

COMISION NACIONAL DE RIEGO

RECONOCIMIENTO Y ESTUDIO PRELIMINAR
DE LAS POSIBILIDADES DE EMBALSE
PRESELECCIONADAS EN LA CUENCA DEL RIO MAULE

II PARTE

POSIBILIDADES DE EMBALSE DEPENDIENTES DE LAS
AGUAS PROVENIENTES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA

MARZO 1978

REALIZADO POR
GRUPO GRANDES OBRAS - CEDEC

RECONOCIMIENTO Y ESTUDIO PRELIMINAR
DE LAS POSIBILIDADES DE EMBALSE
PRESELECCIONADAS EN LA CUENCA DEL RIO MAULE

II PARTE

POSIBILIDADES DE EMBALSE DEPENDIENTES DE LAS
AGUAS PROVENIENTES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA

CENTRO DE DOCUMENTACION
COMISION NACIONAL DE RIEGO

MARZO 1978

REALIZADO POR
GRUPO GRANDES OBRAS - CEDEC

INDICE

	Página	
b.7	RIO PERQUILAUQUEN	
b.7.4	Embalse Peciñas	1
b.7.5	Embalse Quejía	10
b.7.6	Embalse Villaseca	16
b.8	RIO PURAPEL	21
b.8.1	Embalse Los Pequeños	21
b.8.2	Embalse Purapel	27
b.8.3	Embalse Sausal	33
b.9	RIO CAUQUENES	38
b.9.1	Embalse San Juan	38
b.9.2	Embalse La Raya	45
b.9.3	Embalse Hueque	51
b.9.4	Embalse Coronel	57
b.9.5	Embalse La Chiripa	63
b.9.6	Embalse Puente San Francisco	71
b.9.7	Embalse Los Garzas	76
b.10	ESTERO TABON	83
b.10.1	Embalse San Miguel	83
b.10.2	Embalse Betadura	88

b.7 RIO PERQUILAUQUEN

b.7.4 EMBALSE POCILLAS

A. Ubicación

El sitio de presa de esta posibilidad de embalse se encuentra cerca del pueblo de Pocillas, donde el estero Piedra de Amolar o Vaquerías pasa entre dos lomas del cordón montañoso que tiene por cumbre al cerro Quilvo. Dicho lugar se sitúa a una altura de 140 m sobre el nivel del mar, a $36^{\circ}9'$ de latitud sur y $72^{\circ}15'$ de longitud oeste. Esta ubicación se muestra en la Figura 60.

B. Accesos

El lugar de fundación de la presa se encuentra relativamente aislado y no existen sendas que conduzcan directamente hasta él. Sin embargo, hay dos caminos que pasan por sus cercanías y que permiten el acceso respectivamente a sus lados derecho e izquierdo. El primero va de Cauquenes a Pocillas y continua más allá de este pueblo, en dirección este. Por él se puede seguir en vehículo hasta 1,5 km del pueblo después de lo cual hay que caminar hasta alcanzar el lado derecho de la angostura. La distancia entre Cauquenes y la angostura es de 29 km.

El segundo camino parte de Parral en dirección a Cauquenes. Una vez que se crusa sobre el río Perquilauquén se debe continuar por 1 km más para llegar a Quella y aquí tomar un camino que sigue hacia el sur. Por este último hay que recorrer unos 11 km, hasta un punto en que el camino se bifurca. Tomando por la senda que sigue hacia el oeste y continuando por 7,5 km más se llega a un lugar que sólo dista 1,5 km de la angostura. Desde aquí hay que recorrer esta distancia a pie para llegar al lado derecho de la angostura. En total, la distancia que hay que salvar entre Parral y la angostura es de 48 km aproximadamente.

Los dos caminos descritos se muestran con línea más destacada en la Figura 60.

C. Hidrología

La cuenca del estero Piedra de Amolar aguas arriba de la angostura comprende una superficie de 64 km². Sobre ésta caen precipitaciones comprendidas entre 650 y 700 mm de promedio anuales que producen un caudal del orden de 0,8 m³/s

En un año tipo 85% suyo el volumen aportado por la cuenca es de unos 17 millones de m³, de los que aproximadamente 12 millones de m³ escurren durante el período comprendido entre abril y septiembre en que se llenaría el embalse.

D. Topografía

Se cuenta con un levantamiento a escala 1:10 000 de la zona de fundación de la presa y otro a escala 1:10 000 de la zona de inundación del embalse, ambos confeccionados por la Dirección de Riego en 1967. Además se dispone de la carta "Pocillas" a escala 1:50 000 que muestra toda la región circundante al embalse.

El aspecto de la angostura se puede observar en la Foto N° 51, tomada desde el lado derecho y aguas arriba de la angostura, y en la Foto N° 52, tomada desde el lado derecho de la angostura, mirando hacia el izquierdo. En la Figura 61 A se muestra un corte transversal esquemático de la angostura, en que se señalan sus dimensiones principales.

Según los antecedentes anteriores, el ancho basal de la angostura es de unos 200 m. La inclinación media de las laderas de los cerros son de 3:1 en el lado izquierdo y de 8:1 en el derecho.

La cuenca de inundación comprende una extensa superficie, gracias a la reducida pendiente del estero Piedra de Amolar y de sus afluentes. Esta cuenca podría considerarse limitada en principio por la altura a la cual se encuentra el pueblo de Pocillas, ya que sobre la cota 155 m se comienza a inundar su perímetro. Además, sobre esa cota sería necesario construir una segunda presa en el extremo sur de la zona de inunda-



FOTO N° 51. Vista panorámica de la angostura del embalse Pocillas, tomada desde aguas arriba.

ción, ya que de otro modo las aguas se escaparían hacia la cuenca del río Neble.

La zona que se inundaría se puede ver parcialmente en la Foto N° 53, tomada desde el lado derecho de la angostura hacia aguas arriba.

E. Geología

El área del embalse se caracteriza por la existencia de una serie de colinas de poca altura y cuencas anchas, rellenas de materiales detríticos y fluviales finos del cuaternario. Aparentemente todas estas colinas corresponden a remanentes de erosión de rocas principalmente volcánicas formadas por lavas y brechas andesíticas a dacíticas que serían seguramente de edad tríasica. En este conjunto estratificado existen además estratos de areniscas, lutitas y posibles filones-mantos. Todo el conjunto se encuentra plegado y con fallas locales que no fueron detalladas en esta sección.

Las dos colinas que servirían de empotramiento a la presa están formadas por andesitas grises y rojizas. Se estima que éstas forman parte de la secuencia estratificadas o corresponden a filones-mantos. En todo caso, desde el punto de vista geotécnico estas rocas constituirían un material apropiado para servir de fundación a una presa.

