

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
PROYECTO ITATA

VOLUMEN IV

6.0 OBRAS MATRICES PARA RIEGO

6.1 ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y
RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES

CONSORCIO DE INGENIERIA INGENDESA - EDIC LTDA.
AGOSTO 1994

INDICE

PAGINA

6.	<u>OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO</u>	
6.1.	ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES	
6.1.1.	OBRAS DE REGULACION	6.1.1.1
1.	INTRODUCCION	6.1.1.1
2.	IDENTIFICACION DE POSIBILIDADES DE EMBALSE	6.1.1.2
2.1.	Alta Cordillera	6.1.1.2
2.2.	Precordillera y Valle Central	6.1.1.3
2.3.	Cordillera de la Costa	6.1.1.7
2.4.	Interfluvios Costeros	6.1.1.9
3.	CARACTERISTICAS DE LOS EMBALSES IDENTIFICADOS Y PRESELECCION	6.1.1.11
3.1.	Determinación de los Parámetros Básicos de Comparación	6.1.1.11
3.2.	Listas de Embalses con sus Características	6.1.1.45
3.3.	Preselección de Posibilidades de Embalse	6.1.1.50
3.3.a.	Criterios para ejecutar la preselección	6.1.1.50
3.3.b.	Embalses de Alta Cordillera	6.1.1.50
3.3.c.	Embalses de Precordillera y Valle Central	6.1.1.51
3.3.d.	Embalses Ubicados en la Cordillera de la Costa	6.1.1.52
3.3.e.	Embalses Ubicados en los Interfluvios Costeros	6.1.1.54
4.	VISITA A TERRENO	6.1.1.54

5.	ANALISIS INDIVIDUAL DE LAS POSIBILIDADES PRESELECCIONADAS	6.1.1.56
5.1.	Embalse Punilla	6.1.1.56
5.1.a.	Ubicación	6.1.1.56
5.1.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.56
5.1.c.	Hidrología	6.1.1.56
5.1.d.	Topografía	6.1.1.56
5.1.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.56
5.1.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.58
5.2.	Embalse la Culebra	6.1.1.63
5.2.a.	Ubicación	6.1.1.63
5.2.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.63
5.2.c.	Hidrología	6.1.1.63
5.2.d.	Topografía	6.1.1.63
5.2.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.63
5.2.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse.	6.1.1.64
5.3.	Embalse los Monos	6.1.1.69
5.3.a.	Ubicación	6.1.1.69
5.3.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.69
5.3.c.	Hidrología	6.1.1.69
5.3.d.	Topografía	6.1.1.69
5.3.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.69
5.3.f.	Juicios Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.69
5.4.	Embalse San Fabian de Alico (Estero Grande)	6.1.1.72
5.4.a.	Ubicación	6.1.1.72
5.4.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.72
5.4.c.	Hidrología	6.1.1.72
5.4.d.	Topografía	6.1.1.72
5.4.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.72
5.4.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.72
5.5.	Embalse Cato 1	6.1.1.77
5.5.a.	Ubicación	6.1.1.77
5.5.b.	Accesos e Infraestructuras Existente	6.1.1.77
5.5.c.	Hidrología	6.1.1.77
5.5.d.	Topografía	6.1.1.77
5.5.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.77
5.5.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.78

5.6.	Embalse Niblinto 2	6.1.1.83
5.6.a.	Ubicación	6.1.1.83
5.6.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.83
5.6.c.	Hidrología	6.1.1.83
5.6.d.	Topografía	6.1.1.83
5.6.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.83
5.6.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.84
5.7.	Embalse Kaiser	6.1.1.89
5.7.a.	Ubicación	6.1.1.89
5.7.b.	Acceso e Infraestructura Existente	6.1.1.89
5.7.c.	Hidrología	6.1.1.89
5.7.d.	Topografía	6.1.1.89
5.7.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.90
5.7.f.	Juicio respecto al interés del posible Embalse	6.1.1.91
5.8.	Embalse Miraflores	6.1.1.95
5.8.a.	Ubicación	6.1.1.95
5.8.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.95
5.8.c.	Hidrología	6.1.1.95
5.8.d.	Topografía	6.1.1.95
5.8.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.95
5.8.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.96
5.9.	Embalse Boyén Bajo	6.1.1.101
5.9.a.	Ubicación	6.1.1.101
5.9.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.101
5.9.c.	Hidrología	6.1.1.101
5.9.d.	Topografía	6.1.1.101
5.9.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.101
5.9.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.102
5.10.	Embalse Quilmo	6.1.1.107
5.10.a.	Ubicación	6.1.1.107
5.10.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.107
5.10.c.	Hidrología	6.1.1.107
5.10.d.	Topografía	6.1.1.107
5.10.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.107
5.10.f.	Juicio Respecto al Interés del posible Embalse	6.1.1.108

5.11.	Embalse Esperanza	6.1.1.112
5.11.a.	Ubicación	6.1.1.112
5.11.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.112
5.11.c.	Hidrología	6.1.1.112
5.11.d.	Topografía	6.1.1.112
5.11.e.	Geología y geotecnia	6.1.1.112
5.11.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.113
5.12.	Embalse El Cardal	6.1.1.116
5.12.a.	Ubicación	6.1.1.116
5.12.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.116
5.12.c.	Hidrología	6.1.1.116
5.12.d.	Topografía	6.1.1.116
5.12.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.116
5.12.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.117
5.13.	Embalse Changaral Alto	6.1.1.121
5.13.a.	Ubicación	6.1.1.121
5.13.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.121
5.13.c.	Hidrología	6.1.1.121
5.13.d.	Topografía	6.1.1.121
5.13.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.121
5.13.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.122
5.14.	Embalse Changaral Bajo	6.1.1.126
5.14.a.	Ubicación	6.1.1.126
5.14.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.126
5.14.c.	Hidrología	6.1.1.126
5.14.d.	Topografía	6.1.1.126
5.14.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.126
5.14.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.127
5.15.	Embalse Puyamávida	6.1.1.131
5.15.a.	Ubicación	6.1.1.131
5.15.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.131
5.15.c.	Hidrología	6.1.1.131
5.15.d.	Topografía	6.1.1.131
5.15.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.131
5.15.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse	6.1.1.132

5.16.	Embalse Andalién 2	6.1.1.136
5.16.a.	Ubicación	6.1.1.136
5.16.b.	Accesos e Infraestructura Existente	6.1.1.136
5.16.c.	Hidrología	6.1.1.136
5.16.d.	Topografía	6.1.1.136
5.16.e.	Geología y Geotecnia	6.1.1.136
5.16.f.	Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse Andalién 2	6.1.1.137
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	6.1.1.142
6.1.2	APROVECHAMIENTO DE ACUIFEROS EXISTENTES	6.1.2.1
1	INTRODUCCION	6.1.2.1
2	CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO	6.1.2.2
2.1	Características Geométricas	6.1.2.2
2.2	Características Hidráulicas	6.1.2.6
2.3	Características de la Capa Acuífera	6.1.2.7
2.4	Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo	6.1.2.9
2.5	Balance de Entradas y Salidas	6.1.2.12
3	POSIBILIDADES DE UTILIZACION	6.1.2.15
3.1	Aspectos Generales	6.1.2.15
3.2	Demanda que se Requiere Abastecer	6.1.2.16
3.3	Elección de Sectores para Sondeos Tipo	6.1.2.16
3.4	Bases de Cálculo para los Costos	6.1.2.17
3.5	Costos de Inversión y Operación	6.1.2.22
3.6	Volúmenes Extraíbles desde el Acuífero	6.1.2.23
3.7	Programa de Monitoreo	6.1.2.24

6.1.3	OBRAS DE DRENAJE	6.1.3.1
1	INTRODUCCION	6.1.3.1
2	DESCRIPCION Y UBICACION DEL PROYECTO	6.1.3.2
3	ZONA CON LIMITACIONES DE DRENAJE	6.1.3.3
3.1	Método de Trabajo	6.1.3.3
3.2	Zona Afectada	6.1.3.4
3.3	Terrenos con Necesidad de Saneamiento	6.1.3.5
3.4	Verificación de Suelos Deficitarios por Drenaje	6.1.3.5
4	RED DE DRENAJE NATURAL SUPERFICIAL	6.1.3.7
4.1	Observaciones sobre la Red de Drenaje	6.1.3.7
5	PROPOSICION DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE DRENAJE	6.1.3.9
5.1	Limpieza y Mantenición de los Cauces Naturales	6.1.3.9
5.2	Construcción de Zanjas de Recolección	6.1.3.10
5.3	Construcción del Drenaje Intrapredial	6.1.3.13
6	PROYECTO DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE	6.1.3.18
6.1	Descripción	6.1.3.18
6.2	Cálculo de Caudal a Extraer Producto de los Riegos	6.1.3.18
6.3	Caudal a Extraer Producto de las Lluvias	6.1.3.23
6.4	Cálculo de la Profundidad de los Drenes	6.1.3.25
7	PROYECTO DE DRENAJE EN PREDIOS TIPO	6.1.3.28
7.1	Soluciones Tipo	6.1.3.28
7.2	Configuración de Red de Drenaje	6.1.3.32
8	COSTOS DE SANEAMIENTO AGRICOLA	6.1.3.37
8.1	Cálculos Aplicados a dos Predios Tipo	6.1.3.37
8.2	Resumen de Costos	6.1.3.41

A N E X O S

1.3.1	Reconocimiento de Terreno, Fotografías
-------	---

1.1	Descripción	1
1.2	Catastro de Norias	1
1.3.2	Catastro de Norias, Listado	
1.1	Descripción	1
1.3.3	Red de Drenaje Natural, Perfiles de ríos y esteros	
1.1	Descripción	1
6.1.4	ANALISIS DE POSIBILIDADES DE TRASVASES, INTERCONEXIONES Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES	6.1.4.1
6.1.5	OTROS USOS DEL AGUA	6.1.5.1
1.	HIDROELECTRICIDAD	6.1.5.1
1.1	SITUACION ACTUAL	6.1.5.1
1.2	SITUACION FUTURA	6.1.5.1
1.2.1	Cordillera de los Andes	6.1.5.1
1.2.2	Valle Central	6.1.5.4
1.2.3	Cordillera de la Costa	6.1.5.4
1.2.4	Interfluvios Costeros	6.1.5.4
2.	AGUA POTABLE	6.1.5.4
3.	USOS INDUSTRIALES	6.1.5.5
6.1.6	FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE RIEGO	6.1.6.1
1.	INTRODUCCION	6.1.6.1
2.	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL	6.1.6.1
2.1	INTRODUCCION	6.1.6.1
2.2	SELECCION DE EMBALSES	6.1.6.3
2.2.1	Análisis Económico General de los Embalses	6.1.6.3

2.2.2	Definición de las Características de cada Embalse	6.1.6.4
2.2.3	Análisis del Costo de Riego por Concepto de las Obras de Regulación	6.1.6.6
2.2.4	Estimación del Nivel de Inversión Máximo Aceptable para el Usuario Agrícola por Hectárea Regada con 85% de Seguridad	6.1.6.7
2.2.5	Resultados del Análisis	6.1.6.8
2.3	RIEGO MECANICO	6.1.6.9
2.4	POSIBLES SISTEMAS DE RIEGO UTILIZABLES	6.1.6.10
2.5	ALTERNATIVAS PROPUESTAS	6.1.6.11
3.	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL REGADIO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS.	6.1.6.12
3.1	INTRODUCCION	6.1.6.12
3.2	SELECCION DE EMBALSES	6.1.6.13
3.2.1	Embalses de la Cordillera de la Costa	6.1.6.13
3.2.2	Embalses de los Interfluvios Costeros	6.1.6.15

ANEXOS:

2.1	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL
3.1	SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

PROYECTO ITATA

6

OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

6.1. ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES

OBRAS DE REGULACION

1 INTRODUCCION

La Comisión Nacional de Riego ha contratado con el Consorcio INGENDESA - EDIC LTDA la elaboración de un Programa de Desarrollo Integral de los Recursos Naturales Disponibles en el área del río Itata en el sector comprendido al norte de los ríos Larqui y Diguillín. Este estudio abarca los terrenos bajo la influencia de los ríos Ñuble, Cato, Chillán e Itata aguas abajo de su confluencia con el río Larqui y cubre, además, el sector de los interfluvios costeros incluidos entre los ríos Bío-Bío e Itata.

El presente informe analiza las obras de regulación que pueden incluirse en este Programa y efectúa una selección de aquellas más convenientes de seguir estudiando.

Para analizar las posibles obras de regulación de los recursos de la cuenca se ha realizado la siguiente sectorización.

- Alta Cordillera: corresponde a la zona de la cuenca comprendida entre la parte más alta de los ríos Diguillín y Larqui por el sur y el río Perquilauquén por el norte.
- Precordillera y Valle Central: corresponde a los contrafuertes de la Cordillera de los Andes de acceso al Valle Central y a los últimos cordones de los valles mismos.
- Cordillera de la Costa: corresponde a la zona de la cuenca del río Itata comprendida entre la confluencia del río Larqui y su desembocadura en el mar.
- Interfluvios Costeros: corresponden a la zona de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y comprende los interfluvios costeros situados entre el río Bío-Bío y el río Itata.

En este estudio se ha elaborado un catastro de los embalses

6.1.1.2

susceptibles de ser construidos, identificando los posibles lugares de emplazamiento, en los cuatro sectores en que se ha dividido el área considerada.

Con este fin se ha utilizado el plano existente a escala 1:10.000 para los tres primeros sectores considerados y la plancheta del IGM a escala 1:50.000 para los interfluvios costeros.

Para cada embalse identificado se han definido sus características básicas: curvas de capacidad de embalse que incluyen el volumen y la superficie inundada en función de la altura de embalse. Curvas de volúmenes de presas en función de la altura de la presa y curvas de la relación volumen embalsado/volumen de presa en función de la altura de la presa. En esta etapa, cada posible embalse ha sido seleccionado teniendo en cuenta el área susceptible de ser regada con él.

Luego de elaborado el catastro de embalses se ha efectuado una primera selección de posibilidades excluyendo aquellas que no ofrecen condiciones aceptables. En esta preselección se ha considerado la relación entre el volumen embalsado y el volumen de muro, la seguridad hidrológica del llenado del embalse, la superficie y calidad de los terrenos de la zona inundada, etc.

La etapa final de selección incluye los antecedentes recopilados por un equipo de especialistas (geólogo, geotécnico e hidráulico) en su visita al terreno en la que registraron las características relevantes de cada obra en sus respectivas especialidades.

En la última parte de este informe se incluye el análisis individual de todos los embalses visitados en los que se describe la ubicación del embalse, los accesos e infraestructura existente, hidrología, topografía, geología y geotecnia y, por último, se emite un juicio respecto del interés del posible embalse.

2. IDENTIFICACION DE POSIBILIDADES DE EMBALSE

Para ubicar los posibles embalses, se ha recorrido en los planos topográficos a escala 1:10.000 o las planchetas IGM a escala 1:50.000, para los interfluvios costeros, cada uno de los ríos y esteros desde su nacimiento hasta su confluencia buscando angosturas en las que se pudieran construir presas.

2.1 Alta Cordillera

Se consideró como Alta Cordillera sólo la parte superior del

6.1.1.3

río Ñuble, aguas arriba del pueblo San Fabián de Alico.

En su parte superior, el río Ñuble corre en una dirección cercana S-N hasta recibir las aguas del río Los Sauces, lugar donde tuerce bruscamente cambiando a dirección E-O. El valle del río, que próximo a este punto es ancho, se estrecha considerablemente presentando varias angosturas en las que se podrían implantar presas.

Se seleccionó tres de estas angosturas ubicadas a distancias de 800 m, 3.000 m y 5.300 m respectivamente medidas desde la confluencia descrita.

Los embalses generados con la construcción de estas presas fueron denominadas Punilla 1 el correspondiente a la primera angostura, Punilla 2 al de la segunda angostura y Punilla 3 al de la tercera. La angostura Punilla 2 había sido identificada anteriormente por la Dirección de Riego la que ha realizado estudios de prospecciones para analizar la factibilidad de la construcción de esta presa.

Las coordenadas aproximadas de la ubicación de estas presas son:

	N	E
Punilla 1	5939,40 km	294,64 km
Punilla 2	5940,30 km	292,72 km
Punilla 3	5941,12 km	290,62 km

Aguas abajo de la tercera angostura el valle del río se ensancha nuevamente no presentando otras angosturas. Por otra parte, en el tramo comprendido entre el río Damas y San Fabián de Alico no es conveniente construir un embalse por cuanto la CGEI tiene proyectado construir la central Ñuble cuyo derecho de agua ya le ha sido concedido por la DGA.

Los ríos y esteros que confluyen con el río Ñuble en este tramo, lo hacen con pendientes muy fuertes no encontrándose lugares apropiados para implantar presas en ellos.

.2.2 Precordillera y Valle Central

En este sector se consideró los ríos Ñuble, aguas abajo de San Fabián de Alico, Cato, Niblinto y Chillán y todos los esteros afluentes a estos ríos, principalmente los esteros Grande, Bureo, Relbunco, Coihueco, Boyén y Quilmo. También se consideró el río Changaral, que es afluente del río Ñuble ubicado inmediatamente al oriente de la Cordillera de la Costa.

El río Ñuble aguas abajo de San Fabián de Alico presenta dos angosturas, una denominada La Culebra identificada anteriormente por la Dirección de Riego, y que está ubicada a

6.1.1.4

unos 8 km de este pueblo y otra llamada Los Monos a unos 2 km aguas abajo de la anterior. En ambas angosturas se puede construir presas hasta una altura tal que no afecte a San Fabián y cuyo nivel máximo de embalse sea inferior a la cota de descarga de la futura central Nuble de la CGEI, que es 440 m.s.n.m., según el derecho de aprovechamiento concedido.

Las coordenadas aproximadas de la ubicación de estas presas son:

	N	E
La Culebra	5 956,00 km	265,40 km
Los Monos	5 955,43 km	262,94 km

El río Cato corre en dirección E-O por un estrecho valle encajonado que presenta varias angosturas apropiadas para la implantación de presas de embalse. Unos tres kilómetros antes de su llegada al Valle Central cambia de dirección a la SE - NO. Se ha seleccionado sólo dos angosturas, las que a primera vista parecieron mejores y que correspondieron a las que la Dirección de Riego había seleccionado en un estudio anterior. La primera angostura se la denominó Cato 1 y se encuentra en el mismo punto en que el río cambia de dirección y la segunda se llamó Cato 2 y está ubicada unos 9 km aguas arriba de la anterior.

Las coordenadas aproximadas de la ubicación de estas presas son:

	N	E
Cato 1	5 943,17 km	256,40 km
Cato 2	5 943,28 km	256,49 km

El río Niblinto se desplaza en su parte superior en dirección E-O hasta la coordenada geográfica 71°43' W donde cambia su dirección a SE-NO aproximadamente hasta llegar al Valle Central, donde varía a S-N. El valle es estrecho y profundo y presenta un par de angosturas apropiadas para implantar presas de embalse. Estas se han denominado Niblinto 1 y Niblinto 2. La primera se encuentra ubicada en el tramo del río de dirección SE-NO, unos 3 km aguas abajo del punto en que el río cambia de dirección y la segunda, en el tramo E-O aproximadamente 1 km aguas arriba del mismo punto. Las coordenadas de la ubicación de estas presas son las siguientes:

	N	E
Niblinto 1	5 937,93 km	254,92 km
Niblinto 2	5 934,92 km	258,37 km

El río Chillán es el más meridional de los ríos considerados en este estudio y corre en dirección E-O hasta la coordenada 71°45' W donde tuerce a dirección SE-NO. Su valle, en su parte alta, es también estrecho y profundo y presenta una buena

6.1.1.5

angostura, denominada Esperanza, para implantar una presa de embalse. Esta está ubicada unos 2 km aguas arriba del punto de cambio de dirección y había sido identificada anteriormente por la Dirección de Riego.

Las coordenadas de la ubicación de esta presa son las siguientes:

	N	E
Esperanza	5 924,85 km	255,29 km

El estero Grande es afluente derecho del río Ñuble en la vecindad de San Fabián de Alico y corre en una dirección predominante E-O, aunque con varios cambios de dirección pequeños. Baja desde los cerros con una pendiente muy fuerte y al llegar al valle del río Ñuble continúa paralelo a él hasta el punto de confluencia que se ubica en la angostura La Culebra, ya mencionada anteriormente.

En el punto en que el estero Grande penetra al valle del río Ñuble existe una angostura que permite implantar una presa de embalse cuya zona de inundación es predominantemente transversal con respecto a la dirección del estero en este tramo. Esta angostura había sido identificada anteriormente por la Dirección de Riego. (Informe de la Dirección General de Riego denominado Análisis y Planificación de la Infraestructura MOP de la VII Región - Tercera Etapa "PROGNOSIS").

Las coordenadas de la ubicación de esta presa son 5 955,60 km N y 268,57 km E.

El estero Bureo, tributario del estero Bustamante que es afluente derecho del río Cato, corre en dirección E-O con una pendiente fuerte por un valle estrecho y poco profundo. Este estero tiene una angostura apropiada para emplazar un embalse que está ubicada en las coordenadas aproximadas 5 950,35 km N y 258,55 km E.

Entre los ríos Niblinto y Chillán, los faldeos precordilleranos penetran en el Valle Central. El estero Coihueco está ubicado en este sector y corre en dirección SE-NO hasta llegar al Valle Central, lugar donde tuerce hacia S-N bordeando las últimas colinas de la Cordillera de Los Andes. En este tramo recibe las aguas del estero Relbunco, que corre en dirección E-O. Inmediatamente aguas abajo de esta confluencia existe una pequeña angostura apropiada para construir una presa de unos 20 m de altura. Este lugar había sido individualizado en estudios realizados por la Dirección de Riego y el embalse había sido denominado Miraflores. Las coordenadas en que se ubica la presa son: 5 938,52 km N y 248,49 km E.

Un poco más al sur y remontando su curso, el estero Coihueco

6.1.1.6

recibe las aguas del estero Kaiser que corre en dirección SE-NO por los faldeos precordilleranos. En este sector la Dirección de Riego ha visualizado un lugar para construir una presa denominada Kaiser. Las coordenadas en que se ubica la presa son: 5 933,50 km N y 252,18 km E.

Entre los ríos Chillán y Larqui, los faldeos precordilleranos continúan internándose en el Valle Central alcanzando incluso posiciones ubicadas al poniente de la ciudad de Chillán. Estos faldeos constituyen una sucesión de lomas de muy baja altura que descienden decididamente hacia el poniente. En este sector se generan dos esteros que corren en una dirección SEE-NOO, el Boyén y el Quilmo, en los cuales ha sido posible ubicar varios lugares apropiados para presas de embalse.

En el estero El Cardal, afluente del estero Pichilluanco, tributario a su vez del estero Boyén, se ha ubicado una angostura adecuada para la construcción de una presa de unos 30 m de altura. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de esta presa son 5 928,87 km N y 240,28 km E.

En el estero Boyén, a su vez, se han ubicado dos angosturas. La de aguas arriba ha sido denominada Boyén Alto y se podría construir en ella una presa de unos 50 m de altura. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de esta presa son 5 936,60 km N y 231,05 km E.

La angostura de aguas abajo, denominada Boyén Bajo, ha sido identificada anteriormente por la Dirección de Riego y se encuentra en un tramo del estero que corre por un valle bastante ancho y con muy baja pendiente. Está ubicada unos 1,5 km aguas abajo de la confluencia del estero Pichilluanco con el Boyén e inunda parte de este estero también. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 938,80 km N y 763,02 km E.

En el estero Lluanco, afluente del estero Quilmo, se ha ubicado una angostura adecuada para la construcción de una presa de unos 40 m de altura. En este tramo, el estero corre algo encajonado y con una pendiente relativamente suave. Es necesario considerar también la construcción de un pequeño pretil en un portezuelo existente entre los esteros Lluanco y Quilmo antes de su confluencia. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 935,65 km N y 760,70 km E.

En el estero Quilmo, unos 500 m aguas arriba del puente del camino Chillán-Pemuco, se ha ubicado una angostura, identificada anteriormente por la Dirección de Riego, que es apropiada para la construcción de una presa. En este tramo el estero corre por un valle extenso de muy baja pendiente que permite instalar una presa de unos 25 m de altura y embalsar un gran volumen de agua. Las coordenadas aproximadas de la

6.1.1.7

ubicación de la presa son 5 937,20 km N y 755,55 km E.

El río Changaral, que corre por el borde poniente del Valle Central y sirve como un dren de él, tiene muy baja pendiente y se desplaza por un extenso valle. Aunque las zonas susceptibles de ser regadas en este sector pueden ser abastecidas desde el río Ñuble, se buscó posibles ubicaciones de embalse y se encontró dos.

Inmediatamente aguas abajo de la confluencia del estero Las Mercedes, existe una angostura donde se puede instalar una presa que se ha denominado Changaral Bajo. Esta podría tener una altura de unos 20 m e inundaría una extensa zona agrícola. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 961,71 km N y 752,36 km E.

Unos 500 m aguas abajo de la confluencia del estero Millauquén, existe otra angostura donde se puede implantar una presa que se ha llamado Changaral Alto. Esta podría tener una altura de 15 m y también inundaría una extensa zona agrícola. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 971,93 km N y 755,35 km E.

2.3 Cordillera de la Costa

Se han considerado todos los embalses que se podrían construir en los ríos y esteros afluentes al río Itata aguas abajo de la confluencia de éste con el río Larqui. En este tramo del río Itata confluye por la ribera derecha el río Lonquén. Además aportan sus aguas por esta misma ribera los esteros Papano y Chudal. Por la ribera sur, el río Itata recibe las aguas del río Coelemu y de dos esteros importantes: Pirihuín y Quilteu.

Todos estos ríos y esteros son de origen netamente pluvial, motivo por el cual prácticamente se secan en el período de estiaje.

Aún cuando en este sector es posible ubicar presas que pueden originar embalses de gran volumen, se ha restringido su búsqueda al hecho de que en la cuenca correspondiente del río o estero considerado existan zonas agrícolas. Por otra parte, se han estudiado los embalses posibles en planos topográficos que sólo incluyen curvas de nivel hasta la cota 100 m.s.n.m.

El río Lonquén drena una extensa zona de la Cordillera de la Costa y aporta sus aguas al río Itata unos 16 km antes de que éste desemboque en el mar. En su recorrido de más de 60 km se encuentran zonas agrícolas, especialmente en su parte superior, al parecer de rulo que incluyen incluso viñas de cierta importancia. El río, principalmente en su parte media, tiene muchas angosturas que permiten construir presas que podrían

6.1.1.8

crear embalses de gran volumen. En este sector se ubicó una angostura apropiada para construir una presa aunque aguas abajo de ella las zonas agrícolas son muy escasas. Esta presa se la denominó Lonquén Bajo y sus coordenadas aproximadas son: 5 961,30 km N y 727,86 km E.

En la vecindad de Ninhue existe otra angostura, que se ha denominado Lonquén Alto, adecuada para implantar una presa de unos 20 m de altura y cuyas coordenadas son 5 971,50 km N y 738,34 km E. El embalse correspondiente inundaría bastantes hectáreas de zona agrícola, incluso viñas.

Por último, en el estero Chipanco, afluente del río Lonquén, que pasa por la vecindad de Puyamávida es posible construir dos presas de unos 20 m de altura que formarían un solo embalse. Este podría acumular los caudales de invierno para mejorar el riego de la zona agrícola del río Lonquén. Las coordenadas aproximadas de ambas presas son:

	N	E
Puyamávida 1	5 974,60 km	744,45 km
Puyamávida 2	5 974,40 km	744,60 km

En el estero Papano, se ha ubicado una angostura que permite crear un embalse pequeño con el cual se podría regar la zona agrícola existente en el valle de este estero. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 950,17 km N y 722,22 km E.

En el estero Chudal, se ha ubicado una angostura en la que se puede instalar una presa de unos 20 m de altura con la que se crearía un embalse pequeño que permitiría regar la zona agrícola existente en el valle de este estero. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 955,00 km N y 720,60 km E.

En el estero Ranquil, afluente del estero Pirihuín, se ha ubicado una angostura en la que se puede implantar una presa de unos 35 m de altura con la que se crearía un embalse pequeño que permitiría regar la zona agrícola existente en el valle de este estero. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de esta presa son: 5 940,95 km N y 715,77 km E.

El río Coelemu tiene dos esteros afluentes, Chorrillos y Guarilihue, en los que existen sendas angosturas que permitirían instalar presas con las que se podría regar la zona agrícola del valle de este río. Las coordenadas aproximadas de las ubicaciones de estas presas son:

	N	E
Chorrillos	5 956,21 km	705,90 km
Guarilihue	5 953,65 km	702,70 km

6.1.1.9

Estas dos presas son alternativas, pero la ubicada en el estero Guarilhue permitiría regar una zona más extensa que la situada en el estero Chorrillos.

En el estero Quilteu se ha ubicado una angostura en la que se puede instalar una presa que crearía un embalse pequeño con el que se podría regar la escasa zona agrícola existente en el valle de este estero. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son: 5 963,30 km N y 703,10 km E

2.4 Interfluvios Costeros

En la zona costera comprendida entre los ríos Itata y Ñuble prácticamente no existen zonas agrícolas. En esta franja desembocan al mar dos ríos, Pingueral y Andalién, y varios esteros y quebradas menores. La escasa zona agrícola se encuentra precisamente en la vecindad de la desembocadura de estos dos ríos.

En el río Pingueral, existe una angostura, en la cual se podría instalar una presa que crearía un embalse con el que se podría regar la escasa zona agrícola existente en la vecindad de la desembocadura de este río en el mar. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son: 5 951,60 km N y 691,72 km E.

En el río Andalién, existe una angostura en la que se podría instalar una presa que crearía un embalse con el que se podría regar la zona agrícola aledaña a Concepción e incluso abastecer de agua potable a esta ciudad. Este embalse inundaría varios kilómetros del camino a Concepción. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de esta presa, que se ha denominado Andalién 1, son 5 923,00 km N y 689,55 km E.

También existe en el río Andalién otra angostura, ubicada unos 5 km aguas arriba de la anterior, cuyo embalse no inundaría el camino y con el cual se podría regar también la zona agrícola vecina a Concepción o abastecer de agua potable esta ciudad. Las coordenadas aproximadas de la ubicación de la presa son 5 925,25 km N y 692,90 km E. Esta angostura ha sido denominada Andalién 2.

Como resultado del catastro realizado se incluye una lista de embalses para cada sector en que se ha dividido el área de estudio.

LISTA RESUMEN DEL CATASTRO DE EMBALSES

A) Embalses de Alta Cordillera

1. Punilla

B) Embalses de Precordillera y Valle Central

1. La Culebra
2. Los Monos
3. San Fabián
4. Bureo
5. Cato 1
6. Cato 2
7. Niblinto 1
8. Niblinto 2
9. Miraflores
10. Kaiser
11. Esperanza
12. El Cardal
13. Boyén Alto
14. Boyén Bajo
15. Lluanco
16. Quilmo
17. Changaral Alto
18. Changaral Bajo

C) Embalses de la Cordillera de la Costa

1. Puyamávida
2. Lonquén Alto
3. Lonquén Bajo
4. Papano
5. Chudal
6. Ranquil
7. Guarilhue
8. Chorrillos
9. Quilteu

D) Embalses de Interfluvios Costeros

1. Pingueral
2. Andalién 1
3. Andalién 2

Los embalses identificados se muestran en el plano a escala 1:250000, denominado "Catastro de Obras de Regulación", que se incluye al final del texto.

6.1.1.11

3 CARACTERISTICAS DE LOS EMBALSES IDENTIFICADOS Y PRESELECCION

3.1 Determinación de los Parámetros Básicos de Comparación

Los parámetros básicos de comparación determinados son los siguientes:

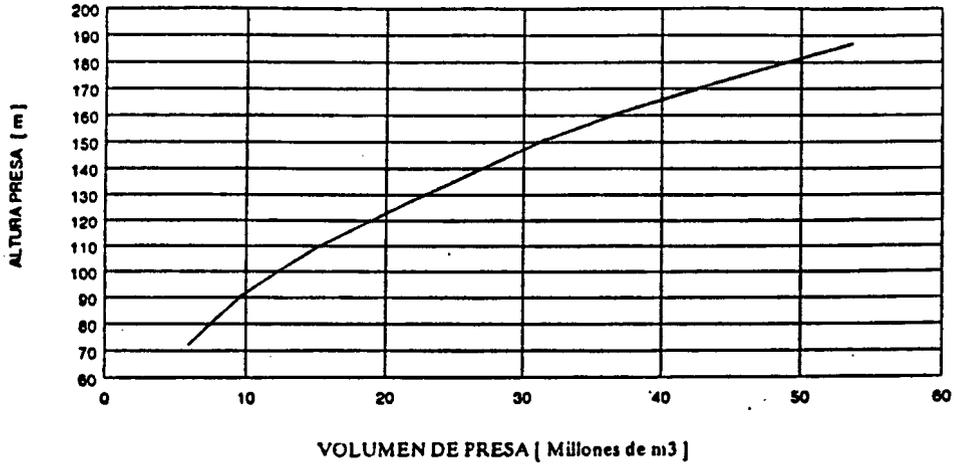
- Curvas de capacidad de embalse, que incluyen, el volumen de agua embalsado y la superficie inundada en función de la altura de embalse.
- Curvas de los volúmenes de las presas en función de la altura de presa.
- Curvas que representan la relación Volumen embalsado / Volumen de presa (V_e/V_p) en función de la altura de presa.

Para cada embalse identificado se ha realizado una lámina en la que se incluyen las tres curvas descritas. Estas láminas se muestran a continuación.

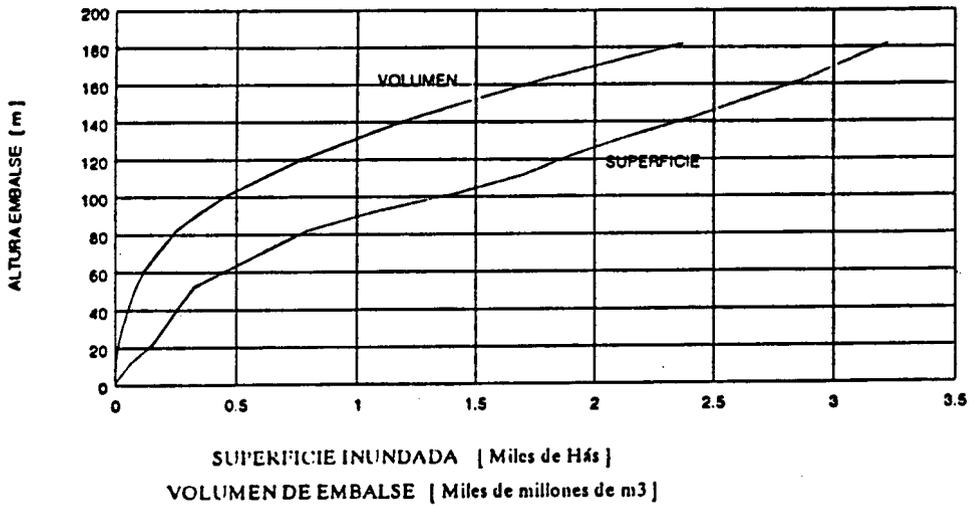
EMBALSE PUNILLA A1

VOLUMEN DE PRESA

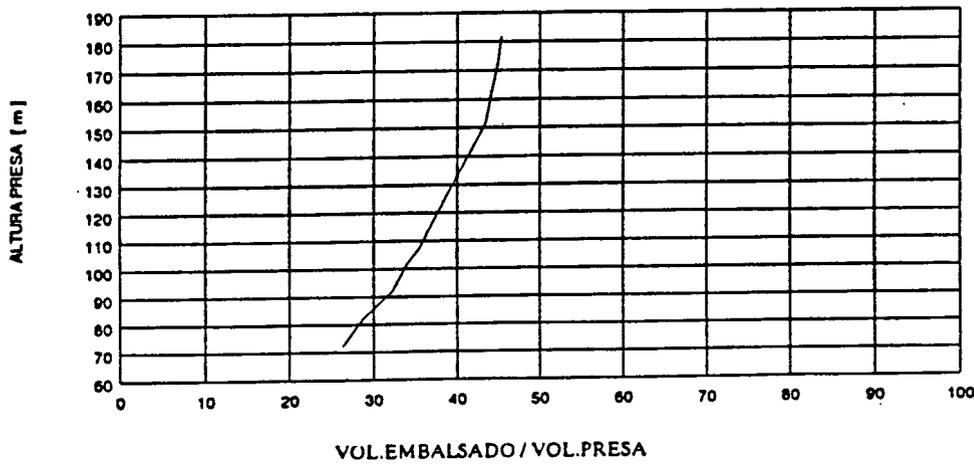
6.1.1.12



CURVA DE EMBALSE



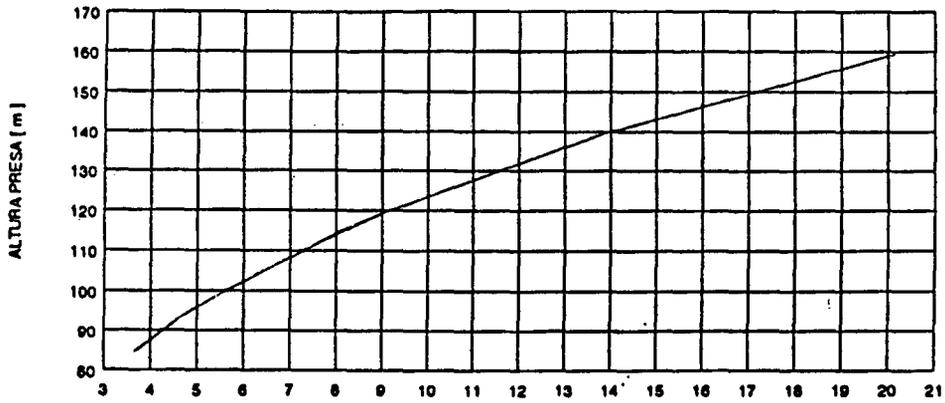
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



EMBALSE PUNILLA A2

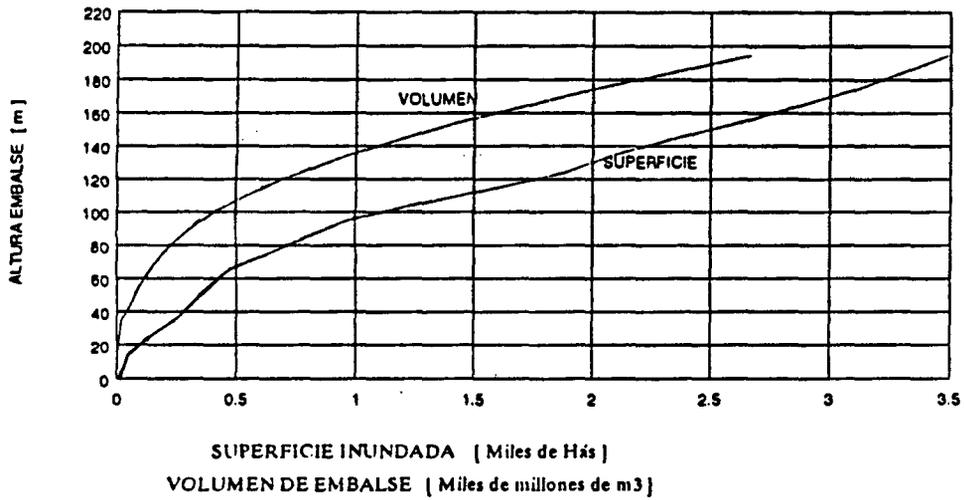
VOLUMEN DE PRESA

6.1.1.13

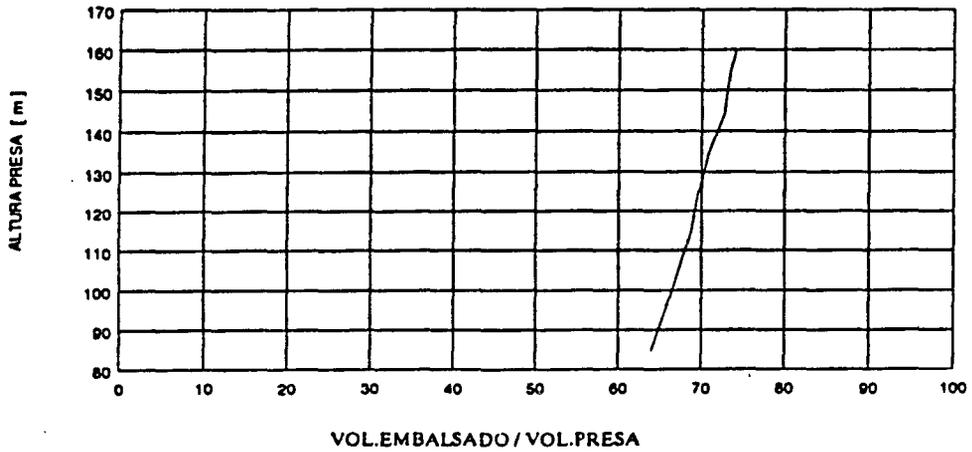


VOLUMEN DE PRESA [Millones de m3]

CURVA DE EMBALSE



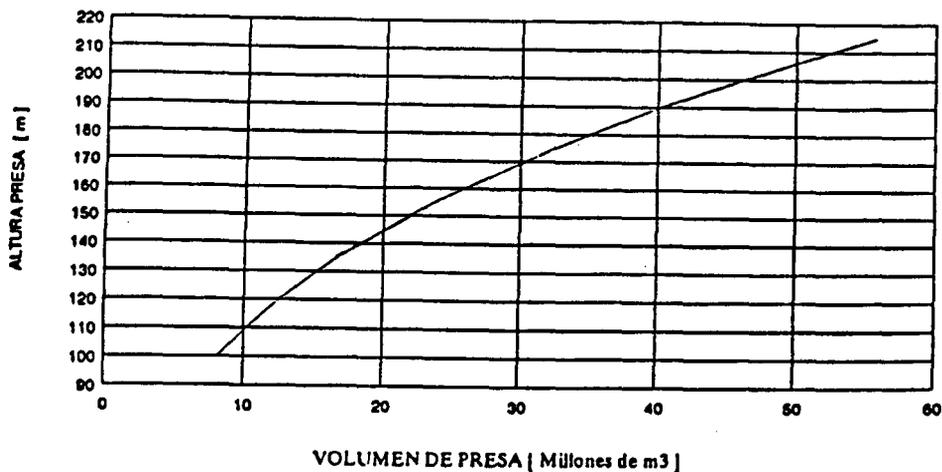
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



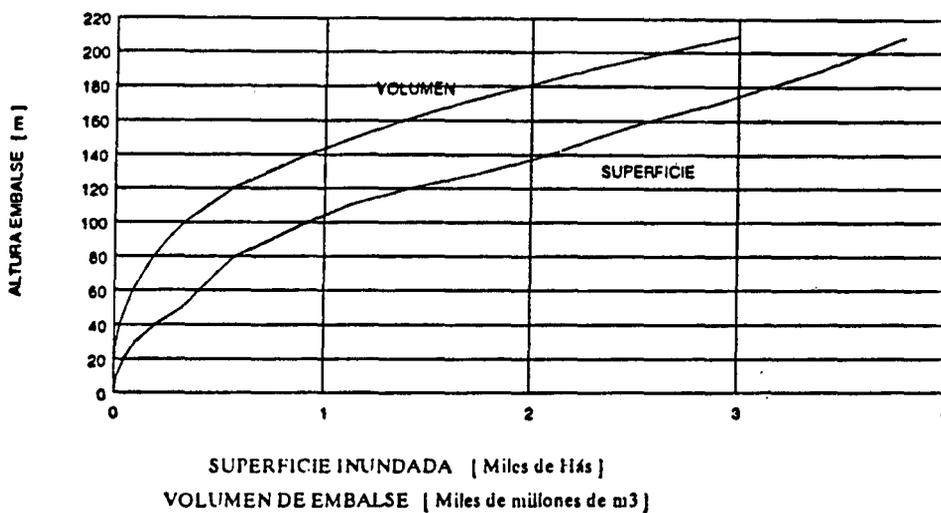
EMBALSE PUNILLA A3

VOLUMEN DE PRESA

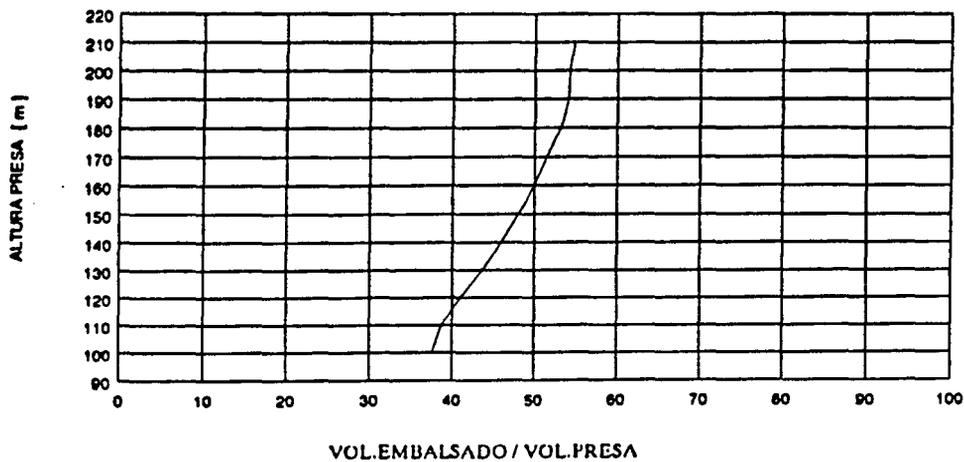
6.1.1.14



CURVA DE EMBALSE

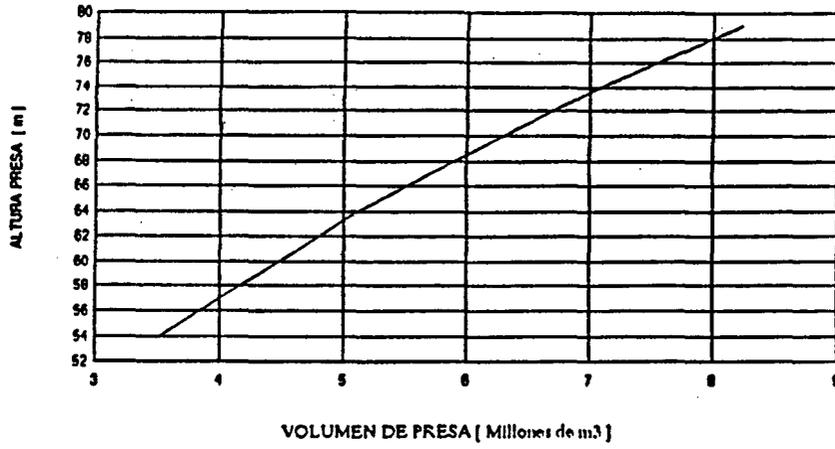


RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA

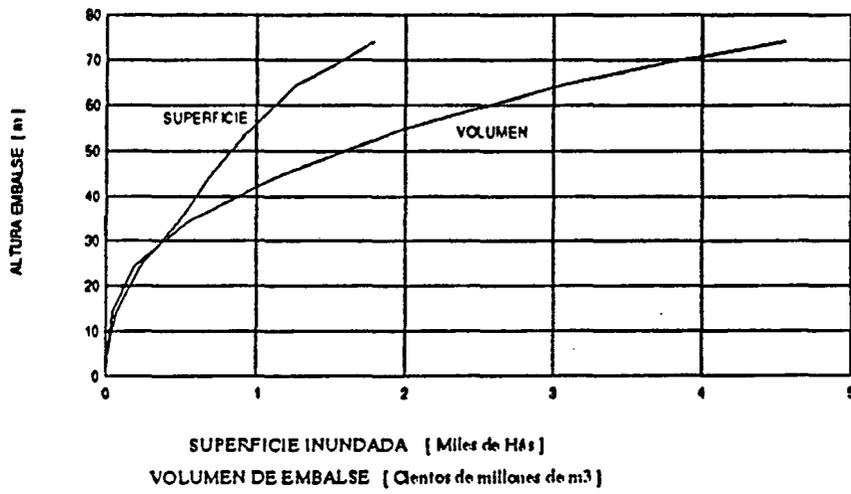


EMBALSE LA CULEBRA

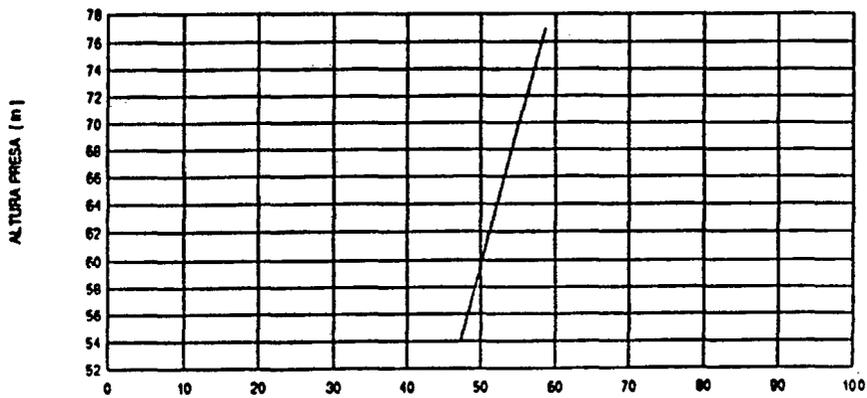
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



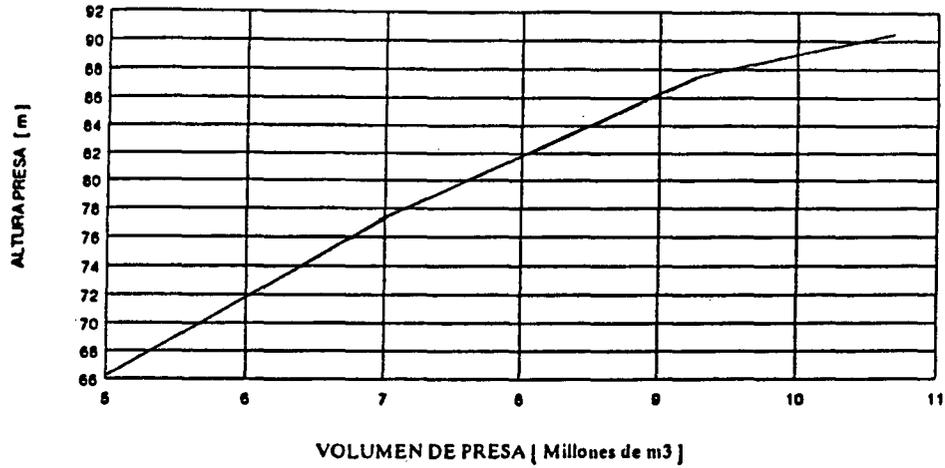
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



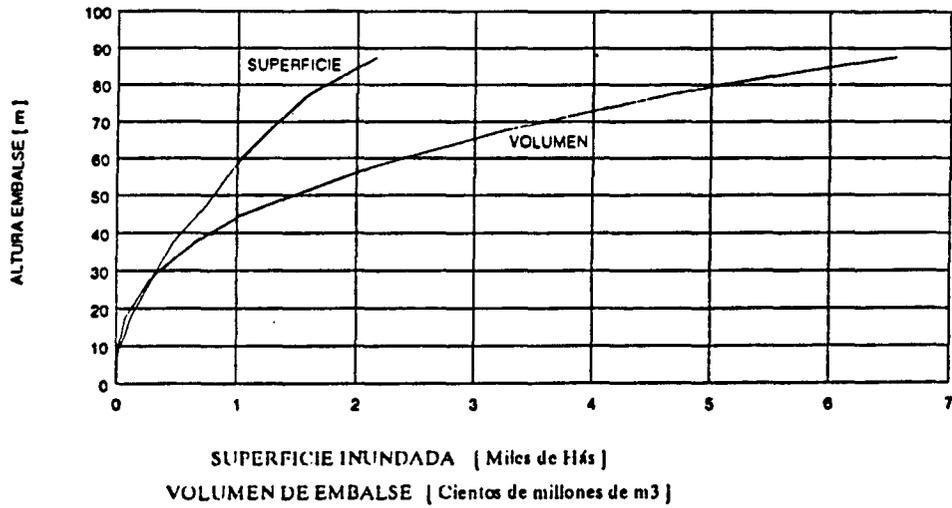
EMBALSE LOS MONOS

VOLUMEN DE PRESA

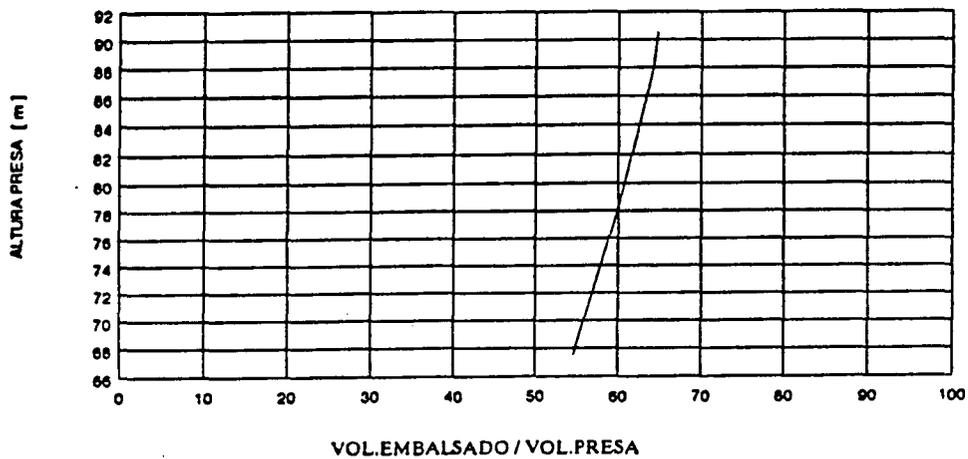
6.1.1.16



CURVA DE EMBALSE



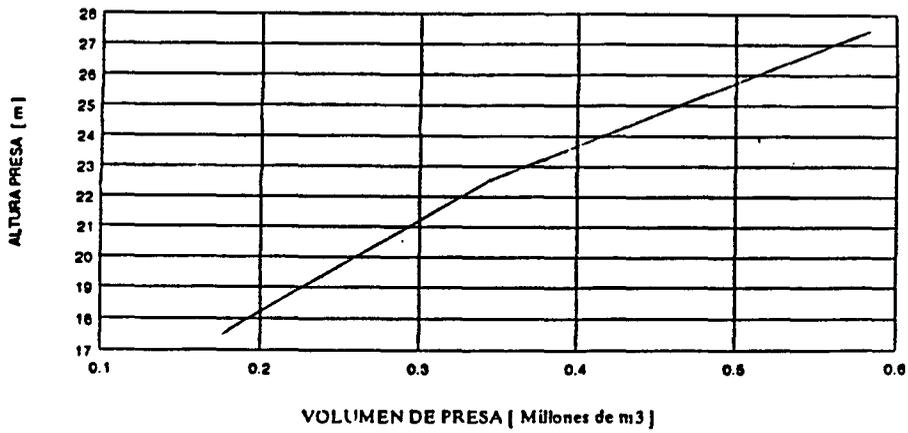
RELACION VOL. EMBALSADO / VOL. PRESA



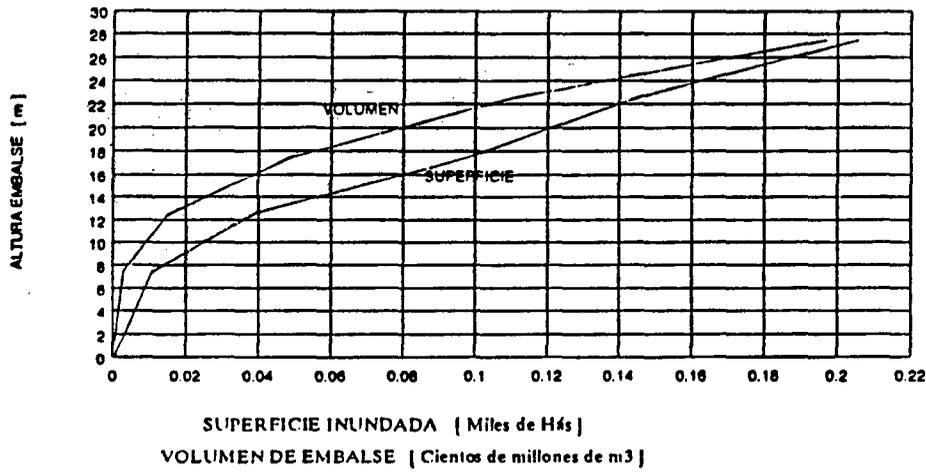
EMBALSE SAN FABIAN

6.1.1.17

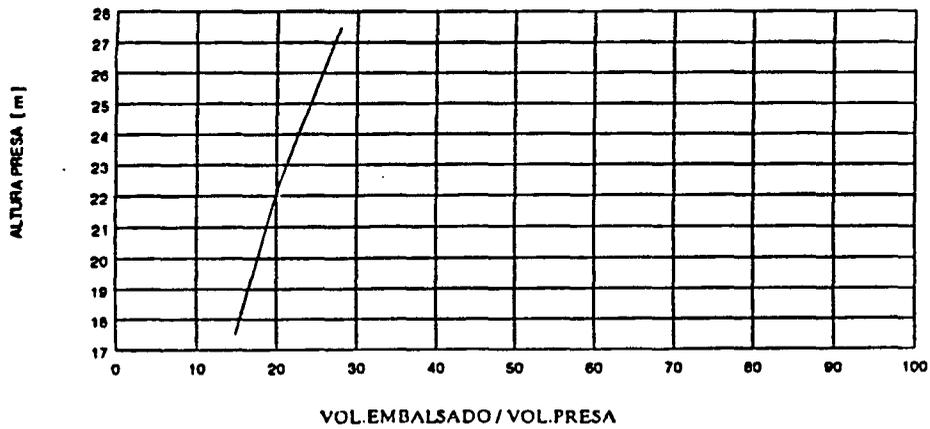
VOLUMEN DE PRESA



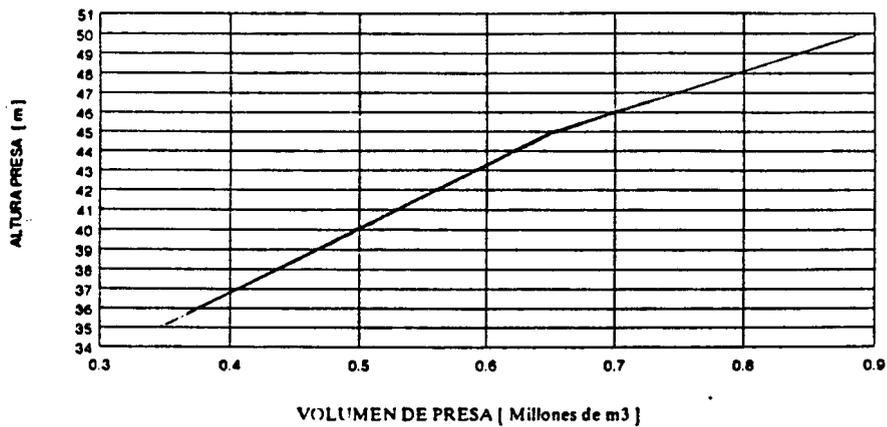
CURVA DE EMBALSE



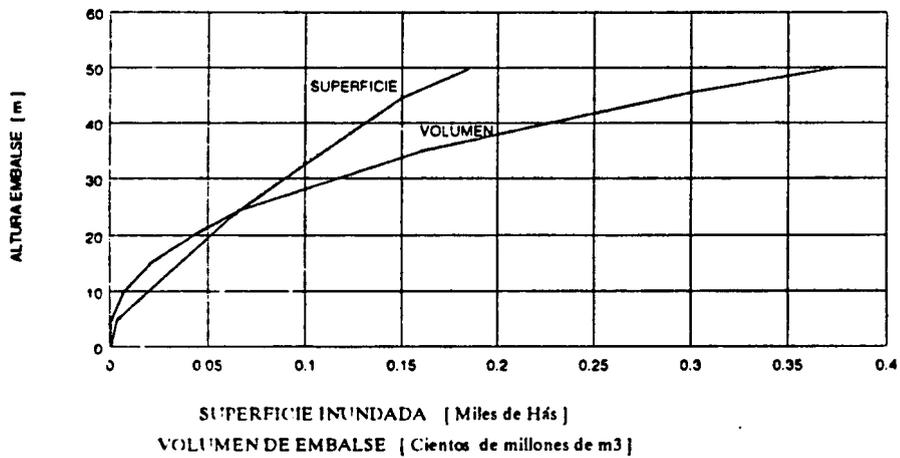
RELACION VOL EMBALSADO / VOL PRESA



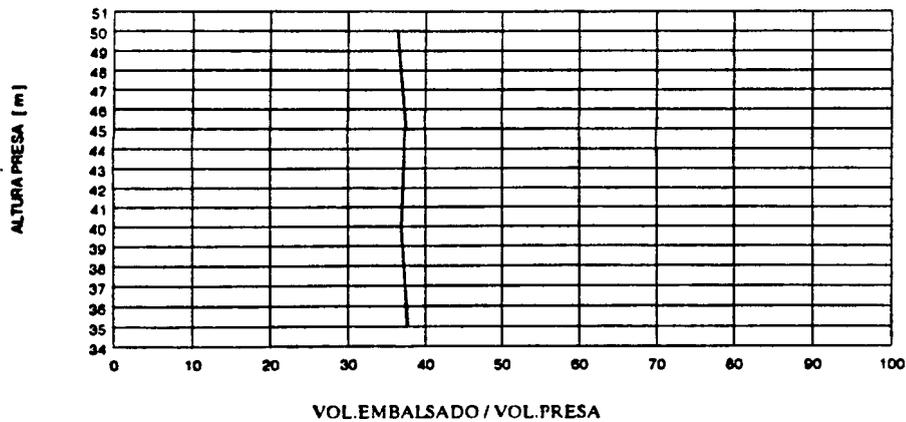
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



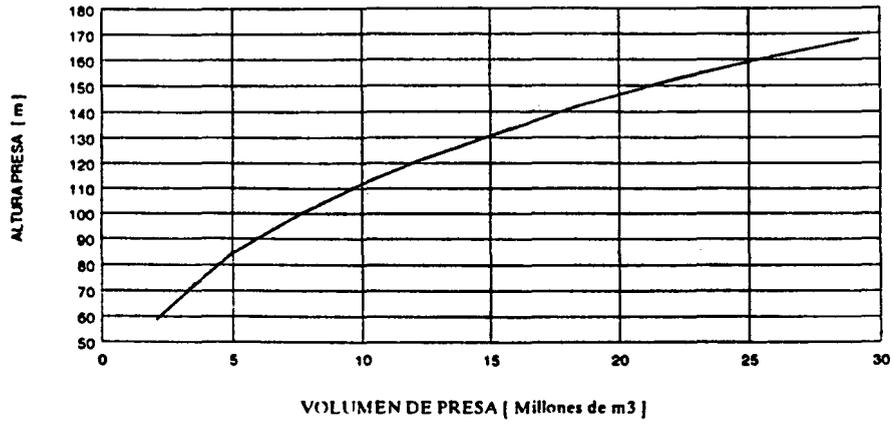
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



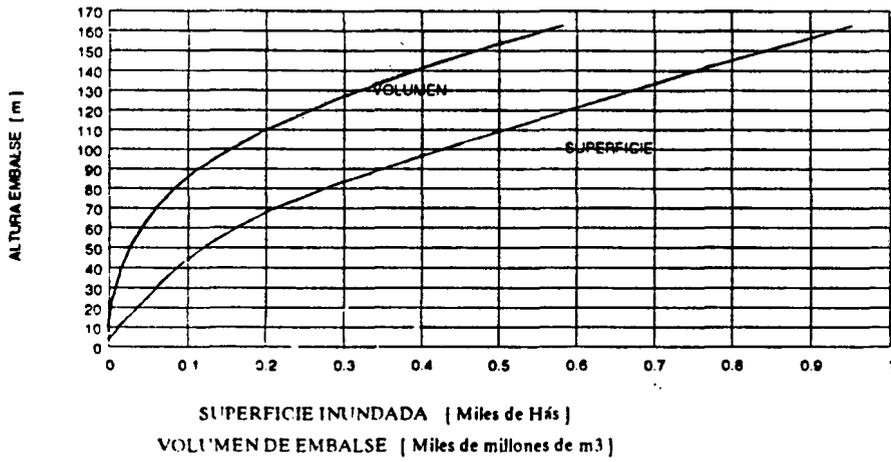
EMBALSE CATO1

6.1.1.19

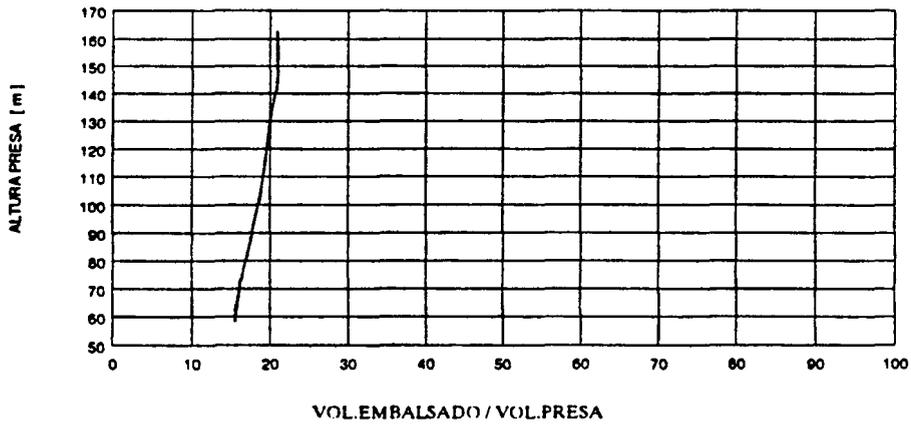
VOLUMEN DE PRESA



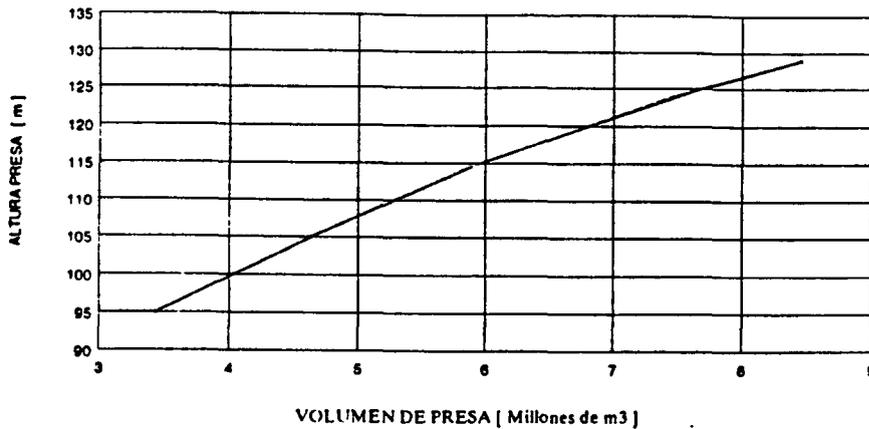
CURVA DE EMBALSE



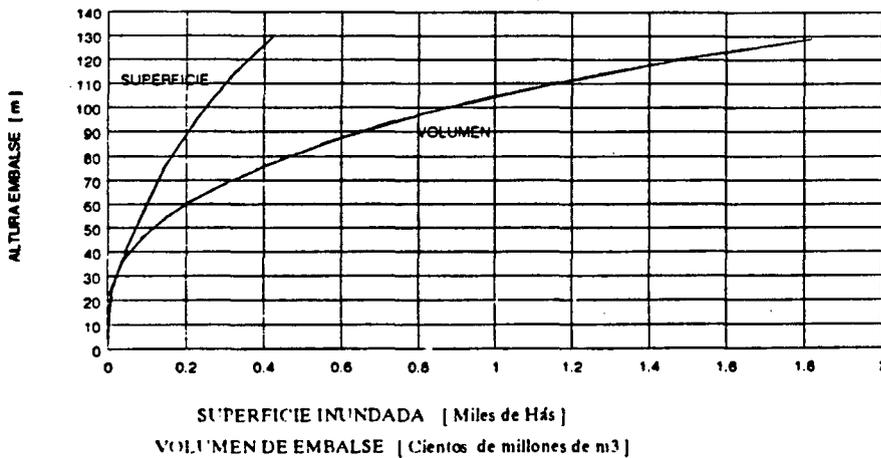
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



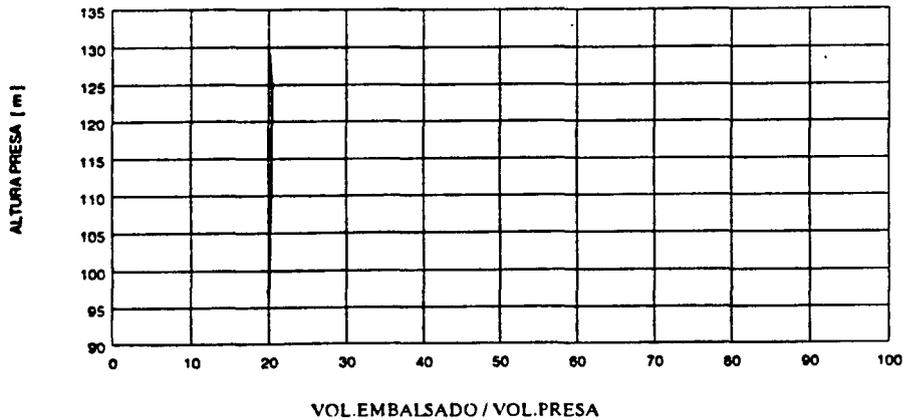
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



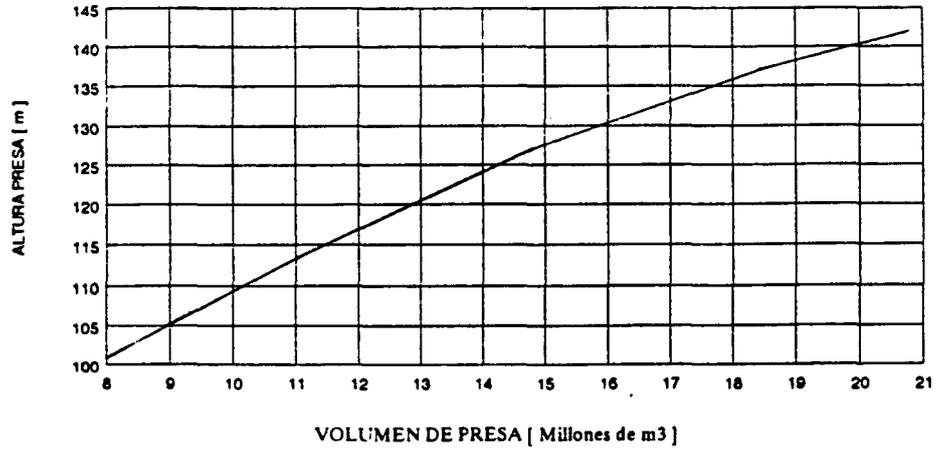
RELACION VOLEMBALSADO / VOLPRESA



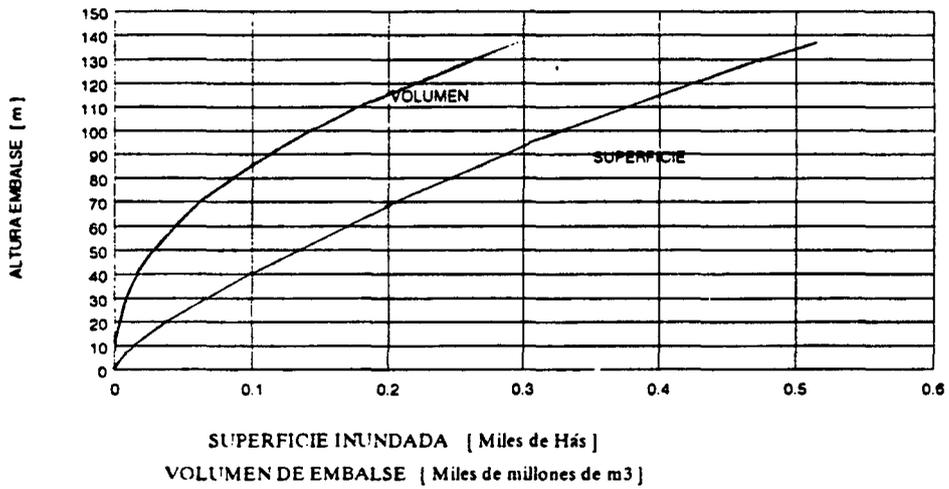
EMBALSE NIBLINTO 1

6.1.1.21

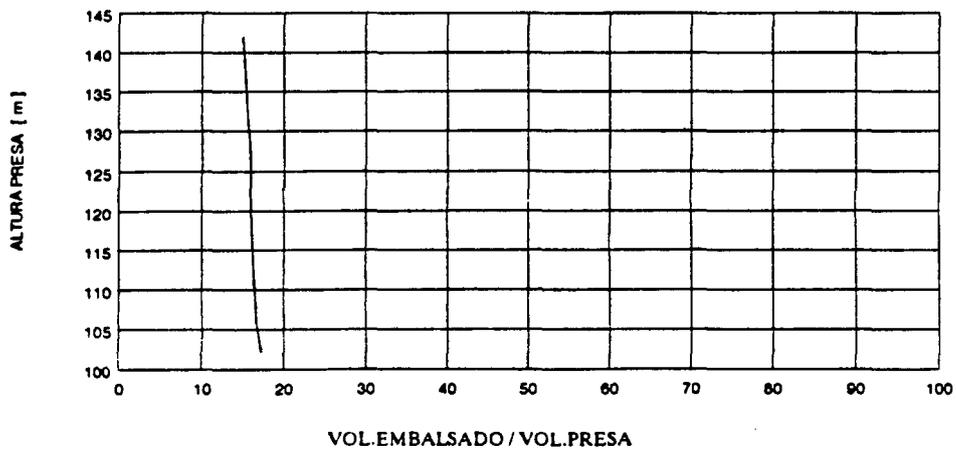
VOLUMEN DE PRESA



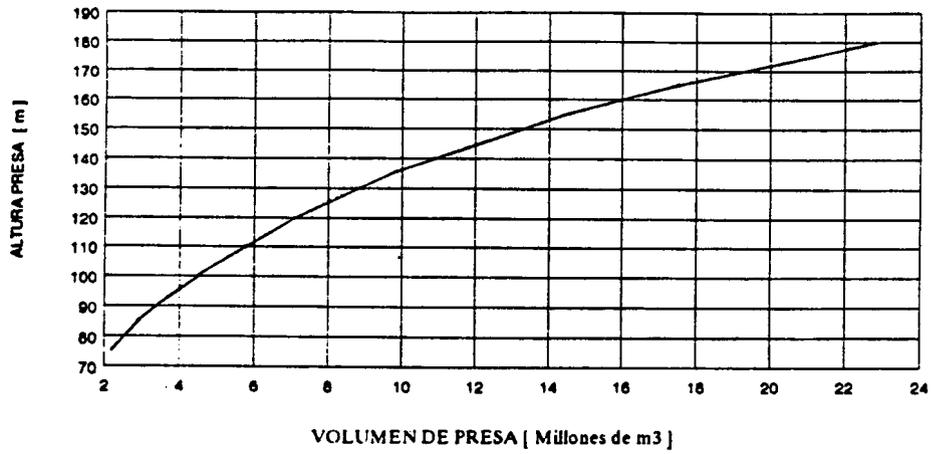
CURVA DE EMBALSE



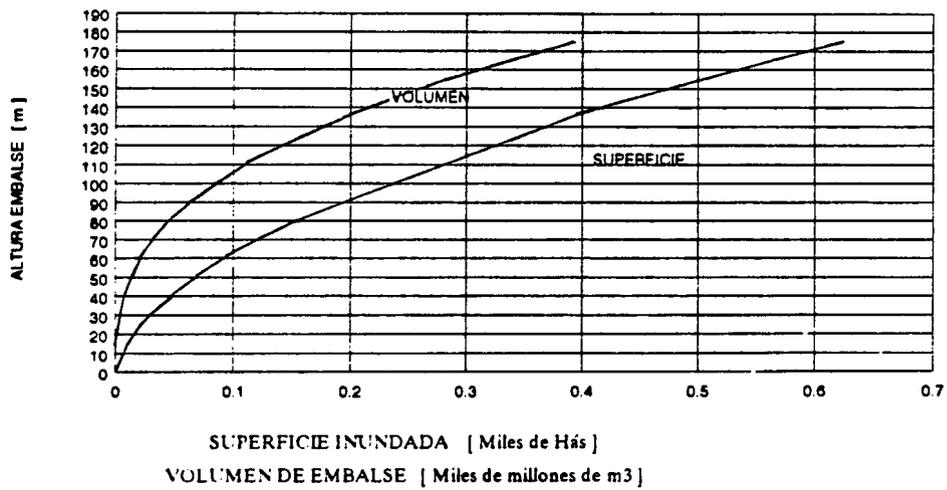
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA (REBANCHA 3 mts.)



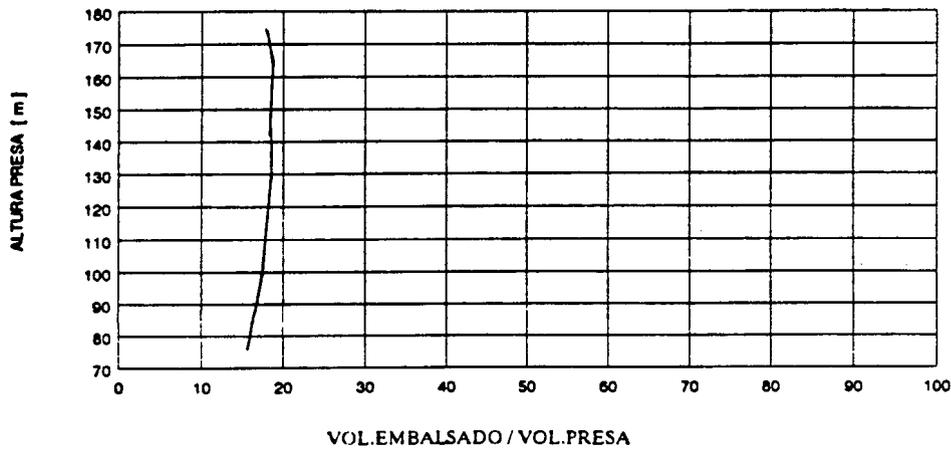
VOLUMEN DE PRESA



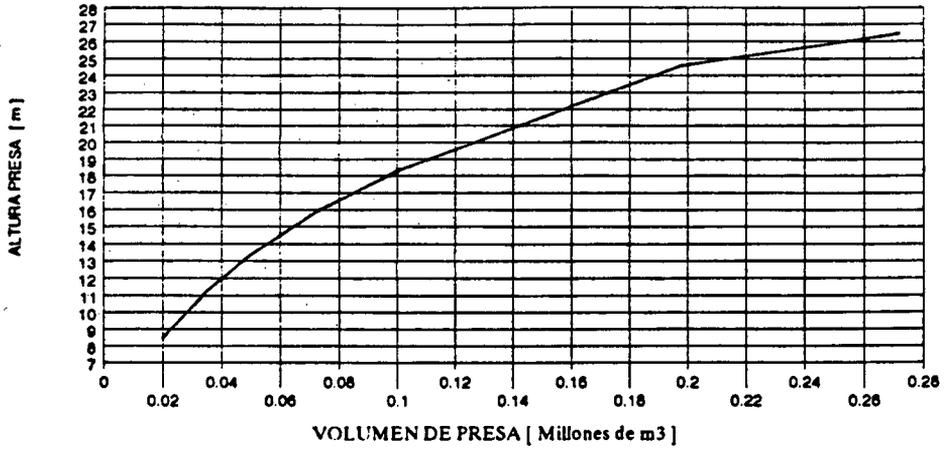
CURVA DE EMBALSE



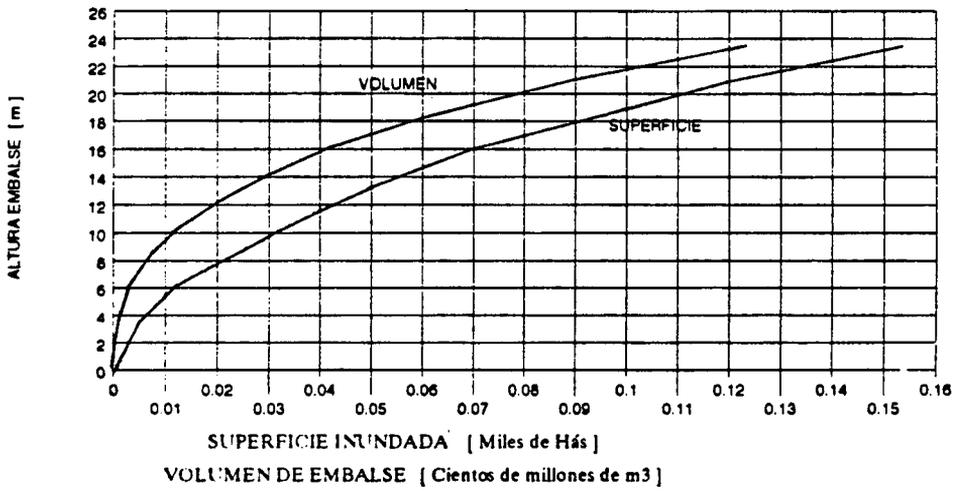
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



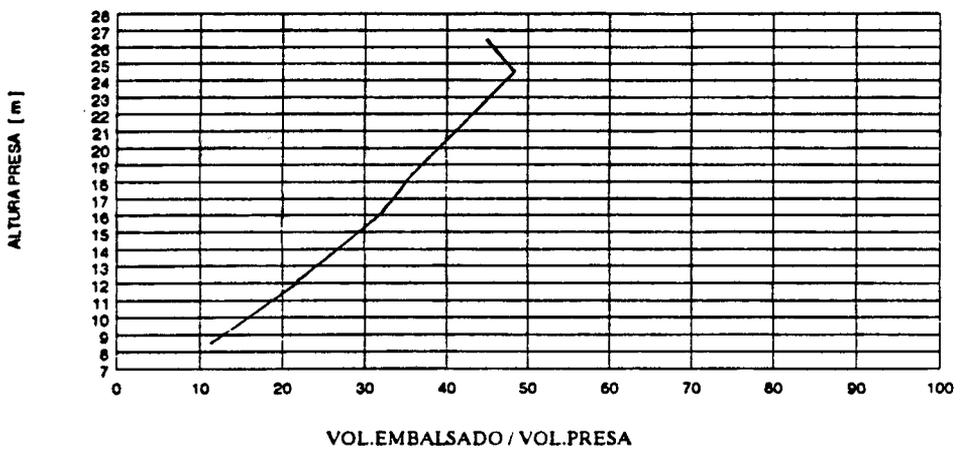
VOLUMEN DE PRESA



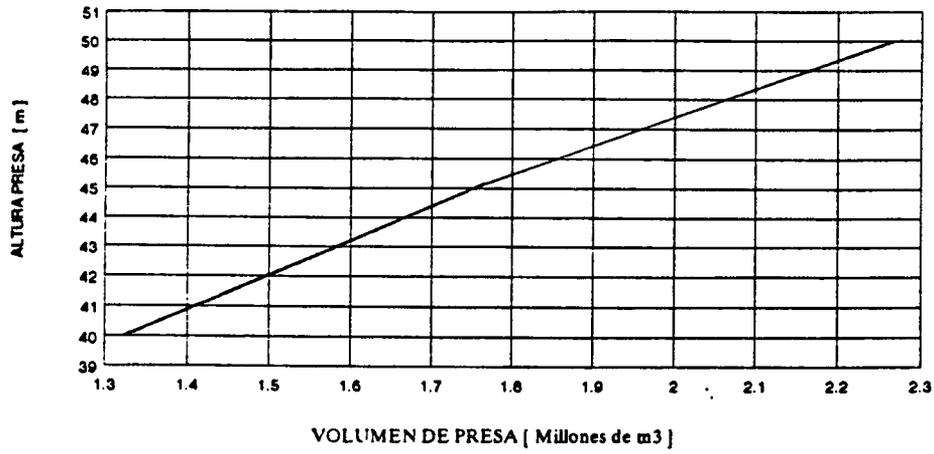
CURVA DE EMBALSE



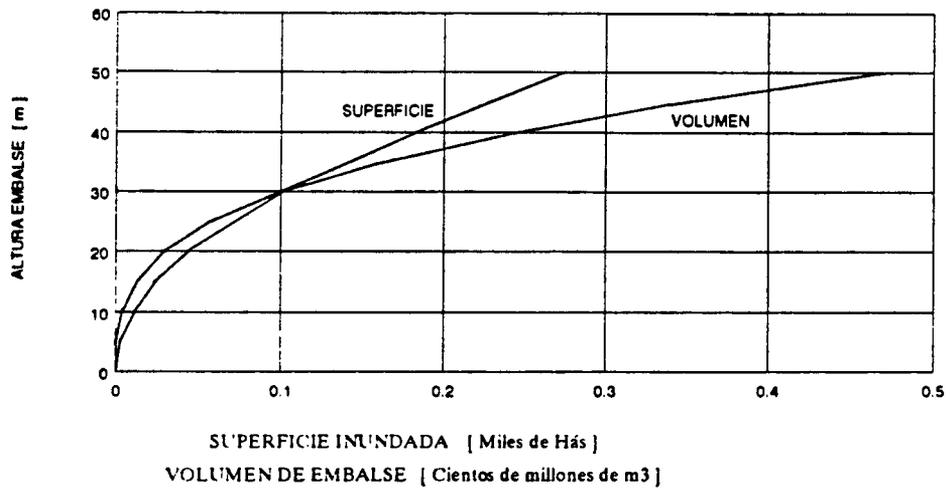
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



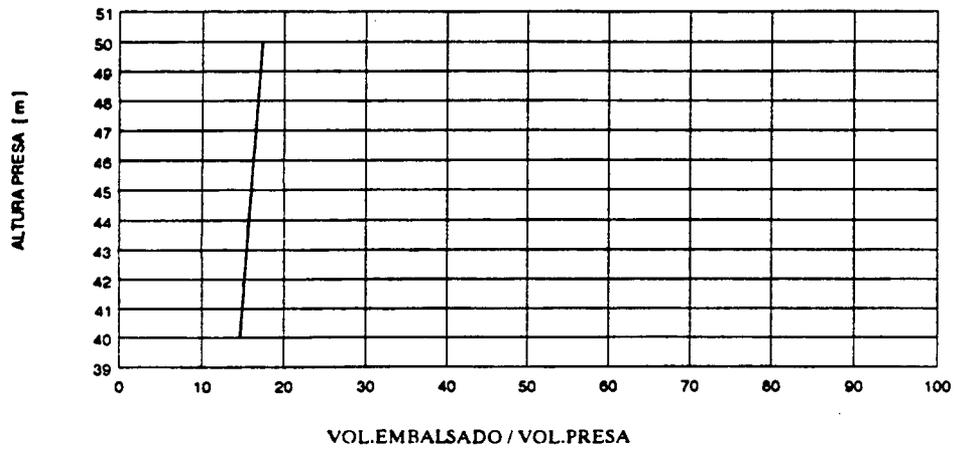
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



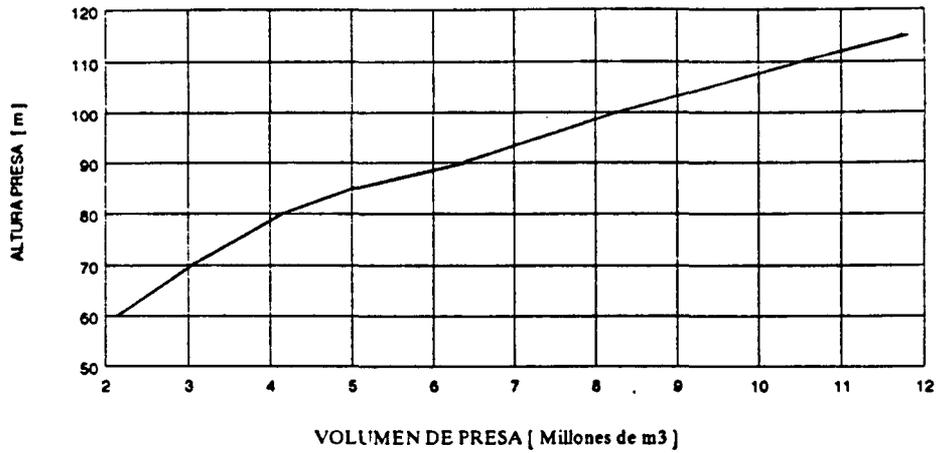
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



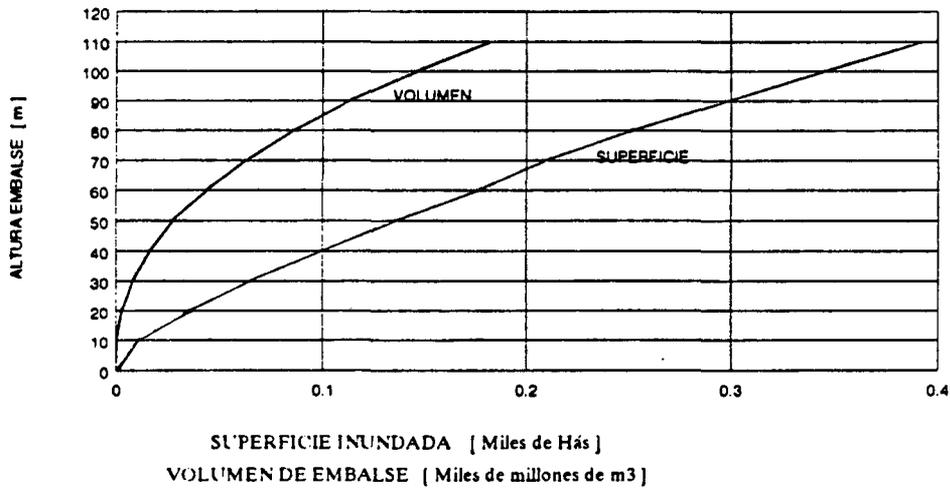
EMBALSE ESPERANZA

6.1.1.25

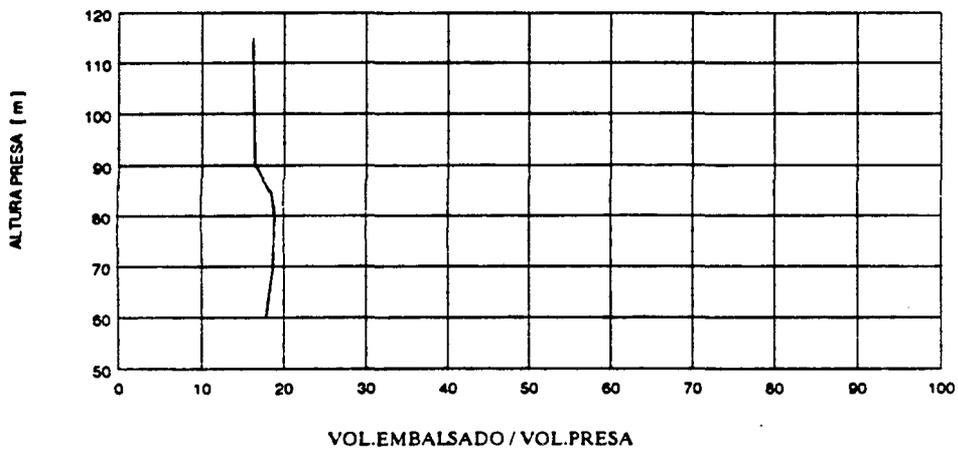
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



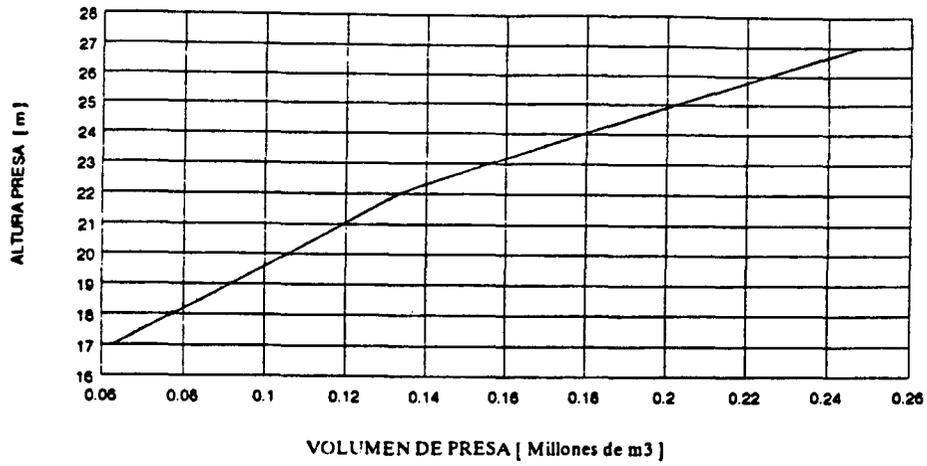
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



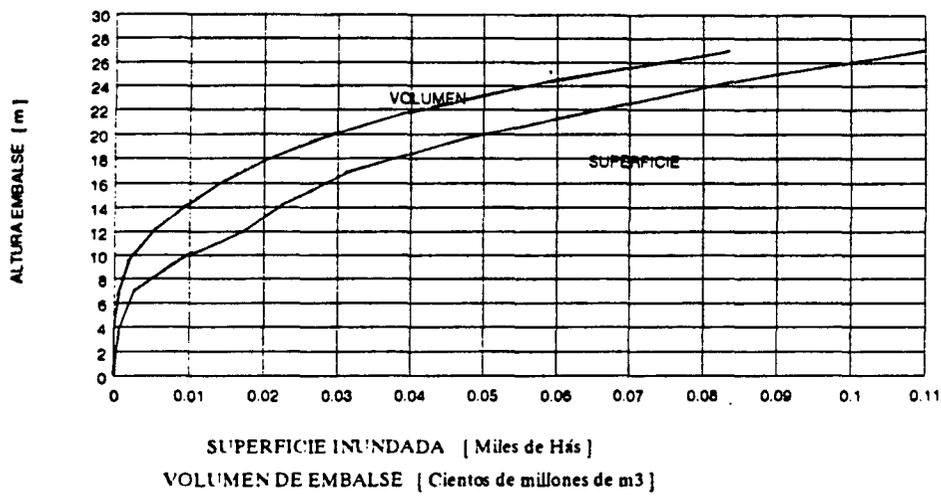
EMBALSE EL CARDAL

6.1.1.26

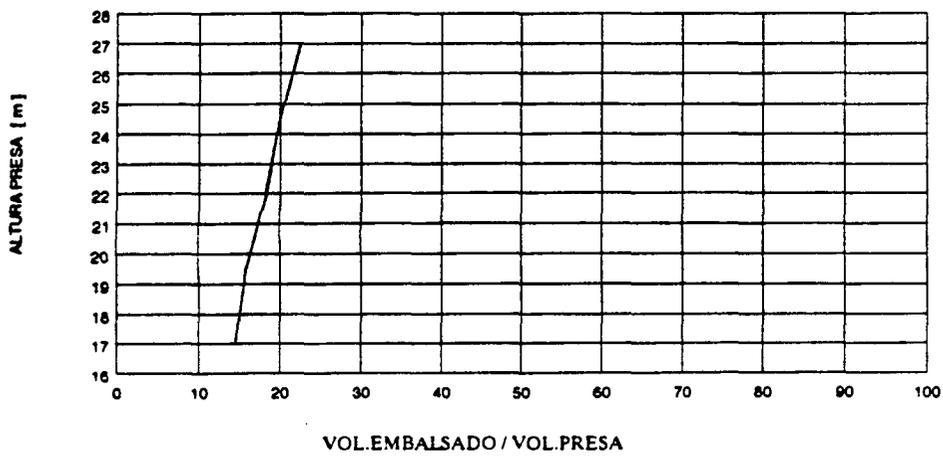
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



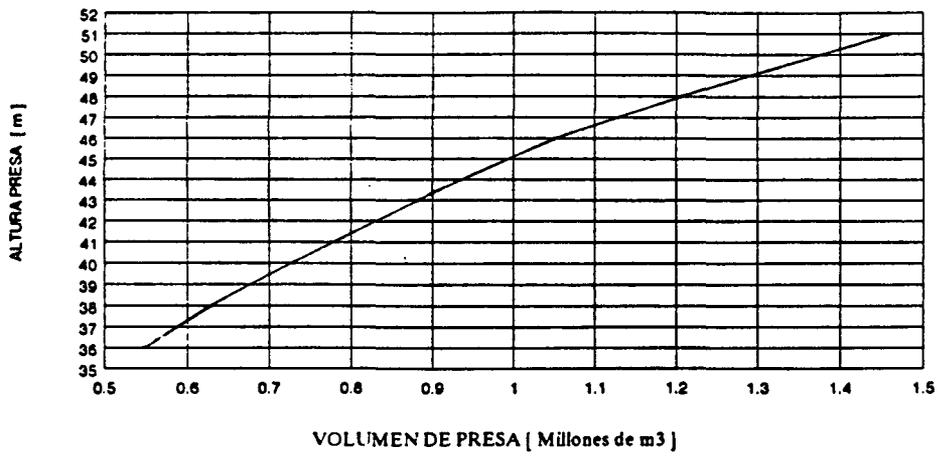
RELACION VOLEMBALSADO / VOLPRESA



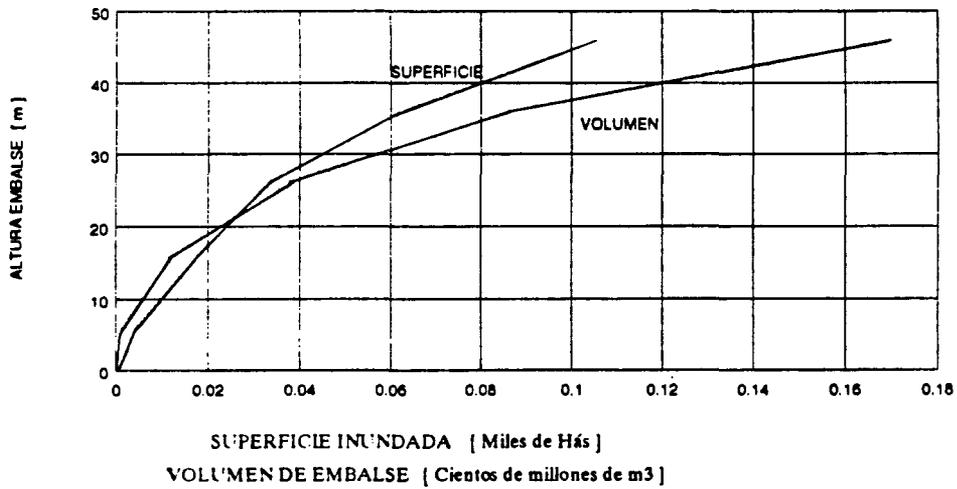
EMBALSE BOYEN ALTO

6.1.1.27

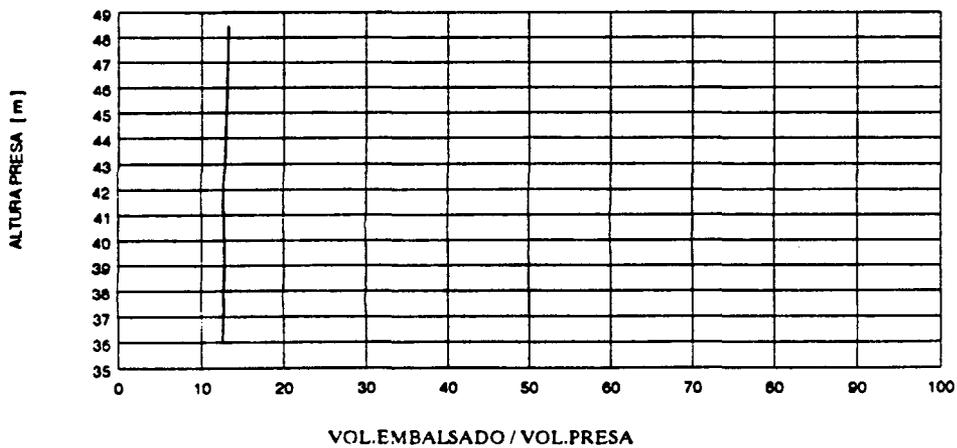
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



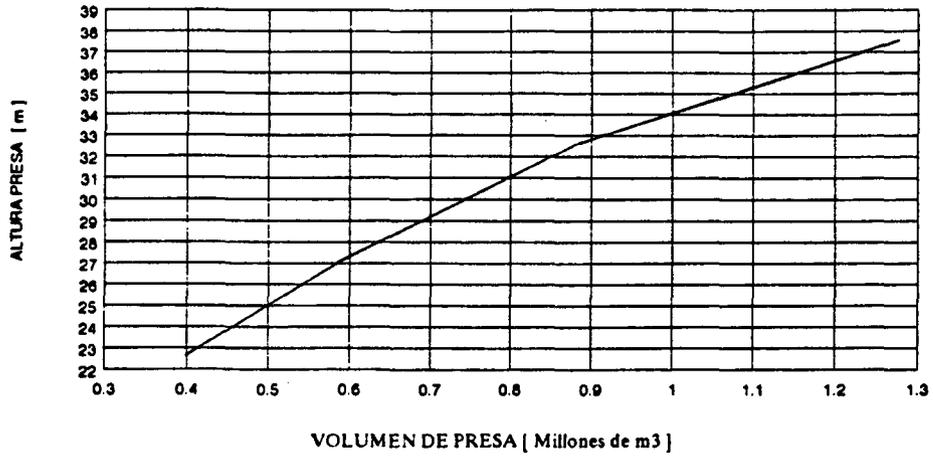
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



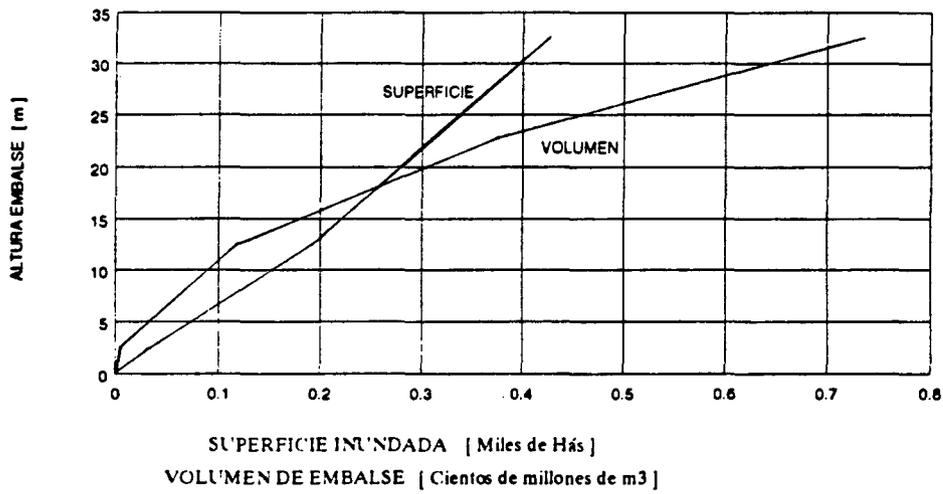
EMBALSE BOYEN BAJO

6.1.1.28

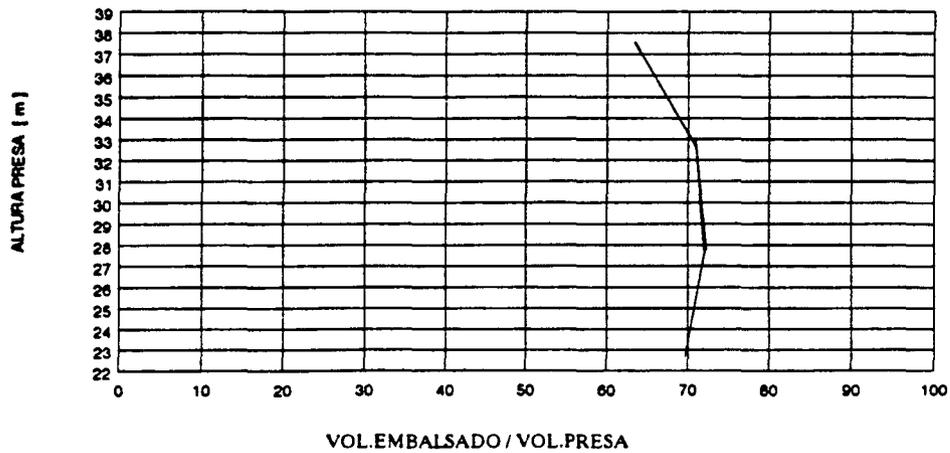
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



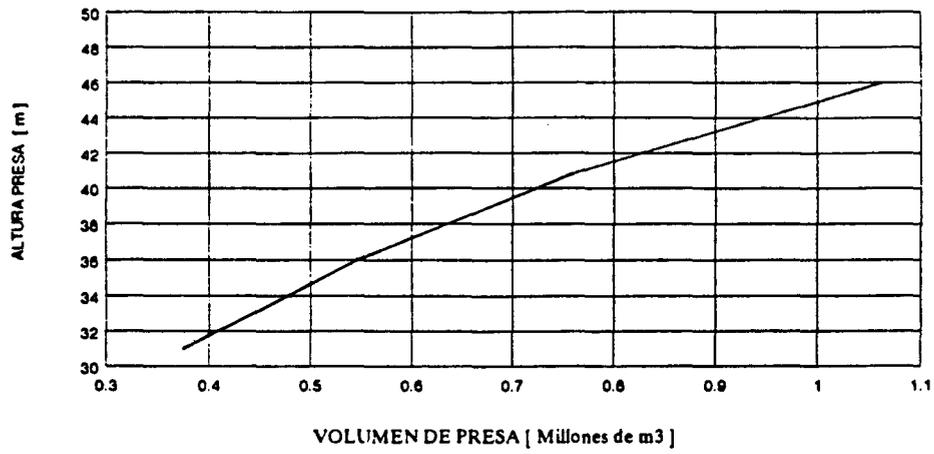
RELACION VOL. EMBALSADO / VOL. PRESA



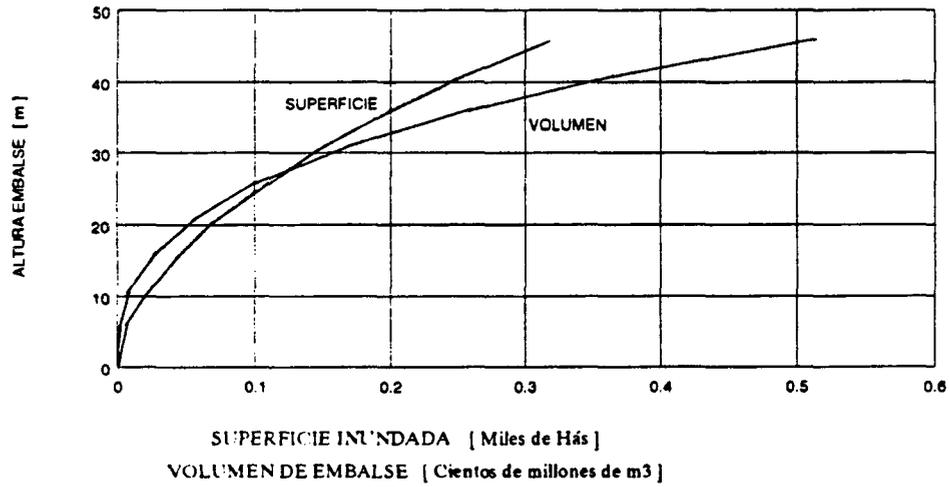
EMBALSE LLUANCO

6.1.1.29

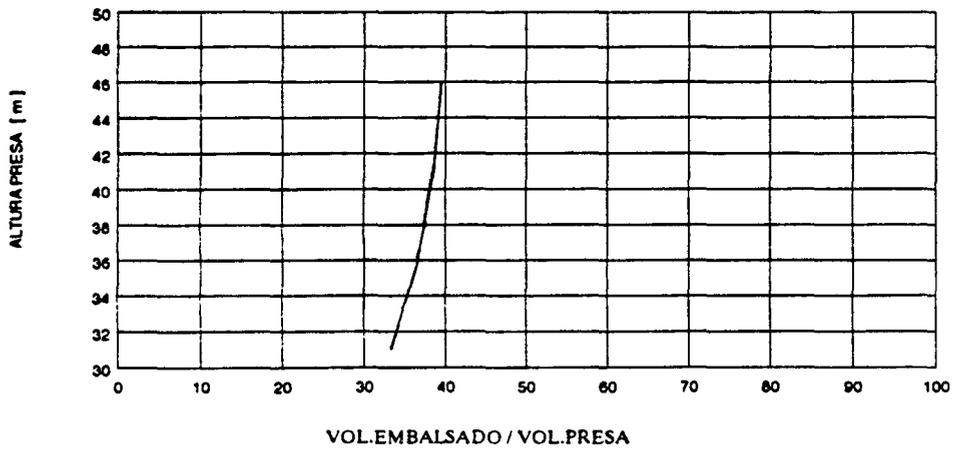
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



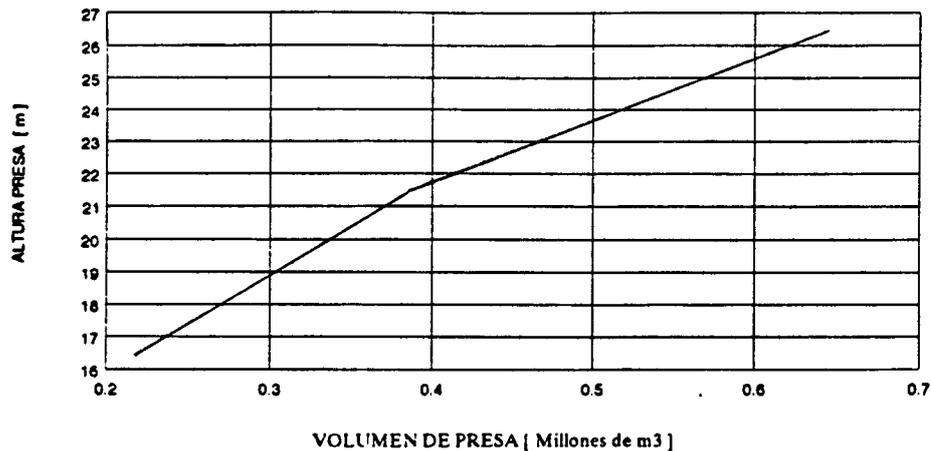
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



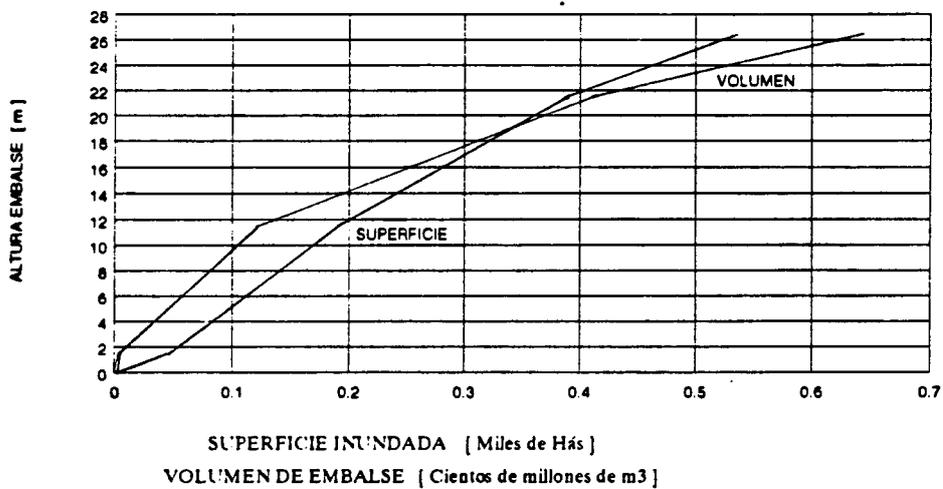
EMBALSE QUILMO

6.1.1.30

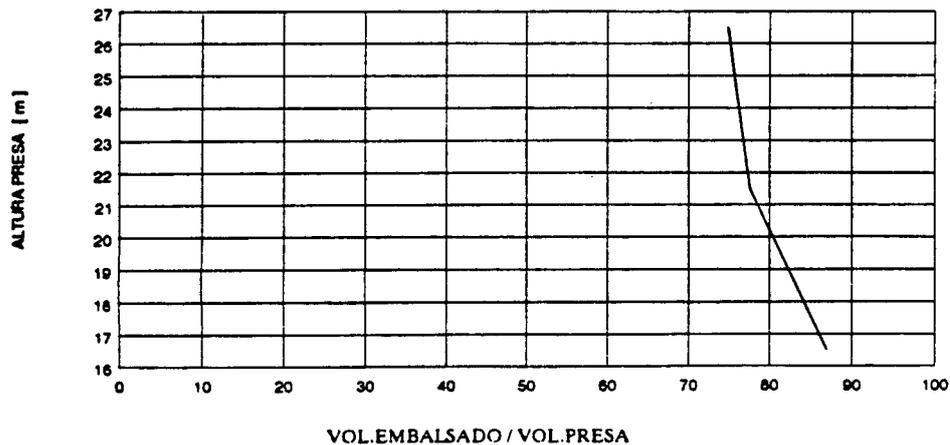
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



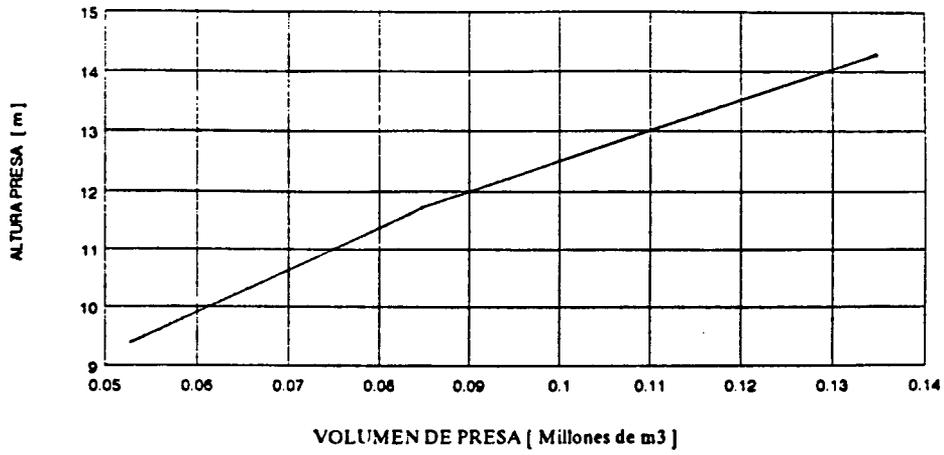
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



