantes del río Longaví, que son desviados hacia el embalse mediante el Canal Alimentador.

Este Canal Alimentador se utiliza además en verano para conducir caudales del río Longaví hacia el estero Parral,lo cual constiitu ye un trasvase de poca importancia dentro del Sistema Digua.

En la época de riego, las aguas del embalse se entregan al río Cato, en las cercanías de cuya confluencia con el estero Remulcao está ubicada la bocatoma matriz del sistema Digua. En este punto, nace la extensa red de canales que se extiende entre los ríos Ñiquén, Perquilauquén y el estero Parral.

El canal Perquilauquén Cato es una obra que consulta captar recursos sobrantes de primavera del río Perquilauquén y desviarlos hacia la bocatoma Matriz de Digua. Los recursos del río Perquilauquén se utilizan por lo tanto, para regar su propia hoya y para apoyar el sistema Digua en la época de primavera, en la que se producen excedentes en el Perquilauquén. Esto permite a su vez economizar agua en el embalse Digua.

Posteriormente, en la época de verano, se apoya el riego del Perquilauquén mediante recursos provenientes del embalse, que entrega sus aportes en la bocatoma matriz en Remulcao.

Desde el río Perquilauquén captan agua los canales Perquilauquén-Ñiquén y Perquilauquén-Fiscal.

Resumiendo, el sistema Digua está concebido para aprovechar en primer término y al máximo posible los recursos correspondientes al regimen natural de los ríos de la zona de influencia del Sistema Cato, Longaví y Perquilauquén y posteriormente utilizar los caudales embalsados en el tranque Digua de modo de apoyar el regadío en los meses más deficitarios: Enero y Febrero.

Los recursos con que cuenta el Sistema Digua se pueden apreciar en el cuadro N°VII.B.1-4, que indica los caudales medios mensua

les de las distintas fuentes que lo sirven.

En el esquema de la figura N° VII.B.1.-4 se resumen las características del Sistema Digua.

El embalse Digua, cuya construcción se concluyó en 1968, está ubicado en la angostura del mismo nombre existente en el río Cato, a unos 50 Km al poniente de las termas de Catillo. El río Cato, es afluente del Perquilauquén y es, junto con éste y con el río Longaví, la fuente de recursos para el Proyecto Digua.

El embalse tiene dos muros, el principal y el auxiliar. Ambos son de tierra y, en conjunto cubren 3.850.000 m3 de relleno. El muro principal tiene un coronamiento de 450 m. de longitud y 8 m. de ancho y está ubicado a 413 m.s.n.m. Su altura máxima es de 87m. y sus taludes 3/1 el de aguas arriba y, el de aguas abajo tiene una inclinación 2,5/1 en la parte inferior y 2/1 en la parte superior. Este muro cubica 3.650.000 m3 y en su parte central, va un núcleo impermeable fundado a la cota 326 m.s.n.m. Hacia ambos lados del núcleo se han dispuesto zonas semi permeables, las cuales van cubiertas por rellenos permeables ubicados hacia los límites exteriores; como protección de estas últimas, se colocó un pedraplén de 1 m. de espesor.

El muro auxiliar tiene por objeto cerrar un portezuelo existente hacia el sur del embalse. También tiene una composición heterogénea, aunque sin las zonas semi permeables. Tiene 406 m. de longitud en su coronamiento, con 5 m. de ancho; el talud de aguas arriba es de 3/1 con su parte inferior y 2.1/1 en su parte superior y el de aguas abajo es de 2/1 en su parte inferior y 1,4/1 en su parte superior. El volúmen total de este muro es de 195.000 m3.

Las obras de desviación durante la construcción constan de un túnel de 430 m. de longitud excavado en el apoyo sur del muro principal, el cual tiene capacidad para 250 m3/s. Una vez terminadas las obras del embalse, dicho túnel fue habilitado como conducto para entregar desde el embalse los caudales requeridos por el riego. Para ello se consultó en el primer sector del túnel, de 180m. de longitud y de sección circular, un escurrimiento en presión. Para los 250 m. restantes, de sección en forma de arco de medio punto, se dispuso un escurrimiento con nivel libre, a partir de las obras de entrega propiamente tales, constituídas por dos válvulas de guardia del tipo de mariposa, de 1,50 m. de diámetro, dos tuberías intermedias de unión y dos válvulas de regulación del tipo de chorro hueco, con sus respectivos blindajes hacia aguas abajo. Las obras de entrega anteriores se completan con una torre de toma y poseen una capacidad total con el máximo de carga de 60 m3/s, en tanto que su caudal máximo normal es de 27. m3/s.

La obra de seguridad, cuya capacidad de 300 m3/s corresponde al caudal de la crecida milenaria, está ubicada en una quebrada natural existente en el costado sur del valle del río Cato. Consta de un canal de acceso de 400 m. de longitud y de sección trapecial, una barrera que sirve como umbral de control, localizada a la cota de aguas máximas normales, que es la 408,60 m.s.n.m., un rápido de descarga de 356 m. de longitud y un colchón disipador de 60 m. de largo cuyo diseño fue estudiado por medio de un modelo a escala reducida.

La capacidad del embalse Digua es de 220 millones de m3 y la superficie inundada por el lago es de 693 hás. a la cota de aguas máximas normales, que es la 408,60 m.s.n.m.

El canal Perquilauquén-Cato sirve para reforzar con recursos de primavera del río Perquilauquén al sistema de riego Digua. Tiene su bocatoma ubicada en el río Perquilauquén, frente al cerro Zemita y está constituída por una parte de obra definitiva y otra parte de carácter temporal, la cual debe ser rehecha todos los años. El canal, de acuerdo a su proyecto, tiene una capacidad de 17 m3/s y una longitud de 12 Km. La primera parte del mismo se desarrolla en la terraza aluvial del río y continúa por los faldeos de los cerros Mira-Ríos y San Ramón. El canal entrega en el río Cato, inmediatamente aguas arriba de la bocatoma del canal matriz de Digua, y tiene revestido el primer Km de su trazado, siendo los restantes 11 Km sin revestir.

El canal matriz de riego de Digua tiene su bocatoma aguas abajo del embalse, sobre el mismo río Cato, y consta de una barrera transversal al lecho del río provista de un sistema de compuertas accionables desde un puente superior de maniobras un carro que se desplaza sobre rieles. Además, las obras de toma constan de dos compuertas desripiadoras y dos compuertas de admisión. Las principales características del canal son las siguientes: su capacidad es de 27 m3/s, su velocidad máxima, de 1 m/s; pendiente general, 0,4%, y longitud total 37 Km, de los cuales sólo 8 Km. aproximadamente son revestidos. El canal tiene, además de su bocatoma, otras obras de arte: los sifones de Remulcao y Pantanillo, ocho caídas, diez puentes de servicio, un puente en la carretera Panamericana, dos cruces de FF.C.. y tres obras de descarga. Para su ejecución se emplearon 90.000 m2 de revestimientos, 7.000 m3 de hormigones en obras de arte y se realizaron movimientos de tierra que alcanzaron a 1.2 millones de m3.

Del canal matriz nacen cinco canales derivados de diferentes capacidades. Estos dan origen a siete canales subderivados, los cuales alimentan a los canales de entrega prediales. Con los canales mencionados se forma la red de canales, de alrededor de 150 Km de longitud, que abarca el área de riego beneficiada por el embalse Digua.

El canal Perquilauquén-Ñiquén aprovecha aguas del río Perquilauquén y del embalse Digua para regar terrenos ubicados en su mayor parte entre los ríos Perquilauquén y Ñiquén. El canal riega una superficie de unas 2.900 hás. y su capacidad en bocatoma es de unos 4,2 m3/s. Los terrenos beneficiados por este canal se regaban en parte y en mala forma con derrames de los terrenos altos regados por el Perquilauquén y por el canal Zemita del río Ñuble y también con recuperaciones del propio río Ñiquén. La bocatoma del canal está ubicada un poco aguas abajo de la confluencia de los ríos Cato y Perquilauquén y su longitud es de unos 12 Km.

El canal Perquilauquén Fiscal tiene su bocatoma en el río Perquilauquén, cerca del cruce con la línea del ferrocarril y sirve una zona de riego ubicada en el extremo sur-poniente del área servida por el Sistema Digua. El canal tiene una longitud de 27 Km y una capacidad de proyecto de 5 m3/s pero en la actualidad se encuentra embarcado y con su capacidad reducida a unos 3 m3/s; la superficie bajo aguas del canal es de 10.900 hás, de las cuales se riegan sólo unas 1.300 hás.

5. EMBALSE TUTUVEN.

Esta obra de regulación, construída entre 1945 y 1950, está situada a unos 10 Km. al Noroeste de la ciudad de Cauquenes. Los recursos que aprovecha provienen de la hoya alta del río Tutuvén, el cual de desarrolla entre los cerros de la cordillera de la costa, en el sector sur poniente de la cuenca del Maule. El régimen hidrológico de dicha hoya, cuya superficie es de 130 Km.2, es eminentemente pluvial.

El embalse fue formado mediante la construcción de dos muros de tierra que cierran el valle principal y portezuelo lateral, respectivamente. El primera de ellos posee una altura máxima de 32 m. y una longitud de cerca de 190 m. El muro secundario, por su parte, tiene una altura máxima de 16 m. de largo.

El nivel de aguas máximas normales es la cota 170,80 m.s.n.m. pudiendo alcanzarse como cota máxima la 171,50 m.s.n.m.

La obra de seguridad actual, de 600 m3/s de capacidad, está conformada por un vertedero de tipo frontal, un rápido de descarga y un colchón disipador de energía. El vertedero fue ejecutado en el año 1975 en reemplazo del original que fue destruído por una crecida en el año anterior.

La obra de toma, que es capaz de entregar un caudal de 2 m3/s, está constituída básicamente por un sifón y posee dos válvulas como elementos de control.

La capacidad total del embalse es de 20 millones de m3, siendo el volúmen de regulación útil de 16 millones de m3. Como el volúmen afluente es de unos 30 millones de m3 como promedio anual, se concluye que la regulación sólo es de influencia estacional.

CUADRO N° VII.B.1-1

SISTEMA MAULE
CAUDALES MEDIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO

MESES	RIO MAULE EN COLBUN	RIO CLARO EN ENTRADA VALLE CENTRAL	RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS	RIO PUTAGAN EN ROBLERIA
Enero	257,41	3,14	4,11	0,73
Febrero	163,59	2,19	2,93	0,67
Marzo	120,97	2,06	2,75	0,66
Abril	117,18	2,67	3,52	0,91
Mayo	188,62	9,93	12,90	1,96
Junio	262,27	14.68	20,70	2,90
Julio	265,11	18,41	25,80	2,88
Agosto	266,63	16,94	25,40	2,39
Septiembre	273,12	15,09	21,10	2,05
Octubre	361,21	10,86	15,50	1,29
Noviembre	505,47	8,87	11,10	1,02
Diciembre	427,12	5,35	6,60	0,82

CUADRO N° VII.B.1-2

SISTEMA MELADO
CAUDALES MEDIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO

MESES	RIO ANCOA ANTES TUNEL CANAL MELADO	RIO ACHIBUENO EN LOS PEÑASCOS	RIO MELADO
Enero	2,87	24,96	91
Febrero	1,98	14,41	53
Marzo	1,60	10,34	36
Abril	1,49	13,90	39
Mayo	5,73	50,62	59
Junio	6,89	61,21	76
Julio	7,01	66,18	77
Agosto	6,60	71,28	73
Septiembre	6,30	63,58	96
Octubre	6,56	60,30	160
Noviembre	6,90	65,49	211
Diciembre	4,63	43,84	164

CUADRO N° VII.B.1-3

SISTEMA BULLILEO-LONGAVI
CAUDALES MEDIOS MENSUALES RIO LONGAVI EN LA QUIRIQUINA.
METROS CUBICOS POR SEGUNDO.

MESES	RIO LONGAVI
Enero	20,0
Febrero	13,3
Marzo	11,0
Abril	14,8
Mayo	53,3
Junio	66,6
Julio	74,8
Agosto	70,4
Septiembre	62,4
Octubre	59,0
Noviembre	52,4
Diciembre	34,5

CUADRO N° VII.B.1-4

SISTEMA DIGUA
CAUDALES MEDIOS EN METROS CUBICOS POR SEGUNDO

MESES	RIO CATO EN DIGUA	RIO PERQUILAUQUEN EN SAN MANUEL	RIO ÑIQUEN EN SAN GREOGORIO
Enero	0,50	8,76	0,49
Febrero	0,36	5,65	0,31
Marzo	0,39	4,43	0,25
Abril	1,10	10,09	0,54
Mayo	3,86	42,61	2,37
Junio	10,67	62,62	3,57
Julio	12,21	64,38	3,65
Agosto	13,20	59,50	3,40
Septiembre	7,90	55,29	3,16
Octubre	4,04	43,83	2,49
Noviembre	1,87	29,92	1,71
Diciembre	0,87	17,63	1,03

FIGURA Nº VII.B.1-1

ESQUEMA RESUMIDO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA MAULE

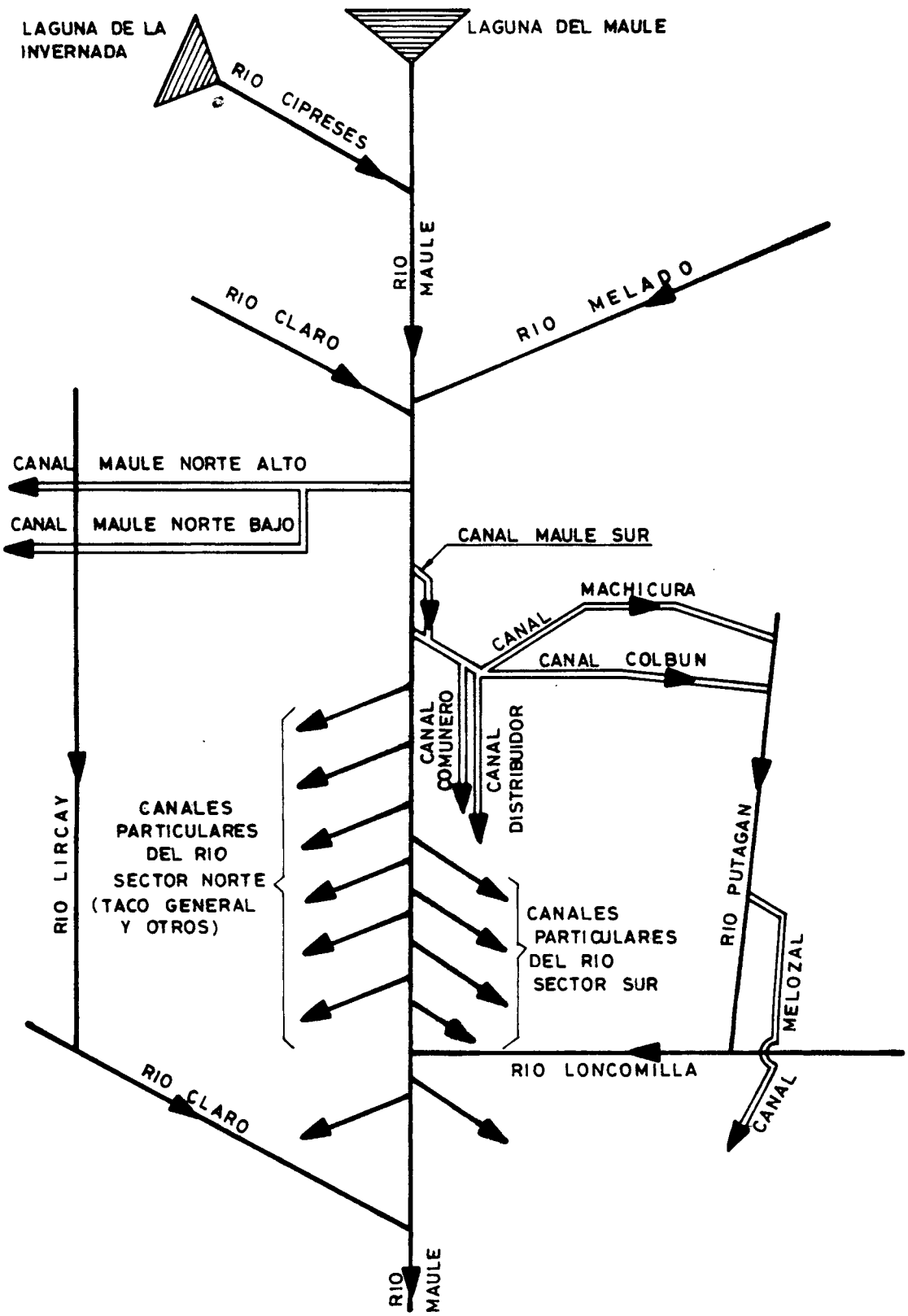


FIGURA Nº VII.B.1-2

ESQUEMA RESUMIDO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA MELADO

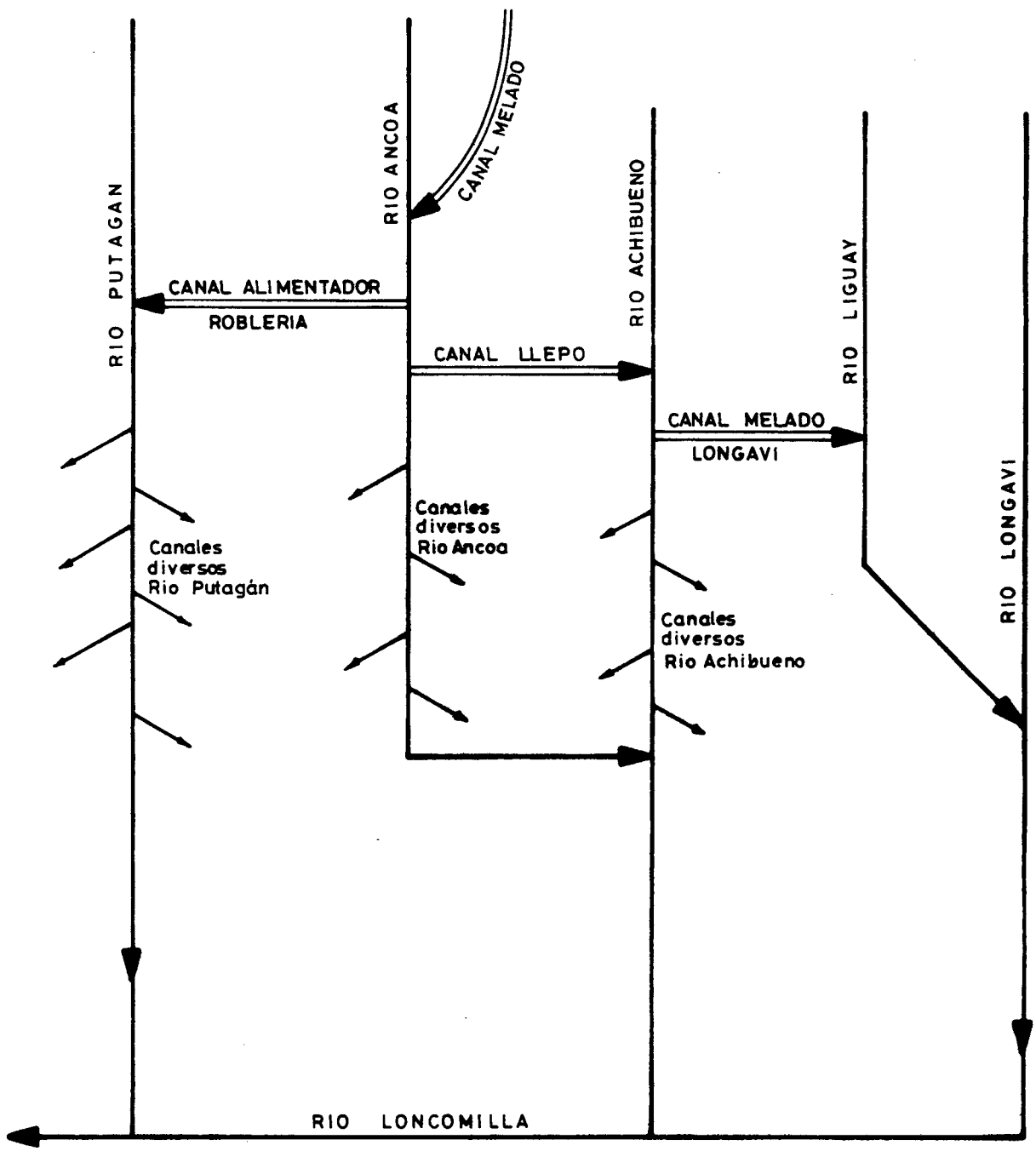


FIGURA Nº VII.B.1-3

ESQUEMA RESUMIDO DEL SISTEMA BULLILEO

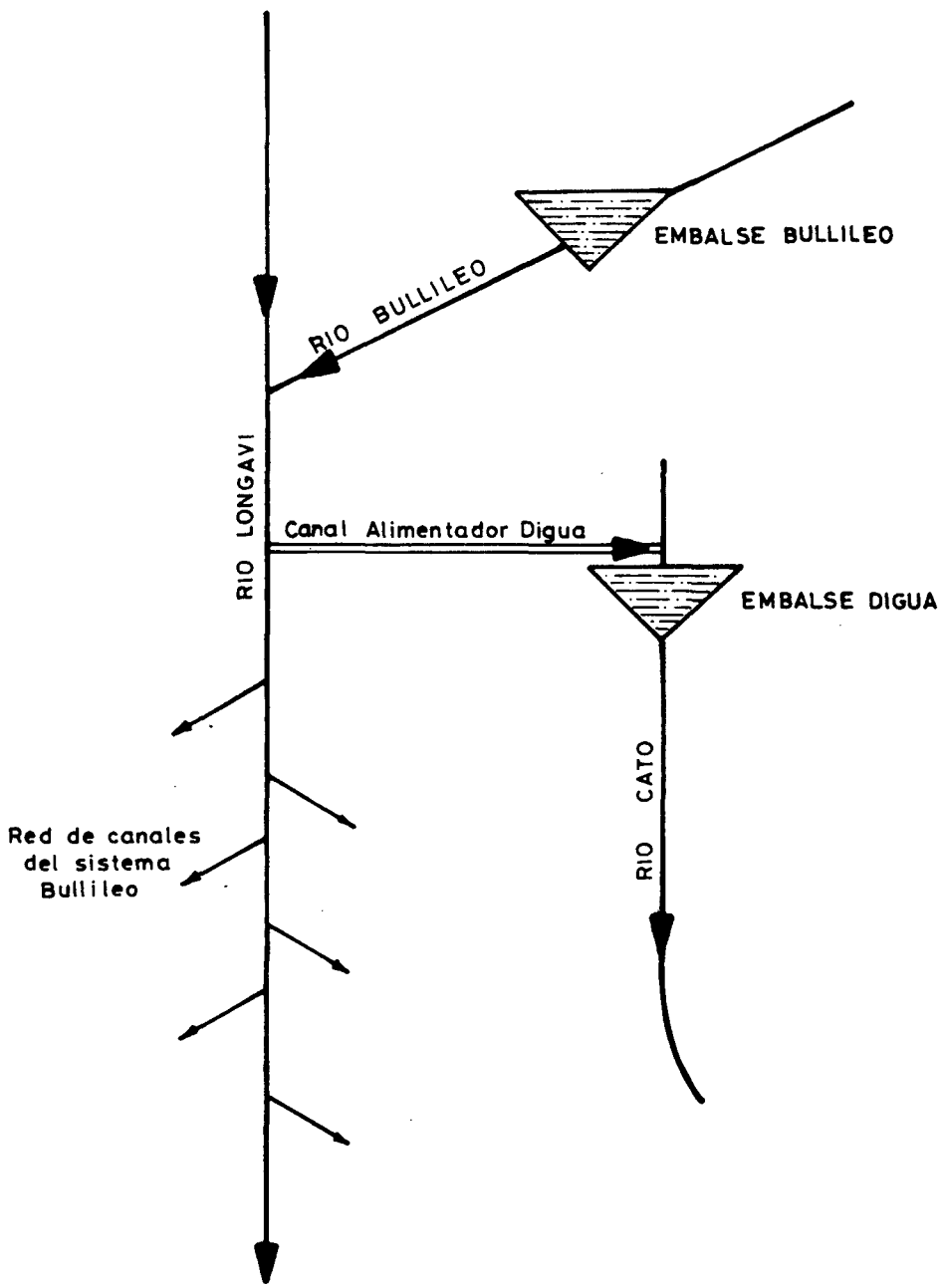
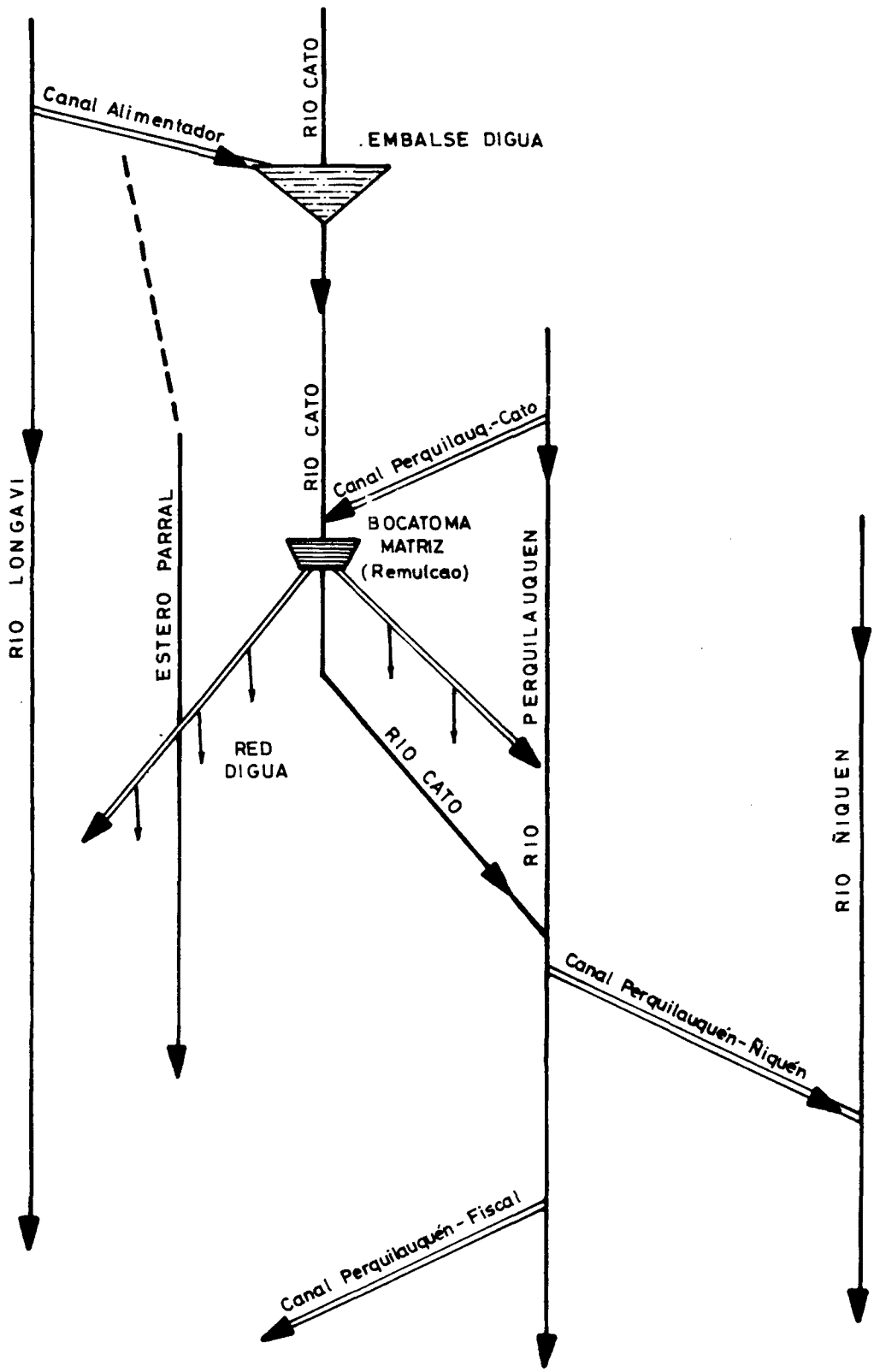


FIGURA Nº VII.B.1-4

ESQUEMA RESUMIDO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA DIGUA



VII. B. 2.- OBRAS COMPLEMENTARIAS CONSIDERADAS EN LA SITUACION DE DESARROLLO BASICO.

INDICE DEL CAPITULO

VII.B.2. OBRAS COMPLEMENTARIAS CONSIDERADAS EN LA SITUACION DE DESARROLLO BASICO.

1. INTRODUCCION

2. DESCRIPCION GENERAL Y MODIFICACIONES PROYECTADAS

3. ANTECEDENTES GENERALES UTILIZADOS PARA EL PREDISEÑO

3.1. Topográficos

3.2. Caudales

3.3. Suelos

4. CARACTERISTICAS DEL CANAL

4.1. Tramos

4.2. Trazado

4.3. Pendientes

4.4. Sección

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

1. INTRODUCCION.

Por definición, la situación de desarrollo básico es aquella que se logra sin nuevas obras matrices y sólo mediante el desarrollo tecnológico de la actividad agropecuaria y de los métodos de riego. Tiene el propósito de servir principalmente como alternativa de referencia para evaluar el justo impacto de los sistemas de obras matrices que se plantean en las situaciones de pleno riego como elementos de mejor regulación y distribución del recurso agua. Sin embargo, como se planteó oportunamente al definir la alternativa agropecuaria de desarrollo básico, se ha estimado conveniente considerar como en riego en esta alternativa básica al sector 02-j, que actualmente se riega parcialmente. Esto implica considerar como elemento estructural de las obras matrices de la situación básica, la prolongación del canal Maule Norte desde el punto en que actualmente se interrumpe hasta aquel que permite efectivamente regar el sector señalado.

Al iniciarse el presente estudio, se reconocieron serias reservas sobre la conveniencia de completar el proyecto de la Dirección de Riego para el canal Maule Norte Alto dadas la poca calidad relativa de los suelos involucrados y lo accidentado del terreno por el que debe pasar el trazado de dicho canal. Sin embargo, por razones de conveniencia práctica para el desarrollo del estudio (como el hecho que parte del sector 02-j se riega parcialmente en la actualidad por medio de un tramo en estado operante de este canal, y que el análisis de trasvases de agua hacia el norte de esta única vía se facilita si se considera como ya existente hasta el límite norte del sector 02-j, y estimando que por la magnitud de la superficie afectada por esta obra su inclusión no podría influir en las conclusiones finales relativas al sistema principal, se decidió incluirla en la situación básica. Como se trata de una obra aún no ejecutada, se estimó procedente incluir sus costos en el flujo de ingresos y egresos que caracterizan a la alternativa de desarrollo básico.

En este capítulo se plantean por lo tanto las características de esta obra y en el capítulo VII.D.1. el flujo de egresos que le corresponde para su construcción y operación a fin de ser considerados oportunamente en la evaluación económica de esta alternativa. En la parte XI correspondiente a la evaluación económica de las diferentes alternativas se incluye un análisis económico que confirma el supuesto que la inclusión de esta obra no influye en las conclusiones sobre el sistema principal.

2. DESCRIPCION GENERAL.

En la actualidad, el sistema Maule Norte está constituído por el canal Tronco, que tiene su bocatoma en el río Maule en la angostura de Armerillo y los canales Alto y Bajo que son alimentados desde aquel.

El canal Maule Alto sirve los terrenos agrícolas ubicados al Norte del río Maule, entre los primeros contrafuertes de la Cordillera de Los Andes y el canal Maule Bajo. Su trazado tiene dirección Sur-Norte y el proyecto primitivo de la Dirección de Riego consulta su extensión hasta el estero Los Robles, próximo al río Claro, siendo su longitud de 134,5 Km. aproximadamente, incluyéndo el canal Tronco. En la actualidad, el canal Alto se encuentra en funcionamiento sólo hasta las cercanías del Km. 68,8, mientras el resto de su trazado se encuentra fuera de servicio y en numerosos tramos, embancado, con derrumbes, cubierto de vegetación y abandonado.

La situación de desarrollo básico consulta la reposición del canal Alto entre el Km. 68,8 y el Km. 111,6, siguiendo el trazado y las características generales del proyecto de la Dirección de Riego. En cuanto a la capacidad del canal, dicho proyecto establece un caudal inicial para la primera sección de 27 m3/s y, para la segunda sección un caudal inicial de 9,5 m3/s. La primera sección está comprendida entre Paso Nevado (lugar de la bifurcación del canal Tronco en canal Alto y canal Bajo) y la quebrada El Milagro y, como entregas en camino, tiene el servicio de todo el sector 02-1. La segunda sección estaría comprendida en este caso entre el río Lircay (Km. 48,5) y el termino del canal (Km. 112) y, como entregas en camino tendría el servicio de todo el sector 02-j.

Para el planteamiento del modelo de la situación de desarrollo básico se introdujo la restricción de capacidad inicial de cada uno de los tramos del canal Alto de acuerdo a las capacidades indicadas más arriba. Lo anterior equivale a decir que, en situación de desarrollo básico, el sector 02-j dispone como máximo de 9,5 m3/s y, el conjunto de los sectores 02-i y 02-j, disponen como máximo de 27 m3/s. Para los efectos de la determinación de los costos que significa la habilitación del canal Alto entre el Km. 68,8 y el Km. 112 de acuerdo a los lineamientos generales establecidos en el proyecto de la Dirección de Riego, se procedió por comparación con el prediseño efectuado para la alternativa 1 de pleno riego, sin riego del sector 02-k, cuyas características se señalan a continuación.

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL MAULE ALTO.

3.1 Caudales.

Como se dijo anteriormente, los caudales iniciales de cada uno de los dos tramos de canal considerados en el modelo de simulación de la situación de desarrollo básico son los que establece el proyecto de la Dirección de Riego y que corresponden a las disponibilidades de agua fresca que se tiene para el riego de los sectores 02-i y 02-j.

3.2 Suelos.

El canal Maule Alto tiene un trazado que se desarrolla al pie de los primeros contrafuertes cordilleranos. Esta circunstancia hace que en la mayor parte de su trazado en canal esté ejcutado en ladera de cerro. No obstante, en algunas partes se desarrolla en terreno plano.

En la zona en que el canal va excavado en ladera de cerro los materiales que predominan son: roca sana, roca descompuesta (maicillo), roca alterada, escombros de falda y fluviales (en algunos casos cementados con ceniza)

En las zonas donde el trazado se desarrolla en terreno plano predominan los materiales aluviales del tipo GC, SC, GW o GP y suelos estratificados del tipo SM y ML.

3.3 Tramos del canal.

Se ha considerado que a lo largo de su recorrido, el canal Maule Norte Alto efectúa entregas en puntos coincidentes con las entregas actuales, de modo que los caudales máximos de los distintos tramos varían prácticamente en la misma proporción que en la actualidad.

TRAMO De Km	al Km.	DISTANCIA Km.	CAUDAL MAX. m3/s
0,0	8,0	8.0	50,0
8,0	30,1	22.1	24,3
30,1	35,6	5.5	16,1
35,6	36,6	1.0	15,5
36,6	38,0	1.4	14,0
38,0	48,5	10.5	12,8
48,5	60,5	12.0	9,5
60,5	64,2	3.7	8,6
64,2	79,5	15.3	8,3
79,5	87,0	7.5	7,4
87,0	88,5	1.5	7,1
88,5	111,6	23.1	1,8

3.4 Trazado.

Se ha respetado el trazado en planta original, tanto del canal Alto como del canal Tronco.

3.5 Pendientes.

Se han respetado las pendientes existentes, las cuales varían entre 0,07 y 1,5%, sin considerar los trechos en que existen obras de arte tales como canoas, sifones y túneles.

3.6 Sección.

Como principio general, se ha tratado de mantener las secciones existentes, de modo que las modificaciones requeridas contemplen alguna o más de las siguientes faenas con la prioridad que se señala: a) Revestir sección actual, b) Peraltar el terraplén del canal, c) Ensanchar o profundizar el canal mediante excavación.

Por otra parte, puede agregarse que los taludes considerados han sido los existentes y que los coeficientes de rugosidad de Manning empleados fueron iguales a 0,0017, para los tramos con revestimiento de hormigón y 0.030 para los tramos sin revestir o con revestimiento de mapostería en un solo lado de la sección.

4. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el presupuesto estimativo de las obras, que aparece en el Cuadro N°VII.B.2.-1.

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción de estas obras aparece en la figura N°VII.B.2.-1 y comprende un período de veinticuatro meses comenzando en Septiembre de 1978 y terminando en Agosto de 1980.

CUADRO N° VII.B. 2-1

CANAL MAULE NORTE ALTO. ALTERNATIVA DE DESARROLLO BASICO.
PRESUPUESTO DE LAS OBRAS.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL US$
A	Vías de Acceso	156.100
B	Instalación de faenas	108.900
C	Canal	6.962.500
D	Obras de arte	3.133.200
E	IMPREVISTOS	1.035.500
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		11.396.200
Estudios de Ingenieria (5%)		570.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		228.000
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		12.194.200
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		11.486.900

OBRA : CANAL MAULE NORTE ALTO

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº VII.B.2-1

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	100						1,5
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	100						1,0
03	CANAL	GL	1	12	28	30				67,2
04	OBRAS DE ARTE	GL	1		45	55				30,3
										100,0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	37,2		62,8				
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	37,2		100,00				

VII.B.3.- PLANTEAMIENTO GENERAL DEL DESARROLLO DEL RECUSO AGUA.

INDICE DEL CAPITULO

VII.B.3. PLANTEAMIENTO GENERAL DEL DESARROLLO DEL RECURSO AGUA.

1. IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE NUEVAS OBRAS EN LA CUENCA, INCLUYENDO PROYECTOS EXISTENTES.

1.1 Obras nuevas
- a. Nómina de los embalses identificados
- b. Clasificación de los embalses identificados

1.2 Proyectos existentes
- a. Obras de riego
  - a.1. Embalse Ancoa
  - a.2. Embalse San Manuel
  - a.3. Embalse Catillo
  - a.4. Embalse Pocillas
  - a.5. Embalse en el río Blanco
  - a.6. Embalse Las Guardias
  - a.7. Embalse en el río Longaví
  - a.8. Canal Linares
  - a.9. Canal Machicura
- b. Obras de uso múltiple
  - b.1. Embalse Colbún
  - b.2. Embalse Guaiquivilo
  - b.3. Embalse Maule-Melado
  - b.4. Embalse en la Laguna del Dial
- c. Obras de desarrollo hidroeléctrico
  - c.1. Descripción de las centrales posibles de construír en la cuenca
    - i) Central Los Cóndores
    - ii) Central Lagunillas
    - iii) Central Puelche
    - iv) Central La Mina
    - v) Central El Dial
    - vi) Central Guaiquivilo
    - vii) Central San Pedro
    - viii) Central Maule-Melado
    - ix) Central Canal Bajo
    - x) Central Huinganes
  - c.2. Resumen del Catastro de recursos hidroeléctricos
  - c.3. Conclusiones

2. PLANTEAMIENTO DE ESQUEMAS INTEGRADOS PARA EL SISTEMA PRINCIPAL.

2.1 Concepto de esquema integrado

2.2 Planteamiento general de esquemas y metodología aplicada

- a. Situación global de la hoya del Maule en relación al aprovechamiento de sus recursos hídricos
- b. Análisis de posibles esquemas integrados
  - b.1. Esquema N° 1
  - b.2. Esquema N° 2
  - b.3. Esquema N° 3
    - i) Esquema de obras N° 3-A
    - ii) Esquema de obras N° 3-B
    - iii) Esquema de obras N° 3-C
- c. Metodología utilizada

3. PLANTEAMIENTO DE ESQUEMAS INDEPENDIENTES

3.1 Generalidades

3.2 Sistema de riego del Embalse San Juan

3.3 Sistema de riego del Embalse Las Garzas

3.4 Sistema de riego del Embalse Purapel

1. IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE NUEVAS OBRAS EN LA CUENCA, INCLUYENDO PROYECTOS EXISTENTES.

1.1 Obras Nuevas.

El presente capítulo presenta los resultados del estudio, en base al análisis de antecedentes topográficos existentes, de los distintos lugares aptos para regular aguas en la hoya hidrográfica del río Maule; su posterior reconocimiento y cálculo muy preliminar de las distintas características físicas e hidrológicas de cada uno de los posibles embalses y, finalmente, la preselección de aquellos que por sus condiciones se consideran adecuados para ser incluídos en los distintos esquemas de riego, tanto para el Sistema Principal como para los Sistemas Independientes.

Para proceder al estudio indicado se comenzó por identificar en las planchetas a escala 1:50.000 de I.G.M. todos los posibles lugares aptos para embalsar aguas, caracterizados por la poca pendiente del valle según la dirección del río y por la presencia de una angostura o garganta en la cual se podría fundar una presa. En la investigación no se incluyó aquellos lugares que cuentan con proyectos o estudios preliminares realizados por la Dirección de Riego y cuyos antecedentes son de fácil acceso. En los lugares identificados, se definió preliminarmente la altura máxima de presa posible de implantar en función de las condiciones topográficas y del probable volúmen medio anual afluente, la capacidad del embalse y el volúmen de la presa. Los estudios anteriores se complementaron, para el caso de los lugares que presentaban condiciones más favorables, con un reconocimiento de terreno en el cual se profundizó especialmente en los aspectos hidrológicos, geológicos, de mecánica de suelos y de ingeniería hidráulica.

Toda la información anterior se reunió en dos "Documentos Internos del Estudio" denominados: Estudio de los Posibles Lugares Aptos para servir de embalse en la Cuenca del Río Maule, y Reconocimiento y Estudio Preliminar de las Posibilidades de Embalses Preseleccionados en la Cuenca del Río Maule. En estos documentos se presenta, a nivel de informe preliminar, los estudios hidrológicos, geológicos y geotécnicos realizados para cada emplazamiento de embalse y las características físicas y técnicas de las obras.

1.1.a. Nómina de los Embalses Identificados.
La ubicación de los posibles embalses identificados aparece en el plano VII.B.3.-a que se incluye en el album N° 1 y sus características principales se resumen en el cuadro N° VII.B.3-1.

1.1.b. Clasificación de los Embalses Identificados.
De acuerdo a sus características, los lugares de posibles embalses que aparecen en el cuadro N° VII.B.3-1, se clasificaron en "posibilidades de embalse dignos de mayor estudio", atendiendo a su relación agua/muro y que aparecen en el cuadro N° VII.B.3-2 y "posibilidades de embalse de interés dudoso", que aparecen en el cuadro N° VII.B.3-3. El resto de los embalses identificados no se consideran de interes.

Las características de cada emplazamiento, de los que figuran en los cuadros indicados, aparecen definidas en el cuadro N° VII.B.3-1.

De la lista de emplazamientos del cuadro N°VII.B.3-2 se llevó a nivel de estudio preliminar la totalidad de los embalses identificados, completándose el reconocimiento con una inspección ocular y un mayor estudio de los aspectos hidrológicos, geológicos y geotécnicos especialmente. En el caso del Estero Las Chilcas se estudiaron lugares de posibles emplazamientos de presas, en el Estero Picazo, se estudiaron dos posibles presas y en el río Perquilauquén se estudió dos ubicaciones para el embalse San Manuel. Los estudios complementarios anteriores permitieron llegar a conclusiones con respecto a las condiciones de cada emplazamiento con el objeto de considerar su posible inclusión en los distintos esquemas de obras que se plantean en el sistema principal y también permitieron efectuar un primer descarte de posibles obras de regulación para ser consideradas en los sistemas independientes.

1.2 Proyectos Existentes.

El presente capítulo incluye una breve descripción de las obras que permiten desarrollar los recursos hidráulicos y que han sido estudiados tanto por la Dirección de Riego como por la Empresa Nacional de Electricidad, ENDESA. Por contar estas obras con mayores antecedentes que las nuevas obras identificadas, no han sido incluídas en el capítulo correspondiente al reconocimiento de nuevas obras en la cuenca.

1.2.a. Obras de Riego.

1.2.a.1. Embalse Ancoa. Este embalse, cuya construcción se inició en 1957 y se paralizó en 1965, se encuentra ubicado a 34 Km al oriente de la ciudad de Linares, a 410 m.s.n.m., cerrando una angostura sobre el río Ancoa. La capacidad consultada para el embalse es de 103 millones de m3. La altura de la presa proyectada es de 72 metros, del tipo por zonas, con un coronamiento de 650 metros de longitud y 8 m. de ancho. El volúmen total de rellenos para el muro se ha calculado en 4,5 millones de m3, con lo que se tiene una relación agua/muro de 23.

1.2.a.2. Embalse San Manuel. Estaría ubicado en el lugar denominado San Manuel en el río Perquilauquén. La capacidad del embalse podría ser de unos 200 millones de m3. La altura de la presa, que sería de tierra, alcanzaría a aproximadamente 60 m. requiriéndose para su construcción de un volúmen de rellenos de 3,4 millones de m3. De esta forma, la relación agua/muro sería igual a 59,6.

1.2.a.3. Embalse Catillo. Se situaría en el río Cato un poco aguas abajo del embalse Digua, siendo su capacidad de 50 millones de m3.

El muro de presa tendría 32 m. de altura y un volúmen de rellenos de 705.000 m3, de modo que la relación agua/muro sería igual a 70,8. En todo caso, las condiciones geológicas de la garganta donde se emplazaría el muro no son favorables.

1.2.a.4. Embalse Pocillas. Quedaría ubicado sobre el estero Piedra de Amolar, tributario del río Perquilauquén, entre los cerros de la cordillera de la costa. Para su formación sería necesario ejecutar un muro de presa de tierra en el estero antes mencionado y un pretil de menores dimensiones que cerraría un portezuelo en el extremo sur del embalse. El volúmen de rellenos necesario sería de unos 2,6 millones de m3, mientras que la capacidad de embalse alcanzaría a unos 265 millones de m3 como volúmen de regulación útil, determinándose así la relación agua/muro de 112. Dado que los recursos de la zona en que se emplazaría este embalse son limitados, para la utilización sería necesario llevar hacia él caudales desde el valle central.

Por este motivo se ha considerado en los estudios efectuados un canal alimentador de 18 Km de longitud y 17,4 m3/s de capacidad inicial con su bocatoma en el río Perquilauquén y además, en atención a la ubicación del embalse a una cota más alta, una planta de bombeo de unos 30 m. de altura de elevación.

1.2.a.5. Embalse en el río Blanco. En el río Blanco, que es afluente del Longaví, existe la posibilidad de emplazar, algo aguas arriba de la confluencia de ambos, en muro de presa.

Este probablemente sería de enrocados, de cerca de 100 m. de altura y con un volúmen de rellenos de alrededor de 1,3 millones de m3. Como el embalse así formado tendría una capacidad de 94 millones de m3, se tendría una relación agua/muro igual a 74. Las condiciones geológicas de la garganta son aparentemente favorables. También se ha considerado una alternativa con muro de presa en el mismo lugar pero de una menor altura (70 m.).

1.2.a.6. Embalse Las Guardias. Se ubicaría en el río Longaví aaguas abajo de su confluencia con el río Bullileo. Tendría un muro de tierra de 85 m. de altura, cuyo volúmen de rellenos sería de unos 6 millones de m3, siendo la capacidad de embalse de 166 millones de m3 (relación agua/muro = 19,5). La geología de la garganta es aparentemente favorable.

1.2.a.7. Embalse en el río Longaví. Un poco aguas abajo de su confluencia con el río Blanco existe un lugar propicio para ubicar una presa. Esta tendría un volúmen de rellenos, probablemente constituídos por enrocados, de 4,4 millones de m3. El volúmen embalsable sería de unos 190 millones de m3, lo que determinaría una relación agua/muro algo superior a 40.

1.2.a.8. Canal Linares. Es un canal cuyo proyecto consulta un trazado de norte a sur, comenzando en la descarga de la central Machicura a la altura del estero Caballo Blanco y llegando hasta el río Perquilauquén. El canal proyectado permite interconectar todos los ríos del sector sur de la cuenca apoyando la demanda de las zonas servidas por ellos mediante recursos del río Maule que ya han sido utilizados en la generación hidroeléctrica en las centrales Colbún y Machicura. La longitud total del canal será de unos 120 Km aproximadamente y su capacidad variable en los distintos tramos siendo su capacidad inicial de 90 m3/s.

1.2.a.9. Canal Machicura. El canal Machicura tiene su origen en la descarga de la central del mismo nombre y se divide en dos tramos: el canal Machicura Sur y el canal Machicura Norte.

Las aguas generadas en el complejo Colbún Machicura son recibidas por el Canal de Devolución Machicura, del cual se desprende el Canal Machicura Sur, con un trazado paralelo al anterior. El Canal de Devolución entrega parte de su caudal al Canal Machicura Sur y el resto lo restituye al río Maule, de donde capta el

Canal Machicura Norte.

El canal Machicura Sur se desarrolla en la provincia de Linares, tiene una longitud de 19,5 Km, un caudal inicial máximo de 32 m3/s y sirve una superficie de 47.000 hás.

El canal Machicura Norte se desarrolla en la provincia de Talca, tiene una longitud de 39 Km, un caudal inicial máximo de 34 m3/s y sirve una superficie de 56.000 hás.

Las obras anteriores, en realidad corresponden al sector energía puesto que ellas se han originado como consecuencia de las centrales Colbún y Machicura. Sin embargo, se describen en el presente capítulo puesto que ellas están destinadas a prestar servicios al sector riego.

1.2.b. Obras de Uso Múltiple.

En la descripción que sigue se hace un apretado resumen de las características físicas de las presas de embalse cuyo proyecto ha sido desarrollado en alguna medida por la Dirección de Riego y Endesa, conjunta o separadamente, con fines de riego y de generación de energía eléctrica. La parte del desarrollo hidroeléctrico de estas mismas obras se trata más extensamente bajo el título siguiente.

1.2.b.1. Embalse Colbún. Es la obra principal de toda la cuenca del Maule. Consiste en un gran embalse sobre el río Maule ubicado a unos 60 Km al suroriente de la ciudad de Talca. Consta de una presa principal y tres pretiles menores.

La presa principal será de tierra, de materiales granulados, de 118 m. de altura máxima y 13 millones de m3 de rellenos. La fundación de la misma llevará una pantalla impermeable de hormigón plástico para evitar las filtraciones a través de los fluviales del río. La capacidad útil del embalse será de 1.100 millones de m3 e inundará una superficie de 53 Km2. Las características de los pretiles auxiliares serán las siguientes:

Pretil El Colorado : longitud: 2.640 m.
altura máxima: 36 m.
volúmen de rellenos: 3.800.000 m3

Pretil Centinela : longitud: 360 m.
altura máxima: 19 m.
volúmen de rellenos: 450.000 m3

Pretil Sur : longitud: 125 m.
altura máxima: 17 m.
volúmen de rellenos: 61.000 m3.

1.2.b.2. Embalse Guaiquivilo. En una angostura situada en el río Guaiquivilo, que corresponde al Melado en su curso superior, se ha considerado la construcción de un muro de presa de 110 m. de altura, el que permitiría formar un embalse de 560 millones de m3 de capacidad. Dicho embalse se ha estudiado con la finalidad de ser utilizado en forma conjunta para generar energía y para regadío.

1.2.6.3. Embalse Maule Melado. Estaría constituído básicamente por una presa de 110 m. de altura emplazada en una angostura a 5 Km aguas arriba de la confluencia de este río con el Maule. Dicho embalse que ha sido estudiado por la Endesa asociado al proyecto de la central hidroeléctrica Maule Melado, aprovecharía aguas del río Maule y del Melado y su volúmen de regulación sería de unos 300 millones de m3.

1.2.b.4. Embalse en la Laguna de El Dial. En la Laguna de El Dial tiene su nacimiento en el río Guaiquivilo o Melado. Las posibilidades de regulación en ella han sido estudiadas tanto por la Endesa como por la Dirección de Riego. Para los efectos del aprovechamiento hidroeléctrico, en la central El Dial se ha consultado la formación de un embalse en la Laguna mediante la construcción de un muro de presa de 15 m. de altura máxima, de modo de obtener una regulación útil de 200 millones de m3. En relación con el regadío, se ha estudiado la posibilidad de rebajar el umbral de la Laguna mediante la ejecución de un canal de evacuación.

1.2.c. Obras de Desarrollo Hidroeléctrico.
De acuerdo a los resultados de los estudios de la Endesa, la cuenca del río Maule ocupa el sexto lugar dentro del país en el orden de importancia de los recursos hidroeléctricos desarrollables con que aún se cuenta, siendo precedida por las de los ríos Bío-Bío, Baker, Yelcho, Pasca y Puelo, según el estudio denominado "Catastro de los Recursos Hidroeléctricos de Chile" (1973), la cuenca posee un potencial técnicamente desarrollable del orden de 1.900 MW con una capacidad de generación de unos 93,00 GWh de promedio anual.

Para desarrollar el potencial anterior sería necesario construir doce centrales, expuestas en el orden señalado por la dirección del flujo de las aguas (de aguas arriba hacia abajo) en el cuadro N° VII.B.3-4.

La ubicación de estas centrales puede verse en la figura N° VII. B.3-1 adjunta.

1.2.c.1. Descripción de las Centrales Hidroeléctricas posibles de construír en la cuenca. A continuación se describen brevemente las características más importantes de cada una de las centrales incluídas en el cuadro anterior.

i) Central Los Cóndores. Capta el caudal que utiliza en la Laguna del Maule, y luego de conducirlo a través de un túnel de 10.7 Km de longitud, lo descarga aguas arriba de la confluencia de los ríos Maule y Campanario.

En esta forma, la central aprovecha una altura bruta de caída de 630 m. que, conjuntamente con el caudal de diseño de las obras, de 20 m3/s, le permite generar la potencia de 100 MW.

En promedio la central dispone de un caudal aprovechable de 12,0 m3/s con el cual puede producir unos 320 GWh anuales. En condiciones climáticas secas, el caudal afluente al embalse disminuye aproximadamente a la mitad del valor anterior. Sin embargo, la generación de la central no disminuye en igual proporción, ya que en esas circunstancias es cuando el embalse de la Laguna del Maule entrega más agua para satisfacer las necesidades de riego.

Debido a que la central utiliza aguas extraídas del embalse de la Laguna del Maule, su operación está sujeta a las severas limitaciones que le imponen las necesidades prioritarias del riego. Estas últimas obligan a operar el embalse de modo de acumular las aguas del invierno, para descargarlas durante la época de riego (Septiembre-Abril). Es por ello que la central genera prácticamente la totalidad de su energía en esa época, en que las demandas eléctricas son menores y la energía tiene en consecuencia un menor valor. En invierno la central podría funcionar de punta solamente, trabajando a plena carga por breves momentos al día.

Por la razón expuesta, la central no resulta atractiva de construir en un futuro predecible. No obstante, es posible que cuando las necesidades de potencia de punta o de energía de verano aumenten en el Sistema Interconectado y se encuentren agotados los recursos hidroeléctricos más ventajosos de explotar, esta central resulte digna de consideración.

ii) Central Lagunillas. Este desarrollo permite la utilización del potencial hidroeléctrico del curso alto del río Puelche. El proyecto consulta la captación de un caudal máximo de 7,4 m3/s y su transporte hasta la zona de caída a través de un

túnel de 5,5 Km de longitud, mediante el cual se logra una caída bruta de 315 m. Con estos valores de caudal y altura puede entregar una potencia máxima de 17 MW y una generación anual promedio de 100 GWh.

La central descrita es de pasada, de modo que en condiciones hidrológicas de año 95% seco en producción disminuye a 95 GWh.

El proyecto no resulta atractivo de desarrollar en un futuro próximo, principalmente debido a su reducido tamaño.

iii) Central Puelche. Utiliza simultáneamente el caudal de los ríos Maule y Puelche, acumulándolos en un embalse ubicado en el último de los ríos mencionados. El caudal del Maule es transportado hasta ese embalse a través de un túnel alimentador de unos 7 Km de longitud. Otro túnel, de unos 4,5 Km de extensión y 21 m3/s de capacidad permite llevar las aguas desde el embalse hasta la zona de la caída, localizada en las cercanías de la confluencia de los ríos Maule y Puelche.

Con el esquema descrito se logra aprovechar una altura bruta de caída de 200 m. la que en conjunto con el caudal máximo de la aducción (21 m3/s) permite el desarrollo de una potencia máxima de 44 MW.

La generación anual promedio se ha estimado en 270 GWh.

El embalse del río Puelche, que es creado mediante una presa de 40 m. de altura, es capaz de proporcionar una regulación diaria solamente, ya que, debido a lo estrecho del valle inundado, su capacidad útil es pequeña.

Tal como en los otros casos mencionados, la obra no resulta interesante de desarrollar en un futuro previsible, debido a su reducida capacidad y a la relativa complejidad de sus obras.

iv) Central de Mina. Es una central de pasada que capta aguas abajo de la evacuación de la central Puelche y descarga inmediatamente aguas arriba de la bocatoma de la central Isla, utilizando así un desnivel bruto de 105 m. La aducción consiste en un túnel de 5,5 Km de longitud con capacidad para 36 m3/s que se prolonga a lo largo de la orilla derecha del río Maule.

La potencia intalada que se ha asignado a esta central es de 27 MW, con la cual se puede generar en promedio unos 180 GWh anuales.

Por el momento, este proyecto no resulta atractivo de desarrollar a causa de su pequeño tamaño.

v) Central El Dial. Esta es una central de embalse que capta sus aguas en la Laguna del mismo nombre, y las lleva a través de un túnel en presión de 3 Km de longitud y hasta la zona de caída, situada en las cercanías de la confluencia del emisario de la Laguna del Dial (estero Perales) con el río Troncoso.

El trazado anterior permite aprovechar una altura de caída de 270 m. la que con el caudal de diseño de 5 m3/s posibilita el desarrollo de una potencia máxima de 10 MW y una producción promedio anual estimada de 70 GWh.

La gran distancia que separa a este recurso energético de los centros de consumo y su pequeño tamaño, hacen que su desarrollo no sea de interés dentro de un futuro previsible.

vi) Central Guaiquivilo. La central Gauiquivilo se sitúa al pie de la presa de 110 m. de altura que se ha proyectado en una angostura del río Guaiquivilo, con el fin de embalsar las aguas de dicho río para su utilización conjunta en riego y producción de energía eléctrica.

El embalse proporciona un volúmen útil de 560 millones de m3, el que es suficiente para cumplir con el objetivo enunciado.

La central Guaiquivilo aprovecha una altura de caída bruta de 97 m. y un caudal promedio de 60 m3/s. Con estas magnitudes genera en promedio unos 330 GWh anuales. Su potencia instalada de 110 MW se logra utilizando el caudal de diseño, que es de 140 m3/s

En condiciones climáticas de año 95% seco el afluente al embalse se reduce a un equivalente en energía de 220 GWh. Sin embargo, la central general bastante más que eso en dichas circunstancias, dado que justamente en un año seco es cuando deben producirse los desembalses máximos, con el fin de satisfacer las demandas de riego.

Si bien la central Guaiquivilo no es lo suficientemente grande como para despertar un interés inmediato, y sus costos de generación se ven incrementados por la gran distancia de transporte de la energía, el interés por su desarrollo aumentará una vez que se encuentren en operación las centrales Colbún, Machicura y Maule-Melado, debido a que el gran volúmen útil embalsado en Guaiquivilo permitirá afirmar en años secos la generación de todas esas centrales situadas aguas abajo.

vii) Central San Pedro. Esta central ha sido proyectada para aprovechar el potencial hidroeléctrico que presenta el río La Puente, afluente del río Melado que drena gran parte de la cuenca situada entre este río y la Laguna del Maule.

El aprovechamiento del mencionado potencial es facilitado por la existencia de una cascada de unos 10 m. de altura que se sitúa en el río La Puente a unos 3 Km aguas arriba de su confluencia con el Melado.

La central San Pedro capta sus aguas en el cabezal de la cascada y las transporta a través de un túnel de 6,5 Km de longitud, con capacidad para un caudal máximo de 16 m3/s, hasta la zona de caída situada junto al río Melado. Mediante este desarrollo se logra aprovechar una altura de caída bruta de 300 m. y generar una potencia máxima de 36 MW. Con esa potencia instalada se puede producir en promedio una energía del orden de 230 GWh anuales.

Por las mismas razones de tamaño y distancia ya expuestas en otros casos, la central no resulta interesante de desarrollar en un futuro próximo.

viii) Central Maule-Melado. Mediante esta central se aprovecha la mayor parte del potencial hidroeléctrico de los ríos Maule y Melado entre la cota 670 m. y el nivel de aguas máximas del embalse de la central Colbún.

La central consulta la construcción de un embalse en el río Melado, formado mediante una presa de 110 m. emplazada en una angostura situada 5 Km aguas arriba de la confluencia con el Maule. Dicho embalse es alimentado por las aguas del Melado y del Maule, las que se desvían mediante una barrera de toma situada cerca de la confluencia de los ríos Maule y Colorado y un túnel de 8 Km de longitud, con capacidad para llevar 110 m3/s.

Las aguas de la central se captan en el embalse y se trasportan mediante un túnel de 7 Km de longitud, con capacidad para 300 m3/s, hasta la zona de caída. Esta última se sitúa unos 2 Km aguas abajo de Armerillo, cerca del límite de las aguas máximas del embalse Colbún (cota 436 m.s.n.m.).

El proyecto descrito permite el aprovechamiento de una altura de caída hasta de 230m. la que con el caudal máximo de 300 m3/s posibilita la instalación de una potencia de unos 500 MW y una generación promedio del orden de 2850 GWh anuales.

De acuerdo a los estudios realizados hasta ahora, la central reune los requisitos de tamaño, ubicación y costo exigidos para su desarrollo. Es por ello que el proyecto se encuentra actualmente sometido a un análisis más cuidadoso por parte de Endesa, cuyo objetivo es determinar la fecha en que convendría construirlo.

ix) Central Canal Bajo. Este proyecto considera el aprovecha - miento del desnivel que existe entre el canal Maule Norte Bajo y

el Maule Norte Alto, que lo alimenta. Actualmente la energía hidráulica de esta caída se disipa en una obra especialmente construída para ese objeto.

En el futuro, cuando se encuentre en operación el embalse Colbún, el tramo del Canal Maule Norte Bajo comprendido entre el rápido de alimentación y la presa de Colbún quedará sumergido, de modo que deberá construirse otra obra de entrega aguas abajo de la presa y ampliarse al tramo del Maule Norte Alto que queda entre la actual entrega y la futura.

La caída entre el umbral del futuro vertedero alimentador y el nivel de aguas en el canal Maule Norte Bajo será de 40 m. por lo que con el caudal de 17,5 m3/s que se entrega a ese canal podrá producirse una potencia del orden de 6 MW y una energía promedio anual de sólo 20 GWh, ya que la central generaría únicamente durante la temporada de riego.

Debido a su pequeña capacidad y a la importante limitación de tiempo de operación introducida por el riego, el proyecto no resulta interesante de desarrollar, especialmente si se considera que en el futuro podría presentarse una tendencia a reducir los caudales entregados al Canal Bajo, para aumentar la capacidad de transporte de las aguas hacia el norte a través del Canal Maule Norte Alto.

x) Central Huinganes. La central ha sido concebida para la utilización de los recursos hidroeléctricos del curso bajo del río Maule. El proyecto consulta el emplazamiento de una presa de 80 m. de altura en la angostura de Huinganes, ubicado a unos 20 Km de la desembocadura del río, con el fin de crear el desnivel de 70 m necesario para el funcionamiento de la central y proporcionar el volúmen de regulación requerido por ésta. La casa de máquinas se sitúa al pie de esta presa y en ella se ha instalado una potencia de 540 MW, que le permite a la central entregar en promedio una generación de 2.000 GWh anuales.

A pesar de que el proyecto presenta algunos rasgos de gran interés como ser el gran volúmen de regulación de que se dispone en el embalse y el alto caudal promedio del río (486 m3/s), no resulta atractivo por tener algunas características que lo desfavorecen considerablemente.

En primer lugar cabe mencionar los problemas que se han descubierto en los materiales de fundación de la presa situado en el lecho del río. Estos tienen un espesor máximo de 60 m. y en su seno existen varios estratos horizontales compuestos de arcilla, que son incapaces de resistir fuerzas de empuje. Para ello la presa debe tener talúdes de muy bajo pendiente, lo cual la hace muy voluminosa. También los vertederos resultan de un alto cos

to ya que deben estar capacitados para evacuar una crecida máxima de unos 25.000 m3/s. Por último, el embalse que se prolonga hasta las cercanías de Talca, inunda totalmente el valle de Pencahue, con lo que se pierde para siempre una extensión importante de terrenos fértiles para la agricultura.

1.2.c.2. Resumen del Catastro de Recursos Hidroeléctricos. Con el objeto de facilitar la visualización y comparación de los doce proyectos descritos, se han resumido las principales características de cada uno de éstos en el cuadro sinóptico N° VII.B.3-5.

1.2.c.3. Conclusiones. Del análisis de cada uno de los proyectos descritos, se concluye que a pesar de que la cuenca del río Maule posee una riqueza considerable en recursos hidroeléctricos, pocos de ellos reunen los requisitos indispensables para su futuro desarrollo.

Con excepción de Colbún y Machicura, sólo uno de los proyectos, la central Maule-Melado, se ve como digno de un estudio inmediato. Además, otros dos, Guaiquivilo y Huinganes, podrían presentar algún interés en el futuro. Todos los demás interfieren en una forma fundamental con las necesidades de riego, o bien tienen tamaño reducidos y distancias de transmisión que los hacen poco atractivos de desarrollar en un futuro previsible.

2. PLANTEAMIENTO DE ESQUEMAS INTEGRADOS PARA EL SISTEMA PRINCIPAL.

2.1 Concepto de Esquema Integrado.

Como se ha indicado anteriormente, la cuenca del río Maule posee abundantes recursos hídricos distribuídos a través de una red fluvial amplia y desarrollada, que converge hacia el cauce del río principal, el que concentra los mayores recursos de la hoya.

Así por ejemplo, a la salida de los primeros contrafuertes cordilleranos el caudal promedio anual del río Maule alcanza a unos 260 m3/s, cifra que supera ampliamente a la que corresponde a cualquiera de sus tributarios. Para tener una idea clara sobre lo indicado, cabe consignar que el río de la hoya que sigue en importancia al cauce principal tiene un caudal promedio anual a la entrada del valle de alrededor de 49,3 m3/s. (Río Longaví).

Estas cifras revelan en forma muy clara la magnitud e importancia de los recursos disponibles en el río Maule frente a sus tributarios, lo cual permite concluír que para una adecuada utilización de los recursos de la cuenca es necesario considerar obras de regulación de él que permitan acumular sus aguas invernales y que ofrezcan la posibilidad de extender la influencia del río Maule hacia los extremos norte y sur de la cuenca, apoyando los recursos disponibles de los ríos existentes en esas zonas en épocas de estiaje.

El hecho anterior y la existencia en la hoya de una serie de sistemas de riego relativamente independientes entre sí y de efecto sólo sobre sectores próximos a sus obras principales, ha planteado la conveniencia de analizar la forma de obtener una integración de esos sistemas (Digua, Longaví, Maule, etc.), de modo de constituír un sistema integrado único, mediante el cual se procure obtener una utilización óptima de los recursos de la cuenca. Para este efecto deberán concebirse necesariamente obras de regulación de capacidad suficiente y obras de conducción y distribución que permitan realizar las interconexiones propias de un sistema único integrado. Indudablemente, en la concepción de un sistema de utilización de las aguas de este tipo, debe considerarse como eje el aprovechamiento del recurso disponible en el río Maule.

Simultáneamente con la concepción de estos sistemas de riego integrados, se debe analizar también la utilización del recurso para otros usos tales como hidroelectricidad, además del riego, considerando que la necesidad de agua para estos usos sobrepasan largamente a las de consumo urbano, industrial, etc.

En relación a la hidroelectricidad cabe hacer presente que en la cuenca existen numerosas posibilidades de desarrollo, lo que sumado a la estratégica ubicación geográfica de la hoya respecto a los importantes núcleos consumidores del país representados por Santiago y Concepción, hacen analizar los desarrollos hidroeléctricos en conjunto con los sistemas de riego.

En resumen, los llamados "Esquemas Integrados" representan sistemas de riego que de alguna manera combinan todos los recursos de la hoya, con el fin de obtener el aprovechamiento óptimo del agua para riego y, cuando ello sea posible, para generar energía eléctrica.

2.2 Planteamiento General de Esquemas y Metodología Aplicada.

2.2.a. Situación global en la hoya del Maule en relación al aprovechamiento de sus recursos hídricos. En la actualidad la cuenca del río Maule cuenta con aproximadamente el 30% del total de la superficie regada del país, lo cual muestra la importancia que reviste el estudio del aprovechamiento adecuado de sus recursos hídricos dejando abierta la posibilidad de efectuar trasvases a hoyas ubicadas al norte. En este último caso podrían concebirse apoyos sucesivos hacia el norte que finalmente pudieran permitir complementar el riego de zonas escasas de recursos y de importancia vital para la agricultura, tales como el valle del Maipo, Aconcagua, etc.

Además de lo anterior, en la hoya propia del Maule es posible regar del orden de unas 105.000 hás. actualmente de secano y mejorar el regadío de otras 355.000 hás que se riegan en forma inadecuada.

En el plano I.B-a, que se incluye en el album N°1 y que corresponde al esquema de obras N° 1, se puede observar la situación actual en la cuenca del Maule con respecto a la utilización de sus recursos hídricos, tanto para fines de riego como para hidroelectricidad. En este plano se indican las obras existentes: embalses, centrales hidroeléctricas, obras de conducción, matrices, etc., y además la zona de influencia de cada uno de los sistemas de riego que funcionan en la actualidad en forma independiente en la ho-

ya del Maule: Digua, Melado-Longaví, Bullileo, Maule Sur, Maule Norte, etc.

En el capítulo VII.B.1. se han descrito en forma detallada estos sistemas de riego, los cuales tienden a optimizar la utilización del recurso en sus respectivas zonas de influencia, existiendo entre sistemas vecinos algunos trasvases o interconexiones menores que conducen a una integración incipiente entre ellos.

Sin embargo, de acuerdo a lo indicado anteriormente, es indudable que la solución de aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos de la cuenca, debe concebirse a través de los sistemas integrados, de modo que interconexiones y trasvases de importancia permitan cubrir sectores deficitarios con recursos sobrantes en sectores de la hoya con mayores recursos disponibles.

2.2.b. Análisis de posibles Esquemas Integrados. El análisis del aprovechamiento integral del recurso, se ha estimado que debe realizarse de modo que partiendo de la situación actual se llegue finalmente hasta aquellas soluciones que mediante obras de regulación, interconexión y conducción adecuadas permitan la utilización prácticamente total del suelo cultivable dentro de la cuenca y, además, generen sobrantes que puedan en el futuro ser trasvasados hacia el norte.

Por las razones anteriores, se han planteado tres esquemas básicos que corresponden a las ideas generales siguientes:

2.2.b.1. Esquema de obras N° 1. En este primer esquema de utlización del recurso agua de la cuenca del Maule se han considerado todas las obras de riego e hidroelectricidad exietentes en la hoya en la actualidad. A estas obras se ha agregado el proyecto Colbún-Machicura, incluyéndo naturalmente como partes de él los canales Tronco-Linares y de Restitución Machicura (sectores al norte y al sur del río Maule).

El esquema de obras anterior permite extender la influencia del río Maule a toda el área que se ha denominado sistema principal, que cubre el 87,68% de los terrenos regables de la cuenca, quedando para ser regados por otros medios sólo las zonas beneficiadas por las elevaciones mecánicas desde el río Perquilauquén-Loncomilla, aquellas áreas posibles de regar a través de los embalses de la costa, Las Garzas, San Juan y Purapel, y el sector 02-K, que se riega actualmente desde el río Lontué.

La obra principal de este primer esquema sería el embalse Colbún, el que asociado a sus obras matrices de conducción tendría influencia sobre unas 400 000 hás., considerando aquella superficie que

actualmente se encuentra de secano y aquella que se riega en forma parcial o insuficiente.

Cabe hacer presente que en este esquema el objetivo de constituír un sistema integrado se logra a través de los canales Tronco Linares y Machicura, los que permiten una interconexión de todos los sistemas de riego actualmente existentes en la cuenca y el río Maule regulado en el Embalse Colbún.

2.2.b.2. Esquema de Obras N° 2. El esquema de obras N° 2 se planteó, en principio, como una aplicación del esquema de obras N° 1, agregando nuevas obras de regulación que permitieran disponer de mayores recursos, tanto para el riego de la cuenca como para ser destinados a trasvases hacia el norte. Una vez que se procesó el esquema de obras N° 1 y se pudo apreciar su completa suficiencia para atender las demandas del sistema principal dentro de la cuenca, se puso de relieve la falta de sentido que tiene seguir incluyendo obras cuando las que ya han sido consideradas son suficientes para el riego de la hoya hidrográfica en estudio. En vista de lo anterior, se destinó el esquema de obras N° 2 solamente para analizar el caudal disponible para trasvases en dos casos bien precisos: -en primer lugar, para determinar los sobrantes producidos en la cuenca por efecto de las obras del esquema N° 1, y, en segundo término, para ver el mismo problema en el caso que se agregue a los anteriores el embalse Guaiquivilo, en el río Melado.

La forma de operación de las obras de este esquema y la zonificación de las áreas de riego servidas por ellas es la misma del esquema anterior, con las siguientes variaciones:

1°) Cuando se considera el embalse Guaiquivilo, las demandas al río Maule son atendidas en primer lugar por Colbún, en segundo lugar por Guaiquivilo, y en tercer lugar, por la Laguna del Maule, y,

2°) Las demandas de trasvases hacia el norte se atienden una vez que han sido servidas las demandas propias de la cuenca.

En este esquema, igual que en el anterior, la integración del sistema de riego se logra a través de los canales Tronco Linares y Machicura.

2.2.b.3. Esquema de Obras N° 3. El esquema de obras N° 3 se plantea fundamentalmente como alternativa de solución para el esquema de obras N° 1, es decir para una concepción de proyecto que tiene como obras fundamentales el embalse Colbún y el canal Tronco Linares. Se trata entonces de prescindir de estas grandes obras que constituyen de por sí una solución integral al riego de la cuenca y ver cuales combinaciones de obras de tamaño mediano representan

soluciones equivalentes hidrológicamente a lo anterior.

La configuración de los esquemas alternativos se realizó después de considerar las características generales de la cuenca en relación a los recursos disponibles, ubicación de las zonas de riego deficitarias y posibilidad de compensar las demandas mediante traslados de agua desde las zonas con excedentes. El hecho que la hoya alta del sector sur de la cuenca queda interceptada por el río Melado, que desvía dichos recursos hacia el norte, lleva a pensar en la obligatoriedad de una interconexión norte-sur que restituya la situación natural de abastecimiento del valle central en toda esa zona escasa de recursos de verano. La conexión señalada aparece entonces como la obra clave del esquema de obras planteado, la cual puede alternativamente ser apoyada por regulaciones locales en los ríos tributarios más próximos a las zonas deficitarias, o por una sola obra de regulación en la fuente de mayores recursos. Siguiendo los criterios anteriores, se estructuraron tres esquemas alternativos, que son los siguientes:

i) Esquema de obras N° 3-A. Consulta las obras existentes y las que están próximas a ponerse en servicio, además de los embalses Lavadero en el río Perquilauquén, Recova en el río Achibueno, Ancoa en el río Ancoa y Picazo en el estero Picazo y de un canal de interconexión desde el río Maule al río Ñiquén.

ii) Esquema de obras N° 3-B. Consulta las obras existentes y las que están próximas a ponerse en servicio, además de el embalse Guaiquivilo en el río Melado y de un canal de interconexión desde el río Maule al río Ñiquén.

iii) Esquema de obras N° 3-C. Es igual al anterior, pero sin el embalse Guaiquivilo.

2.2.c. Metodología Utilizada. Previo al análisis y definición detallada de los tres esquemas generales señalados en el punto anterior, se han realizado algunas verificaciones y estudios de tipo global, con el objeto de determinar en líneas generales las características de las obras principales de estos esquemas y el posible funcionamiento de ellas.

A través de estos estudios de carácter general ha sido posible visualizar las zonas de riego deficitarias de la hoya, las posibilidades de regadío asociadas a determinadas obras, la influencia de las tasas de riego sobre las disponibilidades de agua, etc.

Lo anterior se ha realizado mediante comparaciones entre las necesidades de agua de los diversos sectores de regadío y las disponibilidades existentes en años asimilables a una hidrología seca. Estas disponibilidades se refieren tanto a los caudales que escurrirán en los cauces naturales no regulados, como así también al agua embalsada en las obras de regulación de cada esquema considerado. Mediante este balance hidrológico realizado en forma global ha sido posible determinar la dirección de los flujos de agua de las zonas con sobrantes hacia las zonas deficitarias, y definir por lo tanto las obras de trasvases e interconexiones necesarias para cada esquema, de modo que ellas permitan obtener una utilización racional y eficiente del agua disponible.

En resumen, estos estudios han permitido definir en líneas generales el funcionamiento de los esquemas propuestos y las características más importantes que deberán cumplir sus obras principales.

3. PLANTEAMIENTO DE ESQUEMAS INDEPENDIENTES.

3.1 Generalidades.

En este capítulo se describe aquellos sistemas de riego, que por estar desligados del sistema denominado principal, constituyen sistemas independientes. En este caso se encuentran aquellas zonas cuyos recursos no provienen de la cordillera de Los Andes sino de la vertiente oriental de la cordillera de la Costa. Durante el desarrollo del estudio se vió la conveniencia de tratar estos casos separadamente, tanto en el análisis de sus soluciones de obras como desde el punto de vista de la evaluación económica, con el objeto de evitar complicaciones innecesarias al modelo de simulación hidrológica y a los programas de evaluación.

En la parte del estudio destinada a la identificación y reconocimiento de nuevas obras en la cuenca se ubicó trece posibles lugares de embalse en la zona situada al poniente del río Perquilauquén-Loncomilla. Algunos de estos emplazamientos constituían alternativas entre sí y otros representaban soluciones para distintas zonas de riego; después de hacer un análisis económico primario, se descartó la mayoría de estas posibles obras debido a las condiciones desfavorables de la obra en si misma o por el escaso interés que presentaban los suelos por regar, quedando en definitiva para mayor estudio sólo tres emplazamientos de embalses que corresponden a otras áreas de riego nuevo: el embalse San Juan, el embalse Las Garzas y el embalse Purapel, cuya ubicación puede apreciarse en el plano N° VII.B.3-a.

3.2 Sistema de riego del Embalse San Juan.

El embalse San Juan está ubicado en el curso alto del río Cauquenes, en uno de sus principales afluentes denominado San Juan.

El sistema está constituído por la presa de embalse, con sus obras anexas y el canal de salida que permite regar una superficie de 3.226 hás. en la zona ubicada al sur y al oriente del río Cauquenes a la altura del pueblo de Coronel de Maule.

La presa quedó definida por las condiciones topográficas del lugar y las condiciones hidrológicas del río San Juan, que la alimenta, constituyendo entonces el problema fundamental de la resolución del sistema de riego en estudio la determinación del área de riego susceptible de ser abstecida por la obra de regulación. Para despejar la incógnita se procedió a asignar cultivos en el área de influencia del embalse, determinándose las respectivas demandas y se procesó el modelo de simulación denominado simple tomando como datos de entrada del mismo las demandas definidas anteriormente y la estadística hidrológica del río San Juan, obteniéndose como resultado la superficie susceptible de regarse mediante el procedimiento ya conocido de los coeficientes de satisfacción de la demanda.

3.3 Sistema de Riego del Embalse Las Garzas.

El embalse Las Garzas está ubicado en el estero Las Garzas, afluente del río Cauquenes.

El sistema está constituído por la presa de embalse con sus obras anexas, un canal alimentador desde el río Rosales y el canal de salida que permite regar una superficie de 1943 hás. en la zona ubicada inmediatamente al norte y al sur del camino de Parral a Cauquenes y al poniente del río Cauquenes.