Tal como se muestra en la Figura 61 A, la parte basal de la angostura está cubierta por un relleno compuesto principalmente por escombros de falda, materiales detríticos y fluviales finos.

Durante la visita al sitio de presa no se observaron fallas geológicas que pudiesen significar un peligro para el muro. Sin embargo, en una etapa más avanzada del proyecto debería realizarse un reconocimiento mediante sísmica y sondajes que permitiesen verificar la inexistencia de fallas o zonas de fractura debajo de los sedimentos que forman el lecho del estero, como también el espesor de éstos. La pequeña depresión que se observa en la parte alta del lado izquierdo de la angostura deberá

FOTO N° 52.

Vista de la angostura de Pocillas tomada desde el lado derecho mirando hacia el izquierdo según la dirección del eje de la presa.



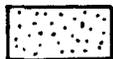
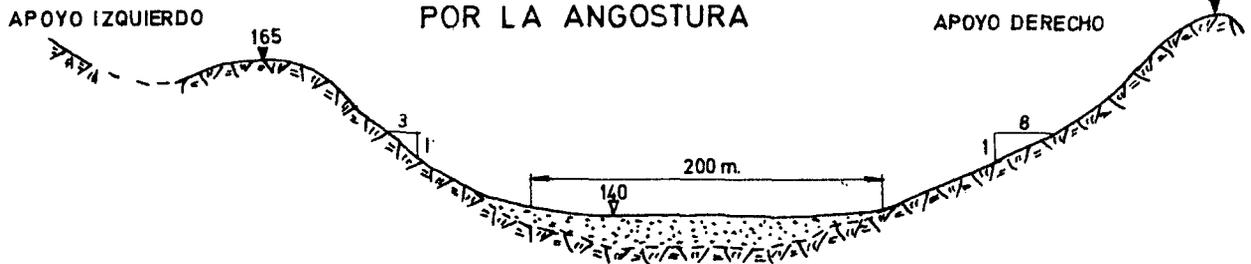
FOTO N° 53.

Vista de la zona de inundación del embalse Pocillas, tomada desde el lado derecho de la angostura hacia aguas arriba.

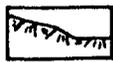


EMBALSE POCILLAS
ESTERCO PIEDRA DE AMOLAR

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA

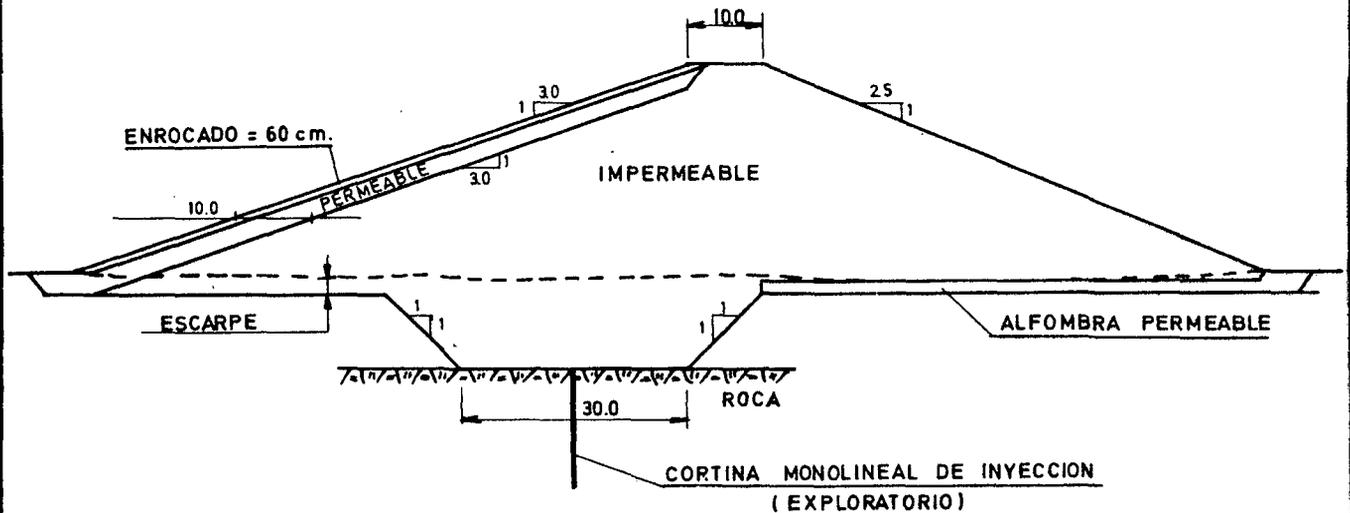


RELLENO CUATERNARIO. SUELOS FINOS MEZCLADOS CON BLOQUES DE ROCA DERIVADOS DE LAS PARTES MAS ALTAS DE LAS CERROS.

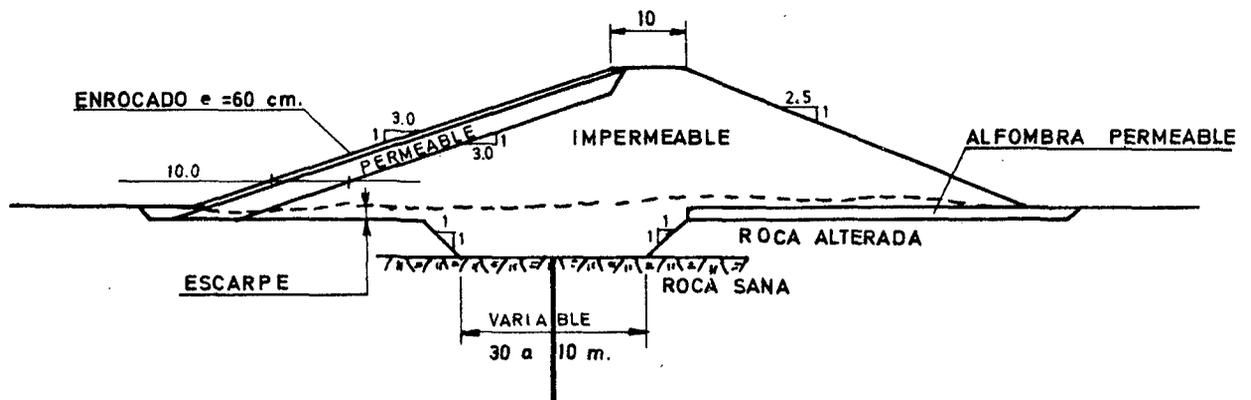


BASAMENTO ROCOSO. POSIBLES ROCAS ESTRATIFICADAS DE EDAD TRIASICA, PLEGADAS Y CON FALLAS. EN LOS CERROS DE MAYOR ALTURA, FUERA DEL LUGAR DE ANGOSTURA, EXISTEN ESTRATOS POSIBLEMENTE VOLCANICOS DISPUESTOS SUB HORIZONTALMENTE.