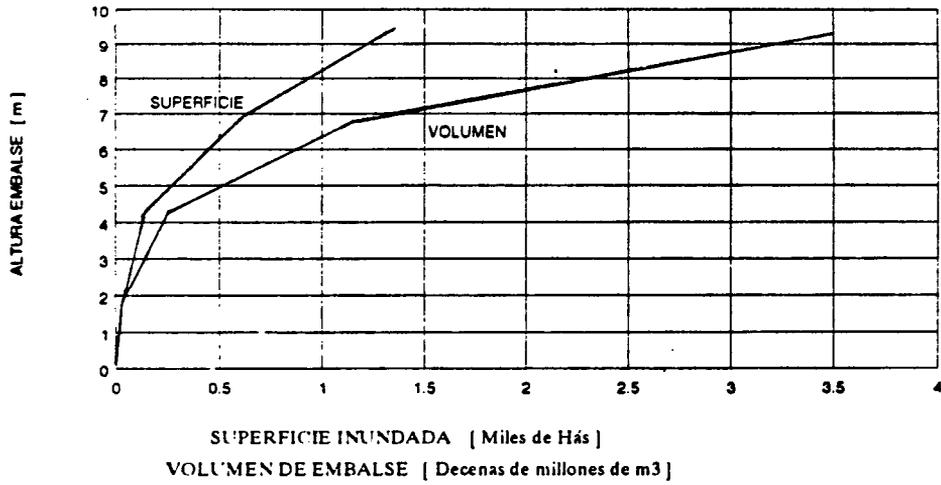
EMBALSE CHANGARAL ALTO

6.1.1.31

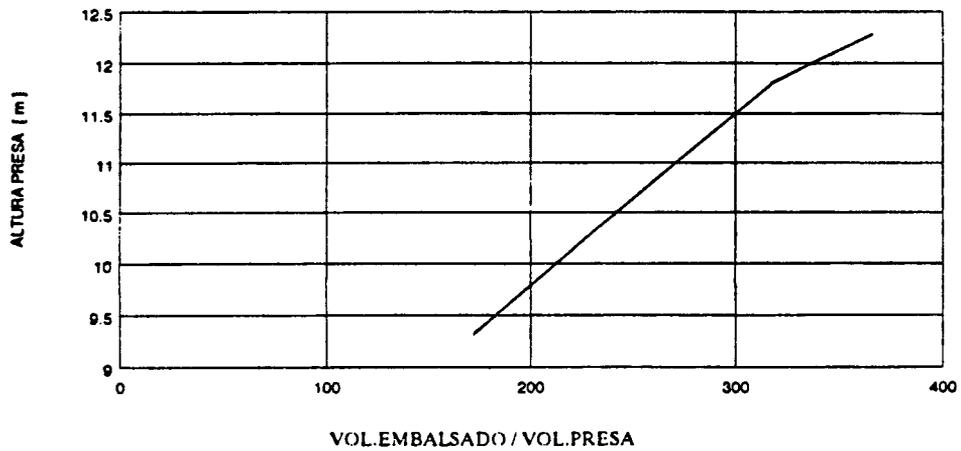
VOLUMEN DE PRESA



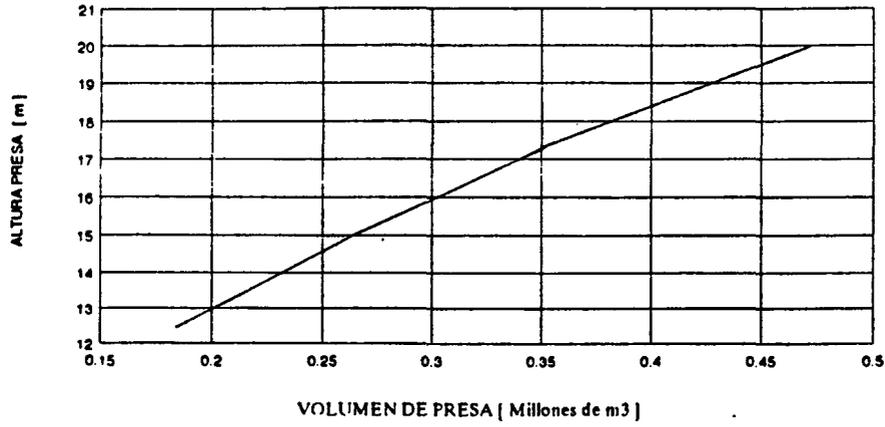
CURVA DE EMBALSE



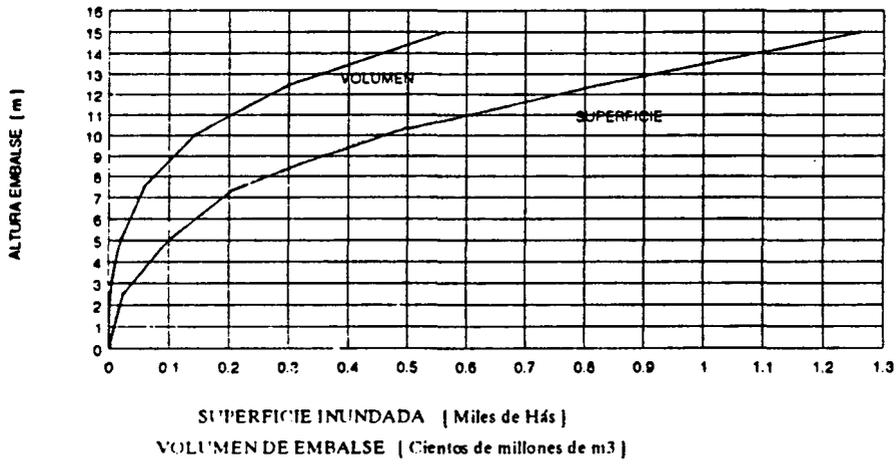
RELACION VOLEMBALSADO / VOLPRESA



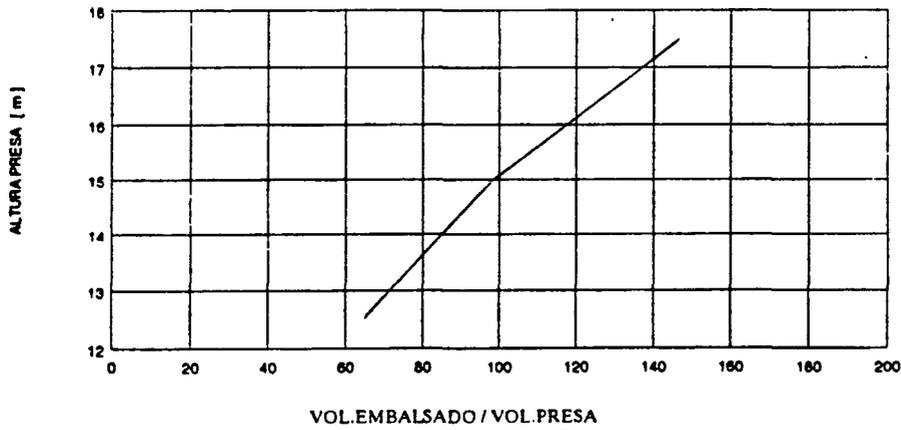
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



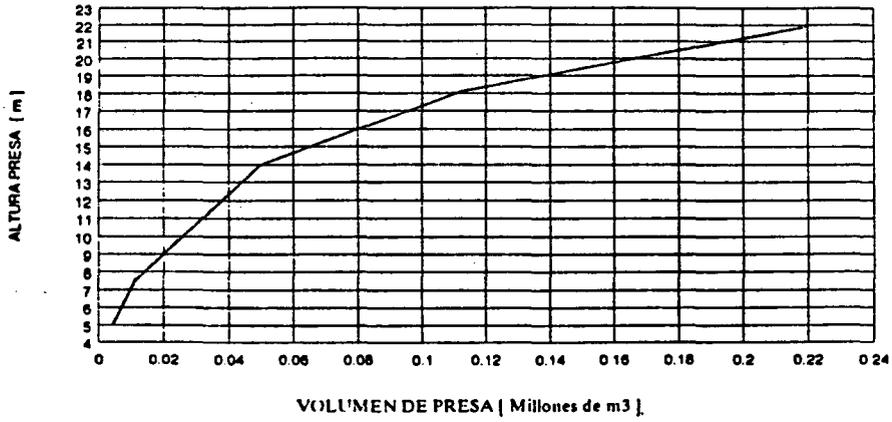
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



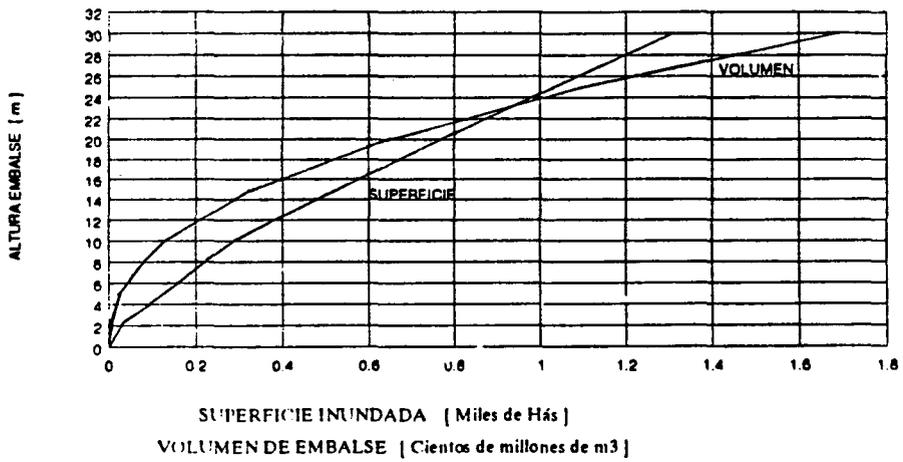
EMBALSE PUYAMAVIDA

6.1.1.33

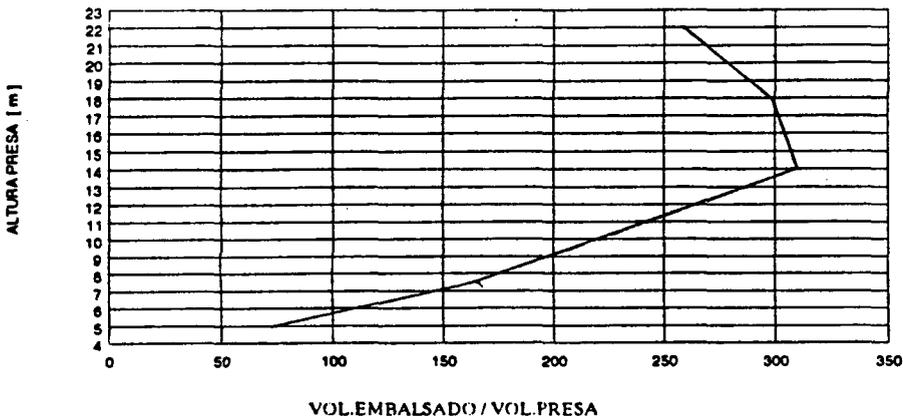
VOLUMEN DE PRESA



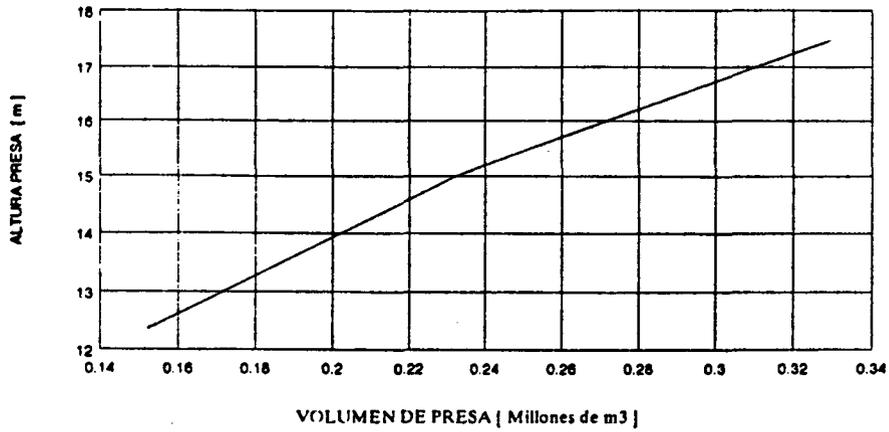
CURVA DE EMBALSE



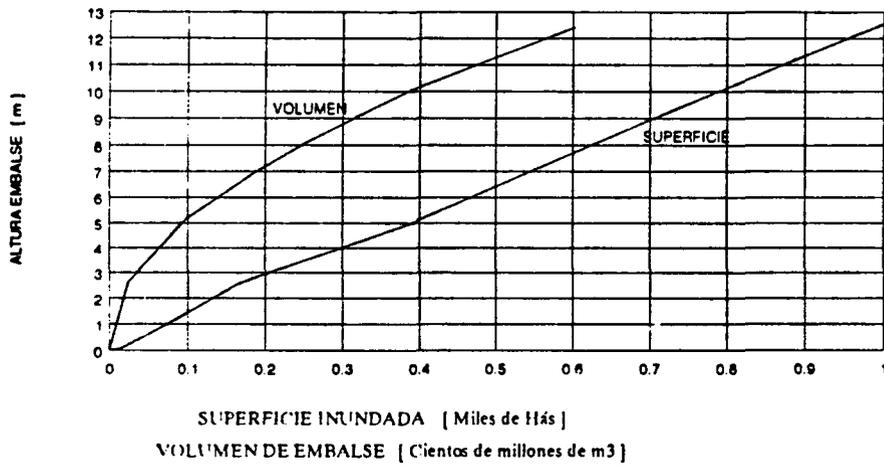
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



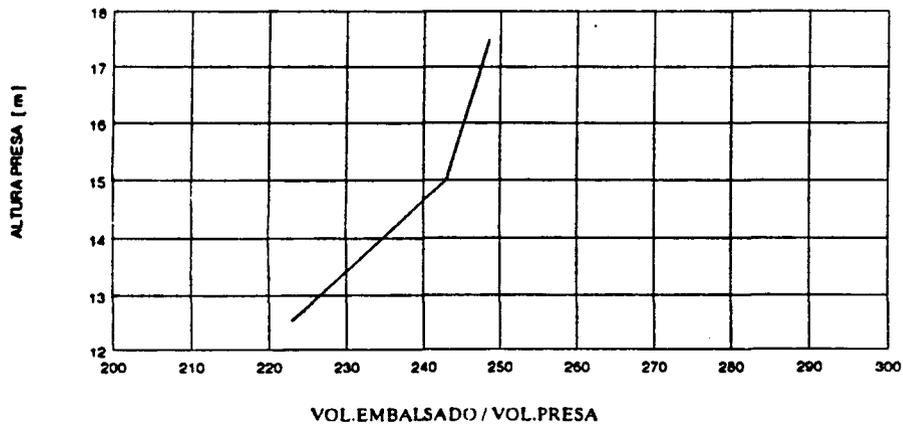
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



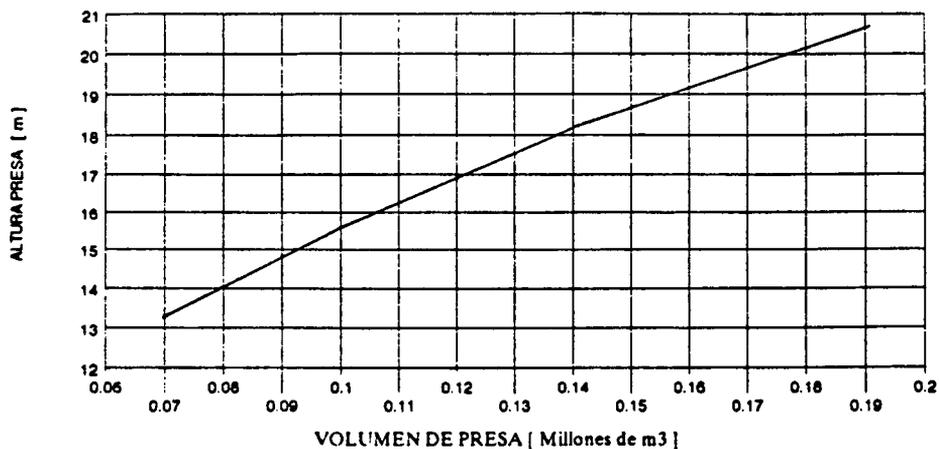
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



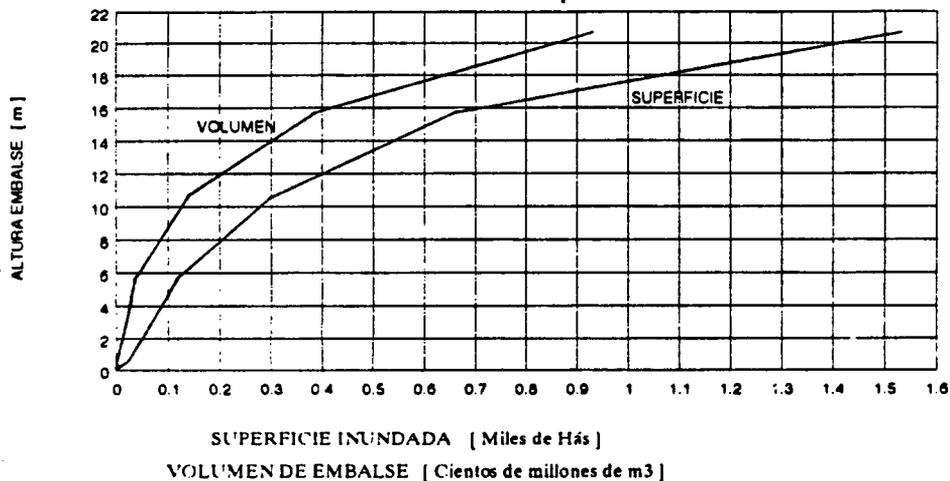
EMBALSE LONQUEN BAJO

6.1.1.35

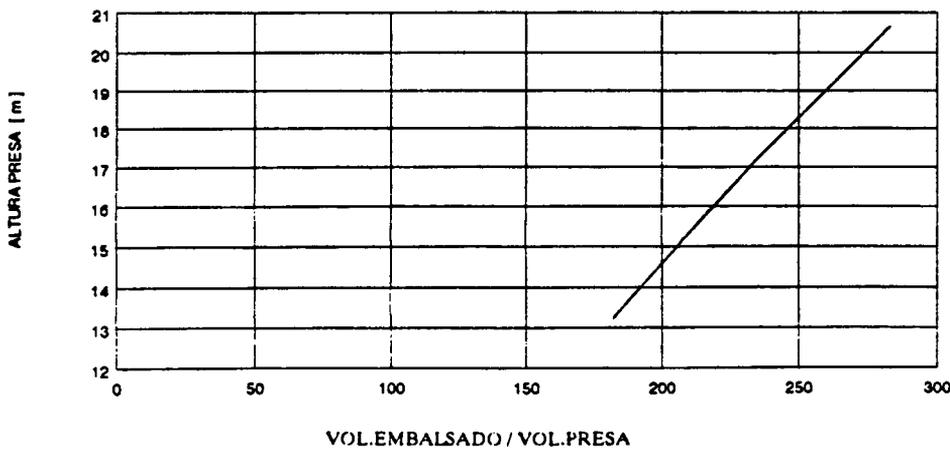
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



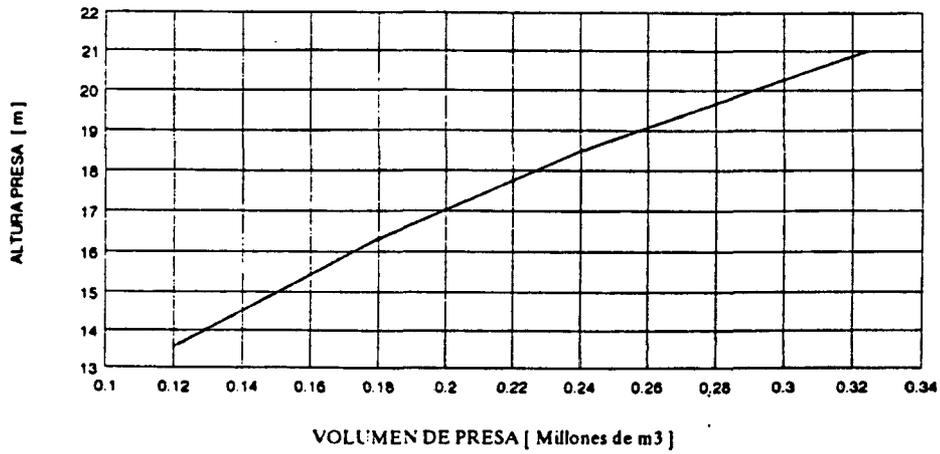
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



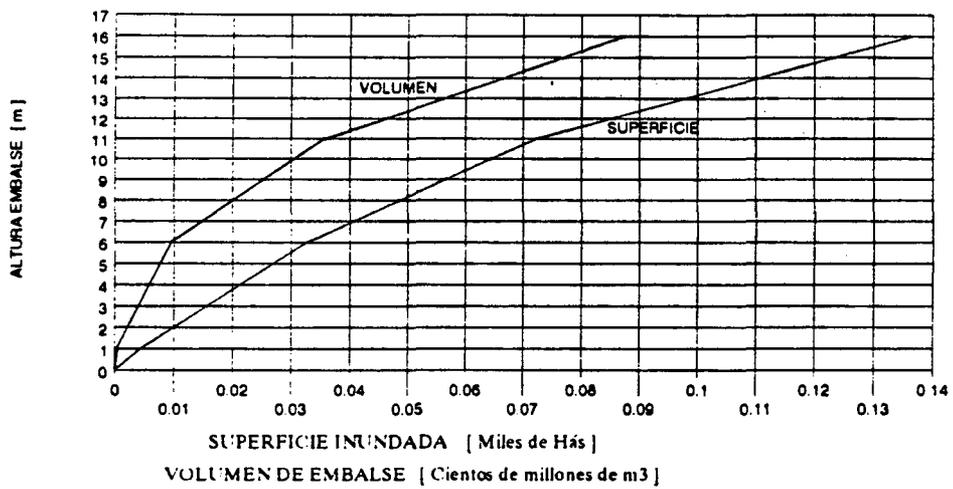
EMBALSE PAPANO

6.1.1.36

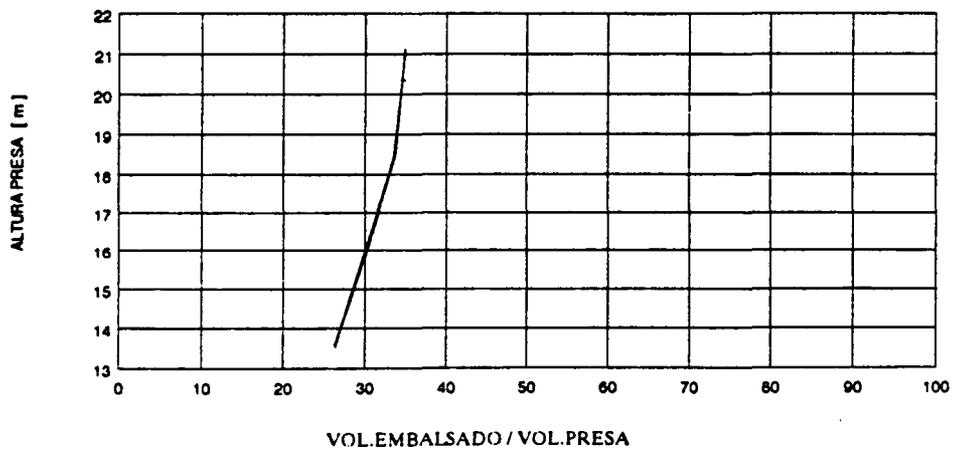
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



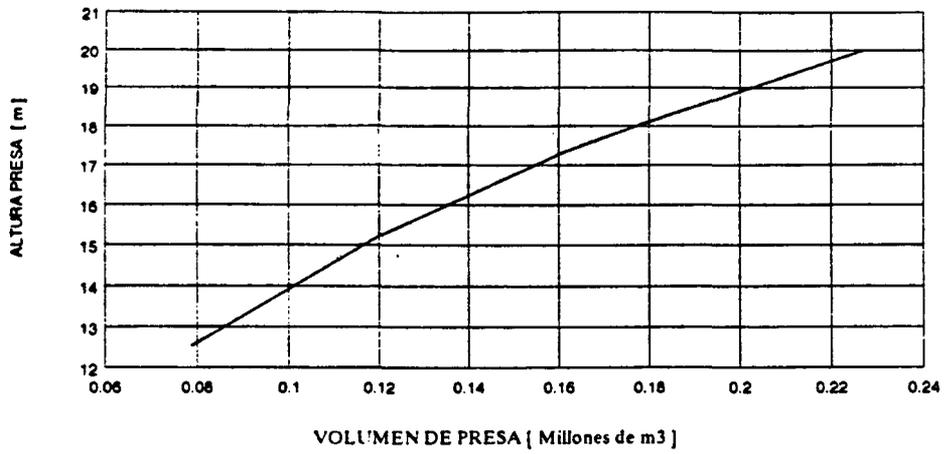
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA.



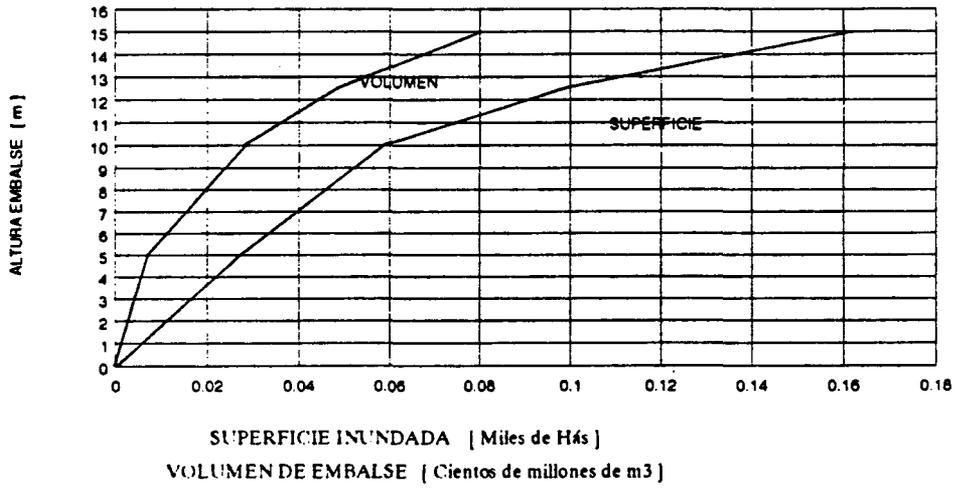
EMBALSE CHUDAL

6.1.1.37

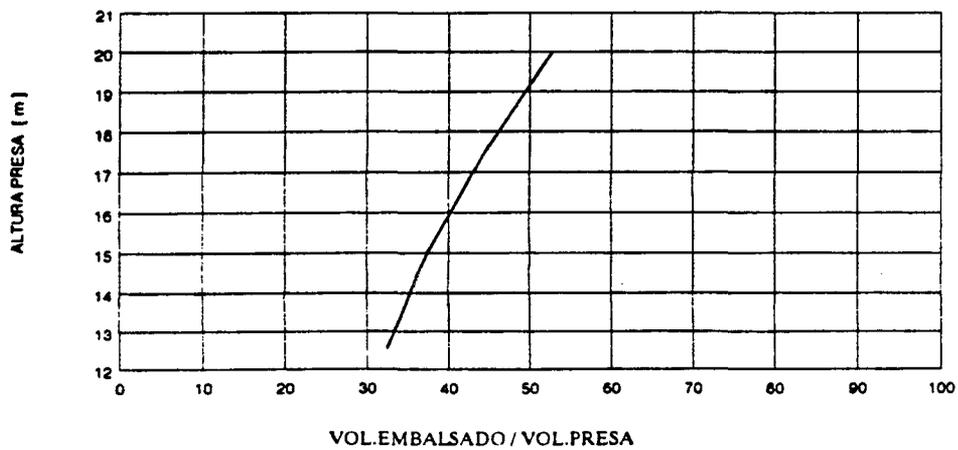
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



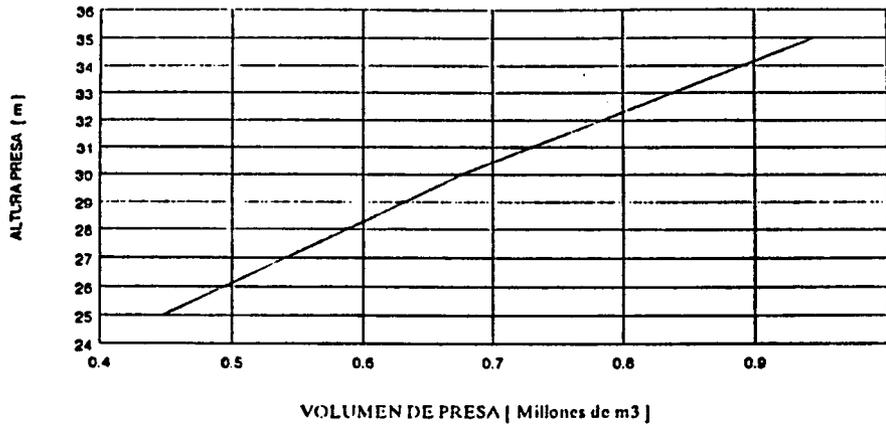
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



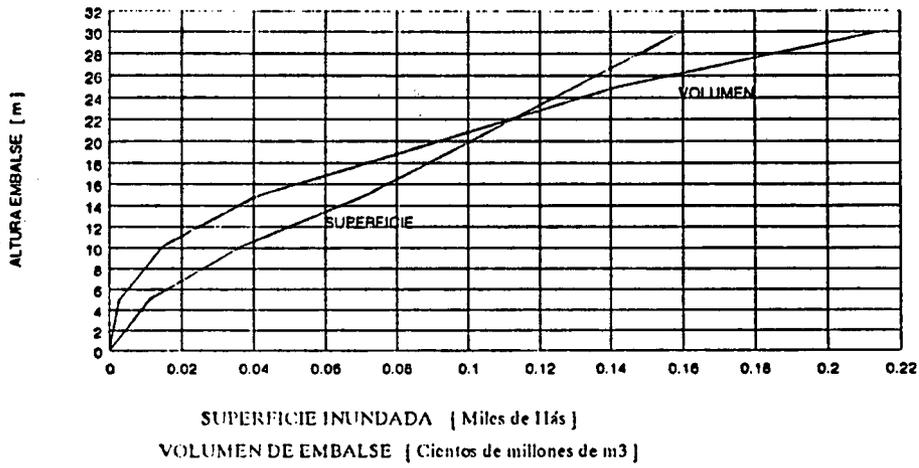
EMBALSE RANQUIL

6.1.1.38

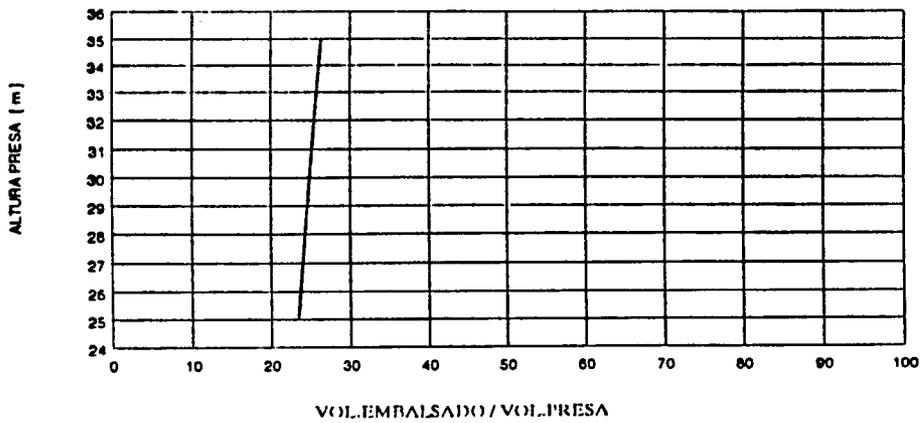
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



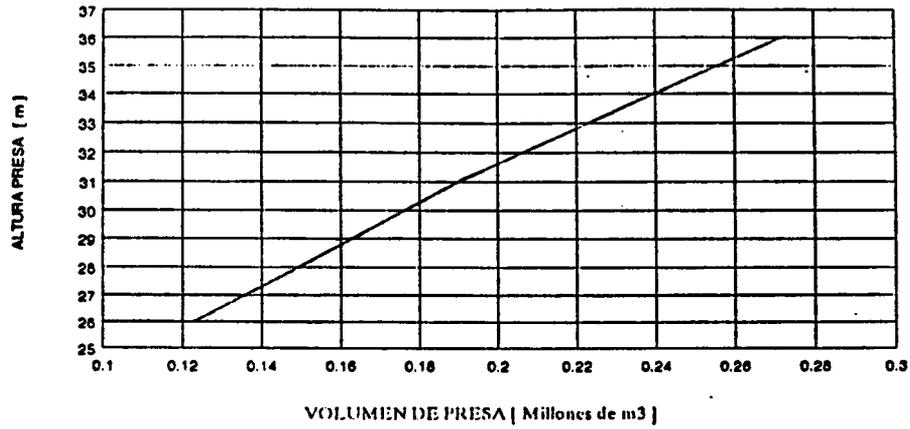
RELACION VOLEMBALSADO/VOLPRESA



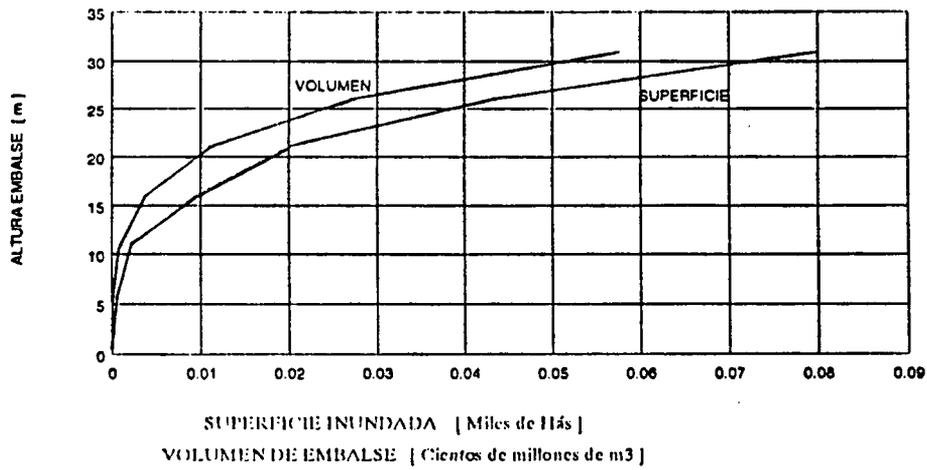
EMBALSE GUARILIHUE

6.1.1.39

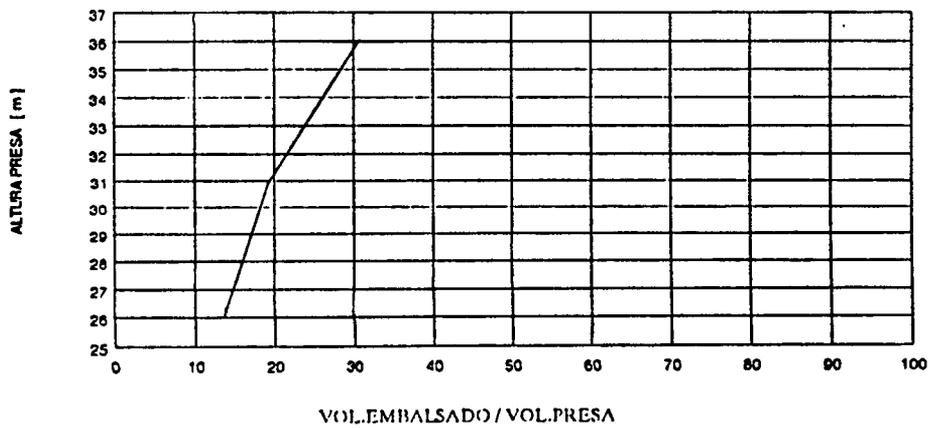
VOLUMEN DE PRESA



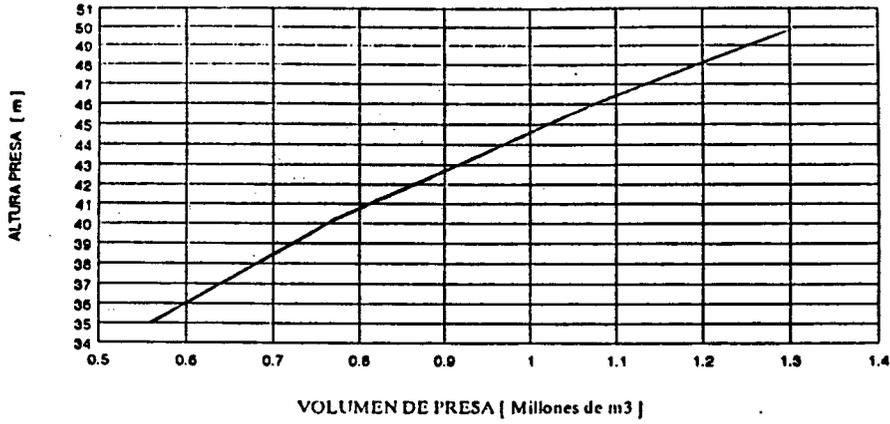
CURVA DE EMBALSE



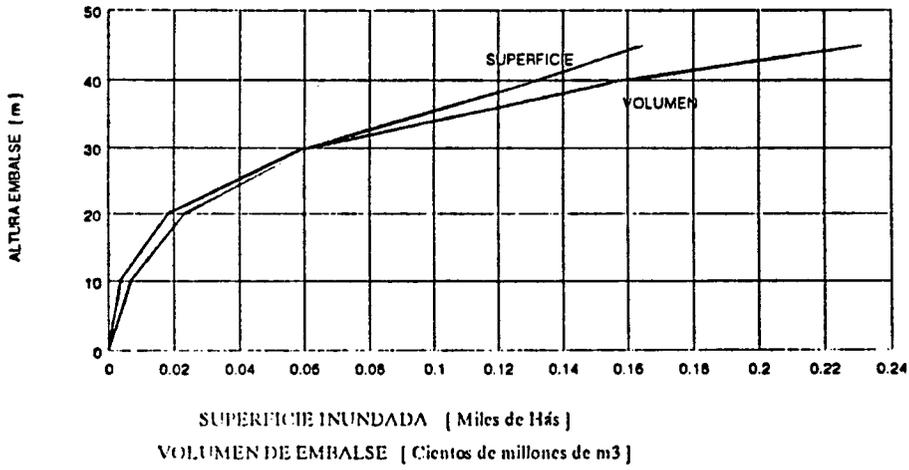
RELACION VOLEMBALSADO / VOLPRESA



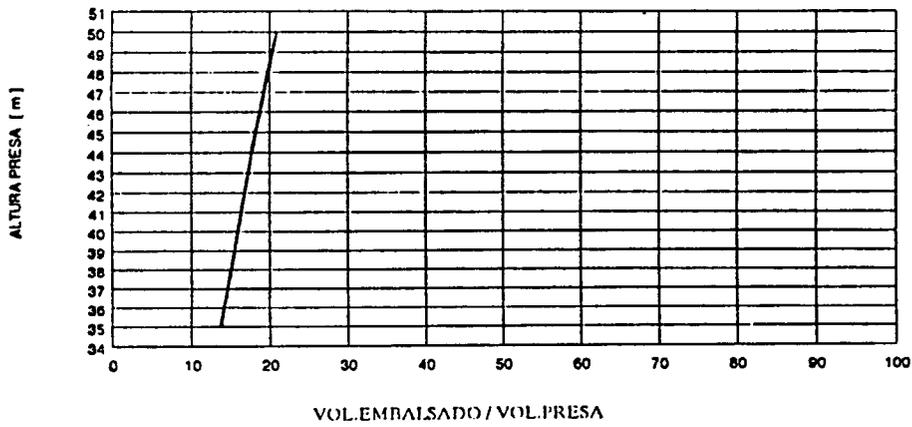
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



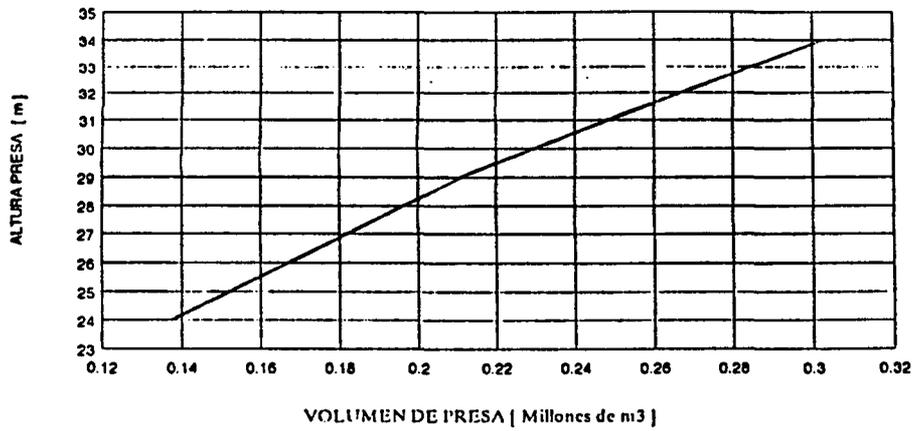
RELACION VOLEMBALSADO/VOLPRESA



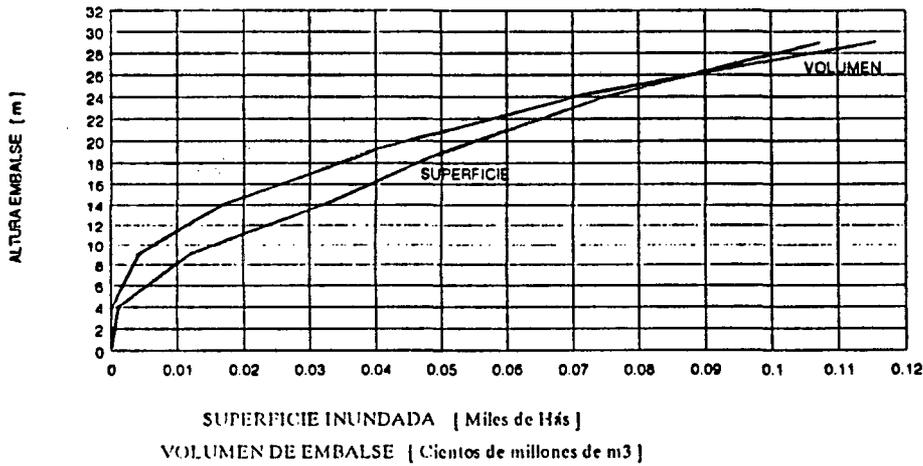
EMBALSE QUILTEU

6.1.1.41

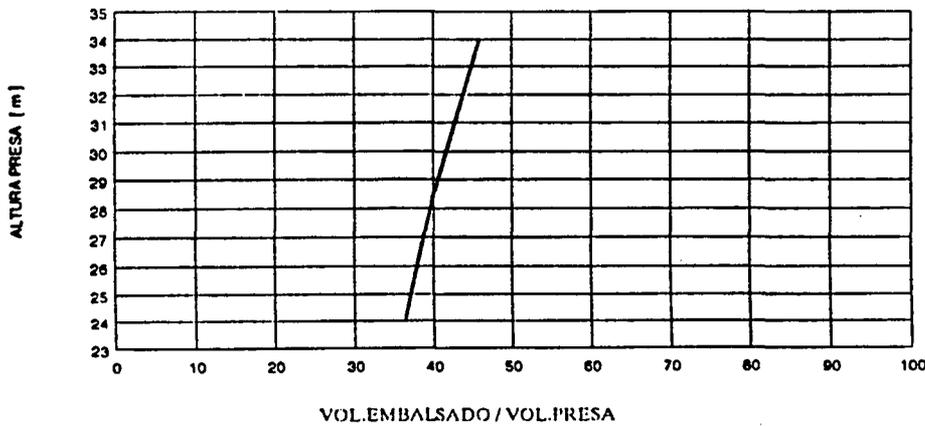
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



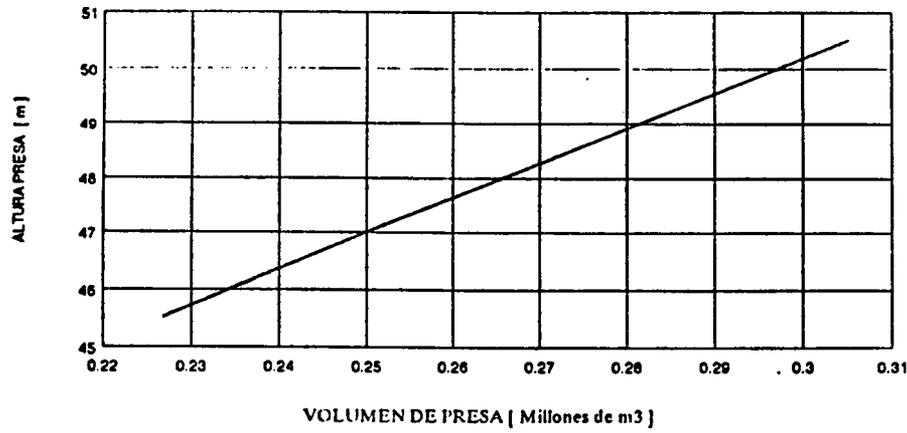
RELACION VOL.EMBALSADO / VOL.PRESA



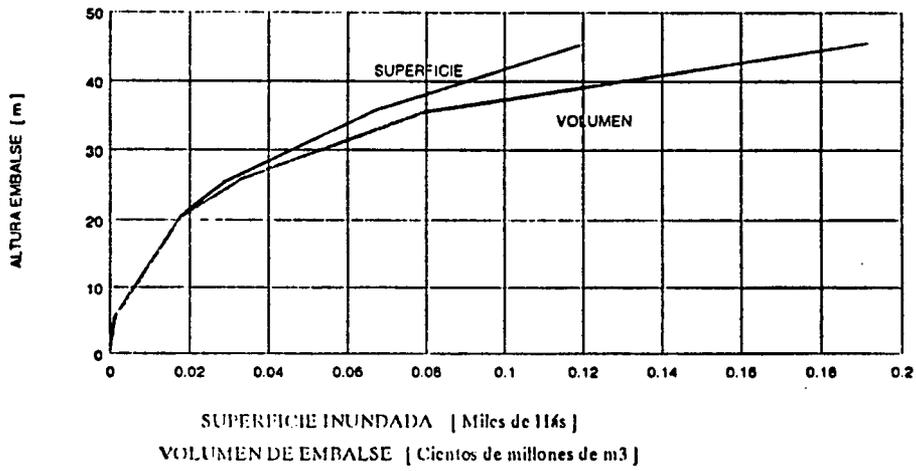
EMBALSE PINGUERAL

6.1.1.42

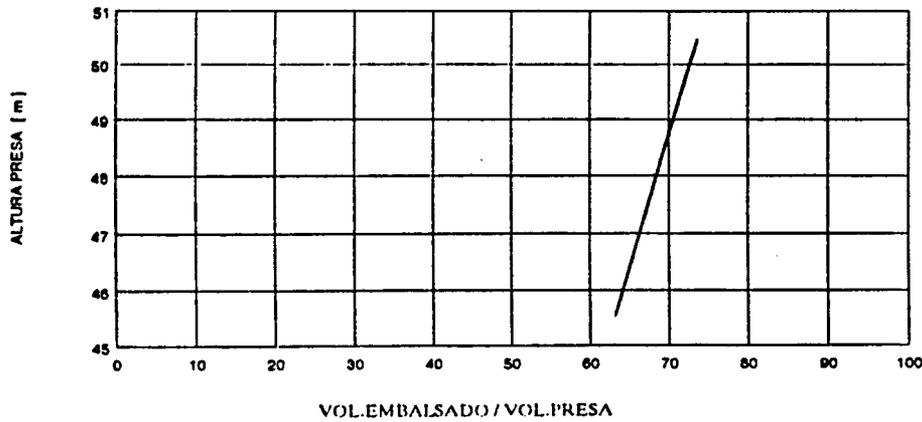
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



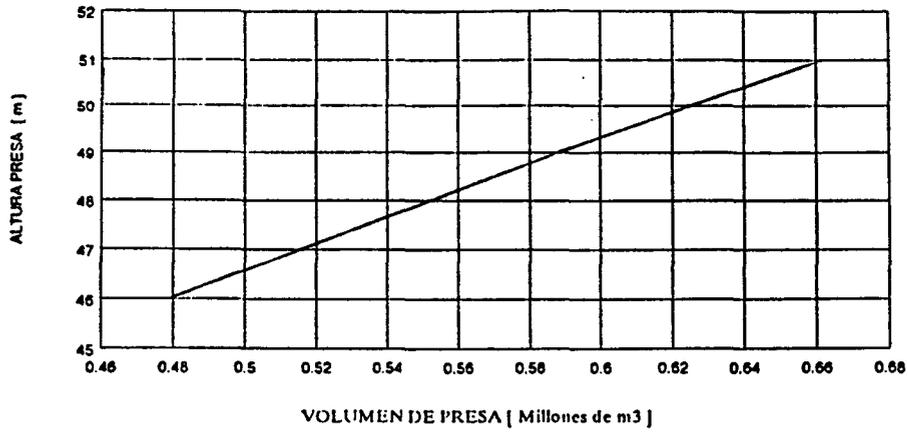
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



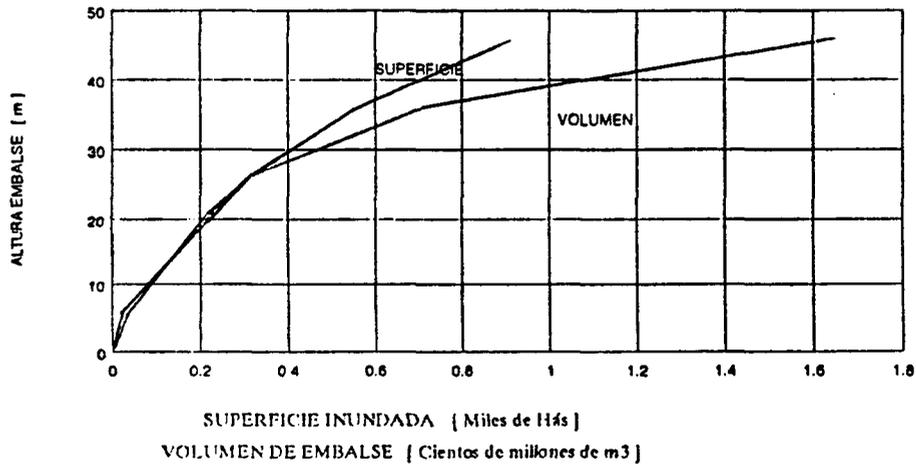
EMBALSE ANDALIEN

6.1.1.43

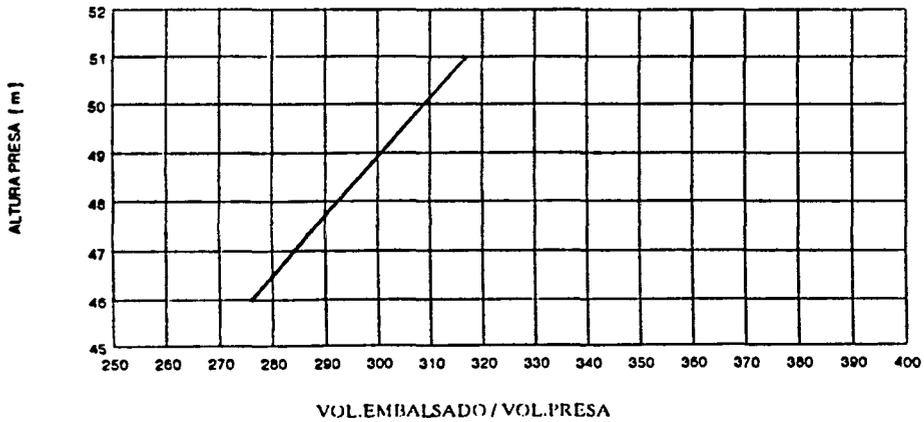
VOLUMEN DE PRESA



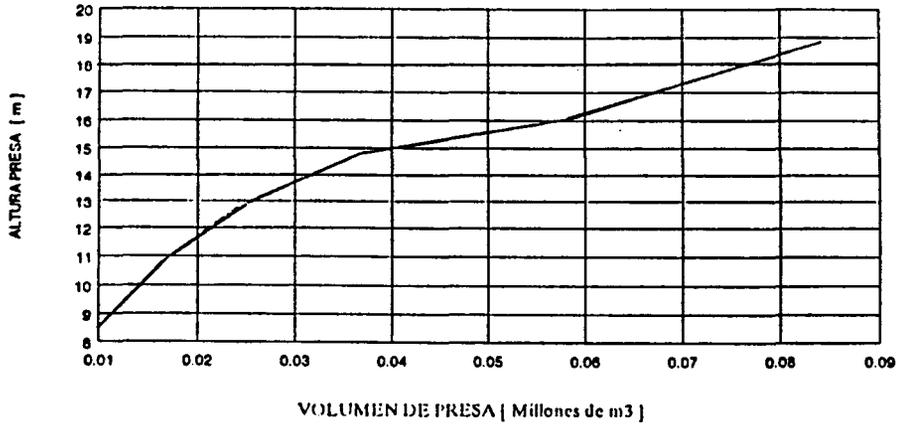
CURVA DE EMBALSE



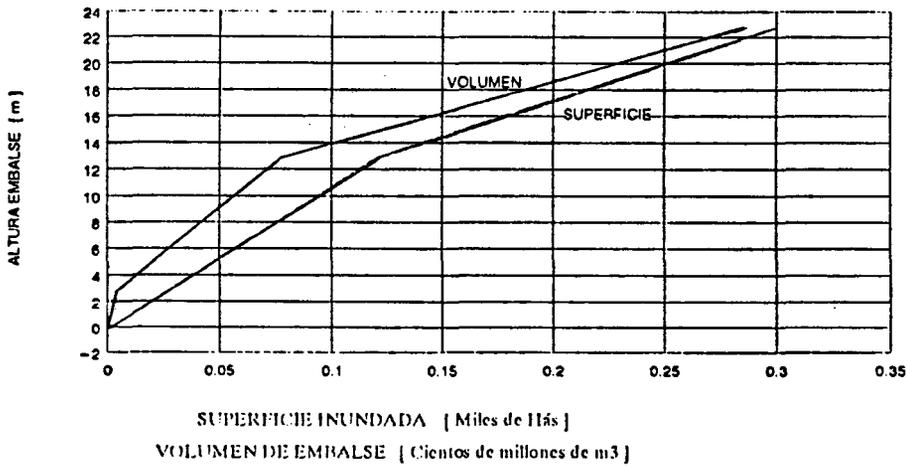
RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



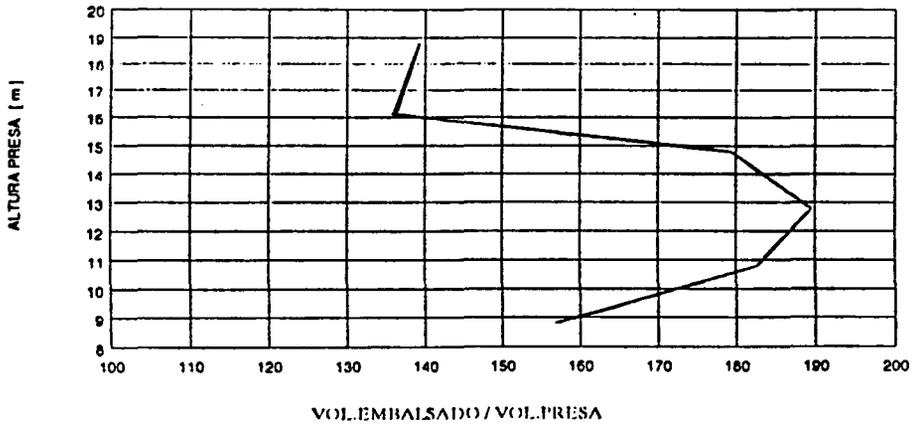
VOLUMEN DE PRESA



CURVA DE EMBALSE



RELACION VOLEMBALSADO / VOL.PRESA



3.2 Listas de Embalses con sus Características

Para poder tener una visión de conjunto se confeccionó la lista de los embalses con sus características. Esto se hizo para cada uno de los sectores considerados en el estudio.

Con este objeto se escogió para cada embalse una altura única de presa.

Esta altura fue determinada de acuerdo a los siguientes criterios.

- Se han considerado las alturas de presas recomendadas por la Dirección de Riego en aquellas presas estudiadas por esta Dirección y siempre que la altura no fuera limitada por condiciones topográficas.
- Cuando las características topográficas limitan la altura de la presa, se ha analizado la presa de mayor altura siempre que esté dentro del rango susceptible de ser utilizada.
- En algunos casos, se ha seleccionado la altura de presa teniendo presente que los antecedentes topográficos son limitados. Es el caso de algunas presas ubicadas en los afluentes del río Itata aguas abajo de la confluencia del río Larqui en la que los planos están ejecutados sólo hasta la cota 100 m.s.n.m.
- Se ha considerado la presa más alta compatible con otros usos del agua en aquellos casos en que éstos existen o si hay derechos constituidos. Es el caso de los embalses La Culebra y Los Monos cuyas altura máxima de la presa está limitada por la cota de descarga de la central Nuble de CGEI.
- En las escasas situaciones en que los criterios anteriores no sirvieron para seleccionar la altura de la presa, se eligió una altura que se estimó podría ser la más conveniente.

Todos los embalses obtenidos se muestran con sus características en los cuadros N° 1, 2, 3 y 4, en los que se los ha separado de acuerdo a la sectorización que se ha realizado para la ejecución de este informe.

Se recalca que el motivo de incluir estas listas con los embalses con una sola altura tiene por objeto sólo tener una visión de conjunto.

6.1.1.46

CUADRO N°1

RESUMEN DE EMBALSES DE ALTA CORDILLERA

Embalse	Cota Embalse (m)	Cota Presa (m)	Altura Presa (m)	Volumen Embalse Ve (mill.m3)	Superficie Inundada (has)	Volumen Presa Vp (mill.m3)	Ve/Vp
Punilla 1	760	765	107.0	471.500	1418	14.270	33.0
Punilla 1	780	785	127.0	807.600	1896	21.460	37.6
Punilla 1	800	805	147.0	1236.450	2413	29.800	41.5
Punilla 2	760	765	119.5	595.050	1594	9.060	65.7
Punilla 2	780	785	139.5	967.950	2088	13.830	70.0
Punilla 2	800	805	160.0	1437.150	2626	20.170	71.3
Punilla 3	760	765	135.0	719.850	1777	16.700	43.1
Punilla 3	780	785	155.0	1132.300	2302	23.730	47.7
Punilla 3	800	805	175.0	1647.850	2881	32.540	50.6

6.1.1.47

CUADRO N°2

RESUMEN DE EMBALSES DE PRECORDILLERA Y VALLE CENTRAL

Embalse	Cota Embalse (m)	Cota Presa (m)	Altura Presa (m)	Volumen Embalse Ve (mill.m3)	Superficie Inundada (has)	Volumen Presa Vp (mill.m3)	Ve/Vp
La Culebra	430	435	79.0	456.040	1789	8.230	55.4
Los Monos	430	435	92.5	655.63	2162	10.697	61.3
San Fabián	415	420	27.5	10.97	206	0.585	18.8
Bureo	530	535	50.0	29.090	152	0.890	32.7
Cato 1	420	425	138.0	337.100	700	17.190	19.6
Cato 2	540	545	129.0	162.200	384	8.465	19.2
Niblinto 1	480	485	142.0	296.800	516	20.810	14.3
Niblinto 2	560	565	160.0	282.550	504	15.500	18.2
Miraflores	295	300	18.5	2.590	52	0.104	24.9
Kaiser	380	382	42.5	29.227	207	1.312	22.3
Esperanza	540	545	85.0	85.580	252	5.004	17.1
El Cardal	295	300	27.0	4.063	66	0.248	16.4
Boyén Alto	180	185	51.0	17.005	106	1.463	11.6
Boyén Bajo	150	155	37.6	73.720	427	1.279	57.6
Lluanco	150	155	41.0	25.615	198	0.769	33.3
Quilmo	110	115	26.5	41.250	390	0.647	63.8
Changaral Alto	125	130	14.3	35.040	1305	0.135	259.6
Changaral Bajo	110	115	20.0	56.230	1261	0.473	118.9

6.1.1.48

CUADRO N°3

RESUMEN DE EMBALSES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA

Embalse	Cota Embalse (m)	Cota Presa (m)	Altura Presa (m)	Volumen Embalse Ve (mill.m3)	Superficie Inundada (has)	Volumen Presa Vp (mill.m3)	Ve/Vp
Puyamávida	95	100	10.0	2.444	127	0.025	98.2
Lonquén Alto	90	95	17.5	60.774	998	0.333	182.5
Lonquén Bajo	65	70	20.7	38.369	661	0.191	200.9
Papano	60	65	21.0	8.760	136	0.324	27.0
Chudal	70	75	20.0	8.060	163	0.227	35.5
Ranquil	95	100	35.0	21.460	160	0.945	22.7
Guarilihue	95	100	36.0	5.780	80	0.272	21.3
Chorrillos	95	100	50.0	23.150	165	1.309	17.7
Quilteu	95	100	34.0	11.590	108	0.303	38.3

6.1.1.49

CUADRO N°4

RESUMEN DE EMBALSES DE INTERFLUVIOS COSTEROS

Embalse	Cota Embalse (m)	Cota Presa (m)	Altura Presa (m)	Volumen Embalse Ve (mill.m3)	Superficie Inundada (has)	Volumen Presa Vp (mill.m3)	Ve/Vp
Pingueral	100	105	50.5	19.130	121	0.305	62.7
Andalién 1	100	105	51.0	165.163	920	0.662	249.5
Andalién 2	100	105	32.0	41.469	325	0.367	113.0

6.1.1.50

3.3 Preselección de Posibilidades de Embalse

3.3.a. Criterios para ejecutar la preselección

Se ha realizado una preselección de los embalses incluidos en las listas del punto anterior.

Esta preselección ha sido ejecutada de acuerdo a los siguientes criterios:

- Se ha considerado principalmente la relación volumen embalse/volumen presa, V_e/V_p , especialmente en aquellos casos en los que existen varias alternativas de ubicación de presa para un mismo embalse.

Con el objeto de poder comparar se ha confeccionado la siguiente tabla de calificación de las relaciones V_e/V_p :

$V_e/V_p < 20$	Mala
$20 < V_e/V_p < 50$	Regular
$50 < V_e/V_p < 100$	Buena
$100 < V_e/V_p$	Muy buena

- En general, se han seleccionado aquellos embalses que cuentan con recursos hidráulicos propios.
- Se han elegido aquellos embalses que según los antecedentes topográficos poseen aguas abajo una buena zona de riego potencial.
- Se han eliminado en esta selección aquellos embalses cuya ejecución signifique la destrucción de obras de infraestructura importantes.

3.3.b. Embalses de Alta Cordillera

Anteriormente se ha expuesto que en este sector se ha encontrado un solo embalse que se puede realizar ubicando la presa en tres diferentes alternativas de angosturas. La mejor de éstas corresponden a la denominada Punilla 2 pues sus relaciones V_e/V_p son muy superiores a las correspondientes a las de Punilla 1 y Punilla 3. Además en la angostura Punilla 2, la Dirección de Riego ha ejecutado prospecciones y estudios geológicos que recomiendan continuar con su estudio.

6.1.1.51

Este embalse se observa como el mejor para ser construido, puesto que permite un desarrollo integral de la parte de la cuenca del río Itata considerada en este estudio y no inunda terrenos agrícolas.

3.3.c. Embalses de Precordillera y Valle Central

En esta zona se ha realizado la primera selección escogiendo los siguientes embalses: La Culebra, Los Monos, San Fabián, Cato 1, Niblinto 2, Kaiser, Miraflores, Boyén Bajo, Quilmo, Esperanza, El Cardal, Changaral Alto y Changaral Bajo.

A continuación se describen las razones por las que se han descartado los otros embalses incluidos en el catastro.

El embalse Bureo, posee una relación V_e/V_p regular y un aporte hidráulico bastante inferior al correspondiente a los embalses del río Cato, que son alternativos de él, pues la cuenca aportante es de sólo 15 km². Podría ser alimentado con aguas del río Cato mediante la ejecución de un túnel de unos 12 km. Por otra parte, el volumen de embalse considerado es muy pequeño, inferior a 30 millones de m³. Por las razones expuestas este embalse ha sido descartado.

En los embalses del río Cato, se ha seleccionado el denominado Cato 1 pues posee una relación V_e/V_p levemente superior a la del embalse Cato 2 y tiene un volumen de embalse bastante mayor. Además se encuentra unos 9 kilómetros aguas abajo del Cato 2, es decir bastante más próximo al Valle Central.

El río Niblinto aporta parte de sus aguas al embalse Coihueco (hasta 2,5 m³/s), por lo tanto en este río se pueden usar actualmente sólo los excedentes de invierno. En estas condiciones se limita bastante la capacidad del posible embalse, pero pese a ello es aún conveniente seguir su análisis. Entre los dos embalses considerados en este río, se seleccionó el Niblinto 2 pues posee una mejor relación V_e/V_p que el Niblinto 1.

Los embalses Boyén Bajo, Boyén Alto y El Cardal son alternativos. Entre estos tres embalses, se ha descartado el Boyén Alto pues su relación V_e/V_p es mala y muy inferior a la de los otros dos embalses.

Los embalses Lluanco y Quilmo también son alternativos. Entre ambos se seleccionó el segundo por tener una mayor relación V_e/V_p y por tener una mayor capacidad de embalse. Como este embalse inunda una gran superficie de tierras agrícolas, el embalse Lluanco es una buena alternativa si por esta razón en una etapa más avanzada de selección se decide descartar el

6.1.1.52

embalse Quilmo. La relación V_e/V_p del embalse Lluanco es regular y su volumen de embalse de unos 25.000.000 m³.

3.3.d. Embalses Ubicados en la Cordillera de la Costa

Los embalses ubicados en este sector corresponden a sistemas independientes que no pueden ser integrados a un sistema de embalses, como en el caso de los ubicados en el Valle Central. En este capítulo se entrega la información recogida hasta la fecha en relación a estos embalses. En una etapa posterior se complementará esta información, si fuese necesario.

En todo caso, estos embalses que son de pequeña magnitud y tienen un área agrícola de influencia de reducida extensión, no constituyen elementos gravitantes en la definición de las obras que tomarán parte del desarrollo integral de la cuenca del río Itata.

Los embalses Lonquén Alto, Lonquén Bajo y Puyamávida están ubicados en la cuenca del río Lonquén. La relación V_e/V_p de los dos primeros embalses es muy buena según la clasificación efectuada mientras que la del embalse Puyamávida es buena. El embalse Lonquén Bajo está ubicado en la parte baja del río y hacia aguas abajo de él no existen zonas agrícolas. Esto permite descartar este embalse a priori. En cuanto al embalse Lonquén Alto, cuya angostura se ubica unos tres kilómetros al oriente de Ninhue, este inunda buenos suelos agrícolas e incluso viñas, lo que también permite descartarlo a priori. En relación con el embalse Puyamávida, se informará más en detalle en este mismo informe, más adelante.

- Embalse Papano

El embalse Papano se encuentra ubicado en el río homónimo, tiene un volumen máximo de 8,7 millones de m³ y un volumen de aguas muertas de 0,54 millones de m³.

La zona susceptible de ser regada con este embalse asciende a 272 hás y para ello se requeriría, a nivel de predio, un volumen anual de 3,8 millones de m³ y a nivel de embalse de 4,5 millones de m³.

Por otra parte con un área aportante de 23,6 km² y una producción específica de 15,5 l/s/km² se obtendría un caudal medio anual de 0,37 m³/s que aportaría un volumen anual de 11,7 millones de m³.

6.1.1.53

- Embalse Chudal

El embalse Chudal también se encuentra ubicado en el río del mismo nombre. Tiene un volumen máximo superior a 8 millones de m^3 y un volumen de aguas muertas de 1,3 millones de m^3 .

La zona susceptible de ser regada con este embalse asciende a 783 há y para ello se demandaría anualmente a nivel de predio de un volumen de 11 millones de m^3 y a nivel de embalse de 12,95 millones m^3 .

El área aportante a este embalse es de 57,8 km^2 y con una producción específica de 15,5 $l/s/km^2$ se obtiene un caudal medio anual de 0,9 m^3/s que aporta un volumen anual de 28,4 millones de m^3 . En esta zona existe actualmente un embalse que debe ser considerado cuando se realice el análisis de la conveniencia de construir el embalse Chudal.

- Embalse Ranquil

El embalse Ranquil ubicado en el estero homónimo afluente del río Pirihuín tiene un volumen máximo de 21,5 millones de m^3 y un volumen de aguas muertas de 0,7 millones de m^3 .

La zona susceptible de ser regada con este embalse asciende a 653 há y para ello se demanda anualmente a nivel de predio un volumen de 9,14 millones de m^3 y a nivel de embalse de 10,75 millones de m^3 .

Por otra parte con un área aportante de 31,6 km^2 y una producción específica de 22,5 $l/s/km^2$ se obtiene un caudal medio anual de 0,71 m^3/s que aporta un volumen anual de 22,3 millones de m^3 .

- Embalses del río Coelemu

Los embalses Chorrillos y Guarilhue están ubicados en los esteros homónimos afluentes del río Coelemu. La superficie susceptible de ser regada con estos embalses asciende a 670 há y se necesita a nivel de predio un volumen de 9,4 millones de m^3 y a nivel de embalse de 11,1 millones de m^3 .

El embalse Guarilhue puede embalsar unos 5,8 millones de m^3 y tiene un volumen muerto de 0,54 millones de m^3 mientras el embalse Chorrillos puede embalsar unos 23 millones de m^3 y tiene un volumen de aguas muertas de 0,26 millones de m^3 .

El embalse Guarilhue tiene un área aportante de 23,5 km^2 y considerando la producción específica de 19,4 $l/s/km^2$ se obtiene un caudal medio anual de 0,46 m^3/s que aporta un volumen anual

6.1.1.54

de 14,5 millones de m³. El embalse Chorrillos tiene un área aportante de 11,2 km² y considerando la producción específica de 19,4 l/s/km² se obtiene un caudal de 0,22 m³/s que aporta un volumen anual de 6,9 millones de m³. Es conveniente analizar en la futura etapa si es factible construir una presa de mayor altura en el embalse Guarilhue.

- Embalse Quilteu

El embalse Quilteu ubicado en el estero homónimo, tiene una relación Ve/Vp regular. En este valle no existen zonas de riego, motivo por el cual este embalse ha sido descartado.

1.3.3.e. Embalses Ubicados en los Interfluvios Costeros

En los interfluvios costeros existen muy pocas áreas de riego. Estas se pueden asociar sólo a los ríos Andalién y Pingueral y al estero Coliumo.

- Embalse Andalién 2.

En el río Andalién existen 1.131 háts de riego que requieren a nivel de predio un volumen de agua de 15,8 millones de m³ y a nivel de embalse 18,6 millones de m³. El embalse Andalién 2, seleccionado por no inundar el camino Bulnes - Concepción, tiene una capacidad de 41,5 millones de m³ y un volumen de aguas muertas de 4.4 millones de m³. Más adelante, en este mismo informe se proporcionará más detalles sobre este embalse.

- Embalse Pingueral

En el río Pingueral existen 136 háts de riego que requieren a nivel de predio un volumen de agua de 1,9 millones de m³ y a nivel de embalse 2,2 millones de m³.

El embalse Pingueral analizado tiene una capacidad de 19,1 millones de m³ y un volumen de aguas muertas de 2.4 millones de m³.

Por otra parte el embalse Pingueral tiene una área aportante de 211 km² y considerando la producción específica de 22,6 l/s/km² se obtiene un caudal medio anual de 4,75 m³/s que aporta un volumen anual de 150 millones de m³.

4 VISITA A TERRENO

Una vez realizado el catastro general de embalses y después de haber preseleccionado los mas importantes desde el punto de vista del riego, se efectuó una visita a terreno durante la última semana del mes de abril de 1992. En esta visita partici-

6.1.1.55

paron los ingenieros señores Gustavo Benavente, Jorge Bravo, Rodolfo Bennewitz y Eugenio Garcés.

Aún cuando las condiciones climáticas en esos días no fueron satisfactorias, se lograron visitar las angosturas donde se podrían proyectar las presas de los siguientes embalses identificados en los puntos anteriores:

- Embalse Punilla
- Embalse La Culebra
- Embalse Cato 1
- Embalse Niblinto 2
- Embalse Kaiser
- Embalse Miraflores
- Embalse Boyén Bajo
- Embalse Quilmo
- Embalse Esperanza
- Embalse El Cardal
- Embalse Changaral Alto
- Embalse Changaral Bajo
- Embalse Puyamávida
- Embalse Andalién 1

Las observaciones técnicas recogidas en la visita se indican en el punto 1.5. de este informe, correspondiente al análisis de las posibilidades de embalses preseleccionados.

En este análisis se vió la conveniencia de realizar una segunda visita al terreno, que se haría en una fecha próxima. En esta segunda visita se aclararían algunos aspectos técnicos que quedan pendientes y se incluiría la presencia de un geólogo con el fin de obtener nuevos antecedentes geotécnicos que servirán de base para formular el programa de las prospecciones que se ejecutarían en las presas seleccionadas, y que aparecen como las mas promisorias.

6.1.1.56

5 ANALISIS INDIVIDUAL DE LAS POSIBILIDADES PRESELECCIONADAS

5.1 Embalse Punilla

5.1.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la parte superior de la cuenca del río Ñuble y su presa se implantaría en la angostura existente en este río unos 3 kilómetros aguas abajo de su confluencia con el río Los Sauces.

5.1.b. Accesos e Infraestructura Existente

Hasta la zona de presa se puede llegar mediante un camino con agregados pétreos de unos 70 km de largo que parte de San Carlos. El pueblo más cercano es San Fabián de Alico que está ubicado a unos 30 km de la angostura, él que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.1.c. Hidrología

La información hidrológica existente en la actualidad es muy completa y ha sido elaborada para la Comisión Nacional de Riego por la firma PROITATA en el año 1992. En el cuadro N° 5 se incluye la estadística de caudales afluentes al embalse.

5.1.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto. (Planos 15-10, 15-11, 15-12, 15-13, 15-14 y 16-11).

5.1.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

La presa del Embalse Punilla, se dispondría en una zona del río Ñuble donde el valle presenta un angostamiento, quedando su piso con un ancho del orden de los 100 m, limitado por laderas de pendiente fuerte, que en el flanco izquierdo se levanta 170 m sobre el lecho del río y en el flanco derecho dicha altura supera los 500 m.

Este valle, en la zona de la presa, ha sido excavado en rocas de la Formación Curamallín del Eoceno, donde predominan las tobas y brechas, las que en general se presentan poco alteradas pero fracturadas y que están parcialmente cubiertas por rellenos cuaternarios de origen aluvial y escombros de falda.

6.1.1.57

En el lecho del río, se observa un par de afloramientos de roca, que según los estudios de Rendel Palmer and Tritton corresponden a bloques deslizados desde la ladera derecha, sin embargo en estudios posteriores efectuados por Lamperein y Macía y por Angel Núñez, se postula que ellas corresponden efectivamente a roca in situ, lo que ha sido aparentemente confirmado por los sondeos realizados en el área.

Apoyándose en los múltiples sondeos que se han efectuado en el área. (31 sondeos), se puede afirmar que los espesores máximos de rellenos cuaternarios de origen fluvial que cubren parcialmente el fondo del valle, alcanzan potencias del orden de los 10 m. En las laderas estos rellenos alcanzan potencias mayores, en algunos puntos locales.

En algunos sectores, la roca superficial se encuentra muy agrietada y a veces descompuesta.

Aguas arriba del muro y a distancias no superiores a los 2 km, hay abundancia de materiales de origen fluvial, aptas para la ejecución de rellenos permeables de buena calidad. Además, todos los materiales provenientes de excavaciones en roca que deban hacerse para materializar la obra, serían adecuados para la ejecución de rellenos permeables de calidad.

Por otro lado, debe señalarse que en el área no habrían materiales impermeables que puedan emplearse en la ejecución de rellenos para una presa de magnitud como Punilla. Los yacimientos que se han estudiado con este fin, han comprometido cenizas volcánicas, suelos que a pesar de ser impermeables, no son adecuados para la ejecución de rellenos de calidad, debido a su trabajabilidad y su compresibilidad.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Considerando la disponibilidad de materiales para rellenos que existen en el área y teniendo en cuenta las condiciones de fundación del muro, se estima que el tipo más adecuado de presa a construir en esta zona sería el de una presa de enrocado o de rellenos permeables que disponga de una pantalla de hormigón armado por aguas arriba (C.F.R.D.), que deje la totalidad del plinto fundado en roca.

Considerando que los rellenos de la presa se hacen con material proveniente de excavaciones en roca, que deban hacerse para el túnel de desvío y para el vertedero, y con materiales permeables provenientes de un yacimiento que se abra 2 km aguas arriba y que comprometería fluviales gruesos, los taludes exteriores del muro podrían tener inclinaciones de 1.5/1 y 1.6/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente, independiente de la altura del muro.

6.1.1.58

Como el plinto de la pantalla de hormigón debe llegar hasta la roca, deberá considerarse en el lecho del río excavaciones que alcanzarán profundidades de hasta 10m. Atendiendo al hecho de que la roca suele estar fracturada en superficie, debe considerarse la ejecución de una cortina de inyección, que tendría una profundidad no menor a los 60 m.

Por condiciones topográficas se concluye que la ubicación óptima del muro sería la que deja su eje longitudinal coincidiendo con la posición central del afloramiento de roca que está más aguas abajo, en el lecho del río.

La altura máxima del muro quedaría limitada por la altura del valle en su margen izquierda.

Para los efectos de este estudio, se recomienda considerar para la pantalla de hormigón un espesor constante de 0.5 m y una armadura central $\phi 22$ a 20 cm en ambas direcciones. Además se considera construir en el coronamiento un muro de hormigón de 4 m de altura, lo que permite reducir el volumen de los rellenos.

5.1.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

El proyecto considerado es el mejor encontrado para poder regar las áreas agrícolas comprendidas entre los ríos Ñiquén y Cato. Las razones que justifican lo expuesto son las siguientes:

- 1) El vaso del embalse se amplió pudiendo acumular un volumen de agua superior a 2.500 millones de m^3 .
- 2) El caudal medio anual afluente al embalse asciende a 80,7 m^3/s .
- 3) Con este embalse se pueden regar unas 90.000 hás con una seguridad 85%, respetando los derechos de la central Nuble.
- 4) Este embalse inundaría unas 2.500 hás no agrícolas.
- 5) Las condiciones geológicas y geotécnicas de la angostura son favorables, lo que permite seguir estudiando este embalse.
- 6) La relación $V_e/V_p = 66$ es buena.

También podría estudiarse un proyecto integrado de riego y de producción de energía eléctrica.

El proyecto embalse Punilla se encuentra ubicado en una zona

6.1.1.59

rica en recursos hidráulicos, motivo por el cual las empresas eléctricas CHILECTRA Generación y Compañía General de Electricidad Industrial han solicitado derechos de agua para instalar centrales hidroeléctricas. Actualmente la Dirección General de Aguas ha concedido el derecho para la Central Ñuble (60 MW) de la CGEI que por ser no consuntivo y estar ubicada entre el embalse y el área de riego afecta solamente en el sentido que se debe respetar el derecho a captar los 52 m³/s que se solicitó para esta central. Este caudal puede ser posteriormente utilizado para riego.

También, existen derechos concedidos por la Dirección General de Aguas a Chilgener para materializar otras centrales hidroeléctricas, tales como González I (23 MW), Las Truchas 1 (12 MW) y Las Truchas 2 (18 MW), Los Sauces 1 (30 MW), Los Sauces 2 (47 MW) y la central La Zorra (35 MW). Algunos de estos derechos interfieren abiertamente con el proyecto del embalse Punilla. Por este motivo es conveniente obtener pronto el derecho de aprovechamiento para riego de este embalse.

En las páginas siguientes, se incluye el Cuadro N° 5 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.60
CUADRO Nº 5

RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA

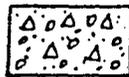
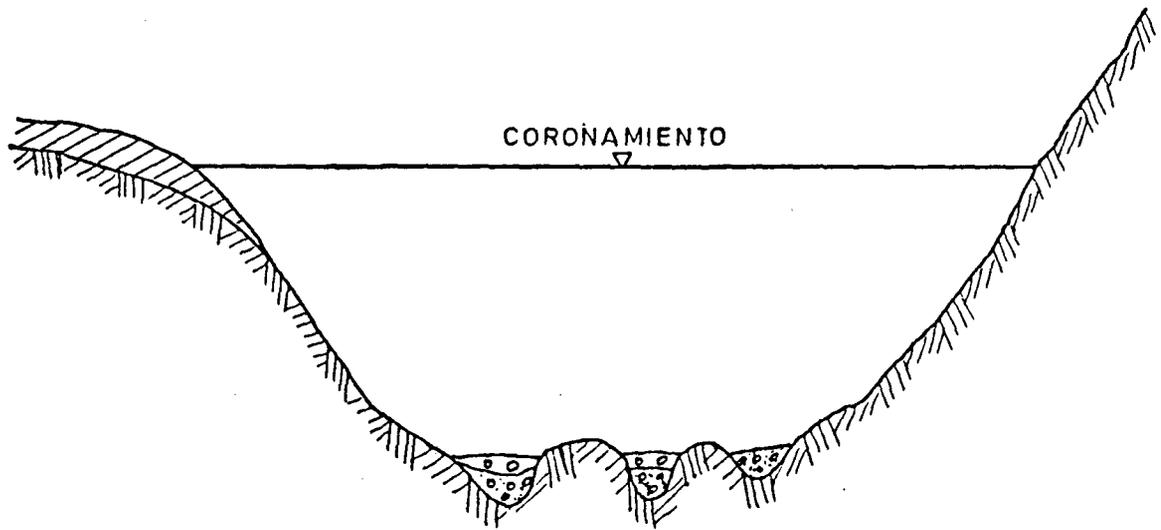
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	37.8	65.5	95.4	142.8	130.9	112.2	130.0	196.0	196.7	118.4	54.4	36.0	109.7
42/43	63.4	58.9	58.3	78.8	86.5	97.6	135.1	179.1	127.5	81.4	40.0	31.5	86.5
43/44	33.0	49.3	54.5	55.6	45.0	100.5	110.2	116.3	75.6	61.6	34.5	23.1	63.3
44/45	21.1	29.3	60.1	80.1	86.5	97.3	411.5	245.7	193.3	109.0	64.1	39.6	119.8
45/46	62.5	114.9	115.4	105.7	145.6	127.3	160.2	213.3	143.1	102.7	34.7	31.5	113.1
46/47	36.2	21.6	31.6	51.7	40.5	90.8	80.5	103.7	83.3	47.2	21.7	18.4	52.3
47/48	12.4	23.7	129.3	65.2	71.3	64.6	98.1	104.5	79.7	31.7	21.0	17.4	59.9
48/49	37.2	59.7	64.7	93.5	63.0	112.0	139.1	156.4	141.1	73.9	31.7	51.1	85.3
49/50	19.5	36.7	119.2	62.4	81.3	40.3	60.2	52.3	35.9	30.7	18.6	23.3	48.4
50/51	35.9	94.0	197.0	73.8	41.3	78.9	93.7	214.5	206.3	174.3	107.5	36.5	112.8
51/52	13.5	14.3	43.1	113.2	66.4	130.7	121.5	128.4	107.3	97.2	74.5	38.4	79.0
52/53	21.2	199.9	30.8	76.9	55.4	70.6	81.4	76.7	47.9	33.1	22.7	17.0	61.1
53/54	17.7	49.6	88.0	62.7	111.3	192.9	112.0	277.4	203.8	91.9	50.2	29.7	107.3
54/55	33.2	83.8	97.5	67.0	86.0	64.6	122.2	260.1	58.9	47.6	34.5	25.8	81.8
55/56	17.7	21.0	75.2	43.7	57.1	64.6	94.6	109.7	58.7	90.2	29.5	20.9	56.9
56/57	21.2	45.2	38.1	152.0	80.1	61.9	108.3	127.6	70.0	32.8	21.4	18.6	64.8
57/58	14.0	42.3	44.7	72.1	104.0	68.4	95.6	129.0	86.8	38.0	21.7	14.6	60.9
58/59	16.8	49.8	147.0	164.0	104.0	86.0	159.0	169.0	75.2	38.3	30.7	25.7	88.8
59/60	148.4	127.0	107.0	153.0	80.7	161.8	133.2	177.0	125.0	72.5	33.2	24.2	111.9
60/61	20.7	22.2	99.5	73.8	47.4	63.1	155.9	157.2	87.0	48.2	22.4	34.0	69.3
61/62	17.3	16.9	60.5	127.3	72.4	153.2	208.6	199.9	137.8	70.9	29.3	26.2	93.4
62/63	48.0	15.6	31.9	29.3	57.4	52.7	82.9	69.0	31.0	18.9	18.9	16.8	39.4
63/64	15.7	19.1	29.9	65.1	76.1	89.5	142.0	194.0	169.0	92.7	45.4	25.9	80.4
64/65	12.7	15.2	25.3	29.6	34.2	70.9	96.9	90.8	92.4	40.0	26.5	21.6	46.3
65/66	82.8	101.0	145.0	121.0	124.0	68.2	142.0	194.0	152.0	78.5	41.4	25.6	106.3
66/67	26.8	53.5	94.6	142.0	63.3	84.2	133.0	179.0	192.0	109.0	60.7	35.6	97.8
67/68	20.9	44.4	36.7	32.1	55.7	63.5	148.0	157.0	94.0	41.7	28.5	22.2	62.1
68/69	15.7	13.0	15.7	16.0	28.3	33.5	39.3	51.6	35.7	24.3	19.8	14.3	25.6
69/70	21.8	95.5	190.0	108.0	111.0	98.8	83.6	117.0	108.0	52.1	27.8	18.8	86.0
70/71	15.7	19.3	45.9	57.1	69.5	75.7	120.0	143.0	125.0	64.8	35.6	22.1	66.1
71/72	18.1	109.0	64.2	139.0	124.0	83.6	141.0	145.0	94.4	46.7	26.5	23.4	84.6
72/73	18.0	235.0	368.0	74.5	295.0	155.0	162.0	204.0	162.0	79.8	38.2	23.5	151.3
73/74	17.2	69.4	71.6	96.8	63.9	62.5	115.0	136.0	70.4	32.2	20.9	18.6	64.5
74/75	16.7	46.0	100.0	67.8	58.9	67.2	144.0	154.4	100.0	46.2	37.1	20.2	71.5
75/76	26.7	101.0	157.0	165.0	90.2	107.0	124.7	185.0	140.0	54.0	29.0	16.9	99.7
76/77	13.5	13.9	81.9	43.1	46.8	72.3	127.0	150.0	90.7	45.5	28.3	17.2	60.9
77/78	14.7	54.9	61.9	135.9	74.8	129.3	195.0	207.4	142.2	63.3	30.6	20.8	94.2
78/79	16.3	32.8	57.1	199.8	67.5	110.0	210.8	227.2	128.0	52.3	29.6	18.7	95.8
79/80	17.0	36.8	26.2	134.0	239.7	154.5	110.0	133.0	121.0	51.0	44.1	36.5	92.0
80/81	127.9	311.0	186.0	160.5	96.5	73.6	92.5	82.2	68.2	38.8	25.5	19.8	106.9
81/82	19.7	336.0	138.1	90.5	96.2	75.1	87.7	75.6	43.4	30.8	24.6	16.8	86.2
82/83	15.4	56.5	155.0	220.0	105.0	218.0	184.0	186.0	201.0	113.0	59.9	32.3	128.8
83/84	25.5	29.9	110.0	69.5	67.6	64.0	111.0	114.0	55.7	29.9	20.6	15.5	59.4
84/85	14.7	30.6	38.5	94.1	49.8	106.0	192.0	176.0	171.0	96.9	48.2	31.7	87.5
85/86	29.7	78.8	76.9	127.0	52.9	69.1	110.0	115.0	62.4	31.3	20.4	15.2	65.7
86/87	36.7	195.0	347.0	84.2	93.8	67.0	110.0	125.0	108.0	77.1	31.4	26.8	108.5
87/88	17.8	21.1	60.9	58.1	58.5	88.8	144.0	118.4	63.6	40.0	27.2	21.8	60.0
88/89	14.9	17.7	69.4	65.2	101.0	60.2	99.4	132.0	74.9	40.8	22.5	16.5	59.5
89/90	12.0	11.5	33.2	38.6	60.1	63.6	87.8	92.2	53.8	25.4	16.8	17.8	42.7
PROM	29.2	69.2	93.4	93.4	84.1	91.9	129.5	149.9	108.0	61.4	34.4	24.4	80.7
STD	26.7	71.9	71.3	45.9	46.2	37.7	54.4	52.5	49.2	31.4	16.7	8.0	25.4
Qm/Qa	0.36	0.86	1.16	1.16	1.04	1.14	1.60	1.86	1.34	0.76	0.43	0.30	1.00

6.1.1.61'

EMBALSE PUNILLA

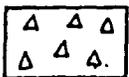
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



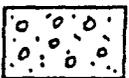
ALUVIAL



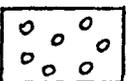
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE

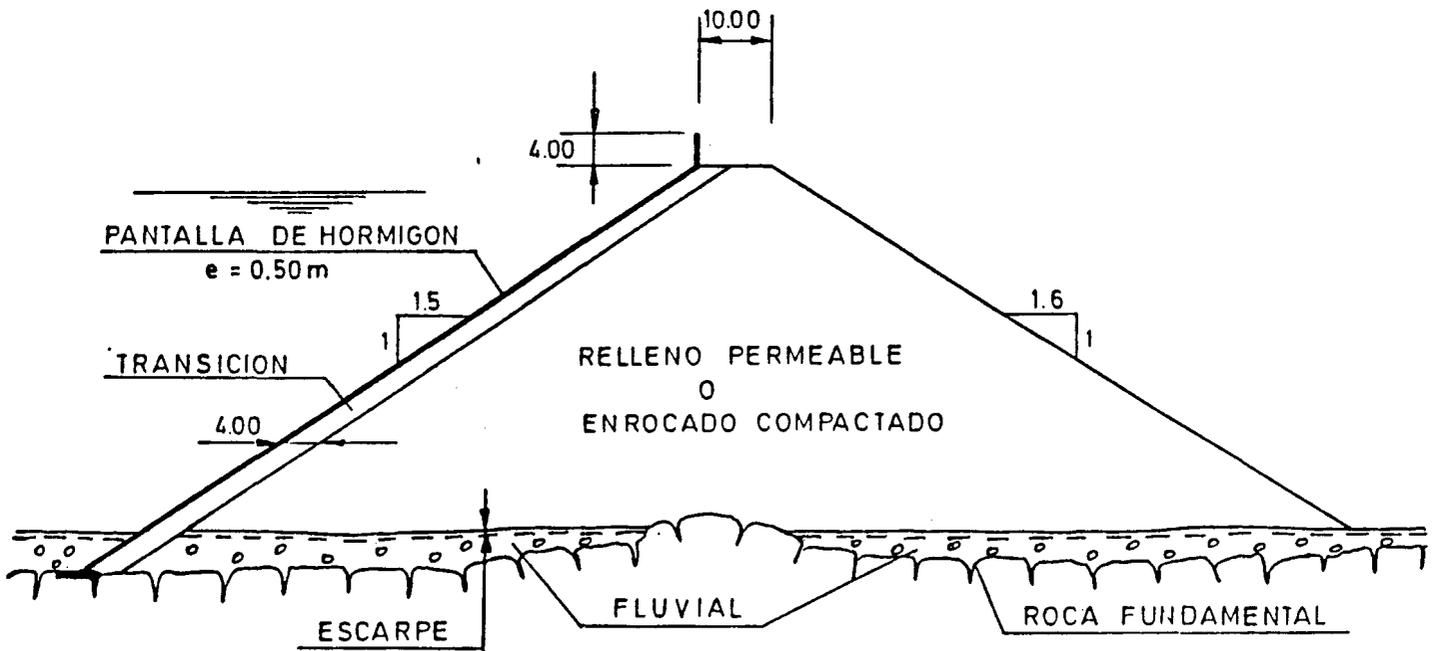


CENIZA

6.1.1.62
PRESA PUNILLA

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



5.2 Embalse la Culebra

5.2.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Ñuble y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río unos 7 kilómetros aguas abajo del pueblo San Fabián de Alico.

5.2.b. Accesos e Infraestructura Existente

Hasta la zona de presa se puede llegar mediante un camino con agregados pétreos de unos 40 km de largo que parte de San Carlos. Este es el pueblo importante más cercano y cuenta con una buena infraestructura para facilitar la construcción de la presa. Además se encuentra el pueblo de San Fabián de Alico, unos 7 kilómetros más hacia el interior.

5.2.c. Hidrología

La información hidrológica existente es bastante completa y ha sido ejecutada para la Comisión Nacional de Riego por la firma PROITATA en el año 1992. En el Cuadro N° 6 se incluye la estadística de caudales afluentes a este embalse.

5.2.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto. (Planos 12-14, 12-15, 13-14 y 13-15).

5.2.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

La presa del embalse La Culebra estaría ubicada en una zona donde el valle del río Ñuble presenta un angostamiento quedando su piso con un ancho de 600 m, limitado por laderas que se levantan 250 m sobre el lecho del río.

En el piso del valle se observan fluviales gruesos permeables que sobreyacen a suelos relativamente impermeables probablemente de origen lahárico. El espesor de fluviales permeables alcanzaría a unos pocos metros (aproximadamente 5 m), los suelos que le subyacen tendrían espesores máximos considerables que superarían los 100 m.

En los empotramientos aflora la roca, la que está constituida por rocas volcánicas en las que predominan las brechas. En general esta se observa masiva.

6.1.1.64

Dada las condiciones de fundación, en esta área sólo cabe la construcción de una presa de rellenos. Dentro de este tipo de presa, resulta conveniente considerar la construcción de una presa de tierra con núcleo impermeable central mínimo, protegido con sus filtros y drenes y confinado por sendos espaldones permeables.

Los materiales para el núcleo podrían obtenerse de los núcleos laháricos que subyacen a los fluviales, y los materiales de espaldones y de drenes y filtros se obtendrían de los fluviales mismos. Estos materiales podrían obtenerse del área inundada a distancias no superiores a los 5 km del muro.

Considerando que este embalse es alternativo de Punilla, se estima que sólo debería continuar su estudio si este último resultara con problemas de factibilidad física o muy alto costo.

- Bases Generales para un Diseño Preliminar de la Presa

Considerando que los materiales de núcleo disponibles serían básicamente gravas arcillo limosas y que los suelos para los espaldones corresponderían a gravas gruesas arenosas, podría adoptarse un diseño de presa con taludes exteriores de 2/1 (H/V) para aguas arriba y 1.75/1 (H/V) por aguas abajo. El núcleo, que sería central, tendría un ancho igual al 30% de la carga de agua y no menor de 4 m. Entre el núcleo y el espaldón de aguas arriba deberá considerarse una transición de gravas arenosas limpias de al menos 4 m de ancho. Aguas abajo del núcleo deberá considerarse la construcción de una transición similar a la de agua arriba y un dren de similar ancho, constituido por gravas.

La presa podrá apoyarse directamente sobre los fluviales, pero su núcleo deberá alcanzar al lahar impermeable.

5.2.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse.

Las características de este embalse son similares a las del embalse Los Monos, incluso el volumen embalsado en parte es común. La diferencia fundamental entre estos embalses es el volumen embalsado que para el embalse La Culebra es de 456 millones de m³. Esto involucra que la superficie que se puede regar con una seguridad 85% con este embalse asciende a unas 60000 hás.

Este embalse se debería seguir estudiando sólo si el embalse Los Monos no fuera factible.

6.1.1.65

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 6 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.66

CUADRO N° 6

RIO ÑUBLE EN EMBALSE LA CULEBRA

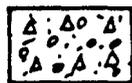
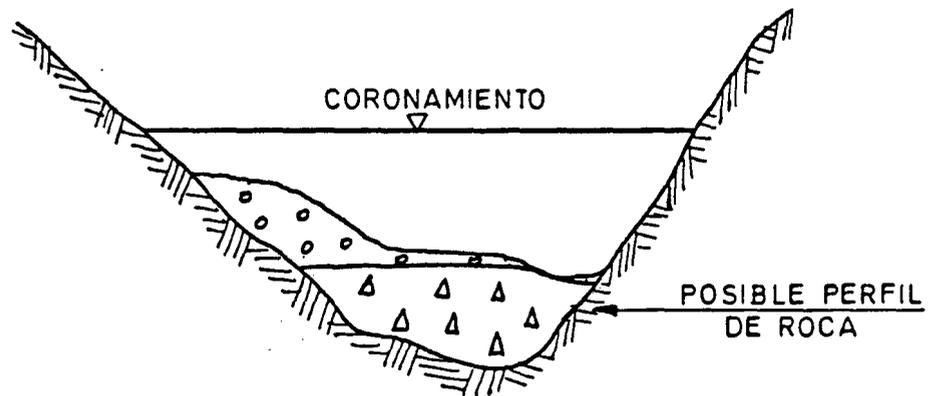
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	53.4	100.7	146.5	243.2	233.4	176.3	183.5	243.4	243.5	137.3	66.7	42.9	155.9
42/43	89.6	90.5	89.6	134.1	154.3	153.3	190.7	222.3	157.9	94.3	49.0	37.5	121.9
43/44	46.7	75.9	83.8	94.7	80.3	157.8	155.6	144.3	93.6	71.4	42.3	27.5	89.5
44/45	29.9	45.1	92.3	136.4	154.3	152.9	580.6	305.0	239.3	126.4	78.5	47.2	165.7
45/46	88.3	176.7	177.3	180.0	259.8	199.9	226.1	264.8	177.2	119.0	42.5	37.5	162.4
46/47	51.1	33.2	48.6	88.0	72.2	142.7	113.6	128.7	103.2	54.7	26.6	21.9	73.7
47/48	17.5	36.5	198.6	111.0	127.1	101.4	138.4	129.8	99.0	36.8	25.7	20.7	86.9
48/49	52.6	91.8	99.4	159.2	112.4	176.0	196.3	194.1	174.7	85.7	38.9	60.9	120.2
49/50	27.5	56.5	183.0	106.3	145.0	63.3	84.9	64.9	44.4	35.5	22.9	27.8	71.8
50/51	50.7	144.5	302.6	125.7	73.7	123.9	132.2	266.3	255.4	202.0	131.6	43.5	154.4
51/52	19.1	22.0	66.1	192.7	118.5	205.3	171.5	159.4	132.8	112.7	86.3	45.7	111.0
52/53	29.9	307.4	47.3	130.9	98.9	110.4	114.9	95.5	59.4	38.4	27.9	20.3	90.1
53/54	25.0	76.2	135.2	106.8	198.6	303.1	158.0	344.3	252.3	106.6	61.5	35.3	150.3
54/55	46.9	128.9	149.7	114.2	153.4	101.4	172.5	322.9	72.9	55.1	42.2	30.7	115.9
55/56	25.0	32.3	115.4	74.4	101.8	101.5	133.5	136.2	72.7	104.6	36.1	24.9	79.9
56/57	30.0	69.6	58.5	258.9	142.9	97.3	152.9	158.4	86.7	38.1	26.2	22.1	95.1
57/58	19.4	60.0	86.7	130.4	190.5	118.5	146.6	175.0	126.3	59.0	29.2	17.3	96.6
58/59	24.1	80.0	216.6	225.8	155.7	126.4	186.0	190.3	97.2	44.4	37.6	30.5	117.9
59/60	209.7	225.8	148.6	254.1	136.1	254.1	188.0	210.7	153.1	86.9	40.6	28.8	161.4
60/61	29.2	26.2	152.8	125.7	84.6	99.0	220.0	195.2	107.2	54.8	27.4	44.8	97.3
61/62	24.4	26.0	102.9	216.8	129.2	240.6	294.4	248.3	170.6	82.0	35.9	31.2	133.5
62/63	67.9	24.0	70.3	54.0	108.6	89.2	140.3	103.8	45.4	27.5	23.2	20.1	64.5
63/64	22.2	29.3	61.8	156.0	182.7	203.5	230.7	289.5	243.1	130.1	55.6	30.7	136.3
64/65	17.9	23.4	38.9	58.1	62.2	111.4	154.3	122.5	114.4	55.0	41.5	25.8	68.8
65/66	114.5	155.4	248.3	243.4	244.2	106.2	224.0	273.7	203.7	91.0	50.7	30.4	165.4
66/67	36.8	72.4	156.8	253.2	101.9	133.4	197.0	244.1	285.2	126.3	67.7	39.9	142.9
67/68	29.4	80.2	54.7	49.8	90.1	90.8	208.6	197.4	109.7	47.8	34.2	26.5	84.9
68/69	22.2	20.1	21.5	24.6	46.6	49.1	55.0	73.0	50.6	36.5	24.3	17.0	36.7
69/70	26.9	119.6	402.2	185.5	177.3	152.9	118.0	140.6	130.5	59.1	36.4	27.2	131.3
70/71	23.2	34.6	93.9	107.5	141.9	110.8	167.2	176.7	159.8	81.6	44.1	27.0	97.4
71/72	21.4	184.2	89.6	230.0	195.9	114.4	173.6	172.0	124.3	56.8	32.6	29.7	118.7
72/73	25.4	361.4	565.1	144.7	448.9	243.5	254.1	242.2	176.6	99.9	46.7	28.0	219.7
73/74	24.3	106.8	110.0	164.9	114.0	98.2	162.3	161.8	90.3	37.4	25.7	22.1	93.1
74/75	20.4	72.1	166.3	102.6	97.4	107.4	168.7	191.7	119.1	55.9	53.5	26.2	98.4
75/76	41.4	149.3	192.9	281.0	106.8	123.8	175.9	187.2	155.7	74.7	41.8	24.8	129.6
76/77	17.9	20.3	125.8	63.0	95.9	110.1	202.2	207.3	112.4	51.6	29.2	20.5	88.0
77/78	16.9	80.1	108.1	231.5	133.4	203.1	245.5	257.5	180.2	73.3	36.2	21.5	132.3
78/79	17.3	45.4	87.8	340.4	106.2	174.0	297.5	282.0	158.5	56.9	29.8	22.2	134.8
79/80	17.4	45.8	36.2	253.0	427.6	242.7	135.8	175.7	170.4	67.4	71.5	61.8	142.1
80/81	180.8	404.2	373.5	273.4	177.9	100.2	114.4	100.1	82.6	50.4	29.8	21.0	159.0
81/82	28.2	438.2	212.1	137.1	152.1	116.5	116.1	96.7	53.7	35.7	30.1	23.9	120.0
82/83	21.7	100.6	260.6	313.2	154.4	298.9	271.6	226.4	225.7	123.1	66.2	36.7	174.9
83/84	33.2	44.8	206.6	119.5	99.8	89.2	135.7	134.2	61.1	31.9	24.1	18.9	83.3
84/85	17.5	48.9	66.9	192.8	79.7	170.0	289.7	244.5	213.7	107.1	56.5	35.5	126.9
85/86	37.3	140.8	120.8	205.6	94.3	100.0	160.5	157.7	71.7	37.3	27.3	23.4	98.1
86/87	55.8	318.5	479.5	136.8	155.8	105.3	147.1	155.2	133.8	89.3	38.5	32.0	154.0
87/88	25.2	32.4	100.5	98.8	104.3	139.6	203.2	146.9	78.8	53.3	33.3	26.0	86.8
88/89	21.1	27.2	91.1	111.0	180.2	100.0	149.3	151.1	93.8	43.8	27.6	19.6	84.6
89/90	16.9	17.7	50.9	65.8	107.2	100.0	124.0	114.4	61.4	30.0	20.6	25.9	61.2
PROM	40.6	104.2	148.9	159.3	145.1	142.6	182.9	188.3	135.2	73.0	42.3	29.9	116.0
STD	38.0	101.8	112.3	74.8	76.1	57.9	77.6	66.1	63.1	36.1	20.2	10.1	35.9
Qm/Qa	0.35	0.90	1.28	1.37	1.25	1.23	1.58	1.62	1.17	0.63	0.36	0.26	1.00

6.1.1.67

EMBALSE LA CULEBRA

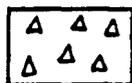
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



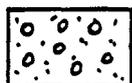
ALUVIAL



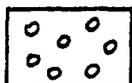
ROCAS



DEPOSITOS LAHARICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



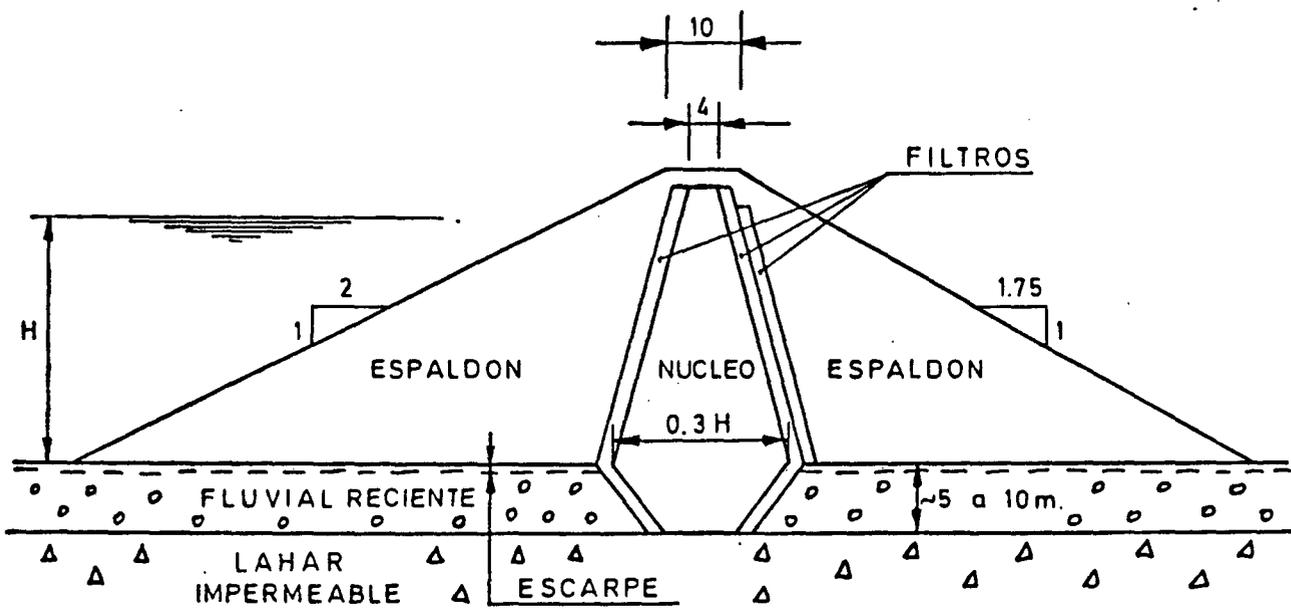
CENIZA

6.1.1.68

PRESA LA CULEBRA

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



6.1.1.69

5.3 Embalse los Monos

5.3.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Ñuble y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río unos 9 kilómetros aguas abajo del pueblo San Fabián de Alico.

5.3.b. Accesos e Infraestructura Existente

Hasta la zona de la presa se puede llegar mediante un camino con agregados pétreos de unos 38 km de largo que parte de San Carlos. Este es el pueblo importante más cercano y cuenta con una buena infraestructura para facilitar la construcción de la presa. Además se encuentra el pueblo de San Fabián de Alico, unos 9 km más hacia el interior.

5.3.c. Hidrología

La información hidrológica existente es bastante completa y ha sido ejecutada para la Comisión Nacional de Riego por la firma PROITATA en el año 1992. En el cuadro Nº 7 se incluye la estadística de caudales afluentes a este embalse.

5.3.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto. (Planos 12-14, 12-15, 13-14 y 13-15).

5.3.e. Geología y Geotecnia

Las características geotécnicas de esta angostura son similares a las descritas para la angostura del embalse La Culebra, ya que la génesis morfológica del valle es la misma para ambas angosturas, fundamentalmente por encontrarse a muy corta distancia la una de la otra, aproximadamente 2 km.

5.3.f. Juicios Respecto al Interés del Posible Embalse

Este embalse es una buena alternativa del embalse Punilla para poder regar las áreas agrícolas comprendidas entre los ríos Ñiquén y Cato. Las razones que justifican lo expuesto son las siguientes:

- 1) El vaso del embalse es amplio pudiendo acumular un gran volumen de agua. Sin embargo, este volumen está limitado debido a la proximidad del embalse al pueblo de San Fabián de Alico y al hecho de que se debe respetar el derecho concedido a la central Ñuble de

6.1.1.70

la CGEI. El volumen máximo a embalsar es de 656 millones de m³.

- 2) El caudal medio anual afluyente al embalse asciende a 116 m³/s.
- 3) Con este embalse se pueden regar con una seguridad 85% unas 75.000 hás.
- 4) La relación $V_e/V_p = 61$ es buena.
- 5) Este embalses inunda terrenos agrícolas camino a San Fabián de Alico.

Aguas arriba de San Fabián de Alico se podrían construir centrales hidroeléctricas que no afectarían a este proyecto, pues los derechos de aprovechamiento de estas centrales serían no consuntivos; pero la central Nuble de la CGEI limitaría el nivel máximo del embalse pues éste debe ser inferior a la cota de descarga de la central.

Este embalse debería ser estudiado sólo si el embalse Punilla no resultare factible.

En la página siguiente se incluye el Cuadro N° 7.

6.1.1.71

CUADRO N° 7

RIO ÑUBLE EN EMBALSE LOS MONOS

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	54.0	101.8	148.1	245.9	236.0	178.2	185.5	246.0	246.2	138.8	67.4	43.3	157.6
42/43	90.6	91.5	90.6	135.6	156.0	154.9	192.8	224.7	159.6	95.4	49.6	37.9	123.3
43/44	47.2	76.7	84.7	95.7	81.2	159.6	157.3	145.9	94.6	72.2	42.8	27.8	90.5
44/45	30.2	45.6	93.3	138.0	156.0	154.6	587.0	308.4	242.0	127.8	79.3	47.7	167.5
45/46	89.3	178.7	179.2	181.9	262.6	202.1	228.6	267.7	179.1	120.3	43.0	37.9	164.2
46/47	51.7	33.5	49.1	88.9	73.0	144.3	114.9	130.2	104.3	55.3	26.9	22.1	74.5
47/48	17.6	36.9	200.8	112.2	128.5	102.6	139.9	181.2	100.1	37.2	26.0	20.9	87.8
48/49	53.2	92.8	100.5	160.9	113.6	177.9	198.4	196.3	176.6	86.6	39.3	61.5	121.5
49/50	27.8	57.1	185.0	107.5	146.6	64.0	85.8	65.6	44.9	35.9	23.1	28.1	72.6
50/51	51.3	146.1	305.9	127.1	74.6	125.3	133.7	269.2	258.2	204.3	133.1	43.9	156.1
51/52	19.3	22.3	66.8	194.8	119.8	207.6	173.4	161.1	134.3	113.9	87.2	46.2	112.2
52/53	30.2	310.8	47.8	132.4	99.9	111.6	116.2	96.5	60.0	38.8	28.2	20.5	91.1
53/54	25.3	77.1	136.7	108.0	200.7	306.4	159.8	348.1	255.1	107.8	62.2	35.7	151.9
54/55	47.4	130.4	151.4	115.4	155.1	102.6	174.4	326.4	73.7	55.7	42.7	31.1	117.2
55/56	25.3	32.7	116.7	75.2	102.9	102.6	135.0	137.7	73.5	105.7	36.5	25.2	80.8
56/57	30.3	70.3	59.2	261.7	144.4	98.3	154.6	160.1	87.7	38.5	26.5	22.3	96.2
57/58	19.6	60.7	87.7	131.8	192.6	119.8	148.2	177.0	127.7	59.6	29.5	17.5	97.6
58/59	24.4	80.9	219.0	228.2	157.4	127.8	188.0	192.4	98.3	44.9	38.0	30.9	119.2
59/60	212.0	228.3	150.2	256.9	137.6	256.9	190.1	213.0	154.8	87.8	41.1	29.1	163.1
60/61	29.6	26.5	154.5	127.1	85.5	100.1	222.4	197.3	108.4	55.4	27.7	45.3	98.3
61/62	24.6	26.3	104.1	219.2	130.6	243.2	297.6	251.0	172.5	82.9	36.3	31.6	135.0
62/63	68.6	24.3	71.1	54.6	109.8	90.2	141.8	105.0	45.9	27.9	23.4	20.3	65.2
63/64	22.5	29.6	62.5	157.7	184.7	205.7	233.3	292.6	245.8	131.5	56.2	31.1	137.8
64/65	18.1	23.7	39.3	58.8	62.8	112.7	156.0	123.8	115.7	55.7	42.0	26.0	69.5
65/66	115.7	157.1	251.0	246.1	246.8	107.3	226.4	276.7	205.9	92.0	51.3	30.8	167.3
66/67	37.2	73.2	158.5	256.0	103.1	134.9	199.2	246.8	288.3	127.7	68.4	40.3	144.5
67/68	29.8	81.1	55.3	50.4	91.1	91.8	210.9	199.6	110.9	48.3	34.6	26.8	85.9
68/69	22.5	20.3	21.8	24.9	47.1	49.6	55.6	73.9	51.2	36.9	24.6	17.2	37.1
69/70	27.1	121.0	406.7	187.5	179.2	154.6	119.3	142.1	131.9	59.7	36.8	27.5	132.8
70/71	23.5	35.0	94.9	108.7	143.5	112.1	169.0	178.6	161.6	82.5	44.6	27.3	98.4
71/72	21.6	186.3	90.6	232.5	198.0	115.6	175.5	173.8	125.6	57.4	32.9	30.0	120.0
72/73	25.7	365.4	571.3	146.3	453.8	246.2	256.9	244.8	178.5	101.0	47.2	28.3	222.1
73/74	24.6	107.9	111.2	166.7	115.2	99.3	164.1	163.6	91.3	37.8	26.0	22.3	94.2
74/75	20.6	72.8	168.1	103.7	98.5	108.6	170.6	193.8	120.4	56.5	54.1	26.4	99.5
75/76	41.9	150.9	195.1	284.1	108.0	125.2	177.8	189.3	157.4	75.5	42.3	25.0	131.0
76/77	18.1	20.5	127.2	63.7	96.9	111.4	204.5	209.6	113.6	52.1	29.5	20.7	89.0
77/78	17.1	80.9	109.2	234.0	134.9	205.3	248.2	260.3	182.1	74.1	36.6	21.7	133.7
78/79	17.5	45.9	88.7	344.1	107.4	175.9	300.8	285.1	160.3	57.5	30.2	22.4	136.3
79/80	17.6	46.3	36.6	255.8	432.3	245.3	137.3	177.6	172.3	68.1	72.3	62.4	143.7
80/81	182.8	408.7	377.6	276.4	179.9	101.3	115.7	101.2	83.5	50.9	30.1	21.3	160.8
81/82	28.5	443.0	214.4	138.6	153.8	117.8	117.4	97.8	54.3	36.1	30.4	24.1	121.4
82/83	21.9	101.7	263.4	316.7	156.1	302.1	274.6	228.9	228.2	124.5	66.9	37.1	176.8
83/84	33.6	45.3	208.9	120.8	100.9	90.1	137.2	135.7	61.8	32.3	24.3	19.1	84.2
84/85	17.7	49.4	67.6	194.9	80.5	171.9	292.9	247.2	216.0	108.3	57.1	35.9	128.3
85/86	37.7	142.3	122.1	207.9	95.4	101.1	162.3	159.4	72.5	37.7	27.6	23.7	99.1
86/87	56.4	322.0	484.8	138.3	157.5	106.5	148.7	156.9	135.3	90.3	38.9	32.3	155.7
87/88	25.5	32.8	101.6	99.9	105.5	141.1	205.4	148.5	79.6	53.8	33.6	26.2	87.8
88/89	21.3	27.5	92.1	112.2	182.2	101.1	150.9	152.8	94.8	44.3	27.9	19.9	85.6
89/90	17.1	17.9	51.5	66.5	108.3	101.1	125.3	115.7	62.1	30.3	20.8	26.2	61.9
PROM	41.1	105.3	150.5	161.1	146.7	144.2	184.9	190.4	136.7	73.8	42.8	30.2	117.3
STD	38.4	102.9	113.6	75.6	77.0	58.5	78.5	66.8	63.8	36.5	20.4	10.2	36.3
Qm/Qa	0.35	0.90	1.28	1.37	1.25	1.23	1.58	1.62	1.17	0.63	0.36	0.26	1.00

6.1.1.72

5.4 Embalse San Fabian de Alico (Estero Grande)

5.4.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del estero Grande que es afluente al río Ñuble en la angostura La Culebra. Su presa se implantaría en una angostura existente unos 3 kilómetros aguas arriba de su confluencia con el río Ñuble. Además de las aguas de este estero, utilizaría las de dos esteros vecinos, Las Piedras y Bullileo, cuyo caudal aportante sería trasladado mediante un canal de unos 11 kilómetros.

5.4.b. Accesos e Infraestructura Existente

Hasta la zona de la presa se puede llegar mediante un camino con agregados pétreos de unos 43 kilómetros de largo que parte de San Carlos. El pueblo más cercano es San Fabián de Alico, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.4.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir de un trabajo muy completo ejecutado para la Comisión Nacional de Riego por la firma PROITATA en el año 1992. En los cuadros N° 8, N° 9 y N° 10, se incluyen las estadísticas de caudales de los esteros Grande, Las Piedras y Bullileo respectivamente.

5.4.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto. (Planos 12-14, 12-15, 13-14 y 13-15).

5.4.e. Geología y Geotecnia

Esta presa estaría implantada en una angostura del cauce del estero Grande en depósitos de arenas que se encuentran actualmente cementadas. Los materiales anteriores son impermeables, lo cual posibilita la implantación de una presa en este lugar.

5.4.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse inferior a 20 millones de m³.

6.1.1.73

- 2) El estero grande tiene un caudal medio anual afluyente al embalse de 3,0 m³/s.
- 3) La relación $V_e/V_p = 19$ es mala
- 4) Permitiría regar una superficie inferior a 1.500 hás.
- 5) Este embalse no se podría construir si se ejecutaran los embalses Los Monos o La Culebra pues su volumen está incluido en el de estos embalses.

La ejecución de este embalse sería atractiva sólo si el embalse Punilla y los de Los Monos y La Culebra no se pudieran construir; pero serviría para abastecer la demanda de una pequeña zona de riego.

En las páginas siguientes, se incluyen los Cuadros N° 8, N° 9 y N° 10.