La presa quedó definida por las condiciones topográficas del lugar y las condiciones hidrológicas del estero Las Garzas y del río Rosales que la alimenta, debiéndose resolver en este caso el sistema de riego en la misma forma que para el sistema San Juan, vale decir, determinando el área de riego susceptible de ser servida por el embalse. En igual forma que para el caso anterior, se procedió a asignar cultivos y a determinar sus demandas las cuales entraron al modelo simple conjuntamente con las estadísticas hidrológicas del estero Las Garzas y del río Rosales para obtener como resultado del mismo la superficie posible de regar.

3.4 Sistema de Riego del Embalse Purapel.

El embalse Purapel está ubicado en el río Purapel, afluente del río Perquilauquén.

El sistema está constituído por la presa de embalse con sus obras anexas y el canal de salida que permite regar una superficie de 4.109 hás. en la zona ubicada inmediatamente aguas abajo del embalse, a ambos costados del río, y en una zona situada junto a la

confluencia del río Purapel en el río Perquilauquén.

En este caso, la resolución del sistema de riego presenta como problema fundamental la determinación del tamaño de la presa para servir una superficie de riego fija y determinada, la cual tiene a su vez una asignación de cultivos y unas demandas también determinadas. En consecuencia, el procesamiento del modelo simple permite definir, por aproximaciones sucesivas, las dimensiones del embalse teniendo, en este caso como datos de entrada las demandas y la estadística hidrológica del río Purapel.

EMBALSES IDENTIFICADOS EN LA CUENCA DEL MAULE. HOJA 1 DE 2

RIO EN QUE SE UBICA	N° EMBALSE	NOMBRE	DIMENSIONES ALTO M	ANCHO (a) m	LONG. (b) m	VOLUMEN DE PRESA mill.m3	VOLUMEN EMBAL - SABLE mill.m3	RELACION AGUA-MURO	MATERIAL DE FUNDACION
CLARO	1	CUESTA DE LA PERRA	100	100	700	8,97	71,3	8	R
CLARO	2	AGUA FRIA	100	50	700	8,05	185,1	23	R - S
CLARO	3	PANAMERICANA	25	200	250	0,42	31,3	75	R
E. EL GUINDO	4	EL GUINDO	15	220	250	0,18	4,5	23	S
E. LAS CHILCAS	5	LOS AROMOS	25	250	300	0,53	10,4	20	S
E. LAS CHILCAS	6	LAS CHILCAS	20	260	300	0,36	12,5	35	S
E. PERQUIN	7	LAS LOMILLAS	85	350	1.200	12,96	268,6	21	R - S
LIRCAY	8	VILCHES	50	100	225	1,09	18,4	17	R - S
LIRCAY	9	PANGUILEMO	40	50	300	0,71	69,7	100	R - S
E. PICAZO	10	PICAZO	20	50	350	0,24	27,5	115	S
PUTAGAN	11	EL LITRAL	60	150	650	3,70	80,0	21	S
ACHIBUENO	12	BASTOLILLO	100	100	400	5,91	90,2	15	R
ACHIBUENO	13	LAS ANIMAS	100	160	1.150	14,66	156,3	11	R - S
ACHIBUENO	14	LOS COPIHUES	75	350	600	7,16	110,0	15	R - S
ACHIBUENO	15	MONTECILLOS	125	350	1.120	27,52	913,6	33	R - S
E. PEJERREYES	16	PEJERREYES	75	100	590	4,52	97,6	22	R - S
E. VEGA DE SALAS	17	VEGA DE SALAS	75	370	750	8,25	430,0	52	R - S
ACHIBUENO	18	EL PEÑASCO	50	820	1.000	6,55	342,5	52	R - S
PERQUILAUQUEN	19	MANCILLA	75	50	150	1,40	56,3	40	R
E. LAVADERO	20	LAVADERO	75	100	700	5,18	272,5	53	R - S
PERQUILAUQUEN	21	QUELLA	10	120	150	0,05	170,5	3.410	S
PERQUILAUQUEN	22	PICHILE	15	170	200	0,14	377,4	2.696	S
PERQUILAUQUEN	23	LOS QUILLAYES	20	310	350	0,43	612,0	1.423	S
RIO CAUQUENES	24	SAN JUAN	25	150	200	0,34	158,8	467	S
E. HUEDQUE	25	HUEDQUE	25	350	550	0,85	126,8	149	R - S
E. CORONEL DE MAULE	26	CORONEL DE MAULE	15	270	300	0,22	14,3	65	S
RIO CAUQUENES	27	LA CHIRIPA	10	330	350	0,13	16,5	127	R - S
RIO CAUQUENES	28	SAN FRANCISCO	8	35	60	0,01	72,7	7.270	S
E. LAS GARZAS	29	LAS GARZAS	15	190	220	0,16	99,0	619	R - S
CAUQUENES	30	VADO LAS TOSCAS	15	120	150	0,10	187,5	1.875	S
E. ARENAL	31	SAN JOSE DE ARENAL	25	300	350	0,63	30,0	48	R - S
E. ARENAL	32	ROMA DEL ARENAL	20	260	300	0,36	29,0	81	R - S
E. BELCO	33	BELCO	10	280	300	0,11	15,0	136	S
PURAPEL	34	LOS PEQUENES	25	300	350	0,63	108,8	173	R - S
PURAPEL	35	PURAPEL - NIRIVILLO	38	270	420	1,35	370,0	274	R - S
E. SAUZAL	36	SAUZAL	10	300	320	0,12	11,5	96	S
PERQUILAUQUEN	37	VILLASECA	25	250	300	0,53	2.141,0	4.040	S
E. TINAJAS	38	SAN MIGUEL	25	700	1.000	1,63	293,5	180	S
E. TINAJAS	39	BOTACURA	10	60	140	0,04	6,0	158	R
E. TINAJAS	40	TINAJAS	10	550	600	0,22	101,5	461	S

CUADRO N° VII.B.3-1

EMBALSES IDENTIFICADOS EN LA CUENCA DEL MAULE. HOJA 2 DE 2

RIO EN QUE SE UBICA	N° EMBALSE	NOMBRE	DIMENSIONES ALTO M	DIMENSIONES ANCHO (a) m	DIMENSIONES LONG. (b) m	VOLUMEN DE PRESA mill.m3	VOLUMEN EMBAL - SABLE mill.m3	RELACION AGUA-MURO	MATERIAL DE FUNDACION
E. LOS MAQUIS	41	LOS MAQUIS	10	300	320	0,12	10,0	83	R - S
ACHIBUENO	42	COLLIGUAY	60	600	740	1,30	118,0	66	S
ACHUBUENO	43	LA RECOVA	90	120	770	5,80	480,0	83	S
E. LA RAYA	44	LA RAYA	17	30	166	0.08	9,0	120	R

(a) Ancho de la base
(b) Longitud de coronamiento.

CUADRO N° VII.B.3-2

POSIBILIDADES DE EMBALSE DIGNOS DE MAYOR ESTUDIO

NOMBRE DEL RIO	NOMBRE DEL POSIBLE EMBALSE	N°
Claro	Panamericana	3
Las Chilcas	Las Chilcas	6
Lircay	Panguilemo	9
E. Picazo	Picazo	10
Achibueno	Montecillos	15
Achibueno	Vega de Salas	17
Achibueno	El Peñasco	18
Achibueno	La Recova	43
Achibueno	Colliguay	42
Perquilauquén	Lavadero	20
Perquilauquén	Pocillas	
Perquilauquén	Quella	21
Perquilauquén	Villaseca	37
Cauquenes	San Juan	24
Cauquenes	Huedque	25
Cauquenes	Coronel del Maule	26
Cauquenes	La Chiripa	27
Cauquenes	Puente San Francisco	28
Las Garzas	Las Garzas	29
La Raya	La Raya	44
Purapel	Los Pequenes	34
Purapel	Purapel-Nirivilo	35
E. Sauzal	Sauzal	36
Est,Las Tinajas	San Miguel	38
Est.Las Tinajas	Botacura	39

CUADRO N° VII.B.3-3

POSIBILIDADES DE EMBALSE DE INTERES DUDOSO.

NOMBRE DEL RIO	NOMBRE DEL POSIBLE EMBALSE	N°
Perquilauquén	Mancilla	19
Perquilauquén	Pichile	22
Perquilauquén	Los Quillayes	23
Cauquenes	Vado Las Toscas	30
E. Arenal	San José del Arenal	31
E. Arenal	Roma del Arenal	32
E. Belco	Belco	33

CUADRO N° VII.B.3-4

RECURSOS HIDROELECTRICOS TECNICAMENTE DESARROLLABLES EN LA CUENCA DEL RIO MAULE

NOMBRE	RIO QUE APROVECHA	POTENCIA INSTALABLE MW	ENERGIA MEDIA ANUAL GENERABLE G.W.H.
Los Condores	Maule	100	320
Lagunillas	Puelche	17	100
Puelche	Maule y Puelche	44	270
La Mina	Maule	27	180
El Dial	Desague Lag. Dial	10	70
Guaiquivilo	Guaiquivilo	110	330
San Pedro	La Puente	36	230
Maule Melado	Maule y Melado	500	2.850
Canal Bajo	Canal Maule Norte	6	20
Colbún	Maule	400	2.400
Machicura	Maule	90	540
Huinganes	Maule	540	2.030
TOTAL		1.880	9.340

CUADRO N° VII.B.3-5

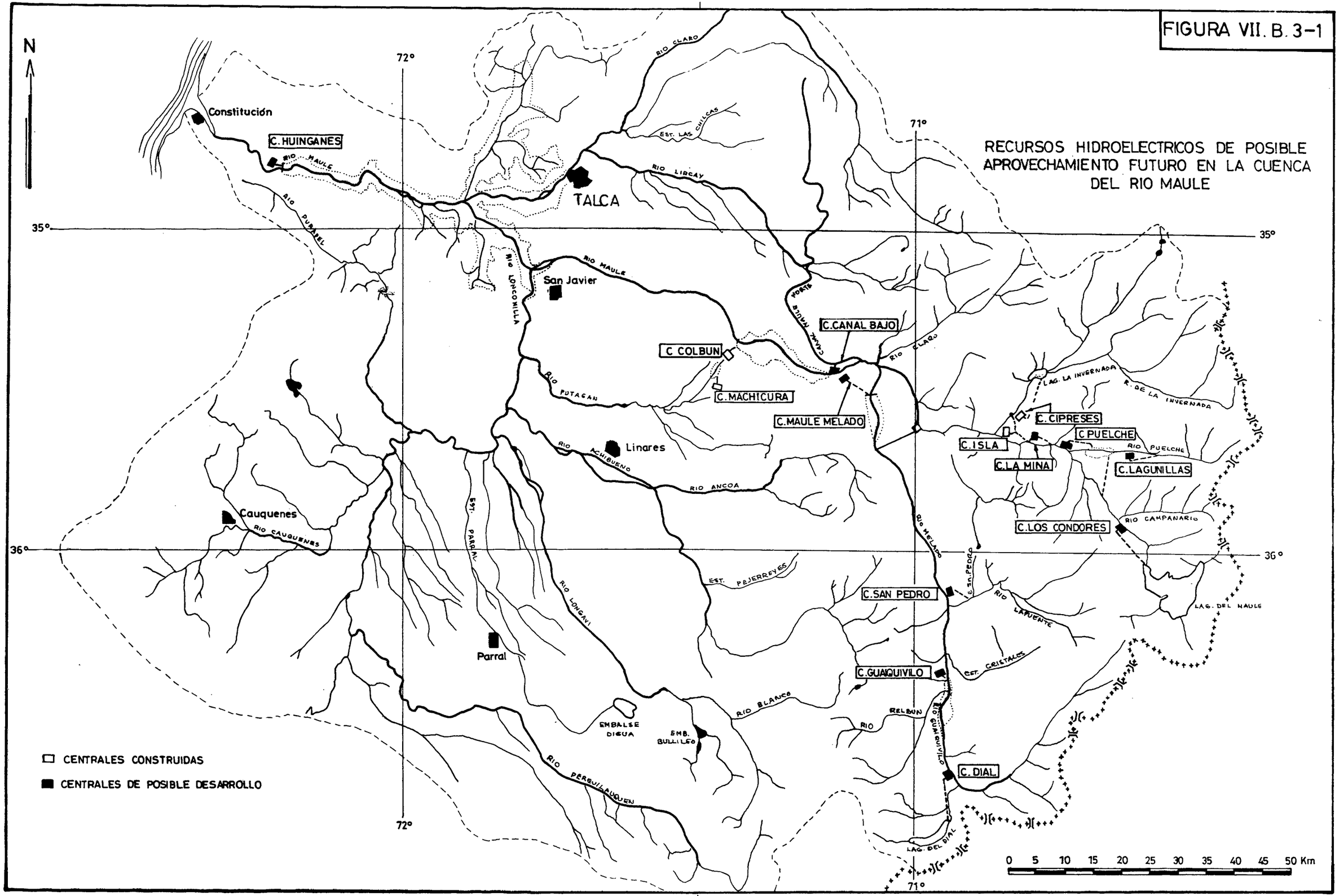
CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS RECURSOS HIDROELECTRICOS DE FUTURO APROVECHAMIENTO EN LA CUENCA DEL RIO MAULE.

NOMBRE CENTRAL	POTENCIA INSTALADA MW	ENERGIA MEDIA GWh	ENERGIA ANUAL FIRME GWh	TIPO DE CENTRAL	VOLUMEN DE REGULACION mill,m3	CAUDAL DISEÑO m3/s	ALTURA CAIDA BRUTA m	ETAPA DE ESTUDIO EN QUE SE ENCUENTRA
L.Condores	100	320	182	E	1.140	20,0	630	Pr
Lagunillas	17	100	95	P	-	7,4	315	Pr
Puelche	44	270	183	E-P	-	29,0	200	Pr
La Mina	27	180	137	P	-	36,0	105	Pr
El Dial	10	70	32	E	200	5,0	270	Pr
Guaiquivilo	110	330	200	E	550	140,0	97	Pr
S. Pedro	36	230	132	P	-	16,0	300	Pr
Maule-Melado	500	2.850	2.000	E	300	300,0	230	PF
Colbún	400	2.400	1.730	E	1.490	280,0	165	F
Machicura	90	540	390	E	16	280,0	36	F
Canal-Bajo	6	20	15	P	-	20,0	40	Pr
Huinganes	540	2.030	1.240	E	2.000	1.050,0	71	PF

Abreviaturas:
E : Embalse
P : Pasada
Pr: Preliminar
F : Factibilidad
PF: Prefactibilidad

FIGURA VII. B. 3-1

RECURSOS HIDROELECTRICOS DE POSIBLE APROVECHAMIENTO FUTURO EN LA CUENCA DEL RIO MAULE



VII. B. 4.- PLANTEAMIENTO DETALLADO DE ESQUEMAS DE OBRAS PARA EL SISTEMA PRINCIPAL.

INDICE DEL CAPITULO

VII.B.4. PLANTEAMIENTO DETALLADO DE ESQUEMAS DE OBRAS PARA EL SISTEMA PRINCIPAL.

1. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 1
1.1. Obras que conforman el esquema N° 1
1.2. Operación del sistema de obras que constituyen el esquema N° 1
a. Análisis general de la concepción y del funcionamiento del esquema N° 1
a.1. Primera etapa
a.2. Segunda etapa
a.3. Tercera etapa
b. Operación de las obras del río Maule contempladas en el esquema N° 1
b.1. Abastecimiento de las demandas de riego
b.2. Abastecimiento de las demandas de energía
b.3. Optimización de la operación de los embalses Colbún y La Laguna del Maule
1.3. Zonificación del área cultivable cubierta por el esquema N° 1
a. Aspectos generales
b. Descripción de las zonas que quedan bajo la influencia de las obras del esquema N° 1
b.1. Zona posible de regar con el río Claro
b.2. Zona de influencia del canal Maule Norte Alto
b.3. Zona de influencia del canal Maule Norte Bajo
b.4. Zona que se riega con recursos del embalse Colbún posibles de descargar directamente al río Maule
b.5. Zona de influencia del canal de restitución Machicura
b.6. Zona del río Rari
b.7. Zona de influencia del canal Melado ubicada sobre cota del canal Linares
b.8. Zona de influencia del río Longaví

y embalse Bullileo situada sobre el canal Linares

b.9. Zona de influencia del embalse Digua situada sobre el canal Linares

b.10. Zona de Perquilauquén Alto

b.11. Zona situada bajo la cota de los canales Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén

1.4. Definición de nudos hidrológicos

2. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 2

2.1. Análisis general del esquema de obras N° 2

2.2. Obras que conforman el esquema N° 2

2.3. Operación del sistema de obras que constituyen el esquema N° 2

2.4. Definición de nudos hidrológicos

3. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 3

3.1. Análisis general del esquema de obras N° 3

a. Generalidades

b. Riego del sector sur de la cuenca del Maule

b.1. Análisis del riego de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante embalses de cabecera y canales de interconexión

b.2. Análisis del riego de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante recursos de la hoya andina

i) Trazado 1

ii) Trazado 2

iii) Trazado 3

c. Estructura del esquema de obras N° 3

3.2. Obras que conforman el esquema N° 3

a. Esquema de obras N° 3-A

a.1. Embalses

a.2. Canales

b. Esquema de obras N° 3-B

b.1. Embalses

b.2. Canales

c. Esquema de obras N° 3-C

c.1. Canales

3.3. Operación del sistema de obras que constituyen el esquema N° 3

a. Esquema de obras N° 3-A

a.1. Consideraciones generales

i) Areas con recursos no regulados
ii) Areas con recursos que cuentan con regulación propia
iii) Areas con recursos regulados en la Laguna del Maule

a.2. Operación del sistema
i) Primera etapa
ii) Segunda etapa
iii) Tercera etapa

b. Esquema de obras N° 3-B
b.1. Consideraciones generales
b.2. Operación del sistema

c. Esquema de obras N° 3-C
c.1. Consideraciones generales
c.2. Operación del sistema

3.4. Definición de nudos hidrológicos

1. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 1.

1.1 Obras que conforman el esquema N° 1.

En líneas generales, en el esquema N° 1 se incluyen todas las grandes obras de riego e hidroelectricidad actualmente existentes en la cuenca del Maule, además de las correspondientes al proyecto Colbún-Canal Linares y de algunas nuevas obras de riego de mediana envergadura. Todas estas obras combinan su funcionamiento complementándose unas con otras, de tal manera que en la práctica constituyen un sólo gran sistema de aprovechamiento del recurso agua de la cuenca.

Las grandes obras actualmente existentes son:

- Obras mayores del sistema Maule, a saber, los embalses de la Laguna del Maule e Invernada, las centrales hidroeléctricas Cipreses e Isla y los canales matrices de los sistemas Maule Norte, Maule Sur.

- Canales matrices del sistema Melado, esto es, el canal y túnel Melado y los canales alimentador Roblería, Llepo y Melado Longaví.

- Obras mayores del sistema Bullileo-Longaví, entre las cuales destaca el embalse Bullileo.

- Obras mayores del sistema Digua: Embalse Digua y su canal alimentador y los canales matrices Digua, Perquilauquén-Cato, Perquilauquén-Ñiquén y Perquilauquén-Fiscal.

El detalle de las obras del proyecto Colbún-Canal Linares es el siguiente:

- El embalse Colbún

- Las centrales hidroeléctricas Colbún y Machicura

- El canal de restitución Machicura en sus tramos sur y norte, extendiéndose este último hasta el estero Las Chilcas.

- El canal Linares según el trazado establecido en el proyecto pertinente estudiado por la Dirección de Riego, entre la des

carga de la central Machicura y el río Perquilauquén.

Las nuevas obras de mediana envergadura, que han sido agregadas a las citadas en los párrafos anteriores con el objeto de mejorar la situación del riego de ciertos terrenos ubicados desfavorablemente en relación a las obras principales, son las siguientes:

- Nuevo canal entre los ríos Perquilauquén y Ñiquén con su bocatoma en el 1° de éstos aguas abajo de la descarga del canal Linares y con un trazado aproximadamente paralelo al del actual canal Perquilauquén-Ñiquén.

- Prolongación del canal Melado-Longaví hasta el río Longaví.

- Prolongación y ampliación del canal Maule Norte Alto y, en la zona donde el canal Maule Norte Bajo queda inundado por el embalse Colbún, conducción de sus derechos por el canal Alto, para ser devueltos al canal Bajo inmediatamente después de enfrentar al Pretil Colorado.

En el diagrama de la figura N° VII.B.4-1 han sido representadas todas las obras contempladas en el esquema N° 1, además de los flujos naturales más importantes de la cuenca. Igualmente, dichas obras aparecen destacadas en el plano N° VII.B.4-a

1.2 Operación del sistema de obras que constituyen el esquema N°1.

1.2.a. Análisis general de la concepción y del funcionamiento del esquema N° 1.

Si se considera el diagrama de la figura N° VII.B.4-1, en el cual aparecen representadas todas las obras que forman parte del esquema N° 1, puede observarse que el área cultivable situada sobre la cota de los canales Linares y Perquilauquén-Ñiquén queda imposibilitada de aprovechar los recursos hídricos regulados del río Maule. Por este motivo, se ha estimado que tanto los flujos naturales locales del área señalada, como los embalses Bullileo y Digua y el canal y túnel Melado deben abastecer prioritariamente a ésta.

Por el contrario, el resto de la superficie puede utilizar recursos del río Maule, en el cual se ubican las principales obras de regulación del Esquema N° 1 (embalses Colbún y Laguna del Maule).

Los hechos señalados permiten concebir un sistema de utilización de los recursos de la cuenca del Maule basado en el aprovechamien

to de los recursos locales de la diferentes áreas de esta gran zona, complementándolos de manera de suplir posibles déficit con aportes desde el río Maule. Para ello se cuenta en este río con los recursos regulados embalsados en la Laguna del Maule y en el embalse Colbún.

Lo anterior implica que, para los efectos de utilización de los recursos hídricos de la cuenca, la mayor parte del área de ésta puede abastecerse desde un sistema único ubicado en el río Maule.

Con respecto al área ubicada sobre los canales Linares y Perquilauquén-Ñiquén, ella conforma un sistema que debe operarse independientemente, el cual, como se verá más adelante, se interrelaciona con el sistema único mencionado en el párrafo precedente sólo a través de posibles aportes al canal Linares.

En base a los conceptos más arriba expuestos se ha considerado adecuado establecer las siguientes etapas para operar las obras consultadas en el Esquema N° 1.

1.2.a.1. Primera etapa. El área ubicada sobre la cota de los canales Linares y Perquilauquén-Ñiquén utiliza en primera prioridad los recursos de pasada de los flujos naturales que la atraviesan.

Los déficit que en dicha área puedan producirse en algunas épocas son suplidos por entregas desde las obras de apoyo del riego allí existentes, entendiéndose como tales a los embalses Bullileo y Digua y a los canales del sistema Melado.

Por otra parte, si una vez asegurado el riego del área en cuestión se cuenta en determinados momentos con excedentes de pasada de los flujos naturales locales, éstos se consideran como aportes al canal Linares, concentrados en distintos puntos o nudos de él.

Además, es posible que también puede contarse con excedentes en los embalses Bullileo y Digua, capaces de ser utilizados en el riego de la superficie situada bajo los canales Linares y Perquilauquén-Ñiquén y que, por lo tanto, constituyen aportes adicionales al canal Linares. Como puede apreciarse, estos aportes adicionales permiten interrelacionar el sistema independiente que sirve a las zonas situadas sobre los canales Linares y Perquilauquén-Ñiquén con las obras de regulación del río Maule.

1.2.a.2. Segunda etapa. Los terrenos ubicados al sur de la descarga de la central Machicura y bajo la cota de los canales de interconexión (Linares y Perquilauquén-Ñiquén) se riegan prioritariamente con los excedentes de los recursos de pasada resultantes después de haberse regado el área situada sobre la cota de

tales canales. Para ello debe cuidarse que los recursos concentrados en un determinado nudo sólo se utilicen aguas abajo de éste.

Los déficit que en estas circunstancias se produzcan en la zona bajo los canales de interconexión se suplen con los excedentes de los embalses Bullileo y Digua una vez asegurado el riego de los sectores altos.

Finalmente, si una vez utilizados los recursos anteriores aún persisten déficits en algunas tareas, para suplirlos deben realizarse entregas desde el embalse Colbún a través del canal Linares. Estas entregas al canal Linares desde el sistema de obras del río Maule constituyen una demanda D1 (ver figura N° VII.B.4-2), ubicada en la descarga de la central Machicura.

1.2.a.3. Tercera etapa. En cuanto al riego de las superficies cultivables situadas al norte de la central Machicura (al norte del río Rari), se contempla en ellas el aprovechamiento prioritario de los recursos locales de pasada (ríos Claro y Lircay). Este aprovechamiento se realiza de manera que los excedentes que eventualmente puedan disponerse en determinados puntos de los cursos naturales, se utilicen a continuación en sectores situados aguas abajo de ellos.

Los déficits que aún persistan luego de utilizarse los recursos de pasada se suplen con entregas de aguas provenientes del río Maule. Tales entregas constituyen demandas localizadas en los siguientes puntos de dicho río (ver Figura N° VII.B.4-2):

- Descarga de la central Machicura (Demanda D1')
- Pie de la presa principal de Colbún (Demanda D2).
- Bocatoma Armerillo de los canales Maule Norte Alto y Bajo (Demanda D3).

Las demandas en la descarga de Machicura (D1') son generables en las centrales Colbún y Machicura y corresponden al riego de los terrenos situados bajo la cota del canal de restitución Machicura (tramos sur y norte).

Las demandas al pie de la presa Colbún (D2) no son generables. Ellas guardan relación con el riego de las superficies situadas al norte y al sur del río Maule sobre la cota del canal de restitución Machicura y que en la actualidad se abastecen a través de canales que captan en dicho río aguas abajo de la presa principal del embalse Colbún.

Por su parte, las demandas localizadas en Armerillo (D3) tampo-

co son generables en las centrales Colbún y Machicura y corresponden al riego de las área ubicadas sobre la cota del canal de restituación Machicura que quedan bajo la influencia de los canales Maule Norte Alto y Bajo.

De lo expuesto en los puntos anteriores puede concluirse finalmente que el Esquema de obras N° 1 se ha concebido como un sistema de utilización de recursos basado en la operación de las obras del río Maule, desde donde se suplementan las necesidades deficitarias para riego y otros usos que se producen en la hoya una vez utilizados tanto los recursos naturales existentes como los disponibles en obras locales de regulación. Sólo se exceptúan de este sistema de utilización, las zonas ubicadas sobre los canales Linares y Perquilauquén- Ñiquén, debido a que por problemas de cota ellas no pueden integrarse al sistema anterior.

A continuación se analiza la forma de operar el sistema de obras emplazadas en la hoya del río Maule para lograr un aprovechamiento oportuno de los recursos. Estas obras deben funcionar coordinadamente de modo que pueden abastecerse en forma adecuada las demandas para regadío (D1)(D1')(D2)y(D3), para hidroelectricidad.

1.2.b. Operación de las obras del río Maule contempladas en el esquema N° 1.

En líneas generales, la operación de las obras de regulación del río Maule (Laguna del Maule, Laguna la Invernada y embalse Colbún) tiene como objetivo satisfacer las demandas del riego propias de la cuenca del Maule y las demandas de energía que se indican más adelante.

Las demandas del riego propias de la cuenca del Maule son las designadas como(D1)(D1')(D2)y(D3)(ver Figura N° VII.B.4-2), cuya determinación se ha expuesto en detalle.

Las demandas de energía guardan relación con el funcionamiento de las centrales Colbún e Isla y quedan representadas en cada una de estas centrales por el caudal correspondiente a un cierto número mínimo de horas diarias de generación a plena capacidad.

Por su ubicación con respecto a los puntos en que se localizan las diversas demandas, la Laguna del Maule y el embalse Colbún se operan en forma conjunta para satisfacer los requerimientos del riego y de la hidroelectricidad propios de la cuenca.

Por su parte, la Laguna de la Invernada es un embalse para uso exclusivo de generación hidroeléctrica. Por este motivo, desde él se entrega un caudal que queda definido por la curva de

alerta establecida por la ENDESA para optimizar la generación de la central Cipreses.

A continuación,se exponen en forma detallada los criterios básicos en base a los cuales se realiza la operación conjunta de la Laguna del Maule y del embalse Colbún.

1.2.b.1. Abastecimiento de las demandas del riego. La demanda del riego localizada en Armerillo (D3) se satisface utilizando en primer término los recursos no regulados de la hoya del río Maule ubicada aguas arriba de este punto, sumados a las entregas desde la Laguna de La Invernada a través de la central Cipreses y a las filtraciones de este embalse, pero excluyendo los aportes efectuados desde el río Melado hacia el río Ancoa.

Por su parte, las demandas del riego concentradas en la descarga de la central Machicura (D1)y(D1') y al pie de la presa principal del embalse Colbún (D2) se abastecen prioritariamente desde éste.

Los déficits que puedan producirse al agotarse las disponibilidades de la fuente de abastecimiento prioritaria señalada en cada caso, se suplen con entregas desde la Laguna del Maule dándose preferencia a la demanda de Armerillo (D3).

1.2.b.2. Abastecimiento de las demandas de energía. Las centrales Colbún y Machicura generan la totalidad del caudal entregado para abastecer las demandas del riego concentradas en la descarga de la central Machicura. Si éste es inferior al requerido para generar la demanda mínima de energía de la central Colbún, el déficit correspondiente es cubierto por una entrega adicional desde el propio embalse Colbún o desde la Laguna del Maule.

La central Isla, por su parte, genera los caudales captados por su rama Cipreses tanto desde la descarga de la central Cipreses, hasta completar la capacidad de la aducción respectiva. Además, genera los caudales disponibles en la bocatoma de su rama Maule limitados a la capacidad de la aducción de ésta. Estos incluyen los aportes desde la Laguna del Maule para completar las demandas del riego y la de energía de la central Colbún. Si aún con los recursos indicados no es posible generar la demanda mínima de Isla, se realiza un nuevo aporte desde la Laguna del Maule y/o desde la Laguna de La Invernada.

1.2.b.3. Optimización de la operación de los embalses Colbún y la Laguna del Maule. Finalmente debe destacarse que, una vez abastecidas las demandas del riego y las mínimas de energía, la optimización del aprovechamiento de los recursos afluentes al em

balse Colbún puede determinar entregas adicionales desde éste y por ende, una generación adicional de energía en las centrales Colbún y Machicura.

1.3 Zonificación del área cultivable cubierta por el esquema N°1.

1.3.a. Aspectos generales.

Según lo expuesto anteriormente, uno de los aspectos más importantes de la operación de las obras consultadas en el esquema N° 1 es el cálculo de las demandas al río Maule propias del riego de la cuenca las cuales se localizan en la descarga de la central Machicura (D1)y(D1'), al pie de la presa principal de Colbún (D2) y en la bocatoma Armerillo de los canales Maule Norte Alto y Bajo (D3). Para los efectos de facilitar la determinación de estas demandas se ha considerado oportuno establecer una zonificación o división en grandes zonas de la superficie cultivable cubierta por el esquema N° 1. Dichas zonas corresponden a agrupaciones de sectores más pequeños que poseen características comunes en cuanto al origen de los recursos que podrían utilizar para abastecer sus demandas de agua.

A continuación se describen en detalle las grandes zonas identificadas, considerando las obras incluídas en el esquema N° 1. Dichas zonas pueden apreciarse físicamente en el plano N° VII. B.4-a.
En forma esquemática ellas también aparecen en el diagrama unilíneal de la figura N° VII.B.4-3 que muestra además los diferentes sectores que constituyen cada zona con indicación de los respectivos nombres.

1.3.b. Descripción de las zonas que quedan bajo la influencia de las obras del esquema N° 1. (Ver figura N° VII.B.4-3).

1.3.b.1. Zona posible de regar con aguas del río Claro. Abarca una superficie de 10.200 hás. aproximadamente y comprende los sectores denominados 02-1, 01-a, 02-d y 01-b, ubicados en ambos márgenes del río Claro tanto aguas arriba del trazado del canal Maule Norte Alto como en el curso medio de dicho río.

Esta zona carece de recursos regulados y sólo dispone de los de pasada del río Claro. Estos incluyen un importante caudal correspondiente a recuperaciones, el cual puede ser utilizado en el

riego de los sectores 02-d y 01-b.

1.3.b.2. Zona de influencia del canal Maule Norte Alto. Incluyéndo los sectores 02-i y 02-j que se ubican bajo el canal Maule Norte Alto inmediatamente al sur del sector 02-k y que tienen una extensión del orden de 22.200 hás. En esta zona los requerimientos del riego se satisfacen con aportes del río Maule desde la bocatoma Armerillo conducidos por el canal Maule Norte Alto.

No se consideran otros recursos, pese a la existencia del río Lircay y otros esteros menores. Ello se justifica por las dificultades que se presentan para captar las aguas de estos cursos naturales y por lo exiguo de los aportes que éstos son capaces de efectuar.

1.3.b.3. Zona de influencia del canal Maule Norte Bajo. Abarca los sectores 02-f, 02-g y 02-h, que poseen una superficie de cerca de 32.200 hás. Dichos sectores se localizan bajo la cota del canal Maule Norte Bajo entre los ríos Claro y Maule.

Los recursos hídricos de esta zona están constituídos por las entregas desde el canal Maule Norte Bajo y por aportes que puede efectuar el río Lircay a este canal matriz.

El sector 02-h tiene además la posibilidad de utilizar aguas excedentes del río Claro una vez regada la zona indicada en 1.3.b.1.

1.3.b.4. Zona que se riega con recursos del embalse Colbún posibles de descargar directamente al río Maule. Está constituída por los sectores 03-a situado al sur del río Maule y 02-e, al norte de éste. Ambos sectores totalizan alrededor de 22.100 hás. cultivables que se sitúan sobre el canal de restitución Machicura entre el río Lircay y la descarga de la central Machicura. Esta zona puede regarse con aguas no generables en las centrales Colbún y Machicura, reguladas, o bien, vertidas en el embalse Colbún.

1.3.b.5. Zona de influencia del canal de restitución Machicura (tramos norte y sur). Comprende los sectores 01-c, 01-d, 02-c, 02-b, 02-a y 03-b, que poseen en suma, una superficie de casi 86.300 hás. Además, en esta zona debe considerarse como demanda adicional la relativa al regadío de Pencahue.

Los sectores citados comprenden el área que en líneas generales limita al oriente con el canal de restitución Machicura, al poniente con los ríos Claro y Loncomilla, al norte con el estero las Chilcas y al sur con el río Putagán. No obstante, los secto

res 01-c y 01-d quedan en la margen poniente del río Claro.

Los recursos disponibles en la zona son los siguientes:

- Eventuales sobrantes del río Claro una vez asegurado el riego de las zonas indicadas en 1.3.b.1. y 1.3.b.3., los cuales pueden abastecer a los rectores 01-c y 01-d.

- Eventuales excedentes del río Lircay luego de satisfechas las demandas de la zona indicada en 1.3.b.4., posibles de utilizar en los sectores 02-b, 02-c, 01-c, 01-d y en el regadío Pencahue.

- Recuperaciones provenientes del riego de las zonas más altas.

- Sobrantes de eventuales rebalses del embalse Colbún después de satisfechas con una parte de ellos las demandas de la zona indicada en 1.3.b.4.

- Aportes de aguas reguladas en el embalse Colbún generables en las centrales Colbún y Machicura conducidas a través del canal de restitución Machicura.

1.3.b.6. Zona río Rari. Incluye sólo a un pequeño sector, el 04-c de 113 hás. de superficie, que cuenta únicamente con los recursos de pasada del río Rari.

1.3.b.7. Zona de influencia del canal Melado ubicada sobre la cota del canal Linares. Comprende los sectores que se indican a continuación, los cuales totalizan alrededor de 12.700 hás. y que se ubican entre los canales del sistema Melado y el canal Linares, desde la descarga de la central Machicura por el norte, hasta el estero Parral por el sur:

Sectores 04-b, 04-e, 04-h, 04-i, 04-k (25%), 04-m, 05-b, 06-a.

Cabe destacar que los sectores 05-b y 06-a, que en la actualidad sólo cuentan con los recursos del sistema Bullileo-Longaví, en el esquema N° 1 pueden ser abastecidos también desde el sistema Melado. Para ello se ha considerado la prolongación del canal Melado-Longaví hasta el río Longaví, lo cual permite satisfacer las demandas de los dos sectores en cuestión aún en años secos.

Por otra parte, el 75% del sector 04-k, no aparece incluído en la zona, ya que se ubica a una cota más alta que la del canal Llepo. Por este motivo la superficie correspondiente no puede regarse con recursos originados en el río Melado y se considera excluído de la cuenca para los efectos prácticos.

Los flujos naturales de mayor importancia, cuyos caudales se utilizan para el riego de esta zona, son los ríos Putagán, Ancoa y Achibueno.

Los déficits producidos luego de aprovechar los recursos locales más arriba indicados pueden suplirse por entregas a través del canal Melado de recursos provenientes del río Melado. Estos aportes constituyen el único apoyo de los flujos locales para el riego de la zona.

1.3.b.8. Zona de influencia del río Longaví y embalse Bullileo situada sobre el canal Linares. Los sectores que componen esta zona son 05-a, 06-b y 07-c, de unas 28.600 hás. de superficie total que se sitúa sobre el canal Melado-Longaví y el matriz Digua, entre éste y el estero Guarabo, localizado a su vez al norte del río Longaví. Ellos cuentan como recursos con el régimen natural de escurrimiento del río Longaví y con la regulación del embalse Bullileo.

Cuando los recursos de agua de la zona exceden las necesidades de los sectores que la componen, el excedente se utiliza para satisfacer las demandas de los sectores 05-b y 06-a incluídos en la zona de influencia del canal Melado señalada en 1.3.b.8.

1.3.b.9. Zona de influencia del embalse Digua situada sobre el canal Linares. A esta zona pertenecen los siguientes sectores: 07-b, 07-j, 07-k, 07-1 y 08-b. La superficie cultivable de la zona alcanza así a unas 4.800 hás que se sitúan al oriente de los canales Linares y nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén y bajo los canales matriz Digua y Perquilauquén-Ñiquén y el río Cato.

Los recursos que aquí pueden ser aprovechados para el riego corresponden en primer término a los excedentes del régimen natural del río Perquilauquén, luego de haberse abastecido la zona de Perquilauquén Alto y en segundo término, a la regulación del embalse Digua. Cabe agregar que éste, fuera de contar con los recursos de su propia hoya afluente, se abastece con aguas del río Longaví desviadas hacia él en invierno y en parte de primavera.

1.3.b.10. Zona de Perquilauquén Alto. Está conformada por los sectores 07-m y 08-a, con algo más de 5.500 hás. de terrenos cultivables ubicados en las márgenes norte y sur del río Perquilauquén al oriente del río Cato y del canal Perquilauquén-Ñiquén y al norte del río Ñiquén.

Esta zona, de acuerdo a las obras contempladas en el esquema N°1, sólo cuenta con los recursos de pasada del río Perquilauquén.

1.3.b.11. Zona situada bajo la cota de los canales Linares y Nuevo Perquilauquén-Ñiquén. Abarca una superficie de aproximadamante 179.200 hás, que comprende terrenos agrícolas que se sitúan entre el canal Linares y el nuevo Perquilauquén-Ñiquén por el oriente, los ríos Ñiquén, Perquilauquén y Loncomilla por el poniente, el río Putagán por el norte y el río Ñiquén por el sur.

Esta zona puede considerarse constituída por 3 sub-zonas: una al norte de los ríos Liguay y Longaví, una central entre estos dos ríos y el estero Parral y una al sur de éste.

La sub-zona sur comprende los siguientes sectores que totalizan cerca de 82.400 hás.: 07-d, 07-e, 07-a, 07-g, 07-h, 07-i, 07-f, 08-c y 06 m.

Los recursos disponibles para la sub-zona sur son:

- Los sobrantes del riego de todas las zonas ubicadas sobre los canales Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén concentrados como aportes en diferentes puntos o nudos de éstos, que se aprovechan en la sub-zona según una secuencia de aguas abajo hacia aguas arriba.

- Las recuperaciones del riego que se producen en la parte de la sub-zona situada al poniente.

- Los aportes de recursos generables en las centrales Colbún y Machicura, regulados en el embalse Colbún y conducidos a través de los canales Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén.

La sub-zona central está constituída por los sectores 05-c, 06-c, 06-f, 06-g, 06-h, 06-i, 06-j, 06-d, 06-e, 06-k y 06-l. Los terrenos correspondientes abarcan alrededor de 43,500 hás.

Esta sub-zona puede regarse con los excedentes del riego de las zonas ubicadas sobre el canal Linares concentrados como aportes en puntos o nudos de éste situados aguas arriba del estero Parral y que no se utilicen en la sub-zona sur. El aprovechamiento de estos recursos se hace con una secuencia de sur a norte.

En segundo término y en especial en los sectores de la parte poniente, existen recursos provenientes de recuperaciones del riego.

Finalmente, en la sub-zona central también se dispone del apoyo que significa el embalse Colbún en conjunto con el canal Linares para cubrir los déficits que aún persisten en caso de agotar los demás recursos.

La sub-zona norte, de unas 53.300 hás. de superficie agrícola, comprende los sectores 03-c, 04-a, 04-d, 04-f, 04-g, 04-j, 04-1, 04-n y 09-d.

Los recursos hídricos de esta sub-zona son los siguientes:

- Excedentes de riego de las zonas que se encuentran sobre el canal Linares concentrados como aportes puntuales en dicho canal aguas arriba del río Liguay, siempre que ellos no hayan sido empleados para el riego de la sub-zonas sur y central.

- Recuperaciones del riego en los sectores bajos (próximos al río Loncomilla).

- Entregas desde la descarga de la central Machicura, a través del canal Linares de recursos generables regulados en el embalse Colbún.

1.4 Definición de nudos hidrológicos.

En la presente sección se definen ciertos nudos hidrológicos o puntos característicos donde se concentran aportes de recursos locales y demandas de uno o más de los sectores en que se ha dividido el área servida por las obras del esquema N° 1 (ver diagrama unilíneal de la figura N° VII.B.4-3). De este modo, efectuando balances hídricos sucesivos y sistemáticos entre los recursos locales y las demandas concentradas en dichos nudos se facilita en forma apreciable el cálculo de los eventuales déficits a suplir con aportes desde el río Maule demandas (D1) (D1') (D2) y (D3) luego de ser utilizados plenamente los recursos locales.

Para los efectos anteriores, cabe destacar la conveniencia de establecer una cantidad razonable de nudos hidrológicos, ya que contar con un número excesivo de ellos puede complicar innecesariamente el cálculo, en tanto que un número escaso puede significar una simplificación exagerada de la operación del sistema de obras en la realidad.

Atendiendo a estas consideraciones, se han definido los nudos hidrológicos estrictamente indispensables tomando en cuenta las características de las obras consultadas en el esquema N° 1, la zonificación del área servida por éstas y muy especialmente la operación del sistema de obras según el análisis efectuado anteriormente. Dichos nudos hidrológicos son los que se señalan en el cuadro siguiente con indicación de los sectores de riego asociados a ellos y de los recursos disponibles respectivos:

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados.	Recursos disponibles en el nudo.
A2	Río Claro en punto de alimentación sector 02-1 (poco arriba de descarga estero Agua Fría).	02-1, 01-a	- Caudales del río Claro en régimen natural
A3	Río Claro en toma canal San Rafael	02-d, 01-b	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a - Recuperaciones de riego recogidas en río Claro.
A4	Río Claro en punto de alimentación sector 02-h	02-h	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a, 02-d y 01-b.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados.	Recursos disponibles en el nudo.
B1	Punto de captación del canal Maule Norte Bajo (2a. sección) en el río Lircay.	02-g 02-h	- Caudales del río Lircay en régimen natural. - Aportes del río Maule desde Armerillo a través del canal Maule Norte Bajo.
B2	Bocatoma Armerillo de canal Maule Norte (tronco)	02-j 02-i 02-f	- Hoya intermedia río Maule entre Laguna del Maule y Armerillo considerando la operación de la Laguna La Invernada y excluyéndo entregas desde río Melado a canal Melado - Aportes desde Laguna del Maule.
C1	Río Maule en bocatoma canales Maule Sur	02-e 03-a	- Aportes desde el embalse Colbún para el riego de la zona (rebalses y entregas voluntarias).

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
D1	Río Claro en punto de alimentación sector 01-c (confluencia con río Lircay)	01-c 01-d	- Excedentes río Claro en el nudo - Sobrantes río Lircay en su confluencia con el Claro. - Recuperación de riego. - Aportes desde Emb. Colbún a través de canal restitución Machicura.
D2	Confluencia del río Lircay y canal de restitución Machicura	02-c 02-b	- Excedentes río Lircay en el nudo - Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún a través de canal restitución Machicura.
D3	Río Maule a pie de presa Colbún.	02-a	- Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún (incluye rebalses y entregas a través canal restitución Machicura).
D4	Descarga central Machicura (bocatoma canal restitución Machicura tramo sur)	03-b 03-c 04-a 04-f 09-d	- Caudales generables regulados en el embalse Colbún.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
E1	Bocatoma Canal Melado Longaví en río Achibueno	06-a 05-b 04-m	- Caudales río Achibueno en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal Llepo una vez regados los sectores 04-h y 04-k (25%) y sectores 04-b, 04-i y 04-e. - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa, canal Llepo y canal Melado-Longaví.
E2	Bocatoma canal Rabones en río Putagán	04-b 04-i 04-e	- Caudales río Putagán en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal alimentador Roblería, luego de abastecidos los sectores 04-h y 04-k (25%) - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal Alim. Roblería.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
E3	Bocatoma canal alimentador Roblería en río Ancoa	04-h 04-K(25%)	- Caudales río Ancoa en régimen natural - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal Llepo.
R1	Río Rari en punto de alimentación sector 04-c (poco a. abajo descarga estero Juan Filo)	04-c	- Caudales río Rari en régimen natural.
F1	Río Longaví en bocatoma canal alimentador Digua	06-a 05-b 06-b 05-a 07-c	- Caudales río Longaví en régimen natural (excluyendo río Bullileo) - Aportes desde embalse Bullileo (incluyéndo rebalses)
G1	Bocatoma canal Perquilauquén-Cato en río Perquilauquén	08-a 07-m	- Caudales río Perquilauquén en régimen natural
G2	Bocatoma canal Perquilauquén-Ñiquén en río Perquilauquén	08-b	- Excedentes río Perquilauquén luego de abatecidos los sectores 08-a y 07-m - Aportes desde embalse Digua
G3	Bocatoma canal Matriz Digua en río Cato	07-b 07-j 07-k 07-l	- Excedentes río Perquilauquén una vez asegurado el riego de los sectores 08-a, 07-m y 08-b desviados a través de canal Perquilauquén-Cato. - Aportes desde embalse Digua.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
H4	Descarga de nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén en río Ñiquén	08-c	- Caudales río Ñiquén en régimen natural - Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Linares de aguas arriba provenientes del riego del área situada sobre éste. - Aportes desde embalse Colbún a través de canales Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén.
H5	Descarga canal Linares en río Perquilauquén	07-f	- Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Linares provenientes del riego de las zonas situadas sobre éste. - Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún a través de canal Linares
H6	Confluencia del estero Parral con el canal Linares	07-i 07-h 07-g 07-a 07-e 07-d 06-m	Idem H5

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
H7	Confluencia del río Longaví con el canal Linares	06-j 06-i 06-l 06-k 06-h 06-g 06-f 06-e 06-d 06-c 05-c	Idem H5 y H6
H8	Confluencia del río Achibueno con el canal Linares	04-n,04-l 04-j(20%)	Idem H5, H6 y H7
H9	Canal Linares en punto de alimentación sector 04-j (80%)	04-j(80%)	Idem H5, H6, H7, H8.
H10	Confluencia río Putagán con el canal Linares	04-g 04-d	Idem H5 a H9

2. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 2.

2.1 Análisis general del esquema de obras N° 2.

El esquema de riego integral de la cuenca del río Maule que se define como esquema de obras N° 2 consiste en el aprovechamiento de los recursos de la hoya con el propósito de regar la parte de la cuenca denominada sistema principal y además, destinar los excedentes de agua que se produzcan a trasvases hacia el norte. Para cumplir este objetivo se consultan dos alternativas: en primer lugar, comprobar el funcionamiento del sistema de obras para distintas situaciones de trasvases, considerando las mismas obras del esquema N° 1, y, en segundo lugar, comprobar dicho funcionamiento para las mismas situaciones de trasvases del caso anterior, pero agregando a las obras del esquema N° 1 el embalse Guaiquivilo. Ambas alternativas se abordan naturalmente, con el mismo modelo de simulación, al cual se le introduce la condición de capacidad del embalse Guaiquivilo = 0 en el primer caso.

Las situaciones de trasvase hacia el norte que se consultan son los siguientes:

- Trasvase de caudal constante todo el año. En este caso se trata de determinar, a través del modelo de simulación, el máximo caudal posible de trasvasar durante los doce meses del año, sin producir fallas en el abastecimiento propio del sistema principal de la cuenca.

- Trasvase de caudal constante durante los meses de estiaje, es decir, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. Igual que en el caso anterior, se trata de determinar el máximo caudal posible de trasvasar durante los cuatro meses indicados, sin producir fallas en el abastecimiento propio del sistema principal.

- Trasvase de costo mínimo en lo que se refiere a las inversiones en obras matrices dentro de la cuenca. Se ha considerado que esta situación se cumple mediante el aprovechamiento de la capacidad ociosa del canal Maule Norte Alto, es decir trasvasando aguas en las épocas en que se produce un excedente de capacidad en la obra de conducción mencionada debido a que las necesidades de agua propias de los terrenos regados por dicho canal son menores que su caudal de diseño.

La condición impuesta a todas estas situaciones de trasvase es la de atender primeramente las demandas internas de la cuenca en igual forma que en el caso en que no haya trasvase, es decir, sin que se produzcan fallas en el riego de ella.

Cabe hacer presente que el esquema de obras N° 2 se planteó, en principio, como una ampliación del esquema de obras N° 1, agregándole a él nuevas obras de regulación que permitieran disponer de mayores recursos. Una vez que se procesó el esquema de obras N° 1 y se comprobó que atendía sin fallas las demandas del sistema principal de la cuenca, se dedujo que no era necesario incluír nuevas obras para el riego de la cuenca en circunstancias que las que se consideraron en ese caso son suficientes para cumplir dicho propósito. Por esa razón, se destinó el esquema de obras N° 2 solamente para analizar el caudal disponible para trasvases hacia el norte en el caso de que se considere exclusivamente los sobrantes producidos en el sistema principal por efecto de las obras del esquema N° 1 y en el caso de que se agregue a las anteriores el embalse Guaiquivilo.

2.2 Obras que conforman el esquema N° 2.

El esquema de obras N° 2 está constituído por todas las grandes obras de riego e hidroelectricidad que existen actualmente en la cuenca del río Maule, además de las correspondientes al proyecto Colbún-canal Linares, algunas obras nuevas de riego de mediana envergadura y el embalse Guaiquivilo, en el río Melado. Todas las obras anteriores constituyen un sólo sistema integrado de aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca a través de un funcionamiento combinado de ellos.

Las obras nuevas que incluye el esquema N° 2 son las siguientes:

- El embalse Colbún
- Las centrales hidroeléctricas Colbún y Machicura
- El canal de restitución Machicura, en sus tramos norte y sur
- El canal Tronco-Linares
- El nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén
- Prolongación del canal Melado-Longaví hasta el río Longaví
- Prolongación y ampliación del canal Maule Norte Alto hasta el río Claro y, en la zona donde al canal Maule Norte Bajo queda inundado por el embalse Colbún, conducción de su caudal por el canal Alto para ser devueltos al canal Bajo inmediatamente inmediatamente después de enfrentar el Pretil Colorado.
- El embalse Guaiquivilo.

2.3 Operación del Sistema de obras que constituyen el esquema N°2.

Este esquema de obras deberá operarse en la misma forma que el esquema de obras N° 1, debiendo distinguirse también los siguientes sectores que presentan diferencias de importancia en su operatoria.

- Areas con recursos no regulados: los sectores ubicados a cotas más altas que el Canal Maule Norte y que sólo pueden regarse con recursos de pasada del río Claro (01-a y 02-1); el sector 04-c que se riega con recursos de pasada del río Rari; los sectores ubicados sobre la cota del canal Linares y que no son regados por el embalse Bullileo ni por el embalse Digua.

- Areas con recursos que cuentan con regulación propia: son las zonas regadas por los embalses Digua y Bullileo.

- Areas con recursos regulados en Colbún, Guaiquivilo y Laguna del Maule: es la mayor parte del sistema principal y queda bajo cota de riego de los canales Linares, Restitución Machicura, Maule Norte y nuevo Perquilauquén-Ñiquén.

- Además de las anteriores habría que considerar en este caso el área beneficiada por los trasvases hacia el norte, la cual sería servida por caudales provenientes del curso principal utilizando en primer lugar los recursos de pasada disponibles en Armerillo y, en segundo lugar, recursos regulados en el embalse Guaiquivilo y, en tercer lugar, recursos regulados en la Laguna del Maule. Si Guaiquivilo se anula, naturalmente la Laguna del Maule pasa a servir esas demandas.

La situación de trasvases anteriormente descrita también introduce la única pequeña diferencia en la operación del sistema de obras con respecto a la operatoria del esquema de obras N° 1 y que se refiere a las demandas de trasvases, las cuales se atienden una vez que han sido servidas las demandas propias de la cuenca.

2.4 Definición de Nudos Hidrológicos.

En este caso, los nudos serán los mismos que para el esquema de obras N° 1, La única diferencia se produce en los recursos ya que en una alternativa de este esquema de obras existe el embalse Guaiquivilo y, demás, hay que considerar una diferencia en la demanda al nudo B2, ya que se agrega en él la demanda para trasvases.

Se incluye a continuación el cuadro con la descripción de estos nudos hidrológicos.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
A2	Río Claro en punto de alimentación sector 02-1 (poco a. arriba de descarga estero Agua Fría)	02-01-a	- Caudales del río Claro en régimen natural.
A3	Río Claro en toma canal San Rafael	02-d 01-b	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a - Recuperaciones de riego recogidas en río Claro.
A4	Río Claro en punto de alimentación sector 02-h	02-h	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a, 02-d, y 01-b.
B1	Punto de capacitación del canal Maule Norte Bajo (2a. Sección) en el río Lircay	02-g 02-h	- Caudales del río Lircay en régimen natural - Aportes desde Armerillo a través de canal Maule Norte Bajo.
B2	Bocatoma Armerillo de canal Maule Norte (tronco) captación de trasvases hacia el norte	02-j 02-i 02-f	- Hoya intermedia río Maule entre Laguna del Maule y Armerillo considerando la operación de la Laguna La Invernada y excluyendo entregas desde río Melado a canal Melado. - Aportes desde Laguna del Maule - Aportes de Guaiquivilo, cuando sea el caso.

Nombre Nudos	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
C1	Río Maule a pie de presa Colbún.	02-e 03-a	- Aportes desde el embalse Colbún para el riego de la zona (rebalses y entregas voluntarias).
D1	Río Claro en punto de alimentación sector 01-c (confluencia con río Lircay)	01-c 01-d	- Excedentes río Claro en el nudo - Sobrantes río Lircay en su confluencia con el Claro. - Recuperación de riego - Aportes desde Emb. Colbún a través de canal restitución Machicura.
D2	Confluencia de río Lircay y canal de restitución Machicura	02-c 02-b	- Excedentes río Lircay en el nudo - Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún a través de canal restitución Machicura.
D3	Río Maule en bocatoma canal de restitución Machicura, tramo norte	02-a	- Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún (incluye rebalses y entregas a través canal restitución Machicura.
D4	Descarga central Machicura (bocatoma canal restitución Machicura tramo sur)	03-b 03-c 04-a 04-f 09-d	- Caudales generables regulados en el embalse Colbún.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Reçursos disponibles en el nudo
E1	Bocatoma canal Melado-Longaví en río Achibueno	06-a 05-b 04-m	- Caudales río Achibueno en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal Llepo una vez regados los sectores 04-h y 04-k (25%) y sectores 04-b,04-i y 04-e. - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa, canal Llepo y canal Melado-Longaví.
E2	Bocatoma canal Rabones en río Putagán	04-b 04-i 04-e	- Caudales río Putagán en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal alimentador Roblería, luego de abastecidos los sectores 04-h y 04-k (25%) - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal alim.Roblería.
E3	Bocatoma canal alimentador Roblería en río Ancoa	04-h 04-k(25%)	- Caudales río Ancoa en régimen natural - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal Llepo.
R1	Río Rari en punto de alimentación sector 04-c(poco a. abajo descarga estero Juan Filo)	04-c	- Caudales río Rari en régimen natural

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
F1	Río Longaví en bocatoma canal alimentador Digua	06-a 05-b 06-b 05-a 07-c	- Caudales río Longaví en régimen natural (excluyendo río Bullileo) - Aportes desde embalse Bullileo (incluyéndo rebalses).
G1	Bocatoma canal Perquilauquén-Cato en río Perquilauquén	08-a 07-m	- Caudales río Perquilauquén en régimen natural.
G2	Bocatoma canal Perquilauquén-Ñiquén en río Perquilauquén	08-b	- Excedentes río Perquilauquén luego de abastecidos los sectores 08-a y 07-m - Aportes desde embalse Digua.
G3	Bocatoma canal matriz Digua en río Cato	07-b 07-j 07-k 07-l	- Excedentes río Perquilauquén una vez asegurado el riego de los sectores 08-a, 07-m y 08-b, desviados a través de canal Perquilauquén-Cato. - Aportes desde embalse Digua.
H4	Descarga de nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén en río Ñiquén	08-c	- Caudales río Ñiquén en régimen natural - Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Linares de aguas arriba provenientes del riego del área situada sobre éste - Aportes desde embalse Colbún a través de canales Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén.

Nombre nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
H5	Descarga canal Linares en río Perquilauquén	07-f	- Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Linares provenientes del riego de las zonas situadas sobre éste - Recuperaciones de riego - Aportes desde embalse Colbún a través de canal Linares.
H6	Confluencia del estero Parral con el canal Linares	07-i 07-h 07-g 07-a 07-e 07-d 06-m	Idem H5
H7	Confluencia del río Lontué con el canal Linares	06-j 06-i 06-l 06-k 06-h 06-g 06-f 06-e 06-d 06-c 05-c	Idem H5 y H6
H8	Confluencia del río Achibueno con el canal Linares	04-n,04-l 04-j(20%)	Idem H5, H6 y H7
H9	Canal Linares en punto de alimentación sector 04-j (80%)	04-j(80%)	Idem H5, H6, H7, H8.
H10	Confluencia del río Putagán con el canal Linares	04-g 04-d	Idem H5 y H9

3. ESTUDIO DEL ESQUEMA DE OBRAS N° 3.

3.1 Análisis general del esquema de obras N° 3.

3.1.a. Generalidades.

El esquema de riego integral de la cuenca del río Maule que se definirá como esquema de obras N° 3 consiste en el aprovechamiento de los recursos de la hoya considerando un sistema de obras alternativo del concebido como esquema de obras N° 1, el que se basa fundamentalmente en el embalse Colbún y los canales de interconexión Tronco Linares y Restitución Machicura.

Previo al estudio de posibles sistemas alternativos del esquema N° 1, se estima conveniente realizar un análisis general de las características de la parte de la hoya denominada sistema principal en relación a recursos disponibles, ubicación de las zonas de riego deficitarias y posibilidades de compensar las demandas mediante trasvases de otras zonas con excedentes.

La zona sur de la cuenca es deficitaria en general, presentándose la mayor escasez de recursos en el sector poniente de la zona comprendida entre los ríos Longaví y Perquilauquén. El resto de esta parte sur de la cuenca, es decir la zona comprendida entre el río Maule y el río Longaví no ofrece graves problemas de abastecimiento debido a que además de sus recursos propios recibe apoyos del río Melado (canal Melado) y del río Maule (Sistema Maule Sur).

El sector de la cuenca del río Maule comprendido entre el límite norte de la hoya y el río Maule no presenta dificultades serias de abastecimiento, bastando la terminación de algunas obras existentes o en proyecto, para lograr la satisfacción de las demandas de esta zona de la hoya.

El resto del sistema principal no presenta déficit grave y las obras existentes combinadas con nuevas obras de importancia relativamente menor permitirían lograr un abastecimiento adecuado de sus demandas de agua para regadío.

Considerando lo expuesto, el problema planteado se reduce principalmente a conducir recursos de zonas que presentan excedentes

hacia el sector comprendido entre los ríos Longaví y Perquilauquén.

3.1.b. Riego del sector sur de la Cuenca del Maule.
Se analizarán a continuación diversas posibilidades de satisfacer las demandas del sector sur de la cuenca, que es en el cual se presentan actualmente los mayores problemas de abastecimiento.

En los esquemas N° 1 y N° 2 se estudió la solución basada en el embalse Colbún y los canales de interconexión Tronco Linares (hacia el sur) y Restitución Machicura (hacia el norte). En el esquema N° 3 se analizarán sistemas alternativos que excluyan las obras anteriores.

Al respecto, la primera alternativa que se visualiza consiste en la utilización de obras de regulación situadas en la cabecera de los ríos más próximos a las zonas deficitarias. Los recursos embalsados, en conjunto con los caudales de pasada de estos ríos, podrían permitir satisfacer las demandas de las zonas deficitarias, necesitándose en forma adicional posiblemente algunos canales de interconexión o trasvases entre sectores vecinos que conduzcan a utilizar en la mejor forma posible recursos excedentes de zonas con superavit.

Una segunda posibilidad de satisfacer las demandas de las zomas deficitarias estaría basada en obras de conducción, posiblemente túneles, que permitan desviar recursos de la hoya andina de la cuenca del Maule (río Melado) hacia las cabeceras de los ríos de este sector. Si los túneles resultaran de grandes longitudes y por lo tanto, de costo elevado, podría considerarse como alternativa la captación de las aguas del río Melado desde el río Maule al pie de los cordones cordilleranos, conduciéndolas por medio de un canal desde el Maule hacia el sur a través de la zona plana del valle.

3.1.b.1. Análisis del riego de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante embalses de cabecera y canales de interconexión. Entre las obras de regulación del sector sur de la cuenca del Maule que pueden considerarse factibles técnica y económicamente pueden indicarse los siguientes:

Embalse	Ubicación	Alimentación	Drenaje
Lavadero	Estero Lavadero	Río Perquilauquén	Lavadero-Perquilauquén
La Recova	Río Achibueno	Río Achibueno	Río Achibueno
Ancoa	Río Ancoa	Río Ancoa	Río Ancoa

Embalse	Ubicación	Alimentación	Drenaje
Guaiquivilo	Río Melado	Río Melado	Río Maule

Los tres primeros embalses constituyen elementos de regulación de cabecera que entregan sus aguas a ríos que drenan de oriente a poniente en el sector sur de la cuenca del Maule. El embalse Guaiquivilo entrega sus aguas al río Melado, el que escurriendo de sur a norte desvía estos caudales de la hoya alta del sector sur de la cuenca hacia el río Maule.

Para los efectos de estructurar el esquema de obras N° 3, se analizará la posibilidad de regar integralmente el sector sur de la cuenca sólo mediante los tres embalses de cabecera mencionados y los recursos de pasada existentes. Esta alternativa podría conducir a un abastecimiento sectorizado que necesitara de menores obras de interconexión, ya que al estar los embalses ubicados en la cabecera de los ríos, es decir, directamente encima de los terrenos por regar, se disminuirían los trasvases mediante canales de gran longitud.

El análisis para estructurar el esquema de obras N° 3 se realiza mediante comparaciones entre las necesidades de agua de los diversos sectores de regadío y las disponibilidades existentes, en la misma forma que para el esquema de obras N° 1.

Este balance hidrológico, que se realiza en forma global, permite determinar las zonas deficitarias y las direcciones de los posibles flujos de excedentes desde las zonas con sobrantes hacia las zonas deficitarias.

El análisis comparativo entre demandas y recursos permite determinar la existencia de un déficit importante en las zonas situadas al sur de la cuenca. Considerando que los mayores recursos se encuentran en la zona norte (río Maule, río Achibueno, aportes del río Melado) se deduce la necesidad de una obra de interconexión, con flujo de norte a sur, para poder llevar los recursos necesarios para satisfacer este déficit.

El sistema de obras del esquema N° 3, estaría compuesto en este caso por los embalses existentes Digua y Bullileo, más los embalses Ancoa, La Recova y Lavadero; un canal de interconexión desde el río Maule y al sur; los canales de interconexión existentes, y el embalse de la Laguna del Maule.

3.1.b.2. Análisis del riego de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante recursos de la hoya andina. Como alternativa para estructurar el esquema de obras N° 3 se analiza la posibilidad de desviar recursos de la hoya del río Melado hacia el sector sur de la cuenca del Maule.

En este caso la desviación de caudales podría considerarse conjuntamente con el embalse Guaiquivilo de modo de que el sistema de riego que se estructure pueda contar con el respaldo hidrológico suficiente. En esta forma, se da origen a otras dos alternativas para el esquema de obras N° 3: con el embalse Guaiquivilo y sin incluír esta obra.

Esta desviación de recursos del río Melado es posible realizarla sólo mediante túneles que permitan cruzar el cordón montañoso que separa el valle del Melado del resto de la parte sur de la hoya o mediante un canal desde el Maule hacia el sur, trazado prácticamente al pie de los cordones montañosos.

Para los efectos de establecer la factibilidad física y económica de esta desviación se hizo un análisis de posibles trazados partiendo de la zona de ubicación del embalse Guaiquivilo y continuando hacia aguas abajo por el río Melado hasta la zona del actual túnel del canal Melado. Finalmente se consideró un posible trazado en una obra de desviación partiendo desde el río Maule. Los trazados considerados son los siguientes:

i) Trazado 1. Permitiría desviar las aguas del río Melado hacia el río Longaví. El túnel de desviación resulta de gran longitud, aproximadamente 27 Km. En la figura N° VII.B.4-4 se ha dibujado el perfil longitudinal correspondiente.

ii) Trazado 2. Permitiría desviar las aguas del río Melado hacia el río Achibueno. La longitud del túnel en este caso sería de 20 Km (ver figura N° VII.B.4-4).

iii) Trazado 3. El trazado 3 sería prácticamente coincidente con las actuales obras del canal Melado. Es decir, la desviación se lograría mediante un canal paralelo al curso del río Melado, el que permitiría ganar cota y llegar con el agua hasta un punto de la ladera del cerro desde donde se desarrollaría un túnel para cruzar hacia el valle del río Ancoa (ver figura N° VII.B.4-4).

Esta alternativa significaría ampliar las obras del canal Melado actual o realizar obras nuevas de trazado muy similares a las existentes.

Del análisis comparativo de las tres posibilidades indicadas, cabe señalar que las dos primeras conducen a túneles de gran

longitud, de elevado costo y plazos de construcción también bastante extensos. La tercera, en cambio, permite desviar las aguas del Melado mediante una combinación de túnel (L = 5 Km) y canal (L = 23 Km), existiendo aún la posibilidad de ampliar las obras existentes, lo cual indudablemente conduciría a costos significativamente menores que en los dos primeros casos.

En la alternativa 3, el túnel de desviación resulta de longitud relativamente menor que en el caso de las alternativas N° 1 y N° 2, debido a que él estaría ubicado en una zona en que el río Melado y el Ancoa presentan sendas curvas que tienden a que ambos cauces se acerquen y, por lo tanto, permiten una conexión entre ellos de longitud moderada. Para utilizar esta característica tan favorable habría que realizar un tramo inicial de canal de modo de alcanzar las cotas adecuadas en el río Melado, suficientes para poder conectarse hacia el Ancoa. Este canal por las características del terreno tiene un trazado que ofrece dificultades que podrían limitar esta alternativa en el caso de que el canal que hubiera que conducir fuera de gran magnitud.

Como alternativa del trazado N° 3, que como se ha dicho, es el más favorable para desviar aguas desde el río Melado hacia el sector sur de la cuenca del Maule, cabe analizar la posibilidad de diseñar un canal desde el río Maule y que alcance hasta el río Ancoa (trazado N° 4) y que posteriormente continúe desde el río Ancoa hasta el Perquilauquén.

Este último trazado ofrece varias ventajas frente a los anteriores y es posible que aún a costos ligeramente mayores resulte más favorable esta solución. En efecto, el trazado N° 3, podría ser relativamente barato sólo si se realizara una ampliación de las obras existentes, ya que un nuevo canal paralelo al actual es prácticamente imposible. Esta ampliación, sin embargo, tendría el grave inconveniente por una parte que interferiría con el regadío actual, debiendo realizarse por ese motivo sólo trabajos de temporada.

Este hecho indudablemente encarecería y dificultaría en forma significativa una obra que por su longitud debería realizarse en varias temporadas. También los trabajos se verían dificultados por las condiciones climáticas de la zona, ya que al trabajarse sólo en invierno, la lluvia y nieve podrían provocar dificultades serias en el avance y costo de la ejecución de las obras.

Una segunda ventaja del trazado N° 4 se refiere a la flexibilidad y seguridad del sistema de regadío resultante. Al respecto, cabe hacer presente que si las fuentes de abastecimiento se concentran en su totalidad a través del trazado N° 3, cualquier accidente o falla del canal, dejaría automáticamente sin agua gran parte del sector sur de la cuenca provocando, por lo tan

to, problemas de gravedad al riego correspondiente. El trazado N° 4 permitiría, al contrario, disponer de dos fuentes de abastecimiento importantes: el actual canal Melado y un nuevo canal desde el río Maule. Esta duplicidad confiere una mayor seguridad al riego y aunque al fallar alguno de estos canales sólo se contaría a través del otro con una parte de los recursos necesarios, ello podría ser suficiente como para sobrepasar una situación temporal de falla de abstecimiento. Cabe hacer notar que en todo caso, el trazado N° 4 sería por la zona del valle relativamente plana y, por lo tanto, estaría sometido a riesgos bastante menores que en el caso del trazado N° 3, el que se desarrolla en laderas de cerro con problemas de estabilidad.

Por las razones expuestas, se propone estudiar en definitiva la simulación hidrológica considerando un canal desde el Maule hasta el Ancoa (trazado N° 4) y su prolongación desde este último río hacia el río Perquilauquén. El canal indicado podría considerarse como única obra nueva del esquema N° 3, además de él, se podría incluír el embalse Guaiquivilo. Las dos posibilidades anteriores y la considerada en primer término y que incluye los embalses de cabecera, constituyen por lo tanto tres alternativas de obras para estructurar el esquema N° 3.

3.1.c. Estructura del esquema de obras N° 3.

Resumiendo lo expresado anteriormente respecto a las tres posibilidades para estructurar el esquema de obras N° 3, cabe hacer presente que en todos los casos los sistemas de obras correspondientes estarían ligados en el sector sur de la cuenca a un canal de interconexión que captaría en el Maule, inmediatamente al pie de los cordones cordilleranos y que se trazaría por el valle hacia el sur de la cuenca.

Esta estructura es similar a la definida para operar en el modelo de simulación los esquemas de obras N° 1 y N° 2, debiéndose considerar naturalmente en cada caso las características y normas de operación que les corresponden.

En relación a la parte norte de la cuenca también se estima pertinente utilizar la estructura básica del mismo modelo de simulación de los esquemas de obras N° 1 y N° 2. En efecto, aunque no existiría un canal de Restitución Machicura, se estima válido considerar un canal ficticio que sirva como obra de conducción desde el río Maule hacia el norte.

Por la razón expuesta, se estima que el modelo de simulación utilizado para analizar hidrológicamente los esquemas de obras N° 1 y N° 2 permitiría también estudiar el comportamiento del esquema de obras N° 3, incorporando en él las características y normas de

operación propias de las obras de éste. Sobre este último punto cabe hacer presente que en este sector norte de la cuenca debe incorporarse en un caso, el embalse Picazo, el cual justamente apoyaría el área de influencia del canal ficticio de interconexión que se ha indicado anteriormente.

3.2 Obras que conforman el esquema N° 3.

El esquema de obras N° 3 está constituído por todas las grandes obras de riego e hidroelectricidad que existen actualmente en la hoya del río Maule, a las cuales se agregarán nuevas obras de regulación y canales de interconexión.

Considerando que para el esquema de obras N° 3 se ha definido tres posibilidades, se indican a continuación las obras nuevas que corresponden a cada caso.

3.2.a. Esquema de obras N° 3-A. (Embalses de cabecera)

3.2.a.1. Embalses. Embalse Ancoa, sobre el río Ancoa, inmediatamente aguas arriba del estero La Sombra. Su capacidad útil alcanza a 103,5 millones de m3.

Embalse La Recova, sobre el río Achibueno, aguas abajo de la confluencia de este río con el estero Vega de Salas. Su capacidad útil alcanza 167 millones de m3.

Embalse Lavadero, sobre el río Lavadero, afluente del río Perquilauquén. Este embalse tendrá un volúmen de regulación de 80 millones de m3. Se llenará mediante un canal alimentador que capta desde el río Perquilauquén y que tiene una capacidad de 7m3/s'

Embalse El Picazo, ubicado en el estero del mismo nombre, afluente del río Lircay. Su capacidad de regulación es de 72,5 millones de m3. Requerirá de un canal alimentador de 6 m3/s de capacidad que captará sus aguas desde el canal Maule Norte Bajo.

3.2.a.2. Canales. Prolongación del canal Melado-Longaví hasta el Estero Parral.

Nuevo Canal Perquilauquén-Ñiquén

Canal Maule-Ancoa

Canal Ancoa-Perquilauquén

Canal Maule-Río Claro (canal ficticio)

Prolongación y ampliación del canal Maule Norte Alto.

En el plano N° VII.B.4-b se han indicado las obras que constituyen este Sistema de Riego, con excepción, naturalmente, del canal Maule río Claro, que es ficticio.

3.2.b. Esquema de obras N° 3-B. (Embalse Guaiquivilo) (Ver plano N° VII.B.4-c).

3.2.b.1. Embalses. Embalse Guaiquivilo, ubicado en el río Melado aguas arriba del estero La Puente. Su capacidad de regulación alcanza a 470 millones de m3.

3.2.b.2. Canales. El sistema de canales sería en este caso el mismo que se ha indicado para el esquema N° 3-A. Indudablemente que las capacidades de los canales en esta alternativa van a ser diferentes a las de la alternativa anterior lo cual se determinará a través del modelo de simulación.

3.2.c. Esquema de obras N° 3-C. (Sin embalses nuevos-ver plano VII.B.4-d).

3.2.c.1. Canales. El sistema de canales sería en este caso el mismo que se ha indicado para las dos alternativas anteriores. Sus capacidades coincidirían con las del esquema N° 3-B.

3.3 Operación del sistema de obras que constituyen el esquema N° 3.

3.3.a. Esquema de obras N° 3-A. (Embalses de cabecera) (Ver figura N° VII.B.4-5).

3.3.a.1. Consideraciones generales. En el diagrama de Flujo y Zonificación (figura N° VII.B.4-6) se han representado esquemáticamente las obras que constituyen esta alternativa del esquema N° 3.

Para analizar la operación del sistema de riego correspondiente, es necesario considerar diversos sectores de la cuenca que presentan diferencias de cierta significación entre ellos:

i) Areas con recursos no regulados. En el norte de la cuenca existen sectores (01-a y 02-1) ubicados a cotas más altas que el canal Maule Norte Alto y que sólo pueden regarse con los recursos de pasada de los ríos Claro y Lontué.

En el sector de la cuenca, esta misma situación se presenta en el curso superior del río Rari (04-c), donde una pequeña área queda a cotas más altas que los canales derivados del Embalse Ancoa.

ii) Areas con recursos que cuentan con regulación propia. (Embalses de Cabecera). Estas áreas son aquellas que están a cotas más altas que los canales de interconexión Maule-Ancoa y Ancoa-Perquilauquén. Ellas se riegan mediante los diversos embalses de cabecera que forman parte de esta alternativa.

Al respecto, pueden indicarse las siguientes áreas:

- Area servida por el canal Melado y sus derivados. Esta área representa un sub-sistema de regadío cuyos recursos provienen del aporte del río Melado, a través del canal Melado, del Embalse Ancoa, en el río Ancoa, y el embalse La Recova en el río Achibueno. Estas obras deberán operarse en forma tal que el aprovechamiento del conjunto de ellas sea óptimo, ya que ellas están ligadas a través del canal Melado.

- Area Longaví-Ñiquén. Esta zona que representa el sector meridional de la cuenca, también constituye un sub-sistema, ya que entre los embalses Bullileo (río Longaví), Digua (río Cato) y Lavadero (estero Lavadero) existen interconexiones que indudablemente conducen a operar estas obras como conjunto.

iii) Areas con recursos regulados en la Laguna del Maule. Esta área corresponde al resto de la cuenca. El regadío de ella se lograría por un sistema de obras que capta sus aguas del río Maule y que tendría en su cabecera como obra de regulación la Laguna del Maule.

Las obras principales del sistema de riego que servirán a esta extensa área son las siguientes:

- Embalse de Laguna del Maule: que, como se ha dicho está ubicada en la cabecera del río Maule y, por lo tanto, su infuencia se extenderá a la totalidad del área, ya sea hacia el norte o el sur.

Embalse Picazo: constituirá una obra complementaria de regulación de la Laguna del Maule. Su influencia abarcaría algunos sectores de la cuenca servidos por el canal Maule Norte Bajo.

- Canales. Canales Maule Norte Alto y Bajo

  Canales Taco General

  Canal Maule-Río Claro

  Canal Maule-Ancoa

  Canal Ancoa-Perquilauquén

  Canal Perquilauquén-Ñiquén

Los tres últimos canales permitirían apoyar el riego del sector sur de la cuenca, el cual se basará en el aprovechamiento de los recursos de pasada existentes y de los regulados en los embalses de cabecera.

3.3.a.2. Operación del sistema. Considerando lo expresado en el punto anterior, se estima adecuado establecer las siguientes etapas para operar las obras consultadas en esquema N° 3-A.

i) Primera etapa. El área ubicada sobre la cota de los canales Maule-Ancoa, Ancoa-Perquilauquén y Perquilauquén-Ñiquén utiliza en primera prioridad los recursos de pasada que la atraviesan.

Los déficit que en dicha área puedan producirse en algunas épocas son suplidos por entregas desde los embalses de cabecera. Estos embalses se operarán de acuerdo a los subsistemas que se han definido anteriormente y de modo que cada uno de ellos se utilice en forma óptima.

Los posibles excedentes que puedan producirse una vez satisfechas las necesidades de esta área de la cuenca, se considerarán como aportes a los canales de interconexión Maule-Ancoa, Ancoa-Perquilauquén y Perquilauquén-Ñiquén. Estos aportes se concentrarán en distintos puntos o nudos de las obras de interconexión indicadas.

ii) Segunda etapa. Los terrenos de la parte sur de la cuenca ubicados a cotas inferiores que los canales Maule-Ancoa, Ancoa-Perquilauquén y Perquilauquén-Ñiquén, se regarán prioritariamen

te con los excedentes de los recursos de pasada resultantes después de haber regado el área situada sobre la cota de esos canales. Los déficit que subsistan en la zona bajo los canales de interconexión se suplen con los excedentes de los embalses de cabecera, una vez asegurado el riego de los sectores altos.

Finalmente, si una vez utilizados los recursos anteriores persisten déficit en algunas áreas, deberá apoyarse el sistema mediante caudales extraídos desde el río Maule y que serían conducidos hasta dichas zonas deficitarias mediante los canales de interconexión. Estos aportes del río Maule constituirían una demanda que se designa como(D1) (ver figura N° VII.B.4-7).

En la época de deshielo, en la cual se producen grandes caudales en el río Maule, los que por falta de regulación se perderían, es posible utilizar aquellos que sean excedentes (después de haber satisfecho el resto de las demandas al Maule) en la zona bajo los canales Maule-Ancoa, Ancoa-Perquilauquén y Perquilauquén-Ñiquén. De esta manera sería posible retardar la utilización de los embalses de cabecera y, por lo tanto, optimizar el sistema integral.

iii) Tercera etapa. En esta alternativa, la tercera etapa correspondería al riego que utiliza aguas del río Maule como fuente principal.