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



PERFIL POR LA ZONA DE EMPOTRAMIENTO



determinarse si se debe a una zona de falla o bien a una disposición de la estratificación. En caso de tratarse de una falla sería indispensable someterla a un tratamiento de impermeabilización.

El estudio geológico realizado en esta oportunidad permite afirmar que la angostura presenta condiciones geológicas aceptables para servir de fundación a una presa, aunque se considera que el conocimiento de los tipos litológicos y características estructurales de las rocas es insuficiente para realizar un proyecto avanzado de la presa.

F. Geotecnia

En las dos zonas laterales de la angostura, correspondientes a los empotramientos de la presa, aflora roca algo alterada en superficie. En su parte inferior, donde se encuentra el lecho del estero, la roca estaría cubierta por un espesor relativamente delgado, de no más de 10 m, de depósitos aluviales y escombros de Alida.

Los materiales impermeables necesarios para la construcción de la presa pueden obtenerse a partir de depósitos de roca descompuesta que existen a una distancia moderada de la angostura. También podría extraerse de los suelos de origen aluvial con fines que deberían encontrarse en las cercanías de este lugar. Los permeables no existen en las cercanías, por lo que tendrían que obtenerse de otras zonas.

El tratamiento a que habría que someter la zona de fundación de la presa sería diferente según se tratase de lecho del estero o de sus laderas en que aflora la roca. En el primero habría que hacer un escarpe para eliminar todos los materiales débiles de la superficie de apoyo de la presa. También sería necesario ensayar una muestra que alcanzase hasta la roca en un ancho no inferior a 30 m. Si la roca se encontrase a una profundidad superior a la supuesta tendría que hacerse bajo la muestra una pared metódica de hormigón.

En la zona de los empotramientos sería necesario eliminar los suelos que están sobre la roca y extraer las rocas que se encuentran muy alteradas. Además, se excavaría una zanja en todo el perímetro de los empotramientos que llegaría hasta la roca sana y una cortina monolineal de inyección de carácter exploratorio que alcanzaría hasta una profundidad de unos 20 m.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Considerando la escasez de materiales permeables resulta en este caso recomendable construir una presa homogénea con una zona permeable de espesor mínimo. Sus taludes tendrían pendientes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. En la base de todo el sector comprendido aguas abajo de la zanja central llevaría una alfombra permeable.

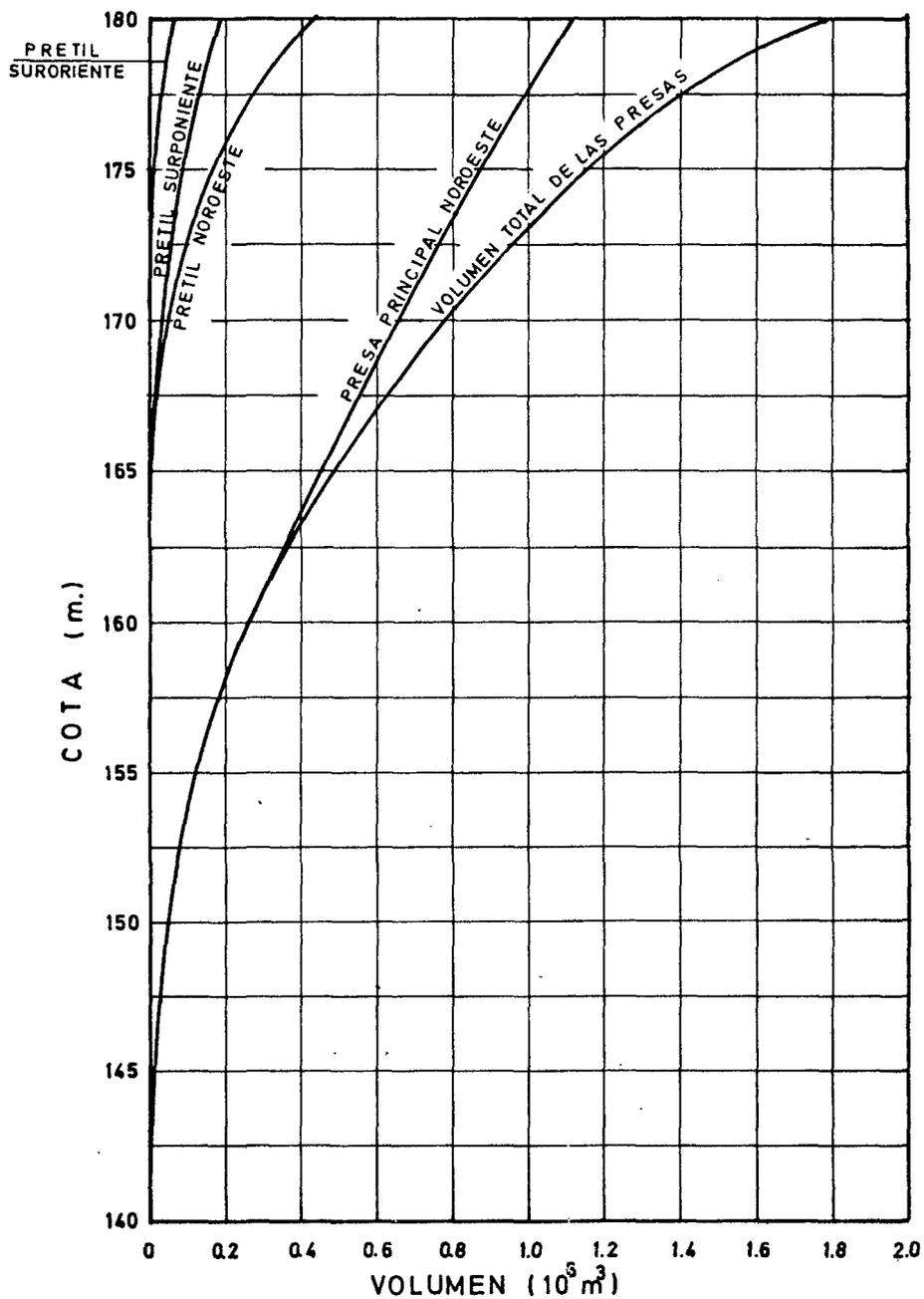
La altura de la presa convendría limitarla a 15 m, tanto por la ubicación del pueblo de Pocillas como por la forma de la angostura y de la cuenca de inundación, ya que con alturas mayores que la indicada sería necesario cerrar un portezuelo del lado izquierdo de la angostura mediante una segunda presa y construir una tercera presa en el extremo sur de la citada cuenca.