6.1.1.74

CUADRO N° 8

ESTERO GRANDE EN EMBALSE

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	1.3	2.9	4.3	6.4	8.6	5.4	4.5	4.0	3.9	1.6	1.0	0.6	3.9
42/43	2.2	2.7	2.6	4.6	5.7	4.7	4.7	3.6	2.5	1.1	0.8	0.5	3.0
43/44	1.1	2.2	2.4	3.3	3.0	4.8	3.8	2.4	1.5	0.8	0.7	0.4	2.2
44/45	0.7	1.3	2.7	4.7	5.7	4.7	14.2	5.0	3.9	1.5	1.2	0.6	3.8
45/46	2.2	5.2	5.2	6.2	9.6	6.1	5.5	4.3	2.9	1.4	0.7	0.5	4.1
46/47	1.3	1.0	1.4	3.0	2.7	4.3	2.8	2.1	1.7	0.6	0.4	0.3	1.8
47/48	0.4	1.1	5.8	3.8	4.7	3.1	3.4	2.1	1.6	0.4	0.4	0.3	2.3
48/49	1.3	2.7	2.9	5.5	4.1	5.4	4.8	3.2	2.8	1.0	0.6	0.8	2.9
49/50	0.7	1.7	5.3	3.7	5.3	1.9	2.1	1.1	0.7	0.4	0.4	0.4	2.0
50/51	1.2	4.2	8.8	4.3	2.7	3.8	3.2	4.3	4.1	2.3	2.0	0.6	3.5
51/52	0.5	0.6	1.9	6.7	4.4	6.2	4.2	2.6	2.1	1.3	1.0	0.6	2.7
52/53	0.7	9.0	1.4	4.5	3.6	3.3	2.8	1.6	1.0	0.4	0.4	0.3	2.4
53/54	0.6	2.2	3.9	3.7	7.3	9.2	3.9	5.6	4.1	1.2	0.9	0.5	3.6
54/55	1.1	3.8	4.4	3.9	5.6	3.1	4.2	5.3	1.2	0.6	0.6	0.4	2.9
55/56	0.6	0.9	3.4	2.6	3.7	3.1	3.3	2.2	1.2	1.2	0.6	0.3	1.9
56/57	0.7	2.0	1.7	8.9	5.3	3.0	3.7	2.6	1.4	0.4	0.4	0.3	2.5
57/58	0.5	1.5	3.5	4.9	7.2	4.2	4.3	3.9	3.3	1.8	0.6	0.2	3.0
58/59	0.6	2.5	5.8	5.2	4.3	3.4	2.3	1.8	1.8	0.5	0.6	0.4	2.4
59/60	5.1	8.3	3.5	8.5	4.6	7.7	4.6	2.8	2.4	1.2	0.6	0.4	4.1
60/61	0.7	0.3	4.5	4.3	3.1	3.0	5.4	3.2	1.7	0.6	0.4	0.9	2.3
61/62	0.6	0.8	3.6	7.5	4.8	7.3	7.2	4.1	2.7	0.9	0.6	0.4	3.4
62/63	1.7	0.7	3.2	2.1	4.3	3.1	4.8	2.9	1.2	0.7	0.4	0.3	2.1
63/64	0.5	0.9	2.7	7.6	8.9	9.5	7.4	8.0	6.2	3.1	0.9	0.4	4.7
64/65	0.4	0.7	1.1	2.4	2.3	3.4	4.8	2.7	1.8	1.3	1.3	0.3	1.9
65/66	2.7	4.5	8.6	10.2	10.1	3.2	6.9	6.7	4.3	1.0	0.8	0.4	5.0
66/67	0.8	1.6	5.2	9.3	3.2	4.1	5.4	5.5	7.8	1.4	0.6	0.4	3.8
67/68	0.7	3.0	1.5	1.5	2.9	2.3	5.1	3.4	1.3	0.5	0.5	0.4	1.9
68/69	0.5	0.6	0.5	0.7	1.5	1.3	1.3	1.8	1.3	1.0	0.4	0.2	0.9
69/70	0.4	2.0	17.8	6.5	5.5	4.5	2.9	2.0	1.9	0.6	0.7	0.7	3.8
70/71	0.6	1.3	4.0	4.2	6.1	2.9	3.9	2.8	2.9	1.4	0.7	0.4	2.6
71/72	0.3	6.3	2.1	7.6	6.0	2.6	2.7	2.3	2.5	0.8	0.5	0.5	2.9
72/73	0.6	10.6	16.5	5.9	12.9	7.4	7.7	3.2	1.2	1.7	0.7	0.4	5.7
73/74	0.6	3.1	3.2	5.7	4.2	3.0	4.0	2.2	1.7	0.4	0.4	0.3	2.4
74/75	0.3	2.2	5.5	2.9	3.2	3.4	2.1	3.1	1.6	0.8	1.4	0.5	2.3
75/76	1.2	4.0	3.0	9.7	1.4	1.4	4.3	0.2	1.3	1.7	1.1	0.7	2.5
76/77	0.4	0.5	3.7	1.7	4.1	3.2	6.3	4.8	1.8	0.5	0.1	0.3	2.3
77/78	0.2	2.1	3.9	8.0	4.9	6.2	4.2	4.2	3.2	0.8	0.5	0.1	3.2
78/79	0.1	1.1	2.6	11.8	3.2	5.4	7.3	4.6	2.6	0.4	0.0	0.3	3.3
79/80	0.0	0.8	0.8	10.0	15.7	7.4	2.2	3.6	4.1	1.4	2.3	2.1	4.2
80/81	4.4	7.8	15.7	9.4	6.8	2.2	1.8	1.5	1.2	1.0	0.4	0.1	4.4
81/82	0.7	8.6	6.2	3.9	4.7	3.5	2.4	1.8	0.9	0.4	0.5	0.6	2.8
82/83	0.5	3.7	8.8	7.8	4.1	6.8	7.3	3.4	2.1	0.8	0.5	0.4	3.9
83/84	0.6	1.3	8.1	4.2	2.7	2.1	2.1	1.7	0.5	0.2	0.3	0.3	2.0
84/85	0.2	1.5	2.4	8.3	2.5	5.4	8.2	5.7	3.6	0.9	0.7	0.3	3.3
85/86	0.6	5.2	3.7	6.6	3.5	2.6	4.2	3.6	0.8	0.5	0.6	0.7	2.7
86/87	1.6	10.3	11.1	4.4	5.2	3.2	3.1	2.5	2.2	1.0	0.6	0.4	3.8
87/88	0.6	0.9	3.3	3.4	3.8	4.2	5.0	2.4	1.3	1.1	0.5	0.3	2.2
88/89	0.5	0.8	1.8	3.8	6.6	3.3	4.2	1.6	1.6	0.3	0.4	0.3	2.1
89/90	0.4	0.5	1.5	2.3	3.9	3.0	3.0	1.9	0.6	0.4	0.3	0.7	1.5
PROM	1.0	2.9	4.6	5.5	5.1	4.2	4.5	3.2	2.3	1.0	0.7	0.5	3.0
STD	1.0	2.7	3.8	2.6	2.7	1.9	2.2	1.5	1.4	0.6	0.4	0.3	1.0
Qm/Qa	0.32	0.99	1.57	1.87	1.73	1.44	1.51	1.09	0.77	0.33	0.23	0.15	1.00

6.1.1.75

CUADRO N° 9

ESTERO LAS PIEDRAS EN CAPTACION

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

ANO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.8	1.7	2.5	4.8	4.9	3.1	2.6	2.3	2.3	0.9	0.6	0.3	2.2
42/43	1.3	1.5	1.5	2.7	3.3	2.7	2.7	2.1	1.5	0.6	0.4	0.3	1.7
43/44	0.7	1.3	1.4	1.9	1.7	2.8	2.2	1.4	0.9	0.5	0.4	0.2	1.3
44/45	0.4	0.8	1.5	2.7	3.3	2.7	8.1	2.9	2.2	0.8	0.7	0.4	2.2
45/46	1.2	3.0	3.0	3.6	5.5	3.5	3.2	2.5	1.6	0.8	0.4	0.3	2.4
46/47	0.7	0.6	0.8	1.7	1.5	2.5	1.6	1.2	1.0	0.4	0.2	0.2	1.0
47/48	0.2	0.6	3.3	2.2	2.7	1.8	1.9	1.2	0.9	0.2	0.2	0.2	1.3
48/49	0.7	1.5	1.7	3.2	2.4	3.1	2.7	1.8	1.6	0.6	0.3	0.5	1.7
49/50	0.4	0.9	3.1	2.1	3.1	1.1	1.2	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	1.1
50/51	0.7	2.4	5.1	2.5	1.6	2.2	1.9	2.5	2.4	1.3	1.2	0.3	2.0
51/52	0.3	0.4	1.1	3.8	2.5	3.6	2.4	1.5	1.2	0.7	0.6	0.4	1.5
52/53	0.4	5.2	0.8	2.6	2.1	1.9	1.6	0.9	0.6	0.3	0.2	0.2	1.4
53/54	0.4	1.3	2.3	2.1	4.2	5.3	2.2	3.2	2.3	0.7	0.5	0.3	2.1
54/55	0.7	2.2	2.5	2.3	3.2	1.8	2.4	3.0	0.7	0.4	0.4	0.2	1.6
55/56	0.4	0.5	1.9	1.5	2.2	1.8	1.9	1.3	0.7	0.7	0.3	0.2	1.1
56/57	0.4	1.2	1.0	5.1	3.0	1.7	2.1	1.5	0.8	0.3	0.2	0.2	1.5
57/58	0.3	0.9	2.0	2.8	4.2	2.4	2.5	2.2	1.9	1.0	0.4	0.1	1.7
58/59	0.4	1.5	3.3	3.0	2.5	1.9	1.3	1.0	1.1	0.3	0.3	0.2	1.4
59/60	2.9	4.8	2.0	4.9	2.7	4.4	2.6	1.6	1.4	0.7	0.4	0.2	2.4
60/61	0.4	0.2	2.6	2.5	1.8	1.7	3.1	1.8	1.0	0.3	0.2	0.5	1.3
61/62	0.3	0.4	2.0	4.3	2.7	4.2	4.1	2.3	1.6	0.5	0.3	0.2	1.9
62/63	1.0	0.4	1.8	1.2	2.5	1.8	2.8	1.7	0.7	0.4	0.2	0.2	1.2
63/64	0.3	0.5	1.5	4.4	5.1	5.5	4.3	4.6	3.6	1.8	0.5	0.2	2.7
64/65	0.3	0.4	0.7	1.4	1.3	1.9	2.8	1.5	1.1	0.7	0.7	0.2	1.1
65/66	1.5	2.6	5.0	5.9	5.8	1.8	3.9	3.8	2.5	0.6	0.4	0.2	2.8
66/67	0.5	0.9	3.0	5.3	1.9	2.4	3.1	3.1	4.5	0.8	0.3	0.2	2.2
67/68	0.4	1.7	0.9	0.9	1.7	1.3	2.9	1.9	0.8	0.3	0.3	0.2	1.1
68/69	0.3	0.3	0.3	0.4	0.9	0.8	0.8	1.0	0.7	0.6	0.2	0.1	0.5
69/70	0.2	1.2	10.2	3.7	3.2	2.6	1.7	1.1	1.1	0.3	0.4	0.4	2.2
70/71	0.4	0.7	2.3	2.4	3.5	1.7	2.3	1.6	1.7	0.8	0.4	0.2	1.5
71/72	0.2	3.6	1.2	4.4	3.5	1.5	1.6	1.3	1.4	0.5	0.3	0.3	1.6
72/73	0.4	6.1	9.5	3.4	7.4	4.3	4.4	1.8	0.7	1.0	0.4	0.2	3.3
73/74	0.3	1.8	1.8	3.3	2.4	1.7	2.3	1.2	1.0	0.2	0.2	0.2	1.4
74/75	0.2	1.3	3.2	1.7	1.9	1.9	1.2	1.8	0.9	0.5	0.8	0.3	1.3
75/76	0.7	2.3	1.7	5.6	0.8	0.8	2.5	0.1	0.8	1.0	0.6	0.4	1.4
76/77	0.2	0.3	2.1	1.0	2.4	1.8	3.6	2.8	1.0	0.3	0.0	0.2	1.3
77/78	0.1	1.2	2.2	4.6	2.8	3.5	2.4	2.4	1.8	0.5	0.3	0.0	1.8
78/79	0.0	0.6	1.5	6.8	1.9	3.1	4.2	2.6	1.5	0.2	0.0	0.2	1.9
79/80	0.0	0.4	0.5	5.7	9.0	4.2	1.2	2.1	2.4	0.8	1.3	1.2	2.4
80/81	2.5	4.5	9.0	5.4	3.9	1.3	1.1	0.9	0.7	0.6	0.2	0.1	2.5
81/82	0.4	4.9	3.6	2.2	2.7	2.0	1.4	1.0	0.5	0.2	0.3	0.3	1.6
82/83	0.3	2.1	5.1	4.5	2.4	3.9	4.2	1.9	1.2	0.5	0.3	0.2	2.2
83/84	0.4	0.7	4.6	2.4	1.5	1.2	1.2	1.0	0.3	0.1	0.2	0.2	1.1
84/85	0.1	0.9	1.4	4.7	1.4	3.1	4.7	3.3	2.1	0.5	0.4	0.2	1.9
85/86	0.4	3.0	2.1	3.8	2.0	1.5	2.4	2.1	0.4	0.3	0.3	0.4	1.6
86/87	0.9	5.9	6.4	2.5	3.0	1.8	1.8	1.5	1.2	0.6	0.3	0.2	2.2
87/88	0.4	0.5	1.9	2.0	2.2	2.4	2.8	1.4	0.7	0.6	0.3	0.2	1.3
88/89	0.3	0.5	1.0	2.2	3.8	1.9	2.4	0.9	0.9	0.1	0.2	0.2	1.2
89/90	0.2	0.3	0.9	1.3	2.3	1.7	1.7	1.1	0.4	0.2	0.2	0.4	0.9
PROM	0.5	1.7	2.7	3.2	2.9	2.4	2.6	1.8	1.3	0.6	0.4	0.3	1.7
STD	0.5	1.6	2.2	1.5	1.6	1.1	1.3	0.9	0.8	0.3	0.2	0.2	0.6
Qm/Qa	0.32	0.99	1.57	1.87	1.73	1.44	1.51	1.09	0.77	0.33	0.23	0.15	1.00

6.1.1.76

CUADRO N° 10

ESTERO BULLILEO EN CAPTACION

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.8	1.9	2.7	5.4	5.5	3.4	2.9	2.5	2.5	1.0	0.7	0.4	2.5
42/43	1.4	1.7	1.7	3.0	3.6	3.0	3.0	2.3	1.6	0.7	0.5	0.3	1.9
43/44	0.7	1.4	1.6	2.1	1.9	3.1	2.4	1.5	1.0	0.5	0.4	0.2	1.4
44/45	0.5	0.8	1.7	3.0	3.6	3.0	9.0	3.2	2.5	0.9	0.8	0.4	2.5
45/46	1.4	3.3	3.3	4.0	6.1	3.9	3.5	2.8	1.8	0.9	0.4	0.3	2.6
46/47	0.8	0.6	0.9	1.9	1.7	2.8	1.8	1.3	1.1	0.4	0.3	0.2	1.1
47/48	0.3	0.7	3.7	2.4	3.0	2.0	2.2	1.4	1.0	0.3	0.3	0.2	1.4
48/49	0.8	1.7	1.9	3.5	2.6	3.4	3.1	2.0	1.8	0.6	0.4	0.5	1.9
49/50	0.4	1.1	3.4	2.3	3.4	1.2	1.3	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	1.3
50/51	0.8	2.7	5.6	2.8	1.7	2.4	2.1	2.8	2.6	1.5	1.3	0.4	2.2
51/52	0.3	0.4	1.2	4.3	2.8	4.0	2.7	1.7	1.4	0.8	0.6	0.4	1.7
52/53	0.5	5.7	0.9	2.9	2.3	2.1	1.8	1.0	0.6	0.3	0.3	0.2	1.5
53/54	0.4	1.4	2.5	2.4	4.7	5.9	2.5	3.6	2.6	0.8	0.6	0.3	2.3
54/55	0.7	2.4	2.8	2.5	3.6	2.0	2.7	3.4	0.8	0.4	0.4	0.3	1.8
55/56	0.4	0.6	2.2	1.6	2.4	2.0	2.1	1.4	0.7	0.8	0.4	0.2	1.2
56/57	0.5	1.3	1.1	5.7	3.4	1.9	2.4	1.6	0.9	0.3	0.3	0.2	1.6
57/58	0.3	0.9	2.2	3.1	4.6	2.7	2.7	2.5	2.1	1.1	0.4	0.1	1.9
58/59	0.4	1.6	3.7	3.3	2.8	2.2	1.4	1.1	1.2	0.3	0.4	0.3	1.6
59/60	3.3	5.3	2.2	5.4	3.0	4.9	2.9	1.8	1.5	0.8	0.4	0.2	2.6
60/61	0.5	0.2	2.8	2.8	2.0	1.9	3.4	2.0	1.1	0.4	0.3	0.6	1.5
61/62	0.4	0.5	2.3	4.8	3.0	4.7	4.6	2.6	1.8	0.6	0.4	0.3	2.1
62/63	1.1	0.4	2.1	1.3	2.7	2.0	3.1	1.9	0.8	0.5	0.2	0.2	1.3
63/64	0.3	0.5	1.7	4.9	5.7	6.1	4.7	5.1	4.0	2.0	0.5	0.3	3.0
64/65	0.3	0.4	0.7	1.5	1.5	2.2	3.1	1.7	1.2	0.8	0.8	0.2	1.2
65/66	1.7	2.9	5.5	6.5	6.4	2.0	4.4	4.3	2.8	0.7	0.5	0.3	3.2
66/67	0.5	1.0	3.3	5.9	2.1	2.6	3.4	3.5	5.0	0.9	0.4	0.2	2.4
67/68	0.5	1.9	1.0	0.9	1.8	1.5	3.2	2.2	0.8	0.3	0.3	0.2	1.2
68/69	0.3	0.4	0.3	0.5	1.0	0.8	0.8	1.1	0.8	0.7	0.2	0.1	0.6
69/70	0.3	1.3	11.3	4.1	3.5	2.9	1.8	1.3	1.2	0.4	0.5	0.5	2.4
70/71	0.4	0.8	2.6	2.7	3.9	1.9	2.5	1.8	1.9	0.9	0.5	0.3	1.7
71/72	0.2	4.0	1.4	4.9	3.8	1.6	1.7	1.4	1.6	0.5	0.3	0.3	1.8
72/73	0.4	6.8	10.5	3.8	8.2	4.7	4.9	2.0	0.8	1.1	0.5	0.2	3.7
73/74	0.4	2.0	2.1	3.6	2.7	1.9	2.5	1.4	1.1	0.3	0.3	0.2	1.5
74/75	0.2	1.4	3.5	1.9	2.1	2.1	1.3	2.0	1.0	0.5	0.9	0.3	1.4
75/76	0.8	2.6	1.9	6.2	0.9	0.9	2.7	0.1	0.8	1.1	0.7	0.4	1.6
76/77	0.2	0.3	2.3	1.1	2.6	2.0	4.0	3.1	1.2	0.3	0.0	0.2	1.5
77/78	0.1	1.3	2.5	5.1	3.1	3.9	2.7	2.7	2.0	0.5	0.3	0.0	2.0
78/79	0.1	0.7	1.6	7.5	2.1	3.4	4.6	2.9	1.6	0.2	0.0	0.2	2.1
79/80	0.0	0.5	0.5	6.4	10.0	4.7	1.4	2.3	2.6	0.9	1.5	1.4	2.7
80/81	2.8	5.0	10.0	6.0	4.4	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	0.2	0.1	2.8
81/82	0.5	5.5	4.0	2.5	3.0	2.2	1.5	1.1	0.6	0.3	0.3	0.4	1.8
82/83	0.3	2.4	5.6	5.0	2.6	4.3	4.7	2.2	1.3	0.5	0.3	0.2	2.5
83/84	0.4	0.8	5.2	2.7	1.7	1.3	1.3	1.1	0.3	0.1	0.2	0.2	1.3
84/85	0.2	1.0	1.5	5.3	1.6	3.4	5.2	3.7	2.3	0.5	0.4	0.2	2.1
85/86	0.4	3.3	2.3	4.2	2.2	1.7	2.7	2.3	0.5	0.3	0.4	0.4	1.7
86/87	1.0	6.6	7.1	2.8	3.3	2.0	2.0	1.6	1.4	0.7	0.4	0.3	2.4
87/88	0.4	0.6	2.1	2.2	2.4	2.7	3.2	1.5	0.8	0.7	0.3	0.2	1.4
88/89	0.3	0.5	1.2	2.4	4.2	2.1	2.7	1.0	1.0	0.2	0.3	0.2	1.3
89/90	0.3	0.3	0.9	1.5	2.5	1.9	1.9	1.2	0.4	0.2	0.2	0.4	1.0
PROM	0.6	1.9	3.0	3.5	3.3	2.7	2.9	2.0	1.5	0.6	0.4	0.3	1.9
STD	0.6	1.7	2.4	1.7	1.7	1.2	1.4	1.0	0.9	0.4	0.3	0.2	0.6
Qm/Qa	0.32	0.99	1.57	1.87	1.73	1.44	1.51	1.09	0.77	0.33	0.23	0.15	1.00

6.1.1.77

5.5 Embalse Cato 1

5.5.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Cato. Su presa se instalaría en la angostura existente en este río unos 6.0 kilómetros aguas arriba de su confluencia con el río Niblinto.

5.5.b. Accesos e Infraestructuras Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán y luego de recorrer un camino pavimentado de 26 kilómetros se llega a Coihueco. Después se continúa por un camino de tierra con agregados pétreos durante 14 kilómetros. El pueblo más cercano es Coihueco, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.5.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir de un trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el cuadro N° 11 se incluye la estadística de caudales medios mensuales.

5.5.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 11-13 y 12-13).

5.5.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

La presa del embalse Cato 1 se ubicaría en una zona donde el río Cato corre por un valle relativamente angosto. En el sitio de implantación de la presa el fondo del valle presenta un ancho no superior a los 100 m, los flancos de éste se elevan 200 m sobre el piso del valle, con taludes relativamente abruptos.

Este valle, que estaría en un proceso de erosión, atraviesa en el sector de la angostura tanto rocas, que podrían asignarse a la formación Curamallín, como sedimentos glaciofluviales. Estos últimos presentan una topografía con algunos rasgos propios de deslizamiento, situación que habrá que investigar en mayor detalle, ya que podría incidir en la factibilidad técnica del proyecto.

6.1.1.78

En el área abundan los suelos impermeables de buena calidad para la ejecución de rellenos (gravas y arenas arcillo limosas), pero hay escasez de materiales permeables. El hecho anterior llevaría a recomendar la ejecución de una presa con un mínimo de relleno con este tipo de materiales (permeables). Se recomienda en este caso adoptar para los efectos de los estudios iniciales, un diseño de presa homogénea, con un pequeño espaldón de material permeable por aguas arriba y un sistema de drenes en base a una chimenea drenante y una alfombra permeable.

Los materiales para rellenos impermeables podrían obtenerse de yacimientos que se abran en la cercanía (menos de 6 km) y probablemente dentro del área inundada. Los materiales para rellenos permeables y filtros tendrán que traerse del valle del río Ñuble, que está a una distancia del orden de los 15 km.

La presa podrá apoyarse directamente sobre las rocas o los sedimentos glaciofluviales, los que están cubiertos por una capa de cenizas volcánicas que tendría algunos metros de espesor (4 a 5 m), y que habría que retirar.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de las Presa

Considerando las características de los materiales, se recomienda adoptar taludes exteriores de 2.5/1 (H/V) por aguas arriba y 2.1/1 (H/V) por aguas abajo. El relleno impermeable debería tener por aguas arriba un talud del orden de 2.00/1 (H/V). La chimenea drenante, que deberá hacerse con gravas arenosas permeables, tendría un ancho no menor de 1.0 m y se conectaría a la alfombra drenante que iría en la fundación y tendría un espesor de al menos 2 m.

5.5.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Con este embalse se podría regar parte del área de influencia del río Cato.

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) El vaso del embalse es amplio pudiendo acumular un volumen de agua superior a 500 millones de m³.
- 2) El caudal medio anual afluente al embalse asciende a 11,2 m³/s.
- 3) Con un embalse de unos 140 m de altura se podrían regar unas 23.000 hás con seguridad 85%.
- 4) La relación $V_e/V_p = 21$ de este embalse es sólo

6.1.1.79

regular.

- 5) La ejecución de este embalse podría encontrarse limitada por condiciones geológicas y geotécnicas.

La decisión de continuar con el estudio de este embalse debe ser tomada mediante la ejecución de un estudio económico.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 11 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.80

CUADRO N° 11

RIO CATO EN EMBALSE CATO 1

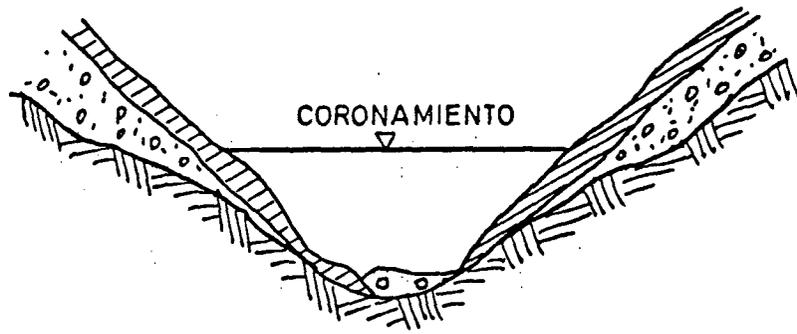
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.9	15.2	21.0	29.8	36.6	15.1	11.4	17.6	14.4	9.3	8.1	6.8	15.8
42/43	5.6	10.4	11.3	15.9	26.2	16.5	15.3	11.5	7.6	6.9	6.0	5.2	11.5
43/44	4.5	13.2	8.8	11.0	11.2	21.4	10.5	7.6	6.3	5.3	5.2	4.3	9.1
44/45	3.9	9.1	19.7	16.2	30.6	17.2	27.0	17.1	10.7	9.0	9.5	7.9	14.8
45/46	7.7	21.2	17.6	21.8	27.1	19.3	13.7	18.6	7.6	5.8	5.2	4.0	14.1
46/47	3.2	6.4	7.3	15.9	8.6	15.4	8.5	8.2	6.5	4.2	3.5	3.1	7.6
47/48	2.7	3.4	14.9	12.8	10.6	9.4	11.4	6.5	4.9	4.1	3.2	2.8	7.2
48/49	5.6	8.5	11.5	27.9	10.7	24.6	16.4	10.0	8.7	6.8	6.1	5.8	11.9
49/50	4.5	30.6	35.1	12.4	8.4	6.5	5.5	4.6	4.7	4.3	3.6	3.4	10.3
50/51	7.9	25.6	28.9	14.4	34.4	22.6	13.0	15.0	10.1	11.4	9.0	6.2	16.5
51/52	4.4	11.6	36.9	34.7	17.3	18.9	12.6	9.9	8.2	7.0	6.2	6.3	14.5
52/53	4.5	10.7	13.4	15.2	10.4	10.1	7.9	5.4	4.5	4.6	4.2	3.6	7.9
53/54	4.3	26.4	14.4	20.8	29.5	40.5	15.1	12.9	10.0	7.8	6.8	5.9	16.2
54/55	5.5	9.3	20.1	24.8	18.4	11.1	9.8	8.3	7.2	6.1	5.0	4.2	10.8
55/56	3.6	5.0	22.4	8.4	11.2	12.4	9.5	6.7	6.2	8.1	4.7	7.9	8.8
56/57	7.4	13.7	8.7	31.8	18.2	10.7	10.0	8.1	5.4	4.8	4.1	3.6	10.5
57/58	2.7	10.7	11.0	16.6	32.5	13.2	9.2	10.4	10.5	5.9	4.6	3.7	10.9
58/59	3.7	11.0	31.6	34.9	29.4	16.5	14.9	13.8	6.8	5.9	4.9	4.2	14.8
59/60	28.6	19.7	19.1	36.6	16.0	23.7	11.2	8.2	6.5	6.2	5.0	4.1	15.4
60/61	4.0	3.2	18.6	13.1	8.7	8.7	13.8	8.0	5.4	5.4	3.4	4.4	8.1
61/62	3.1	3.0	9.2	26.5	11.2	30.6	22.7	9.5	6.2	5.5	4.4	3.6	11.3
62/63	3.3	3.0	9.7	6.7	9.9	6.4	9.0	4.4	3.3	2.8	2.6	2.4	5.3
63/64	2.8	3.4	6.6	18.5	23.9	21.8	16.6	12.9	9.8	11.2	5.3	4.2	11.4
64/65	3.1	3.4	6.0	7.6	11.7	11.0	8.8	6.7	9.9	6.2	5.6	3.0	6.9
65/66	12.9	12.9	18.1	28.8	31.1	11.5	16.2	12.1	12.3	7.1	5.2	4.2	14.4
66/67	5.0	7.1	21.2	28.9	15.4	13.9	11.9	9.8	22.5	10.4	7.0	5.2	13.2
67/68	4.1	11.3	7.5	8.1	13.8	12.1	14.5	10.3	6.6	4.6	4.4	3.7	8.4
68/69	3.2	2.7	3.2	4.0	6.4	5.0	5.1	5.9	4.4	3.2	2.7	2.6	4.0
69/70	3.6	11.8	38.3	21.8	22.0	18.2	9.4	7.6	6.3	5.5	4.5	3.9	12.7
70/71	3.5	4.4	13.2	16.5	18.0	9.3	9.3	7.4	7.8	5.8	5.1	3.8	8.7
71/72	3.4	18.0	14.3	27.3	21.4	11.4	10.7	5.4	8.8	6.3	5.0	4.6	11.4
72/73	3.6	48.4	38.9	18.4	38.5	24.5	22.1	16.2	8.6	6.2	5.0	4.3	19.6
73/74	3.7	13.2	11.5	20.9	11.4	7.1	11.7	8.4	5.1	5.1	4.4	4.0	8.9
74/75	3.2	6.7	25.4	16.2	12.1	9.8	8.5	6.3	5.5	4.9	5.6	4.0	9.0
75/76	5.3	14.5	26.0	31.5	14.7	9.8	9.6	9.6	6.7	5.7	6.9	5.3	12.1
76/77	3.2	3.3	10.1	7.4	9.3	10.4	15.8	10.4	6.0	5.1	4.0	3.6	7.4
77/78	3.2	7.1	13.7	35.6	22.0	14.0	16.8	12.2	8.7	5.7	4.8	5.8	12.4
78/79	3.3	4.8	8.9	39.2	11.6	18.3	20.9	14.4	8.5	5.7	4.7	4.2	12.0
79/80	3.2	6.8	4.8	21.8	29.5	20.1	10.1	11.8	13.2	6.8	11.1	9.1	12.4
80/81	18.4	35.5	37.3	32.1	22.7	11.0	8.8	7.3	7.7	7.0	6.2	5.6	16.6
81/82	6.7	43.2	25.1	17.3	14.6	12.4	7.9	5.7	4.3	4.1	4.4	3.8	12.5
82/83	3.3	13.2	29.0	32.6	21.7	32.6	29.3	12.1	8.3	7.9	6.9	5.2	16.8
83/84	4.6	6.1	19.4	19.0	13.4	10.7	9.6	6.7	4.9	4.2	3.9	3.1	8.8
84/85	2.8	8.4	9.8	28.4	9.8	14.7	15.4	11.2	7.7	6.6	4.9	3.9	10.3
85/86	4.0	13.6	10.4	20.6	7.6	9.6	12.2	10.0	5.1	3.6	3.4	3.0	8.6
86/87	4.7	28.1	45.7	12.6	18.4	10.8	8.5	18.0	11.8	5.2	4.6	4.2	14.4
87/88	3.4	4.4	10.4	33.7	24.3	13.7	16.2	8.5	5.6	4.6	3.9	3.7	11.0
88/89	3.1	3.1	11.2	12.1	24.4	12.6	7.9	6.1	4.9	4.5	3.8	3.1	8.1
89/90	2.6	2.3	8.7	8.2	11.8	8.0	6.7	5.5	4.2	3.2	3.1	3.4	5.7
PROM	5.1	12.4	17.7	20.8	18.3	15.0	12.6	9.8	7.7	6.0	5.1	4.5	11.2
STD	4.3	10.4	10.3	9.3	8.6	7.1	5.1	3.7	3.3	1.9	1.7	1.4	3.4
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

6.1.1.81

EMBALSE CATO 1

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



ALUVIAL



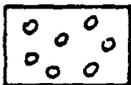
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



GLACIOFLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



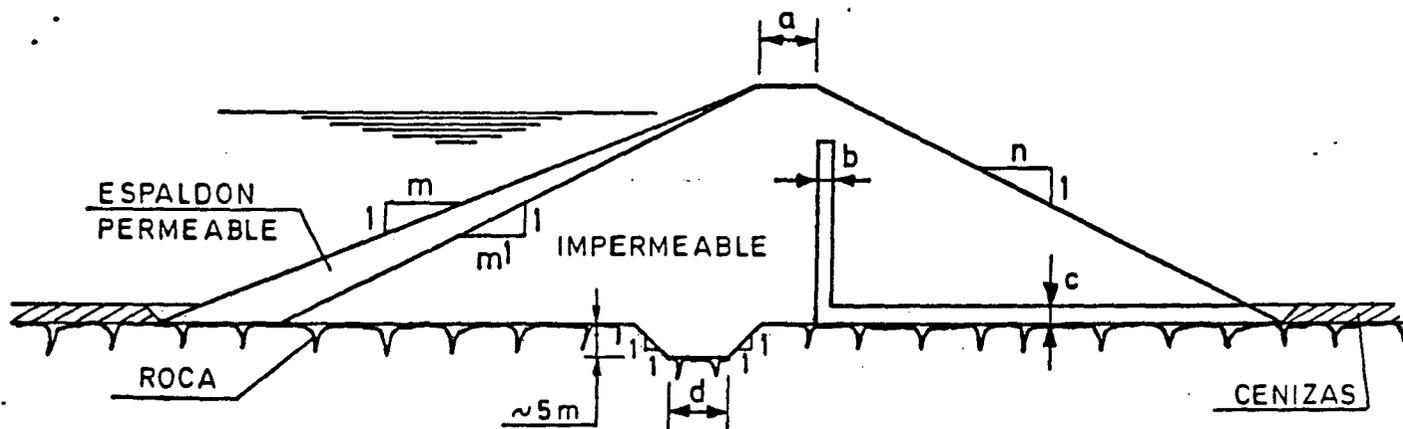
CENIZA

6.1.1.82

PRESA CATO 1

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m^1 = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 10 \text{ m}$$

$$b \geq 1 \text{ m}$$

$$c \geq 2 \text{ m}$$

$$d = 20 \text{ m}$$

6.1.1.83

5.6 Embalse Niblinto 2

5.6.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Niblinto y aprovecharía sólo los excedentes de invierno de este río, pues desde él se alimenta el embalse Coihueco mediante un canal con una capacidad actual de 2,5 m³/s.

5.6.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte desde Chillán y luego de recorrer un camino pavimentado de 26 kilómetros se llega a Coihueco. Luego se continúa por un camino de tierra con agregados pétricos durante otros 10 kilómetros y se sigue por un camino de tierra por otros 7 kilómetros. El pueblo más cercano es Coihueco, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.6.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el cuadro N^o 12 se incluye la estadística de caudales medios mensuales.

5.6.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 11-12 y 12-12).

5.6.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El río Niblinto en la zona donde se implantaría el muro, ha excavado un valle relativamente angosto en una formación probablemente de origen glaciofluvial conocido con el nombre de Formación La Montaña.

Los sedimentos glaciofluviales, que serían impermeables, están cubiertos por una gruesa capa de cenizas volcánicas (al menos 10 m).

En el fondo del valle se observan depósitos aluviales relativamente finos (gravas medias, arenas y limos), que tendrían reducido espesor (no más de 10 m).

6.1.1.84

Dada la alta compresibilidad que presentan las cenizas volcánicas, no podrá fundarse la presa sobre ellas y debería considerarse su retiro, trabajo que sería de proporciones y que podría condicionar la factibilidad del proyecto.

Los glaciofluviales, que estarían formados por gravas y arenas limo arcillosas, serían compactos y pueden proveer de materiales adecuados para rellenos impermeables.

La escasez o ausencia de materiales permeables en la zona recomiendan considerar la construcción de una presa homogénea que contempla un mínimo de rellenos permeables, de drenes y de filtros.

Los materiales para rellenos impermeables, podrán obtenerse de un yacimiento que se abra en el área inundada, el que requerirá de un escarpe importante a fin de retirar las cenizas que cubren el glaciofluvial. Los materiales para rellenos permeables y rellenos de drenes y filtro deberán traerse desde el río Ñuble o del río Chillán, que están aproximadamente a 20 km de distancia.

Finalmente, debe señalarse que los taludes del valle del río Niblinto son de pendiente relativamente fuerte, lo que podría dar motivos a deslizamientos de la capa de cenizas, debido a las fluctuaciones del embalse.

Un estudio de detalle de esta obra debería iniciarse con un estudio de la estabilidad de la laderas del valle que quedarían comprometidas por el embalse, dado que ello puede ser una condicionante de la factibilidad física del embalse.

De acuerdo lo expuesto el embalse Niblinto presenta características poco favorables para su realización

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Si finalmente se decidiera continuar con el estudio de este embalse, se recomienda adoptar un diseño de presa homogénea, con taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente y con un pequeño espaldón por aguas arriba de dimensiones tales que el relleno impermeable por aguas arriba queda con un talud 2/1 (H/V). En el sector de aguas abajo debe considerarse la construcción de una chimenea drenante de al menos 0.8 m de ancho y una alfombra drenante de 1.5 m de espesor.

1.5.6.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Con este embalse se podría regar parte del área de influencia del río Cato.

6.1.1.85

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) El vaso del embalse es amplio pudiendo acumular un volumen de agua superior a 400 millones de m³.
- 2) El caudal medio anual afluente asciende a 12,3 m³/s, pero debe aportar 2,5 m³/s al embalse Coihueco durante unos 5 meses para llenar este embalse.
- 3) Con un embalse de unos 170 m de altura se podrían regar unas 20.000 hás con seguridad 85%.
- 4) La relación $V_e/V_p = 18$ de este embalse es mala.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 12 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.86

CUADRO Nº 12

RIO NIBLINTO EN EMBALSE NIBLINTO 2

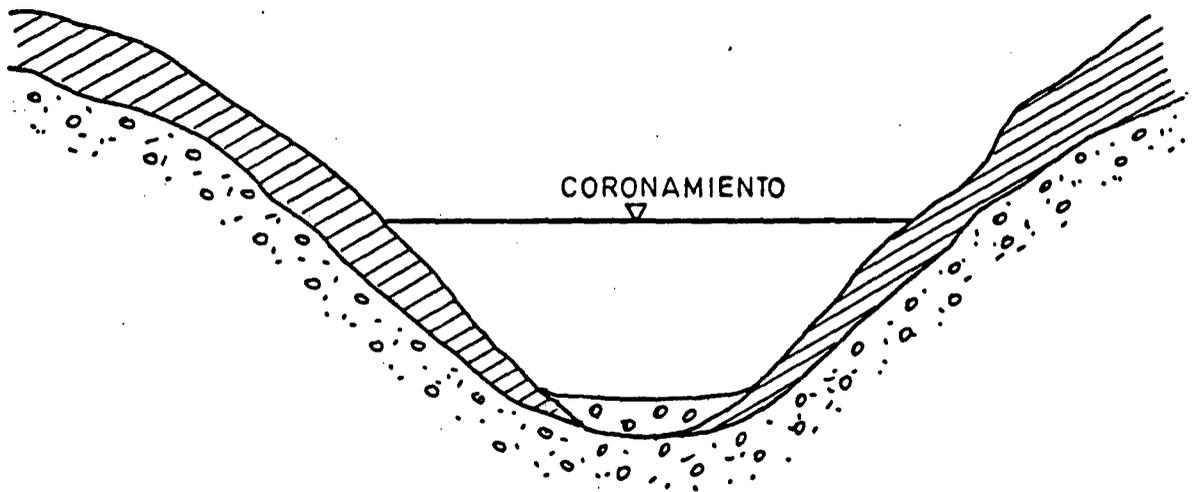
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.1	18.0	26.6	37.7	45.2	17.6	13.7	21.7	14.5	5.8	3.6	2.8	17.5
42/43	5.4	11.7	14.3	20.2	32.3	19.4	18.4	12.9	6.0	3.7	2.3	1.8	12.4
43/44	3.8	15.4	11.2	13.9	13.8	25.0	12.6	7.3	4.3	2.4	1.7	1.3	9.4
44/45	3.1	10.0	24.9	20.6	37.8	20.1	32.4	20.9	9.9	5.5	4.5	3.4	16.1
45/46	8.6	25.9	22.2	27.5	33.5	22.5	16.5	23.1	6.0	2.8	1.8	1.1	16.0
46/47	2.0	6.4	9.2	20.1	10.6	18.0	10.2	8.0	4.5	1.4	0.6	0.5	7.6
47/48	1.2	2.5	18.9	16.2	13.1	11.0	13.7	5.6	2.5	1.3	0.5	0.4	7.2
48/49	5.6	9.2	14.6	35.3	13.1	28.8	19.7	10.7	7.3	3.7	2.4	2.2	12.7
49/50	3.9	38.1	44.5	15.7	10.3	7.6	6.6	2.9	2.2	1.5	0.7	0.7	11.2
50/51	8.8	31.6	36.5	18.2	42.4	26.5	15.6	17.9	9.0	7.6	4.2	2.4	18.4
51/52	3.7	13.3	46.7	43.9	21.4	22.1	15.1	10.6	6.6	3.9	2.4	2.4	16.0
52/53	3.8	12.0	16.9	19.3	12.8	11.9	9.5	4.1	2.0	1.8	1.1	0.9	8.0
53/54	3.6	32.6	18.2	26.3	36.5	47.4	18.2	14.9	8.9	4.5	2.8	2.2	18.0
54/55	5.4	10.2	25.5	31.4	22.8	13.0	11.8	8.3	5.3	3.1	1.6	1.2	11.6
55/56	2.6	4.6	28.4	10.6	13.8	14.5	11.4	5.9	4.1	4.8	1.4	3.4	8.8
56/57	8.2	16.1	11.0	40.2	22.5	12.5	12.0	7.9	3.1	2.0	1.1	0.8	11.4
57/58	1.3	12.1	14.0	21.0	40.1	15.5	11.0	11.2	9.6	2.9	1.4	0.9	11.7
58/59	2.8	12.5	40.0	44.2	36.3	19.4	17.9	16.2	4.9	2.9	1.6	1.2	16.6
59/60	39.4	23.9	24.2	46.3	19.8	27.7	13.4	8.2	4.5	3.1	1.6	1.2	17.8
60/61	3.1	2.2	23.5	16.6	10.8	10.2	16.6	7.8	3.2	2.5	0.6	1.3	8.2
61/62	1.8	1.9	11.6	33.5	13.8	35.8	27.3	10.0	4.1	2.5	1.3	0.9	12.0
62/63	2.1	2.0	12.3	8.4	12.2	7.5	10.8	2.7	0.5	0.2	0.1	0.1	4.9
63/64	1.4	2.5	8.3	23.4	29.5	25.5	20.0	14.8	8.6	7.4	1.8	1.2	12.0
64/65	1.9	2.5	7.5	9.7	14.4	12.8	10.5	5.9	8.8	3.2	2.0	0.5	6.6
65/66	16.3	14.9	22.9	36.5	38.4	13.5	19.5	13.7	11.8	3.9	1.8	1.2	16.2
66/67	4.6	7.3	26.8	36.5	19.0	16.3	14.3	10.4	24.7	6.7	2.9	1.8	14.3
67/68	3.3	12.9	9.5	10.2	17.0	14.2	17.4	11.1	4.7	1.8	1.2	0.9	8.7
68/69	2.0	1.5	4.1	5.1	7.9	5.8	6.1	4.8	1.8	0.5	0.1	0.2	3.3
69/70	2.6	13.6	48.5	27.5	27.1	21.2	11.3	7.3	4.3	2.5	1.3	1.0	14.0
70/71	2.4	3.8	16.7	20.9	22.2	10.9	11.2	6.9	6.1	2.8	1.7	1.0	8.9
71/72	2.3	21.6	18.1	34.6	26.4	13.3	12.9	4.1	7.4	3.2	1.6	1.4	12.3
72/73	2.6	61.4	49.2	23.3	47.5	28.6	26.5	19.6	7.2	3.1	1.6	1.3	22.7
73/74	2.7	15.3	14.6	26.4	14.1	8.3	14.0	8.3	4.5	2.2	1.2	1.1	9.4
74/75	2.0	6.9	13.8	11.1	17.9	15.5	15.2	5.5	3.2	2.1	5.6	1.9	8.4
75/76	3.9	11.8	31.0	39.9	10.4	15.5	11.3	9.1	5.0	1.8	1.6	0.8	11.8
76/77	0.6	0.8	32.5	4.6	9.1	14.2	27.2	12.0	5.3	2.7	0.4	0.2	9.1
77/78	0.5	17.3	18.1	50.3	14.8	24.1	20.1	13.9	7.9	3.5	1.6	0.8	14.4
78/79	0.5	6.4	11.5	59.5	21.8	29.1	28.4	18.1	5.7	2.4	3.6	0.5	15.6
79/80	2.0	5.6	3.3	43.1	58.3	28.1	8.6	6.6	15.4	2.6	7.0	10.2	15.9
80/81	47.7	108.8	51.5	33.5	23.7	6.9	5.2	4.3	3.8	3.7	1.5	1.7	24.3
81/82	8.4	49.1	19.8	18.3	15.1	12.6	6.6	3.7	1.9	1.6	1.4	0.9	11.6
82/83	1.2	16.6	41.1	44.7	21.9	35.3	31.3	12.2	6.2	3.1	1.9	1.0	18.0
83/84	1.6	5.7	29.6	23.5	15.3	11.4	11.5	6.3	2.4	0.9	0.9	0.8	9.2
84/85	1.1	9.6	13.1	37.4	11.9	20.4	20.7	13.9	8.2	3.5	1.8	1.1	11.9
85/86	2.8	17.9	12.2	25.2	8.5	12.0	15.3	9.6	2.7	1.0	0.5	0.7	9.0
86/87	5.6	43.1	57.0	13.9	21.7	10.2	8.6	22.3	7.4	1.8	0.7	0.9	16.1
87/88	0.9	3.7	13.0	40.7	27.9	16.1	21.7	7.3	2.5	1.1	0.6	0.9	11.4
88/89	0.9	2.1	14.1	16.9	34.0	12.4	10.0	6.9	3.6	1.3	0.6	0.5	8.6
89/90	0.5	0.5	11.9	11.2	19.0	10.4	8.0	4.3	1.6	0.5	0.4	0.7	5.8
PROM	5.0	15.8	22.3	26.4	22.6	17.9	15.3	10.2	6.0	2.9	1.8	1.4	12.3
STD	8.5	18.6	13.3	13.0	11.7	8.5	6.5	5.4	4.2	1.6	1.4	1.5	4.4
Qm/Qa	0.41	1.28	1.81	2.15	1.84	1.46	1.24	0.83	0.49	0.23	0.14	0.11	1.00

6.1.1.87

EMBALSE NIBLINTO 2

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



ALUVIAL



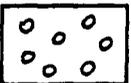
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



GLACIOFLUVIALES



FLUVIAL RECIENTE



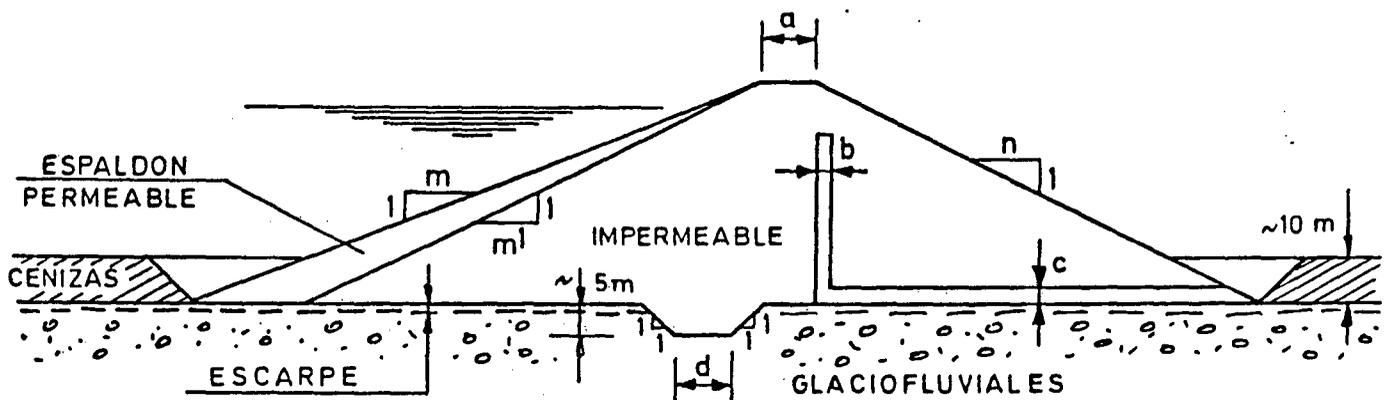
CENIZA

6.1.1.88

PRESA NIBLINTO 2

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b \geq 0.8 \text{ m}$$

$$c = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

6.1.1.89

5.7 Embalse Kaiser

5.7.a. Ubicación

Este proyecto se ubica en el estero Kaiser y estaría destinado a mejorar el riego de un vasto sector que estaría comprendido en las comunas de Coihueco, Pinto y Chillán.

La presa se ubicaría inmediata por aguas arriba a la confluencia del estero Kaiser con el estero Coihueco.

El pueblo más cercano a este embalse es Coihueco y dista unos 11 km de la presa.

5.7.b. Acceso e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de la presa, se parte de Coihueco en dirección al Sur-Oeste hacia el sector llamado Miraflores, después de recorrer unos 2 km se dobla por un camino que sigue hacia el Sur-Este por 6 km aproximadamente hasta cruzar el estero Coihueco. Desde este cruce se deben recorrer unos 3 km más para llegar frente al lugar en que se ubica la angostura de la presa.

El pueblo de Coihueco no cuenta con la infraestructura adecuada para facilitar las labores relacionadas con la construcción de un embalse.

5.7.c. Hidrología

La estadística hidrológica de caudales medios mensuales del estero Kaiser, en la zona de la presa se ha calculado a partir de la estadística base existente de la estación fluviométrica de Chillán en Esperanza. En el Cuadro N° 13 se incluye la estadística de caudales medios mensuales generada, la que obedece a la relación $Q(\text{Kaiser}) = 0,13 \cdot Q(\text{CH. Esperanza})$.

En el anteproyecto preliminar elaborado por un grupo de ingenieros de la Universidad de Concepción para la Unión Comunal de Junta de Vecinos de Coihueco, se ha consultado complementar el caudal del estero Kaiser mediante un canal alimentador derivado desde el río Chillán.

5.7.d. Topografía

Para el estudio de este embalse se dispone de planos a escala 1:10000, realizados por la empresa OTAG S.A. en 1987 para la Comisión Nacional de Riego, que cubren toda la zona del proyecto (planos 11-11 y 11-12)



5.7.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del área de embalse

El Estero Kaiser en el sector donde se construiría la presa Kaiser, se encuentra excavado en una formación de sedimentos glaciofluviales del Pleistoceno, conocida con el nombre de Formación La Montaña.

Los glaciofluviales, que serían impermeables, están cubiertos por un potente depósito de cenizas volcánicas (aproxim. 10 m).

Las cenizas volcánicas son altamente compresibles y no podría apoyarse la presa sobre ellas, lo que obliga a su retiro, trabajo que sería de proporciones y que condiciona la factibilidad del proyecto.

Los glaciofluviales, que estarían formados por gravas y arenas arcillo limosas, son compactos y pueden proveer de materiales para la ejecución de buenos rellenos impermeables.

En la zona hay escasez de materiales permeables, lo que obliga a considerar la construcción de una presa homogénea con un mínimo de materiales permeables.

Los materiales para los rellenos permeables y los rellenos de filtros y drenes deberán traerse del valle del río Chillán, que está aproximadamente 15 km del muro.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Se recomienda adoptar en el diseño una presa homogénea con un pequeño espaldón permeable por aguas arriba y un dren en base a chimenea y alfombra drenante en el sector de aguas abajo del muro.

Los taludes exteriores del muro serían de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente. El talud del relleno impermeable será 2/1 (H/V) por aguas arriba. La chimenea drenante tendrá un ancho no menor de 0.8 m y la alfombra drenante que cubrirá la fundación tendrá un espesor no menor a 1.5 m.

Los materiales para los rellenos impermeables, podrán obtenerse del área inundada, a una distancia no mayor a 1000 m del muro. El yacimiento que se explote tendrá un destape importante, dado que será necesario remover las cenizas volcánicas que cubren a las morrenas (10 m de cenizas).

6.1.1.91

5.7.f. Juicio respecto al interés del posible embalse

Con este embalse se podría regar un sector importante de las comunas de Coihueco, Pinto y Chillán.

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Puede embalsar un volumen de agua de unos 40 millones de m³.
- 2) El estero Kaiser tiene un caudal medio anual de 2.0 m³/s, valor que se estima insuficiente para llenar este embalse, por lo que se debe aprovechar recursos de invierno del río Chillán mediante un canal alimentador.
- 3) Con este embalse se podría regar unas 4.300 hás con una seguridad 85%.
- 4) La relación $V_e/V_p=17$ es mala de acuerdo a la definición dada.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 13 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.92

CUADRO Nº 13

ESTERO KAISER EN EMBALSE KAISER

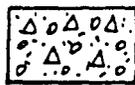
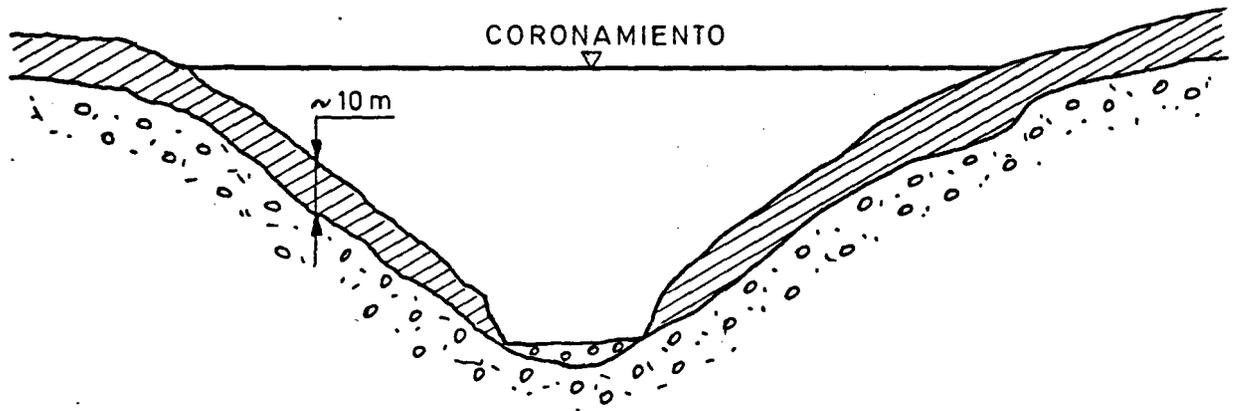
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

ANO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.7	2.7	3.7	5.3	6.5	2.7	2.0	3.1	2.5	1.7	1.4	1.2	2.8
42/43	1.0	1.8	2.0	2.8	4.6	2.9	2.7	2.0	1.4	1.2	1.1	0.9	2.0
43/44	0.8	2.3	1.6	1.9	2.0	3.8	1.9	1.4	1.1	0.9	0.9	0.8	1.6
44/45	0.7	1.6	3.5	2.9	5.4	3.0	4.8	3.0	1.9	1.6	1.7	1.4	2.6
45/46	1.4	3.8	3.1	3.8	4.8	3.4	2.4	3.3	1.4	1.0	0.9	0.7	2.5
46/47	0.6	1.1	1.3	2.8	1.5	2.7	1.5	1.4	1.1	0.7	0.6	0.5	1.3
47/48	0.5	0.6	2.6	2.3	1.9	1.7	2.0	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	1.3
48/49	1.0	1.5	2.0	4.9	1.9	4.4	2.9	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	2.1
49/50	0.8	5.4	6.2	2.2	1.5	1.1	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	1.8
50/51	1.4	4.5	5.1	2.5	6.1	4.0	2.3	2.7	1.8	2.0	1.6	1.1	2.9
51/52	0.8	2.1	6.5	6.1	3.1	3.3	2.2	1.8	1.4	1.2	1.1	1.1	2.6
52/53	0.8	1.9	2.4	2.7	1.8	1.8	1.4	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	1.4
53/54	0.8	4.7	2.5	3.7	5.2	7.2	2.7	2.3	1.8	1.4	1.2	1.1	2.9
54/55	1.0	1.6	3.6	4.4	3.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	1.9
55/56	0.6	0.9	4.0	1.5	2.0	2.2	1.7	1.2	1.1	1.4	0.8	1.4	1.6
56/57	1.3	2.4	1.5	5.6	3.2	1.9	1.8	1.4	1.0	0.9	0.7	0.6	1.9
57/58	0.5	1.9	2.0	2.9	5.7	2.3	1.6	1.8	1.9	1.0	0.8	0.7	1.9
58/59	0.7	2.0	5.6	6.2	5.2	2.9	2.6	2.4	1.2	1.0	0.9	0.7	2.6
59/60	5.1	3.5	3.4	6.5	2.8	4.2	2.0	1.5	1.2	1.1	0.9	0.7	2.7
60/61	0.7	0.6	3.3	2.3	1.5	1.5	2.4	1.4	1.0	1.0	0.6	0.8	1.4
61/62	0.5	0.5	1.6	4.7	2.0	5.4	4.0	1.7	1.1	1.0	0.8	0.6	2.0
62/63	0.6	0.5	1.7	1.2	1.8	1.1	1.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.9
63/64	0.5	0.6	1.2	3.3	4.2	3.8	2.9	2.3	1.7	2.0	0.9	0.7	2.0
64/65	0.6	0.6	1.1	1.4	2.1	1.9	1.6	1.2	1.8	1.1	1.0	0.5	1.2
65/66	2.3	2.3	3.2	5.1	5.5	2.0	2.9	2.1	2.2	1.2	0.9	0.7	2.5
66/67	0.9	1.2	3.7	5.1	2.7	2.5	2.1	1.7	4.0	1.8	1.2	0.9	2.3
67/68	0.7	2.0	1.3	1.4	2.4	2.1	2.6	1.8	1.2	0.8	0.8	0.7	1.5
68/69	0.6	0.5	0.6	0.7	1.1	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7
69/70	0.6	2.1	6.8	3.8	3.9	3.2	1.7	1.4	1.1	1.0	0.8	0.7	2.3
70/71	0.6	0.8	2.3	2.9	3.2	1.7	1.7	1.3	1.4	1.0	0.9	0.7	1.5
71/72	0.6	3.2	2.5	4.8	3.8	2.0	1.9	1.0	1.6	1.1	0.9	0.8	2.0
72/73	0.6	8.6	6.9	3.3	6.8	4.3	3.9	2.9	1.5	1.1	0.9	0.8	3.5
73/74	0.7	2.3	2.0	3.7	2.0	1.3	2.1	1.5	0.9	0.9	0.8	0.7	1.6
74/75	0.6	1.2	4.5	2.9	2.1	1.7	1.5	1.1	1.0	0.9	1.0	0.7	1.6
75/76	0.9	2.6	4.6	5.6	2.6	1.7	1.7	1.7	1.2	1.0	1.2	0.9	2.1
76/77	0.6	0.6	1.8	1.3	1.6	1.8	2.8	1.8	1.1	0.9	0.7	0.6	1.3
77/78	0.6	1.3	2.4	6.3	3.9	2.5	3.0	2.2	1.5	1.0	0.8	1.0	2.2
78/79	0.6	0.8	1.6	6.9	2.1	3.2	3.7	2.5	1.5	1.0	0.8	0.7	2.1
79/80	0.6	1.2	0.8	3.9	5.2	3.5	1.8	2.1	2.3	1.2	2.0	1.6	2.2
80/81	3.3	6.3	6.6	5.7	4.0	1.9	1.6	1.3	1.4	1.2	1.1	1.0	2.9
81/82	1.2	7.6	4.4	3.1	2.6	2.2	1.4	1.0	0.8	0.7	0.8	0.7	2.2
82/83	0.6	2.3	5.1	5.8	3.8	5.8	5.2	2.1	1.5	1.4	1.2	0.9	3.0
83/84	0.8	1.1	3.4	3.4	2.4	1.9	1.7	1.2	0.9	0.7	0.7	0.6	1.6
84/85	0.5	1.5	1.7	5.0	1.7	2.6	2.7	2.0	1.4	1.2	0.9	0.7	1.8
85/86	0.7	2.4	1.8	3.6	1.3	1.7	2.2	1.8	0.9	0.6	0.6	0.5	1.5
86/87	0.8	5.0	8.1	2.2	3.3	1.9	1.5	3.2	2.1	0.9	0.8	0.7	2.5
87/88	0.6	0.8	1.8	6.0	4.3	2.4	2.9	1.5	1.0	0.8	0.7	0.7	2.0
88/89	0.5	0.5	2.0	2.1	4.3	2.2	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	1.4
89/90	0.5	0.4	1.5	1.5	2.1	1.4	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5	0.6	1.0
PROM	0.9	2.2	3.1	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.4	1.1	0.9	0.8	2.0
STD	0.8	1.8	1.8	1.6	1.5	1.2	0.9	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.6
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

6.1.1.93

EMBALSE KAISER

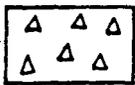
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



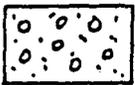
ALUVIAL



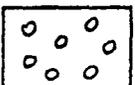
ROCAS



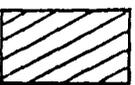
DEPOSITOS MORRENICOS



GLACIOFLUVIALES



FLUVIAL RECIENTE



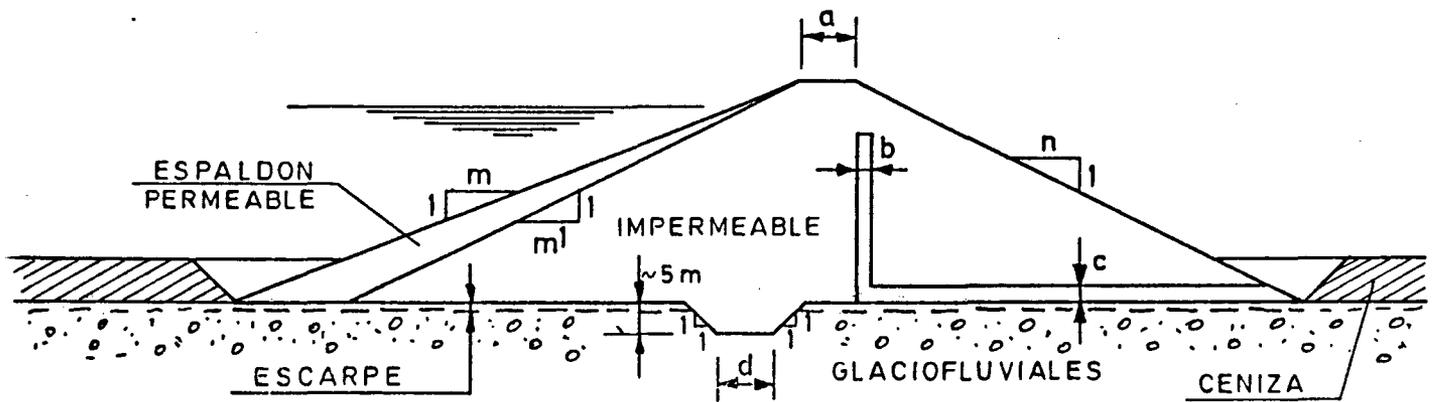
CENIZA

6.1.1.94

PRESA KAISER

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 25$$

$$m^1 = 20$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = > 0.8 \text{ m}$$

$$c = \geq 1.5 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

5.8 Embalse Miraflores

5.8.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del estero Coihueco. Su presa se instalaría en la angostura existente en este estero inmediatamente aguas abajo de la confluencia con el estero Relbunco.

5.8.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán y luego de recorrer un camino pavimentado de 26 km se llega a Coihueco. Después se continúa por un camino de tierra con agregados pétreos durante unos 5 km. El pueblo más cercano es Coihueco, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.8.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el Cuadro N° 14 se incluye la estadística de caudales medios mensuales del estero Coihueco en el embalse Miraflores.

5.8.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 10-12 y 11-12).

5.8.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El valle del estero Coihueco inmediatamente aguas abajo de su confluencia con el estero Relbunco, lugar donde se implantaría la presa del embalse Miraflores, está excavado en los glaciofluviales pleistocénicos de la Formación La Montaña, los que están parcialmente cubiertos por una capa delgada de cenizas volcánicas.

Los sedimentos glaciofluviales son compactos e impermeables y serían un buen apoyo para la presa. Además, proporcionarían materiales adecuados para rellenos impermeables, los que estarían formados por gravas arenosas limo arcillosas.

6.1.1.96

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

La escasez o ausencia de materiales permeables en la zona, recomiendan considerar la construcción de una presa homogénea que contemple un mínimo de rellenos permeables y rellenos de drenes y filtros. Este muro podría tener taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente, un espaldón por aguas arriba que deje los rellenos impermeables con una inclinación de 2/1 (H/V) por aguas arriba. En el sector de aguas abajo debe contemplar la construcción de una chimenea drenante de al menos 0,6 m de ancho y una alfombra drenante de 1,0 m de espesor.

Los materiales para los rellenos impermeables podrán obtenerse de un yacimiento que se abra en la zona inundada y que comprometa sedimentos glaciofluviales. Los materiales permeables para el espaldón y para los drenes y filtros, deberán traerse del río Chillán que está a 10 km de distancia.

1.5.8.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse inferior a 10 millones de m³.
- 2) El estero Coihueco tiene un caudal medio anual afluyente al embalse de 7,3 m³/s.
- 3) La relación $V_e/V_p = 25$ es regular según la clasificación adoptada.
- 4) Este embalse permitiría regar una superficie inferior a 1000 hás.
- 5) La hoya hidrográfica aportante al embalse Miraflores resulta ser de 148 km², lo que significaría un arrastre de sedimentos estimado para 100 años de 1.7 millones de m³, valor que es muy alto para el reducido volumen de embalse. El volumen de sedimentos se calculó de acuerdo a la metodología utilizada por PROITATA, que obtuvo una tasa regional de sedimentos de 100 ton/año/km², la que se considera adecuada.
- 6) Las características geológicas y geotécnicas de este embalse son favorables.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 14 y las

6.1.1.97

figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.98

CUADRO N° 14

ESTERO COIHUECO EN EMBALSE MIRAFLORES

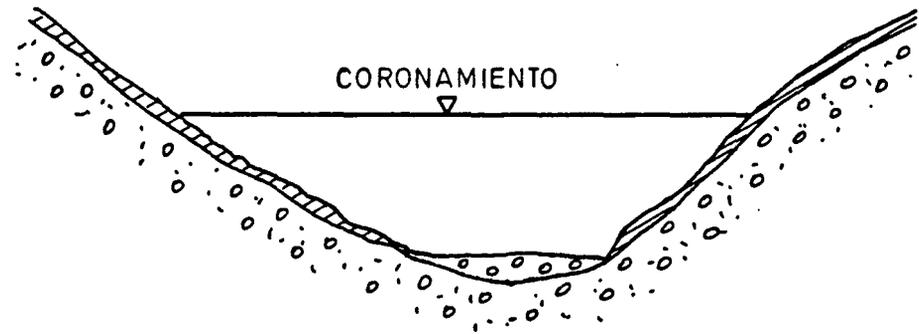
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	2.6	9.9	13.7	19.4	23.9	9.8	7.4	11.5	9.4	6.1	5.3	4.4	10.3
42/43	3.6	6.8	7.4	10.4	17.1	10.8	10.0	7.5	5.0	4.5	3.9	3.4	7.5
43/44	2.9	8.6	5.8	7.2	7.3	14.0	6.9	5.0	4.1	3.5	3.4	2.8	6.0
44/45	2.6	6.0	12.9	10.6	20.0	11.2	17.6	11.1	7.0	5.9	6.2	5.2	9.7
45/46	5.0	13.9	11.5	14.2	17.7	12.6	9.0	12.1	5.0	3.8	3.4	2.6	9.2
46/47	2.1	4.1	4.7	10.4	5.6	10.0	5.6	5.3	4.2	2.8	2.3	2.0	4.9
47/48	1.8	2.2	9.7	8.4	6.9	6.1	7.4	4.2	3.2	2.7	2.1	1.9	4.7
48/49	3.7	5.6	7.5	18.2	7.0	16.1	10.7	6.5	5.7	4.4	4.0	3.8	7.8
49/50	2.9	20.0	22.9	8.1	5.5	4.2	3.6	3.0	3.0	2.8	2.4	2.2	6.7
50/51	5.1	16.7	18.9	9.4	22.5	14.8	8.5	9.8	6.6	7.4	5.9	4.1	10.8
51/52	2.9	7.6	24.1	22.7	11.3	12.3	8.2	6.5	5.3	4.6	4.0	4.1	9.5
52/53	2.9	7.0	8.7	9.9	6.8	6.6	5.1	3.5	2.9	3.0	2.7	2.4	5.1
53/54	2.8	17.2	9.4	13.6	19.3	26.4	9.9	8.4	6.5	5.1	4.5	3.9	10.6
54/55	3.6	6.0	13.2	16.2	12.0	7.2	6.4	5.4	4.7	4.0	3.3	2.8	7.1
55/56	2.4	3.2	14.6	5.5	7.3	8.1	6.2	4.4	4.1	5.3	3.1	5.1	5.8
56/57	4.8	9.0	5.7	20.7	11.9	7.0	6.5	5.3	3.5	3.2	2.7	2.3	6.9
57/58	1.8	7.0	7.2	10.8	21.2	8.6	6.0	6.8	6.9	3.8	3.0	2.4	7.1
58/59	2.4	7.2	20.6	22.8	19.2	10.8	9.7	9.0	4.4	3.8	3.2	2.8	9.7
59/60	18.7	12.9	12.5	23.9	10.5	15.5	7.3	5.4	4.2	4.0	3.3	2.7	10.1
60/61	2.6	2.1	12.1	8.5	5.7	5.7	9.0	5.2	3.6	3.5	2.2	2.9	5.3
61/62	2.0	1.9	6.0	17.3	7.3	20.0	14.8	6.2	4.0	3.6	2.9	2.4	7.4
62/63	2.1	2.0	6.3	4.4	6.5	4.2	5.9	2.9	2.2	1.8	1.7	1.6	3.5
63/64	1.8	2.2	4.3	12.1	15.6	14.2	10.8	8.4	6.4	7.3	3.5	2.7	7.4
64/65	2.0	2.2	3.9	5.0	7.6	7.2	5.7	4.4	6.5	4.1	3.7	2.0	4.5
65/66	8.4	8.4	11.8	18.8	20.3	7.5	10.6	7.9	8.0	4.6	3.4	2.8	9.4
66/67	3.3	4.6	13.8	18.9	10.0	9.1	7.8	6.4	14.7	6.8	4.6	3.4	8.6
67/68	2.7	7.4	4.9	5.3	9.0	7.9	9.5	6.7	4.3	3.0	2.9	2.4	5.5
68/69	2.1	1.7	2.1	2.6	4.2	3.3	3.3	3.8	2.9	2.1	1.8	1.7	2.6
69/70	2.4	7.7	25.0	14.2	14.4	11.9	6.1	5.0	4.1	3.6	2.9	2.5	8.3
70/71	2.3	2.9	8.6	10.8	11.8	6.1	6.1	4.8	5.1	3.8	3.3	2.5	5.7
71/72	2.2	11.8	9.4	17.9	14.0	7.4	7.0	3.5	5.8	4.1	3.3	3.0	7.4
72/73	2.4	31.6	25.4	12.0	25.2	16.0	14.4	10.6	5.6	4.0	3.3	2.8	12.8
73/74	2.4	8.6	7.5	13.6	7.4	4.6	7.6	5.5	3.3	3.3	2.8	2.6	5.8
74/75	2.1	4.4	16.6	10.6	7.9	6.4	5.5	4.1	3.6	3.2	3.7	2.6	5.9
75/76	3.5	9.5	17.0	20.6	9.6	6.4	6.3	6.3	4.4	3.7	4.5	3.5	7.9
76/77	2.1	2.1	6.6	4.8	6.0	6.8	10.3	6.8	3.9	3.3	2.6	2.4	4.8
77/78	2.1	4.6	8.9	23.2	14.4	9.1	10.9	8.0	5.7	3.7	3.1	3.8	8.1
78/79	2.2	3.1	5.8	25.6	7.6	12.0	13.6	9.4	5.5	3.7	3.1	2.7	7.9
79/80	2.1	4.5	3.1	14.3	19.3	13.1	6.6	7.7	8.6	4.4	7.2	6.0	8.1
80/81	12.0	23.2	24.3	21.0	14.8	7.2	5.8	4.8	5.0	4.6	4.0	3.7	10.9
81/82	4.4	28.2	16.4	11.3	9.6	8.1	5.2	3.8	2.8	2.7	2.9	2.5	8.1
82/83	2.2	8.6	18.9	21.3	14.2	21.3	19.1	7.9	5.4	5.2	4.5	3.4	11.0
83/84	3.0	4.0	12.7	12.4	8.7	7.0	6.3	4.4	3.2	2.7	2.5	2.1	5.7
84/85	1.8	5.5	6.4	18.5	6.4	9.6	10.0	7.3	5.0	4.3	3.2	2.5	6.7
85/86	2.6	8.9	6.8	13.4	4.9	6.2	8.0	6.5	3.3	2.4	2.2	2.0	5.6
86/87	3.1	18.3	29.9	8.3	12.0	7.1	5.6	11.8	7.7	3.4	3.0	2.8	9.4
87/88	2.2	2.8	6.8	22.0	15.8	9.0	10.6	5.6	3.7	3.0	2.6	2.4	7.2
88/89	2.0	2.0	7.3	7.9	15.9	8.3	5.1	4.0	3.2	2.9	2.5	2.0	5.3
89/90	1.7	1.5	5.7	5.4	7.7	5.2	4.3	3.6	2.8	2.1	2.0	2.2	3.7
PROM	3.3	8.1	11.5	13.6	12.0	9.8	8.2	6.4	5.0	3.9	3.4	2.9	7.3
STD	2.8	6.8	6.7	6.1	5.6	4.6	3.3	2.4	2.1	1.2	1.1	0.9	2.2
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

6.1.1.99

EMBALSE MIRAFLORES

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



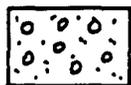
ALUVIAL



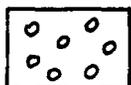
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



GLACIOFLUVIALES



FLUVIAL RECIENTE



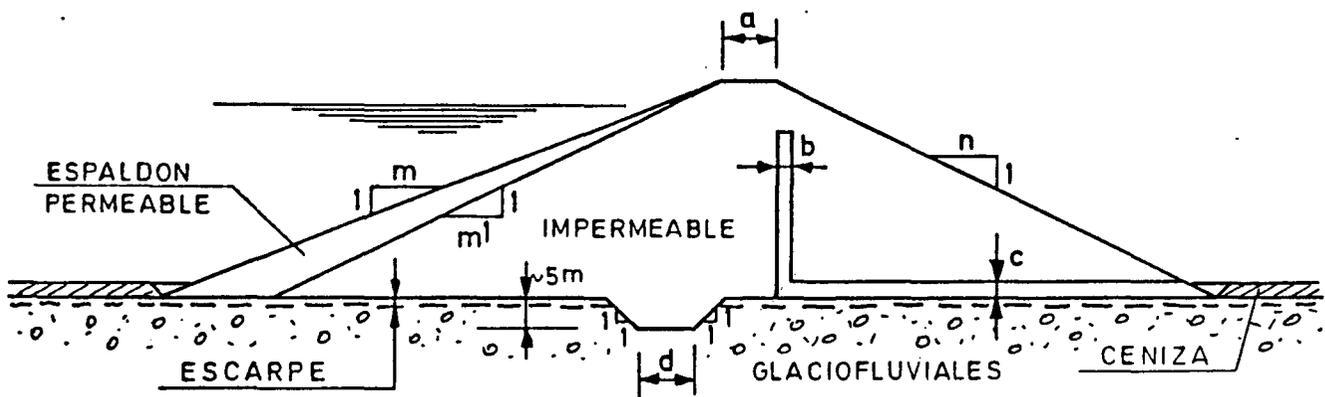
CENIZA

6.1.1.100

PRESA MIRAFLORES

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = 0.6 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

5.9 Embalse Boyén Bajo

5.9.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del estero Boyén. Su presa se instalaría en la angostura existente en este estero unos 3,5 kilómetros aguas arriba del puente El Diablo.

5.9.b. Accesos e Infraestructura Existente

La presa de este proyecto se encuentra ubicada próxima a Chillán y para llegar a ella se debe tomar un camino pavimentado, después de recorrer unos 4 kilómetros por él se debe seguir por un camino de tierra con agregados pétreos por otros dos kilómetros.

5.9.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el cuadro N° 15 se incluye la estadística de caudales medios mensuales.

Como el recurso hidráulico propio no es suficiente, este embalse debe ser alimentado desde el río Chillán mediante un canal de unos 11 kilómetros de largo.

5.9.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Plano 8-12).

5.9.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El Estero Boyén en la zona donde se implantaría la presa, ha sido excavado en un suelo formado por sedimentitas lacustres y fluviales muy consolidadas (tosca) e impermeables, de la Formación Mininco, que data del Plioceno. En el fondo del valle, esta formación está cubierta por un depósito aluvial fino que tendría espesores del orden de los 10 m, en las laderas se observa una capa de cenizas volcánicas que tendría del orden de 5 m de espesor.

Los materiales de la formación Mininco, podrían proporcionar suelos adecuados para la ejecución de rellenos impermeables y podrían obtenerse del área inundada a corta distancia del muro (menos de 1.0 km). Los materiales para rellenos permeables y

6.1.1.102

para rellenos de drenes y filtros deberán traerse del río Ñuble que está a 10 km de distancia.

La presa a construir, deberá apoyarse en los depósitos aluviales que cubren el fondo del valle, los que serían relativamente compresibles y de baja resistencia al corte, lo que condiciona la forma del muro.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Por las razones antes expuestas, se considera que existe la posibilidad de construcción de una presa homogénea, con taludes exteriores de 3/1 y 2.5/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente y con sendas banquetas estabilizadoras, que se desarrollarían de la mitad de la presa hacia abajo con taludes del tipo 5/1 (H/V), las que podrían hacerse con el material proveniente de los escarpes de las cenizas volcánicas que deberán retirarse de los empotramientos y del destape del yacimiento de materiales impermeables.

La presa dispondría de un pequeño espaldón de material permeable por aguas arriba, que se apoyaría sobre el relleno impermeable que tendría por aguas arriba una inclinación de 2.5/1.

Se considera también la construcción de una chimenea drenante de 0.8 m de ancho y una alfombra drenante de 1.0 m de espesor.

5.9.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Con este embalse se podría regar parte del área de influencia del río Chillán ubicada al poniente de la carretera Panamericana Norte Sur.

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Puede embalsar un volumen de agua de unos 74 millones de m³.
- 2) El estero Boyén tiene un caudal medio anual de 2,1 m³/s. Como este caudal es insuficiente debe aprovechar recursos de invierno del río Chillán.
- 3) Con este embalse se podrían regar unas 5.000 hás con una seguridad 85%.
- 4) La relación $V_e/V_p = 57$ es buena

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 15 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas

6.1.1.103

de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.104

CUADRO N° 15

ESTERO BOYEN EN EMBALSE BOYEN BAJO

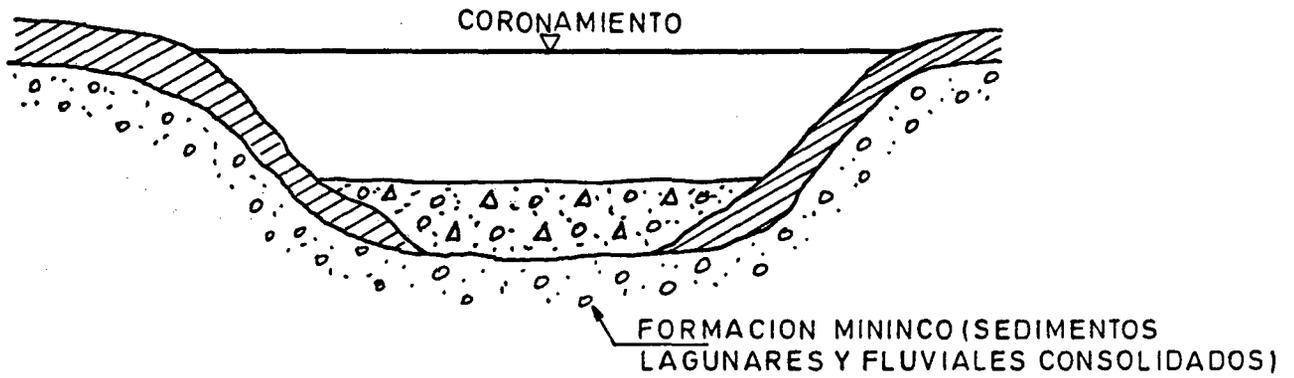
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.22	1.64	4.43	7.98	11.01	4.24	2.05	2.06	0.88	0.30	0.21	0.20	2.94
42/43	0.32	1.12	2.39	4.27	7.87	4.66	2.75	1.35	0.47	0.22	0.15	0.15	2.14
43/44	0.26	1.42	1.86	2.94	3.36	6.02	1.89	0.89	0.39	0.17	0.13	0.13	1.62
44/45	0.23	0.98	4.15	4.35	9.22	4.84	4.84	2.00	0.66	0.29	0.25	0.24	2.67
45/46	0.44	2.28	3.70	5.83	8.15	5.42	2.47	2.18	0.47	0.19	0.13	0.12	2.62
46/47	0.19	0.68	1.53	4.26	2.59	4.33	1.53	0.95	0.40	0.14	0.09	0.09	1.40
47/48	0.15	0.36	3.15	3.43	3.18	2.65	2.05	0.76	0.30	0.13	0.08	0.09	1.36
48/49	0.32	0.92	2.43	7.49	3.20	6.93	2.94	1.17	0.53	0.22	0.16	0.17	2.21
49/50	0.26	3.29	7.41	3.33	2.52	1.82	0.99	0.53	0.28	0.14	0.09	0.10	1.73
50/51	0.45	2.75	6.09	3.86	10.34	6.38	2.34	1.75	0.62	0.37	0.23	0.19	2.95
51/52	0.25	1.25	7.78	9.30	5.22	5.32	2.26	1.16	0.50	0.23	0.16	0.19	2.80
52/53	0.26	1.15	2.82	4.08	3.12	2.86	1.41	0.63	0.28	0.15	0.11	0.11	1.41
53/54	0.24	2.84	3.04	5.58	8.88	11.41	2.72	1.51	0.61	0.25	0.18	0.18	3.12
54/55	0.31	1.00	4.25	6.66	5.55	3.13	1.76	0.97	0.44	0.20	0.13	0.13	2.04
55/56	0.21	0.53	4.73	2.25	3.36	3.50	1.70	0.78	0.38	0.26	0.12	0.24	1.50
56/57	0.42	1.48	1.83	8.51	5.48	3.00	1.80	0.95	0.33	0.16	0.11	0.11	2.01
57/58	0.16	1.15	2.33	4.45	6.86	4.22	1.57	0.50	0.43	0.07	0.03	0.06	1.82
58/59	0.16	1.03	4.60	5.74	6.64	4.44	1.96	1.16	0.32	0.21	0.15	0.15	2.21
59/60	2.20	4.14	6.77	11.20	7.10	6.32	2.19	0.78	0.20	0.18	0.11	0.17	3.45
60/61	0.23	0.37	4.63	3.51	2.63	2.46	3.32	1.45	0.32	0.18	0.07	0.10	1.61
61/62	0.18	0.18	1.20	4.82	4.54	9.54	4.00	1.16	0.21	0.18	0.11	0.11	2.19
62/63	0.19	0.32	2.05	1.79	2.98	1.80	1.61	0.52	0.20	0.09	0.07	0.07	0.97
63/64	0.32	0.43	1.11	4.37	6.14	8.76	2.57	1.60	0.49	0.12	0.08	0.13	2.18
64/65	0.12	0.37	1.05	2.46	3.77	2.43	1.23	0.48	0.74	0.10	0.15	0.04	1.08
65/66	0.42	0.96	4.53	7.65	10.70	4.45	2.54	1.91	0.86	0.22	0.15	0.14	2.88
66/67	0.46	0.75	4.82	6.80	5.95	4.69	2.07	0.86	2.60	0.77	0.42	0.26	2.54
67/68	0.24	1.64	2.23	3.05	4.02	4.81	2.54	1.19	0.28	0.10	0.10	0.14	1.70
68/69	0.18	0.21	0.47	1.08	1.92	1.41	0.91	0.69	0.24	0.08	0.07	0.04	0.61
69/70	0.10	0.93	5.97	6.82	7.45	5.30	2.81	1.04	0.32	0.16	0.09	0.11	2.59
70/71	0.11	0.36	2.79	3.91	5.35	2.14	1.20	0.86	0.48	0.19	0.13	0.11	1.47
71/72	0.19	1.73	3.02	7.33	7.42	3.35	1.92	0.61	0.48	0.27	0.15	0.07	2.21
72/73	0.11	4.28	9.07	5.95	9.42	7.32	5.17	3.04	0.85	0.24	0.05	0.08	3.80
73/74	0.16	1.54	3.46	5.72	3.65	1.91	2.84	0.61	0.28	0.23	0.06	0.30	1.73
74/75	0.18	0.62	5.35	4.33	3.62	2.75	1.97	0.50	0.39	0.23	0.15	0.07	1.68
75/76	0.21	1.18	4.19	8.94	7.12	2.86	1.22	1.13	0.41	0.19	0.18	0.16	2.31
76/77	0.19	0.35	2.14	1.99	1.83	2.13	4.04	2.06	0.59	0.21	0.14	0.15	1.32
77/78	0.16	0.58	2.82	8.31	5.80	2.33	2.81	1.17	0.51	0.22	0.13	0.16	2.08
78/79	0.28	0.65	1.18	8.52	3.35	4.57	2.57	2.50	0.75	0.21	0.17	0.12	2.07
79/80	0.14	0.45	0.56	4.30	5.55	5.05	2.08	1.17	0.88	0.12	0.13	0.29	1.73
80/81	1.14	7.16	7.86	7.61	5.51	2.84	1.04	0.42	0.16	0.28	0.14	0.14	2.86
81/82	0.58	5.00	5.87	5.00	3.15	2.45	0.94	0.47	0.15	0.13	0.21	0.16	2.01
82/83	0.26	1.42	8.35	8.99	6.61	6.59	5.88	2.41	0.68	0.22	0.19	0.12	3.48
83/84	0.29	0.64	5.02	7.65	4.02	3.82	1.37	0.79	0.30	0.14	0.10	0.09	2.02
84/85	0.16	0.90	2.06	7.60	2.96	4.14	2.76	1.31	0.47	0.22	0.13	0.12	1.90
85/86	0.23	1.46	2.20	5.52	2.28	2.69	2.19	1.17	0.31	0.12	0.09	0.09	1.53
86/87	0.27	3.02	9.64	3.39	5.55	3.04	1.53	2.11	0.72	0.17	0.12	0.13	2.47
87/88	0.19	0.47	2.19	9.04	7.29	3.87	2.92	1.00	0.34	0.15	0.10	0.11	2.31
88/89	0.18	0.33	2.36	3.25	7.34	3.56	1.41	0.71	0.30	0.15	0.10	0.09	1.65
89/90	0.15	0.25	1.84	2.21	3.56	2.26	1.20	0.65	0.26	0.10	0.08	0.10	1.05
PROM	0.30	1.40	3.78	5.46	5.41	4.22	2.28	1.18	0.49	0.20	0.13	0.13	2.08
STD	0.32	1.38	2.28	2.37	2.42	2.07	1.06	0.61	0.36	0.10	0.06	0.06	0.68
Qm/Qa	0.14	0.67	1.82	2.62	2.60	2.03	1.10	0.57	0.24	0.09	0.06	0.06	1.00

6.1.1.105

EMBALSE BOYEN BAJO

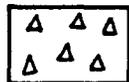
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



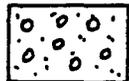
ALUVIAL



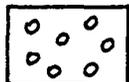
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE

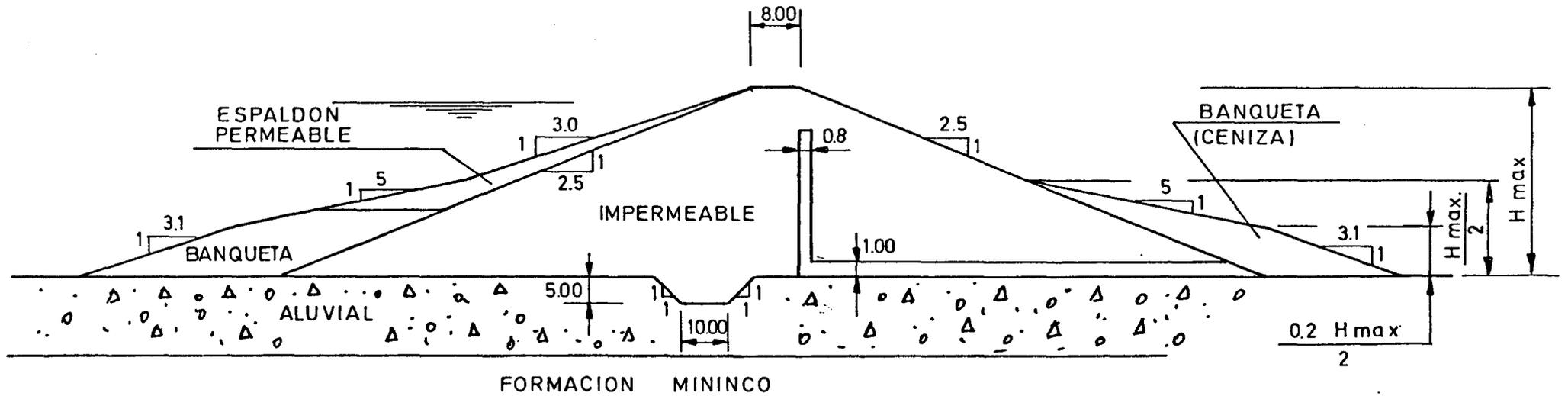


CENIZA

PRESA BOYEN BAJO

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



5.10 Embalse Quilmo

5.10.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del estero Quilmo. Su presa se implantaría en la angostura existente en este estero unos 0,5 kilómetros aguas arriba del puente que cruza el camino Chillán-Pemuco.

5.10.b. Accesos e Infraestructura Existente

La presa de este embalse se encuentra ubicada próxima a Chillán Viejo y para llegar a ella se debe tomar el camino pavimentado que conduce a Pemuco y recorrer unos 5 kilómetros.

5.10.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el cuadro Nº 16 se incluye la estadística de caudales medios mensuales.

Como el recurso hidráulico propio no es suficiente, este embalse debe ser abastecido desde el río Chillán mediante un canal de unos 25 kilómetros de largo.

5.10.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 7-12 y 8-12).

5.10.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El río Quilmo en la zona donde se implantaría la presa, ha sido excavado en un fluvial antiguo de la formación Mininco, formado por gravas limosas parcialmente cementada. En el fondo del valle esta formación está cubierta por un depósito aluvial moderno, relativamente fino que tendría espesores del orden de 10 a 15 m y que probablemente son bastante heterogéneos.

Los materiales provenientes del fluvial antiguo son adecuados para la ejecución de rellenos impermeables y podrían obtenerse del área inundada a corta distancia del muro. Los materiales para rellenos permeables y para rellenos de drenes y filtro, deberán traerse del río Ñuble que está a 10 km de distancia.

La presa en el fondo del valle, se apoyará en el aluvial

6.1.1.108

moderno. A fin de controlar las filtraciones, deberá contemplarse la construcción de una pantalla impermeable (pared moldeada) que alcance el fluvial antiguo que sería impermeable.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar

A fin de minimizar el uso de materiales permeables, que deben traerse de gran distancia, se considera la construcción de una presa homogénea con taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente. En el sector de aguas arriba se contempla la construcción de un espaldón permeable que se apoyará sobre el relleno impermeable que tendría por aguas arriba una inclinación de 2/1 (H/V). Se considera también la construcción de una chimenea drenante de 0.8 m de ancho y una alfombra drenante de 1.0 m de espesor.

5.10.f. Juicio Respecto al Interés del posible Embalse

Con este embalse se podría regar parte del área de influencia del río Chillán ubicada al poniente de la Carretera Panamericana.

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Puede embalsar un volumen de agua de unos 65 millones de m³.
- 2) El estero Quilmo tiene un caudal medio anual de 2,1 m³/s. Como este caudal es insuficiente debe aprovechar recursos de invierno del río Chillán.
- 3) Con este embalse se podrían regar unas 4.500 hás.
- 4) La relación $V_e/V_p = 64$ es buena

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 16 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

6.1.1.109

CUADRO N° 16

ESTERO QUILMO EN EMBALSE QUILMO

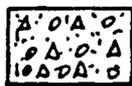
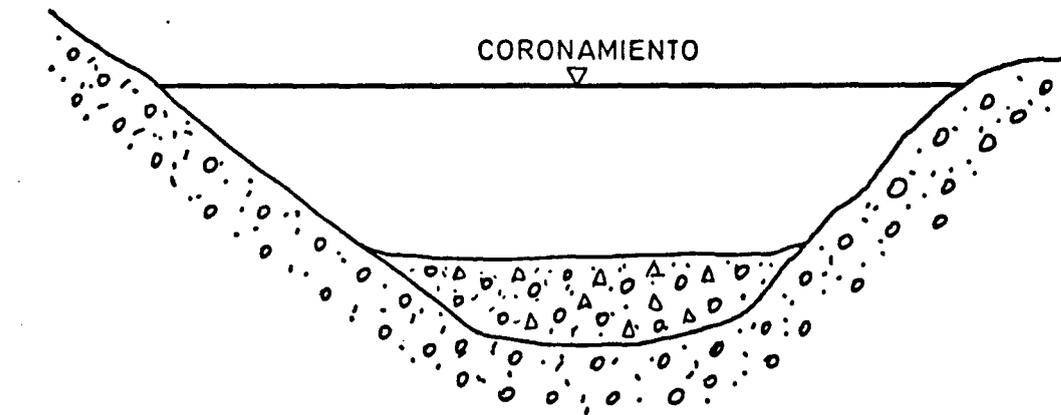
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.22	1.64	4.43	7.98	11.01	4.24	2.05	2.06	0.88	0.30	0.21	0.20	2.94
42/43	0.32	1.12	2.39	4.27	7.87	4.66	2.75	1.35	0.47	0.22	0.15	0.15	2.14
43/44	0.26	1.42	1.86	2.94	3.36	6.02	1.89	0.89	0.39	0.17	0.13	0.13	1.62
44/45	0.23	0.98	4.15	4.35	9.22	4.84	4.84	2.00	0.66	0.29	0.25	0.24	2.67
45/46	0.44	2.28	3.70	5.83	8.15	5.42	2.47	2.18	0.47	0.19	0.13	0.12	2.62
46/47	0.19	0.68	1.53	4.26	2.59	4.33	1.53	0.95	0.40	0.14	0.09	0.09	1.40
47/48	0.15	0.36	3.15	3.43	3.18	2.65	2.05	0.76	0.30	0.13	0.08	0.09	1.36
48/49	0.32	0.92	2.43	7.49	3.20	6.93	2.94	1.17	0.53	0.22	0.16	0.17	2.21
49/50	0.26	3.29	7.41	3.33	2.52	1.82	0.99	0.53	0.28	0.14	0.09	0.10	1.73
50/51	0.45	2.75	6.09	3.86	10.34	6.38	2.34	1.75	0.62	0.37	0.23	0.19	2.95
51/52	0.25	1.25	7.78	9.30	5.22	5.32	2.26	1.16	0.50	0.23	0.16	0.19	2.80
52/53	0.26	1.15	2.82	4.08	3.12	2.86	1.41	0.63	0.28	0.15	0.11	0.11	1.41
53/54	0.24	2.84	3.04	5.58	8.88	11.41	2.72	1.51	0.61	0.25	0.18	0.18	3.12
54/55	0.31	1.00	4.25	6.66	5.55	3.13	1.76	0.97	0.44	0.20	0.13	0.13	2.04
55/56	0.21	0.53	4.73	2.25	3.36	3.50	1.70	0.78	0.38	0.26	0.12	0.24	1.50
56/57	0.42	1.48	1.83	8.51	5.48	3.00	1.80	0.95	0.33	0.16	0.11	0.11	2.01
57/58	0.16	1.15	2.33	4.45	6.86	4.22	1.57	0.50	0.43	0.07	0.03	0.06	1.82
58/59	0.16	1.03	4.60	5.74	6.64	4.44	1.96	1.16	0.32	0.21	0.15	0.15	2.21
59/60	2.20	4.14	6.77	11.20	7.10	6.32	2.19	0.78	0.20	0.18	0.11	0.17	3.45
60/61	0.23	0.37	4.63	3.51	2.63	2.46	3.32	1.45	0.32	0.18	0.07	0.10	1.61
61/62	0.18	0.18	1.20	4.82	4.54	9.54	4.00	1.16	0.21	0.18	0.11	0.11	2.19
62/63	0.19	0.32	2.05	1.79	2.98	1.80	1.61	0.52	0.20	0.09	0.07	0.07	0.97
63/64	0.32	0.43	1.11	4.37	6.14	8.76	2.57	1.60	0.49	0.12	0.08	0.13	2.18
64/65	0.12	0.37	1.05	2.46	3.77	2.43	1.23	0.48	0.74	0.10	0.15	0.04	1.08
65/66	0.42	0.96	4.53	7.65	10.70	4.45	2.54	1.91	0.86	0.22	0.15	0.14	2.88
66/67	0.46	0.75	4.82	6.80	5.95	4.69	2.07	0.86	2.60	0.77	0.42	0.26	2.54
67/68	0.24	1.64	2.23	3.05	4.02	4.81	2.54	1.19	0.28	0.10	0.10	0.14	1.70
68/69	0.18	0.21	0.47	1.08	1.92	1.41	0.91	0.69	0.24	0.08	0.07	0.04	0.61
69/70	0.10	0.93	5.97	6.82	7.45	5.30	2.81	1.04	0.32	0.16	0.09	0.11	2.59
70/71	0.11	0.36	2.79	3.91	5.35	2.14	1.20	0.86	0.48	0.19	0.13	0.11	1.47
71/72	0.19	1.73	3.02	7.33	7.42	3.35	1.92	0.61	0.48	0.27	0.15	0.07	2.21
72/73	0.11	4.28	9.07	5.95	9.42	7.32	5.17	3.04	0.85	0.24	0.05	0.08	3.80
73/74	0.16	1.54	3.46	5.72	3.65	1.91	2.84	0.61	0.28	0.23	0.06	0.30	1.73
74/75	0.18	0.62	5.35	4.33	3.62	2.75	1.97	0.50	0.39	0.23	0.15	0.07	1.68
75/76	0.21	1.18	4.19	8.94	7.12	2.86	1.22	1.13	0.41	0.19	0.18	0.16	2.31
76/77	0.19	0.35	2.14	1.99	1.83	2.13	4.04	2.06	0.59	0.21	0.14	0.15	1.32
77/78	0.16	0.58	2.82	8.31	5.80	2.33	2.81	1.17	0.51	0.22	0.13	0.16	2.08
78/79	0.28	0.65	1.18	8.52	3.35	4.57	2.57	2.50	0.75	0.21	0.17	0.12	2.07
79/80	0.14	0.45	0.56	4.30	5.55	5.05	2.08	1.17	0.88	0.12	0.13	0.29	1.73
80/81	1.14	7.16	7.86	7.61	5.51	2.84	1.04	0.42	0.16	0.28	0.14	0.14	2.86
81/82	0.58	5.00	5.87	5.00	3.15	2.45	0.94	0.47	0.15	0.13	0.21	0.16	2.01
82/83	0.26	1.42	8.35	8.99	6.61	6.59	5.88	2.41	0.68	0.22	0.19	0.12	3.48
83/84	0.29	0.64	5.02	7.65	4.02	3.82	1.37	0.79	0.30	0.14	0.10	0.09	2.02
84/85	0.16	0.90	2.06	7.60	2.96	4.14	2.76	1.31	0.47	0.22	0.13	0.12	1.90
85/86	0.23	1.46	2.20	5.52	2.28	2.69	2.19	1.17	0.31	0.12	0.09	0.09	1.53
86/87	0.27	3.02	9.64	3.39	5.55	3.04	1.53	2.11	0.72	0.17	0.12	0.13	2.47
87/88	0.19	0.47	2.19	9.04	7.29	3.87	2.92	1.00	0.34	0.15	0.10	0.11	2.31
88/89	0.18	0.33	2.36	3.25	7.34	3.56	1.41	0.71	0.30	0.15	0.10	0.09	1.65
89/90	0.15	0.25	1.84	2.21	3.56	2.26	1.20	0.65	0.26	0.10	0.08	0.10	1.05
PROM	0.30	1.40	3.78	5.46	5.41	4.22	2.28	1.18	0.49	0.20	0.13	0.13	2.08
STD	0.32	1.38	2.28	2.37	2.42	2.07	1.06	0.61	0.36	0.10	0.06	0.06	0.68
Qm/Qa	0.14	0.67	1.82	2.62	2.60	2.03	1.10	0.57	0.24	0.09	0.06	0.06	1.00

6.1.1.110

EMBALSE QUILMO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



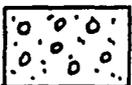
ALUVIAL



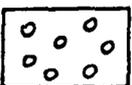
ROCAS



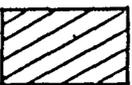
DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



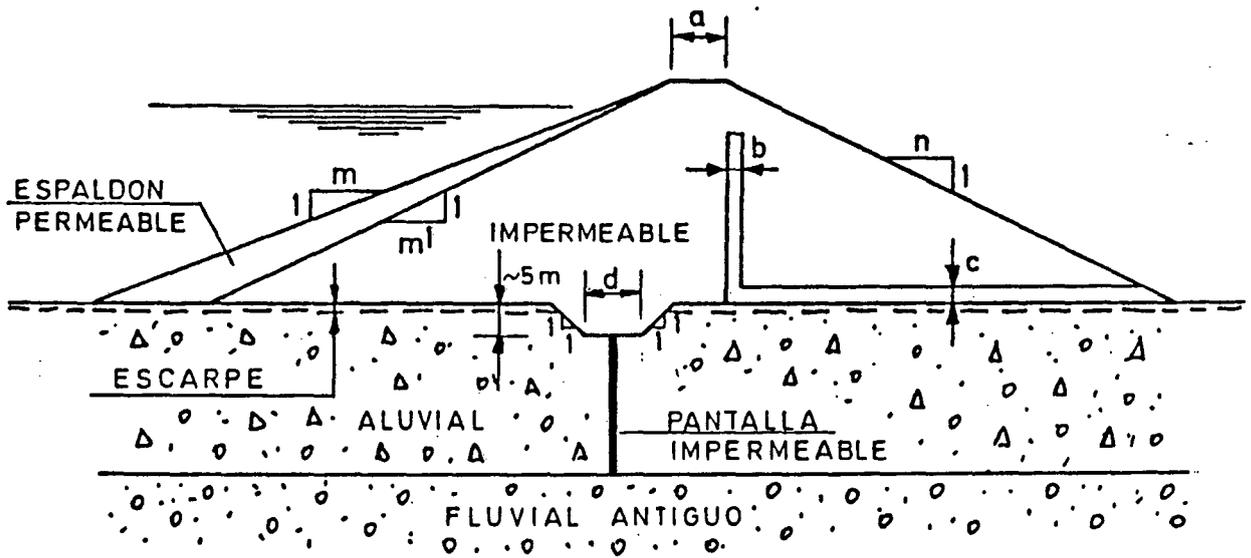
CENIZA

6.1.1.111

PRESA QUILMO

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

(PANTALLA = PARED MOLDEADA
IMPERMEABLE)

6.1.1.112

1.5.11 Embalse Esperanza

1.5.11.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Chillán. Su presa se instalaría en la angostura denominada Esperanza que existe en este río unos 3.5 km aguas abajo de su confluencia con el estero Peladillas.

1.5.11.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán y luego de recorrer un camino de unos 25 km se llega a Pinto. Después se continúa por un camino de tierra con agregados pétreos durante 15 kilómetros. El pueblo más cercano es Pinto, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

1.5.11.c Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir de un trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el Cuadro N° 17 se incluye la estadística de caudales medios mensuales afluentes al embalse.

1.5.11.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 11-10 y 12-10)

1.5.11.e. Geología y geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

La posible presa Esperanza se ubica en el valle del río Chillán, inmediatamente antes de la salida al valle central, en una zona donde el piso del valle y las laderas de éste hasta la zona que alcanzará la presa, están constituidas por fluviales y fluvioglaciales gruesos permeables.

La presa posible de considerar, quedaría íntegramente apoyada en estos suelos permeables formados por gravas muy gruesas, con abundantes bloques y bolones. Lo anterior exigiría la construcción de obras importantes para controlar las filtraciones, que consistirían en pantallas impermeables y sistemas de drenaje tales como pozos de alivio, zanjas y galerías drenantes, etc.

6.1.1.113

Con los antecedentes disponibles a la fecha, no resulta posible estimar la magnitud de las obras de control de filtraciones, pero se puede afirmar que éstas serían muy onerosas. Además las obras de desviación y evacuación de crecidas también se estiman de alto costo.

Los antecedentes expuestos, en opinión del consultor, aconsejan no considerar esta posibilidad de embalse y, por lo tanto, descartar esta alternativa de regulación en el río Chillán.

5.11.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse que puede ser superior a 180 millones de m³
- 2) El río Chillán en Esperanza tiene un caudal medio anual afluente al embalse de 15,3 m³/s
- 3) La relación $V_e/V_p = 17$ es mala
- 4) Las características geológicas y geotécnicas permiten descartar este embalse pues estaría fundado en suelos permeables.

En las páginas siguientes se entrega el Cuadro N° 17 y un corte transversal esquemático de la angostura.

6.1.1.114

CUADRO Nº 17

RIO CHILLAN EN ESPERANZA

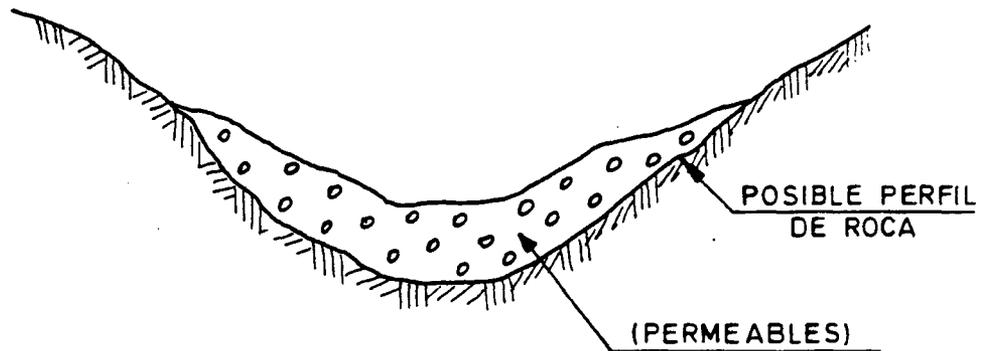
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	5.4	20.7	28.6	40.5	49.8	20.5	15.5	24.0	19.6	12.7	11.0	9.3	21.5
42/43	7.6	14.2	15.4	21.7	35.6	22.5	20.8	15.7	10.4	9.4	8.2	7.0	15.7
43/44	6.1	18.0	12.0	14.9	15.2	29.1	14.3	10.4	8.6	7.2	7.1	5.9	12.4
44/45	5.4	12.4	26.8	22.1	41.7	23.4	36.7	23.2	14.6	12.2	12.9	10.8	20.2
45/46	10.5	28.9	23.9	29.6	36.9	26.2	18.7	25.3	10.4	7.9	7.1	5.4	19.2
46/47	4.4	8.6	9.9	21.6	11.7	20.9	11.6	11.1	8.8	5.8	4.8	4.2	10.3
47/48	3.7	4.6	20.3	17.4	14.4	12.8	15.5	8.8	6.7	5.6	4.4	3.9	9.8
48/49	7.7	11.6	15.7	38.0	14.5	33.5	22.3	13.6	11.8	9.3	8.4	7.9	16.2
49/50	6.1	41.6	47.8	16.9	11.4	8.8	7.5	6.2	6.3	5.8	4.9	4.6	14.0
50/51	10.7	34.8	39.3	19.6	46.8	30.8	17.7	20.4	13.7	15.5	12.2	8.4	22.5
51/52	6.0	15.8	50.2	47.2	23.6	25.7	17.1	13.5	11.1	9.6	8.4	8.5	19.7
52/53	6.1	14.5	18.2	20.7	14.1	13.8	10.7	7.4	6.1	6.2	5.7	4.9	10.7
53/54	5.8	35.9	19.6	28.3	40.2	55.1	20.6	17.6	13.6	10.6	9.3	8.1	22.1
54/55	7.5	12.6	27.4	33.8	25.1	15.1	13.3	11.3	9.8	8.3	6.9	5.8	14.7
55/56	5.0	6.8	30.5	11.4	15.2	16.9	12.9	9.1	8.5	11.0	6.4	10.7	12.0
56/57	10.1	18.7	11.8	43.2	24.8	14.5	13.6	11.0	7.3	6.6	5.6	4.8	14.3
57/58	3.7	14.6	15.0	22.6	44.2	18.0	12.5	14.1	14.3	8.0	6.3	5.1	14.9
58/59	5.1	15.0	43.0	47.5	40.0	22.5	20.3	18.8	9.2	8.0	6.7	5.7	20.2
59/60	38.9	26.8	26.0	49.8	21.8	32.2	15.2	11.2	8.9	8.4	6.8	5.6	21.0
60/61	5.4	4.3	25.3	17.8	11.9	11.9	18.8	10.9	7.4	7.4	4.7	6.0	11.0
61/62	4.2	4.0	12.5	36.0	15.3	41.6	30.9	12.9	8.4	7.5	6.0	4.9	15.4
62/63	4.4	4.1	13.2	9.1	13.5	8.7	12.2	6.0	4.5	3.8	3.6	3.2	7.2
63/64	3.8	4.6	8.9	25.2	32.5	29.6	22.6	17.5	13.3	15.2	7.2	5.7	15.5
64/65	4.3	4.6	8.1	10.4	15.9	14.9	11.9	9.1	13.5	8.5	7.6	4.1	9.4
65/66	17.6	17.5	24.6	39.2	42.3	15.7	22.1	16.4	16.7	9.6	7.1	5.7	19.5
66/67	6.8	9.6	28.8	39.3	20.9	18.9	16.2	13.3	30.6	14.1	9.5	7.1	17.9
67/68	5.6	15.4	10.2	11.0	18.8	16.5	19.7	14.0	9.0	6.2	6.0	5.1	11.5
68/69	4.4	3.6	4.4	5.5	8.7	6.8	6.9	8.0	6.0	4.3	3.7	3.5	5.5
69/70	4.9	16.1	52.1	29.6	29.9	24.7	12.8	10.4	8.6	7.4	6.1	5.3	17.3
70/71	4.8	6.0	18.0	22.5	24.5	12.7	12.7	10.0	10.6	7.9	7.0	5.1	11.8
71/72	4.6	24.5	19.5	37.2	29.1	15.5	14.6	7.4	12.0	8.5	6.8	6.3	15.5
72/73	4.9	65.8	52.9	25.1	52.4	33.3	30.0	22.0	11.7	8.4	6.9	5.9	26.6
73/74	5.0	17.9	15.7	28.4	15.5	9.6	15.9	11.4	6.9	6.9	5.9	5.4	12.1
74/75	4.4	9.1	34.5	22.0	16.4	13.3	11.5	8.5	7.5	6.7	7.7	5.5	12.3
75/76	7.3	19.7	35.4	42.9	20.0	13.4	13.1	13.1	9.1	7.7	9.3	7.2	16.5
76/77	4.4	4.4	13.8	10.1	12.6	14.2	21.5	14.2	8.2	7.0	5.4	5.0	10.1
77/78	4.4	9.6	18.6	48.4	29.9	19.0	22.8	16.6	11.8	7.8	6.5	7.8	16.9
78/79	4.5	6.5	12.1	53.3	15.8	24.9	28.4	19.5	11.5	7.8	6.4	5.7	16.4
79/80	4.3	9.3	6.5	29.7	40.2	27.3	13.8	16.1	18.0	9.2	15.1	12.4	16.8
80/81	25.0	48.3	50.7	43.7	30.9	14.9	12.0	9.9	10.5	9.5	8.4	7.7	22.6
81/82	9.2	58.8	34.1	23.6	19.9	16.9	10.8	7.8	5.9	5.5	6.0	5.2	17.0
82/83	4.5	18.0	39.4	44.3	29.5	44.3	39.8	16.5	11.3	10.8	9.4	7.1	22.9
83/84	6.3	8.3	26.4	25.8	18.2	14.6	13.1	9.1	6.6	5.7	5.3	4.3	12.0
84/85	3.8	11.4	13.3	38.6	13.4	20.0	20.9	15.2	10.5	9.0	6.6	5.3	14.0
85/86	5.4	18.5	14.2	28.0	10.3	13.0	16.6	13.6	7.0	4.9	4.6	4.1	11.7
86/87	6.4	38.2	62.2	17.2	25.1	14.7	11.6	24.5	16.0	7.0	6.3	5.8	19.6
87/88	4.6	5.9	14.1	45.9	33.0	18.7	22.1	11.6	7.7	6.3	5.4	5.0	15.0
88/89	4.2	4.2	15.2	16.5	33.2	17.2	10.7	8.3	6.7	6.1	5.2	4.3	11.0
89/90	3.5	3.2	11.9	11.2	16.1	10.9	9.1	7.6	5.8	4.3	4.2	4.7	7.7
PROM	6.9	16.9	24.0	28.2	25.0	20.4	17.2	13.3	10.5	8.1	7.0	6.1	15.3
STD	5.9	14.1	14.0	12.7	11.7	9.6	6.9	5.0	4.4	2.6	2.3	1.9	4.6
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

6.1.1.115

EMBALSE ESPERANZA

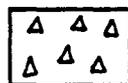
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



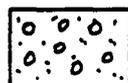
ALUVIAL



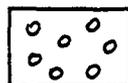
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



CENIZA

6.1.1.116

5.12 Embalse El Cardal

5.12.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del estero El Cardal, afluente del estero Pichilluanco, tributario a su vez del estero Boyén. La presa se ubicaría en una angostura situada unos 6 kilómetros al sur de Pinto.

5.12.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán y luego de recorrer un camino pavimentado de 25 km se llega a Pinto. Después se continúa por un camino de tierra con agregados pétreos durante unos 7 km. El pueblo más cercano es Pinto, el que no posee infraestructura adecuada para facilitar la construcción de la presa.

5.12.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. Considerando la misma producción específica de 22 l/s/km² que para los embalses Boyén y Quilmo y teniendo presente que el área aportante es de 37,6 km² se obtiene un caudal medio anual igual a 0,83 m³/s.

5.12.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Plano 10-11).

5.12.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El estero El Cardal en la zona donde se implantaría la presa, está excavado en las morrenas pleistocénicas de la Formación La Montaña, las que están cubiertas por una capa media de cenizas volcánicas (aproximadamente 5 m). La morrena es compacta e impermeable y sería un buen apoyo para la presa; las cenizas son muy compresibles y por lo tanto no resulta recomendable apoyar el muro sobre ellas.

6.1.1.117

Las morrenas que son abundantes y que están formadas preferentemente por gravas y arenas arcillo limosas, son materiales de buena calidad para la ejecución de rellenos impermeables. Ellos pueden obtenerse de un yacimiento que se abra en la zona inundada a corta distancia del muro.

Los materiales para rellenos permeables y de drenes y filtros, habría que traerlos del río Chillán, que dista aproximadamente 10 km de la presa.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Por las razones expuestas, es que se recomienda considerar la construcción de una presa homogénea que contemple un mínimo de rellenos permeables y rellenos de drenes y filtros. Este muro podría tener taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente, un espaldón por aguas arriba que deje los rellenos impermeables con inclinación de 2/1 (H/V) por aguas arriba. En el sector de aguas abajo, debe contemplarse la construcción de una chimenea drenante de al menos 0.6 m de ancho y una alfombra drenante de 1.0 m de espesor.

Las escarpes para fundar la presa, deberán eliminar las cenizas volcánicas, que alcanzan un espesor importante (aproximadamente 5 m), si se lo compara con la altura del muro.

5.12.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse pequeño, de unos 8 millones de m³
- 2) El estero Cardal tiene un caudal medio anual afluente al embalse de 0.83 m³/s
- 3) La relación $V_e/V_p = 16$ es mala
- 4) La superficie que riega es inferior a 1000 hás
- 5) Para fundar la presa se debe retirar una capa de 5m de cenizas.

Este embalse debiera seguirse analizando sólo si el embalse Boyén Bajo hubiera que descartarlo pero permitiría regar una superficie muy pequeña.

En las páginas siguientes, se incluye un corte transversal

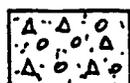
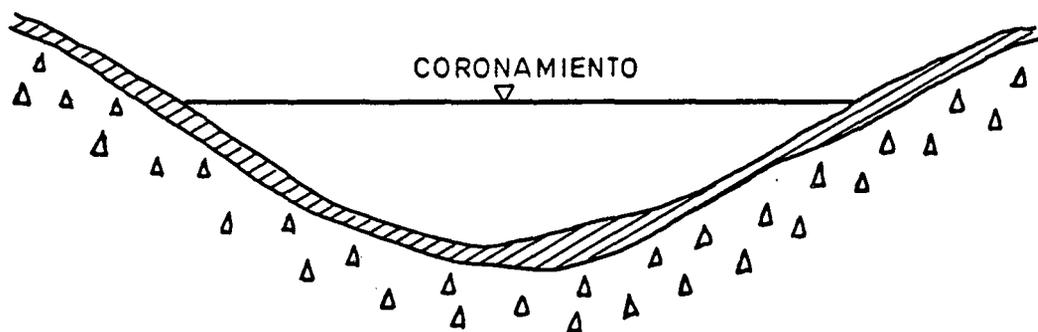
6.1.1.118

esquemático por la angostura y un croquis del diseño preliminar de la presa propuesta.

6.1.1.119

EMBALSE EL CARDAL

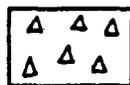
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



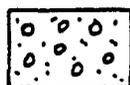
ALUVIAL



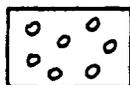
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



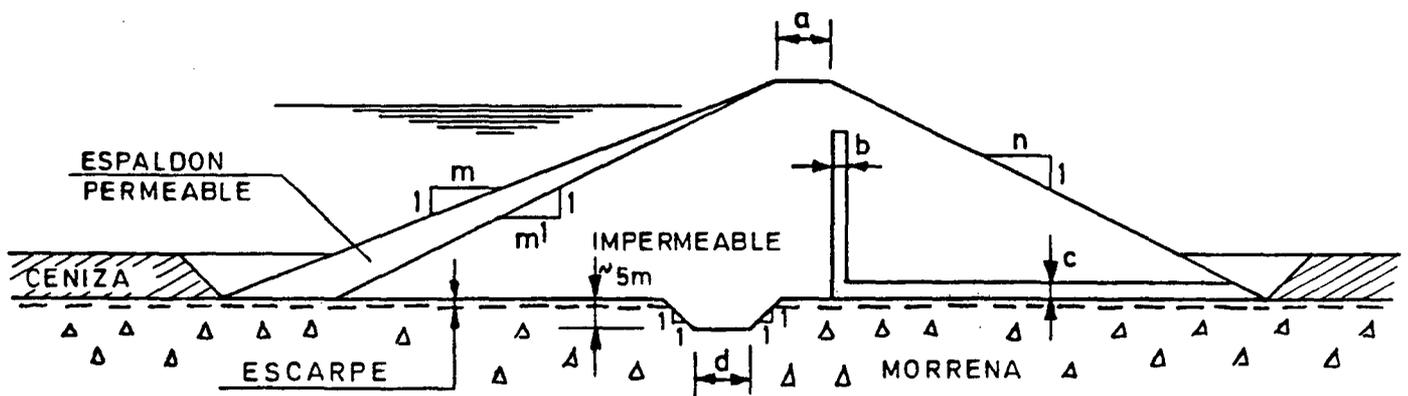
CENIZA

6.1.1.120

PRESA EL CARDAL

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m^1 = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b \geq 0.6 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

6.1.1.121

5.13 Embalse Changaral Alto

5.13.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Changaral y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río unos 500 m aguas abajo de la confluencia del estero Millauquén.