Prioritariamente deben aprovecharse los recursos de pasada correspondientes a las fuentes locales (río Claro, Lircay y Rari). Los déficit que subsistan deben suplirse con recursos de pasada del río Maule, los que se captarán mediante el Sistema Maule Norte (Alto y Bajo), el Sistema Maule Sur, canales Taco General y canal Maule-Río Claro. Tales captaciones constituyen las demandas localizadas en las riberas del río Maule(D2)(D3)(D4)y(D5). (ver figura N° VII.B.4-7).

Finalmente, una vez utilizados todos los recursos de pasada, se aprovechará el embalse de regulación El Picazo, dejando como última reserva la Laguna del Maule, considerando su carácter multianual.

De lo expuesto en los puntos anteriores puede concluirse que el esquema N° 3-A se ha concebido como un sistema de utilización de recursos basado en la operación de los caudales disponibles del río Maule, desde donde se suplementan las necesidades deficitarias para riego y otros usos que se produzcan en la hoya. Se exceptúan de este sistema de utilización las zonas ubicadas sobre los canales de interconexión, debido a que por problemas de cota ellas no pueden integrarse al sistema anterior.

En el modelo de simulación correspondiente se incorporarán las

centrales Isla y Cipreses, de modo que el análisis incluya la hidroelectricidad y constituya, por lo tanto, un aprovechamiento integral de recursos.

3.3.b. Esquema de obras N° 3-B. (Embalse Guaiquivilo) (Ver figura N° VII.B.4-8).

3.3.b.1. Consideraciones generales. En el Diagrama de Flujo y Zonificación (figura N° VII.B.4-9) se han representado esquemáticamente las obras que constituyen esta alternativa del esquema N° 3.

Esta alternativa es similar a la anterior, pero reemplazando los embalses de cabecera por el embalse Guaiquivilo. Este último ebalse por estar ubicado en el río Melado, afluente del Maule, refuerza los recursos de éste y, por lo tanto, al sistema dorsal del regadío de la cuenca.

3.3.b.2. Operación del sistema. Esta alternativa deberá operarse de la misma manera que la anterior, debiendo distinguirse también los mismos sectores principales:

- Area con recursos no regulados.
- Areas con recursos que cuentan con regulación propia.
- Areas con recursos regulados en la Laguna del Maule y en el embalse Guaiquivilo (ver figura N° VII.B.4-10).

3.3.c. Esquema de obras N° 3-C. (Sin nuevos embalses)

3.3.c.1. Consideraciones generales. Esta alternativa es igual a la anterior pero eliminando en este caso el embalse Guaiquivilo y considerando como obras nuevas sólo los canales de interconexión norte sur: el canal Maule-Ancoa, canal Ancoa-Perquilauquén y el canal Perquilauquén-Ñiquén.

Además de las obras nuevas señaladas, se consideran naturalmente todos los canales de interconexión y los embalses de regulación existentes.

3.3.c.2. Operación del sistema. Esta alternativa deberá operarse de la misma forma que las dos anteriores, distinguiéndose también los mismos sectores principales:

- Areas con recursos no regulados
- Areas que cuentan con regulación propia (Bullileo y Digua)
- Areas con recursos regulados en la Laguna del Maule.

3.4 Definición de Nudos Hidrológicos.

3.4.a. Esquema de obras N° 3-A.
Considerando que la estructura del esquema de obras N° 3 es similar a la de los esquemas N° 1 y N° 2, los nudos hidrológicos son los mismos que se describieron para dichos esquemas.

A continuación se incluye el cuadro de estos nudos hidrológicos:

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
A2	Río Claro en punto de alimentación sector 02-1 (poco a. arriba de descarga estero Agua Fría)	02-1 01-a	- Caudales del río Claro en régimen natural.
A3	Río Claro en toma canal San Rafael	02-d 01-b	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a. - Recuperaciones de riego recogidas en el río Claro.
A4	Río Claro en punto de alimentación sector 02-h	02-h	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-a, 01-a, 02-d y 01-b.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
B1	Punto de captación del canal Maule Norte Bajo (2a Sección) en el río Lircay	02-g 02-h	- Caudales del río Lircay en régimen natural - Aportes del río Maule desde Armerillo a través de canal Maule Norte Bajo - Efecto regulador del embalse Picazo
B2	Bocatoma Armerillo de canal Maule Norte	02-j 02-i 02-f	- Hoya intermedia río Maule entre Laguna del Maule y Armerillo considerando la operación de la Laguna La Invernada y excluyendo entregas desde río Melado a canal Melado. - Aportes desde Laguna del Maule. * - Aportes de Guaiquivilo.
C1	Río Maule en bocatoma canal Maule Sur y Taco General.	02-e 03-a 03-b	- Aporte desde el río Maule para el riego de la zona.
D1	Río Claro en punto de alimentación sector 01-c (confluencia con río Lircay)	01-c 01-d	- Excedentes río Claro en el nudo - Sobrantes río Lircay en su confluencia con el Claro incluyendo Embalse Picazo. - Recuperación de riego - Aportes desde el río Maule a través del canal Maule-Río Claro.

* Sólo para el esquema 3-B.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
D2	Confluencia de río Lircay y canal Maule-Río Claro	02-c 02-b	- Excedentes río Lircay en el nudo - Recuperaciones de riego - Aportes desde río Maule a través del canal Maule Río Claro - Efecto regulador del embalse Picazo.
D3	Río Maule en bocatoma canal Maule-Río Claro	02-a	- Recuperacion de riego - Aportes desde río Maule.
D4	Río Maule en bocatoma canal Maule-Ancoa	04-a 04-f 03-c 09-d	- Río Maule.
E1	Bocatoma canal Melado Longaví en río Achibueno	06-a 05-b 04-m	- Caudales río Achibueno en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponible en bocatoma canal Llepo una vez regados los sectores 04-h y 04-k (25%) y sectores 04-b, 04-i y - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa, canal Llepo y canal Melado-Longaví. * - Recursos regulados en el embalse Ancoa * - Recursos regulados en el embalse La Recova.

* Sólo para el esquema 3-A.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
E2	Bocatoma canal Rabones en río Putagán	04-b 04-i 04-e	- Caudales río Putagán en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal alimentador Roblería, luego de abastecidos los sectores 04-h y 04-k (25%) - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal alim. Poblería.
E3	Bocatoma canal alimentador Roblería en río Ancoa	04-h 04-k(25%)	- Caudales río Ancoa en régimen natural - Aportes desde río Melado a través del canal Melado, río Ancoa.
R1	Río Rari en punto de alimentación sector 04-c (poco a. abajo descarga estero Juan Filo)	04-c	- Caudales río Rari en régimen natural.
F1	Río Longaví en bocatoma canal alimentador Digua	06-b 05-a 07-c	- Caudales río Longaví en régimen natural (excluyendo río Bullileo) - Aportes desde embalse Bullileo (incluyendo rebalses).

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo.
F2	Río Longaví en bocatoma del canal Melado-Longaví	05-b 06-a	- Caudales de pasada del río Longaví una vez abastecidos los sectores 05-a, 06-b, 07-c y las entregas al canal alimentador Digua hasta llenar este embalse. - Sobrantes del canal Melado-Longaví para regar el sector 06-a. * - Aportes desde el embalse Ancoa a través del canal Llepo y Melado-Longaví * - Aportes desde el embalse La Recova a través del canal Melado-Longaví.
G1	Bocatoma canal Perquilauquén-Cato en río Perquilauquén	08-a 07-m	- Caudales río Perquilauquén en régimen natural * - Aportes del embalse Lavadero (incluyendo rebalses)
G2	Bocatoma canal Perquilauquén-Ñiquén en río Perquilauquén	08-b	- Excedentes río Perquilauquén luego de abastecidos los sectores 08-a y 07-m. - Aportes desde embalse Digua * - Aportes del embalse Lavadero (Incluyendo rebalses)

* Sólo para esquema 3-A.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
G3	Bocatoma canal matriz Digua en río Cato	07-b 07-j 07-k 07-l	- Excedentes río Perquilauquén una vez asegurado el riego de los sectores 08-a, 07-m y 08-b, desviados a través del canal Perquilauquén-Cato. - Aportes desde embalse Digua * - Aportes desde el embalse Lavadero a través del canal Perquilauquén-Cato.
H1	Confluencia del río Loncomilla y río Longaví	09-c	- Sobrantes y recuperaciones del río Perquilauquén y del río Longaví después de regar zonas situadas aguas arriba.
H3	Confluencia del río Perquilauquén y Ñiquén	11-h 09-d	- Sobrantes y recuperaciones del río Perquilauquén después de regar zonas situadas aguas arriba.
H4	Descarga de nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén en río Ñiquén	08-c	- Caudales río Ñiquén en régimen natural - Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Ancoa Perquilauquén provenientes del riego del área situada sobre éste. - Aportes desde río Maule a través de Canal Maule-Ancoa y Ancoa-Perquilauquén.

* Sólo para esquema 3-A.

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
H5	Descarga Ancoa-Perquilauquén en río Perquilauquén	07-f	- Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Maule-Ancoa - Perquilauquén provenientes del riego de las zonas situadas sobre éste. - Recuperaciones de riego - Aportes desde río Maule.
H6	Confluencia del estero Parral con Ancoa-Perquilauquén	07-i 07-h 07-g 07-a 07-e 07-d 06-m	Idem H5
H7	Confluencia del río Longaví con Canal Ancoa-Perquilauquén	06-j 06-i 06-l 06-k 06-h 06-g 06-f 06-e 06-d 06-c 05-c	Idem H5 y H6
H8	Confluencia del río Achibueno con canal Ancoa-Perquilauquén	04-n 04-l 04-j(20%)	Idem H5, H6 y H7
H9	Canal Maule Ancoa en punto de alimentación sector 04-j (80%)	04-j(80%)	Idem H5, H6, H7 y H8
H10	Confluencia del río Putagán con canal Maule-Ancoa	04-g 04-d	Idem H5 a H9

3.4.b. Para el esquema de obras N° 3-B, los nudos serán los mismos que para el esquema de obras N° 3-A. La única diferencia se produce en los recursos, ya que desaparecen los embalses de cabecera: Lavadero, La Recova y Ancoa; y se agrega el embalse Guaiquivilo, el que suplementa los recursos del río Maule.

3.4.c. Para el esquema de obras N° 3-C, los nudos serán los mismos que para el esquema de obras N° 3-B. La única diferencia se produce en los recursos ya que no existe el embalse Guaiquivilo.

CUADRO N° VII.B.4-1

RESUMEN DE LAS ZONAS QUE QUEDAN BAJO LA INFLUENCIA DE LAS OBRAS DEL ESQUEMA N° 1.

N°	ZONA DENOMINACION	SECTORES QUE COMPRENDE	SUPERFICIE APROXIMADA há.
1	Posible de regar con el río Claro	01-a; 01-b; 02-d y 02-l	10.200
2	De influencia del canal Maule Alto	02-i y 02-j	22.200
3	De influencia del canal Maule Bajo	02-f; 02-g y 02-h	32.200
4	De riego directo desde el embalse Colbún	02-e y 03-a	22.100
5	De riego desde el canal Restitución Machicura	01-c; 01-d; 02-a; 02-b; 02-c y 03-b	86.300
6	De riego del río Rari	04-c	113
7	De riego del canal Melado sobre cota c. Linares	04-b; 04-e; 04-h; 04-i. 04-k(25%); 04-m; 05-b y 06-a	12.700
8	De influencia del río Longaví y embalse Bullileo sobre cota c. Linares	05-a; 06-b y 07-c	28.600
9	De influencia del embalse Digua sobre cota del canal Linares	07-b; 07-j; 07-k; 07-l y 08-b	4.800
10	Perquilauquén Alto	07-m y 08-a	5.500
11	Bajo canal Linares y nuevo Perquilauquén-Ñiquén	03-c;04-a; 04-d; 04-f; 04-g; 04-j;04-l; 04-n; 05-c; 06-c; 06-d;06-e; 06-f; 06-g; 06-h; 06-i;06-j; 06-k; 06-l; 06-m; 07-a;07-d; 07-e; 07-f; 07-g; 07-h;07-i; 08-c y 09-d.	179.200
TOTAL			403.913

FIGURA VII.B.4-1

ESQUEMA Nº1 DIAGRAMA DE OBRAS

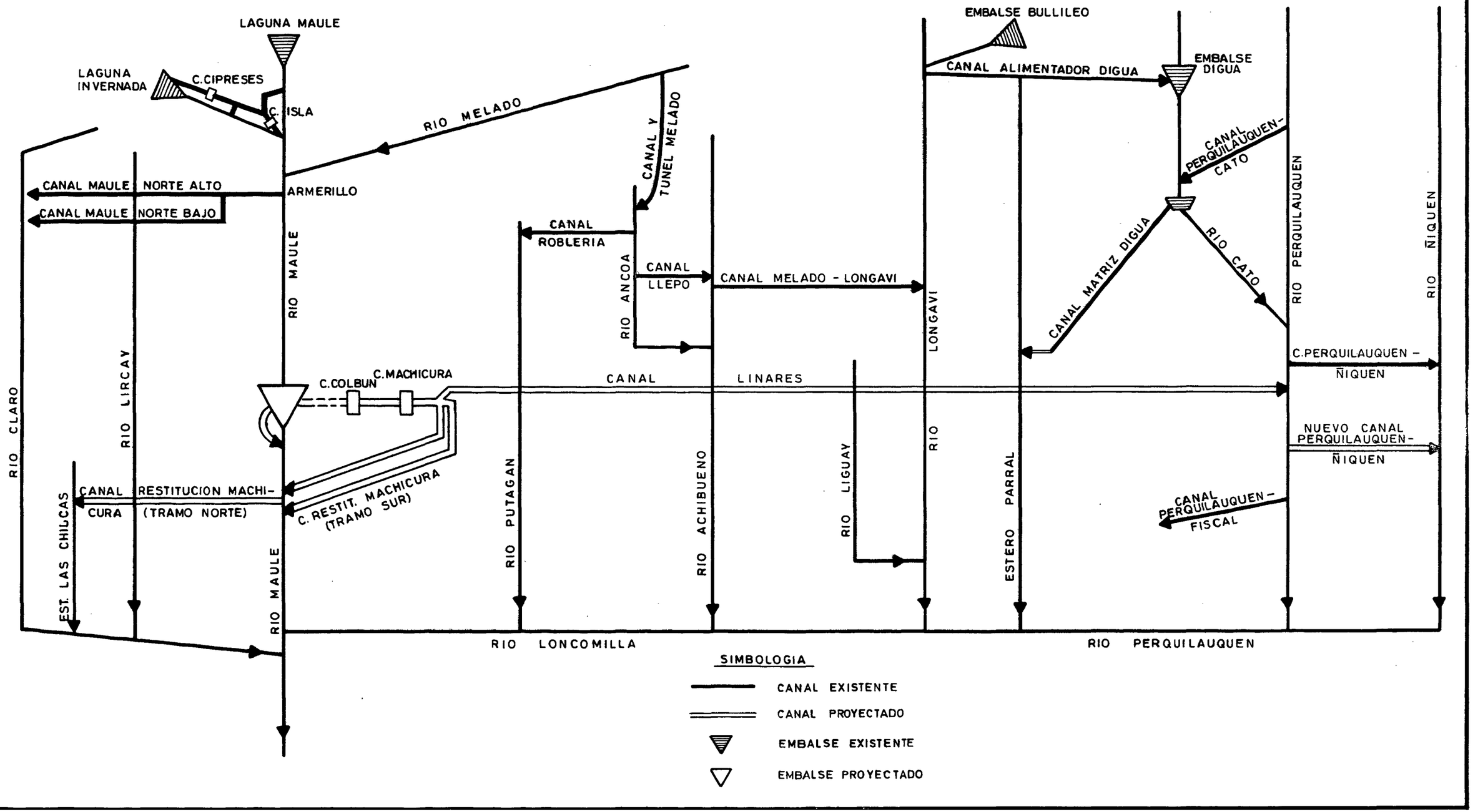
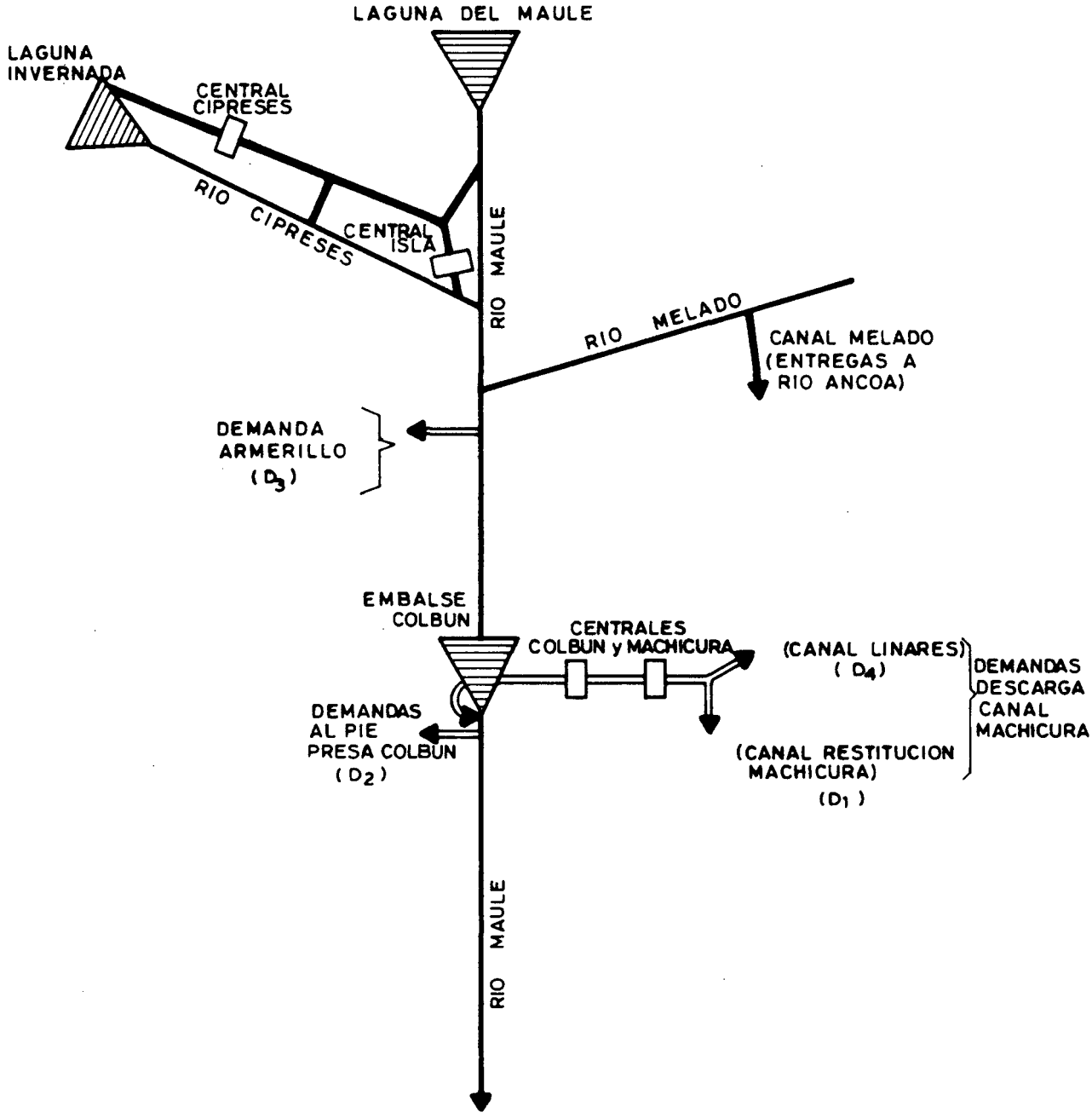


FIGURA VII.B.4-2

ESQUEMA Nº1. OPERACION DE LOS EMBALSES DEL RIO MAULE



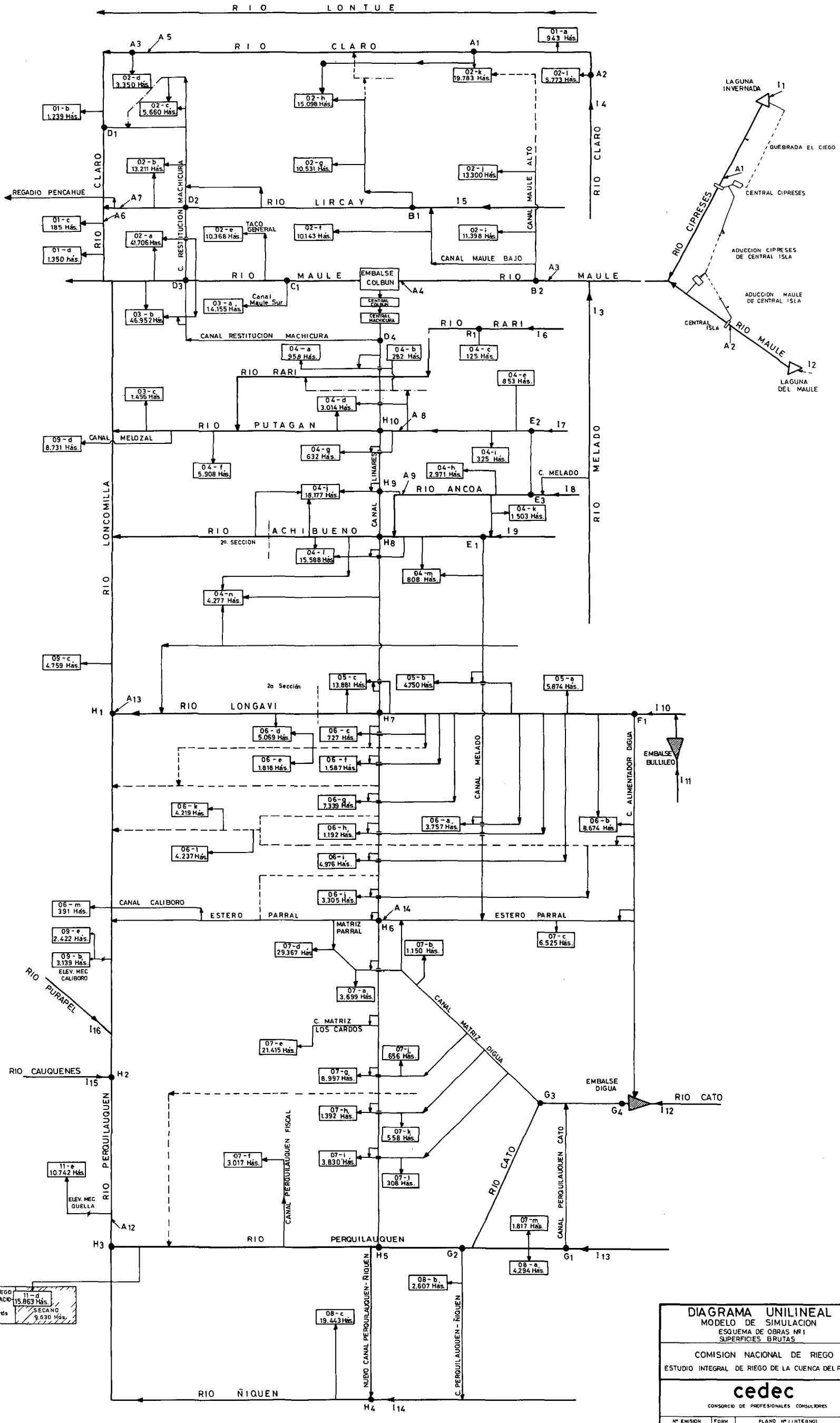


DIAGRAMA UNILINEAL
MODELO DE SIMULACION
ESQUEMA DE OBRAS Nº 1
SUPERFICIES BRUTAS

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE

cedec
CONSORCIO DE PROFESIONALES CONSULTORES

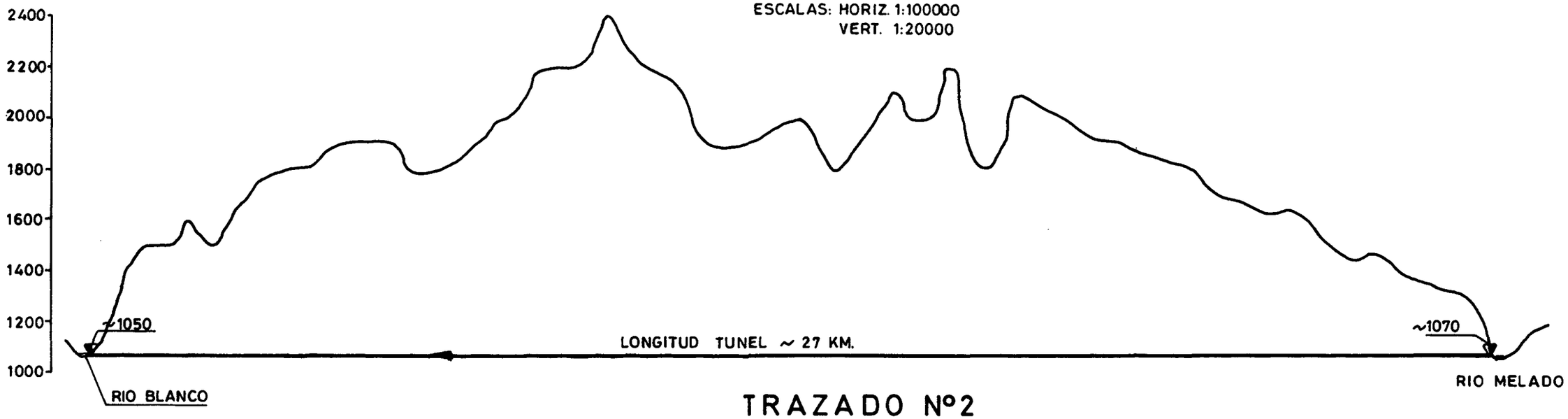
Nº EMISION	FORM	PLANO Nº (INTERNO)	REV
1	B	100-09-001	

FIGURA N°VII B 4 3

FIGURA VII. B. 4-4

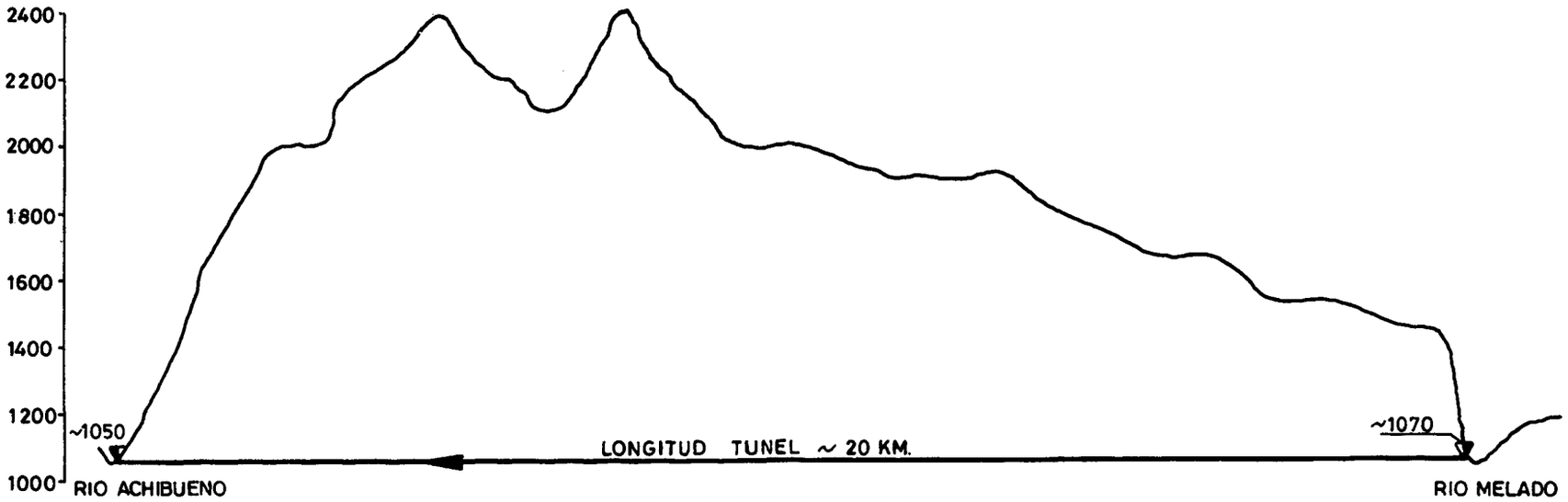
TRAZADO Nº 1

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000



TRAZADO Nº2

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000



TRAZADO Nº3

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000

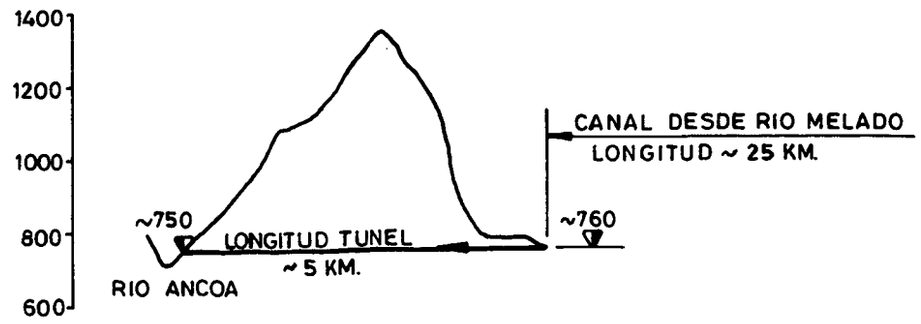
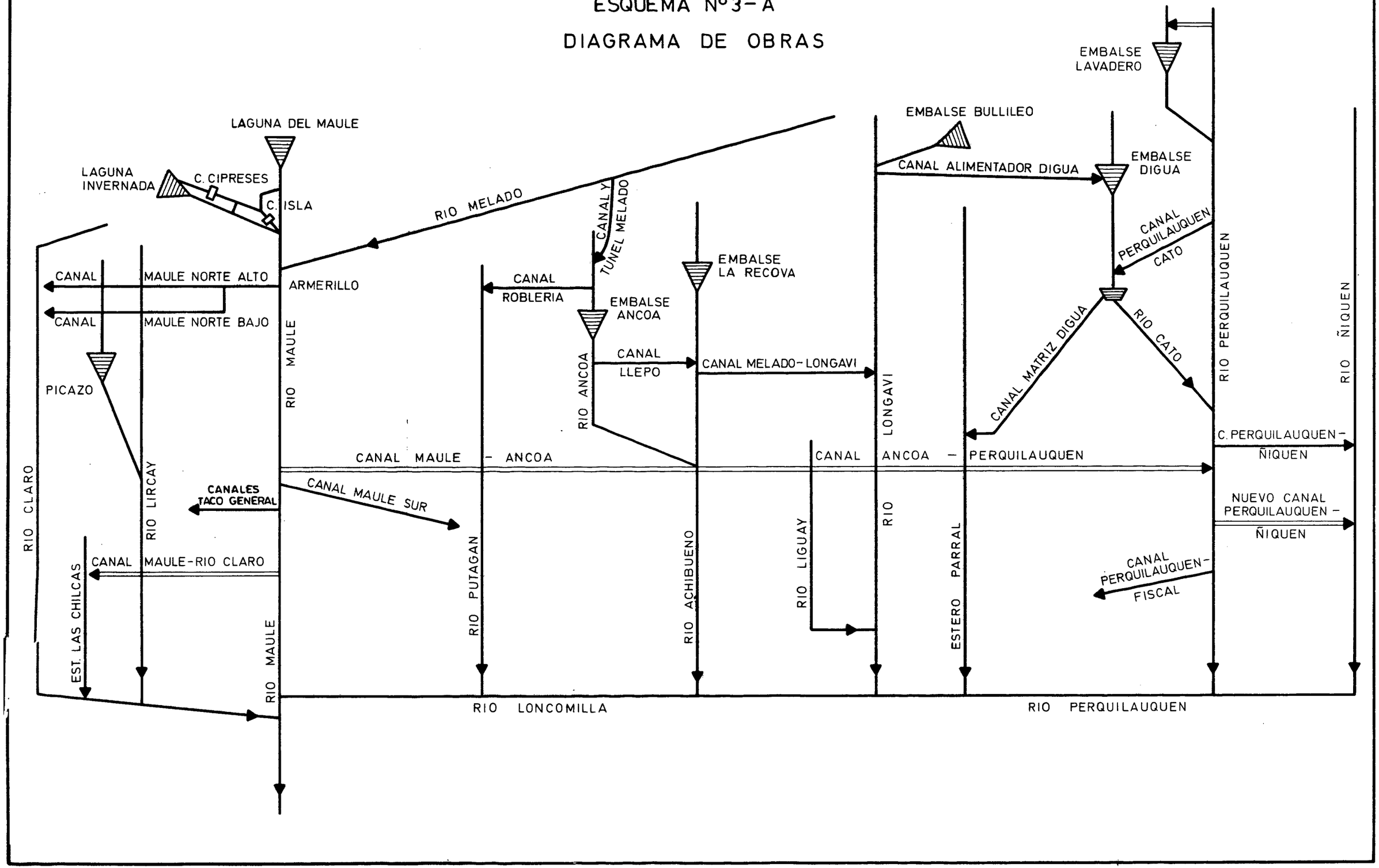


FIGURA:VII.B.4-5

ESQUEMA Nº3-A

DIAGRAMA DE OBRAS



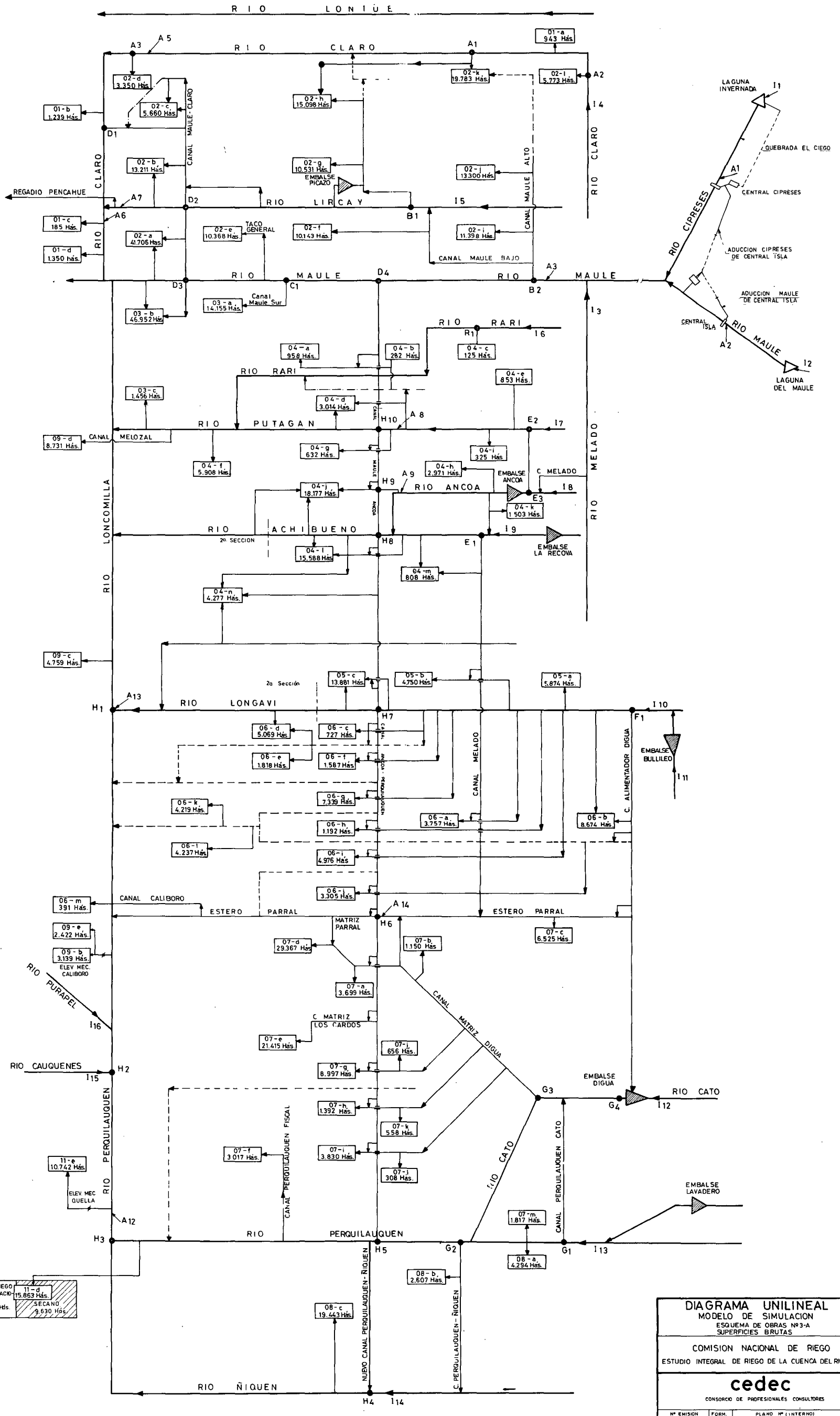


DIAGRAMA UNILINEAL
MODELO DE SIMULACION
ESQUEMA DE OBRAS Nº 3-A
SUPERFICIES BRUTAS

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE

cedec

CONSORCIO DE PROFESIONALES CONSULTORES

Nº EMISION	FORM.	PLANO Nº (INTERNO)	REV.
1	B	100-09-001	

FIGURA N° VII B 4 6

FIGURA VII. B.4-7

ESQUEMA Nº 3-A

OPERACION RECURSOS DEL RIO MAULE

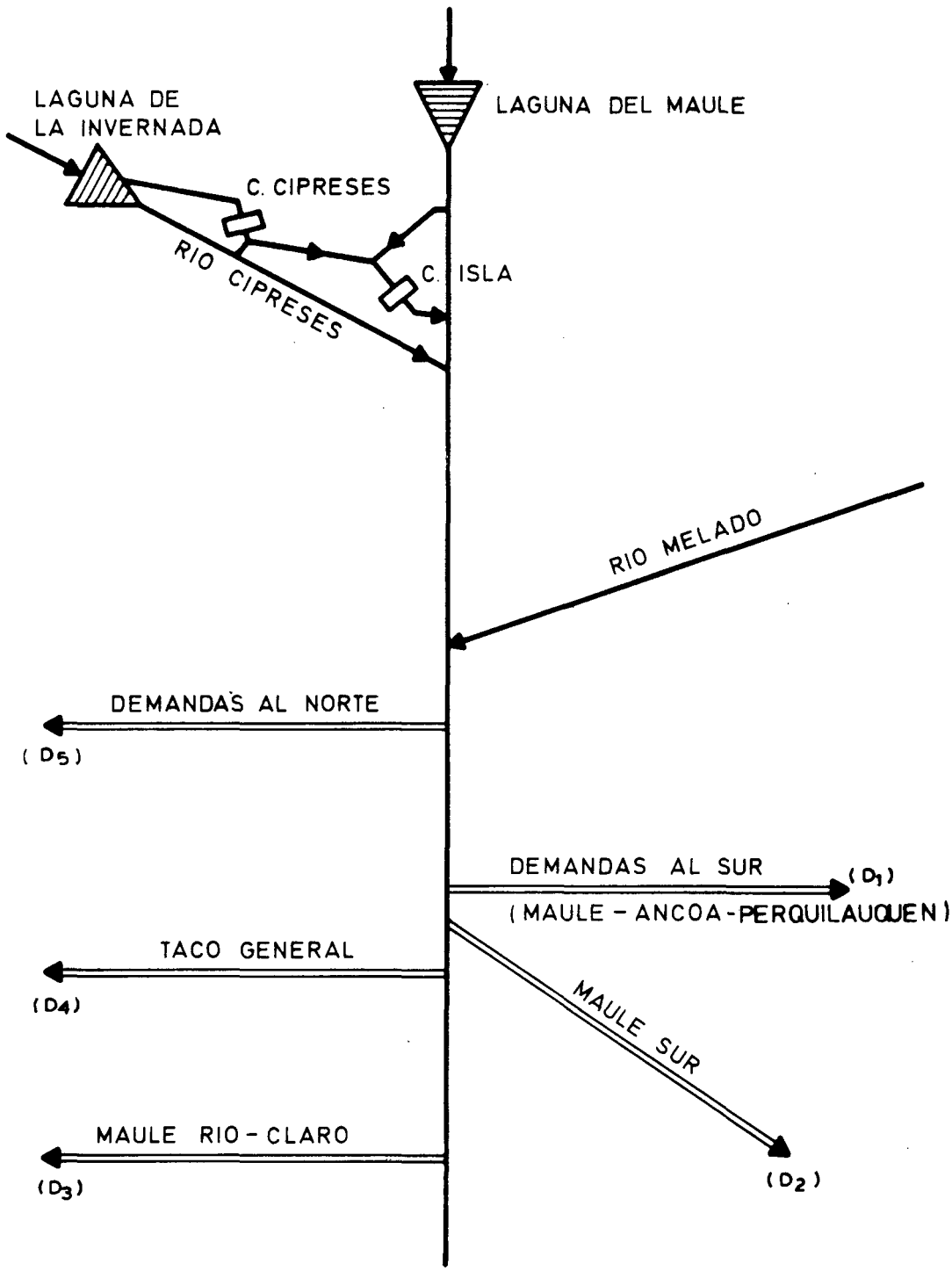
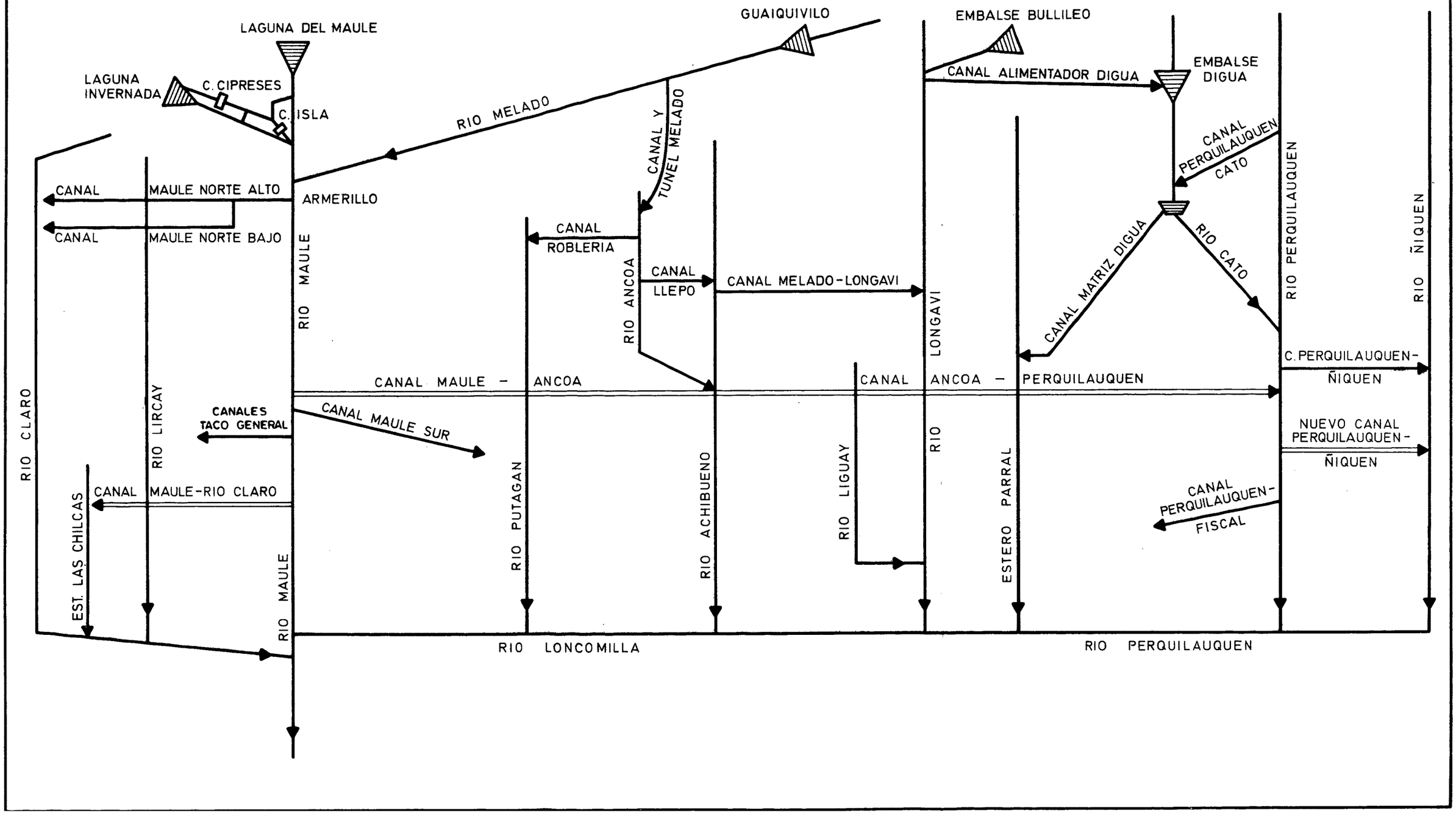


FIGURA:VII.B.4-8

ESQUEMA Nº 3-B
DIAGRAMA DE OBRAS



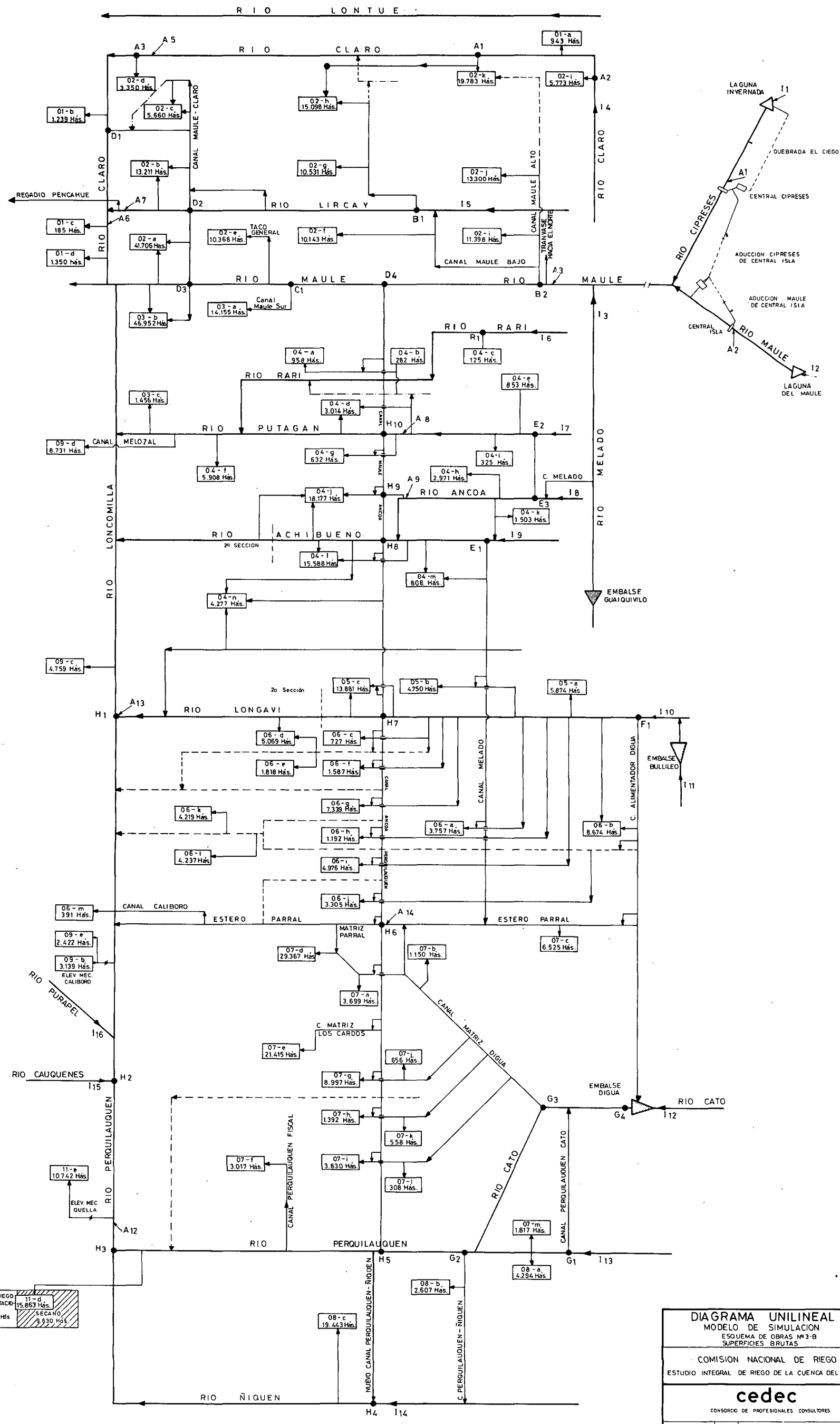


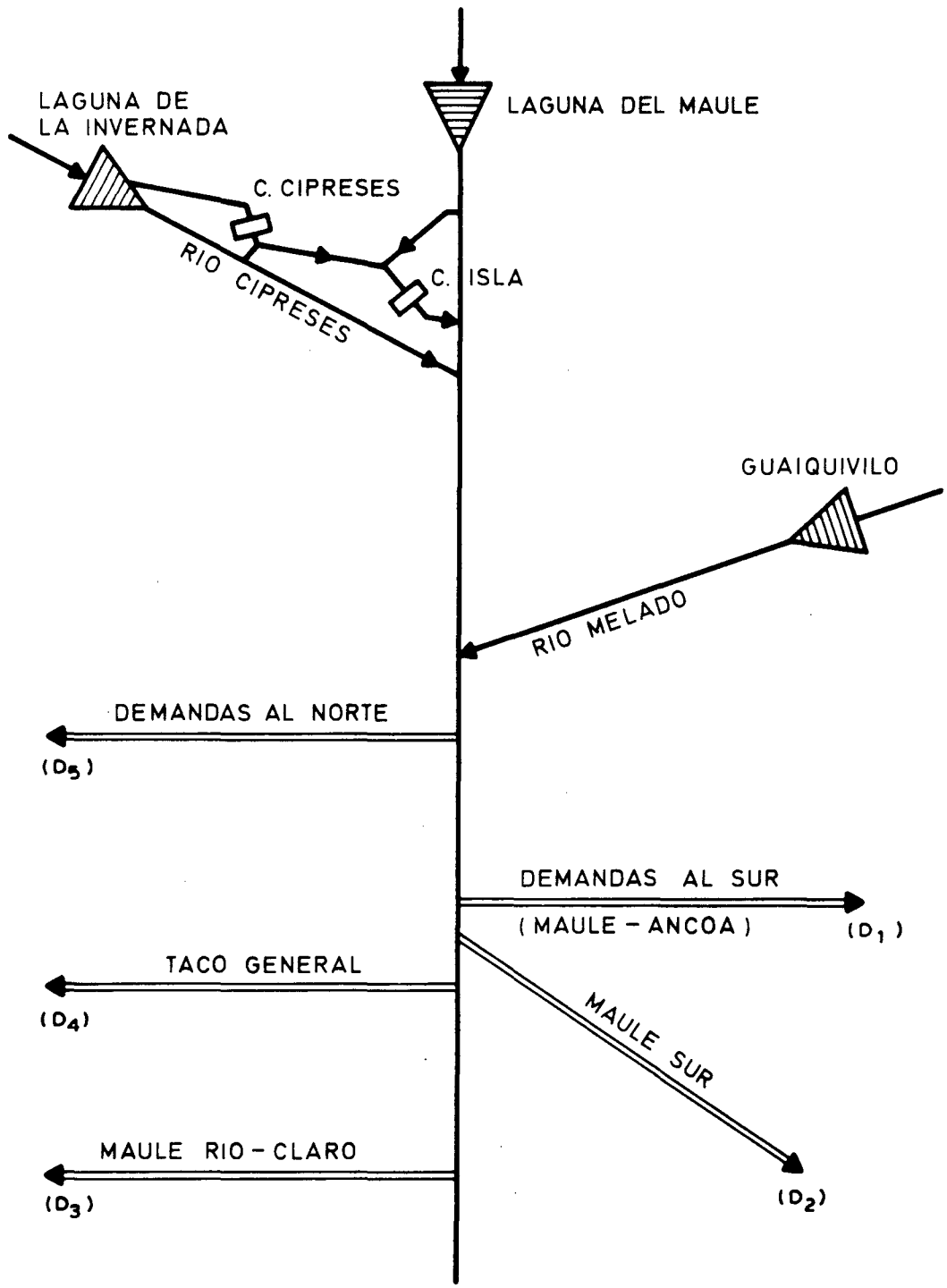
DIAGRAMA UNILINEAL	
MODELO DE SIMULACION	
ESQUEMA DE OBRAS Nº 3-B	
SUPERFICIES BRUTAS	
COMISION NACIONAL DE RIEGO	
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE	
cedec	
CONSORCIO DE PROFESIONALES CONSULTORES	
Nº EMISION: 1	FORM: B
PLANO Nº (INTERNO): 100-09-001	REV:

FIGURA Nº VII.B.4-9

FIGURA VII.B.4-10

ESQUEMA Nº 3-B

OPERACION RECURSOS DEL RIO MAULE



VII. C.- DISEÑO PRELIMINAR, PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION DE OBRAS.

1.- Criterios generales de diseño
2.- Embalse Colbún
3.- Embalse Guaiquivilo
4.- Embalse Picazo
5.- Embalse Ancoa
6.- Embalse La Recova
7.- Embalse Lavadero
8.- Canal Tronco - Linares
9.- Canal Maule - Perquilauquén
10.- Canal Perquilauqén - Ñiquén (nuevo)
11.- Canal Machicura Sur
12.- Canal Machicura Norte
13.- Canal Maule Norte Alto (prolongación)
14.- Embalse Purapel
15.- Embalse Las Garzas
16.- Embalse San Juan

VII.C.1.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

1. EMBALSES
1.1 Criterios hidráulicos
a) Obras de desviación para la etapa de construcción
b) Obras de entrega para riego
c) Obra de seguridad de la presa
d) Volumen o capacidad total de los embalses
e) Volumen muerto de los embalses

1.2 Criterios estructurales
a) Tipo de presa
b) Perfil de las presas de rellenos
c) Fundación de las presas de relleno
d) Presas de hormigón
e) Túneles
f) Vertedero
g) Rápido y desifrador de energía

2. CANALES MATRICES
2.1 Aspectos generales
a) Caudales básicos de diseño
b) Determinación de los cambios de sección por efecto de la variación del caudal en un tramo dado

2.2 Canales revestidos con hormigón
a) Pendiente de fondo
b) Forma de la sección
c) Velocidad
d) Coeficiente de rugosidad
e) Alejamiento de la crisis
f) Revanchas

2.3 Canales sin revestir
a) Pendiente de fondo
b) Forma de la sección
c) Velocidad
d) Coeficiente de rugosidad
e) Alejamiento de la crisis
f) Revanchas
g) Terraplenes

2.4 Obras de arte

3. PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS MATRICES
3.1 Criterios básicos para el costeo y programación de la construcción
3.2 Lista de precios unitarios básicos

1. EMBALSES.

1.1 Criterios hidráulicos.

1.1.a. Obras de desviación para la etapa de construcción.

En general, se adoptó un diseño basado en un túnel que cruza los cerros que limitan el muro de la presa. Se consideró como caudal de desviación el correspondiente a una crecida con una probabilidad de ocurrencia de 1 en 20 años. La obra de disipación de energía y entrega al río se diseñó para el caudal indicado.

1.1.b. Obras de entrega para riego.

Se consideró, en general, un diseño basado en el aprovechamiento del túnel de desviación, en una sección del cual se dispuso las válvulas de regulación necesarias.

Se adoptó un caudal aproximado, obtenido en base al aprovechamiento del volumen útil del embalse durante los meses de riego. En todo caso, como el caudal de entrega para riego es menor que el caudal de diseño de la desviación, un error de apreciación en el primero no tiene una incidencia importante en el costo global de las obras.

Por último, no se efectuó un estudio de sedimentación de los embalses, por lo cual la ubicación en cota del umbral de la obra de toma y consecuentemente el volumen muerto del embalse se eligió por otras consideraciones y teniendo en cuenta el proyecto de embalses similares.

1.1.c. Obra de seguridad de la presa.

En la gran mayoría de los casos se adoptó un diseño basado en un vertedero con compuertas automáticas sobre su umbral. Esta disposición es usada frecuentemente en los embalses de la Dirección de Riego y tiene la ventaja de aumentar el volumen útil del embalse. En cuanto al rápido de descarga y disipador de energía, se usaron diseños standard del U.S.B.R. (United States Bureau of Reclamation.)

El caudal de diseño de las obras de seguridad fue el correspondiente al caudal de una crecida con probabilidad de ocurrencia de 1:1000 años. Se analizó en cada caso, en forma aproximada, el efecto regulador del embalse.

Para el cálculo del nivel máximo excepcional del ambalse se consideró la falla de una de las compuertas. En ese caso se contempló una revancha mínima al coronamiento de la presa.

1.1.d. Volumen o capacidad total de los embalses.
La capacidad de los distintos embalses se definió de acuerdo a las limitaciones en cuanto a cota de coronamiento, determinadas a su vez por las condiciones topográficas, geológicas y geotécnicas existentes en los lugares de emplazamiento de las respectivas presas.

Sin perjuicio de las limitaciones mencionadas, se verificó además que el volumen total en cada uno de los embalses estudiados permitiera su llenado mediante los recursos efectivamente aprovechables durante la temporada de invierno. Tales verificaciones se efectuaron para un año de hidrología seca.

En el caso del embalse Colbún, se mantuvo las dimensiones establecidas en el proyecto de la ENDESA, considerando que es una obra de uso múltiple y como tal está concebida en dicho estudio.

Para el embalse Ancoa, se tomó las dimensiones fijadas por el proyecto existente, de la Dirección de Riego, el cual se encuentra con su construcción iniciada.

La altura de muro de Guaiquivilo se fijó tomando en consideración el caudal afluente en un año de hidrología seca, el cual determinó una capacidad del orden de los 500 millones de m3.

El embalse La Recova, a la luz de los estudios realizados hasta el momento, presenta posibles problemas de fundación en su costado izquierdo debido a la cercanía del valle del estero La Mina. Por esa razón se consideró prudente no exceder una altura de muro de setenta metros, sobretodo si se toma en cuenta que la relación agua/muro para esa altura es cercana al óptimo.

Se consideró que, en el embalse Lavadero, no era recomendable construír una presa de altura mayor de 50 metros, teniendo en consideración que los emplazamientos de la obra estarán construídos por materiales morrénicos. En esta etapa del estudio y sin contar con prospecciones, se estimó prudente fijar como máximo la altura señalada.

Para el caso del embalse Picazo, se consultó una altura máxima de

45 m. debido al desconocimiento de la ubicación de la roca en gran parte de la garganta.

La altura de muro de los embalses San Juan y Las Garzas quedó fijada por la mejor utilización, dada por el procesamiento de modelo de simulación, y de los recursos hídricos existentes en las respectivas hoyas hidrográficas.

Finalmente, para el embalse Purapel, se determinó el volumen de regulación necesario para el servicio de la superficie regable por él en base también al procesamiento del modelo simple de simulación y ésto fijó la altura de la presa de embalse.

1.1.e. Volumen muerto de los embalses.
El monto del volumen muerto quedó definido en los diferentes prediseños de embalses por la cota mínima de captación en las respectivas obras de entrega de riego.

Estas se ubican, en la gran mayoría de los casos, aprovechando los túneles requeridos para efectuar la desviación provisional de construcción y quedaron constituídas por una torre de toma, desde la cual es posible alimentar a una o más tuberías provistas de válvulas y situadas en el interior de un túnel de desviación.

A fin de poder contar con un plazo adecuado para habilitar la desviación provisional de construcción como obra de entrega, es necesario que el umbral de captación de dicha obra esté a una cota más alta que la del lecho del río. Esta cota de captación quedó fijada entonces de manera que una vez realizado el cierre de la desviación transcurra un lapso al menos igual al período estimado para efectuar la habilitación señalada antes que el agua alcance el umbral de toma. De acuerdo a las características propias de los diferentes embalses estudiados, los plazos de ejecución de las faenas señaladas se estiman entre dos y cuatro meses.

Aún cuando en algunos casos se consultaron obras de desviación y entrega para el riego con disposiciones distintas a las indicadas anteriormente, los criterios utilizados en tales casos para determinar el volumen muerto fueron similares al señalado.

Por último, debe tenerse presente que, a excepción del embalse Colbún, no se cuenta con antecedentes que permitan definir en forma estimativa el volumen muerto en relación a la cantidad de sólidos que se acumularían en el embalse durante un período determinado. En todo caso, se estima que los volúmenes muertos determinados son suficientes para absorber los sólidos que se depositan en un caso normal.

1.2 Criterios estructurales.

1.2.a. Tipo de presa.

En general se adoptó la solución de presa de tierra. Sólo se estudió la solución de presa de hormigón excepcionalmente, en aquellos casos en que dada la geometría y geología de la garganta convenía combinar el vertedero con la presa.

1.2.b. Perfil de las presas de rellenos.

Para las presas de pequeña altura se adoptó en lo posible un perfil homogêneo, mientras que para las mayores se prefirió un muro por zonas, con un núcleo impermeable central.

La inclinación de los taludes exteriores de la presa se fijaron mediante un análisis de estabilidad, haciendo uso de métodos aproximados de cálculo. Las propiedades de los materiales que se diseñaron como relleno se obtuvieron de los valores recomendados por el U.S.B.R.

Las revanchas y enrocados de protección se fijaron también siguiendo los criterios del U.S.B.R.

1.2.c. Fundación de las presas de rellenos.

Para presas altas (mayores de 30 m.) se consideró una cortina monolíneal de inyecciones en la roca.

En aquellos casos que requirieron de impermeabilización del suelo de fundación se adoptó la solución de zanja de relleno impermeable, siempre que ella no superara los 10 m. de profundidad. Para profundidades mayores, se adoptó como solución la pared moldeada.

1.2.d. Presas de hormigón.

La presa se implantó de acuerdo con las características topográficas de las riberas y se dimensionó empleando métodos aproximados. Los espesores que resultaron se compararon con los de presas existentes de características similares.

Como tratamiento de la roca de fundación se consideraron inyecciones de consolidación de la roca de contacto y un sistema de drenaje ubicado aguas abajo de la cortina impermeable.

1.2.e. Túneles.
Se entró lo antes posible en túnel, evitando así los grandes escarpes en la ladera para no perturbar la estabilidad del talud.

Los túneles se diseñaron totalmente revestidos, aún cuando funcionasen como acueductos. El revestimiento se consideró de hormigón simple y se supuso que un 10% de la longitud total requeriría revestimiento con hormigón armado.

1.2.f. Vertedero.
Se verificó la estabilidad general adoptando los coeficientes de seguridad al volcamiento y deslizamiento recomendados por el U.S.B.R. En caso de estructuras fundadas en suelos, se verificó además la seguridad al piping utilizando el criterio de Lane.

Para cubicar, se determinaron los espesores mediante cálculos aproximados.

1.2.g. Rápido y disipador de energía.
Se diseñaron en hormigón armado, siguiendo las recomendaciones del U.S.B.R.

En caso de existir roca, se consideraron cáncamos de anclaje a la roca, en el radier del rápido y disipador, para contrarrestar los efectos de la subpresión. Además se dispuso sistemas de drenaje cuando fue necesario.

Para cubicar, se determinaron los espesores mediante cálculos aproximados.

2. CANALES MATRICES.

2.1 Aspectos generales.

2.1.a. Caudales básicos de diseño.

Para los efectos de realizar los diseños preliminares de los canales matrices contemplados en los esquemas de riego, se emplearon los valores de caudales máximos, tanto al comienzo como al término de los distintos tramos de ellos, obtenidos al procesar los respectivos modelos de simulación.

Por otra parte, los caudales que en rigor debieron haberse utilizado para los diseños preliminares son de valores inferiores a los máximos. Sin embargo, se escogieron los máximos atendiendo a los siguientes hechos:

- Dificultad para fijar un criterio uniforme aplicable a los distintos tramos de los canales.

- La escasa diferencia que, en general, se presenta entre los valores correspondientes al mes de mayor demanda en los distintos años, hecho que queda de manifiesto si se compara el valor máximo del caudal de dicho mes con el valor medio.

- La escasa variación que, en general, experimenta la altura normal con el caudal.

- El hecho de ser el presente un estudio a nivel de prefactibilidad, donde el objetivo del diseño preliminar es obtener costos estimativos de las obras para los efectos de evaluar económicamente los distintos esquemas que éstas forman.

Finalmente cabe hacer presente que los caudales de diseño no resultan directamente de los listados del proceso de simulación sino de un análisis crítico del mismo, puesto que el modelo optimiza el uso de los embalses pero no el de los canales de interconexión.

Así puede resultar que los caudales conducidos por el canal de interconexión en un año abundante en recursos sean mayores que los

de un año seco porque existen recursos de pasada en el río Maule que de acuerdo a la norma de operación, deben atender las demandas del sur antes de hacer uso del agua de los embalses de esa zona. Ocurre entonces que los embalses locales quedan con agua al término del período y el canal de interconexión requeriría de una sobrecapacidad que no se justifica. Para definir entonces cual es realmente el caudal de diseño que se requiere para el canal de interconexión hay que proceder primeramente a descontar todos los años en que no se utilizan plenamente los recursos locales y luego, ver los caudales máximos entre los años restantes. En esa forma se ha llegado a definir las capacidades de diseño de los canales de interconexión, tanto en el caso del canal Tronco-Linares, como en el de el canal Maule-Perquilauquén.

2.1.b. Determinación de los cambios de sección por efecto de la variación del caudal en un tramo dado.

A fin de considerar los aportes o entregas que necesariamente deben efectuarse a lo largo de un tramo dado de canal, se definió que cada vez que se completara una variación del 10% del caudal se realizara una modificación de las dimensiones de la sección.

Excepto cuando se dispuso de antecedentes mejores, se aceptó que la variación del caudal a lo largo del tramo en cuestión fuera líneal.

2.2. Canales revestidos con hormigón.

2.2.a. Pendiente de fondo.

Aparte de algunos casos que se señalan expresamente, las pendientes de fondo se consideraron con valores entre 0,0004 y 0,0006 y en todo caso menores que 0,001, cifras que son representativas de canales del tipo de los contemplados en los esquemas de obras estudiadas.

2.2.b. Forma de la sección.

Se consideró en general sección trapecial con taludes 1,5:1 (H:V) y altura de agua del orden de $h = 0{,}6\sqrt{A}$, siendo A la sección de escurrimiento.

2.2.c. Velocidad.
Para revestimientos no armados, la velocidad máxima admitida fue de 2,5 m/seg. Para revestimientos armados, se aceptó hasta 6m/seg. para aguas sin arrastre.

2.2.d. Coeficiente de rugosidad.
El coeficiente de rugosidad se supuso variable con el radio hidráulico R en la siguiente forma:

- Para R < 1m ..... n = 0,014
- Para R > 1m ..... n = 0,016

Como valor medio recomendado se consultó n = 0,015.

En canales con muchas curvas se especificó una corrección del coeficiente de rugosidad según la fórmula que se incluye a continuación:

$$\Delta n = 0.001 \frac{\Sigma \alpha}{55,5°} \cdot \frac{100}{L}$$

Siendo: $\Sigma \alpha$ = suma de los ángulos del centro
L = Longitud del canal.

2.2.e. Alejamiento de la crisis.
Se aceptó como valor mínimo del Bernouilli normal del escurrimiento una cifra 10% superior al Bernouilli crítico.

2.2.f. Revanchas.
Se utilizaron las recomendadas por el U.S.B.R.

2.3. Canales sin revestir.

2.3.a. Pendiente de fondo.
Es válido lo indicado para este mismo aspecto en el caso de canales revestidos.

2.3.b. Forma de la sección.
La sección especificada fue de forma trapecial, con los siguientes taludes según el tipo de material:

Tipo de material	Talud (H:V)
Conglomerados firmes	1:2
Toscas	3:4
Arcillas	1:1
Trumaos	1,5:1
Arenas	2:1

La altura de agua aceptada fue de 4 m. como máximo y de 1 m. como mínimo.

2.3.c. Velocidad.
La velocidades máximas según el tipo de material fueron:

Tipo de material	Velocidad m/s
Conglomerados firmes	2,5
Toscas	2,5
Ripios bien conglomerados	2,0
Arcillas	1,0
Trumaos	0,7
Arenas	0,5

2.3.d. Coeficiente de rugosidad.
Se usó $n = 0,030$

2.3.e. Alejamiento de la crisis.
Es válido lo indicado para este mismo aspecto del diseño en el caso de los canales revestidos.

2.3.f. Revanchas.
En general, se utilizaron revanchas iguales a 15% de la altura normal, con un mínimo de 0,20 m. y un máximo de 0,50 m.

2.3.g. Terraplenes.
Como principio general, se trató de evitar los terraplenes, especificando la sección mojada ejecutada en corte.

2.4. Obras de arte.

Considerando que el diseño preliminar de los canales es a nivel de prefactibilidad y tiene por objetivo establecer costos estimativos de éstos y que, por otra parte, la realización de un diseño para cada una de las obras de arte requeridas a lo largo de sus trazados (canoas, sifones, puentes, etc.) exigiría contar con antecedentes de mayor detalle que los disponibles (planchetas 1:50.000 del I.G.M. y restituciones aerofotogramétricas 1: 10.000), en lugar de valorizar los costos de dichas obras de arte sobre la base de diseños preliminares, se ha preferido estimar estos costos a través de tasas o porcentajes aplicados a las inversiones requeridas para la ejecución de los canales propiamente tales.

Dichas tasas han sido fijadas de acuerdo a la relación entre los costos de las obras de arte y los correspondientes a los canales propiamente tales en proyectos de obras de conducción similares, que han sido elaborados con mayor detalle.

Basándose en el criterio anterior, se han establecido las siguientes tasas aplicables al costo de los canales, sin incluír obras de arte, para determinar los costos estimativos de éstas últimas:

Canales del tipo del Tronco-Linares	45%
Canales similares al de restitución del riego, sector sur, del proyecto Colbún, de Endesa	20%
Canales como el de restitución del riego, sector norte, del proyecto Colbún, de Endesa	45%
Modificaciones del canal Maule Norte Alto similares a las contempladas para este canal en el proyecto Colbún	45%

3. PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION DE LAS OBRAS MATRICES

3.1. Criterios básicos para el costeo y programación de la construcción.

Para la determinación del presupuesto de las obras se ha procedido a ejecutar en la forma mas exhaustiva posible la cubicación de las cantidades de obra a partir de los planos de anteproyecto y a aplicar los precios de la lista de precios unitarios básicos, debidamente ponderadas las condiciones y características propias de cada obra.

En general, se han aplicado precios unitarios menores cuando los volúmenes de obra han sido importantes, por razones de mejor distribución de los costos fijos y de los indirectos, y viceversa cuando los volúmenes de obra han sido pequeños.

Cuando los lugares de empréstitos se presentan más distantes que dos a tres Km. del lugar de colocación, los precios se han recargado consecuentemente.

Los presupuestos así elaborados representan el costo de construcción de las obras, el valor a pagar al contratista ejecutor de las obras, supuesto que todas las obras se licitarán públicamente. Por lo tanto, el monto de estos presupuestos no incluyen el costo del financiamiento de las obras ni los gastos indirectos de las instituciones responsables de los proyectos.

Los presupuestos se han afectado de un porcentaje de recargo como previsión de los aumentos de obra que por la lógica imprecisión de esta etapa de los proyectos no son posibles de detectar sino cuando se disponga de los antecedentes definitivos para elaborar el proyecto final. Según haya sido la amplitud y certidumbre de los antecedentes disponibles en esta etapa de prediseños, dicho porcentaje de recargo se ha hecho fluctuar entre 5% y un 30%.

Los criterios anteriores se aplicaron, en general, para todas las obras cuyo prediseño se incluye a continuación en esta sección, con excepción del embalse Colbún, cuyos estudios se encuentran en una fase mucho más avanzada por parte de la ENDESA. En este último caso, se incluyó los precios unitarios estableci

dos en el proyecto de la ENDESA porque ellos representan valores mucho más confiables que los que se pudieran deducir en el presente trabajo.

Finalmente, los presupuestos de las obras determinadas según lo dicho precedentemente se han convertido a su equivalente a precios sociales siguiendo lo establecido por ODEPLAN en su ORD. N° 12/1359 del 12 de julio de 1977 para la evaluación de proyectos del sector público.

En cuanto a los programas de construcción, ellos se han elaborado suponiendo rendimientos usuales para este tipo de obras en excavaciones, hormigones, rellenos y otros procesos típicos. Se ha establecido en ellos la secuencia lógica de ejecución de las partes principales de la obra además de las actividades previas de construcción de accesos e instalación de faenas, obteniéndose de esta manera el plazo total de la construcción.

En las obras ubicadas en lugares geográficos con temporadas de invierno de mucha lluvia y nieve se ha supuesto que los rellenos de las presas son ejecutados sólo en el resto de las temporadas aptas, prolongándose por esta circunstancia los plazos de construcción.

Se ha calculado además los porcentajes de avance de la construcción a lo largo del tiempo, ponderando las distintas partes de obra en base a un costo de construcción. Esto permite obtener una proyección de las inversiones en el tiempo.

En la presente sección, destinada a prediseño de las obras mayores, se ha incluído la descripción del canal Machicura Sur y Machicura Norte, aunque no se incluye el presupuesto y programa de construcción de dichas obras. Esto se debe a que el costo de ellas y los egresos que dicho costo representa corresponde cargarlos a la central hidroeléctrica y no al sector riego puesto que estas obras se requieren para reponer la situación de riego existente al ser ésta modificada por la construcción de las centrales. Se incluye, sin embargo la descripción de las obras porque, como obras de riego que son, tienen influencia en el funcionamiento del sistema de riego integrado y en el planteamiento del modelo de simulación.

3.2. Lista de precios unitarios básicos.

	Unidad	Costo Unitario
Para Embalses		
- Excavaciones exteriores		
Material blando	m3	1.70
Roca no masiva	m3	12.00
Roca mov. masivo	m3	8.00
- Rellenos presas		
Material permeable (explotación empréstito sin explosivos)	m3	4.00
Material permeable (explotación empréstitos con explosivos)	m3	5.00
Material impermeable (empréstito explotado sin explosivo)	m3	6.00
Material impermeable (empréstito explotado con explosivo)	m3	7.00
Material de filtros	m3	8.00 a 10.00
Enrocado	m3	10.00 a 15.00
- Hormigones (incluye moldajes)		
Masivo	m3	75.00
Estructuras	m3	90.00
- Enfierraduras para hormigón	Kg	1.00
- Pared moldeada para impermeabilización de la fundación	m2	200.00
Para Canales		
- Excavaciones en blando sin transporte		
Para la mesa	m3	1.00
Para cuneta	m3	1.50
- Excavaciones en roca	m3	12.00
Movimiento masivo	m3	8.00
- Rellenos compactados (según volumen)	m3	4.00 a 6.00
- Hormigón de revestimiento		
sin moldaje	m3	80.00
Con moldaje (según volumen)	m3	100.00 a 120.00

	Unidad	Costo Unitario
Para Obras de Arte en Canales		
- Excavaciones		
En material blando	m3	1.70
En roca	m3	12.00
- Rellenos Compactados	m3	1.70
- Hormigones (incluye moldaje)	m3	100.00 1 120.00
- Enfierradura para hormigón	Kg	1.00
Para túneles		
Túneles de 6.5 m2 de sección		
- Excavación	m3	70.00
- Soporte		
Marco metálico	c/u	330.00
Shotcrete (e=2,5 cm)	m2	7.00
Cáncamo Ø 26 mm	c/u	35.00
- Hormigón revestimiento	m3	110.00
- Hormigón radier (incluye limpieza)	m3	70.00
- Inyecciones	saco	14.00
Túneles de 20 m2 de sección		
- Excavación	m3	45.00
- Soporte		
Marco metálico	c/u	940.00
Shotcrete (e=2.5 cm)	m2	7.00
Cáncamos	c/u	35.00
- Hormigón revestimiento	m3	35.00
- Hormigón radier (incluye limpieza)	m3	70.00
- Inyecciones	saco	16.00

	Unidad	Costo Unitario
Para cavernas y piques		
- Excavaciones		
Piques verticales (4 m2)	m3	150.00
Cámaras (80 m2)	m3	60.00
- Sostenimiento		
Shotcrete (e=2.5 cm)	m2	7.00
Cáncamos Ø 26 mm	c/u	35.00
- Hormigón revestimiento		
Piques	m3	110.00
Cámaras	m3	90.00
- Inyecciones	saco	16.00
Para tuberías		
- Excavaciones en zanja		
Material blando	m3	1.70
En roca	m3	18.00
- Relleno compactado en zanja	m3	1.70
- Tuberías de acero (incluye suministro protección y montaje)	Kg	2.00
Pozos		
- Perforación y habilitación de pozo profundo de 16" de diámetro	ml	930.00
Líneas de Transmisión		
Línea de alta tensión en 13,2 kV	Km	6.300.00
Línea de alta tensión en 23 kV	Km	7.000.00

NOTAS

General: Los costos unitarios incluyen gastos generales, instalaciones de faenas, utilidad del contratista, etc.

Rellenos presas: Los rellenos para las presas incluyen explotaciones de empréstito, transporte de material, esparcido y compactación.

Hormigones: (nota válida para todos los hormigones) Los costos de hormigones incluyen suministro de todos los componentes, preparación, transporte, colocación y curado. En los casos en que se indica incluye también el moldaje.

Enfierradura: (nota válida para todas las enfierraduras de hormigones.) Incluye suministro, preparación y colocación de la enfierradura en obra.

Pared moldeada: Pared moldeada de hormigón plástico de aproximadamente 1.20 m de espesor. Valor por m2 de sección a cerrar.

Excav. en blando: Para excavaciones en canal con depósito lateral del material. Sin transporte a botaderos.

Excav. en roca: Se consideran masivas cuando hay grandes volúmenes de excavación en roca y puede desarrollarse una faena especial a este objeto.

Soporte para túneles: Si no se dispone de mejores antecedentes se recomienda suponer que el 50% de la longitud del túnel requerirá soporte. La mitad de esta última longitud requerirá de marcos metálicos (25% de la longitud total del túnel) y la otra mitad shotcrete y/o cáncamos (25% de la longitud total del túnel).

Inyecciones: Para los efectos de cubicación, a falta de mejores antecedentes, se podrá suponer los siguientes consumos de cemento:

Inyecciones de consolidación: 2.5 sacos por metro lineal de perforaciones.

Inyecciones de relleno: 15 sacos por cada perforación. Estas pueden ser una

	cada 3 a 5 m. de distancia.
Relleno compactado en zanja:	Corresponde a relleno con el mismo material de la excavación.
Tuberías de acero:	Incluye suministro, montaje en obra y pintura de protección de tubería.

VII.C. 2.- EMBALSE COLBUN

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.2. EMBALSE COLBUN.

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
i) Unidad inferior
ii) Unidad intermedia
iii) Unidad superior
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presas
a) Presa principal
b) Pretil El Colorado
c) Pretil Centinela
d) Pretil Sur
2.2. Embalse
2.3. Obras de entrega

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

El embalse Colbún ha sido concebido como un proyecto de uso múltiple para riego y energía. Su capacidad, 1.490 millones de m3, se ha determinado considerando los beneficios que la obra produciría tanto desde el punto de vista de regadío como de energía.

A continuación se describen las características generales del embalse.

1.1. Ubicación.

Para formar el embalse Colbún será necesario construir una presa de 116 m. de altura, denominada presa principal, además de tres pretiles menores que cerrarán portezuelos de poca altura existentes en los cerros que rodean el embalse.

La presa principal, que cerrará el cauce en una angostura existente en los últimos cordones andinos del río Maule, estará situada unos 22 Km. al nororiente del pueblo Colbún (provincia de Linares). Las coordenadas geográficas del lugar de emplazamiento de la presa son 35°40' de latitud sur y 71°20' de longitud oeste.