La forma de la presa descrita se puede ver en el corte por el eje longitudinal de la presa que se muestra en la Figura 61 B. La variación del volumen de la presa, y de los pretiles con la altura, estimada a partir de las medidas hechas en el plano a escala 1:10 000 se muestra en la Figura 62. Como se puede ver en ella, el volumen de la presa que alcanza hasta la cota 155 (15 m de altura) sería de unos 110 000 m³.

El vertedero podría ubicarse en cualquiera de los dos lados. Sin embargo, parecería preferible colocarlo en la zona de depresión del lado izquierdo, que tendría que ce-

EMBALSE POCILLAS
ESTERO PIEDRA DE AMOLAR

VOLUMEN ESTIMADO DE LAS PRESAS



rrarse mediante un pretil. Su capacidad tendría que ser de unos 100 m³/s. El túnel de desviación podría convenir excavarlo en el lado izquierdo, que por tener mayores pendientes permitiría acortar su longitud.

G.2 Embalse

La zona por inundar es plana y extensa, por lo que es apropiada para la acumulación de aguas. Sus curvas características se muestran en el gráfico A de la Figura 63. Según éste el volumen embalsable hasta la cota 155 sería del orden de 62 millones de m³, y el correspondiente a la cota 180 de 630 millones de m³.

Del total anterior sólo 12 millones de m³ serían aportados por la cuenca propia y el resto tendría que transportarse a través de un canal alimentador desde el río Perquillauquén.

Los terrenos que se inundarían con la creación del embalse son de poco valor agrícola como puede observarse en la Foto N° 53. Actualmente sólo crecen pastos y espinos en esta zona.

G.3 Canal de alimentación

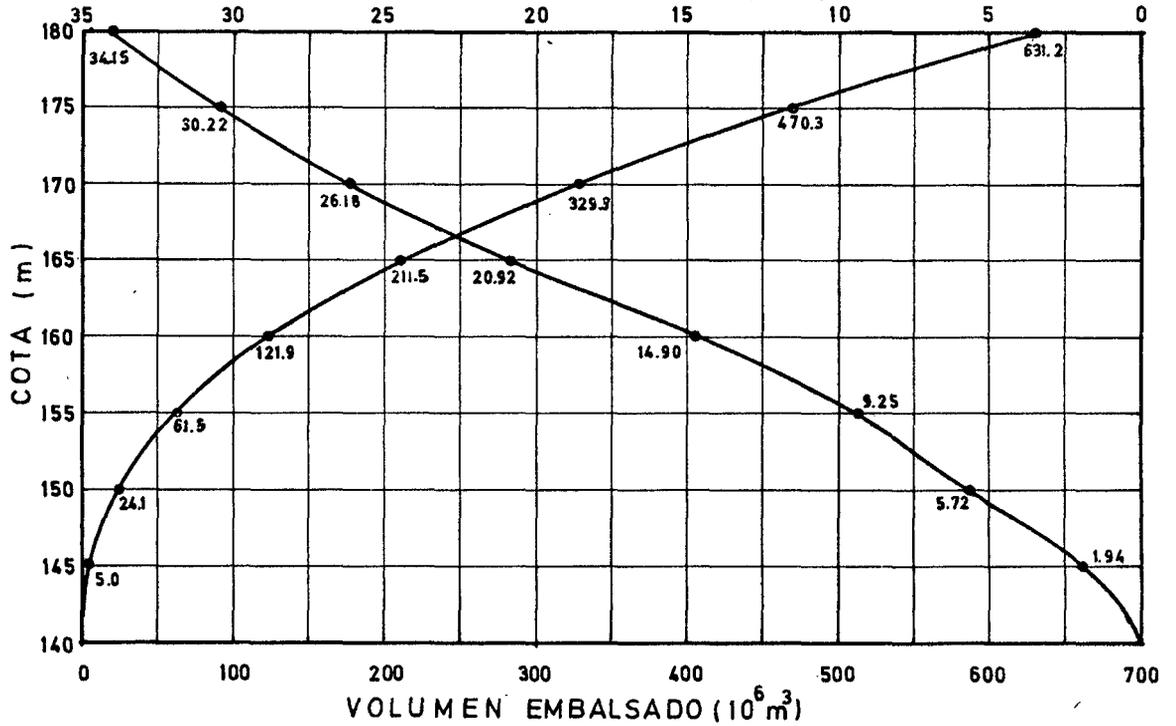
Para traer las aguas del Perquillauquén hasta el embalse Pocillas se ha pensado en construir una bocatoma en un lugar de este río situado unos 15 km al pendiente de cauce con la carretera Panamericana, a la cota 148 m, a 36° 15' de latitud sur y 72° 55' de longitud oeste. Desde aquí seguiría un canal hasta el estero Niquén. Después de cruzar a éste continuaría rodeando la cadena de cerros de Quilvo, hasta llegar al pie de la presa a una cota algo inferior a 140 m. Aquí se encontraría la planta de bombeo que elevaría las aguas hasta el nivel del embalse.

El canal descrito tendría una longitud superior a 30 km y en la determinación de su capacidad habría que incluir el caudal necesario para regar los terrenos cultivables entre la

EMBALSE POCILLAS
ESTERO PIEDRA DE AMOLAR

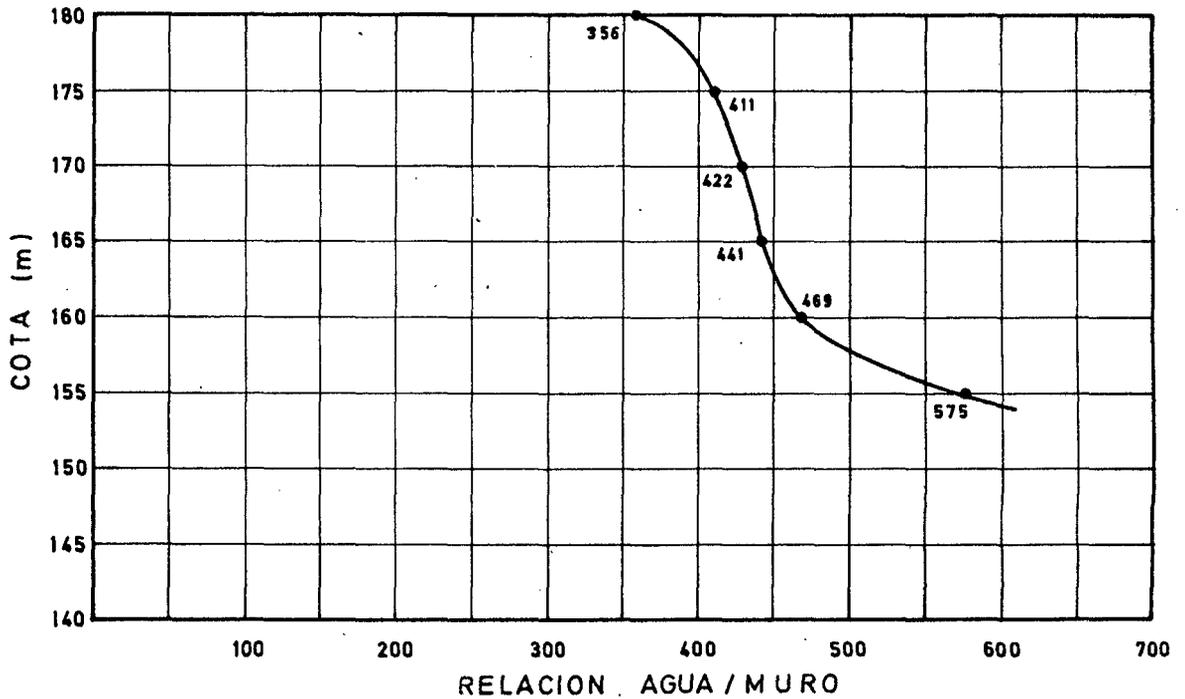
(A)