5.13.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de San Carlos y luego de recorrer un camino con agregados pétreos de 20 kilómetros se llega al puente que cruza el río Changaral, luego se recorre un kilómetro por un camino que bordea el río.

5.13.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el Cuadro N° 18 se incluye la estadística de caudales del río Changaral en embalse Changaral Alto.

5.13.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto. (Planos 7-17 y 7-18)

5.13.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El muro del embalse Changaral Alto, se dispone en un valle excavado en fluviales antiguos de la Formación Mininco, los que en el fondo del valle están cubiertas por suelos aluviales finos de reducido espesor.

Los fluviales antiguos, que se presentan densos y compactos, están formados por gravas finas arcilla limosa, que serían materiales adecuados para la ejecución de rellenos impermeables.

Materiales para rellenos permeables y para rellenos de drenes y filtros podrían obtenerse del río Ñuble que está a 20 km de distancia.

6.1.1.122

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se considera que el diseño más adecuado correspondería a un muro homogéneo efectuado con materiales provenientes de fluviales antiguos, que tendría taludés exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Se contempla también un espaldón permeable por aguas arriba que se apoyaría en los rellenos impermeables que presentarían una inclinación por aguas arriba de 2/1 (H/V).

En el sector de aguas abajo el muro dispondría de una chimenea drenante de 0.8 m de ancho y una alfombra drenante de 1.0 m de espesor.

Para impermeabilizar los aluviales finos que hay en el fondo del valle, se considera efectuar una zanja rellena con materiales impermeables que llegue hasta los fluviales antiguos.

5.13.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse de unos 35 millones de m³.
- 2) Tiene una relación $V_e/V_p = 260$ muy buena .
- 3) El caudal medio anual afluente es de 3,1 m³/s lo que es un aporte anual de 97 millones de m³.
- 4) Inunda una superficie de 1305 hás.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 18 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

RIO CHANGARAL EN EMBALSE CHANGARAL ALTO

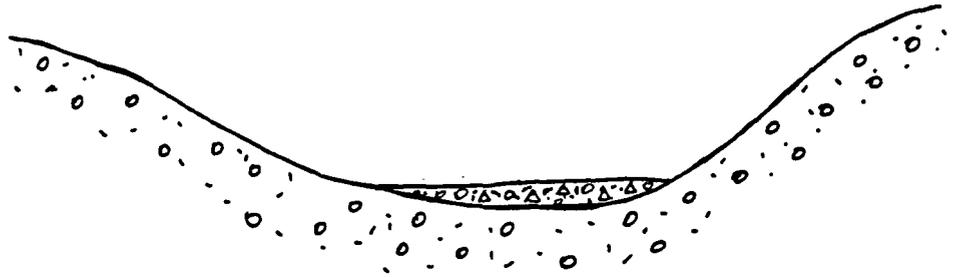
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	1.8	8.3	8.2	12.0	7.1	4.1	2.2	6.5	3.5	1.8	2.1	1.8	5.0
42/43	2.6	6.2	4.5	7.3	5.0	3.3	3.4	3.9	1.3	1.3	1.3	1.7	3.5
43/44	2.1	7.4	3.6	5.6	2.9	3.5	1.9	2.3	0.8	0.9	1.1	1.4	2.8
44/45	1.8	5.7	7.7	7.4	5.0	3.3	7.2	6.3	2.3	1.8	2.6	1.9	4.4
45/46	3.6	10.8	6.9	9.3	7.8	4.8	2.9	6.9	1.3	1.0	1.1	1.7	4.8
46/47	1.5	4.5	3.0	7.3	2.7	3.0	1.3	2.5	0.9	0.6	0.5	1.2	2.4
47/48	1.3	3.2	5.9	6.2	4.2	1.7	2.2	1.8	0.3	0.6	0.4	1.2	2.4
48/49	2.6	5.4	4.6	11.4	3.8	4.1	3.8	3.3	1.6	1.2	1.4	2.3	3.8
49/50	2.1	14.8	13.5	6.1	4.7	0.5	0.3	1.4	0.2	0.6	0.5	1.4	3.8
50/51	3.6	12.7	11.2	6.8	2.8	2.4	2.7	5.4	2.1	2.4	2.4	1.8	4.7
51/52	2.0	6.7	14.2	13.7	4.0	5.0	2.6	3.2	1.4	1.3	1.4	1.9	4.8
52/53	2.1	6.3	5.3	7.1	3.5	2.0	1.1	1.3	0.2	0.7	0.7	1.2	2.6
53/54	2.0	13.0	5.7	9.0	6.2	8.1	3.4	4.5	2.0	1.5	1.6	1.6	4.9
54/55	2.6	5.7	7.9	10.3	5.0	1.7	1.7	2.6	1.1	1.1	1.0	1.5	3.5
55/56	1.7	3.9	8.7	4.8	3.5	1.7	1.6	1.8	0.8	1.5	0.9	1.6	2.7
56/57	3.4	7.6	3.5	12.7	4.7	1.6	1.8	3.0	0.4	0.2	0.0	0.0	3.3
57/58	0.4	4.6	3.3	6.7	9.0	1.6	1.1	2.4	2.4	0.2	0.9	1.0	2.8
58/59	1.5	4.8	11.5	3.7	5.6	4.2	1.9	3.7	1.1	0.4	1.0	1.0	3.4
59/60	12.8	10.2	7.5	14.3	4.5	6.5	2.5	2.4	0.9	1.1	1.0	1.4	5.4
60/61	1.9	3.1	7.3	6.3	3.1	1.6	3.0	2.4	0.5	0.9	0.4	1.8	2.7
61/62	1.5	3.0	3.7	10.9	4.3	6.1	6.4	2.9	0.7	0.9	0.8	1.5	3.6
62/63	1.5	3.1	3.9	2.9	3.7	1.3	1.4	1.3	0.2	1.1	0.2	1.2	1.8
63/64	1.3	3.2	2.8	8.2	5.7	4.8	4.0	4.9	2.0	0.7	0.5	1.0	3.2
64/65	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.2	0.9	1.4
65/66	1.5	7.3	7.1	9.1	7.4	1.7	4.8	4.8	3.2	0.7	1.1	0.6	4.1
66/67	4.2	4.8	6.5	5.7	3.6	2.7	2.4	2.8	6.3	2.6	1.7	1.7	3.7
67/68	1.9	6.6	3.1	5.0	3.2	1.4	2.9	3.1	0.9	0.2	0.8	1.3	2.5
68/69	1.5	2.9	1.5	0.9	1.1	1.1	2.6	1.8	1.0	0.9	0.7	0.6	1.4
69/70	0.6	0.9	11.2	15.3	6.2	5.3	0.7	0.2	0.2	0.2	0.8	1.3	3.6
70/71	0.2	0.1	1.8	10.0	5.9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.5	1.7
71/72	0.3	7.3	16.6	13.6	6.0	1.5	1.1	0.9	2.9	0.6	0.9	8.2	5.0
72/73	0.6	22.9	13.9	10.1	12.1	6.2	6.3	6.4	1.6	0.8	1.0	1.4	6.9
73/74	1.7	7.4	4.6	9.0	3.9	1.6	2.3	2.6	0.4	0.8	0.8	1.2	3.0
74/75	1.5	4.6	9.8	7.4	3.4	1.9	1.4	1.7	0.5	0.8	1.2	1.3	3.0
75/76	2.5	7.9	10.1	12.6	3.8	2.5	1.1	2.6	0.9	0.9	1.6	1.3	4.0
76/77	1.5	3.2	4.1	4.4	3.4	2.0	4.5	4.0	0.7	1.1	3.3	3.5	3.0
77/78	3.3	10.9	1.4	14.6	5.7	1.1	3.8	5.3	0.9	0.9	0.9	1.2	4.2
78/79	3.5	3.8	1.8	10.3	1.4	3.6	5.2	5.6	1.5	0.4	0.7	0.7	3.2
79/80	1.4	7.0	3.9	4.3	11.9	6.9	2.7	4.8	4.2	0.4	3.7	1.5	4.4
80/81	11.2	25.7	17.8	19.9	6.3	2.4	1.1	3.1	0.8	2.0	2.0	0.4	7.7
81/82	2.7	10.6	4.2	6.1	6.1	4.1	1.2	3.5	0.4	0.0	0.4	0.5	3.3
82/83	2.4	13.5	20.1	17.4	5.0	9.5	8.3	2.5	1.5	0.7	0.6	1.4	6.9
83/84	2.0	1.5	6.4	11.9	3.1	1.8	1.5	1.5	0.3	0.1	0.1	0.2	2.5
84/85	1.0	9.1	8.0	25.1	2.2	4.0	2.9	4.8	1.0	1.6	0.9	2.0	5.2
85/86	2.1	4.7	2.5	8.0	1.8	1.1	1.5	2.6	0.7	0.4	0.2	0.7	2.2
86/87	4.7	17.9	18.7	2.5	6.0	1.3	1.5	6.5	1.5	0.1	0.9	1.5	5.3
87/88	1.6	3.6	4.2	13.4	5.5	2.9	3.8	2.6	0.6	0.1	0.7	1.3	3.4
88/89	1.5	3.1	5.3	6.2	3.9	1.7	1.1	1.7	0.4	0.6	0.7	1.0	2.3
89/90	1.2	1.5	3.5	3.6	3.2	1.5	1.3	1.7	0.6	0.5	0.6	1.1	1.7
PROM	2.4	7.0	7.0	8.9	4.7	3.0	2.6	3.2	1.3	0.9	1.1	1.4	3.6
STD	2.2	5.2	4.7	4.7	2.2	2.0	1.7	1.7	1.1	0.6	0.7	1.1	1.4
Qm/Qa	0.65	1.94	1.93	2.46	1.31	0.83	0.72	0.88	0.35	0.24	0.29	0.39	1.00

6.1.1.124

EMBALSE CHANGARAL ALTO

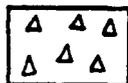
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



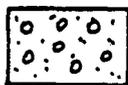
ALUVIAL



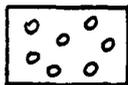
ROCAS



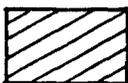
DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



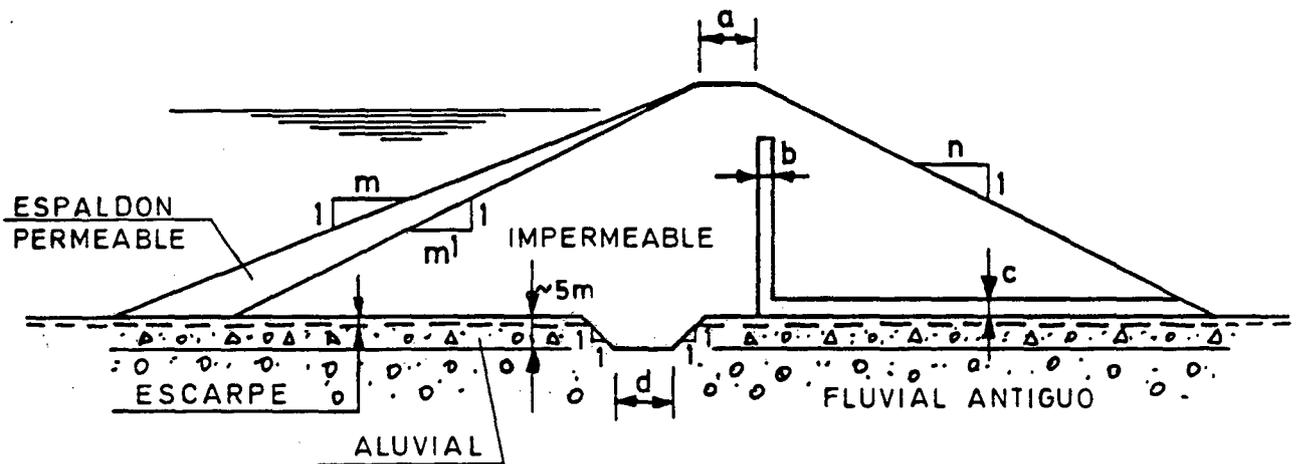
CENIZA

6.1.1.125

PRESA CHANGARAL ALTO

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

5.14 Embalse Changaral Bajo

5.14.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Changaral y su presa se instalaría en la angostura que existe en este río inmediatamente aguas abajo de la confluencia del estero Las Mercedes.

5.14.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán y luego de recorrer 10 km hacia el norte por la Carretera Panamericana se tuerce hacia la costa recorriendo otros 12 km de camino pavimentado en dirección a San Nicolás. Luego se recorre unos 5,5 km por un camino con agregados pétreos en la misma dirección del río Changaral. La ciudad más cercana es Chillán, la que cuenta con buena infraestructura para la construcción de la presa.

5.14.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. El área aportante al embalse Changaral Bajo es de 308 km² y considerando una producción específica de 33,8 l/s/km² se obtiene un caudal medio anual afluente al embalse de 10,4 m³/s.

5.14.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1:10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego (Planos 7-16 y 7-17).

5.14.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El posible muro del embalse Changaral Bajo, se ubicaría en un valle excavado en fluviales antiguos de la Formación Mininco. En su margen derecho se observa la roca que sería tipo granítica del Paleozoico. En el fondo del valle, aparecen suelos aluviales finos que tendrían al menos 15 m de espesor.

Los fluviales antiguos corresponden a gravas finas limosas que podrían proporcionar materiales adecuados para rellenos impermeables. Los materiales para los rellenos permeables y

6.1.1.127

para los rellenos de drenes y filtros deberán obtenerse del río Ñuble que está a 10 km de distancia.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Considerando que la presa se funda en los rellenos aluviales finos del fondo del valle y teniendo en cuenta las disponibilidades de materiales para relleno, se recomienda la construcción de una presa homogénea hecha con los materiales provenientes de los fluviales antiguos, que pueden obtenerse de un yacimiento que se abra en el área inundada a corta distancia del muro.

El muro tendría taludes exteriores con inclinación de 2.5/1 y 2/1 por aguas arriba y aguas abajo respectivamente. Este dispondría de un pequeño espaldón permeable por aguas arriba que se apoyaría en el relleno impermeable que tendría por aguas arriba un talud de 2/1 (H/V).

En el sector de aguas abajo el muro tendría una chimenea drenante de 0.8 m de ancho y una alfombra drenante de 1.0 m de espesor.

Probablemente los suelos aluviales finos existentes en el fondo del valle, son heterogéneos, lo que recomienda considerar ejecutar en ellos una pantalla impermeable (pared moldeada), que permita controlar las filtraciones.

5.14.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse de unos 56 millones de m³
- 2) Tiene una relación $V_e/V_p = 119$ muy buena
- 3) El caudal medio afluente es de 10,4 m³/s lo que significa un volumen anual de 328 millones de m³
- 4) Inunda una superficie de 1261 hás que incluye también parte de los mejores suelos agrícolas del área del río Changaral.
- 5) Las áreas agrícolas susceptibles de ser regadas con el río Changaral ascienden a 2600 hás según los antecedentes proporcionados por PROITATA
- 6) Esta pequeña área agrícola susceptible de ser regada

6.1.1.128

con aguas del río Changaral puede ser abastecida con aguas del río Ñuble utilizando la red de canales que mueren en el río Changaral.

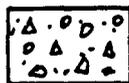
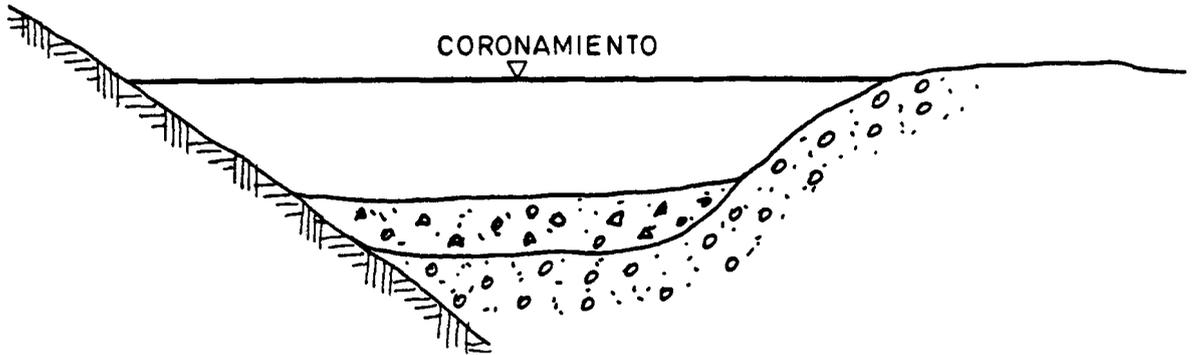
Considerando los antecedentes expuestos, se estima que es conveniente analizar el riego de las zonas agrícolas del río Changaral a partir del río Ñuble.

En las páginas siguientes se muestra un corte transversal esquemático por la angostura y un perfil transversal preliminar de la presa propuesta.

6.1.1.129

EMBALSE CHANGARAL BAJO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



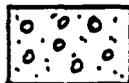
ALUVIAL



ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



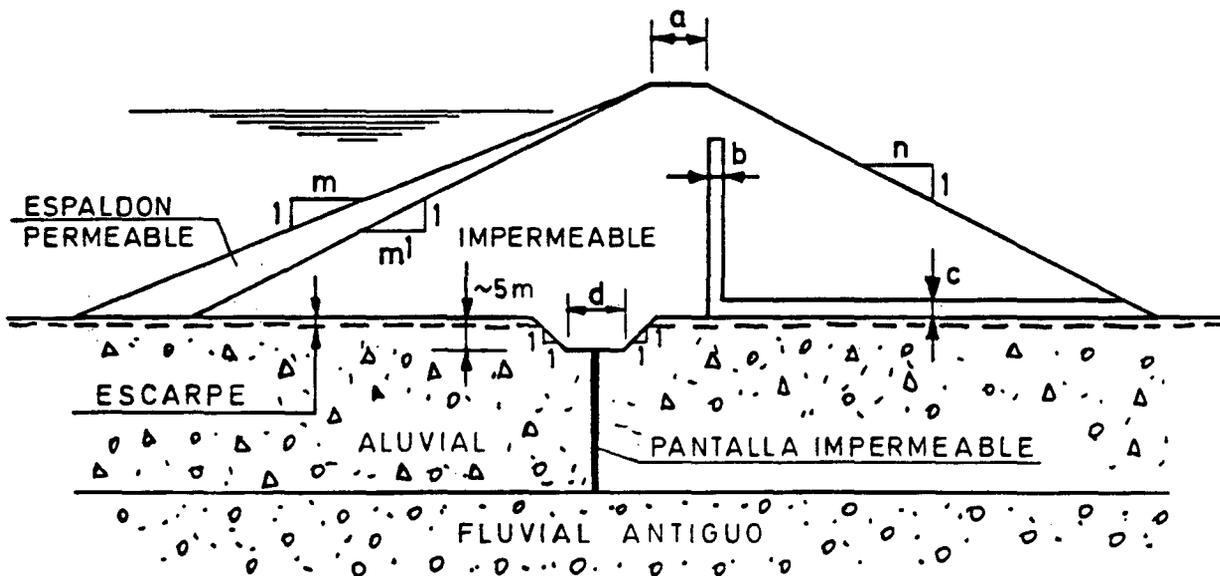
CENIZA

6.1.1.130

PRESA CHANGARAL BAJO

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m^1 = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

(PANTALLA = PARED MOLDEADA IMPERMEABLE)

6.1.1.131

5.15 Embalse Puyamávida

5.15.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Lonquén en un afluente denominado Chipanco y su presa se instalaría en la angostura que existe en este estero frente al cerro Lleque.

5.15.b. Accesos e Infraestructura Existente

Para llegar a la zona de presa, se parte de Chillán por la Carretera Panamericana hacia el norte y luego de recorrer unos 10 km se tuerce hacia el poniente siguiendo el camino pavimentado a Ninhue. Después de recorrer 27 kilómetros se toma un camino con agregados pétreos hacia el norte y se recorre otros 17 km hasta arribar a la angostura. También se puede llegar a la angostura partiendo desde San Carlos recorriendo 32 kilómetros por un camino con agregados pétreos. La ciudad de Chillán y el pueblo de San Carlos son los pueblos importantes más cercanos y disponen ambos de buena infraestructura para facilitar la construcción de la presa.

5.15.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el Cuadro N° 19 se incluye la estadística de caudales medios mensuales del estero Chipanco en el embalse Puyamávida.

5.15.d. Topografía

Se dispone de los planos aerofotogramétricos a escala 1_10000 realizados por la empresa OTAG S.A. en el año 1987 para la Comisión Nacional de Riego en toda la zona del proyecto (Planos 6-17 y 6-18).

5.15.e. Geología y Geotecnia

- Análisis del Area del Embalse

El embalse Puyamávida se formará por la construcción de un muro y un pretil que se apoyarán en rocas graníticas paleozoicas, alteradas y descompuestas en superficie.

La roca alterada y descompuesta, que corresponde a maicillo, se presenta compacta. Este material que corresponde a arenas limo

6.1.1.132

arcillosas, es adecuado para hacer rellenos impermeables.

Para la obtención de materiales para rellenos permeables deberá recurrirse a abrir una cantera. Los materiales para drenes y filtros podrán obtenerse de las arenas y gravas finas existentes en el lecho del río Lonquén, que está a 10 km de distancia.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Atendiendo a lo expuesto anteriormente, es que se recomienda la construcción de una presa homogénea de maicillo con taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente y con un espaldón de enrocado por aguas arriba de dimensiones mínimas, que se apoyaría sobre los rellenos de maicillo que presentarían un talud de 2/1 (H/V). Se considera también la construcción de una chimenea drenante de 1.0 m de ancho y una alfombra drenante de 1.5 m de espesor que se dispondría en el sector de aguas abajo del muro, la que se haría con las arenas del lecho del río Lonquén.

5.15.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un pequeño volumen de embalse de unos 5,6 millones de m³
- 2) Tiene una relación $V_e/V_p = 98$ que es considerada buena.
- 3) El caudal medio anual afluyente es de 1,57 m³/s lo que significa un volumen anual de 50 millones de m³
- 4) Inunda unas 190 hás.

Considerando lo expuesto, se estima conveniente continuar estudiando este embalse pero pensando en mejorar el riego de sólo una parte de las áreas agrícolas del valle del río Lonquén.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 19 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

CUADRO 19

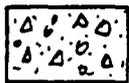
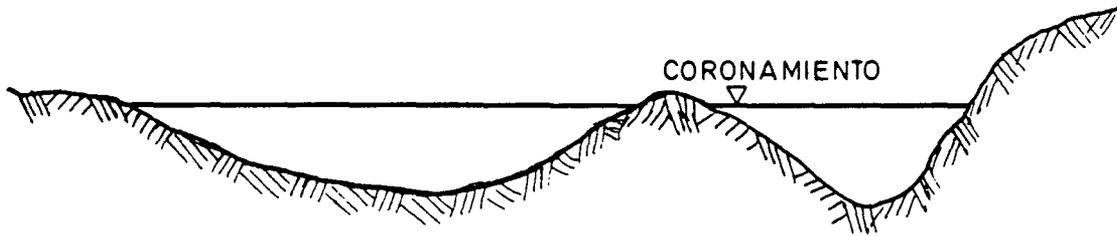
ESTERO CHIPANCO EN EMBALSE PUYAMAVIDA

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.40	0.79	0.99	6.62	12.42	9.50	4.25	2.18	1.33	0.44	0.25	0.17	3.28
42/43	0.25	0.54	0.26	1.19	2.88	2.14	1.24	0.64	0.21	0.09	0.05	0.33	0.82
43/44	0.20	1.61	0.91	1.78	2.89	3.19	1.51	0.75	0.29	0.17	0.11	0.02	1.12
44/45	0.05	0.99	1.42	0.88	4.54	2.67	2.12	0.85	0.33	0.14	0.43	0.17	1.22
45/46	0.26	1.67	0.79	2.75	2.84	1.89	0.97	0.74	0.17	0.19	0.08	0.03	1.03
46/47	0.31	0.82	0.78	1.11	1.03	1.69	0.87	0.62	0.29	0.06	0.02	0.14	0.64
47/48	0.18	0.47	1.71	1.92	1.79	1.94	1.28	0.66	0.24	0.12	0.05	0.04	0.87
48/49	0.64	1.01	0.90	3.45	2.61	3.42	1.71	0.79	0.46	0.14	0.24	0.25	1.30
49/50	0.17	1.80	3.80	2.73	1.83	0.92	0.36	0.45	0.13	0.03	0.02	0.10	1.03
50/51	0.79	1.96	4.10	2.48	4.66	3.83	2.02	1.37	0.40	0.45	0.10	0.06	1.85
51/52	0.02	1.19	4.65	4.40	3.35	2.19	1.08	0.82	0.25	0.09	0.06	0.33	1.54
52/53	0.03	1.03	0.83	1.00	1.01	0.99	0.66	0.25	0.07	0.31	0.01	0.22	0.53
53/54	0.42	1.45	0.87	2.95	5.73	6.72	3.19	1.52	0.73	0.30	0.25	0.07	2.02
54/55	0.45	0.97	1.63	5.92	3.63	2.35	1.19	0.55	0.30	0.12	0.27	0.02	1.45
55/56	0.22	0.50	1.36	0.49	1.49	1.20	0.73	0.29	0.36	0.35	0.04	0.63	0.64
56/57	0.54	0.78	0.52	1.08	1.27	1.28	0.79	0.28	0.10	0.09	0.02	0.01	0.56
57/58	0.17	1.27	0.41	3.04	6.16	4.38	2.54	1.18	0.69	0.21	0.11	0.09	1.69
58/59	0.18	1.58	2.94	3.08	3.45	3.53	1.66	1.07	0.32	0.37	0.08	0.20	1.54
59/60	1.25	0.71	2.62	4.66	3.81	2.54	1.45	0.55	0.23	0.35	0.05	0.51	1.56
60/61	0.19	0.20	2.29	4.14	2.80	1.89	1.26	0.48	0.19	0.27	0.04	0.55	1.19
61/62	0.04	0.31	1.04	2.07	3.44	4.74	2.18	1.10	0.47	0.21	0.11	0.04	1.31
62/63	0.24	0.20	1.19	0.27	0.86	0.91	0.68	0.29	0.09	0.03	0.04	0.10	0.41
63/64	0.27	0.58	1.16	3.52	6.01	5.85	3.31	1.99	0.71	0.36	0.16	0.08	2.00
64/65	0.11	0.54	0.65	0.63	1.20	1.06	0.75	0.62	0.70	0.04	0.33	0.09	0.56
65/66	0.85	0.86	1.77	5.70	10.59	5.47	2.64	1.78	0.64	0.25	0.13	0.06	2.56
66/67	0.43	0.21	2.79	4.62	3.21	1.35	0.65	0.43	0.95	0.35	0.03	0.01	1.25
67/68	0.11	0.86	0.23	0.11	0.28	0.41	0.00	0.00	0.08	0.05	0.12	0.17	0.20
68/69	0.20	0.05	1.04	0.40	0.34	0.42	0.34	0.28	0.39	0.01	0.05	0.04	0.30
69/70	0.56	0.93	3.72	3.31	4.00	2.45	1.47	0.69	0.25	0.16	0.05	0.07	1.47
70/71	0.10	0.55	0.88	2.57	1.97	1.71	1.00	0.48	0.32	0.09	0.11	0.04	0.82
71/72	0.22	1.27	2.12	3.03	4.28	2.56	1.39	0.59	0.44	0.11	0.05	0.29	1.36
72/73	0.08	1.87	3.82	5.59	5.43	4.38	3.28	1.77	0.82	0.31	0.16	0.11	2.30
73/74	0.19	0.86	0.99	1.51	1.30	0.97	1.18	0.28	0.23	0.05	0.02	0.13	0.64
74/75	0.00	0.88	6.89	3.85	2.56	1.87	0.98	0.65	0.26	0.07	0.15	0.04	1.52
75/76	0.35	1.40	3.08	1.78	1.94	1.49	1.25	0.79	0.17	0.07	0.03	0.01	1.03
76/77	0.00	0.01	0.50	0.45	0.46	0.65	1.54	1.23	0.83	0.35	0.09	0.14	0.52
77/78	0.24	1.53	3.13	7.14	7.06	4.30	1.80	0.83	0.36	0.17	0.34	0.04	2.25
78/79	0.02	1.02	0.76	5.73	3.65	3.16	1.60	1.41	0.30	0.21	0.08	0.02	1.50
79/80	0.28	0.37	0.09	1.39	2.21	1.77	0.92	0.95	0.46	0.07	0.47	0.07	0.75
80/81	1.60	4.12	6.49	7.23	4.45	2.88	1.35	0.71	0.43	0.45	0.11	0.22	2.50
81/82	0.61	4.68	2.39	3.78	2.32	1.49	0.83	0.32	0.12	0.24	0.13	0.02	1.41
82/83	0.04	1.73	5.49	8.73	6.37	5.45	4.17	2.12	0.87	0.49	0.24	0.08	2.98
83/84	0.25	0.65	2.14	4.05	3.07	2.43	1.35	0.56	0.27	0.13	0.21	0.04	1.26
84/85	0.24	1.50	2.32	4.52	3.38	3.28	3.35	1.51	0.66	0.39	0.14	0.14	1.78
85/86	0.35	1.53	1.49	3.82	2.12	1.63	1.01	0.56	0.14	0.06	0.08	0.16	1.08
86/87	0.86	1.68	5.22	3.46	3.36	2.09	1.09	1.36	0.20	0.09	0.06	0.29	1.65
87/88	0.24	0.62	0.44	4.50	4.34	3.47	2.08	0.91	0.41	0.21	0.08	0.14	1.45
88/89	0.27	0.41	1.36	2.99	4.82	3.86	2.02	0.90	0.44	0.14	0.09	0.10	1.45
PROM	0.32	1.10	2.02	3.18	3.44	2.72	1.57	0.86	0.40	0.20	0.12	0.14	1.34
STD	0.31	0.86	1.65	2.03	2.36	1.78	0.95	0.52	0.26	0.13	0.11	0.14	0.67
Qm/Qa	0.24	0.82	1.51	2.37	2.57	2.03	1.17	0.64	0.30	0.15	0.09	0.10	1.00

EMBALSE PUYAMAVIDA

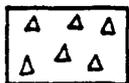
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



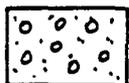
ALUVIAL



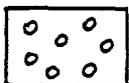
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



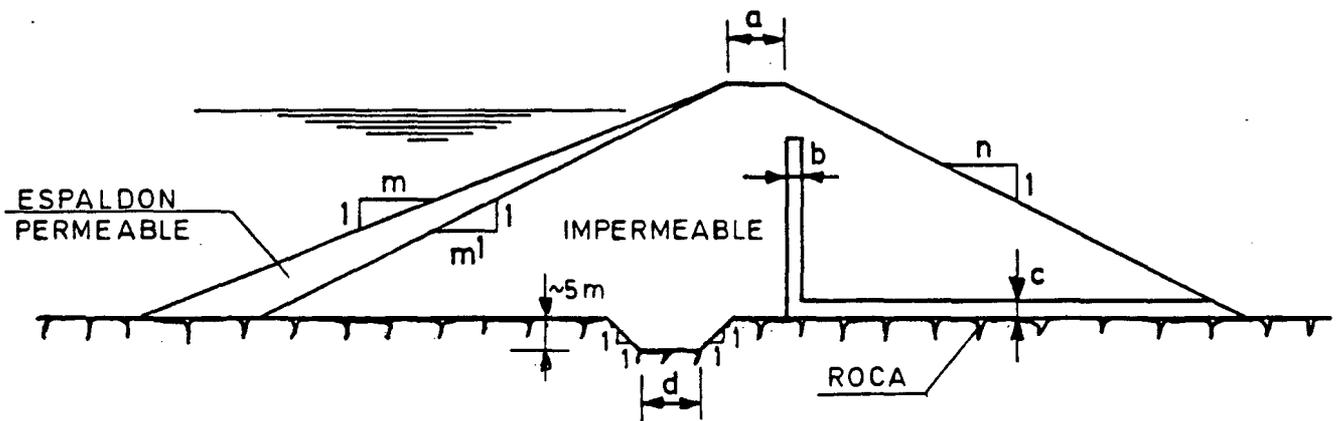
CENIZA

6.1.1.135

PRESA PUYAMAVIDA

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 8 \text{ m}$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$c = 1 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

5.16 Embalse Andalién 2

5.16.a. Ubicación

Este proyecto se encuentra ubicado en la cuenca del río Andalién. Su presa se implantaría en la angostura existente en este río unos 2.0 kilómetros aguas abajo de la confluencia de los esteros Curapalihue y Poñén, que le dan origen.

5.16.b. Accesos e Infraestructura Existente

La ciudad más próxima es Concepción y para llegar a la presa se debe recorrer 24 kilómetros del camino pavimentado de Concepción a Bulnes. Habría que realizar, además, un camino de unos 800 m para llegar al sitio de la presa.

5.16.c. Hidrología

La información hidrológica para este embalse ha sido obtenida a partir del trabajo realizado para la Comisión Nacional de Riego por PROITATA. En el Cuadro N° 20 se incluye la estadística de caudales medio mensuales del río Andalién en el embalse Andalién 2.

5.16.d. Topografía

En este caso se dispone sólo de las planchetas del IGM a escala 1:50000 denominadas Concepción (F-105) y Hualqui (F-106).

5.16.e. Geología y Geotecnia

Las características geotécnicas que se indican a continuación corresponden a las del embalse Andalién 1.

- Análisis del Area del Embalse

El río Andalién en la zona donde se dispondrá la presa, ha sido excavado en rocas graníticas del Paleozoico, las que están muy alteradas y descompuestas en los metros superiores (20 m). En el fondo del valle, que es angosto, se observan depósitos fluviales modernos de granulometría media (arenas) y de poco espesor; en las laderas se aprecian escombros de falda de reducida potencia.

La roca alterada y descompuesta, que corresponde al maicillo, se presenta compacta. Este material que corresponde a una arena limo arcillosa, es adecuado para hacer rellenos impermeables.

6.1.1.137

Para la obtención de materiales para rellenos permeables, deberá recurrirse a abrir una cantera. Los materiales para drenes y filtros, podrán obtenerse de las arenas existentes en el lecho del río Andalién, las que son escasas.

- Bases Generales para el Diseño Preliminar de la Presa

Atendiendo a lo expuesto anteriormente, es que se recomienda la construcción de una presa homogénea de maicillo con taludes exteriores de 2.5/1 y 2/1 (H/V) por aguas arriba y aguas abajo respectivamente y con un espaldón de enrocado por aguas arriba de dimensiones mínimas, que se apoyaría sobre los rellenos de maicillo que presentarían un talud de 2/1 (H/V) por aguas arriba. Se considera también la construcción de una chimenea drenante de 1.0 m de ancho y una alfombra drenante de 1.5 m de espesor que se dispondrían en el sector de aguas abajo del muro.

Este embalse inunda un tramo del camino a Concepción, el que se desarrolla en una zona de topografía difícil para los efectos de su reposición. Por este motivo se ha propuesto el embalse Andalién 2 que tiene características geotécnicas similares y no inunda el camino a Concepción.

5.16.f. Juicio Respecto al Interés del Posible Embalse Andalién 2

Las características de este embalse son las siguientes:

- 1) Tiene un volumen de embalse de unos 50 millones de m³
- 2) El caudal medio anual afluente al embalse Andalién 2 es de 6.0 m³/s, lo que significa un volumen de 189 millones de m³ en el año
- 3) La relación $V_e/V_p=113$ es muy buena
- 4) El área susceptible de ser regada en la cuenca del río Andalién asciende a 1131 hás y requiere a nivel de predio un volumen anual de 15,8 millones de m³ y a nivel de embalse un volumen de 18,6 millones de m³
- 5) Las características geológicas y geotécnicas son favorables para la construcción de este embalse.

El embalse Andalién 2 permite regar toda el área agrícola del

6.1.1.138

valle del río Andalién y dispone de excedentes que podrían ser utilizados para abastecer de agua potable a la ciudad de Concepción.

En las páginas siguientes se incluye el Cuadro N° 20 y las figuras que describen las características geotécnicas básicas de la angostura y un diseño preliminar para la presa que se ha propuesto.

CUADRO 20

RIO ANDALIEN EN EMBALSE ANDALIEN

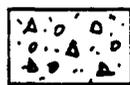
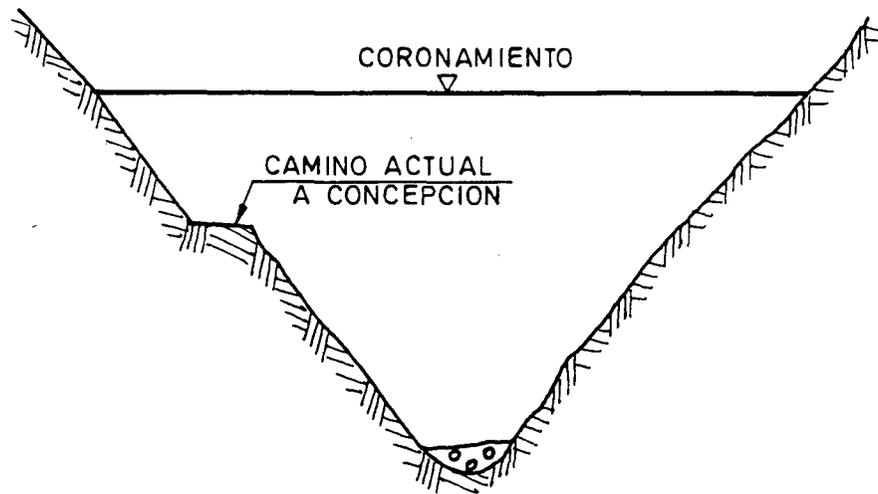
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.02	5.65	18.58	63.37	67.13	34.06	16.04	12.50	5.68	2.15	1.36	1.04	19.22
42/43	1.68	3.48	6.90	25.72	39.28	25.34	13.47	8.42	2.91	1.30	0.87	3.71	11.09
43/44	1.24	29.68	20.08	20.22	28.91	33.79	17.84	8.49	3.56	1.78	0.99	0.50	13.92
44/45	0.94	7.11	16.77	21.26	38.94	33.56	23.88	13.10	5.74	2.54	3.48	2.22	14.13
45/46	2.99	14.69	15.79	26.31	29.67	18.65	9.72	8.53	2.59	1.53	1.21	0.58	11.02
46/47	1.97	7.30	13.39	18.77	17.63	21.60	10.94	7.65	5.36	1.20	0.58	2.89	9.11
47/48	2.25	2.66	20.89	21.21	18.49	17.79	11.08	6.23	2.81	1.32	0.49	0.64	8.82
48/49	3.36	7.09	13.58	27.73	22.56	26.06	16.99	8.95	4.01	1.69	1.97	2.17	11.35
49/50	1.24	7.14	13.72	11.52	8.25	5.01	2.31	1.06	2.11	0.16	0.09	2.14	4.56
50/51	4.03	21.72	24.36	19.71	31.93	31.12	16.67	8.67	3.42	4.40	1.06	0.82	13.99
51/52	0.23	9.71	40.04	49.44	28.96	19.93	10.56	9.53	3.85	1.35	1.07	3.46	14.84
52/53	0.23	7.91	23.06	27.58	25.16	16.69	16.94	8.63	3.45	5.22	1.13	2.38	11.53
53/54	2.86	12.44	28.48	34.40	46.98	50.40	24.38	12.48	6.47	2.64	3.23	0.87	18.80
54/55	4.69	22.40	37.60	64.64	56.12	40.12	22.39	10.36	4.90	2.47	2.92	0.53	22.43
55/56	4.77	3.12	27.18	22.70	36.00	23.90	13.54	6.04	6.08	3.57	1.02	3.68	12.63
56/57	2.75	4.51	11.11	23.16	21.96	14.30	9.60	4.83	1.93	1.37	0.39	0.17	8.01
57/58	1.62	30.44	15.14	31.50	37.54	23.03	13.28	7.47	5.99	1.46	0.64	0.73	14.07
58/59	2.03	11.68	40.77	23.23	22.08	23.02	11.37	9.09	2.61	2.62	0.73	1.87	12.59
59/60	8.86	18.33	20.26	34.47	35.59	22.76	14.66	7.45	3.32	3.23	0.75	1.64	14.28
60/61	1.80	3.13	28.78	24.26	18.38	13.31	15.55	7.40	3.33	3.57	0.73	2.30	10.21
61/62	1.05	2.37	5.60	19.85	31.72	26.76	14.26	7.12	3.03	1.38	0.68	0.95	9.56
62/63	2.70	1.69	6.68	3.03	9.07	7.86	6.24	3.07	1.17	0.39	0.85	0.68	3.62
63/64	1.84	1.50	6.63	17.82	41.46	35.01	19.74	12.40	4.93	3.09	1.29	0.61	12.19
64/65	1.08	2.43	3.44	4.13	13.61	13.97	7.21	4.46	5.58	0.85	1.62	0.57	4.91
65/66	4.34	3.79	13.69	27.97	40.62	23.64	14.03	8.12	4.23	1.31	0.76	0.72	11.93
66/67	4.66	3.94	28.54	44.12	36.64	18.73	10.98	5.49	5.67	2.27	1.91	0.65	13.63
67/68	0.66	7.78	15.26	23.57	26.71	16.91	9.60	5.11	2.42	0.86	1.22	0.96	9.26
68/69	2.03	1.04	6.17	3.37	6.24	12.30	8.33	6.52	5.29	0.99	1.39	0.51	4.51
69/70	2.28	5.44	23.52	30.88	28.80	20.56	12.64	7.23	2.73	1.49	0.74	0.59	11.41
70/71	1.77	5.37	18.87	22.25	21.65	14.32	7.81	4.12	2.62	0.82	1.46	0.48	8.46
71/72	3.12	6.54	18.00	27.56	27.52	16.11	8.84	4.00	3.49	2.55	0.48	2.32	10.04
72/73	0.62	11.86	33.76	21.24	24.64	28.59	25.78	12.42	5.65	2.68	1.22	0.87	14.11
73/74	0.70	4.46	12.79	15.66	11.86	8.72	12.79	5.27	3.15	2.05	0.57	0.70	6.56
74/75	0.08	4.39	28.44	23.43	14.53	11.04	6.74	5.47	1.96	0.66	2.94	0.35	8.34
75/76	3.56	10.64	36.22	35.75	34.67	19.42	11.13	6.34	2.54	1.51	0.75	1.20	13.64
76/77	0.11	3.10	7.39	9.37	14.85	11.11	15.10	8.81	5.63	3.05	0.75	1.30	6.71
77/78	2.25	7.24	22.83	49.87	31.61	23.40	24.16	13.68	5.60	2.55	1.85	0.51	15.46
78/79	0.29	5.60	5.91	42.10	41.54	31.71	20.71	16.28	6.19	4.13	1.46	0.66	14.72
79/80	1.83	5.42	2.00	17.92	27.95	29.37	15.35	9.09	6.25	1.46	2.90	0.49	10.00
80/81	8.35	29.81	42.62	35.02	24.84	19.94	9.48	5.35	4.20	4.04	0.81	1.21	15.47
81/82	2.88	34.98	23.61	24.61	18.27	12.62	7.48	3.40	1.40	2.72	1.20	0.24	11.12
82/83	0.94	6.27	26.13	47.12	27.06	26.62	20.81	11.68	4.82	2.96	1.24	0.94	14.72
83/84	2.61	3.14	11.34	25.52	22.00	14.40	8.49	3.82	2.25	0.96	1.25	0.67	8.04
84/85	0.99	24.85	22.34	33.79	21.69	21.64	22.25	10.87	4.76	4.03	1.04	1.19	14.12
85/86	2.99	6.43	13.77	22.63	16.30	14.20	9.37	6.09	2.18	1.16	0.89	1.45	8.12
86/87	4.42	12.33	26.30	19.74	25.53	20.35	11.45	14.89	5.49	2.85	1.69	1.93	12.25
87/88	2.35	4.88	5.97	32.41	41.32	25.23	12.38	6.34	2.65	1.66	0.60	0.86	11.39
88/89	1.31	3.14	6.65	16.96	27.07	18.20	11.03	6.16	2.63	1.54	0.85	0.89	8.04
PROM	2.38	9.39	18.98	26.85	27.94	21.61	13.65	7.93	3.93	2.12	1.23	1.23	11.44
STD	1.82	8.51	10.50	13.04	11.93	8.79	5.39	3.27	1.49	1.13	0.75	0.89	3.82
Qm/Qa	0.21	0.82	1.66	2.35	2.44	1.89	1.19	0.69	0.34	0.19	0.11	0.11	1.00

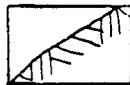
6.1.1.140

EMBALSE ANDALIEN

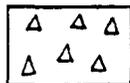
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR LA ANGOSTURA



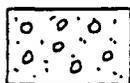
ALUVIAL



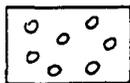
ROCAS



DEPOSITOS MORRENICOS



FLUVIAL GRUESO ANTIGUO



FLUVIAL RECIENTE



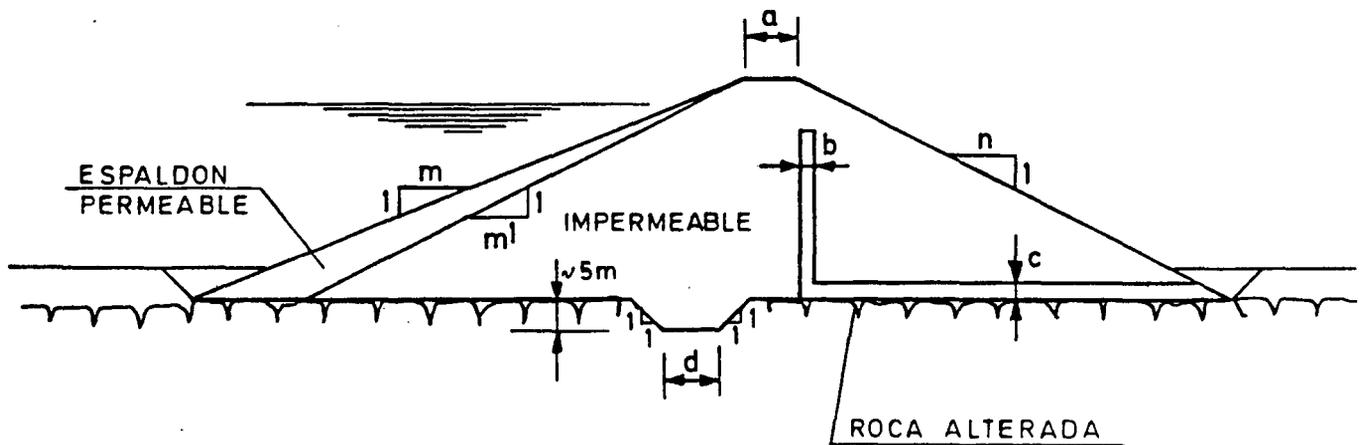
CENIZA

6.1.1.141

PRESA ANDALIEN

DISEÑO PRELIMINAR

PERFIL TRANSVERSAL ESQUEMATICO



$$m = 2.5$$

$$m' = 2.0$$

$$n = 2.0$$

$$a = 10 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$c = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 10 \text{ m}$$

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) Los embalses ubicados en los sectores denominados "Alta Cordillera" y "Precordillera y Valle Central" pueden ser integrados en un sistema de embalses para regar toda la zona del Valle Central incluida en este estudio. Los embalses ubicados en los sectores de la "Cordillera de la Costa" e "Interfluvios Costeros" no pueden ser integrados en un sistema de embalses debido a sus características topográficas y por lo tanto deben ser considerados como proyectos independientes.

- 2) Los embalses que se ven como más promisorios para integrar el sistema para regar el Valle Central de la zona en estudio son: Punilla, Cato 1, Boyén Bajo, Quilmo y Kaiser.

No obstante lo anterior, el embalse Niblinto 2 podría quedar entre los promisorios si se resuelven algunos problemas geotécnicos específicos.

Asimismo, el embalse Changaral Alto podría también resultar eventualmente como un embalse promisorio.

- 3) Del análisis realizado se concluye que el principal recurso hídrico de la zona en estudio de la cuenca del río Itata es el río Ñuble. Por este motivo, sería conveniente disponer de un gran volumen de regulación en este río. Este propósito se logra con la construcción de uno de los siguientes embalses: Punilla, Los Monos o la Culebra.

El embalse Punilla es el que presenta las mejores características geológicas y geotécnicas y además topográficamente es el que tiene mejores condiciones para almacenar un gran volumen de agua. En el área del emplazamiento de la presa Punilla existe numerosa información geotécnica que permite afirmar en principio que este embalse podría ser construido. Por esta razón, se recomienda postergar cualquier análisis de los embalses alternativos Los Monos y La Culebra.

6.1.1.143

- 4) Aún cuando el embalse San Fabián de Alico tiene las características geotécnicas adecuadas para ser construido, su ubicación geográfica es tal que quedaría incluido en el vaso de los embalses Los Monos y La Culebra. Esto elimina la factibilidad de su construcción pues, como se ha dicho precedentemente, en el área del río Ñuble se requiere de un gran volumen de regulación.

La materialización del embalse San Fabián de Alico tampoco sería atractiva si se construyera el embalse Punilla, ya que el volumen adicional que el primero aportaría sería tan pequeño (inferior a 20 millones de m³) que podría ser reemplazado, según estimaciones preliminares realizadas, con un incremento del orden de sólo un metro en la altura del embalse Punilla, lo que debería ser más conveniente. Esta comparación es válida por cuanto el volumen de regulación del embalse Punilla seleccionado es inferior al máximo posible de regular con este embalse.

- 5) Aún cuando las características geotécnicas del área de la presa Miraflores son favorables, se ha descartado este embalse por su pequeño tamaño. Su área de influencia sería inferior a 1000 hás.

Dado que la presa Miraflores se ubicaría inmediatamente aguas abajo de la confluencia de dos esteros, se tendría una hoya hidrográfica afluente relativamente grande para al reducido volumen útil de este embalse, lo que implicaría un aporte de sedimentos relativamente alto y por consiguiente una corta vida útil.

Por otra parte, como el trabajo que se realiza tiene el carácter de estudio de riego integral de la cuenca del río Itata, se ha considerado que agregar un volumen tan reducido no constituye en esta etapa un aporte significativo al sistema de embalses que se modelará.

- 6) El embalse Esperanza ha sido descartado en principio pues las características morfológicas del vaso permiten asegurar que existirían filtraciones abundantes por el material de fundación, constituido principalmente por suelos granulares gruesos.
- 7) Como resultado de las conclusiones antes mencionadas,

6.1.1.144

se recomienda considerar para la modelación del sistema de embalses que corresponde efectuar en las próximas etapas del estudio, a los siguientes: Punilla, Cato 1, Boyén Bajo, Quilmo, Kaiser, Changaral Alto y Niblinto 2.

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

PROYECTO ITATA

6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

**6.1 ESTUDIO DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE
POSIBILIDADES**

6.1.2 APROVECHAMIENTO DE ACUIFEROS EXISTENTES

1 INTRODUCCION

El sector del Itata, comprendido en el Valle Central, entre el río Niquen por el Norte y el río Itata por el Sur, la Cordillera de la Costa por el poniente y el piedemonte de la cota 300 m.s.n.m. por el oriente, constituye un relleno detrítico de materiales permeables y semipermeables, saturados de agua, con un espesor del orden de 400 metros. Este conjunto de material permeable saturado de agua, constituye un acuífero o embalse subterráneo. Es por lo tanto susceptible de ser explotado mediante sondeos, previo conocimiento de sus condiciones y características.

Este acuífero fue objeto de un estudio anterior realizado para la Comisión Nacional de Riego denominado "Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria".

Desde hace más de treinta años se han perforado sondeos en el sector, con el fin de obtener aguas subterráneas para distintos objetivos, tales como uso en agua potable, regadío o abastecimiento a industrias.

El estudio anteriormente mencionado, realizó un inventario de pozos los que ponen de manifiesto la existencia del agua subterránea, al mismo tiempo que han servido de base para caracterizar el acuífero y conocer su comportamiento.

El objeto del presente estudio es el de determinar las posibilidades de empleo del acuífero, para abastecimiento de regadío en aquellos meses o años en los cuales exista déficit de agua superficial. En consecuencia el enfoque que aquí se hace es eminentemente práctico y teniendo como punto de mira la extracción del agua subterránea en sectores deficitarios ya sea para abastecimiento directo en cada predio o eventualmente para alimentar canales de regadío.

6.1.2.2

De acuerdo con lo anterior, se da por incluido todo lo vertido en el informe hidrogeológico existente y se parte de esa base, solamente se redefinirán aquellos puntos en los cuales o no hay acuerdo o bien no fueron incluidos en el estudio anterior.

Finalmente se deja constancia que este informe apuntará a los siguientes aspectos.

- Lugares en que se encuentra el agua subterránea.
- Capacidad de empleo del embalse subterráneo.
- Características constructivas de los sondeos y de sus instalaciones.
- Costo de los sondeos y costo del agua para regadío.

2 CARACTERISTICAS DEL ACUIFERO

2.1 Características Geométricas

Se refiere así a la definición estereométrica del embalse subterráneo, a saber sus límites laterales y de fondo, como al mismo tiempo sus condiciones de borde. Se trata en consecuencia de definir el acuífero en sus tres dimensiones, para ello se recurre a la geomorfología, los levantamiento geológicos existentes en el área y a la información obtenida en sondeos del área.

Desde el punto de vista de la geomorfología, cabe indicar que el acuífero corresponde al relleno con materiales detríticos del graben que dió origen a la formación del Valle Central, al levantarse la Cordillera de Los Andes durante el periodo cuaternario. El proceso de rellenamiento es similar en casi toda la zona central de Chile y consistió en un acarreo de materiales fluviales, eventualmente glaciares o bien morrenas retrabajadas por los ríos, a ello se suman las erupciones volcánicas que fueron muy frecuentes en dicho periodo y que han dado lugar a corrientes de lava en la Cordillera y Precordillera y a hidrocineritas y eolocineritas en el valle propiamente tal. Las hidrocineritas son cenizas volcánicas transportadas por el agua y depositadas en el Valle, las eolocineritas coresponden al mismo depósito de cenizas pero transportadas por el viento. Estos depósitos se han dispuesto en forma irregular y algo caótica, sobre los rellenos fluviales o fluvioglaciales antes mencionados. Dado que además esto tuvo lugar en un largo período, estas intercalaciones se pueden encontrar a diferentes profundidades, lo que queda de

6.1.2.3

manifiesto en el estudio de las estratigrafías de los sondeos existentes.

Otro factor que tuvo importancia en la depositación es el que se refiere a las glaciaciones del período cuaternario, es decir la evolución climática que dió origen a períodos cálidos y otros fríos, la consecuencia de ello es la capacidad de transporte y el tamaño de las partículas o detritos transportados por los ríos, en épocas templadas y lluviosas, se produjo una mayor capacidad de transporte hacia el valle y de erosión en las zonas altas. Los períodos más fríos se produjo una disminución de esta potencialidad.

El relieve topográfico, también juega un papel preponderante en la naturaleza de los materiales fluviales depositados. Como se sabe los materiales más gruesos se depositan en el sector oriental y los más finos hacia el poniente de acuerdo con la menor pendiente del valle. Este fenómeno que se puede ver hoy día, ha tenido igual importancia durante todo el tiempo del rellenamiento. Es así posible la existencia de depositaciones lagunares en diferentes profundidades dando lugar a potentes capas de limos y arcillas en la cuenca.

Todos estos procesos han jugado su papel en forma combinada entre ellos, con mayor o menor preponderancia de unos con respecto de otros, dependiendo de la situación climática, topográfica o hidrológico predominante.

El resultado de esto, es la existencia de un relleno detrítico heterogeneo, compuesto por capas de arenas, gravas, arcillas, limos con intercalaciones de morrenas y materiales volcánicos. La disposición geométrica de las capas es esencialmente heterogénea no pudiendo seguirse capas extensas horizontalmente a lo largo y ancho del acuífero. Esto es así debido además a la gran cantidad de cursos superficiales que han intervenido en la depositación, a pesar de haber cursos principales tales como de Itata, Ñuble, Chillán y Diguillín. La superficie aproximada del embalse subterráneo en el sector estudiado, es del orden de los 2.000 Km² y bajo todo él existen materiales saturados de agua. El espesor total no ha sido reconocido aún, no obstante de acuerdo con la geomorfología, los datos de los sondeos y la topografía de la Cordillera circundante se presume superior a los 400 metros en la zona central. En todo caso se puede estimar un espesor medio del orden de 200 a 300 metros. De acuerdo con lo anterior se tendría un volumen de acuífero comprendido entre 400.000 y 600.000 Mm³ lo cual lo califica como uno de los más grandes del país.

6.1.2.4

Un aspecto relevante, en relación con la geomorfología, es el que se refiere a los conos de deyección de los principales cursos de agua, a saber los ríos Ñuble e Itata principalmente y en menor grado los ríos Chillán, Cato, Ñiquén y Diguillín.

Estos conos de deyección, indican la presencia de una variada depositación de materiales aluviales gruesos en un amplio sector del límite oriental del acuífero. Estos mismos conos o abanicos, también se formaron en épocas anteriores dando lugar a formaciones gruesas y permeables que hoy en día se encuentran depositados a decenas o cientos de metros. Esto, como se verá más adelante es un aspecto de gran importancia para estudiar la alimentación del acuífero en profundidad asociados a estos grandes conos de deyección, se pueden apreciar actualmente una gran cantidad de pequeños esteros que nacen entre los 300 y 400 m.s.n.m. y que escurren por sobre los abanicos antiguos, estos esteros son de caudales intermitentes, cuyo escurrimiento se asocia a las lluvias y días posteriores, los que tambicas, de muy baja permeabilidad y poco interesantes, desde el punto de vista hidrogeológico, tales formaciones constituyen los límites o condiciones de borde del acuífero, tanto lateralmente como en el fondo. Las descripciones del relleno cuaternario, se encuentran referidas mas que nada a los afloramientos recientes, pero no abundan en las características de este relleno en profundidad. El estudio de estas capas sedimentarias, requiere de prospecciones adicionales tales como la geofísica resistiva, sísmica o gravimétrica. No obstante no se dispone de estudios de esta naturaleza en el acuífero que nos ocupa.

En todo caso, lo que sí es rescatable de tales levantamientos, es lo que se refiere a las características granulométricas de los detritos que conforman y acompañan a los cauces actuales, estos son en general gruesos del tipo bolones, ripio y arena, sobretodo en los sectores del borde oriental sobre la cota 200 m.s.n.m. Esto indica que existen o deben existir paleocauces de estos mismos cursos de agua, a diferentes profundidades y que constituyan zonas de alta permeabilidad relativa dentro del conjunto del relleno detrítico y por lo tanto de gran interés desde el punto de vista hidrogeológico.

La conformación de los sondeos del área, ha sido estudiada en el informe anterior existente, y se han dibujado perfiles, norte sur, que indican la presencia de un gran embalse subterráneo, con capas alternadas de gravas y arenas y limos y arcillas, con episodios de cenizas volcánicas. Todos ellos son un testimonio del origen de las depositaciones detríticas indicadas en las páginas anteriores. La gran variedad de elementos que intervinieron en la depositación tales como los acarrees glaciares, los depósitos fluviales, los depósitos de

6.1.2.5

origen volcánico y las diferentes condiciones climáticas han determinado una disposición heterogénea en cuanto a capas, gn capas alternadas de gravas y arenas y limos y arcillas, con episodios de cenizas volcánicas. Todos ellos son un testimonio del origen de las depositaciones detríticas indicadas en las páginas anteriores. La gran variedad de elementos que intervinieron en la depositación tales como los acarrees glaciares, los depósitos fluviales, los depósitos de origen volcánico y las diferentes condiciones climáticas han determinado una disposición heterogénea en cuanto a capas, granulometrías, espesores y continuidad horizontal de éstos. Lo anterior no indica que cada capa se trate de un acuífero diferente, sino que mas bien son episodios distintos dentro de una misma matriz de gran extensión y espesor. De una manera general, se puede decir que se trata de una formación homogénea a gran escala pero heterogénea a pequeña escala. Esto explica en los sondeos la existencia de capas confinantes o semiconfinantes, al mismo tiempo que la existencia de acuíferos profundos a presión y eventualmente surgentes. No existen sondeos que hayan permitido detectar la posición de la roca basal, ni aún a los 250 metros de profundidad, lo cual confirma lo previsto de acuerdo con la geomorfología que el espesor es mayor de 300 ó 400 metros.

En resumen se puede decir que el sector estudiado entre los ríos Ñiquén y Larqui y en el valle central, constituye un gran embalse subterráneo de 2.000 Km² de superficie y de un espesor medio de 200 a 300 metros, con materiales detríticos saturados de agua, distribuidos en capas heterogéneas de diferentes espesores y permeabilidades, pero que en conjunto se comportan como un gran embalse subterráneo, capaz de ser explotado como un elemento de regulación hiperanual o anual.

Las condiciones de borde mas importantes son los bordes impermeables de fondo y laterales y los ríos y esteros principales.

Los bordes de fondo, no reconocidos en los estudios realizados están constituidos por rocas precuaternarias incluido hasta el paleozoico y que para efectos prácticos se consideran impermeables. Los límites laterales este y oeste lo constituyen la Precordillera Andina y la Cordillera de la Costa y los límites por el norte y sur son arbitrarios, puesto que existen acuíferos del mismo tipo en comunicación hidráulica con el que se estudia.

En el borde este, existe un piedemonte, de materiales gruesos por lo general, que constituyen una transición entre el Valle Central y la Precordillera y sirven asimismo de vías adecuadas para la infiltración del agua de escorrentías superficiales que ayuden a la alimentación del acuífero.

6.1.2.6

En cuanto a los bordes constituidos por ríos y esteros, los más importantes se refieren al río Ñuble, Chillán, Cato, Diguillín e Itata, los cuales cruzan el acuífero de este a oeste prácticamente. En el sector oriental el acuífero estará recibiendo aportes de los ríos principalmente y en el sector centro y poniente es el acuífero al que se encontraría entregando aguas a los cauces superficiales. Este proceso se encuentra corroborado por las mediciones de pérdidas y recuperaciones realizadas tanto en la década de los años 1950 como en el estudio anterior. Ambos antecedentes son indicadores de una adecuada comunicación hidráulica entre los ríos y el acuífero.

2.2 Características Hidráulicas

Estas se refieren a los coeficientes de Transmisibilidad y Almacenamiento, los cuales indican la capacidad de entregar aguas mediante sondeos y de almacenar agua respectivamente.

Ambos aspectos fueron estudiados en el informe anterior, para el caso de la transmisividad se dibujó un plano de distribución espacial de esta, la que indica que varía entre 100 y 500 m³/día/m para la mayor parte del área, salvo pequeñas excepciones en sectores aledaños a esteros o ríos actuales en que puede subir hasta 6.000 m³/día. Esto además sirvió para caracterizar áreas homogéneas y proyectar pozos tipo, representativos de las características medias del acuífero en el sector representado. Si bien es cierto las transmisibilidades son medias, es decir ni altas ni bajas, estas dan a caudales específicos de 1 a 3 l/s/m, lo que implica rendimientos de los sondeos de 15 a 50 l/s con depresiones de 10 a 30 metros, lo cual desde el punto de vista práctico de su explotación los hace muy acequibles a interesantes.

El coeficiente de almacenamiento, ha sido determinado tanto en condiciones de confinamiento, como en condiciones de acuífero libre, los valores obtenidos varían entre 0,3 por mil y 6% respectivamente. En este caso, cabe comentar que los valores del coeficiente de almacenamiento representativos para una explotación del acuífero en el largo plazo, son los que corresponden a situación de acuífero libre. Es un fenómeno conocido el de drenaje retardado que hace que el valor del coeficiente de almacenamiento crezca con el tiempo.

Desde un punto de vista práctico, se requiere conocer el volumen de agua almacenado en el embalse subterráneo, esto se obtiene multiplicando el volumen de acuífero por el Coeficiente

6.1.2.7

de Almacenamiento. En el capítulo anterior, se determinó un volumen de 400.000 Mm³ si se aplica un coeficiente de almacenamiento de 0,01 se obtiene un volumen almacenado de 4.000 Mm³ y de 24.000 Mm³ si se aplica un coeficiente de 0,06. En este punto es preciso indicar que este volumen de agua se encuentra almacenado tanto en los estratos permeables como en aquellos semipermeables. Estos últimos dan lugar a las formaciones denominados acuitardos, los cuales si bien es cierto no entregan agua en forma directa al hacer un sondeo dentro de este material, no obstante la entregan paulatinamente a través de la superficie de contacto entre este acuitardo y el acuífero propiamente tal, la gran extensión de esta superficie hace que el volumen de agua traspasado sea considerable y sirva de alimentación a los lentes de materiales permeables, donde se localizan las cribas de las captaciones mediante sondeos. Esta es la razón por la cual se puede y se debe considerar el relleno detrítico como un solo embalse subterráneo y no solamente los lentes de materiales gruesos y permeables.

Es evidente que el grado de conocimiento del acuífero es escaso, más bien precario, no existen mediciones sistemáticas de los principales parámetros hidrogeológicos, por ello se debe comenzar en un futuro inmediato con un programa de estudio de detalle de la hidrogeología del área, siempre y cuando éste embalse subterráneo, represente una alternativa viable de empleo de los recursos hídricos para satisfacer las demandas de agua para riego provocadas por los déficits estacionales de aguas superficiales.

2.3 Características de la Capa Acuifera

Estas se refieren a las propiedades del agua alojada en el embalse subterráneo y se distinguen cuatro características que son:

- Profundidad del Nivel de Saturación
- Sentido de Escurrimiento de las Aguas Subterráneas
- Variación Temporal del Nivel de Saturación
- Calidad Química de las Aguas Subterráneas

La profundidad del nivel de saturación de acuerdo con el estudio anterior y su plano correspondiente, se encuentra a menos de 5 metros desde la superficie en casi todo el área de estudio, entre 5 y 10 metros y mayores de 10 metros se ubica en

6.1.2.8

el sector oriental del acuífero, alrededor de la cota 200 m.s.n.m. y hacia arriba. En el sector centro y poniente, el nivel de saturación se encuentra a menos de dos metros de profundidad lo que acarrea problemas de drenaje a los suelos agrícolas, aspecto que está siendo analizado en forma paralela dentro del presente estudio.

El sentido de escurrimiento de las aguas subterráneas, también ha sido estudiado en el informe anterior, en el que se encuentra un plano de isopiezas, el cual indica que el escurrimiento de las aguas subterráneas es sensiblemente paralelo a las curvas topográficas, en sentido este-oeste. En algunas ocasiones se nota una deflexión en los alrededores de los cursos de agua en el área poniente, lo cual es un índice de que existe una zona de descarga desde el acuífero hacia los ríos y esteros. En todo caso, la escala del estudio y la escasa densidad de puntos de agua no permiten captar estas diferencias de matiz, las cuales se pondrán en evidencia una vez que se cuente con mayores y mejores antecedentes, otro aspecto que se superpone en este análisis es el que se refiere a la diferencia de cota del agua para sondeos de diferente profundidad. En áreas del sector poniente, que corresponde a zona de descarga del acuífero, al perforar se nota un ascenso de niveles a medida que se profundiza. Esto ha hecho que se mezclen niveles de distinta profundidad que podrían eventualmente falsear las isopiezas.

La variación temporal de los niveles del agua subterránea, no ha estado sometida a medición sistemática, por tal razón no se dispone de estadísticas que permitan analizar el ascenso o descenso de esta profundidad para diferentes meses del año, o bien para diferentes años hidrológicos. En todo caso el estudio anteriormente realizado, comenta que no existiría una variación importante, en la mayoría de los sondeos existentes, ello indica además que en gran parte estos se encuentran en zona de descarga del acuífero. Medidas realizadas por nuestra empresa, durante el año 1992 en norias seleccionadas para el estudio de drenaje, indican una variación de 1 ó 2 metros y eventualmente 3 metros estacionalmente, aunque estas son medidas aisladas y que corresponden solamente a un año en particular y por lo tanto no tienen validez como para obtener conclusiones, se deja establecido como un antecedente más que puede ser de utilidad en el futuro. Desde un punto de vista práctico, las variaciones de niveles sirven para determinar la profundidad a que deben quedar instaladas las bombas, para no quedar por sobre el nivel de bombeo en épocas de depresión por sequía. Para el caso que nos ocupa, se ha tomado como holgura cinco metros de depresión adicional con el fin de quedar cubierto frente a ésta eventualidad.

6.1.2.9

La Calidad Química de las Aguas, ha sido ampliamente estudiada mediante antecedentes de análisis químico en un total de 120 muestras de otros tantos sondeos. En general se puede decir que es apta para el uso en agua potable, solo que ligeramente excedida en Fe y Manganeso, y por supuesto no presenta limitaciones de ningún tipo por su empleo en regadío, que es en este caso el aspecto práctico que se desea analizar. Los valores del total de sólidos disueltos varían entre 80 y 400 mgr/lt, esto estaría indicando un corto recorrido de las aguas subterráneas o bien un recorrido a través de materiales gruesos del tipo arenas y gravas. En todo caso este es asimismo un aspecto que debe ser analizado con mayor profundidad en un estudio de detalle de la hidrogeología del área, no tanto para efectos de su empleo, sino más bien para perfeccionar el conocimiento del funcionamiento del acuífero. La Calidad Química del agua, a través de sus diferentes componentes iónicos, es un excelente elemento para correlacionar y estudiar origen del agua subterránea, así como los mecanismos de recarga y descarga. Como comentario a este tema se puede decir que la mayoría de los sondeos en los que se dispone de análisis químico de aguas corresponden a pozos que se emplean en abastecimiento de agua potable a poblaciones y poblados rurales. Estos poblados por lo general se encuentran ubicados en las inmediaciones de los cursos de aguas superficiales y en consecuencia los sondeos explotarían aguas del sector más superficial de los acuíferos y el agua recargada tendría un corto recorrido desde el río hasta los puntos de captación.

2.4 Funcionamiento Hidráulico del Embalse Subterráneo

Se entiende por ello a una descripción cualitativa de todas y cada una de las entradas y salidas de agua hacia y desde el acuífero. Este capítulo tiene por objeto analizar de una manera conceptual cual es el funcionamiento hidráulico del embalse subterráneo, base para cualquier planificación de su empleo actual o futuro. Dado que los balances cuantitativos son largos y caros de obtener se precisa tener un enfoque suficientemente claro de los aspectos mas importantes en relación con los que puedan tener menor importancia. Por otra parte, la técnica moderna en hidrogeología es precisar los términos del balance a medida que se avanza en la explotación del acuífero, partiendo de una base general imprecisa en función de los antecedentes que existen, posteriormente mediante un adecuado monitoreo del embalse subterráneo se continuaría evaluando cada término del balance. En el caso particular del embalse subterráneo de la cuenca del río Itata, no existe un empleo del mismo a efectos prácticos, lo que

6.1.2.10

impide obtener datos adecuados de los ingresos y salidas, no obstante ello no debe ser obstáculo para programar su empleo, hacia ello apunta la descripción del funcionamiento del acuífero que se entrega a continuación.

Las entradas de agua tienen lugar de cuatro formas a saber:

- Entradas laterales desde acuíferos vecinos.
- Entradas por infiltración directa de la lluvia.
- Entradas por infiltración desde el sistema de riego.
- Entradas por infiltración desde las cajas de los ríos y esteros.

Las entradas laterales, tienen lugar en el borde oriental del embalse subterráneo, cerca del sector de piedemonte, fueron descritos y calculados en el informe anterior, se producen por la continuidad hidráulica del acuífero.

Las entradas por infiltración directa de lluvia, tienen lugar cuando la parte de esta que corresponde a infiltración, supera la capacidad de campo del terreno, una vez saturados la diferencia percola. Este fenómeno sucede en pocas oportunidades, para lluvias superiores a 60 mm, además se debe tener en cuenta que existe una importante proporción de la lluvia que va a escorrentía superficial. En volumen, es de menor importancia que otros ingresos dentro del acuífero en su conjunto, aunque pueda tener su importancia a nivel local. Otro aspecto que debe cumplirse para que tenga lugar este fenómeno es que el nivel de saturación se encuentre a más de 1 ó 2 metros porque en caso contrario el agua se acumula allí sólo en forma temporal y posteriormente sale por evaporación o evapotranspiración, en las épocas o meses de sequía. El sector que cumple con este requisito se encuentra a la mitad oriental del acuífero solamente.

Las entradas por infiltración desde el sistema de riego, tienen lugar de dos formas a saber, por infiltración en la red de canales primarios, secundarios y terciarios y por percolación hacia el acuífero de los excesos de agua aplicados durante el regadío como producto de la ineficiencia de éstos. Al igual que en el caso anterior, requiere de una profundidad del nivel de saturación, superior a los dos metros, para que el agua percolada pase a formar parte del embalse subterráneo en forma eficaz. En el sector oriental del acuífero, este proceso puede tener una gran importancia y constituir una de las principales fuentes de ingreso de agua en el acuífero. Para su análisis y

6.1.2.11

estudio se debe efectuar unas mediciones sistemáticas en predios o sectores previamente seleccionados que permitan obtener patrones válidos aplicables a sectores más extensos. Por analogía con otros sectores similares del valle central de Chile, se puede indicar que esta fuente de ingresos es importante y debería ser estudiada con detenimiento, si se desea explotar en forma masiva las aguas subterráneas.

Las entradas por infiltración, desde las cajas los ríos y esteros, tiene lugar cuando el nivel del río es superior al nivel de saturación del agua subterránea y además existe una adecuada comunicación hidráulica entre el río y el acuífero. Esto sucede en una gran extensión del acuífero que nos ocupa en su parte oriental. Las experiencias de pérdidas y recuperaciones efectuadas en los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín, han puesto de manifiesto la adecuada comunicación hidráulica entre los ríos y el acuífero al detectarse pérdidas y recuperaciones en los ríos, de considerables magnitudes. El estudio de nivel de saturación indica que entre las cotas 150 y 300 aproximadamente de nivel se encuentra por debajo de los dos metros de profundidad. Desde el punto de vista del total de las entradas al embalse subterráneo, este último factor es uno de los más importantes de todos. El estudio de este proceso debe ser una de las actividades futuras junto con empleo del agua subterránea.

Las salidas de agua desde el acuífero tienen lugar de cuatro formas a saber:

- Salidas laterales hacia acuíferos vecinos.
- Salida por evaporación y evapotranspiración.
- Salidas por bombeo.
- Salidas por descargas hacia ríos y esteros.

Las salidas laterales hacia acuíferos vecinos, tiene lugar, en el sector sur poniente del acuífero en la cuenca del río Itata, dado que en el resto del área hacia el norte y sur, se encuentra la Cordillera de la Costa, la que a efectos prácticos hace las veces de barrera impermeable dificultando el flujo subterráneo y provocando el ascenso del nivel de saturación.

Las salidas por evaporación y evapotranspiración, tienen lugar en aquellos sectores en los que el nivel del agua subterránea se encuentra a menos de dos metros de profundidad y asciende por capilaridad, si no hay vegetación, se evapora directamente

6.1.2.12

y en caso de haberla lo hace por medio de la transpiración de las plantas. En el sector estudiado existe una amplia zona con el nivel freático a menos de dos metros de profundidad y representa por lo tanto un factor de salida de agua subterránea.

Las salidas por bombeo, corresponden a las extracciones artificiales mediante bombas de pozo profundo, se encuentran distribuidas a lo largo y ancho del acuífero, de acuerdo con la ubicación de los sondeos de explotación, se emplean para diferentes fines tales como riego, industria, agua potable u otro.

Las salidas por descargas hacia los ríos y esteros, tienen lugar en los sectores en que el nivel del agua subterránea es superior al nivel del lecho del río y además existe una comunicación hidráulica entre ambos. Este fenómeno se produce en la parte occidental del acuífero, básicamente entre la cota 150 y la Cordillera de la Costa. Esto también ha quedado de manifiesto en las escasas experiencias de pérdidas y recuperaciones de los ríos Nuble, Chillán y Diguillín que se encuentran recogidas y analizadas en el informe anterior. Estas salidas constituyen en volumen probablemente las más importantes del acuífero y su estudio se debe basar en un reconocimiento previo de los sectores de recarga y descarga y seguidos de una medición sistemática en los diferentes meses del año.

2.5 Balance de Entradas y Salidas

Se trata en este capítulo de un intento de cuantificación de todos y cada uno de los ingresos y salidas de agua hacia y desde el acuífero. Este trabajo presupone la existencia de mediciones sistemáticas de una gran cantidad de variables y parámetros, con los cuales no se cuenta en el caso del acuífero de Itata. No obstante lo anterior se hará un comentario de cada uno de los términos empleando los antecedentes que existen.

Las entradas laterales desde acuíferos vecinos, fueron calculadas en un valor del orden de 21 Mm³ anuales sobre la base de la aplicación de la Ley de Darcy en el borde oriental del acuífero. El único comentario que cabe a este respecto es hacer notar que normalmente no es la entrada más importante, que no representa ningún índice de su explotabilidad y que tiende a aumentar considerablemente cuando el acuífero entra en explotación y se produce un descenso de niveles lo que provoca una recarga inducida.

6.1.2.13

Las entradas por infiltración desde la lluvia, no es posible su cuantificación con los antecedentes actuales, en todo caso si se considera que ella puede tener lugar en solo 500 Km² de acuífero y que puede alcanzar a un 20% de la precipitación media de los meses de invierno (1.000 mm), resulta un ingreso probable de 100 Mm³, caudal que comienza a ser interesante de estudiar con detención.

Las entradas por infiltración desde el sistema de riego, depende en gran parte de la longitud del sistema de canales, de la permeabilidad del lecho de cada uno y de los caudales que circulan por ellos. Este análisis debe realizarse mediante mediciones sistemáticas de aforos diferenciales en canales y una vez obtenidos estos en determinados puntos o sectores, extender los resultados al conjunto del sistema. Esto mismo se puede aplicar para la infiltración de riego proveniente de la aplicación del agua al predio propiamente tal. Con el objeto de fijar los órdenes de magnitud se analizará la superficie total de la zona de estudio que asciende a 74.000 hás regadas, de ellas al menos 25.000 se encuentran en el sector oriental con posibilidades de infiltración al acuífero. Hay una longitud de canales matrices de 9.200 kilómetros aproximadamente entre las cuencas de los ríos Ñiquén, Ñuble, Changaral, Cato, Chillán, Larqui y Diguillín. De ellos consideramos que 3.000 Km se encuentran en el sector oriental apto para la infiltración. Había que efectuar una consideración de síntesis referente a los volúmenes que circulan por los canales, los que se supondrán de 15 m³/s para las 25.000 hás del sector oriente y un porcentaje de pérdida total de sólo 15%, el cual resulta inferior que los cálculos indicados en el estudio anterior, se obtiene un ingreso probable del orden de 70 Mm³/año.

Para el caso del riego predial, aplicado asimismo solo a dicho sector de 25.000 hás, considerando un caudal de entrada de 13,5 m³/s y asumiendo una percolación del orden del 20% del volumen aplicado (dotación 10.000 m³/ha/año) se obtuvo un volumen anual probable de 50 Mm³ cifra asimismo conservadora y que se entrega como elemento de referencia, con el solo objeto de fijar órdenes de magnitud.

Las entradas por infiltración desde las cajas de ríos y esteros, tampoco han sido estudiadas en forma sistemática. Solo se dispone de aforos diferenciales en tramos de ríos, para los meses comprendidos entre Octubre y Febrero. Estas medidas no son útiles en forma directa para calcular ingresos de agua al acuífero, porque faltan varios aspectos previos a definir, entre ellos conocer en los meses de máximo caudal cuál es el mecanismo de infiltración, lo cual sucede entre Abril y

6.1.2.14

Septiembre, que coincide con el período en que no hay mediciones. De todas maneras, las mediciones realizadas ponen de manifiesto la existencia de éste fenómeno. Si se desea tener una idea del orden de magnitud, se puede recurrir a patrones de infiltración conocidos y medidos en otros ríos similares de Chile. Un valor mínimo para lechos permeables es de 50 l/s/Há cuando hay escurrimiento. Los ríos mas importantes tienen en su parte superior una longitud cercana a los 50 kilómetros de cauce en condiciones de infiltrar si se asume un ancho medio de 50 metros se obtiene una superficie de 250 há como mínimo, lo que representa un caudal continuo de 12,5 m³/s, si esto se aplica solamente a unos cuatro meses, representa un caudal continuo de 3,15 m³/s lo que equivale a un ingreso anual cercano a los 100 Mm³, lo cual pone de manifiesto la importancia del fenómeno y la necesidad de su estudio.

Las salidas por bombeo, fueron calculadas en el estudio anterior y cifradas en un total cercano a los 14 Mm³ al año.

Las salidas por descargas hacia ríos y esteros, que tienen lugar en los cursos medio y bajo, deben asimismo evaluarse en forma mas precisa, el fenómeno existe y queda de manifiesto en el estudio de las recuperaciones. Si se empleasen los valores indicados en dicho estudio se obtendrían valores demasiado elevados porque no corresponden a una media anual sino que sólo de algunos meses y los puntos de medida no han sido elegidos teniendo en cuenta un estudio específico de descargas subterráneas.

En resumen se puede decir que el orden de magnitud de las entradas totales está cercano a los 340 Mm³ como mínimo de acuerdo con el siguiente detalle:

Entradas laterales	20	Mm ³
Infiltración de Lluvia	100	Mm ³
Infiltración de Riego	120	Mm ³
Infiltración en Ríos	100	Mm ³

Las salidas totales deben estar balanceadas con las entradas porque el embalse subterráneo está en equilibrio y no se encuentra explotado.

El valor de 340 Mm³ está en concordancia con el cálculo del volumen almacenado mínimo de 4.000 Mm³, ya que se ha podido comprobar en diferentes trabajos realizados por este consultor que existe una relación aproximada de 1 a 10 entre el volumen en circulación media anual y el volumen almacenado. Frente a esta cifra, la extracción actual de 14 Mm³ aparece como

insignificante si se considera la enorme potencialidad del embalse subterráneo.

3 POSIBILIDADES DE UTILIZACION

En los apartados anteriores han quedado de manifiesto las condiciones de existencia del agua subterránea, las características principales del embalse subterráneo y su funcionamiento hidráulico. Queda por lo tanto por analizar las posibilidades de utilización del embalse subterráneo, como para hacer frente a una demanda estacional para cubrir los posibles déficits de riego producidos durante los estiajes debido al descenso de caudales de los cauces superficiales.

3.1 Aspectos Generales

El empleo de un embalse subterráneo se realiza sobre la base de los siguientes criterios generales y condiciones particulares del acuífero que nos ocupa.

- Que existe un embalse subterráneo de grandes dimensiones, a lo largo y ancho de la zona de demanda.
- Que el empleo actual es insignificante en relación con sus posibilidades.
- Que el empleo se realizará en forma paulatina a medida que se produzca la demanda y existan fondos para realizar las obras que permitan satisfacerle.
- Que el conocimiento hidrogeológico del acuífero se va perfeccionando en la medida en que este se explota.
- Que se efectúan investigaciones en el acuífero a la vez que se desarrolla un programa de monitoreo y mediciones de acuerdo con lo que se ha analizado en los capítulos anteriores.
- Que el conocimiento actual es suficiente para plantear y programar su empleo en los términos que mas adelante se señalan.
- Que las soluciones para abastecer déficits de agua subterránea son modulables y adaptables a la demanda tanto en el tiempo como en el espacio.

6.1.2.16

- Que las aguas subterráneas pueden servir de complemento al empleo de las aguas superficiales tanto en el tiempo como en el espacio.

3.2 Demanda que se requiere Abastecer

Aunque no se dispone aún de un análisis detallado de la localización de los déficits de agua para riego, tanto en el espacio como en el tiempo, se ha partido de una consideración apriorística, que permita fijar las órdenes de magnitud de los costos involucrados en las soluciones posibles.

Sobre dicha base se ha determinado en principio una demanda anual de 3.200 m³/há que puede ser suplida con agua subterránea, se supone que el resto se abastece con los recursos existentes de aguas superficiales.

La superficie a regar se puede localizar en cualquier lugar dentro de los límites del acuífero. Dado que la propiedad se encuentra subdividida, en predios de 10 a 30 há por lo general, se tenderá a localizar sondeos que sirvan a un predio o dos a lo más.

En caso que en vez de 3.200 m³/há se requiera mas agua, servirá la misma infraestructura solo que se deberá emplear un mayor número de horas al año.

3.3 Elección de Sectores para Sondeos Tipo

Dado que se trata de obtener agua subterránea en varios sectores del acuífero, es conveniente elegir sondeos tipo, es decir aquellos que representen las características medias de un sector mas o menos homogéneo. Para ello nos hemos basado en los sondeos tipo, que aparecen en el estudio hidrogeológico existente. Estos se refieren a 5 sectores denominados A, B, C, D y E, que corresponden a lo siguiente de acuerdo con el estudio anterior.

CAPTACIONES TIPO PARA CADA SECTOR CARACTERISTICO

S E C T O R	PROF. (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	N.E. (m)	G.E. (l/s/m)
A. Interfluvio Oriental ríos Niquén y Ñuble	50	30	20	5.0	2.0
B. Junta ríos Itata y Ñuble	45	15	15	5.0	2.0
Chillán-San Ignacio Pemuco					
C. Norte (Chillán)	150	50	30	5	2.0
D. Centro (San Ignacio)	125	20	20	10	2.0
E. Sur (Pemuco)	60	15	25	10	1.0

Se considera que la gama de caudales y de profundidades es suficiente como para cubrir las diferentes posibilidades de obtención de agua subterránea en el área de estudio.

3.4 Bases de Cálculo para los Costos

El costo de las instalaciones se ha obtenido diferenciando el costo del sondeo propiamente tal, del costo de la bomba y de las instalaciones eléctricas.

El costo del sondeo, incluye perforación, entubación con uso de criba, pared de grava, desarrollo y prueba de bombeo. Para caudales de 30 l/s e inferiores se considera tubería de 10" para caudales de 50 l/s, se calculó con tubería de habilitación de 12". Los precios de sondeos se han obtenido de promedios de cotizaciones actualizadas.

Las bombas se calcularon y costearon de acuerdo con cotizaciones recientes de bombas disponibles en el mercado. Al costo de la bomba propiamente tal se agregó las partidas de la cañería de descarga, los cables eléctricos que llevan la energía al motor sumergido y el tablero eléctrico con el partidador.

6.1.2.18

En la subestación eléctrica se consideró la malla de tierra y el transformador.

En cuanto a la línea de alta tensión se consideró una línea de 1 Km. de largo, por tratarse de un gran número de sondeos posibles a ejecutar, en consecuencia se obtendrían una red de alta relativamente densa dentro de cada sector considerado. Se ha supuesto un total de 1.350 horas al año, correspondientes a dos meses y medio de 540 horas cada uno lo que supone un bombeo de 18 horas/día en los meses de demanda para cubrir los déficit de agua superficial y/o para suplirla completamente. Si la distribución es diferente no afecta al cálculo económico.

Dado que se pretende entregar un volumen de 3.200 m³/há/mes, el número de hectáreas abastecidas se obtiene de dividir por 3.200 el volumen extraído en las 540 horas (un mes).

Con estos antecedentes se ha calculado en primer lugar el costo total de las instalaciones y el costo por hectárea.

El costo de operación anual se ha obtenido con las siguientes premisas; considerar un costo de capital de 12% anual, una amortización de 30 años para pozo y línea eléctrica y de 15 años para la bomba y la subestación eléctrica, vale decir se cambia la bomba a la mitad de la vida útil del proyecto. El costo de la energía se ha considerado de 0,045 US\$ por KW, en él se han incluido los costos de operación y mantención, aumentándolo en un 10% por tales conceptos, son lo que se obtiene una buena aproximación. También se ha considerado el costo de Operación por concepto de Potencia Instalada donde se ha adoptado el valor US\$ 3.0 por KW/mes instalado.

Con las premisas anteriores se ha calculado el costo de operación, en millones de pesos al año, como el costo de m³ bombeado, separando la parte de costo fijo, correspondiente a amortización e intereses, del costo variable que corresponde al consumo eléctrico indicado tanto en energía consumida como en potencia instalada.

Con todo ello se ha calculado el costo por hectárea al año, desglosándose en inversión y operación. Finalmente se obtuvo una columna con el costo de operación por hectárea en dólares.

Los cálculos económicos se encuentran en los Cuadros N° 1 y 2 que se adjuntan. De ellos se pueden desprender los comentarios que se indican en el párrafo a continuación.

6.1.2.19

En todo caso se deja en claro que esta evaluación, se ha realizado a nivel de factibilidad, y tiene una aproximación de 20% .

El costo de conexión eléctrica, correspondiente a la parte fija por potencia instalada, se puede estudiar con mayor detalle y depende del convenio que se quiera realizar, empleando las diferentes modalidades de tarifa que ofrecen las Compañías de Distribución Eléctrica.

Del mismo modo se puede precisar con mayor detalle los costos de mantención y la obra de mano de la operación, no obstante ello corresponde más bien a un análisis de desarrollo predial, con el objeto de no duplicar los gastos generales.

COSTO DEL AGUA SUBTERRANEA PARA REGADIO

CUADRO NRO 1
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y COSTO DE LAS INSTALACIONES

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l) VALORES EN MILLONES DE S									
											(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	(t)	(u)
POZO TIPO	PROF. (m)	Q l/s	N.D. (m)	H.P. Bomba	KVA Transform.	Rendim. m3/hr	Hr/annual Funcionamiento	Volumen Extraido Ano(m3)	Volumen Extraido Mes(m3)	Has Abastecidas	Costo Sondeo	Costo Bomba	Costo Columna Descarga	Costo Cables Electric.	Costo Partidor	Costo Malla Tierra	Costo Transformador	Costo 1 Km. L.A.T	Costo Total Inversion	Costo Inv/Ha 1 ano
A	50	30	20	12	12	108	1350	145800	58320	18.2	4.5	1.5	0.40	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	9.5	0.521
B	45	15	15	6	6	54	1350	72900	29160	9.1	3.6	1.2	0.30	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	8.2	0.900
C	150	50	30	30	30	180	1350	243000	97200	30.4	15.0	2.0	0.56	0.38	0.5	0.2	0.6	2.0	21.2	0.699
D	125	20	20	8	8	72	1350	97200	38880	12.2	12.5	1.3	0.40	0.20	0.3	0.1	0.5	2.0	17.3	1.424
E	60	15	25	8	8	54	1350	72900	29160	9.1	4.8	1.5	0.48	0.29	0.3	0.1	0.5	2.0	10.0	1.094

COSTO DEL AGUA SUBTERRANEA PARA REGADIO

CUADRO NRO 2
CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS Y COSTO DE OPERACION ANUAL

POZO TIPO	PROF. (m)	Q l/s	N.D. (m)	H.P. Bomba	(ff) ANUALIDAD		(hh) Consumo KWH /ANO	(ii) COSTO OPERACION			(ll) Volumen extraido m3/ano	(nn) COSTO UNITARIO \$/m3			(pp) Costo Anual/p Mill S	(qq) Has. Abastecidas	(rr) Costo Total \$/Ha/ano	(ss) Costos		(uu) Costo US\$/Ha US=\$375
					Inversion	Cambio Bomba		USS/KWH ENERGIA	Energia MS/annual/pozo	Potencia		Fijo \$/m3	Variable \$/m3	Total \$/m3				Fijo \$/Ha/ano	Variable \$/Ha/ano	
A	50	30	20	12	1.18	0.07	15187.5	0.045	0.256	0.15167	145800	8.6	2.8	11.4	1.655	18.2	90811	68 445	22366	242
B	45	15	15	6	1.02	0.06	7593.75	0.045	0.128	0.07584	72900	14.8	2.8	17.6	1.2808	9.1	140550	118 184	22366	375
C	150	50	30	30	2.64	0.10	37968.8	0.045	0.640	0.37918	243000	11.2	2.6	13.9	3.3728	30.4	111040	89 975	21066	297
D	125	20	20	8	2.15	0.06	10125	0.045	0.171	0.10112	97200	22.7	1.8	24.5	2.3818	12.2	196035	181 991	14044	523
E	60	15	25	8	1.24	0.07	10125	0.045	0.171	0.10112	72900	18.0	2.3	20.3	1.4802	9.1	162441	143 716	18725	434

Tasa: 12% anual (v)
 Horizonte: 30 Años (w)
 1 USS = S 375 (x)
 Costo Potencia Max.Instalada 3.0 USS/KW/mes (y)

6.1.2.21

DETALLE DE LOS CALCULOS REALIZADOS

(a):	Pozos Tipo	
(b):	Profundidad de los pozos en m.	
(c):	Caudal entregado en l/s.	
(d):	Nivel Dinamico del pozo expresado en m.	
(e):	Potencia de la Bomba en HP.	
(f):	Potencia del Transformador	
	Rendimiento horario (m3)	(g): (c)/1000*3600
	Horas de funcionamiento anual (hrs)	(h): 18*30*2.5
	Volumen de Extraccion anual (m3)	(i): (g)*(h)
	Volumen extraccion mensual (m3)	(j): (g)*18*30
	Hectareas Abastecidas	(k): (j)/3200
	Costo Inversion por Ha. en 1 ano.	(u): (t)/(k)
	Costo Total de la inversion	(l): (l)+(m)+(n)+(o)+(p)+(q)+(r)+(s)
	Anualidad de la inversion a 30 anos y 12%	(ff): Anualid(30,12%)*(t)
	Anualidad cambio bomba a los 15 anos	(gg): Anual(30,12%)*VPN(15,12%,sum((l)..(r))
	Consumo de energia Anual (Kw)	(bh): (e)*(h)*0.75/0.8
(ii):	Costo de la energia (US\$/Kw)	
	Costo Operacion Energia (Mill\$/anual)	(jj): (ii)*(bh)/10E6*(x)
(x):	Tasa de Cambio	
	Costo Operacion Potencia Inst.(M\$/anual)	(kk): (e)*0.75/0.8*12*(y)*(x)
(y):	Costo por potencia Max. instalada	
	Volumen Extraido (m3/anual)	(ll): (c)/1000*3600*(h)
	Costo Unitario Fijo por Inversion (\$/m3)	(mm): ((ff)+(gg))*10E6/(ll)
	Costo Unit. Variable por Operacion(\$/m3)	(nn): ((jj)+(kk))*10E6/(ll)
	Costo Unitario Total (\$/m3)	(oo): (mm)+(nn)
	Costo Total anual por pozo (M\$)	(pp): (oo)*(ll)
	Has. Abastecidas	(qq): (k)
	Costo Total por Ha. anual (\$)	(rr): (pp)/(qq)*10E6
	Costo Total Fijo (\$/Ha/anual)	(ss): (mm)*(ll)/(qq)
	Costo Total Variable (\$/Ha/anual)	(tt): (nn)*(ll)/(qq)
(uu)	Costo US\$/Ha	(uu): (rr)/(x)

3.5 Costos de Inversión y Operación

- Los costos de inversión por hectárea varían entre \$ 520.000 y \$ 900.000 equivalente a U\$ 1375 y U\$ 3750 respectivamente, si se analiza esta inversión en forma directa , es decir en un horizonte de un año.
- Después de realizar una evaluación económica a 30 años, considerando una tasa de interés de 12% , con toda la inversión efectuada el primer año más una reposición de la bomba y sus accesorios a los 15 años , más la operación de los pozos , se tienen costos anuales de entre US\$ 240 a US\$ 520 por Hectárea.
- Los valores antes anotados pueden variar si su adquisición se efectúa dentro del marco de algún crédito especial que implique tasas de interés menores de 12% o períodos de gracia. Al mismo tiempo podrían bajar los costos de inversión en caso de acogerse a algún sistema especial de subsidio tal como la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje.
- Los costos de operación propiamente tales son relativamente bajos varían entre \$ 1,8/m³ y \$ 2,8/m³ lo que implica valores entre \$ 14.000/Há/año y \$ 22.500/Há/año para caudales de 3.2000 m³/Há/año.
- Los costos totales anuales, si se suman los costos fijos ascienden a cifras comprendidas entre \$ 90.000/Há/año y \$ 190.000/Há/año lo que representa entre US\$ 240 y 520 U\$ há/año. Valores que deberán ser analizados a la luz de los estudios agroeconómicos, pero que en principio resultan normales y usuales en diversos sectores del país y permiten sustentar cultivos de diferentes rentabilidades.
- En el caso que los sondeos se utilizasen para abastecer por sí solo la demanda de riego, asumiendo una dotación de 12.000 m³/Há/año los costos totales ascenderían a \$ 100.000 há/año y \$ 200.000 há/año respectivamente, lo cual expresado en dólares correspondería a U\$ 270/Há/año y U\$ 530 há/año.
- En este último caso si solo se calculan los costos de operación y no se considera la amortización ni el costo del capital, los costos estarían comprendidos entre U\$ 56 há/año y U\$ 90/Há/año.

6.1.2.23

- Si se desea efectuar una aplicación masiva de la solución en base a agua subterránea, construyendo un campo de 500 sondeos de cada tipo se podrían abastecer 40.000 há con una inversión de 33.000 millones de pesos, es decir 88 millones de U\$ con una inversión de U\$ 2100/Há.
- La inversión anterior serviría para dar seguridad de riego a esa superficie, si los estudios hidrológicos y agroeconómicos determinan otras necesidades la solución con agua subterránea se puede adaptar debido a su gran flexibilidad.
- El consumo de energía anual para entregar 8.000 m³/Há/año sería de 40.000.000 KWH distribuidos en dos meses y medio o más dependiendo de las condiciones hidrogeológicas. Si fueran dos meses y medio, representa un consumo de 16.000.000 KWH y una capacidad de instalación de 32.000 KVA en total.

3.6 Volúmenes Extraíbles desde el Acuífero

Con independencia de los cálculos económicos realizados en el apartado anterior, se debe establecer si el acuífero es capaz de sustentar una extracción de la naturaleza que se propone.

Si se construyen los 1.000 sondeos correspondientes a 200 de cada tipo, el volumen anual extraído alcanzará a 93,6 Mm³ al año distribuidos uniformemente en los sectores definidos en los predios tipo y abarcando como es natural una área cercana a las 50.000 hectáreas, es decir como mínimo 500 Km². Desde el punto de vista de la depresión del acuífero, considerando un valor del almacenamiento de 5% implica un volumen almacenado de 25 Mm³ por cada metro de depresión. Esto significa que en ausencia de recarga, se produciría un descenso máximo anual de 4 metros de profundidad en el acuífero, esto bajo un supuesto pesimista que no existiese recarga lo cual evidentemente no sucede.

En cuanto a la recarga, aunque su determinación ha sido precaria, el balance indica unos ingresos anuales mínimos de 340 Mm³, lo cual está muy por debajo de los volúmenes que se pretende extraer.

En consecuencia, se concluye que el embalse subterráneo es capaz de sustentar sin ninguna dificultad estos volúmenes de extracción anuales, aunque aumentasen 2 ó 3 veces.

3.7 Programa de Monitoreo

Como se ha dicho, en los capítulos anteriores, el embalse subterráneo es susceptible de ser explotado en forma paulatina y creciente, de modo de permitir una adecuación con la demanda en la medida en que ésta se vaya produciendo y además el conocimiento hidrogeológico se perfecciona en la medida que se obtienen datos de su empleo.

Por lo anterior es necesario comenzar con un sistema de auscultación del acuífero que contemple las siguientes actividades:

- Aforos seleccionados en tramos de ríos, previamente individualizados para medir volúmenes de agua infiltrada o recibida.
- Aforos seleccionados en canales principales, secundarios y terciarios para medir las pérdidas que se produzcan como resultado de la infiltración en canales.
- Las medidas de infiltración o descarga deben efectuarse a lo largo de todos los meses del año. En el caso de los ríos es particularmente importante realizarlo en invierno, porque ellos ocupan una superficie mayor y mas permeable.
- Se debe implementar un sistema de observación de niveles freáticos tanto en pozos como en norias, con mediciones mensuales de este parámetro.
- Se debe llevar un registro anual de los volúmenes extraídos por los diferentes sondeos.
- Todos estos antecedentes se deben analizar y sintetizar al menos con informes parciales cada seis meses.
- Se recomienda la realización de una amplia campaña de geofísica para determinar los límites del embalse subterráneo y las principales capas que conformen el relleno.

6.1.3.1

6.1.3. OBRAS DE DRENAJE

1. INTRODUCCION

El área del estudio, abarca la zona comprendida de Norte a Sur, entre los ríos Ñiquen y Larqui, la precordillera por el Este y la Cordillera de la Costa por el Oeste.

Interesa ubicar y acotar la zona que presenta suelos con problemas de drenaje. Además, es necesario cuantificar el problema y proponer una solución.

Se ha usado, como punto de partida, el Estudio de Suelos del Proyecto Itata, Etapas I y II realizado por Agrolog Chile Ltda. (Planos Escala 1:20 000 para la Comisión Nacional de Riego).

Los planos de Agrolog se han reducido a escala 1 : 50.000 procediéndose a achurar las zonas de suelos con deficiencias de drenaje (IIw, IIIw y IVw) generando de este modo un plano de la zona donde se centran los problemas de drenaje.

De acuerdo a lo anterior, se ha logrado acotar la cuenca del río Itata a un área menor, donde se centra la atención de este capítulo "Obras de Drenaje". Esta zona se ubica entre los ríos Ñiquen y Ñuble además limitado por la precordillera por el Este a la cota 220 m.s.n.m. aproximadamente y el río Changaral por el Oeste.

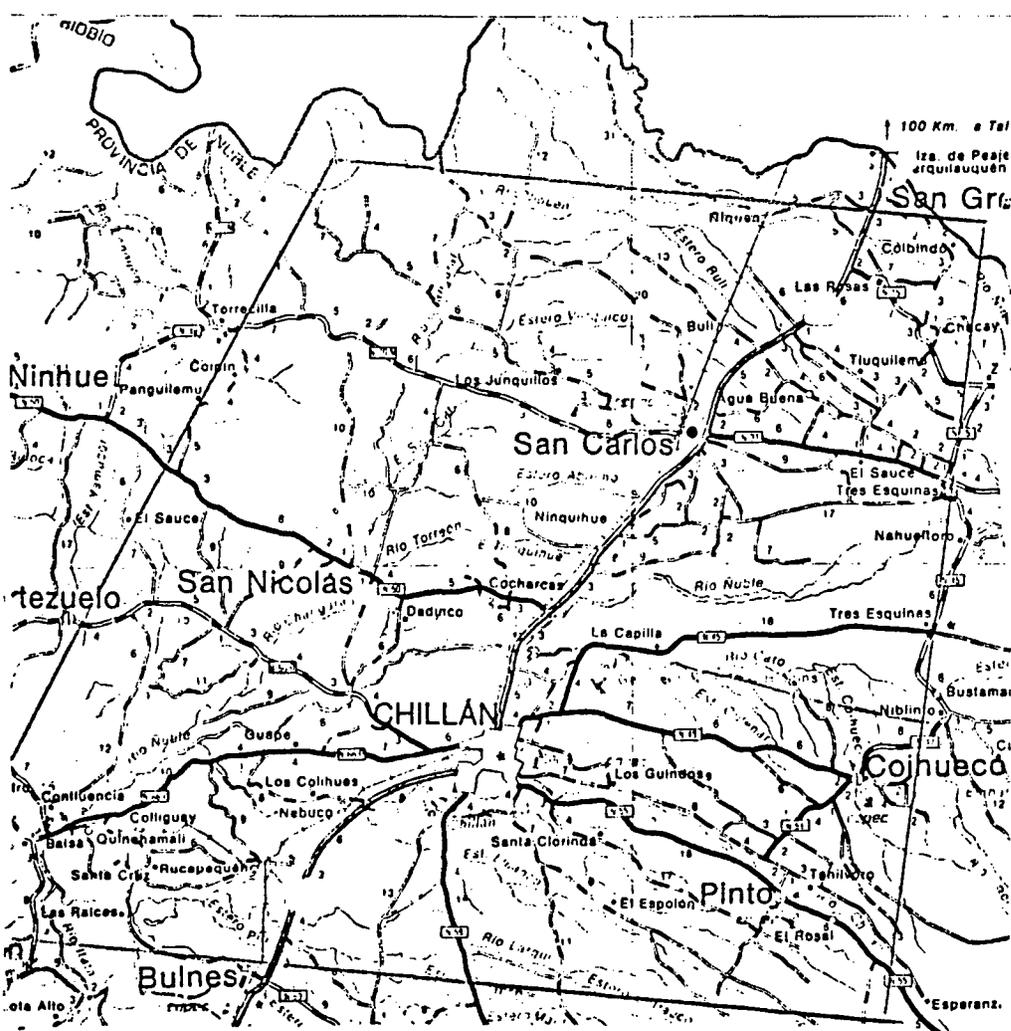
También, se han identificado ríos y esteros que conforman La Red de Drenaje Natural. De esta forma se ha generado un esquema de la red de drenaje natural en base a los perfiles longitudinales de los cauces, ya sean ríos o esteros.

Una vez identificados las zonas y las características de la red de drenaje natural, se ha proyectado una solución a nivel de Predio Tipo, para el saneamiento de una parcela que se encuentre en la zona antes determinada.

2 DESCRIPCION Y UBICACION DEL PROYECTO

La ubicación de la zona en estudio, en términos generales tiene como límites: Norte el Río Ñiquen, Sur el Río Larquí, Oeste el Río Changaral y finalmente por el Este alcanza hasta la coordenada UTM E 248000 que pasa en la cercanía de Coihueco.

Plano de la Zona del Estudio.
Fig. 6.1.3-1



Para determinar la zona que sí presenta problemas de drenaje y visualizarla, se ha tomado como base el estudio de suelos (Agrolog).

6.1.3.3

3 ZONA CON LIMITACIONES DE DRENAJE

Para una visualización inmediata, se presenta en la página subsiguiente un plano de la zona con limitaciones de drenaje.

El área con deficiencias de drenaje ha tenido como base el Estudio de Suelos del Proyecto Itata, Etapas I y II realizado por Agrolog Chile Ltda. (Planos Escala 1:20000) para la Comisión Nacional de Riego.

3.1 Método de Trabajo.

Los planos denominados, Capacidades de Uso de los Suelos (Agrolog Chile) han sido reducidos a 1:50000, escala que permite tener una visión general de los sectores deficitarios.

De los planos de capacidades de uso de los suelos se han diferenciados las Clases de Suelos, denominadas Capacidades de Uso, IIw, IIIw y IVw. Estas significan lo siguiente respectivamente :

IIw: Suelos que presentan algunas limitaciones que reducen las elecciones de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación.

La limitación (w) es por humedad, corregible por drenaje, pero existiendo siempre como limitación moderada.

IIIw Son suelos que presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenos para ciertos cultivos. Tienen limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o ambas.

La limitación (w) puede ser debida ya sea baja capacidad de retención de agua, humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenar.

Inundación frecuente acompañada de algún daño a los cultivos.

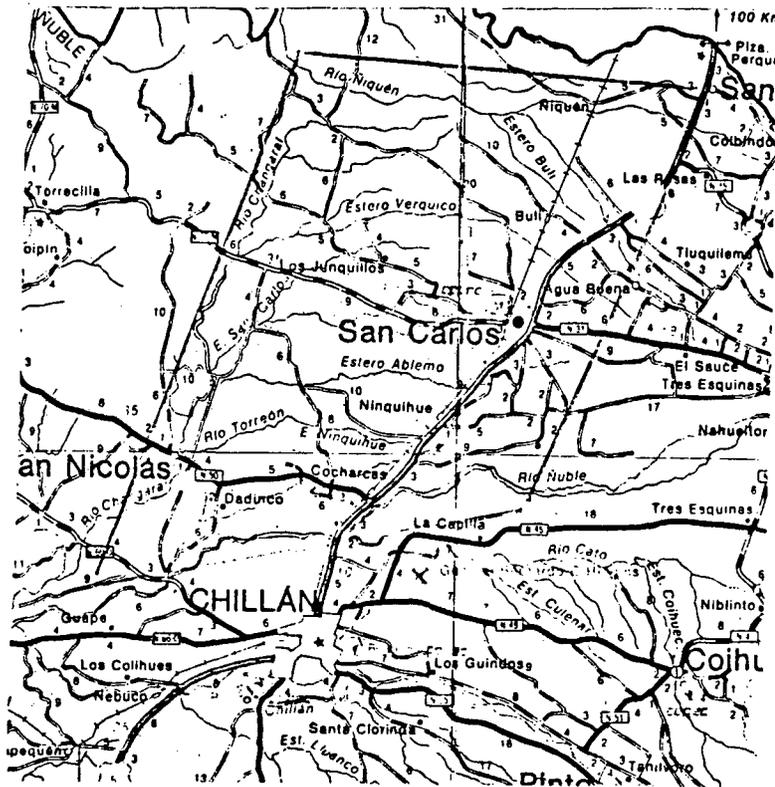
IVw Los Suelos de la clase IV presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de los cultivos. La limitación (w) por humedad puede ser por riesgos continuos de anegamiento después del drenaje.

6.1.3.4

3.2 Zona Afectada

De los planos generados tenemos como zona de mayor importancia el área global, ubicada entre el Río Ñiquén por el Norte, el Río Ñuble por el Sur, el río Changaral por el Oeste y la precordillera a la altura la cota 220 m.s.n.m. aproximadamente por el Este.

Zona con suelos deficitarios por drenaje.
Fig. Nro 6.1.3-2



3.3 Terrenos con Necesidad de Saneamiento

La zona con deficiencias de drenaje, cubre una superficie aproximada de mejoramiento de unas 30.000 a 40.000 hectáreas.

Dado que es un problema global, la solución debe ser enfocada como todo proyecto de drenaje en igual forma, por lo tanto, se requiere analizar y estudiar la configuración y características de la red de drenaje natural superficial.

Para complementar esta visualización del problema y dadas las características que requiere plantear una solución a la zona de interés, se ha procedido a trazar las Curvas de Nivel cada 10 metros en los planos (escala 1:50.000).

Para el trazado de las curvas de nivel se han usado los Planos Topográficos Escala 1: 10000 facilitados por la Comisión Nacional de Riego y luego se han reducido a la escala de trabajo(1:50000).

3.4 Verificación de Suelos Deficitarios por Drenaje

Para precisar mayormente, se ha usado la información del plano de la zona, realizado para el Proyecto ITATA, denominado Profundidad del Agua Subterránea (Feb 1990). Este muestra rangos entre 0-5 m, 5-10m, 10-15m. y 15-20 m. de profundidad del nivel estático de la napa en la zona general del estudio.

Es importante señalar que los niveles anteriormente enunciados representan lo que pozos subterráneos muestran como niveles estáticos.

Dadas las características de los pozos en la zona y su gran variabilidad en cuanto a profundidad, ya que algunos alcanzan los 250 metros y más, no siempre representan el nivel de saturación en la zona de interés agrícola ya que muchas veces son acuíferos confinados o semiconfinados que solo estarían indicando la presión de confinamiento.

Como el espesor de la capa de suelo con interés de ser cultivada, se remite al rango entre los 0 a 2 metros de profundidad aproximadamente, nos preocupamos de la zona entre 0 y 5 m. en los planos denominados, Profundidad del Agua Subterránea (Feb 1990).

Dado que no se cuenta con registros de niveles estáticos en pozos de esta zona, para tener una mayor confiabilidad de lo que está ocurriendo en los niveles de saturación en los

6.1.3.6

terrenos agrícolas o potencialmente drenables, se ha determinado realizar un Catastro de Norias.

Un catastro de norias, permitirá identificar y verificar las zonas que ya se tienen antecedentes de deficiencias de drenaje. Entre los datos de mayor relevancia son : el nivel actual, el nivel en época de verano y su conductividad como una medida de la calidad del agua.

Esta información sobre los niveles de las norias (existe generalmente una por vivienda), se comenzó realizando en la zona, el Primer Reconocimiento de Terreno con fecha 6-7-8 Mayo 1992, posteriormente se continuo con el Segundo Reconocimiento (21-24 Mayo 92) y se verificaron descensos de niveles durante Agosto 1992.

Ver anexo 1.3.1 "Reconocimiento de Terreno, Fotografías" y ver Anexo 1.3.2 denominado "Catastro de Norias Mayo 1992, listado de puntos encuestados".

4 RED DE DRENAJE NATURAL SUPERFICIAL

Una primera solución a los problemas de drenaje comienza por identificar y conocer la red de drenaje natural de la zona.

Se ha procedido a identificar los ríos y esteros participantes del drenaje superficial. Ya que conocidas sus características y su estado de mantenimiento se tendrá un punto de partida para proyectar una solución. Para lo anterior se ha generado un plano (Escala 1:50000) denominado "Red de Drenaje Natural, Perfiles de Esteros y Ríos" el cual permite visualizar la red de drenaje natural. (Plano PI-VI-2)

Los perfiles longitudinales de los esteros y ríos se han confeccionado a partir de cartografía 1:10000.-

El plano antes mencionado contiene :

- Cotas de fondo de ríos y/o esteros
- Perfil longitudinal.
- Longitud del cauce.
- La pendiente media (obtenida como la diferencia entre cotas iniciales y finales del perfil dividida por la longitud).

Del plano PI-VI-2 "Red de Drenaje Natural ..." se puede observar la importancia de mantener estos cauces en buenas condiciones. Principalmente el Río Changaral, quien recoge los aportes de prácticamente todos los esteros de la zona con deficiencias de drenaje.

Ver Anexo 1.3.3 que ha denominado "Perfiles de Esteros y Ríos" que contiene los gráficos de los perfiles longitudinales de los esteros y ríos y además un listado con los valores numéricos. Este capítulo es la base para el plano recién enunciado (PI-VI-2), ya que en él se condensa toda la información sobre la configuración de la red de drenaje natural.

4.1 Observaciones Sobre la Red de Drenaje Natural.

De la observación de los perfiles longitudinales de los esteros y ríos, se desprende que en buena forma todos tienen una pendiente suficiente para evacuar los volúmenes drenables.

Es así que como primera recomendación que surge es la

6.1.3.8

mantención de los cauces, de manera de tenerlos despejados y sin obstáculos que impidan el transporte o frenen y retarden el escurrimiento.

Por lo anterior, ante cualquier solución que se elabore será necesario enlazarla con el manejo de cauces. Sea ésta una profundización del lecho, modificación de la sección u otras.

Se debe tener como situación base optimizada la limpieza y despeje de cauces al momento de evaluar el drenaje de la zona.

5 PROPOSICIONES DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE DRENAJE

Los problemas de drenaje detectados indican una prolongada elevación del nivel freático durante los meses de invierno. Quizá no se presentan terrenos vegosos ni inundados, pero sí se encuentra el nivel de saturación entre 0,10 m. y 0,50 m. bajo el nivel de terreno, durante 4 meses por lo menos (Mayo-Agosto), lo que va en contra de las labores agrícolas y de la supervivencia de los cultivos.

A fin de proponer una solución, se usará como base para los cálculos, una Parcela Tipo, que se ubicará en la zona donde se presentan problemas de drenaje. Esto se puede visualizar en el plano denominado Nivel de Saturación en Verano.

La solución a los problemas de drenaje puede ser abordada en tres etapas:

- a) Limpieza y mantención de Cauces Naturales
- b) Construcción de drenes interceptores del escurrimiento desde el exterior del predio y zanjias recolectoras.
- c) Construcción de drenes interiores a cada predio.

5.1 Limpieza y Mantención de los Cauces Naturales

Esta se tomará como la solución base óptima, para el planteamiento de las restantes soluciones.

La limpieza debe realizarse en forma rigurosa en casi la totalidad de los esteros que forman la red de drenaje natural. (Ver fotos con cauces característicos de la zona en Anexo 1.3.1)

Esta limpieza tiene dos finalidades:

- 1) Permite disminuir la rugosidad del lecho y con ello aumentar la capacidad de porteo del curso de agua.
- 2) No permite aguas estancas, que impidan el drenaje de los suelos circundantes ni la evacuación de las aguas captadas con las obras de drenaje intraprediales y extraprediales necesarias de ejecutar.

La mantención debe ser a lo menos anual y eficiente.

5.2 Construcción de Zanjas de Recolección

Corresponde a zanjas de recolección intrapredial y de intercepción al escurrimiento desde es exterior del predio.

Después de haber realizado el Catastro de Norias, durante el mes de Mayo de 1992, se han identificado las zonas donde el nivel de saturación se acerca a la superficie del terreno y permanece allí por bastante tiempo más del que pueden resistir los cultivos y se puede enunciar lo siguiente :

- El agua del subsuelo que inunda los terrenos agrícolas proviene de la infiltración de las lluvias, formando una napa superficial de poca profundidad (con acuíferos confinados y semiconfinados más en profundidad) que se desplaza de Oriente a Poniente siguiendo el desnivel del terreno.
- El agua subterránea de interés agrícola es la que se ubica entre el nivel del terreno y una profundidad de 2 a 2,5 metros bajo el nivel de la superficie.

El escurrimiento subterráneo sigue la misma dirección de los cauces naturales. Dicho escurrimiento en términos simples, nace al pie de la precordillera y se va incrementando por el aporte de la infiltración de las lluvias, durante su recorrido aguas abajo, hasta terminar en la barrera de cerros que se ubican junto al Río Changaral. Al finalizar el recorrido son recogidas por el Río Changaral, principal responsable del drenaje natural de la zona.