El pretil El Colorado tiene por objeto cerrar por el norte el lago creado por la presa principal. Se extiende a lo ancho de la terraza de El Colorado y se ubica aproximadamente en la división de las aguas que escurren hacia el río Maule y hacia el estero Perquin respectivamente.

El pretil Centinela cerrará una pequeña hondonada existente en la ubicación de la actual laguna Centinela, que se sitúa en la terraza que se extiende al norte de la presa principal, entre ésta y el pretil El Colorado.

El pretil sur cerrará el portezuelo existente entre los cerros Chiburgo y Colbún, en la ribera sur del embalse.

El proyecto Colbún, de uso múltiple para riego y energía, consulta además de las obras mencionadas la construcción de dos centra

les hidroeléctricas: la central Colbún y la central Machicura. La central Colbún se ubicará unos 300 m. al interior del cordón de cerros que se sitúan frente al pueblo de Colbún y la presa de Machicura unos 7,5 Km. al surponiente de la presa principal del embalse Colbún. La central Machicura se situará al pie de la presa del mismo nombre.

1.2. Accesos.

Existen dos accesos a la presa principal del embalse Colbún. Uno de ellos, el norte, es un camino que nace en la carretera panamericana en el lugar denominado Bobadilla (30 Km. al sur de Talca) y corre por el costado sur del cajón del río Maule. La longitud total de este camino es de alrededor de 37 Km. En sus primeros 10 Km. es pavimentado y con un trazado más o menos recto. Los siguientes 20 Km., hasta el lugar denominado El Llano, se caracterizan por ser de tierra, ripiados y transitables durante todo el año, aunque su trazado es inadecuado especialmente en su parte final que es bastante sinuoso. Los últimos 7 Km. entre El Llano y la angostura Colbún, corresponden a un camino de tierra angosto que se desarrolla entre el río Maule y el canal Maule Sur, constituyendo el camino de borde de este canal. Este último tramo no es apto para el tránsito de vehículos de carga de gran tamaño, ni para circulación intensa de vehículos. La segunda vía de acceso a la presa principal parte de la ciudad de Linares y pasa por los pueblos de Panimávida y Colbún hasta llegar a la zona de El Llano, lugar donde empalma con el acceso norte. El camino Linares-Colbún de 26 Km. de longitud tiene un trazado bastante adecuado, siendo pavimentados sus primeros 20 Km., entre Linares y Panimávida. El camino entre Panimávida y El Llano (13 Km. de longitud) es de tierra, ripiado y transitable durante todo el año, siendo su trazado, en partes, muy sinuoso e inadecuado para el tránsito intenso. Por esta vía de acceso, la presa principal dista unos 40 Km. de la ciudad de Linares.

Además, se cuenta con acceso a la zona de pretiles El Colorado y Centinela por el camino que une la ciudad de Talca con las centrales Cipreses e Isla y que continúa hasta el paso fronterizo de El Pehuenche. La longitud de este camino entre Talca y El Colorado es de 51,5 Km. La primera parte (25,5 Km), entre Talca y la Estación Perquin, está pavimentada y con trazado bastante recto y adecuado para un tránsito intenso. La segunda parte, entre la Estación Perquin y El Colorado, consiste en un camino de tierra, ripiado, transitable durante todo el año y de trazado relativamente sinuoso.

Al pretil sur se puede llegar mediante el camino que va desde

Colbún a Colbún Alto. Este camino es de tierra, de muy mala calidad y su trazado muy sinuoso siendo intransitable durante el invierno. Su longitud hasta el pretil sur es de 6 Km. aproximadamente.

1.3. Hidrología.

La superficie de la cuenca afluente al embalse Colbún es de 5.710 Km.2.

Los datos relativos a la hidrología del embalse Colbún se han obtenido a base de las estadísticas de la estación fluviométrica Maule en Colbún. Esta estación se ubica en el punto de coordenadas 35°41'30" de latitud sur y 71°21' de longitud oeste. Conforme a las estadísticas de esta estación fluviométrica el caudal medio anual afluente al embalse es de 263,6 m3/s. El volúmen medio anual afluente del embalse es de 8.281 millones de m3. El volúmen afluente al embalse en el período comprendido desde abril a septiembre alcanza a los 3.535 millones de m3.

Estos valores indican que en el período abril-septiembre el caudal afluente al embalse es suficiente para copar su capacidad aún en un año seco. Sin embargo, razones de seguridad para las presas hacen que el llenado del embalse deba efectuarse durante el período de estiaje.

La precipitación media anual en la zona del embalse varía según la altura entre los 1.000 mm. y 2.000 mm. anuales.

1.4. Topografía.

Los antecedentes topográficos de que se han dispuesto para el estudio del embalse constan de:

a) Planos a escala 1 : 10.000, dibujados en 26 láminas que abarcan una extensión de alrededor de 880 Km.2.

b) Planos a escala 1 : 2.000 dibujados en 41 láminas que cubren alrededor de 83 Km2.

c) Planos a escala 1: 500 que corresponden a la ubicación donde se implantarán las obras del proyecto y que abarcan alrededor de 120 há.

Además de este conjunto de antecedentes se cuenta con los planos

escala 1: 50.000 correspondientes al levantamiento aerofotogramétrico del Instituto Geográfico Militar; de las fotografías a escala 1 : 20.000 del IREN (Instituto de Investigación de Recursos Naturales), de los mosaicos desarrollados por este mismo Instituto teniendo como base dichas fotografías que han servido de base a los levantamientos aerofotogramétricos mencionados anteriormente.

Según los antecedentes anteriores, las características de los lugares donde se emplazarán las presas son las aiguientes:

El ancho basal del valle en el lugar en que se ubicará la presa principal es de 340 m., mientras que su ancho a la cota de coronamiento es de 530 m.

El pretil El Colorado cierra por el norte el lago formado por la presa principal y se extiende a lo largo de la terraza El Colorado. La hondonada que cierra este pretil presenta taludes de pendientes muy suaves, especialmente en el costado norte, y su longitud a la cota de coronamiento es de 2.640 m.

El pretil Centinela cerrará una pequeña hondonada existente entre la terraza que se extiende al norte de la presa principal entre ésta y el pretil El Colorado. La longitud de esta hondonada a la cota de coronamiento es de 330 m. Entre el pretil Centinela y El Colorado existe una zona cuya cota es algo inferior a la cota de coronamiento de las presas (aproximadamente 1 m.). En este lugar será necesario construir un pequeño pretil de aproximadamente 200 m. en su coronamiento.

El pretil sur cerrará el portezuelo existente entre los cerros Chiburgo y Colbún en la ribera sur del embalse. Este portezuelo tiene en la cota de coronamiento del pretil una longitud de 115 m.

La zona de inundación del embalse está compuesta fundamentalmente por laderas de cerro y pequeños terrenos agrícolas de escaso valor.

1.5. Geología.

Existen numerosos informes relativos a la geología del embalse Colbún. Los antecedentes contenidos en ellos permiten formar el siguiente cuadro geológico general:

Las rocas que afloran en el área del proyecto forman una secuencia estratificada volcánico-sedimentaria, que se puede asignar a la formación Cola de Zorro de edad Terciaria Superior (mioplio

cena). Existen además numerosos diques y filones mantos, de carácter andesítico que cortan a esta secuencia en todas direcciones. Sobre este conjunto de rocas (estratificadas o intrusivas) se desarrollan los sedimentos Cuaternarios no consolidados de carácter fluvial, fluvioglacial, eólicos y escombros de falda.

Atendiendo al carácter lito-estratigráfico de la secuencia volcánico-sedimentaria es posible subdividirla en tres unidades principales.

i) Unidad Inferior. Corresponde a estratos sedimentarios, constituídos principalmente por brechas, cuyos afloramientos típicos forman la angostura donde se construirá el muro principal. Incluye además algunos niveles de tobas y areniscas.

ii) Unidad intermedia. Tiene niveles volcánicos y sedimentarios, sus contactos son concordantes con la unidad inferior y superior. En la base de esta unidad existen sedimentos finamente estratificados de tipo lutitas, areniscas finas y tobas. Sobre estos sedimentos finos se desarrolla una alternativa de estratos gruesos, formados por brechas sedimentarias y volcánicas, andesitas basálticas, areniscas y delgadas capas de lutitas, todos los cuales corresponden a la zona de transición entre el ambiente sedimentario de la unidad inferior y principalmente volcánico de la unidad superior.

Este tipo de rocas se puede observar en algunas zonas del apoyo norte del muro principal.

iii) Unidad superior. Corresponden a estratos principalmente volcánicos representados por basaltos, andesitas basálticas en parte brechosas, con escasas intercalaciones sedimentarias principalmente del tipo brechas. Los afloramientos más representativos de esta unidad están en la parte superior del cordón de cerros ubicados inmediatamente al norte del apoyo derecho del muro principal.

Esta secuencia volcano-sedimentaria muestra evidencias de haber sido afectada por un intenso tectonismo de bloques, que dislocó a las tres unidades lito-estratigráficas descritas anteriormente, a lo largo de dos sistemas de fallas normales de desplazamiento vertical. La edad de este tectonismo debe ser Pliocénico Superior, pudiendo haberse desarrollado durante el Pleistoceno inferior (cuaternario superior). En la zona de la presa principal no hay evidencias en superficie de reactivación reciente de estas fallas. Sin embargo, en la zona del alto del Colorado habrían evidencias de movimientos Pleistocénicos a recientes.

Con estos movimientos tectónicos se produjo una serie de bloques que en forma escalonada bajaron los niveles estratigráficos hacia el oeste. De esta forma se obtuvo una morfología de mesetas o "Plateau" formada por estratos con disposición monoclinal, suavemente inclinados al este (10°- 20°), y separados por fallas de carácter regional.

El sistema principal de fallas tiene rumbo general N25°E con movimientos que permitieron el descenso de los bloques occidentales con respecto a los orientales. Una de las fallas importantes de este sistema tiene su traza principal en el portezuelo de la rinconada El Lirio y continúa hacia el sur siendo probable que alcance hasta Panimávida y Quinamávida.

El segundo sistema de falla, menos importante que el anterior, tiene un rumbo general N60°- 70W. Una de estas fallas comprometería aparentemente sin mayor importancia, la roca basal de la zona del pretil sur.

Además de los rasgos geomorfológicos de carácter netamente tectónicos ya descritos, hay que destacar la existencia de dos valles para el río Maule. Uno antiguo, sepultado bajo un potente relleno Cuaternario de más de 350 m. de espesor máximo que se ubica en la región del Colorado. Según los antecedentes geológicos disponibles es posible que además de la erosión fluvial y glacial que profundizó este cauce, también haya existido un control estructural. El levantamento de algunos bloques estructurales en esta zona podría haber causado el cambio de dirección de las aguas. En cambio, el otro valle, el actual que forma la angostura donde se ubicará la presa principal, parece haber sido producto de una erosión fluvial. En el lugar de la presa existe un relleno altamente permeable de hasta 60 m. de espesor. La figura N° VII.C.2-3 presenta un perfil geológico de la zona del Maule que muestra los valles antiguo y reciente.

Existen dos áreas en la zona del proyecto que pueden dar lugar a infiltraciones importantes. Estas son el sitio de la presa principal y la zona de El Colorado.

En El Colorado se presenta un relleno de más de 350 m. de espesor formado por una capa superior de ceniza volcánica cuyo espesor alcanza en algunos lugares hasta 22 m. Bajo esta capa de permeabilidad reducida se presenta un gran horizonte de arenas, gravas y ripio y de alta permeabilidad hasta una profundidad de 100 m., a continuación y hasta una profundidad de más de 200 m. se encuentra un depósito de limos arcillosos arenosos de origen lacustre de baja permeabilidad. Una segunda capa de materiales gruesos se extiende hasta el lecho de roca que en las zonas más

profundas aparece más allá de los 350 m. El lecho de roca subyacente consiste en brechas.

En la zona de la presa principal, el lecho de roca constituido por brechas con intercalaciones de tobas, areniscas finas y filones de andesita, se encuentra a profundidades entre 40 y 60 m.

La cubierta de depósitos fluviales gruesos, sobre la cual se fundaría la presa principal, es muy permeable. Su espesor fluctúa entre 40 y 60 m. en el centro del valle, disminuyendo paulatinamente hacia las orillas. Para lograr la estanquidad del embalse es indudable que es necesario realizar algún tratamiento de impermeabilización.

La permeabilidad de la roca, a causa de las numerosas fracturas y fisuras, se estima que no es muy baja, pero en todo caso no se presentarían problemas de pérdida de agua ya sea en el lecho del río como en las laderas rocosas que cierran la angostura.

La información geológica disponible para la zona del pretil sur indica la presencia de un portezuelo rocoso producido por un proceso de erosión controlado por una zona de falla. Posiblemente las rocas basales serían del tipo brecha, las que se pueden considerar impermeables. Se estima que la presencia de la falla no debería ser un obstáculo debido a la pequeña envergadura de la obra.

El portezuelo donde se ubicará el pretil sur se ha formado por la acumulación de sedimento arcilloso, los que a su vez fueron cubiertos por un depósito de tipo flujo de tierra, proveniente del talud sur de la quebrada.

Las figuras N°s. VII.C.2-1 y VII.C.2-2 muestran cortes geológicos por la zona de emplazamiento de las presas.

1.6. Geotecnia.

La presa principal se fundará sobre el fluvial del lecho del río Maule, cuyo espesor en el centro del valle alcanza valores de 40 m. a 60 m. Debido a que estos fluviales son altamente permeables será necesario disponer un tratamiento para impermeabilizar la fundación. Se ha considerado la ejecución de una pantalla delgada de hormigón plástico ("pared moldeada"). Esta pantalla deberá tener una longitud algo superior a los 300 m. y se excavará hasta la roca fundamental. Su superficie alcanzará a aproximadamente 15.000 m2.

La roca de los empotramientos y de la fundación de la presa prin

cipal, que presenta múltiples fracturas y fisuras, será tratada con una cortina de inyecciones.

Los materiales permeables de la presa principal serán gravas con arena y poco o nada de finos, de los cuales se cuenta con amplias disponibilidades en la zona. Se ha considerado dos posibles yacimientos: uno de ellos, en el mismo lecho del río Maule, aguas abajo de la angostura y el otro, en una terraza llamada Bajo La Madera, situada aguas arriba del muro principal y a una cota superior a la de inundación correspondiente a la ataguía de aguas arriba.

Los materiales del núcleo de la presa principal serán del tipo arenas arcillosas, para los cuales se cuenta con un yacimiento en la llamada terraza El Llano, ubicada a unos 5 Km. al poniente de la presa. Las zonas de transición entre el núcleo y los espaldones permeables estarán constituidas por arenas y gravas bien graduadas que se pueden obtener en los mismos yacimientos permeables realizando una adecuada selección. El enrocado de protección del talud de aguas arriba requerirá piedras del orden de 1 ton. de peso equivalente a un diámetro de 0,70 m. En el lecho del río Maule, a pesar de la gran abundancia de bolones no se encuentran los del tamaño o peso necesarios para estos efectos. Será necesario explotar una cantera de rocas graníticas, materiales que no se encuentran en las cercanías de la presa principal. Los afloramientos graníticos más cercanos se encuentran en la cabecera del embalse Colbún a unos 12 Km. de la presa principal.

Gran parte del pretil El Colorado quedará apoyado sobre suelos gruesos semipermeables de origen fluvial. Sólo en el empotramiento izquierdo ella se apoyará en suelos finos (limos). En estas zonas, donde la presa quedará fundada en limos, se contempla la construcción de banquetas estabilizadoras con el fin de dar a la presa y sus fundaciones la seguridad que presentará en el sector fundado en fluvial. Para el control de las filtraciones que se desarrollarán bajo la presa, se contempla la realización de un sistema de drenaje compuesto por alfombras drenantes, zanjas drenantes y pozos de alivio. La impermeabilización del horizonte permeable que llegaría hasta profundidades de 100 m. sería muy difícil y costosa y las estimaciones consideran que las pérdidas de agua por filtraciones no serán importantes ni significativas para el proyecto (no superior a los 500 lt/s.).

Los materiales impermeables que constituirán gran parte del pretil El Colorado serán gravas y arenas limosas que provendrán de un yacimiento ubicado en el fundo La Esperanza, aproximadamente 4 Km. al suroriente del pretil. Los materiales permeables que formarán la pequeña escollera que cubrirá el talud de aguas arriba se obtendrán del yacimiento ubicado en la terraza del Bajo La Madera.

El pretil Centinela quedará fundado sobre limos de mediana consistencia, lo que obligará a contruir banquetas estabilizadoras con el fin de dar a la presa y su fundación la seguridad adecuada a una falla por corte. Los materiales para la construcción de este pretil se obtendrán de los mismos yacimientos que se utilizarán para el pretil El Colorado.

El pretil sur se fundará sobre los suelos existentes en el portezuelo que se ha formado por la acumulación de sedimentos arcillosos, los que fueron cubiertos por un depósito de flujo de tierra. Los materiales necesarios para la construcción de este pretil, que serán del mismo tipo de los de su fundación, se obtendrán de lugares vecinos a su emplazamiento.

Los túneles de desviación que, una vez terminada la construcción de la presa, permitirán entregar los caudales necesarios para riego serán revestidos con hormigón en su mitad inferior, en tanto que en la parte superior llevarán hormigón proyectado, salvo en algunos sectores en que debido a la calidad de la roca deberán revestirse totalmente.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1. Presas.

El embalse Colbún, cuya capacidad será de 1.490 millones de m3., consulta la construcción de cuatro presas, denominadas presa principal, pretil El Colorado, pretil Centinela y pretil sur.

2.1.a. Presa principal.

La presa principal será un muro de tierra de alrededor de 14.000.000 m3 de volumen, 116 m. de altura máxima y 552 m. de longitud de coronamiento, cuyo ancho será de 15 m. Su talud de aguas arriba será variable entre 2,3 : 1 y 2,5 : 1 y el de aguas abajo entre 1,9 : 1 y 2,0 : 1. El muro estará constituído básicamente por rellenos permeables y un núcleo central impermeable, el cual se dispondrá con una ligera inclinación hacia aguas arriba. Entre ambos tipos de materiales se colocarán materiales graduados a modo de filtro. El talud de aguas arriba se protegerá con enrocados. El núcleo de la presa tendrá un espesor mínimo de 8 m. en el coronamiento y 35 m. en la base.

Durante la construcción de la presa principal el río Maule será desviado a través de dos túneles excavados en la ribera derecha, siendo necesario además construir una ataguía aguas arriba de la presa.

Los túneles de desviación serán de sección ovoidal de 16,10 m. de alto y 13,20 m. de ancho útiles. Serán revestidos con hormigón en su parte inferior, en tanto que en la mitad superior llevarán hormigón proyectado, salvo en los sectores en que la calidad de la roca exija el revestimiento completo de la sección. Sus longitudes serán 783 y 862 m., respectivamente.

La ataguía se dispondrá de tal manera que pasará a formar parte del cuerpo de la presa principal. El ancho de coronamiento de la ataguía será de 10 m. y sus talúdes serán 2,5 : 1 el exterior y 2,0 : 1 el interior. Su altura será aproximadamente 35 m.

Las obras de seguridad del embalse, destinadas a evacuar los caudales de crecida, consistirán en un vertedero frontal situa

do en el empotramiento derecho (norte) de la presa principal seguido de un rápido exterior que terminará en un salto de esquí. Este último descargará las aguas directamente al lecho del río a una adecuada distancia del pie de aguas abajo de la presa. El caudal de diseño del vertedero es de 7.500 m3/s lo que, considerando el poder regulador del embalse, permitirá evacuar la crecida milenaria, cuyo gasto máximo se ha estimado en 8.500 m3/s.

El vertedero, que será de tipo frontal, tendrá un ancho de 72,60m. considerando los vanos ramos de compuertas y tres machones de 5 m. de ancho cada uno. Llevará cuatro compuertas de sector, de 14,40 m. de ancho y 16 m. de alto, accionadas mediante servomecanismos y controlados desde el edificio de comando de la Central Colbún, o bien localmente. El rápido a continuación del vertedero consta de un primer tramo de 72,60 m. de ancho, seguido de una trancisión de 96 m. de longitud, la cual permite obtener en el tercer y último tramo un ancho de 50 m. Las paredes laterales tendrán talúdes 1 : 4 y 8 m. de alto.

2.1.b. Pretil El Colorado.

Tiene por objeto cerrar por el norte el lago creado por la presa principal. Se extiende a lo ancho de la terraza de El Colorado y se ubica aproximadamente en la divisoria de las aguas que escurren hacia el río Maule y hacia el estero Perquin respectivamente. Este pretil será un muro de tierra de 35 m. de altura máxima, 2.640 m. de longitud y ocupará un volúmen total de 3.820.000 m3 de rellenos.

La presa será de tipo homogénea con una pequeña escollera de materiales permeables en el talud de aguas arriba. Este talud tendrá una inclinación de 3: 1 mientras que el talud de aguas abajo tendrá una inclinación de 2,5 : 1. El talud de aguas arriba se protegerá con enrocados y el de aguas abajo con vegetación.

2.1.c. Pretil Centinela.

Cerrará una pequeña hondonada existente en la ubicación de la actual laguna Centinela, que se sitúa en la terraza que se extiende al norte de la presa principal, entre ésta y el pretil El Colorado.

Será una presa de tipo homogénea con una pequeña escollera de materiales permeables por aguas arriba. Tendrá una altura máxima de 19 m. y una longitud de coronamiento de 360 m., siendo el ancho de éste 10 m. Sus talúdes, tanto de aguas arriba como de aguas abajo, tendrán una inclinación de 3: 1. Su volumen total será de 453.000 m3.

2.1.d. Pretil Sur.
Este pretil cerrará el portezuelo existente entre los cerros Chiburgo y Colbún en la ribera sur del embalse. Será una presa del tipo homogénea con talud de aguas arriba inclinado en 3:1, protegido por enrocado y talud de aguas abajo con pendiente 2,5 :1, protegido con pasto. Tendrá una altura máxima de 17 m. una longitud de 125 m. en el coronamiento y un volúmen total de 61.000 m3.

Las figuras N°s VII.C.2-4 y VII.C.2-5 muestran perfiles longitudinales por cada una de las presas del embalse Colbún. En el caso del pretil El Colorado se muestran perfíles característicos de distintas zonas de él.

2.2. Embalse.

De los valores medidos en los planos topográficos a escala 1 : 10.000 se han deducido las curvas de superficie inundada y volúmenes acumulados que se muestran en el gráfico A de la figura N° VII.C.2-6. De acuerdo a estas curvas de presa, cuya cota de coronamiento es la 441 m. y cuyo nivel de aguas máximas alcanza a la cota 436 m., inundará una superficie de 46 Km2. El volúmen total embalsado alcanza a los 1.490 millones de m3. De éstos, 1.104 millones de m3 corresponden al volúmen de regulación (entre las cotas 436 m. y 397 m.) y 386 millones de m3 al volumen muerto situado bajo la cota mínima de fluctuación.

El volumen que aporta el río Maule al embalse en un año normal, en el período que va de abril a septiembre es de 3.535 millones de m3.

El gráfico B de la figura N° VII.C.2-6 muestra la relación agua/muro del embalse y que es superior a 80.

La zona de inundación del embalse se compone fundamentalmente de laderas de cerro que en algunas zonas presentan talúdes con pendientes fuertes. La totalidad de estos talúdes son estables para condiciones de embalse lleno, esperándose sólo algunos deslizamientos en caso de sismos de gran magnitud. En caso de descensos bruscos del nivel del embalse se producirán deslizamientos de talúdes de magnitud moderada que no producirán problemas. Ellos tampoco alterarán la capacidad del embalse dado que en gran parte se desarrollarán bajo el nivel de aguas máximas de éste. Las zonas en que pueden desarrollarse estos deslizamientos corresponden a la terraza El Colorado y a Colbún Alto.

2.3. Obras de entrega.

El embalse Colbún deberá entregar al río Maule, inmediatamente aguas abajo de la presa principal, un caudal estimado en alrededor de 23 m3/s. Este caudal se descargará al río mediante válvulas que se dispondrán en uno de los túneles de desviación. Ese mismo túnel actuará como desague de fondo del embalse permitiendo vaciarlo mediante el accionamiento de compuertas ubicadas bajo las válvulas de entrega. El acceso a las válvulas de entrega y compuertas del desague de fondo se materializará a través de un pique vertical.

Además de las entregas mencionadas anteriormente el embalse deberá alimentar el canal de restitución Machicura. Esta entrega se efectuará a través de las obras de las centrales Colbún y Machicura.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

El embalse Colbún actuará como complemento del resto de los embalses que regulan los recursos hídricos de la cuenca del río Maule. Las aguas de este embalse complementarán el regadío de toda la zona comprendida entre el río Claro, por el norte, y el río Ñiquén, por el sur y ubicada bajo el canal de restitución Machicura, el canal Tronco-Linares y Nuevo Perquilauquén-Ñiquén.

4. CONCLUSIONES.

La capacidad del embalse Colbún es pequeña en relación con los caudales afluentes a él. Conforme a la topografía del terreno no sería posible construir una presa de más altura.

Razones de seguridad debidas a las características de las presas obligan a que el proceso de llenado del embalse sea lento. Se deberá comenzar este proceso durante el período de estiaje para finalizarlo a comienzos de abril, época en que podrían producirse fluctuaciones bruscas del nivel de agua debidas a posibles crecidas pluviales.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, que aparecen en los cuadros N°s. VII.C.2-1 y VII.C.2-2.

Se hace presente que en el presupuesto y programa de construcción del embalse Colbún se ha incluído el costo del ensanche del tramo del canal Maule Norte Alto comprendido entre el Km. 8 y el Km. 23,6 debido a la inundación del canal Maule Norte Bajo por parte del embalse. El costo señalado corresponde cargarlo al embalse por las razones indicadas. No obstante lo anterior, la descripción de las obras del canal Maule Norte Alto en las distintas alternativas, se incluye en el capítulo correspondiente a dicho canal.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

Se acompaña a continuación el programa de construcción de las obras, el que aparece en la figura N° VII.C.2-7. De acuerdo a dicho programa, el período de construcción comprenderá sesenta y ocho meses, desde Agosto de 1979 hasta Marzo de 1985.

7. PLANOS.

Los planos de diseño correspondientes al embalse Colbún se encuentran contenidos en el Album de planos del estudio y comprenden los siguientes:

Plano N° VII.C.2-1	Embalse Colbún.	Plano de Ubicación y Descripción General y Descriptivo de la Presa Principal.
Plano N° VII.C.2-2	Embalse Colbún.	Plano descriptivo de los Pretiles Norte y Sur.
Plano N° VII.C.2-3	Embalse Colbún	Vertedero y obras de desviación y de Entrega.

CUADRO N° VII.C.2-1

EMBALSE COLBUN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Túneles de desviación y manejo del río	17.016.144
B	Desague de fondo de obra y entrega desde la presa	1.290.830
C	Vertedero Colbún	15.032.627
D	Presa principal Colbún	75.979.250
E	Pretil El Colorado	16.712.015
F	Pretil El Centinela	1.624.681
G	Pretil Sur	384.841
H	Obras varias embalse	1.925.843
I	Ensanche canal Maule Norte Alto	3.365.800
J	Obras varias	5.428.280
K	Equipos y montajes	10.179.098
L	Imprevistos 5%	7.446.970
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		156.386.379
Estudios de Ingeniería (a)		5.026.705
Supervigilancia de la construcción (2%)		3.127.728
Total presupuesto a precios de mercado		164.540.812
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		154.997.450

(a) La cifra que aparece en este presupuesto corresponde a los egresos cargables en el período de evaluación del proyecto.

EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 6.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	TUNELES DE DESVIACION Y MANEJO DEL RIO				17.016.144
A1	OBRAS DE ENTRADA				880.190
	a) Excavación en mat. común	m3	39.015	1.73	67.496
	b) Excavación en roca	m3	24.230	8,24	199.655
	c) Hormigón	m3	5.035	98,23	494.588
	d) Fierro redondo	ton	122	854,81	104.287
	e) Cáncamos Ø 26 L=6m	c/u	310	45,69	14.164
A2	TUNELES				12.823.750
	a) Excavación en túnel	m3	297.177	31,68	9.414.567
	b) Hormigón de revestimiento	m3	28.148	91,03	2.562.312
	c) Drenes Ø 2" L = 3m	m	2.265	8,58	19.434
	d) Cáncamos Ø 26 L = 4 m	c/u	7.337	30,34	222.605
	e) Hormigón proyectado	m3	2.581	234,34	604.832
A3	OBRAS DE SALIDA				1.215.432
	a) Excavación en material común	m3	18.797	1,73	32.519
	b) Excavación en roca	m3	52.726	8,24	434.462
	c) Hormigón	m3	5.757	98,23	565.510
	d) Fierro redondo	ton	176	854,81	150.447
	e) Cáncamo Ø 26 L=4m	c/u	1.071	30,34	32.494
A4	MANEJO DEL RIO				2.096.772
	a) Manejo del río incluídas compuertas	GL	1	-	1.022.736
	b) Tapón túnel	m3	12.300	87,32	1.074.036
B	DESAGUE DE FONDO Y OBRA DE ENTREGA DES DE LA PRESA	GL	1	-	1.290.830
C	VERTEDERO COLBUN				15.032.627
C1	EXCAVACIONES				
	a) Material blando	m3	176.310	1,73	305.016

EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 6

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	b) Roca descompuesta	m3	569.315	3.17	1.804.729
	c) Roca sana	m3	381.275	8.24	3.141.706
C2	HORMIGON				
	a) Canal de entrada y vertedero	m3	52.010	92.86	4.829.649
	b) Rápido y salto ski	m3	33.500	92.86	3.110.810
C3	ENFIERRADURA	ton	1.880	854.81	1.607.043
C4	RELLENO	m3	9.800	5.60	54.880
C5	DRENAJE				
	a) Drenes Ø 8"	m	1.280	3.48	4.454
	b) Drenes Ø 6"	m	900	2.70	2.430
C6	SOSTENIMIENTO				
	a) Cáncamos Ø 26 L=3m	c/u	300	22.87	6.861
	b) Cáncamos Ø 26 L=4m	c/u	2.600	30.34	78.884
	c) Cáncamos Ø 26 L=6m	c/u	830	45.69	37.923
	d) Malla	m2	900	35.35	31.815
	e) Hormigón proyecta do	m3	68	234.34	15.935
C7	BARBACANAS Ø 4" L=1m	c/u	190	2.59	492
D	PRESA PRINCIPAL COLBUN				75.979.250
D1	TRATAMIENTO FLUVIAL Y ESCARPES				6.840.507
	a) Pared moldeada	m2	15.000	359.96	5.399.400
	b) Tuberías p.perfo-ración	m	2.400	43.42	104.208
	c) Cortina de inyec ciones				
	1) Perforaciones	m	7.760	10.05	77.988
	2) Inyec. cemento	sc	13.500	6.67	90.045
	d) Escarpes				
	1) Zona del lecho	m3	87.000	1.85	160.950
	2) Estribo derecho	m3	35.900	9.23	331.357
	3) Estribo izquier.	m3	73.300	9.23	676.559
D2	EXCAVACIONES				853.377
	a) En fluvial bajo nú cleos presa y ata-guía	m3	132.100	1.85	244.385
	b) Agotamiento	GL	1	-	88.259
	c) En roca Estribos der. e izquierdo	m3	6.000	15.31	91.860

EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 6.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	d) En blando estribos der. e izquierdo	m3	46.400	9,23	428.272
D3	ATAGUIA				8.871.270
	a) Material permeable	m3	1.220.000	4,23	5.160.600
	b) Material impermeable	m3	239.300	6,06	1.450.158
	c) Protección espaldones	m3	42.400	2,40	101.760
	d) Alfombra drenante	m3	180.800	11,94	2.158.752
D4	PRESA				59.414.096
	a) Relleno núcleo impermeable	m3	1.060.600	6,06	6.427.236
	b) Filtros	m3	802.200	8,09	6.489.798
	c) Protección espaldones				
	1) Gravas	m3	461.600	2,40	1.107.840
	2) Enrocado	m3	68.100	18,81	1.280.961
	d) Alfombra drenente	m3	133.000	11,94	1.588.020
	e) Material permeable espaldones	m3	9.518.000	4,30	40.927.400
	f) Enrocados al pie aguas abajo				
	1) Protección talud	m3	30.800	18,81	579.348
	2) Gravas	m3	167.900	2,40	402.960
	g) Instrumentación presa	GL	1	-	268.776
	h) Terminaciones coronamiento	GL	1	-	341.757
E	PRETIL EL COLORADO				16.712.015
E1	EXCAVACION EN BLANDO	m3	1.281.125	1,73	2.216.346
E2	ENROCADOS	m3	92.000	18,81	1.730.520
E3	FILTROS Y DRENES	m3	130.000	8,09	1.051.700
E4	RELLENO COMPACTADO PERMEABLE	m3	427.000	4,23	1.806.210
E5	RELLENO COMPACTADO IMPERMEABLE	m3	2.910.500	2,93	8.527.765
E6	RELLENO SIN COMPACTAR MATERIAL CUALQUIERA	m3	263.000	0,46	120.980
E7	EMPASTADURAS (PROTEC TALUD)	m2	24.000	8,15	195.600

EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 6.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
E8	ESTABILIZADOS	m3	5.700	4,97	28.329
E9	DRENES				
	a) Colector drenaje Ø 0.60 m.	m	3.500	10,93	38.255
	b) Pozos de alivio Ø 0.40 m	m	1.500	94,98	142.470
E10	AGOTAMIENTO	GL	1	-	783.906
E11	INSTRUMENTALIZACION PRETILES	GL	1	-	69.934
F	PRETIL CENTINELA				1.624.681
F1	EXCAVACION EN BLANDO	m3	47.400	1,73	82.002
F2	ENROCADOS	m3	5.150	18,81	96.872
F3	RELLENO COMPACTADO PERMEABLE	m3	25.000	4,23	105.750
F4	RELLENO COMPACTADO IMPERMEABLE	m3	192.100	4,63	889.423
F5	RELLENO SIN COMPACTAR MATERIAL CUALQUIERA	m3	231.300	0,46	106.398
F6	EMPASTADOS (PROTC. TALUD)	m2	39.100	8,15	318.665
F7	ESTABILIZADO	m3	750	4,97	3.728
F8	DRENES Y FILTROS	m3	2.700	8,09	21.843
G	PRETIL SUR				384.841
G1	EXCAVACION EN BLANCO	m3	15.200	2,47	37.544
G2	ALFOMBRA DRENANTE	m3	3.300	8,57	28.281
G3	FILTRO	m3	1.500	8,57	12.855
G4	RELLENO COMPACTADO FINO	m3	52.600	4,17	219.342
G5	ENROCADOS	m3	3.000	18,81	56.430
G6	ESTABILIZADO	m3	375	4,97	1.864
G7	EMPASTADOS (PROTECCION TALUDES)	m3	3.500	8,15	28.525
H	OBRAS VARIAS EMBALSE				
H1	TRABAJOS VARIOS EN ZONA INUNDADA				1.925.843
	TOTAL OBRAS DE EMBALSE				129.966.231

(CONT.) CUADRO N° VII.C.2-2

EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 5 DE 6.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
I	ENSANCHE CANAL MAULE NORTE ALTO				3.365.800
	A. CANAL				
	A.1.EXCAVACIONES ABIERTAS				
	a)Material común	m3	14.152	1,40	19.800
	b)roca	m3	44.682	12,00	536.200
	c)roca alterada	m3	4.070	4,00	16.300
	d)peinado taludes	m3	5.200	11,25	58.500
	A.2.HORMIGON R28= 180Kg/m2				
	a)radier	m3	4.100	15,00	266.500
	b)taludes	m3	14.500	75,00	1.087.500
	A.3.HORMIGONES R28=225Kg/m2				
	a)radier	m3	300	70,00	21.000
	b)taludes	m3	900	80,00	72.000
	A.4.FIERRO REDONDO	ton	120	1.000,00	120.000
	A.5.RELLENOS COMPACTADOS	m3	13.540	4,50	60.900
	A.6.DRENES	ml	4.700	14,00	65.800
	A.7.ESTABILIZADO PARA BERMA	m3	3.000	7,00	21.000
	B. OBRAS DE ARTE	GL	-	-	1.020.300
J	OBRAS VARIAS				5.428.280
J1	REPOSICION CAMINO INTERNACIONAL	Km	12	328.350	3.940.200
J2	ACCESO NORTE AL MURO PRINCIPAL COLBUN	Km	10	148.808	1.488.080
K	EQUIPOS Y MONTAJES				10.179.098
K1	EN TUNELES DE DESV.				2.662.933
	a)2 Compuertas planas de servicio de 5.00x18.00 m	GL	1	-	2.270.999
	b)1 Compuerta plana de emergencia de 13.20 x 15.00m	Gl	1	-	203.995
	c)Montajes	Gl	1	-	187.939
K2	EN DESAGUE DE FONDO Y OBRA DE ENTREGA DESDE LA PRESA				1.818.582

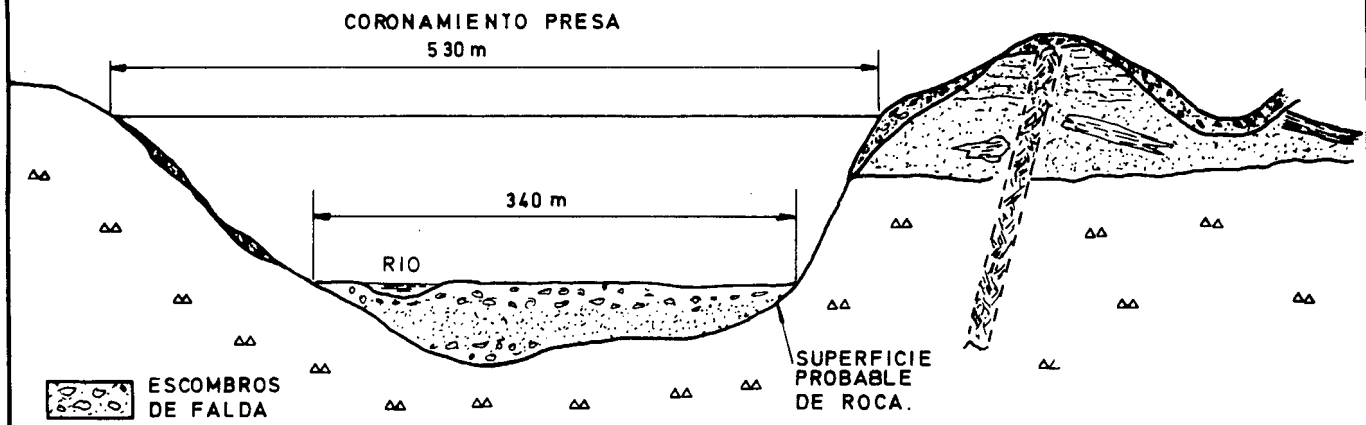
EMBALSE COLBUN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 6 DE 6.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	a) 1 Válvula difusora y 1 válvula de guardia de Ø 1,1m	Gl	1	-	278.000
	b) 2 compuertas planas de servicio de 2,4 x 4,0m y 2 compuertas planas de emergencia de 2,4 x 4,0m	Gl	1	-	645.000
	c) Equipo eléctrico de maniobra y control	Gl	1	-	565.144
	d) Montajes	Gl	1	-	330.438
K3	EN VERTEDERO COLBUN				5.590.901
	a) 4 compuertas de sector de 14,40 x 16.50m	Gl	1	-	3.739.988
	b) 2 compuertas de emergencia de 14.40 x 16,50m	Gl	1	-	416,994
	c) 1 portal de maniobras				147.988
	d) Equipo eléctrico de maniobra y control	Gl	1	-	759.988
	e) Montajes	Gl	1	-	525.943
K4	EN ENTREGA AL CANAL MAULE NORTE BAJO				106.682
	a) 1 compuerta superficial de 4,0 x 2,5m	Gl	1	-	25.996
	b) 1 compuerta de emergencia de 4,0 x 2.5m	Gl	1	-	5.008
	c) 2 compuertas superficial de 3,5 x 4,5m	Gl	1	-	44.998
	d) 2 compuertas de emergencia de 3,5 x 4,5m	Gl	1	-	16.019
	e) Montajes	Gl	1	-	24.661
L	IMPREVISTOS 5%	Gl	1	-	7.446.970

FIGURA Nº VII. C. 2 - 1

EMBALSE COLBUN
RIO MAULE

CORTE TRANSVERSAL
ZONA PRESA PRINCIPAL



ESCOMBROS DE FALDA

DEPOSITOS FLUVIALES

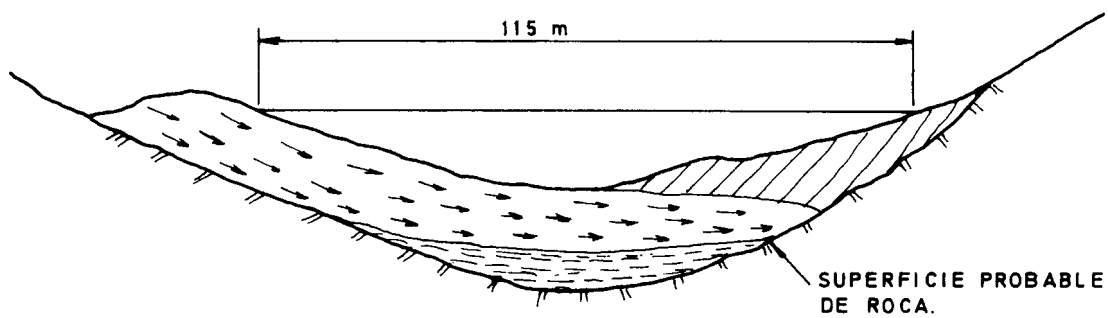
UNIDAD INTERMEDIA

BRECHAS COLBUN

DIQUE ANDESITICO.

LIMONITAS Y ARENISCAS TOBACEAS DESCOMPUESTAS Y FRACTURADAS.

CORTE TRANSVERSAL
ZONA. PRETIL SUR



MATERIALES SUELTOS DESLIZADOS - EARTH FLOW - (BLOQUES INCLUIDOS EN UNA MATRIZ DE LIMO O ARCILLA).

SUELO SUPERFICIAL (PRINCIPALMENTE ARCILLAS).

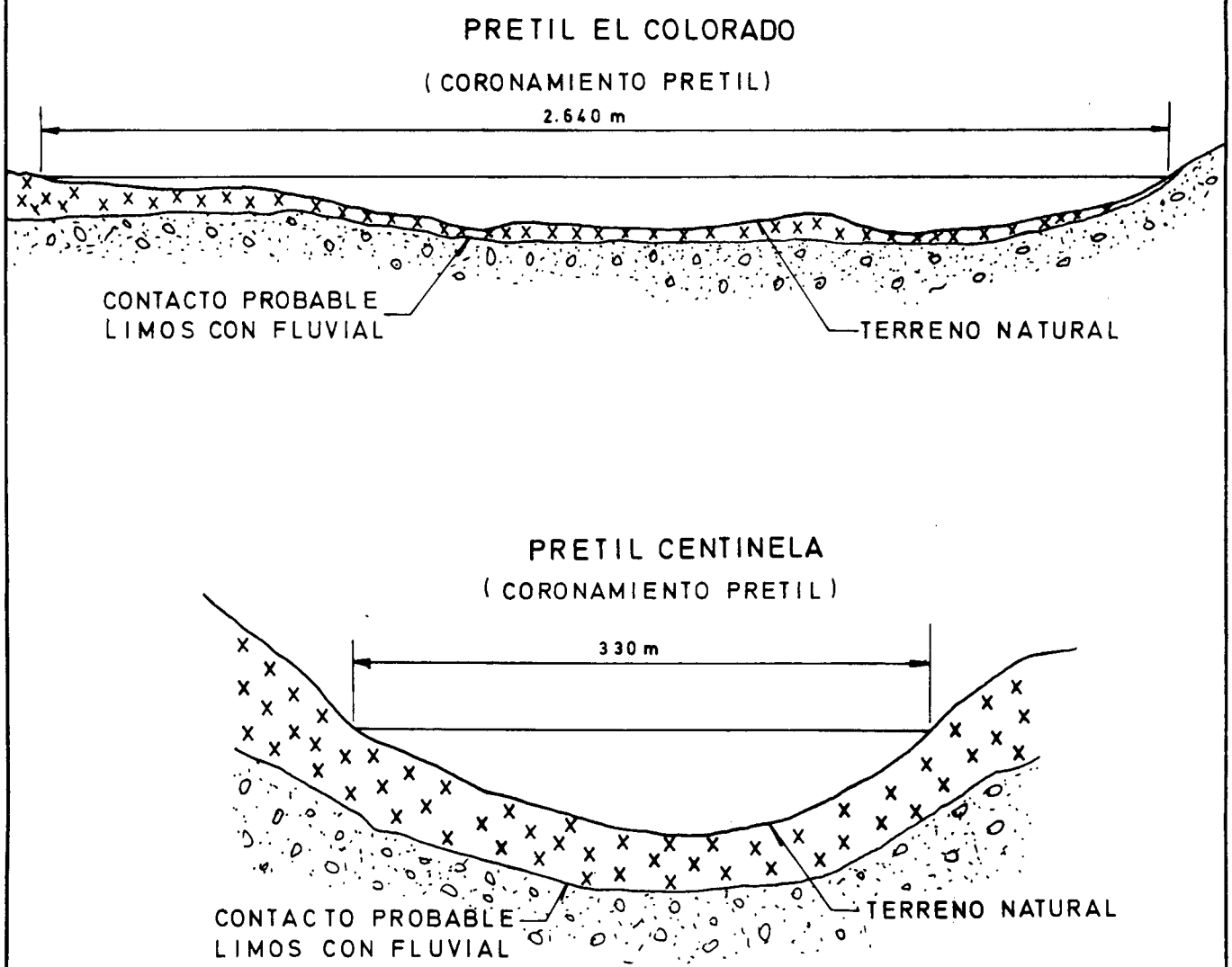
SEDIMENTOS LACUSTRES CON INTERCALACIONES DE ESCOMBROS DE FALDA.

ROCA BASAL (BRECHAS Y ANDESITAS BRECHOSAS)

FIGURA Nº VII.C.2-2

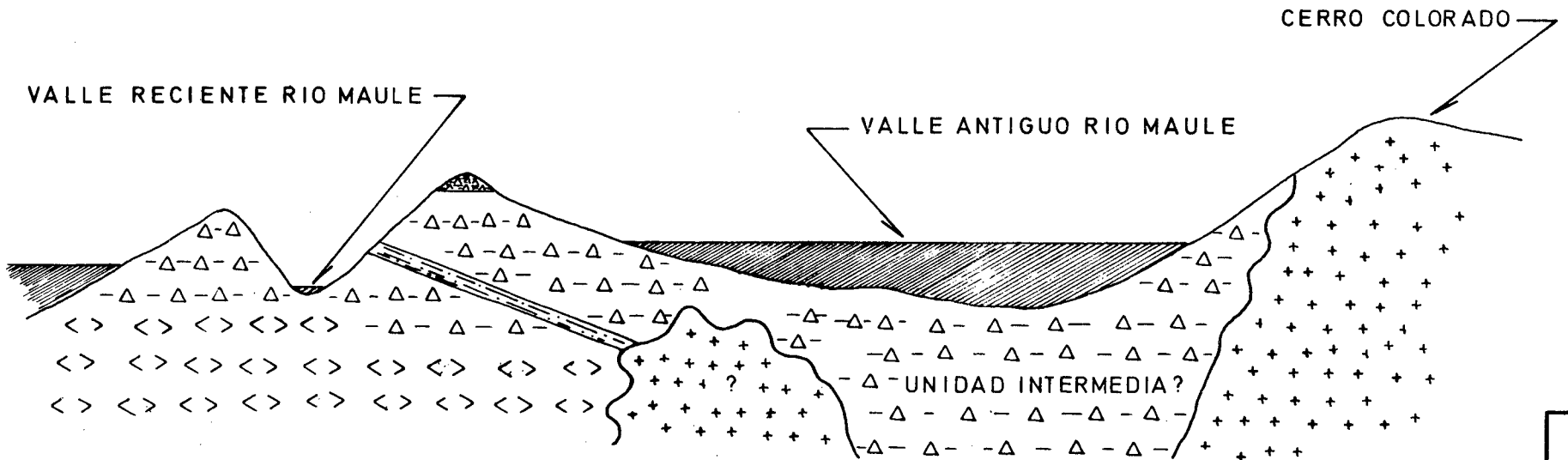
EMBALSE COLBUN

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ZONA DE FUNDACION DE LOS PRETILES NORTE



RIO MAULE
EMBALSE COLBUN

PERFIL GEOLOGICO ESQUEMATICO DE LA ZONA DEL PROYECTO COLBUN



CUATERNARIO — SEDIMENTOS NO CONSOLIDADOS

TERCIARIO — GRANITICOS INTRUSIVOS

TERCIARIO INFERIOR — UNIDAD SUPERIOR; UNIDAD INTERMEDIA; UNIDAD INFERIOR

ARENISCAS Y LIMOLITAS

CRETACEO — BATOLITO ANDINO

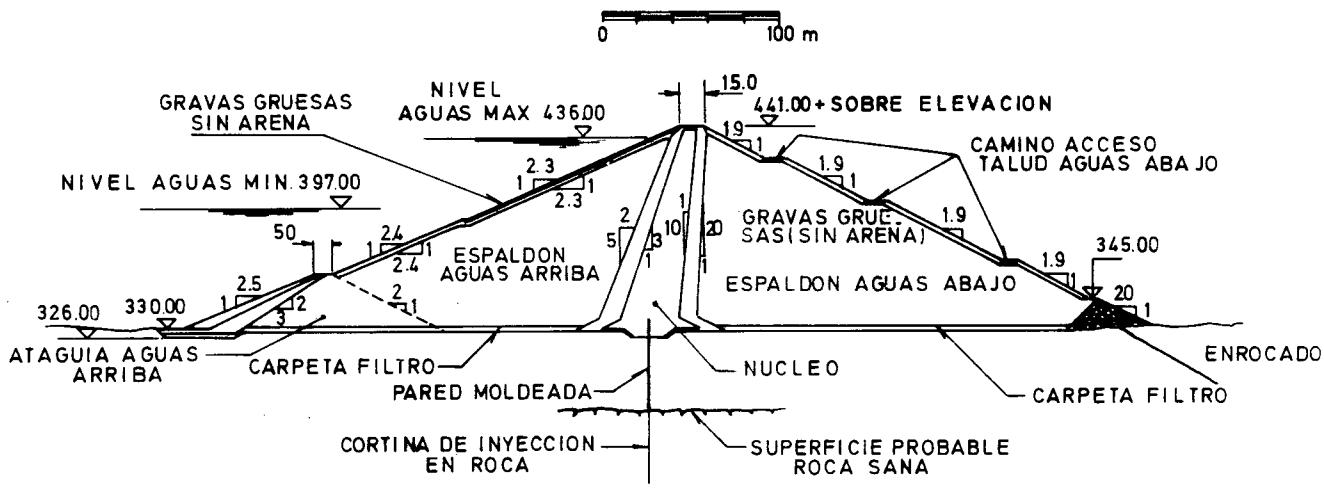
FIGURA Nº VII. C. 2-3

FIGURA Nº VII.C. 2-4

EMBALSE COLBUN
RIO MAULE

PERFILES LONGITUDINALES POR EL EJE DE LA PRESA PRINCIPAL Y DEL PRETIL SUR

PRESA PRINCIPAL



PRETIL SUR

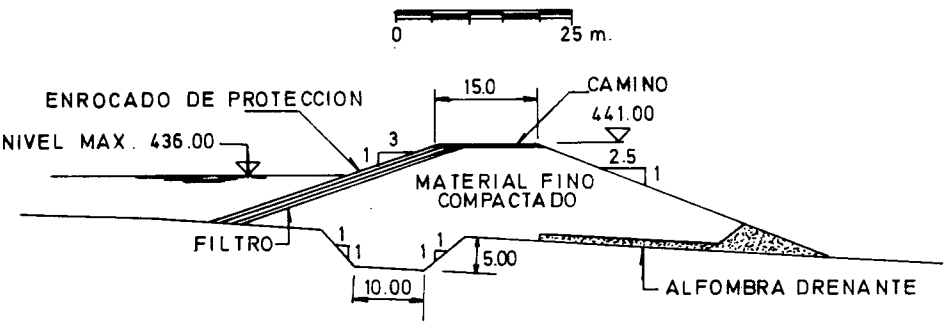
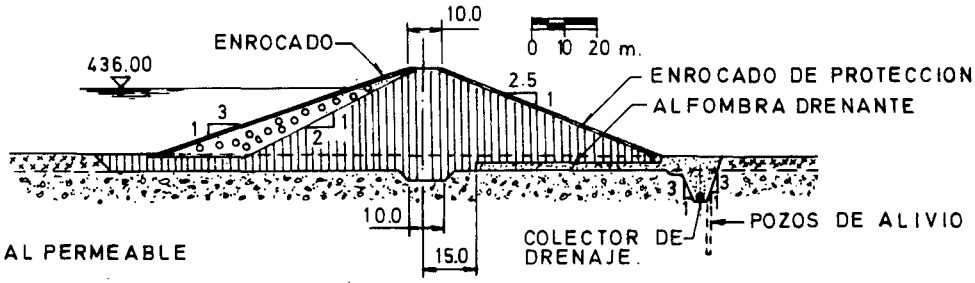


FIGURA Nº VII.C.2-5

EMBALSE COLBUN
RIO MAULE
PERFILES LONGITUDINALES EN PRETILES NORTE

PRETIL EL COLORADO

ZONA VECINA AL APOYO DERECHO



SUELO NATURAL PERMEABLE

SUELO NATURAL IMPERMEABLE

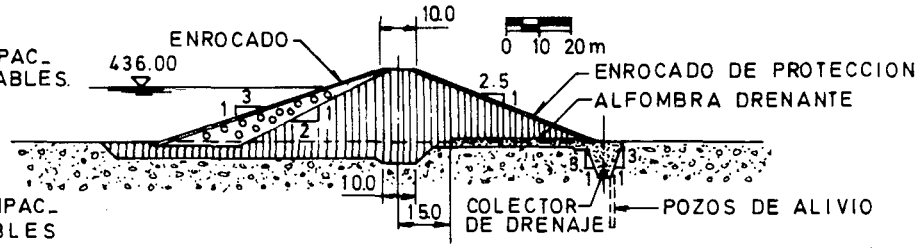
RELLENO SIN COMPACTAR

RELLENOS COMPACTADOS IMPERMEABLES.

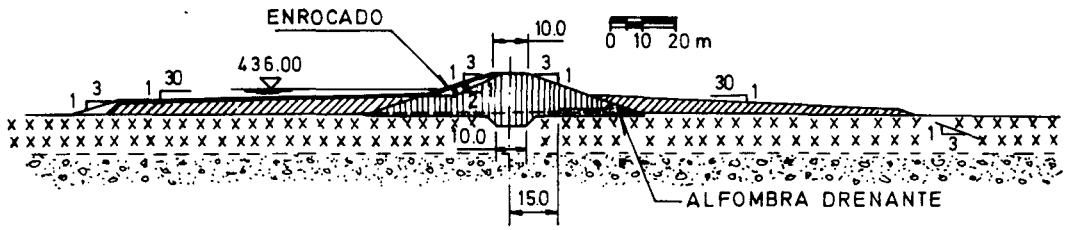
DRENES Y FILTROS

RELLENOS COMPACTADOS PERMEABLES

ZONA VECINA AL EJE



ZONA VECINA AL APOYO IZQUIERDO



PRETIL CENTINELA

PERFIL POR EL EJE

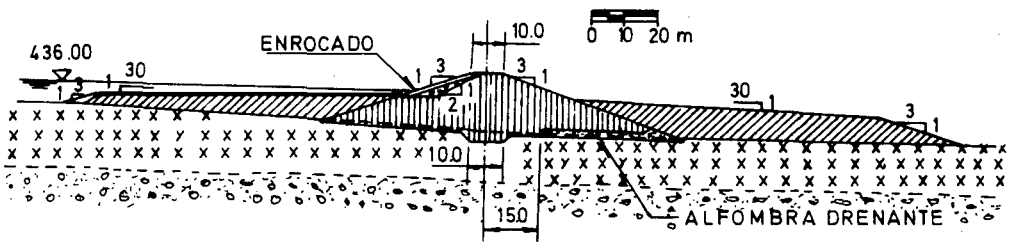
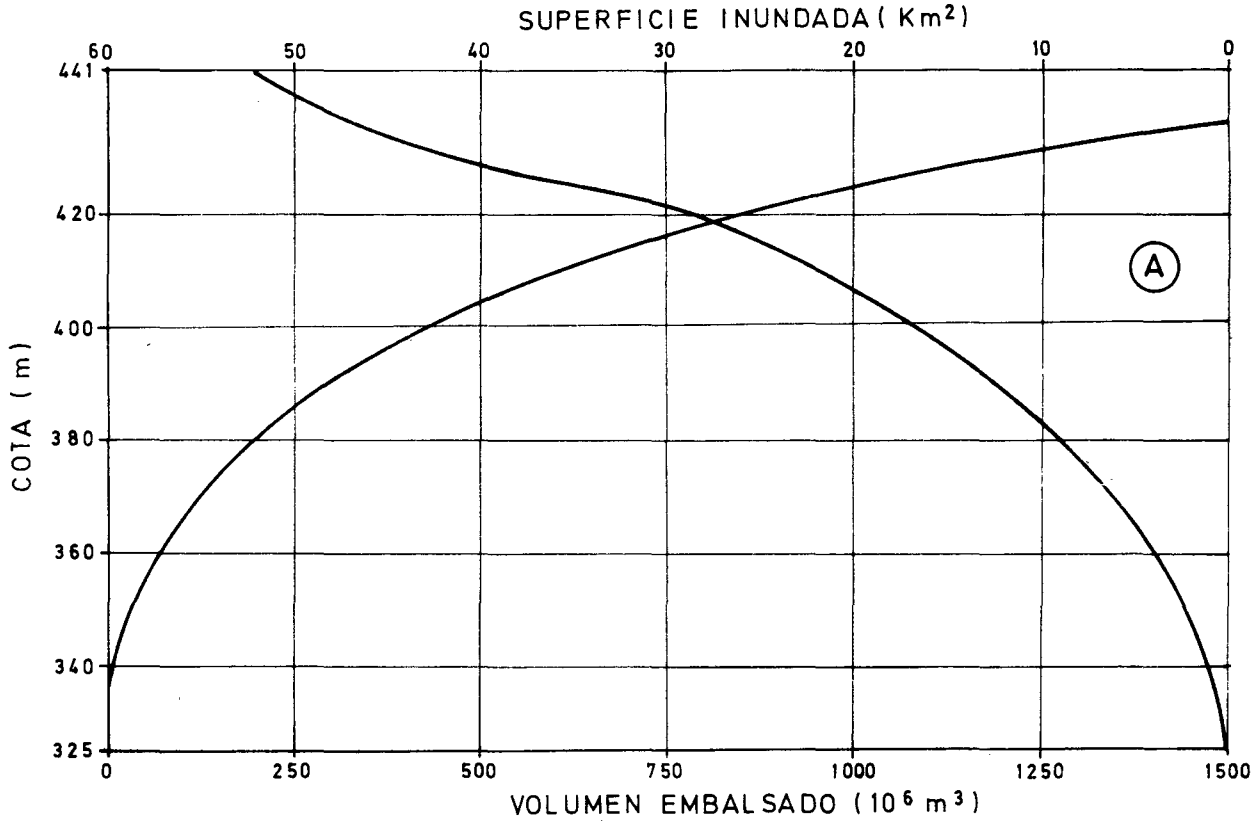


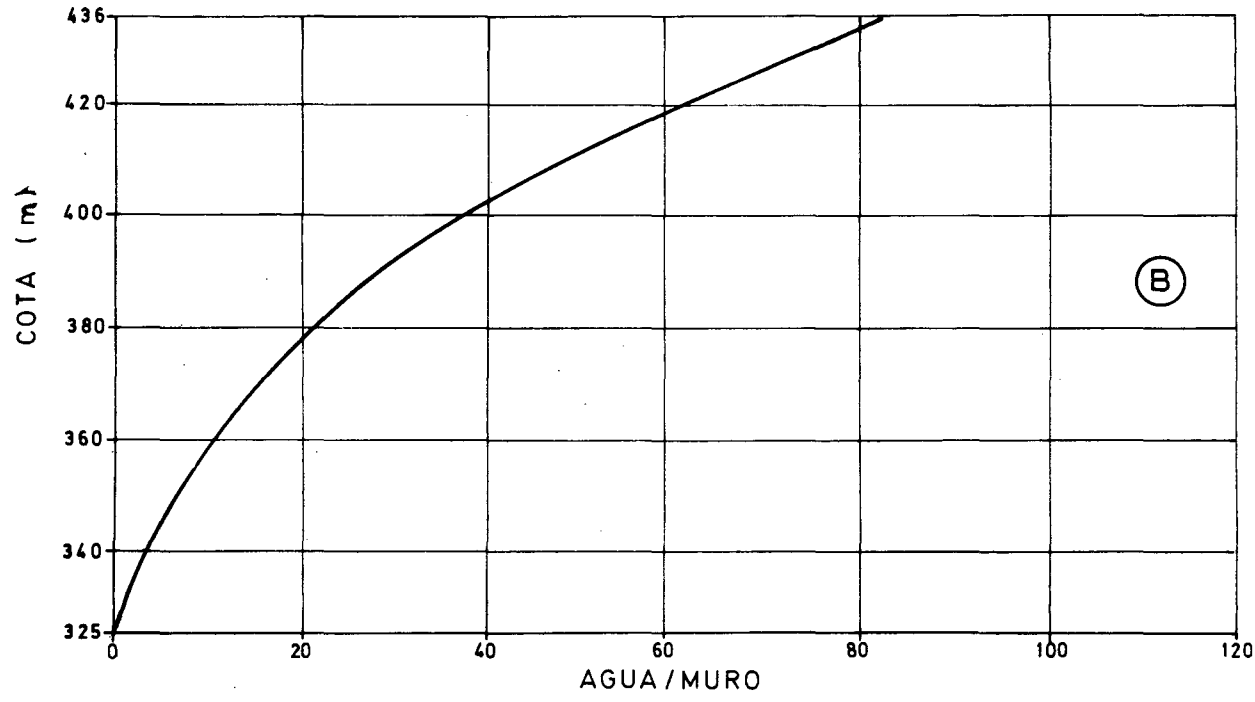
FIGURA Nº VII.C.2-6

EMBALSE COLBUN

CURVAS CARACTERISTICAS



RELACION AGUA-MURO

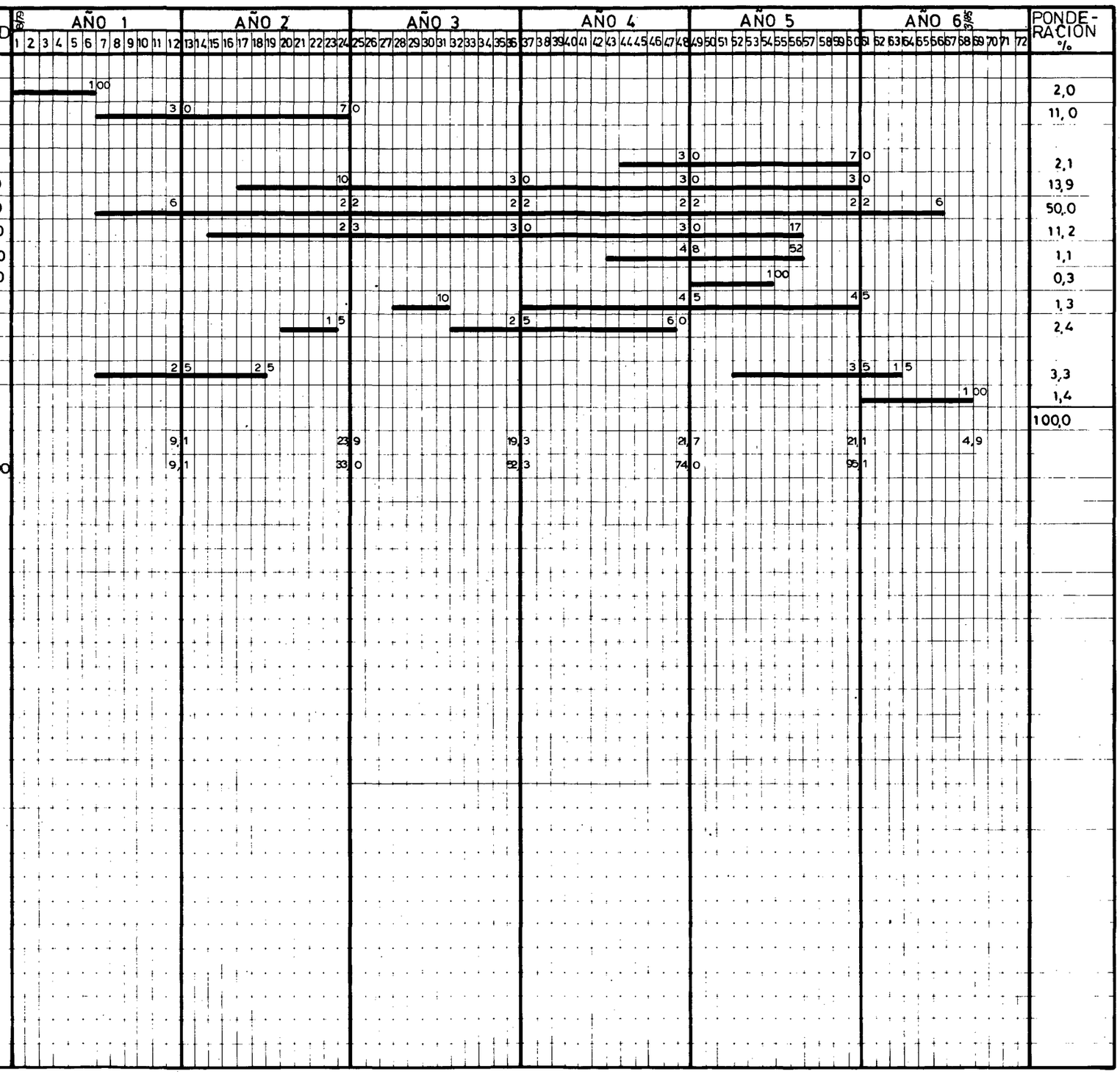


OBRA : EMBALSE COLBUN

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº VII. C. 2-7

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	2,0
02	TUNELES DE DESVIACION	ML	1.640	11,0
03	DESAGÜE DE FONDO Y OBRA DE ENTREGA DESDE LA PRESA	GL	1	2,1
04	VERTEDERO	M^3	85.510	13,9
05	PRESA PRINCIPAL	M^3	13.924.700	50,0
06	PRETIL EL COLORADO	M^3	3.822.500	11,2
07	PRETIL EL CENTINELA	M^3	453.550	1,1
08	PRETIL SUR	M^3	60.400	0,3
09	OBRAS VARIAS EMBALSE	GL	1	1,3
10	ENSANCHE CANAL MAULE NORTE ALTO	ML	16	2,4
11	CAMINO INTERNACIONAL Y DE ACCESO A LA PRESA	KM	22	3,3
12	MANEJO DEL RIO	GL	1	1,4
				100,0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	



VII.C.3.- EMBALSE GUAIQUIVILO

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.3. EMBALSE GUAIQUIVILO

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

El embalse Guaiquivilo es un proyecto de uso múltiple para riego y energía. Su capacidad, 470 millones de m3, se ha determinado considerando los beneficios que la obra produciría tanto desde el punto de vista de regadío como de generación hidroeléctrica.

A continuación se describen las características generales del proyecto.

1.1. Ubicación.

El sitio de la presa de este embalse se ubica en el río Guaquivilo, unos 10 Km. aguas arriba de la confluencia con el río La Puente, a una altura sobre el nivel del mar de 1.100 m. aproximadamente.

Las coordenadas geográficas del lugar de la presa son de 36°13' de latitud sur y 70°56' de longitud oeste.

1.2. Accesos.

Los accesos al valle del río Guaiquivilo son actualmente difíciles e inseguros. Las posibilidades de llegar a la zona del embalse son dos; la primera cruza la cordillera del Melado a través del túnel del canal del mismo nombre, que desemboca en la zona de Melado en La Lancha. La segunda ruta nace en el valle del Maule, cerca de la localidad de Curillinque y se interna por la Quebrada del Enemigo para terminar en el río Melado en la localidad denominada Corral de Salas, lugar donde se juntan ambas rutas.

La primera ruta nace en el valle del río Ancoa, presentándose en buenas condiciones al comienzo y muy malas al final. Debido a que emplea el túnel como medio de acceso, sólo puede ser utilizado cuando el canal Melado está fuera de servicio, es decir, en la epoca de invierno.

El camino Curillinque-Corral de Salas es de mala calidad y permanece cortado las dos terceras partes del año, debido a las nevadas y deshielos en su parte alta, por lo que se complementa con la otra vía que es intransitable en verano.

Las rutas antes descritas convergen en el lugar denominado Corral de Salas. Desde este lugar en adelante sigue un camino en mal estado pero transitable por vehículos que termina en la bocatoma del canal Melado. Desde este punto hasta el sitio del embalse Guaiquivilo la única manera de movilizarse es por medio de animales de silla.

1.3. Hidrología.

La superficie de la cuenca afluente al embalse es del orden de los 1.150 Km2.

Los datos hidrológicos de la cuenca se han derivado de las estadísticas de la estación fluviométrica Guaiquivilo en Guaiquivilo, que se ubica en el punto de coordenadas 36°11' de longitud sur y 70°56' de latitud oeste. El caudal medio anual afluente al embalse es del orden de 53,0 m3/s.

El volúmen que dicho caudal aportaría sería de 1.671 millones de m3 en promedio.

1.4. Topografía.

Los antecedentes topográficos disponibles consisten en la carta preliminar de la zona a escala 1 : 250.000, confeccionada por el Instituto Geográfico Militar, un plano a escala 1 : 25.000 con curvas de nivel cada 25 m. confeccionado por la ENDESA y un plano aerofotogramétrico a escala 1 : 10.000, con curvas de nivel cada 20 m. obtenido del vuelo Hycom especialmente para el efecto.

En la zona en que se ubicaría la presa el ancho basal del valle es de alrededor de 50 m. Las laderas de éste presentan inclinaciones aproximadas de 1,4/1 (H/V) en el lado derecho y 1,2/1 (H/V) en el izquierdo. El aspecto que presenta esta zona puede observarse en el corte transversal esquemático de la figura N° VII.C.3-1.

La zona de inundación de la presa es relativamente angosta y larga, alcanzando a influenciar parte importante del valle del río

Relbín. Este es un afluente del Guaiquivilo que se junta con él unos 3 kilómetros aguas arriba del lugar de emplazamiento de la presa.

1.5. Geología.

Los antecedentes disponibles para el conocimiento de la geología de la zona consisten en fotografías aéreas (escala 1 : 65.000), planos topográficos (escala 1 : 250.000 y escala 1 : 25.000) y algunas publicaciones relativas a la geología de la zona.

De acuerdo con estos antecedentes, se concluye que la angostura donde se ubicaría la presa del embalse Guaiquivilo contiene especialmente rocas estratificadas supuestas de la edad Cretácica y correspondiente a la llamada Formación Abanico. Estas rocas están formadas por capas que incluyen preferentemente rocas volcánicas de naturaleza andesítica, con predominio de brechas y tobas, y en forma generalmente más restringida, rocas sedimentarias continentales del tipo conglomerados, areniscas y lutitas. Cerca del emplazamiento del muro del embalse se encuentran rocas graníticas intrusivas que se consideran de edad igualmente cretácica, pero más nuevas que las estratificadas a las cuales estarían intruyendo. Macizos graníticos menores o aislados se reconocen también a unos 8 Km. al oeste del lugar de ubicación del muro y a unos 20 Km. directamente al sur del lugar. Interesa destacar, además la existencia de materiales sedimentarios cuaternarios, sueltos o no consolidados, los cuales engloban principalmente los acarreos fluviales propios de la acción de acumulación del río Guaiquivilo y depósitos de escombros de falda.

Los sedimentos del fondo del valle consisten en materiales gruesos, con abundantes bloques o bolones, muy permeables.

En ambos costados de la angostura existen rocas estratificadas asimilables a la Formación Abanico. Están fuertemente fracturadas y la inclinación general de sus estratos es de unos 40° al oeste, lo que favorecería, potencialmente, el desarrollo de corrimientos y derrumbes en el lado derecho durante las excavaciones a tajo abierto que tendrían que hacerse para fundar la presa. Al problema potencial creado por la inclinación de capas en el lado derecho se agrega, en ese costado, un aparente mayor fracturamiento de las rocas y una mayor densidad de fracturas importantes o fallas.

El costado izquierdo muestra hacia la parte alta niveles aterrazados bastante conspícuos y que sugieren en principio la existencia de un remanente morrénico que puede estar ocultando la existencia de un antiguo lecho. En todo caso, y aunque en la

ladera que desciende al río desde el lado izquierdo se aprecian rocas similares a las del otro costado, no cabe duda de la conveniencia de realizar prospecciones muy detalladas para definir el verdadero origen de los niveles aterrazados mencionados.

El espesor del relleno fluvial en la zona de la angostura se estima mínimo, por lo cual la fundación de la presa quedaría apoyada directamente sobre la roca.

Finalmente, se observan sistemas de fracturamiento y en partes de fallamiento que comprometen especialmente la zona más ancha del valle que se presenta a poco menos de 1 Km. río arriba del lugar de emplazamiento de la presa. Estos deberían ser reconocidos con el objeto de determinar su verdadera magnitud e importancia para el proyecto, con prospecciones geológicas de superficie y de detalle.

1.6. Geotecnia.

Las fracturas de la roca que se observan en ambos lados de la garganta hacen suponer que se originarían filtraciones de importancia. A fin de eliminar estos problemas se deberán sellar las grietas de la roca, especialmente las del lado derecho, inyectándolas durante la construcción.

Las características superficiales de la roca (heterogeneidad y grado de fracturamiento) hacen pensar en la inconveniencia de disponer un muro de hormigón.

La calidad de las rocas observada en superficie permite suponer que los túneles de desviación por excavarse deberán ser revestidos con hormigón y posiblemente requieran entibación durante su construcción.

Como fuente de empréstitos de material impermeable podrán utilizarse las morrenas que abundan en la zona.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1. Presa.

El muro que se ha considerado es del tipo por zonas, con un núcleo centrado y espaldones de fluviales. El talud de aguas arriba tendría una pendiente de 2,5/1 y el de aguas abajo de 2,0/1. Las caras del núcleo serían inclinadas con pendiente de 1/4. En contacto con sus caras anterior y posterior se encontrarían las zonas de filtro que tendrían pendientes de 1/3 en sus uniones con los espaldones.

La altura adecuada de la presa es de 90 m. En el coronamiento tendría un ancho de 15 m. y una longitud de unos 340 m. La figura N° VII.C.3-1 muestra un perfil longitudinal por el eje de la presa.

El muro de estas dimensiones tiene un volumen total de 3.900.000 m3. La figura N° VII.C.3-2 muestra la variación del volumen de la presa con su altura.

Para eliminar las filtraciones laterales y bajo el muro se deberán sellar las grietas de la roca inyectándolas durante la construcción.

La desviación del río durante la construcción de la presa se llevará a cabo mediante dos túneles que se emplazarán al lado derecho de ella. Serían túneles revestidos con hormigón, de sección herradura normal, de 8,0 m. de diámetro y de 545 y 640 m. de longitud, respectivamente. La capacidad de esta obra será de 730 m3/s, correspondiente a la crecida con período de retorno de 20 años.

La obra de evacuación de crecidas consistiría en un vertedero frontal ubicado al costado derecho del muro. Será de tipo superficial con tres compuertas automáticas de sector de 7 m. de ancho y 8.80 m. de alto. El umbral del vertedero será un perfil tipo Creager de 25 m. de ancho y estará seguido de un rápido del mismo ancho y de 4,70 m. de alto al comienzo y 3,50 m. de alto al final, terminando en un disipador de energía tipo bucket de lanzamiento en la dirección del escurrimiento del río. La capacidad de las obras de evacuación de crecida sería de 1.400 m3/s, valor que corresponde a la crecida con período de retorno de 1 en 1.000 años.

2.2. Embalse.

Las curvas características de superficies de inundación y volumen embalsado en función de la altura se muestran en el gráfico B de la figura N° VII.C.3-2. La primera de estas curvas se obtuvo del plano topográfico escala 1 : 25.000, mientras que la segunda ha resultado por integración de la anterior.

La cota de aguas máximas del embalse corresponde a la 1.166m. y la de aguas mínimas a la 1.117 m. Conforme a las curvas características del embalse el volumen total embalsado alcanza a los 505 millones de m3, mientras que el volumen útil de éste es de 470 millones de m3.

La relación agua/muro del embalse se muestra en el gráfico C de la figura N° VII.C.3-2.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

Dada su ubicación, el embalse permite regular el caudal del río Melado con el fin de apoyar al embalse Colbún en la época que en éste escaseen los recursos. Además, los caudales del embalse Guaiquivilo podrían utilizarse para efectuar trasvases de la hoya del río Maule hacia otras ubicadas más al norte. Estas trasvases podrían efectuarse mediante prolongaciones del canal Maule Norte o mediante la construcción de otro canal que resulte adecuado para esos efectos.

4. CONCLUSIONES.

Los antecedentes geológicos indican que la construcción del embalse Guaiquivilo sería técnicamente factible. Sin embargo, para confirmar este hecho deben efectuarse diversos estudios geofísicos que así lo demuestren.

El proyecto del embalse considera el uso de los recursos tanto para el sector riego como para generación hidroeléctrica.

La capacidad útil del embalse, 470 millones de m3, se determinó mediante una serie de estudios de regulación que lo consideraron operando como apoyo del embalse Colbún. Se tomaron en cuenta los beneficios que la obra produciría desde el punto de vista del regadío de la zona y de la generación hidroeléctrica. La capacidad del embalse Colbún es insuficiente para retener los caudales afluentes a él en el período de deshielo. El embalse Guaiquivilo, que funcionaría en serie hidráulica con Colbún aportaría a éste una capacidad adicional haciendo posible que los recursos de deshielo sean regulados en mejor forma. Aún cuando la capacidad total del Guaiquivilo no podría ser completada en el período abril-septiembre de un año seco, puede pensarse en capacidades de él todavía mayores que permitan regular la totalidad de los recursos de deshielo. Esta posibilidad se torna atractiva al considerar trasvases de caudales desde la hoya del río Maule hacia terrenos situados al norte de ella.

La relación agua/muro del embalse alcanza a valores cercanos a 140 para la altura de muro propuesta.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas que aparecen en los cuadros N° VII.C.3-1 y VII.C.3-2, respectivamente.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

Se acompaña a continuación el programa de construcción de las obras, que aparece en la figura N° VII.C.3-3 y que abarca desde noviembre de 1980 hasta Marzo de 1986, en total sesenta y cinco meses.

7. PLANOS.

Los planos de diseño correspondientes al embalse Guaiquivilo se encuentran contenidos en el album de planos del estudio y comprenden los siguientes:

Plano N° VII.C.3-1 Embalse Guaiquivilo - Plano de Ubicación y Descripción General y Descriptivo de la Presa Principal.

Plano N° VII.C.3-2 Embalse Guaiquivilo - Evacuador de Crecidas-Túnel de Desviación y Entrega.