CURVAS CARACTERISTICAS
SUPERFICIE INUNDADA (km²)



(B)

RELACION AGUA / MURO



becaterna y el embalse. Para una capacidad útil de éste de 70 millones de m^3 se estima que el canal debería diseñarse para $16 m^3/s$, de los cuales $6 m^3/s$ estarían destinados a la alimentación del embalse y $10 m^3/s$ al riego de los terrenos ubicados bajo el canal.

G.4 Obras de entrega

Estas se construirían en combinación con las obras de desviación. Las válvulas de entrega se colocarían en su interior, como también el colchón disipador de energía, y descargarían sólo las aguas necesarias para regar las pocas tierras ubicadas aguas abajo de la presa. La mayor parte del volumen embalsado tendría que elevarse hasta la cota 170 m para alimentar al canal Pocillas Poniente Alto.

H. Superficie por regar

De acuerdo a los estudios realizados para la puesta en riego de los terrenos de esta región, mediante las obras de embalse aquí descritas se tendrían que regar las 5 440 hectáreas abastecidas por el canal Pocillas Poniente Alto. Para ello se requeriría de un volumen de embalse de 71 millones de m^3 , que se lograría levantando el nivel de las aguas en unos 16 m. El mencionado canal tendría que partir del embalse a la cota 170 m, por lo que se requeriría de una segunda planta de bombeo para elevar las aguas desde el embalse hasta el canal.

I. Conclusiones

El embalse de Pocillas constituye una solución dudosa para el riego de las tierras ubicadas en el extremo suroeste de la cuenca del Maule. Si bien su gran capacidad le permitiría acumular las aguas necesarias para satisfacer las demandas de riego de la zona y su costo parecería ser razonable, ya que a juzgar por lo mostrado en el gráfico B de la Figura 63, su relación agua/muro estaría comprendida entre 575 y 356 para alturas variables de presa entre 15 y 40 m respectivamente, las

aguas para el riego tendrían que elevarse entre las cotas 140 y 170 m. Esto implicaría la construcción de dos instalaciones de bombas; una primera para llevar las aguas de la cota 140 a la del nivel del embalse, y una segunda para elevarlas desde aquí hasta el canal de distribución. En total las aguas tendrían que elevarse por lo menos 30 m, con un consumo de energía de cerca de 6 millones de kWh anuales y una demanda de potencia que en el período de llenado llegaría a un máximo de unos 750 kW y en el de regadío, de unos 1 400 kW.

El citado consumo anual de energía se ha estimado bajo la suposición de que sería posible instalar la planta de bombeo para el llenado del embalse al pie de la presa, de modo que las aguas pudiesen elevarse constantemente hasta el nivel de las aguas embalsadas. En caso que la elevación tuviese que hacerse de modo de alimentar el embalse desde su nivel máximo, como era el proyecto original, el consumo de energía anual aumentaría a más de 8 millones de kWh anuales.

Las cifras expuestas indican la importancia que tiene la cuidadosa valoración de los diferentes factores que inciden en la economía de esta obra para alcanzar un pronunciamiento respecto a su conveniencia. Con los antecedentes que actualmente se poseen de esta posibilidad de embalse debe decirse que ella no parece constituir una solución atractiva para el regadío del sector surponiente de la cuenca del Maule. Parecería preferible aumentar la capacidad de alguno de los embalses ubicados en el curso alto del río Perquillauquén, como Lavaderos o San Manuel, y llevar las aguas hasta sus lugares de consumo haciéndolas pasar por una sola planta de bombeo en vez de dos.

En todo caso, se estima que los antecedentes son insuficientes para tomar una decisión definitiva respecto a su conveniencia en esta etapa preliminar de estudio. En vista que ya existen los planos de la zona de embalse con el detalle suficiente para lograr un diseño de las obras ajustado

a la realidad, sería conveniente elaborar un proyecto del embalse Pocillas de unos 70 millones de m³ de capacidad. Con esta dimensión se espera llegar a una cota de aguas máximas que no al canzase a inundar el pueblo de Pocillas ni exija la construcción de pretilos adicionales a la presa principal. Los antecedentes económicos que se derivarían de este anteproyecto probablemente serían suficientes para aclarar las dudas que existen en torno a este embalse.

b.7.5 EMBALSE QUELLA

A. Ubicación

El lugar en que se localizaría la presa correspondiente a esta posibilidad de embalse se situa en el río Perquilauquén, junto al puente del ferrocarril que une Parral con Cauquenes y a una distancia de un kilómetro más o menos de la estación Quella. En este lugar el río se encuentra aproximadamente a la cota 120 m sobre el nivel del mar.

Las coordenadas geográficas del sitio de presa son de 36°03' de latitud sur y 72°05' de longitud oeste. La ubicación descrita se muestra en la Figura 64.

B. Accesos

El puente sobre el río Perquilauquén del camino que va de Parral a Cauquenes cruza este río junto al del ferrocarril y, por lo tanto, junto al sitio de presa. Es por ello que la forma más fácil de llegar a dicho lugar es siguiendo dicho camino desde Parral hasta el puente sobre el río Perquilauquén.

La distancia entre la carretera Panamericana y el citado puente es de 30 km, que se recorren por camino asfaltado de uso en toda temporada. Este camino se ha destacado con línea más marcada en la Figura 64.