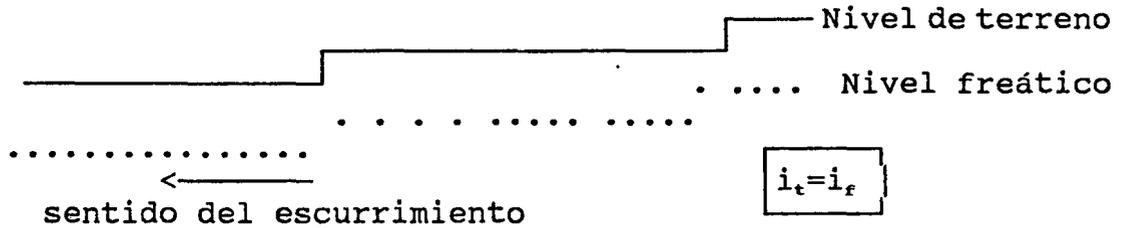
Dicho escurrimiento subterráneo tiene una inercia tal, que durante el reconocimiento efectuado en Agosto (1992), se pudo observar que norias ubicadas en las cercanías del Río Changaral, que en el mes de Mayo estaban con niveles saturación a 3 metros bajo el terreno, han alcanzado en Agosto a 1 metro bajo el terreno (el nivel freático ha subido) . De tal forma que el agua subterránea tiene un escurrimiento lento que se manifiesta de Oriente a Poniente y que se hace necesario interceptar y deprimir. Norias a mitad de recorrido, es decir en el centro de la zona de interés (entre San Carlos y el río Changaral) , han descendido desde Mayo a Agosto solo en promedio 0,25 metros. Disminuyendo así de 0,25 m. a 0,50 m. bajo el nivel de terreno.

Con el fin de interceptar el escurrimiento propio de la napa, se propone construir drenes interceptores o zanjas, en los límites de los predios lo más perpendicular posible al escurrimiento, de forma que se complementen con el drenaje

6.1.3.11

interior del predio.

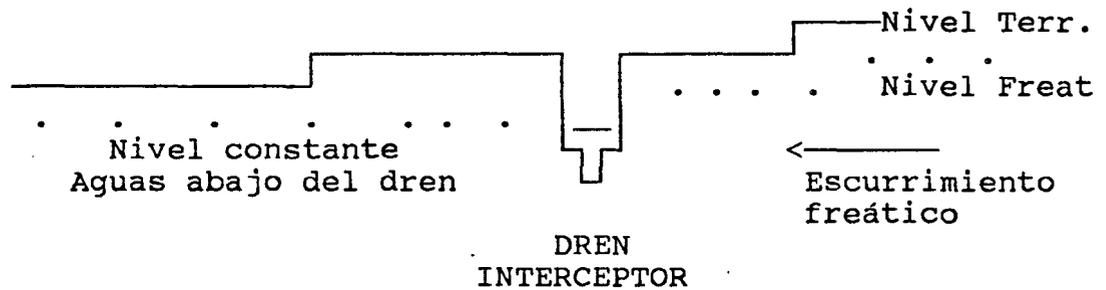
Inicialmente se tiene un esquema semejante a la figura .



Donde la pendiente del terreno (i_t) se asemeja bastante a la pendiente del nivel freático (i_f).

Estos drenes se confunden en muchos casos, con las acequias recolectoras de la red de drenaje intrapredial.

- Ejemplo de Drenes Interceptores
Esquemáticamente se tiene :



El caudal captado por los drenes interceptores se calcula usando la relación siguiente.

$$Q = k * i_f * d * L \quad (m^3/s)$$

Siendo k = Coeficiente de permeabilidad (m/s)
 i_f = Gradiente hidráulico de la napa
 d = Profundidad del dren respecto al nivel freático
 L = Longitud del dren.

6.1.3.12

Un dren "tipo" tiene en este caso :

k: Varía entre $5 \cdot 10^{-5}$ y 10^{-5} (m/s)
 i: Entre 0,005 y 0,010
 d: 1,5 metros
 L: en promedio 1000 metros.

Así el caudal variará :

$$Q = (5 \cdot 10^{-5}) \cdot (0,005) \cdot (1,1) \cdot (1000) = 0,0004 \text{ m}^3/\text{s} = 0,4 \text{ l/s}$$

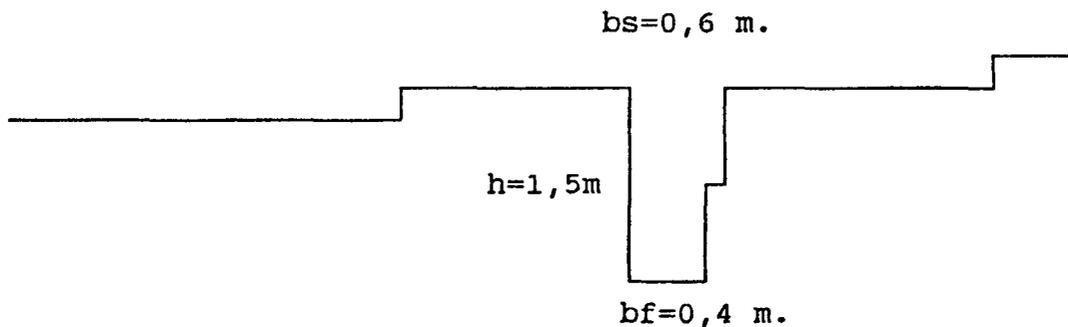
ó

$$Q = (10^{-5}) \cdot (0,010) \cdot (1,1) \cdot (1000) = 0,0001 \text{ m}^3/\text{s} = 0,2 \text{ l/s}$$

Por lo tanto evacuar este caudal pequeño no requiere calcular su altura de escurrimiento ya que resultará despreciable respecto a las dimensiones del dren.

- Sección del Dren.

Se requiere una profundidad de 1,5 metros y con una base tan pequeña como lo permita su construcción (0,40 m.). Los taludes, dadas las características de estabilidad del terreno pueden llegar a ser verticales, pero a fin de impedir derrumbes por su cara aguas arriba se propone un ancho superior se 0,60 metros.



Cálculo del volumen a remover :

$$\text{Área sección} = \left[\frac{bf+bs}{2} \right] * h = \left[\frac{0,4 + 0,6}{2} \right] * 1,5 = 0,75$$

6.1.3.13

Longitud del dren = 1000 metros.

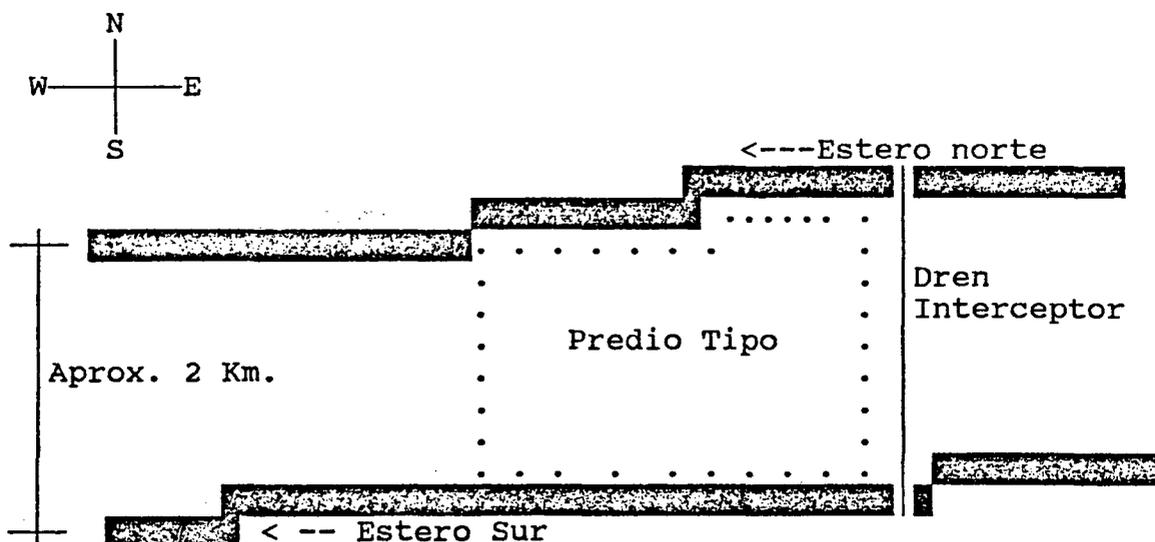
Volumen de remover = 750 m³ de tierra por cada 1000 metros de dren aproximadamente.

5.3 Construcción del Drenaje Intrapredial

Los predios tipo en la zona muestran la siguientes características:

- Pendiente media entre un 3 a un 5 por mil.
- Predios de geometría rectangular, orientados de Norte a Sur.
- Ubicados entre dos esteros importantes. Pueden limitar con uno, ambos o ser cruzados por un estero.
- Esteros que limitan los predios tienen dirección de Oriente a Poniente.
- Separación entre esteros, en promedio es de 2 Km.

Esquemáticamente se tiene:



Cuando ya se tienen despejados los cauces naturales y construido un dren interceptor de la napa (perpendicular al

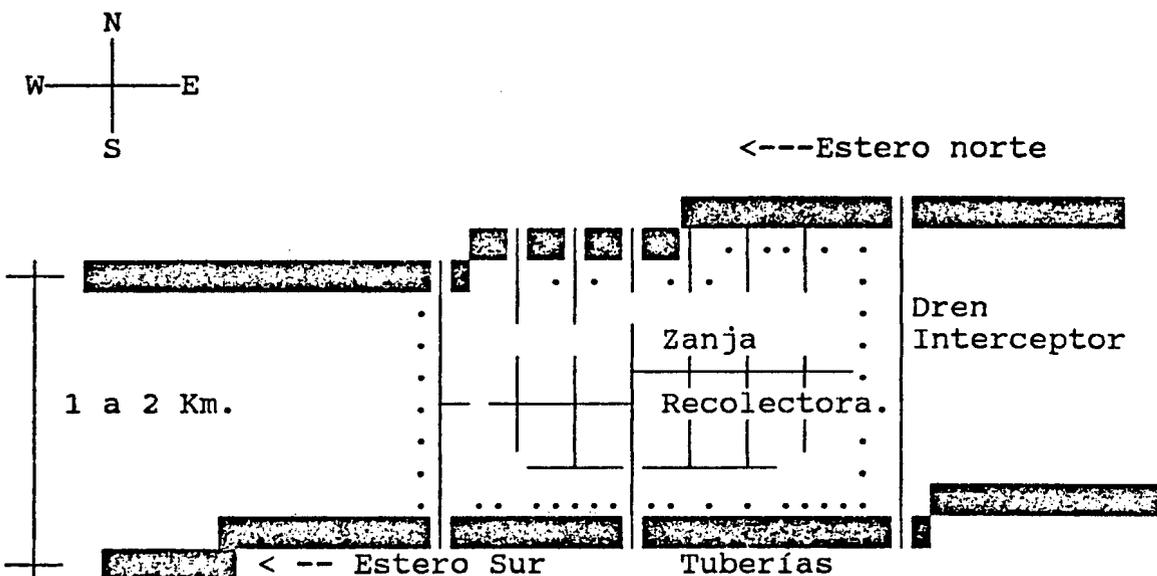
6.1.3.14

escurrimiento) se pueden buscar soluciones al drenaje interior del predio.

Interiormente en los Predios Tipos se construirá una red abierta compuesta de zanjas, recolectoras ellas de las descargas de las tuberías de drenaje, por lo generalmente pueden coincidir con una acequia natural la cual hay que acondicionarla.

Al colector llegan las tuberías interiores según el siguiente esquema :

Esquema de zanjas recolectoras y las tuberías de drenaje interiores.



Las zanjas recolectoras cumplen la función de porteador de las aguas drenadas interiormente por las tuberías de drenaje.

Esta configuración; dren interceptor de la napa, zanjas recolectoras y drenes interiores se puede repetir en los distintos predios, cuantas veces se requiera.

6.1.3.15

5.3.1 Espaciamiento y Profundidad de Tuberías de Drenaje.

El espaciamiento entre drenes y la profundidad de ellos debe cumplir algunos requisitos como son:

- a) Mantener el nivel freático bajo el nivel del terreno, a una profundidad que es función del tipo de cultivos posibles de implementar, según sean sus raíces en profundidad.
- b) Hacer soportar a las plantas un período de anegamiento de una duración tal, que no ponga en peligro a los cultivos. Este período será variable, tanto para cada tipo de cultivo, como para el período vegetativo en que se encuentre la planta, sea invierno o verano por ejemplo.

- Profundidad a Deprimir la Napa.

Según los estudios agronómicos para la zona, se estima probable implementar cambios como los que se resumen a continuación.

Caso tipo.

Predio de 100 hectáreas					
Actualmente cuenta con...					
Superficie	Uso de la tierra				
Regada	Cereales	Pasto Artificial	Pasto Natural	Otros	
50 Ha.	10 Ha.	8 Ha	30 Ha.	2 Ha	
Uso Futuro					
Superficie	Uso de la tierra				
Regada	Chacra	Cereales	Pasto Artificial	Otros	
50 Ha.	8 Ha.	8 Ha	32 Ha.	2 Ha.	

Se desprende del cuadro anterior que la implementación esperada es posible para cultivos poco profundos, por lo que según recomendaciones F.A.O (Boletín 38) se puede citar el siguiente cuadro.

6.1.3.16

cuadro FAO, Boletín 38

Cultivos	Profundidad napa freática
Cultivos extensivos	0,9 m
Hortalizas	0,9 m
Cultivos arbóreos	1,4 m

- **Tiempo Máximo de Anegamiento de las Raíces.**

Cuando la capa no se mantiene en el nivel óptimo y asciende hacia la superficie del suelo, el rendimiento agrícola disminuye a consecuencia de los daños causados en el sistema radicular.

Se puede permitir un período de anegamiento que no ponga en peligro la supervivencia de los cultivos ni sus rendimientos. Estos períodos son variables para cada tipo de cultivo, como también para la estación del año en que se encuentran. Así se desprende que los daños causados en las cosechas están en función de la duración de esta sumersión.

Una débil duración de 1 a 3 días causa más bien un retraso del desarrollo que un descenso en el rendimiento, mientras una duración mayor de 7 a 15 días provoca desórdenes al organismo de la planta irreparables y compromete el resultado de la cosecha.

La proporción de daños estará en función de la época en que se tenga lugar la elevación del nivel de saturación y de la naturaleza de la planta cultivada.

6.1.3.17

Tabla de daños sufridos por las plantas (en % de la cosecha)
en el casos de sumersión de 3,7,11 ó 15 días

Mes	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	
Nº de los días de la sumersión	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	3 7 11 15	
Forrajes perennes	- - 5 10	- - 5 10	- - 5 10	- 10 20 30	10 25 40 60	10 30 50 100	10 40 70 100	10 40 70 100	10 30 50 100	10 30 50 70	- 10 20 30	- 10 20 30	- - 5 10
Pastos y pradera	- - - -	- - - -	- - - -	- - 10 30	- 10 20 30 50	- 15 30 50	- 20 30 50	- 20 30 50	- 10 20 30	- - - 10	- - - -	- - - -	- - - -
Resolacha azucarera , forrajera	- - - -	- - - -	- - - -	10 50 100 100	10 50 90 100	10 50 90 100	10 40 90 100	10 40 90 100	10 40 90 100	10 40 90 100	- 10 30 50	- - - -	- - - -
Papas	- - - -	- - - -	- - - -	30 80 100 100	30 80 100 100	40 90 100 100	50 100 100 100	50 100 100 100	50 100 100 100	20 40 60 80	- - - -	- - - -	- - - -
Girasol	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	10 20 40 80	10 30 60 100	10 40 80 100	10 40 60 80	- 10 30 50	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
Cáñamo	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	10 40 60 100	20 50 75 100	10 40 60 40	10 30 50 70	- - 10 20	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
Cereales de primavera	- 5 10 20	- 5 10 15	- 5 10 20	5 15 30 50	10 25 40 70	20 40 70 100	20 50 80 100	- - 10 20	- - - -	- - - -	- 4 10 20	- - 10 20	- 5 10 20
Cereales de Otoño	- - - -	- - - -	- - - -	10 20 40 100	15 40 75 100	15 50 75 100	20 50 75 100	- - 10 20	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
Maiz	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	20 80 100 100	10 50 80 100	10 40 75 100	- 10 50 80	- 10 40 60	- 10 20 30	- - 10 10	- - 10 10	- - - -

Según Salain (Hungria)
(Resumen de Aléser, Cziraki, Feketé, Nizsalovszky, Szeker.)
Tomado del Libro, Saneamiento Agrícola de M.Poirée - Ch. Ollier, España 1986

6 PROYECTO DE CONSTRUCCION DE OBRAS DE DRENAJE

6.1 Descripción

El drenaje de la zona debe hacer frente a 3 necesidades importantes :

- a) Interceptar aguas extraprediales, producto del escurrimiento subterráneo de poca profundidad.
- b) Deprimir (en Invierno) el nivel freático resultante de la infiltración por lluvias.
- c) Deprimir (en Verano) el nivel de saturación producto de la percolación por riego.

Por estas razones se debe extraer el exceso de agua, que será calculado como un caudal por unidad de superficie, por el sistema de drenaje.

6.2 Cálculo de Caudal a Extraer Producto de los Riegos.

Se calculará determinando la tasa de riego a partir de datos meteorológicos y posteriormente se adoptará una eficiencia de riego hasta obtener el caudal percolado que interesa drenar.

- Evapotranspiración

Los métodos semiempíricos más importantes usados para calcular la evapotranspiración de los cultivos y de la vegetación, estiman la evapotranspiración potencial según :

$$E = Kc * Ep$$

Siendo:

E = Evapotranspiración potencial del cultivo.

Kc = Coeficiente empírico que depende fundamentalmente del tipo de cultivo y su etapa de desarrollo o época del año.

Ep = Representa el poder evaporante de la atmósfera o la evapotranspiración potencial.

6.1.3.19

El vapor de Ep, usando el Método de Blanney y Criddle se puede calcular según :

$$U = p * (0,457*t + 8,12)$$

Siendo

U: Evapotranspiración en mm.

P: Porcentaje de horas de iluminación.

t: Temperatura promedio mensual (°C).

Resumiendo:

Mes	T °C	P%	Evapotranspiración Potencial (mm)
E	21,9	10,03	181,8
F	20,9	8,51	150,4
M	18,1	8,65	141,8
A	14,1	7,59	110,8
M		7,18	
J		6,62	
J		6,90	
A		7,56	
S	11,7	8,04	108,3
O	14,6	9,11	134,8
N	17,6	9,51	153,7
D	20,6	10,21	179,0

Como valor de diseño se adoptará la evapotranspiración de Enero (182 mm), como evaporación en el mes de máxima demanda para los cálculos.

- **Coefficientes de Cultivo**

Dado que las recomendaciones de cultivos para la zona, indican pastos artificiales, cereales y hortalizas, se adoptará un coeficiente de cultivo de 0,95 para época de verano.

$$Kc = 0,95$$

6.1.3.20

- Evapotranspiración Potencial Real

Ha sido calculada como : $E_{Tr} = K_c * E_p$.

Usando los valores anteriores de K_c y E_p se tiene la siguiente tabla:

Evapotranspiración Real

Mes	E real (mm) (de diseño)
Dic	170,1
Ene	172,7
Feb	142,5

Se tiene que la máxima Evapotranspiración real del cultivo ocurre en Enero siendo 173 mm., lo que equivale a 1730 m³/Ha/mes.

- Eficiencia de Riego.

Se han considerado riego por surcos como el factible de aplicar en los terrenos en cuestión.

Cultivo	Método de Riego	Eficiencia
Cereales	Surcos	45 %

- Demandas de Riego.

La demanda de riego a nivel predial, se obtiene dividiendo la evapotranspiración potencial real máxima (Enero) por la eficiencia de riego.

Tasa de riego = $Tr = E_{Tr} / Efic.$
$Tr = 1730 / 0,45$
Tasa de riego = 3845 m ³ /Ha/mes

6.1.3.21

- Caudal Aportado por Percolación de las Infiltraciones del Riego.

Se considera que el 50 % de las pérdidas de agua, se producen por escurrimientos superficiales y el otro 50 % es producto de la percolación.

Así:

$$\text{Pérdidas superficiales} = (\text{Tr}-\text{E}) * 0,5$$

$$\begin{aligned} \text{Agua aplicada al suelo} &= \text{Tr} - \text{Perd. superf.} \\ &= \text{Tr} - (\text{Tr}-\text{E}) * 0,5 \\ &= \text{Tr} - (\text{Tr}-\text{Tr} * \text{Ef}) * 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Como Ef} &= 0,45 \text{ (eficiencia)} \\ &= \text{Tr} - (\text{Tr}-\text{Tr} * 0,45) * 0,5 \\ &= \text{Tr} - \text{Tr}(1-0,45) * 0,5 \\ &= \text{Tr} - \text{Tr} * 0,275 \\ &= \text{Tr} * (1-0,275) \end{aligned}$$

$$\text{Agua aplicada al suelo} = 0,725 * \text{Tr}$$

$$\begin{aligned} \text{Así la percolación profunda será} &= \text{Agua aplicada} - \text{E} \\ &= 0,725 * \text{Tr} - \text{Ef} * \text{Tr} \\ &= (0,725 - 0,45) * \text{Tr} \\ &= 0,275 * \text{Tr} \end{aligned}$$

Cuadro Resumen

Agua que entra al predio = Tasa de Riego (Tr)
Pérdidas por escurrimiento superficial = 27,5% de Tr
Percolación profunda por riego = 27,5% de Tr

Como porcentaje medio, resulta ser un 30 % del agua aplicada al terreno (Tr). (Concuerta con recomendaciones según folleto FAO #38).

- Tiempo de Sumersión de las Raíces.

El tiempo límite de inundación permitido a las plantas, en época de verano se ha adoptado de 1,5 días (ver tabla Salamín, Hungría, páginas anteriores).

El caudal aportado al suelo (descontando las pérdidas superficiales) resulta ser el 72,5% de la Tr (2790 m³/Ha/mes.

Si se consideran 6 riegos en el mes, es decir cada 5 días. Entonces c/u de los riegos aporta 465 m³/Ha/ (cada 5 días).

Los riegos son considerados de duración 8 horas.

Por lo tanto :

$$\frac{465 \text{ m}^3/\text{Ha}}{8 \text{ hrs}} = 16 \text{ l/s/Ha} \text{ es el caudal de ingreso al suelo.}$$

Lo anterior equivale infiltrar una lámina de 4,65 mm durante 8 horas, lo que equivale a una velocidad de infiltración vertical de 0,58 cm/hr, valor que es menor que la velocidad típica de infiltración de un suelo Arcilloso-Franco, cercana al 0,8 cm/s.

Por lo que el agua aplicada se estima que se infiltra al interior del suelo.

Si se considera el caso extremo que el suelo se encuentra con su capacidad de campo copada al comenzar el riego, la diferencia entre el agua aplicada menos la evapotranspiración real será el agua que percola. (Caso demasiado crítico, pero por el lado de la seguridad).

El agua que percola en cada riego (el riego dura 8 horas) es:

$$\begin{aligned} \text{Percola} &= \text{Aplicada al suelo} - E \\ &= 465 \text{ m}^3/\text{Ha} - 288 \text{ m}^3/\text{Ha} \end{aligned}$$

$$\text{Percola} = 177 \text{ m}^3/\text{Ha}.$$

El tiempo considerado de 1,5 días de inundación de la zona radicular incluye las 8 horas de riego por lo que en definitiva el tiempo de sumersión se reduce a 28 horas si no se considera el tiempo mientras se está regando.

6.1.3.23

Entonces el caudal a ser evacuado por percolación de riego (qr), en un tiempo de 36 horas (1,5 días) resulta ser:

$$q_r = \frac{177 \text{ m}^3}{36 \cdot 3600 \text{ seg}} = 1,36 \text{ l/s/Ha}$$

Cuadro resumen:

Tiempo de sumersión de las raíces	1,5	días
Duración de los riegos	8,0	horas
Tiempo entre riegos	5	días
Agua que ingresa al suelo c/riego	465	m ³ /Ha
Agua que percola o acumula inundando	177	m ³ /Ha
Caudal requerido a evacuar por riego	1,36	l/s/Ha.

6.3 Caudal a Extraer Producto de las Lluvias

Durante el invierno las lluvias producen infiltración que hace subir el nivel de la napa. Dicho nivel de saturación en invierno se ubica entre 0,25 m. y 0,50 m. bajo la superficie del terreno. Según se pudo establecer en el Catastro de Norias realizado por Alamos y Peralta Ing. Consultores.

Durante ese período los cultivos son mas resistentes a inundaciones de la zona radicular, pero que no deben ser expuestas por más de 7 días en promedio para diversos cultivos.

Se requiere calcular la lluvia de diseño.

Si se toma la precipitación máxima en 24 horas en la ciudad de San Carlos (con período de retorno de 10 años) se puede obtener la lluvia de 2 días multiplicando aproximadamente por 1,33 como factor de amplificación. (Coeficiente U.S.B.R.).

Lluvia de 2 días de duración y T=10 años = 175 mm.

Usando un coeficiente de escorrentía C = 0,6. La infiltración en terreno (1-C) llega a ser 70 mm.

En una hectárea se infiltran $0,070 \cdot 10000 = 700 \text{ m}^3$ durante 48 horas. es decir a razón de 4 l/s/Ha.

6.1.3.24

Si los cultivos se les permite estar inundados como máximo 6 días, implica retirar ese exceso de percolación en un tiempo máximo de 6 días.

Retirar 700 m³/ha en 6*24 horas, implica extraer un caudal de 1,35 l/s/ha, valor muy semejante al caudal a evacuar durante el riego (1,36 l/s/ha).

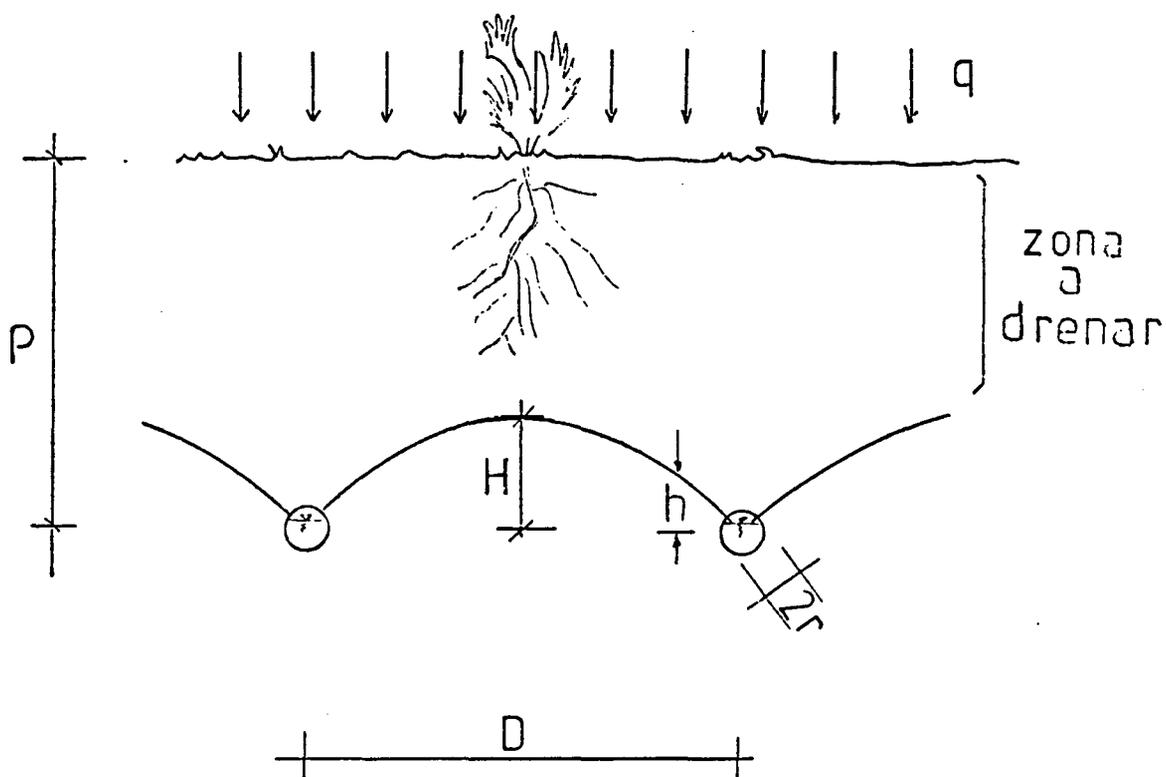
Por lo tanto se adoptará un caudal a evacuar de diseño de 1,5 l/s.

$q \text{ diseño} = 1,5 \text{ l/s/Ha.}$
--

6.4 Cálculo de la Profundidad de los Drenes

Se considera un escurrimiento del tipo semilleno en los drenes, para alimentación por precipitación.

Esquema típico de los drenes:



$$H = \frac{D \times q}{\pi \times k} \times L_n \left(\frac{D}{5,44 \times r} \right)$$

6.1.3.26

La ecuación diferencial para el escurrimiento hacia la captación queda dada por :

$$\pi * x * k * dh/dx = q(D - 2 * x)$$

Donde :

h = Cota piezométrica referida a un plano de referencia que pasa por la captación.
 D = Distancia entre drenes
 $\pi = 3,1416$

Para el punto medio entre drenes se tiene $h=H$. y se usará la relación siguiente:

$$H = \frac{D * q}{\pi * k} * \text{Ln} \left[\frac{D}{5,44 * r} \right]$$

Siendo:

H = Cota piezométrica en el punto medio entre drenes (m).
 D = Separación entre drenes (m).
 q = Caudal por unidad de área. (m³/m²/s)
 $\pi = 3,1416$
 k = permeabilidad del terreno (m/s)
 r = radio de la tubería de drenaje.

- Valores de Cálculo.

Caudal de diseño (q) : 1,5 l/s/Ha. = 0,00000015 m³/m²/s.
 Permeabilidad (k) entre 1*10⁻⁵ y 4*10⁻⁵ (m/s).

Los demás valores se obtendrán al efectuar los cálculos que se detallan en la página siguiente.

PROYECTO ITATA, ESTUDIO DE DRENAJE
Drenes INTERIORES

Formula usada = $H = (D \cdot q) / \pi / k \cdot \ln(D/5,44/r)$

		ok!	
Nivel a deprimir (m)	P	0.85	1.00
Profundidad del dren (m)	P+H	1.45	1.15
H elevacion en el medio (m)	H	0.60	0.15
D espaciamiento entre drenes (m)	D	25.00	25.00
q caudal drenado m ³ /s/ha	q	0.0015	0.0015
k permeabilidad (m/s)	k	1E-05	4E-05
r radio de la tuberia (m)	r	0.03	0.03

$$k = 1 \cdot 10^{-5} - k = 4 \cdot 10^{-5}$$

Valores adoptados:

Espaciamiento entre drenes: 25 m.
Profundidad de los drenes: 1.5 m.

7 PROYECTO DE DRENAJE EN PREDIOS TIPO

7.1 Soluciones Tipo.

Se han seleccionado 2 predios tipos, para proyectar sobre ellos una solución de drenaje.

Su elección, se basa en :

- Predios que en el estudio de suelos son clasificados con deficiencias de drenaje.
- Predios que durante la realización del "Catastro de Norias y Medición de Niveles", presentaban el nivel freático entre Mayo y Agosto a menos de 50 cm. bajo el nivel de terreno.
- Con el fin de comparar las soluciones por su costo, se han diferenciado un predio pequeño (uno de 25 Há) y un predio grande (200 Há).
- De varios sectores con problemas de drenaje la ubicación física de los predios tipo ha sido una elección al azar.

a) Predio Nro 1,

Superficie, 200 Hectáreas.

Ubicación: Entre Esteros Millaquén y Verquicó.

Entre las cotas 140 y 150 m.s.n.m.

Capacidad de uso de los suelos: IIIw y IVw.

Nivel de Saturación en Mayo (1992) entre 0,25 y 0,50 m. bajo el nivel de terreno.

Rol de identificación: 1343-45 según ortofotos de Ciren-Corfo.

b) Predio Nro 2,

Superficie, 25 Hectáreas.

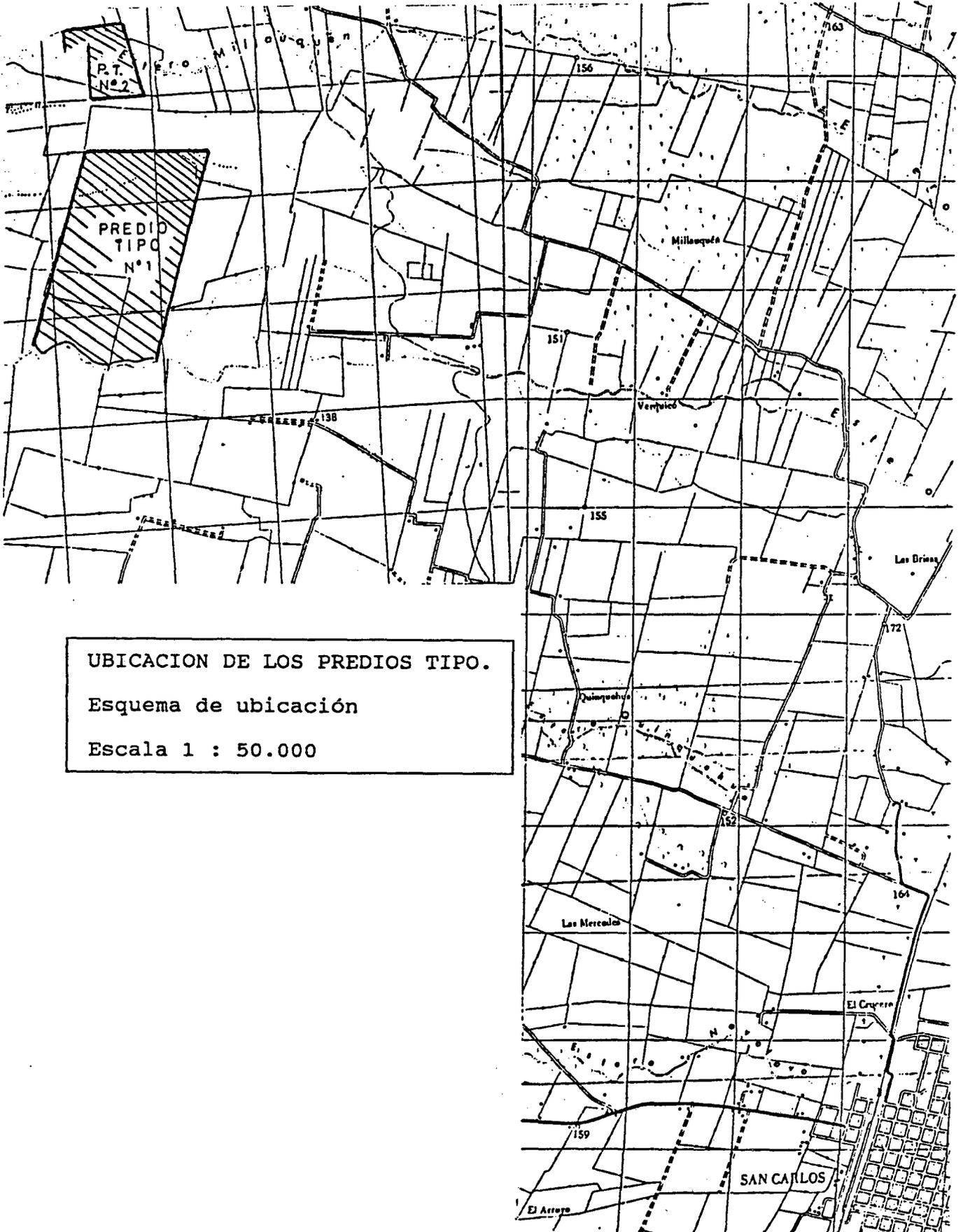
Cruzado por el Estero Millaquén a la cota 145 m.s.n.m.

Capacidad de uso de los suelos: IIIw y IVw

Nivel de saturación en Mayo entre 0,25 y 0,50 m.

Rol de identificación: 1343-2 según ortofotos Ciren.

6.1.3.29



UBICACION DE LOS PREDIOS TIPO.
Esquema de ubicaci3n
Escala 1 : 50.000

6.1.3.31

PREDIO TIPO, Nro 2
SUPERFICIE 25 Ha.
Ortofoto , Escala 1 : 20.000

Estero Dollimo



Estero Millauguén

7.2 Configuración de Red de Drenaje

De los valores de Cálculo de la Construcción de Obras de Drenaje, se tienen parámetros relevantes para la ejecución de la obra de drenaje ellos son:

Caudal a extraer por los drenes	= 1,5 l/s/Há.
Separación entre drenes	= 25 m.
Profundidad drenes	= 1,3 - 1,5 m
Tubería drenaje con perforaciones	= 50 - 60 mm
Nivel a deprimir	= 0,8 m.

Se han realizado dos configuraciones una para el Predio Tipo Nro 1, y una configuración de la red de drenaje para el Predio Tipo Nro 2.

La configuración de la red de drenaje se ha basado en la topografía 1:10.000 existente, por lo que el nivel de detalle es acorde con la escala usada.

Predio Tipo N° 1

Consta de:

Zanjas Evacuadoras, con profundidad de 1,5 a 1,6 metros y anchos basales y superficiales de 0,40 y 0,60 m. respectivamente. Las zanjas también se ubican en la periferia del predio a fin de interceptar derrames de predios vecinos y poner atajo a la napa con escurrimiento propio, que se desplaza de Oriente a Poniente.

Drenes Interiores (Tuberías), distanciados 25 metros entre sí. Con una profundidad entre 1,3 y 1,4 m. Consisten en tubería plástica (Drenaflex) con perforaciones. Diámetro de la tubería 50 mm. o 60 mm.

Configuración N°1

Consiste en disponer las zanjas recolectoras en lugares donde ya exista un canal de desagüe, de aquellos que se forman con las lluvias por ejemplo. Se aprovecha de usar pequeños cursos de agua para profundizarlos y de ese modo lograr adecuar la red

6.1.3.33

de drenaje artificial a la red natural existente, la que se hace necesario mejorar.

Con esta configuración no siempre se respeta la tendencia a rectangular potreros, por lo que posteriormente puede causar problemas de desplazamiento dentro del predio al existir zanjas muy cercanas o cruzando potreros.

Configuración N° 2

Esta configuración intenta racionalizar la disposición de las zanjas recolectoras intentando llevarlas por los deslindes de potreros y usar las acequias existentes cuando se puede.

Configura un esquema más rectangular de modo que los potreros no se ven interrumpidos por zanjas en su interior.

La finalidad de estas dos configuraciones es determinar que sensibles son en el costo de implementar.

ESCALA 1:10.000

6.1.3.34

Predio Tipo N° 1
Superficie 200 Ha.
Configuración N° 1 ó Natural
Escala 1: 10:000

N 5.974.000

ROL PREDIO
1343 - 45

→ TUBERIA DRENAJE
— ZANJA RECOLECTO

N 5.973.000

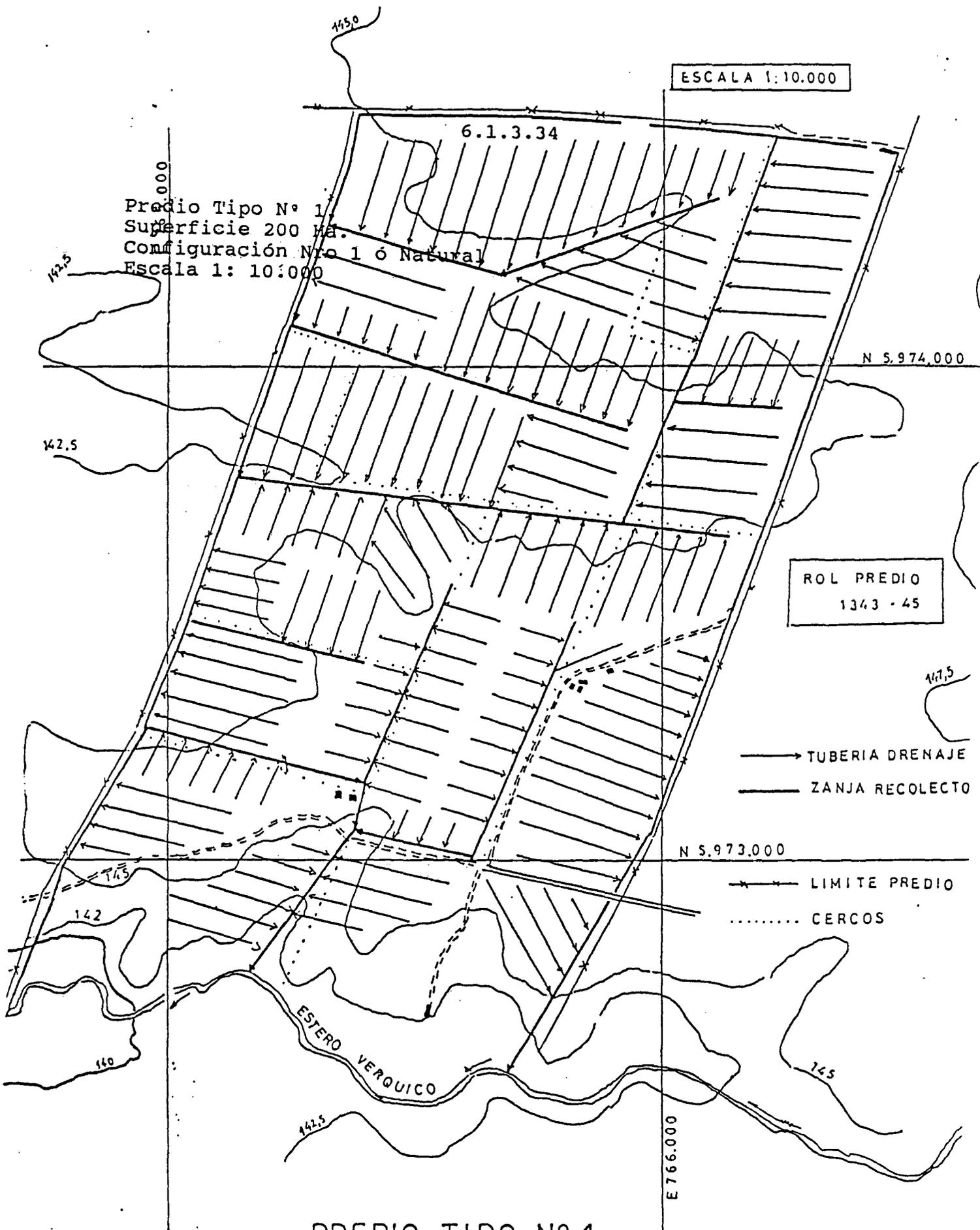
—x— LIMITE PREDIO
..... CERCOS

ESTERO VERQUICO

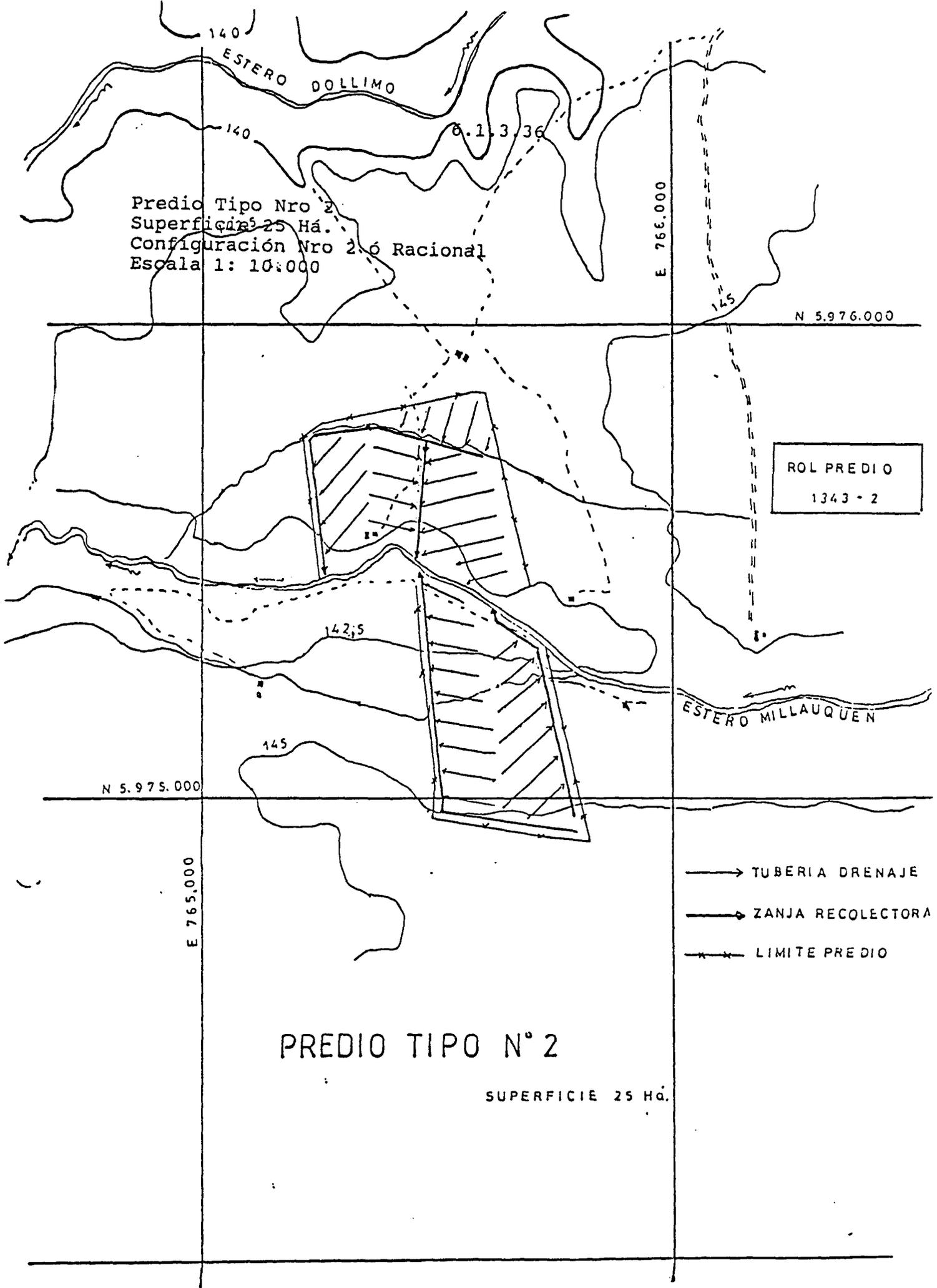
E 766.000

PREDIO TIPO N° 1

SUPERFICIE 200 Ha.



Predio Tipo Nro 2
Superficie 25 Há.
Configuración Nro 2.6 Racional
Escala 1: 10:000



ROL PREDIO
1343 - 2

- TUBERIA DRENAJE
- ZANJA RECOLECTORA
- - - LIMITE PREDIO

PREDIO TIPO N° 2

SUPERFICIE 25 Há.

8 COSTOS DE SANEAMIENTO AGRÍCOLA

8.1 Cálculos Aplicados a Dos Predios Tipo.

Los costos de drenar los Predios Tipo, han sido calculados tomando como base cotizaciones realizadas con fecha Agosto de 1992.

Las fuentes de información de los costos han sido; el Manual de la Construcción ONDAC y cotizaciones directas a proveedores de tuberías de drenaje y otros.

Se han realizado tres cálculos, dos para el predio de 200 Há. y una para el predio de 25 Há.

Se han referido finalmente el valor de saneamiento por hectárea drenada.

En las páginas siguientes se detallan los valores considerados.

Es necesario dejar constancia que no se ha considerado el costo de limpieza y mantenimiento de los cauces naturales. Ya que si se desea evaluar económicamente, se debe partir con la situación base optimizada, es decir ya con la limpieza y despeje realizados.

PROYECTO ITATA, ESTUDIO DE DRENAJE

Predio Tipo Nro 1 (Configuracion A)

Ubicacion: Entre Esteros Millauquen y Verquico y entre cotas 140 y 150 m.s.n.m.

Superficie : 200 Ha.

Rol segun ortofotos Ciren : 1343 - 45

	Longitud (m)	Base Su (m)	Base Inf (m)	Profundidad (m)	Diametro (mm)
Zanjas recolectoras:	12 250	0.6	0.4	1.5	
Tuberia de drenaje	47 210				50
Zanjas para drenes	47 210	0.5	0.4	1.3	

COSTOS

	Longitud (m)	Volume (m3)	Costo Uni. (\$/)	Costo Total (\$)
Excavacion zanjas recolectoras	12 250	9 188	1 000	9 187 500
Excavacion zanjas para drenes	47 210	27 618	900	24 856 065
Nivelacion drenes	47 210			3 404 357
Tuberia drenaje	47 210		267	12 605 070
Transporte tuberia drenaje		250		360 000
Geotextil	15 737		276	4 343 320
Otros (+ 5 % del subtotal)				2 737 816
Total				57 494 127
Nro de Hectareas	200 Has.			
Costo por Ha. \$				287 471 \$
Costo por Ha. US\$				753 US\$

Dolar referencia a : \$ 382

PROYECTO ITATA , ESTUDIO DE DRENAJE

Predio Tipo Nro 1 (Configuracion B)

Ubicacion : Entre Esteros Millauquen y Verquico y entre cotas 140 y 150 m.s.n.m.

Superficie 200 Ha.

Rol segun ortofotos Ciren: 1343 - 45

	Longitud (m)	Base Sup. (m)	Base Inf. (m)	Profundidad (m)	Diametr (mm)
Zanjas recolectoras:	10950	0.6	0.4	1.5	
Tuberia de drenaje	46800				50
Zanjas para tuberia de drenaje	46800	0.5	0.4	1.3	

COSTOS

	Longitud (m)	Volumen (m3)	Costo Unit (\$/)	Costo Total (\$)
Zanjas recolectoras:	10 950	8 213	1000	8 212 500
Excavacion zanjas para drenes	46 800	27 378	900	24 640 200
Nivelacion drenaje (10% excavacion)	46 800			3 285 270
Tuberia de drenaje	46 800		267	12 495 600
Transporte Tuberia		250		360 000
Geotextil	15 600		276	4 305 600
Otros (+ 5% del subtotal)				2 664 959
Total				55 964 129 \$
Numero de Hectareas	200 Has.			
Costo por Hectarea \$				279 821 \$
Costo por Hectarea US\$				733 US\$

Dolar referencia a : \$ 382

PROYECTO ITATA , ESTUDIO DE DRENAJE

Predio Tipo Nro 2

Ubicacion: Cruzado por el Estero Millauquen entre cotas 140 y 150 m.s.n.m.

Superficie: 25 Hectareas.

Rol , segun ortofoto Ciren : 1343 - 2

	Longitud (m)	Base Sup. (m)	Base Inf. (m)	Prof. (m)	Diamet (mm)
Zanjas recolectoras	2659	0.6	0.4	1.5	
Tuberia de drenaje	6200				50
Zanjas para tuberia de drenaje	6200	0.5	0.4	1.3	

COSTOS

	Longitud (m)	Volumen (m3)	Costo Uni (\$ /)	Costo Total (\$)
Excavacion zanjas recolectoras	2 659	1 994	1 000	1 994 250
Excavacion zanjas para drenes	6 200	3 627	900	3 264 300
Nivelacion drenes (10% excavacion)				525 855
Tuberia drenaje (Drenaflex)	6 200		267	1 655 400
Transporte tuberia drenaje		23		50 000
Gcotextil	2 067		276	570 400
Otros (+ 5 % del subtotal)				403 010
Total				8 463 215
Numero de Hectareas :	25	Has.		
Costo por Hectarea. (\$)				338 529 \$
Costo por Hectarea (US\$)				886 US\$

Dolar referencia a : \$ 382

6.8.2 Resumen de Costos

Se observa que el costo por drenar una hectárea fluctúa entre US\$ 730 y US\$ 890.

El mayor peso del gasto lo asume la excavación de zanjas para instalar los drenes, por lo que cualquier estrategia adoptada para realizar esta labor tiene la mayor importancia. De tal forma que si se considera usar mano de obra desocupada, si existiera, se estaría disminuyendo el costo y aumentando el beneficio económico del proyecto.

En la evaluación no se han considerado los costos de la situación base óptima que es la limpieza y mantención de cauces.

Por lo que el drenaje total debería ser muy cercano a los US\$ 1000 por hectárea.

ANEXO 1.3.1. RECONOCIMIENTO DE TERRENO, FOTOGRAFIAS.

RECONOCIMIENTO DE TERRENO, FOTOGRAFÍAS

1.1 DESCRIPCIÓN

-Reconocimiento de Terreno.

La visita a terreno se efectuó los días 6,7 y 8 de Mayo de 1992.

Su finalidad es realizar un catastro de norias, para conocer el comportamiento del agua del subsuelo en el tiempo, y su distribución espacial, en los primeros metros de profundidad. Ya que esa es la zona de interés agrícola.

1.2 CATASTRO DE NORIAS

Consistió en recorrer la zona en estudio y recopilar información tal como:

- Nro Noria: Se asignó un numero correlativo según avanza la encuesta. Partiendo de la Noria 1.
- Profundidad: La profundidad escavada de la noria (m), pudiendo ser un valor aproximado.
- Nivel Estático El nivel o profundidad (m) a que se encontraba el agua el día de la encuesta.
- Medida sobre nivel terreno: Si la medición se hace a una altura distinta que el nivel del terreno, habrá que descontar al nivel estático esa cantidad.
- Conductividad: Se mide la conductividad del agua de la noria.
- Fecha: Se anota la fecha de efectuadas las mediciones.
- Nivel Verano: A fin de tener una estimación de la variabilidad en el tiempo del nivel de la noria se realiza esta consulta, siendo generalmente un valor aproximado en metros y como promedio de los años anteriores.
- Ubicación: Se recorrió la zona siguiendo planos 1:50000, por lo que el punto de observación se ubicó en terreno en el plano citado. Posteriormente de la ubicación en el plano se calculan las coordenadas UTM, estas podrían tener errores de +/- 50 metros.
- Propietario: Generalmente ocurre que las norias son de uso doméstico y se consulta por el nombre del dueño de casa o del propietario del fundo o parcela según sea el caso.

Observaciones: Cualquier dato de interés y que merezca la

atención se ha incluido en este ítem.

El catastro abarca la zona con los mayores problemas de drenaje.

Esta primera visita debió ser suspendida por mal tiempo , ya que en esa fecha se produjeron inundaciones y serias dificultades para recorrer la zona.

La zona encuestada, se muestra en un plano donde además se ubican las norias catastradas. Se tomaron fotografías que presentan el estado de los cauces y de los terrenos adyacentes.

Las fotografías se muestran en el capítulo que continua.

Foto 1)- Puente sobre Estero Dollimo (o Quillahue)
Mirado aguas abajo. V8/May/92

Foto 2)- Pte. sobre estero Dollimo (aguas arriba)

1)-



2)-

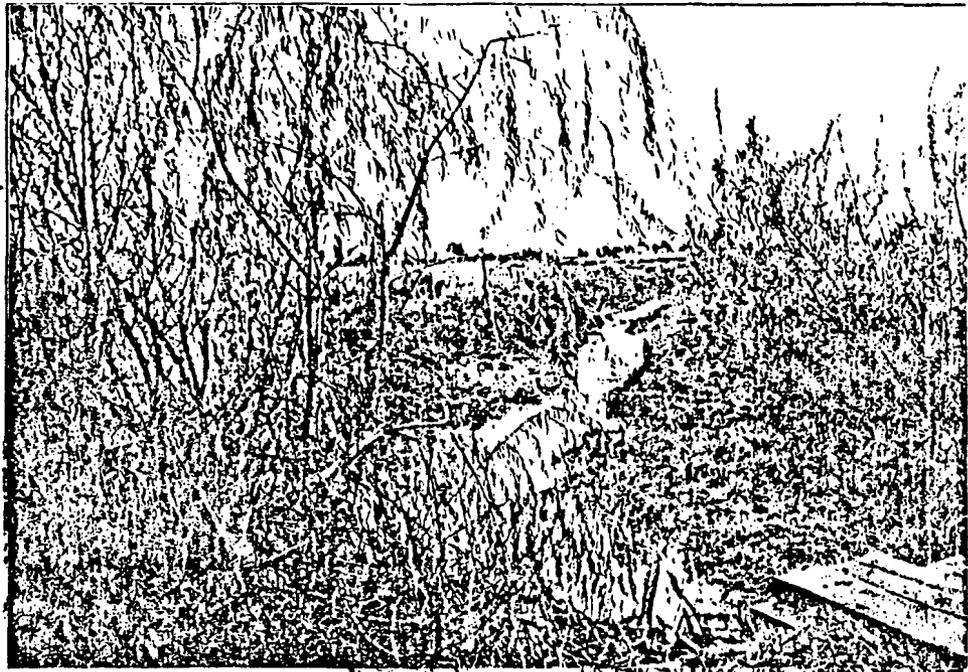
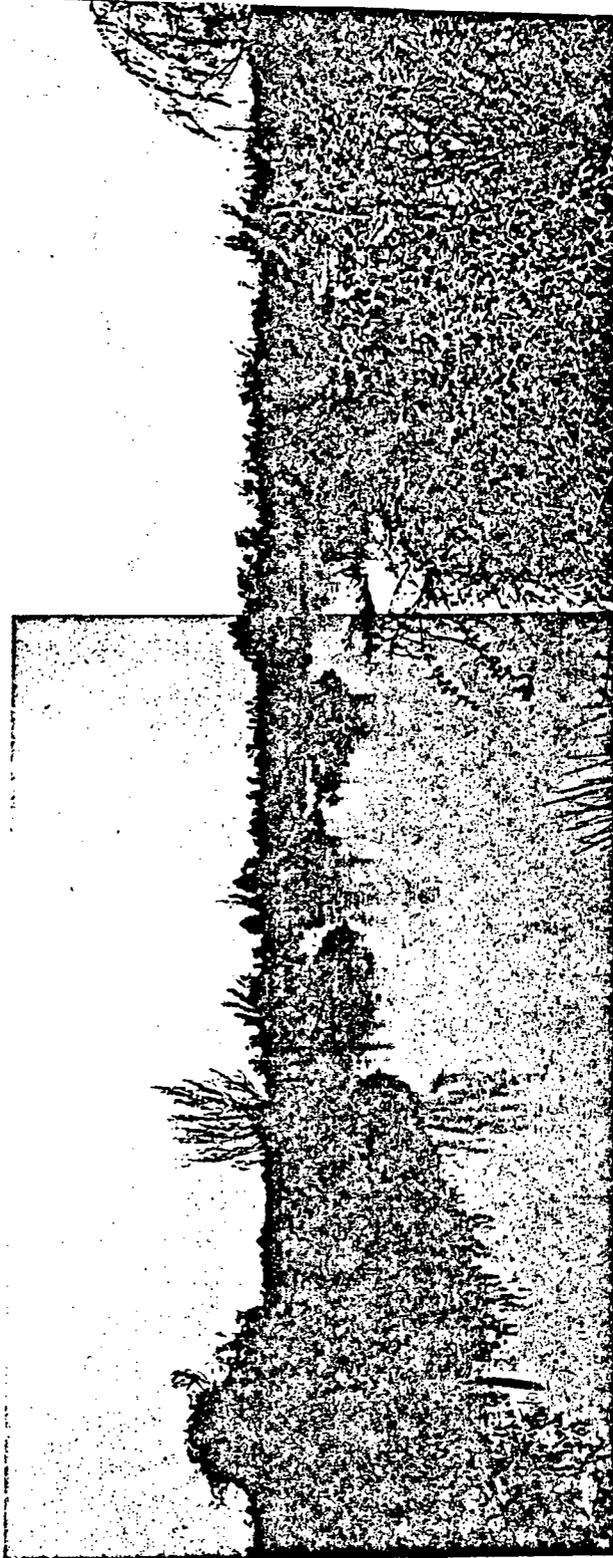


Foto 3) y 4)

Desborde del
Río Ñiquen
cercanías
Fundo San Jose.



fotos

Foto 5)- Desborde del río Niquen en Fundo San Jose
V8/mayo/92

Foto 6)- Terrenos colindantes al Estero Dollimo ó
Quillahue , como es llamado en el sector
(Cercanías Fundo San Jose)

5)-



6)-

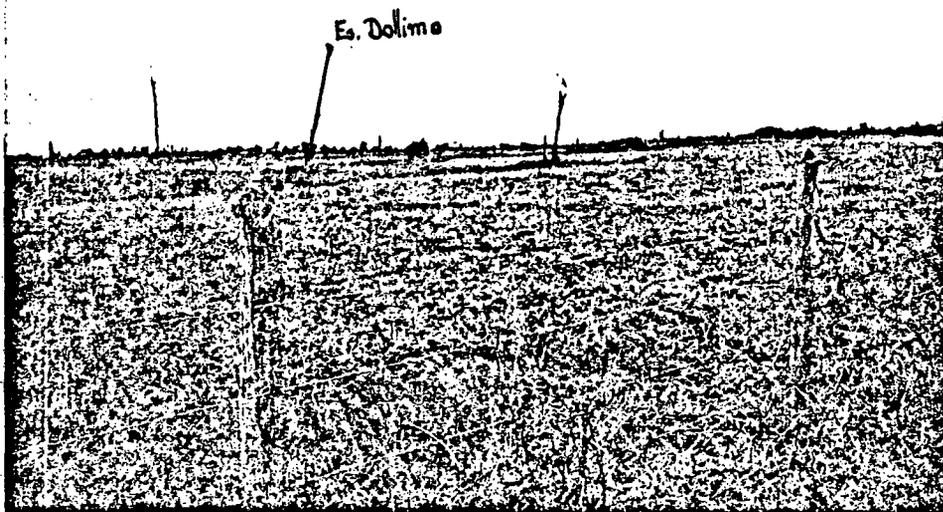
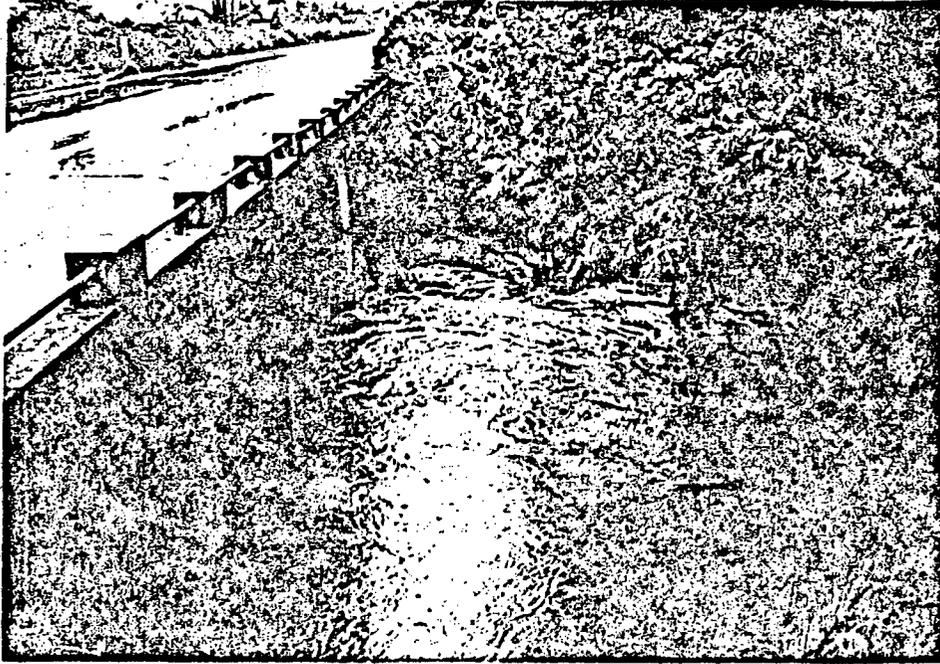


Foto 7)- Puente sobre Río Ñiquen en Carretera 5 Sur
Mirado aguas abajo. V8/May/92

Foto 8)- Carretera en Puente Ñiquen

7)-



8)-

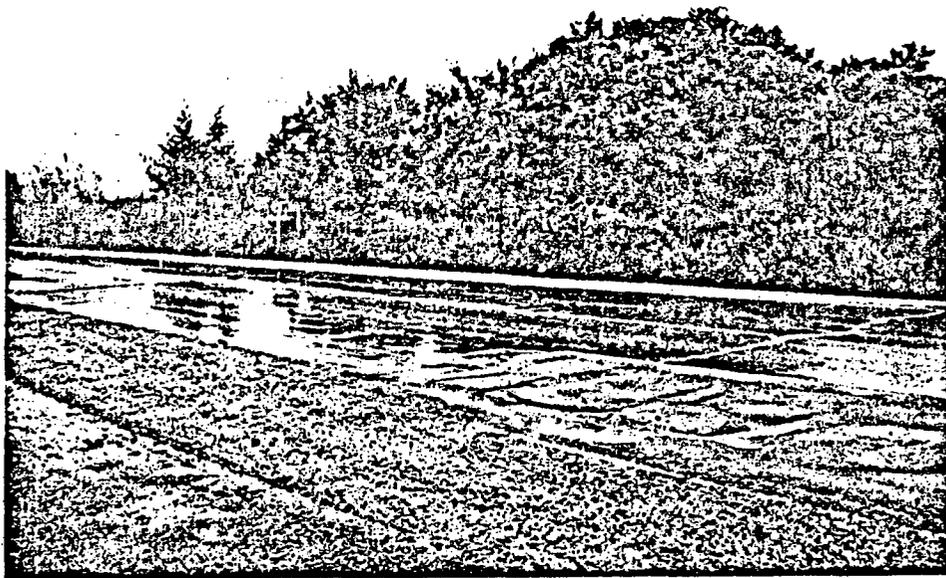


Foto 9)- Puente sobre Rio Niquen en sector Sta.
Amalia, mirando aguas arriba V8/May/92
Notar el exceso de vegetación en el cauce.



9)-

Foto 10) y 11)-

Arrozales en las
cercanías del Estero
Colliguay y el Río
Ñiquen
(Huenutíl del Peumo)

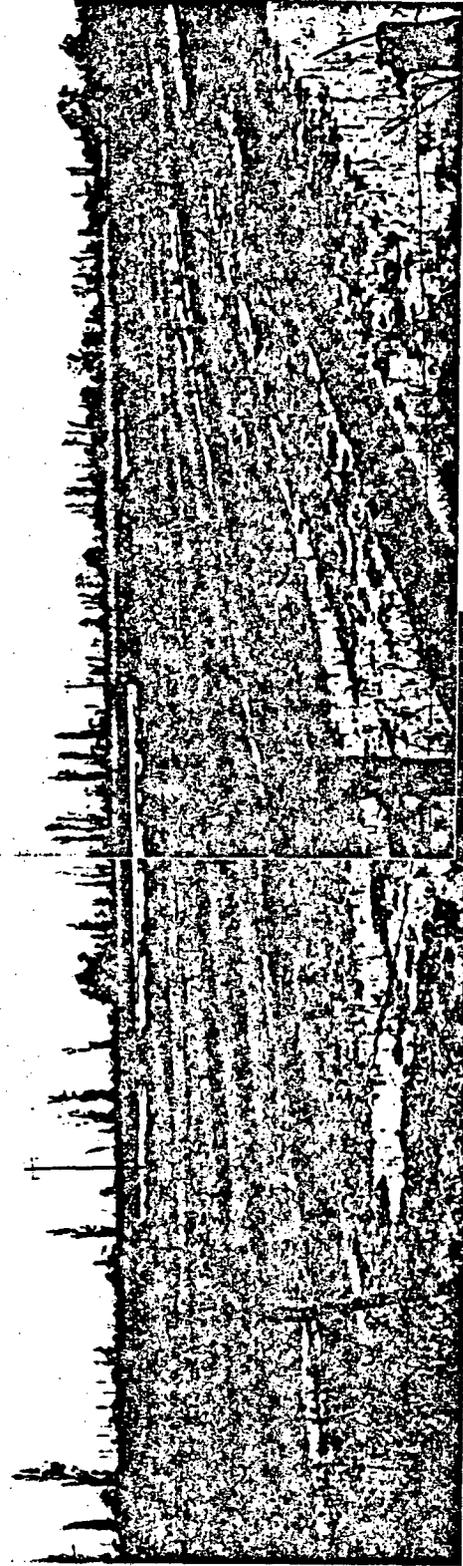


Foto 12) y 13)-

Inundaciones sector
entre Estero Collic
y Rio Niquen
(Huenutíl de la Cat

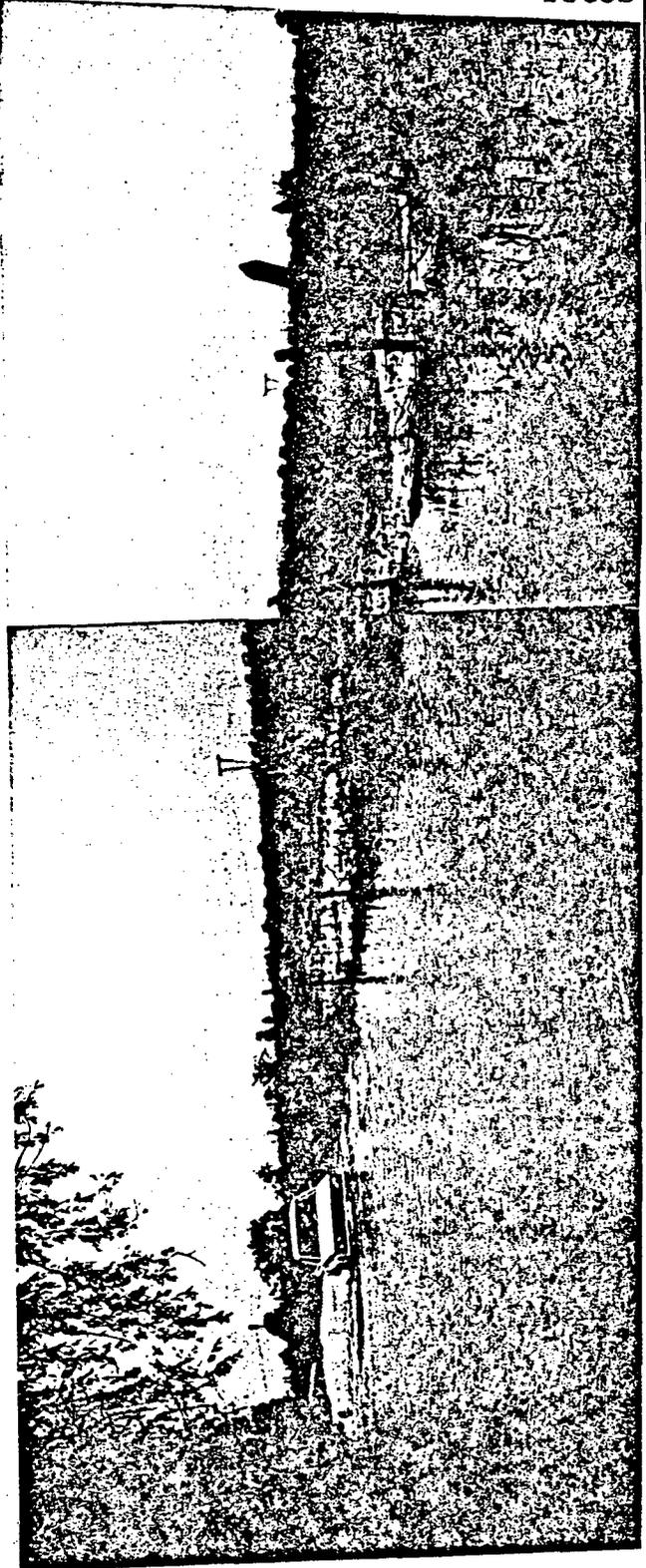


Foto 15)

Terrenos entre
Estero Colliguay
y Río Niquen.

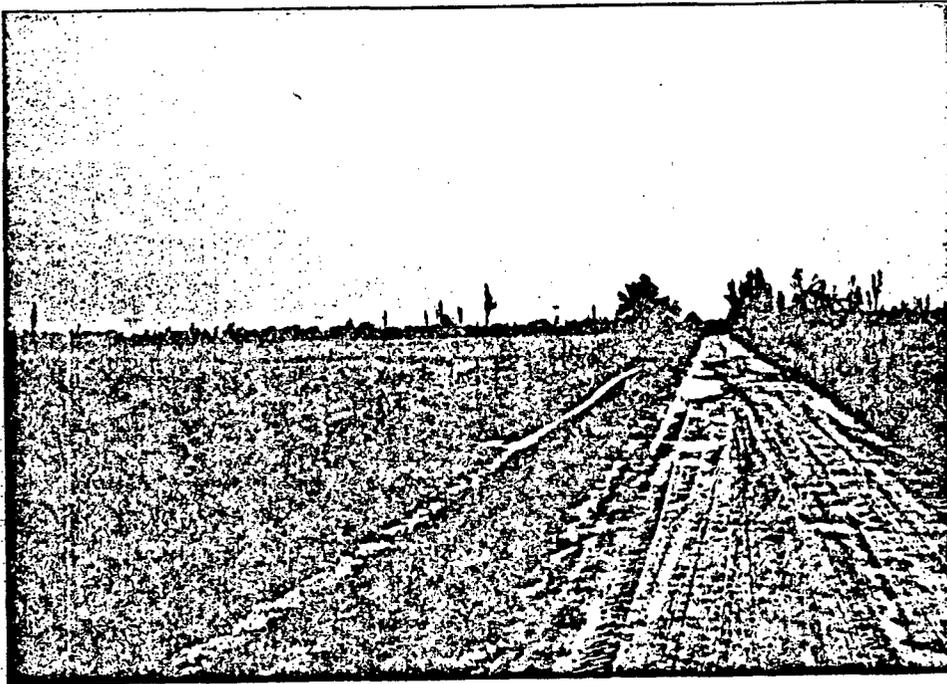
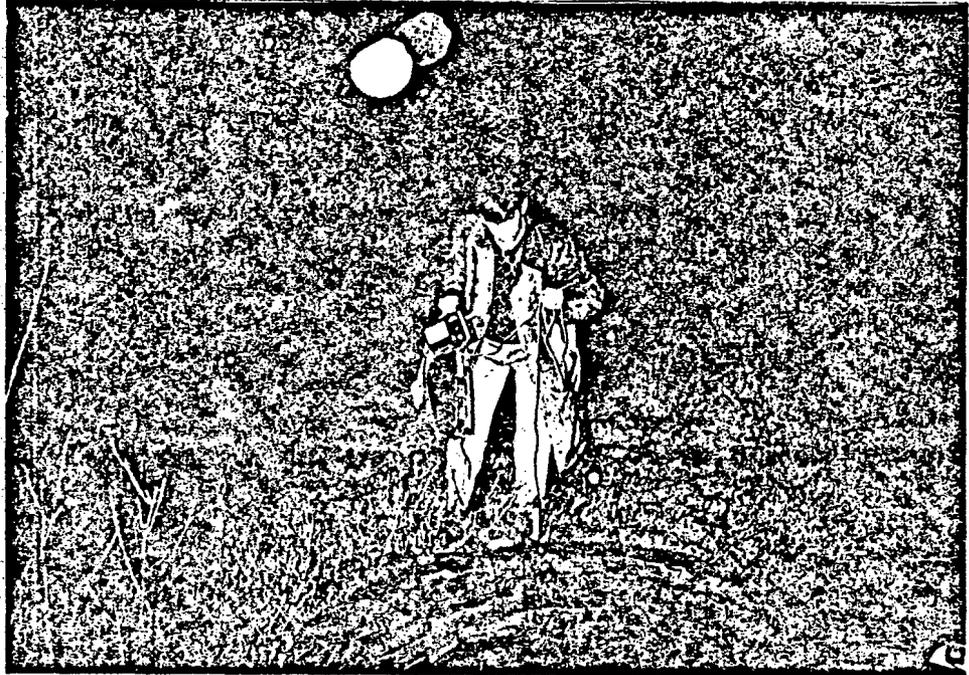


Foto 16)-

Midiendo conductividad en Noria Nro 21
Ubicada en Cruce de la Carretera 5 Sur con Variante
Buli Oriente.

16)-



ANEXO 1.3.2. CATASTRO DE NORIAS, LISTADO.

CATASTRO DE NORIAS, LISTADO

1.1 DESCRIPCIÓN

En las páginas siguientes se presentan los listados del Catastro de Norias, efectuado en Mayo de 1992 y la verificación de niveles efectuada en Agosto del mismo año.

Para el Catastro de Norias de Mayo 1992 se indican los siguientes datos obtenidos en terreno:

- N° dado a la Noria
- Profundidad de la noria en metros.
- Nivel estático de la napa, en metros.
- Conductividad (micromhos)
- Fecha
- Nivel de la Napa en Verano (metros aproximados)
- Ubicación en coordenadas UTM
- Propietario del predio donde se ubica la noria
- Observaciones varias.

Para la Verificación de Niveles de Agosto de 1992 se indican los mismos datos anteriores y además se relacionan los número asignados a las norias medidas en Mayo y Agosto de 1992.

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 ~ = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
1	~ 6	0,55	0,20	100	08/MAY/92	3 a 4 m.	N 5 972 100 E 237 900	Juan Contreras	Ver plano Uso doméstico
2	~ 4,5	3,40	a nivel terreno.	380	08/MAY/92	~4 m.	N 5 974 000 E 235 700	Juan Manriquez	En Terrenos de secano
3	~ 4	1,90	0,10	260	08/MAY/92	~ 3 m.	N 5 974 000 E 235 700	Parcelación Fdo. Sta. Ana ?	Influenciado por acequias de riego Frente a casa pa sa oleoducto.
4	6	1,05	0,10	640	08/MAY/92	~ 4 m.	N 5 977 300 E 232 900	Parcelación Fdo. Sta. Ana Jorge Ravi	Colindante con Arrozales
5	¿?	1,52	0,10	1600	08/MAY/92	¿?	N 5 978 900 E 233 700	Fdo Sn Jose Norte Jose E Fernandez C	
6	~ 4	0,55	0,10	160	08/MAY/92	4 m.	N 5 972 800 E 241 700	Timoteo Mendez	San Pedro Costado ruta 5
7	¿?	0,57	0,15	120	08/MAY/92	¿?	N 5 976 700 E 238 000	Escuela G1205 (Llahuimavida)	Las Encinas
8	~ 6	2,10	0,10	140	08/MAY/92	Se seca algu- nos veranos	N 5 975 000 E 239 300	Fdo San Fco.	Casa en alto
9	~ 3	0,77	0,10	340	08/MAY/92	1,5 m	N 5 975 100 E 244 700	Edo Lara Perez	En ruta 5 con ca- mino el Espinal
10	~ 3	0,72	0,25	200	08/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 979 000 E 245 500	Jose Floridor Gonzalez	Huentuil del Peumo
11	~ 3	0,77	0,10	100	08/MAY/92	No se seca	N 5 979 050 E 241 900	Emiliano Cister- na	
12	~ 7	0,38	a nivel de terreno	100	08/MAY/92	~ 4 a 5 m.	N 5 978 100 E 246 300	Luis Alarcón Parra	Bomba eléctrica

E:
 Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 -- = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
13	3,5	0,22	a nivel de terreno	80	08/MAY/92	~ 2 m.	N 5 975 700 E 247 900	T. de la Cruz Morales Pereira	
14	4,5	0,35	0,10	120	08/MAY/92	3 a 4 m.	N 5 975 400 E 249 800	Lugar: Huenutil de la Cabrera	
15	2,0	0,45	0,10	180	08/MAY/92	~ 1,5	N 5 972 800 E 250 000	Juan Parada Gonzalez	San Juan de Chacay.
16	¿?	0,12	a nivel de terreno	120	08/MAY/92	¿?	N 5 973 800 E 248 400	Guillermo Montecinos.	Recién llegados
17	3,0	0,17	a nivel de terreno	240	08/MAY/92	no sabe	N 5 975 800 E 246 500	Juan Luis Fuentes	Cercana al Estero Colliguay
18	- 3	0,26	a nivel de terreno	--	08/MAY/92	No se seca	N 5 974 100 E 244 300	Sitio de Juan Gmo. Riquelme	Bella Unión
19	- 4,5	0,46	0,25	120	08/MAY/92	no se seca	N 5 973 050 E 245 700	Jose Alfredo Moraga	
20	4,0	0,56	0,40	140	08/MAY/92	no se seca	N 5 971 300 E 249 200	Fundo de Pablo Subercaseaux	
21	- 5	1,50	0,10	140	08/MAY/92	~ 2 a 3 m.	N 5 972 100 E 241 700	Jose Torres	Cruce variante Buli y Ruta 5Sur
22	1,6	0,48	a nivel de terreno	160	21/MAY/92	Se seca	N 5 970 300 216 400	Sitio de Orlando Aguayo	Changaral
23	5,5	2,70	0,40	240	21/MAY/92	no se seca	N 5 968 000 E 216 600	Narciso Andana	Parcela # 9 El Molino
24	5,0	1,62	0,20	260	21/MAY/92	~ 2 a 3 m.	N 5 966 200 E 213 200	Escuela de Piedra Liza	Piedra Lisa
25	14,0	3,35	0,15	380	21/MAY/92	~ 5,5	N 5 962 400 E 214 800	Juan Muñoz	San Mateo

E:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
Mayo de 1992

Simbología :
~ = aproximado
¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
26	6,0	0,75	a nivel de terreno	280	21/MAY/92	~ 5,5 m.	N 5 965 200 E 216 200	Jose Andana	Santa Josefina
27	6,0	2,83	a nivel de terreno	300	21/MAY/92	Se Seca	N 5 968 800 E 218 800	Abran Caro	Trilico
28	5,0	1,30	a nivel de terreno	180	21/MAY/92	~ 4,5 m.	N 5 967 000 E 223 600	Fco. Rodriguez	Peumo Chico
29	5,0	0,38	0,10 m.	220	21/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 965 400 E 233 000	Hortencia Sepulveda	Pacela 7 Lurin
30	2,5	0,52	a nivel de terreno	200	21/MAY/92	Se Seca	N 5 965 400 E 229 800	Ernesto Sandoval	Parcela 3 El Arroyo
31	4,0	0,14	a nivel de terreno	160	22/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 965 200 E 226 800	Jose Faundez	Parcela la Silla
32	3,0	0,34	a nivel de terreno	180	22/MAY/92	Se Seca	N 5 967 400 E 226 400	Carlos Cortes	Parcela Ranchillo
33	2,0	0,42	0,24	180	22/MAY/92	Se Seca	N 5 967 800 E 228 600	Patricio Reyes	Fundo Porvenir
34	4,5	0,34	a nivel de terreno	160	22/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 969 000 E 226 400	Irma San Juan Rivero	Junquillo Alto
35	2,5	0,24	a nivel de terreno	140	22/MAY/92	Se Seca	N 5 969 800 E 223 000	Juan Riquelme	San Javier de Verquicó
36	5,0	0,56	a nivel de terreno	240	22/MAY/92	~ 4,0 m.	N 5 972 000 E 221 400	Maria Riquelme	Verquicó
37	8,0	1,80	a nivel de terreno	260	22/MAY/92	~ 5,5 m.	N 5 974 000 E 219 200	Teresa Riquelme	Millauquén
38	9,0	3,15	a nivel de terreno	420	22/MAY/92	Se Seca	N 5 977 800 E 223 200	Jose Belmar	Millauquén

E:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 ~ = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
39	5,0	2,90	0,22	480	22/MAY/92	~ 4,0 m.	N 5 976 800 E 225 400	Aides Rodriguez	Millauquén
40	2,5	0,32	a nivel de terreno	280	22/MAY/92	Se Seca	N 5 975 800 E 228 800	Carlos Navarrete	Millauquén
41	4,0	0,24	a nivel de terreno	160	22/MAY/92	Se Seca	N 5 973 400 E 231 600	Gilberto Arias	Verquicó
42	2,5	0,18	a nivel de terreno	120	22/MAY/92	Se Seca	N 5 972 000 E 234 000	Ramon De La Fuente	Verquicó
43	4,0	0,24	a nivel de terreno	200	22/MAY/92	~ 1,5 m.	N 5 969 600 E 234 200	Jose Hernandez	Las Brisas
44	15,0	0,42	a nivel de terreno	240	22/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 967 600 E 234 400	Colegio G -1152	Las Garzas
45	1,5	0,63	a nivel de terreno	180	22/MAY/92	Se Seca	N 5 968 600 E 232 000	Eduardo Sepulveda	Fundo Las Mercedes
46	6,0	0,76	0,24	140	22/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 968 400 E 237 400	Colegio G - 105	Escuela Gaona
47	2,5	0,47	0,12	160	22/MAY/92	Se Seca	N 5 970 400 E 243 200	Gerardo Moreno	La Gloria
48	4,0	0,42	a nivel de terreno	220	22/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 968 600 E 245 000	Trinidad Manriquez	La Gloria
49	5,0	0,76	a nivel de terreno	300	22/MAY/92	~ 3,0 m.	N 5 967 400 E 247 000	Olga Mella	La Gloria
50	3,0	2,05	a nivel de terreno	220	22/MAY/92	Se Seca	N 5 966 400 E 245 000	Ofelia Olave	Agua Buena
51	2,5	0,50	0,30	160	22/MAY/92	~ 1,5 m.	N 5 965 400 E 243 000	Jose Mercado	Gaona

|:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 ~ = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estático	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
52	3,0	0,32	0,18	200	22/MAY/92	~ 1,5 m.	N 5 968 200 E 241 000	Octavio Vilches	Agua Buena
53	?	0,58	0,10	120	22/MAY/92	?	N 5 966 800 E 239 800	Colegio G - 130	Cape
54	4,0	0,65	a nivel de terreno	100	22/MAY/92	~ 3,0 m.	N 5 963 000 E 237 200	Jose Muñoz	La Serena
55	4,0	1,05	0,60	240	22/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 963 600 E 239 400	Fco. Mendez	LLahuinavida Oriente
56	3,0	0,55	a nivel de terreno	180	22/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 962 800 E 242 400	Olivia Flores	Mutupin
57	5,0	1,05	0,70	220	22/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 962 400 E 236 800	Raul Campo	Fundo Itihue
58	2,5	0,44	a nivel de terreno	180	22/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 960 200 E 238 400	Angel Gutierrez	Coirón
59	1,5	0,32	a nivel de terreno	240	22/MAY/92	Se Seca	N 5 957 200 E 239 200	Miguel Troncoso	Monte Blanco
60	2,0	0,49	0,15	200	22/MAY/92	Se Seca	N 5 956 800 E 241 600	Juana Aranda	Santa Marta
61	2,0	0,40	a nivel de terreno	280	23/MAY/92	~ 1,4 m.	N 5 960 100 E 234 600	Alfredo Carrillo	San Camilo
62	4,0	0,87	0,20	280	23/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 958 500 E 232 200	Octavio Venegas	La Unión
63	7,0	0,82	0,34	300	23/MAY/92	~ 2,8 m.	N 5 957 800 E 227 000	Jose Munoz Martinez	Santa Isabel
64	4,0	1,30	0,30	140	23/MAY/92	~ 3,0 m.	N 5 958 200 E 224 200	Eliseo Candia	El Torreón

E:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
Mayo de 1992

Simbología :
~ = aproximado
¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
65	6,0	1,70	0,25	220	23/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 959 600 E 226 400	Hernán Andrade	Las Higueras
66	7,0	0,58	0,10	240	23/MAY/92	~ 5,0 m.	N 5 960 500 E 231 000	Juan Contreras	Piedra Parada
67	4,0	1,27	a nivel de terreno	200	23/MAY/92	~ 3,0 m.	N 5 961 200 E 227 100	Hernán Rodríguez	Camino a San Pedro
68	6,0	2,40	0,15	320	23/MAY/92	~ 3,0 m.	N 5 961 600 E 224 200	Benito Riquelme	San Pedro
69	1,0	0,24	a nivel de terreno	180	23/MAY/92	Se Seca	N 5 961 100 E 221 600	Luis Celado	San Pedro
70	8,0	4,30	0,20	240	23/MAY/92	Se Seca	N 5 961 100 E 219 600	Fernando Oñate	Alto de Lilahue
71	4,0	2,44	a nivel de terreno	220	23/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 963 200 E 218 500	Bianca Quintana	Alto de Lilahue
72	8,0	0,43	a nivel de terreno	280	23/MAY/92	Se Seca	N 5 964 800 E 224 600	Carlos Prieto	Triiico
73	7,0	0,53	0,22	260	23/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 958 000 E 220 200	Jose Arriagada	Asentamiento el Aromo
74	3,0	0,80	0,30	200	23/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 955 800 E 221 100	Ramiro Yañez	Monte León
75	18,0	7,40	a nivel de terreno	460	23/MAY/92	~ 9,0 m.	N 5 955 400 E 217 100	Jose Rodríguez	El Membrillo
76	8,0	1,65	0,10	220	23/MAY/92	~ 7,0 m.	N 5 955 400 E 214 000	Jose Molina	Fundo La Laguna
77	3,0	0,38	0,05	180	23/MAY/92	Se Seca	N 5 957 500 E 212 100	Maria Herrera	Puyarat

I:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
Mayo de 1992

Simbología :
~ = aproximado
¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
78	5,0	0,45	0,25	180	23/MAY/92	~ 4,0 m.	N 5 959 000 E 213 500	Ana Aravena	Puyaral
79	5,0	0,74	a nivel de terreno	220	23/MAY/92	Se Seca	N 5 949 400 E 220 000	Rodrigo Labé	Nuble Alto
80	8,0	0,65	a nivel de terreno	280	23/MAY/92	~ 1,5 m.	N 5 948 400 E 218 800	Escuela Agrícola San Rafael	Nuble Alto
81	2,5	0,95	0,15	380	23/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 947 100 E 215 400	Ramon Lagos	Nuble Alto
82	6,0	1,50	a nivel de terreno	200	23/MAY/92	Se Seca	N 5 947 000 E 211 800	Mario Ormazabal	Oro Verde
83	5,0	1,23	0,55	240	23/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 944 600 E 212 100	Miriam Troncoso	Oro Verde
84	1,5	0,20	-0,40	300	23/MAY/92	~ 1,0 m.	N 5 945 200 E 210 000	Juan Arriagada	Camino de Guape
85	8,0	0,90	a nivel de terreno	260	23/MAY/92	~ 5,0 m.	N 5 945 600 E 208 000	Teresa Soto	Guape
86	3,0	0,40	a nivel de terreno	180	23/MAY/92	Se Seca	N 5 943 000 E 214 000	Marcela Valle	San Eliseo
87	2,5	1,10	0,85	220	23/MAY/92	Se Seca	N 5 942 200 E 208 000	Patricia Ferrada	Los Coligues
88	5,0	1,20	0,35	280	23/MAY/92	~ 5,0 m.	N 5 942 100 E 210 000	Jose Sepulveda	Los Coligues
89	2,5	0,20	a nivel de terreno	240	24/MAY/92	~ 1,5 m.	N 5 960 200 E 222 000	Luis Martinez	Colonia Bernardo O'Higgins
90	30,0	2,86 dinamico	0,40		24/MAY/92		N 5 960 000 E 224 400	Avicola Pozo Profundo	Colonia Bernardo O'Higgins

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 ~ = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estatico	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
91	2,0	0,35	0,14	140	24/MAY/92	Se Seca	N 5 950 500 E 228 600	Jorge Lagos Carrasco	Santa Clara
92	3,0	1,20	a nivel de terreno	140	24/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 951 200 E 232 000	Galvarino Burgos	Cato Reloca
93	3,0	0,75	0,35	200	24/MAY/92	Se Seca	N 5 951 600 E 234 100	Juan Caceres	Cato Santa Raquel
94	4,0	0,40	0,10	220	24/MAY/92	Se Seca	N 5 952 100 E 237 600	Jaqueline Inojosa	a Cato Rondadero
95	2,5	0,44	0,10	260	24/MAY/92	Se Seca	N 5 952 200 E 241 000	Juan Fuentes	Santa Rita
96	1,5	0,37	0,05	180	24/MAY/92	Se Seca	N 5 952 800 E 244 400	Victor Bustos	
97	4,0	0,40	0,20	120	24/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 953 000 E 247 500	Juan Rodriguez	Chacallar
98	3,0	0,33	0,10	160	24/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 952 800 E 250 000	Juan Salinas	El Carmen
99	4,0	0,90	0,10	220	24/MAY/92	~ 3,5 m.	N 5 951 600 E 251 000	Aides Lopez	Fundo Porvenir
100	3,0	0,35	0,10	160	24/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 948 500 E 251 800	Raul Fuentes	Bustamante
101	2,5	1,35	0,15	220	24/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 945 000 E 250 100	Pedro Ramirez	Bajo Los Amigos
102	5,0	2,10	0,50	160	24/MAY/92	~ 4,0 m.	N 5 943 800 E 242 400	Jose Sepulveda	Fundo Retiro
103	0,4	0,00 vertient	0,00	200	24/MAY/92		N 5 945 000 E 238 200	Maria Bustos	Talquipen

I:

Estudio Integral de Riego, Proyecto Itata
 Catastro de Norias en sector con problemas de drenaje
 Mayo de 1992

Simbología :
 ~ = aproximado
 ¿? = no sabe

Nro Noria	Prof. (m)	Nivel Estático	Medida sobre nivel terreno	Conductividad (micromhos)	Fecha	Nivel en Verano(aprox)	Ubicación	Propietario	Observaciones
104	2,5	0,75	0,20	160	24/MAY/92	~ 2,0 m.	N 5 945 600 E 232 400	Raquel Muñoz	Fundo los Guindos s
105	4,0	0,80	0,05	200	24/MAY/92	~ 2,5 m.	N 5 946 600 E 230 800	David Velasquez	Santa Laura

Estudio Integral de Riego, Proyecto ITATA
 Catastro de Norias y Variación de Niveles
 15/Agosto/1992 comparado con Mayo 92

NRO NORIA AGOSTO 92	Nro Noria Mayo	Prof. (m)	NIVEL ESTÁTICO AGOSTO 92	Nivel Estático Mayo 92 (m)	CONDUCTIVIDAD (µmhos) AGOSTO 92	Conductividad (µmhos) Mayo 92	Nivel Verano Aprox. (m)	Propietario Usuario	Observaciones
#1	--	-4	0,98	--	360	--	3 m.	Jose Contreras	Parcela Merced 1 Cam. a Junquillo
#2	#33	-2	0,80	0,20	240	180	1,5 m.	Patricio Reyes Fco Fuentes	Fundo Porvenir Sector Coliumo
#3	--	-7	3,00	--	160	--	No Sabe	Escuela Junquillo	Terreno de tosca
#4	#1	-5	0,65	0,35	120	100	3 a 4m	Pedro Contreras	Camino Estación Bull
#5	#2	-4,5	3,30	3,40	480	380	4m	Ariel Manriquez	Buli Abajo
#6	--	?	1,30	--	480	--	?	Juan Centeno	Terreno Arcilloso
#7	#3	-4	1,50	1,8	320	260	3 m.	San Nicanor Miguel Muñoz	Pasa acequia Pasa Oleoducto
#8	#5	-10	1,58	1,42	1280	1600	7 m.	Fundo San Jose Jose Fernandez	No se Seca
#9	--	-5	0,70	--	200	--	4 m.	Fdo San Jose N. Ma. Elena Eguilú	No se Seca
#10	#78	-5	0,50	0,25	280	180	4 m.	Parcela 14 Puyaral	No se Seca
#11	#25	-14	0,80	3,2	320	380	6 m.	San Mateo Juana Muñoz	No se Seca
#12	--	-8	?	--	400	--	5-6 m.	Casas, Bodega de Piedra Lisa	No se Seca

E:

Estudio Integral de Riego, Proyecto ITATA
 Catastro de Norias y Variación de Niveles
 15/Agosto/1992 comparado con Mayo 92

NRO NORIA AGOST 92	Nro Noria Mayo	Prof. (m)	NIVEL ESTÁTICO AGOSTO 92	Nivel Estático Mayo 92 (m)	CONDUCTIVIDAD (µmhos) AGOSTO 92	Conductividad (µmhos) Mayo 92	Nivel Verano Aprox. (m)	Propietario Usuario	Observaciones
#13	#24	-7	2,10	1,42	270	260	5-6 m.	Escuela Piedra Lisa	No se Seca
#14	—	-4	1,50	—	600	—	3 m.	Sta Rosa Segundo Enriquez	No se Seca
#15	—	-2,5	0,95	—	300	—	1,8	Antonio Rosales	Cruce Molino del Changaral
#16	—	-4	0,90	—	80	—	2,5	Edmundo Silva Teodosio Villagra	Sta. Sara Pastos
#17	—	—	—	—	240	—	—	Ulises Belmar	VERTIENTE Pastos
#18	—	-4	0,30	—	200	—	2,0	Rita Romero	Quinquhua
#19	#43	-4	0,50	0,24	240	200	2,0	Jose Hernandez	Cerca pasa Canal Las Brisas
#20	—	-4	0,80	—	400	—	3,6	Seferina Contreras Belmar	
#21	—	-6	0,50	—	450	—	5	Arturo Labra S Belmar	Se seca a veces
#22	—	-7	1,80	—	1000	—	6	Juan Belmar Belmar	Millauquen
#23	#40	-2,5	0,60	—	280	200		Carlos Navarrete	Millauquen

**ANEXO 1.3.3. RED DE DRENAJE NATURAL, PERFILES DE
ESTEROS Y RIOS.**

RED DE DRENAJE NATURAL, PERFILES DE ESTEROS Y RIOS

1.1 DESCRIPCIÓN

Este anexo contiene los listados y los gráficos de los perfiles longitudinales de la red de drenaje natural superficial de la zona de estudio.

La base de los perfiles longitudinales ha sido la topografía 1:10.000.

En los listados se indica la distancia acumulada , la cota del terreno y la pendiente en por mil del terreno natural. Se ha realizado un pequeño bosquejo de la ubicación del curso de agua referido y sus vecinos más próximos.

Los gráficos muestran la cota de base de los esteros y ríos, y se indican las pendientes medias por cada tramo. Se muestra adicionalmente la ubicación de los cursos de agua afluente o de descarga al estero o río considerado.

En las páginas siguientes se entregan las tablas y gráficos considerados.

Se han considerado tres sistemas : El del río Ñiquen , del río Changaral y del río Ñuble.

Este anexo 1.3.3 ha sido la base para el plano de igual nombre.

Proyecto ITATA
Perfil Longitudinal
RIO ÑIQUEN

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
0	200,0	2,8
900	197,5	5,0
1400	195,0	4,2
2000	192,5	3,6
2700	190,0	1,9
4050	187,5	3,8
4700	185,0	1,9
6050	182,5	2,2
7200	180,0	4,2
7800	177,5	2,1
9000	175,0	2,5
10000	172,5	1,7
11500	170,0	2,5
12500	167,5	1,4
14300	165,0	1,6
15900	162,5	1,2
18000	160,0	1,7
19500	157,5	1,3
21500	155,0	3,3
22260	152,5	3,0
23100	150,0	

192,5 Est. Colliguay

157,5 Est. Tiuquilemu

155,0 Est. Gaona

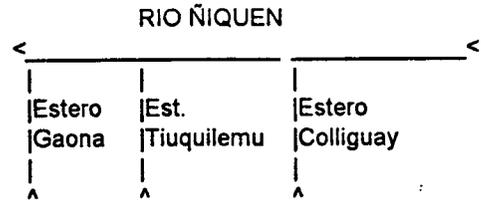


Lámina 11-18 (Esc. 1:10.000)

"

"

"

"

Lámina 10-18

"

"

"

"

"

"

"

"

"

Lámina 9-18

"

"

"

"

Pto último N 5979100

E 233900

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO COLLIGUAY

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
0	162,7	5,8
400	165,0	1,8
1800	167,5	2,8
2700	170,0	3,8
3350	172,5	2,0
4600	175,0	3,3
5350	177,5	7,1
5700	180,0	1,9
7000	182,5	5,0
7500	185,0	5,0
8000	187,5	5,0
8500	190,0	12,5
8700	192,5	5,0
9200	195,0	4,2
9800	197,5	3,6
10500	200,0	2,3
11600	202,5	6,3
12000	205,0	6,3
12400	207,5	5,6
12850	210,0	5,6
13300	212,5	6,3
13700	215,0	25,0
13800	217,5	

Cota Debembocadura:
 162,7 Rio Ñiquen

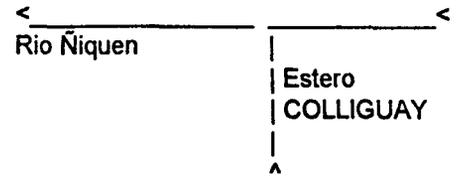


Lámina 10-18 (Esc. 1:10.000)

"

"

"

"

"

"

"

"

"

Lámina 10-18

Lámina 10-17 (Esc. 1:10.000)

"

"

"

"

"

"

"

"

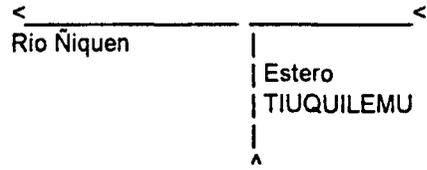
Lámina 10-17

Pto de término en Coordenadas UTM

N 5 971 100

E 249 900

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO TIUQUILEMU



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
0	157,0	3,3
900	160,0	1,3
2800	162,5	2,5
3800	165,0	2,1
5000	167,5	3,6
5700	170,0	4,2
6300	172,5	3,1
7100	175,0	3,6
7800	177,5	3,1
8600	180,0	2,8
9500	182,5	4,2
10100	185,0	5,0
10600	187,5	3,3
11350	190,0	

Cota Debembocadura:

157	Río Ñiquen	Lámina 9-18 (Esc. 1:10.000)
		"
		"
		"
		Lámina 10-18
		"
		"
		Lámina 10-17
		"
		"
		"
		"
		"
		Pto fin N 5973000
		E 244800

Proyecto ITATA
Perfíl Longitudinal
ESTERO GAONA

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

0	155,0	1,1
2200	157,5	3,6
2900	160,0	3,6
3600	162,5	2,1
4800	165,0	3,6
5500	167,5	2,5
6500	170,0	2,5
7500	172,5	5,0
8000	175,0	8,3
8300	177,5	4,2
8900	180,0	3,1
9700	182,5	2,5
10700	185,0	3,6
11400	187,5	4,2
12000	190,0	6,3
12400	192,5	3,1
13200	195,0	4,2
13800	197,5	3,3
14550	200,0	6,3
14950	202,5	5,0
15450	205,0	4,5
16000	207,5	3,1
16800	210,0	6,3
17200	212,5	6,3
17600	215,0	8,3
17900	217,5	6,3
18300	220,0	8,3
18900	225,0	7,1
19600	230,0	

<-----
Río Ñiquen | Estero
 | GAONA
 | ^

Cota Debembocadura:

155 Río Ñiquen Lámina 9-18 (Esc. 1:10.000)

"

"

"

"

Lámina 10-17

"

"

"

Lámina 10-17

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

Lámina 10-16

"

"

"

"

"

"

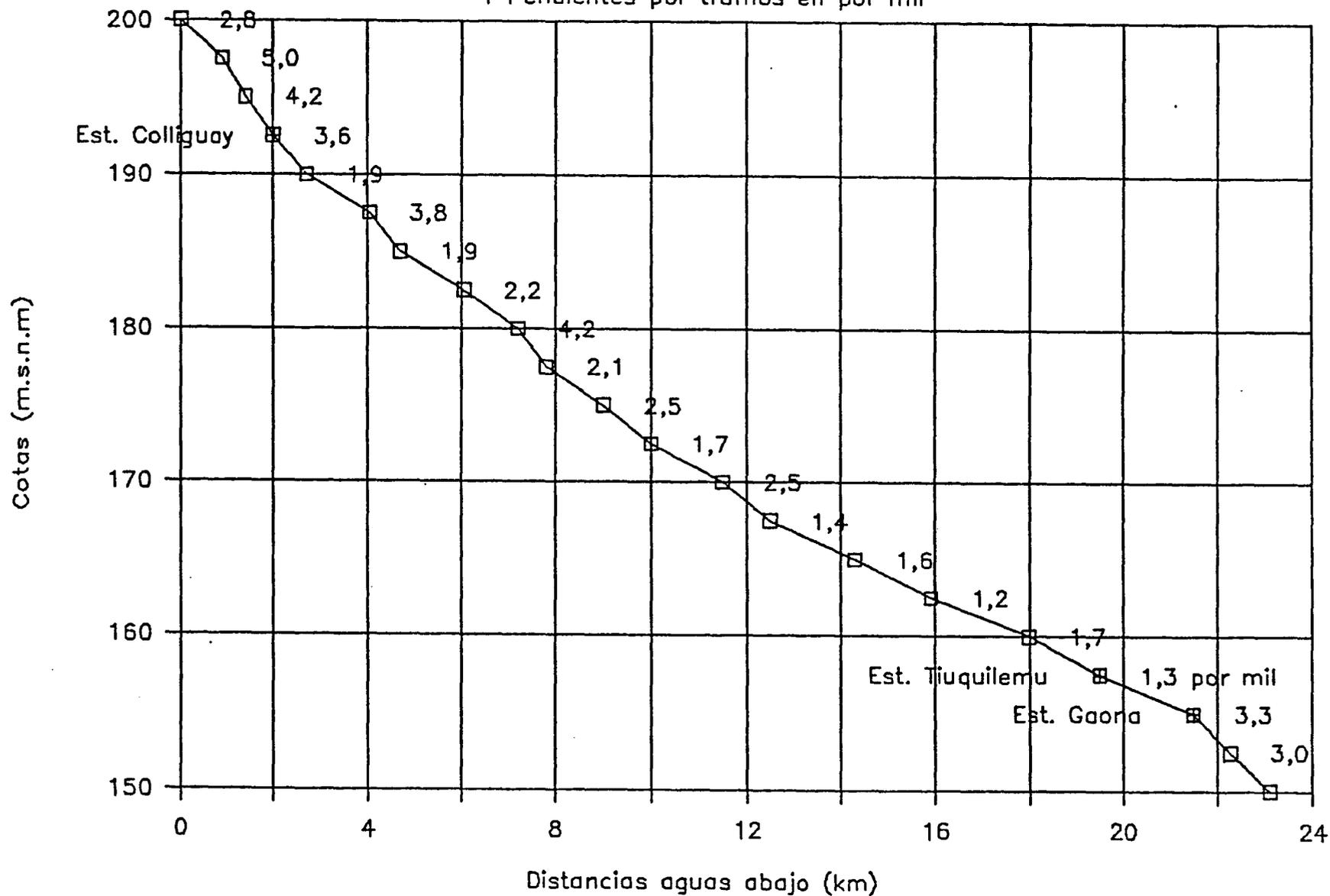
Pto de término

N 5966150

E 247600

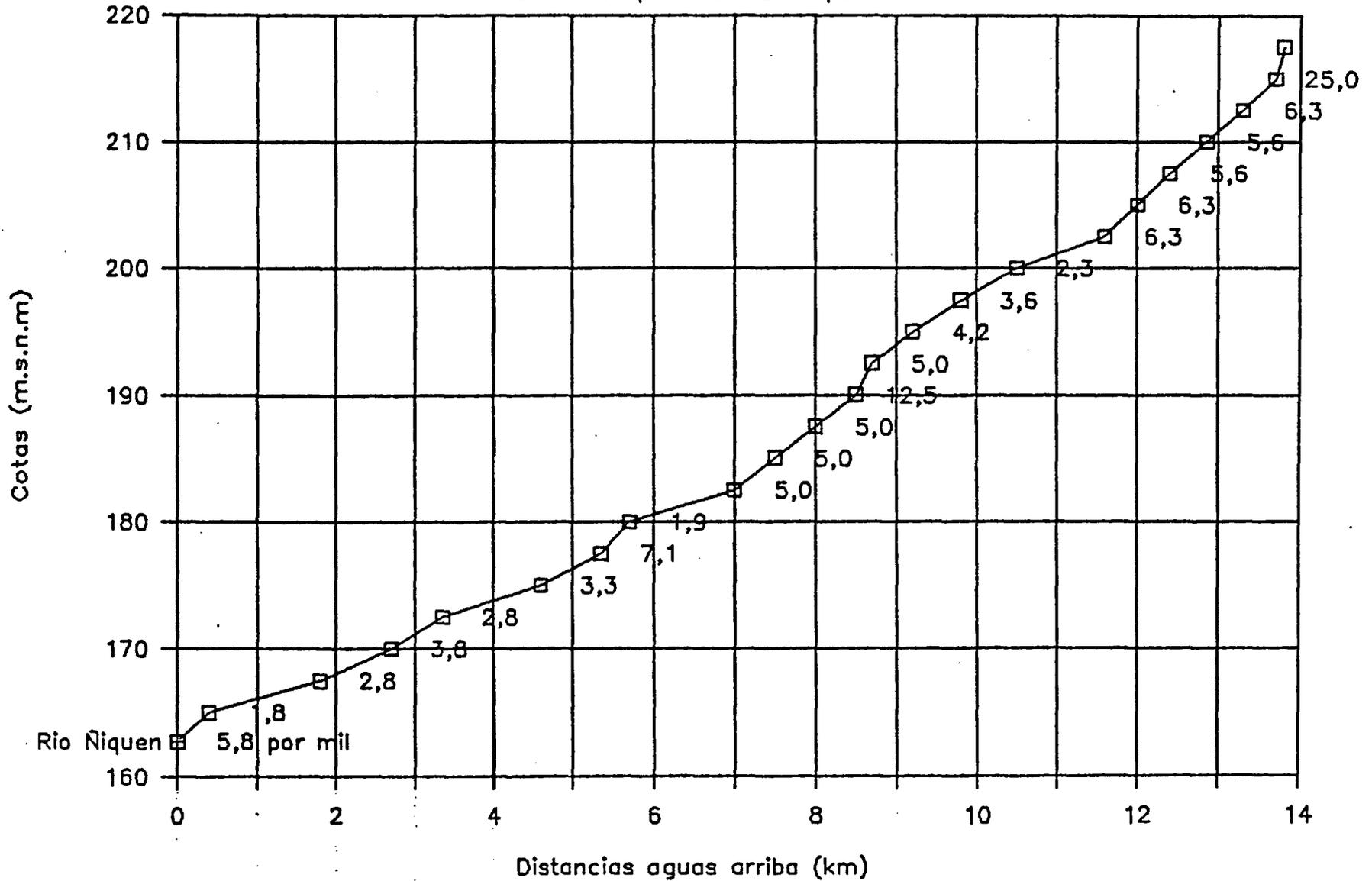
Perfil Longitudinal RIO NIQUEN

Y Pendientes por tramos en por mil



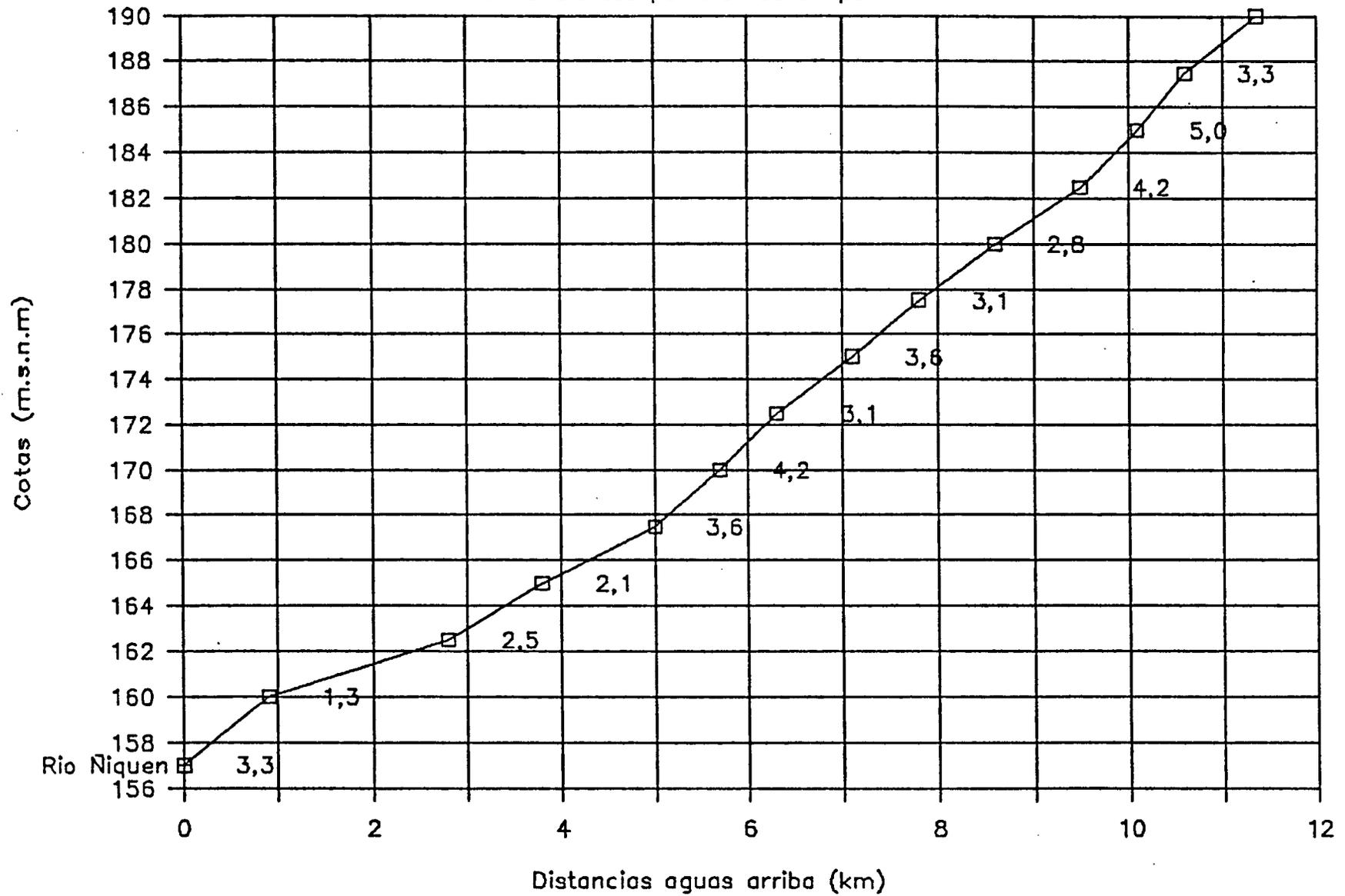
Perfil Longitudinal ESTERO COLLIGUAY

Y Pendientes por tramos en por mil



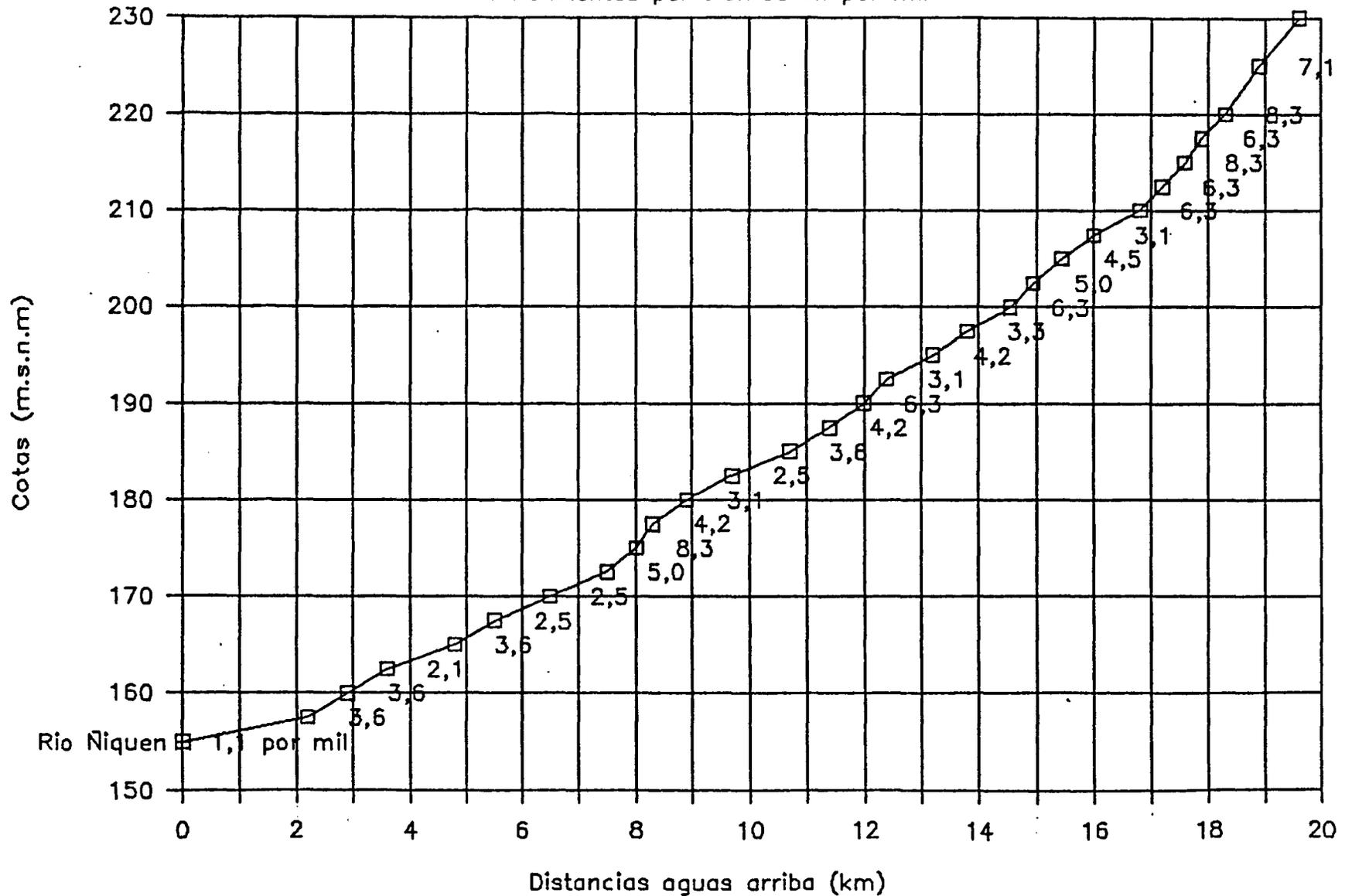
Perfil Longitudinal ESTERO TIUQUILEMU

Y Pendientes por tramos en por mil



Perfil Longitudinal ESTERO GAONA

Y Pendientes por tramos en por mil



Proyecto ITATA
Perfíl Longitudinal
RIO CHANGARAL

Río Ñiquen

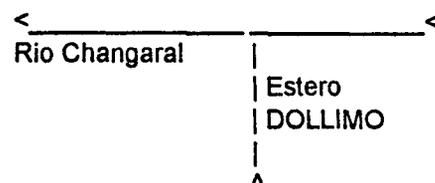


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

|
| RIO CHANGARAL
|

0	147,5	-2,3		Pto partida N 5978900
1100	145,0	-1,3		E 767700
3100	142,5	-0,7		Lámina 8-18
6900	140,0	-4,5		"
7450	137,5	-12,5		"
7650	135,0	-7,1		"
8000	132,5	-12,5		Lámina 7-18
8200	130,0	-1,2		"
10300	127,5	-2,6		"
11250	125,0	-1,3		"
13250	122,5	-0,8	122,5 Est. Dollimo	"
16200	120,0	-1,3		Lámina 7-17
18200	117,5	-1,0		"
18350	117,0	-1,2	117,0 Est. Millauquen	"
20700	115,0	-1,7		"
22150	112,5	-1,4		"
22400	112,0	-1,8	112,0 Est. Verquicó	"
24000	110,0	-2,8		"
24900	107,5	-0,7		Lámina 7-16
28400	105,0	-2,7		"
30250	100,0	-1,5		"
31900	97,5	-2,6		"
32100	97,0	-2,1	97,0 Est. Las Mercedes	"
33800	92,5	-1,6	92,5 Est. Carbonero	Lámina 7-15
35400	90,0	-1,7		"
36900	87,5	-2,8		"
37800	85,0	-5,6		"
38250	82,5	-1,6	82,5 Est. Monte León	"
39800	80,0	-2,5		"