CUADRO N° VII.C.3-1

EMBALSE GUAIQUIVILO
RESUMEN DE PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	3.995.000
B	Instalación de Faenas	400.000
C	Obras de desviación y entrega	9.602.100
D	Presa	20.260.700
E	Obras de evacuación	12.004.050
F	Obras varias	190.000
G	Imprevistos	9.290.000
SUB TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		55.741.850
Estudios de Ingeniería (5%)		2.787.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		1.115.000
Total presupuesto a precios de mercado		59.643.850
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		56.185.000

EMBALSE GUAIQUIVILO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				3.995.000
A1	CONSTRUCCION	Km	65	48.462,00	3.045.000
A2	MANTENCION	Gl	1		950.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		400.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				9.602.100
C1	OBRAS DE TOMA Y PIQUE				405.500
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Material común	m3	1.000	1,70	1.700
	2) Roca	m3	2.700	12,00	32.400
	b) Refuerzo excav. abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	280	7,00	1.960
	2) Cáncamos Ø=26mm l = 3 m.	c/u	150	35,00	5.250
	c) Hormigón brocal R28 = 225Kg/cm2	m3	200	100,00	20.000
	d) Excavaciones subterráneas en pique	m3	1.150	150,00	172.500
	e) Refuerzos en excavaciones subterráneas				
	1) Hormigón proyectado	m2	620	7,00	4.340
	2) Cáncamos Ø=26 mm l = 3 m.	c/u	200	35,00	7.000
	f) Hormigón de revestimiento pique R28 = 225 Kg/cm2	m3	375	130,00	48.750
	g) Fierro redondo	ton	65	1.000,00	65.000
	h) Inyecciones de consolidación	saco	800	21,00	16.800
	i) Rejas	Gl	1	-	28.000
	j) Montajes mecánicos	Gl	1	-	1.800

(CONT.) CUADRO N° VII.C.3-2

EMBALSE GUAIQUIVILO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
C2	TUNELES				9.196.600
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Roca	m2	2.500	0,30	750
	2) Material común	m3	7.000	1,70	11.900
	3) Roca	m3	15.000	12,00	180.000
	b) Refuerzos excavaciones abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	1.500	7,00	10.500
	2) Cáncamos Ø 26mm l = 3 m.	c/u	750	35,00	26.250
	c) Hormigones estructuras entrada y salida, R28=225Kg/cm2	m3	750	100,00	75.000
	d) Fierro redondo para estructuras	ton	63	1.000,00	63.000
	e) Excavaciones subterráneas en túnel	m3	95.000	45,00	4.275.000
	f) Refuerzos en escavaciones subterráneas				
	1) Marco metálico	c/u	230	1.350,00	310.500
	2) Hormigón proyectado	m2	5.500	7,00	38.500
	3) Cáncamos Ø=26mm l = 3 m.	c/u	1.000	35,00	35.000
	g) Hormigones de revestimiento subterráneo				
	1) Arco túnel R28 = 180Kg/cm2	m3	17.200	105,00	1.806.000
	2) Arco túnel R28 = 225 Kg/cm2	m3	3.000	110,00	330.000
	3) Radier túnel R28 = 180 Kg/cm2	m3	2.680	70,00	187.600
	4) Radier túnel R28 = 225 Kg/cm2	m3	460	80,00	36.800
	5) Losa acceso R28 = 225 Kg/cm2	m3	650	120,00	78.000
	6) Segundas etapas	m3	1.900	80,00	152.000

EMBALSE GUAIQUIVILO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	h) Fierro redondo	ton	500	1.000,00	500.000
	i) Inyecciones de relleno	saco	5.500	11,00	60.500
	j) Inyecciones de consolidación	saco	3.750	21,00	78.750
	k) Blindaje Ø=2.60m	Gl	1	-	33.600
	l) Válvula de mariposa Ø = 2.60 m.	Gl	1		178.350
	m) Válvula Howell-Bunger Ø =2.60m	Gl	1		355.250
	n) Puente-grúa	Gl	1		161.250
	o) Compuertas	Gl	1		111.300
	p) Montájes mecánicos	Gl	1		100.800
D	PRESA				20.260.700
D1	TRATAMIENTO DE LA ROCA DE FUNDACION				565.000
	a) Inyecciones de contacto	saco	15.000	19,00	285.000
	b) Cortina de inyecciones				
	1) Perforación Ø = BX	m	8.000	7,00	56.000
	2) Inyección cemento	saco	14.000	16,00	224.000
D2	EXCAVACIONES				1.626.500
	a) Roce	m2	25.000	0,30	7.500
	b) Material común	m3	100.000	1,70	170.000
	c) Roca	m3	123.000	8,00	984.000
	d) Secundaria roca	m3	25.000	15,00	375.000
	e) Agotamiento	Gl	1	-	90.000
D3	RELLENOS				17.542.000
	a) Núcleo, material impermeable	m3	700.000	6,40	4.480.000
	b) Transiciones, material permeable	m3	215.000	4,80	1.032.000
	c) Espaldones, material permeable	m3	2.910.000	4,00	11.640.000
	d) Enrocado, Wc=500 Kg.	m3	39.000	10,00	390.000
D4	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				321.500
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	5.000	0,30	1.500
	2) Material común	m3	10.000	1,70	17.000
	3) Roca	m3	5.000	12,00	60.000

EMBALSE GUAIQUIVILO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	4) Secundaria en roca	m3	3.000	15,00	45.000
	b) Rellenos material impermeable	m3	30.000	6,40	192.000
	c) Agotamiento	Gl	1	-	6.000
D5	ATAGUIA AGUAS ABAJO				10.700
	a) Roce y escarpe	m2	2.000	0,60	1.200
	b) Rellenos	m3	2.300	4,00	9.200
D6	TERMINACIONES CORONAMIENTO	Gl	1	-	115.000
D7	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1	-	80.000
E	OBRAS DE EVACUACION				12.004.050
E1	CANAL DE ACCESO Y VERTEDERO				5.560.050
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Material común	m3	20.000	1.70	34.000
	2) Roca	m3	285.000	8.00	2.280.000
	3) Secundaria en roca	m3	2.250	15,00	33.750
	b) Refuerzos en escavaciones abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	2.000	7,00	14.000
	2) Cáncamos Ø 26mm l = 4 m.	c/u	3.200	40,00	128.000
	c) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier y vertedero	m3	5.800	70,00	406.000
	2) Muros y machones	m3	8.100	100,00	810.000
	d) Fierro redondo	ton	1.000	1.000,00	1.000.000
	e) Rellenos material permeable	m3	14.000	4,00	56.000
	f) Compuertas de emergencia	Gl	1	-	80.850
	g) Compuertas de sector	Gl	1	-	559.700
	h) Grúa-portal	Gl	1	-	53.750
	i) Montajes mecánicos	Gl	1	-	104.000
E2	RAPIDO DE DESCARGA				6.444.000

(CONT.) CUADRO N° VII.C.3-2

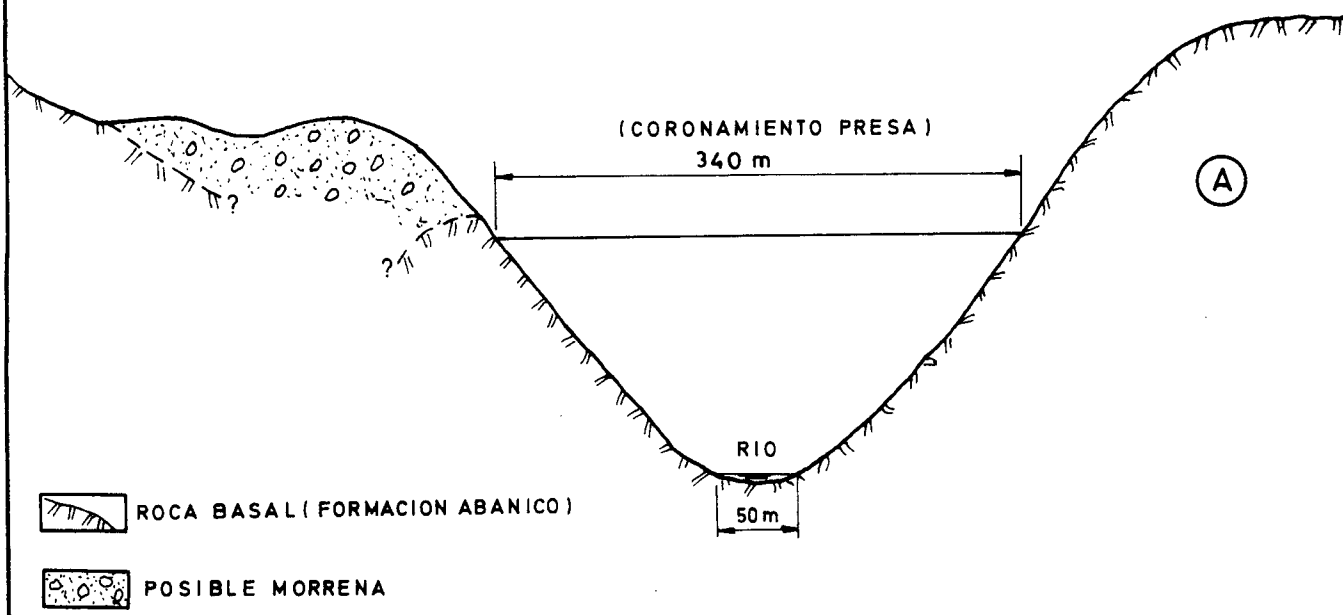
EMBALSE GUAIQUIVILO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 5 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	a) Excavaciones a-biertas				
	1) Material común	m3	50.000	1,70	85.000
	2) Roca	m3	580.000	8,00	4.640.000
	3) Secundaria en roca	m3	5.500	15,00	82.500
	b) Refuerzos en excavaciones abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	3.000	7,00	21.000
	2) Cáncamos Ø 26mm. l = 4 m.	c/u	5.300	40,00	212.000
	c) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	9.800	70,00	686.000
	2) Muros	m3	655	100,00	65.500
	d) Fierro redondo	ton	640	1.000,00	640.000
	e) Rellenos material permeable	m3	3.000	4,00	12.000
F	OBRAS VARIAS				190.000
	a) Trabajos en zona inundada	Há	26	2.500,00	65.000
	b) Terminaciones y desarmes	HD	5.000	25,00	125.000
G	IMPREVISTOS 20%	Gl	1	-	9.290.000

FIGURA Nº VII.C.3-1

EMBALSE GUAIQUIVILO
RIO GUAIQUIVILO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DE LA PRESA

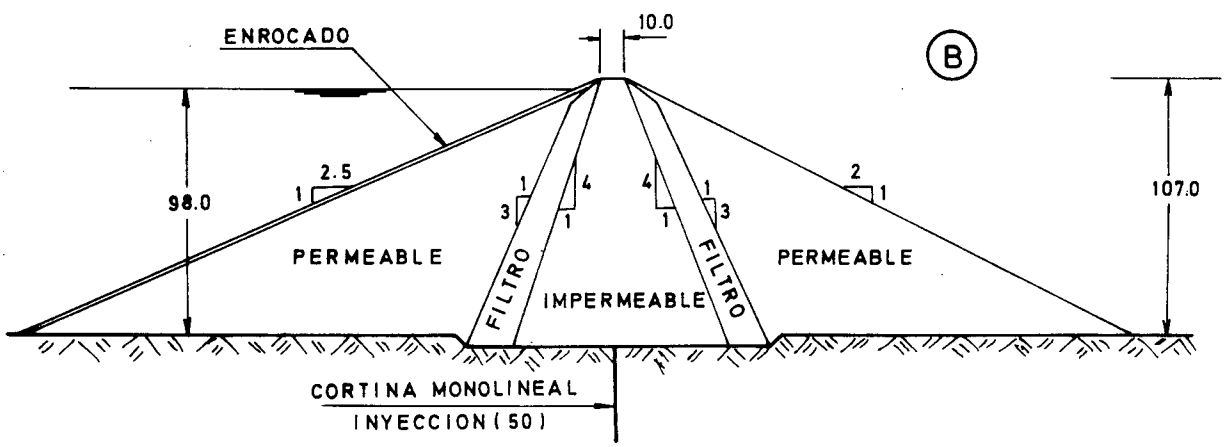
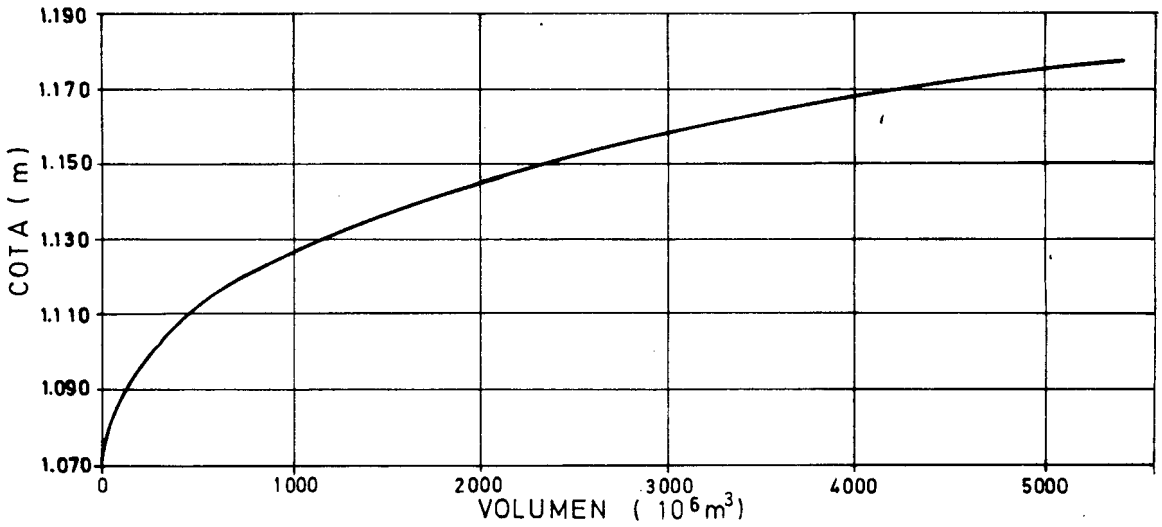


FIGURA Nº VII.C. 3-2

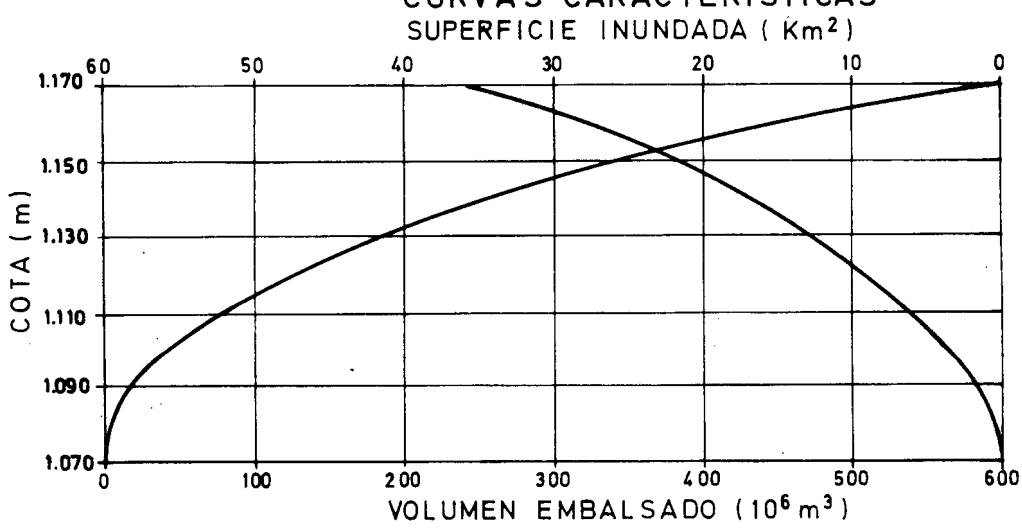
EMBALSE GUAIQUIVILO
RIO GUAIQUIVILO

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



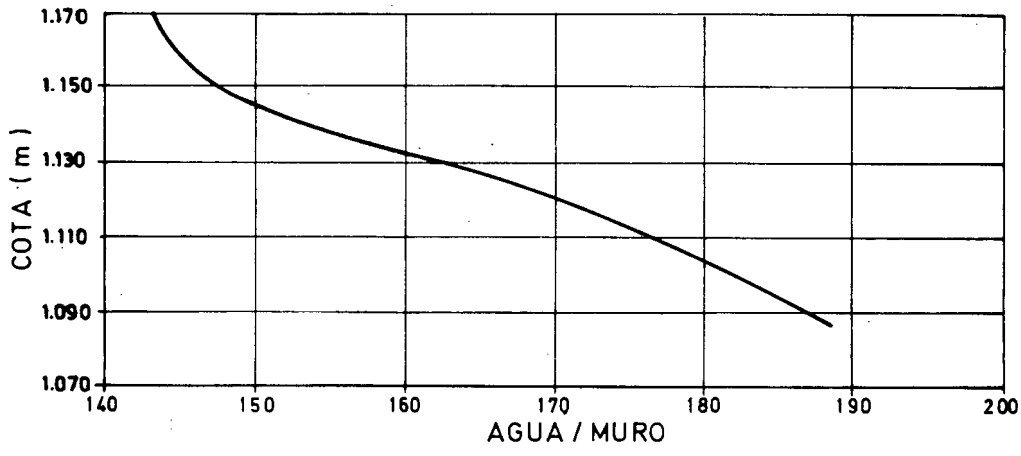
(A)

CURVAS CARACTERISTICAS



(B)

RELACION AGUA / MURO



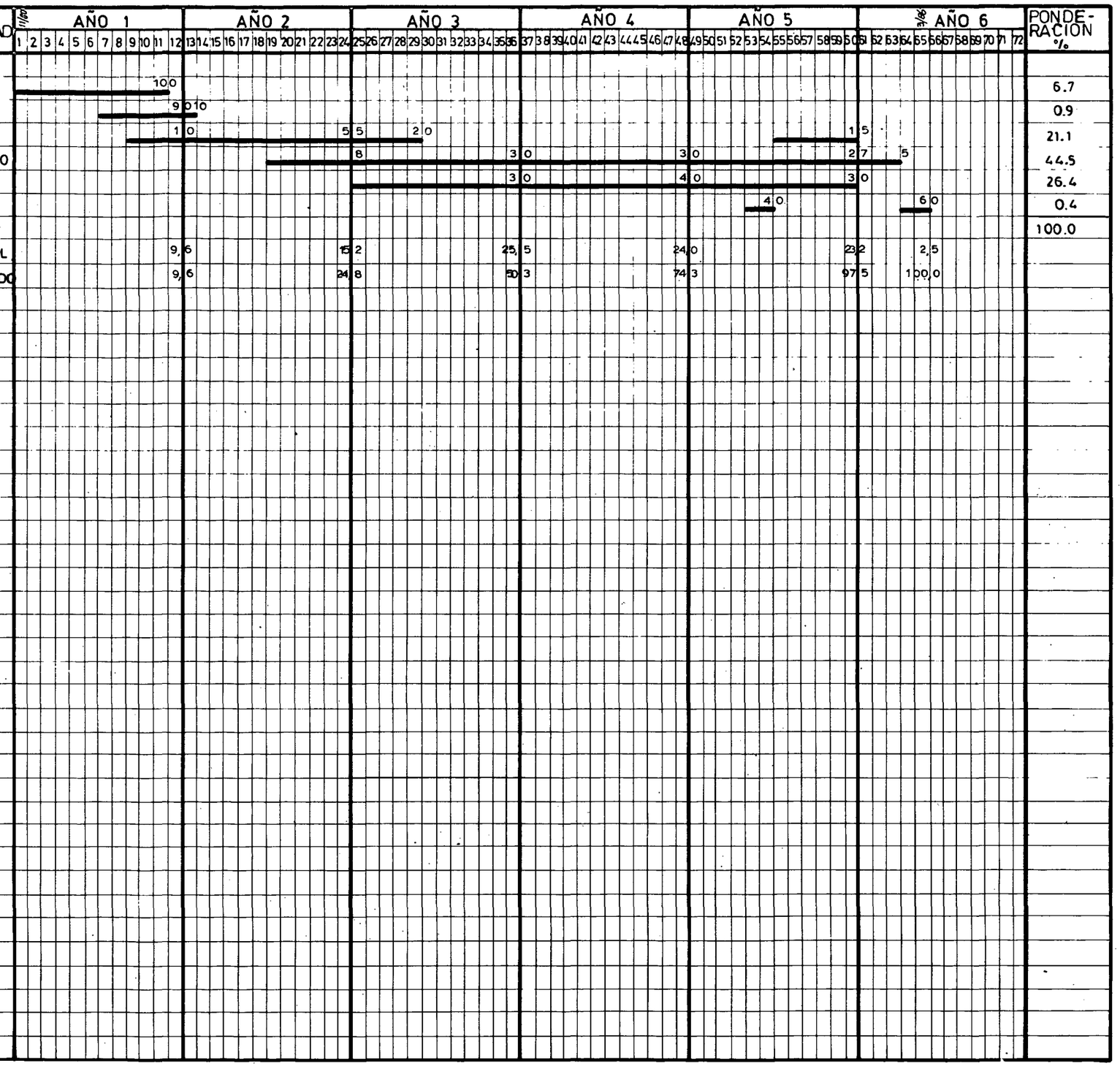
(C)

FIGURA Nº VII.C.3-3

OBRA : EMBALSE GUAIQUIVILO

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	6.7
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.9
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	21.1
04	PRESA	M^3	3.896.300	44.5
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	26.4
06	OBRAS VARIAS	GL	1	0.4
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	



VII.C. 4.- EMBALSE PICAZO

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.4. EMBALSE PICAZO

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. UBICACION
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMAS DE CONTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1. Ubicación.

El lugar estudiado para el emplazamiento de la presa se sitúa en el estero Picazo, afluente del río Lircay, aguas abajo de su confluencia con el estero La Gloria y del lugar en que el canal Maule Bajo cruza la quebrada del Picazo mediante el sifón Guapi. Las coordenadas geográficas del lugar son 35°27' S con 71°18' N.

1.2. Accesos.

El acceso al embalse El Picazo está por el camino de Talca a Las Rastras, pasando por los villorios El Descanso y El Diamante, para continuar cruzando el río Lircay y llegar a El Guapi, que se encuentra a 40 Km. de Talca.

1.3. Hidrología.

La extensión de la cuenca afluente en el embalse es del orden de los 170 Km2. Sobre esta superficie cae una precipitación media anual de 1.000 mm, produciendo un rendimiento estimado en 22 l/s. Km2. El caudal medio anual escurrido en el lugar sería de 3,7 m3/s y el volúmen anual que aportaría la cuenca de unos 120 millones de m3.

1.4. Topografía.

Existe un plano aerofotogramétrico a escala 1:1000, con curvas de nivel cada 5 m., que corresponde al levantamiento de la zona de riego de Maule Norte, de la Dirección de Riego. Este plano fue hecho a base de fotografías a escala 1: 20 000.

Además, existen las planchetas, a escala 1: 50 000, que en este

caso suministra una escasa información topográfica del embalse.

La angostura de Picazo en Lihueno tiene un ancho de 100 m. en la base y de unos 250 m. en su parte más alta, que está a unos 50 m. sobre el fondo. En el lado derecho la pendiente de la ladera está próxima a 1:1, mientras que en el lado izquierdo es alrededor de 2:1.

1.5. Geología.

La angostura de Lihueno fue erodada por el estero Picazo en unas brechas de color gris amarillento a gris verdoso pertenecientes a una unidad geológica terciaria o preterciaria, que se estima es similar a la brecha que forma los empotramientos del muro principal del embalse Colbún, en el río Maule. La roca es de mediana dureza (200 - 400 kg/cm2), masiva a impermeable y está presente tanto en la zona de los apoyos como en el lecho del río.

Aparentemente se trata de una cadena de cerros formados por rocas estratificadas antiguas, entre las cuales se incluye la brecha que forma la angostura. Estos cerros habrían sido rodeados y semicubiertos por los depósitos fluvioglaciales del estero Picazo y del río Lircay. Es por ello, si bien es cierto que la fundación de la presa se ubicaría en una roca de buenas características geotécnicas, será necesario verificar en estudios posteriores la estanqueidad de la zona inundada. Estos estudios deberán concentrarse especialmente en el tramo del lado derecho del embalse que se extiende desde la angostura de Lihueno hasta un kilómetro aguas arriba.

1.6. Geotecnia.

La angostura de Lihueno muestra roca a la vista, tanto en el lecho del río como en el lado izquierdo. En el derecho, por la conformación del terreno, la roca tendría que estar cubierta por un reducido espesor de escombros de falda.

Según se vió antes el flanco izquierdo de la zona por inundar corresponde a una terraza de fluvial que separa el estero Picazo del río Lircay y cuyo ancho varía entre 1.000 y 1.500 m. La roca del lado izquierdo de la angostura pertenece a un cerro isla que es el término de una cadena de cerros.

Para la construcción de la presa se dispone de materiales permeables de buena calidad en el mismo estero Picazo, tanto aguas arri

ba como aguas abajo de la angostura, y a distancias que no superarían los 2 kilómetros. Probablemente se encontrarían también buenos materiales permeables en la terraza que separa al estero del río Lircay.

Aunque aún no se ha logrado detectar un depósito importante de materiales impermeables, se estima que debería poderse encontrar uno en las cercanías.

Para fundar una presa en la angostura de Lihueno será necesario eliminar totalmente los rellenos y despejar la roca. En la zona del núcleo el escarpe por realizar tendría que alcanzar hasta la roca sana. Para impermeabilizar a esta última se contempla además la ejecución de una cortina monolíneal de inyecciones con carácter exploratorio, que tendría que extenderse hasta una profundidad de unos 20 m.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1. Presa.

El diseño adoptado es del tipo por zonas, con un núcleo central angosto y gruesos espaldones de material permeable que terminan en taludes de 2,5:1 en el lado de aguas arriba y de 2,0:1 en el lado de aguas abajo. Las caras del núcleo tienen pendientes de 1:4, en tanto que las del contacto entre las transiciones y los espaldones tienen 1:2. El coronamiento tiene un ancho de 10 m. y una longitud de unos 290 m. a la cota 260. Se ha adoptado para la presa una altura de 50 m.

La forma de la presa se puede ver en el corte por su eje longitudinal que se muestra en la figura N° VII.C.4-1. El volúmen de rellenos de presa es de 860.000 m3.

El vertedero evacuado de crecidas se ubicará al costado izquierdo de la presa porque la menor pendiente de esta ladera permite disminuír el volumen de las excavaciones cuyo material en ambos costados está constituído por roca. Será un vertedero frontal de tipo superficial, provisto de cuatro compuertas automáticas de 4 m. de ancho y 7 m. de altura. El umbral del vertedero tendrá un pretil Creager de 22 m. seguido de un rápido de ancho variable de 22 m. a 14 m. y con una altura también variable de 5m. a 4 m., terminando en un disipador de energía tipo bucket de lanzamiento.

La desviación de las aguas durante la construcción se realizará a través de un túnel que se ubicará en el costado derecho de la presa. El túnel será revestido de sección circular de 6 m. de diámetro, con una longitud de 230 metros y terminando en un disipador de energía de resalto. El caudal de diseño de esta obra será de 270 m3/s.

2.2. Embalse.

La capacidad de proyecto del embalse será de 80 millones de m3 de los cuales 7,5 millones de m3 constituirán volumen muerto y 72.5 millones de m3 constituirán volumen útil. La relación agua/muro del embalse resulta de 93.

La cota de aguas máximas estará a la 257,20 y la de aguas mínimas a la 231.

La entrega para riego usará el mismo túnel de desviación de las aguas durante la construcción, en el cual irá una válvula de 1,6 m. de diámetro.

3. SUPERFICIE REGABLE.

El embalse Picazo serviría de apoyo en el riego a los terrenos servidos por al canal Maule Norte Bajo. Estos terrenos se encuentran ubicados al norte del río Lircay y al sur y oriente del río Claro, con la excepción de los sectores 01-b, 01-c, 01-d y del valle de Pencahue, que se encuentran al poniente de dicho río.

4. CONCLUSIONES.

Un embalse emplazado en la angostura de Lihueno no presentaría problemas para fundar una presa. El embalse que se crearía en este último lugar tendría una relación agua/muro de 93.

Para confirmar la factibilidad del embalse en la angostura de Lihueno deberá determinarse ante todo la permeabilidad de las terrazas fluviales que se extienden junto a sus costados.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, que aparecen en los cuadro N° VII.C.4-1 y VII.C.4-2.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

Se acompaña a continuación el programa de construcción de las obras, el que aparece en la figura N° VII.C.4-2 y que comprende un período de 24 meses, comenzando en Mayo de 1982 y terminando de Abril de 1984.

7. PLANOS.

Los planos de diseño correspondientes al embalse Picazo se encuentran contenidas en el album de planos del estudio y comprenden los siguientes:

Plano N° VII.C.4-1 Embalse Picazo - Plano de Ubicación y Disposición General de las Obras.

Plano N° VII.C.4-2 Embalse Picazo - Evacuador de Crecidas-Túnel de Desviación y Entrega.

Plano N° VII.C.4-3 Embalse Picazo - Obra de Entrega al Embalse desde el Canal Maule Bajo.

CUADRO N° VII.C.4-1

EMBALSE PICAZO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de Acceso	415.000
B	Instalación de Faenas	45.000
C	Obras de desviación y entrega	1.992.360
D	Presa	5.332.950
E	Obras de Evacuación	2.033.350
F	Obras de entrega al embalse	91.375
G	Obras varias	65.500
H	Imprevistos	2.992.660
SUB-TOTAL	PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO	12.968.195
Estudios de Ingeniería (5%)		648.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		259.000
Total presupuesto a precios de mercado		13.875.195
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		13.070.300

CUADRO N° VII.C.4-2

EMBALSE PICAZO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				415.000
A1	CONSTRUCCION	Km	9	40.000,00	360.000
A2	MANTENCION	Gl	1		55.000
B	INSTALACION FAENAS	Gl	1		45.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				1.992.360
C1	OBRA DE TOMA Y CANAL DE RESTITUCION				716.060
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Roce	m2	15.000	0,30	4.500
	2) Material común	m3	64.000	1,70	108.800
	3) Roca	m3	8.000	12,00	96.000
	4) Peinado taludes	m2	4.800	1,50	7.200
	b) Refuerzos excavaciones abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	500	7,00	3.500
	2) Cáncamos Ø = 26 mm l = 2.5 m.	c/u	150	30,00	4.500
	c) Hormigón R28=225Kg/cm2				
	1) Radier	m3	1.250	70,00	87.500
	2) Muros y losas	m3	1.050	100,00	105.000
	d) Fierro redondo	ton	220	1.000,00	220.000
	e) Enrocado Wc=1000Kg.	m3	850	12,00	10.200
	f) Agotamiento	Gl	1		5.000
	g) Rejas	Gl	1		7.910
	h) Compuertas	Gl	1		50.750
	i) Montajes mecánicos	Gl	1		5.200
C2	TUNEL Y PIQUE				1.276.300
	a) Excavaciones subterráneas				
	1) Tunel	m3	8.500	45,00	386.500
	2) Pique vertical	m3	700	150,00	105.000
	b) Refuerzos en excavaciones subterráneas				
	1) Marco metálico	c/u	50	1.250,00	62.500
	2) Hormigón proyectado	m2	1.500	7,00	10.500
	3) Cáncamos Ø =26 mm l = 2.5 m.	c/u	480	30,00	14.400
	c) Hormigón de revestimiento subterráneo				

EMBALSE PICAZO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1)Arco tunel R28= 180 Kg/cm2	m3	2.660	105,00	279.300
	2)Arco tunel R28= 225 Kg/cm2	m3	300	110,00	33.000
	3)Radier tunel R28= 180 Kg/cm2	m3	600	70,00	42.000
	4)Radier tunel R28= 225 Kg/cm2	m3	65	80,00	5.200
	5)Pique R28= 225 Kg/cm2	m3	220	130,00	28.600
	6)Segunda etapa	m3	300	80,00	24.000
	d)Fierro redondo	ton	85	1.000,00	85.000
	e)Inyecciones de relleno	saco	1.150	11,00	12.650
	f)Inyecciones de consolidación	saco	1.750	21,00	36.750
	g)Blindaje Ø=1.60m.	Kg	3.500	2,00	7.000
	h)Válvula chorro hueco	Gl	1		69.600
	i)Montacarga	Gl	1		72.500
	j)Montajes mecánicos	Gl	1		5.800
D	PRESA				5.332.950
D1	TRATAMIENTO DE LA ROCA DE FUNDACION				639.750
	a)Cortina de inyección				
	1)Perforación Ø = 1.1/2"	m	18.250	7,00	127.750
	2)Inyección de cemento	saco	32.000	16,00	512.000
D2	EXCAVACIONES				323.000
	a)Roce	m2	30.000	0,30	9.000
	b)Escape	m3	18.000	1,00	18.000
	c)Material común	m3	5.000	1,70	8.500
	d)Roca	m3	32.000	8,00	256.000
	e)Secundaria en roca	m3	2.100	15,00	31.500
D3	RELLENOS				3.641.300
	a)Núcleo Mat. Impermeable	m3	157.000	6,80	1.067.600
	b)Transiciones	m3	121.500	4,80	583.200
	c)Espaldones	m3	490.000	4,00	1.960.000
	d)Enrocado Wc=300Kg.	m3	1.250	10,00	12.500
	e)Agotamiento	Gl	1		18.000

EMBALSE PICAZO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
D4	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				648.900
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	10.000	0,30	3.000
	2) Material común	m3	9.000	1,70	15.300
	3) Roca	m3	2.400	12,00	28.800
	4) Secundaria en roca	m3	3.500	15,00	52.500
	5) Rellenos mat. impermeable	m3	71.000	6,80	482.800
	6) Enrocado Wc=300 Kg	m3	4.850	10,00	48.500
	7) Agotamiento	Gl	1		18.000
D5	TERMINACIONES CORONAMIENTO	Gl	1		40.000
D6	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1		40.000
E	OBRAS DE EVACUACION				2.033.350
E1	VERTEDERO				1.218.250
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	3.000	0,30	900
	2) Material común	m3	4.500	1,70	7.650
	3) Roca	m3	31.000	8,00	248.000
	4) Secundaria en roca	m3	500	15,00	7.500
	b) Hormigón R28=225Kg/cm2				
	1) Radier y vertedero	m3	1.300	70,00	91.000
	2) Muros, Machones	m3	2.700	100,00	270.000
	c) Fierro redondo	ton	315	1.000,00	315.000
	d) Compuertas de emergencia	Gl	1		46.900
	e) Compuertas de servicio	Gl	1		192.000
	f) Grúa portal	Gl	1		14.000
	g) Montajes mecánicos	Gl	1		25.300
E2	RAPIDO DE DESCARGA				815.100
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	7.000	0,30	2.100
	2) Material común	m3	10.000	1,70	17.000
	3) Roca	m3	56.000	8,00	448.000
	4) Secundaria en roca	m3	1.000	15,00	15.000
	b) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	2.100	70,00	147.000
	2) Muros	m3	360	100,00	36.000

(CONT.) CUADRO N° VII.C.4-2

EMBALSE PICAZO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 4

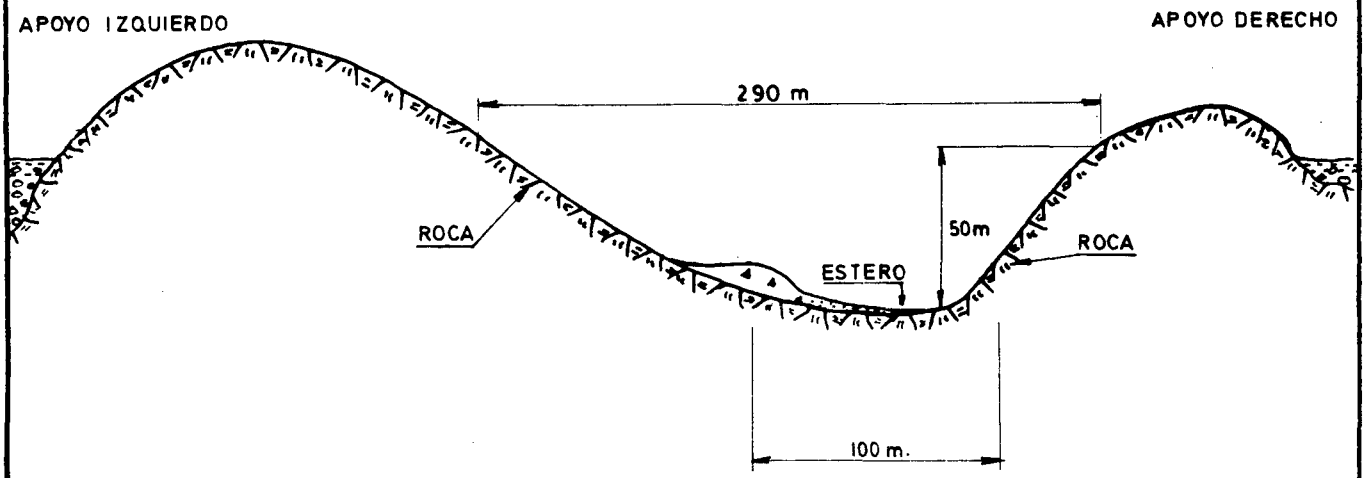
ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
E2	Fierro redondo	ton	150	1.000,00	150.000
F	OBRAS DE ENTREGA AL EMBALSE				91.375
	a) Excavación material común	m3	1.500	2,50	3.750
	b) Hormigones R28=180 Kg/cm2				
	1) Radier y dientes	m3	100	80,00	8.000
	2) Muros, Machones y losas	m3	125	110,00	13.750
	c) Fierro redondo	ton	25	1.000,00	25.000
	d) Albañilería de piedra	m2	250	7,50	1.875
	e) Adoquinado	m2	120	150,00	18.000
	f) Pedraplén Ø = 0,15 a 0.30	m3	150	8,00	1.200
	g) Compuertas planas de 2.20 x 2.20 m.	c/u	3	4.500,00	13.500
	h) Compuertas planas de 1.20 x 1.20 m.	c/u	2	1.500,00	3.000
	i) Montajes mecánicos	Gl	1		3.300
G	OBRAS VARIAS				65.500
	a) Trabajos en zona inundada	Ha	15	2.500,00	37.500
	b) Terminaciones y desarmes	HD	1.120	25,00	28.000
H	IMPREVISTOS 30%	Gl	1		2.992.660

FIGURA Nº VII.C. 4-1

EMBALSE PICAZO EN LIHUENO
ESTERO PICAZO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA

A



BASAMENTO ROCOSO: BRECHA GRUESA GRIS AMARILLENTA A GRIS VERDOSA

TERRAZAS FLUVIOGLACIALES (SEDIMENTOS CUATERNARIOS ANTIGUOS)

ESCOMBRO DE FALDA Y FLUVIAL RECIENTE

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA

B

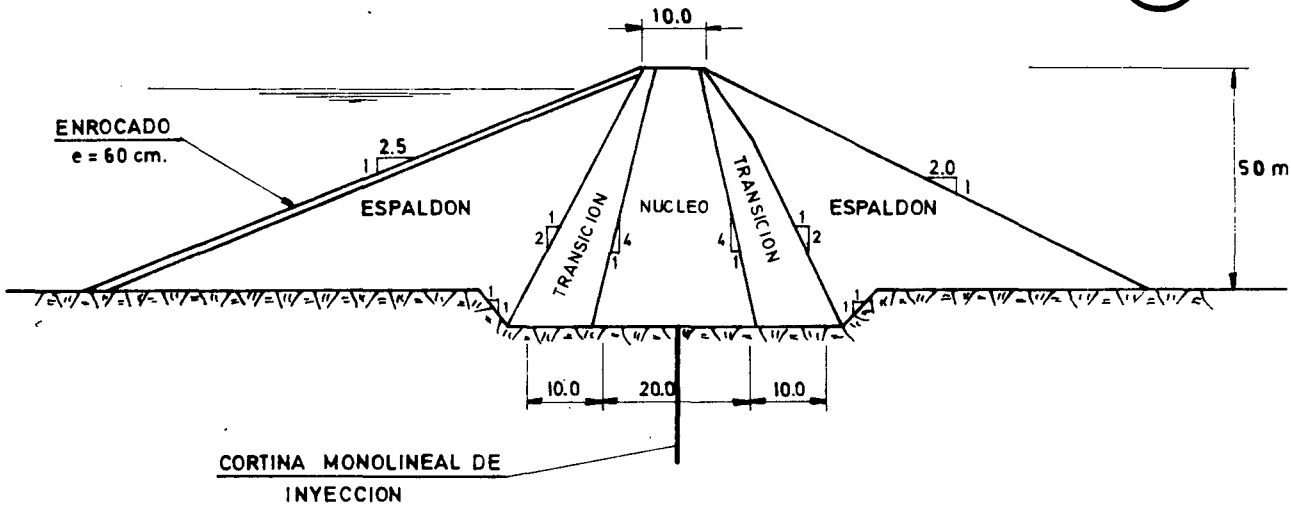


FIGURA Nº VII.C. 4-2

OBRA : EMBALSE PICAZO

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	3.6
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.5
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	20.1
04	PRESA	M³	857.000	53.8
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	20.4
06	OBRAS DE ENTREGA AL EMBALSE	GL	1	0.9
07	OBRAS VARIAS	GL	1	0.7
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	

VII.C. 5.- EMBALSE ANCOA

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.5. EMBALSE ANCOA

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse
2.3. Obras de Alimentación
2.4. Obras de Entrega

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

El embalse Ancoa, es una presa que se sitúa sobre el río del mismo nombre cuya construcción fue iniciada en 1957 por la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas y que posteriormente fué suspendida en 1965. Durante ese período se alcanzaron a construir las obras de desviación, el colchón disipador de energía del vertedero , la parte inferior del núcleo del muro y el escarpe de la zona de empotramiento en el lado izquiero.

1.1. Ubicación.

El lugar en que se sitúa la presa se encuentra en el curso alto del río Ancoa, a una distancia de un Km. aguas arriba de la confluencia de éste con el estero La Sombra y a una altura de 410 m. sobre el nivel del mar. Las coordenadas geográficas del lugar son de 35°54' de latitud sur y 71°17' de longitud oeste.

1.2. Accesos.

Para llegar al lugar en que se encuentra la presa hay que seguir el camino que parte desde Linares en dirección a la Vega del Ancoa. Después de cruzar el puente del río Ancoa, el camino se divide en dos: uno que se dirige hacia el Achibueno en dirección sur y otro que va hacia el este y que sigue junto a la margen sur del río Ancoa. Tomando éste último, tras un recorrido de 34 Km. medidos desde Linares, se llega al sitio en que se construye la presa.

1.3. Hidrología.

La cuenca afluente al embalse comprende una superficie de 194 Km2, que tiene una productividad específica media de 65,5 l/s Km2. El caudal promedio afluente, deducido de la estadística correspondiente a Ancoa en el Morro, es de 12,7 m3/s.

El volúmen afluente al embalse en condiciones medias es de 400 millones de m3.

1.4. Topografía.

Este embalse cuenta con toda la información topográfica necesaria para su construcción. El plano más detallado de la zona de angostura en que se implantaría la presa está a escala 1: 1 000, mientras que el más detallado de la zona de embalse está a 1: 5 000.

Según los planos anteriores, el ancho basal de la presa es de 300 m., y en su coronamiento alcanza un ancho de 650 m.

La zona de embalse, a pesar de ser más bien ancha, no tiene una capacidad de acumulación grande, debido a la pendiente del río, que es de 1,1%.

1.5. Geología.

Durante el proyecto y la primera fase de la construcción de esta obra, la Dirección de Riego realizó los estudios geológicos de superficie y subsuperficie correspondientes. No obstante lo anterior sólo ha sido posible obtener parcialmente dichos estudios en los archivos de la Dirección de Riego, lo que ha determinado que lo que se expone en el presente informe sea el resultado principalmente de la información recopilada durante la visita al sitio de la presa. En consecuencia, es posible incluso que se planteen aquí dudas geológicas ya resueltas con anterioridad.

Lo observado durante la visita al terreno ha motivado el planteamiento de dos interrogantes que se estiman de importancia en caso de no haberse considerado anteriormente. La primera está relacionada con la roca que se ha encontrado bajo los sedimentos fluviales del cauce del Ancoa, y la segunda, con los materiales que conforman el empotramiento derecho.

El lugar de la presa está ubicado dentro de un ancho valle glacial. A juzgar por lo que se ve aguas arriba de la zona de la presa, parece tener un fondo bastante regular y más profundo que el que se ha interpretado como fondo del valle en el sitio de la presa.

Los antecedentes recogidos en terreno no son de ninguna manera completos, pero permiten elaborar el corte esquemático presentado en la figura N° VII.C.5-1. En este corte se destacan dos espolones rocosos en el centro de este valle glacial. Al examinar estos espolones nace la siguiente duda: ¿corresponden reali

mente estos dos espolones rocosos al fondo del valle glacial? Por los antecedentes de una serie de sondajes y por los datos de excavación del túnel de desviación la pregunta podría responderse en forma afirmativa, pero se estima que estos antecedentes deberían ser vueltos a revisar en forma cuidadosa.

En este mismo corte se observa además que en la zona del empotramiento derecho, debajo de una cubierta de loess, existe un depósito de fluviales gruesos que forma una especie de terraza entre uno de estos espolones y un cerro mayor.

Este cerro de mayor altura constituye el empotramiento derecho del muro. Cerca de la altura de coronamiento se observó que el cerro tiene afloramientos de depósitos morrénicos similares a los del lado izquierdo.

Con respecto a este cerro surge la interrogante de si corresponde a roca in situ o si es más bien un remanente morrénico de mayor altura. Si se trata de una morrena, la roca fundamental que forma los bordes del valle glacial estaría más atrás, tal como se indica en el corte esquemático de la figura N° VII.C.5-1. Según parece, el espesor del fluvial grueso, y sobre todo su distribución, no han sido determinados con la precisión requerida.

Como conclusión final, se estima que es conveniente hacer una cuidadosa revisión de todos los datos geológicos, tanto de superficie como de los provenientes de las prospecciones de subsuperficie, complementada con una revisión detallada en el terreno, para tener un concepto claro y definitivo de la geología de este lugar.

1.6. Geotecnia.

En la figura N° VII.C.5-2 se muestra el perfil del terreno por el eje transversal de la presa, con la ubicación probable de la roca subyacente, deducida de la información proporcionada por los sondajes hechos hasta la fecha. Se observa que tanto en la zona del lecho del río como en la del empotramiento derecho la roca se encuentra cubierta por un fluvial grueso. En el empotramiento izquierdo, en cambio, aparecen materiales morrénicos.

Exceptuando estos últimos, todos los demás suelos presentes en la zona de la angostura son permeables y susceptibles de ser erosionados.

Los materiales permeables e impermeables apropiados para la construcción de la presa existen en suficiente cantidad en las cercanías de la angostura, en sitios ya reconocidos y explotados durante las faenas ejecutadas hasta el presente.

El tratamiento de la fundación de la presa se encuentra en una etapa bastante avanzada. En la zona del núcleo, se realizó una zanja "cut-off", que no alcanzó a la roca en su parte más profunda. Esto obligaría posteriormente a inyectar la mencionada parte, a fin de extender así la impermeabilización hasta la roca.

En la zona del empotramiento derecho no se ha realizado hasta el momento ningún tratamiento de impermeabilización de los fluvia - les que allí existen. En el empotramiento izquierdo se ha efectuado una buena parte de las excavaciones necesarias para preparar el apoyo de la presa y sólo resta finalizarlas.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1. Presa.

La presa proyectada es del tipo por zonas, con núcleo impermeable ligeramente inclinado hacia aguas arriba. Su altura es de 72 m. y tiene un coronamiento de 650 m. de longitud y 10 m. de ancho. La pendiente de sus taludes será de 2,5:1 el de aguas arriba y 2:1 el de aguas abajo. El volumen de la presa es de 5 millones de m3.

El vertedero se ubica en el lado izquierdo y su capacidad de evacuación es de 800 m3/s. Será del tipo superficial, constituído por un canal de acceso, vertedero frontal con umbral tipo U.S.B.R. de 45 m. de longitud, rápido de descarga y colchón disipador contiguo al colchón de la obra de desviación durante la construcción. Ambos colchones disipadores son seguidos por un canal común de entrega al río.

Las obras de desviación para su construcción se encuentran en operación desde el año 1959 y consisten en una ataguía de 26 m. de altura, que después deberá quedar integrada al espaldón de la presa, y en un túnel de desviación de 7 m. de diámetro y 378 m. de longitud que ha sido excavado en el lado izquierdo. La capacidad de estas obras es de 500 m3/s.

Dadas las características de la presa, su núcleo deberá apoyarse en la roca o en una morrena impermeable, como la que existe en el empotramiento izquierdo. Para que ello se verifique, será necesario introducir algunas modificaciones al proyecto que se encuentra en ejecución.

2.2. Embalse.

En la figura N° VII.C.5-3 se muestra la curva de superficie inundada y volumen embalsado en función de la altura. Conforme a dichas curvas, para almacenar 103 millones de m3 se inundará una extensión de 4.3 Km2.

El volúmen que aporta normalmente el río Ancoa durante el perío-

do de llenado del embalse, que a de abril a septiembre, es de 280 millones de m3. Esto demuestra que en embalse no requiere de una alimentación adicional para su llenado.

Los terrenos que se inundan corresponden a los de la caja del río por lo que son de muy poco valor agrícola.

2.3. Obras de alimentacion.

El caudal adicional que pudiese requerirse para llenar el embalse en condiciones hidrológicas extremadamente severas será aportado por el canal Melado, que capta en el río del mismo nombre y transporta un gasto máximo de 18 m3/s hacia la cuenca del río Ancoa. Como el río Melado lleva un caudal base superior a esa cantidad,el canal puede aportar, incluso en un año seco, un volumen de 47 millones de m3 mensuales, o sea un total de 282 millones de m3 durante todo el período de llenado. Se aprecia que la capacidad del canal está más que sobrada en comparación a la que pudiese requerir el embalse en un caso muy eventual.

2.4. Obras de entrega.

El agua del embalse se descargará a través de dos válvulas de 60 m3/s de capacidad, que se ubicarán en el interior del túnel de desviación. La cota del umbral de la torre de la toma es de 115,75 m.s.n.m., quedándo un volumen muerto de 3 millones de m3.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

El volumen del embalse Ancoa será suficiente para asegurar el riego de una superficie de 19.000 há. y mejorar el correspondiente a 11.500 há. adicionales. Estas tierras serán las ubicadas en las cercanías de los cauces de los ríos Ancoa y Achibueno y las situadas en la zona de riego de los diversos canales del sistema Melado (Putagán, Lircay y Longaví).

4. CONCLUSIONES.

El embalse Ancoa presenta actualmente algunos problemas que provienen en gran parte del desconocimiento de la geología general de la zona de fundación de la presa. Se estima que estos problemas serán de fácil solución una vez conocida en detalle esa geología. Probablemente bastará con cambiar el diseño del núcleo y realizar algunas inyecciones para garantizar la estanqueidad y seguridad de la presa.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, que aparecen en los cuadros N° VII.C.5-1 y VII.C.5-2.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

Se acompaña el programa de construcción de las obras, el que aparece en la figura N° VII.C.5-4 y que comprende un período de treinta y ocho meses, comenzando en Febrero de 1981 y terminando en Marzo de 1984.

7. PLANOS.

Los planos de diseño correspondientes al embalse Ancoa se encuentran contenidos en el album de planos del estudio y comprenden los siguientes:

Plano N° VII.C.5-1 Embalse Ancoa - Disposición General y Descriptivo del Muro.

Plano N° VII.C.5-2 Embalse Ancoa - Evacuada de Crecidas, Túnel de Desviación y Entrega.

CUADRO N° VII.C.5-1

EMBALSE ANCOA
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (a) (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de Acceso	72.000
B	Instalación de Faenas	160.000
C	Obras de Enrega	1.029.770
D	Presa	18.152.000
E	Vertedero	1.341.893
F	Obras varias	57.500
G	Imprevistos	3.122.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		23.935.163
Estudios de Ingeniería (5%)		1.197.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		479.000
Total presupuesto a precios de mercado		25.611.163
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		24.125.600

(a) El presente presupuesto no incluye los costos correspondientes a la parte de las obras del embalse, ya realizadas con anterioridad al presente estudio.

CUADRO N° VII.C.5-2

EMBALSE ANCOA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 3

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				
A1	MANTENCION	Gl	1		72.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		160.000
C	OBRAS DE ENTREGA				1.029.770
C1	OBRA DE TOMA TUNEL BAY PASS Y CAMARA DE VALVULAS				1.029.770
	a) Excavaciones				
	1) Excav. abierta en roca	m3	1.050	(a)	-
	2) Excav. subterránea	m3	13.800	(a)	-
	3) Marco metálico	c/u	-	(a)	-
	4) Hormigón proyectado	m2	-	(a)	-
	5) Cáncamos Ø = 26	c/u	-	(a)	-
	b) Hormigones				
	1) R28 = 180 Kg/cm2	m3	3.430	110,00	377.300
	2) R28 = 225 Kg/cm2	m3	1.240	130,00	161.200
	c) Fierro redondo	ton	400	1.000,00	400.000
	d) Fierro reja chupador	Kg	3.700	1,50	5.550
	e) Inyecciones	saco	-	(a)	-
	f) Compuerta emergencia	c/u	2	17.500,00	35.000
	g) Compuerta servicio	c/u	2	17.500,00	35.000
	h) Puente-grúa 1,5ton.	Gl	1	(a)	2.500
	i) Blindajes Ø = 1.03m	Kg	3.220	1,00	3.220
	j) Montajes mecánicos	Gl	1	10.000,00	10.000
C2	CANAL DE SALIDA BY-PASS Y COLCHON DISIPADOR			(a)	-
	a) Excav. material común	m3	73.000	(a)	-
	b) Agotamiento	Gl		(a)	-
	c) Hormigones			(a)	-
	1) R28 = 120 Kg/cm2	m3	185	(a)	-
	2) R28 = 160 Kg/cm2	m3	3.300		
	3) R28 = 180 Kg/cm2	m3	140	(a)	-
	4) R28 = 225 Kg/cm2	m3	2.560	(a)	-
	d) Fierro redondo	ton	145	(a)	-
	e) Rellenos	m3	13.000	(a)	-
	f) Drenajes				

EMBALSE ANCOA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 3

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1) Zanja obra drenes	m3	55	(a)	-
	2) Tubo c.c. Ø = 6"	m	295	(a)	-
	3) PL. fe o.6 x 0.002	Kg	235	(a)	-
	g) Revestimiento piedra	m3	-	(a)	-
	h) Enrocado	m3	-	(a)	-
	i) Rieles decauville	m	210	(a)	-
D	PRESA				18.152.000
D1	TRATAMIENTO DEL FLUVIAL				690.000
	a) Pared moldeada	m2	3.450	200,00	690.000
	b) Cortina inyecciones				
	1) Perforaciones	m	-	(a)	-
	2) Inyección cemento	saco	-	(a)	-
D2	EXCAVACIONES				80.000
	a) Escarpes en zona estribos	m3	80.000	1,00	80.000
	b) Excavaciones				
	1) En fluvial	m3	-	(a)	-
	2) Agotamiento	Gl	-	(a)	-
D3	RELLENOS				17.160.000
	a) Escarpe empréstito	m3	396.000	1,00	396.000
	b) Nucleo mat. imp.	m3	646.000	6,00	3.876.000
	c) Transiciones	m3	440.000	8,00	3.520.000
	d) Espaldones mat. perm	m3	2.216.000	4,00	8.864.000
	e) Enrocado	m3	43.200	10,00	432.000
D4	ATAGUIA AGUAS ARRIBA	m3	12.000	6,00	72.000
D5	INSTRUMENTACION	Gl	1		100.000
D6	TERMINACION CORONAM.	Gl	1		50.000
E	VERTEDERO				1.341.893
E1	CANAL DE ADUCCION				433.250
	a) Excav. mat. común	m3	191.000	1,70	324.700
	b) Peinado talud	m2	8.200	1,50	12.300
	c) Empedrado aglomerado	m3	3.850	25,00	96.250
E2	ESTRUCTURA DE CONTROL Y RAPIDO DE DESCARGA				908.643
	a) Excav. mat. común	m3	91.000	1,70	154.700
	b) Peinado de taludes	m2	3.700	1,50	5.550
	c) Hormigones				
	1) R28 = 120 Kg/cm2	m3	980	65,00	63.700
	2) R28 = 160 Kg/cm2	m3	1.570	70,00	109.900

EMBALSE ANCOA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 3

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	3)R28 = 180 Kg/cm2	m3	140	80,00	11.200
	4)R28 = 225 Kg/cm2	m3	3.420	90,00	307.800
	d)Fierro redondo	ton	241	1.000,00	241.000
	e)Drenaje				
	1)Zanja para drenes	m3	335	3,00	1.005
	2)Tubo c.c. Ø = 6"	m	1.425	4,00	5.700
	3)PL fe 0.6 x 0.002	Kg	13.480	0,60	8.088
E3	DISIPADOR ENERGIA				-
	a)Excavaciones				-
	(1)Material común	m3	137.000	(a)	
	(2)Peinados taludes	m2	-	(a)	-
	(3)Agotamiento	Gl	-	(a)	-
	b) Hormigones			(a)	-
	1)R28 = 120 Kg/cm2	m3	280	(a)	-
	2)R28 = 160 Kg/cm2	m3	4.200	(a)	-
	3)R28 = 180 Kg/cm2	m3	300	(a)	-
	4)R28 = 225 Kg/cm2	m3	4.600	(a)	-
	c)Fierro redondo	ton	305	(a)	-
	d)Empedrado aglom.	m3	360	(a)	-
	e)Rellenos	m3	9.650	(a)	-
	f)Enrocados	m3	-	(a)	-
F	OBRAS VARIAS				57.500
	a)Trabajos en zona inundada	Há	3	2.500,00	7.500
	b)Terminación y desarmes	HD	2.000	25,00	50.000
G	IMPREVISTOS 15%	GL	1	-	3.122.000

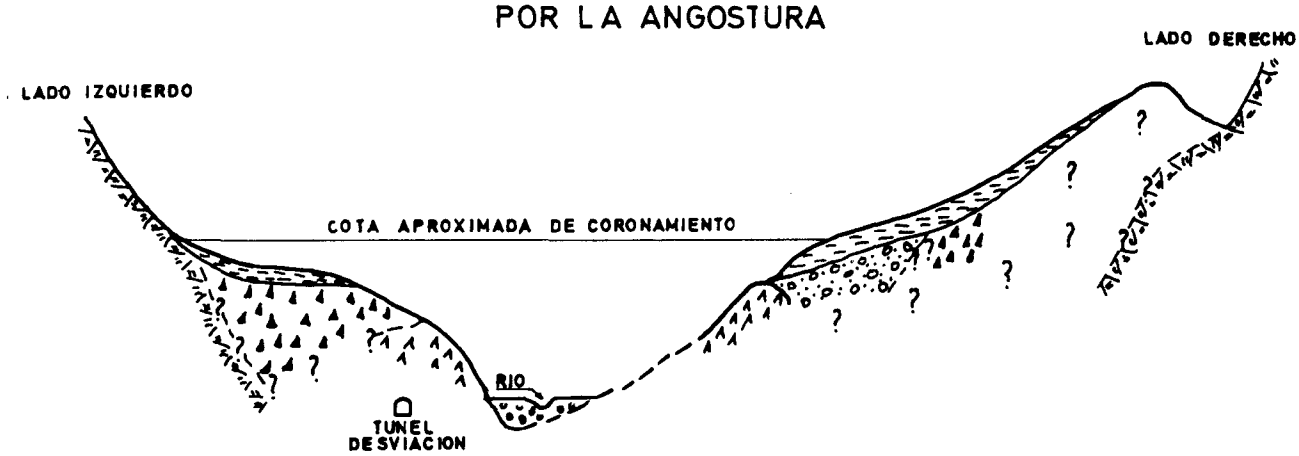
(a) Las partidas que no aparecen con precio unitario corresponden a obras ya realizadas.

FIGURA Nº VII.C.5 - 1

EMBALSE ANCOA

RIO ANCOA

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



ROCAS QUE FORMAN LADERAS DEL VALLE ANCOA

ESPOLONES ROCOS DENTRO DEL VALLE GENERAL DEL ANCOA
(SE DUDA SI CORRESPONDEN REALMENTE AL FONDO DEL VALLE GLACIAL)

DEPOSITOS MORRENICOS

FLUVIAL GRUESO ANTIGUO

POSIBLES TERRAZAS DE FLUVIAL RECIENTE (POST GLACIAL)

LOESS . LIMOS COLOR CAFE CLARO

FIGURA Nº VII. C. 5

EMBALSE ANCOA

PERFIL POR EL EJE TRANSVERSAL DE LA PRESA

MIRADO DESDE AGUAS ARRIBA HACIA AGUAS ABAJO

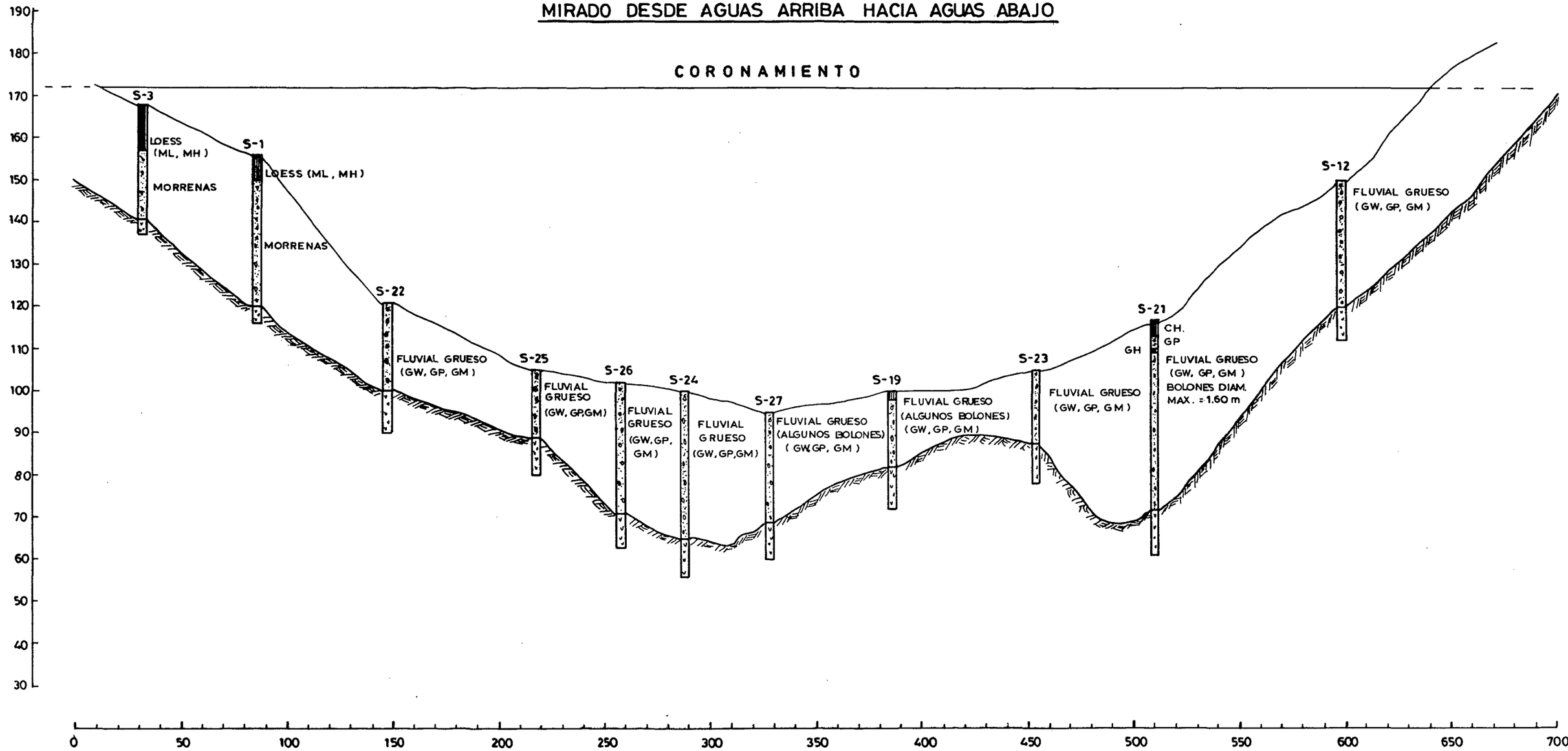


FIGURA Nº VII. C. 5 - 3

EMBALSE ANCOA

RIO ANCOA

CURVAS CARACTERISTICAS DEL EMBALSE

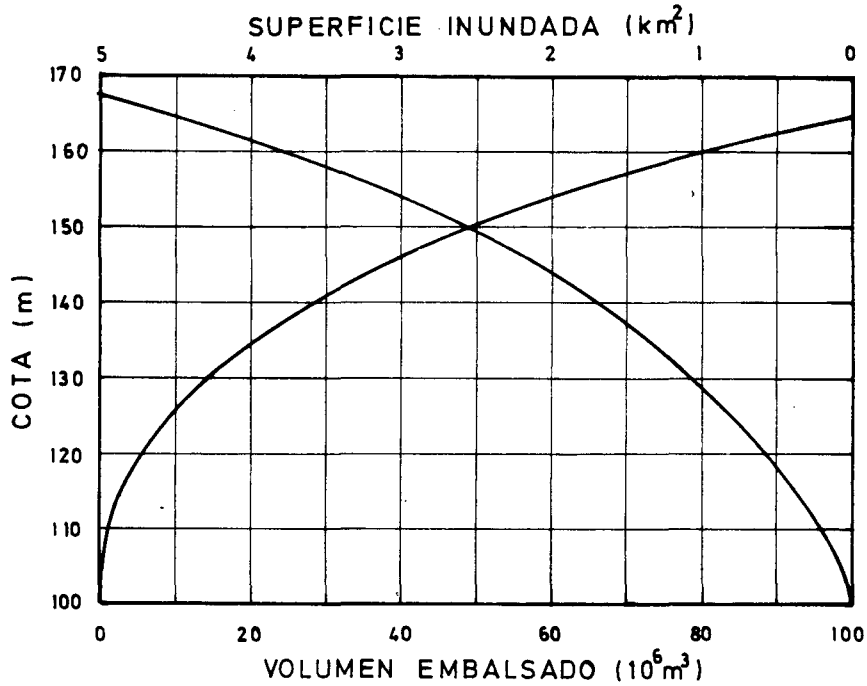


FIGURA N°VII.C.5-4

OBRA : EMBALSE ANCOA

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION °/o
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	—
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.8
03	OBRAS DE ENTREGA	GL	1	5.0
04	PRESA	M^3	3.753.200	87.5
05	VERTEDERO	GL	1	6.5
06	OBRAS VARIAS	GL	1	0.2
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	°/o	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	°/o	ACUMULADO	

AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72

1.86 3.84

01: 1
02: 10 0
03: 100
04: 3 0 | 4 4 | 26
05: 20 | 8 0
06: 1 5 | 8 5
AVANCE PARCIAL: 27,1 | 39,8 | 33,1
AVANCE ACUMULADO: 27,1 | 66,9 | 100,0

VII.C.6.- EMBALSE LA RECOVA

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.6. EMBALSE LA RECOVA

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

to el lugar de presa como la cuenca de embalse ha sido la extraída de las cartas Achibueno y Panimávida a escala 1:50.000 del IGM y del plano aerofotogramétrico a escala 1:10.000, con curvas de nivel cada diez metros obtenido del vuelo Hycon expresamente para el efecto.

En la zona en que se fundaría la presa, el ancho basal del valle es algo superior a 120 m. Las laderas de éste se muestran más bien suaves y asimétricas, presentando el lado izquierdo una pendiente media de 4:1 y el derecho una de 1,8:1. El aspecto que presenta esta zona se puede observar en el corte transversal esquemático de la Figura N° VII.C.6-1.

La cuenca de inundación es angosta pero larga y en ella queda comprendida toda la zona plana del valle del estero Vega de Salas y parte de la del estero Pejerreyes.

1.5 Geología.

En este lugar de presa se pueden ver afloramientos de roca fundamental en el lado derecho del valle. En cambio en el izquierdo, al igual que en otras zonas del Achibueno, existen grandes depósitos sedimentarios aterrazados del cuaternario. Sin embargo, cerca del lecho del río se observaron afloramientos rocosos que podrían corresponder a roca fundamental o a materiales volcánicos cuaternarios intercalados.

En el lecho del río se encuentra el característico fluvial reciente, que es muy permeable, pero en esta zona podría tener menos espesor que en otros posibles lugares de emplazamiento de presas en el río Achibueno.

El corte geológico esquemático de la Figura N° VII.C.6-1 y la interpretación geológica del valle mostrada en la Figura N° VII.C.6-2, ilustran la distribución de las unidades geológicas anteriormente citadas.

Se estima que el sitio de presa de La Recova ofrece algunas dudas debido principalmente al relleno sedimentario presente en el lado izquierdo y a que está cerca del extremo de una puntilla. Un pronunciamiento en una etapa más avanzada de los estudios exigiría algunas prospecciones para determinar las características de este empotramiento, ya que si el relleno fuera muy permeable, se podrían producir filtraciones importantes, difíciles de tratar, tanto hacia la puntilla como hacia la quebrada que está más al oeste (estero Las Minas).

A pesar de estos importantes reparos, no conviene desechar el sitio de presa en esta etapa, ya que aún no se ha comprobado con

certeza las condiciones desfavorables que se presentarían en el lado izquierdo.

1.6 Geotecnia.

Desde el punto de vista de la fundación de la presa, es necesario enfatizar la situación insegura que se observa en el empotramiento izquierdo, debido a la posibilidad de que se produzcan filtraciones hacia el estero Las Minas.

En las cercanías del sitio estudiado, existen tanto los materiales permeables como los impermeables apropiados para la construcción de la presa. Los permeables pueden extraerse del lecho del río, donde se les encuentra en abundancia. Los impermeables se obtendrían de los flujos de barro constituyentes del lado izquierdo o bien a partir de los materiales provenientes de rocas descompuestas que existen a menos de tres kilometros de distancia del sitio de la presa.

Suponiendo que el lado izquierdo tuviese las características que hiciesen factible el emplazamiento de una presa en este lugar, sería indispensable contemplar la ejecución de una pared moldeada de gran magnitud en el lecho del río, que penetrase unos 100 m en ese costado.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1 Presa.

La presa que se ha considerado se adapta mejor a las características del lugar es la por zonas con núcleo de espesor mínimo y una altura de 70 m.

El coronamiento de la presa diseñada para este sitio tiene un ancho de 10 m y estará ubicado a la cota 360 m.s.n.m. Sus taludes tienen inclinaciones de 2,5 :1 y 2 :1 en los lados de aguas arriba y de aguas abajo respectivamente. El núcleo está centrado y tiene pendientes de 1:5 en sus dos caras, como puede observarse en el corte por el eje longitudinal de la presa que se muestra en la Figura N° VII.C.6-1.

Basándose en las dimensiones de la angostura obtenidas del plano a escala 1:10.000, se ha deducido la curva de volúmenes de presa en función de la cota de coronamiento de ella que se muestra en el gráfico A de la Figura N° VII.C.6-3. De acuerdo a éste con una altura de 70 m la presa cubicaría unos 3.1 millones de m^3.

El vertedero evacuador de crecidas irá ubicado al costado izquierdo de la presa. Será de tipo superficial, provisto de cuatro compuertas automáticas de 12 m. de ancho por 8 m. de altura. El umbral tendrá un perfil tipo Creager de 55 m de longitud y continuará en un rápido de ancho constante igual a la longitud del vertedero y de 4.50 m. de altura. El rápido terminará en un disipador de energía de cubeta con dientes según modelo del U.S.B.R. El caudal de diseño del sistema evacuador de crecidas será de 2.450 m^3/s.

Las obras de desviación durante la construcción tambien tendrán que ubicarse a ese mismo lado, ya que allí existe roca y se logra además un menor desarrollo del túnel, puesto que el río después del sitio en estudio cambia su dirección hacia la derecha. La capacidad de las obras de desviación será de 1.400 m^3/s y consistirán en un túnel revestido de sección ovoidal de 13 m de diámetro y 435 m de longitud que termina en un difusor excavado en roca y revestido con hormigón.

2.2 Embalse.

De los valores medidos en los planos a escala 1:10.000 se han deducido las curvas de superficie inundadas y de volúmenes acumulados que se muestran en el gráfico B de la Figura N°VII.C.6-3. Según éste, con una presa de 70 m de altura se inundaría un área de 8 km^2, dentro de la cual queda comprendida casi la totalidad de las tierras fértiles de los valles Vega de Salas y Pejerreyes.

El gráfico B muestra que el volumen total embalsado será de unos 199 millones de m^3.

Las obras de entrega se ubicarán en el interior del túnel de desviación y consistirán en dos válvulas de "chorro hueco" con sus respectivas obras de amortiguación y disipación de la energía.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

Con el volumen del embalse sería posible beneficiar unas 37.000 hectáreas de la zona del valle central comprendida entre los ríos Achibueno y Longaví.

4. CONCLUSIONES.

De todas las posibilidades de presa estudiadas en el río Achibueno (Montecillos, Colliguay, La Recova y El Peñón) ésta es la que presenta las características más interesantes. Según se puede ver en el gráfico C de la Figura N° VII.C.6-3, deducido de los dos anteriores (A,B) de esa misma figura, la relación agua/muro aumenta, aunque en forma amortiguada, con el incremento de la altura de la presa, alcanzando el valor de 64 para 70 m.

Por otra parte, las condiciones de fundación en el lado izquierdo se presentan muy dudosas, debido principalmente a la cercanía del valle del estero La Mina, y se requeriría de una importante pared moldeada para eliminar las filtraciones por el lecho del río. Además el embalse inundaría las tierras de mayor valor agrícola del valle del Achibueno.

Las razones planteadas ponen de relieve la necesidad que existe de contar con mayor información geológica y topográfica referente a este sitio de presa.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, los cuales se contienen en los cuadros N° VII. C.6-1 y VII .C.6-2, respectivamente.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción del Embalse La Recova aparece en la figura N° VII.C.6-4 y comprende un período de cuarenta y seis meses, comenzando en Junio de 1980 y terminando en Marzo de 1984.

7. PLANOS.

Los planos de prediseño correspondientes a esta obra están contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.6-1 Embalse La Recova-Disposición General y Descriptiva del muro.

Plano N° VII.C.6-2 Embalse La Recova-Vertedero, Desviación y Entrega.

CUADRO N° VII.C.6-1

EMBALSE LA RECOVA
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	670.000
B	Instalaciones de faena	200.000
C	Obras de desviación y entrega	9.119.000
D	Presa	17.427.500
E	Obras de Evacuación	11.382.830
F	Obras varias	135.000
G	Imprevistos	9.733.500
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		48.667.830
Estudios de Ingeniería (5%)		2.433.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		973.000
Total presupuesto a precios de mercado		52.073.830
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		49.053.500

EMBALSE LA RECOVA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				670.000
A1	CONSTRUCCION	Km	10	58.000,00	580.000
A2	MANTENCION	Gl	1		90.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		200.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				9.119.000
C1	CANAL DE ENTRADA Y SALIDA Y OBRA TOMA				2.405.000
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Roce	m2	25.000	0,30	7.500
	2) Material común	m3	50.000	1,70	85.000
	3) Roca	m3	115.000	8,00	920.000
	4) Peinado Taludes	m2	7.000	1,50	10.500
	b) Refuerzo excav. abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	2.500	7,50	17.500
	2) Cáncamos Ø = 26 l = 3 m.	c/u	600	35,00	21.000
	c) Hormigón R28 = 225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	1.250	70,00	87.500
	2) Muros, machón, pique	m3	1.150	110.00	126.500
	3) Segundas etapas	m3	2.900	80,00	232.000
	d) Fierro redondo	ton	440	1.000,00	440.000
	e) Agotamiento	Gl	1		150.000
	f) Rejas obra toma	Gl	1		21.000
	g) Compuertas	c/u	2	101.500,00	203.000
	h) Grua-portal	Gl	1		56.000
	i) Montajes mecánicos	Gl	1		28.000
C2	TUNEL Y PIQUE				6.713.500
	a) Excavación subterráneas				
	1) Tunel	m3	58.500	50,00	2.925.000
	2) Pique vertical	m3	1.050	150,00	157.000
	b) Refuerzos excav. subterráneas				
	1) Marco metálico	c/u	85	2.100,00	158.500
	2) Hormigón proyec.	m3	4.300	7,00	30.100

EMBALSE LA RECOVA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	3) Cáncamos Ø = 26, L= 4 m.	c/u	600	40,00	24.000
	4) Cáncamos Ø 26, L = 3 m.	c/u	350	35,00	12.250
	c) Hormigón de revestim subterráneo				
	1) Arco R28 = 225 Kg/cm2	m3	12.200	130,00	1.586.000
	2) Arco R28 = 180 Kg/cm2	m3	1.400	110,00	154.000
	3) Radier R28=225 Kg/cm2	m3	1.400	80,00	112.000
	4) Radier R28=180 Kg/cm2	m3	200	70,00	14.000
	5) Pique R28=225 Kg/cm2	m3	500	130,00	65.000
	6) Cámara válvulas	m3	1.350	110,00	148.500
	7) Segunda etapa	m3	4.900	80,00	392.000
	d) Fierro redondo	ton	386	1.000,00	386.000
	e) Inyecciones relleno	saco	2.100	11,00	23.100
	f) Inyecciones consolidación	saco	3.550	21,00	74.550
	g) Blindaje Ø =2.10m.	Kg	9.600	2,00	19.200
	h) Válvula mariposa	Gl	1		101.500
	i) Válvula Howell-Bunger Ø =2.10	Gl	1		220.400
	j) Puente-grua	Gl	1		17.500
	k) Montacarga y ascensor	Gl	1		35.000
	l) Montaje mecanismos	Gl	1		37.400
D	PRESA				17.427.500
D1	TRATAMIENTO DEL FLUVIAL Y ROCA DE FUNDACION				1.798.500
	a) Pared moldeado	m2	7.540	200,00	1.508.000
	b) Cortina de inyecciones				
	1) Perforación Ø =Bx	m	6.500	7,00	45.500
	2) Inyección cemento	saco	9.500	21,00	199.500
D2	EXCAVACION				627.500
	a) Roce	m2	100.000	0,30	30.000
	b) Escarpe	m3	45.000	1,00	45.000

EMBALSE LA RECOVA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	c) Material común	m3	75.000	1.70	127.500
	d) Roca	m3	50.000	8.00	400.000
	e) Agotamiento	Gl	1		25.000
D3	RELLENOS				10.543.600
	a) Nucleo mat. impermeable	m3	358.000	6.00	2.148.000
	b) Transiciones mat. permeable	m3	277.000	4.80	1.329.600
	c) Espaldones mat. permeable	m3	1.674.000	4.00	6.696.000
	d) Enrocado Wc=500 Kg	m3	37.000	10.00	370.000
D4	TERMINACIONES CORONAMIENTO	Gl	1		150.000
D5	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1		150.000
D6	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				3.705.450
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	30.000	0.30	9.000
	2) Escarpe	m3	30.000	1.00	30.000
	3) Material común	m3	18.500	1.70	31.450
	4) Roca	m3	15.000	12.00	180.000
	b) Rellenos mat. impermeable	m3	542.000	6.00	3.252.000
	c) Enrocado Wc 500 Kg	m3	15.300	10.00	153.000
	d) Agotamiento	Gl	1		50.000
D7	ATAGUIA AGUAS ABAJO				452.450
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	5.000	0.30	1.500
	2) Escarpe	m3	5.000	1.00	5.000
	3) Material común	m3	13.500	1.70	22.950
	4) Roca	m3	3.500	12.00	42.000
	b) Rellenos material	m3	89.000	4.00	356.000
	c) Agotamiento	Gl	1		25.000
E	OBRAS DE EVACUACION				11.382.830
E1	ZONA DE CONTROL DEL VERTEDERO				4.985.600
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	7.000	0.30	2.100
	2) Material común	m3	15.000	1.70	25.500
	3) Roca	m3	109.000	8.00	872.000
	4) Secundaria en roca	m3	2.000	15.00	30.000
	b) Hormigón R28 = 225 Kg/cm2				

EMBALSE LA RECOVA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1)Radier y vertedero	m3	8.000	70.00	560.000
	2) Muro y Machones	m3	8.100	100.00	810.000
	c)Fierro redondo	ton	1.335	100.00	1.335.000
	d)Compuertas emerg.	Gl	1		278.400
	e)Compuertas sector	c/u	4	224.750.00	899.000
	f)Guía portal	Gl	1		84.000
	g)Montaje mecnánicos	Gl	1		89.600
E2	RAPIDO DE DESCARGA				2.008.050
	a)Excavaciones				
	1)Roce	m2	16.000	0.30	4.800
	2)Material común	m3	34.000	1.70	57.800
	3)Roca	m3	80.000	8.00	640.000
	4)Secundaria en roca	m3	2.000	15.00	30.000
	5)Peinado taludes	m2	2.300	1.50	3.450
	b)Hormigón R28 = 225 Kg/cm2				
	1)Radier	m3	6.000	70.00	420.000
	2)Muros	m3	600	100.00	60.000
	c)Fierro redondo	ton	640	1.000.00	640.000
	d)Cáncamos Ø = 26, L= 4 m.	c/u	3.000	40.00	120.000
	e)Rellenos material permeable	m3	6.500	4.00	26.000
	f)Dren Ø = 12"	m	1.000	6.00	6.000
E3	DISIPADOR ENERGIA				4.389.180
	a)Excavaciones				
	1)Roce	m2	71.600	0.30	6.480
	2)Material común	m3	268.000	1.70	455.600
	3)Roca	m3	67.000	8.00	536.000
	4)Peinado taludes	m2	9.000	1.50	13.500
	b)Hormigón R28 = 225 Kg/cm2				
	1)Radier R28 = 225 Kg/cm2	m3	9.000	70.00	630.000
	2)Muros R28 = 225 Kg/cm2	m3	4.000	100.00	440.000
	c)Fierro redondo	ton	1.980	1.000.00	1.980.000
	d)Relleno mat. permeable	m3	76.500	4.00	306.000
	e)Enrocado Wc = 1.000 Kg.	m3	1.800	12.00	21.600

(CONT.) CUADRO N°VII.C.6-2

EMBALSE LA RECOVA
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 5 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
F	OBRAS VARIAS				135.000
	a) Trabajos en zona inundada	Há	29	2.500.00	72.500
	b) Terminaciones y desarmes	HD	2.500	25.00	62.500
G	IMPREVISTOS 25%	Gl			9.733.500

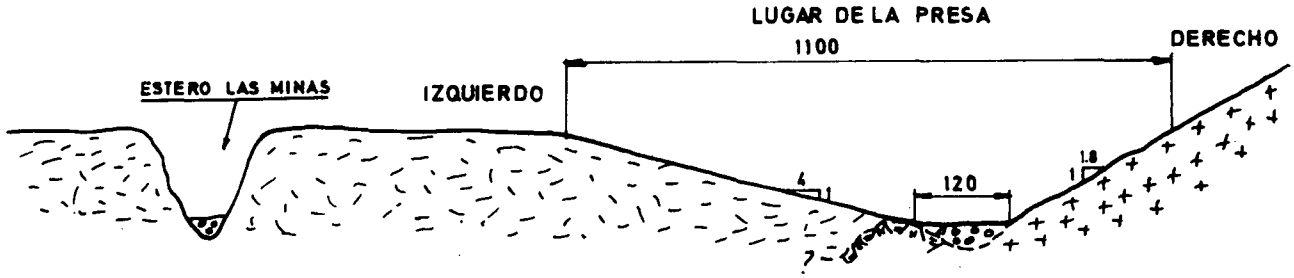
FIGURA Nº VII. C. 6-1

EMBALSE LA RECOVA

RIO ACHIBUENO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR EL SITIO DE LA PRESA

A



POSIBLE ROCA FUNDAMENTAL O ROCAS VOLCANICAS CARACTERISTICAS

ROCA FUNDAMENTAL

RELLENO SEDIMENTARIO CUATERNARIO ANTIGUO, FLUVIOGLACIAL GRUESO CON POSIBLES INTERCALACIONES DE LAHARES, LAVAS Y FLUVIALES NETOS.