C. Hidrología

La cuenca hidrográfica del río Perquilauquén situada aguas arriba del sitio de presa tiene una extensión del orden de 2 000 km². Sobre esta cuenca precipitaciones que varían desde 2 000 mm en la alta cordillera hasta 750 mm en la región del valle central.

En la suposición que en el futuro deberán regularse los caudales provenientes del curso alto del río en San Manuel e Lavaderos, el caudal que podría llegar al sitio de presa durante el período invernal sería sólo el aportado por la cuenca intermedia entre el embalse de aguas arriba y el sitio de presa de Quella. Esta cuenca podría abarcar unos 1 550 km² que entregarían en promedio una producción específica de 12 a 13 l/s . km² y un caudal de unos 20 m³/s.

El volumen que llegaría al embalse en un año 85% seco sería de aproximadamente 350 millones de m³, de los que unos 250 millones de m³ escurrirían en el período de llenado del embalse, comprendido entre Abril y Septiembre. En caso de no existir embalses aguas arriba de Quella, el caudal promedio afluente en el período de llenado aumentaría en 350 millones de m³ adicionales, lo cual daría un total de 600 millones de m³ para ese período en un año de la sequedad nombrada.

D. Topografía

Los antecedentes topográficos con que se ha contado para el análisis de esta posibilidad de embalse se han obtenido principalmente de la carta a escala 1:50 000 "Pocillas" del IGM y se han complementado con lo observado en el terreno mismo.

En el sitio de presa el río escurre por un cauce que se encuentra excavado en una amplia planicie. Esta última tiene una altura de apenas 5 o 6 m sobre el nivel de las aguas y baja hacia el río en ambas márgenes con taludes inclinados en aproximadamente 5:1.

Hacia aguas arriba la diferencia de altura entre el nivel de las aguas del río y la planicie disminuye, de modo que en caso de levantar ese nivel las aguas se extenderían, formando un amplio lago. Como el río en todo el valle central tiene una baja pendiente, el lago alcanzaría una notable extensión hacia aguas arriba.

El aspecto del sitio en que se implantaría la presa se puede observar en las Fotos N°s 54, 55 y 56, que lo muestran desde diversos ángulos. Aquí el lecho del río ocupa un ancho de unos 60 m. En la Foto N° 57 se puede ver la zona de inundación en las cercanías del lugar de emplazamiento de la presa. En ésta se aprecia la tranquilidad de las aguas, producto de su baja velocidad de escurrimiento como consecuencia de la baja pendiente longitudinal del río.

Con el fin de facilitar la comprensión de la descripción anterior, se ha incluido en la Figura 65 un corte transversal esquemático por el sitio de presa en que se muestran sus dimensiones principales.

E. Geología

El lugar de fundación de la presa quedaría ubicado íntegramente en rellenos sedimentarios cuaternarios, formados por arenas y gravas ligeramente compactadas, pero probablemente de mediana a alta permeabilidad.

La planicie que sería inundada por las aguas del embalse está constituida por sedimentos finos, predominantemente arenosos, pero con algo de grava fina y posiblemente tendrían una baja densidad. Tanto su espesor como sus características mecánicas son desconocidas, por lo que resulta difícil pronunciarse respecto a la incidencia de los problemas geológicos en la determinación de la factibilidad de la presa.

En la Figura 65 se ha representado la interpretación geológica resultante de la información recogida en el terreno.

F. Geotecnia

Los dos empotramientos de la presa, como también su base, quedarían apoyados en depósitos fluviales en los que alternan gravas, arenas y materiales finos de carácter limoso. Probablemente en estos depósitos existen algunos estratos

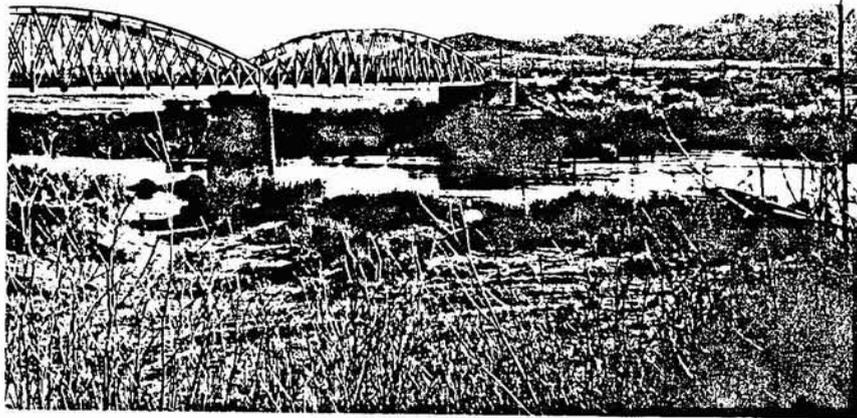


FOTO N° 54. Sitio de presa del embalse Quella. Vista desde el lado derecho del río hacia el izquierdo, mirando aproximadamente en la dirección del eje transversal de la presa.



FOTO N° 55. Vista hacia aguas arriba desde el sitio de presa en que se observa parcialmente la zona de inundación.

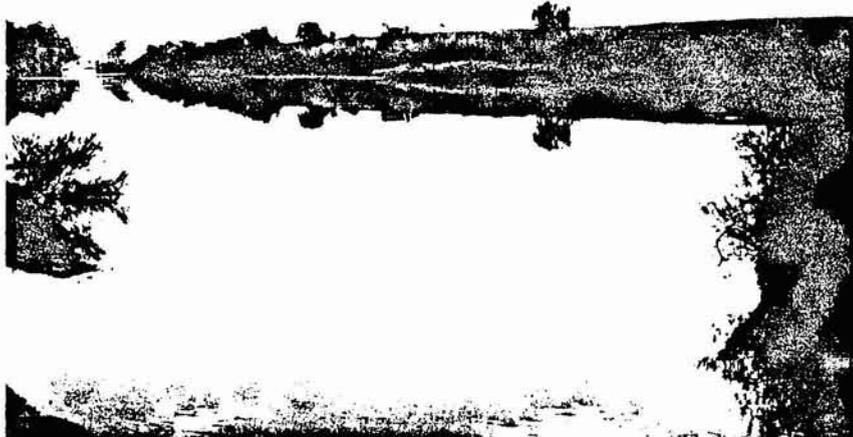


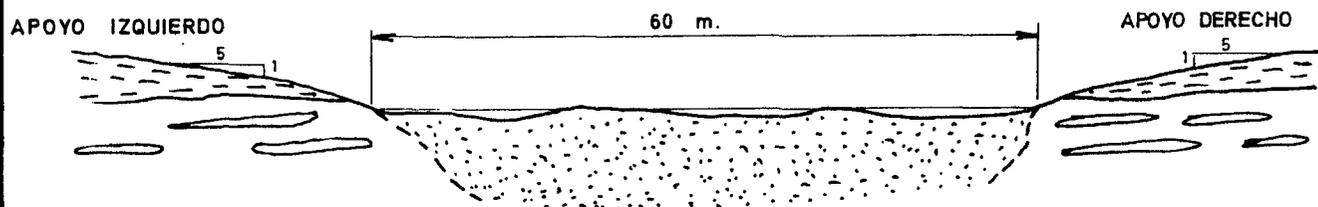
FOTO N° 56. Vista del río Perquilauquén de la mar
gen izquierda en el lugar elegido para
fundar la presa.