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO DOLLIMO



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
0	122,5	0,9
2900	125,0	5,0
3400	127,5	3,6
4100	130,0	0,9
6800	132,5	1,7
8250	135,0	1,7
9700	137,5	2,0
10950	140,0	2,0
12200	142,5	6,3
12600	145,0	1,3
14500	147,5	2,5
15500	150,0	2,4
16550	152,5	1,4
18300	155,0	2,8
19200	157,5	3,1
20000	160,0	3,6
20700	162,5	1,4
22500	165,0	3,1
23300	167,5	2,5
24300	170,0	6,3
24700	172,5	1,7
26200	175,0	6,3
26600	177,5	2,1
27800	180,0	5,0
28300	182,5	8,3
28600	185,0	2,4
29650	187,5	9,6
29910	190,0	

Cota Debembocadura:

122,5 Changaral Lámina 7-18 (Esc 1:10.000)

"

"

"

"

"

Lámina 8-18

"

"

Lámina 9-18

"

"

"

"

"

"

"

"

Lámina 9-17

"

"

"

"

"

"

"

"

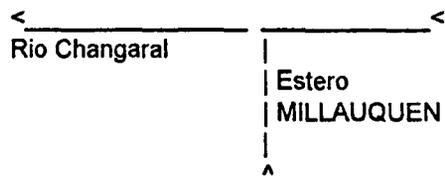
"

Pto de término

N 5969600

E 240300

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO MILLAUQUEN



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

0	117,0	2,9
1050	120,0	1,5
2750	122,5	1,1
4950	125,0	8,3
5250	127,5	3,3
6000	130,0	3,6
6700	132,5	1,9
8000	135,0	1,8
9400	137,5	3,6
10100	140,0	1,4
11900	142,5	2,1
13100	145,0	1,8
14500	147,5	2,1
15700	150,0	4,5
16250	152,5	2,9
17100	155,0	1,7
18550	157,5	5,0
19050	160,0	3,8
19700	162,5	2,6
20650	165,0	1,9
22000	167,5	5,0
22500	170,0	8,3
22800	172,5	

Cota Debembocadura:

117 Changaral Lámina 7-17 (Esc 1:10.000)

"

"

"

Lámina 8-17

Lámina 8-18

"

Lámina 9-17

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

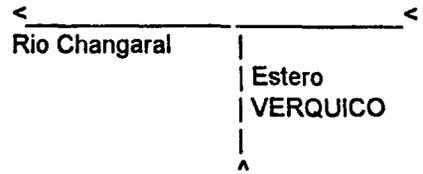
Pto término

N 5 972 100

E 236 700

Pendiente promedio: 2,43 por mil

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO VERQUICO

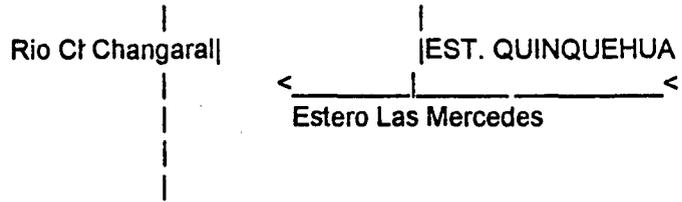


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Cota Debembocadura:

0	112,0	2,0	112 Changaral	Lámina 7-17 (Esc 1:10.000)
250	112,5	1,4		"
2000	115,0	3,1		"
2800	117,5	2,8		"
3700	120,0	3,1		"
4500	122,5	1,8		"
5900	125,0	2,6		"
6850	127,5	2,6		Lámina 8-17
7800	130,0	5,6		"
8250	132,5	1,9		"
9600	135,0	3,6		"
10300	137,5	2,1		"
11500	140,0	1,8		"
12900	142,5	2,5		"
13900	145,0	2,8		"
14800	147,5	2,5		"
15800	150,0	4,2		"
16400	152,5	1,6		"
18000	155,0	6,3		Lámina 9-17
18400	157,5	2,3		"
19500	160,0	2,9		"
20350	162,5	4,5		"
20900	165,0	8,3		"
21200	167,5	3,6		"
21900	170,0	6,3		"
22300	172,5	2,8		"
23200	175,0	2,9		"
24050	177,5	12,5		"
24250	180,0	2,9		"
25100	182,5	3,3		"
25850	185,0	12,5		"
26050	187,5	6,3		"
26450	190,0	3,6		"
27150	192,5	8,3		Lámina 9-16
27450	195,0	5,0		"
27950	197,5	7,1		"
28300	200,0	2,9		Lámina 10-16
29150	202,5	10,0		"
29400	205,0	3,6		"
30100	207,5	4,5		"
30650	210,0			Termino en pto. N 5965800 E 242800
Pendiente promedio:		3,20		

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO QUINQUEHUA



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Cota Debembocadura:

0	112,0	1,3
400	112,5	5,4
860	115,0	4,6
1400	117,5	3,6
2100	120,0	2,5
3100	122,5	1,2
5200	125,0	1,8
6600	127,5	2,3
7700	130,0	2,1
8900	132,5	1,5
10600	135,0	3,3
11350	137,5	3,6
12050	140,0	2,3
13200	142,5	3,3
14200	145,0	5,0
14700	147,5	1,2
16800	150,0	3,3
17550	152,5	3,1
18350	155,0	5,6
18800	157,5	2,4
19850	160,0	

112 Las Mercedes Lámina 7-16 (Esc 1:10.000)

"
"
"
"
"

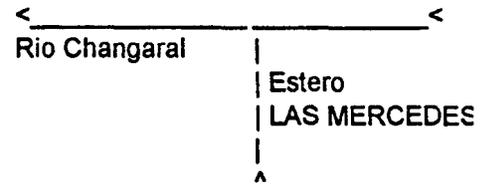
Lámina 7-17
 Lámina 8-17

"
"
"
"
"
"
"

Lámina 9-17
 Pto término
 N 5 968 500
 E 233 050

Pendiente promedio: 2,42

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO LAS MERCEDES

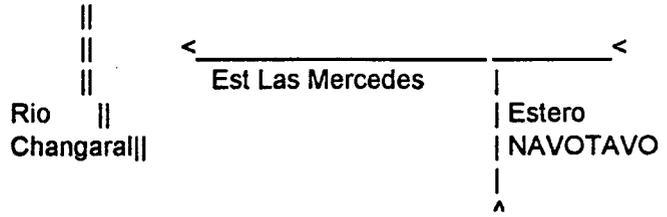


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Cota Debembocadura:

0	97,0	0,7	97 Changaral	Lámina 7-16 (Esc 1:10.000)
700	97,5	2,3		"
1800	100,0	4,2		"
2400	102,5	3,6		"
3100	105,0	3,3		"
3850	107,5	2,5		"
4850	110,0	2,3		"
5950	112,5	3,1	112,5 Quinquhue	"
6750	115,0	4,5		"
7300	117,5	5,6		"
7750	120,0	2,0		"
9000	122,5	2,4		"
10050	125,0	1,7		Lámina 7-17
11300	127,0	1,6	127,0 Novatovo	"
11500	127,5	1,5		"
13200	130,0	4,2		"
13800	132,5	2,5		"
14800	135,0	2,8		"
15700	137,5	2,1		"
16900	140,0	3,3		"
17650	142,5	8,3		"
17950	145,0	3,6		"
18650	147,5	2,9		Lámina 8-16
19500	150,0	6,3		"
19900	152,5	3,8		"
20550	155,0	3,3		"
21300	157,5	3,1		"
22100	160,0	3,1		Lámina 9-16
22900	162,5	3,6		"
23600	165,0	4,5		"
24150	167,5	5,0		"
24650	170,0			Pto término N 5963900

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO NAVOTAVO

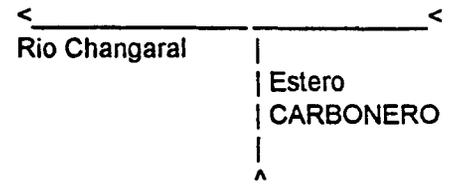


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Cota Debembocadura:

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL	Other Data
0	127,8	2,9	127,8 Changaral
750	130,0	1,9	Lámina 8-16 (Esc 1:10.000)
2050	132,5	2,8	"
2950	135,0	3,8	"
3600	137,5	2,9	"
4450	140,0	1,7	"
5950	142,5	3,6	"
6650	145,0	8,3	"
6950	147,5	4,5	"
7500	150,0	1,6	"
9050	152,5	3,6	"
9750	155,0	5,0	Lámina 9-16
10250	157,5	3,6	"
10950	160,0	4,5	"
11500	162,5	5,0	"
12000	165,0	4,5	"
12550	167,5	1,9	"
13900	170,0	2,9	"
14600	172,0	5,0	172 Est Cocheper
14700	172,5	8,3	"
15000	175,0	5,6	"
15450	177,5	2,8	"
16350	180,0	4,5	"
16900	182,5	7,1	"
17250	185,0	3,8	"
17900	187,5	5,6	Pto término
18350	190,0		N 5 966 500
Pendiente promedio:		3,94 por mil	E 239 100

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO CARBONERO



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

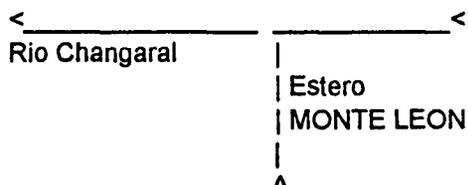
Cota Debembocadura:

0	92,5	5,0	92,5 Changaral	Lámina 7-16 (Esc 1:10.000)
500	95,0	2,5	"	"
1500	97,5	2,8	"	"
2400	100,0	2,8	"	"
3300	102,5	5,6	"	"
3750	105,0	3,8	"	"
4400	107,5	3,3	"	"
5150	110,0	7,1	"	"
5500	112,5	3,1	"	"
6300	115,0	2,5	"	"
7300	117,5	2,1	"	"
8500	120,0	1,9	"	"
9800	122,5	5,6	"	Lámina 8-16
10250	125,0	1,8	"	"
11650	127,5	7,1	"	"
12000	130,0	6,3	"	"
12400	132,5	5,0	"	"
12900	135,0	2,3	"	Lámina 9-17
14000	137,5	2,6	"	"
14950	140,0	5,6	"	"
15400	142,5	2,5	"	"
16400	145,0	2,8	"	"
17300	147,5	2,6	"	"
18250	150,0	5,6	"	Lámina 9-16
18700	152,5	7,1	"	"
19050	155,0	5,6	"	"
19500	157,5			Pto de término

Promedio de pendientes: 4,0 por mil

N 5961600
 E 232100

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO MONTE LEON



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

0	82,0	3,3
150	82,5	7,1
500	85,0	6,3
900	87,5	7,1
1250	90,0	3,3
2000	92,5	7,1
2350	95,0	1,7
3800	97,5	6,3
4200	100,0	2,0
5450	102,5	1,7
6900	105,0	4,2
7500	107,5	3,3
8250	110,0	2,1
9450	112,5	2,3
10550	115,0	6,3
10950	117,5	12,5
11150	120,0	4,5
11700	122,5	2,4
12750	125,0	

Cota Debembocadura:

82 Changaral Lámina 7-15 (Esc 1:10.000)

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

"

Lámina 8-16

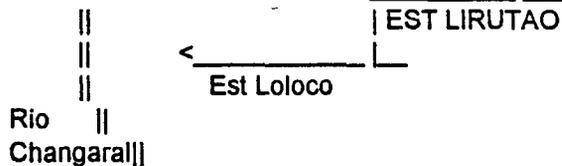
Pto término

N 5 959 300

E 761 300

Promedio de pendientes 3,4 por mil

Proyecto ITATA
Perfil Longitudinal
ESTERO LIRUTAO

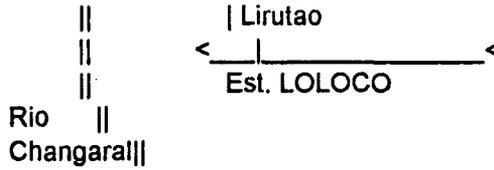


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Cota Desembocadura:

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL	Notes
0	98,0	2,9	98 Est Loloco Lámina 7-15 (Esc 1:10.000)
700	100,0	3,6	"
1400	102,5	3,1	"
2200	105,0	2,0	"
3440	107,5	8,1	"
3750	110,0	4,2	"
4350	112,5	2,9	"
5200	115,0	2,1	"
6380	117,5	2,7	"
7300	120,0	2,8	"
8200	122,5	3,6	"
8900	125,0	2,8	Lámina 8-15
9800	127,5	2,8	127,5 Cambia nomb
10700	130,0	3,1	"
11500	132,5	3,8	"
12150	135,0	2,4	"
13200	137,5	2,3	"
14300	140,0	1,6	"
15880	142,5	4,8	"
16400	145,0	7,1	"
16750	147,5	2,2	"
17900	150,0	5,0	"
18400	152,5	5,6	"
18850	155,0	2,4	"
19880	157,5	7,8	"
20200	160,0	3,8	Lámina 9-15
20850	162,5	10,9	"
21080	165,0	3,5	"
21800	167,5	3,6	"
22500	170,0	5,0	"
23000	172,5	6,3	"
23400	175,0	6,3	"
23800	177,5	6,3	"
24200	180,0	6,0	Lámina 9-16
24620	182,5	4,3	"
25200	185,0	6,3	"
25600	187,5	4,5	"
26150	190,0		Pto término N 5 961 400 E 238 500

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO LOLOCO



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

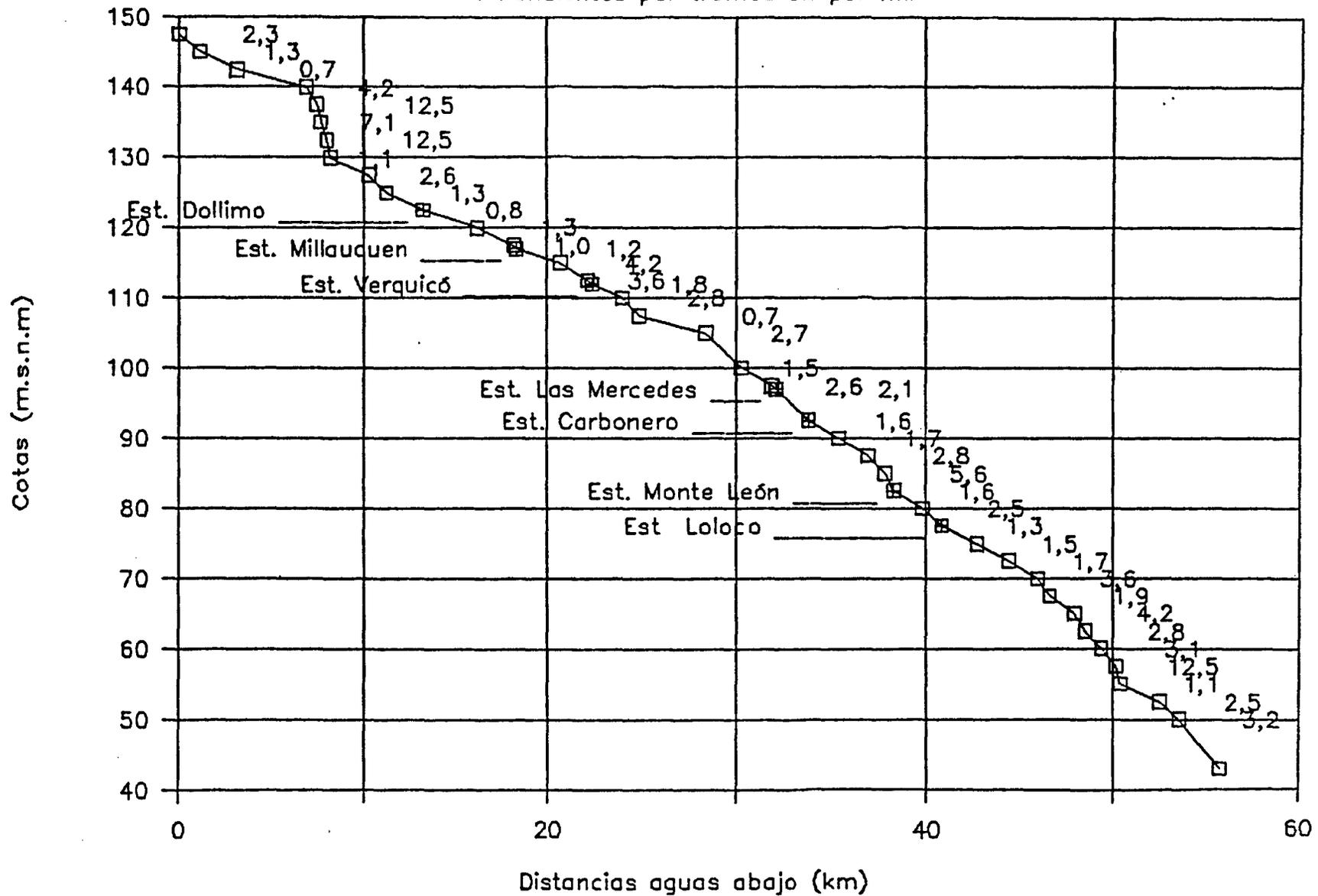
Cota Desembocadura:

0	78,0	13,3	78,0 Changaral	Lámina 6-15 (Esc 1:10.00)
150	80,0	5,6		"
600	82,5	4,5		Lámina 7-15
1150	85,0	5,0		"
1650	87,5	10,0		"
1900	90,0	2,9		"
2750	92,5	2,6		"
3700	95,0	2,8		"
4600	97,5	3,8		"
4700	98,0	3,8	98,0 Est. Lirutao	"
5250	100,0	3,8		"
5900	102,5	3,6		"
6600	105,0	2,8		"
7500	107,5	2,3		"
8600	110,0	4,2		"
9200	112,5	1,2		"
11250	115,0	2,1		"
12450	117,5	4,5		"
13000	120,0	4,8		Lámina 8-15
13520	122,5	3,4		"
14250	125,0	5,0		"
14750	127,5			Pto término N 5 956 800 E 762 100

Pendiente promedio: 3,36 por mil

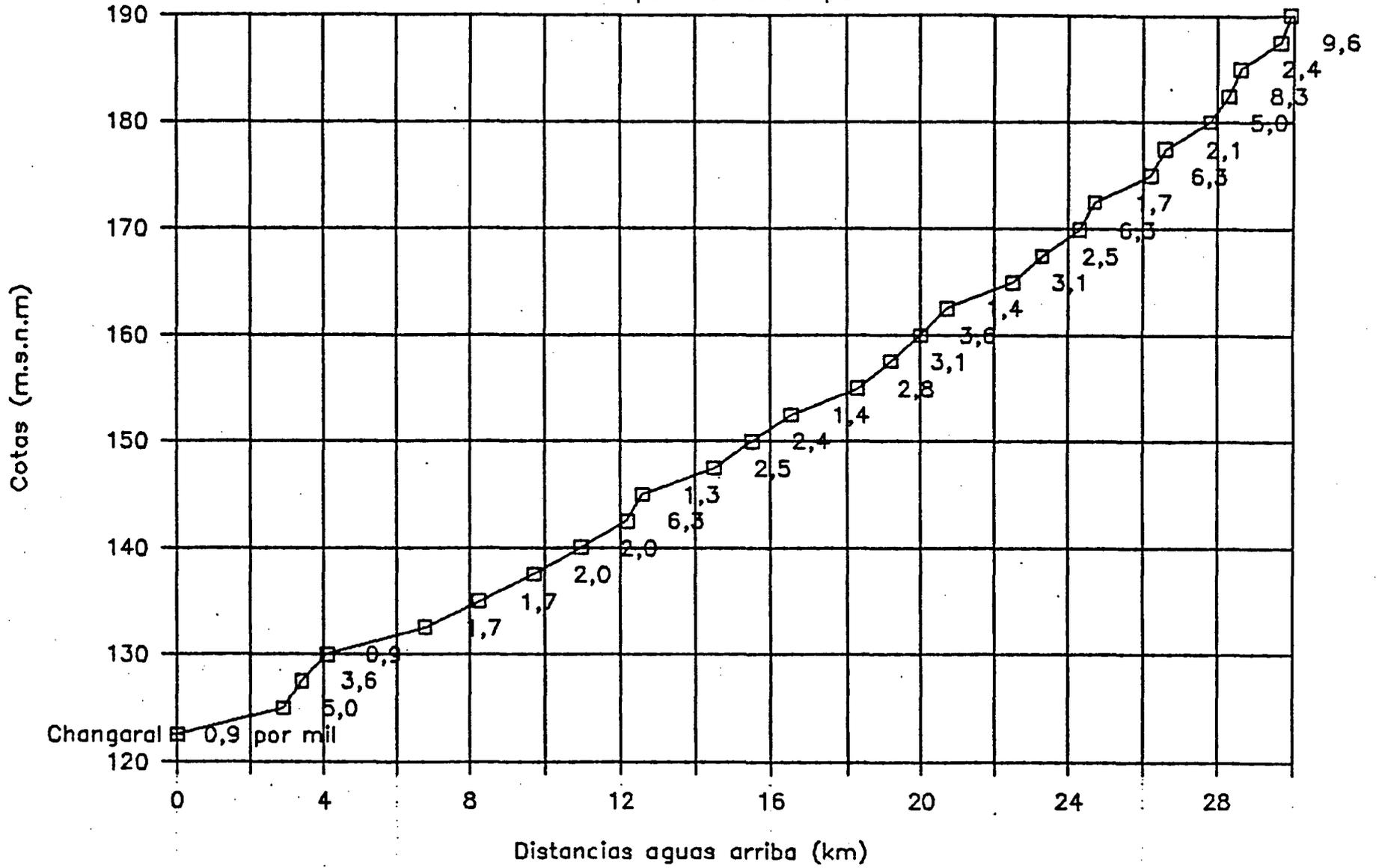
Perfil Longitudinal RIO CHANGARAL

Y Pendientes por tramos en por mil



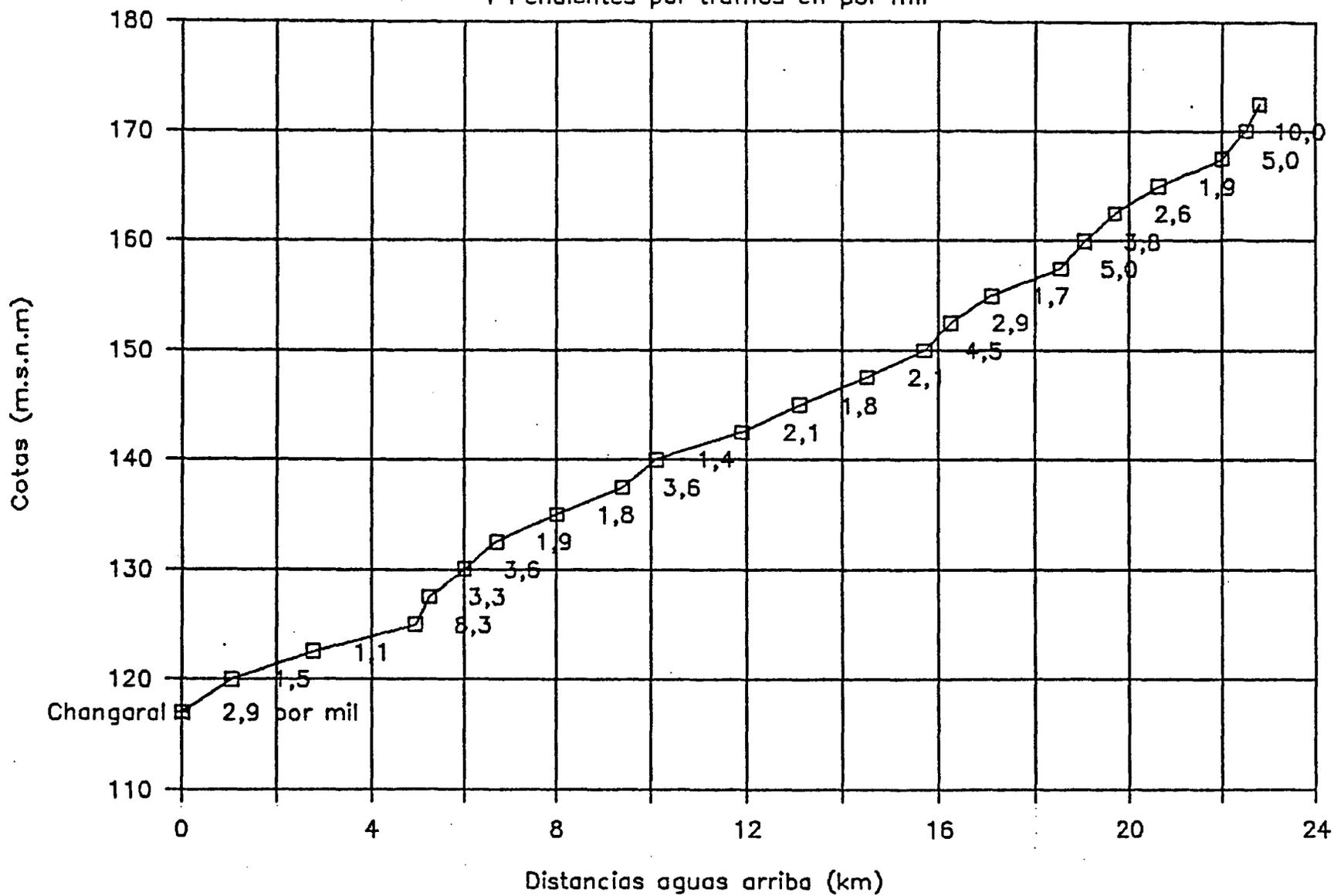
Perfil Longitudinal ESTERO DOLLIMO

Y Pendientes por tramos en por mil



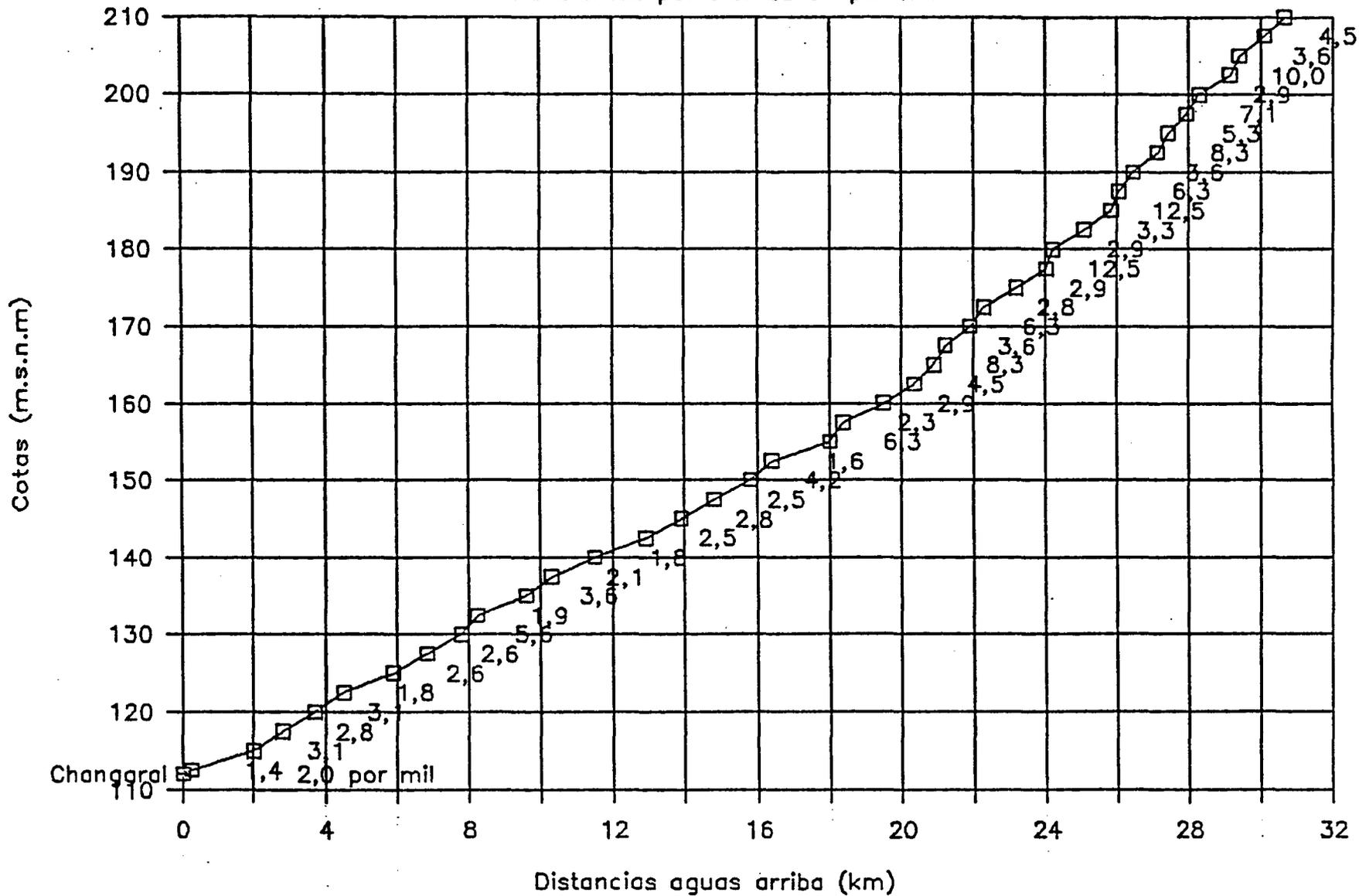
Perfil Longitudinal ESTERO MILLAUQUEN

Y Pendientes por tramos en por mil



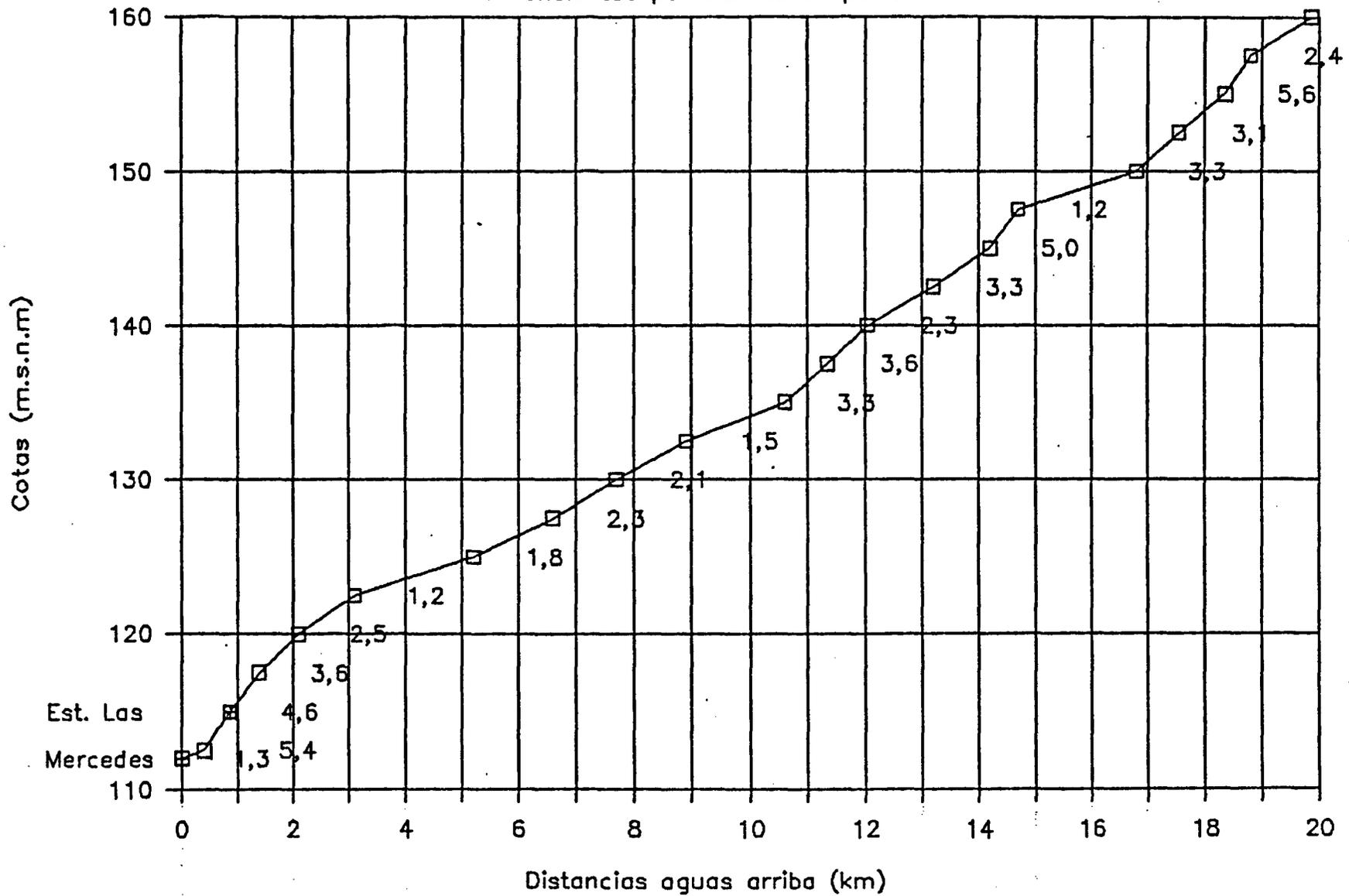
Perfil Longitudinal ESTERO VERQUICO

Y Pendientes por tramos en por mil



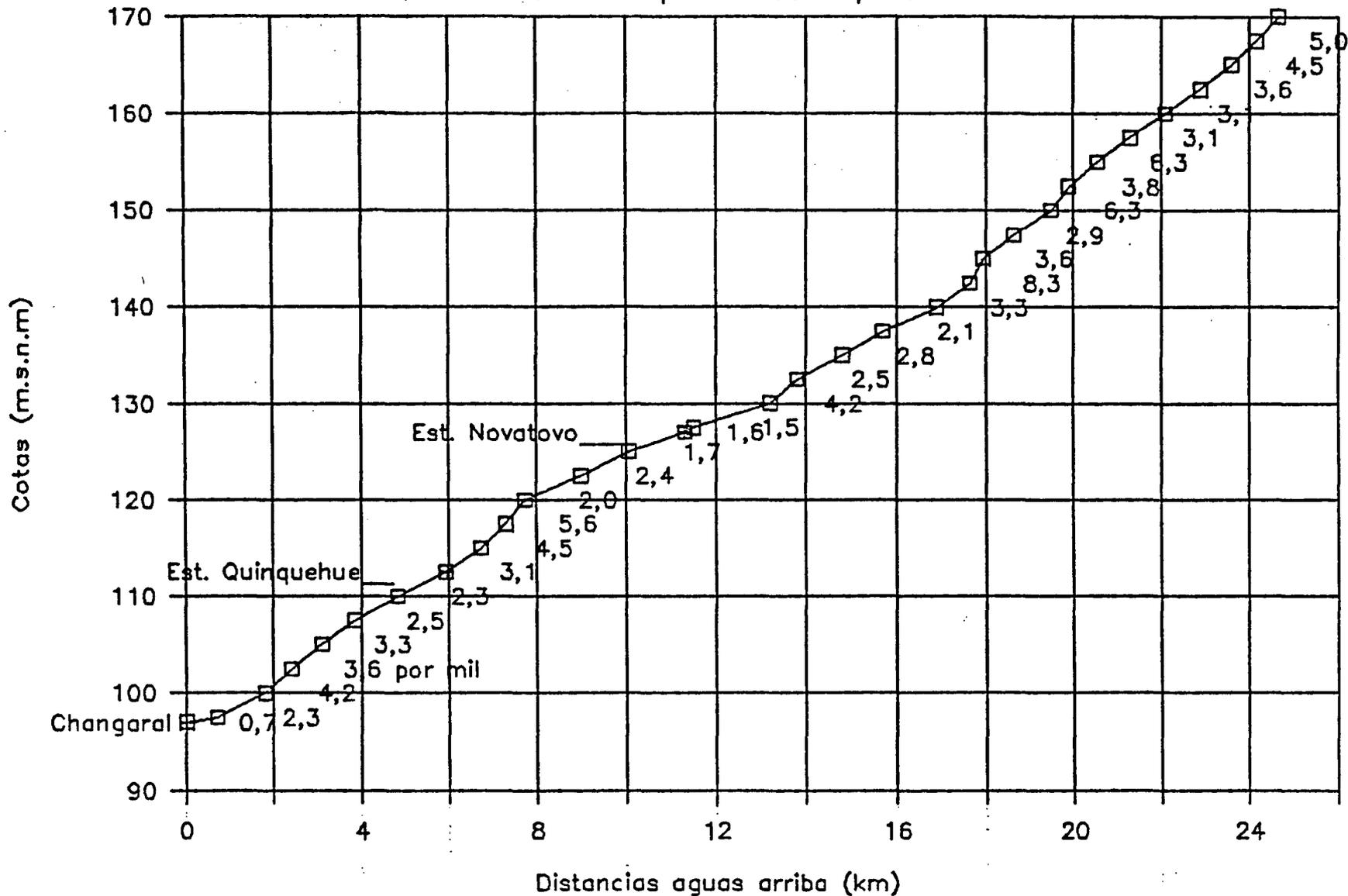
Perfil Longitudinal ESTERO QUINQUEHUA

Y Pendientes por tramos en por mil



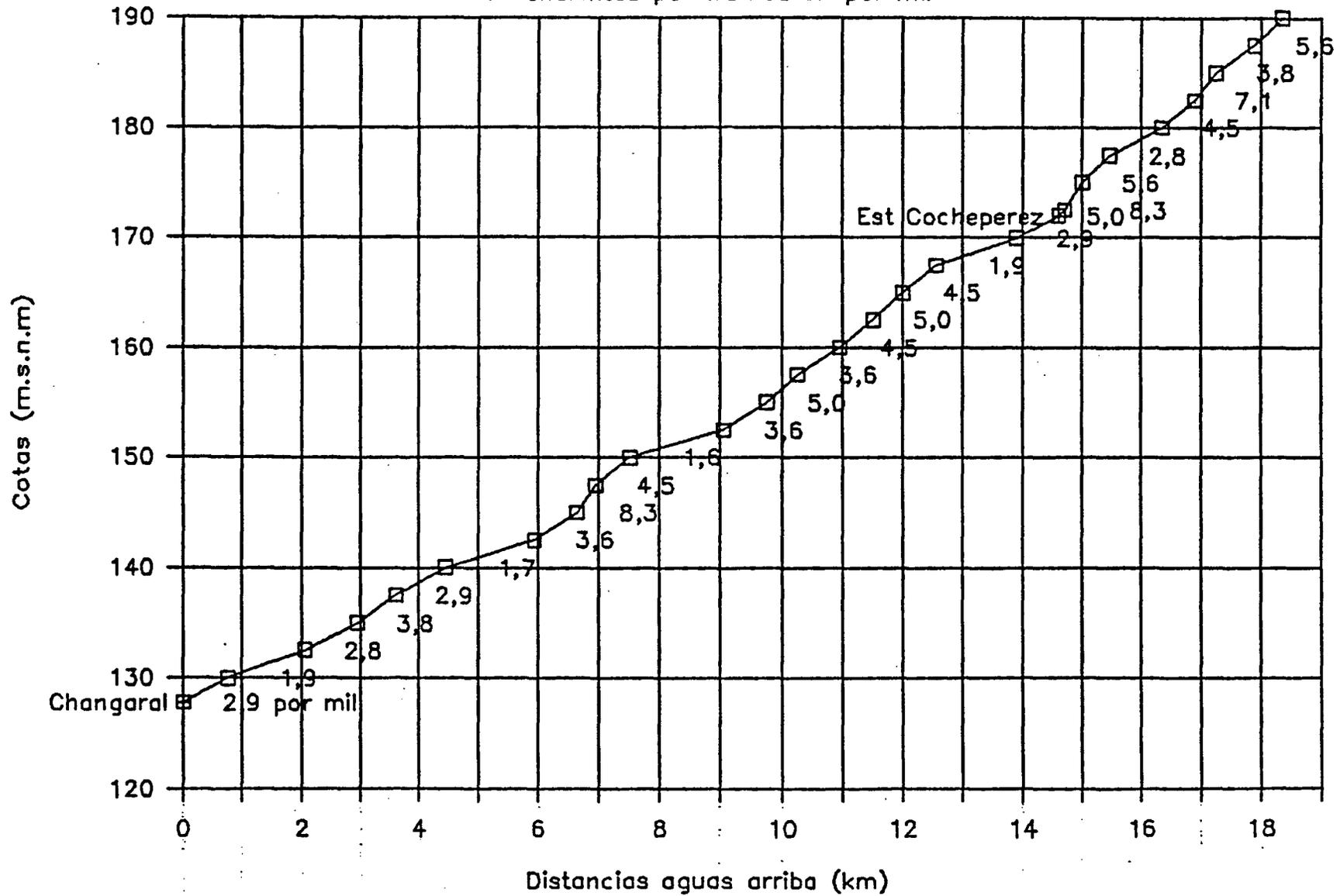
Perfil Longitudinal ESTERO LAS MERCEDES

Y Pendientes por tramos en por mil



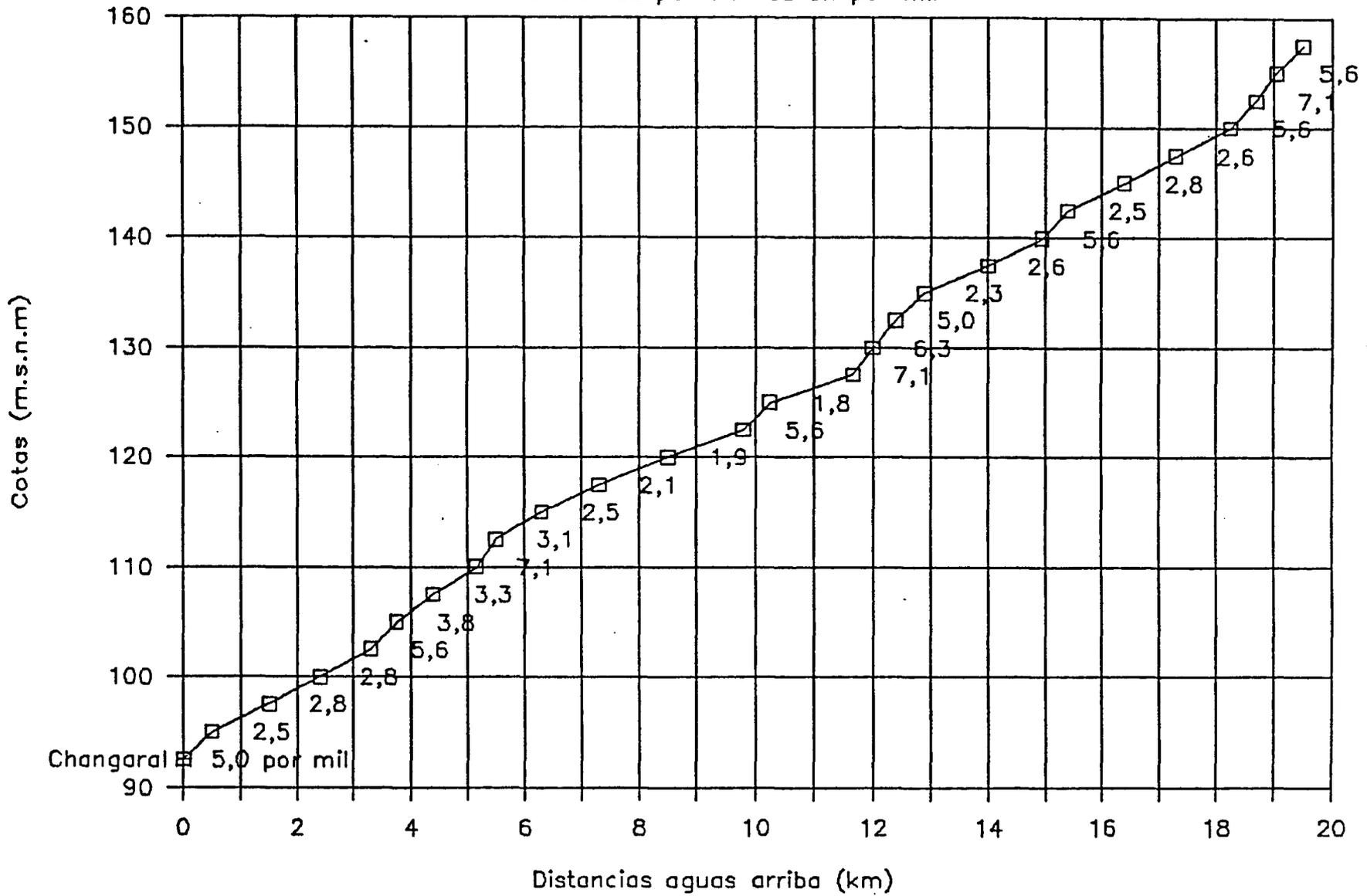
Perfil Longitudinal ESTERO NAVOTAVO

Y Pendientes por tramos en por mil



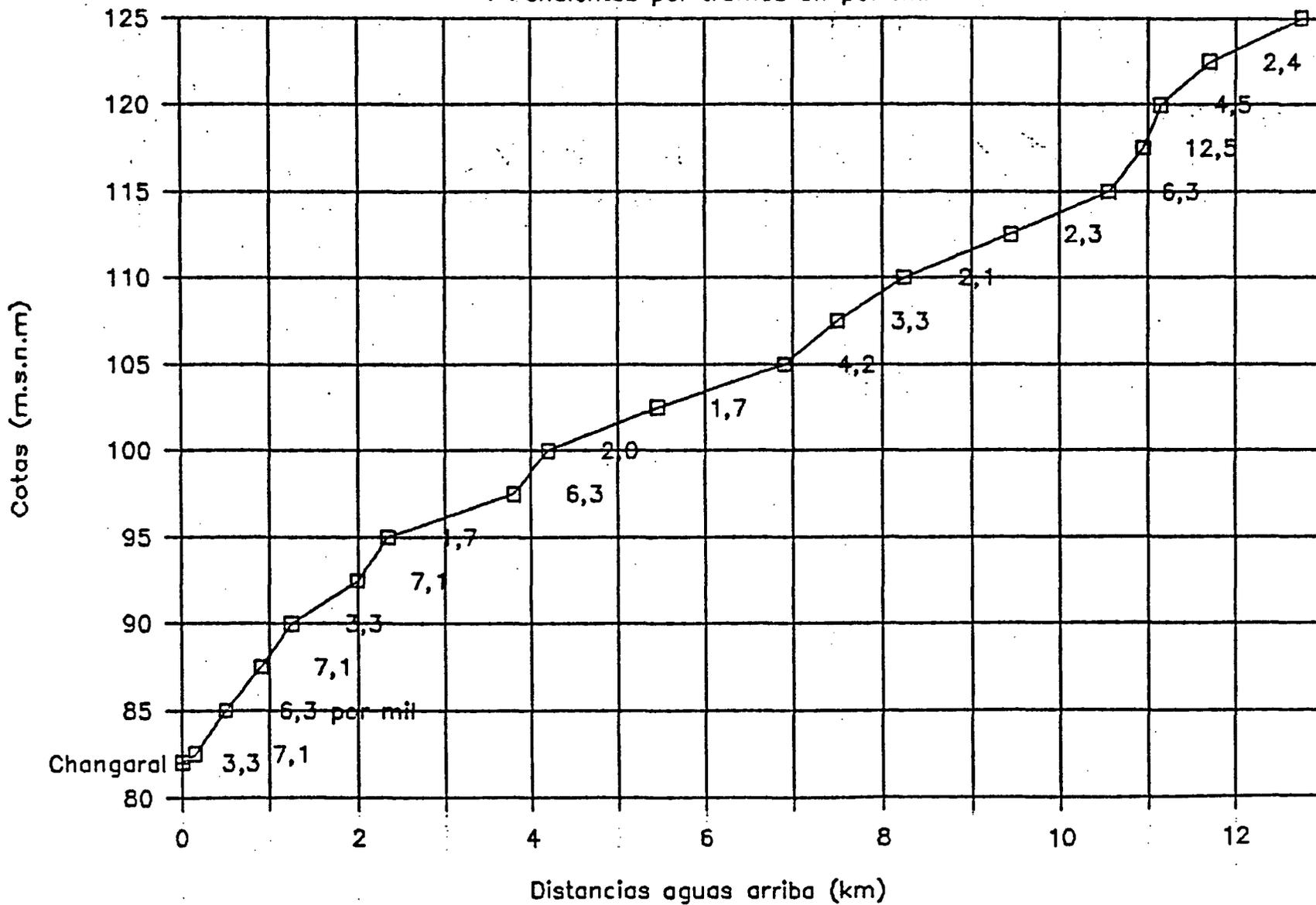
Perfil Longitudinal ESTERO CARBONERO

Y Pendientes por tramos en por mil



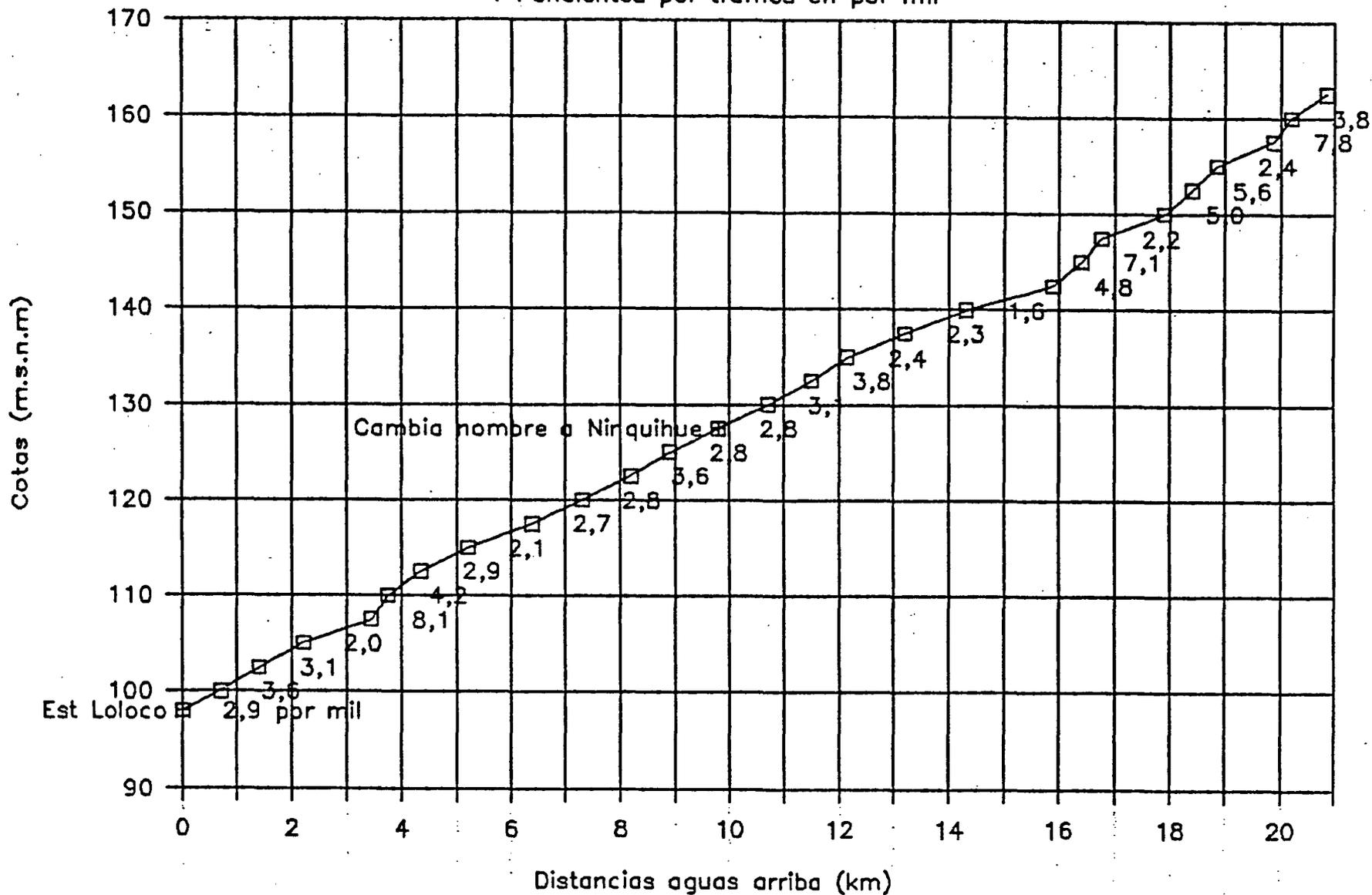
Perfil Longitudinal ESTERO MONTE LEON

Y Pendientes por tramos en por mil



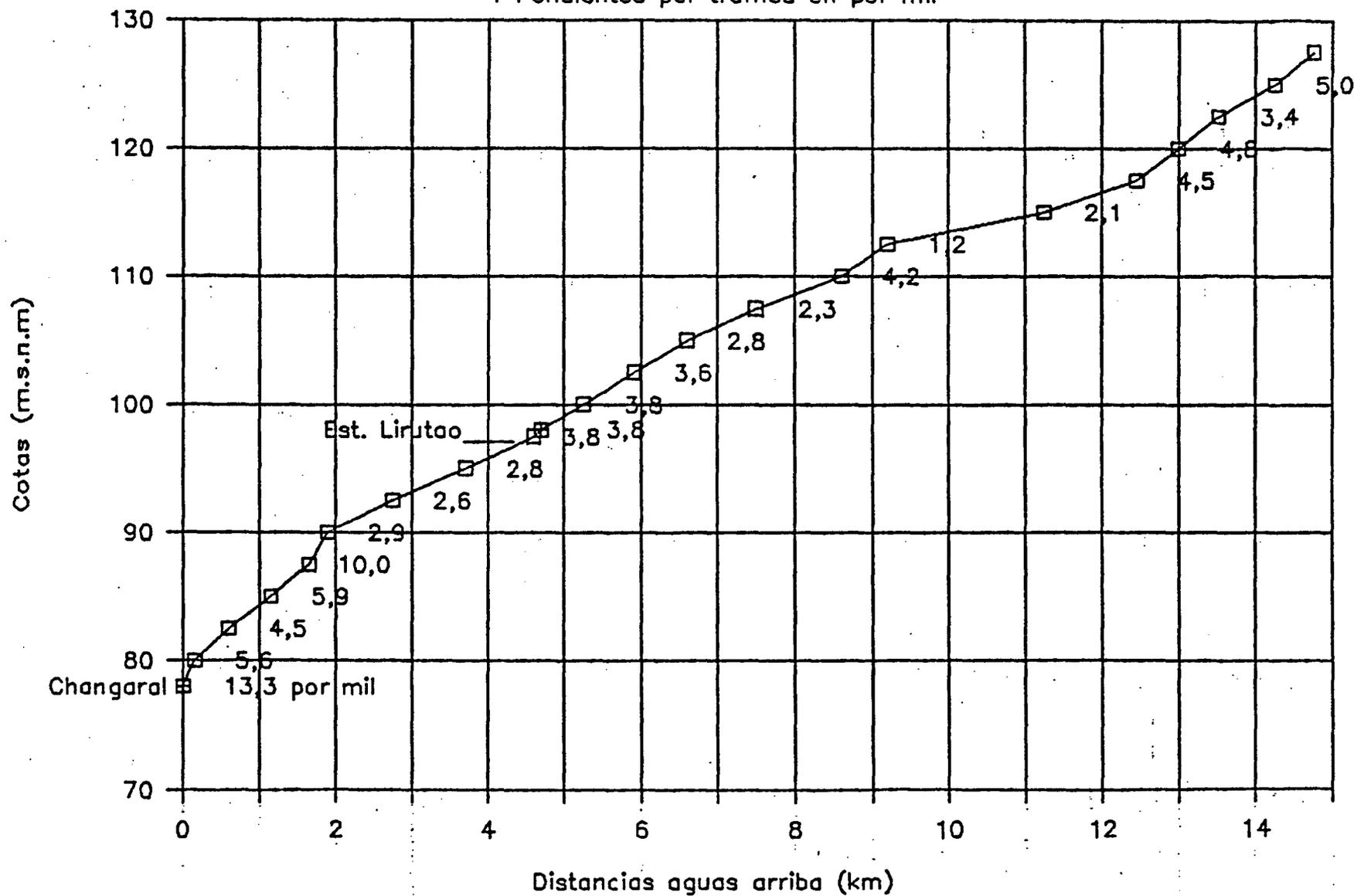
Perfil Long. Est. LIRUTAO --- NINQUIHUE

Y Pendientes por tramos en por mil

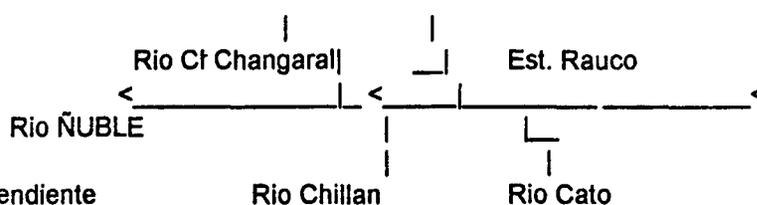


Perfil Longitudinal ESTERO LOLOCO

Y Pendientes por tramos en por mil

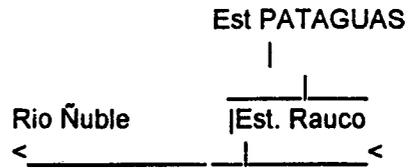


Proyecto ITATA
Perfil Longitudinal
RIO ÑUBLE



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL	Cota Confluencia:	
0	42,9	1,5	42,9	Changaral Lámina 5-13 (Esc 1:10.000)
200	43,2	1,8		"
1800	46,1	1,4		Lámina 6-14
4500	50,0	3,1	50,0	Chillan "
7750	60,0	1,7		"
13500	70,0	0,4		"
14050	70,2	3,1	70,2	Rauco "
17200	80,0	3,4		"
20150	90,0	2,0		"
25200	100,0	2,3		"
29600	110,0	3,9		"
32150	120,0	3,2		Lámina 7-14
35300	130,0	3,5	130,0	Cato Lámina 8-14
38900	140,0	2,7		Lámina 8-15
41000	150,0	1,9		"
46400	160,0	4,5		"
48600	170,0	4,0		Lámina 9-15
51100	180,0			Pto término
				N 5 954 700
				E 239 200
Pendiente promedio:		0,0027		

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO PATAGUAS



Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

0	88,5	3,8
400	90,0	5,0
900	92,5	3,8
1500	94,8	0,9
4500	97,5	1,9
5800	100,0	2,8
6700	102,5	3,6
7400	105,0	

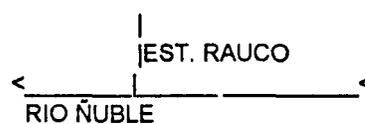
Cota Debembocadura:

88,5 Est Rauco	Lámina 7-14 (Esc 1:10.000)
	"
	"
	"
	Lámina 7-15
	"
	"
	Pto término
	N 5 956 100
	E 755 400

Pendiente media:

2,2 por mil

Proyecto ITATA
 Perfil Longitudinal
 ESTERO MENELHUE O RAUCO

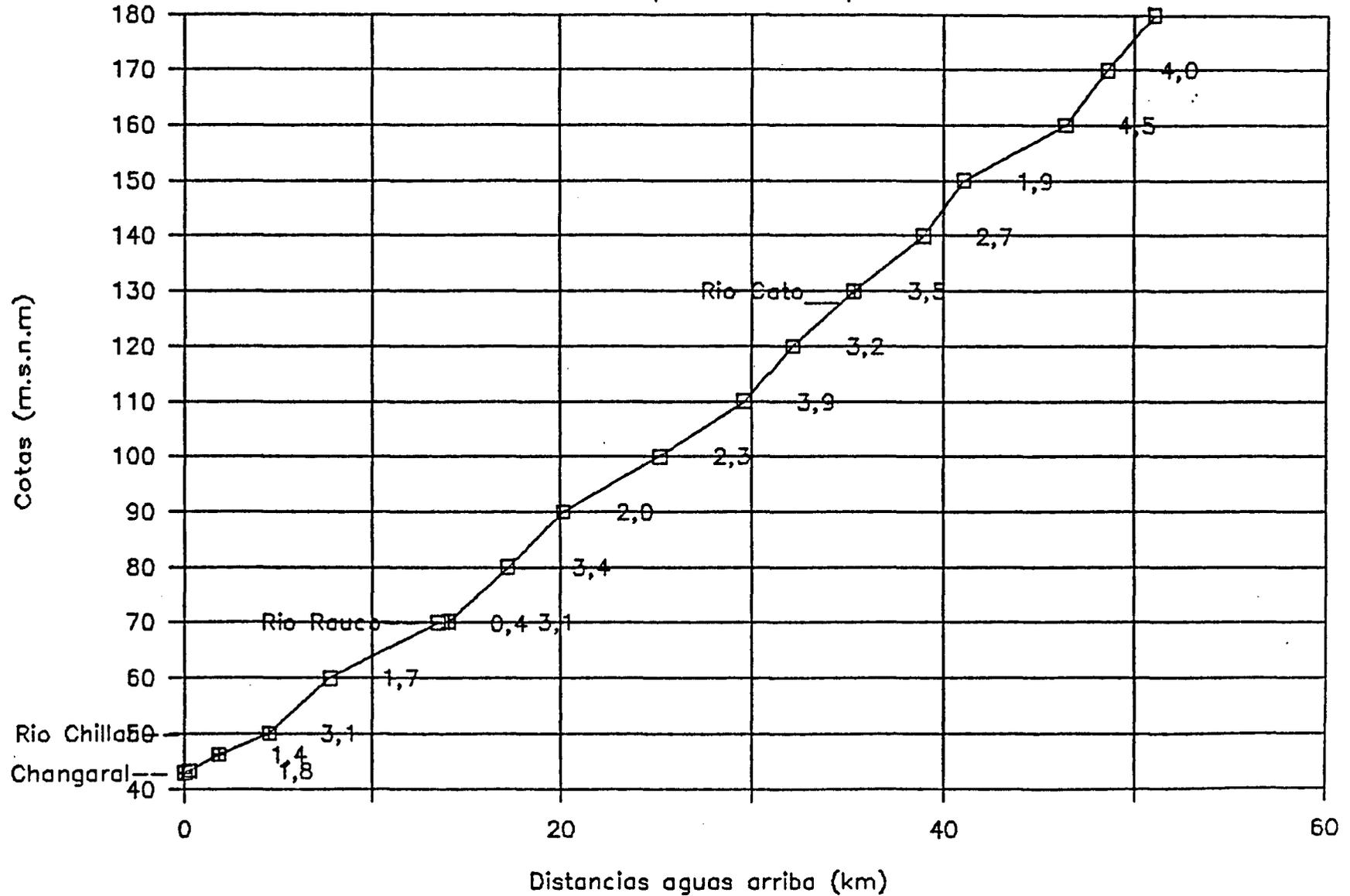


Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL
--	------------------------	--------------------------------------

Distancia (m) Acumulada Aguas Arriba	Cota Terreno (m)	Pendiente del tramo en por MIL	Cota Debembocadura:	
0	72,0	1,1	72	Rio Ñuble Lámina 6-14 (Esc 1:10.000)
450	72,5	3,8		"
1100	75,0	6,3		"
1500	77,5	5,0		"
2000	80,0	4,2		Lámina 7-14
2600	82,5	3,6		"
3300	85,0	6,3		"
3700	87,5	1,3		"
4600	88,5	2,0	88,5	Est. Pataguas
5700	90,0	2,6		"
6650	92,5	4,3		"
7800	97,5	2,2		"
8950	100,0	4,3		"
9600	102,5	4,0		"
10100	105,0	3,3		"
10850	107,5	2,4		"
11900	110,0	3,3		"
13400	115,0	1,6		"
15000	117,5	2,0		"
16250	120,0	2,4		Lámina 8-15
17300	122,5	5,0		"
17800	125,0	1,7		"
19250	127,5	2,6		"
20200	130,0	3,1		"
21000	132,5	3,3		"
21750	135,0	2,0		"
23000	137,5	6,3		"
23400	140,0	4,2		"
24000	142,5	7,1		"
24350	145,0	2,4		"
25400	147,5	3,1		"
26200	150,0	7,1		"
26550	152,5	5,8		"
26980	155,0	6,0		"
27400	157,5	2,4		"
28450	160,0	3,8		"
29100	162,5	5,0		"
29600	165,0	6,3		"
30000	167,5	5,0		"
30500	170,0	6,3		"
30900	172,5	2,3		"
32000	175,0	4,5		"
32550	177,5	3,8		"
33200	180,0	8,3		"
33500	182,5	4,2		"
34100	185,0	5,0		"
34600	187,5	7,1		"
34950	190,0			Pto término N5959050,E233600

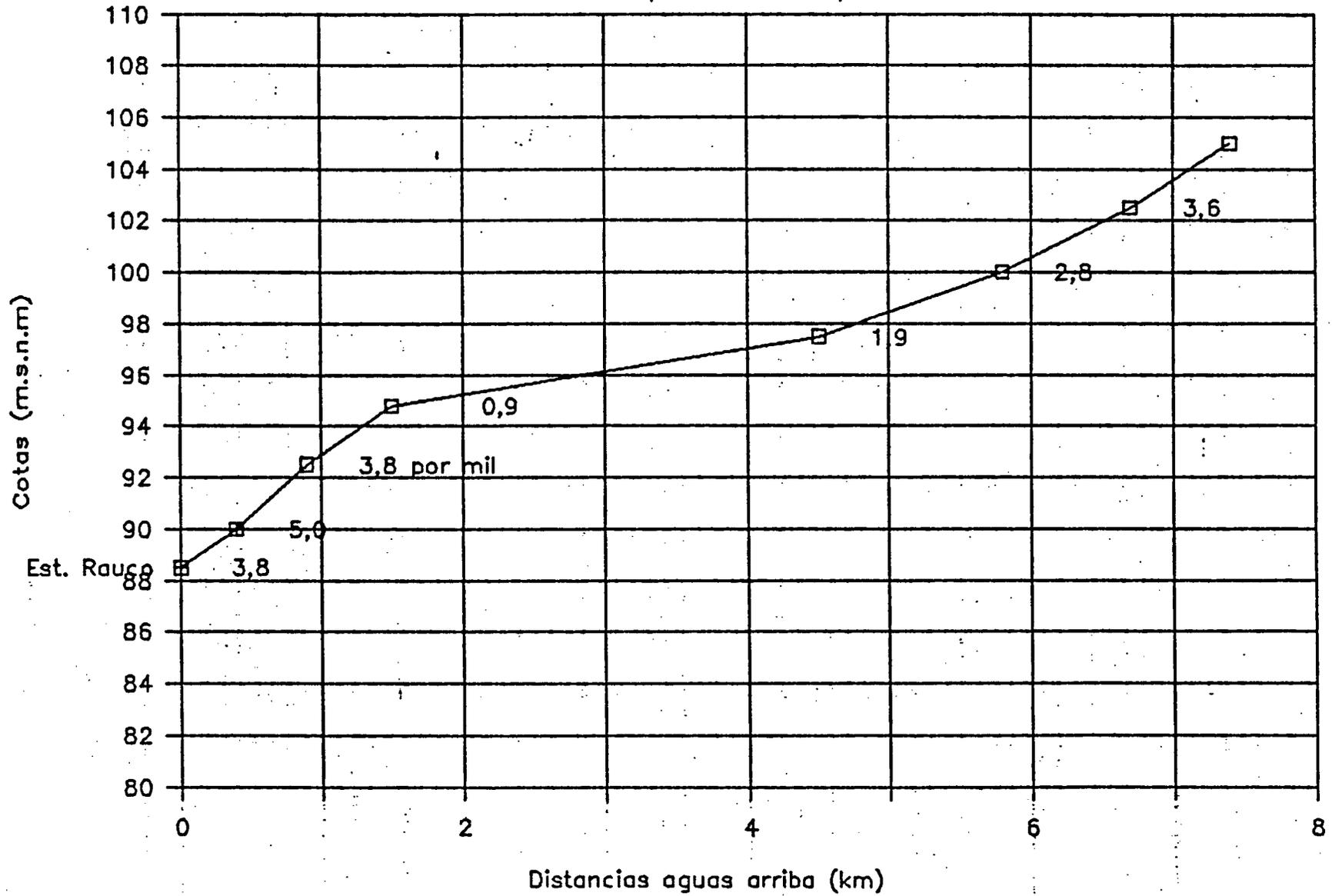
Perfil Longitudinal RIO ÑUBLE

Y Pendientes por tramos en por mil



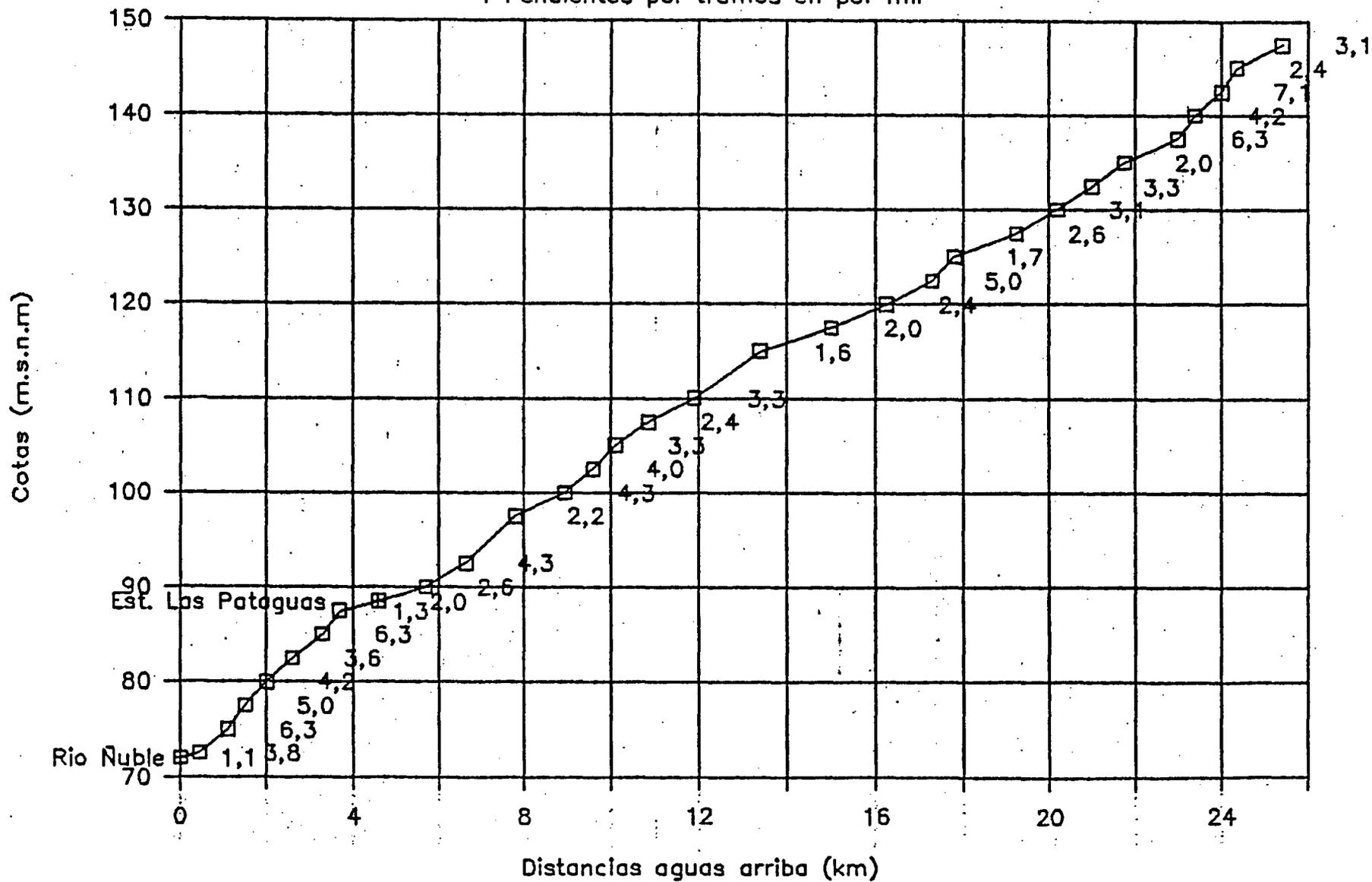
Perfil Longitudinal ESTERO PATAGUAS

Y Pendientes por tramos en por mil



Perfil ESTERO MENELHUE O RAUCO

Y Pendientes por tramos en por mil



ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO

PROYECTO ITATA

6. OBRAS MATRICES PARA EL RIEGO

6.1 ESTUDIOS DE IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE POSIBILIDADES. (ANALISIS DE POSIBILIDADES DE TRASVASES, INTERCONEXIONES Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES; OTROS USOS DEL AGUA; FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE RIEGO).

6.1.4 ANALISIS DE POSIBILIDADES DE TRASVASES, INTERCONEXIONES Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCION MATRICES

Para los efectos de visualizar las posibles redes de conducción asociadas a las obras de regulación que se considerarán en el modelo de simulación operacional del sistema Itata, se ha realizado un primer análisis de tipo general y que permite conceptualizar el tipo de obras de conducción que se incorporarían a las alternativas de riego.

Al respecto cabe mencionar que las obras de regulación identificadas en la hoya pueden agruparse de la siguiente manera (Ver plano PI-VII-1).

- a) Embalses reguladores de la hoya alta del río Ñuble (Embalse Punilla y Alternativos).
- b) Embalses precordilleranos de la Cordillera de los Andes (Cato, Niblinto, Kaiser y otros).
- c) Embalses en valle Central (Quilmo, Boyén, Lluanco, Changaral y otros).
- d) Embalses Secano Costero.
- e) Embalses en Interfluvios Costeros.

De las primeras evaluaciones muy aproximadas de recursos en los casos a), b) y c) y considerando los terrenos posibles de regar asociados al valle central, se visualiza que probablemente se necesitaría un "Conjunto de Obras de Regulación" para regar estos terrenos. Es decir, se aprecia que aparentemente no bastaría un embalse en el río Ñuble sino que habría que considerar adicionalmente otras obras de regulación. Esto llevaría a conformar Sistemas de Riego en que incluso un embalse en el río Ñuble podría ser interanual y servir de apoyo, por lo tanto, en los años secos, al resto de las obras de regulación.

6.1.4.2

El hecho anterior daría origen a una situación similar a la que se produce en el río Maule en que desde el curso principal es necesario desarrollar un canal hacia el sur que alimenta los ríos precordilleranos para poder ampliar el área de riego. Este hecho se origina por una configuración de la hoya similar a la del río Itata, ya que la hoya alta vierte en su totalidad al río Maule situación que se repite en el Ñuble pues toda la hoya alta de este río fluye hacia su cauce, siendo el resto de la hoya hidrográfica solo de precordillera y por lo tanto con muy poca agua en estiaje durante los años secos.

Considerando lo expuesto se podría concluir que un embalse importante en el río Ñuble daría origen posiblemente a un canal de interconexión y trasvase desde este río hacia el sur. El trazado de este canal sería similar al del actual canal Collico, pero de mayor longitud y con la capacidad necesaria para apoyar los regadíos sustentados por embalses de precordillera o reemplazándolos según lo que se obtenga del modelo.

También se visualiza que los embalses Boyén y Quilmo ubicados en los esteros Boyén y Quilmo, debido a su hoya aportante pequeña necesitarían canales alimentadores desde el río Chillán. Así también para el embalse Kaiser se produciría una situación similar.

De acuerdo a lo expuesto las obras de regulación definidas como a) Embalses Hoya Alta del Ñuble, b) Embalses de Precordillera y c) Embalses del Valle Central conformarían un sistema que operado como tal debería optimizar los recursos disponibles a través de canales de interconexión que conceptualmente se han descrito más arriba.

Sólo en el caso que posibles embalses en el Cato, Niblinto o Chillán fuesen suficientes para cubrir con seguridad adecuada su zona de influencia, podría llegarse a sistemas independientes entre si.

En relación a los posibles embalses definidos como d) Embalses del Secano Costero y e) Embalses en Interfluvios Costeros, en general aquellos que pudieran justificarse corresponderían a sistemas independientes entre si, es decir, hoyas cautivas sin ninguna posibilidad de trasvases o interconexiones.

6.1.5 OTROS USOS DEL AGUA

1 HIDROELECTRICIDAD

1.1 SITUACION ACTUAL

Los recursos hidroeléctricos del río Itata aún no se han desarrollado debido principalmente a que hasta ahora se han utilizado otros recursos más económicos. No obstante lo anterior, se ha constatado que últimamente se han solicitado y concedido varios derechos de aprovechamiento para desarrollar en el futuro proyectos hidroeléctricos en este río.

1.2 SITUACION FUTURA

1.2.1 Cordillera de Los Andes

Sólo en la parte alta del río Ñuble, principal afluente del río Itata, existen recursos hidroeléctricos potencialmente económicos.

A continuación se resume la situación actual de los derechos de aprovechamiento de aguas solicitados a la Dirección General de Aguas (D.G.A.), para proyectos hidroeléctricos, para la cuenca del río Itata.

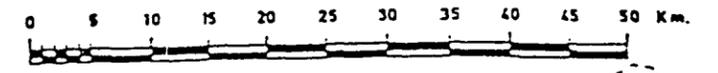
En la tabla siguiente se muestran el nombre del proyecto, el caudal solicitado, la potencia que generaría la central, la fecha de la concesión y la empresa que solicita o que obtuvo los derechos mencionados.

PROYECTO	CAUDAL m ³ /s	POTENCIA MW	FECHA	ESTADO	EMPRESA
Río Ñuble	52.0	67	06.84	concedido	CGEI S.A.
Gonzalez	16.7	22	03.92	concedido	CHILGENER
La Zorra	36.3	35	03.92	concedido	CHILGENER
Las Truchas 1	8.3	12	03.92	concedido	CHILGENER
Las Truchas 2	14.1	18	03.92	concedido	CHILGENER
Los Sauces 1	39.2	30	03.92	concedido	CHILGENER
Los Sauces 2	44.8	47	03.92	concedido	CHILGENER
Punilla	100.0	136	10.93	pendiente	MELOCOTON

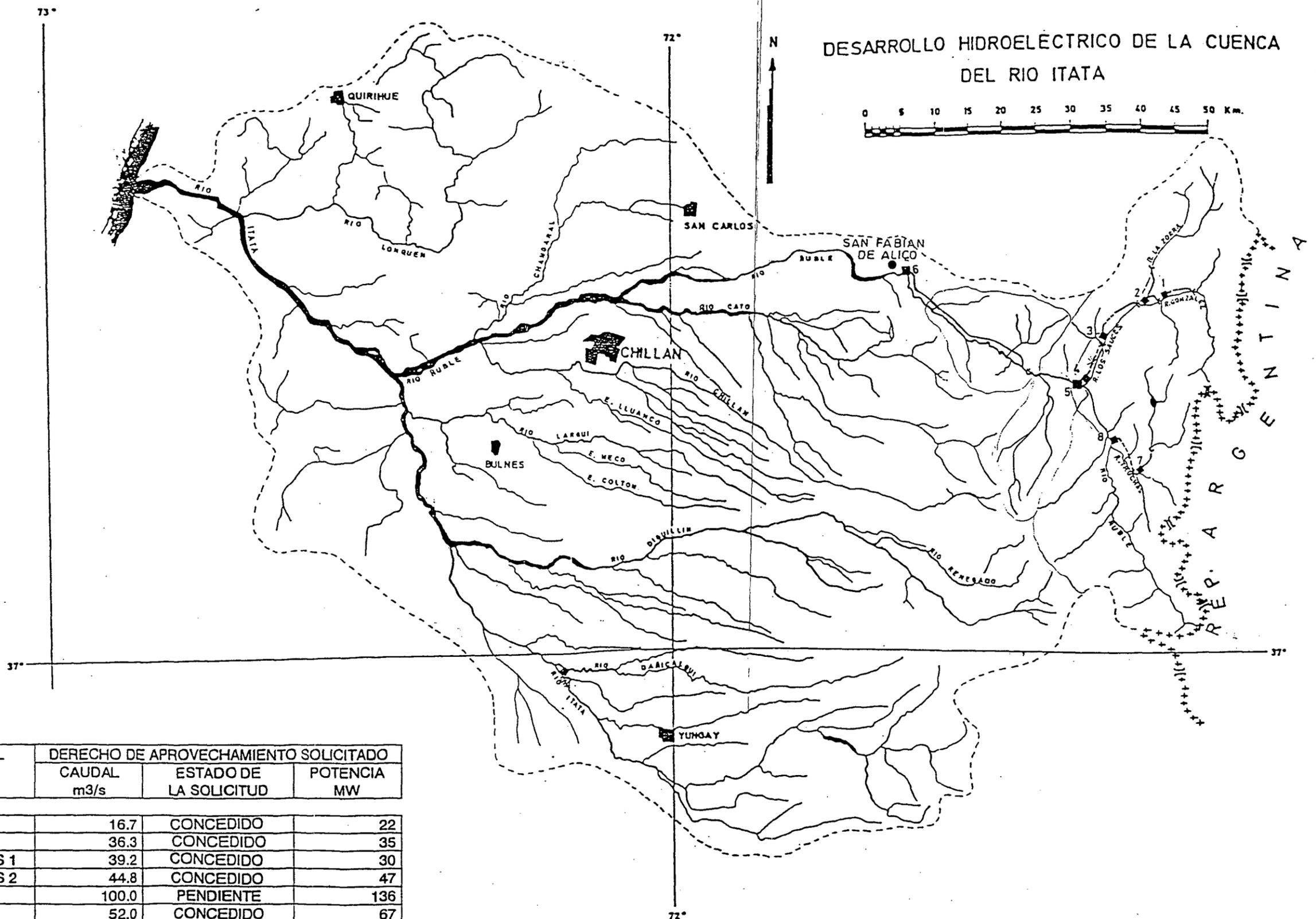
En la figura N° 6.1.5.1 se indica la ubicación de las centrales hidroeléctricas mencionadas en la tabla anterior, donde se puede apreciar que todos estos proyectos están ubicados en el sector de alta cordillera.

En la actualidad, estos ocho proyectos se encuentran en estado de evaluación preliminar o factibilidad.

DESARROLLO HIDROELECTRICO DE LA CUENCA DEL RIO ITATA



REFERENCIAS	
	TUNEL DE ADUCCION
	CANAL DE ADUCCION
	LAGO NATURAL O EMBALSE CONSTRUIDO
	CASA DE MAQUINAS
	LIMITE INTERNACIONAL
	LIMITE DE LA CUENCA



Nº	CENTRAL	DERECHO DE APROVECHAMIENTO SOLICITADO		
		CAUDAL m3/s	ESTADO DE LA SOLICITUD	POTENCIA MW
1	GONZALEZ	16.7	CONCEDIDO	22
2	LA ZORRA	36.3	CONCEDIDO	35
3	LOS SAUCES 1	39.2	CONCEDIDO	30
4	LOS SAUCES 2	44.8	CONCEDIDO	47
5	PUNILLA	100.0	PENDIENTE	136
6	RIO NUBLE	52.0	CONCEDIDO	67
7	LAS TRUCHAS 1	8.3	CONCEDIDO	12
8	LAS TRUCHAS 2	14.1	CONCEDIDO	18

Datos de la Dirección General de Aguas

FIGURA 6.1.5.1

6.1.5.2

De los siete proyectos con derechos concedidos, los que interfieren con el embalse Punilla son los correspondientes a las centrales Las Truchas 2 y Los Sauces 2.

Las características de los derechos de aprovechamiento de los proyectos Los Sauces 2 y Las Truchas 2 son las siguientes:

PROYECTO	COTA PUNTO DE CAPTACION m.s.n.m.	COTA PUNTO DE RESTITUCION m.s.n.m
Los Sauces 2	800	660
Las Truchas 2	900	730

Según los estudios realizados por esta Consultoría, la cota del nivel máximo de agua del embalse Punilla seleccionado es 772 m.s.n.m. La cota de descarga de la central Las Truchas 2 es, según el derecho concedido, 730 m.s.n.m., lo que significaría que quedaría inundada por el embalse Punilla si este se construyera hasta la cota recomendada. Este derecho limita entonces la cota máxima del embalse Punilla que puede alcanzar sólo hasta la 730 m.s.n.m.

Por otra parte, la ubicación del punto de restitución de la central Los Sauces 2 coincide con la ubicación de la presa seleccionada del embalse Punilla. Si como producto de una negociación CHILGENER aceptara trasladar su punto de restitución unos cientos de metros aguas abajo del punto actual del derecho concedido, desaparecería la interferencia con el proyecto de riego.

La interferencia con el embalse Los Monos se produce con el derecho de aprovechamiento otorgado para la central río Ñuble de la Compañía General de Electricidad Industrial (C.G.E.I.), la cual obtuvo de la Dirección General de Aguas (D.G.A.), un derecho de aprovechamiento no consuntivo por 52 m³/s. Este caudal sería captado unos 200 m aguas arriba de la confluencia con el río Damas, a la cota 600 m.s.n.m., y devuelto al mismo río Ñuble unos 3.3 km aguas abajo de la confluencia de éste río con el estero Bullileo, a la cota aproximada de 440 m.s.n.m. Esta solicitud fue aprobada mediante la Resolución N° 192 de fecha 12 de junio de 1984, copia de la cual se incluye en anexo en el capítulo 10.



6.1.5.3

El estudio preliminar de esta central, realizado por INGENDESA a fines de 1990, concluyó que la mejor manera de utilizar los derechos concedidos consistía en captar un caudal máximo de 45 m³/s en un lugar ubicado unos 150 m aguas abajo de la confluencia del estero Las Damas con el río Ñuble a la cota 572 m.s.n.m., devolviendo este recurso al río Ñuble a unos 6 km aguas abajo de su confluencia con el estero Bullileo y a la cota 430 m.s.n.m.

La C.G.E.I. solicitó un nuevo derecho de aprovechamiento para adaptarse a este nuevo esquema de desarrollo.

En el estudio que se está realizando para definir las alturas de la presa Punilla, se ha considerado que el caudal que debe entregar el embalse Punilla para la central Ñuble es de 52 m³/s, total del derecho concedido, en lugar de los 45 m³/s que se consideran como gasto de diseño de la central en el informe elaborado por INGENDESA.

Con respecto al proyecto Central Punilla de la empresa MELOCOTON, cuyo derecho de aprovechamiento aún no ha sido resuelto, cabe mencionar que podría interferir totalmente con el embalse Punilla. Sin embargo, como la situación de este derecho está pendiente, se considerará que no ha sido concedido.

De esta forma el embalse Punilla se presenta como una alternativa válida para satisfacer el riego de la zona de estudio, en que su regulación depende en parte de los derechos concedidos a la C.G.E.I. y de la demanda de los sectores de riego de aguas abajo. Para esto se ha tenido en cuenta que se realizarían conversaciones con CHILGENER S.A. que permitirían conciliar las interferencias.

Para determinar el volumen de regulación del embalse Punilla necesario para satisfacer la demanda de los sectores de riego en estudio, se tendrán en cuenta los siguientes antecedentes básicos:

- caudales afluentes al embalse
- derechos de aprovechamiento concedidos para la central Ñuble
- aportes de la hoya intermedia entre la obra de entrega del embalse y la bocatoma de la central Ñuble
- aportes de la hoya intermedia entre la bocatoma de la central Ñuble y la captación de los sectores de riego.

6.1.5.4

Por otra parte, considerando que la presa del embalse Punilla alcanzaría unos 140 m de altura, se estudiará la prefactibilidad de disponer una central hidroeléctrica al pie de la presa, con el objeto de dar al recurso hídrico un doble uso al ser utilizado tanto para el riego como para la generación de hidroelectricidad. Esto serviría también para dialogar con CHILGENER S.A. y hacer un proyecto hidroeléctrico en común.

En relación al proyecto Los Monos, debido a la gran altura de su presa, también se estudiará la posibilidad de aprovechar el salto hidráulico que genera este embalse para disponer una central hidroeléctrica a pie de presa, la que generaría los caudales entregados para riego en el verano y los excedentes de invierno.

1.2.2 Valle Central

Los proyectos de embalses ubicados en el Valle Central que han sido seleccionados en este estudio, como se verá mas adelante, son Boyén Bajo, Quilmo y Changaral, los cuales no presentan atractivos hidroeléctricos, pues sus caudales son muy pequeños y sus alturas de caída, reducidas.

1.2.3 Cordillera de La Costa

El único proyecto seleccionado en esta zona, como se verá más adelante, el embalse Puyamávida, no presenta atractivo hidroeléctrico, pues su caudal afluente es muy pequeño y su altura de caída, reducida.

1.2.4 Interfluvios Costeros

El embalse Andalién, único proyecto de regulación seleccionado en esta área, como se verá más adelante, no presenta atractivo hidroeléctrico debido a su reducido caudal afluente y a su baja altura de caída.

2. AGUA POTABLE

Para utilizar con fines de agua potable las obras de regulación estudiadas para riego se debe considerar un volumen adicional al contemplado para riego, pues ambos usos, agua potable y riego, son consuntivos.

6.1.5.5

Los diseños de los proyectos considerados en esta Consultoría han optimizado el uso del recurso hídrico con fines de riego. Los niveles máximos resultantes de esta optimización son muy cercanos a los que imponen las limitantes topográficas del vaso del embalse. Tal es el caso de los embalses Boyén Bajo, Quilmo y Changaral.

Por otra parte, los embalses Punilla y Los Monos están muy lejos de los centros importantes de consumo de agua potable.

En cuanto al embalse Andalién, para continuar con su proyecto fue necesario efectuar un levantamiento aerofotogramétrico a escala 1:10.000 de toda la del embalse, del que se dedujo una nueva curva de volumen embalsado en función de la altura del embalse, que da menores volúmenes que la derivada del plano a escala 1:50.000 del IGM (planchetas).

A la luz de esta nueva información, se ha comprobado que el embalse Andalién no dispone del volumen adicional necesario para almacenar aguas con fines de agua potable.

3. USOS INDUSTRIALES

En forma análoga al punto 2 anterior, se puede observar que, en principio, para los embalses de la zona del Valle Central, Cordillera de la Costa e Interfluvios Costeros, los diseños de las obras están cercanos a los niveles máximos posibles. Por lo tanto, se dificulta disponer de recursos hídricos adicionales para utilizarlos con fines industriales.

Además, las zonas industriales están ubicadas en la cercanía de los centros urbanos de importancia, los que están alejados de los embalses estudiados en la zona de la Cordillera de los Andes.

6.1.6. FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE RIEGO

1 INTRODUCCION

De acuerdo a lo indicado en la Oferta Técnica del Consultor, considerando los estudios de identificación y reconocimiento de obras de regulación factibles en el área del estudio, la posibilidad de utilización de los acuíferos existentes y las necesidades de trasvases e interconexiones para la operación de los embalses, se formularán alternativas de riego que posteriormente se analizarán a través de un modelo de simulación.

Para los efectos indicados se considerarán los antecedentes expuestos sobre las materias anteriores entregados a la Comisión en etapas previas y algunos análisis adicionales que se realizarán en esta fase del estudio y que se describirán en los capítulos siguientes.

Estas alternativas de riego se referirán al área del estudio correspondiente al Valle Central en primer término y la Zona del Secano e Interfluvios Costeros finalmente.

2 SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL

2.1 INTRODUCCION

En la etapa anterior de esta Consultoría se elaboró un Informe en el cual se incluyó un catastro de obras de regulación posibles de implementar en el área de la cuenca del río Itata, que abarca este estudio.

Para las distintas obras identificadas se realizó posteriormente un análisis de aquellos antecedentes que permiten definir las características básicas de un embalse y obtener a través de ellas una visión primaria de su factibilidad técnico-económica. Estos antecedentes fueron los siguientes:

- Curvas de de volumen acumulado y superficie inundada en función de la altura del embalse.
- Curvas de volumen de presa en función de su altura.
- Curvas de la relación Volumen embalsado/Volumen de presa en función de la altura de presa.
- Recursos posibles de embalsar.
- Superficie regable con cada embalse.

6.1.6.2

Con los antecedentes anteriores se hizo una preselección de los embalses cuyas características los definían como técnicamente factibles y cuyo volumen de regulación permitiría regar más de 1000 há.s.

Estos embalses preseleccionados fueron analizados considerando su ubicación, vías de acceso, hidrología, topografía general del área correspondiente, geología y geotecnia. Para los efectos anteriores se consideraron los antecedentes disponibles y se realizó un reconocimiento en el terreno del posible lugar de emplazamiento de cada uno de ellos. Esto permitió posteriormente realizar un prediseño preliminar del posible muro de presa correspondiente.

Finalmente, a base de los antecedentes anteriores se descartaron aquellas posibilidades de embalses preseleccionados que presentaban características desfavorables o cuando existía una presa alternativa de más conveniencia.

Como consecuencia de lo expuesto se seleccionó como posibilidades dignas de continuar analizándose en mayor profundidad a los siguientes embalses:

- Punilla
- Los Monos
- Cato 1
- Niblinto 2
- Kaiser
- Boyén Bajo
- Quilmo
- Changaral Alto

En esta fase de la Consultoría se efectuará un análisis económico general para seleccionar de estos embalses aquellos que serán incluidos definitivamente en las alternativas de riego que se propondrán.

Asimismo el análisis económico indicado tiene por objeto definir para las posibilidades que se seleccionan la capacidad aproximada del embalse y, por lo tanto, sus características básicas: altura de muro, volumen de embalse, zona de influencia, etc.

Los proyectos que permitirían regar una mayor superficie están ubicados en el río Ñuble y son alternativos entre sí. Estos son los embalses Punilla y Los Monos.

Los otros proyectos que permitirían regar superficies importantes del área del Valle Central son: Cato 1, Niblinto 2, Kaiser, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral Alto.

6.1.6.3

El resto de los otros proyectos de embalse ha sido descartado de acuerdo a los antecedentes expuestos en el Capítulo 6.1.1.

2.2 SELECCION DE EMBALSES

2.2.1 Análisis Económico General de los Embalses

De acuerdo a lo expuesto anteriormente se ha podido concluir que los embalses más promisorios del área del estudio corresponden a: Los Monos, Punilla, Cato 1, Niblinto 2, Kaiser, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral Alto.

Estos embalses sin embargo, presentan características muy diferentes entre sí, ya sea por la magnitud de sus obras, por su hidrología, por su geotecnia y por sus costos de realización.

En relación a los costos de estas presas cabe hacer presente que algunos de estos embalses ofrecen relaciones V_E/V_P (V embalsado Versus V presa) muy desfavorables respecto al resto de ellos, y, por lo tanto, sus costos de construcción serían mucho mayores, pudiendo incluso no justificarse su realización si los beneficios agrícolas posibles de obtener a través de el riego servido por ellos no pudieren pagar la inversión correspondiente. Así también, definir un sistema de obras que incluya algunas de alto costo, aunque se incrementa el riego y, por lo tanto, se maximiza el área regable, por otra parte, se perjudica la factibilidad económica del sistema, el que podría no resultar rentable.

Por las razones indicadas se ha estimado necesario realizar un análisis económico previo de cada uno de estos embalses de modo de determinar aquellos que realmente pueden ser económicos y sólo a base de ellos definir posteriormente el sistema de obras que se considerará en el modelo de simulación correspondiente.

Para estos efectos, se aplicarán los criterios que se indican a continuación:

- Se tratará de determinar el posible nivel de inversión que podría justificarse para el riego por há con 85% de seguridad.

Para estos efectos se estima que como elemento de comparación podrían considerarse los beneficios agrícolas actualizados correspondientes a una hectárea promedio; el costo por há del riego utilizando el acuífero existente y finalmente el valor comercial de la há regada en la actualidad en la zona cercana al proyecto.

6.1.6.4

- Se compararán los valores anteriores con los del costo de riego/há por concepto solamente de las obras de regulación.

En este caso, mediante criterios de evaluación de costos de obras de tipo general utilizadas en proyectos de embalses para hidroelectricidad se determinará los que corresponderían a cada una de las presas del análisis.

Previamente para dichas presas se harán estudios de operación de ellas que permitan determinar la superficie que pueden regar con 85% de seguridad.

De esta manera se obtendrán finalmente los valores asignables a la há regada con 85% de seguridad por concepto de las obras de regulación.

Al comparar estos valores con los posibles niveles de inversión definidos según el procedimiento indicado anteriormente, podrá establecerse qué embalses están fuera de posibilidades y por lo tanto, definir finalmente el sistema de obras que realmente debe considerarse en el modelo de simulación del riego del área del proyecto.

2.2.2 Definición de las Características de cada Embalse.

Con el objeto de definir las características de cada embalse, vale decir, su volumen de regulación, la altura de la presa y la superficie susceptible de ser regada con una seguridad de 85%, se efectuaron estudios de regulación de los proyectos que se visualizaron como los más promisorios en la etapa anterior.

Para efectuar estos estudios de regulación se partió de la estadística de caudales medios mensuales afluentes a cada embalse, los que se incluyen en el anexo 2.1. Cuando la hoya aportante no era suficiente para llenar el embalse se consideró un canal alimentador cuyo caudal fue definido a través de estos estudios de regulación.

Tal es el caso de los embalses Boyén Bajo, Quilmo y Kaiser que requerían caudales complementarios que debían ser extraídos del río Chillán. Por tal motivo fue necesario verificar si los caudales de invierno del río Chillán permitían esos trasvases hacia dichos embalses en forma simultánea.

Es necesario dejar constancia que el río Chillán puede trasvasar simultáneamente estos caudales en los meses de invierno. El período considerado para el trasvase va desde el 1° de Abril hasta el 17 de Septiembre de cada año. (140 días).

6.1.6.5

Los caudales de trasvase que permitían llenar el embalse con una seguridad 85% resultaron ser los siguientes:

- Embalse Boyén :	2,9 m ³ /s.
- Embalse Quilmo :	2,9 m ³ /s.
- Embalse Kaiser :	1,2 m ³ /s.
Total trasvasado :	<u>7,0 m³/s.</u>

Los estudios de regulación se elaboraron sobre la base de los siguientes antecedentes :

- Estadística de caudales afluentes a cada embalse
- Demandas de riego a nivel predial
- Volumen mínimo del embalse. (Aguas muertas).

Las estadísticas de caudales afluentes a cada embalse se obtuvieron a partir de la información entregada por PROITATA en su informe.

Las demandas de riego a nivel predial son las que se definieron en el estudio agrológico realizado para el área del proyecto.

Los volúmenes mínimos de cada embalse fueron obtenidos a través del mismo procedimiento que utilizó PROITATA en su informe considerando una tasa regional media de 100 ton/año/km² obtenida para el área de estudio.

Como resultado de los estudios de regulación realizados se obtuvieron los siguientes antecedentes para cada embalse:

- Cuadro de resultados del estudio de regulación.
- Cuadro de volúmenes de regulación y altura de presa según superficie regada con 85% de seguridad.
- Gráfico resumen del estudio de regulación
- Curva volumen de regulación vs superficie regada.
- Curva altura de presa vs superficie regada.

En anexo 2.1 se incluyen las curvas antes descritas para cada uno de los embalses analizados.

Mención aparte merece el estudio de regulación del embalse Punilla pues éste debe respetar el derecho de aprovechamiento

6.1.6.6

de agua no consuntivo concedido para la central Ñuble de la CGEI.

El embalse Punilla debe entregar para la central Ñuble el caudal del régimen natural del río limitado a 52 m³/s menos el caudal de la cuenca intermedia entre la presa del embalse Punilla y la captación de la central. Si este caudal más el caudal de la cuenca intermedia entre la bocatoma de la central y las bocatomas de riego es insuficiente para satisfacer las demandas de riego se debe entregar agua del embalse.

En consecuencia, para desarrollar este estudio fue necesario confeccionar previamente las estadísticas hidrológicas de las cuencas intermedias antes mencionadas. Esta información se incluye en el anexo 2.1.

2.2.3 Análisis del Costo de Riego por Concepto de las Obras de Regulación

Para cada embalse se han considerado los costos de las obras civiles asociadas a él. Estas obras son básicamente las siguientes:

- Presa
- Obras de evacuación de crecidas
- Obras de desviación para la construcción

El costo correspondiente a las obras civiles se ha determinado a partir de los costos unitarios de presas de relleno que se usan para estudios preliminares de proyectos en INGENDESA, modificándolos para incluir las obras de desviación y de evacuación de crecidas.

Para incluir el costo de las obras complementarias se incrementó el costo unitario de presa en un 34%. Este valor fue obtenido mediante el análisis de costos de presas de relleno con obras complementarias externas a la presa.

Adicionalmente cuando el embalse requiere un canal alimentador, o inunda suelos agrícolas en producción u obras viales importantes, se ha incluido su costo.

Los costos de los canales alimentadores y de los caminos inundados han sido obtenidos mediante los datos existentes en el Banco de Datos de INGENDESA para la evaluación preliminar de proyectos.

Los costos de las superficies agrícolas en producción se han estimado a un valor promedio de US\$ 800/há.

6.1.6.7

Para la determinación del costo/há asignable a cada embalse se consideró el área incremental de riego atribuida a la construcción del embalse. Los valores de la superficie incremental se obtuvieron a través del estudio de regulación.

Con los antecedentes de costos descritos anteriormente y de los estudios de regulación se ha confeccionado una curva que muestra el costo/há adicional de riego en función de la altura de la presa. Esta curva para cada embalse se incluye en el anexo 2.1.

Sobre la base de estas curvas se determinó en principio la altura de presa más adecuada a cada uno de los embalses. Los datos de estos embalses se incluyen en el siguiente cuadro:

EMBALSE	ALTURA DE PRESA (m)	COSTO TOTAL (US\$)	SUPERFICIE ADICIONAL DE RIEGO (há)	COSTO/há (US\$/há)
Punilla	134.0	145.000.000	71.000	2.042
Los Monos	88.0	139.110.000	51.000	2.728
Cato 1	124.0	154.770.000	15.200	10.182
Niblinto 2	105.5	59.328.000	7.500	7.910
Kaiser	50.0	29.587.000	3.175	9.319
Boyén Bajo	32.7	12.248.000	4.430	2.765
Quilmo	26.5	9.657.000	3.380	2.857
Changaral Alto	14.3	6.441.000	4.500	1.431

Las alturas de presas seleccionadas que se indican en este cuadro corresponden a las que tienen menor costo por há. No obstante lo anterior cuando el costo/há era relativamente uniforme en la parte baja de la curva se optó por la presa que regaba una mayor superficie. Cuando la curva de costo/há era decreciente con la altura de la presa se eligió la de mayor altura compatible con las condiciones topográficas y geológicas locales.

2.2.4 Estimación del Nivel de Inversión Máximo Aceptable para el Usuario Agrícola por Hectárea Regada con 85% de Seguridad.

En primer término se efectuó una estimación del valor presente promedio de los beneficios agrícolas en el área del proyecto, obtenido como diferencia entre lo posible de obtener en la situación de riego con 85% de seguridad y la actual. El valor obtenido fue algo superior a U.S.\$ 3.100/há.

En segundo lugar se consideró el costo del riego mecánico por há, el que según el estudio realizado (ver 6.1.2 del Informe Obras Matrices para el Riego) asciende a alrededor de U.S.\$ 2.500/há (Inversión + Gastos de Operación).

6.1.6.8

En tercer lugar se consideraron los valores comerciales correspondientes a las ofertas de predios regados en zonas cercanas al proyecto (Revista del Campo. Diario El Mercurio).

Los valores obtenidos indican que en la actualidad la tierra regada incluyendo instalaciones se cotiza aproximadamente en unos U.S. \$ 2.500/há.

2.2.5 Resultado del Análisis.

Considerando lo expuesto se estimó que las posibilidades de embalse correspondientes a Cato 1, Niblinto 2 y Kaiser cuyos costos/há ascendían a valores entre U.S. \$7.900/há a U.S. \$10.200/há no debían ser incluidos en las alternativas sobre Sistemas de Riego a considerar en las simulaciones y evaluaciones correspondientes, pues sus costos estaban muy alejados de aquellos posibles de pagar por los usuarios.

Cabe hacer presente que el resto de los embalses presenta costos que fluctúan entre 1.400 y 2.800 US\$/há y, por lo tanto, pueden ser factibles económicamente. Además el Sistema de Riego posible de plantear a base de ellos, sería bastante homogéneo en cuanto a costos de cada uno de ellos.

Como conclusión de este análisis, las posibilidades de obras de regulación de real interés para la formulación de alternativas de riego se pueden indicar que corresponden a : Los Monos, Punilla, Quilmo, Boyén Bajo y Changaral Alto.

Cabe hacer presente que durante la etapa anterior de este estudio, la Dirección General de Aguas concedió a Chilgener el derecho de aprovechamiento para la Central Los Sauces, en el río del mismo nombre y afluente del río Ñuble. Este derecho fue concedido mediante Resolución D.G.A. N° 89 de fecha 11 de Marzo de 1992 por un caudal promedio de 38,6 m³/s los que se restituirán al río Ñuble a la cota 660 m.s.n.m., vale decir, en un punto ubicado 3.1 km aguas abajo de la confluencia de los ríos los Sauces y Ñuble. Este derecho no permite desarrollar el embalse Punilla.

Aunque la exhaustiva investigación realizada por el Consultor sobre el embalse Punilla, permitió concluir que era una de las mejores soluciones para el riego del Sistema Itata, el otorgamiento de dicho derecho de aprovechamiento, en opinión del Consultor, impide que pueda ser considerado como elemento para el riego, pues ya existe una situación legal que se contrapone a la posibilidad de construir esta presa, pese a lo cual se lo seguirá considerando como alternativa viable

6.1.6.9

Por todo lo anterior, se concluye que los embalses que deberán integrar las soluciones para el riego del Valle Central son:

- Los Monos o Punilla
- Boyén Bajo
- Quilmo y
- Changaral Alto.

Cabe hacer presente que la altura elegida para la presa de Los Monos no tiene interferencias con ningún proyecto hidroeléctrico y tampoco afecta al pueblo de San Fabián de Alico.

2.3 RIEGO MECANICO

De acuerdo a lo expuesto en el Informe Obras Matrices para el Riego punto 6.1.2 Aprovechamiento de Acuíferos Existentes, el sector correspondiente al estudio constituye un relleno detrítico de materiales permeables y semipermeables saturados de agua, con un espesor del orden de 400 metros. Este material permeable saturado de agua constituye un acuífero o embalse subterráneo de mucha importancia para los efectos del riego del sector en estudio, constituyendo un recurso necesario de considerar junto a aquellos correspondientes al régimen natural de los cursos fluviales existentes en la hoya, como así también aquellos que puedan originarse a través de obras de regulación posibles de realizar para embalsar excedentes de invierno o de años muy lluviosos.

En el Informe mencionado se definen las características y costos de las instalaciones para el aprovechamiento del acuífero, las que se resumen a continuación:

SECTOR	Prof. (m)	Q (l/s)	Inversión/há Miles \$	Operación/m ³ \$
A. Interfluvio Oriental ríos Ñiquen y Ñuble	50	20	176.000	2,8
B. Junta ríos Itata y Ñuble	45	15	304.000	2,8
C. Chillán-San Ignacio- Pemuco				
Chillán (norte)	150	50	233.000	4,2
San Ignacio (centro)	125	20	480.000	2,8
Pemuco (sur)	60	15	370.000	3,7

6.1.6.10

De acuerdo a las cifras anteriores los valores extremos del costo del riego mecánico serían los siguientes:

a) Tasa de Riego de 12.000 m³/há/años

Este caso correspondería a un riego de prácticamente todo el año con aguas del acuífero.

Los costos de inversión fluctuarían entre \$175.000 y \$480.000 (U.S.\$463 y U.S.\$1.260 respectivamente).

El costo anual de operación sería de 12.000 x 2,8 = \$33.600. El valor presente de estos costos de operación para una tasa de descuento de 10% y una vida útil de 30 años alcanzaría a \$316.747.

Considerando las cifras anteriores la inversión total/há incluyendo el valor presente de la operación, fluctuaría entre \$491.747 y \$796.747, es decir, entre U.S.\$1.300 y U.S.\$2.100/há.

Esto indica que un valor máximo podría ser del orden de unos U.S.\$2.500/há.

b) Tasa de 2.000 m³/há/año

Este caso correspondería a un riego solamente de apoyo al riego gravitacional en épocas críticas.

El costo máximo sería en este caso de alrededor de U.S.\$1.500/há.

Los valores expuestos permiten visualizar que el riego mecánico utilizando el acuífero existente es ampliamente competitivo y, por lo tanto, es necesario incluirlo en las alternativas de riego que se consideren en la modelación del Riego Integral del Proyecto Itata.

Por otra parte dada la magnitud del acuífero es posible aplicar una solución a base de agua subterránea de mucha potencialidad en cuanto a área servida, la que según lo expuesto en el Informe sobre Aprovechamiento del Acuífero podría extenderse a unas 45.000 há.

2.4 POSIBLES SISTEMAS DE RIEGO UTILIZABLES

En los puntos precedentes se han analizados las posibilidades existentes para el riego del área del estudio a base de recursos provenientes de obras de regulación y del acuífero del Valle. Respecto a las obras de regulación cabe indicar que las

6.1.6.11

definidas como posibles de considerar corresponden a los embalses Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral. La potencialidad de estos embalses permitiría incorporar al riego del orden de unas 70.000 a 80.000 hás, cifra inferior a la superficie posible de regar en el sector.

En relación al riego mecánico se ha dicho que el aprovechamiento del acuífero permitiría regar del orden de unas 45.000 hás.

Estas cifras han permitido visualizar como alternativas a considerar para el regadío en primer lugar un Sistema de Obras Constituido por todos los embalses: Los Monos, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral y adicionalmente el Riego Mecánico.

Una segunda posibilidad que se estima conveniente de modelar y evaluar corresponde a un Sistema de Obras basado exclusivamente en los Embalses, excluyendo en este caso el Riego Mecánico.

Una tercera posibilidad que se estima conveniente considerar correspondería a un Sistema de Riego basado en su totalidad en el Riego Mecánico.

El consultor estima que el análisis de las 3 alternativas indicadas permitiría visualizar en forma muy clara las posibilidades que representen el aprovechamiento máximo de los recursos existentes, tanto superficiales como subterráneos, como así también diferenciar las características y conveniencia del riego considerando separadamente la utilización de ambos tipos de recursos (superficiales y subterráneos).

2.5 ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Alternativa 1

Sistema de Obras basado solamente en los embalses (Los Monos o Punilla, Boyén Bajo, Quilmo y Changaral).

Alternativa 2

Riego basado solamente en el Riego Mecánico utilizando acuífero existente.

Alternativa 3

Sistema de Obras constituido por Embalses Los Monos o Punilla, Boyén Bajo, Quilmo, Changaral y adicionalmente Riego Mecánico con recursos del acuífero existente.

3 SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS.

3.1 INTRODUCCION

Del estudio de la etapa anterior de esta Consultoría, se concluyó que los embalses que se ubican en la zona de la Cordillera de la Costa y en los Interfluvios Costeros, necesariamente deberán ser analizados como proyectos independientes por cuanto no es posible integrarlos al sistema de embalses que riegan el Valle Central.

Análisis posteriores han permitido determinar que existe la posibilidad de trasvasar aguas del río Changaral hacia el valle del río Lonquén con la presa Changaral Alto. De esta manera se estaría integrando al Sistema de embalses del Valle Central el valle del río Lonquén.

Para la definición de los embalses más promisorios de la Cordillera de la Costa y de los Interfluvios Costeros, se ha desarrollado una metodología de evaluación del todo similar a la que se presentó anteriormente para el análisis de los embalses que riegan el Valle Central.

Sin embargo, dado que en este caso se conoce a priori por los estudios agrológicos de la zona las hectáreas susceptibles de ser regadas en cada valle, el método de cálculo se circunscribe a determinar el volumen del embalse que permite regar con una seguridad 85% toda la superficie conocida.

Para aplicar esta metodología fue necesario definir las estadísticas hidrológicas de cada cuenca que se estudiaría. Estas estadísticas se obtuvieron a partir de las estadísticas hidrológicas globales del Informe PROITATA.

En el anexo 3.1 se incluyen las estadísticas correspondientes a cada embalse.

Cuando el embalse con su máxima altura posible, limitada por condiciones topográficas y/o geotécnicas, no permitía regar la totalidad del área de riego reconocida, se determinó la superficie que este embalse podría regar con 85% de seguridad.

Una vez conocidas las características de cada embalse, se determinaron sus costos usando las mismas curvas de costos y metodología de cálculo que se describieron en el capítulo 2 de este informe.

6.1.6.13

Finalmente el costo resultante de las obras de regulación/há de cada proyecto se compara con los mismos patrones de costos mostrados en el punto 2.2.4 de este informe.

3.2 SELECCION DE EMBALSES

En la etapa anterior de este informe se determinó que los embalses posibles de construir en las zonas del río Itata en la Cordillera de la Costa y en los Interfluvios Costeros son los siguientes:

a) Río Itata en la Cordillera de la Costa.

- Puyamávida
- Lonquén Alto
- Papano
- Chudal
- Ranquil
- Guarilhue
- Chorrillos
- Quilteu

b) Interfluvios Costeros

- Andalién 1
- Pingüeral
- Andalién 2

3.2.1 Embalses de la Cordillera de la Costa

En la etapa anterior mencionada se efectuó ya una preselección de ellos descartando los embalses Lonquén Bajo y Quilteu, por no disponer sectores de riego aguas abajo de ellos, y Lonquén Alto, por inundar las mejores zonas de riego del valle del río Lonquén.

Para regar el valle del río Coelemu se dispone de los posibles embalses Guarilhue y Chorrillos. Aunque desde ambos embalses se podría regar toda la zona de interés, se ha descartado el embalse Chorrillos debido a su escasa cuenca aportante, de sólo 11.2 Km², lo que limita el recurso hídrico.

Las superficies susceptibles de ser regadas en esta zona y sus calidades de suelos se muestran en el cuadro siguiente:

6.1.6.14

SUPERFICIE EN há

SUELOS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO

VALLE	EMBALSE	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TOTAL
Longuén	Puyamávida	1.551	2.096	1.346	4.993
Papano	Papano	100	161	11	272
Chudal	Chudal	287	286	210	783
Ranquil	Ranquil	137	396	120	653
Coelemu	Guarilihue	112	419	139	670

Cabe hacer notar que gran parte del área de riego del valle del río Longuén puede ser regada con el embalse Changaral Alto.

Se ha continuado el análisis sólo con los embalses que permiten regar una superficie superior a 300 há, es decir, con los embalses Puyamávida, Chudal, Ranquil y Guarilihue.

Mediante estudios de regulación se determinaron las características de los embalses Chudal, Ranquil y Guarilihue que permiten regar toda su área asociada con seguridad 85%. En el caso del embalse Puyamávida, se determinó la superficie máxima que este embalse puede regar con seguridad 85%, pues está limitado por condiciones topográficas.

Para cada uno de estos embalses se efectuó un análisis de costo de las obras de regulación y luego se determinó el costo/há correspondiente. Los valores resultantes se muestran en el cuadro siguiente:

EMBALSES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA					
EMBALSE	SUPERFICIE REGADA (há)	ALTURA DE PRESA (m)	VOLUMEN DE PRESA (m ³)	COSTO OBRAS DE REGULACION (Miles US\$)	COSTO/há (US\$/há)
Puyamávida	810	13.0	28.000	476	588
Chudal	783	20.3	235.000	3.566	4.554
Ranquil	653	24.3	414.000	6.024	9.225
Guarilihue	670	40.5	348.000	5.130	3.435

6.1.6.15

Con estos antecedentes se observa que es digno de seguir analizando sólo el embalse Puyamávida, que regaría unas 810 há del valle del río Lonquén.

El embalse Guarilhue tiene un costo por há de 3.400 US\$/há valor que excede el límite establecido como máximo que los agricultores estarían dispuestos a invertir por há para llevarlas a una seguridad de riego de un 85%. Por otra parte, los estudios agronómicos han determinado que el área de riego tiene 558 há de tierras clasificadas con tipos de suelo III y IV de un total de 670 há, lo que limitaría aún más la conveniencia de efectuar una inversión tan alta en este valle.

Por todo lo anterior se recomienda pasar a la etapa siguiente de esta Consultoría desarrollando para el área de la Cordillera de la Costa, sólo el proyecto del embalse Puyamávida en el valle del río Lonquén.

3.2.2 Embalses de los Interfluvios Costeros

En la etapa anterior de esta Consultoría, ya se efectuó una primera selección de los embalses de esta zona quedando preseleccionados Pingueral y Andalién 2. El embalse Andalién 1 fue eliminado por inundar el camino Bulnes-Concepción en una gran extensión cuya reposición sería muy onerosa.

Las superficies susceptibles de ser regadas en esta zona y sus características de suelos se muestran en el cuadro siguiente:

SUPERFICIE EN há

SUELOS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO

VALLE	EMBALSE	TIPO II	TIPO III	TIPO IV	TOTAL
Coliumo	-	-	100	60	160
Pingueral	Pingueral	-	-	136	136
Andalién	Andalién2	179	633	319	1.131

Dado que los embalses Coliumo y Pingueral riegan superficies menores que 200 há, no se ha considerado continuar con su estudio. Por otra parte la calidad de los suelos asociados a estos embalses es de tipo III y IV y en el caso específico del embalse Pingueral es sólo de tipo IV.

El estudio se continuó considerando para esta zona sólo el embalse Andalién 2, que de aquí en adelante se denominará Andalién.