SEDIMENTOS FLUVIALES RECIENTES DEL VALLE DEL ACHIBUENO

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA

B

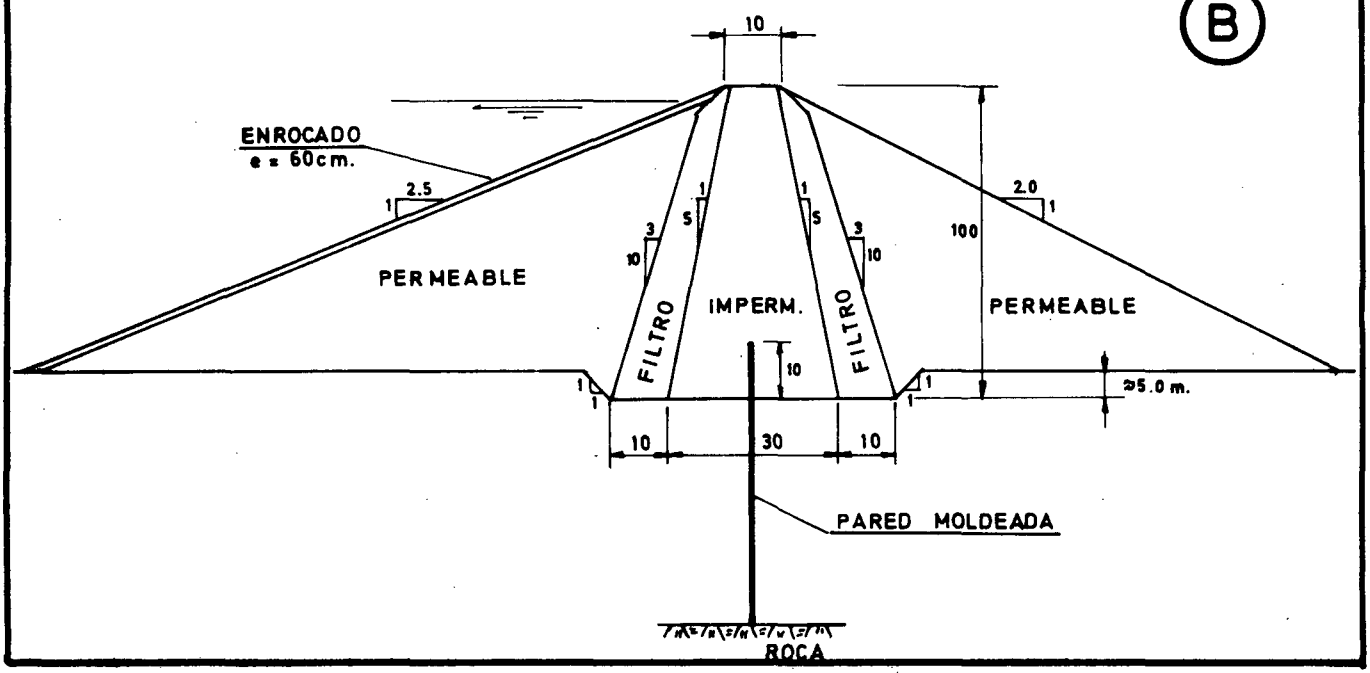


FIGURA Nº VII.C. 6 - 2

ESQUEMA GEOLOGICO DEL CURSO CORDILLERANO DEL RIO ACHIBUENO

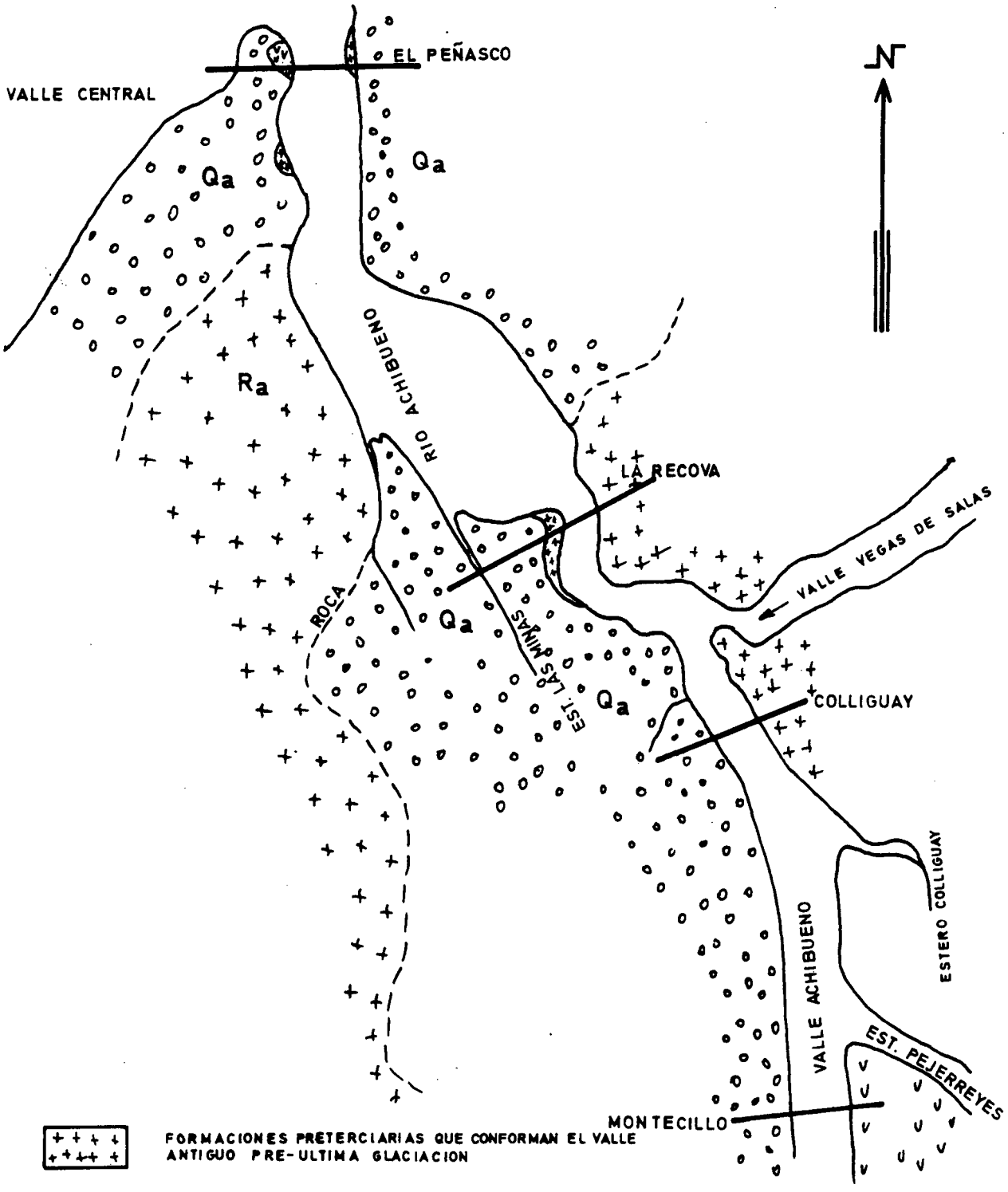
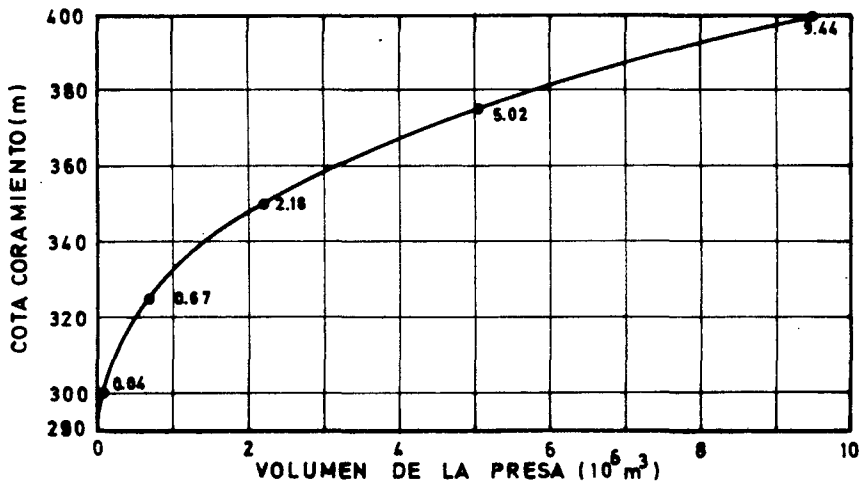


FIGURA Nº VII.C. 6-3

EMBALSE LA RECOVA
RIO ACHIBUENO

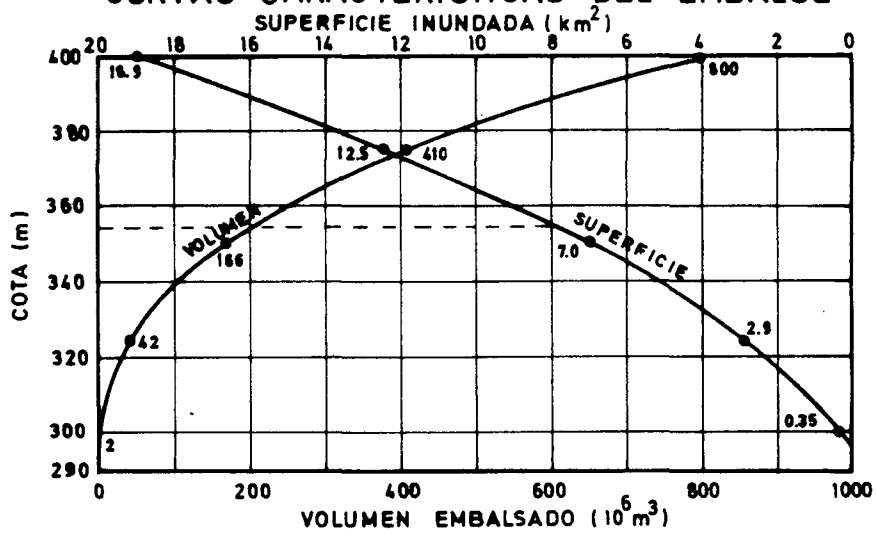
VOLUMEN DE LA PRESA

A



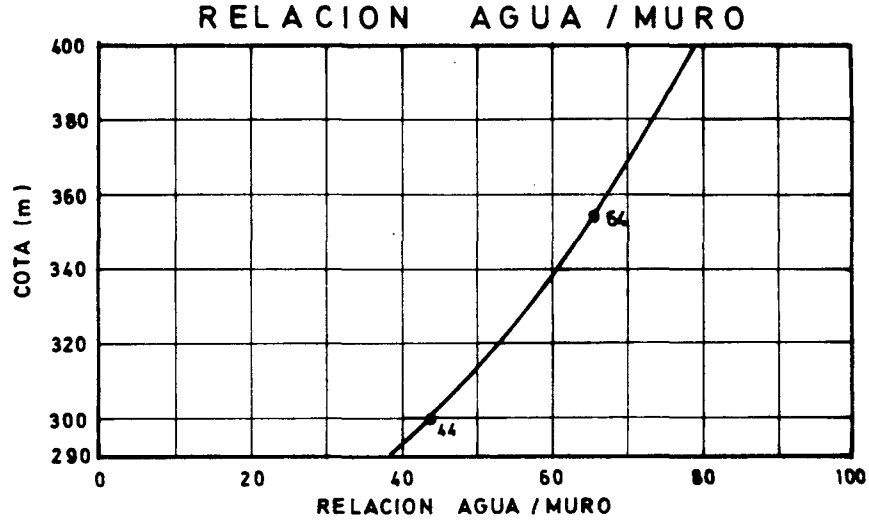
CURVAS CARACTERISTICAS DEL EMBALSE

B



RELACION AGUA / MURO

C

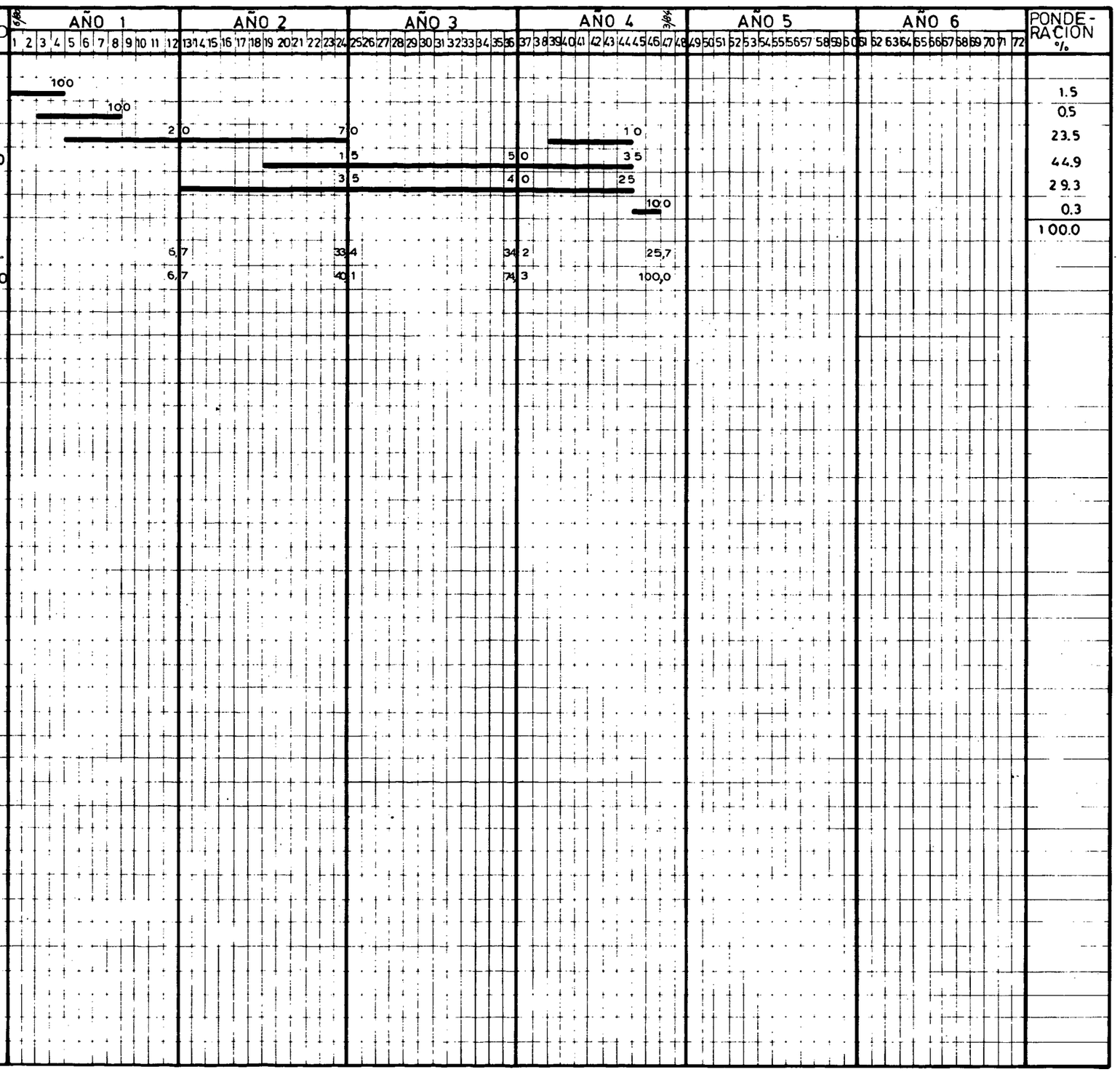


OBRA : EMBALSE LA RECOVA

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº VII.C. 6-4

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	1.5
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.5
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	23.5
04	PRESA	M^3	2.992.000	44.9
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	29.3
06	OBRAS VARIAS	GL	1	0.3
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	



VII.C. 7.- EMBALSE LAVADERO

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.7. EMBALSE LAVADERO

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse
2.3. Canal Alimentador

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1. Ubicación.

El embalse se encuentra en un afluente del río Perquilauquén, denominado estero Lavadero que confluye con éste a unos 2,5 Km. aguas arriba de la sección fluviométrica de Perquilauquén en San Manuel. El sitio de la presa se sitúa a la cota 325 m. sobre el nivel del mar. a la latitud de 36°22' sur y a la longitud de 71° 34' oeste.

1.2. Accesos.

Se llega al sitio de presa siguiendo el camino que parte de Parral en dirección a Termas de Catillo, pero antes de llegar a este lugar se desvía hacia el sur para continuar hacia el fundo San Manuel. El camino anterior se prolonga hasta las puertas de la colonia Dignidad, punto a partir del cual entra en propiedad privada. La distancia entre Parral y la entrada a la colonia es de aproximadamente 33 Km.

1.3. Hidrología.

La cuenca afluente al embalse tiene una extensión de 43,8 Km2, sobre la cual cae una precipitación que fluctúa entre 1.700 mm. y 1.900 mm. de promedio anual. El caudal aportado por ella se estima en 35 l/s por Km2, lo cual daría un total para la cuenca de 1,5 m3/s.

La capacidad del embalse Lavadero se consulta que sea de 84 millones de m3, por lo que el caudal afluente resultaría insuficiente para su llenado. El volumen deficitario que se requeriría para abastecerlo en un año seco, tendría que traerse desde el río Perquilauquén mediante un canal alimentador. En todo caso, esto no sería problema, pues el río tiene capacidad para entregar un volumen de unos 300 millones de m3 durante la época normal de llenado en un año seco.

1.4. Topografía.

La información topográfica utilizada en el estudio de este embalse se ha extraído del plano 1:50.000 del IGM, y del plano aerofotogramétrico a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada diez metros, confeccionado especialmente para el efecto a partir del vuelo Hycon.

El estero Lavadero, en la zona de la presa, pasa entre dos cerros de pendientes muy suaves y de poca altura. El talud del cerro de la derecha tiene una pendiente de aproximadamente 3:1, en tanto que el talud de la izquierda es de 4,5:1. Ambos cerros poseen cumbres planas, alcanzando el primero de los mencionados a una altura de 100 m. sobre el lecho del estero y el segundo a una de 125 m. El ancho de la parte plana junto al estero es de unos 90 m.

El aspecto que ofrece el lugar de emplazamiento del muro se puede observar en el corte transversal esquemático A de la figura N° VII.C.7-1. en que se muestran sus dimensiones principales.

Aguas arriba del sitio de presa el valle continúa más ancho y con pequeña pendiente longitudinal por un trecho de unos seis kilómetros, después de lo cual termina en una cuenca casi circular de 1,5 Km. de radio. Este valle, que constituiría el vaso del embalse, muestra dimensiones apropiadas para la acumulación de las aguas,por lo que, a pesar de lo ancho del sitio de la presa, se considera adecuado para el efecto.

1.5. Geología.

Los antecedentes geomorfológicos con que se cuenta de este lugar provienen principalmente de fotografías aéreas y de lo observado durante el vuelo en helicóptero que se hizo al sitio del embalse. Los estudios geológicos regionales existentes que cubren esta área son muy generales, por lo que no ayudan a definir la geología local de la angostura .

En el corte geomorfológico esquemático de la figura N° VII.C.7-1 se ha representado la interpretación geológica de lo observado desde el aire y de lo que se ha concluído por extrapolación de lo visto en lugares cercanos.

El tipo de roca que aflora en el lecho del estero probablemente corresponde a andesitas estratificadas, semejantes a las de la angostura San Manuel Bajo. Como sólo se pudieron observar afloramientos en el lecho del estero y hasta una reducida altura del lado derecho, no es posible estimar su posición en el resto del contorno del sitio de presa. Considerando el aspecto geomorfológi

co de la región, se puede suponer que se trata de una formación rocosa que ha sido glaciada, de modo que podrían existir valles laterales más profundos, que actualmente se encontrarían cubier tos de sedimentos.

Es posible también que existan fallas o zonas de fracturas que por estas mismas causas no son visibles y por lo tanto no pue de evaluarse su importancia.

En lo referente al resto de la zona de empotramiento, se supone está formada por depósitos fluvioglaciales alterados y/o materia les morrénicos. La permeabilidad de estos materiales podría ser baja por lo que constituirían un apoyo aceptable para una presa de relleno.

En una etapa más avanzada del proyecto deberá definirse con exac titud la posición de la roca y las características hidrogeológicas de los depósitos cuaternarios que la cubren.

1.6. Geotecnia.

La presa quedará fundada sobre roca en su parte inferior y sobre materiales fluvioglaciales o morrénicos en su parte superior.

Los materiales necesarios para la construcción de la presa exis- ten en cantidades suficientes en la zona, aunque los permeables tendrán que transportarse desde una distancia de seis o más ki- lómetros, ya que por no haber bastante cantidad de ellos en el estero Lavadero, habría que extraerlos del lecho del río Perqui lauquén. Los impermeables se obtendrán de las morrenas que exis ten en los alrededores del sitio de presa, o bien de los materia les fluvioglaciales.

Para impermeabilizar la parte inferior de la fundación que se en cuentra en roca, será necesario realizar una cortina monolineal de inyecciones que alcance hasta una profundidad en que la roca se encuentre sana. Sobre la zona de contacto de la roca con los materiales morrénicos o fluvioglaciales será necesario hacer en ambos empotramientos una zanja impermeable o una pared moldeada que alcance hasta la roca y que penetre por lo menos unos 100 m. en cada costado.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1. Presa.

El muro propuesto para esta presa es del tipo por zonas, con un núcleo central ancho y espaldones pequeños de materiales permeables. Sus taludes serán de 2,5:1 en el lado de aguas arriba y de 2:1 en el de aguas abajo. Las caras del núcleo tendrán taludes 1:1 y las del contacto entre permeables y semipermeables de 1,5:1. El coronamiento tendrá un ancho de 10 m., estará a la cota 372 m.s.n.m. y su longitud será de 420 metros.

El diseño propuesto para la presa del embalse Lavadero se puede ver en el gráfico B de la figura N° VII.C.7-1.

La altura máxima de la presa será de 52 metros y la cubicación de rellenos a emplear en ella alcanza a 1.200.000 m3.

El vertedero evacuador de crecidas se ubicará al costado derecho del muro. Será del tipo superficial, con umbral Creager provisto de tres compuertas automáticas de sector de 4 m. de ancho y 3 m. de altura. El nivel normal de operación será la cota 369,20 m.s.n.m. y su capacidad máxima de 150 m3/s.

El umbral del vertedero estará seguido por un rápido de ancho variable de 14 m. a 10 m. y de altura variable de 2,8 m. a 2,0 m. terminando en un disipador de energía tipo bucket de lanzamiento.

Las obras de desviación durante la construcción se ubicarán al extremo derecho del muro. Consistirán en un conducto de hormigón armado colocado en la fundación del muro. Su sección será circular, de 3,8 m. de diámetro hasta el eje del muro, desde el eje hacia aguas abajo será de una renadura normal de 4 m. de diámetro. Tendrá una longitud de 228 m. y terminará en un difusor rectangular fundado en roca que permite efectuar la entrega al río. La capacidad de diseño de las obras de desviación es de 110 m3/s.

2.2. Embalse.

La capacidad de proyecto del embalse Lavadero será de 84 millones de m3, con un volumen muerto de 4 millones de m3, lo que deja un volumen útil de 80 millones de m3. La relación agua/muro es de 68.

Las curvas características de la obra se presentan en las figuras N° VII.C.7-2 y VII.C.7-3.

Las obras de entrega para el riego se materializarán aprovechando el acueducto de desviación durante la construcción, agregándole una torre de toma cuyo umbral estará a la cota 335 m.s.n.m. y las válvulas de servicio y de guardia que irán ubicadas en el extremo inferior del ducto de desviación. La capacidad de estas obras de entrega será de 21 m3/s.

2.3. Canal Alimentador.

Para el llenado del embalse, se consulta la construcción de un canal de 7 m3/s de capacidad, que captará en el río Perquilauquén, en la zona en que se encuentra la angostura de San Manuel Alto y seguirá por la ribera derecha del río, pasando por la parte alta de la angostura de San Manuel Bajo, hasta llegar a un portezuelo ubicado junto al empotramiento izquierdo de la presa de Lavadero. La longitud del canal será de 14 Km. y constará, además, de una bocatoma con barrera de enrocados en el río Perquilauquén y de una obra de entrega al embalse que consistirá en una caída endentada de 335 m. de longitud.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

El volumen de este embalse debería ser suficiente para permitir el riego de unas 20.000 há. de terrenos agrícolas. Estos se encuentran en el valle central, en la zona comprendida entre los ríos Perquilauquén y Longaví.

4. CONCLUSIONES.

La posibilidad de embalse denominada Lavadero presenta una serie de características positivas que la hacen recomendable. Mediante su materialización podría aprovecharse una parte importante de los recursos hidrológicos de invierno del río Perquilauquén, con lo cual podría solucionarse en parte el déficit de agua para riego que existe en la zona y que se pone de manifiesto en condiciones climáticas secas.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras, en el cuadro N° VII.C.7-1, y el presupuesto detallado de las mismas, en el cuadro N° VII.C.7-2.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción de las obras aparece en la figura N° VII.C.7-4 y comprende un período de treinta y tres meses, comenzando en Julio de 1981 y terminando en Marzo de 1984.

7. PLANOS.

Los planos de diseño correspondientes al embalse Lavadero se encuentran contenidos en el album de planos del estudio y comprenden los siguientes:

Plano N° VII.C.7-1 Embalse Lavadero - Disposición General y Descriptivo del Muro
Plano N° VII.C.7-2 Embalse Lavadero - Evacuador de Crecidas, Desviación y Entrega
Plano N° VII.C.7-3 Embalse Lavadero - Obras de alimentación.

CUADRO N° VII.C.7-1

EMBALSE LAVADERO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	625.000
B	Instalación de faenas	200.000
C	Obras de desviación y entrega	1.325.350
D	Presa	10.305.590
E	Obras de evacuación	570.940
F	Obras de alimentación embalse	3.212.065
G	Obras varias	105.000
H	Imprevistos	4.903.200
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		21.247.145
Estudios de Ingeniería (5%)		1.062.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		425.000
Total presupuesto a precios de mercado		22.734.145
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		21.415.600

CUADRO N° VII.C.7-2

EMBALSE LAVADERO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				625.000
A1	CONSTRUCCION	Km	15	35.000,00	525.000
A2	MANTENCION	Gl	1		100.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		200.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				1.325.350
C1	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				462.320
	a)Excav.materiasl com.	m3	8.600	1,70	14.620
	b)Excavación roca	m3	3.700	12,00	44.400
	c)Excav. secundaria roca	m3	2.500	15,00	37.500
	d)Relleno mat. impermeable	m3	56.300	6,00	337.800
	e)Enrocado Wc=300 Kg	m3	2.800	10,00	28.000
C2	TUBERIA				863.030
	a)Excav. material común	m3	850	1,70	1.445
	b)Excavación en roca	m3	550	12,00	6.600
	c)Excav. secundaria roca	m3	700	15,00	10.500
	d)Cáncamos Ø = 32 L = 5 m.	c/u	230	45,00	10.350
	e)Desvio estero y agot.	Gl	1		19.000
	f)Hormigones				
	1)R28=120 Kg/cm2	m3	700	65,00	45.500
	2)R28=225 Kg/cm2	m3	2.000	100,00	200.000
	3)Segundas etapas	m3	170	110,00	18.700
	g)Fierro redondo	ton	245	1.000,00	245.000
	h)Lámina estanquid.	m	450	1,30	585
	i)Tubería metálica Ø = 2.10 m.	Kg	37.000	2,00	74.000
	j)Rejas obra toma	Gl	1		14.000
	k)Compuerta plana	c/u	1	27.550,00	27.550
	l)Válvula de mariposa	c/u	1	87.000,00	87.000
	m)Válvula de chorro hueco	c/u	1	78.300,00	78.300
	n)Montajes mecánicos	Gl	1		24.500
D	PRESA				10.305.590

EMBALSE LAVADERO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
D1	TRATAMIENTO FLUVIAL				3.048.670
	a) Excavcación zanja en material común	m3	5.100	1,70	8.670
	b) Pared moldeada	m2	15.200	200,00	3.040.000
D2	EXCAVACIONES				263.400
	a) Escarpe	m3	38.200	1,00	38.200
	b) Excav. material común	m3	19.000	1,70	32.300
	c) Excavación roca	m3	8.000	12,00	96.000
	d) Excav. secundaria roca	m3	5.500	15,00	82.500
	e) Agotamiento	Gl	1		14.400
D3	RELLENOS				6.953.520
	a) Núcleo impermeable	m3	537.000	6,00	3.222.000
	b) Transiciones material permeable	m3	302.000	6,80	2.053.600
	c) Espaldones material permeable	m3	278.000	5,20	1.445.600
	d) Enrocado Wc=300 Kg	m3	17.600	13,20	232.320
	e) Terminaciones coronamiento	Gl	1		40.000
D4	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1		40.000
E	OBRAS DE EVACUACION				570.940
	a) Excav. material común	m3	25.000	1,70	42.500
	b) Excav. en roca	m3	1.200	12,00	14.400
	c) Excav. secundaria roca	m3	200	15,00	3.000
	d) Peinado talúdes	m2	1.400	1,50	2.100
	e) Hormigones				
	1) R28=120 Kg/cm2	m3	300	65,00	19.500
	2) R28=225 Kg/cm2	m3	1.500	90,00	135.000
	f) Fierro redondo	ton	118	1.000,00	118.000
	g) Lámina estanquied.	m	300	1,30	390
	h) Relleno compactado	m3	4.000	4,00	16.000
	i) Compuerta plana emergencia	c/u	2	28.275,00	56.550
	j) Compuerta automática de servicio	c/u	3	44.000,00	132.000
	k) Montajes mecánicos	Gl	1		31.500

(CONT.) CUADRO N° VII.C.7-2

EMBALSE LAVADERO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
F	OBRAS DE ALIMENTACION EMBALSE				3.212.065
F1	BOCATOMA				597.015
	a) Excav.material común	m3	5.500	1,70	9.350
	b) Excavación en roca	m3	2.500	12,00	30.000
	c) Agotamiento	Gl	1		9.000
	d) Hormigón R28=225 Kg/cm2	m3	1.260	90,00	113.400
	e) Fierro redondo	ton	110	1.000,00	110.000
	f) Relleno compactado	m3	270	4,00	1.080
	g) Filtros	m3	4.250	8,00	34.000
	h) Enrocado				
	1) Wc=90 Kg	m3	50	12,20	610
	2) Wc=300 Kg	m3	800	13,20	10.560
	3) WC=1.000 Kg	m3	9.200	14,20	130.640
	i) Bolones de río	m3	150	8,00	1.200
	j) Adoquinado	m2	110	150,00	16.500
	k) Compuertas emergencia desripiadora	c/u	2	16.675,00	33.350
	l) Comp. desripiadora	c/u	1	27.550,00	27.550
	m) Rejas obra de toma	Gl	1		4.200
	n) Compuerta emergencia obra toma	c/u	1	13.375,00	13.375
	o) Compuerta obra toma	c/u	1	17.400,00	17.400
	p) Montajes mecánicos	Gl	1		16.800
F2	CANAL ALIMENTADOR				2.471.800
	a) Roce	m2	60.000	0,30	18.000
	b) Escarpe	m3	5.000	1,00	5.000
	c) Excavaciones				
	1) Material común	m3	150.000	1,30	195.000
	2) Roca	m3	16.000	12,00	192.000
	d) Peinado talúdes	m2	62.000	1,50	93.000
	e) Hormigón R28=180 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	2.000	80,00	160.000
	2) Muros	m3	6.000	100,00	600.000
	f) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	3.600	90,00	324.000
	2) Muros	m3	1.800	110,00	198.000
	g) Fierro redondo	ton	455	1.000,00	455.000
	h) Rellenos compact.	m3	30.000	4,00	120.000
	i) Estabilizado	m3	4.000	6,70	26.800

EMBALSE LAVADERO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	j)Obras de arte	Gl	1		85.000
F3	OBRA DE ENTREGA				161.250
	a)Excav.material com.	m3	2.500	1,70	4.250
	b)Excavación en roca	m3	1.000	12,00	12.000
	c)Peinado talúdes	m2	2.000	1,50	3.000
	d)Hormigón R28=225 Kg/cm2	m3	750	100,00	75.000
	e)Fierro redondo	ton	65	1.000,00	65.000
	f)Relleno compactado	m3	500	4,00	2.000
G	OBRAS VARIAS				105.000
	a)Trabajos en zona inundada	Há	17	2.500,00	42.500
	b)Terminación y desarmes	HD	2.500	25,00	62.500
H	IMPREVISTOS 30%	Gl	1		4.903.200

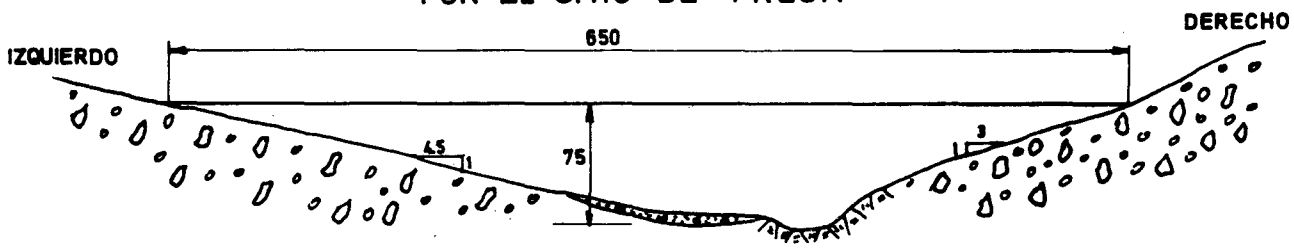
FIGURA Nº VII.C.7-1

EMBALSE LAVADERO

RIO PERQUILAUQUEN - ESTERO LAVADERO

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR EL SITIO DE PRESA



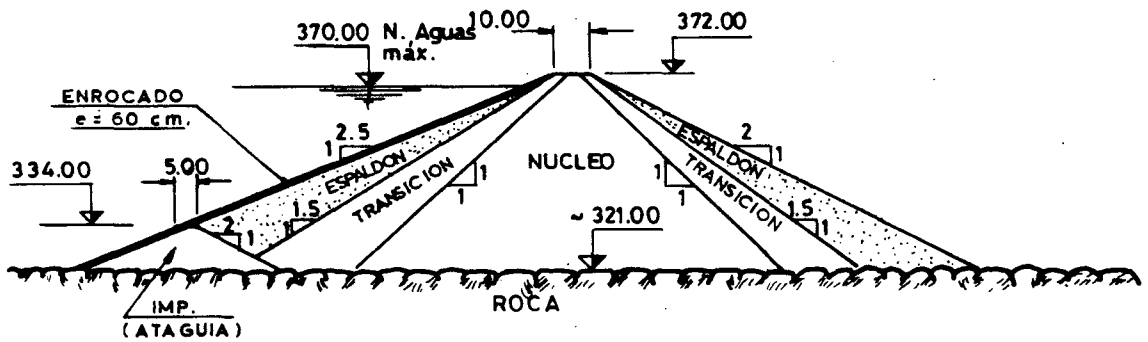
MEZCLA DE ESCOMBRO DE FALDA Y SEDIMENTOS FLUVIALES RECIENTES

POSIBLE FLUVIOGLACIAL DESCOMPUESTO Y/O MATERIALES MORRENICOS.

AFLORAMIENTOS ROCOSOS

(B)

CORTE TRANSV. TIPICO EN LECHO DE RIO



CORTE TRANSV. TIPICO DE EMPOTRAMIENTOS

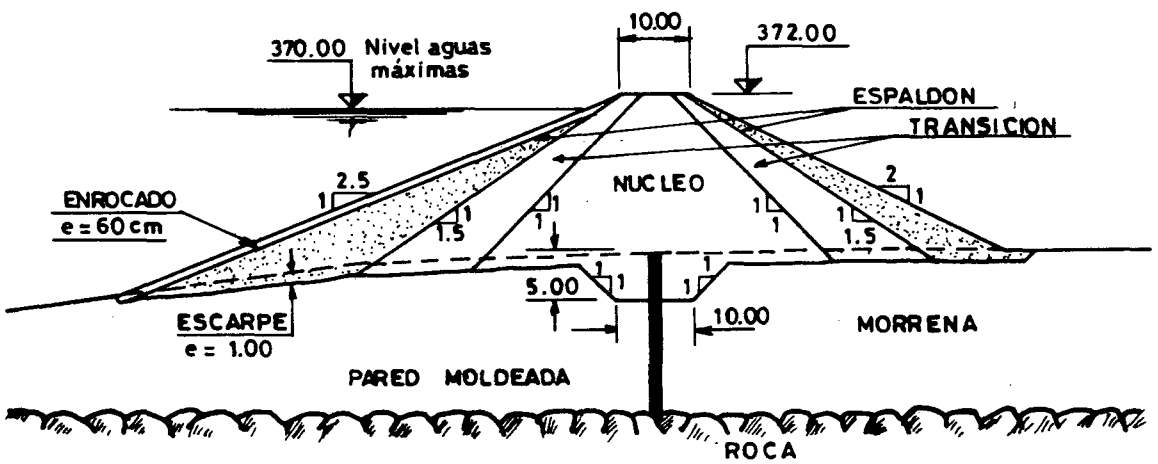


FIGURA Nº VII. C. 7-2

EMBALSE LAVADERO
RIO PERQUILAUQUEN

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA

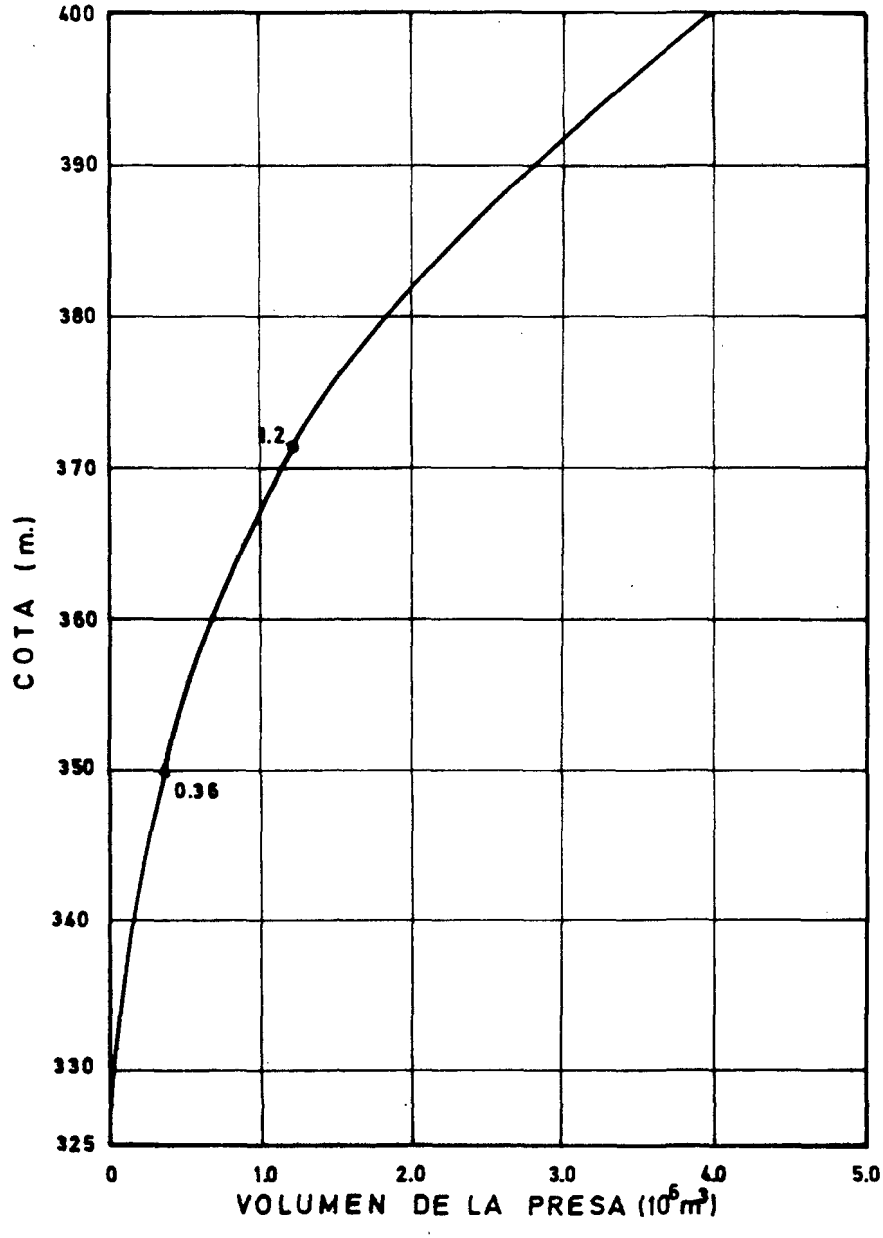
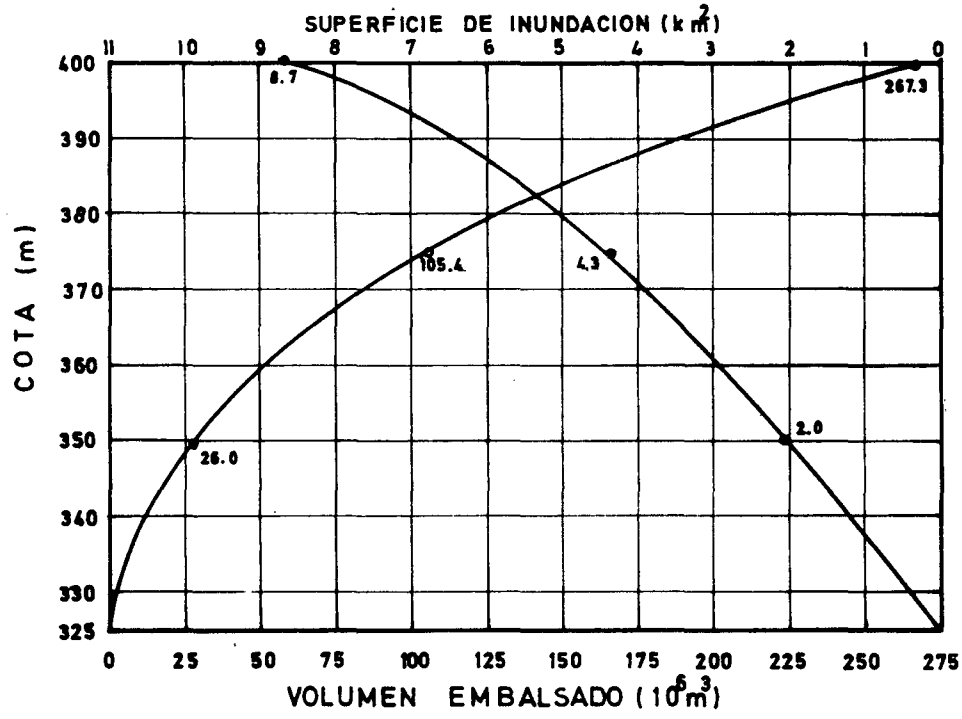


FIGURA Nº VII. C. 7 - 3

EMBALSE LAVADERO
RIO PERQUILAUQUEN

CURVAS CARACTERISTICAS DEL EMBALSE

(A)



RELACION AGUA / MURO

(B)

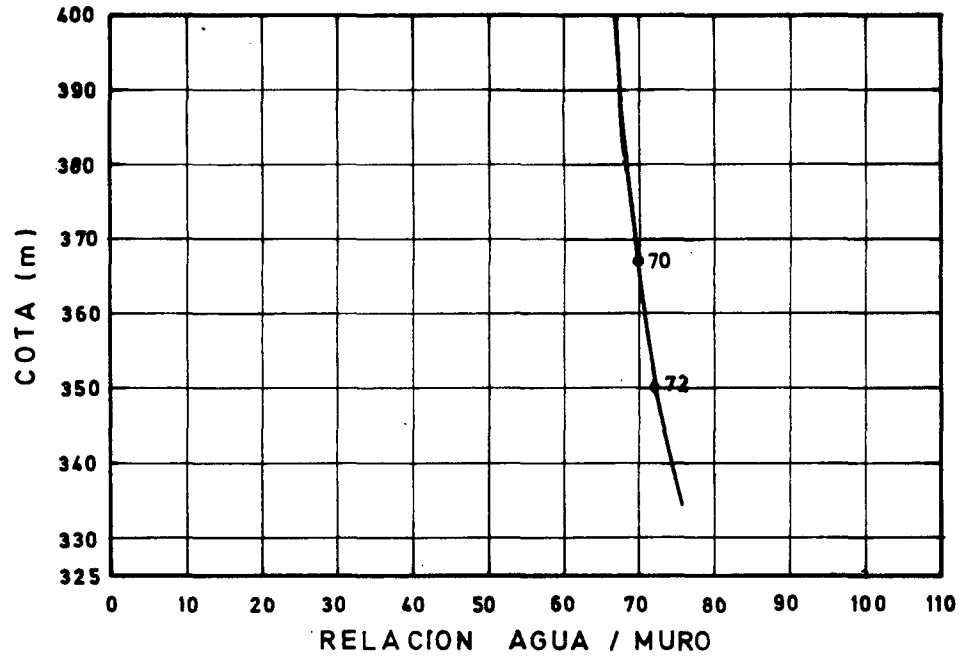


FIGURA Nº VII.C.7-4

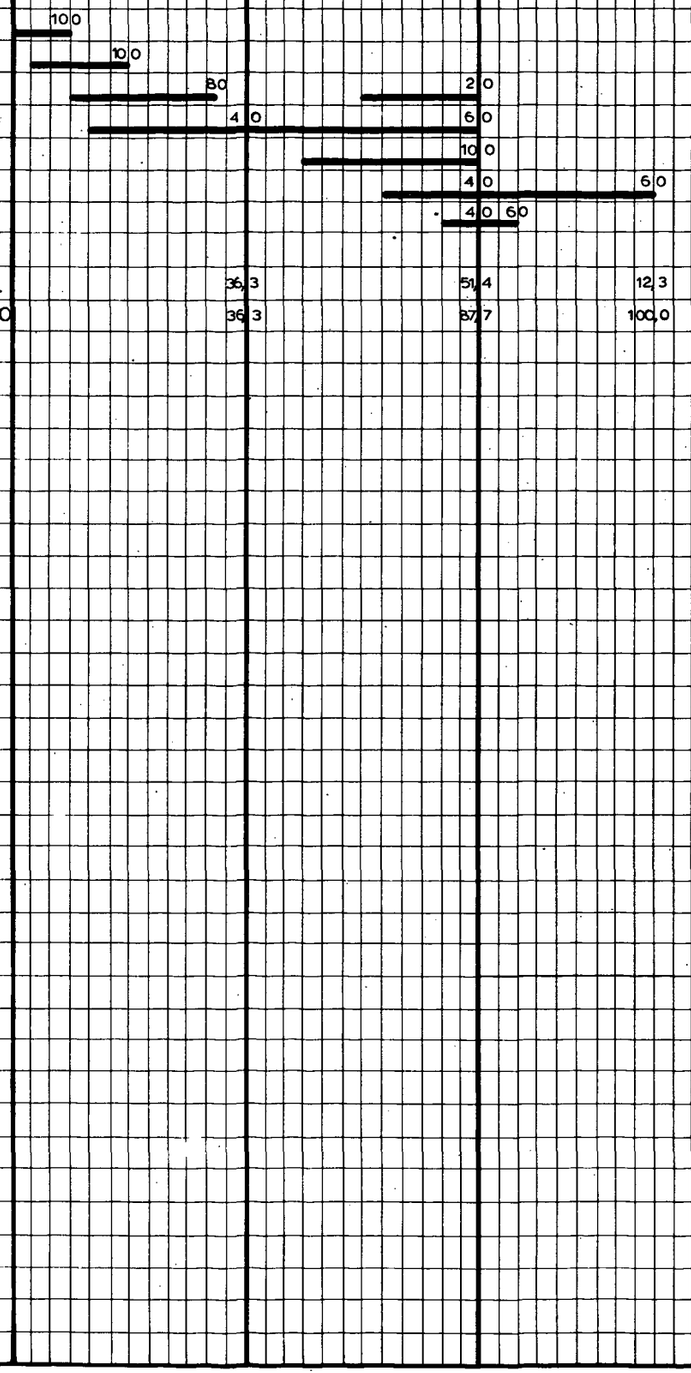
OBRA : EMBALSE LAVADERO

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	3.2
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	1.2
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	8.2
04	PRESA	M3	1.190.000	63.4
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	3.5
06	OBRAS DE ALIMENTACION EMBALSE	GL	1	19.8
07	OBRAS VARIAS	GL	1	0.7
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	

AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72



VII. C. 8.- CANAL TRONCO - LINARES

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.8. CANAL TRONCO - LINARES

1. BREVE DESCRIPCION GENERAL

2. ANTECEDENTES GENERALES
2.1. Topográficos
2.2. Demandas y caudales
2.3. Suelos

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL
3.1. Generalidades
3.2. Tramos
3.3. Trazado
3.4. Pendientes
3.5. Sección
3.6. Cuadro de características del canal

4. PRESUPUESTO

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6. PLANOS

1. BREVE DESCRIPCION GENERAL.

El canal Linares será un gran canal de riego que recorrerá la provincia de Linares de norte a sur interconectando todos los cauces naturales de ella y suministrando los caudales deficitarios de riego donde sea necesario.

Tendrá su origen en el canal de devolución de las aguas generadas por el complejo hidroeléctrico Colbún-Machicura. Luego de un recorrido de poco más de 120 km, entregará sus caudales residuales al río Perquilauquén.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 Topográficos.

i) Planchetas del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50.000, con curvas de nivel cada 25 m.

ii) Levantamiento a escala 1:10.000 de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, con curvas de nivel cada 5 m. El sistema de cotas de este levantamiento corresponde al sistema del IGM.

iii) Levantamiento aerofotogramétrico a escala 1:10.000 de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Endesa) con curvas de nivel cada 5 m. El sistema de cotas de este levantamiento difiere del sistema del IGM en 13,64 m. en la zona de los primeros kilómetros del canal.

2.2 Demandas y caudales.

Como se ha indicado anteriormente este canal interconectará los

principales cursos naturales de la provincia de Linares.

Para una más detallada definición de sus características se han concebido nudos hidrológicos en los puntos de cruce con los ríos principales. Entre cada par de nudos hidrológicos, en consecuencia, quedará definido un tramo del canal.

Los nudos hidrológicos se han definido en la descripción de los esquemas fundamentales de riego.

En el cuadro que sigue, se detallan los caudales de diseño de cada tramo de acuerdo a los resultados del modelo matemático de simulación hidrológica.

TRAMO N°	DE NUDO	A NUDO	CAUDAL DEL TRAMO AL COMIENZO	AL FINAL
1	D4	H10	93.33	83.45
2	H10	H9	83.45	82.88
3	H9	H8	82.36	82.36
4	H8	H7	73.70	65.02
5	H7	H6	60.38	52.69
6	H6	H5	37.79	17.48

Estos caudales de diseño son los que han resultado del modelo de simulación una vez aplicados los criterios indicados en el capítulo de Criterios Generales de Diseño. Generalmente corresponden a demandas del mes de Enero, excepto para el último tramo en que los caudales corresponden a Noviembre.

2.3 Suelos.

El canal Linares atravesará diversos tipos de suelos en su recorrido de norte a sur a lo largo del valle e inmediatamente al poniente de los primeros cerros de la cordillera.

La mayor parte de ellos se pueden clasificar como suelos finos arcillosos. Se puede estimar en un 50% este tipo de suelos.

En los conos de rodado de los ríos Achibueno y Longaví, los mayores cursos naturales de la zona, presentan suelos de granulometría gruesa, es decir gravas arenosas y gravas arcillosas. Se estima que el canal cruzará un 25% de su recorrido con este tipo de suelos.

El resto de los suelos que cruzará el canal Linares, corresponde al tipo arcillo-arenoso.

Desde el punto de vista de la compactación de los suelos, el canal cruzará un 50% de suelos medianamente compactos,un 20% de suelos compactos y un 15% de suelos sueltos, y el resto serán suelos sin cohesión.

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL.

3.1 Generalidades.

El canal Linares tendrá un trazado de norte a sur, y se desarrollará desde su origen en el canal de devolución del proyecto hidroeléctrico Colbún-Machicura. Su cota en bocatoma se ha determinado de común acuerdo entre la Endesa y la Dirección de Riego, y corresponde a la cota 217.00 del sistema Endesa o bien la cota 203.36 del sistema del IGM.

El canal Linares tendrá una sección trapecial revestida de hormigón en todo su recorrido que alcanzará a poco más de 120 km.

3.2 Tramos.

En el canal se distinguen los siguientes tramos, cada uno con un diferente caudal de diseño:

Tramo	Entre Km.	Entre nudos	Q(m^3/s)	Entre ríos.
1	0 - 18.437	D4 - H10	93.33	Bocatoma-Putagán
2	18.437- 20.415	H10- H9	83.45	Putagán-E.Quinquenes
3	20.415- 31.932	H9 - H8	82.36	E.Quinquenes-Achibueno
4a	31.932- 64.975	H8 - A	73.70	Achibueno-E.Toscas
4b	64.975- 78.330	A - H7	65.02	E.Toscas-Longaví
5a	78.330- 89.091	H7 - B	60.38	Longaví-E.Chimbarongo.
5b	89.091- 96.751	B - H6	52.69	E.Chimbarongo-E. Parral.
6a	96.751-104.205	H6 - C	37.79	E,Parral-E.Cardos
6b	104.205-120.074	C - H5	17.48	E.Cardos-Perquilauquén.

Los nudos A, B y C corresponden al estero Toscas, al estero Chimbarongo, y al estero Cardos, respectivamente. En cada uno de esos puntos se produce una modificación del caudal del canal.

3.3 Trazado.

El trazado elegido para el canal Linares corresponde al trazado del proyecto de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas.

Para cada uno de los tramos se ha respetado el trazado y las pendientes determinadas en dicho proyecto.

3.4 Pendientes.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, las pendientes elegidas para el diseño del canal han sido las siguientes:

De km	0	al km	65.960	i = 0.0002
De km	65.960	al km	101.678	i = 0.00015
De km	101.678	al km	120.074	i = 0.0002

La elección de tales pendientes permitirá evitar que el canal atraviese la ciudad de Parral.

3.5 Sección.

El canal será de sección trapecial, revestida de hormigón. Sus taludes laterales se han definido 1,5:1. El ancho basal se ha determinado de modo que defina para cada tramo una altura de escurrimiento que sea aproximadamente igual a : $h = 0.6 \sqrt{S}$ siendo S la sección de escurrimiento de las aguas. El ancho basal mínimo por razones constructivas será 2.0 m.

Las revanchas medidas sobre el nivel normal de las aguas hasta la cota del revestimiento y hasta la cota de berma han sido determinadas de acuerdo a lo estipulado por el Bureau of Reclamation. El canal tendrá una relación de cotas de eje hidráulico y de terreno tal que se produzca una compensación entre los volúmenes de corte y terraplén.

3.6 Cuadro de características del canal.

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Coef. rugosidad	Velocidad m/s
1	93.33	5.0	4.68	6.06	0.0002	0.016	1.66
2	83.45	5.0	4.44	5.79	0.0002	0.016	1.61
3	82.36	5.0	4.41	5.76	0.0002	0.016	1.61
4a	73.70	4.0	4.42	5.74	0.0002	0.016	1.56
4b	65.02	4.0	4.18	5.46	0.0002	0.016	1.52
4b	65.02	4.0	4.46	5.74	0.00015	0.016	1.86
5a	60.38	4.0	4.31	5.57	0.00015	0.016	1.33
5b	52.69	4.0	4.05	5.28	0.00015	0.016	1.29
6a	37.79	3.0	3.71	4.85	0.00015	0.016	1.19
6a	37.79	3.0	3.47	4.61	0.0002	0.016	1.33
6b	17.48	2.5	2.54	3.50	0.0002	0.016	1.09

4. PRESUPUESTO.

A continuación se acompaña el resumen del presupuesto de las obras, en el cuadro N° VII.C.8-1, y el presupuesto detallado de las mismas, en el cuadro N° VII.C.8-2.

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción de las obras aparece en la Figura N° VII.C.8-1 y comprende un período de cuarenta y seis meses, comenzando en Noviembre de 1981 y terminando en Agosto de 1985.

6. PLANOS.

Los planos de prediseño correspondientes a esta obra están contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.8-1	Canal Linares-Descriptivo General
Plano N° VII.C.8-2	Canal Linares-Planta,Perfil longitudinal y Cortes típicos;Km 0.000 al Km. 16.000.
Plano N° VII.C.8-3	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km. 16.000 al Km 28.000
Plano N° VII.C.8-4	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 28.000 al Km 38.000.
Plano N° VII.C.8-5	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 38.000 al Km 52.000

Plano N° VII.C.8-6	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 52.000 al Km 68.000.
Plano N° VII.C.8-7	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 68.000 al Km 78.000
Plano N° VII.C.8-8	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 78.000 al Km 90.000.
Plano N° VII.C.8-9	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 90.000 al Km 104.000.
Plano N° VII.C.8-10	Canal Linares-Planta,Perfil Longitudinal y Cortes típicos;Km 104.000 al Km 120.074.

CUADRO N° VII.C.8-1

CANAL LINARES
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	636.000
B	Instalación de faenas	450.000
C	Canal	52.282.800
D	Obras de arte (45% ITEM C)	23.500.000
E	Imprevistos	7.690.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO PRECIOS DE MERCADO		84.558.800
Estudios de Ingeniería (5%)		4.227.900
Supervigilancia de la construcción (2%)		1.691.200
Total presupuesto a precios de mercado		90.477.900
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		85.230.200

CUADRO N° VII.C.8-2

CANAL LINARES
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				636.000
A1	CONSTRUCCION	Km	12	35.000,00	420.000
A2	MANTENCION	Gl	1		216.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		450.000
C	CANAL				52.282.800
C1	EXCAVACIONES ABIERTAS				10.218.000
	a) Roce	m2	480.000	0,30	144.000
	b) Material común	m3	4.556.000	1,50	6.834.000
	c) Roca	m3	120.000	12,00	1.440.000
	d) Peinado talúdes	m2	120.000	15,00	1.800.000
C2	HORMIGONES R28=225 Kg/cm2				5.602.000
	a) Radier	m3	15.800	70,00	1.106.000
	b) Talúdes	m3	56.200	80,00	4.496.000
C3	HORMIGONES R28=180 Kg/cm2				11.070.000
	a) Radier	m3	33.000	65,00	2.145.000
	b) Taluúdes	m3	119.000	75,00	8.925.000
C4	FIERRO REDONDO	ton	7.220	1.000,00	7.220.000
C5	RELLENOS COMPACTADOS	m3	3.882.000	4,00	15.528.000
C6	DRENES	m	120.000	14,00	1.680.000
C7	ESTABILIZADO PARA BERMA	m3	144.000	6,70	964.800
D	OBRAS DE ARTE	Gl	1		23.500.000
E	IMPREVISTOS 10%	Gl	1		7.690.000

FIGURA Nº VII.C.8-1

OBRA : CANAL LINARES

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	100						0.8
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	100						0.6
03	CANAL	KM	120	24	32	32	12			68.0
04	OBRAS DE ARTE	GL	1			6	56 38			30.6
										100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	17,7	23,6	39,0	19,7			
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	17,7	41,3	80,3	100,0			

VII. C. 9.- CANAL MAULE - PERQUILAUQUEN

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.9. CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN

1. BREVE DESCRIPCION GENERAL

2. BOCATOMA
2.1. Ubicación y descripción general
2.2. Antecedentes generales
a) Topografía
b) Hidrología
c) Suelos
2.3. Caudales de diseño
a) Obra de toma
b) Barreras móviles
c) Barreras de enrocados
d) Pretiles
2.4. Bases de cálculo
2.5. Características de las obras
a) Canal de aproximación
b) Obra de toma
c) Barreras móviles
c.1. Barrera móvil sur
c.2. Barrera móvil norte
d) Pretiles
e) Barrera de enrocados

3. CANAL
3.1. Antecedentes Generales
a) Topográficos
b) Demandas y caudales
c) Suelos
3.2. Características del canal
a) Generalidades
b) Tramos
c) Trazado
d) Pendientes
e) Secciones
f) Cuadro de características
f.1. Esquema de Obras N° 3-A
f.2. Esquema de Obras N° 3-B

4. PRESUPUESTO

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6. PLANOS

1. BREVE DESCRIPCION GENERAL.

El canal Maule-Perquilauquén será un gran canal de riego que recorrerá la provincia de Linares de norte a sur interconectando todos los cursos naturales de ella y suministrando los caudales deficitarios de riego donde sea necesario.

Tendrá su origen en el río Maule, cuyos recursos captará mediante una bocatoma situada a unos 17 kilómetros al oriente del puente carretero sobre el río Maule. Luego de un recorrido de poco más de 140 km, entregará sus caudales residuales al río Perquilauquén.

El canal Maule-Perquilauquén es una obra que está consultada en las tres alternativas del esquema de obras N° 3. En consecuencia, si bien su trazado será el mismo, los caudales de diseño de los distintos tramos variarán según sea el caso: si se consideran embalses de cabecera en los ríos del sector sur de la cuenca o no. Por lo tanto, se dan dos casos: el del prediseño de la bocatoma y del canal para el esquema de obras N° 3-A; y el del prediseño de las mismas obras para los esquemas N° 3-B y 3-C. En este último caso, los caudales de diseño del canal Maule-Perquilauquén coinciden con los del canal Tronco-Linares en el tramo comprendido entre la descarga de la central Machicura y el río Perquilauquén.

2. BOCATOMA.

2.1 Ubicación y descripción general.

La bocatoma del canal Maule-Perquilauquén se ubica sobre la ribera izquierda del río Maule unos 7,0 km aguas abajo del Taco general.

Las obras de la bocatoma estarán compuestas por la obra de toma propiamente tal, dos barreras móviles ubicadas en sendos brazos del río Maule, una barrera fija de enrocados situada entre ambas barreras móviles, dos pretiles de tierra entre las barreras móviles y las márgenes norte y sur del río y un canal denominado canal de aproximación que unirá la obra de toma con el canal Maule-Perquilauquén.

2.2 Antecedentes generales.

a) Topografía. Para ejecutar el prediseño de la bocatoma se contó con los siguientes antecedentes topográficos:

- Plancheta del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50.000 con curvas de nivel cada 25 m.

- Planos aerofotogramétricos, a escala 1:10.000, de propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad S.A.

Estos últimos planos tienen un sistema de coordenadas y de cotas diferentes a los empleados por el IGM.

b) Hidrología.

- Crecidas del río Maule

Período de retorno (años)	Caudal peak (m^3/s)
10	3.800
50	5.500

- Caudal medio mensual máximo: 500 m^3/s.

c) Suelos. En la zona donde se implantarán las obras se puede distinguir el siguiente perfil estrategráfico:

- Estrato superior de 0,50 m de arenas limosas con materia orgánica.
- Estrato inferior de gravas gruesas, limpias, densas, de origen fluvial.

2.3 Caudales de diseño.

a) Obra de toma. El caudal de diseño de la obra de toma en los dos casos estudiados es el siguiente:

i) Para el esquema de obras N° 3-A, se tomó un caudal de diseño de 52,8 m^3/s.

ii) Para los esquemas de obras N° 3-B y 3-C se tomó un caudal de diseño de 93,5 m^3/s.

Ambos caudales de diseño corresponden al caudal del primer tramo del canal Maule-Perquilauquén.

b) Barreras móviles. Las barreras móviles se diseñaron de modo que con todas sus compuertas abiertas ellas fueran capaces de evacuar el máximo caudal medio mensual del río Maule en el lugar de la bocatoma y que corresponde a unos 500 m^3/s.

c) Barrera de enrocados. El caudal de diseño considerado fue de 5.000 m^3/s. Esto significa que mediante la barrera de enrocados y las barreras móviles se pueden evacuar 5.500 m^3/s, caudal correspondiente a la crecida con período de retorno de 50 años.

d) Pretiles. Los pretiles se diseñaron de modo que su cota de coronamiento no fuera sobrepasada durante una crecida con período de retorno de 50 años.

2.4 Bases de cálculo.

Las dimensiones de las obras se determinaron a base de las siguientes hipótesis:

i) Las obras de toma deben ser capaces de captar el caudal máximo del canal con un nivel de agua en la poza igual a la cota de coronamiento de la barrera de enrocados.

ii) Las compuertas de las barreras móviles deben ser de dimen-

siones tales que permitan que a través de los vanos respectivos pase un caudal equivalente al medio mensual máximo del río Maule (500 m^3/s).

iii) La cota de coronamiento de los pretiles de tierra sur y norte y de las barreras móviles se determinó considerando que el nivel del agua en la poza no los sobrepase para una crecida con período de retorno de 50 años (5.500 m^3/s).

iv) El cálculo de la carga necesaria para evacuar los caudales de diseño de las barreras móviles y de enrocados se ha hecho suponiendo que sobre los umbrales de las obras vertedoras el escurrimiento será crítico, es decir, que no habrá influencia de aguas abajo.

2.5 Características de las obras.

a) Canal de aproximación. Este canal une la obra de toma con el canal Maule-Perquilauquén. Su sección será revestida en hormigón en el radier y en el talud de aguas abajo. El talud de aguas arriba se revestirá con pastelones de hormigón perforados. La cota de berma de este canal corresponde a la 225 m y su sección será totalmente enterrada en la zona de llegada al canal Maule-Perquilauquén y en rellenos permeables en la zona cercana a la bocatoma.

Otras características de este canal son:

Taludes	2/1 (H/V)
Pendiente	0,0002
Longitud	480,0 m

b) Obra de toma. Las características principales de la obra de toma son:

	Esquema N° 3-A	Esquema N°3-B y 3-C
Ancho en la sección de toma	23,40	37,20
Ancho en la sección de compuerta	17,40	31,20
Cota de radier	220,60	220,60
Cota de coronamiento	225	225
N° compuertas de sector de 3,60 m de ancho por 1,90 m de alto	4	7

c) Barreras móviles. En cada uno de los 2 brazos que presenta el río Maule en la zona de la bocatoma se han dispuesto barreras móviles cuyas características son las siguientes:

c.1) Barrera móvil sur.

Ancho total : 28,0 m
Cota de radier : 219,00 m
Cota de coronamiento: 225,00 m.
Compuertas : 5 compuertas de sector de 4,80 m de ancho y 3,50 m de alto. Una de estas compuertas, la vecina a la obra de toma, funcionará como desripiadora.
Aguas abajo de las compuertas no desripiadoras se ha dispuesto una cubeta disipadora de 3,0 m de longitud y 0,70 m de altura.

c.2) Barrera móvil norte. Sus características son las mismas que las de la barrera móvil sur, salvo que en esta barrera no se ha dispuesto una compuerta desripiadora.

d) Pretiles. Se contempla la construcción de dos pretiles de tierra entre las barreras móviles y las márgenes norte y sur del río Maule, cuyas características son:

longitud : 150,0 m el pretil norte y 480,0 m el pretil sur.
tipo de material de ambos pretiles: suelos permeables.
cota de coronamiento en ambos pretiles: 225,00 m.
altura máxima de ambos pretiles: 6,0 m
taludes de ambos pretiles:
- aguas arriba: inclinación 2/1(H/V).Protección con dos capas de enrocado de 300 Kg de peso.

- aguas abajo : inclinación 2/1 (H/V) desde la cota de coronamiento (225,00 m) hasta la cota 222,00 m. Desde esta cota hasta el nivel del terreno, la inclinación del talud será 6/1 (H/V).

ancho de coronamiento de ambos pretiles: 4,0 m.

e) Barrera de enrocados. Las características de la barrera de enrocados son:

longitud : 900,0 m
cota de coronamiento : 222,50 m
altura máxima : 3,5 m
tipo : barrera de enrocados con núcleo impermeable constituido por una pantalla de hormigón que quedará fundada 4,0 m bajo el nivel del terreno.

Taludes:
- aguas arriba: inclinación 3/1 (H/V), protegido con dos capas de enrocado de 300 kg de peso. Bajo estas dos capas de enrocado se dispondrán dos capas de filtro de material graduado.
- aguas abajo : inclinación 10/1 (H/V), protegido con dos capas

de enrocado de 800 kg de peso. Este talud termina en una protección de 10 m. de longitud compuesta de enrocado de las mismas características anteriores. Al final de esta protección se excavará un diente de 3,0 m de profundidad. Bajo la protección de enrocado se dispondrán dos capas de filtro de material graduado.

3. CANAL.

3.1 Antecedentes generales.

a) Topográficos.

- Planchetas del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1.:50.000, con curvas de nivel cada 25 m.
- Levantamiento a escala 1:10.000 de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, con curvas de nivel cada 5 m. El sistema de cotas de este levantamiento corresponde al sistema del IGM.
- Levantamiento aerofotogramétrico, escala 1:10.000 de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (Endesa), con curvas de nivel cada 5 m. El sistema de cotas de este levantamiento difiere del sistema del IGM en 13,64 m.

b) Demandas y caudales. Como se ha señalado, este canal interconectará los principales cursos naturales comprendidos entre el río Maule por el norte y el río Perquilauquén por el sur.

Para una más detallada definición de sus características se han concebido nudos hidrológicos en los puntos de cruce con los cauces naturales principales. Entre cada par de nudos hidrológicos, en consecuencia quedará definido un tramo del canal.

Los nudos hidrológicos mencionados se han definido en la descripción de los esquemas fundamentales de riego.

En el cuadro que sigue, se detallan los caudales de diseño de cada tramo, de acuerdo a los resultados del modelo matemático de simulación hidrológica para las distintas alternativas del esquema de obras N° 3.

TRAMO N°	DE NUDO	A NUDO	CAUDAL DEL TRAMO (m^3/s) ESQUEMA DE OBRAS N° 3-A		ESQUEMAS DE OBRAS N° 3-B y 3-C	
			Al comienzo	Al final	Al comienzo	Al final
1	Bocatoma	D4	52.74	52.74	93.33	93.33
2	D4	H10	52.74	41.92	93.33	83.45
3	H10	H9	41.92	41.35	83.45	82.88
4	H9	H8	35.15	35.15	82.36	82.36
5	H8	H7	67.78	58.27	73.70	65.02
6	H7	H6	53.28	32.41	60.38	52.69
7	H6	H5	22.28	9.00	37.79	17.48

Estos caudales de diseño corresponden a los caudales que han resultado del modelo de simulación una vez aplicados los criterios indicados en el capítulo de Criterios Generales de Diseño. Generalmente corresponden a demandas del mes de Enero excepto para el último tramo, en que los caudales máximos corresponden a Noviembre.

c) Suelos. El canal Maule-Perquilauquén cruzará en su largo recorrido de norte a sur a lo largo del valle central, inmediatamente al poniente de los primeros cerros cordilleranos, diversos tipos de suelo, principalmente de origen fluvial.

La mayor parte de ellos se pueden clasificar como suelos finos arcillosos, sobre materiales del tipo de grava.

Desde el río Maule hasta el estero Machicura, el canal se desarrolla por terrenos planos compuestos de materiales aluviales. Los primeros diez kilómetros quedarán excavados en gravas gruesas, limpias, de origen fluvial que yacen bajo 0,50 m de arenas limosas con materia orgánica y raíces. Desde el km 10 hasta el río Rari, sobre el estrato fundamental de gravas, aparece un estrato superior de 0,30 m de limos y arcillas y materia orgánica, y bajo él, un estrato de arenas arcillosas firmes y limos, con un espesor del orden de 2 m.

Más al sur del río Rari, los suelos que cruzará el canal se hacen más finos, excepto en los conos de rodado de los ríos Achibueno y Longaví, en los cuales los suelos presentan granulometría gruesa: gravas arenosas y gravas arcillosas. Estos suelos gruesos cubren un recorrido de unos treinta kilómetros del canal.

El resto de los suelos, corresponde al tipo arcillo-arenoso.

Desde el punto de vista de la compactación de los suelos, el canal cruzará un 50% de suelos medianamente compactos, un 25% de suelos compactos y un 10% de suelos sueltos y el resto, suelos

sin cohesión.

3.2 Características del canal.

a) Generalidades. El canal Maule-Perquilauquén tendrá un trazado de norte a sur a una cota tal que dejará bajo él la mayor parte de los terrenos de riego de la provincia de Linares, y además le permita ser excavado en terrenos prácticamente planos. De esta manera resultará un canal de menor costo que si fuera trazado a media falda de los cerros, y además permite obtener los mejores beneficios.

El canal tendrá una sección trapecial revestida de hormigón, en todo su recorrido. Los taludes serán 1.5 horizontal por 1.0 vertical.

La longitud del canal alcanza a poco más de 140 km.

b) Tramos. En el cuadro siguiente se detallan los diferentes sectores en los cuales se ha dividido el canal para su diseño, incluyéndose dos columnas de caudales de diseño, una correspondiente al esquema de obras N° 3-A y la otra, correspondiente a los esquemas de obras N° 3-B y 3-C.

Tramo	Entre Km.	Entre nudos	Caudales de Diseño Esquema N° 3-A	Esquemas N°3-B,3-C	Entre ríos
1	0 - 24.997	Bocatoma-D4	52.74	93.33	Maule-E.Caballo Blanco.
2a	25.047- 34.415	D4 -H10	47.07	93.33	E.C.Blanco-E.Matanzas.
2b	34.505- 38.437	D4 -H10	41.92	83.45	E.Matanzas-Putagán
3	38.517- 42.000	H10 -H9	41.35	83.45	Putagán-C.del Ancoa
4	42.000- 51.932	H9 -H8	35.15	82.36	C.del Ancoa-Achibueno
5a	52.492- 84.975	H8 -H7	67.78	73.70	Achibueno-E.Toscas
5b	85.025- 98.330	H8 -H7	58.27	65.02	E.Toscas-Longaví
6a	98.810-104.308	H7 -H6	53.28	60.38	Longaví-E.Robles
6b	104.558-109.091	H7 -H6	42.00	60.38	E.Robles-E.Chimbarongo.
6c	109.141-116.751	H7 -H6	32.41	52.69	E.Chimbarongo-E. Parral
7a	116.871-124.205	H6 -H5	22.28	37.79	E.Parral-E.Cardos
7b	124.425-132.000	H6 -H5	14.80	17.48	E.Cardos-Km 132
7c	132.000-140.074	H6 -H5	9.00	17.48	Km. 132-Perquilauquén.

c) Trazado. En el trazado definido para el canal Maule-Perquilauquén se pueden visualizar dos sectores diferentes:
El primero desde el río Maule hasta el estero Caballo Blanco,

en el cual el canal recorre una zona prácticamente llana. En esta zona se ha definido una pendiente suave y uniforme igual a 0.0002. El trazado del canal sigue una amplia semicircunsferencia desde el río Maule hasta el estero Caballo Blanco, en las inmediaciones de los cerros de Panimávida, siguiendo la forma de las curvas de nivel.

Este diseño permite ubicar la bocatoma en el río Maule en una zona apropiada, unos diecisiete kilómetros aguas abajo de la primera bocatoma del sistema de riego Maule Sur actualmente en funcionamiento. La cota de captación será la cota 222.50 m.s.n.m.

Esta solución se prefirió a ubicar la bocatoma en el sector del Morro, a una cota del orden de 280 a 290 m.s.n.m. lo que habría obligado a perder unos 60 a 70 m en veinte kilómetros de canal. Para lograr esto último se habría tenido que disponer unas cuantas caídas en el canal con sus correspondientes obras de disipación. Frente a esta situación se ha preferido trazar un canal casi sin ninguna singularidad en los primeros veinte kilómetros.

En cuanto al segundo sector, el trazado se ha hecho similar al del canal tronco-Linares.

d) Pendientes. De acuerdo a lo señalado previamente, las pendientes utilizadas en el diseño del canal son las mínimas y se indican a continuación:

Del km 0	al km 85.960	i = 0.0002
Del km 85.960	al km 121.678	i = 0.00015
Del km 121.678	al km 140.074	i = 0.0002

La pendiente menor permite que el canal no atraviese la ciudad de Parral.

e) Secciones. El canal será de sección trapecial, revestida de hormigón. Sus taludes laterales serán 1,5 : 1.0. El ancho basal se ha determinado de modo que para cada tramo y su correspondiente caudal, la profundidad normal de escurrimiento sea aproximadamente

$$h = 0{,}6 \sqrt{S}$$

siendo S la sección de escurrimiento.

El ancho basal mínimo por razones constructivas será 2.0 m.