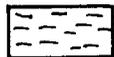
FOTO N° 57. Zona de inundación aguas arriba del
sitio de presa de Quella.

EMBALSE QUELLA
RIO PERQUILAUQUEN

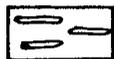
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE LA PRESA



FLUVIAL RECIENTE (PLANICIE DE INUNDACION) ARENAS, LIMOS Y GRAVAS SATURADAS, PROBABLEMENTE DE BAJA DENSIDAD RELATIVA.



SUELO AGRICOLA PRINCIPALMENTE LIMOSO



RELLENO SEDIMENTARIO CUATERNARIO FORMADO POR DIFERENTES LENTES DE ARENA Y GRAVAS MAS DENSAS QUE EL FLUVIAL RECIENTE DE LA PLANICIE DE INUNDACION.

de arenas o limos de baja densidad relativa y por lo tanto susceptibles de licuarse durante un sismo.

En cuanto a materiales para la construcción de la presa, existen en abundancia los impermeables de carácter limoso y los semipermeables, no así los permeables que son escasos.

Con respecto a la fundación puede agregarse que por baja que sea la presa no puede apoyarse en estratos que pierdan una parte importante de su resistencia al corte durante los sismos, si es que dichos estratos existen, lo cual sólo se puede comprobar mediante una exploración. De existir, ellos tendrían que retirarse, con lo que el escarpe por realizarse podría alcanzar volúmenes importantes.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

La altura de la presa quedaría limitada a 6 m por las características topográficas del sitio en que se emplazaría. Dada la magnitud de la crecida en este lugar, las aguas tendrían que represarse mediante una barrera compuesta de una estructura de hormigón y prevista de varios vanos de compuertas. En condiciones normales esta barrera elevaría el nivel de las aguas en la altura necesaria para acumular los recursos hidrológicos del período de llenado de un año seco. Durante las crecidas, que podrían tener un caudal máximo de unos 2 000 a 3 000 m³/s, las compuertas se abrirían para dejar el lecho del río prácticamente con su ancho normal.

La desviación durante la construcción se podría realizar mediante ataguías móviles que posibilitarían dejar en seco partes del lecho, de modo que la estructura de compuertas pudiese erigirse por partes.

En vista del desconocimiento que se tiene de los materiales de fundación, los que podrían incluir estratos limosos licuables, no se ha creído apropiado presentar un anteproyecto de la estructura de embalse descrita.

G.2 Embalse

De acuerdo a la carta 1:50 000, si el nivel de las aguas alcanzase a la cota 125 el embalse cubriría una extensión de 34 km², la cual, con una profundidad media de 3 m, permitiría embalsar unos 100 millones de m³. Esta cantidad sería muy inferior al volumen afluente en el período de llenado de un año muy seco con lo que se garantizaría su alimentación incluso en condiciones climáticas muy adversas.

Las tierras que inundaría el embalse se encuentran en una importante proporción bajo explotación agrícola, de donde se deduce que se trata de terrenos productivos. En consecuencia, con la creación del embalse se perdería una extensión considerable de tierras apropiadas para la agricultura.

G.3 Obras de entrega

Debido a la reducida altura de la barrera, sería fácil realizar la entrega de las aguas a través de uno de los tantos vanos de compuertas con que estaría equipada esta obra.

H. Superficie por regar

El volumen que se embalsaría sería suficiente para proporcionar riego a unas 7 700 hectáreas, que se ubicarían hacia aguas abajo del sitio de presa en las dos márgenes del río Perquilauquén. Sin embargo, parecería que la extensión realmente regable sería inferior a la cantidad señalada, de la que se concluye que el embalse propuesto sería mayor de lo necesario.

I. Conclusiones

El embalse de Quella indudablemente acumularía un gran volumen por unidad de altura de la barrera, lo que indicaría que sería una obra económica. No obstante, debido a la falta de antecedentes sobre la calidad de sus materiales de fundación, no es posible definir un anteproyecto de sus obras ni su factibilidad técnica y económica. En todo caso, puede esperarse que, de resultar factible, la mayor parte de la inversión necesaria para construir las obras de embalse se consuma en el tratamiento de la fundación.

Por otra parte, con su creación se inundaría una extensión relativamente importante de terrenos agrícolamente productivos, en tanto que los beneficios que podría proporcionar a los territorios ubicados en las márgenes del Perquillauquén no parecerían ser muy interesantes. Por lo tanto, debe concluirse que esta posibilidad no presenta un interés inmediato para que justifique los gastos que habría que realizar para aclarar las dudas relacionadas con su fundación, y con los beneficios que podría proporcionar para el riego. En consecuencia, se recomienda no continuar por ahora con su análisis.

b.7.6 EMBALSE VILLASECA

A. Ubicación

El lugar en que se instalaría la presa de este embalse se situa en el río Perquilauquén, frente al cerro Calivoro, a unos 4 km en dirección aguas arriba del pueblo Villaseca. En dicho lugar el río se encuentra a la altura de aproximadamente 119 m sobre el nivel del mar.

Las coordenadas geográficas del sitio son de 35°51' de latitud sur y 71°52' de longitud oeste. La citada ubicación se muestra en la Figura 66.

B. Accesos

Existen caminos que permiten llegar al lugar. Uno de ellos nace de la carretera Panamericana en las cercanías de Retiro y llega a Villaseca tras un recorrido de 24 km. El otro se inicia en Parral y también conduce hasta Villaseca. Su longitud es de unos 32 km. Ambos caminos son de tierra, pero se encuentran normalmente en buen estado, por lo que pueden usarse en toda temporada.