6.1.6.16

Mediante estudios de regulación se determinaron las características de este embalse que permite regar toda su área asociada con seguridad 85%. Posteriormente usando la misma metodología de costo ya descrita precedentemente se definió su costo.

Los resultados obtenidos para este embalse son los siguientes:

Embalse	:	Andalién
Superficie regada	:	1131 há
Altura de presa	:	16 m
Volumen de presa	:	48.000 m ³
Costo obras de regulación	:	816.000 US\$
Costo/há	:	721 US\$/há

Cabe hacer presente que el embalse Andalién podría ser atractivo construirlo hasta una altura de presa de 30 m con lo que obtendría un volumen de regulación adicional de unos 33 millones de m³, que podría ser utilizado para abastecer de agua potable a Concepción.

Por todo lo anterior se recomienda pasar a la etapa siguiente de esta Consultoría desarrollando para la zona de los interfluvios Costeros el proyecto del embalse Andalién ubicado en el río homónimo.

A N E X O 2.1

2.1 SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL VALLE CENTRAL

Para cada embalse se incluye:

- Estadística de caudales afluentes.
- Cuadro de resultados del estudio de regulación.
- Cuadro de volúmenes de regulación y altura de presa según superficie regada con 85% de seguridad.
- Gráfico resumen del estudio de regulación.
- Curva volumen de regulación vs superficie regada.
- Curva altura de presa vs superficie regada.
- Curva de costo marginal vs altura de presa.

EMBALSE PUNILLA

RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	37.8	65.5	95.4	142.8	130.9	112.2	130.0	196.0	196.7	118.4	54.4	36.0	109.7
42/43	63.4	58.9	58.3	78.8	86.5	97.6	135.1	179.1	127.5	81.4	40.0	31.5	86.5
43/44	33.0	49.3	54.5	55.6	45.0	100.5	110.2	116.3	75.6	61.6	34.5	23.1	63.3
44/45	21.1	29.3	60.1	80.1	86.5	97.3	411.5	245.7	193.3	109.0	64.1	39.6	119.8
45/46	62.5	114.9	115.4	105.7	145.6	127.3	160.2	213.3	143.1	102.7	34.7	31.5	113.1
46/47	36.2	21.6	31.6	51.7	40.5	90.8	80.5	103.7	83.3	47.2	21.7	18.4	52.3
47/48	12.4	23.7	129.3	65.2	71.3	64.6	98.1	104.5	79.7	31.7	21.0	17.4	59.9
48/49	37.2	59.7	64.7	93.5	63.0	112.0	139.1	156.4	141.1	73.9	31.7	51.1	85.3
49/50	19.5	36.7	119.2	62.4	81.3	40.3	60.2	52.3	35.9	30.7	18.6	23.3	48.4
50/51	35.9	94.0	197.0	73.8	41.3	78.9	93.7	214.5	206.3	174.3	107.5	36.5	112.8
51/52	13.5	14.3	43.1	113.2	66.4	130.7	121.5	128.4	107.3	97.2	74.5	38.4	79.0
52/53	21.2	199.9	30.8	76.9	55.4	70.6	81.4	76.7	47.9	33.1	22.7	17.0	61.1
53/54	17.7	49.6	88.0	62.7	111.3	192.9	112.0	277.4	203.8	91.9	50.2	29.7	107.3
54/55	33.2	83.8	97.5	67.0	86.0	64.6	122.2	260.1	58.9	47.6	34.5	25.8	81.8
55/56	17.7	21.0	75.2	43.7	57.1	64.6	94.6	109.7	58.7	90.2	29.5	20.9	56.9
56/57	21.2	45.2	38.1	152.0	80.1	61.9	108.3	127.6	70.0	32.8	21.4	18.6	64.8
57/58	14.0	42.3	44.7	72.1	104.0	68.4	95.6	129.0	86.8	38.0	21.7	14.6	60.9
58/59	16.8	49.8	147.0	164.0	104.0	86.0	159.0	169.0	75.2	38.3	30.7	25.7	88.8
59/60	148.4	127.0	107.0	153.0	80.7	161.8	133.2	177.0	125.0	72.5	33.2	24.2	111.9
60/61	20.7	22.2	99.5	73.8	47.4	63.1	155.9	157.2	87.0	48.2	22.4	34.0	69.3
61/62	17.3	16.9	60.5	127.3	72.4	153.2	208.6	199.9	137.8	70.9	29.3	26.2	93.4
62/63	48.0	15.6	31.9	29.3	57.4	52.7	82.9	69.0	31.0	18.9	18.9	16.8	39.4
63/64	15.7	19.1	29.9	65.1	76.1	89.5	142.0	194.0	169.0	92.7	45.4	25.9	80.4
64/65	12.7	15.2	25.3	29.6	34.2	70.9	96.9	90.8	92.4	40.0	26.5	21.6	46.3
65/66	82.8	101.0	145.0	121.0	124.0	68.2	142.0	194.0	152.0	78.5	41.4	25.6	106.3
66/67	26.8	53.5	94.6	142.0	63.3	84.2	133.0	179.0	192.0	109.0	60.7	35.6	97.8
67/68	20.9	44.4	36.7	32.1	55.7	63.5	148.0	157.0	94.0	41.7	28.5	22.2	62.1
68/69	15.7	13.0	15.7	16.0	28.3	33.5	39.3	51.6	35.7	24.3	19.8	14.3	25.6
69/70	21.8	95.5	190.0	108.0	111.0	98.8	83.6	117.0	108.0	52.1	27.8	18.8	86.0
70/71	15.7	19.3	45.9	57.1	69.5	75.7	120.0	143.0	125.0	64.8	35.6	22.1	66.1
71/72	18.1	109.0	64.2	139.0	124.0	83.6	141.0	145.0	94.4	46.7	26.5	23.4	84.6
72/73	18.0	235.0	368.0	74.5	295.0	155.0	162.0	204.0	162.0	79.8	38.2	23.5	151.3
73/74	17.2	69.4	71.6	96.8	63.9	62.5	115.0	136.0	70.4	32.2	20.9	18.6	64.5
74/75	16.7	46.0	100.0	67.8	58.9	67.2	144.0	154.4	100.0	46.2	37.1	20.2	71.5
75/76	26.7	101.0	157.0	165.0	90.2	107.0	124.7	185.0	140.0	54.0	29.0	16.9	99.7
76/77	13.5	13.9	81.9	43.1	46.8	72.3	127.0	150.0	90.7	45.5	28.3	17.2	60.9
77/78	14.7	54.9	61.9	135.9	74.8	129.3	195.0	207.4	142.2	63.3	30.6	20.8	94.2
78/79	16.3	32.8	57.1	199.8	67.5	110.0	210.8	227.2	128.0	52.3	29.6	18.7	95.8
79/80	17.0	36.8	26.2	134.0	239.7	154.5	110.0	133.0	121.0	51.0	44.1	36.5	92.0
80/81	127.9	311.0	186.0	160.5	96.5	73.6	92.5	82.2	68.2	38.8	25.5	19.8	106.9
81/82	19.7	336.0	138.1	90.5	96.2	75.1	87.7	75.6	43.4	30.8	24.6	16.8	86.2
82/83	15.4	56.5	155.0	220.0	105.0	218.0	184.0	186.0	201.0	113.0	59.9	32.3	128.8
83/84	25.5	29.9	110.0	69.5	67.6	64.0	111.0	114.0	55.7	29.9	20.6	15.5	59.4
84/85	14.7	30.6	38.5	94.1	49.8	106.0	192.0	176.0	171.0	96.9	48.2	31.7	87.5
85/86	29.7	78.8	76.9	127.0	52.9	69.1	110.0	115.0	62.4	31.3	20.4	15.2	65.7
86/87	36.7	195.0	347.0	84.2	93.8	67.0	110.0	125.0	108.0	77.1	31.4	26.8	108.5
87/88	17.8	21.1	60.9	58.1	58.5	88.8	144.0	118.4	63.6	40.0	27.2	21.8	60.0
88/89	14.9	17.7	69.4	65.2	101.0	60.2	99.4	132.0	74.9	40.8	22.5	16.5	59.5
89/90	12.0	11.5	33.2	38.6	60.1	63.6	87.8	92.2	53.8	25.4	16.8	17.8	42.7
PROM	29.2	69.2	93.4	93.4	84.1	91.9	129.5	149.9	108.0	61.4	34.4	24.4	80.7
STD	26.7	71.9	71.3	45.9	46.2	37.7	54.4	52.5	49.2	31.4	16.7	8.0	25.4
Qm/Qa	0.36	0.86	1.16	1.16	1.04	1.14	1.60	1.86	1.34	0.76	0.43	0.30	1.00

C. INT. (C. ÑUB. - C. PUN.)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	4.4	17.2	23.7	33.6	41.3	17.0	12.9	19.9	16.3	10.5	9.1	7.7	17.8
42/43	6.3	11.8	12.8	18.0	29.5	18.7	17.3	13.0	8.6	7.8	6.8	5.8	13.0
43/44	5.0	14.9	10.0	12.4	12.6	24.2	11.9	8.6	7.2	6.0	5.9	4.9	10.3
44/45	4.5	10.3	22.2	18.3	34.6	19.4	30.5	19.3	12.1	10.1	10.7	9.0	16.8
45/46	8.7	24.0	19.8	24.6	30.6	21.7	15.5	21.0	8.6	6.6	5.9	4.5	16.0
46/47	3.7	7.2	8.2	17.9	9.7	17.3	9.6	9.2	7.3	4.8	4.0	3.4	8.5
47/48	3.0	3.8	16.8	14.4	12.0	10.6	12.9	7.3	5.6	4.6	3.7	3.2	8.2
48/49	6.4	9.6	13.0	31.5	12.0	27.8	18.5	11.3	9.8	7.7	6.9	6.5	13.4
49/50	5.1	34.5	39.7	14.0	9.5	7.3	6.2	5.2	5.3	4.8	4.1	3.8	11.6
50/51	8.9	28.9	32.6	16.3	38.8	25.6	14.7	16.9	11.4	12.9	10.1	7.0	18.7
51/52	5.0	13.1	41.7	39.2	19.6	21.3	14.2	11.2	9.2	7.9	7.0	7.1	16.4
52/53	5.0	12.0	15.1	17.2	11.7	11.5	8.9	6.1	5.1	5.2	4.7	4.1	8.9
53/54	4.8	29.8	16.3	23.5	33.4	45.7	17.1	14.6	11.3	8.8	7.7	6.7	18.3
54/55	6.2	10.5	22.7	28.1	20.8	12.5	11.0	9.4	8.1	6.9	5.7	4.8	12.2
55/56	4.1	5.6	25.3	9.5	12.6	14.0	10.7	7.5	7.0	9.1	5.3	8.9	10.0
56/57	8.4	15.5	9.8	35.9	20.6	12.0	11.3	9.1	6.1	5.5	4.7	4.0	11.9
57/58	3.1	12.1	12.5	18.8	36.7	14.9	10.4	11.7	11.9	6.7	5.2	4.2	12.3
58/59	4.2	12.5	35.7	39.4	33.2	18.7	16.8	15.6	7.7	6.7	5.6	4.8	16.7
59/60	32.3	22.2	21.6	41.3	18.1	26.7	12.6	9.3	7.3	7.0	5.6	4.7	17.4
60/61	4.5	3.6	21.0	14.8	9.9	9.9	15.6	9.0	6.1	6.1	3.9	5.0	9.1
61/62	3.5	3.3	10.4	29.9	12.7	34.5	25.6	10.7	7.0	6.2	5.0	4.1	12.7
62/63	3.7	3.4	11.0	7.5	11.2	7.2	10.1	5.0	3.8	3.1	2.9	2.7	6.0
63/64	3.2	3.8	7.4	20.9	27.0	24.6	18.8	14.5	11.0	12.6	6.0	4.7	12.9
64/65	3.5	3.8	6.7	8.6	13.2	12.4	9.9	7.6	11.2	7.0	6.3	3.4	7.8
65/66	14.6	14.5	20.4	32.5	35.1	13.0	18.3	13.6	13.9	8.0	5.9	4.8	16.2
66/67	5.6	8.0	23.9	32.6	17.3	15.7	13.4	11.0	25.4	11.7	7.9	5.9	14.9
67/68	4.6	12.8	8.5	9.1	15.6	13.7	16.4	11.6	7.5	5.2	5.0	4.2	9.5
68/69	3.7	3.0	3.7	4.5	7.2	5.6	5.8	6.6	4.9	3.6	3.0	2.9	4.5
69/70	4.1	13.4	43.2	24.6	24.8	20.5	10.6	8.6	7.1	6.2	5.1	4.4	14.4
70/71	3.9	4.9	14.9	18.7	20.3	10.5	10.5	8.3	8.8	6.5	5.8	4.3	9.8
71/72	3.8	20.3	16.2	30.9	24.2	12.9	12.1	6.1	10.0	7.1	5.6	5.2	12.9
72/73	4.1	54.6	43.9	20.8	43.5	27.6	24.9	18.3	9.7	7.0	5.7	4.9	22.1
73/74	4.2	14.9	13.0	23.6	12.9	8.0	13.2	9.4	5.8	5.8	4.9	4.5	10.0
74/75	3.7	7.6	28.6	18.3	13.6	11.0	9.5	7.1	6.2	5.6	6.4	4.6	10.2
75/76	6.0	16.4	29.4	35.6	16.6	11.1	10.9	10.9	7.6	6.4	7.7	6.0	13.7
76/77	3.7	3.7	11.5	8.4	10.5	11.8	17.8	11.8	6.8	5.8	4.5	4.1	8.4
77/78	3.7	8.0	15.4	40.2	24.8	15.8	18.9	13.8	9.8	6.4	5.4	6.5	14.1
78/79	3.7	5.4	10.0	44.2	13.1	20.7	23.6	16.2	9.5	6.5	5.3	4.7	13.6
79/80	3.6	7.7	5.4	24.7	33.4	22.7	11.5	13.4	14.9	7.6	12.5	10.3	14.0
80/81	20.8	40.1	42.1	36.3	25.6	12.4	10.0	8.2	8.7	7.9	7.0	6.3	18.8
81/82	7.6	48.8	28.3	19.6	16.5	14.0	9.0	6.5	4.9	4.6	5.0	4.3	14.1
82/83	3.8	14.9	32.7	36.8	24.5	36.8	33.0	13.7	9.4	9.0	7.8	5.9	19.0
83/84	5.2	6.8	21.9	21.4	15.1	12.1	10.9	7.6	5.5	4.7	4.4	3.6	9.9
84/85	3.1	9.5	11.0	32.0	11.1	16.6	17.3	12.6	8.7	7.5	5.5	4.4	11.6
85/86	4.5	15.4	11.8	23.2	8.5	10.8	13.8	11.3	5.8	4.1	3.8	3.4	9.7
86/87	5.3	31.7	51.6	14.3	20.8	12.2	9.6	20.3	13.3	5.8	5.2	4.8	16.3
87/88	3.8	4.9	11.7	38.1	27.4	15.5	18.3	9.6	6.4	5.2	4.4	4.2	12.5
88/89	3.5	3.5	12.6	13.7	27.6	14.3	8.9	6.9	5.6	5.1	4.3	3.5	9.1
89/90	2.9	2.6	9.9	9.3	13.4	9.0	7.5	6.3	4.8	3.6	3.5	3.9	6.4
PROM	5.7	14.0	20.0	23.4	20.7	16.9	14.3	11.1	8.7	6.8	5.8	5.0	12.7
STD	4.9	11.7	11.7	10.5	9.7	8.0	5.7	4.1	3.7	2.1	1.9	1.6	3.8
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

C. INT. (BT C.ÑUB. - DESC. C.ÑUB.)

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.6	13.9	19.2	27.3	33.5	13.8	10.4	16.2	13.2	8.5	7.4	6.2	14.4
42/43	5.1	9.6	10.4	14.6	24.0	15.1	14.0	10.6	7.0	6.3	5.5	4.7	10.6
43/44	4.1	12.1	8.1	10.0	10.2	19.6	9.6	7.0	5.8	4.9	4.8	4.0	8.3
44/45	3.6	8.3	18.0	14.9	28.1	15.7	24.7	15.6	9.8	8.2	8.7	7.3	13.6
45/46	7.1	19.4	16.1	19.9	24.8	17.6	12.6	17.0	7.0	5.3	4.8	3.7	12.9
46/47	3.0	5.8	6.6	14.5	7.9	14.1	7.8	7.5	5.9	3.9	3.2	2.8	6.9
47/48	2.5	3.1	13.7	11.7	9.7	8.6	10.4	5.9	4.5	3.8	3.0	2.6	6.6
48/49	5.2	7.8	10.6	25.6	9.8	22.5	15.0	9.2	7.9	6.2	5.6	5.3	10.9
49/50	4.1	28.0	32.2	11.4	7.7	5.9	5.0	4.2	4.3	3.9	3.3	3.1	9.4
50/51	7.2	23.4	26.4	13.2	31.5	20.7	11.9	13.7	9.2	10.4	8.2	5.7	15.1
51/52	4.0	10.6	33.8	31.8	15.9	17.3	11.5	9.1	7.5	6.4	5.7	5.7	13.3
52/53	4.1	9.8	12.2	13.9	9.5	9.3	7.2	5.0	4.1	4.2	3.8	3.3	7.2
53/54	3.9	24.2	13.2	19.0	27.1	37.1	13.9	11.8	9.2	7.1	6.3	5.4	14.8
54/55	5.0	8.5	18.4	22.7	16.9	10.2	9.0	7.6	6.6	5.6	4.6	3.9	9.9
55/56	3.3	4.5	20.5	7.7	10.2	11.4	8.7	6.1	5.7	7.4	4.3	7.2	8.1
56/57	6.8	12.6	7.9	29.1	16.7	9.8	9.2	7.4	4.9	4.4	3.8	3.3	9.6
57/58	2.5	9.8	10.1	15.2	29.7	12.1	8.4	9.5	9.6	5.4	4.2	3.4	10.0
58/59	3.4	10.1	28.9	32.0	26.9	15.1	13.7	12.7	6.2	5.4	4.5	3.9	13.6
59/60	26.2	18.0	17.5	33.5	14.7	21.7	10.2	7.5	6.0	5.6	4.6	3.8	14.1
60/61	3.6	2.9	17.0	12.0	8.0	8.0	12.7	7.3	5.0	5.0	3.1	4.0	7.4
61/62	2.8	2.7	8.4	24.2	10.3	28.0	20.8	8.7	5.6	5.0	4.1	3.3	10.3
62/63	3.0	2.7	8.9	6.1	9.1	5.8	8.2	4.0	3.1	2.5	2.4	2.2	4.8
63/64	2.6	3.1	6.0	17.0	21.9	19.9	15.2	11.8	9.0	10.2	4.8	3.8	10.4
64/65	2.9	3.1	5.5	7.0	10.7	10.0	8.0	6.1	9.1	5.7	5.1	2.8	6.3
65/66	11.8	11.8	16.6	26.4	28.5	10.6	14.9	11.0	11.2	6.5	4.8	3.9	13.2
66/67	4.6	6.5	19.4	26.4	14.1	12.7	10.9	9.0	20.6	9.5	6.4	4.8	12.1
67/68	3.7	10.4	6.9	7.4	12.7	11.1	13.3	9.4	6.1	4.2	4.0	3.4	7.7
68/69	3.0	2.4	3.0	3.7	5.9	4.6	4.7	5.4	4.0	2.9	2.5	2.3	3.7
69/70	3.3	10.8	35.1	19.9	20.1	16.6	8.6	7.0	5.8	5.0	4.1	3.5	11.7
70/71	3.2	4.0	12.1	15.1	16.5	8.5	8.5	6.7	7.1	5.3	4.7	3.5	7.9
71/72	3.1	16.5	13.1	25.0	19.6	10.4	9.8	4.9	8.1	5.7	4.6	4.2	10.4
72/73	3.3	44.3	35.6	16.9	35.3	22.4	20.2	14.8	7.9	5.6	4.6	4.0	17.9
73/74	3.4	12.0	10.6	19.1	10.4	6.5	10.7	7.7	4.7	4.7	4.0	3.6	8.1
74/75	3.0	6.2	23.2	14.8	11.0	9.0	7.7	5.7	5.0	4.5	5.2	3.7	8.3
75/76	4.9	13.3	23.8	28.9	13.5	9.0	8.8	8.8	6.1	5.2	6.3	4.9	11.1
76/77	3.0	3.0	9.3	6.8	8.5	9.6	14.5	9.6	5.5	4.7	3.6	3.3	6.8
77/78	3.0	6.5	12.5	32.6	20.1	12.8	15.3	11.2	7.9	5.2	4.4	5.3	11.4
78/79	3.0	4.4	8.1	35.9	10.6	16.8	19.1	13.2	7.7	5.3	4.3	3.8	11.0
79/80	2.9	6.3	4.4	20.0	27.1	18.4	9.3	10.8	12.1	6.2	10.1	8.3	11.3
80/81	16.8	32.5	34.1	29.4	20.8	10.0	8.1	6.7	7.1	6.4	5.7	5.1	15.2
81/82	6.2	39.6	22.9	15.9	13.4	11.4	7.3	5.3	3.9	3.7	4.0	3.5	11.4
82/83	3.0	12.1	26.5	29.8	19.9	29.8	26.8	11.1	7.6	7.3	6.4	4.8	15.4
83/84	4.2	5.6	17.8	17.4	12.2	9.8	8.8	6.2	4.5	3.8	3.6	2.9	8.1
84/85	2.5	7.7	9.0	26.0	9.0	13.5	14.1	10.2	7.1	6.1	4.5	3.6	9.4
85/86	3.6	12.5	9.6	18.8	6.9	8.7	11.2	9.2	4.7	3.3	3.1	2.8	7.9
86/87	4.3	25.7	41.9	11.6	16.9	9.9	7.8	16.5	10.8	4.7	4.2	3.9	13.2
87/88	3.1	4.0	9.5	30.9	22.2	12.6	14.9	7.8	5.2	4.2	3.6	3.4	10.1
88/89	2.8	2.8	10.2	11.1	22.3	11.6	7.2	5.6	4.5	4.1	3.5	2.9	7.4
89/90	2.4	2.1	8.0	7.5	10.8	7.3	6.1	5.1	3.9	2.9	2.8	3.1	5.2
PROM	4.6	11.4	16.2	19.0	16.8	13.7	11.6	9.0	7.0	5.5	4.7	4.1	10.3
STD	3.9	9.5	9.5	8.5	7.9	6.5	4.6	3.4	3.0	1.7	1.5	1.3	3.1
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE PUNILLA

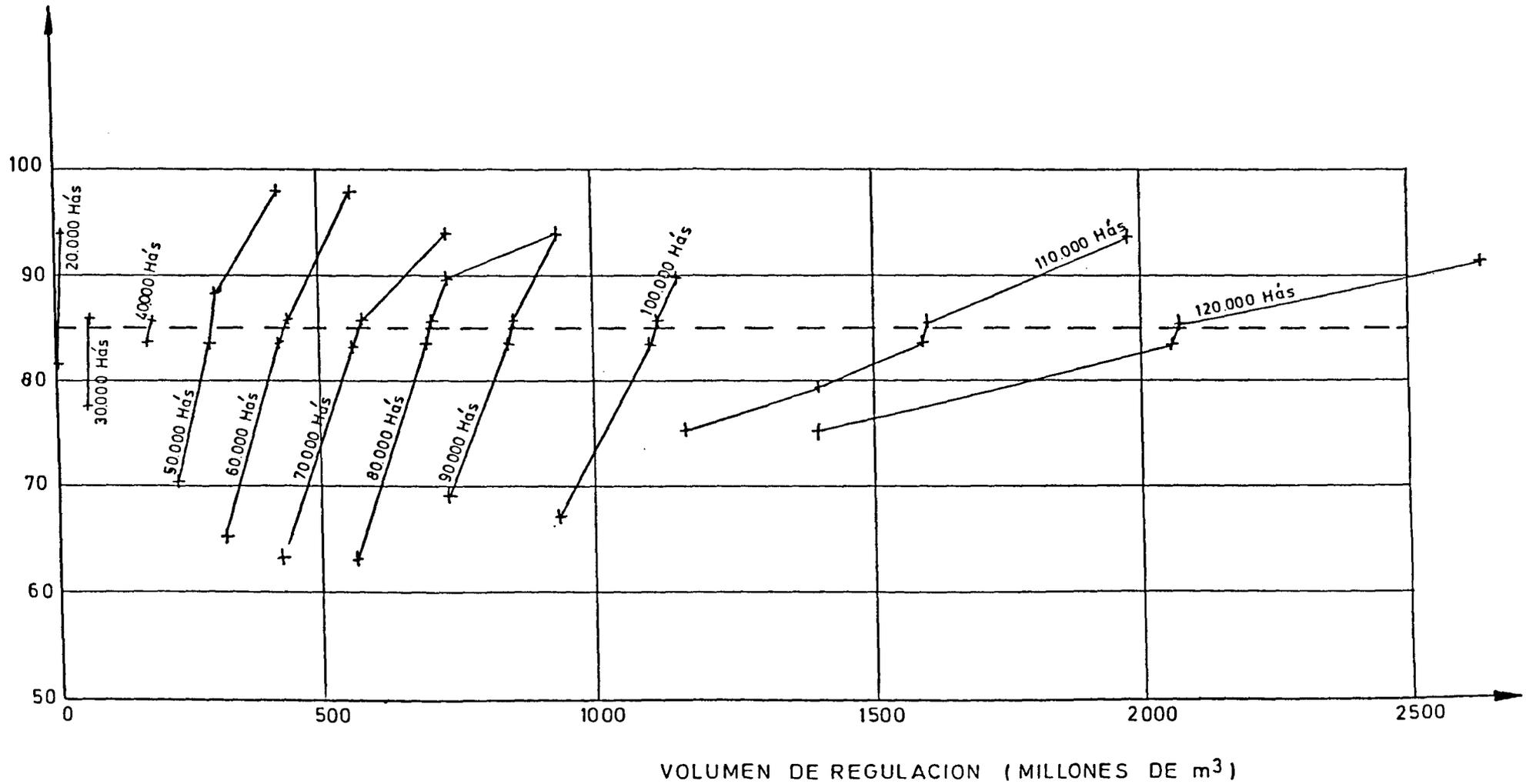
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
20000	29.9	0.0	81.9
	34.9	5.0	89.5
	39.9	10.0	93.9
30000	84.9	55.0	77.6
	89.9	60.0	85.7
40000	199.9	170.0	83.9
	209.9	180.0	85.7
50000	257.0	227.1	71.4
	319.9	290.0	83.7
	329.9	300.0	87.8
	343.6	313.7	89.8
60000	453.4	423.5	98.0
	343.6	313.7	65.3
	453.4	423.5	83.7
	469.9	440.0	85.7
70000	595.0	565.1	98.0
	453.4	423.5	63.3
	595.0	565.1	83.7
	609.9	580.0	85.7
80000	769.2	739.3	93.9
	595.0	565.1	63.3
	729.9	700.0	83.7
	739.9	710.0	85.7
90000	769.2	739.3	89.8
	968.0	938.1	93.9
	595.0	565.1	40.8
	769.2	739.3	69.4
100000	879.9	850.0	83.7
	889.9	860.0	85.7
	968.0	938.1	93.9
	769.2	739.3	44.9
110000	968.0	938.1	67.3
	1139.9	1110.0	83.7
	1149.9	1120.0	85.7
	1189.1	1159.2	89.8
120000	1198.1	1168.2	75.5
	1437.2	1407.3	79.6
	1619.9	1590.0	83.7
	1629.9	1600.0	85.7
120000	2011.2	1981.3	93.9
	1437.2	1407.3	75.5
	2089.9	2060.0	83.7
	2099.9	2070.0	85.7
	2671.8	2641.9	91.8

EMBALSE PUNILLA
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

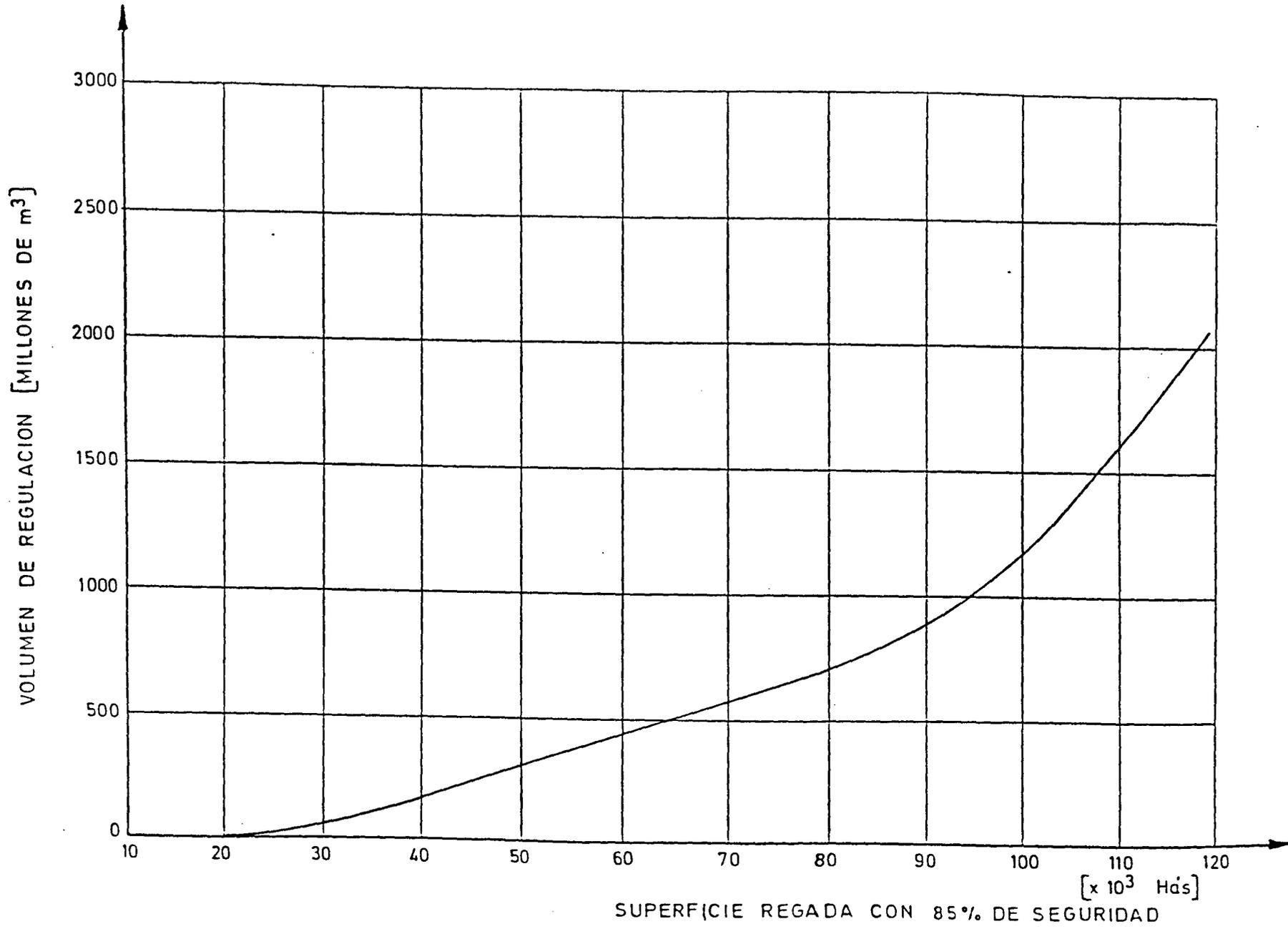
SUREFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
20000	2.5	32.4	681.0	38.5
30000	60	89.9	700.0	57.5
40000	175	204.9	723.0	80.5
50000	290	319.9	737.5	95.0
60000	435	464.9	751.0	108.5
70000	575	604.9	761.0	118.5
80000	705	734.9	768.0	125.5
90000	855	884.9	776.5	134.0
100000	1117	1146.9	787.5	145.0
110000	1595	1624.9	806.5	164.0
120000	2065	2094.9	822.5	180.0

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE PUNILLA A2

SEGURIDAD DE RIEGO
(%)

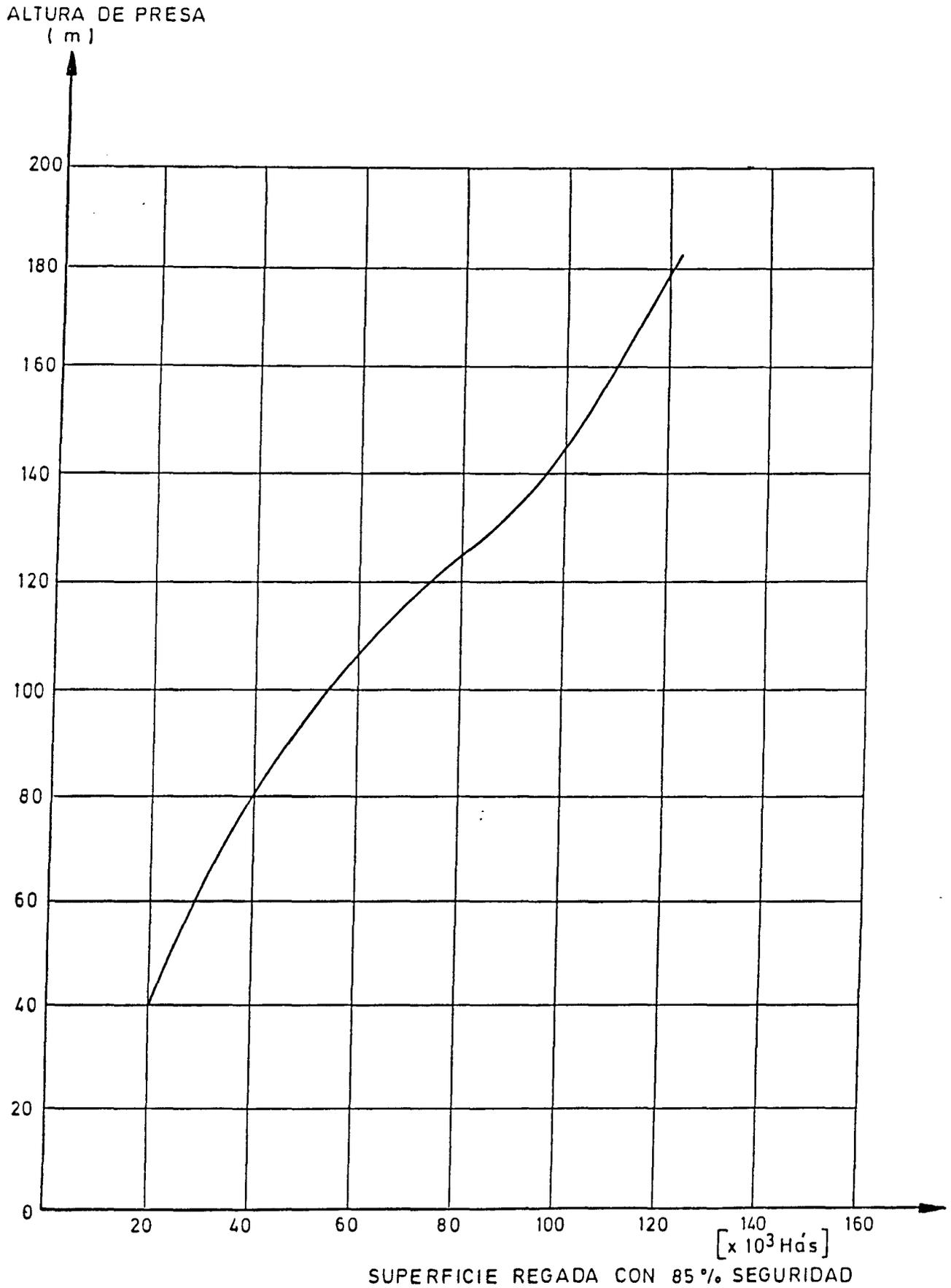


EMBALSE PUNILLA A2
VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE PUNILLA A2

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



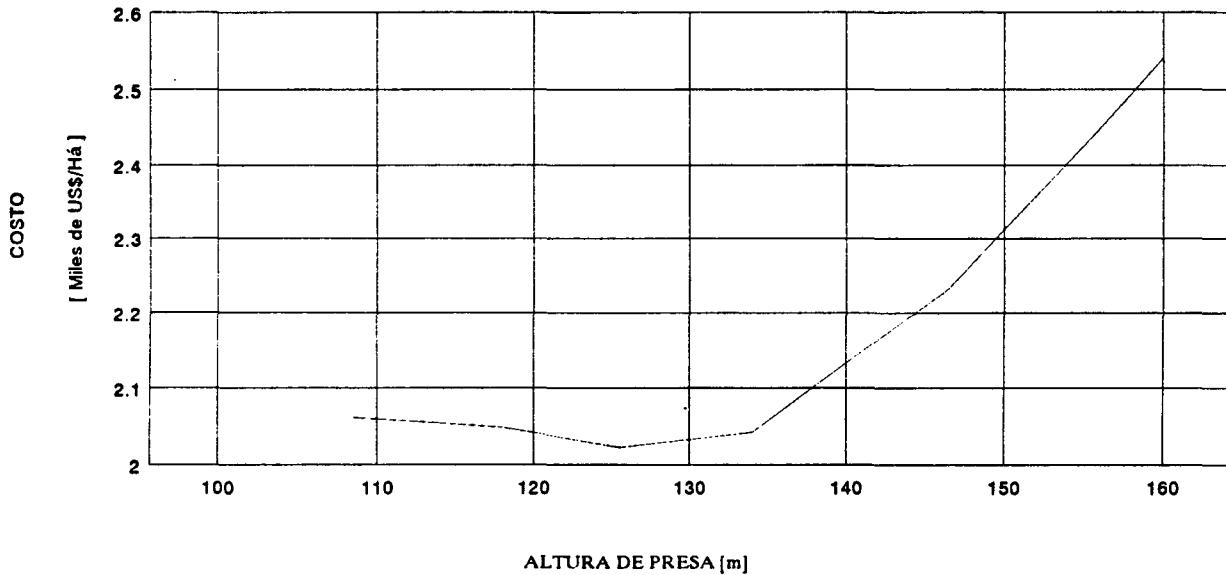
EMBALSE PUNILLA ANALISIS DE COSTOS

Superficie regada sin embalse 19000 Hás

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m3]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m3]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	SUP.REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
108.5	60000	7.0	12.08	84.53	41000	2062
118	70000	8.8	11.88	104.50	51000	2049
125.5	80000	10.5	11.75	123.38	61000	2023
134	90000	12.5	11.60	145.00	71000	2042
146.5	100000	15.8	11.44	180.75	81000	2232
160	108000	20.1	11.25	226.13	89000	2541

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas.

COSTO DE Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

EMBALSE LOS MONOS

RIO ÑUBLE EN EMBALSE LOS MONOS

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	54.0	101.8	148.1	245.9	236.0	178.2	185.5	246.0	246.2	138.8	67.4	43.3	157.6
42/43	90.6	91.5	90.6	135.6	156.0	154.9	192.8	224.7	159.6	95.4	49.6	37.9	123.3
43/44	47.2	76.7	84.7	95.7	81.2	159.6	157.3	145.9	94.6	72.2	42.8	27.8	90.5
44/45	30.2	45.6	93.3	138.0	156.0	154.6	587.0	308.4	242.0	127.8	79.3	47.7	167.5
45/46	89.3	178.7	179.2	181.9	262.6	202.1	228.6	267.7	179.1	120.3	43.0	37.9	164.2
46/47	51.7	33.5	49.1	88.9	73.0	144.3	114.9	130.2	104.3	55.3	26.9	22.1	74.5
47/48	17.6	36.9	200.8	112.2	128.5	102.6	139.9	131.2	100.1	37.2	26.0	20.9	87.8
48/49	53.2	92.8	100.5	160.9	113.6	177.9	198.4	196.3	176.6	86.6	39.3	61.5	121.5
49/50	27.8	57.1	185.0	107.5	146.6	64.0	85.8	65.6	44.9	35.9	23.1	28.1	72.6
50/51	51.3	146.1	305.9	127.1	74.6	125.3	133.7	269.2	258.2	204.3	133.1	43.9	156.1
51/52	19.3	22.3	66.8	194.8	119.8	207.6	173.4	161.1	134.3	113.9	87.2	46.2	112.2
52/53	30.2	310.8	47.8	132.4	99.9	111.6	116.2	96.5	60.0	38.8	28.2	20.5	91.1
53/54	25.3	77.1	136.7	108.0	200.7	306.4	159.8	348.1	255.1	107.8	62.2	35.7	151.9
54/55	47.4	130.4	151.4	115.4	155.1	102.6	174.4	326.4	73.7	55.7	42.7	31.1	117.2
55/56	25.3	32.7	116.7	75.2	102.9	102.6	135.0	137.7	73.5	105.7	36.5	25.2	80.8
56/57	30.3	70.3	59.2	261.7	144.4	98.3	154.6	160.1	87.7	38.5	26.5	22.3	96.2
57/58	19.6	60.7	87.7	131.8	192.6	119.8	148.2	177.0	127.7	59.6	29.5	17.5	97.6
58/59	24.4	80.9	219.0	228.2	157.4	127.8	188.0	192.4	98.3	44.9	38.0	30.9	119.2
59/60	212.0	228.3	150.2	256.9	137.6	256.9	190.1	213.0	154.8	87.8	41.1	29.1	163.1
60/61	29.6	26.5	154.5	127.1	85.5	100.1	222.4	197.3	108.4	55.4	27.7	45.3	98.3
61/62	24.6	26.3	104.1	219.2	130.6	243.2	297.6	251.0	172.5	82.9	36.3	31.6	135.0
62/63	68.6	24.3	71.1	54.6	109.8	90.2	141.8	105.0	45.9	27.9	23.4	20.3	65.2
63/64	22.5	29.6	62.5	157.7	184.7	205.7	233.3	292.6	245.8	131.5	56.2	31.1	137.8
64/65	18.1	23.7	39.3	58.8	62.8	112.7	156.0	123.8	115.7	55.7	42.0	26.0	69.5
65/66	115.7	157.1	251.0	246.1	246.8	107.3	226.4	276.7	205.9	92.0	51.3	30.8	167.3
66/67	37.2	73.2	158.5	256.0	103.1	134.9	199.2	246.8	288.3	127.7	68.4	40.3	144.5
67/68	29.8	81.1	55.3	50.4	91.1	91.8	210.9	199.6	110.9	48.3	34.6	26.8	85.9
68/69	22.5	20.3	21.8	24.9	47.1	49.6	55.6	73.9	51.2	36.9	24.6	17.2	37.1
69/70	27.1	121.0	406.7	187.5	179.2	154.6	119.3	142.1	131.9	59.7	36.8	27.5	132.8
70/71	23.5	35.0	94.9	108.7	143.5	112.1	169.0	178.6	161.6	82.5	44.6	27.3	98.4
71/72	21.6	186.3	90.6	232.5	198.0	115.6	175.5	173.8	125.6	57.4	32.9	30.0	120.0
72/73	25.7	365.4	571.3	146.3	453.8	246.2	256.9	244.8	178.5	101.0	47.2	28.3	222.1
73/74	24.6	107.9	111.2	166.7	115.2	99.3	164.1	163.6	91.3	37.8	26.0	22.3	94.2
74/75	20.6	72.8	168.1	103.7	98.5	108.6	170.6	193.8	120.4	56.5	54.1	26.4	99.5
75/76	41.9	150.9	195.1	284.1	108.0	125.2	177.8	189.3	157.4	75.5	42.3	25.0	131.0
76/77	18.1	20.5	127.2	63.7	96.9	111.4	204.5	209.6	113.6	52.1	29.5	20.7	89.0
77/78	17.1	80.9	109.2	234.0	134.9	205.3	248.2	260.3	182.1	74.1	36.6	21.7	133.7
78/79	17.5	45.9	88.7	344.1	107.4	175.9	300.8	285.1	160.3	57.5	30.2	22.4	136.3
79/80	17.6	46.3	36.6	255.8	432.3	245.3	137.3	177.6	172.3	68.1	72.3	62.4	143.7
80/81	182.8	408.7	377.6	276.4	179.9	101.3	115.7	101.2	83.5	50.9	30.1	21.3	160.8
81/82	28.5	443.0	214.4	138.6	153.8	117.8	117.4	97.8	54.3	36.1	30.4	24.1	121.4
82/83	21.9	101.7	263.4	316.7	156.1	302.1	274.6	228.9	228.2	124.5	66.9	37.1	176.8
83/84	33.6	45.3	208.9	120.8	100.9	90.1	137.2	135.7	61.8	32.3	24.3	19.1	84.2
84/85	17.7	49.4	67.6	194.9	80.5	171.9	292.9	247.2	216.0	108.3	57.1	35.9	128.3
85/86	37.7	142.3	122.1	207.9	95.4	101.1	162.3	159.4	72.5	37.7	27.6	23.7	99.1
86/87	56.4	322.0	484.8	138.3	157.5	106.5	148.7	156.9	135.3	90.3	38.9	32.3	155.7
87/88	25.5	32.8	101.6	99.9	105.5	141.1	205.4	148.5	79.6	53.8	33.6	26.2	87.8
88/89	21.3	27.5	92.1	112.2	182.2	101.1	150.9	152.8	94.8	44.3	27.9	19.9	85.6
89/90	17.1	17.9	51.5	66.5	108.3	101.1	125.3	115.7	62.1	30.3	20.8	26.2	61.9
PROM	41.1	105.3	150.5	161.1	146.7	144.2	184.9	190.4	136.7	73.8	42.8	30.2	117.3
STD	38.4	102.9	113.6	75.6	77.0	58.5	78.5	66.8	63.8	36.5	20.4	10.2	36.3
Qm/Qa	0.35	0.90	1.28	1.37	1.25	1.23	1.58	1.62	1.17	0.63	0.36	0.26	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE LOS MONOS

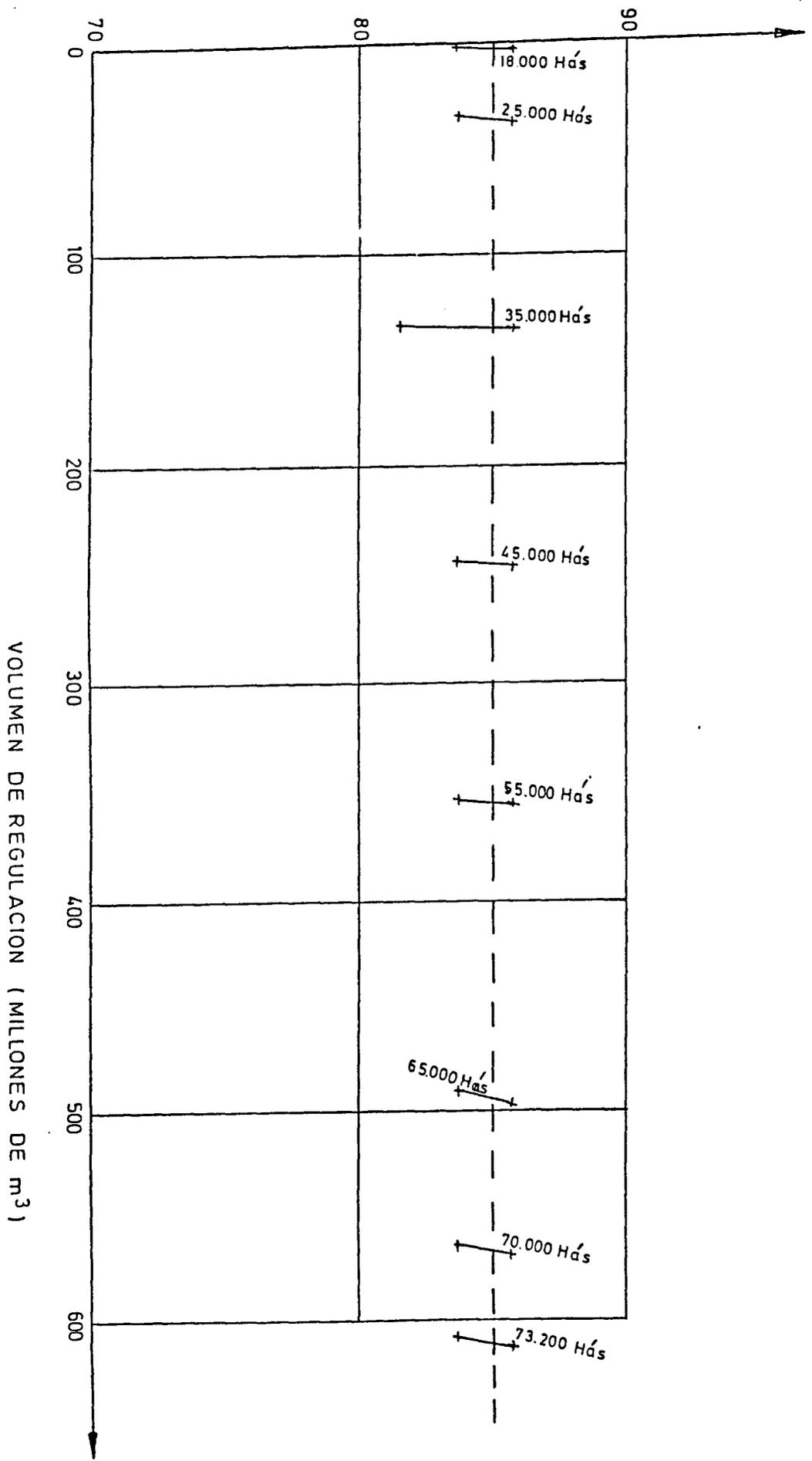
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
18000	41.5	0.0	83.7
	42.5	1.0	85.7
25000	75.5	34.0	83.7
	77.5	36.0	85.7
35000	176.5	135.0	81.6
	178.5	137.0	85.7
45000	287.5	246.0	83.7
	290.5	249.0	85.7
55000	395.5	354.0	83.7
	397.5	356.0	85.7
65000	535.5	494.0	83.7
	540.5	499.0	85.7
70000	605.5	564.0	83.7
	610.5	569.0	85.7
73200	650.5	609.0	83.7
	655.6	614.1	85.7

EMBALSE LOS MONOS
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
18000	0.65	42.15	374.0	34.5
25000	35.30	76.80	382.0	42.5
35000	136.66	178.16	396.5	57.0
45000	247.95	289.45	407.0	67.5
55000	355.30	396.80	415.2	75.7
65000	497.25	538.75	424.2	84.7
70000	567.25	608.75	427.5	88.0
73200	612.33	653.83	429.7	90.2

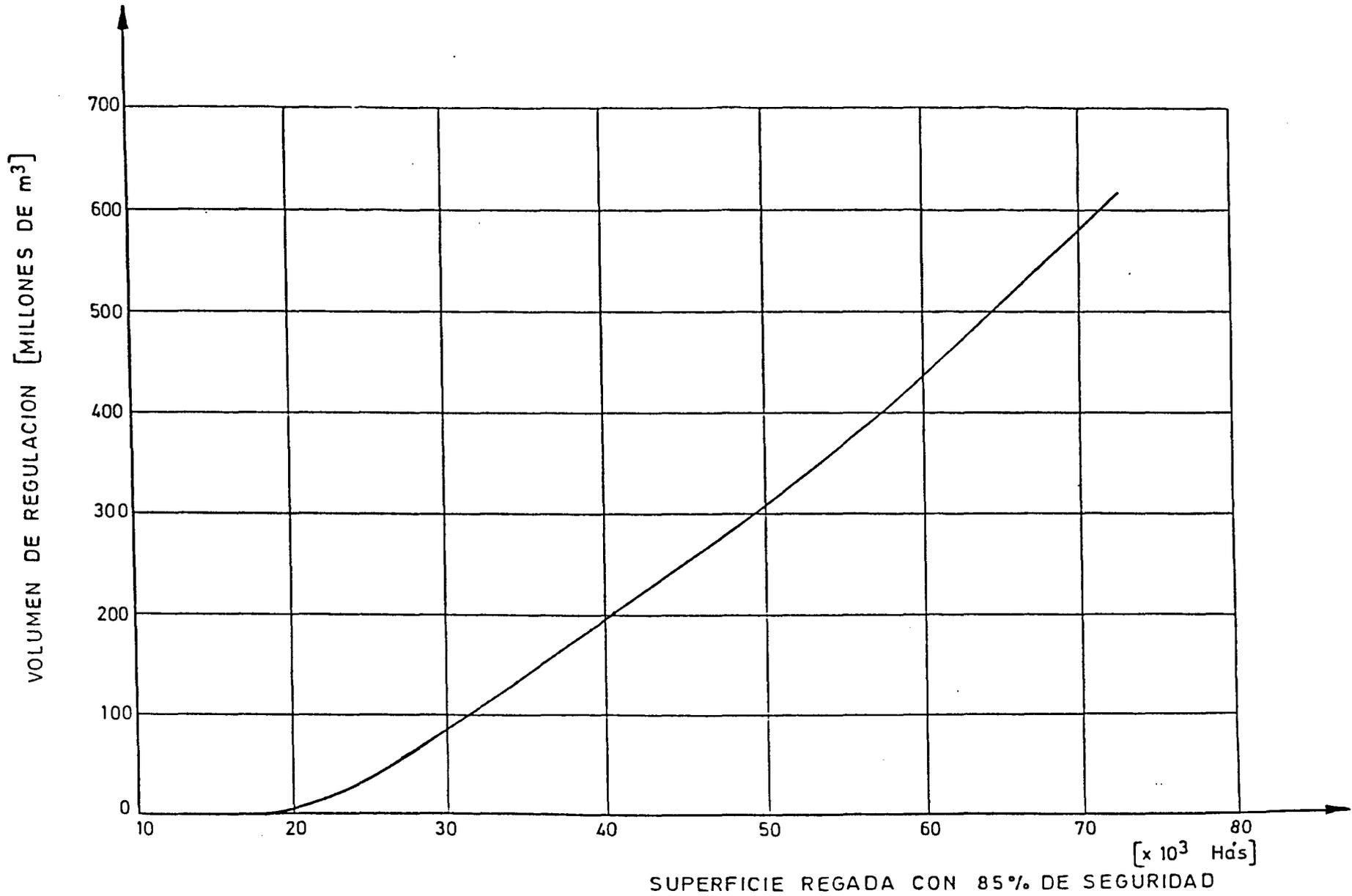
ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE LOS MONOS

SEGURIDAD DE RIEGO (%)



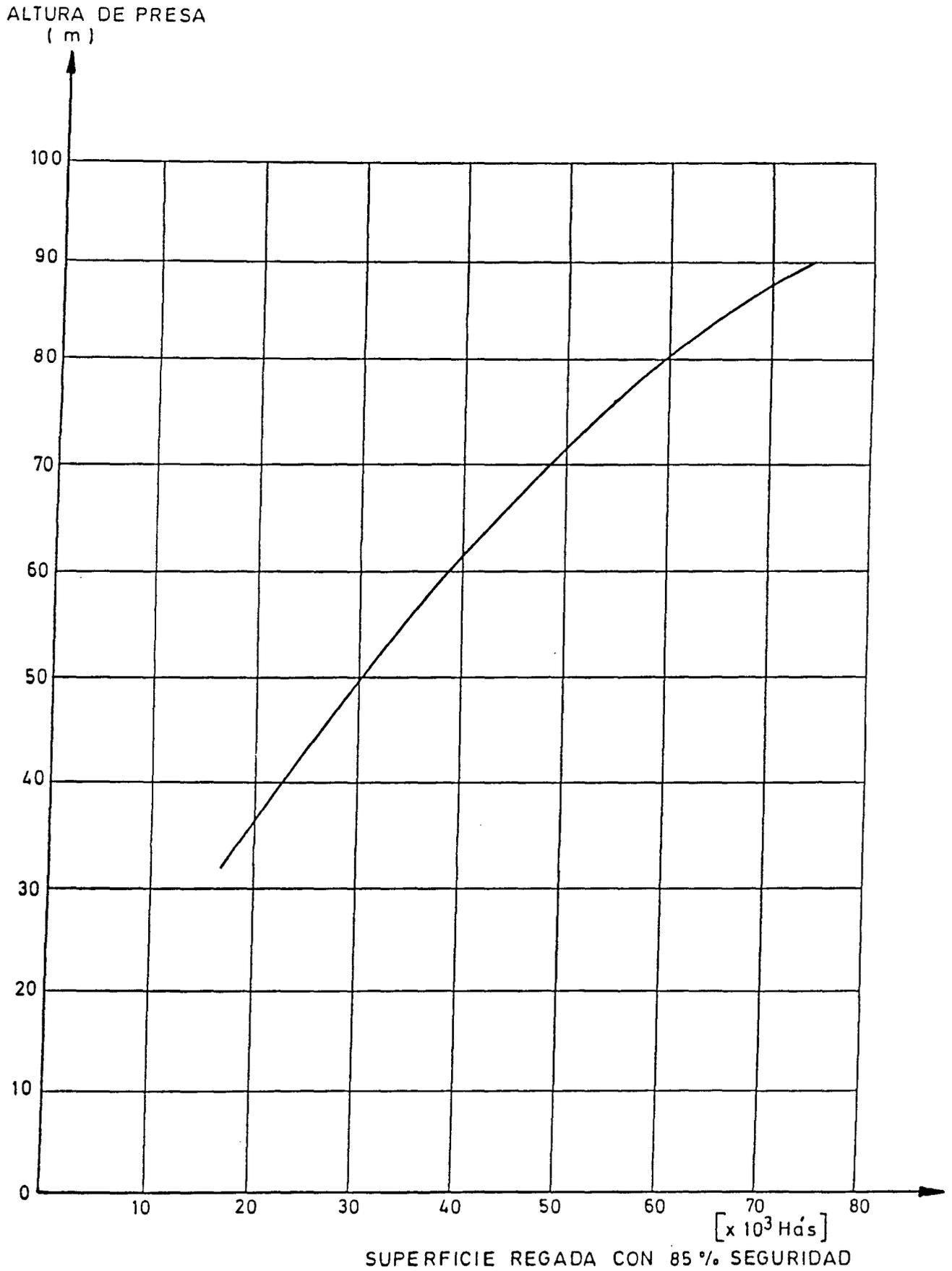
EMBALSE LOS MONOS

VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE LOS MONOS

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



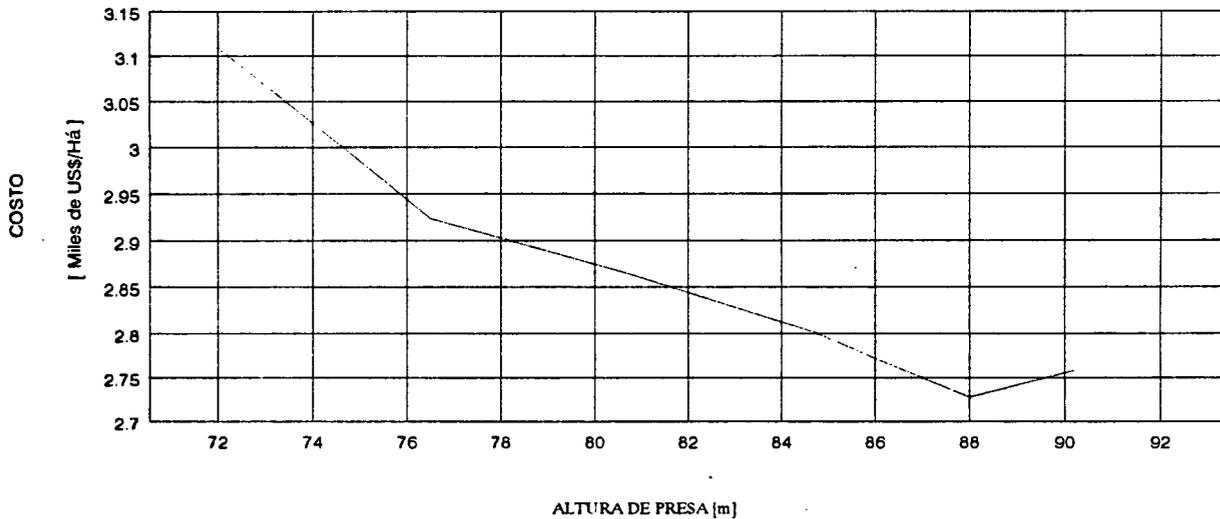
EMBALSE LOS MONOS ANALISIS DE COSTOS

Superficie regada sin embalse	19000 Hás
Costo Há. inundada	900 US\$/Há
Costo pantalla impermeable	1000 US\$/m ²
Costo unitario de camino	310 US\$/m

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	SUPERF. INUNDADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m ³]	COSTO UNIT. PRESA [US\$/m ³]	PANTALLA IMPERMEAB [Miles m ²]	LONGITUD CAMINO [Km]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	COSTO TOTAL [Mill.US\$]	SUP. REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HAS]
72.0	50000	1320	6.1	12.18	20.03	2.9	74.27	96.38	31000	3109
76.5	55000	1460	6.8	12.10	21.03	2.0	82.28	105.25	36000	2923
80.8	60000	1600	7.8	11.98	21.95	2.0	93.41	117.42	41000	2864
84.7	65000	1820	8.7	11.90	22.79	2.9	103.53	128.85	46000	2801
88.0	70000	2060	9.5	11.83	23.46	4.7	112.34	139.11	51000	2728
90.2	73200	2160	10.4	11.75	23.91	4.7	122.20	149.51	54200	2758

(*) Este costo incluye las obras de; desviación y evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— PRESA SELECCIONADA.

EMBALSE CATO 1

RIO CATO EN EMBALSE CATO 1

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.9	15.2	21.0	29.8	36.6	15.1	11.4	17.6	14.4	9.3	8.1	6.8	15.8
42/43	5.6	10.4	11.3	15.9	26.2	16.5	15.3	11.5	7.6	6.9	6.0	5.2	11.5
43/44	4.5	13.2	8.8	11.0	11.2	21.4	10.5	7.6	6.3	5.3	5.2	4.3	9.1
44/45	3.9	9.1	19.7	16.2	30.6	17.2	27.0	17.1	10.7	9.0	9.5	7.9	14.8
45/46	7.7	21.2	17.6	21.8	27.1	19.3	13.7	18.6	7.6	5.8	5.2	4.0	14.1
46/47	3.2	6.4	7.3	15.9	8.6	15.4	8.5	8.2	6.5	4.2	3.5	3.1	7.6
47/48	2.7	3.4	14.9	12.8	10.6	9.4	11.4	6.5	4.9	4.1	3.2	2.8	7.2
48/49	5.6	8.5	11.5	27.9	10.7	24.6	16.4	10.0	8.7	6.8	6.1	5.8	11.9
49/50	4.5	30.6	35.1	12.4	8.4	6.5	5.5	4.6	4.7	4.3	3.6	3.4	10.3
50/51	7.9	25.6	28.9	14.4	34.4	22.6	13.0	15.0	10.1	11.4	9.0	6.2	16.5
51/52	4.4	11.6	36.9	34.7	17.3	18.9	12.6	9.9	8.2	7.0	6.2	6.3	14.5
52/53	4.5	10.7	13.4	15.2	10.4	10.1	7.9	5.4	4.5	4.6	4.2	3.6	7.9
53/54	4.3	26.4	14.4	20.8	29.5	40.5	15.1	12.9	10.0	7.8	6.8	5.9	16.2
54/55	5.5	9.3	20.1	24.8	18.4	11.1	9.8	8.3	7.2	6.1	5.0	4.2	10.8
55/56	3.6	5.0	22.4	8.4	11.2	12.4	9.5	6.7	6.2	8.1	4.7	7.9	8.8
56/57	7.4	13.7	8.7	31.8	18.2	10.7	10.0	8.1	5.4	4.8	4.1	3.6	10.5
57/58	2.7	10.7	11.0	16.6	32.5	13.2	9.2	10.4	10.5	5.9	4.6	3.7	10.9
58/59	3.7	11.0	31.6	34.9	29.4	16.5	14.9	13.8	6.8	5.9	4.9	4.2	14.8
59/60	28.6	19.7	19.1	36.6	16.0	23.7	11.2	8.2	6.5	6.2	5.0	4.1	15.4
60/61	4.0	3.2	18.6	13.1	8.7	8.7	13.8	8.0	5.4	5.4	3.4	4.4	8.1
61/62	3.1	3.0	9.2	26.5	11.2	30.6	22.7	9.5	6.2	5.5	4.4	3.6	11.3
62/63	3.3	3.0	9.7	6.7	9.9	6.4	9.0	4.4	3.3	2.8	2.6	2.4	5.3
63/64	2.8	3.4	6.6	18.5	23.9	21.8	16.6	12.9	9.8	11.2	5.3	4.2	11.4
64/65	3.1	3.4	6.0	7.6	11.7	11.0	8.8	6.7	9.9	6.2	5.6	3.0	6.9
65/66	12.9	12.9	18.1	28.8	31.1	11.5	16.2	12.1	12.3	7.1	5.2	4.2	14.4
66/67	5.0	7.1	21.2	28.9	15.4	13.9	11.9	9.8	22.5	10.4	7.0	5.2	13.2
67/68	4.1	11.3	7.5	8.1	13.8	12.1	14.5	10.3	6.6	4.6	4.4	3.7	8.4
68/69	3.2	2.7	3.2	4.0	6.4	5.0	5.1	5.9	4.4	3.2	2.7	2.6	4.0
69/70	3.6	11.8	38.3	21.8	22.0	18.2	9.4	7.6	6.3	5.5	4.5	3.9	12.7
70/71	3.5	4.4	13.2	16.5	18.0	9.3	9.3	7.4	7.8	5.8	5.1	3.8	8.7
71/72	3.4	18.0	14.3	27.3	21.4	11.4	10.7	5.4	8.8	6.3	5.0	4.6	11.4
72/73	3.6	48.4	38.9	18.4	38.5	24.5	22.1	16.2	8.6	6.2	5.0	4.3	19.6
73/74	3.7	13.2	11.5	20.9	11.4	7.1	11.7	8.4	5.1	5.1	4.4	4.0	8.9
74/75	3.2	6.7	25.4	16.2	12.1	9.8	8.5	6.3	5.5	4.9	5.6	4.0	9.0
75/76	5.3	14.5	26.0	31.5	14.7	9.8	9.6	9.6	6.7	5.7	6.9	5.3	12.1
76/77	3.2	3.3	10.1	7.4	9.3	10.4	15.8	10.4	6.0	5.1	4.0	3.6	7.4
77/78	3.2	7.1	13.7	35.6	22.0	14.0	16.8	12.2	8.7	5.7	4.8	5.8	12.4
78/79	3.3	4.8	8.9	39.2	11.6	18.3	20.9	14.4	8.5	5.7	4.7	4.2	12.0
79/80	3.2	6.8	4.8	21.8	29.5	20.1	10.1	11.8	13.2	6.8	11.1	9.1	12.4
80/81	18.4	35.5	37.3	32.1	22.7	11.0	8.8	7.3	7.7	7.0	6.2	5.6	16.6
81/82	6.7	43.2	25.1	17.3	14.6	12.4	7.9	5.7	4.3	4.1	4.4	3.8	12.5
82/83	3.3	13.2	29.0	32.6	21.7	32.6	29.3	12.1	8.3	7.9	6.9	5.2	16.8
83/84	4.6	6.1	19.4	19.0	13.4	10.7	9.6	6.7	4.9	4.2	3.9	3.1	8.8
84/85	2.8	8.4	9.8	28.4	9.8	14.7	15.4	11.2	7.7	6.6	4.9	3.9	10.3
85/86	4.0	13.6	10.4	20.6	7.6	9.6	12.2	10.0	5.1	3.6	3.4	3.0	8.6
86/87	4.7	28.1	45.7	12.6	18.4	10.8	8.5	18.0	11.8	5.2	4.6	4.2	14.4
87/88	3.4	4.4	10.4	33.7	24.3	13.7	16.2	8.5	5.6	4.6	3.9	3.7	11.0
88/89	3.1	3.1	11.2	12.1	24.4	12.6	7.9	6.1	4.9	4.5	3.8	3.1	8.1
89/90	2.6	2.3	8.7	8.2	11.8	8.0	6.7	5.5	4.2	3.2	3.1	3.4	5.7
PROM	5.1	12.4	17.7	20.8	18.3	15.0	12.6	9.8	7.7	6.0	5.1	4.5	11.2
STD	4.3	10.4	10.3	9.3	8.6	7.1	5.1	3.7	3.3	1.9	1.7	1.4	3.4
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE CATO 1

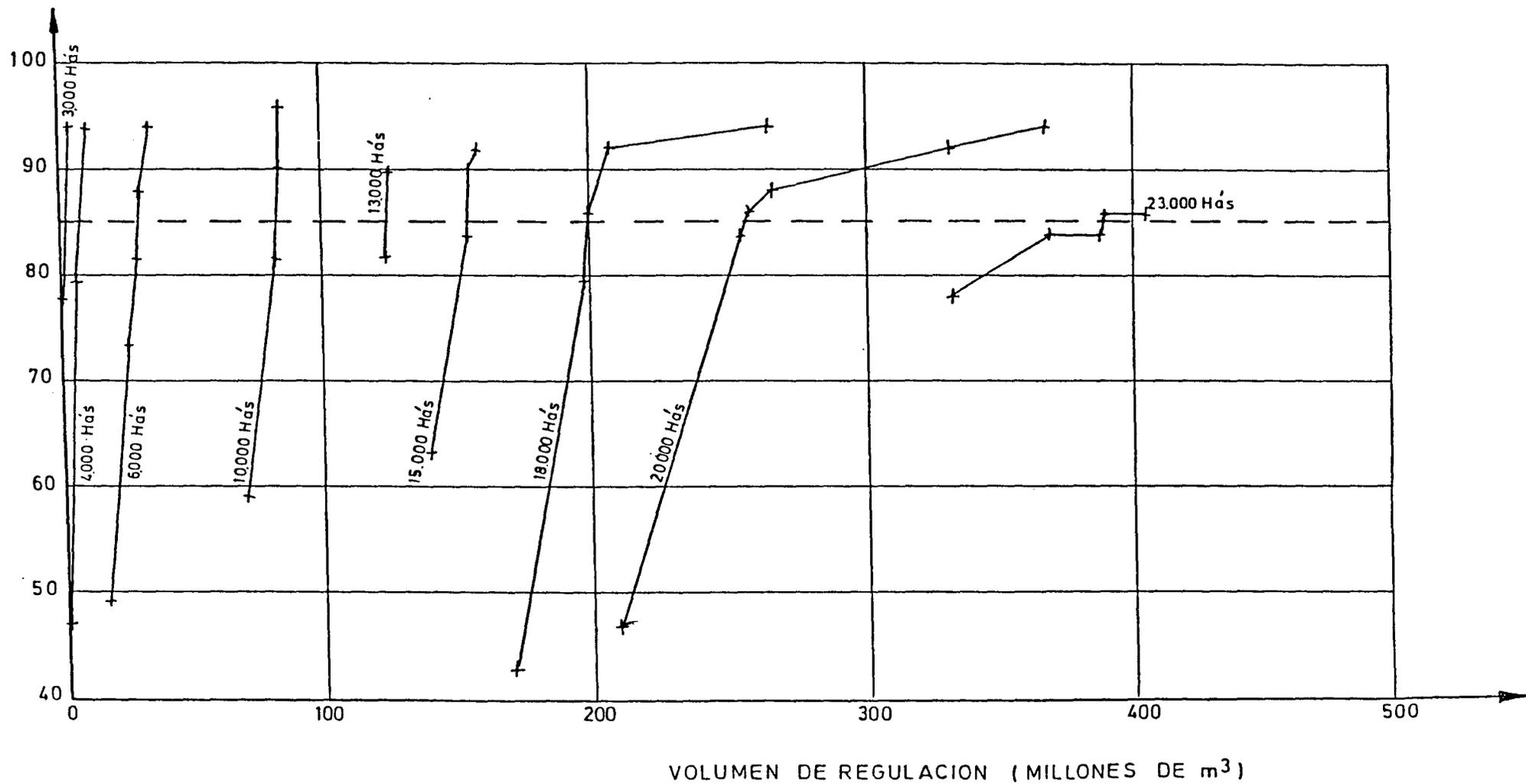
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
3000	4.2	0.1	77.6
	4.5	0.4	79.6
	5.0	0.9	85.7
	6.0	1.9	89.8
	8.0	3.9	93.9
4000	4.2	0.1	30.6
	5.0	0.9	46.9
	10.0	5.9	79.6
	15.0	10.9	93.9
6000	20.0	15.9	49.0
	30.0	25.9	73.5
	34.1	30.0	81.6
	36.1	32.0	87.8
	40.0	35.9	93.9
10000	64.3	60.2	38.8
	75.0	70.9	59.2
	88.1	84.0	81.6
	90.1	86.0	89.8
13000	130.1	126.0	81.6
	132.1	128.0	89.5
15000	145.0	140.9	63.3
	161.1	157.0	83.7
	162.1	158.0	89.8
	165.3	161.2	91.8
	175.0	170.9	42.9
18000	204.1	200.0	79.6
	206.1	202.0	85.7
	214.3	210.2	91.8
	271.5	267.4	93.9
	214.3	210.2	46.9
20000	260.1	256.0	83.7
	262.1	258.0	85.7
	271.5	267.4	87.8
	337.1	333.0	91.8
	373.1	369.0	93.9
	214.3	210.2	77.6
23000	373.1	369.0	83.7
	394.1	390.0	83.7
	396.1	392.0	85.7
	411.1	407.0	85.7

EMBALSE CATO 1
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
3000	1	5.1	312.0	28.0
4000	8	12.1	323.0	39.0
6000	31	35.1	344.0	60.0
10000	85	89.1	369.5	85.5
13000	127	131.1	381.5	97.5
15000	157	161.1	389.0	105.0
18000	202	206.1	398.0	114.0
20000	258	262.1	408.5	124.5
23000	391	395.1	414.0	130.0

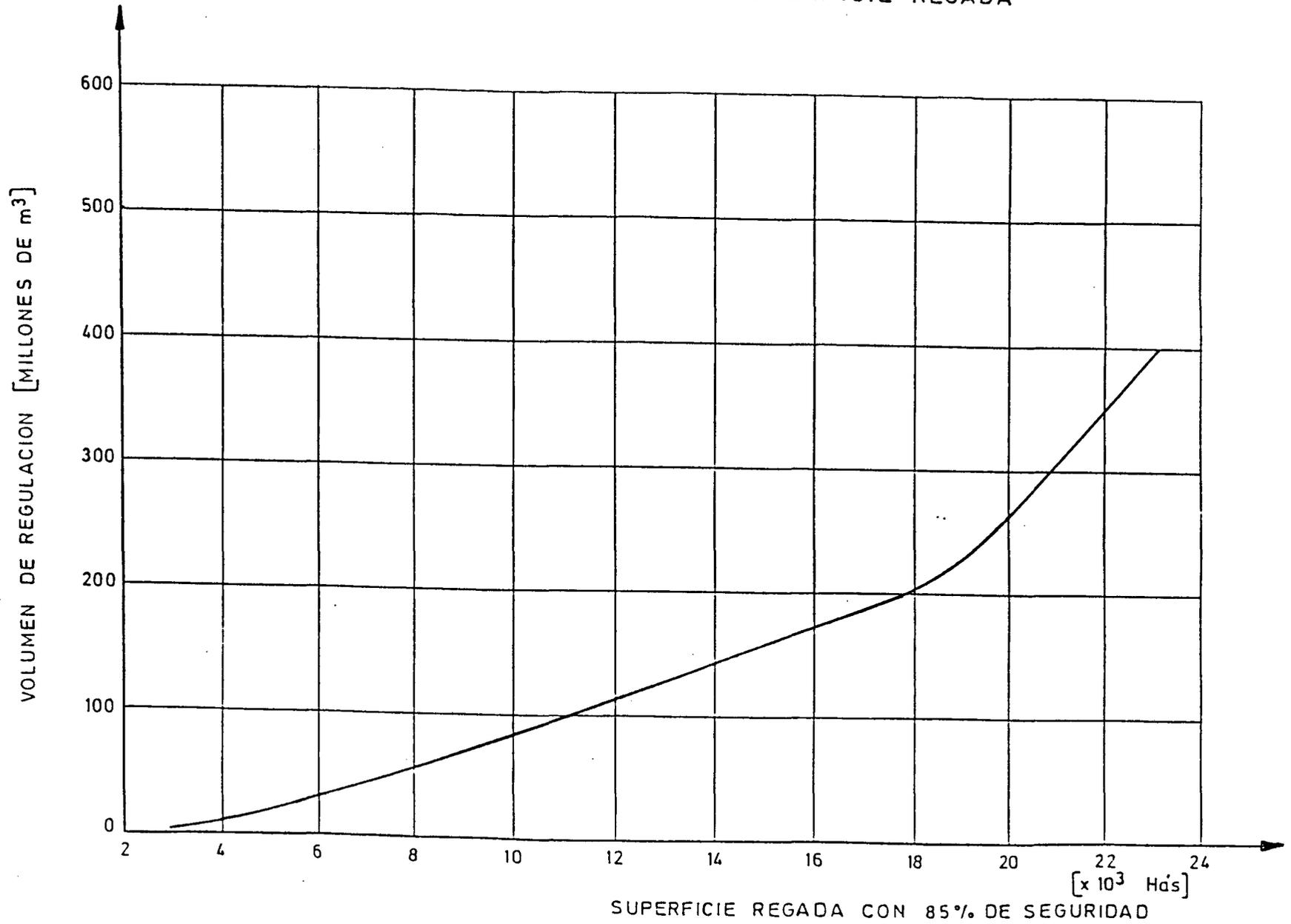
ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE CATO 1

SEGURIDAD DE RIEGO
(%)



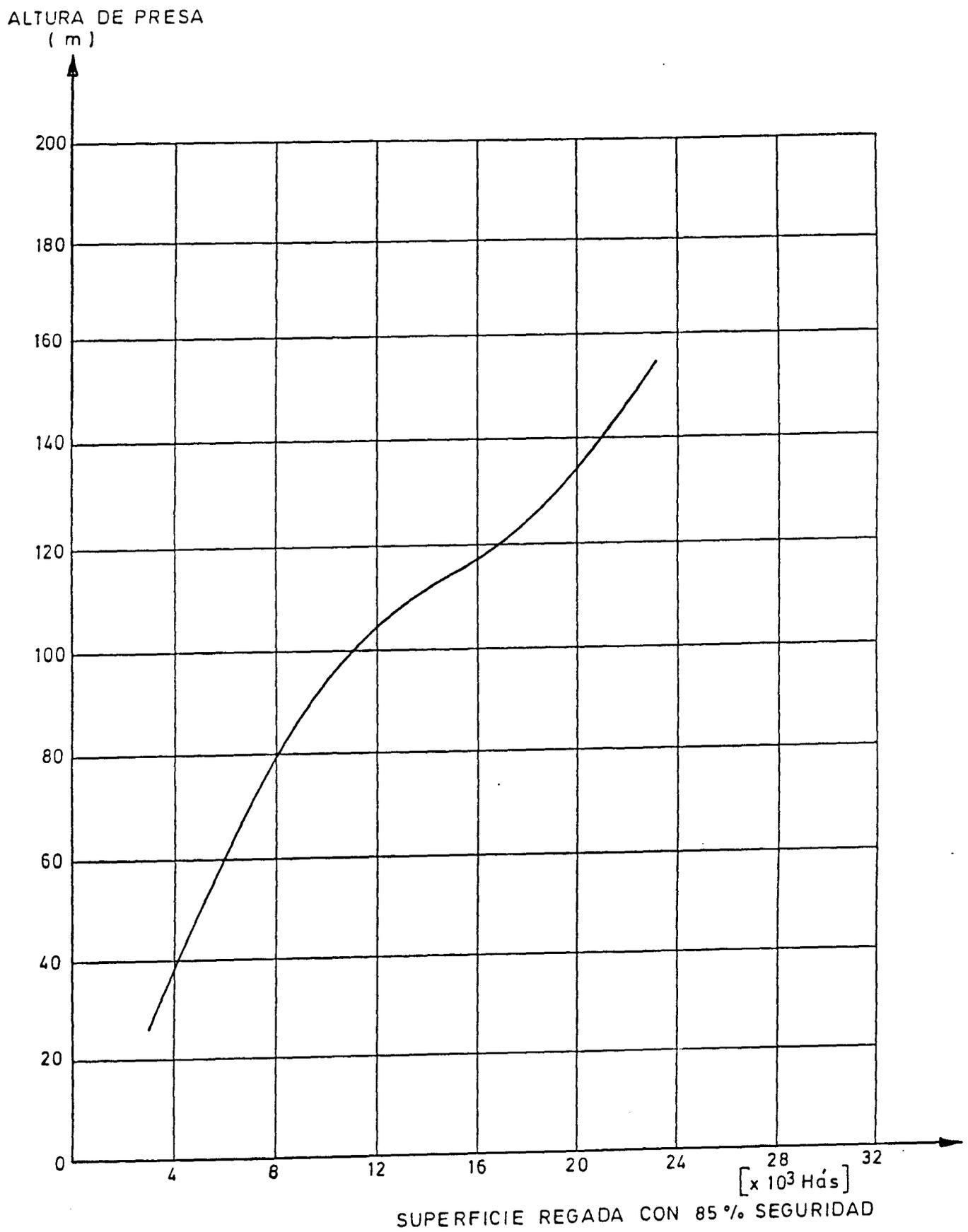
EMBALSE CATO 1

VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE CATO 1

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE CATO 1 ANALISIS DE COSTOS

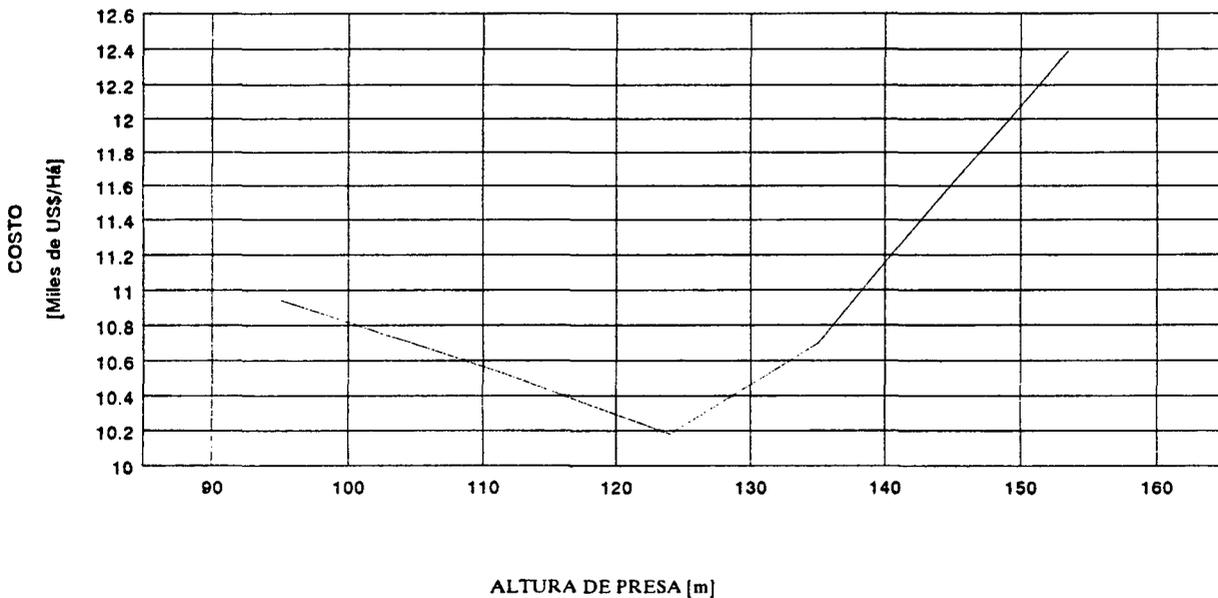
Superficie regada sin embalse

2800 Hás.

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m3]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m3]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	SUP. REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
95.0	10000	6.5	12.13	78.81	7200	10946
112.0	14000	10.0	11.78	117.75	11200	10513
124.0	18000	13.4	11.55	154.77	15200	10182
135.0	20000	16.1	11.43	183.94	17200	10694
153.5	23000	22.4	11.18	250.32	20200	12392

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas

COSTO POR Há ADICIONAL DE ADICIONAL VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

EMBALSE NIBLINTO 2

RIO NIBLINTO EN EMBALSE NIBLINTO 2

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.1	18.0	26.6	37.7	45.2	17.6	13.7	21.7	14.5	5.8	3.6	2.8	17.5
42/43	5.4	11.7	14.3	20.2	32.3	19.4	18.4	12.9	6.0	3.7	2.3	1.8	12.4
43/44	3.8	15.4	11.2	13.9	13.8	25.0	12.6	7.3	4.3	2.4	1.7	1.3	9.4
44/45	3.1	10.0	24.9	20.6	37.8	20.1	32.4	20.9	9.9	5.5	4.5	3.4	16.1
45/46	8.6	25.9	22.2	27.5	33.5	22.5	16.5	23.1	6.0	2.8	1.8	1.1	16.0
46/47	2.0	6.4	9.2	20.1	10.6	18.0	10.2	8.0	4.5	1.4	0.6	0.5	7.6
47/48	1.2	2.5	18.9	16.2	13.1	11.0	13.7	5.6	2.5	1.3	0.5	0.4	7.2
48/49	5.6	9.2	14.6	35.3	13.1	28.8	19.7	10.7	7.3	3.7	2.4	2.2	12.7
49/50	3.9	38.1	44.5	15.7	10.3	7.6	6.6	2.9	2.2	1.5	0.7	0.7	11.2
50/51	8.8	31.6	36.5	18.2	42.4	26.5	15.6	17.9	9.0	7.6	4.2	2.4	18.4
51/52	3.7	13.3	46.7	43.9	21.4	22.1	15.1	10.6	6.6	3.9	2.4	2.4	16.0
52/53	3.8	12.0	16.9	19.3	12.8	11.9	9.5	4.1	2.0	1.8	1.1	0.9	8.0
53/54	3.6	32.6	18.2	26.3	36.5	47.4	18.2	14.9	8.9	4.5	2.8	2.2	18.0
54/55	5.4	10.2	25.5	31.4	22.8	13.0	11.8	8.3	5.3	3.1	1.6	1.2	11.6
55/56	2.6	4.6	28.4	10.6	13.8	14.5	11.4	5.9	4.1	4.8	1.4	3.4	8.8
56/57	8.2	16.1	11.0	40.2	22.5	12.5	12.0	7.9	3.1	2.0	1.1	0.8	11.4
57/58	1.3	12.1	14.0	21.0	40.1	15.5	11.0	11.2	9.6	2.9	1.4	0.9	11.7
58/59	2.8	12.5	40.0	44.2	36.3	19.4	17.9	16.2	4.9	2.9	1.6	1.2	16.6
59/60	39.4	23.9	24.2	46.3	19.8	27.7	13.4	8.2	4.5	3.1	1.6	1.2	17.8
60/61	3.1	2.2	23.5	16.6	10.8	10.2	16.6	7.8	3.2	2.5	0.6	1.3	8.2
61/62	1.8	1.9	11.6	33.5	13.8	35.8	27.3	10.0	4.1	2.5	1.3	0.9	12.0
62/63	2.1	2.0	12.3	8.4	12.2	7.5	10.8	2.7	0.5	0.2	0.1	0.1	4.9
63/64	1.4	2.5	8.3	23.4	29.5	25.5	20.0	14.8	8.6	7.4	1.8	1.2	12.0
64/65	1.9	2.5	7.5	9.7	14.4	12.8	10.5	5.9	8.8	3.2	2.0	0.5	6.6
65/66	16.3	14.9	22.9	36.5	38.4	13.5	19.5	13.7	11.8	3.9	1.8	1.2	16.2
66/67	4.6	7.3	26.8	36.5	19.0	16.3	14.3	10.4	24.7	6.7	2.9	1.8	14.3
67/68	3.3	12.9	9.5	10.2	17.0	14.2	17.4	11.1	4.7	1.8	1.2	0.9	8.7
68/69	2.0	1.5	4.1	5.1	7.9	5.8	6.1	4.8	1.8	0.5	0.1	0.2	3.3
69/70	2.6	13.6	48.5	27.5	27.1	21.2	11.3	7.3	4.3	2.5	1.3	1.0	14.0
70/71	2.4	3.8	16.7	20.9	22.2	10.9	11.2	6.9	6.1	2.8	1.7	1.0	8.9
71/72	2.3	21.6	18.1	34.6	26.4	13.3	12.9	4.1	7.4	3.2	1.6	1.4	12.3
72/73	2.6	61.4	49.2	23.3	47.5	28.6	26.5	19.6	7.2	3.1	1.6	1.3	22.7
73/74	2.7	15.3	14.6	26.4	14.1	8.3	14.0	8.3	4.5	2.2	1.2	1.1	9.4
74/75	2.0	6.9	13.8	11.1	17.9	15.5	15.2	5.5	3.2	2.1	5.6	1.9	8.4
75/76	3.9	11.8	31.0	39.9	10.4	15.5	11.3	9.1	5.0	1.8	1.6	0.8	11.8
76/77	0.6	0.8	32.5	4.6	9.1	14.2	27.2	12.0	5.3	2.7	0.4	0.2	9.1
77/78	0.5	17.3	18.1	50.3	14.8	24.1	20.1	13.9	7.9	3.5	1.6	0.8	14.4
78/79	0.5	6.4	11.5	59.5	21.8	29.1	28.4	18.1	5.7	2.4	3.6	0.5	15.6
79/80	2.0	5.6	3.3	43.1	58.3	28.1	8.6	6.6	15.4	2.6	7.0	10.2	15.9
80/81	47.7	108.8	51.5	33.5	23.7	6.9	5.2	4.3	3.8	3.7	1.5	1.7	24.3
81/82	8.4	49.1	19.8	18.3	15.1	12.6	6.6	3.7	1.9	1.6	1.4	0.9	11.6
82/83	1.2	16.6	41.1	44.7	21.9	35.3	31.3	12.2	6.2	3.1	1.9	1.0	18.0
83/84	1.6	5.7	29.6	23.5	15.3	11.4	11.5	6.3	2.4	0.9	0.9	0.8	9.2
84/85	1.1	9.6	13.1	37.4	11.9	20.4	20.7	13.9	8.2	3.5	1.8	1.1	11.9
85/86	2.8	17.9	12.2	25.2	8.5	12.0	15.3	9.6	2.7	1.0	0.5	0.7	9.0
86/87	5.6	43.1	57.0	13.9	21.7	10.2	8.6	22.3	7.4	1.8	0.7	0.9	16.1
87/88	0.9	3.7	13.0	40.7	27.9	16.1	21.7	7.3	2.5	1.1	0.6	0.9	11.4
88/89	0.9	2.1	14.1	16.9	34.0	12.4	10.0	6.9	3.6	1.3	0.6	0.5	8.6
89/90	0.5	0.5	11.9	11.2	19.0	10.4	8.0	4.3	1.6	0.5	0.4	0.7	5.8
PROM	5.0	15.8	22.3	26.4	22.6	17.9	15.3	10.2	6.0	2.9	1.8	1.4	12.3
STD	8.5	18.6	13.3	13.0	11.7	8.5	6.5	5.4	4.2	1.6	1.4	1.5	4.4
Qm/Qa	0.41	1.28	1.81	2.15	1.84	1.46	1.24	0.83	0.49	0.23	0.14	0.11	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE NIBLINTO 2

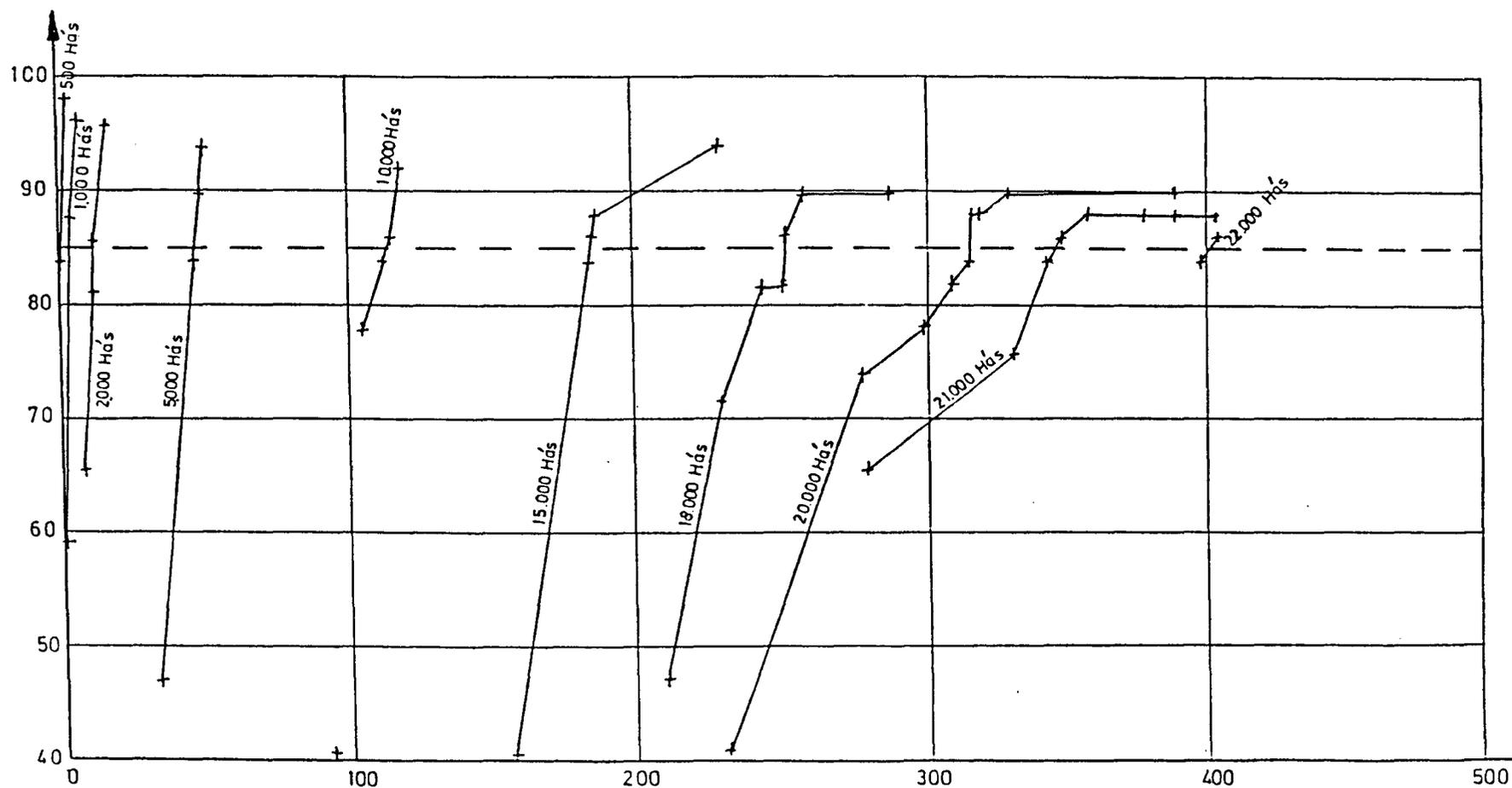
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
500	3.8	0.0	83.7
	5.0	1.2	95.9
	7.0	3.2	98.0
1000	3.8	0.0	59.2
	5.0	1.2	73.5
	6.8	3.0	87.8
	10.0	6.2	95.9
2000	10.0	6.2	65.3
	14.8	11.0	81.6
	15.0	11.2	85.7
	20.0	16.2	95.9
5000	35.0	31.2	46.9
	45.0	41.2	71.4
	55.0	51.2	93.9
10000	96.4	92.6	38.8
	110.0	106.2	77.6
	118.8	115.0	83.7
	120.8	117.0	85.7
	124.2	120.4	91.8
15000	156.7	152.9	34.7
	190.8	187.0	83.7
	191.8	188.0	85.7
	193.6	189.8	87.8
	235.2	231.4	93.9
18000	215.0	211.2	46.9
	235.2	231.4	71.4
	250.0	246.2	81.6
	255.8	252.0	81.6
	257.8	254.0	85.7
	263.8	260.0	89.8
	273.8	270.0	89.8
	282.6	278.8	89.8
20000	235.2	231.4	40.8
	282.6	278.8	73.5
	303.8	300.0	77.6
	313.8	310.0	81.6
	320.0	316.2	83.7
	321.0	317.2	87.8
	323.8	320.0	87.8
	335.9	332.1	89.8
	395.2	391.4	89.8
	21000	282.0	278.2
335.0		331.2	75.5
348.8		345.0	83.7
353.8		350.0	85.7
363.8		360.0	87.8
383.8		380.0	87.8
395.2		391.4	87.8

EMBALSE NIBLINTO 2
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
1000	3	6.76	441.0	39.0
2000	11	14.76	458.0	56.0
5000	47	50.76	488.5	86.5
10000	116	119.76	518.5	116.5
15000	188	191.76	540.0	138.0
18000	253.5	257.26	554.5	152.5
20000	316.5	320.26	567.5	165.5
21000	348.5	352.26	572.5	170.5

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE NIBLINTO 2

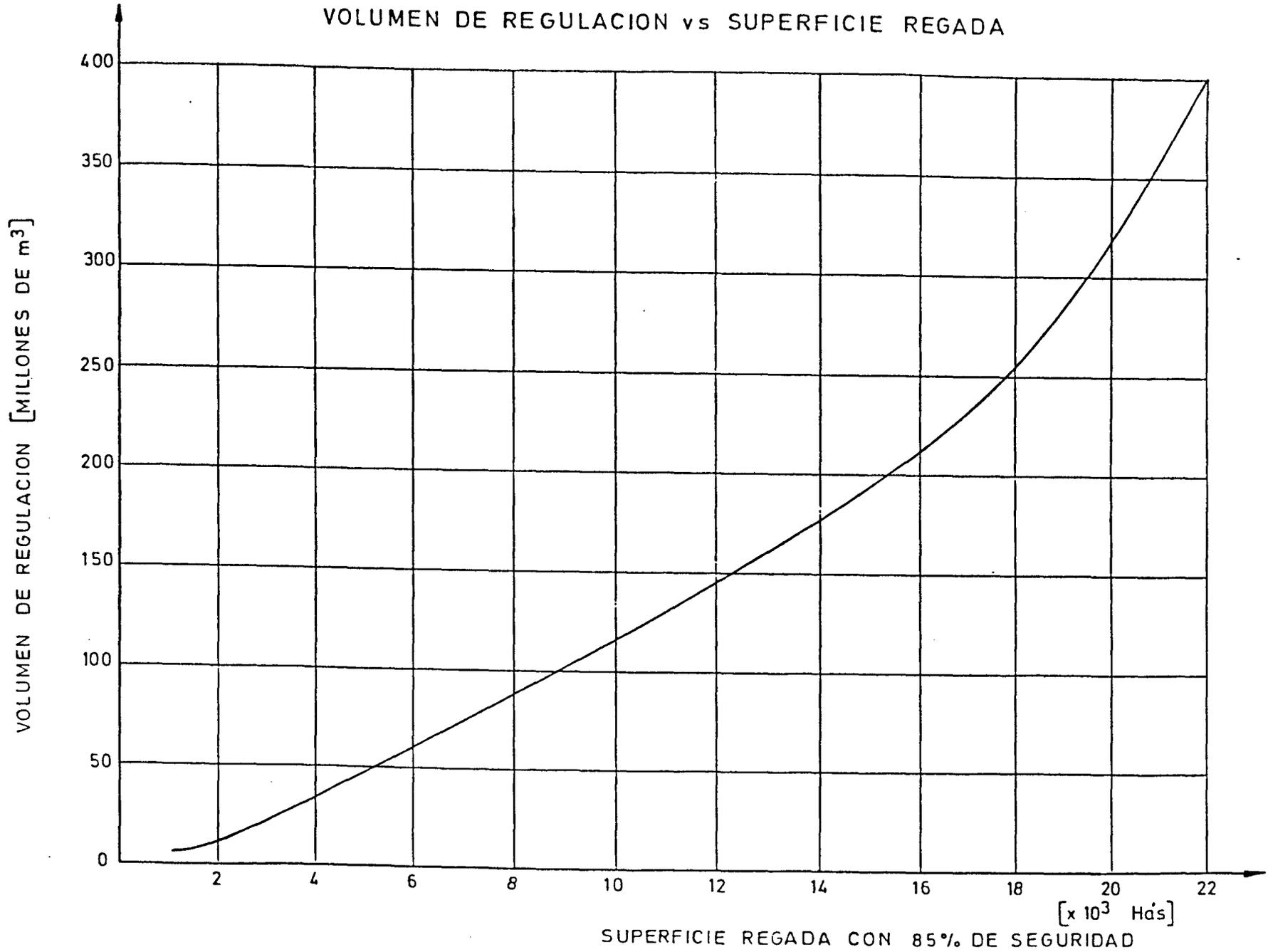
SEGURIDAD DE RIEGO
(%)



VOLUMEN DE REGULACION (MILLONES DE m³)

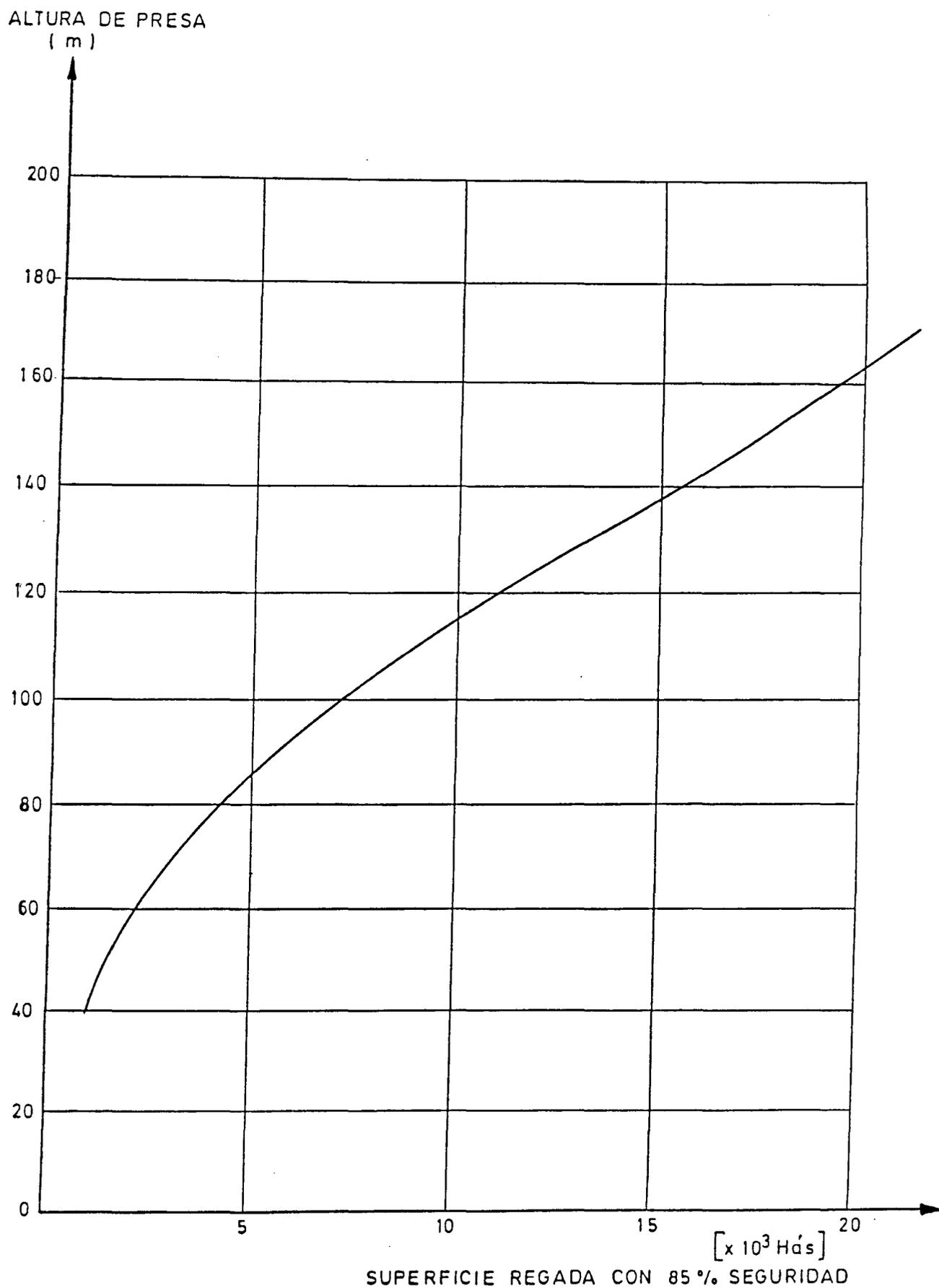
EMBALSE NIBLINTO 2

VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE NIBLINTO 2

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE NIBLINTO 2 ANALISIS DE COSTOS

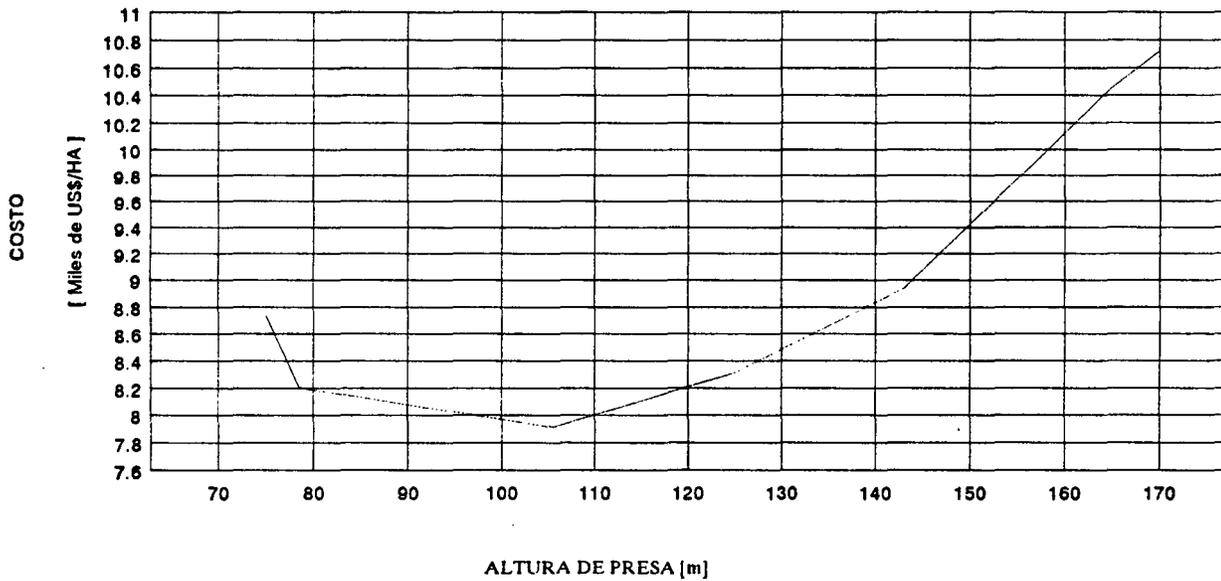
Superficie regada sin embalse

500 Hás

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m3]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m3]	COSTO PRESA(*) [Mill.m3]	SUP.REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
75.0	3500	2.0	13.10	26.20	3000	8733
78.5	4000	2.2	13.05	28.71	3500	8203
105.5	8000	4.8	12.36	59.33	7500	7910
125.0	12000	8.0	11.95	95.60	11500	8313
143.0	16000	11.9	11.64	138.52	15500	8937
164.0	20000	17.9	11.33	202.81	19500	10400
170.0	21000	19.5	11.28	219.86	20500	10725

(*) Este costo incluye las obras de desviación y de evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

EMBALSE KAISER

ESTERO KAISER EN EMBALSE KAISER

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.7	2.7	3.7	5.3	6.5	2.7	2.0	3.1	2.5	1.7	1.4	1.2	2.8
42/43	1.0	1.8	2.0	2.8	4.6	2.9	2.7	2.0	1.4	1.2	1.1	0.9	2.0
43/44	0.8	2.3	1.6	1.9	2.0	3.8	1.9	1.4	1.1	0.9	0.9	0.8	1.6
44/45	0.7	1.6	3.5	2.9	5.4	3.0	4.8	3.0	1.9	1.6	1.7	1.4	2.6
45/46	1.4	3.8	3.1	3.8	4.8	3.4	2.4	3.3	1.4	1.0	0.9	0.7	2.5
46/47	0.6	1.1	1.3	2.8	1.5	2.7	1.5	1.4	1.1	0.7	0.6	0.5	1.3
47/48	0.5	0.6	2.6	2.3	1.9	1.7	2.0	1.1	0.9	0.7	0.6	0.5	1.3
48/49	1.0	1.5	2.0	4.9	1.9	4.4	2.9	1.8	1.5	1.2	1.1	1.0	2.1
49/50	0.8	5.4	6.2	2.2	1.5	1.1	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	1.8
50/51	1.4	4.5	5.1	2.5	6.1	4.0	2.3	2.7	1.8	2.0	1.6	1.1	2.9
51/52	0.8	2.1	6.5	6.1	3.1	3.3	2.2	1.8	1.4	1.2	1.1	1.1	2.6
52/53	0.8	1.9	2.4	2.7	1.8	1.8	1.4	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	1.4
53/54	0.8	4.7	2.5	3.7	5.2	7.2	2.7	2.3	1.8	1.4	1.2	1.1	2.9
54/55	1.0	1.6	3.6	4.4	3.3	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	1.9
55/56	0.6	0.9	4.0	1.5	2.0	2.2	1.7	1.2	1.1	1.4	0.8	1.4	1.6
56/57	1.3	2.4	1.5	5.6	3.2	1.9	1.8	1.4	1.0	0.9	0.7	0.6	1.9
57/58	0.5	1.9	2.0	2.9	5.7	2.3	1.6	1.8	1.9	1.0	0.8	0.7	1.9
58/59	0.7	2.0	5.6	6.2	5.2	2.9	2.6	2.4	1.2	1.0	0.9	0.7	2.6
59/60	5.1	3.5	3.4	6.5	2.8	4.2	2.0	1.5	1.2	1.1	0.9	0.7	2.7
60/61	0.7	0.6	3.3	2.3	1.5	1.5	2.4	1.4	1.0	1.0	0.6	0.8	1.4
61/62	0.5	0.5	1.6	4.7	2.0	5.4	4.0	1.7	1.1	1.0	0.8	0.6	2.0
62/63	0.6	0.5	1.7	1.2	1.8	1.1	1.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.9
63/64	0.5	0.6	1.2	3.3	4.2	3.8	2.9	2.3	1.7	2.0	0.9	0.7	2.0
64/65	0.6	0.6	1.1	1.4	2.1	1.9	1.6	1.2	1.8	1.1	1.0	0.5	1.2
65/66	2.3	2.3	3.2	5.1	5.5	2.0	2.9	2.1	2.2	1.2	0.9	0.7	2.5
66/67	0.9	1.2	3.7	5.1	2.7	2.5	2.1	1.7	4.0	1.8	1.2	0.9	2.3
67/68	0.7	2.0	1.3	1.4	2.4	2.1	2.6	1.8	1.2	0.8	0.8	0.7	1.5
68/69	0.6	0.5	0.6	0.7	1.1	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.5	0.5	0.7
69/70	0.6	2.1	6.8	3.8	3.9	3.2	1.7	1.4	1.1	1.0	0.8	0.7	2.3
70/71	0.6	0.8	2.3	2.9	3.2	1.7	1.7	1.3	1.4	1.0	0.9	0.7	1.5
71/72	0.6	3.2	2.5	4.8	3.8	2.0	1.9	1.0	1.6	1.1	0.9	0.8	2.0
72/73	0.6	8.6	6.9	3.3	6.8	4.3	3.9	2.9	1.5	1.1	0.9	0.8	3.5
73/74	0.7	2.3	2.0	3.7	2.0	1.3	2.1	1.5	0.9	0.9	0.8	0.7	1.6
74/75	0.6	1.2	4.5	2.9	2.1	1.7	1.5	1.1	1.0	0.9	1.0	0.7	1.6
75/76	0.9	2.6	4.6	5.6	2.6	1.7	1.7	1.7	1.2	1.0	1.2	0.9	2.1
76/77	0.6	0.6	1.8	1.3	1.6	1.8	2.8	1.8	1.1	0.9	0.7	0.6	1.3
77/78	0.6	1.3	2.4	6.3	3.9	2.5	3.0	2.2	1.5	1.0	0.8	1.0	2.2
78/79	0.6	0.8	1.6	6.9	2.1	3.2	3.7	2.5	1.5	1.0	0.8	0.7	2.1
79/80	0.6	1.2	0.8	3.9	5.2	3.5	1.8	2.1	2.3	1.2	2.0	1.6	2.2
80/81	3.3	6.3	6.6	5.7	4.0	1.9	1.6	1.3	1.4	1.2	1.1	1.0	2.9
81/82	1.2	7.6	4.4	3.1	2.6	2.2	1.4	1.0	0.8	0.7	0.8	0.7	2.2
82/83	0.6	2.3	5.1	5.8	3.8	5.8	5.2	2.1	1.5	1.4	1.2	0.9	3.0
83/84	0.8	1.1	3.4	3.4	2.4	1.9	1.7	1.2	0.9	0.7	0.7	0.6	1.6
84/85	0.5	1.5	1.7	5.0	1.7	2.6	2.7	2.0	1.4	1.2	0.9	0.7	1.8
85/86	0.7	2.4	1.8	3.6	1.3	1.7	2.2	1.8	0.9	0.6	0.6	0.5	1.5
86/87	0.8	5.0	8.1	2.2	3.3	1.9	1.5	3.2	2.1	0.9	0.8	0.7	2.5
87/88	0.6	0.8	1.8	6.0	4.3	2.4	2.9	1.5	1.0	0.8	0.7	0.7	2.0
88/89	0.5	0.5	2.0	2.1	4.3	2.2	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	1.4
89/90	0.5	0.4	1.5	1.5	2.1	1.4	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5	0.6	1.0
PROM	0.9	2.2	3.1	3.7	3.2	2.7	2.2	1.7	1.4	1.1	0.9	0.8	2.0
STD	0.8	1.8	1.8	1.6	1.5	1.2	0.9	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.6
Qm/Qa	0.45	1.10	1.57	1.85	1.63	1.33	1.12	0.87	0.68	0.53	0.46	0.40	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE KAISER

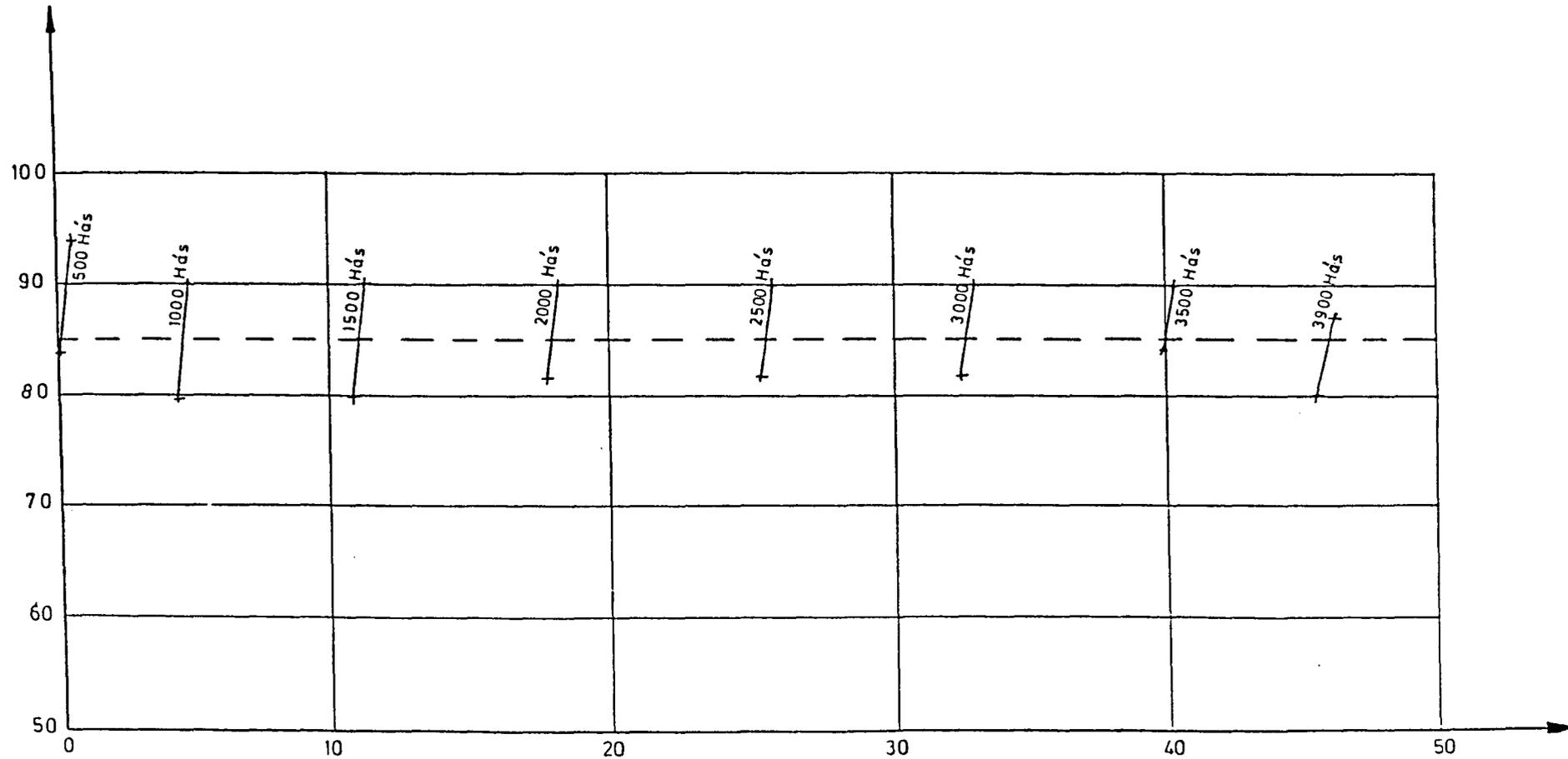
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
500	1.0	0.0	83.7
	1.4	0.5	93.9
1000	5.4	4.5	79.6
	5.9	5.0	89.8
1500	11.9	11.0	79.6
	12.4	11.5	89.8
2000	18.9	18.0	81.6
	19.4	18.5	89.8
2500	26.4	25.5	81.6
	26.9	26.0	89.8
3000	33.9	33.0	89.8
	33.4	32.5	81.6
3500	40.9	40.0	83.7
	41.4	40.5	89.8
3900	46.4	45.5	79.6
	47.2	46.3	85.7