Las revanchas medidas sobre el nivel normal de las aguas hasta la cota superior del revestimiento y hasta la cota de berma, han sido determinadas de acuerdo a lo estipulado por el U.S.B.R.

El canal tendrá una relación de cotas de eje hidráulico y de terreno tal que se produzca una compensación entre los volúmenes excavados y de terraplén.

f) Cuadro de características.

f.1) Esquema de obras N° 3-A.

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Rugosidad n	Velocidad m/s
1	52.74	4.0	3.79	5.00	0.0002	0.016	1.44
2a	47.07	3.5	3.71	4.90	0.0002	0.016	1.40
2b	41.92	3.0	3.64	4.82	0.0002	0.016	1.36
3	41.35	3.0	3.62	4.80	0.0002	0.016	1.36
4	35.15	3.0	3.36	4.50	0.0002	0.016	1.30
5a	67.78	4.0	4.26	5.55	0.0002	0.016	1.53
5b	58.27	4.0	3.97	5.22	0.0002	0.016	1.47
5b	58.27	4.0	4.24	5.50	0.00015	0.016	1.32
6a	53.28	4.0	4.07	5.30	0.00015	0.016	1.29
6b	42.00	3.0	3.89	5.08	0.00015	0.016	1.22
6c	32.41	3.0	3.46	4.60	0.00015	0.016	1.15
7a	22.28	2.5	3.03	4.00	0.00015	0.016	1.05
7a	22.28	2.5	2.84	3.80	0.0002	0.016	1.16
7b	14.80	2.5	2.35	3.26	0.0002	0.016	1.05
7c	9.00	2.0	1.97	2.78	0.0002	0.016	0.93

f.2) Esquema de obras N° 3-B y 3-C.

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Rugosidad n	Velocidad m/s
1	93.33	5.0	4.68	6.06	0.0002	0.016	1.66
2a	93.33	5.0	4.68	6.06	0.0002	0.016	1.66
2b	83.45	5.0	4.44	5.79	0.0002	0.016	1.61
3	83.45	5.0	4.44	5.79	0.0002	0.016	1.61
4	82.36	5.0	4.41	5.76	0.0002	0.016	1.61
5a	73.70	4.0	4.42	5.74	0.0002	0.016	1.56
5b	65.02	4.0	4.18	5.46	0.0002	0.016	1.52
6a	60.38	4.0	4.31	5.57	0.00015	0.016	1.33
6b	60.38	4.0	4.31	5.57	0.00015	0.016	1.33
6c	52.69	4.0	4.05	5.28	0.00015	0.016	1.29
7a	37.79	3.0	3.71	4.85	0.00015	0.016	1.19
7a	37.79	3.0	3.47	4.61	0.0002	0.016	1.33
7b	17.48	2.5	2.54	3.50	0.0002	0.016	1.09
7c	17.48	2.5	2.54	3.50	0.0002	0.016	1.09

4. PRESUPUESTO.

A continuación,se acompaña el resumen del presupuesto de las obras correspondientes al esquema N° 3-A, el que aparece en el cuadro N° VII.C.9-1 y el presupuesto detallado de las mismas, en el cuadro N° VII.C.9-2.

Las obras correspondientes a los esquemas N° 3-B y 3-C no fueron prediseñadas puesto que coinciden con el canal Linares entre el estero Caballo Blanco (km 0.000 del canal Linares y km 24,997 del canal Maule-Perquilauquén) y el río Perquilauquén. El tramo comprendido entre el río Maule y el estero Caballo Blanco coincide al trazado del canal Maule-Perquilauquén para los esquemas de obras N° 3-A y 3-B difiriendo sólo en su caudal de diseño. Por lo tanto, el costo de este tramo se estimó para este último caso a partir del prediseño de las obras para el esquema N° 3-A. El resumen del presupuesto de las obras para los esquemas N° 3-B y 3-C se presenta en el cuadro N° VII.C.9-3 y el presupuesto detallado no se realizó porque no se hizo prediseño.

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción de las obras correspondientes a los tres esquemas, aparece en las figuras N° VII.C.9-1 y N°VII.C.9-2 y comprende un período de treinta y tres meses para la bocatoma, comenzando en Diciembre de 1981 y terminando en Agosto de 1984 y de cuarenta y cinco meses para el canal comenzando en Diciembre de 1980 y terminando en Agosto de 1984.

6. PLANOS.

Los planos de prediseño de las obras correspondientes al esquema N° 3-A, están contenidos en el album de planos del estudio, y son los siguientes:

Plano N° VII.C.9-1	Canal Maule-Perquilauquén-Bocatoma-Lámina N° 1
Plano N° VII.C.9-2	Canal Maule-Perquilauquén-Bocatoma-Lámina N° 2
Plano N° VII.C.9-3	Canal Maule-Perquilauquén-Descriptivo General.
Plano N° VII.C.9-4	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 0,000 al Km 10.000.
Plano N° VII.C.9-5	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 10.000 al Km 20.000.
Plano N° VII.C.9-6	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 20.000 al Km 36.000.
Plano N° VII.C.9-7	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 36.000 al Km 48.000.
Plano N° VII.C.9-8	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 48.000 al Km 58.000.
Plano N° VII.C.9-9	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 58.000 al Km 72.000.
Plano N° VII.C.9-10	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 72.000 al Km 88.000.
Plano N° VII.C.9-11	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 88.000 al Km 98.000.
Plano N° VII.C.9-12	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 98.000 al Km 110.000.
Plano N° VII.C.9-13	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 110.000 al Km 124.000.
Plano N° VII.C.9-14	Canal Maule-Perquilauquén-Planta, Perfil Longitudinal y Cortes Típicos-Km 124.000 al 140.000.

Como se dice anteriormente, las obras correspondientes a los esquemas N° 3-B y 3-C no han sido prediseñadas y, en consecuencia no se acompañan planos de ellas.

CUADRO N° VII.C.9-1

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$) ALTERNATIVA DE ESQUEMA DE OBRAS N° 3 - A. HOJA 1 DE 2.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	592.000
B	Instalación de faenas	180.000
C	Desviaciones del río	665.000
D	Pretil Norte	53.195
E	Barrera movil norte	752.488
F	Barrera de enrocados	1.723.250
G	Barrera movil sur	784.881
H	Obra de toma	554.845
I	Pretil sur y Canal de Aproximación	610.390
J	Obras varias	270.000
K	Imprevistos	1.546.512
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		7.732.561
Estudios de Ingeniería (5%)		387.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		155.000
Total presupuesto a precios de mercado		8.274.561
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		7.795.000

(CONT.) CUADRO N° VII.C.9-1

CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA
ESQUEMA DE OBRAS N° 3 - A. HOJA 2 DE 2.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	707.000
B	Instalación de faenas	525.000
C	Canal	56.232.900
D	Obras de arte	25.304.800
E	Imprevistos	8.277.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		91.046.700
Estudios de Ingeniería (5%)		4.522.000
Supervigilancia de la construcción		1.821.000
Total presupuesto a precios de mercado		97.419.700
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		91.769.600

CUADRO N° VII.C.9-2

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA ESQUEMA DE OBRAS N° 3-A. HOJA 1 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				592.000
A1	CONSTRUCCION	Gl	1		550.000
A2	MANTENCION	Gl	1		42.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		180.000
C	DESVIACIONES DEL RIO	Gl	1		665.000
D	PRETIL NORTE				53.195
	a) Escarpe	m3	1.550	1,00	1.550
	b) Rellenos material permeable	m3	9.150	4,00	36.600
	c) Enrocados Wc ≥ 300 Kg.	m3	850	17,70	15.045
E	BARRERA MOVIL NORTE				752.488
	a) Excavaciones				
	1) Material común	m3	1.800	1,70	3.060
	2) Roca	m3	200	12,00	2.400
	b) Hormigones				
	1) Fundación y radier R28=225 Kg/cm2	m3	950	70,00	66.500
	2) Machones y losas R28=225 Kg/cm2	m3	710	100,00	71.000
	3) Fundación muros gravitac.R28=120 Kg/cm2	m3	50	60,00	3.000
	4) Muros gravitacionales R28=180 Kg/cm2	m3	350	90,00	31.500
	c) Fierro redondo	ton	60	1.000,00	60.000
	d) Rellenos				
	1) Material impermeable	m3	390	9,60	3.744
	2) Filtro de material graduado	m3	315	8,00	2.520
	3) Alfombra drenante	m3	85	4,80	408
	4) Empedrado	m3	105	8,00	840
	e) Enrocados				
	1) Wc ≥ 90 Kg	m3	55	17,20	946
	2) Wc ≥ 300 Kg	m3	100	17,70	1.770
	f) Adoquinado	m2	350	120,00	42.000

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA ESQUEMA DE OBRAS N° 3-A. HOJA 2 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	g) Compuertas de emergencia (aguas arriba, aguas abajo)	c/u	2	45.000,00	90.000
	h) Compuertas de sect. de 4.80 x 3.50 m.	c/u	5	43.500,00	217.500
	i) Grúas-portales	c/u	2	10.500,00	21.000
	j) Montajes mecánicos	Gl	1		49.300
	k) Terminaciones	Gl	1		10.000
	l) Agotamiento	Gl	1		75.000
F	BARRERA DE ENROCADOS				1.723.250
	a) Excavaciones				
	1) Material común	m3	82.000	1,70	139.400
	2) Roca	m3	4.000	12,00	48.000
	b) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Fundación	m3	3.400	70,00	238.000
	2) Muros	m3	3.350	100,00	335.000
	c) Fierro redondo	ton	285	1.000,00	285.000
	d) Rellenos				
	1) Material permeable	m3	17.000	4,00	68.000
	2) Filtro de material graduado	m3	26.000	8,00	208.000
	e) Enrocados				
	1) Wc ≥ 300 Kg	m3	3.300	14,50	47.850
	2) Wc ≥ 800 Kg	m3	21.600	15,00	324.000
	f) Agotamiento	Gl	1		30.000
G	BARRERA MOVIL SUR				784.881
	a) Excavaciones				
	1) Material común	m3	2.300	1,70	3.910
	2) Roca	m3	200	12,00	2.400
	b) Hormigones				
	1) Fundación y radier R28=225 Kg/cm2	m3	1.250	70,00	87.500
	2) Machones y losas R28=225 Kg/cm2	m3	685	100,00	68.500
	3) Muros gravitacionales R28=180 Kg/cm2	m3	180	90,00	16.200

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA ESQUEMA DE OBRAS N° 3-A . HOJA 3 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	c)Fierro redondo	ton	66	1.000,00	66.000
	d)Rellenos				
	1)Mat.impermeable	m3	390	9,60	3.744
	2)Filtro de material graduado	m3	315	8,00	2.520
	3)Alfombra drenante	m3	65	4,80	312
	4)Empedrado	m3	1.200	8,00	9.600
	e)Enrocados				
	1) Wc ≥ 90 Kg	m3	55	14,00	770
	2) Wc ≥ 300 Kg	m3	100	14,50	1.450
	f)Adoquinado	m2	575	125,00	71.875
	g)Compuertas de emergencia (aguas arriba,aguas abajo)	c/u	2	39.500,00	79.000
	h)Compuertas de sector de 4.80 x 3.50 m.	c/u	5	43.500,00	217.500
	i)Grúas-portales	c/u	2	10.500,00	21.000
	j)Montajes mecánicos	Gl	1		47.600
	k)Terminaciones	Gl	1		10.000
	l)Agotamiento	Gl	1		75.000
H	OBRA DE TOMA				554.845
	a)Excavaciones				
	1)Material común	m3	900	1,70	1.530
	2)Roca	m3	100	12.00	1.200
	b)Hormigones				
	1)Fundación y radie R28=225 Kg/cm2	m3	1.100	70,00	77.000
	2)Machones y losas R28=225 Kg/cm2	m3	350	100,00	35.000
	3)Muros gravitacionales R28=180 Kg/cm2	m3	1.450	90,00	130.500
	c)Fierro redondo	ton	56	1.000,00	56.000
	d)Rellenos material permeable	m3	5.500	4,00	22.000
	e)Enrocados				
	1)Wc ≥ 90 Kg	m3	100	14,00	1.400

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA ESQUEMA DE OBRAS N° 3- A. HOJA 4 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	2)Wc ≥ 300 Kg.	m3	270	14,50	3.915
	f)Compuertas de emergencia	c/u	2	23.800,00	47.600
	g)Compuertas de sector	c/u	4	24.500,00	98.000
	h)Rejas	Gl	1		16.400
	i)Montajes mecánicos	Gl	1		24.300
	j)Terminaciones	Gl	1		10.000
	k)Agotamiento	Gl	1		30.000
I	PRETIL SUR Y CANAL DE APROXIMACION				610.390
	a)Excavaciones				
	1)Material común	m3	14.000	1,70	23.800
	2)Roca	m3	1.500	12,00	18.000
	b)Hormigones				
	1)Radier, R28=180 Kg/cm2	m3	520	65,00	33.800
	2)Talúdes R28=180 Kg/cm2	m3	780	75,00	58.500
	3) Pastelones de 0.45 x 0.45 m.	m2	3.900	9,00	35.100
	c)Fierro redondo	ton	5	1.000,00	5.000
	d)Rellenos				
	1)Material permeable	m3	96.000	4,00	384.000
	2)Filtro	m3	780	8,00	6.240
	e)Enrocados				
	1) Wc ≥ 90 Kg.	m3	900	14,00	12.600
	2) Wc ≥ 300 Kg.	m3	2.300	14,50	33.350
J	OBRAS VARIAS				270.000
	a)Retiro ataguías	m3	150.000	1,70	255.000
	b)Terminaciones y desarmes	HD	600	25,00	15.000
K	IMPREVISTOS 25%	GL	1		1.546.512

(CONT.) CUADRO N° VII.C.9-2

CANAL MAULE PERQUILAUQUEN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$) ALTERNATIVAS
ESQUEMA DE OBRAS N°3-A. HOJA 5 DE 5

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				707.000
A1	CONSTRUCCION	Km.	13	35.000,00	455.000
A2	MANTENCION	Gl	1		252.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		525.000
C	CANAL				56.232.900
C1	EXCAVACIONES ABIERTAS				10.592.400
	a) Roce	m2	560.000	0,30	168.000
	b) Material común	m3	4.589.600	1,50	6.884.400
	c) Roca	m3	120.000	12,00	1.440.000
	d) Peinado talúdes	m2	140.000	15,00	2.100.000
C2	HORMIGONES R28=225 Kg/cm2				6.608.400
	a) Radier	m3	15.800	70,00	1.106.000
	b) Talúdes	m3	68.780	80,00	5.502.400
C3	HORMIGONES R28=180 Kg/cm2				12.564.700
	a) Radier	m3	32.180	65,00	2.091.700
	b) Talúdes	m3	139.640	75,00	10.473.000
C4	FIERRO REDONDO	ton	7.690	1.000,00	7.690.000
C5	RELLENOS COMPACTADOS	m3	3.922.950	4,00	15.691.800
C6	DRENES	m	140.000	14,00	1.960.000
C7	ESTABILIZADO PARA BERMA	m3	168.000	6,70	1.125.600
D	OBRAS DE ARTE	Gl	1		25.304.800
E	IMPREVISTOS 10%	Gl	1		8.277.000

CUADRO N° VII.C.9-3

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). ESQUEMA DE OBRAS N° 3-8 y 3-C. HOJA 1 DE 2.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	592.000
B	Instalación de faenas	180.000
C	Desviación del río	665.000
D	Pretil norte	53.195
E	Barrera movil norte	752.488
F	Barrera de enrocados	1.723.250
G	Barrera movil sur	784.881
H	Obra de toma	854.845
I	Pretil sur y Canal de Aproximación	640.390
J	Obras varias	270.000
K	Imprevistos	1.628.561
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		8.144.610
Estudios de Ingeniería (5%)		407.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		163.000
Total presupuesto a precios de mercado		8.714.610
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		8.209.530

(CONT.) CUADRO N° VII.C.9-3

CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). ESQUEMA DE OBRAS N° 3-B y 3-C. HOJA 2 DE 2.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	762.000
B	Instalación de faenas	539.000
C	Canal	62.630.700
D	Obras de arte	28.150.000
E	Imprevistos	9.212.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		101.293.700
Estudios de Ingeniería (5%)		5.065.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		2.026.000
Total presupuesto a precios de mercado		108.384.700
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		102.098.700

FIGURA Nº VII. C. 9 - 1

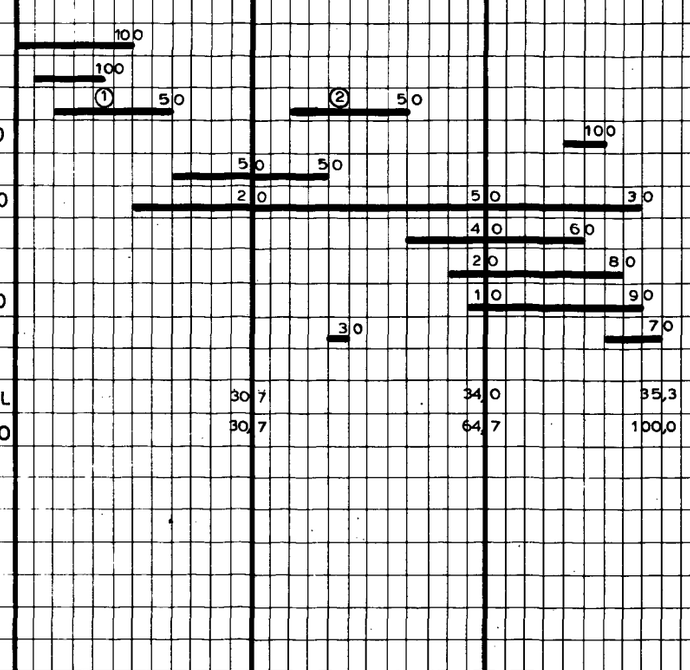
OBRA : CANAL MAULE - PERQUILAUQUEN
(BOCATOMA)

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	8.7
02	INSTALACIONES DE FAENA	GL	1	5.2
03	DESVIACIONES DEL RIO	GL	1	10.6
04	PRETIL NORTE	M3	10.000	0.8
05	BARRERA MOVIL NORTE	GL	1	12.0
06	BARRERA DE ENROCADOS	M3	68.000	27.4
07	BARRERA MOVIL SUR	GL	1	12.5
08	OBRA DE TOMA	GL	1	8.8
09	PRETIL SUR Y CANAL DE APROXIMACION	M3	105.000	9.7
10	OBRAS VARIAS	GL	1	4.3
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	

AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 | 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 | 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 | 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72



① DESVIACION BRAZO NORTE

② DESVIACION BRAZO SUR

FIGURA Nº VII.C.9-2

OBRA : CANAL MAULE - PERQUILAUQUEN

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	0.8
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.6
03	CANAL	KM	140	68.0
04	OBRAS DE ARTE	GL	1	30.6
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	

AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 | 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 | 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 | 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72

01: 100
02: 100
03: 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2
04: 6 | 5 | 6 | 3 | 8
AVANCE DE LA CONSTRUCCION: 17,7 | 23,6 | 39,0 | 19,7
AVANCE DE LA CONSTRUCCION: 17,7 | 41,3 | 80,3 | 100,0

VII. C.10.- CANAL PERQUILAUQUEN - ÑIQUEN
(nuevo)

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.10. CANAL NUEVO PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN

1. DESCRIPCION GENERAL

2. ANTECEDENTES GENERALES
2.1. Topográficos
2.2. Demandas y Caudales
2.3. Suelos

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL
3.1. Generalidades
3.2. Tramos
3.3. Trazado
3.4. Pendiente
3.5. Sección
3.6. Cuadro de características del canal
3.7. Bocatoma

4. PRESUPUESTO

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6. PLANOS

1. DESCRIPCION GENERAL.

El canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén capta las aguas desde el río Perquilauquén, en un punto situado aguas abajo de la entrega a él del canal Linares.

El canal descarga sus caudales en el río Ñiquén aguas abajo del actual canal de riego Perquilauquén-Ñiquén, después de un recorrido de siete kilómetros.

Su objetivo es reforzar el riego de las zonas de influencias del río Ñiquén con aguas del sistema Colbún-Canal Linares.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 Topográficos.

Para el desarrollo del prediseño de este canal se ha contado con los siguientes antecedentes topográficos:

- Plancheta del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1 : 50.000, con curvas de nivel cada 25 m.

- Levantamiento aerofotogramétrico a escala 1:10.000, realizado por CEDEC, y que cubre la zona por donde se trazará el canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén.

2.2 Demandas y caudales.

Las demandas de riego y los caudales que deberá aportar este nuevo canal han sido determinadas por el modelo matemático de simulación hidrológica.

Este canal trasvasará recursos desde el río Perquilauquén al río Ñiquén, y permitirá regar una superficie de 13.294 há.

El estudio de simulación hidrológica ha dado los siguientes resultados:

- Caudal máximo : 16.59 m^3/s
- Mes en que se produce el mayor caudal : Noviembre

2.3 Suelos.

El canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén se desarrollará por una terraza fluvial muy plana. Los suelos que cruzará el canal serán finos y la napa freática se encuentra alta.

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL.

3.1 Generalidades.

El canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén se ubicará al poniente del actual canal Perquilauquén Ñiquén. Su bocatoma en el río Perquilauquén se ubicará aguas abajo de la descarga del canal Linares en dicho río.

El canal nuevo tendrá una sección trapecial sin revestir. Su cota de agua en bocatoma será la 169.70 m.s.n.m.

3.2 Tramos.

Este canal tendrá un solo tramo de 7,0 km de longitud y un caudal de diseño de 16.6 m^3/s.

3.3 Trazado.

Considerando que el canal cruzará terrenos muy llanos, se ha preferido un trazado lo más rectilíneo posible. Sólo existirá una curva alrededor del km. 6,2.

3.4 Pendiente.

Se ha definido para el canal, la máxima pendiente compatible con la velocidad de escurrimiento permisible para un canal sin revestir. Tal pendiente ha resultado ser i = 0.0004.

3.5 Sección.

La sección será trapecial, de taludes 1.5 : 1.0 (H:V); altura de agua 2,7 m; altura del canal 3,11 m.

3.6 Cuadro de características del canal.

Caudal	:	16.6 m^3/s
Ancho basal	:	3.0 m
Altura normal	:	2.70 m
Altura canal	:	3.11 m
Pendiente	:	0.0004
Coeficiente de rugosidad	:	0.030
Velocidad	:	0.87 m/s

3.7 Bocatoma.

Como se ha dicho anteriormente, el prediseño de las obras matrices correspondientes a los distintos esquemas tiene por objeto fundamental la determinación del costo de dichas obras. En el caso del nuevo canal Perquilauquén Ñiquén se ha considerado una bocatoma consistente en una barrera de enrocados en el río Perquilauquén con los respectivos elementos de captación que consultan compuertas de sector. En resumen, esta obra es enteramente similar a la bocatoma construida por ENDESA en el río Teno, para el canal Teno-Chimbarongo y por este motivo ella no ha sido prediseñada y su costo se ha estimado a partir de la bocatoma indicada. Por este motivo también, su costo se incluye en forma global en el respectivo presupuesto.

4. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de esta obra, en el cuadro N° VII.C.10-1, y el presupuesto detallado de la misma, en el cuadro N° VII.C.10-2.

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción de esta obra abarcará desde Octubre de 1983 a Agosto de 1985 y su detalle aparece en la figura N° VII.C.10-1.

6. PLANOS.

El prediseño del canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén se encuentra contenido en un solo plano, que se incluye en el album de planos del estudio y que es el siguiente:

Plano N° VII.C.10-1 Canal Nuevo Perquilauquén Ñiquén-Planta y Perfiles.

Por los motivos señalados anteriormente, no se incluye planos de prediseño de la bocatoma.

CUADRO N° VII.C.10-1

CANAL PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN NUEVO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	38.000
B	Instalación de faenas	26.000
C	Canal	418.530
D	Obras de arte	83.700
E	Imprevistos	56.600
F	Bocatoma	1.150.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		1.772.830
Estudios de Ingeniería (5%)		88.600
Supervigilancia de la construcción (2%)		35.500
Total presupuesto a precios de mercado		1.896.930
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		1.786.900

CUADRO N° VII.C.10-2

CANAL PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN NUEVO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1

ITEM N°	DESCRICPION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				38.000
A1	CONSTRUCCION	Gl	1		25.000
A2	MANTENCION	Gl	1		13.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		26.000
C	CANAL				418.530
C1	EXCAVACIONES ABIERTAS				353.550
	a) Roce	m2	17.500	0,30	5.250
	b) Material común	m3	162.500	1,40	226.800
	c) Roca	m3	4.000	12,00	48.000
	d) Peinado taludes	m	7.000	10,50	73.500
C2	RELLENOS COMPACTADOS	m3	1.030	6,00	6.180
C3	ESTABILIZADO PARA BERMA	m3	8.400	7,00	58.800
D	OBRAS DE ARTE	Gl	1		83.700
E	IMPREVISTOS 10%	Gl	1		56.600
F	BOCATOMA (INCL. 10%)	Gl	1		1.150.000

FIGURA Nº VII.C.10-1

OBRA : CANAL PERQUILAUQUEN - ÑIQUEN NUEVO

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	AÑO 1 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)	AÑO 2 (13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24)	AÑO 3 (25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36)	AÑO 4 (37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48)	AÑO 5 (49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60)	AÑO 6 (61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72)	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1		100					2.4
02	INSTALACION DE FAENAS CANAL	GL	1		100					1.6
03	CANAL	KM	7		50 — 50					26.0
04	OBRA DE ARTE	GL	1		100					5.1
05	BOCATOMA			47.8	52.2					64.9
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	47,8	100					100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	47,8	100					

VII. C.11.- CANAL MACHICURA SUR

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.11. CANAL MACHICURA SUR.

1. DESCRIPCION GENERAL

2. ANTECEDENTES GENERALES
2.1. Topográficos
2.2. Demandas y Caudales
2.3. Suelos

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL
3.1. Generalidades
3.2. Tramos
3.3. Trazado
3.4. Pendiente
3.5. Sección
3.6. Cuadro de características del canal

4. PRESUPUESTO

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6. PLANOS

1. DESCRIPCION GENERAL.

El canal Machicura Sur estará situado en la provincia de Linares y servirá los terrenos agrícolas situados al sur del río Maule. Tendrá su origen en el canal de devolución de las aguas generadas por el complejo hidroeléctrico Colbún-Machicura, y terminará en las cercanías del río Maule, luego de un recorrido de 19.5 km en dirección norponiente.

Como se dice anteriormente, esta obra se incluye en esta sección solamente con fines descriptivos porque su costo y su flujo de egresos corresponde cargarlo a las centrales hidroeléctricas.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1 Topográficos.

- Plancheta del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1:50.000, con curvas de nivel cada 25 m.

- Planos aerofotogramétricos, escala 1:10.000, de propiedad de la Empresa Nacional de Electricidad S.A. Este levantamiento tiene un sistema de coordenadas y cotas diferentes al sistema del I.G.M.

2.2 Demandas y caudales.

Las demandas de riego y los caudales que deberá aportar el canal Machicura Sur han sido determinadas mediante el modelo matemático de simulación hidrológica.

La superficie de riego servida por el canal alcanza a 47.251 há.

Del estudio de simulación señalado ha resultado lo siguiente:

- Caudal máximo 32.1 m^3/s.
- Mes en que se produce el mayor caudal: Diciembre.
- Caudal medio de Diciembre : 30.50 m^3/s.

2.3 Suelos.

El canal Machicura Sur se desarrolla por terrenos muy planos, compuestos de materiales aluviales. A lo largo del canal se pueden distinguir dos zonas:

Sector entre el km 0 y el km 9 del canal aproximadamente, donde se puede distinguir el siguiente perfil estratigráfico:

- Estrato superior, de 0,30 m, de limos y arcillas con abundantes raíces y materia orgánica.

- Estrato de arenas arcillosas firmes y limos de alta plasticidad; espesor del orden de 2.0 m.

- Estrato inferior, de gravas limosas y gravas bien graduadas, densas e incompresibles, de origen fluvial.

Sector entre el km 9 y el fin del canal, donde el perfil estratigráfico se puede resumir como sigue:

- Estrato superior de 0,50 m de arenas limosas con materia orgánica y raíces.

- Estrato inferior de gravas gruesas, limpias, densas, de origen fluvial.

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL.

3.1 Generalidades.

El canal Machicura tendrá un trazado paralelo al canal de devolución desde el cual es alimentado.

3.2 Tramos.

Durante su recorrido, el canal Machicura Sur realizará entregas de caudales a los canales de la red derivada del actual Sistema Maule Sur, que quedará interferida por el canal de devolución del desarrollo hidroeléctrico.

El cuadro siguiente señala los puntos donde se realizarán las entregas, definiéndose de esta manera los distintos tramos del canal.

TRAMO De Km	al Km	CAUDAL m^3/s
0	2.200	32.1
2.200	4.910	29.8
4.910	11.400	26.9
11.400	15.470	20.1
15.470	17.030	9.2
17.030	17.990	6.0
17.990	19.510	2.8

3.3 Trazado.

El trazado del canal Machicura se ha definido como paralelo al canal de devolución, con lo que se logran las ventajas siguientes:

- Queda bajo él la máxima superficie agrícola regable.
- Disminuye la franja de expropiación común a ambos canales.
- Las obras de arte podrían ser comunes a ambos canales y por lo tanto de costo mínimo.

3.4. Pendiente.

La pendiente de cada tramo del canal se ha determinado de modo que, respetando el trazado definido anteriormente, el canal que tendrá una sección sin revestir, quede totalmente bajo la cota de terreno, es decir totalmente excavado, en lo posible. La cota de partida del canal está determinada por la cota de aguas del canal de devolución, y ésta a su vez depende de la cota de evacuación de la central Machicura. La cota de radier en la partida será 213.00 m.s.n.m. (sistema ENDESA). La cota del eje hidráulico en este mismo punto será 216.42 m.s.n.m.

3.5 Sección.

Las profundidades de agua, ancho basal y taludes estarán determinadas de acuerdo a los siguientes criterios:

- Velocidades máximas : 1,0 m/s
- Altura de escurrimiento máxima 4.0 m y mínimas 1.0 m.
- Revancha igual a 15% de la altura.
- Forma trapecial de taludes 1,5 : 1.0, sin revestir.

3.6 Cuadro de características del canal.

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Coeficiente rugosidad	Velocidad m/s
1	32.1	4.0	3.42	3.92	0.0004	0.030	1.03
2	29.8	4.0	3.30	3.80	0.0004	0.030	1.01
3	26.9	4.0	3.14	3.61	0.0004	0.030	0.98
4	20.1	3.0	2.96	3.40	0.0004	0.030	0.92
5	9.2	2.0	2.26	2.60	0.0004	0.030	0.75
6	6.0	2.0	1.85	2.13	0.0004	0.030	0.67
7	2.8	2.0	1.28	1.48	0.0004	0.030	0.56

4. PLANOS.

Los planos de prediseño de estas obras se encuentran contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.11-1	Canal Machicura Sur-Descriptivo General
Plano N° VII.C.11-2	Canal Machicura Sur-Planta y Perfiles-Km 0,000 al Km 10.000.
Plano N° VII.C.11-3	Canal Machicura Sur-Planta y Perfiles-Km 10.000 al Km 19.510.

VII. C. 12.- CANAL MACHICURA NORTE

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.12. CANAL MACHICURA NORTE

1. DESCRIPCION GENERAL

2. ANTECEDENTES GENERALES
2.1. Topográficos
2.2. Demandas y caudales
2.3. Suelos

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL
3.1. Tramos
3.2. Trazado y pendiente
3.3. Sección
3.4. Cuadro de características del canal
3.5. Bocatoma

4. PRESUPUESTO

5. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

6. PLANOS

1. DESCRIPCION GENERAL.

El canal Machicura Norte estará ubicado en la provincia de Talca y servirá el riego de terrenos agrícolas situados entre el río Maule y el estero Las Chilcas Norte o Campusano. El canal tomará sus aguas del río Maule y, luego de recorrer aproximadamente 38,8 km en dirección norponiente, terminará en las cercanías del estero Las Chilcas Norte. En el km 21,0, el canal descargará sus caudales al río Lircay para volver a captarlos del mismo río unos 300 m. más abajo del punto de descarga.

Como se dice anteriormente, esta obra se incluye en esta sección solamente con fines descriptivos, porque su costo y su flujo de egresos corresponde cargarlo a las centrales hidroeléctricas.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

2.1. Topográficos.

- Plancheta del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1:50.000 con curvas de nivel cada 25 m.
- Planos aerofotogramétricos, escala 1:10.000, de propiedad de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, para la zona comprendida entre el río Lircay y el estero Las Chilcas Norte.
- Planos aerofotogramétricos a escala 1:10.000 obtenidos del vuelo HYCON para la zona comprendida entre los ríos Maule y Lircay.

2.2 Demandas y caudales.

Las demandas de riego y los caudales que deberá aportar el canal Machicura Norte han sido determinados mediante el modelo matemático de simulación hidrológica.

La superficie de riego servida por el canal alcanza a 55.901 há.

Del estudio de simulación señalado ha resultado lo siguiente:

- Caudal máximo : 34,2 m^3/s.
- Mes en que se produce el mayor caudal: Enero
- Caudal medio de Enero: 33,0 m^3/s.

2.3 Suelos.

El canal Machicura Norte se desarrolla por terrenos muy planos en los cuales se pueden distinguir tres zonas:

Sector entre el km 0 y el km. 6,0 del canal aproximadamente, donde se observa el siguiente perfil estratigráfico.

- Estrato superior de 0,50 m. de arenas limosas con materia orgánica y raíces.

- Estrato inferior de gravas gruesas, limpias, densas, de origen fluvial.

Sector entre el km 6,0 y el km. 21,0, que corresponde a la zona de entrega al río Lircay. En este sector el perfil estratigráfico se puede resumir como sigue:

- Estrato superior de 0,30 m. de limos y arcillas con abundantes raíces y materia orgánica.

- Estrato de arenas arcillosas firmes y limos de alta plasticidad, espesor del orden de 2,0 m.

- Estrato inferior de gravas limosas y gravas bien graduadas, densas e incompresibles, de origen fluvial.

Sector entre el km. 21,0 y el fin del canal. Este sector corresponde a toda la zona del canal que se desarrolla al norte del río Lircay. En todo este tramo el canal estará excavado en suelos cementados.

En general, en las tres zonas del canal la napa subterránea está a muy poca profundidad por lo que no se espera que se produzcan pérdidas de agua por filtraciones.

3. CARACTERISTICAS DEL CANAL.

3.1 Tramos.

Se ha supuesto que las entregas de caudal que efectuará el canal Machicura Norte equivaldrán a un 10% de su capacidad inicial. Los puntos en que se materializarán estas entregas se han determinado suponiendo que la variación del caudal en el canal es proporcional a su longitud.

El cuadro siguiente señala los puntos donde se efectuarán las entregas, definiéndose así los distintos tramos del canal.

TRAMO De km	al Km	CAUDAL m^3/s
Río Maule		
0,00	2,60	34,2
2,60	5,20	30,8
5,20	7,80	27,4
7,80	10,40	24,0
10,40	13,00	20,6
13,00	15,60	17,2
15,60	18,20	13,2
18,20	21,00	10,4
Río Lircay		
21,00	22,80	7,3
22,80	24,60	6,6
24,60	26,40	5,9
26,40	28,20	5,2
28,20	30,00	4,5
30,00	31,80	3,8
31,80	33,65	3,1
33,65	35,40	2,4
35,40	37,20	1,7
37,20	38,80	1,0

3.2 Trazado y pendiente.

El punto de partida del canal Machicura Norte deberá ubicarse aguas abajo del lugar donde el canal de devolución de la central Machicura entrega sus caudales al río Maule. Esto se debe a que dicho canal de devolución debe satisfacer parte de las demandas del canal Machicura Norte cuando el río Maule no pueda hacerlo con sus recursos propios. Resulta así que la cota de radier en el comienzo del canal corresponde a la 183,95 m.s.n.m.

El trazado y las pendientes del canal en los distintos tramos de éste se han determinado considerando que la sección del canal, que será sin revestir, quede en lo posible totalmente bajo la cota del terreno y que la velocidad del escurrimiento no sobrepase el valor de 1,0 m/s.

3.3 Sección.

Las profundidades de agua, ancho basal y taludes estarán determinadas según los siguientes criterios:

- Velocidades máximas : 1,0 m/s
- Altura de escurrimiento máxima 4,0 m y mínima 1,0 m.
- Revancha igual a 15% de la altura de escurrimiento.
- Sección de forma trapecial, sin revestir, de taludes 1,5/1 (H/V).

3.4 Cuadro de características del canal.

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Coeficiente rugosidad	Velocidad m/s
1	34,2	4,0	3,52	4,05	0,0004	0,030	1,05
2	30,8	4,0	3,35	3,85	0,0004	0,030	1,02
3	27,4	4,0	3,17	3,65	0,0004	0,030	0,98
4	24,0	4,0	2,98	3,45	0,0004	0,030	0,95
5	20,6	4,0	2,77	3,20	0,0004	0,030	0,91
6	17,2	3,0	2,75	3,20	0,0004	0,030	0,88
7	13,2	3,0	2,47	2,85	0,0004	0,030	0,80
8	10,4	3,0	2,16	2,50	0,0004	0,030	0,77
9	7,3	2,0	1,84	2,15	0,0006	0,030	0,83
10	6,6	2,0	1,77	2,05	0,0006	0,030	0,80
11	5,9	2,0	1,67	1,95	0,0006	0,030	0,78
12	5,2	2,0	1,57	1,80	0,0006	0,030	0,76

Tramo	Caudal m^3/s	Ancho basal m	Altura normal m	Altura canal m	Pendiente i	Coeficiente rugosidad.	Velocidad m/s
13	4,5	2,0	1,47	1,70	0,0006	0,030	0,73
14	3,8	2,0	1,35	1,55	0,0006	0,030	0,70
15	3,1	2,0	1,22	1,45	0,0006	0,030	0,66
16	2,4	2,0	1,08	1,30	0,0006	0,030	0,61
17	1,7	1,0	1,10	1,30	0,0006	0,030	0,58
18	1,0	1,0	0,86	1,05	0,0006	0,030	0,53

3.5 Bocatoma.

Igual que en el caso del nuevo canal Perquilauquén Ñiquén, no se ha realizado prediseño de la bocatoma del canal Machicura-Norte en el río Maule y sus características se han deducido a partir de los antecedentes existentes para la bocatoma del canal Teno-Chimbarongo, que es una obra de sus mismas características: consta de una barrera de enrocados en el río y de elementos de captación provistos de compuertas de sector.

4. PLANOS.

Los planos de prediseño del canal Machicura Norte están contenidos en el album de planos del estudio, y que son los siguientes:

Plano N° VII.C.12-1	Canal Machicura-Norte-Planta y Perfiles Km 0,000 al 11.000
Plano N° VII.C.12-2	Canal Machicura-Norte-Planta y Perfiles Km 11.000 al 21.000.
Plano N° VII.C.12-3	Canal Machicura-Norte-Planta y Perfiles Km 21.000 al 30.000.
Plano N° VII.C.12-4	Canal Machicura-Norte-Planta y Perfiles Km 30.000 al 38.800.

Por los motivos señalados anteriormente, no se incluye planos de prediseño de la bocatoma

VII. C. 13.- CANAL MAULE NORTE ALTO
(prolongación)

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.13. AMPLIACION CANAL MAULE NORTE ALTO.

1. INTRODUCCION

2. DESCRIPCION GENERAL Y MODIFICACIONES REQUERIDAS

3. ANTECEDENTES GENERALES
3.1. Topográficos
3.2. Caudales
3.3. Suelos

4. CARACTERISTICAS DEL CANAL
4.1. Tramos
4.2. Trazado
4.3. Pendientes
4.4. Sección

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. INTRODUCCION.

El canal Maule Norte Alto es una obra que presenta diversas alternativas dependiendo del esquema de obras que se considere. En efecto, si se plantea esta obra como parte del esquema N° 1, en el cual se incluye el embalse Colbún, es necesario consultar una capacidad adicional para el tramo comprendido entre el Km.8,0 y el Km.23,6 del canal puesto que, en esa zona el embalse inunda al canal Maule Norte Bajo y por lo tanto, su caudal debe ser conducido por el canal Alto, para ser devuelto al canal Bajo inmediatamente después del pretil El Colorado.

A diferencia de la situación anterior, en las tres alternativas del Esquema de Obras N° 3 y en la alternativa de Desarrollo Básico, en que no se incluye el embalse Colbún, la capacidad del canal Maule Norte Alto en el tramo indicado será sólo la que se necesite para conducir su propio caudal.

Finalmente, si además se quiere regar el sector 02-K, es necesario consultar una capacidad adicional para el canal desde su misma bocatoma y se requiere prolongarlo hasta el Km.134,5. Esta última alternativa es la que se utilizaría si se quisiera trasvasar aguas hacia el norte aprovechando la capacidad ociosa de este canal.

Para los efectos del prediseño, se ha desarrollado solamente la alternativa correspondiente al esquema de obras N° 1, de la cual se acompañan los planos correspondientes. El costeo y el programa de construcción de las otras dos alternativas se han efectuado a partir de la alternativa anterior.

Para los efectos del presupuesto y del flujo de egresos, la parte de la obra que corresponde al ensanche entre el km.8,0 y el km.23,6 se ha incluido en el embalse Colbún puesto que dicho ensanche se requiere solamente debido a la inundación por parte del embalse del canal Maule Bajo, lo que obliga a conducir su caudal en ese tramo por el canal Maule Alto. En consecuencia, ese costo corresponde cargarlo al embalse Colbún.

A continuación se describen las distintas características del canal, haciéndose, cuando es necesario, el distingo con respecto a la alternativa que corresponde.

2. DESCRIPCION GENERAL Y MODIFICACIONES REQUERIDAS.

El sistema Maule Norte está constituido por el canal tronco, que tiene su bocatoma en el río Maule en la angostura de Armerillo, y los canales Alto y Bajo que son alimentados desde aquél.

De acuerdo a la estructuración de los modelos de simulación de los distintos esquemas de obras y a los resultados obtenidos al procesarlos, es necesario efectuar algunas modificaciones en el canal Maule Norte Alto.

Este canal sirve los terrenos agrícolas ubicados al norte del río Maule, entre los primeros contrafuertes de la cordillera de Los Andes y el canal Maule Norte Bajo. Su trazado tiene dirección sur-norte y se extiende hasta el estero Los Robles, próximo al río Claro, siendo su longitud de 134,5 km aproximadamente, cifra en la cual se incluye al canal tronco. Pese a lo anterior, el canal Alto sólo se encuentra en funcionamiento hasta las cercanías del km 68,8, mientras el resto de su trazado se encuentra fuera de servicio y en numerosos tramos con derrumbes, embancado, cubierto con vegetación y abandonado.

Para los efectos de conducir los caudales determinados por el procesamiento del modelo del esquema N° 1 para el sector denominado 02-J, se requiere habilitar el canal Alto hasta cerca del km 112 y al mismo tiempo, ampliar la capacidad de éste en algunas partes del tramo actualmente en servicio. En este aspecto cabe destacar la ampliación entre los km 8,0 y 23,6, donde el canal Alto, además de sus propios caudales debe conducir los correspondientes al Bajo, que en esa zona quedará bajo el nivel de aguas máximas del embalse Colbún.

En el caso de los caudales determinados por el procesamiento de las distintas alternativas del esquema de obras N° 3, no se consulta la ampliación indicada en el último párrafo, entre los kilómetros 8,0 y 23,6 del canal.

El prediseño comprende la modificación del canal Alto mediante una o más de las siguientes faenas a realizar en ciertos sectores de su trazado: revestir la sección actual, peraltar el canal con un terraplén, o bien, aumentar la altura de éste

en caso de existir previamente y por último, ensanchar o profundizar el canal mediante excavación. En todos estos casos se ha respetado el trazado original en planta a lo largo de los 112 km estudiados.

Cabe hacer presente que las soluciones anteriores han sido adoptadas para el único efecto de determinar los costos de las obras a nivel de prefactibilidad, visualizándose que en un estudio más acabado deberán contemplarse soluciones con trazados diferentes al original.

3. ANTECEDENTES GENERALES.

3.1 Topográficos.

- Plancheta del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1:50.000, con curvas de nivel cada 25 m.

- Planos aerofotogramétricos, escala 1:10.000 de propiedad de la ENDESA, los cuales cubren sólo la primera parte del trazado (hasta km 32,0) y emplean sistemas de coordenadas y cotas diferentes a las del I.G.M.

- Planos topográficos, escala 1:10.000 de propiedad de la Dirección de Riego, los cuales cubren parcialmente el trazado del canal.

- Entre los km 0,0 y 77,0 los antecedentes anteriores han sido recopilados en planos a escala 1:10.000 elaborados por la firma AGROIPLA, los cuales también han sido utilizados en el presente estudio.

3.2 Caudales.

Los caudales adoptados han sido determinados sobre la base de las demandas de agua fresca correspondientes a los sectores de riego 02-i y 02-j, lo cual se traduce en caudales prácticamente iguales a los obtenidos al procesar el modelo de simulación para los tramos situados aguas arriba y aguas abajo del cruce con el río Lircay.

Además de estos valores,se ha considerado,en el caso del esquema de obras N° 1, el caudal determinado por el modelo de simulación para el canal Bajo en el sector en que el Alto debe conducirlo junto con el caudal propio de él.

Los valores máximos obtenidos, el mes en que ellos se producen y los valores medios del mismo mes son los siguientes en los sectores que se indican:

Esquema de obras N° 1
(Sin riego sector 02-K)

Tramo	Qmáx m^3/s	Mes	Qmedio mismo mes m^3/s
Km 0 a km 23,6	50,0	Dic.	43,4
Km 23,6 al río Lircay	24,3	Dic.	23,5
Río Lircay al Km 111,6	12,5	Dic.	12,1

Esquema de obras N° 1
(Con riego sector 02-K)

Tramo	Qmáx m^3/s	Mes	Qmedio mismo mes m^3/s
Km 0 a km 23,6	72,0	Dic.	63,7
Km 23,6 al río Lircay	46,3	Dic.	43,8
Río Lircay a Km 111,6	34,5	Dic.	32,4
Km 111,6 a Km 134,5	22,0	Dic.	20,3

Esquema de obras N° 3

Tramo	Qmáx m^3/s	Mes	Q medio mismo mes m^3/s
Km 0 a Km 8,0	50,0	Diciembre	43,4
Km 8,0 al río Lircay	24,3	Diciembre	23,5
Río Lircay a km 111,6	12,5	Diciembre	12,1

Estas cifras incluyen un 15% de pérdidas en la conducción.

3.3 Suelos.

El canal Maule Norte Alto tiene un trazado que se desarrolla al pie de los primeros contrafuertes cordilleranos. Esta circunstancia hace que en la mayor parte de su trazado el canal esté ejecutado en ladera de cerro. No obstante, en algunas partes se desarrolla en terreno plano.

En la zona en que el canal va excavado en ladera de cerro los materiales que predominan son: roca sana, roca descompuesta (maicillo), roca alterada, escombros de falda y fluviales (en algunos casos cementados con ceniza).

En las zonas donde el trazado se desarrolla en terreno plano preponderan los materiales aluviales del tipo GC, SC, GW o GP y suelos estratificados del tipo SM y ML.

4. CARACTERISTICAS DEL CANAL.

4.1 Tramos.

Se ha considerado que a lo largo de su recorrido el canal Maule Norte Alto efectúa entregas en puntos coincidentes con las entregas actuales, de modo que los caudales máximos de los distintos tramos varían prácticamente en la misma proporción que en la actualidad.

Se obtienen así los siguientes caudales máximos para los tramos que se indican:

Esquema de obras N° 1		Esquema de obras N° 3		Caudal máx(m^3/s)	
TRAMO		TRAMO		Sin riego	Con riego
De km	al Km	De Km	al Km	Sector 02-K	Sector 02-K
0,0	23,6	0,0	8,0	50,0	72,0
23,6	30,1	8,0	30,1	24,3	46,3
30,1	35,6	30,1	35,6	16,1	38,1
35,6	36,6	35,6	36,6	15,5	37,5
36,6	38,0	36,6	38,0	14,0	36,0
38,0	50,0	38,0	50,0	12,8	34,8
50,0	60,5	50,0	60,5	12,5	34,5
60,5	64,2	60,5	64,2	11,3	33,3
64,2	79,5	64,2	79,5	10,9	32,9
79,5	87,0	79,5	87,0	9,8	31,8
87,0	88,5	87,0	88,5	9,4	31,4
88,5	111,6	88,5	111,6	2,4	24,4
111,6	124,5	111,6	124,5	-	22,0
124,5	127,0	124,5	127,0	-	17,6
127,0	129,5	127,0	129.5	-	13,2
129,5	132,0	129,5	132,0	-	8,8
132,0	134,5	132,0	134,5	-	4,4

4.2 Trazado.

Se ha respetado el trazado en planta original, tanto del canal

Alto como del canal Tronco, aún cuando se visualiza la necesidad de estudiar cambios de trazado en algunos sectores topográficamente difíciles en caso de requerirse un diseño en una etapa más avanzada.

4.3 Pendientes.

Se han respetado las pendientes existentes, las cuales varían entre 0,07 y 1,5‰ , sin considerar los trechos en que existen obras de arte tales como canoas, sifones y túneles.

Como excepción puede señalarse el caso, para el esquema de obras N° 1, del sector comprendido entre el km 8,0 y el km 17,6 en el que el canal debe ampliarse considerablemente por las razones dadas anteriormente y en el cual se ha dado una pendiente uniforme de 0,53‰ .

4.4 Sección.

Como principio general, se ha tratado de mantener las secciones existentes de modo que las modificaciones requeridas contemplen alguna o más de las siguientes faenas con la prioridad que se señala: a) Revestir sección actual, b) Peraltar el terraplén del canal, c) Ensanchar o profundizar el canal mediante excavación.

Finalmente, se ha verificado que las velocidades, alejamiento de la crisis y revanchas queden dentro de los valores recomendados al establecerse los criterios generales de diseño. Cabe aclarar en todo caso que, dada la naturaleza bastante peculiar del diseño preliminar del canal Maule Norte Alto, en relación a la revancha sólo se verificó la correspondiente al revestimiento.

Por otra parte, puede agregarse que los taludes considerados han sido los existentes y que los coeficientes de rugosidad de Manning empleados fueron iguales a 0,017, para los tramos con revestimiento de hormigón y a 0.030 para los tramos sin revestir o con revestimiento de mampostería existente en un solo lado de la sección.

En los planos que han sido elaborados para el prediseño del canal en su alternativa correspondiente al esquema de obras N° 1, se indican para los diversos tramos el caudal máximo, la pendiente, la altura normal y la rugosidad, además de las modificaciones necesarias.

5. PRESUPUESTO.

No obstante que para los efectos de descripción de las obras se han considerado tres alternativas de solución para el canal Maule Norte Alto, para el efecto del presupuesto y de los programas de construcción se han considerado solamente dos alternativas: sin riego del sector 02-K y con riego del sector 02-K. Esto debido a que el costo del ensanche del canal entre el km 8 y el km 23,6, que es lo que diferencia a la alternativa del esquema de obras N° 1 de la del esquema de obras N° 3, ha sido incluido en el costo del embalse Colbún. Las razones para adoptar este criterio se encuentran contenidas en el capítulo N° VII.C.2.

El resumen del presupuesto de las obras correspondientes a la alternativa con riego del sector 02-K se acompaña en el cuadro N° VII.C.13-1. El presupuesto detallado de las mismas aparece en el cuadro N° VII.C.13-2.

El resumen del presupuesto de las obras correspondientes a las alternativas sin riego del sector 02-K se acompaña en el cuadro N° VII.C.13-3.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción correspondiente a las alternativas sin riego del sector 02-K aparece en la figura N° VII.C.13-1 y comprende un período de treinta y tres meses, comenzando en Diciembre de 1982 y terminando en Agosto de 1985.

El programa de construcción correspondiente a la alternativa con riego del sector 02-K aparece en la figura N° VII.C.13-2 y comprende un período de cuarenta y cinco meses, comenzando en Diciembre de 1980 y terminando en Agosto de 1984.

7. PLANOS.

Como se dice anteriormente, se ha prediseñado la alternativa correspondiente al esquema de obras N° 1, sin riego del sector 02-K y sus planos están contenidos en el album de planos N° 2 del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.13-1	Canal Maule Norte Alto-Planta General
Plano N° VII.C.13-2	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 0,000 al Km 7.975.
Plano N° VII.C.13-3	Canal Maule Norte Alto-Planta, Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 7.975 al Km 17.960.
Plano N° VII.C.13-4	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 17.960 al Km 27.960.
Plano N° VII.C.13-5	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 27.960 al Km 37.960.
Plano N° VII.C.13-6	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 37.960 al Km 47.960.
Plano N° VII.C.13-7	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 47.960 al Km 59.988.
Plano N° VII.C.13-8	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 59.988 al Km 68.050.
Plano N° VII.C.13-9	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 68.050 al Km 77.000.
Plano N° VII.C.13-10	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 77.000 al Km 92.700.
Plano N° VII.C.13-11	Canal Maule Norte Alto-Planta,Perfil Longitudinal y Secciones Típicas-Km 92.700 al Km 111.600.

CUADRO N° VII.C.13-1

CANAL MAULE NORTE ALTO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA CON RIEGO SECTOR 02-K. HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	237.000
B	Instalación de faenas	165.000
C	Canal	26.700.800
D	Obras de arte	11.762.000
E	Imprevistos	3.886.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		42.750.800
Estudios de Ingeniería (5%)		2.138.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		855.000
Total presupuesto a precios de mercado		45.743.800
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		43,090.700

CUADRO N° VII.C.13-2

CANAL MAULE NORTE ALTO
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVA CON RIEGO SECTOR 02-K. HOJA 1 DE 1

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				237.000
A1	CONSTRUCCION	GL	1		154.000
A2	MANTENCION	Gl	1		83.000
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		165.000
C	CANAL				26.700.800
C1	EXCAVACIONES ABIERTAS				7.805.300
	a) Material común	m3	992.000	1.40	1.388.800
	b) Roca	m3	165.000	12.00	1.980.000
	c) Roca alterada	m3	856.000	4.00	3.424.000
	d) Peinado taludes	m	90.000	11.25	1.012.500
C2	HORMIGONES R28=225 Kg/cm2				310.000
	a) Radier	m3	1.000	70.00	70.000
	b) Taludes	m3	3.000	80.00	240.000
C3	HORMIGONES R28=180 Kg/cm2				12.055.000
	a) Radier	m3	47.000	65.00	3.055.000
	b) Taludes	m3	120.000	75.00	9.000.000
C4	FIERRO REDONDO	ton	400	1.000.00	400.000
C5	RELLENOS COMPACTADOS	m3	317.000	4.50	1.426.500
C6	DRENES	m	309.000	14.00	4.326.000
C7	ESTABILIZADO PARA BERMA	m3	54.000	7.00	378.000
D	OBRAS DE ARTE	Gl	1		11.762.000
E	IMPREVISTOS 10%	Gl	1		3.886.000

CUADRO N° VII.C.13-3

CANAL MAULE NORTE ALTO
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). ALTERNATIVAS SIN RIEGO SECTOR 02-K. HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	156.100
B	Instalación de faenas	108.900
C	Canal	7.171.900
D	Obras de arte	3.227.400
E	Imprevistos	1.066.600
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		11.730.900
Estudios de Ingeniería (5%)		587.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		235.000
Total presupuesto a precios de mercado		12.552.900
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		11.824.800

FIGURA Nº VII. C. 13 - 1

OBRA : CANAL MAULE NORTE ALTO
(ALTERNATIVA SIN RIEGO SECTOR 02 - K)

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION °/o
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	1.5
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	1.0
03	CANAL	GL	1	67.2
04	OBRAS DE ARTE	GL	1	30.3
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	°/o	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	°/o	ACUMULADO	

	AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4												AÑO 5												AÑO 6											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
01					10	0																																																																								
02					10	0																																																																				
03												3	4											4	8										1	8																																						
04																								3	5										6	5																																						
												25	3											42	8										31	9																																						
												25	3											68	1										100	0																																					

FIGURA Nº VII. C. 13-2

OBRA : CANAL MAULE NORTE ALTO
(ALTERNATIVA CON RIEGO SECTOR 02-K)

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	PONDERACION %
				1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36	37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48	49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60	61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72	
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	10 0						0.6
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	10 0						0.4
03	CANAL	GL	1	2	3	3	2 3			68.7
04	OBRAS DE ARTE	GL	1		1 8	4 8	3 4			30.7
										100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	16,8	27,4	36,6	19,2			
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	16,8	44,2	80,8	100,0			

VII.C.14.- EMBALSE PURAPEL

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.14. EMBALSE PURAPEL.

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DEL EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse
2.3. Obras de entrega

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1 Ubicación.

El sitio de presa correspondiente a este embalse se encuentra donde el río Purapel abandona los últimos contrafuertes de la Cordillera de la Costa para desembocar al Valle Central. El lugar se ubica entre las confluencias de los esteros Los Niches y Ranchillo con el río Purapel, donde éste pasa frente a los cerros de Moncael, a una altura sobre el nivel del mar de 140 m.

Las coordenadas geográficas del lugar de la presa son 35° 36' de latitud sur y 72° 02' de longitud oeste.

1.2. Accesos.

La forma más fácil de llegar al sitio individualizado es siguiendo el camino que va de San Javier a Constitución hasta el lugar denominado Mingre, que queda a la altura del kilómetro 25, medido desde la Carretera Panamericana. A partir de este punto es preciso continuar hacia el sur por el camino de tierra que conduce hasta el pueblo de Sauzal. Después de recorrer unos 8 km por este camino y cruzar el puente sobre el río Purapel hay que seguir una senda que se prolonga junto a la margen poniente de este río hasta la angostura.

En total, desde la Panamericana hasta la angostura hay que recorrer 25 km de camino pavimentado, 8 km de camino de tierra y 1,5 km por una huella que se encuentra en mal estado.

1.3 Hidrología.

La cuenca del río Purapel ubicada aguas arriba del sitio de presa abarca una extensión de 396 km^2. Sobre esta cuenca caen precipitaciones que, en promedio, varían según la altura del lugar entre 800 mm y 850 mm anuales.

De acuerdo a los datos estadísticos medidos en la estación fluviométrica de Purapel en Nirivilo la producción específica de

la cuenca es de unos 9,1 l/s km^2 y el caudal promedio anual que escurriría por dicho sitio es de 3,6 m^3/s.

El volumen que dicho caudal aportaría es de 114 millones de m^3. En cuanto a las crecidas afluentes al embalse, se tendría lo siguiente: para un período de retorno 1 en 1000 años, el caudal resulta de 600 m^3/s; para un período de retorno de 1 en 20 años, el caudal resulta de 320 m^3/s; y para un período de retorno de 1 en 10 años, el caudal resulta de 270 m^3/s.

1.4 Topografía.

Con el objeto de determinar las características de esta posibilidad de embalse, la Dirección de Riego hizo confeccionar un plano 1:20.000 de la zona de inundación y otro a escala 1:1.000 del sitio de fundación de la presa. Estos dos planos, en conjunto con la carta "Sauzal" a escala 1:50.000 del I.G.M. suministran la información topográfica necesaria para el análisis detallado de este embalse.

En el sitio de presa, el río Purapel escurre con un ancho de unos 300 m entre dos cerros de laderas relativamente suaves, con pendientes medias de aproximadamente 2:1 en el lado derecho y de alrededor de 3:1 en el izquierdo.

El aspecto que presenta la zona de angostura se puede observar en el corte transversal esquemático de la figura N° VII.C.14-1.

Aguas arriba de la angostura el valle se ensancha notablemente. Como el lecho del río en esta zona tiene una baja pendiente, el valle resulta muy apropiado para la acumulación de sus aguas, especialmente si se considera que los terrenos planos ubicados junto al lecho son arenosos e inapropiados para la agricultura.

1.5 Geología.

Los cerros que conforman la angostura son de rocas graníticas alteradas a maicillo en superficie. En la parte ocupada por el lecho del río existe un relleno sedimentario arenoso, derivado del transporte y de la depositación del maicillo proveniente de las rocas graníticas alteradas. Estos sedimentos pueden contener limos y arcillas en cantidades importantes, por lo que serían bastante compresibles, y se encontrarían saturados hasta muy cerca de la superficie. Su profundidad hasta el contacto con las rocas subyacentes podría sobrepasar los 40 m.

En los faldeos del valle prácticamente no se observan afloramientos rocosos. Sólo en los cortes del camino se pudo ver la roca granítica, que aparece totalmente alterada hasta 5 m o 6 m de la superficie. Pero a partir de esta profundidad es posible distinguir su textura y fracturas más importantes, lo que permite suponer que su grado de alteración disminuye rápidamente con la profundidad. Se estima que a partir de los 10 m a 15 m la roca continuaría algo alterada, pero sería lo suficientemente resistente como para soportar el peso de la presa, excepto cerca de las zonas de fractura o falla. Cabe destacar además que la roca granítica está atravesada por diques o filones de aplitas y pegmatitas, las que constituyen núcleos aislados de rocas más sanas.

Desde el punto de vista geológico la angostura es apropiada para fundar una presa, aunque su factibilidad económica dependerá en gran medida de la profundidad y características mecánicas del relleno sedimentario existente en el lecho del río. También dependerá del espesor del maicillo que cubre las rocas, de su permeabilidad y de su susceptibilidad a la erosión retrógrada.

Es importante realizar estudios geológicos más detallados de la angostura para determinar si existen fallas encubiertas por los sedimentos y que pudiesen aumentar el costo de las obras. En todo caso, si se encontrasen esas estructuras, la factibilidad técnica de las obras no peligraría, ya que bastaría con introducir algunas modificaciones en su diseño.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha resumido en el corte transversal esquemático de la figura N° VII.C.14-1.

1.6 Geotecnia.

Como se ha dicho anteriormente, ambos lados de la angostura están formados por roca granítica descompuesta hasta varios metros de profundidad, mientras que en el lecho se observan depósitos de arenas, arenas limosas y en algunos puntos grava fina que se estima alcanzan varias decenas de metros de profundidad.

Los materiales permeables apropiados para la construcción de una presa de relleno son escasos, pero se cree que debería poderse juntar la cantidad necesaria extrayéndolos de diversos bancos aislados situados en el lecho del río o en sus cercanías.

Como materiales impermeables, se emplearían los maicillos que existen en abundancia junto al sitio de la presa.

Para fundar una presa en esta angostura habría que comenzar por retirar el material suelto de toda la zona de apoyo de la presa y hacer una pared moldeada que penetre por lo menos unos 30 m en los rellenos del lecho del río, de modo que no exista peligro de "piping". Una vez completado el tratamiento de la fundación descrito, se procedería a la construcción del muro.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1 Presa.

A causa de la escasez de materiales permeables, el tipo de presa que mejor se adecuaría a las condiciones del sitio es el homogéneo. El diseño preliminar hecho para esta presa consulta taludes con pendientes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. El ancho en el coronamiento será de 7 m, estará ubicado a la cota 161 m.s.n.m. y tendrá una longitud de 310 m. El muro de la presa cubica 373.500 m^3 de rellenos y tendrá un pequeño espaldón de materiales permeables con el objeto de servir de protección a los impermeables.

La forma de la presa y otros detalles de su estructura pueden verse en la figura N° VII.C.14-1, donde se muestra un perfil por su eje longitudinal.

El vertedero evacuador de crecidas se ubicaría en costado derecho de la presa. El sistema constará de un canal de acceso al vertedero, el cual será de tipo frontal provisto de cuatro compuertas automáticas de 6 m de ancho por 4,30 m de altura y estará seguido por un rápido de descarga que terminará en una cuchara de lanzamiento. El caudal de diseño del vertedero será de 540 m^3/s el que será evacuado por medio de un umbral de 30 m ubicado a la cota 154,70 m.s.n.m. El rápido de descarga tendrá 30 m de ancho y altura variable de 5 a 2 metros.

La desviación de construcción se ubicará al costado izquierdo del valle y consistirá en un tubo de acero de 1.60 m. de diámetro que permita evacuar un caudal máximo de 6 m^3/s. Este caudal se ha determinado considerando el corto tiempo de construcción debido al pequeño volumen de rellenos como caudal máximo del período de estiaje y ha sido sobrepasado sólo en una oportunidad durante el período estadístico utilizado (1942 - 1976). No se utilizará ataguía para la desviación debido al pequeño caudal y la devolución al río se hará por medio de un canal excavado en roca.

2.2 Embalse.

Como se dijo anteriormente, la amplitud del valle aguas arriba del sitio de presa y la baja pendiente del lecho del río posibilitan la acumulación de un gran volumen de agua por metro de altura en este lugar. Esto se aprecia claramente al observar las curvas características de este embalse que se muestran en la figura N° VII.C.14-2.

El embalse acumulará 61,5 millones de m^3, con un volumen muerto de 19,5 millones de m^3 y un volumen útil de 42 millones de m^3. Resulta, en consecuencia, una relación agua/muro de 164,8/1.

La cota de aguas máximas normales del embalse es la 159 m.s.n.m. y la cota de aguas mínimas es la 153 m.s.n.m. aproximadamente.

2.3 Obras de entrega.

Se consulta aprovechar el túnel de desviación para colocar en su interior las válvulas de entrega y el dispositivo disipador de energía. Al comienzo del túnel de desviación, se dispondrá una pequeña obra de toma y al final del mismo una casa de válvulas que permitan controlar la entrega de agua para riego. La energía del chorro de agua de salida para riego, se disipa mediante un disipador de impacto.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

El embalse de Purapel permite regar adecuadamente una superficie de unas 4.100 hectáreas de terrenos cultivables ubicados aguas abajo del embalse, en los llanos que se extienden junto a las márgenes del río Purapel.

4. CONCLUSIONES.

Este emplazamiento de embalse representa probablemente la mejor solución para proporcionar riego a los terrenos cultivables del río Purapel. Además, si el tratamiento de la fundación no resultase muy oneroso, el embalse podría ser económico, ya que muestra una relación agua/muro interesante.

Como conclusión final puede decirse que el embalse Purapel está estratégicamente ubicado con respecto a los terrenos por regar en su valle y presenta además una relación agua/muro atractiva. En consecuencia, sería recomendable continuar con su estudio mediante la confección de perfiles geosísmicos y otros estudios geofísicos, para obtener así los antecedentes que permitan determinar en forma más concluyente su factibilidad económica.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, que aparecen en los cuadros N° VII.C.14-1 y VII.C.14-2, respectivamente.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción del embalse Purapel aparece en la figura N° VII.C.14-3 y comprende un período de dieciocho meses, comenzando en Octubre de 1980 y terminando en Marzo de 1982.

7. PLANOS.

Los planos de prediseño correspondientes a esta obra están contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.14-1 Embalse Purapel-Plano de Ubicación y Descriptivo General de las obras.

CUADRO N° VII.C.14-1

EMBALSE PURAPEL
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	456.700
B	Instalación de faenas	55.000
C	Obras de desviación y entrega	465.595
D	Presa	3.456.000
E	Obras de evacuación	1.349.620
F	Obras varias	37.500
G	Imprevistos	1.164.083
SUB-TOTAL	PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO	6.984.498
	Estudio de Ingeniería (5%)	349.000
	Supervigilancia de la construcción (2%)	140.000
	Total presupuesto a precios de mercado	7.473.498
TOTAL	PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)	7.039.500

EMBALSE PURAPEL
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 3.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				456.700
A1	CONSTRUCCION	KM	145	27.586,00	400.000
A2	MANTENCION	Gl	1		56.700
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		55.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				465.595
C1	OBRA DE TOMA Y DESAGUE DE FONDO				174.040
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	450	0,30	135
	2) Material común	m3	1.300	1,70	2.210
	3) Peinado de talúdes	m2	250	1,50	375
	b) Protecciones canal entrada a toma	Gl	1		4.900
	c) Hormigones				
	1) Obra de toma R23=225 Kg/cm2	m3	20	100,00	2.000
	2) Recubrimiento tubería R28=120 Kg/cm2	m3	550	60,00	33.000
	d) Fierro redondo	ton	2	1.000,00	2.000
	e) Tubería metálica Ø = 1.60 m.	Kg	60.000	2,00	120.000
	f) Rejas obra de toma	Gl	1		2.590
	g) Compuerta plana	Gl	1		5.600
	h) Montajes mecánicos	Gl	1		1.230
C2	CASA DE VALVULAS CANAL DE RESTITUCION AL RIO Y ALIMENTACION DEL CANAL DE RIEGO				274.555
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	1.700	0,30	510
	2) Material común	m3	5.500	1,70	9.350
	3) Roca	m3	2.500	12,00	30.000
	4) Peinado de talúdes	m2	780	1,50	1.170
	b) Hormigones				
	1) Fundación válvulas R28=225 Kg/cm2	m3	550	70,00	38.500
	2) Disipador de impacto R28=225 Kg/cm2	m3	50	100,00	5.000
	3) Recubrimiento tubería R28=120 Kg/cm2	m3	150	60,00	9.000

(CONT.) CUADRO N° VII.C.14-2

EMBALSE PURAPEL
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 3

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	c) Fierro redondo	ton	40	1.000,00	40.000
	d) Válvula de mariposa Ø = 1.60 m.	c/u	1	50.750,00	50.750
	e) Válvula de mariposa Ø = 100 m.	c/u	1	29.000,00	29.000
	f) Deflector de chorro	c/u	1	11.600,00	11.600
	g) Tubería metálica Ø = 1.00 m.	Kg	10.000	2,00	20.000
	h) Monorriel 5 ton	c/u	1	5.075,00	5.075
	i) Montajes mecánicos	Gl	1		15.000
	j) Galpón metálico	m2	80	120,00	9.600
C3	MANEJO DEL RIO	Gl	1		17.000
D	PRESA				3.456.000
D1	TRATAMIENTO FLUVIAL				1.049.000
	a) Excavación zanja en material común	m3	10.000	1,70	17.000
	b) Pared moldeada	m2	4.350	200,00	870.000
	c) Relleno material impermeable	m3	27.000	6,00	162.000
D2	EXCAVACIONES				100.000
	a) Roce	m2	33.000	0,30	9.900
	b) Escarpe en material común	m3	53.000	1,70	90.100
D3	RELLENOS				2.172.000
	a) Material Homogéneo (maicillo)	m3	290.000	6,00	1.740.000
	b) Material permeable	m3	40.000	6,80	272.000
	c) Alfombra drenante	m3	7.000	8,20	57.400
	d) Enrocado Wc > 300 Kg.	m3	9.500	10,80	102.600
D4	TERMINACIONES DEL CORONAMIENTO	Gl	1		110.000
D5	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1		25.000
E	OBRAS DE EVACUACION				1.349.620
E1	CANAL DE ACCESO Y VERTEDERO				891.745
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	4.000	0,30	1.200
	2) Material común	m3	9.500	1,70	16.150
	3) Roca	m3	4.000	12,00	48.000
	4) Peinado de talúdes	m2	670	1,50	1.005

(CONT.) CUADRO N° VII.C.14-2

EMBALSE PURAPEL
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 3.

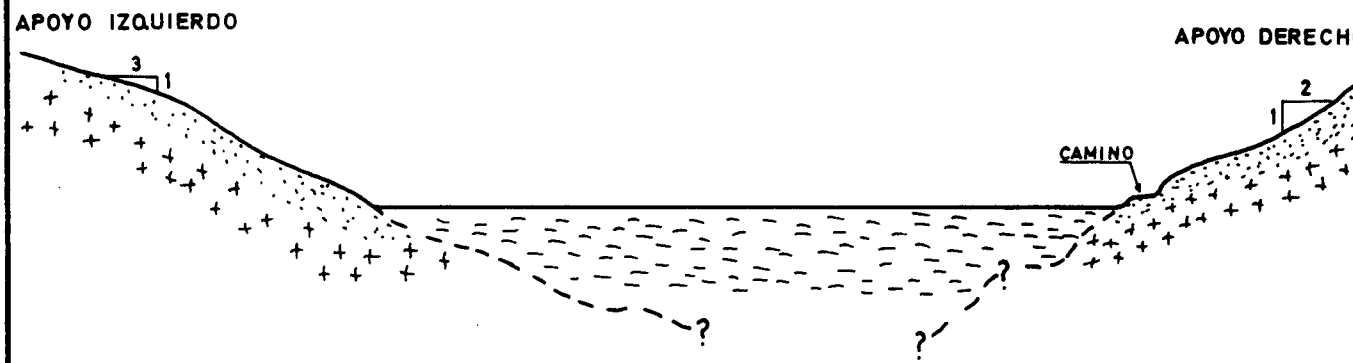
ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	b) Hormigones				
	1) Vertdero R28=180 Kg/cm2	m3	780	65,00	50.700
	2) Muros y Machones R28=225 Kg/cm2	m3	2.500	100,00	250.000
	c) Fierro redondo	ton	255	1.000,00	255.000
	d) Rellenos compactados	m3	2.600	4,00	10.400
	e) Compuertas emergencia	Gl	1		22.470
	f) Compuertas de sector automáticas de 4.30 x 6.0 m.	c/u	4	45.000,00	182.000
	g) Grúa-portal	Gl	1		21.000
	h) Montajes mecánicos	Gl	1		33.820
E2	RAPIDO DE DESCARGA				457.875
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	4,000	0,30	1.200
	2) Material común	m3	30.000	1,70	51.000
	3) Roca	m3	13.000	12,00	156.000
	4) Peinado de talúdes	m2	1.250	1,50	1.875
	b) Cáncamos Ø 26 L = 3m.	c/u	300	35,00	10.500
	c) Hormigones R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier y cuchara	m3	1.350	70,00	94.500
	2) Muros	m3	250	100,00	25.000
	d) Fierro redondo	Kg	115	1.000,00	115.000
	e) Rellenos compactados	m3	700	4,00	2.800
F	OBRAS VARIAS				37.500
	a) Trabajos en zona inundada	Há	10	2.500,00	25.000
	b) Terminaciones y desarmes	HD	500	25,00	12.500
G	IMPREVISTOS 20%	Gl	1		1.164.083

FIGURA Nº VII.C.14-1

EMBALSE PURAPEL
RIO PURAPEL

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA

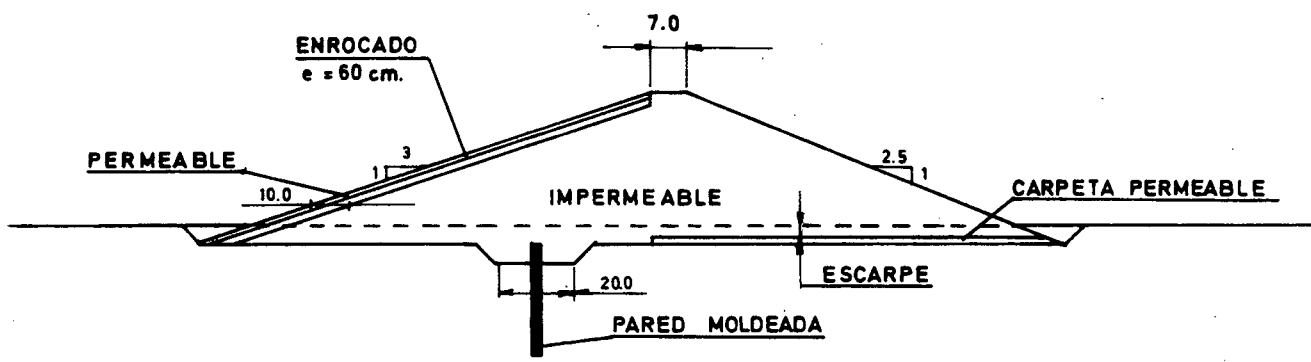


ROCA GRANITICA CON MAICILLO EN SU PARTE SUPERIOR

RELLENO SEDIMENTARIO PRINCIPALMENTE ARENOSO (MAICILLO TRANSPORTADO Y DEPOSITADO POR EL RIO).

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA



EMBALSE PURAPEL

CURVA DE EMBALSE

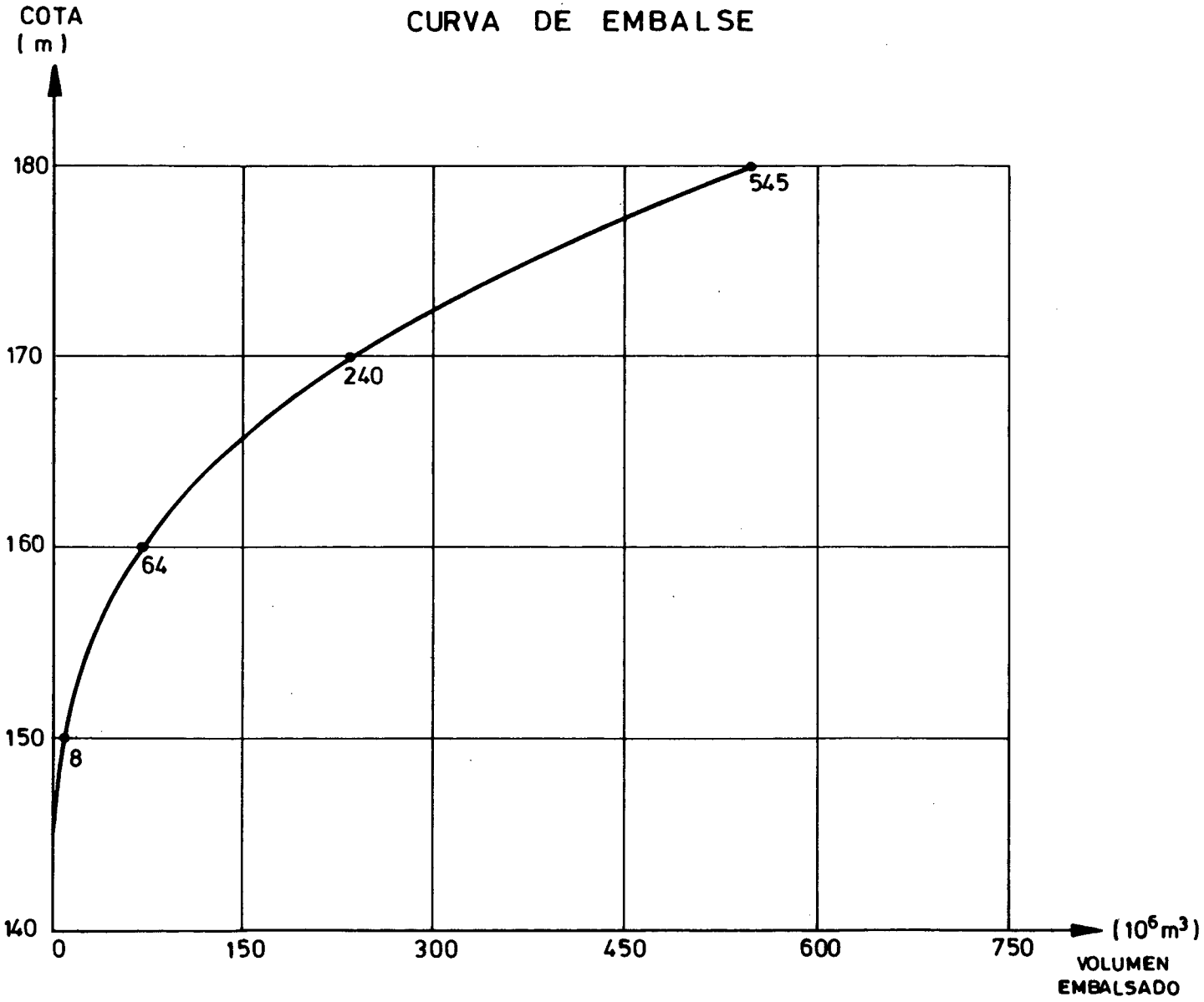


FIGURA Nº VII.C.14-2

OBRA : EMBALSE PURAPEL

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº VII. C. 14-3

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	6.9
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.9
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	8.1
04	PRESA	M^3	373.500	60.0
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	23.4
06	OBRAS VARIAS	GL	1	0.7
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	69.2 30.8
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	69.2 100.0

AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 4 | AÑO 5 | AÑO 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 | 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 | 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 | 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 | 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 | 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72

1986 1987

100 (01 VIAS DE ACCESO)

100 (02 INSTALACION DE FAENAS)

80 (03 OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA)

20 (03 OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA)

70 (04 PRESA)

30 (04 PRESA)

55 (05 OBRAS DE EVACUACION)

45 (05 OBRAS DE EVACUACION)

100 (06 OBRAS VARIAS)

VII.C. 15.- EMBALSE LAS GARZAS

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.15. EMBALSE LAS GARZAS

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse
2.3. Obras de Alimentación

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1 Ubicación.