EMBALSE KAISER
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
500	1.0	1.9	357.5	19.0
1000	4.8	5.7	365.0	26.5
1500	11.3	12.2	371.7	33.2
2000	18.2	19.1	377.0	38.5
2500	25.7	26.6	381.0	42.5
3000	32.8	33.7	384.5	46.0
3500	40.1	41.0	387.5	49.0
3900	46.1	47.0	390	51.5

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE KAISER

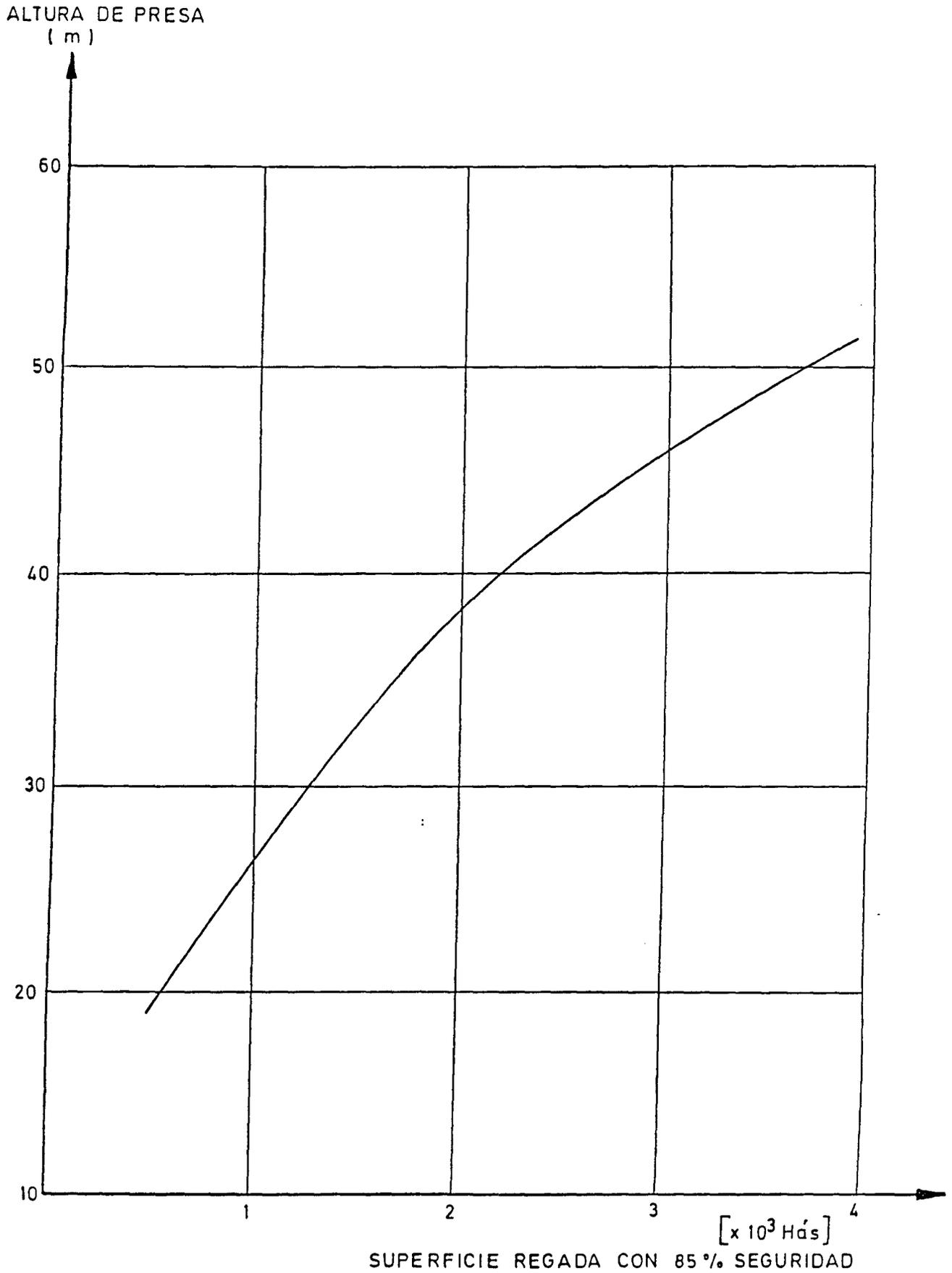
SEGURIDAD DE RIEGO
(%)



VOLUMEN DE REGULACION (MILLONES DE m³)

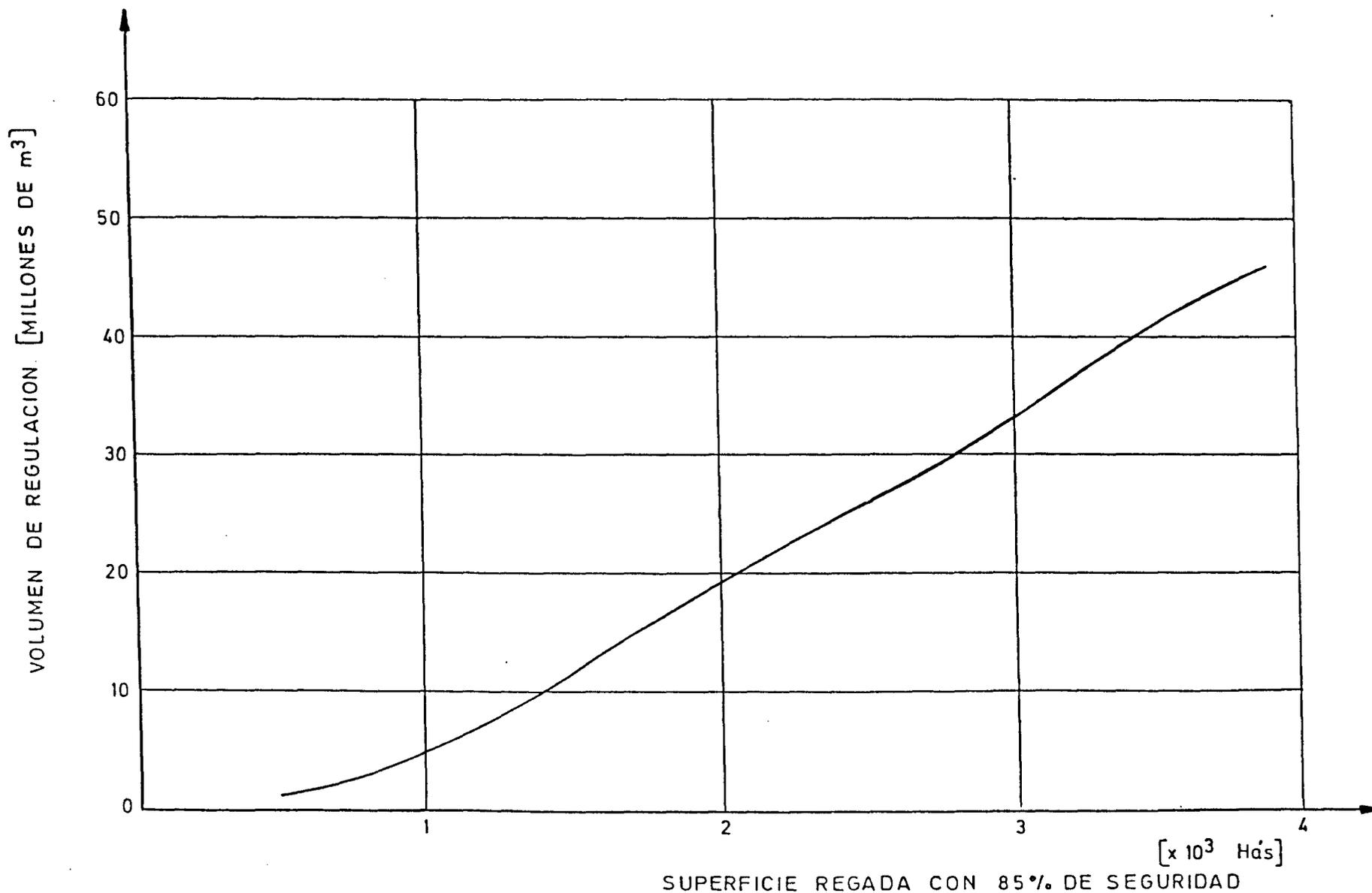
EMBALSE KAISER

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE KAISER

VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE KAISER ANALISIS DE COSTOS

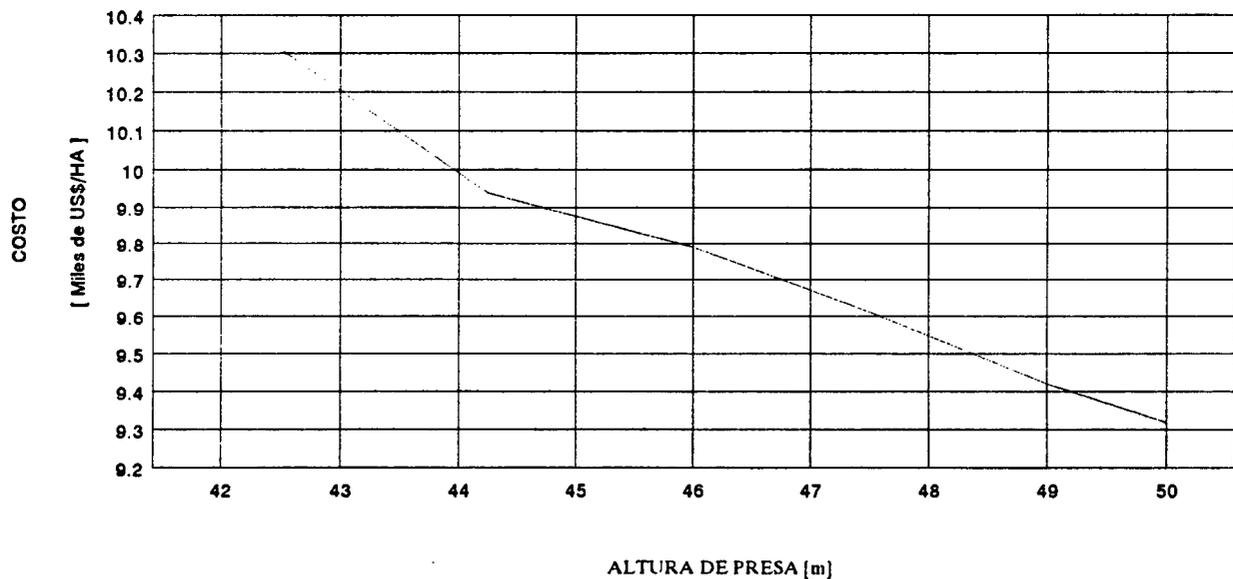
Superficie regada sin embalse
Costo canal Rio Chillán-Embalse

500 Hás
100 Miles de US\$

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m3]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m3]	COSTO PRESA(*) [Mill.m3]	COSTO TOTAL [Mill.US\$]	SUP.REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR Há ADIC. [US\$/HA]
42.5	2500	1.54	13.33	20.52	20.62	2000	10310
44.3	2750	1.68	13.25	22.26	22.36	2250	9938
46.0	3000	1.85	13.18	24.37	24.47	2500	9790
47.5	3250	2.01	13.10	26.33	26.43	2750	9611
49.0	3500	2.16	13.04	28.16	28.26	3000	9421
50.0	3675	2.27	12.99	29.49	29.59	3175	9319

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada

EMBALSE BOYEN BAJO

ESTERO BOYEN EN EMBALSE BOYEN BAJO

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.22	1.64	4.43	7.98	11.01	4.24	2.05	2.06	0.88	0.30	0.21	0.20	2.94
42/43	0.32	1.12	2.39	4.27	7.87	4.66	2.75	1.35	0.47	0.22	0.15	0.15	2.14
43/44	0.26	1.42	1.86	2.94	3.36	6.02	1.89	0.89	0.39	0.17	0.13	0.13	1.62
44/45	0.23	0.98	4.15	4.35	9.22	4.84	4.84	2.00	0.66	0.29	0.25	0.24	2.67
45/46	0.44	2.28	3.70	5.83	8.15	5.42	2.47	2.18	0.47	0.19	0.13	0.12	2.62
46/47	0.19	0.68	1.53	4.26	2.59	4.33	1.53	0.95	0.40	0.14	0.09	0.09	1.40
47/48	0.15	0.36	3.15	3.43	3.18	2.65	2.05	0.76	0.30	0.13	0.08	0.09	1.36
48/49	0.32	0.92	2.43	7.49	3.20	6.93	2.94	1.17	0.53	0.22	0.16	0.17	2.21
49/50	0.26	3.29	7.41	3.33	2.52	1.82	0.99	0.53	0.28	0.14	0.09	0.10	1.73
50/51	0.45	2.75	6.09	3.86	10.34	6.38	2.34	1.75	0.62	0.37	0.23	0.19	2.95
51/52	0.25	1.25	7.78	9.30	5.22	5.32	2.26	1.16	0.50	0.23	0.16	0.19	2.80
52/53	0.26	1.15	2.82	4.08	3.12	2.86	1.41	0.63	0.28	0.15	0.11	0.11	1.41
53/54	0.24	2.84	3.04	5.58	8.88	11.41	2.72	1.51	0.61	0.25	0.18	0.18	3.12
54/55	0.31	1.00	4.25	6.66	5.55	3.13	1.76	0.97	0.44	0.20	0.13	0.13	2.04
55/56	0.21	0.53	4.73	2.25	3.36	3.50	1.70	0.78	0.38	0.26	0.12	0.24	1.50
56/57	0.42	1.48	1.83	8.51	5.48	3.00	1.80	0.95	0.33	0.16	0.11	0.11	2.01
57/58	0.16	1.15	2.33	4.45	6.86	4.22	1.57	0.50	0.43	0.07	0.03	0.06	1.82
58/59	0.16	1.03	4.60	5.74	6.64	4.44	1.96	1.16	0.32	0.21	0.15	0.15	2.21
59/60	2.20	4.14	6.77	11.20	7.10	6.32	2.19	0.78	0.20	0.18	0.11	0.17	3.45
60/61	0.23	0.37	4.63	3.51	2.63	2.46	3.32	1.45	0.32	0.18	0.07	0.10	1.61
61/62	0.18	0.18	1.20	4.82	4.54	9.54	4.00	1.16	0.21	0.18	0.11	0.11	2.19
62/63	0.19	0.32	2.05	1.79	2.98	1.80	1.61	0.52	0.20	0.09	0.07	0.07	0.97
63/64	0.32	0.43	1.11	4.37	6.14	8.76	2.57	1.60	0.49	0.12	0.08	0.13	2.18
64/65	0.12	0.37	1.05	2.46	3.77	2.43	1.23	0.48	0.74	0.10	0.15	0.04	1.08
65/66	0.42	0.96	4.53	7.65	10.70	4.45	2.54	1.91	0.86	0.22	0.15	0.14	2.88
66/67	0.46	0.75	4.82	6.80	5.95	4.69	2.07	0.86	2.60	0.77	0.42	0.26	2.54
67/68	0.24	1.64	2.23	3.05	4.02	4.81	2.54	1.19	0.28	0.10	0.10	0.14	1.70
68/69	0.18	0.21	0.47	1.08	1.92	1.41	0.91	0.69	0.24	0.08	0.07	0.04	0.61
69/70	0.10	0.93	5.97	6.82	7.45	5.30	2.81	1.04	0.32	0.16	0.09	0.11	2.59
70/71	0.11	0.36	2.79	3.91	5.35	2.14	1.20	0.86	0.48	0.19	0.13	0.11	1.47
71/72	0.19	1.73	3.02	7.33	7.42	3.35	1.92	0.61	0.48	0.27	0.15	0.07	2.21
72/73	0.11	4.28	9.07	5.95	9.42	7.32	5.17	3.04	0.85	0.24	0.05	0.08	3.80
73/74	0.16	1.54	3.46	5.72	3.65	1.91	2.84	0.61	0.28	0.23	0.06	0.30	1.73
74/75	0.18	0.62	5.35	4.33	3.62	2.75	1.97	0.50	0.39	0.23	0.15	0.07	1.68
75/76	0.21	1.18	4.19	8.94	7.12	2.86	1.22	1.13	0.41	0.19	0.18	0.16	2.31
76/77	0.19	0.35	2.14	1.99	1.83	2.13	4.04	2.06	0.59	0.21	0.14	0.15	1.32
77/78	0.16	0.58	2.82	8.31	5.80	2.33	2.81	1.17	0.51	0.22	0.13	0.16	2.08
78/79	0.28	0.65	1.18	8.52	3.35	4.57	2.57	2.50	0.75	0.21	0.17	0.12	2.07
79/80	0.14	0.45	0.56	4.30	5.55	5.05	2.08	1.17	0.88	0.12	0.13	0.29	1.73
80/81	1.14	7.16	7.86	7.61	5.51	2.84	1.04	0.42	0.16	0.28	0.14	0.14	2.86
81/82	0.58	5.00	5.87	5.00	3.15	2.45	0.94	0.47	0.15	0.13	0.21	0.16	2.01
82/83	0.26	1.42	8.35	8.99	6.61	6.59	5.88	2.41	0.68	0.22	0.19	0.12	3.48
83/84	0.29	0.64	5.02	7.65	4.02	3.82	1.37	0.79	0.30	0.14	0.10	0.09	2.02
84/85	0.16	0.90	2.06	7.60	2.96	4.14	2.76	1.31	0.47	0.22	0.13	0.12	1.90
85/86	0.23	1.46	2.20	5.52	2.28	2.69	2.19	1.17	0.31	0.12	0.09	0.09	1.53
86/87	0.27	3.02	9.64	3.39	5.55	3.04	1.53	2.11	0.72	0.17	0.12	0.13	2.47
87/88	0.19	0.47	2.19	9.04	7.29	3.87	2.92	1.00	0.34	0.15	0.10	0.11	2.31
88/89	0.18	0.33	2.36	3.25	7.34	3.56	1.41	0.71	0.30	0.15	0.10	0.09	1.65
89/90	0.15	0.25	1.84	2.21	3.56	2.26	1.20	0.65	0.26	0.10	0.08	0.10	1.05
PROM	0.30	1.40	3.78	5.46	5.41	4.22	2.28	1.18	0.49	0.20	0.13	0.13	2.08
STD	0.32	1.38	2.28	2.37	2.42	2.07	1.06	0.61	0.36	0.10	0.06	0.06	0.68
Qm/Qa	0.14	0.67	1.82	2.62	2.60	2.03	1.10	0.57	0.24	0.09	0.06	0.06	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE BOYEN BAJO

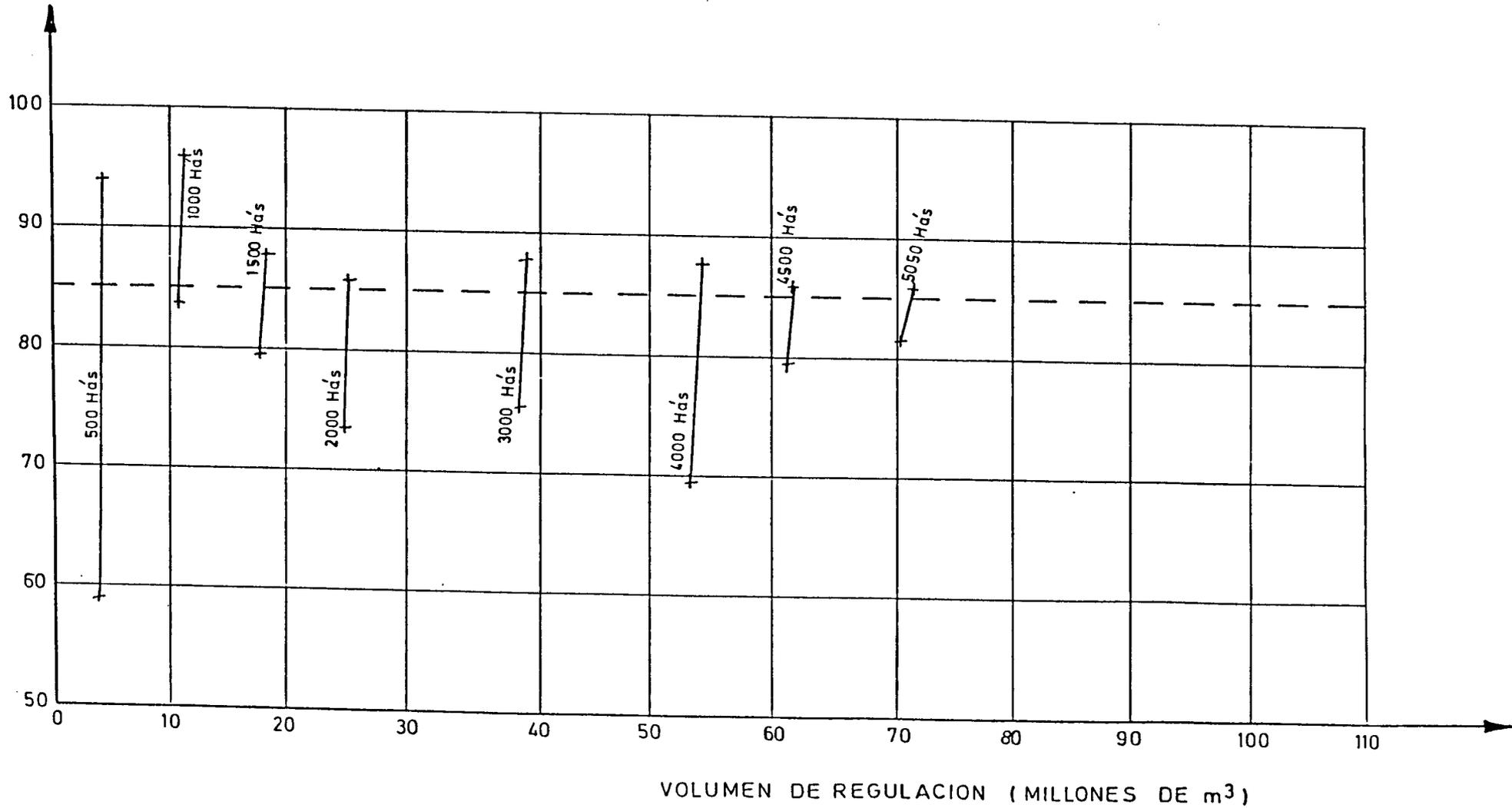
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
500	6.1	4.0	59.2
	6.6	4.5	93.9
1000	13.1	11.0	83.7
	13.6	11.5	95.9
1500	20.1	18.0	79.6
	20.6	18.5	87.8
2000	27.1	25.0	73.5
	27.6	25.5	85.7
3000	41.6	39.5	75.5
	42.1	40.0	87.8
4000	55.6	53.5	69.4
	56.6	54.5	87.6
4500	63.6	61.5	79.6
	64.0	61.9	85.7
5000	72.6	70.5	81.6
	73.1	71.0	87.8
5050	72.6	70.5	81.6
	73.7	71.6	85.7

**EMBALSE BOYEN BAJO
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD**

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
500	4.25	6.35	126.2	11.8
1000	10.10	12.20	130.3	15.8
1500	18.25	20.35	134.5	20.1
2000	25.40	27.50	136.8	22.3
3000	39.80	41.90	141.3	26.9
4000	54.40	56.50	145.5	31.1
4500	61.90	64.00	147.5	33.1
5050	71.30	73.40	150.0	35.6

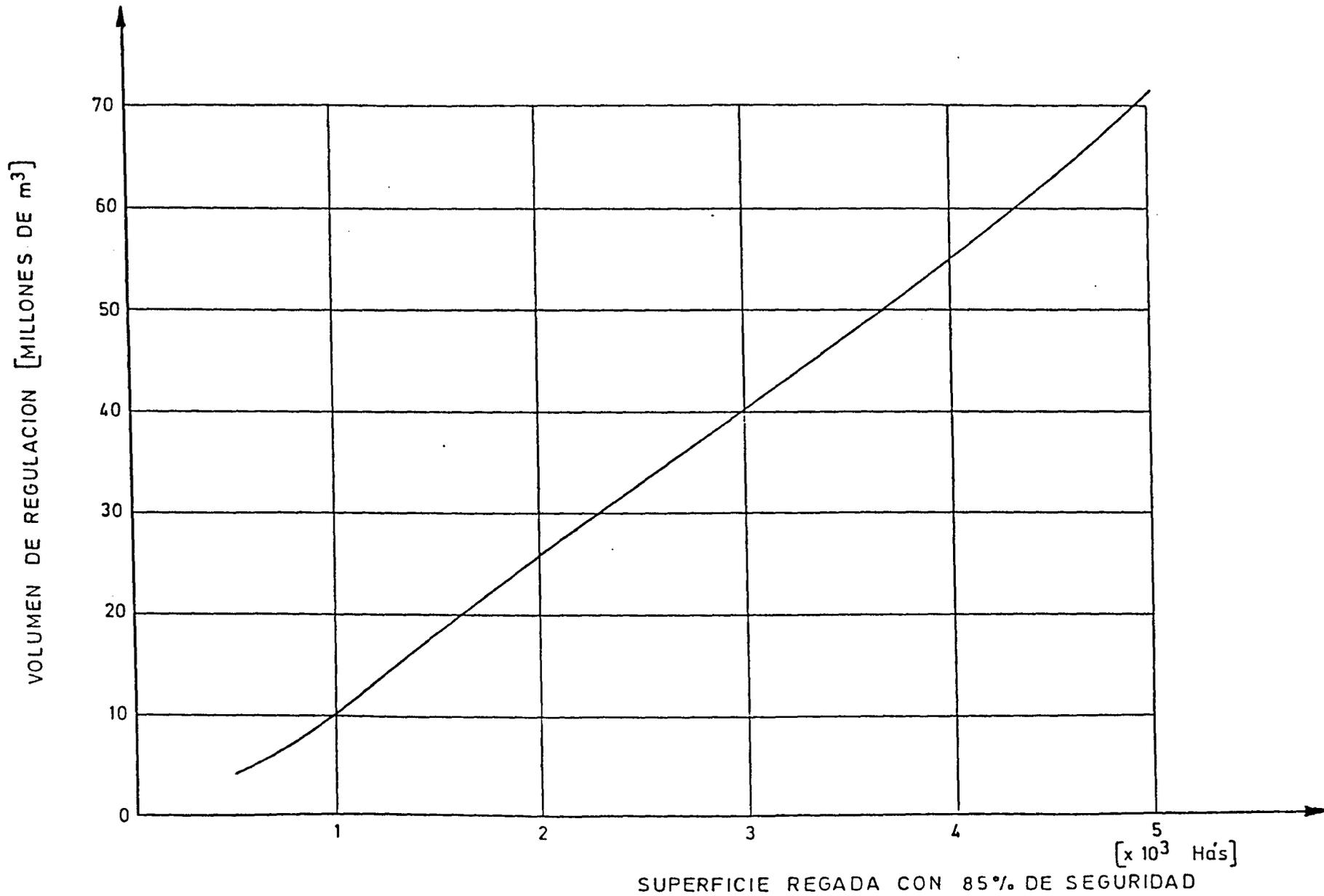
ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE BOYEN BAJO

SEGURIDAD DE RIEGO
(%)



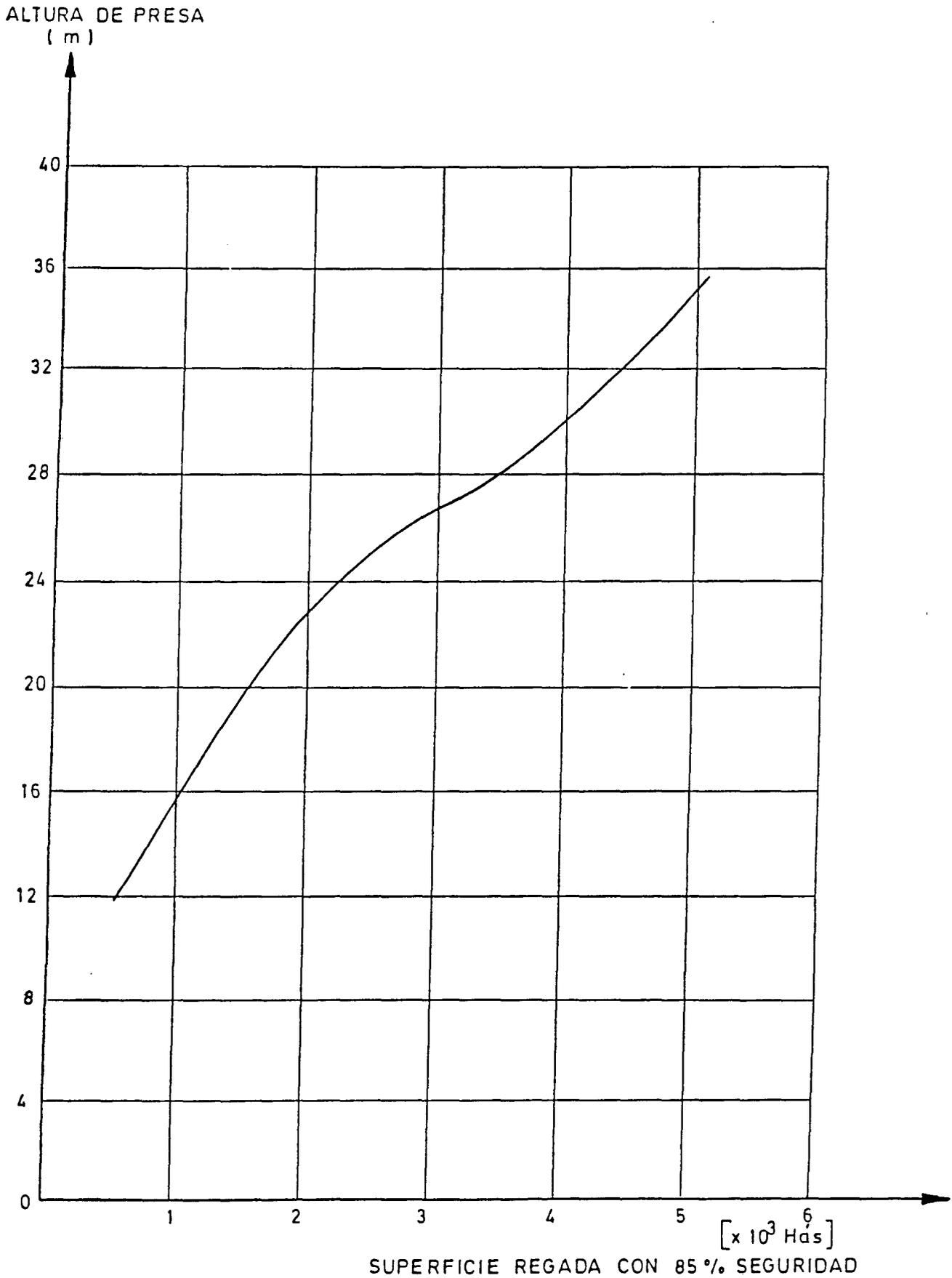
EMBALSE BOYEN BAJO

VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE BOYEN BAJO

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE BOYEN BAJO ANALISIS DE COSTOS

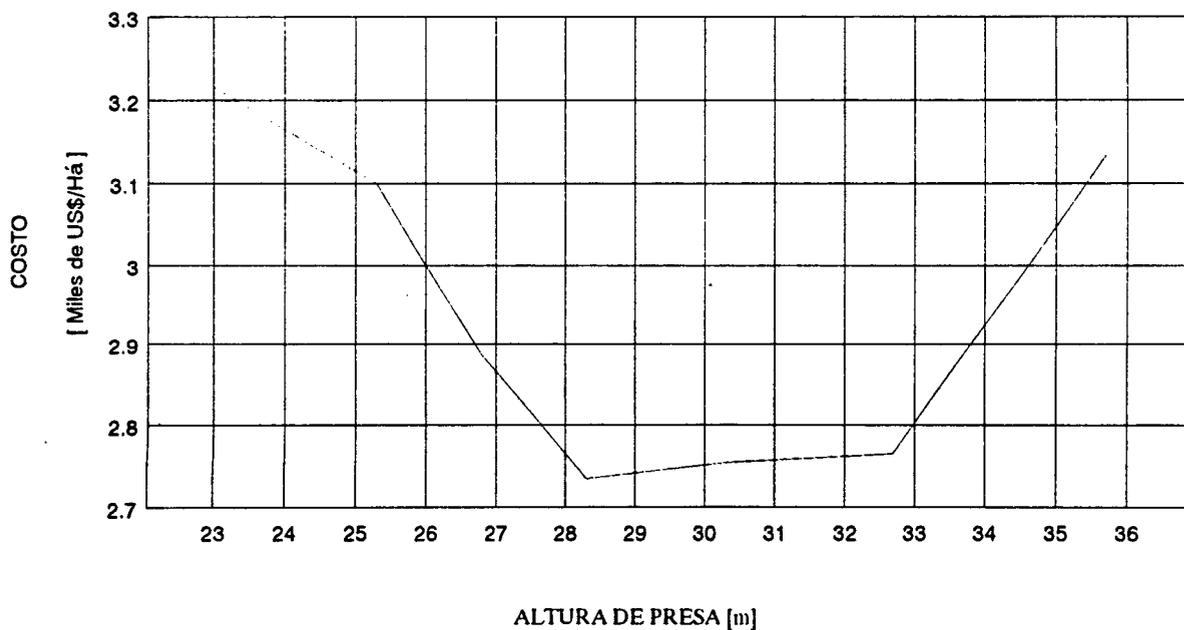
Superficie regada sin embalse
Costo canal Rio Chillan-Embalse

70 Hás.
220 Miles de US\$

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m3]	COSTO UNITARIO [US\$/m3]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	COSTO TOTAL [Mill.US\$]	SUP.REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
23.0	2000	0.41	14.60	5.99	6.21	1930	3216
25.3	2500	0.51	14.34	7.31	7.53	2430	3100
26.8	3000	0.58	14.20	8.24	8.46	2930	2886
28.3	3500	0.65	14.09	9.16	9.38	3430	2734
30.3	4000	0.76	13.95	10.60	10.82	3930	2754
32.7	4500	0.87	13.83	12.03	12.25	4430	2765
35.7	5000	1.12	13.60	15.23	15.45	4930	3134

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

EMBALSE QUILMO

ESTERO QUILMO EN EMBALSE QUILMO

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.22	1.64	4.43	7.98	11.01	4.24	2.05	2.06	0.88	0.30	0.21	0.20	2.94
42/43	0.32	1.12	2.39	4.27	7.87	4.66	2.75	1.35	0.47	0.22	0.15	0.15	2.14
43/44	0.26	1.42	1.86	2.94	3.36	6.02	1.89	0.89	0.39	0.17	0.13	0.13	1.62
44/45	0.23	0.98	4.15	4.35	9.22	4.84	4.84	2.00	0.66	0.29	0.25	0.24	2.67
45/46	0.44	2.28	3.70	5.83	8.15	5.42	2.47	2.18	0.47	0.19	0.13	0.12	2.62
46/47	0.19	0.68	1.53	4.26	2.59	4.33	1.53	0.95	0.40	0.14	0.09	0.09	1.40
47/48	0.15	0.36	3.15	3.43	3.18	2.65	2.05	0.76	0.30	0.13	0.08	0.09	1.36
48/49	0.32	0.92	2.43	7.49	3.20	6.93	2.94	1.17	0.53	0.22	0.16	0.17	2.21
49/50	0.26	3.29	7.41	3.33	2.52	1.82	0.99	0.53	0.28	0.14	0.09	0.10	1.73
50/51	0.45	2.75	6.09	3.86	10.34	6.38	2.34	1.75	0.62	0.37	0.23	0.19	2.95
51/52	0.25	1.25	7.78	9.30	5.22	5.32	2.26	1.16	0.50	0.23	0.16	0.19	2.80
52/53	0.26	1.15	2.82	4.08	3.12	2.86	1.41	0.63	0.28	0.15	0.11	0.11	1.41
53/54	0.24	2.84	3.04	5.58	8.88	11.41	2.72	1.51	0.61	0.25	0.18	0.18	3.12
54/55	0.31	1.00	4.25	6.66	5.55	3.13	1.76	0.97	0.44	0.20	0.13	0.13	2.04
55/56	0.21	0.53	4.73	2.25	3.36	3.50	1.70	0.78	0.38	0.26	0.12	0.24	1.50
56/57	0.42	1.48	1.83	8.51	5.48	3.00	1.80	0.95	0.33	0.16	0.11	0.11	2.01
57/58	0.16	1.15	2.33	4.45	6.86	4.22	1.57	0.50	0.43	0.07	0.03	0.06	1.82
58/59	0.16	1.03	4.60	5.74	6.64	4.44	1.96	1.16	0.32	0.21	0.15	0.15	2.21
59/60	2.20	4.14	6.77	11.20	7.10	6.32	2.19	0.78	0.20	0.18	0.11	0.17	3.45
60/61	0.23	0.37	4.63	3.51	2.63	2.46	3.32	1.45	0.32	0.18	0.07	0.10	1.61
61/62	0.18	0.18	1.20	4.82	4.54	9.54	4.00	1.16	0.21	0.18	0.11	0.11	2.19
62/63	0.19	0.32	2.05	1.79	2.98	1.80	1.61	0.52	0.20	0.09	0.07	0.07	0.97
63/64	0.32	0.43	1.11	4.37	6.14	8.76	2.57	1.60	0.49	0.12	0.08	0.13	2.18
64/65	0.12	0.37	1.05	2.46	3.77	2.43	1.23	0.48	0.74	0.10	0.15	0.04	1.08
65/66	0.42	0.96	4.53	7.65	10.70	4.45	2.54	1.91	0.86	0.22	0.15	0.14	2.88
66/67	0.46	0.75	4.82	6.80	5.95	4.69	2.07	0.86	2.60	0.77	0.42	0.26	2.54
67/68	0.24	1.64	2.23	3.05	4.02	4.81	2.54	1.19	0.28	0.10	0.10	0.14	1.70
68/69	0.18	0.21	0.47	1.08	1.92	1.41	0.91	0.69	0.24	0.08	0.07	0.04	0.61
69/70	0.10	0.93	5.97	6.82	7.45	5.30	2.81	1.04	0.32	0.16	0.09	0.11	2.59
70/71	0.11	0.36	2.79	3.91	5.35	2.14	1.20	0.86	0.48	0.19	0.13	0.11	1.47
71/72	0.19	1.73	3.02	7.33	7.42	3.35	1.92	0.61	0.48	0.27	0.15	0.07	2.21
72/73	0.11	4.28	9.07	5.95	9.42	7.32	5.17	3.04	0.85	0.24	0.05	0.08	3.80
73/74	0.16	1.54	3.46	5.72	3.65	1.91	2.84	0.61	0.28	0.23	0.06	0.30	1.73
74/75	0.18	0.62	5.35	4.33	3.62	2.75	1.97	0.50	0.39	0.23	0.15	0.07	1.68
75/76	0.21	1.18	4.19	8.94	7.12	2.86	1.22	1.13	0.41	0.19	0.18	0.16	2.31
76/77	0.19	0.35	2.14	1.99	1.83	2.13	4.04	2.06	0.59	0.21	0.14	0.15	1.32
77/78	0.16	0.58	2.82	8.31	5.80	2.33	2.81	1.17	0.51	0.22	0.13	0.16	2.08
78/79	0.28	0.65	1.18	8.52	3.35	4.57	2.57	2.50	0.75	0.21	0.17	0.12	2.07
79/80	0.14	0.45	0.56	4.30	5.55	5.05	2.08	1.17	0.88	0.12	0.13	0.29	1.73
80/81	1.14	7.16	7.86	7.61	5.51	2.84	1.04	0.42	0.16	0.28	0.14	0.14	2.86
81/82	0.58	5.00	5.87	5.00	3.15	2.45	0.94	0.47	0.15	0.13	0.21	0.16	2.01
82/83	0.26	1.42	8.35	8.99	6.61	6.59	5.88	2.41	0.68	0.22	0.19	0.12	3.48
83/84	0.29	0.64	5.02	7.65	4.02	3.82	1.37	0.79	0.30	0.14	0.10	0.09	2.02
84/85	0.16	0.90	2.06	7.60	2.96	4.14	2.76	1.31	0.47	0.22	0.13	0.12	1.90
85/86	0.23	1.46	2.20	5.52	2.28	2.69	2.19	1.17	0.31	0.12	0.09	0.09	1.53
86/87	0.27	3.02	9.64	3.39	5.55	3.04	1.53	2.11	0.72	0.17	0.12	0.13	2.47
87/88	0.19	0.47	2.19	9.04	7.29	3.87	2.92	1.00	0.34	0.15	0.10	0.11	2.31
88/89	0.18	0.33	2.36	3.25	7.34	3.56	1.41	0.71	0.30	0.15	0.10	0.09	1.65
89/90	0.15	0.25	1.84	2.21	3.56	2.26	1.20	0.65	0.26	0.10	0.08	0.10	1.05
PROM	0.30	1.40	3.78	5.46	5.41	4.22	2.28	1.18	0.49	0.20	0.13	0.13	2.08
STD	0.32	1.38	2.28	2.37	2.42	2.07	1.06	0.61	0.36	0.10	0.06	0.06	0.68
Qm/Qa	0.14	0.67	1.82	2.62	2.60	2.03	1.10	0.57	0.24	0.09	0.06	0.06	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE QUILMO

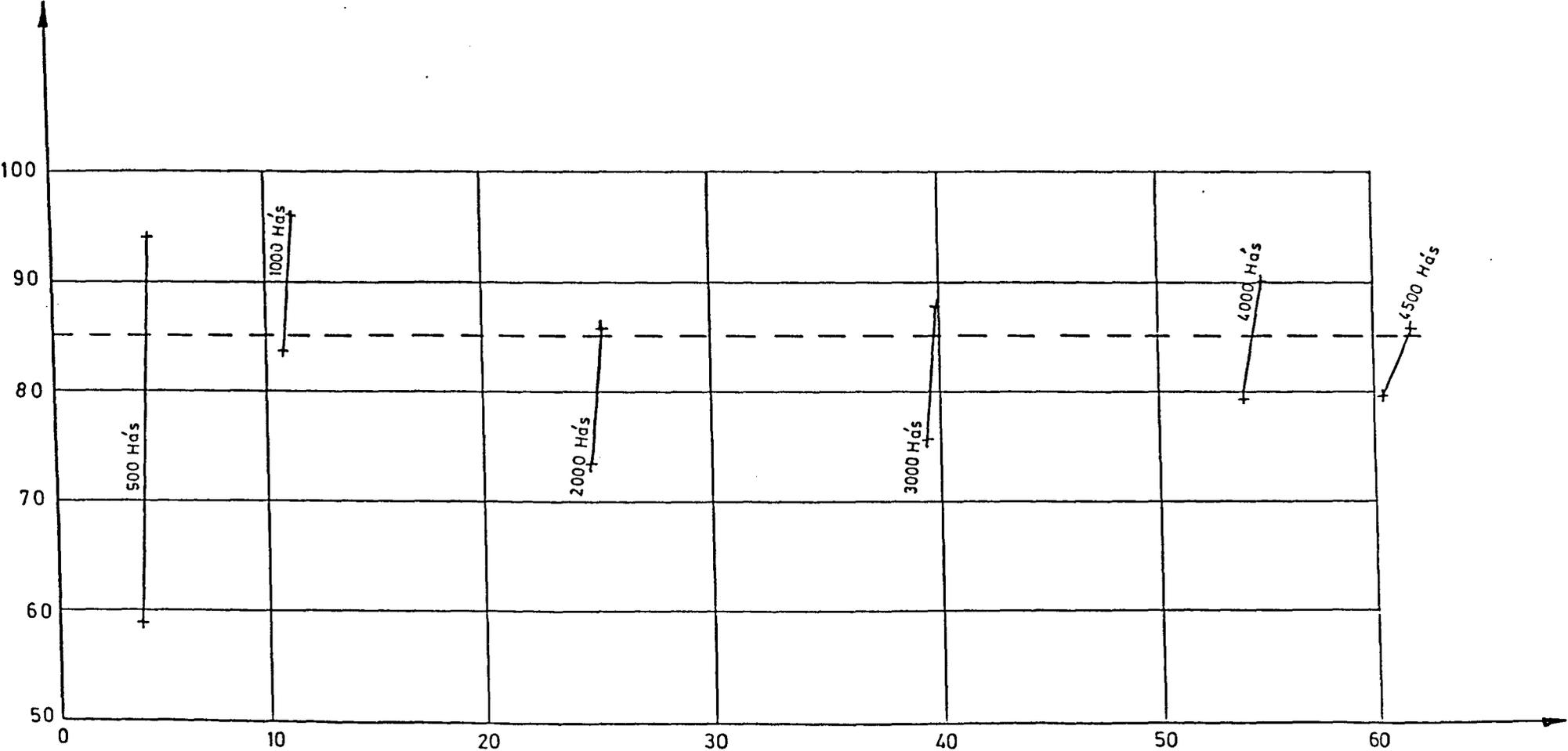
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]	
500	6.2	4.0	59.2	
	6.7	4.5	93.9	
1000	12.2	10.0	51.0	
	13.2	11.0	83.7	
	13.5	11.3	87.8	
	13.7	11.5	95.9	
2000	26.0	23.8	46.9	
	27.2	25.0	73.5	
	27.7	25.5	85.7	
	28.0	25.8	95.9	
	3000	40.0	37.8	42.9
3000	41.3	39.1	69.4	
	41.7	39.5	75.5	
	42.2	40.0	87.8	
	42.5	40.3	93.9	
	4000	54.0	51.8	38.8
	56.0	53.8	75.5	
	56.2	54.0	79.6	
4000	57.2	55.0	89.8	
	58.0	55.8	95.9	
	4500	62.5	60.3	59.2
	63.5	61.3	75.5	
	63.7	61.5	79.6	
	64.7	62.5	85.7	

EMBALSE QUILMO
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
500	4.6	6.8	96.4	10.9
1000	11.1	15.2	100.5	15.0
2000	25.5	29.6	106.5	21.0
3000	39.9	44.0	110.3	24.8
4000	54.5	58.6	113.8	28.3
4500	61.9	66.0	115.0	29.5

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE QUILMO

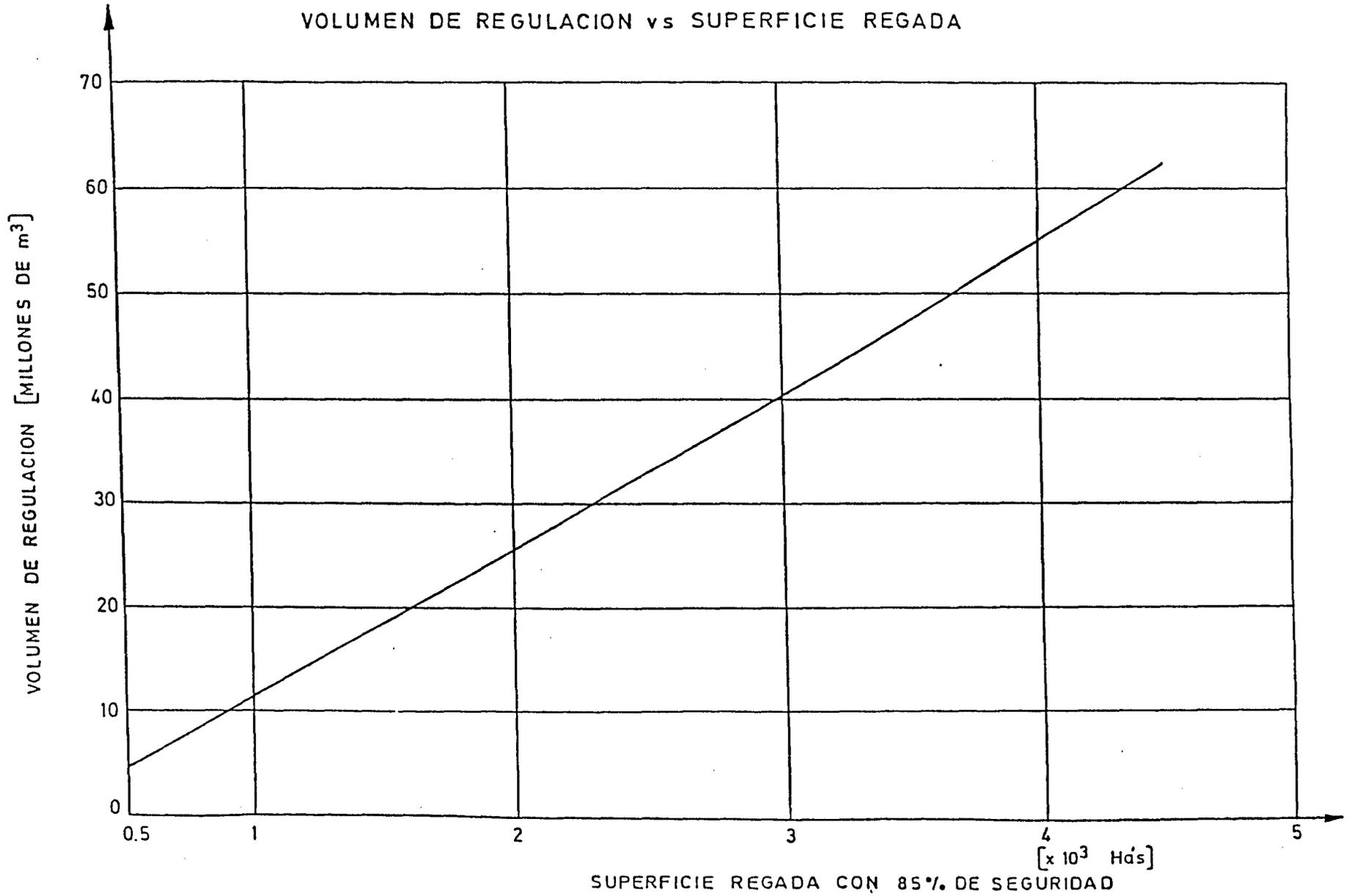
SEGURIDAD DE RIEGO (%)



VOLUMEN DE REGULACION (MILLONES DE m³)

EMBALSE QUILMO

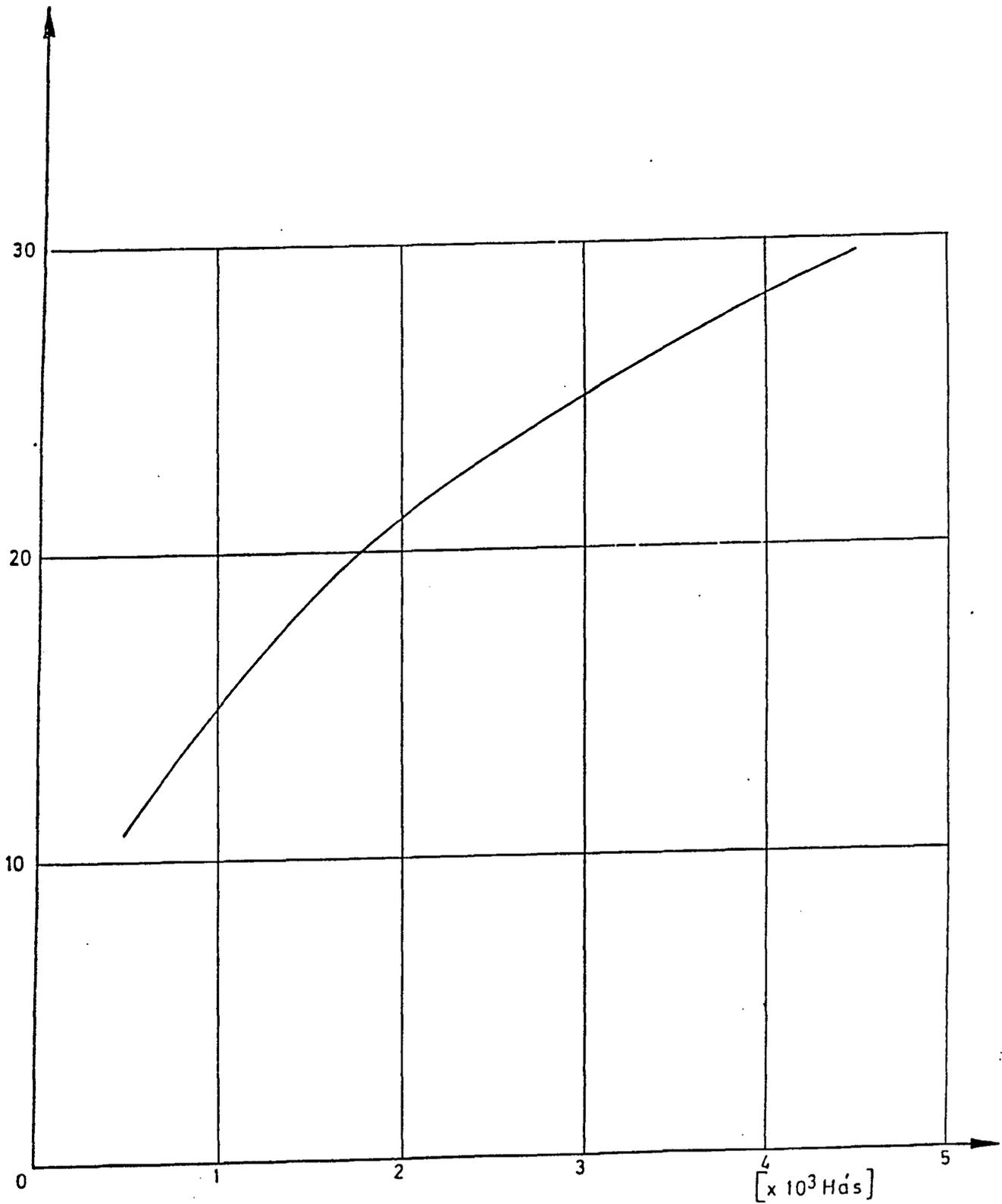
VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE QUILMO

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA

ALTURA DE PRESA
(m)



SUPERFICIE REGADA CON 85% SEGURIDAD

EMBALSE QUILMO ANALISIS DE COSTOS

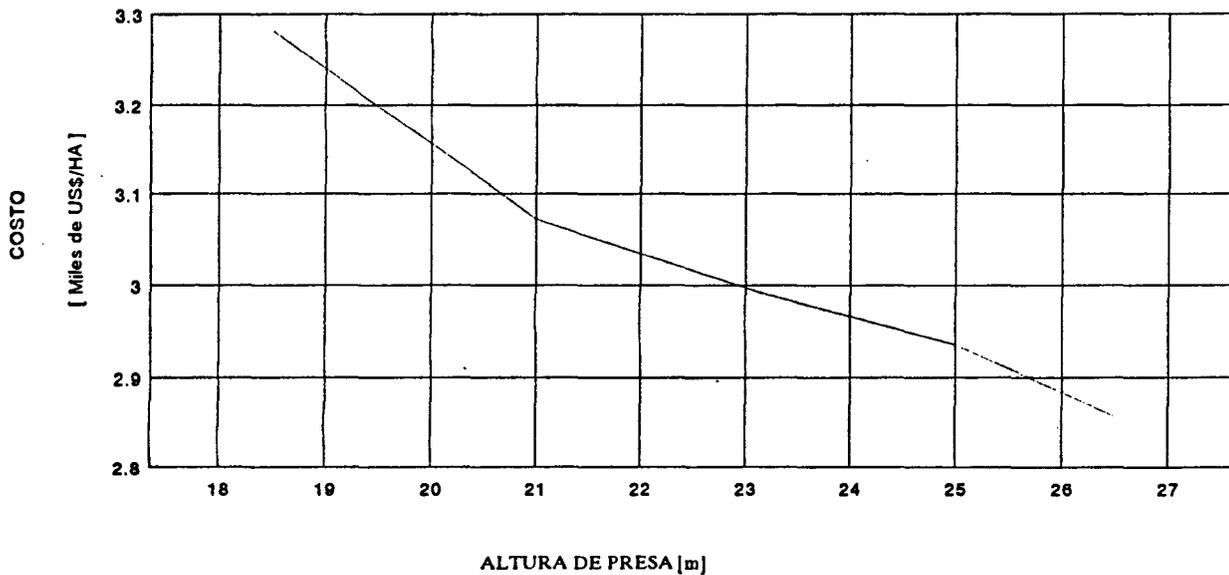
Superficie regada sin embalse
Costo canal Río Chillán – Embalse

70 Hás.
500 Miles de US\$

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m ³]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m ³]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	COSTO TOTAL [Mill.US\$]	SUP. REG. ADICIONAL [HAS]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
18.5	1500	0.28	14.98	4.19	4.69	1430	3282
21.0	2000	0.37	14.68	5.43	5.93	1930	3072
23.1	2500	0.47	14.41	6.77	7.27	2430	2993
25.0	3000	0.57	14.21	8.10	8.60	2930	2936
26.5	3450	0.65	14.09	9.16	9.66	3380	2857

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

EMBALSE CHANGARAL ALTO

RIO CHANGARAL EN EMBALSE CHANGARAL ALTO

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	1.8	8.3	8.2	12.0	7.1	4.1	2.2	6.5	3.5	1.8	2.1	1.8	5.0
42/43	2.6	6.2	4.5	7.3	5.0	3.3	3.4	3.9	1.3	1.3	1.3	1.7	3.5
43/44	2.1	7.4	3.6	5.6	2.9	3.5	1.9	2.3	0.8	0.9	1.1	1.4	2.8
44/45	1.8	5.7	7.7	7.4	5.0	3.3	7.2	6.3	2.3	1.8	2.6	1.9	4.4
45/46	3.6	10.8	6.9	9.3	7.8	4.8	2.9	6.9	1.3	1.0	1.1	1.7	4.8
46/47	1.5	4.5	3.0	7.3	2.7	3.0	1.3	2.5	0.9	0.6	0.5	1.2	2.4
47/48	1.3	3.2	5.9	6.2	4.2	1.7	2.2	1.8	0.3	0.6	0.4	1.2	2.4
48/49	2.6	5.4	4.6	11.4	3.8	4.1	3.8	3.3	1.6	1.2	1.4	2.3	3.8
49/50	2.1	14.8	13.5	6.1	4.7	0.5	0.3	1.4	0.2	0.6	0.5	1.4	3.8
50/51	3.6	12.7	11.2	6.8	2.8	2.4	2.7	5.4	2.1	2.4	2.4	1.8	4.7
51/52	2.0	6.7	14.2	13.7	4.0	5.0	2.6	3.2	1.4	1.3	1.4	1.9	4.8
52/53	2.1	6.3	5.3	7.1	3.5	2.0	1.1	1.3	0.2	0.7	0.7	1.2	2.6
53/54	2.0	13.0	5.7	9.0	6.2	8.1	3.4	4.5	2.0	1.5	1.6	1.6	4.9
54/55	2.6	5.7	7.9	10.3	5.0	1.7	1.7	2.6	1.1	1.1	1.0	1.5	3.5
55/56	1.7	3.9	8.7	4.8	3.5	1.7	1.6	1.8	0.8	1.5	0.9	1.6	2.7
56/57	3.4	7.6	3.5	12.7	4.7	1.6	1.8	3.0	0.4	0.2	0.0	0.0	3.3
57/58	0.4	4.6	3.3	6.7	9.0	1.6	1.1	2.4	2.4	0.2	0.9	1.0	2.8
58/59	1.5	4.8	11.5	3.7	5.6	4.2	1.9	3.7	1.1	0.4	1.0	1.0	3.4
59/60	12.8	10.2	7.5	14.3	4.5	6.5	2.5	2.4	0.9	1.1	1.0	1.4	5.4
60/61	1.9	3.1	7.3	6.3	3.1	1.6	3.0	2.4	0.5	0.9	0.4	1.8	2.7
61/62	1.5	3.0	3.7	10.9	4.3	6.1	6.4	2.9	0.7	0.9	0.8	1.5	3.6
62/63	1.5	3.1	3.9	2.9	3.7	1.3	1.4	1.3	0.2	1.1	0.2	1.2	1.8
63/64	1.3	3.2	2.8	8.2	5.7	4.8	4.0	4.9	2.0	0.7	0.5	1.0	3.2
64/65	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.2	0.9	1.4
65/66	1.5	7.3	7.1	9.1	7.4	1.7	4.8	4.8	3.2	0.7	1.1	0.6	4.1
66/67	4.2	4.8	6.5	5.7	3.6	2.7	2.4	2.8	6.3	2.6	1.7	1.7	3.7
67/68	1.9	6.6	3.1	5.0	3.2	1.4	2.9	3.1	0.9	0.2	0.8	1.3	2.5
68/69	1.5	2.9	1.5	0.9	1.1	1.1	2.6	1.8	1.0	0.9	0.7	0.6	1.4
69/70	0.6	0.9	11.2	15.3	6.2	5.3	0.7	0.2	0.2	0.2	0.8	1.3	3.6
70/71	0.2	0.1	1.8	10.0	5.9	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4	0.6	0.5	1.7
71/72	0.3	7.3	16.6	13.6	6.0	1.5	1.1	0.9	2.9	0.6	0.9	8.2	5.0
72/73	0.6	22.9	13.9	10.1	12.1	6.2	6.3	6.4	1.6	0.8	1.0	1.4	6.9
73/74	1.7	7.4	4.6	9.0	3.9	1.6	2.3	2.6	0.4	0.8	0.8	1.2	3.0
74/75	1.5	4.6	9.8	7.4	3.4	1.9	1.4	1.7	0.5	0.8	1.2	1.3	3.0
75/76	2.5	7.9	10.1	12.6	3.8	2.5	1.1	2.6	0.9	0.9	1.6	1.3	4.0
76/77	1.5	3.2	4.1	4.4	3.4	2.0	4.5	4.0	0.7	1.1	3.3	3.5	3.0
77/78	3.3	10.9	1.4	14.6	5.7	1.1	3.8	5.3	0.9	0.9	0.9	1.2	4.2
78/79	3.5	3.8	1.8	10.3	1.4	3.6	5.2	5.6	1.5	0.4	0.7	0.7	3.2
79/80	1.4	7.0	3.9	4.3	11.9	6.9	2.7	4.8	4.2	0.4	3.7	1.5	4.4
80/81	11.2	25.7	17.8	19.9	6.3	2.4	1.1	3.1	0.8	2.0	2.0	0.4	7.7
81/82	2.7	10.6	4.2	6.1	6.1	4.1	1.2	3.5	0.4	0.0	0.4	0.5	3.3
82/83	2.4	13.5	20.1	17.4	5.0	9.5	8.3	2.5	1.5	0.7	0.6	1.4	6.9
83/84	2.0	1.5	6.4	11.9	3.1	1.8	1.5	1.5	0.3	0.1	0.1	0.2	2.5
84/85	1.0	9.1	8.0	25.1	2.2	4.0	2.9	4.8	1.0	1.6	0.9	2.0	5.2
85/86	2.1	4.7	2.5	8.0	1.8	1.1	1.5	2.6	0.7	0.4	0.2	0.7	2.2
86/87	4.7	17.9	18.7	2.5	6.0	1.3	1.5	6.5	1.5	0.1	0.9	1.5	5.3
87/88	1.6	3.6	4.2	13.4	5.5	2.9	3.8	2.6	0.6	0.1	0.7	1.3	3.4
88/89	1.5	3.1	5.3	6.2	3.9	1.7	1.1	1.7	0.4	0.6	0.7	1.0	2.3
89/90	1.2	1.5	3.5	3.6	3.2	1.5	1.3	1.7	0.6	0.5	0.6	1.1	1.7
PROM	2.4	7.0	7.0	8.9	4.7	3.0	2.6	3.2	1.3	0.9	1.1	1.4	3.6
STD	2.2	5.2	4.7	4.7	2.2	2.0	1.7	1.7	1.1	0.6	0.7	1.1	1.4
Qm/Qa	0.65	1.94	1.93	2.46	1.31	0.83	0.72	0.88	0.35	0.24	0.29	0.39	1.00

ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE CHANGARAL ALTO

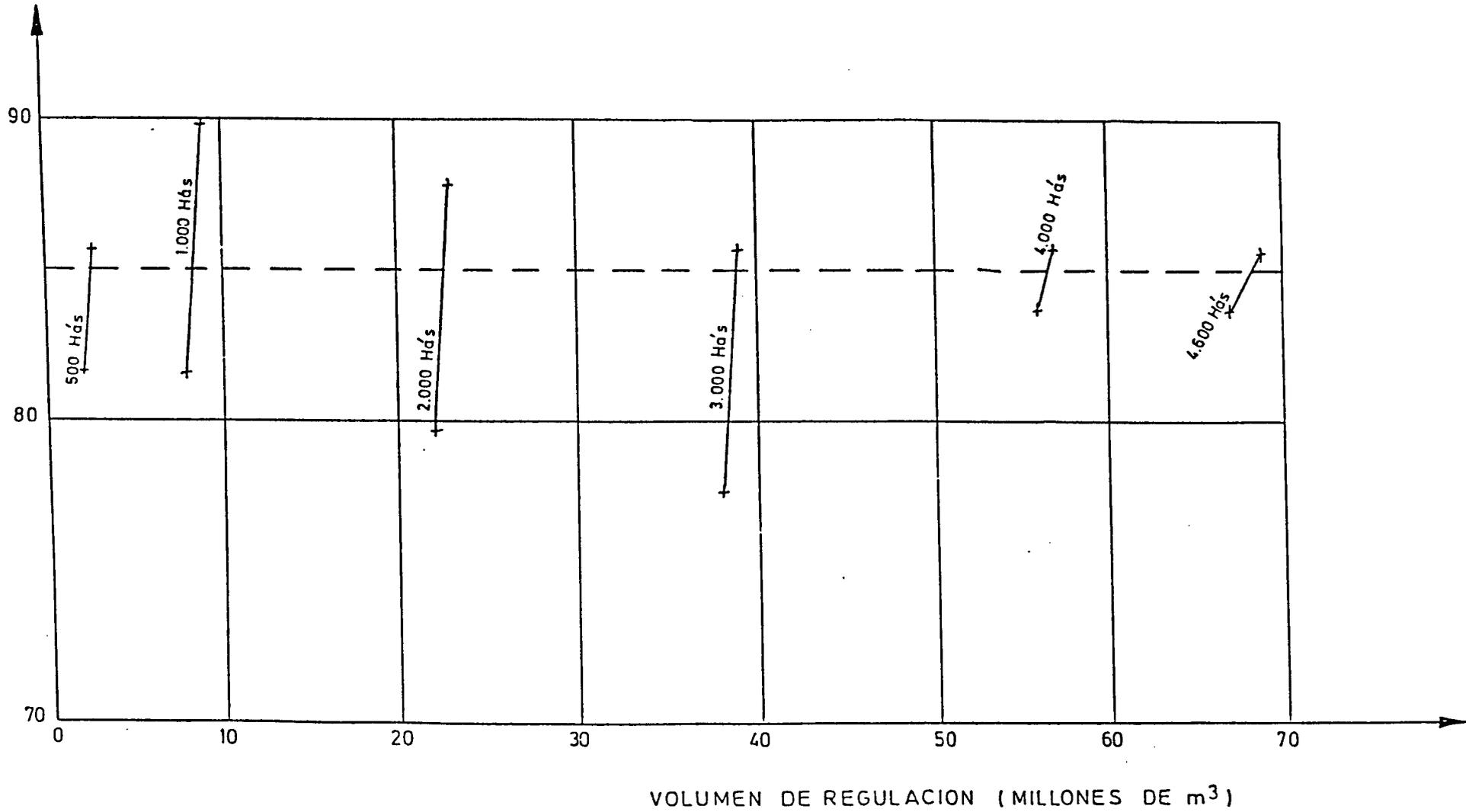
SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
500	4.9	2.0	81.6
	5.4	2.5	85.7
1000	10.9	8.0	81.6
	11.9	9.0	89.8
2000	24.9	22.0	79.6
	25.9	23.0	87.8
3000	40.9	38.0	77.6
	41.9	39.0	85.7
4000	58.9	56.0	83.7
	59.9	57.0	85.7
4600	69.9	67.0	83.7
	71.7	68.8	85.7

**EMBALSE CHANGARAL ALTO
VOLUMENES DE REGULACION Y ALTURA DE PRESA
SEGUN SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD**

SUPERFICIE REGADA [HAS]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	COTA EMBALSE [msnm]	ALTURA PRESA [m]
500	2.41	5.27	121.2	8.5
1000	8.41	11.27	122.5	9.8
2000	22.66	25.52	124.4	11.6
3000	38.91	41.77	125.3	12.6
4000	56.65	59.51	126.3	13.6
4600	68.19	71.05	127.0	14.3

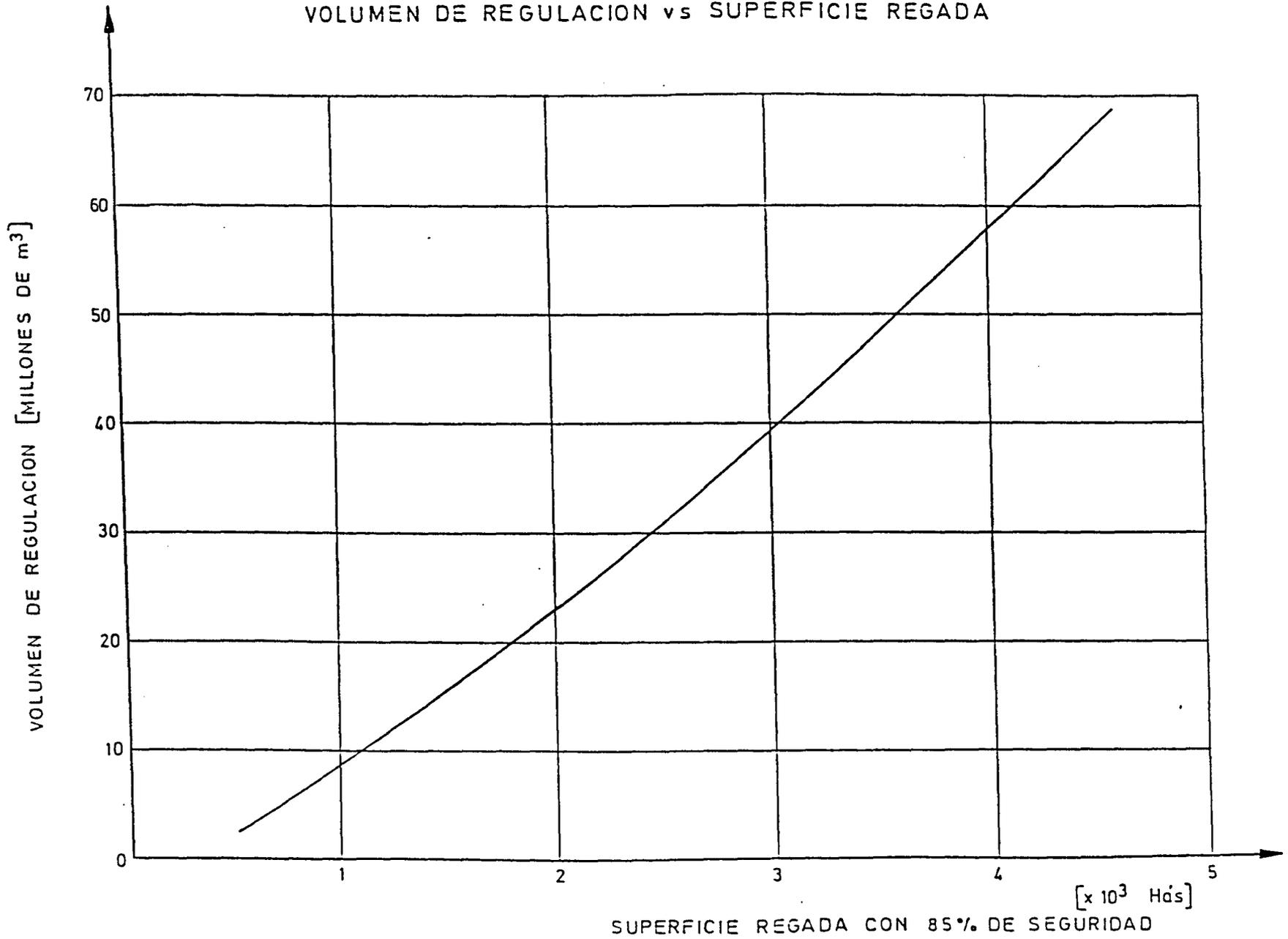
ESTUDIO DE REGULACION DEL EMBALSE CHANGARAL ALTO

SEGURIDAD DE RIEGO
(%)



EMBALSE CHANGARAL ALTO

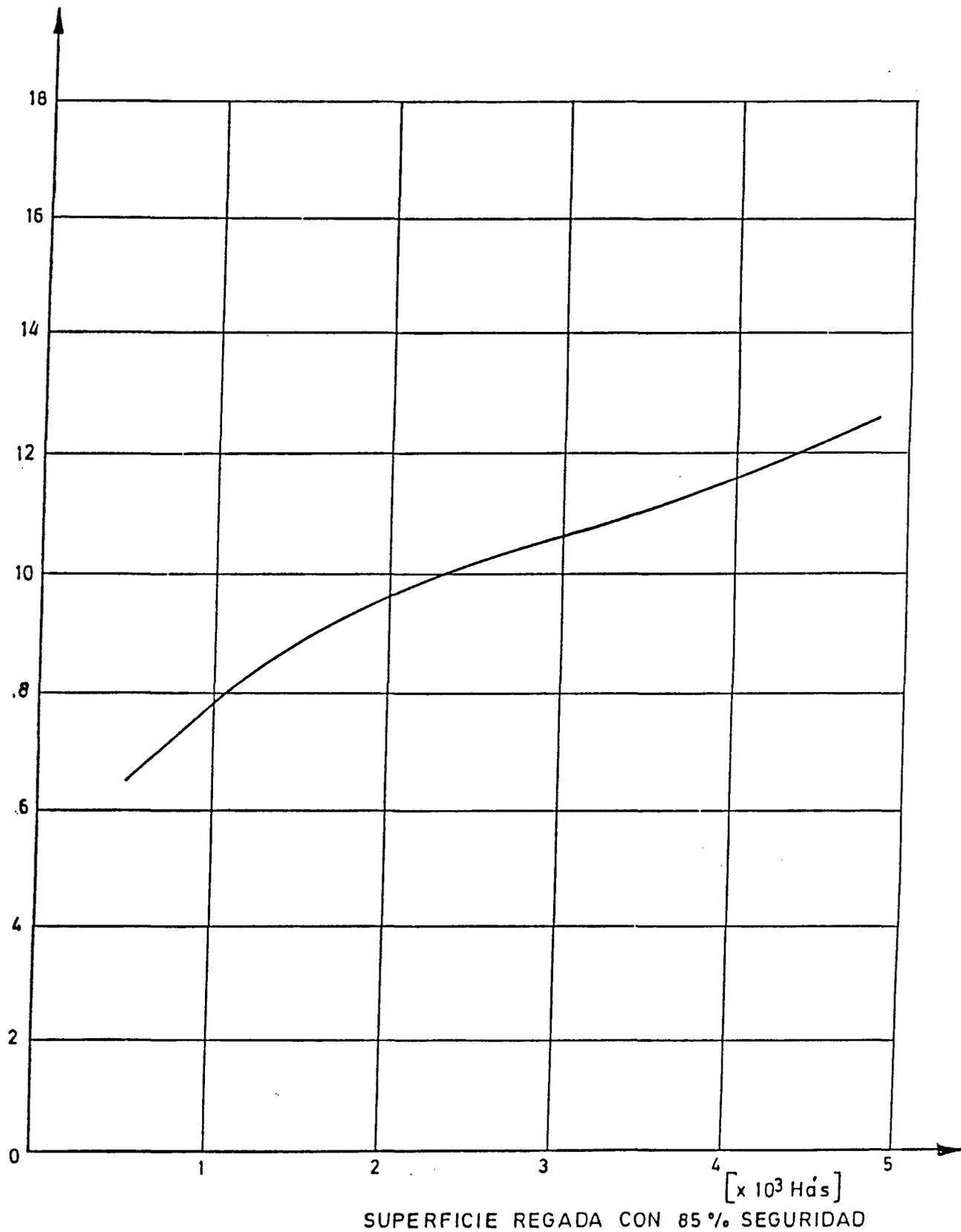
VOLUMEN DE REGULACION vs SUPERFICIE REGADA



EMBALSE CHANGARAL ALTO

ALTURA DE PRESA vs SUPERFICIE REGADA

ALTURA DE PRESA
(m)



SUPERFICIE REGADA CON 85% SEGURIDAD

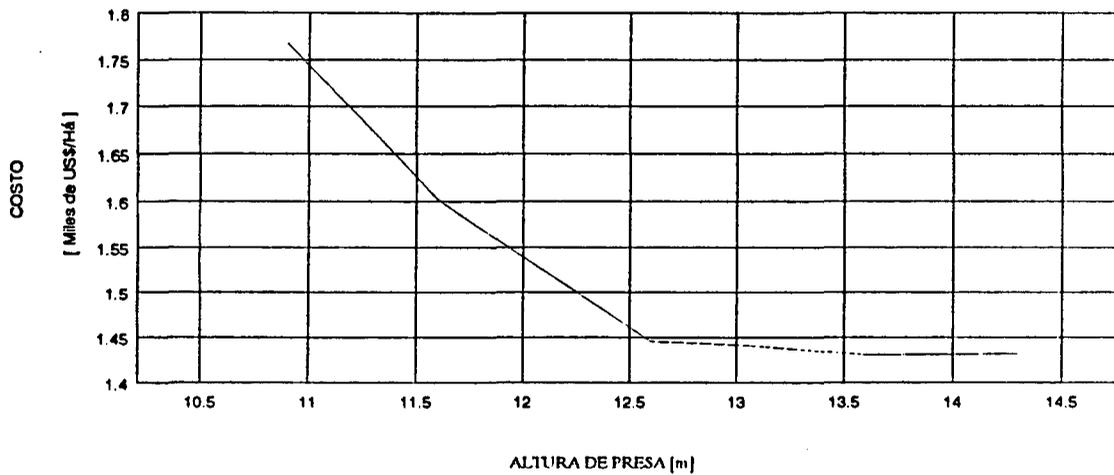
EMBALSE CHANGARAL ALTO ANALISIS DE COSTOS

Superficie regada sin embalse 100 Há.
Costo superficie inundada 600 US\$/Há.

ALTURA PRESA [m]	SUPERF. REGADA [HAS]	SUPERF. INUNDADA [HAS]	VOLUMEN PRESA [Mill.m ³]	COSTO UNIT.PRESA [US\$/m ³]	COSTO PRESA(*) [Mill.US\$]	COSTO CANAL [Mill.US\$]	COSTO TOTAL [Mill.US\$]	SUP. REG ADICIONAL [Hás]	COSTO POR HA ADIC. [US\$/HA]
10.9	1500	900	0.08	16.20	1.22	0.36	2.47	1400	1768
11.6	2000	1100	0.08	16.08	1.33	0.51	3.04	1900	1602
12.2	2500	1300	0.09	16.03	1.47	0.64	3.62	2400	1508
12.6	3000	1500	0.10	15.95	1.61	0.78	4.19	2900	1446
13.1	3500	1700	0.11	15.91	1.75	1.05	4.90	3400	1441
13.6	4000	1900	0.12	15.83	1.90	1.28	5.58	3900	1430
14.3	4600	2300	0.14	15.75	2.13	1.55	6.44	4500	1431

(*) Este costo incluye las obras de desviación y evacuación de crecidas.

COSTO POR Há ADICIONAL DE RIEGO VS ALTURA DE PRESA



— Presa seleccionada.

A N E X O 3.1

3.1 SELECCION DE ALTERNATIVAS PARA EL RIEGO DEL SECANO DE LA CORDILLERA DE LA COSTA Y DE LOS INTERFLUVIOS COSTEROS

Para cada embalse se incluye:

- Estadística de caudales afluentes.
- Resumen de operación del embalse.
- Costos del embalse.

EMBALSE PUYAMAVIDA

ESTERO CHIPANCO EN EMBALSE PUYAMAVIDA

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.40	0.79	0.99	6.62	12.42	9.50	4.25	2.18	1.33	0.44	0.25	0.17	3.28
42/43	0.25	0.54	0.26	1.19	2.88	2.14	1.24	0.64	0.21	0.09	0.05	0.33	0.82
43/44	0.20	1.61	0.91	1.78	2.89	3.19	1.51	0.75	0.29	0.17	0.11	0.02	1.12
44/45	0.05	0.99	1.42	0.88	4.54	2.67	2.12	0.85	0.33	0.14	0.43	0.17	1.22
45/46	0.26	1.67	0.79	2.75	2.84	1.89	0.97	0.74	0.17	0.19	0.08	0.03	1.03
46/47	0.31	0.82	0.78	1.11	1.03	1.69	0.87	0.62	0.29	0.06	0.02	0.14	0.64
47/48	0.18	0.47	1.71	1.92	1.79	1.94	1.28	0.66	0.24	0.12	0.05	0.04	0.87
48/49	0.64	1.01	0.90	3.45	2.61	3.42	1.71	0.79	0.46	0.14	0.24	0.25	1.30
49/50	0.17	1.80	3.80	2.73	1.83	0.92	0.36	0.45	0.13	0.03	0.02	0.10	1.03
50/51	0.79	1.96	4.10	2.48	4.66	3.83	2.02	1.37	0.40	0.45	0.10	0.06	1.85
51/52	0.02	1.19	4.65	4.40	3.35	2.19	1.08	0.82	0.25	0.09	0.06	0.33	1.54
52/53	0.03	1.03	0.83	1.00	1.01	0.99	0.66	0.25	0.07	0.31	0.01	0.22	0.53
53/54	0.42	1.45	0.87	2.95	5.73	6.72	3.19	1.52	0.73	0.30	0.25	0.07	2.02
54/55	0.45	0.97	1.63	5.92	3.63	2.35	1.19	0.55	0.30	0.12	0.27	0.02	1.45
55/56	0.22	0.50	1.36	0.49	1.49	1.20	0.73	0.29	0.36	0.35	0.04	0.63	0.64
56/57	0.54	0.78	0.52	1.08	1.27	1.28	0.79	0.28	0.10	0.09	0.02	0.01	0.56
57/58	0.17	1.27	0.41	3.04	6.16	4.38	2.54	1.18	0.69	0.21	0.11	0.09	1.69
58/59	0.18	1.58	2.94	3.08	3.45	3.53	1.66	1.07	0.32	0.37	0.08	0.20	1.54
59/60	1.25	0.71	2.62	4.66	3.81	2.54	1.45	0.55	0.23	0.35	0.05	0.51	1.56
60/61	0.19	0.20	2.29	4.14	2.80	1.89	1.26	0.48	0.19	0.27	0.04	0.55	1.19
61/62	0.04	0.31	1.04	2.07	3.44	4.74	2.18	1.10	0.47	0.21	0.11	0.04	1.31
62/63	0.24	0.20	1.19	0.27	0.86	0.91	0.68	0.29	0.09	0.03	0.04	0.10	0.41
63/64	0.27	0.58	1.16	3.52	6.01	5.85	3.31	1.99	0.71	0.36	0.16	0.08	2.00
64/65	0.11	0.54	0.65	0.63	1.20	1.06	0.75	0.62	0.70	0.04	0.33	0.09	0.56
65/66	0.85	0.86	1.77	5.70	10.59	5.47	2.64	1.78	0.64	0.25	0.13	0.06	2.56
66/67	0.43	0.21	2.79	4.62	3.21	1.35	0.65	0.43	0.95	0.35	0.03	0.01	1.25
67/68	0.11	0.86	0.23	0.11	0.28	0.41	0.00	0.00	0.08	0.05	0.12	0.17	0.20
68/69	0.20	0.05	1.04	0.40	0.34	0.42	0.34	0.28	0.39	0.01	0.05	0.04	0.30
69/70	0.56	0.93	3.72	3.31	4.00	2.45	1.47	0.69	0.25	0.16	0.05	0.07	1.47
70/71	0.10	0.55	0.88	2.57	1.97	1.71	1.00	0.48	0.32	0.09	0.11	0.04	0.82
71/72	0.22	1.27	2.12	3.03	4.28	2.56	1.39	0.59	0.44	0.11	0.05	0.29	1.36
72/73	0.08	1.87	3.82	5.59	5.43	4.38	3.28	1.77	0.82	0.31	0.16	0.11	2.30
73/74	0.19	0.86	0.99	1.51	1.30	0.97	1.18	0.28	0.23	0.05	0.02	0.13	0.64
74/75	0.00	0.88	6.89	3.85	2.56	1.87	0.98	0.65	0.26	0.07	0.15	0.04	1.52
75/76	0.35	1.40	3.08	1.78	1.94	1.49	1.25	0.79	0.17	0.07	0.03	0.01	1.03
76/77	0.00	0.01	0.50	0.45	0.46	0.65	1.54	1.23	0.83	0.35	0.09	0.14	0.52
77/78	0.24	1.53	3.13	7.14	7.06	4.30	1.80	0.83	0.36	0.17	0.34	0.04	2.25
78/79	0.02	1.02	0.76	5.73	3.65	3.16	1.60	1.41	0.30	0.21	0.08	0.02	1.50
79/80	0.28	0.37	0.09	1.39	2.21	1.77	0.92	0.95	0.46	0.07	0.47	0.07	0.75
80/81	1.60	4.12	6.49	7.23	4.45	2.88	1.35	0.71	0.43	0.45	0.11	0.22	2.50
81/82	0.61	4.68	2.39	3.78	2.32	1.49	0.83	0.32	0.12	0.24	0.13	0.02	1.41
82/83	0.04	1.73	5.49	8.73	6.37	5.45	4.17	2.12	0.87	0.49	0.24	0.08	2.98
83/84	0.25	0.65	2.14	4.05	3.07	2.43	1.35	0.56	0.27	0.13	0.21	0.04	1.26
84/85	0.24	1.50	2.32	4.52	3.38	3.28	3.35	1.51	0.66	0.39	0.14	0.14	1.78
85/86	0.35	1.53	1.49	3.82	2.12	1.63	1.01	0.56	0.14	0.06	0.08	0.16	1.08
86/87	0.86	1.68	5.22	3.46	3.36	2.09	1.09	1.36	0.20	0.09	0.06	0.29	1.65
87/88	0.24	0.62	0.44	4.50	4.34	3.47	2.08	0.91	0.41	0.21	0.08	0.14	1.45
88/89	0.27	0.41	1.36	2.99	4.82	3.86	2.02	0.90	0.44	0.14	0.09	0.10	1.45
PROM	0.32	1.10	2.02	3.18	3.44	2.72	1.57	0.86	0.40	0.20	0.12	0.14	1.34
STD	0.31	0.86	1.65	2.03	2.36	1.78	0.95	0.52	0.26	0.13	0.11	0.14	0.67
Qm/Qa	0.24	0.82	1.51	2.37	2.57	2.03	1.17	0.64	0.30	0.15	0.09	0.10	1.00

RESUMEN DE OPERACION DEL EMBALSE

EMBALSE PUYAMAVIDA

SUPERFICIE REGADA CON 85% DE SEGURIDAD.
CON UN VOLUMEN DE EMBALSE DE 12.67 [Mill.m3]

SUPERFICIE REGADA [HAS]	SEGURIDAD [%]
800	87.5
820	83.33

SUPERFICIE REGADA 812 HAS.

COSTOS DEL EMBALSE

PUYAMAVIDA

SUPERFICIE REGADA:	810 Hás.
ALTURA PRESA:	13 m
VOLUMEN PRESA:	0.028 Millones de m3
COSTO PRESA:	4760 Miles de US\$
COSTO POR HA:	587.6 US\$/Há.

EMBALSE CHUDAL

ESTERO CHUDAL EN EMBALSE CHUDAL

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.22	0.44	0.57	4.47	8.03	6.41	3.02	1.54	0.88	0.31	0.17	0.11	2.18
42/43	0.15	0.31	0.15	0.67	1.85	1.59	0.93	0.46	0.17	0.07	0.04	0.19	0.55
43/44	0.11	0.90	0.61	1.37	1.96	2.10	1.05	0.53	0.21	0.12	0.07	0.02	0.75
44/45	0.03	0.55	0.88	0.87	3.05	1.89	1.43	0.62	0.25	0.11	0.25	0.10	0.84
45/46	0.15	0.93	0.55	1.83	1.92	1.33	0.72	0.50	0.13	0.12	0.05	0.02	0.69
46/47	0.17	0.46	0.44	0.82	0.78	1.13	0.65	0.44	0.20	0.05	0.02	0.08	0.44
47/48	0.10	0.26	0.96	1.38	1.25	1.29	0.90	0.48	0.18	0.08	0.03	0.02	0.58
48/49	0.36	0.56	0.56	2.40	1.81	2.38	1.21	0.57	0.31	0.10	0.14	0.15	0.88
49/50	0.10	1.01	2.57	1.87	1.25	0.64	0.26	0.28	0.08	0.02	0.01	0.05	0.68
50/51	0.44	1.14	2.85	1.75	3.04	2.64	1.43	0.92	0.29	0.28	0.07	0.04	1.24
51/52	0.01	0.66	2.93	2.97	2.69	1.69	0.79	0.55	0.18	0.07	0.05	0.19	1.07
52/53	0.02	0.58	0.49	0.77	0.76	0.69	0.45	0.18	0.05	0.18	0.01	0.13	0.36
53/54	0.24	0.80	0.59	2.03	3.90	4.33	2.16	1.10	0.51	0.21	0.16	0.05	1.34
54/55	0.26	0.54	1.05	3.91	2.51	1.63	0.85	0.40	0.20	0.08	0.16	0.01	0.97
55/56	0.12	0.28	0.76	0.37	1.33	0.86	0.46	0.19	0.21	0.20	0.03	0.35	0.43
56/57	0.30	0.43	0.34	1.18	0.95	0.85	0.55	0.22	0.08	0.06	0.01	0.01	0.41
57/58	0.10	0.71	0.27	1.96	4.63	2.72	1.49	0.72	0.41	0.13	0.07	0.05	1.10
58/59	0.10	0.88	1.84	1.99	2.29	2.35	1.16	0.73	0.24	0.23	0.06	0.12	1.00
59/60	0.70	0.43	1.70	3.16	2.67	1.77	1.01	0.42	0.18	0.22	0.04	0.29	1.05
60/61	0.11	0.11	1.29	2.80	1.95	1.32	0.87	0.36	0.14	0.17	0.03	0.31	0.79
61/62	0.03	0.17	0.58	1.77	2.44	2.77	1.39	0.77	0.32	0.14	0.07	0.03	0.87
62/63	0.14	0.11	0.66	0.18	0.57	0.67	0.53	0.24	0.08	0.03	0.03	0.06	0.27
63/64	0.15	0.32	0.65	2.25	4.32	3.58	2.15	1.43	0.57	0.27	0.12	0.06	1.32
64/65	0.07	0.30	0.36	0.36	1.27	0.80	0.45	0.37	0.41	0.03	0.19	0.05	0.39
65/66	0.48	0.48	1.45	3.89	6.42	3.71	1.94	1.23	0.46	0.19	0.10	0.04	1.70
66/67	0.25	0.12	1.68	3.01	2.12	0.96	0.47	0.28	0.54	0.20	0.02	0.01	0.81
67/68	0.06	0.48	0.13	0.06	0.16	0.23	0.00	0.00	0.04	0.03	0.07	0.10	0.11
68/69	0.11	0.03	0.58	0.24	0.24	0.31	0.25	0.19	0.23	0.01	0.03	0.02	0.19
69/70	0.31	0.52	2.34	2.18	2.76	1.75	1.04	0.50	0.19	0.11	0.04	0.04	0.98
70/71	0.06	0.31	0.49	1.71	1.53	1.17	0.66	0.32	0.20	0.06	0.07	0.03	0.55
71/72	0.12	0.70	1.67	2.08	2.72	1.72	0.96	0.42	0.28	0.08	0.04	0.17	0.91
72/73	0.04	1.04	2.68	3.59	3.40	3.32	2.24	1.23	0.60	0.23	0.12	0.07	1.55
73/74	0.11	0.48	0.56	1.23	0.95	0.65	0.74	0.22	0.16	0.04	0.02	0.08	0.44
74/75	0.00	0.49	4.33	2.83	1.88	1.29	0.70	0.44	0.18	0.05	0.09	0.02	1.03
75/76	0.19	0.78	1.96	1.37	1.37	1.07	0.85	0.54	0.14	0.05	0.02	0.01	0.70
76/77	0.00	0.01	0.28	0.25	0.26	0.38	1.52	0.89	0.49	0.22	0.07	0.09	0.37
77/78	0.14	0.85	2.00	5.27	4.38	2.64	1.23	0.58	0.25	0.12	0.20	0.03	1.47
78/79	0.01	0.57	0.43	3.62	2.52	2.18	1.15	0.93	0.24	0.15	0.06	0.02	0.99
79/80	0.16	0.21	0.05	0.77	1.41	1.35	0.73	0.63	0.30	0.06	0.27	0.04	0.50
80/81	0.89	2.62	4.79	4.28	3.16	2.06	0.98	0.51	0.29	0.28	0.07	0.13	1.67
81/82	0.34	3.58	1.58	2.34	1.52	1.04	0.59	0.24	0.09	0.14	0.07	0.01	0.96
82/83	0.03	0.96	3.75	5.60	4.22	3.81	2.88	1.51	0.65	0.34	0.17	0.06	2.00
83/84	0.15	0.37	1.44	2.61	2.01	1.67	0.94	0.41	0.19	0.09	0.12	0.02	0.84
84/85	0.13	0.83	1.48	3.07	2.33	2.47	2.23	1.04	0.46	0.26	0.10	0.09	1.21
85/86	0.20	0.85	1.22	2.53	1.48	1.12	0.69	0.38	0.10	0.04	0.05	0.09	0.73
86/87	0.48	0.97	3.67	2.36	2.32	1.43	0.74	0.83	0.15	0.07	0.04	0.17	1.10
87/88	0.14	0.34	0.24	2.91	3.01	2.40	1.44	0.66	0.30	0.15	0.06	0.09	0.98
88/89	0.15	0.23	0.76	1.98	2.94	2.91	1.59	0.70	0.33	0.10	0.05	0.06	0.98
PROM	0.18	0.64	1.32	2.14	2.34	1.86	1.09	0.60	0.27	0.13	0.08	0.08	0.89
STD	0.17	0.60	1.14	1.31	1.50	1.17	0.65	0.36	0.17	0.09	0.06	0.08	0.45
Qm/Qa	0.20	0.71	1.47	2.40	2.61	2.07	1.22	0.67	0.31	0.15	0.09	0.09	1.00

RESUMEN DE OPERACION DEL EMBALSE

EMBALSE CHUDAL

VOLUMEN DE EMBALSE PARA REGAR 783 HAS. CON 85% DE SEGURIDAD.

VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
12.0	10.68	81.3
12.5	11.18	89.6

VOLUMEN EMBALSE PARA REGAR 783 HAS. 12.22 [Mill.m3]

COSTOS DEL EMBALSE

CHUDAL

SUPERFICIE REGADA:	783 Hás.
ALTURA PRESA:	20.3 m
VOLUMEN PRESA:	0.235 Millones de m3
COSTO PRESA:	3566 Miles de US\$
COSTO POR HA:	4554 US\$/Há.

EMBALSE RANQUIL

ESTERO RANQUIL EN EMBALSE RANQUIL

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.15	0.29	0.92	3.87	5.22	4.07	2.12	1.13	0.63	0.22	0.12	0.07	1.57
42/43	0.10	0.20	0.10	1.10	1.68	1.32	0.74	0.37	0.14	0.06	0.03	0.13	0.50
43/44	0.08	0.61	1.09	1.28	1.45	1.50	0.76	0.41	0.17	0.09	0.06	0.01	0.63
44/45	0.02	0.36	1.23	0.88	2.13	1.50	1.10	0.49	0.21	0.09	0.18	0.07	0.69
45/46	0.10	0.64	1.04	1.55	1.47	1.11	0.60	0.39	0.11	0.09	0.04	0.02	0.60
46/47	0.12	0.30	0.60	1.07	0.96	0.93	0.53	0.36	0.16	0.05	0.02	0.06	0.43
47/48	0.07	0.17	1.53	1.16	1.06	1.14	0.66	0.33	0.13	0.06	0.03	0.02	0.53
48/49	0.24	0.39	0.85	2.15	1.53	1.70	0.87	0.43	0.24	0.08	0.10	0.10	0.72
49/50	0.07	0.70	2.74	1.44	0.82	0.46	0.20	0.20	0.06	0.02	0.01	0.04	0.56
50/51	0.29	1.66	1.64	1.36	2.18	2.12	1.13	0.68	0.23	0.20	0.06	0.03	0.97
51/52	0.01	0.44	2.11	3.37	1.90	1.04	0.53	0.37	0.13	0.05	0.03	0.13	0.84
52/53	0.01	0.38	0.80	1.00	0.73	0.58	0.37	0.16	0.06	0.13	0.01	0.08	0.36
53/54	0.16	0.56	1.11	1.65	2.93	3.05	1.50	0.76	0.36	0.15	0.11	0.03	1.03
54/55	0.17	0.36	1.25	3.08	1.91	1.20	0.64	0.31	0.16	0.06	0.11	0.01	0.77
55/56	0.08	0.18	0.87	0.75	1.23	0.73	0.38	0.17	0.16	0.14	0.02	0.24	0.41
56/57	0.20	0.31	0.63	1.24	1.04	0.77	0.46	0.20	0.08	0.05	0.01	0.01	0.42
57/58	0.06	1.20	0.51	1.40	2.89	2.15	1.24	0.59	0.32	0.11	0.06	0.04	0.88
58/59	0.07	0.59	2.05	1.76	1.68	1.68	0.85	0.55	0.19	0.17	0.05	0.08	0.81
59/60	0.46	0.68	1.42	2.73	1.94	1.23	0.74	0.33	0.14	0.15	0.03	0.19	0.84
60/61	0.07	0.07	2.00	1.71	1.28	0.90	0.61	0.28	0.11	0.13	0.02	0.25	0.62
61/62	0.00	0.10	0.35	1.15	2.05	1.65	0.90	0.46	0.19	0.08	0.04	0.03	0.58
62/63	0.17	0.05	0.38	0.20	0.59	0.47	0.37	0.15	0.05	0.02	0.02	0.04	0.21
63/64	0.07	0.13	0.35	1.49	2.55	2.36	1.36	0.79	0.32	0.17	0.07	0.04	0.81
64/65	0.04	0.13	0.23	0.32	0.84	0.72	0.41	0.25	0.38	0.05	0.08	0.02	0.29
65/66	0.30	0.23	1.00	2.36	3.39	1.86	1.04	0.63	0.24	0.10	0.05	0.02	0.93
66/67	0.27	0.13	1.42	1.73	2.31	1.35	0.67	0.35	0.32	0.11	0.09	0.02	0.73
67/68	0.04	0.45	0.64	1.13	1.25	0.94	0.61	0.30	0.14	0.06	0.02	0.08	0.47
68/69	0.09	0.03	0.36	0.24	0.67	0.62	0.42	0.30	0.18	0.03	0.03	0.02	0.25
69/70	0.17	0.28	1.70	2.29	1.95	1.18	0.74	0.37	0.14	0.08	0.03	0.04	0.75
70/71	0.04	0.21	0.47	1.36	1.24	1.03	0.56	0.30	0.18	0.06	0.05	0.03	0.46
71/72	0.08	0.44	1.34	1.75	1.91	1.33	0.74	0.33	0.23	0.07	0.03	0.11	0.70
72/73	0.03	1.30	2.92	2.56	2.83	2.18	1.68	0.86	0.39	0.16	0.09	0.05	1.25
73/74	0.07	0.31	0.80	1.11	0.88	0.57	0.54	0.19	0.13	0.07	0.02	0.05	0.40
74/75	0.00	0.38	3.38	3.59	2.39	1.16	0.49	0.29	0.12	0.04	0.06	0.02	0.99
75/76	0.12	0.50	1.70	2.40	1.91	1.15	0.68	0.34	0.14	0.06	0.03	0.04	0.76
76/77	0.01	0.13	0.42	0.52	0.74	0.89	1.15	0.73	0.36	0.16	0.06	0.04	0.43
77/78	0.04	0.48	1.67	3.72	2.21	1.34	1.14	0.71	0.31	0.13	0.07	0.02	0.99
78/79	0.01	0.26	0.33	3.00	1.97	1.94	1.01	0.69	0.24	0.14	0.15	0.02	0.81
79/80	0.12	0.21	0.08	1.24	1.66	1.78	0.91	0.59	0.29	0.08	0.16	0.05	0.60
80/81	0.39	1.63	2.86	2.74	2.05	1.45	0.72	0.37	0.20	0.21	0.06	0.04	1.06
81/82	0.16	2.37	1.47	1.68	1.45	0.90	0.52	0.22	0.10	0.11	0.04	0.04	0.75
82/83	0.04	0.71	3.35	2.85	2.75	2.38	1.63	0.88	0.37	0.20	0.10	0.04	1.28
83/84	0.11	0.24	1.24	1.37	1.26	1.15	0.61	0.28	0.13	0.06	0.08	0.02	0.54
84/85	0.09	0.66	1.83	2.41	2.07	1.87	1.67	0.78	0.34	0.19	0.08	0.05	1.00
85/86	0.10	0.36	0.83	1.64	0.95	0.75	0.67	0.41	0.18	0.08	0.03	0.05	0.50
86/87	0.33	1.54	2.48	1.87	1.88	1.35	0.73	0.60	0.16	0.07	0.04	0.13	0.93
87/88	0.07	0.17	0.26	1.86	3.26	1.92	0.94	0.45	0.19	0.10	0.05	0.05	0.78
88/89	0.07	0.12	0.43	1.43	2.53	1.65	0.86	0.43	0.19	0.07	0.04	0.04	0.66
PROM	0.12	0.49	1.22	1.76	1.82	1.40	0.83	0.45	0.21	0.10	0.06	0.06	0.71
STD	0.10	0.48	0.85	0.89	0.86	0.68	0.40	0.22	0.11	0.05	0.04	0.05	0.28
Qm/Qa	0.16	0.69	1.72	2.48	2.57	1.97	1.17	0.63	0.29	0.14	0.08	0.08	1.00

RESUMEN DE OPERACION DEL EMBALSE

EMBALSE RANQUIL

VOLUMEN DE EMBALSE PARA REGAR 653 HAS. CON 85% DE SEGURIDAD.

VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
9.52	8.80	77.1
9.62	8.90	85.4

VOLUMEN EMBALSE PARA REGAR 653 HAS. 9.62 [Mill.m3]

COSTOS DEL EMBALSE

RANQUIL

SUPERFICIE REGADA:	653 Hás.
ALTURA PRESA:	24.3 m
VOLUMEN PRESA:	0.414 Millones de m3
COSTO PRESA:	6024 Miles de US\$
COSTO POR HA:	9225 US\$/Há.

EMBALSE GUARILHUE

ESTERO GUARILIHUE EN EMBALSE GUARILIHUE

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	0.12	0.23	0.34	2.27	3.79	2.90	1.31	0.68	0.41	0.14	0.08	0.05	1.03
42/43	0.07	0.16	0.08	0.37	1.13	0.79	0.44	0.23	0.08	0.04	0.02	0.10	0.29
43/44	0.06	0.48	0.50	0.74	0.93	0.97	0.49	0.26	0.10	0.06	0.04	0.01	0.39
44/45	0.02	0.29	0.88	0.38	1.33	0.88	0.70	0.31	0.13	0.06	0.13	0.05	0.43
45/46	0.08	0.50	0.50	0.96	0.90	0.62	0.35	0.26	0.07	0.06	0.03	0.01	0.36
46/47	0.09	0.24	0.26	0.65	0.46	0.57	0.34	0.24	0.11	0.03	0.01	0.04	0.25
47/48	0.06	0.14	0.54	0.93	0.70	0.69	0.44	0.23	0.09	0.04	0.02	0.01	0.32
48/49	0.19	0.30	0.56	1.21	0.92	1.14	0.56	0.27	0.16	0.05	0.07	0.08	0.46
49/50	0.05	0.54	1.59	0.86	0.52	0.28	0.12	0.14	0.04	0.01	0.01	0.03	0.35
50/51	0.24	1.19	1.09	0.67	1.40	1.33	0.71	0.46	0.14	0.15	0.04	0.02	0.62
51/52	0.01	0.35	1.37	1.83	1.11	0.72	0.38	0.28	0.09	0.03	0.02	0.10	0.52
52/53	0.01	0.31	0.29	0.54	0.43	0.37	0.25	0.11	0.04	0.10	0.01	0.07	0.21
53/54	0.13	0.43	0.49	1.02	1.71	2.27	1.11	0.52	0.25	0.11	0.08	0.02	0.68
54/55	0.14	0.29	0.88	1.54	1.27	0.88	0.44	0.21	0.11	0.04	0.08	0.01	0.49
55/56	0.06	0.15	0.42	0.35	0.78	0.44	0.22	0.10	0.11	0.11	0.01	0.19	0.24
56/57	0.16	0.23	0.24	0.71	0.54	0.47	0.31	0.13	0.05	0.03	0.01	0.00	0.24
57/58	0.05	0.38	0.19	0.98	2.11	1.42	0.81	0.38	0.22	0.07	0.04	0.03	0.56
58/59	0.05	0.47	0.97	1.20	1.17	1.08	0.53	0.35	0.11	0.12	0.03	0.06	0.51
59/60	0.37	0.27	0.90	1.49	1.39	0.91	0.50	0.21	0.09	0.11	0.02	0.15	0.53
60/61	0.06	0.06	0.76	1.42	0.93	0.59	0.42	0.18	0.08	0.09	0.02	0.16	0.40
61/62	0.01	0.09	0.31	0.83	1.14	1.60	0.74	0.36	0.16	0.07	0.04	0.02	0.45
62/63	0.07	0.06	0.35	0.12	0.48	0.40	0.27	0.13	0.05	0.02	0.02	0.03	0.17
63/64	0.08	0.17	0.36	1.17	2.19	1.63	1.11	0.73	0.29	0.14	0.06	0.03	0.66
64/65	0.04	0.16	0.19	0.21	0.68	0.45	0.27	0.22	0.22	0.02	0.10	0.03	0.22
65/66	0.25	0.27	0.83	1.93	3.22	1.66	0.82	0.57	0.22	0.09	0.05	0.02	0.83
66/67	0.13	0.06	1.66	0.99	0.72	0.43	0.24	0.14	0.28	0.10	0.01	0.00	0.40
67/68	0.03	0.25	0.07	0.03	0.09	0.15	0.03	0.02	0.03	0.02	0.04	0.05	0.07
68/69	0.06	0.02	0.31	0.15	0.18	0.23	0.19	0.14	0.14	0.01	0.02	0.01	0.12
69/70	0.17	0.28	1.10	1.19	1.34	0.91	0.53	0.25	0.10	0.06	0.02	0.02	0.50
70/71	0.03	0.16	0.26	0.99	0.85	0.59	0.32	0.17	0.11	0.03	0.04	0.01	0.30
71/72	0.06	0.37	0.81	0.99	1.37	0.91	0.51	0.22	0.15	0.04	0.02	0.09	0.46
72/73	0.02	0.56	1.53	1.60	1.75	1.39	1.17	0.62	0.30	0.12	0.06	0.04	0.76
73/74	0.06	0.26	0.33	0.66	0.59	0.40	0.42	0.15	0.11	0.03	0.01	0.04	0.25
74/75	0.00	0.26	2.03	1.46	0.99	0.65	0.36	0.24	0.10	0.03	0.05	0.01	0.51
75/76	0.10	0.41	1.03	0.71	0.84	0.52	0.39	0.28	0.08	0.03	0.02	0.01	0.37
76/77	0.00	0.00	0.15	0.13	0.14	0.26	0.89	0.54	0.32	0.14	0.05	0.05	0.22
77/78	0.08	0.46	0.99	2.88	1.90	1.07	0.53	0.25	0.11	0.05	0.10	0.01	0.70
78/79	0.01	0.30	0.24	1.92	1.20	1.01	0.54	0.48	0.14	0.09	0.04	0.01	0.50
79/80	0.08	0.11	0.03	0.41	0.77	0.78	0.40	0.35	0.17	0.04	0.15	0.02	0.28
80/81	0.48	1.30	2.51	2.09	1.40	0.93	0.45	0.24	0.14	0.14	0.04	0.07	0.82
81/82	0.18	1.68	0.83	1.16	0.80	0.52	0.29	0.12	0.05	0.08	0.04	0.01	0.48
82/83	0.01	0.52	2.01	2.57	2.04	1.67	1.32	0.69	0.31	0.17	0.08	0.03	0.95
83/84	0.08	0.19	1.31	1.07	0.90	0.72	0.41	0.19	0.09	0.04	0.06	0.01	0.42
84/85	0.07	0.44	0.72	1.56	1.22	1.18	1.12	0.50	0.23	0.13	0.05	0.05	0.61
85/86	0.11	0.46	0.64	1.19	0.80	0.61	0.38	0.22	0.07	0.03	0.03	0.05	0.38
86/87	0.26	0.86	1.66	1.06	1.08	0.66	0.36	0.45	0.11	0.06	0.03	0.09	0.56
87/88	0.07	0.18	0.13	1.37	1.62	1.18	0.70	0.33	0.15	0.08	0.03	0.05	0.49
88/89	0.08	0.12	0.41	1.01	1.74	1.21	0.63	0.30	0.15	0.05	0.03	0.03	0.48
PROM	0.10	0.36	0.74	1.07	1.16	0.90	0.54	0.30	0.14	0.07	0.04	0.04	0.45
STD	0.09	0.32	0.58	0.63	0.70	0.53	0.30	0.17	0.08	0.04	0.03	0.04	0.21
Qm/Qa	0.21	0.78	1.63	2.36	2.54	1.97	1.18	0.66	0.31	0.15	0.09	0.10	1.00

RESUMEN DE OPERACION DEL EMBALSE

EMBALSE GUARILIHUE

VOLUMEN DE EMBALSE PARA REGAR 669.5 HAS. CON 85% DE SEGURIDAD.

VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
13.0	12.46	83.3
13.5	12.96	85.4

VOLUMEN EMBALSE PARA REGAR 669.5 HAS. 13.40 [Mill.m3]

COSTOS DEL EMBALSE

GUARILIHUE

SUPERFICIE REGADA:	669.5 Hás.
ALTURA PRESA:	40.5 m
VOLUMEN PRESA:	0.348 Millones de m3
COSTO PRESA:	5130 Miles de US\$
COSTO POR HA:	3435 US\$/Há.

EMBALSE ANDALIEN

RIO ANDALIEN EN EMBALSE ANDALIEN

CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m3/s)

AÑO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	Qa
41/42	3.02	5.65	18.58	63.37	67.13	34.06	16.04	12.50	5.68	2.15	1.36	1.04	19.22
42/43	1.68	3.48	6.90	25.72	39.28	25.34	13.47	8.42	2.91	1.30	0.87	3.71	11.09
43/44	1.24	29.68	20.08	20.22	28.91	33.79	17.84	8.49	3.56	1.78	0.99	0.50	13.92
44/45	0.94	7.11	16.77	21.26	38.94	33.56	23.88	13.10	5.74	2.54	3.48	2.22	14.13
45/46	2.99	14.69	15.79	26.31	29.67	18.65	9.72	8.53	2.59	1.53	1.21	0.58	11.02
46/47	1.97	7.30	13.39	18.77	17.63	21.60	10.94	7.65	5.36	1.20	0.58	2.89	9.11
47/48	2.25	2.66	20.89	21.21	18.49	17.79	11.08	6.23	2.81	1.32	0.49	0.64	8.82
48/49	3.36	7.09	13.58	27.73	22.56	26.06	16.99	8.95	4.01	1.69	1.97	2.17	11.35
49/50	1.24	7.14	13.72	11.52	8.25	5.01	2.31	1.06	2.11	0.16	0.09	2.14	4.56
50/51	4.03	21.72	24.36	19.71	31.93	31.12	16.67	8.67	3.42	4.40	1.06	0.82	13.99
51/52	0.23	9.71	40.04	49.44	28.96	19.93	10.56	9.53	3.85	1.35	1.07	3.46	14.84
52/53	0.23	7.91	23.06	27.58	25.16	16.69	16.94	8.63	3.45	5.22	1.13	2.38	11.53
53/54	2.86	12.44	28.48	34.40	46.98	50.40	24.38	12.48	6.47	2.64	3.23	0.87	18.80
54/55	4.69	22.40	37.60	64.64	56.12	40.12	22.39	10.36	4.90	2.47	2.92	0.53	22.43
55/56	4.77	3.12	27.18	22.70	36.00	23.90	13.54	6.04	6.08	3.57	1.02	3.68	12.63
56/57	2.75	4.51	11.11	23.16	21.96	14.30	9.60	4.83	1.93	1.37	0.39	0.17	8.01
57/58	1.62	30.44	15.14	31.50	37.54	23.03	13.28	7.47	5.99	1.46	0.64	0.73	14.07
58/59	2.03	11.68	40.77	23.23	22.08	23.02	11.37	9.09	2.61	2.62	0.73	1.87	12.59
59/60	8.86	18.33	20.26	34.47	35.59	22.76	14.66	7.45	3.32	3.23	0.75	1.64	14.28
60/61	1.80	3.13	28.78	24.26	18.38	13.31	15.55	7.40	3.33	3.57	0.73	2.30	10.21
61/62	1.05	2.37	5.60	19.85	31.72	26.76	14.26	7.12	3.03	1.38	0.68	0.95	9.56
62/63	2.70	1.69	6.68	3.03	9.07	7.86	6.24	3.07	1.17	0.39	0.85	0.68	3.62
63/64	1.84	1.50	6.63	17.82	41.46	35.01	19.74	12.40	4.93	3.09	1.29	0.61	12.19
64/65	1.08	2.43	3.44	4.13	13.61	13.97	7.21	4.46	5.58	0.85	1.62	0.57	4.91
65/66	4.34	3.79	13.69	27.97	40.62	23.64	14.03	8.12	4.23	1.31	0.76	0.72	11.93
66/67	4.66	3.94	28.54	44.12	36.64	18.73	10.98	5.49	5.67	2.27	1.91	0.65	13.63
67/68	0.66	7.78	15.26	23.57	26.71	16.91	9.60	5.11	2.42	0.86	1.22	0.96	9.26
68/69	2.03	1.04	6.17	3.37	6.24	12.30	8.33	6.52	5.29	0.99	1.39	0.51	4.51
69/70	2.28	5.44	23.52	30.88	28.80	20.56	12.64	7.23	2.73	1.49	0.74	0.59	11.41
70/71	1.77	5.37	18.87	22.25	21.65	14.32	7.81	4.12	2.62	0.82	1.46	0.48	8.46
71/72	3.12	6.54	18.00	27.56	27.52	16.11	8.84	4.00	3.49	2.55	0.48	2.32	10.04
72/73	0.62	11.86	33.76	21.24	24.64	28.59	25.78	12.42	5.65	2.68	1.22	0.87	14.11
73/74	0.70	4.46	12.79	15.66	11.86	8.72	12.79	5.27	3.15	2.05	0.57	0.70	6.56
74/75	0.08	4.39	28.44	23.43	14.53	11.04	6.74	5.47	1.96	0.66	2.94	0.35	8.34
75/76	3.56	10.64	36.22	35.75	34.67	19.42	11.13	6.34	2.54	1.51	0.75	1.20	13.64
76/77	0.11	3.10	7.39	9.37	14.85	11.11	15.10	8.81	5.63	3.05	0.75	1.30	6.71
77/78	2.25	7.24	22.83	49.87	31.61	23.40	24.16	13.68	5.60	2.55	1.85	0.51	15.46
78/79	0.29	5.60	5.91	42.10	41.54	31.71	20.71	16.28	6.19	4.13	1.46	0.66	14.72
79/80	1.83	5.42	2.00	17.92	27.95	29.37	15.35	9.09	6.25	1.46	2.90	0.49	10.00
80/81	8.35	29.81	42.62	35.02	24.84	19.94	9.48	5.35	4.20	4.04	0.81	1.21	15.47
81/82	2.88	34.98	23.61	24.61	18.27	12.62	7.48	3.40	1.40	2.72	1.20	0.24	11.12
82/83	0.94	6.27	26.13	47.12	27.06	26.62	20.81	11.68	4.82	2.96	1.24	0.94	14.72
83/84	2.61	3.14	11.34	25.52	22.00	14.40	8.49	3.82	2.25	0.96	1.25	0.67	8.04
84/85	0.99	24.85	22.34	33.79	21.69	21.64	22.25	10.87	4.76	4.03	1.04	1.19	14.12
85/86	2.99	6.43	13.77	22.63	16.30	14.20	9.37	6.09	2.18	1.16	0.89	1.45	8.12
86/87	4.42	12.33	26.30	19.74	25.53	20.35	11.45	14.89	5.49	2.85	1.69	1.93	12.25
87/88	2.35	4.88	5.97	32.41	41.32	25.23	12.38	6.34	2.65	1.66	0.60	0.86	11.39
88/89	1.31	3.14	6.65	16.96	27.07	18.20	11.03	6.16	2.63	1.54	0.85	0.89	8.04
PROM	2.38	9.39	18.98	26.85	27.94	21.61	13.65	7.93	3.93	2.12	1.23	1.23	11.44
STD	1.82	8.51	10.50	13.04	11.93	8.79	5.39	3.27	1.49	1.13	0.75	0.89	3.82
Qm/Qa	0.21	0.82	1.66	2.35	2.44	1.89	1.19	0.69	0.34	0.19	0.11	0.11	1.00

RESUMEN DE OPERACION DEL EMBALSE

EMBALSE ANDALIEN

VOLUMEN DE EMBALSE PARA REGAR 1131,3 HAS. CON 85% DE SEGURIDAD.

VOLUMEN EMBALSE [Mill.m3]	VOLUMEN REGULACION [Mill.m3]	SEGURIDAD [%]
7.86	5.00	83.3
8.06	5.20	85.4

VOLUMEN EMBALSE PARA REGAR 1131,3 HAS. => 8.02 [Mill.m3]

COSTOS DEL EMBALSE

ANDALIEN

SUPERFICIE REGADA:	1131.3 Hás.
ALTURA PRESA:	15.5 m
VOLUMEN PRESA:	0.048 Millones de m3
COSTO PRESA:	816 Miles de US\$
COSTO POR HA:	721.3 US\$/Há.