El lugar de fundación de la presa se sitúa en el estero Las Garzas, a unos 11 km de su confluencia con el río Cauquenes. El sitio se ubica cerca de 137 m sobre el nivel del mar, a 35° 36' de latitud sur y a 72° 13' de longitud oeste.

1.2 Accesos.

El sitio de presa se encuentra 3 km aguas abajo del puente sobre el estero Garzas del camino que va de Cauquenes a Constitución. Es por ello que este camino constituye el acceso lógico al referido lugar.

La forma más fácil de llegar a la zona de angostura a partir de la carretera Panamericana es tomando el camino que va de Parral a Cauquenes y siguiendo éste por 56 km, hasta el punto en que parte hacia el norte el camino que va a Constitución. Desde aquí hay que seguir por esta última ruta 5,5 km, hasta el puente sobre el estero Las Garzas. Quinientos metros más adelante sale una senda hacia el oriente que continúa junto a la ladera izquierda del estero por un kilómetro más, después de lo cual cambia su dirección hacia el noreste. Hasta este lugar se puede continuar en vehículo, ya que después de la curva es necesario seguir por unos 2 km a pie junto al estero para llegar al lado izquierdo de la angostura.

Existe otra vía de acceso que permite llegar al lado derecho del sitio de presa. Para ello hay que tomar casi en el mismo lugar de cruce del camino Parral-Cauquenes con el que va a Constitución el camino que conduce hacia Villaseca. Después de recorrer 5 km por esta ruta, se dobla por una senda hacia el norte, la que llega al estero Las Garzas a 1 km aguas abajo del sitio de presa. Desde este último punto debe continuarse a pie hasta ese sitio.

La distancia que hay que recorrer para llegar desde la carretera Panamericana hasta la angostura por esta segunda ruta es de aproximadamente 62 km, de los que 56 km están pavimentados y los

restantes 6 km son de tierra.

1.3 Hidrología.

La cuenca afluente del estero Las Garzas ubicada aguas arriba del sitio de presa abarca una superficie de 17,3 km^2, sobre la que caen precipitaciones que varían entre 650 mm y 700 mm de promedio anual. La productividad específica de la cuenca hidrográfica se estima en 8 l/s km^2, por lo que se espera entregue en promedio unos 0,13 m^3/s.

Como el caudal del estero Las Garzas resulta totalmente insuficiente para el llenado del embalse, se ha pensado reforzarlo mediante la desviación del río Rosales hacia el estero. Dicho río es afluente del Tutuvén y aguas arriba del lugar en que podría desviarse abarca una hoya hidrográfica de 186 km^2 de extensión. Con una productividad específica también de unos 8 l/s km^2, esta cuenca podría entregar un caudal promedio de 1,42 m^3/s. En total el caudal que podría entregarse al embalse sería de 1,55 m^3/s en promedio.

En cuanto a las crecidas de los cauces naturales que alimentarán el embalse, se tiene lo siguiente:

i) En el estero Las Garzas:

- para un período de retorno 1 en mil años, el caudal resulta de 30 m^3/s.
- para un período de retorno 1 en veinte años, el caudal resulta de 16 m^3/s.

ii) En el río Rosales:

- para un período de retorno de 1 en quinientos años, el caudal resulta de 245 m3/s.
- para un período de retorno de 1 en cien años, el caudal resulta de 195 m^3/s.

1.4 Topografía.

La topografía relacionada con este embalse se encuentra en las cartas "Pichivelco" y "Cauquenes" a escala 1:50.000, del I.G.M. y en el plano aerofotogramétrico a escala 1:10.000, con curvas de nivel cada diez metros, obtenido del vuelo HYCON expresamente para el efecto.

En el sector en que se emplazará la presa, el valle del estero

Las Garzas se muestra más angosto y con una marcada asimetría en la forma de los cerros que lo marginan a ambos lados. El de la derecha tiene un talud del orden de 10:1, mientras que el de la izquierda es de aproximadamente 3:1. La distancia que separa los pies de las dos cadenas de cerros, y que fija el ancho del valle, se ha estimado en unos 300 m.

A modo de complemento, se incluye en el gráfico A de la figura N° VII.C.15-1 un corte transversal esquemático por dicho sitio, en el que se indican sus dimensiones principales.

La zona de acumulación de las aguas consiste en una extensa y plana terraza, cubierta de una vegetación formada por arbustos principalmente, entre los que predominan los espinos.

1.5 Geología.

La zona de presa se encuentra cubierta de suelos que impiden reconocer el tipo de material subyacente, por lo que la interpretación geológica preliminar hecha de lo observado en el lugar no posee el detalle que hubiera sido deseable.

Según parece, el lado derecho del valle estaría formado por roca cubierta por suelos, mientras que el lado izquierdo estaría constituido por algún tipo de formación que posiblemente podría tener características geotécnicas apropiadas para servir de fundación a la presa. La planicie que se extiende junto al lecho del estero y que forma la base del valle estaría formada por materiales fluviales con abundante contenido de arenas. Su espesor posiblemente sería reducido.

La interpretación geológica de lo observado en superficie se ha representado en el corte tranversal esquemático por el sitio de presa que se muestra en el gráfico A de la figura N° VII.C.15-1.

1.6 Geotecnia.

Conforme a lo expuesto anteriormente, el empotramiento derecho estaría en un material con apariencia de roca alterada, en tanto que el izquierdo se apoyaría en algún tipo de formación de roca que presenta un aspecto impermeable. La zona del lecho contendría depósitos fluviales arenosos.

Los materiales permeables para la presa son muy escasos en la zona, por lo que tendrían que traerse de una distancia considerable, o bien sería necesario abrir una cantera en las cercanías de la presa. Los impermeables se obtendrían a partir de las ro-

cas descompuestas que abundan en los alrededores del sitio de presa.

Previo a la construcción de la presa se tendría que preparar el terreno de fundación haciendo escarpes para eliminar la totalidad de los materiales deleznables y de baja resistencia, cuyo espesor se estima en 2 metros por lo menos. Además, se haría una zanja de 10 m de ancho en su base que en los empotramientos tendría que llegar hasta la roca sana y en el lecho del río tendría que penetrar por lo menos 5 m en el suelo, hasta atravesar los depósitos más recientes.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1 Presa.

El tipo de presa adoptado para este embalse es el homogéneo, que es el que mejor se adopta a las proporciones relativas de materiales permeables e impermeables en las vecindades del sitio de presa.

El diseño consulta una presa de un coronamiento de 8 m de ancho y 350 m de longitud, con taludes inclinados en 3:1 en el lado de aguas arriba y 2,5:1 en el de aguas abajo. En su paramento de aguas arriba llevará un espesor mínimo de materiales permeables para protegerlo de los efectos erosivos de las aguas. Su altura determinada por la capacidad de embalse necesaria para acumular los recursos hidrológicos disponibles en un año seco, se ha fijado en 19 m. Con esta altura el volumen de la presa será de 233.000 m^3.

La forma de la presa descrita se puede ver en los cortes longitudinales que se incluyen en el gráfico B de la figura N°VII. C.15-1.

El vertedero evacuador de crecidas irá ubicado en el costado izquierdo de la presa. Será de tipo superficial, sin compuertas. El umbral tendrá un perfil tipo Creager, de 5 m de longitud y continuará en un rápido que comenzará en una transición de 8 m de longitud en la cual el ancho variará de 5 m a 2 m para continuar con ancho constante hasta completar 187 m de longitud. El rápido terminará en un colchón disipador de energía de sección rectangular, de 6,80 m de longitud provisto de dientes. El caudal de diseño del sistema evacuador de crecidas será de 7,8 m^3/s.

Las obras de desviación durante la construcción también se ubicarán hacia el costado izquierdo del muro y consistirán en un conducto de hormigón armado y una ataguía de desviación que posteriormente quedará incorporada a la presa. El conducto de hormigón será de sección circular, de 2 m. de diámetro interior, de 117 m de longitud y estará dispuesto en la fundación del muro. Su caudal de diseño será de 16 m^3/s. La cota de coronamiento de la ataguía será de 138 m.s.n.m. La entrega al río se hará mediante un difusor de sección rectangular.

2.2 Embalse.

Con la altura indicada anteriormente, el embalse acumulará un volumen total de 22,6 millones de metros cúbicos. El volumen muerto será de 2,5 millones de m^3 y el volumen útil será, en consecuencia, de 20,1 millones de m^3. La relación agua/muro resulta de 97/1.

Las obras de entrega para riego se ubicarán en el interior del conducto de desviación el que pasaría a su ducto de vaciado del embalse. Para esto se ubicará al comienzo del conducto de hormigón una torre de toma con su umbral colocado a la cota 137 m.s.n.m y, al final del mismo, una válvula tipo Howell Bunger de 0,60 m de diámetro que descargará a un colchón disipador de energía. Además de la válvula de servicio anteriormente descrita irá una válvula de guardia tipo mariposa de 0.80 m de diámetro.

2.3 Obras de alimentación.

Como se explicó anteriormente, el embalse requerirá obligadamente de la captación de las aguas del río Rosales para su llenado, ya que el estero Las Garzas aporta un caudal totalmente insuficiente para este objeto.

La desviación del río se realizará mediante un canal de unos 8,6 km de longitud y 4 m^3/s de capacidad, que captará en el río Rosales a la cota 150 m y descargará al estero Garzas a una cota ligeramente inferior a esa. El lugar de captación se encontrará a 35° 52' de latitud sur y 72° 19' de longitud oeste y el de descarga a 35° 53' de latitud sur y 72° 17' de longitud oeste. En este trayecto el canal atravesará una zona de lomajes suaves que no debe dificultar mayormente la construcción de la obra. El canal constará de un primer tramo de sección rectangular, revestido, de 800 m de longitud, un segundo tramo sin revestir, de sección trapecial y 4.800 m de longitud, para terminar en un tramo de sección trapecial revestida y de 3.000 m de longitud.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

Con el volumen embalsado se puede regar una superficie de unas 1.700 hectáreas. Esta está formada por las tierras cultivables situadas en las vecindades del estero Las Garzas, entre el sitio de presa y su confluencia con el río Cauquenes.

4. CONCLUSIONES.

Según los antecedentes preliminares aquí presentados, el embalse posee una relación agua/muro de 97, lo cual indicará que debe ser una obra económica, incluso considerando la construcción del canal de alimentación desde el río Rosales. Además, gracias a su favorable ubicación, está capacitado para regar terrenos cultivables que difícilmente podrían abastecerse de agua en otra forma. Por lo tanto, presenta un interés que hace recomendable la continuación de su estudio.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, los cuales se contienen en los cuadros N° VII.C.15-1 y VII.C.15-2, respectivamente.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción del embalse Las Garzas aparece en la figura N° VII.C.15-2 y comprende un período de diecinueve meses, comenzando en Septiembre de 1980 y terminando en Marzo de 1982.

7. PLANOS.

Los planos de prediseño correspondientes a esta obra están contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.15-1	Embalse Las Garzas-Ubicación y Disposición General y Descriptivo de la Presa Principal.
Plano N° VII.C.15-2	Embalse Las Garzas-Evacuador de Crecidas, Obras de Desviación y Entrega.
Plano N° VII.C.15-3	Embalse Las Garzas-Obras de Alimentación.

CUADRO N° VII.C.15-1

EMBALSE LAS GARZAS
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	325.400
B	Instalación de faenas	27.000
C	Obras de desviación y entrega	213.165
D	Presa	3.475.795
E	Obras de evacuación	134.955
F	Obras de alimentación embalse	1.156.490
G	Obras varias	32.500
H	Imprevistos	1.610.305
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		6.975.305
Estudio de Ingeniería (5%)		349.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		140.000
Total presupuesto a precios de mercado		7.464.305
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		7.031.100

CUADRO N° VII.C.15-2

EMBALSE LAS GARZAS
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				325.400
A1	CONSTRUCCION	Km	8	34,375,00	275.000
A2	MANTENCION	Gl	1		50.400
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		27.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA				213.165
	a) Excavaciones				
	1) Roce y escarpe	m3	1.500	1,70	2.550
	2) Roca	m3	150	12,00	1.800
	3) Secundaria en roca	m3	175	15,00	2.625
	b) Cáncamos Ø = 26mm l = 3m.	c/u	50	35,00	1.750
	c) Desvio estero y agotamiento	Gl	1		4.400
	d) Hormigones R28=225 Kg/cm2				
	1) Conducto de desviación	m3	455	100,00	45.500
	2) Obra de toma	m3	65	100,00	6.500
	3) Obra de entrega	m3	70	100,00	7.000
	4) Segundas etapas	m3	5	110,00	550
	5) Tapón de cierre	m3	15	80,00	1.200
	e) Fierro redondo	ton	60	1.000,00	60.000
	f) Empedrado	m3	15	8,00	120
	g) Tubería metálica Ø = 0.80 m.	Kg	10.000	2,00	20.000
	h) Rejas obra de toma	Gl	1		3.780
	i) Compuerta	c/u	1		3.780
	j) Grúa-portal	Gl	1		3.500
	k) Válvula de mariposa Ø = 0.80 m.	c/u	1		20.010
	l) Válvula Howell-Bunger Ø =0.60 m	c/u	1		20.300
	m) Montajes mecánicos	Gl	1		7.800
D	PRESA				3.475.795
D1	TRATAMIENTO DE LA ROCA FUNDACION				1.803.955

(CONT.) CUADRO N° VII.C.15-2

EMBALSE LAS GARZAS
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	a) Pared moldeada	m2	8.850	200,00	1.770.000
	b) Cortina de inyecciones				
	1) Perforaciones Ø = BX	m	965	7,00	6.755
	2) Inyecciones cemento	saco	1.700	16,00	27.200
D2	EXCAVACIONES				134.125
	a) Roce	m2	16.000	0,30	4.800
	b) Escarpe	m3	46.000	1,70	78.200
	c) Material común	m3	8.500	1,70	14.450
	d) Roca	m3	3.000	12,00	36.000
	e) Secundaria en roca	m3	450	15,00	675
D3	RELLENOS				1.394.325
	a) Material impermeable	m3	180.000	6,00	1.080.000
	b) Material permeable	m3	35.000	7,20	252.000
	c) Alfombra drenante	m3	12.000	4,80	57.600
	d) Tubo c.c. Ø = 8" para dren long.	m	1.350	3,50	4.725
D4	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				63.390
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	1.500	0,30	450
	2) Escarpe	m3	9.000	1,70	15.300
	b) Rellenos				
	1) Material impermeable	m3	3.100	6,00	18.600
	2) Material permeable	m3	3.700	7,20	26.640
	c) Agotamiento	Gl	1		2.400
D5	TERMINACIONES CORONAMIENTO	Gl	1		65.000
D6	INSTRUM. PRESA	Gl	1		15.000
E	OBRAS DE EVACUACION				134.955
E1	CANAL DE ACCESO Y VERTDERO				41.340
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Material común	m3	200	1,70	340
	2) Roca	m3	500	12,00	6.000
	3) Secundaria en roca	m3	120	15,00	1.800
	b) Cáncamos Ø = 26 mm l = 3 m.	c/u	40	35,00	1.400

EMBALSE LAS GARZAS
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	c) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier y vertedero	m3	150	70,00	10.500
	2) Muros	m3	60	100,00	6.000
	d) Fierro redondo	ton	15	1.000,00	15.000
	e) Rellenos compactados	m3	75	4,00	300
E2	RAPIDO DE DESCARGA Y DISIPADOR ENERGIA				93.615
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Material común	m3	500	1,70	850
	2) Roca	m3	1.200	12,00	14.400
	3) Secundaria en roca	m3	245	15,00	3.675
	b) Cáncamos Ø = 26mm. l = 3 m.	c/u	190	35,00	6.650
	c) Hormigón R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	260	70,00	18.200
	2) Muros	m3	190	100,00	19.000
	d) Fierro redondo	ton	30	1.000,00	30.000
	e) Rellenos compactados	m3	180	4,00	720
	f) Empedrados	m3	15	8,00	120
F	OBRAS DE ALIMENTACION EMBALSE				1.156.490
F1	BOCATOMA				300.690
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Material común	m3	1.600	1,70	2.720
	2) Roca	m3	200	12,00	2.400
	b) Agotamiento	Gl	1		1.000
	c) Hormigones R28= 225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	315	70,00	22.050
	2) Muros y losas	m3	310	100,00	31.000
	d) Fierro redondo	ton	50	1.000,00	50.000
	e) Rellenos				
	1) Material impermeable	m3	7.300	6,00	43.800
	2) Material permeable	m3	1.800	4,00	7.200
	3) Alfombra drenante	m3	1.000	4,80	4.800

EMBALSE LAS GARZAS
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 4

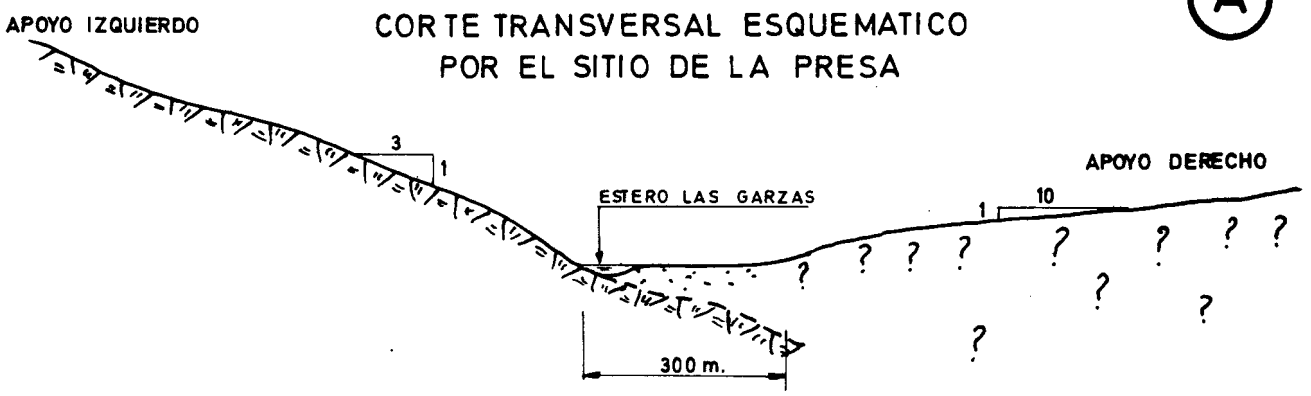
ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	f) Filtros	m3	4.200	8,00	33.600
	g) Enrocados				
	1) Wc ≥ 100 Kg	m3	550	10,00	5.500
	2) Wc ≥ 300 Kg	m3	900	11,00	9.900
	3) Wc ≥ 1.000	m3	5.100	12,00	61.200
	h) Rejas	Gl	1		2.520
	i) Compuerta de emergencia	c/u	1	5.740,00	5.740
	j) Compuerta de servicio	c/u	1	5.460,00	5.460
	k) Compuerta desripiadora	c/u	1	7.700,00	7.700
	l) Montajes mecánicos	Gl	1		4.100
F2	CANAL ALIMENTADOR				855.800
	a) Excavaciones abiertas				
	1) Roce	m2	16.000	0,30	4.800
	2) Material común	m3	130.000	1,30	169.000
	3) Roca	m3	10.000	12,00	120.000
	b) Peinado de talúdes	m2	87.600	1,50	131.400
	c) Hormigones R28=180 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	180	80,00	14.400
	2) Muros (talúdes)	m3	1.070	100.00	107.000
	d) Hormigon R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	660	90,00	59.400
	2) Muros	m3	590	110.00	64.900
	e) Fierro redondo	ton	130	1.000.00	130.000
	f) Rellenos compactados	m3	1.600	4,00	6.400
	g) Obras de arte	Gl	1		48.500
G	OBRAS VARIAS				32.500
	a) Trabajos en zona inundada	Há	10	2.500,00	25.000
	b) Terminaciones y desarmes	HD	300	25,00	7.500
H	IMPREVISTOS 30%	Gl	1		1.610.000

FIGURA Nº VII. C. 15-1

EMBALSE LAS GARZAS
ESTERO LAS GARZAS

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR EL SITIO DE LA PRESA

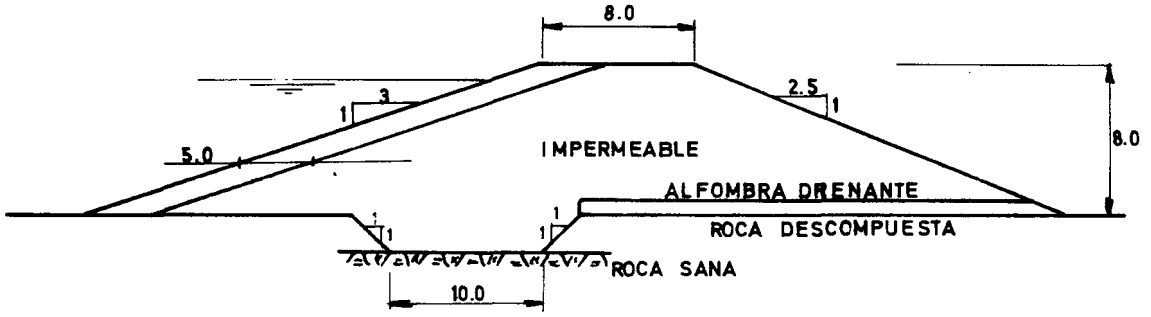


ROCA

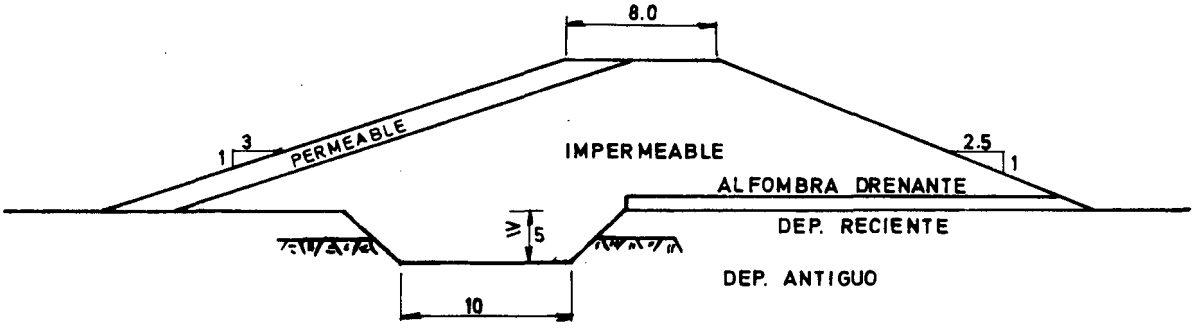
POSIBLE RELLENO SEDIMENTARIO DEL CUATERNARIO

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA



EMPOTRAMIENTO POR EL LECHO DEL RIO

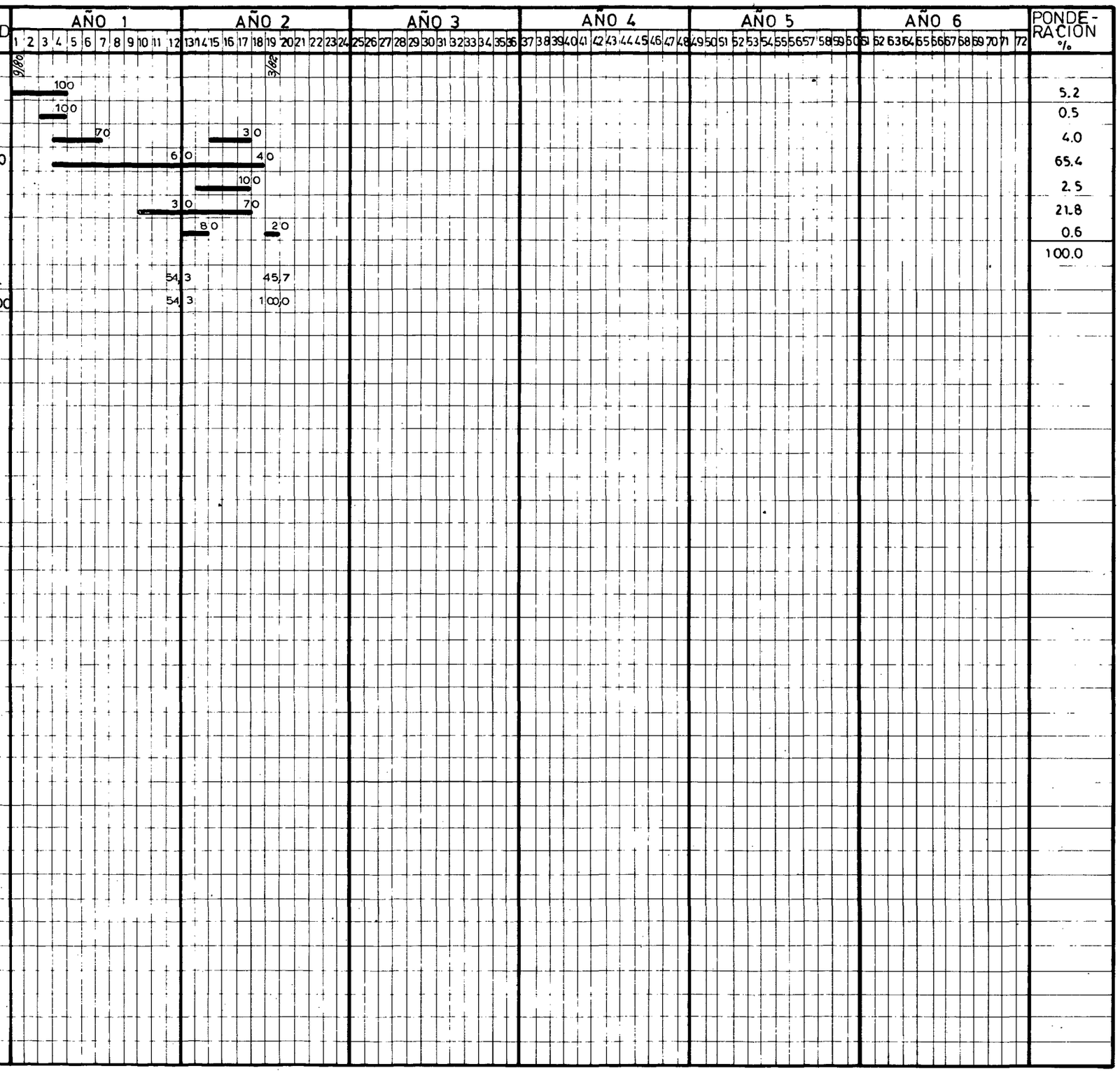


OBRA : EMBALSE LAS GARZAS

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

FIGURA Nº VII. C. 15-

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	5.2
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	0.5
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	4.0
04	PRESA	M^3	233.800	65.4
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	2.5
06	OBRAS DE ALIMENTACION EMBALSE	GL	1	21.8
07	OBRAS VARIAS	GL	1	0.6
				100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	



VII.C. 16.- EMBALSE SAN JUAN

INDICE DEL CAPITULO

VII.C.16. EMBALSE SAN JUAN

1. CARACTERISTICAS GENERALES
1.1. Ubicación
1.2. Accesos
1.3. Hidrología
1.4. Topografía
1.5. Geología
1.6. Geotecnia

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE
2.1. Presa
2.2. Embalse
2.3. Obras de Entrega

3. SUPERFICIE POR REGAR

4. CONCLUSIONES

5. PRESUPUESTO

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

7. PLANOS

1. CARACTERISTICAS GENERALES.

1.1 Ubicación.

Este embalse se sitúa en el curso alto del río Cauquenes, en uno de los principales afluentes de éste conocido con el nombre de San Juan. El sitio en el cual se ubicaría la presa está aproximadamente a 36° 10' de latitud sur y a 72° 32' de longitud oeste. Esta ubicación se muestra en la Figura VIII-E.2.20.

1.2 Accesos.

Para llegar a la zona de la angostura hay que tomar en el pueblo de Quirihue el camino que conduce a Cauquenes y seguir por él unos 7 km hacia el norte, hasta un lugar en que nace un camino de tierra. Siguiendo por este último otros 5 km en dirección norte se llega al punto de iniciación del sector de angosturas.

A contar de la Carretera Panamericana, hay que recorrer 59 km por camino pavimentado hasta Quirihue, y de ahí unos 12 km por camino de tierra. En total la distancia medida desde la Panamericana es de 71 km.

1.3 Hidrología.

La hoya afluente al embalse abarca una superficie de 249 km^2, sobre la que cae una precipitación media anual de unos 750 mm de promedio que genera una producción específica de aproximadamente 9 $l/s.km^2$. Con estas cifras se obtiene un caudal promedio de 2,2 m^3/s.

En cuanto a las crecidas afluentes al embalse, se tendría lo siguiente:
para un período de retorno de 1 en 1000 años, el caudal resulta 405 m^3/s;
para un período de retorno de 1 en 20 años, el caudal resulta de 190 m^3/s.

1.4 Topografía.

Para el estudio de este embalse se ha empleado un plano aerofotogramétrico especialmente confeccionado para este objeto a escala 1:10.000 y basado en puntos de apoyo del Instituto Geográfico Militar. En el diseño de la presa, se utilizó este mismo plano pero ampliado a escala 1:1.000.

La zona de la presa se encuentra donde el río cambia su dirección general de escurrimiento del noreste hacia el este, obligado por un cordón de cerros que debe atravesar. La angostura estudiada se ubica justo antes del cambio de dirección hacia el este del río.

Las laderas del lado derecho son algo más escarpadas que las del izquierdo y tienen una pendiente de alrededor de 3:1. En el lado izquierdo la pendiente media se estima varía entre 4:1 y 6:1 aproximadamente.

El ancho basal en la zona de muro es de unos 30 m, de los cuales el lecho del río ocupa sólo 10 m. La altura de las colinas que marginan el valle fluctúa entre 30 m y 50 m.

La forma de la angostura se ha representado en forma esquemática en el corte transversal del gráfico A de la figura N° VII. C.16-1.

1.5 Geología.

Durante el reconocimiento por aire y tierra que se hizo de la zona del embalse se pudo constatar que el lecho del río se encuentra en roca. El examen de los afloramientos demostró que la roca que conforma el lecho es la misma roca granítica constituyente de los cerros de la angostura, aunque en ellos no se observa en la superficie por encontrarse cubierta de una delgada capa de suelo y maicillo proveniente de su descomposición.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha representado en el gráfico A de la figura N° VII.C.16-1.

Como resultado de las investigaciones geológicas realizadas, puede afirmarse que la zona presenta condiciones favorables para fundar una presa de 30 o más metros.

1.6 Geotecnia.

La presa quedaría fundada en todo su perímetro en roca graníti-

ca, de modo que no deberían presentarse problemas de orden geotécnico.

Para la construcción de una presa de relleno no se dispondría de materiales permeables, puesto que éstos no se encuentran en el lecho del estero. En consecuencia, habría que extraerlos de una cantera que tendría que abrirse en las cercanías de la angostura. Como materiales impermeables podrían utilizarse los maicillos provenientes de la descomposición de la roca.

El tratamiento a que habría que someter el área de fundación sería mínimo, ya que bastaría con hacer algunos escarpes menores en los empotramientos y una zanja de 25 m de ancho en la zona del lecho del río. Además se contempla la ejecución de una cortina monolineal de inyección de carácter exploratorio.

2. CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE EMBALSE.

2.1 Presa.

El tipo de presa apropiado para este lugar es el homogéneo, dada la escasez de materiales permeables. La presa tendrá un ancho en el coronamiento de 10 m y taludes inclinados en 3:1 en el lado de aguas arriba y en 2,5:1 en el de aguas abajo. Su altura máxima será de 25 m, con lo cual se logra embalsar los recursos hidrológicos del período invernal. Con esta altura, el volumen de rellenos en el muro resulta de 141.000 m^3.

El diseño descrito se puede ver en mayor detalle en el perfil por el eje longitudinal de la presa mostrado en el gráfico B de la figura N° VII.C.16-1.

El vertedero evacuador de crecidas se ubicará en el costado derecho de la presa. El sistema constará de un canal de acceso al vertedero el cual será de tipo frontal, provisto de cuatro compuertas automáticas de 4 m de ancho por 4,50 m de altura y estará seguido por un rápido de descarga que terminará en una cuchara de lanzamiento.

El caudal de diseño del vertedero será de 405 m^3/s el que será evacuado por un umbral de 18,40 m ubicado a la cota 220,80 m.s.n.m. El rápido de descarga tendrá 18,40 m de ancho y altura variable de 3 a 2,60 m.

La desviación de construcción se ubicará al costado izquierdo del valle y consistirá en un túnel de hormigón protegido por dos ataguías, una aguas arriba de él y la otra aguas abajo. El túnel tendrá sección de herradura normal, de 4,80 m de diámetro y su longitud será de 270 m. La ataguía de aguas arriba tendrá su coronamiento a la cota 216 m.s.n.m y quedará posteriormente incorporada a la presa. La ataguía de aguas abajo tendrá su coronamiento a la cota 205 m.s.n.m y no quedará incorporada a la presa. El caudal de diseño del sistema de desviación es de 190 m^3/s.

2.2 Embalse.

La zona de inundación del embalse San Juan es muy amplia y muestra poca pendiente longitudinal, lo que la hace apropiada para

la acumulación de aguas.

La altura máxima a que se puede elevar el nivel de las aguas en la zona del muro es de poco más de 25 metros, puesto que con alturas mayores primero se inunda el pueblo de Quirihue y luego se sobrepasa la divisoria de aguas de las cuencas de los ríos Maule y Ñuble.

Con una altura de presa de 25 m el embalse llega a la cota 225 m.s.n.m y cubre un área que es de 10,6 km^2. El volumen que puede embalsarse en estas condiciones es de poco más de 40 millones de m^3, quedando un volumen muerto de 2,3 millones de m^3, lo que significa que el volumen útil del embalse es de 38,8 millones de m^3.

2.3 Obras de entrega.

Estas obras utilizarán el túnel de desviación como ducto de extracción de las aguas embalsadas. Para ello se consulta instalar en su interior un par de válvulas de descarga y un colchón disipador de energía aguas abajo de ellas, además de una obra de toma que consiste en un tubo de hormigón de 6,20 m de altura y 2 m de diámetro cuyo umbral se encuentra a la cota 214 m.s.n.m.

3. SUPERFICIE POR REGAR.

Con las aguas acumuladas en el embalse se pueden regar unas 2.755 hectáreas de terrenos cultivables que se ubican en la cuenca baja del río Cauquenes.

4. CONCLUSIONES.

La posibilidad de embalse de San Juan es una de las pocas dentro de la cuenca del río Cauquenes que presenta un claro interés. En efecto, su cota es tal que le permite llevar las aguas hasta los terrenos por regar sin mayores problemas. Además, el sitio de presa no ofrece dificultades de fundación, ya que está constituido por rocas graníticas. Por último, cabe agregar que los antecedentes existentes indican que la relación agua/muro que se logra es de cerca de 300, lo cual indica que se trata de una solución económica.

5. PRESUPUESTO.

Se acompaña a continuación el resumen del presupuesto de las obras y el presupuesto detallado de las mismas, que aparecen en los cuadros N° VII.C.16-1 y VII.C.16-2.

6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción del embalse San Juan aparece en la figura N° VII.C.16-2 y comprende un período de diecinueve meses, comenzando en Septiembre de 1980 y terminando en Marzo de 1982.

7. PLANOS.

Los planos de prediseño correspondientes a esta obra están contenidos en el album de planos del estudio y son los siguientes:

Plano N° VII.C.16-1	Embalse San Juan-Plano de Ubicación, Descripción General y Descriptivo de la Presa Principal.
Plano N° VII.C.16-2	Embalse San Juan-Obras de evacuación de Crecidas, de Desviación y Entrega.

CUADRO N° VII.C.16-1

EMBALSE SAN JUAN
RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 1.

PARTE DE OBRA	DESCRIPCION	PRECIO TOTAL
	RESUMEN POR PARTE DE OBRA	
A	Vías de acceso	278.800
B	Instalación de faenas	55.000
C	Obras de desviación y entrega	1.421.485
D	Presa	1.149.350
E	Obras de evacuación	1.254.230
F	Obras varias	37.500
G	Imprevistos	840.000
SUB-TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS DE MERCADO		5.036.365
Estudios de Ingeniería (5%)		252.000
Supervigilancia de la construcción (2%)		101.000
Total presupuesto a precios de mercado		5.389.365
TOTAL PRESUPUESTO A PRECIOS SOCIALES (94,2%)		5.076.400

CUADRO N° VII.C.16-2

EMBALSE SAL JUAN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 1 DE 4.

ITEM N°	DESCRICPION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A	VIAS DE ACCESO				278.800
A1	CONSTRUCCION	Km.	75	31.333,00	235.000
A2	MANTENCION	Gl	1		43.800
B	INSTALACION DE FAENAS	Gl	1		55.000
C	OBRAS DE DESVIACION Y ENREGA				1.421.485
C1	OBRAS EXTERIORES				311.485
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	1.300	0.30	390
	2) Material común	m3	2.000	1.70	3.400
	3) Roca	m3	8.500	12,00	102.000
	b) Refuerzos en excavaciones abiertas				
	1) Hormigón proyectado	m2	500	7,00	3.500
	2) Cáncamos Ø = 26 mm l = 3 m.	c/u	175	35,00	6.125
	c) Hormigones R28=225 Kg/mc2				
	1) Radier	m3	360	70,00	25.200
	2) Muros, arco, mechón y pique	m3	420	110,00	46.200
	3) Segunda etapa	m3	215	80,00	17.200
	d) Fierro redondo	ton	75	1.000,00	75.000
	e) Rellenos compactados	m3	1.600	4,00	6.400
	f) Rejas obra de toma	Gl	1		3.500
	g) Compuertas	Gl	1		19.460
	h) Montajes mecánicos	Gl	1		3.500
C2	TUNEL Y PIQUE				1.109.610
	a) Excavaciones subterráneas				
	1) Túnel	m3	8.150	45,00	366.750
	2) Pique	m3	100	150,00	15.000
	b) Refuerzos en excavaciones subterráneas				
	1) Marco metálico	c/u	55	840,00	46.200
	2) Hormigón preoyectado	m2	1.000	7,00	7.000
	3) Cáncamos Ø 26 mm l = 3 m.	c/u	250	35,00	8.750

(CONT.) CUADRO N° VII.C.16-2

EMBALSE SAN JUAN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 2 DE 4.

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	4) Sostenimiento pique	Gl	1		1.500
	c) Hormigón de revestimiento subterráneo				
	1) Arco túnel R28=180 Kg/cm2	m3	2.400	105,00	252.000
	2) Arco túnel R28=225 Kg/cm2	m3	500	110,00	55.000
	3) Radier túnel R28=180 Kg/cm2	m3	300	70,00	21.000
	4) Radier túnel R28=225 Kg/cm2	m3	100	80,00	8.000
	5) Pique R28=225 Kg/cm2	m3	70	130,00	9.100
	6) Segunda etapa	m3	115	80,00	9.200
	d) Fierro redondo	ton	75	1.000,00	75.000
	e) Inyecciones de relleno	saco	1.300	11,00	14.300
	f) Inyecciones de consolidación	saco	1.650	21,00	34.650
	g) Blindaje Ø =150 m	Gl	1		11.060
	h) Válvula Howell-Bunger Ø =1.50 m,	c/u	1	98.600,00	98.600
	i) Válvula de mariposa Ø = 1.50 m.	c/u	1	52.200,00	52.200
	j) Montajes mecánicos	Gl	1		24.300
D	PRESA				1.149.350
D1	TRATAMIENTO DE LA ROCA DE FUNCACION				22.630
	a) Perforación Ø = BX	m	650	7,00	4.550
	b) Inyecciones cemento	saco	1.130	16,00	18.080
D2	EXCAVACIONES				150.600
	a) Roce	m2	7.500	0,30	2.250
	b) Escarpe	m3	5.500	1,00	5.500
	c) Material común	m3	5.500	1,70	9.350
	d) Roca	m3	2.000	12,00	24.000
	e) Secundaria en roca	m3	5.500	15,00	82.500
	f) Agotamiento	Gl	1		27.000
D3	RELLENOS				597.200
	a) Material impermeable	m3	90.000	6,00	540.000
	b) Material permeable	m3	9.000	4,00	36.000

EMBALSE SAN JUAN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 3 DE 4

ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	c) Alfombra permeable	m3	2.000	4,80	9.600
	d) Enrocado e=0.60 m	m3	1.160	10,00	11.600
D4	ATAGUIA AGUAS ARRIBA				297.720
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	3.000	0,30	900
	2) Escarpe	m3	3.000	1,00	3.000
	3) Material común	m3	3.000	1,70	5.100
	4) Secundaria en roca	m3	3.000	15,00	45.000
	b) Rellenos				
	1) Material impermeable	m3	31.000	6,00	186.000
	2) Gravas	m3	3.900	4.80	18.720
	3) Enrocado e=0,60m	m3	2.100	10.00	21.000
	c) Agotamiento	Gl	1		18.000
D5	ATAGUIA AGUAS ABAJO				6.200
	a) Roce y escarpe	m2	1.000	0,60	600
	b) Rellenos	m3	1.400	4,00	5.600
D6	TERMINACIONES CORONAMIENTO	Gl	1		65.000
D7	INSTRUMENTACION PRESA	Gl	1		10.000
E	OBRAS DE EVACUACION				1.254.230
E1	CANAL DE ACCESO Y VERTEDERO				669.360
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	2.500	0,30	750
	2) Material común	m3	3.000	1,70	5.100
	3) Roca	m3	10.500	12,00	126.000
	4) Secundaria en roca	m3	600	15,00	9.000
	b) Hormigones R=28 = 225 Kg/cm2				
	1) Radier y vertedero	m3	1.400	70,00	98.000
	2) Muros, machones	m3	610	100,00	61.000
	c) Fierro redondo	ton	135	1.000,00	135.000
	d) Cáncamos Ø =26 mm, l=3m	c/u	150	35,00	5.250
	e) Compuertas de emergencia	Gl	1		38.360
	f) Compuertas de sector	Gl	1		147.000
	g) Guía-portal	Gl	1		14.000

(CONT.) CUADRO N° VII.C.16-2

EMBALSE SAN JUAN
PRESUPUESTO DETALLADO DE LAS OBRAS (US$). HOJA 4 DE 4.

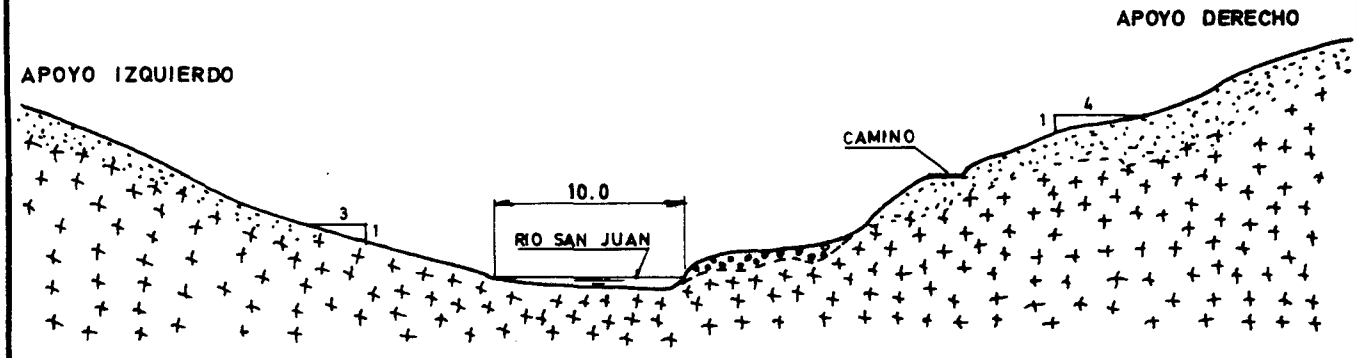
ITEM N°	DESCRIPCION	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	h) Montajes mecánicos	Gl	1		29.900
E2	RAPIDO DE DESCARGA				584.870
	a) Excavaciones				
	1) Roce	m2	4.000	0,30	1.200
	2) Material común	m3	4.600	1,70	7.820
	3) Roca	m3	21.000	12,00	252.000
	4) Secundaria en roca	m3	1.500	15,00	22.500
	b) Hormigones R28=225 Kg/cm2				
	1) Radier	m3	2.050	70,00	143.500
	2) Muros	m3	195	100,00	19.500
	c) Fierro redondo	ton	130	1.000,00	130.000
	d) Rellenos	m3	1.650	4,00	6.600
	e) Cáncamos Ø = 26mm l = 3 m.	c/u	50	35,00	1.750
F	OBRAS VARIAS				37.500
	a) Trabajos en zona inundada	Há	10	2.500,00	25.000
	b) Terminaciones y desarmes	HD	500	25.00	12.500
G	IMPREVISTOS 20%	Gl	1		840.000

FIGURA Nº VII.C.16-1

EMBALSE SAN JUAN
RIO SAN JUAN

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



PEQUENA TERRAZA FLUVIAL (PRINCIPALMENTE ARENAS)

ZONA DE SUELO Y ROCA DESCOMPUESTA. POSIBLEMENTE CUBRE ROCA BASAL DE TIPO GRANITICO.

ROCA GRANITICA OBSERVADA EN EL LECHO DEL RIO. SE EXTRAPOLO ESTE MISMO TIPO DE ROCA EN LA ZONA DE LOS APOYOS PERO NO FUE OBSERVADA.

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA

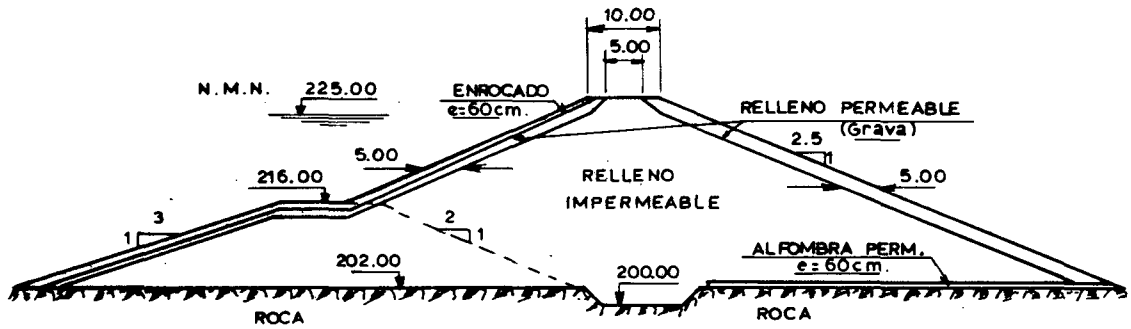
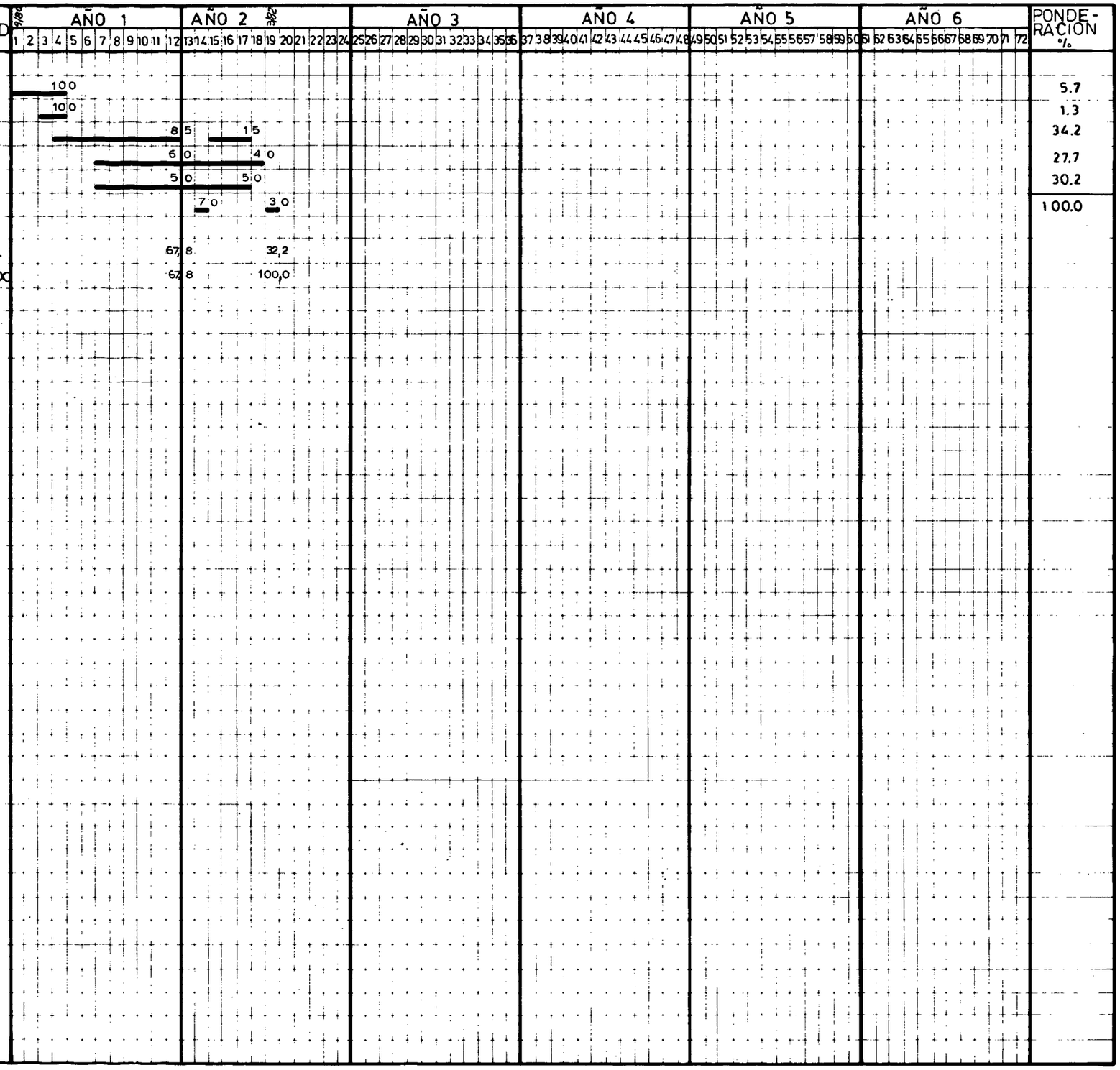


FIGURA Nº VII.C.16-2

OBRA : EMBALSE SAN JUAN

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

ACTIVIDAD Nº	DESIGNACION	UNIDAD	CANTIDAD	PONDERACION %
01	VIAS DE ACCESO	GL	1	5.7
02	INSTALACION DE FAENAS	GL	1	1.3
03	OBRAS DE DESVIACION Y ENTREGA	GL	1	34.2
04	PRESA	M3	140.560	27.7
05	OBRAS DE EVACUACION	GL	1	30.2
06	OBRAS VARIAS	GL	1	100.0
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	PARCIAL	
	AVANCE DE LA CONSTRUCCION	%	ACUMULADO	



VII.D.- FORMULACION DE PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS DE OBRAS Y DETERMINACION DE SUS FLUJOS DE EGRESOS.

1.- Programas de implentación y flujos de egresos.

VII. D. 1.- PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION Y FLUJOS DE EGRESOS.

INDICE DEL CAPITULO

VII.D.1. PROGRAMAS DE IMPLEMENTACION Y FLUJOS DE EGRESOS.

1. CRITERIOS GENERALES

2. FORMACION DE LOS FLUJOS DE EGRESOS

3. COSTOS DE OPERACION Y MANTENCION

1. CRITERIOS GENERALES.

Para la formulación de los programas de implementación de los sistemas de obras se ha considerado los programas de construcción de cada obra individual que componen los distintos esquemas y se ha determinado la secuencia de la construcción de ellas para entrar en servicio en una forma tal que se obtenga un alto rendimiento económico de la inversión, y por lo tanto un lucro cesante reducido. Al determinar la secuencia de la construcción de obras se ha transformado el calendario nominal mensual (expresado en un número de meses correlativo) de avance de las obras, en un calendario real referido a los años del proyecto, considerando que éstos abarcan desde Mayo a Abril y se denominan por el año de la cosecha agrícola.

La fecha de término de los embalses se ha considerado siempre en el mes de Marzo con el objeto de que ellos se llenen en el invierno y comiencen a operar en la temporada de riego siguiente. La fecha de término de los canales se ha considerado en el mes de Agosto para que ellos estén en condiciones de operar al comienzo de la temporada de riego siguiente. Establecido el mes de término de cada obra se ha contado hacia atrás, hasta lograr la coincidencia del comienzo del período de implementación con el primer año del proyecto. El período de implementación comprende la construcción y el estudio de las respectivas obras, asignándose para el estudio un plazo de un año, salvo en el caso del embalse Colbún, cuyo proyecto se encuentra terminado. En las condiciones indicadas, el período de implementación comienza en el año 1980 del proyecto (Mayo de 1979 - Abril de 1980), con la excepción del esquema de obras N° 1, que consulta egresos desde 1978 correspondientes a los estudios del proyecto Colbún.

Las fechas de entrada en servicio de los distintos esquemas, como resultado de la secuencia de construcción de las obras que se ha estudiado, son las siguientes:

- Alternativa de desarrollo básico: año 1982 del proyecto (5/81 al 4/82.)

- Esquema de obras N° 1: año 1986 del proyecto (5/58 - 4/86)

- Esquema de obras N° 3A: año 1985 del Proy. (5/84 - 4/85)

- Esquema de obras N° 3B: año 1985 del proyecto.(5/84 - 4/85).

- Esquema de obras N° 3C: año 1985 del proyecto (5/84 - 4/85).

En el caso del esquema de obras N° 3B se ha hecho una consideración especial: en realidad, la construcción del embalse Guaiquivilo se consulta para ser terminada en Mayo de 1986, pero se ha visto que, estando concluídas las demas obras en septiembre de 1984, es posible operar la laguna del Maule durante dos años de tal manera que ella satisfaga totalmente las demandas y pueda considerarse de esa manera un pleno beneficio aún antes de entrar en servicio Guaiquivilo.

Para los efectos de la evaluación de la alternativa de pleno desarrollo con el esquema de obras N° 1, se han considerado cuatro alternativas de carácter económico:

1A: Sin incluir los egresos correspondientes a los costos del embalse Colbún.

1B: Incluyéndo sólo los egresos correspondientes al 10% de los costos del embalse Colbún.

1C: Incluyéndo los egresos corresponientes al 20% de los costos del embalse Colbún.

1D: Incluyéndo los egresos correspondientes al 40% de los costos del embalse Colbún.

Estas alternativas de distinto carácter económico corresponden a las mismas obras físicas y tienen por objeto determinar los indicadores económicos de evaluación para diferentes situaciones que se distinguen solamente por la proporción de egresos que se asigna al riego.

Esta proporción se aplica solamente a los egresos correspondientes a obras cuyo costo es razonable que sea compartido por la generación de energía y por el riego. Estas obras incluyen el embalse Colbún propiamente tal y el ensanche del canal Maule Norte Alto entre los kilometros 8 y 23,6 motivado por la inundación del canal original por el propio embalse. Se excluyen las obras atribuíbles exclusivamente a la generación de energía, como ser: el canal de devolución al río Maule, los canales de restitución Machicura Sur y Norte, el embalse Machicura y las obras de generación propiamente tales. También se excluyen las obras del esquema de obras N°1 que corresponden exclusivamente al riego, como ser: el canal Tronco-Linares, la prolongación del canal Maule Norte Alto y el nuevo canal Perquilauquén-Ñiquén.

Las cuatro alternativas de carácter económica del esquema de obras N°1 incluyen, por lo tanto, los egresos correspondientes a las obras de uso exclusivo del riego y una proporción variable de los egresos

de las obras compartidas y excluyen totalmente los egresos de las obras correspondientes a la generación de energía.

Además para el esquema de obras N° 1 se han considerado egresos a partir del año del proyecto 1978, sin incluír por lo tanto los egresos correspondientes a estudios y anteproyectos del embalse Colbún efectuados con anterioridad al comienzo de este estudio. Un criterio similar se ha seguido con las obras parciales ya ejecutadas en el embalse Ancoa, como se ha mencionado al presentar el presupuesto de esta obra.

2. FORMACION DE LOS FLUJOS DE EGRESOS POR CONSTRUCCION DE OBRAS.

Los flujos de egresos de cada obra matriz considerada se han determinado a partir del presupuesto de cada una de ellas y de su programa de construcción. Como se ha visto, el presupuesto incluye el egreso requerido para la construcción misma y además un 5% de este monto como gastos de ingenieria de diseño y un 2% como gastos de ingenieria de supervisión e inspección.

Por su parte, el diagrama que representa el programa de construcción de cada obra, indica el desarrollo de ésta en años calendarios nominales en los que se indica la duración de las actividades u obras parciales en que se ha subdividido la obra total. Al mismo tiempo, se indica el avance previsto de los egresos de la construcción en % parciales acumulados anuales.

Para cada año nominal de la construcción se determina entonces un egreso compuesto del % del valor de la construcción que le corresponde y un monto correspondiente al 2% de la ingenieria de supervisión e inspección, obtenido por prorrateo del valor global destinado para este item entre los años de construcción de la obra. El gasto de ingienería de diseño se ha supuesto egresado, en general, durante el año inmediatamente anterior, salvo cuando la magnitud de la obra requiere más de un año.

Los diferentes esquemas de obras considerados tienen una composición diferente, y de acuerdo a los planes de implementación previstos tienen fechas específicas de comienzo de su construcción. Puede ocurrir que para una misma obra, al estar incluída en esquemas de obras distintos, deba suponerse más de una fecha de comienzo.

De acuerdo a las fechas específicas de comienzo de cada obra es necesario redistribuír los egresos determinados para los años nominales de su construcción entre los años del proyecto. Debe recordarse que los años del proyecto no corresponden a años calendarios sino a años agrícolas que incluyen desde el mes de Mayo de un año hasta el mes de Abril del año siguiente y que se designan con el número correspondiente a este último.

Si no coinciden el año nominal y el año del proyecto, que es el caso más frecuente, es necesario dividir el egreso determinado para cada año nominal en dos partes, correspondiente cada una a años distintos pero consecutivos del proyecto. El procedimiento se ilustra gráficamente en la figura N° VII.D.1.-1 en que se repre-

senta un caso hipotético en que la construcción de una obra se inicia en Agosto de 1980 y, requiriendo 22 meses para su ejecución, se completa en Mayo de 1982. El diseño de ingeniería se supone iniciado en Agosto de 1979. Como puede apreciarse en la figura a través de la correspondencia entre años calendario, años de construcción y años del proyecto, es necesario dividir el egreso asignado a cada año nominal en dos partes de 9/12 y 3/12, reasignándolos a los años del proyecto que correspondan. El monto del egreso del año -1 es el 5% del monto total de la obra correspondiente al gasto de ingeniería de diseño, y en el año ejemplo se divide en 9/12 que se asignan al año del proyecto 1980 y 3/12 que se asignan al año 1981. Los egresos del 1er. año de construcción corresponden a la suma del porcentaje del presupuesto total, que en el programa de construcción se indica como avance y, la cuota anual que corresponde al prorrateo del 2% del valor de la obra por concepto de ingeniería de inspección y de supervisión. Este egreso se divide igualmente en el ejemplo, en 9/12 que se asignan al año 1981 y que sumados a los 3/12 del año anterior determinan el egreso total asignado al año del proyecto 1981, y 3/12 que corresponden al año 1982. El último año de construcción requiere un tratamiento especial si no está completo. Si el número de meses de trabajo es igual o menor que el numerador de la primera fracción del año de construcción (9 en el ejemplo) el egreso total asignado a este último año de construcción se traspasa al último año del proyecto que corresponda. Si dicho número de meses es superior al numerador de la primera fracción (como ocurre en el ejemplo, en que es igual a 10), corresponde completar el penúltimo año del proyecto con una fracción cuyo numerador es el mismo de la primera fracción utilizada en los años anteriores y su denominador es el número de meses de trabajo en el último año de construcción. El saldo pasa a constituír el egreso asignado al último año del proyecto.

De esta manera se forma el flujo de egresos a precios de mercado de cada obra asociado a los años del proyecto. Una misma obra puede tener mas de un flujo, dependiendo de la fecha de comienzo y/o de las especificaciones de diseño que le correspondan dentro de los diferentes esquemas de obras y alternativas en que se incluya. El flujo de egresos a precios sociales se obtiene directamente de los egresos a precios de mercado multiplicándolos por el coeficiente 0,942 de relación entre ambos precios para el caso de obras matrices.

En los cuadros N° VII.D.1-1, VII.D.1-2, VII.D.1-3, VII.D.1-4 y VII D.1-5 se presenta la determinación del flujo de egresos a precios de mercado de las siguientes obras: embalse Colbún, canal Tronco-Linares, embalse Guaiquivilo, canal Maule-Perquilauquén (bocatoma) y canal Maule Perquilauquén.

Los cuadros correspondientes a la determinación del flujo de egresos de las demás obras no se incluyen pero se encuentran en la do

cumentación interna del estudio. Todos los flujos resultantes a precios de mercado y sociales se presentan en los cuadros N° VII.D.1-6, VII.D.1-7, VII.D.1-8, VII.D.1-9 y VII.D.1-10, agrupándolos por esquemas de obras y alternativas.

3. FLUJO DE EGRESOS POR OPERACION Y MANTENCION DE OBRAS.

Además de los flujos de egresos anteriores, se han consultado aquellos correspondientes a la operación y mantención de las obras matrices. El criterio para definir estos costos ha sido el siguiente: los costos de operación y mantención anual de los embalses se han estimado equivalentes al 2‰ del costo total de las obras. Los costos de operación y mantención anual de los canales se han estimado equivalentes al 1% del monto total de las obras. En ambos casos se ha estimado un egreso nulo durante los cinco primeros años a contar desde la puesta en servicio de las obras.

Como resultado de los criterios anteriores resulta el flujo de egresos por concepto de operación y mantención de las obras matrices que aparece en el cuadro N° VII.D.1-11.

CUADRO N ° VII.D.1-1

EMBALSE COLBUN
REDISTRIBUCION DE EGRESOS DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION ENTRE LOS AÑOS DEL PROYECTO. COMIENZO DE LA CONSTRUCCION AGOSTO 1979.
PRECIOS DE MERCADO EN MILES DE DOLARES.

AÑO NOMINAL CONSTRUC.	EGRESO	DIVISION PROP.	MONTO	EGRESO	AÑO DEL PROYECTO
- 3	559		559	2.234	1.978
- 2	2.234	9/12	1.675		
- 1	2.234	3/12	559	2.234	1.979
		9/12	1.675		
1	14.783	3/12	559	11.646	1.980
		9/12	11.087		
2	37.928	3/12	3.696	32.142	1.981
		9/12	28.446		
3	30.734	3/12	9.482	32.533	1.982
		9/12	23.051		
4	34.489	3/12	7.683	33.550	1.983
		9/12	25.867		
5	33.549	3/12	8.622	33.784	1.984
		9/12	25.162		
6	8.031	3/12	8.387	16.418	1.985
		-	8.031		
TOTAL	164.541			164.541	

CUADRO N° VII.D.1-2

CANAL TRONCO LINARES
REDISTRIBUCION DE EGRESOS DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION ENTRE LOS AÑOS DEL PROYECTO. COMIENZO DE LA CONSTRUCCION NOVIEMBRE 1981.
PRECIOS DE MERCADO EN MILES DE DOLARES.

AÑO NOMINAL CONSTRUC.	EGRESO	DIVISION PROP.	DIVISION MONTO	EGRESO	AÑO DEL PROYECTO
- 1	4.228	6/12	2.114	2.114	1.981
1	15.408	6/12	2.114	9.818	1.982
		6/12	7.704		
2	20.396	6/12	7.704	17.902	1.983
		6/12	10.198		
3	33.420	6/12	10.198	26.908	1.984
		6/12	16.710		
4	17.026	6/12	16.710	26.925	1.985
		6/10	10.215		
-	-	4/10	6.811	6.811	1.986
		-	-		
TOTAL	90.478			90.478	

EMBALSE GUAIQUIVILO
DISTRIBUCION DE EGRESOS DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION ENTRE LOS AÑOS DEL PROYECTO. COMIENZO DE LA CONSTRUCCION JULIO 1980.
PRECIOS DE MERCADO EN MILES DE DOLARES.

AÑO NOMINAL CONSTRUC.	EGRESO	DIVISION PROP.	MONTO	EGRESO	AÑO DEL PROYECTO
- 1	2.787	6/12	1.394	1.394	1.980
		6/12	1.393	4.172	1.981
1	5.557	6/12	2.779		
		6/12	2.778	7.118	1.982
2	8.679	6/12	4.340		
		6/12	4.339	11.549	1.983
3	14.420	6/12	7.210		
		6/12	7.210	14.002	1.984
4	13.584	6/12	6.792		
		6/12	6.792	13.361	1.985
5	13.138	6/12	6.569		
			6.569	8.048	1.986
6	1.479	-	1.479		
TOTAL	59.644			59.644	

CUADRO N° VII.D.1-4

BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
DISTRIBUIDOR DE LOS EGRESOS DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION ENTRE LOS AÑOS DEL PROYECTO. COMIENZO DE LA COSTRUCCION DICIEMBRE 1981. PRECIOS DE MERCADO EN MILES DE DOLARES. ESQUEMAS DE OBRAS 3A, 3B y 3C.

ESQUEMA DE OBRAS 3A.

AÑO NOMINAL CONSTRUC.	EGRESO	DIVISION PROP.	MONTO	EGRESO	AÑO DEL PROYECTO
-1	387	5/12	161	161	1.981
		7/12	226		
				1.243	1.982
1	2.421	5/12	1.017		
		7/12	1.404		
				2.530	1.983
2	2.681	5/12	1.126		
		7/12	1.555		
				3.101	1.984
3	2.786	5/9	1.546		
		4/9	1.240		
				1.240	1.985
TOTAL	8.275			8.275	

ESQUEMAS DE OBRAS 3B y 3C

1	407	5/12	170	170	1.981
		7/12	237		
				1.304	1.982
1	2.540	5/12	1.067		
		7/12	1.473		
				2.671	1.983
2	2.852	5/12	1.198		
		7/12	1.654		
				3.272	1.984
3	2.916	5/9	1.618		
		4/9	1.298		
				1.298	1.985
TOTAL	8.715			8.715	

CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN
DISTRIBUCION DE EGRESOS DE LOS AÑOS DE CONSTRUCCION ENTRE LOS AÑOS DEL PROYECTO. COMIENZO DE LA CONSTRUCCION DICIEMBRE 1980. PRECIOS DE MERCADO EN MILES DE DOLARES. ESQUEMAS DE OBRAS 3A, 3B y 3C.

AÑO NOMINAL CONSTRUC.	EGRESO	DIVISION PROP.	MONTO	EGRESO	AÑO DEL PROYECTO
- 1	4.552	5/12	1.897	1.897	1.980
		7/12	2.655	9.572	1.981
1	16.601	5/12	6.917		
		7/12	9.684	18.839	1.982
2	21.973	5/12	9.155		
		7/12	12.818	27.816	1.983
3	35.995	5/12	14.998		
		7/12	20.997	30.961	1.984
4	18.293	5/9	9.964		
		4/9	8.335	8.335	1.985
TOTAL	97.420			97.420	

ESQUEMAS DE OBRAS 3B y 3C

- 1	5.065	5/12	2.110	2.110	1.980
		7/12	2.955	10.645	1.981
1	18.456	5/12	7.690		
		7/12	10.766	20.948	1.982
2	24.437	5/12	10.182		
		7/12	14.255	30.933	1.983
3	40.027	5/12	16.678		
		7/12	23.349	34.660	1.984
4	20.400	5/9	11.311		
		4/9	9.089	9.089	1.985
	-	-	-		
TOTAL	108.385			108.385	

CUADRO N° VII.D.1-6

PROLONGACION CANAL MAULE NORTE ALTO.
ALTERNATIVA DE DESARROLLO BASICO EGRESOS EN MILES DE DOLARES. PRECIOS DE MERCADO Y SOCIALES.

AÑO	TOTAL PRECIOS DE MERCADO	TOTAL PRECIOS SOCIALES
1978	427	403
1979	3.390	3.193
1980	6.556	6.175
1981	1.821	1.716
TOTAL	12.194	11.487
VALOR RESIDUAL	-4.878	-4.594

CUADRO N° .VII.D.1-7

ESQUEMA DE OBRAS N° 1. EGRESOS EN MILES DE DOLARES PRECIOS DE MERCADO Y SOCIALES.

AÑO	EMBALSE COLBUN	CANAL TRONCO LINARES	PROLONGACION MAULE N. ALTO	NUEVO CANAL PERQUILAUQUEN - ÑIQUEN	TOTAL PRECIOS MERCADO	TOTAL PRECIOS SOCIALES
1978	2.234	-	-	-	2.234	2.104
1979	2.234	-	-	-	2.234	2.104
1980	11.646	-	-	-	11.646	10.971
1981	32.142	2.114	-	-	34.256	32.269
1982	32.533	9.818	245	-	42.596	40.125
1983	33.550	17.902	1.615	57	53.124	50.043
1984	33.784	26.908	3.908	581	65.181	61.401
1985	16.418	26.925	5.093	1.024	49.460	46.591
1986	-	6.811	1.693	235	8.739	8.232
TOT.	164.541	90.478	12.554	1,897	269.470	253.840

ESQUEMA DE OBRAS N° 1. EGRESOS EN MILES DE DOLARES
PRECIOS DE MERCADO Y SOCIALES.

AÑO	ESQUEMA DE OBRA N° 1 A		ESQUEMA DE OBRA N° 1 B	
	PR. MERCADO	PR. SOCIALES	PR. MERCADO	PR. SOCIALES
1978	-	-	223	210
1979	-	-	223	210
1980	-	-	1.165	1.097
1981	2.114	1.991	5.328	5.019
1982	10.063	9.479	13.316	12.544
1983	19.574	18.439	22.929	21.599
1984	31.397	29.576	34.775	32.758
1985	33.042	31.126	34.684	32.672
1986	8.739	8.232	8.739	8.232
TOTAL	104.929	98.843	121.382	114.341
VALOR RESIDUAL AÑO 2010	-52.465	-49.422	-60.691	-57.171

AÑO	ESQUEMA DE OBRA N° 1 C		ESQUEMA DE OBRA N° 1 D	
	PR. MERCADO	PR. SOCIALES	PR. MERCADO	PR. SOCIALES
1978	447	421	894	842
1979	447	421	894	842
1980	2.329	2.194	4.658	4.388
1981	8.542	8.047	14.971	14.102
1982	16.570	15.609	23.076	21.738
1983	26.284	24.760	32.994	31.080
1984	38.154	35.941	44.911	42.306
1985	36.326	34.219	39.609	37.312
1986	8.739	8.232	8.739	8.232
TOTAL	137.838	129.844	170.746	160.842
VALOR RESIDUAL AÑO 2010	-68.919	-64.922	-85.373	-80.421

CUADRO N° VII.D.1-8

ESQUEMA DE OBRAS N° 3A. EGRESOS EN MILES DE DOLARES. PRECIOS DE MERCADO Y SOCIALES.

AÑO	EMBALSE ANCOA	EMBALSE LAVADERO	EMBALSE LA RECOVA	EMBALSE PICAZO	CANAL MAULE PERQUILAUQUEN	BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUI - LAUQUEN	PROLONGACION CANAL MAULE NORTE ALTO	NUEVO CANAL PERQUILAUQUEN ÑIQUEN	TOTAL PREC. DE MERCADO	TOTAL PREC. SOCIALES
1980	300		2.230		1.897				4.427	4.170
1981	2.557	885	3.424		9.572	161	245		16.844	15.867
1982	7.398	6.734	15.426	648	18.839	1.243	1.615	57	51.960	48.946
1983	8.994	10.541	16.866	4.408	27.816	2.530	3.908	581	75.644	71.257
1984	6.362	4.574	14.128	8.819	30.961	3.101	5.093	1.024	74.062	69.766
1985					8.335	1.240	1.693	235	11.503	10.836
TOTAL	25.611	22.734	52.074	13.875	97.420	8.275	12.554	1.897	234.440	220.842
VALOR RESIDUAL AÑO 2010									-112.531	-106.004

CUADRO N° VII.D.1-9

ESQUEMA DE OBRAS N° 3B. EGRESOS EN MILES DE DOLARES.

AÑO	EMBALSE GUAIQUIVILO	CANAL MAULE PERQUILAUQUEN	BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN	PROLONGACION CANAL MAULE NORTE ALTO	NUEVO CANAL PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN	TOTAL PRECIOS DE MERCADO	TOTAL PRECIOS SOCIALES
1980	1.394	2.110				3.504	3.301
1981	4.172	10.645	170	245		15.232	14.348
1982	7.118	20.948	1.304	1.615	57	31.042	29.242
1983	11.549	30.933	2.671	3.908	581	49.642	46.763
1984	14.002	34.660	3.272	5.093	1.024	58.051	54.684
1985	13.361	9.089	1.298	1.693	235	25.676	24.187
1986	8.048					8.048	7.581
TOTAL	59.644	108.385	8.715	12.554	1.897	191.195	180.106
VALOR RESIDUAL AÑO 2010						-94.159,4	-88.698,2

CUADRO N° VII.D.1-10

ESQUEMA DE OBRAS N° 3-C. EGRESOS EN MILES DE DOLARES

AÑO	CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN	BOCATOMA CANAL MAULE-PERQUILAUQUEN	PROLONG. CANAL MAULE NORTE ALTO	NUEVO CANAL PERQUILAUQUEN-ÑIQUEN	TOTAL PRECIO MERC.	TOTAL PRECIO SOCIAL
1980	2.110	-	-	-	2.110	1.988
1981	10.645	170	245	-	11.060	10.418
1982	20.948	1.304	1.615	57	23.924	22.536
1983	30.933	2.671	3.908	581	38.093	35.884
1984	34.660	3.272	5.093	1.024	44.049	41.494
1985	9.089	1.298	1.693	235	12.315	11.601
TOTAL	108.385	8.715	12.554	1,897	131.551	123.921
VALOR RESIDUAL AÑO 2.010					-63.144,5	-59.482,1

CUADRO N° VII.D.1-11

OPERACION Y MANTENCION DE OBRAS MATRICES. ESQUEMAS DE OBRAS N° 1A, 1B, 1C, 1D, 3A, 3B, 3C. EGRESOS EN MILES DE DOLARES. AÑOS 1986 - 2010.

ESQUEMA DE OBRA	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992		2010
N°1-A									
P.MERC.	-	-	-	-	-	1.049	1.049	-	1.049
P.SOCIAL	-	-	-	-	-	988	988	-	988
N°1-B									
P.MERC.	-	-	-	-	-	1.082	1.082	-	1.082
P.SOCIAL	-	-	-	-	-	1.019	1.019	-	1.019
N°1-C									
P.MERC.	-	-	-	-	-	1.115	1.115	-	1.115
P.SOCIAL	-	-	-	-	-	1.050	1.050	-	1.050
N°1-D									
P.MERC.	-	-	-	-	-	1.181	1.181	-	1.181
P.SOCIAL	-	-	-	-	-	1.112	1.112	-	1.112
N°3-A									
P.MERC.	-	-	-	-	1.430	1.430	-	-	1.430
P.SOCIAL	-	-	-	-	1.347	1.347	-	-	1.347
N°3-B									
P.MERC.	-	-	-	-	1.316	1.316	1.435	1.435	1.435
P.SOCIAL	-	-	-	-	1.239	1.239	1.352	1.352	1.352
N°3-C									
P.MERC	-	-	-	-	1.316	1.316	1.316	-	1.316
P.SOCIAL	-	-	-	-	1.239	1.239	1.239	-	1.239
BASICO									
P.MERC.	126	126	-	-	-	-	-	-	126
P.SOCIAL	118	118	-	-	-	-	-	-	118

ESQUEMA DE RELACIONES ENTRE PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y AÑOS DEL PROYECTO

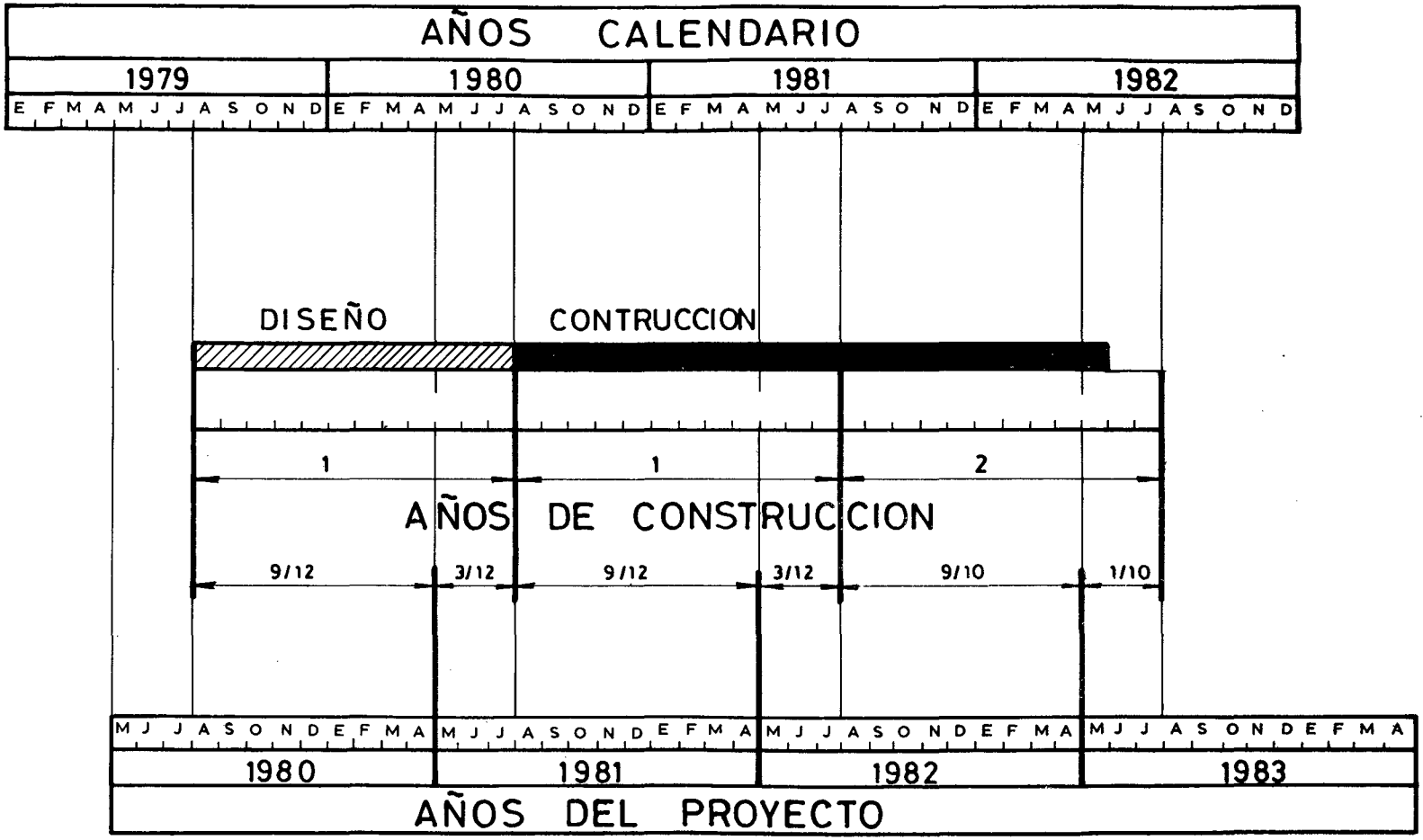


FIGURA Nº VII. D. 1-1