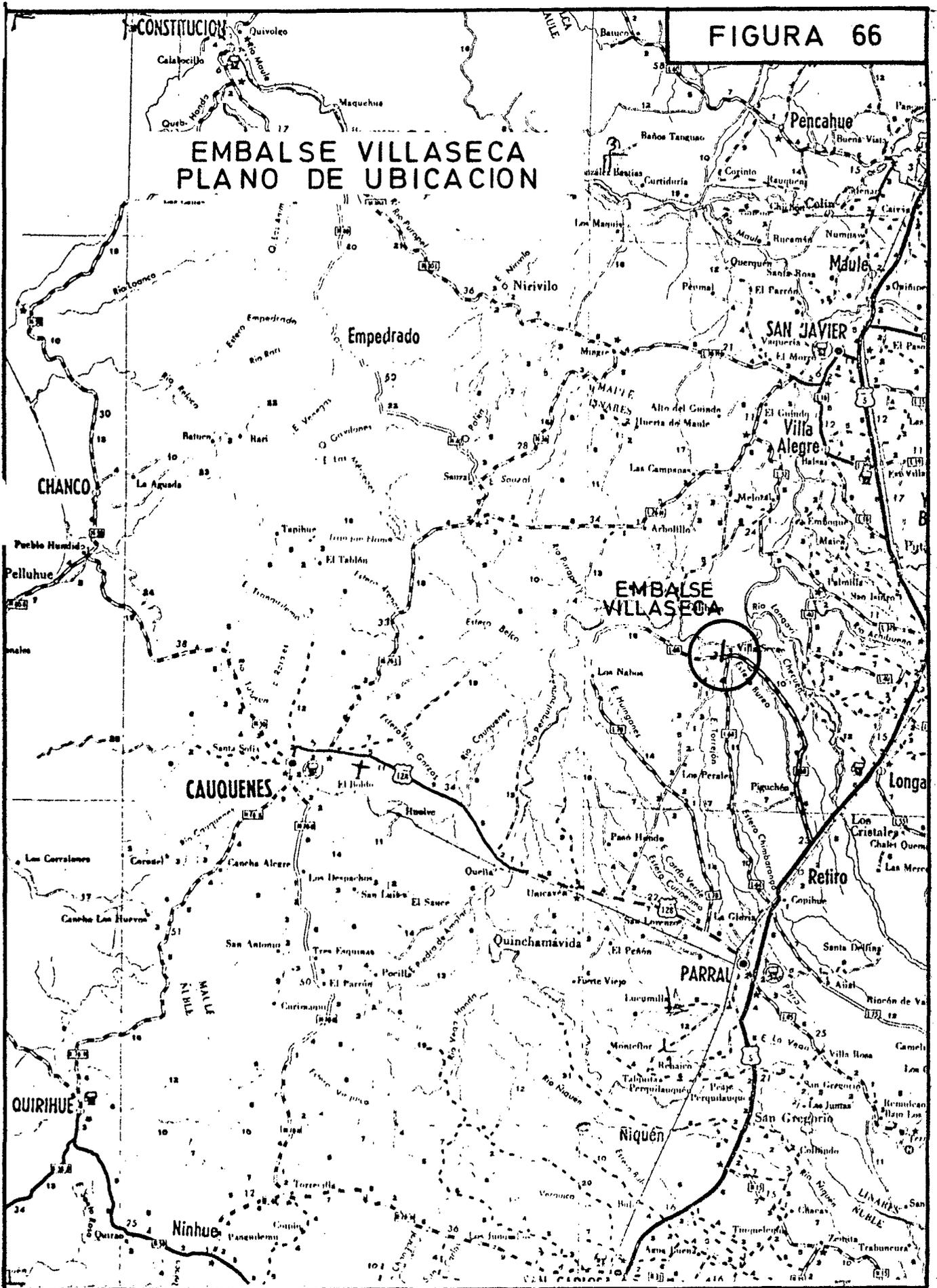
Los dos caminos descritos se muestran en forma más destacada en la Figura 66.

C. Hidrología

La extensión de la cuenca hidrográfica del río Perquilauquén afluente a este sitio es de 5 300 km² y su producción específica media de 16 l/s . km². El caudal promedio anual que, de acuerdo a las cifras anteriores, tendría que escurrir en el sitio de presa sería de 85 m³/s, el que disminuiría a 55 m³/s en un año 85% seco.

El volumen afluente al embalse en un año de la sequedad mencionada sería de unos 1 700 millones de m³, de los que unos 1 200 millones llegarían en su época de llenado, comprendida entre abril y septiembre.

EMBALSE VILLASECA
PLANO DE UBICACION



D. Topografía

La información topográfica referente a este embalse se ha extraído de las cartas "Villaseca", "Pichibalco" y "Pocillas", a escala 1:50 000 del IGM.

En toda la región relacionada con este posible embalse el río Perquillauquén fluye a lo largo de un cauce excavado en una amplia planicie que se encuentra sólo unos 6 o 7 m sobre el nivel de sus aguas.

En la zona elegida para implantar la presa el río se acerca al pie del cerro Callivoro, llegando su lecho a quedar parcialmente sobre la roca de éste. El ancho del río es de unos 60 m y en ambas márgenes el talud con que baja la planicie hacia el lecho es de aproximadamente 3:1.

La morfología del terreno descrita se ha representado en el corte transversal esquemático por el sitio de presa de la Figura 67 A. El aspecto que presenta este lugar se aprecia en la Foto N° 58, tomada desde el aire durante el vuelo en helicóptero.

E. Geología

En las cercanías del pueblo Villaseca el río Perquillauquén fluye de oeste a este por un lecho erodado en una planicie de materiales fluviales finos y que se muestran algo rementados. En el sitio de presa elegido el lecho está atravesado por un dique rocoso que es una prolongación del pie del cerro Callivoro y que al irse profundizando no alcanza a aflorar en la otra margen del río.

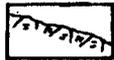
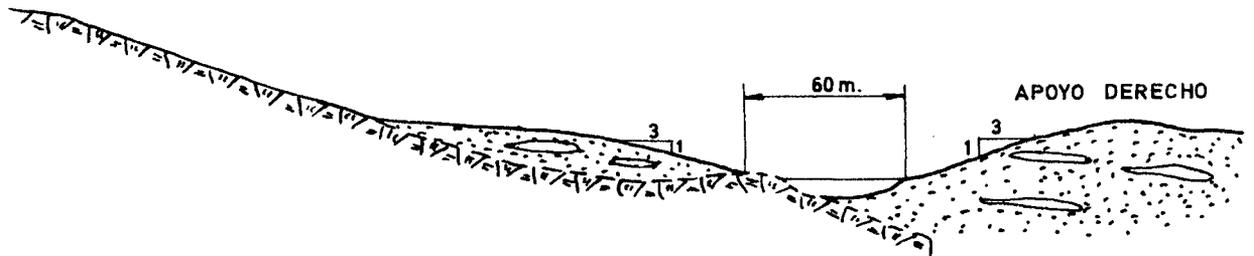
Lo observado en el terreno conduce a la interpretación geológica que se resume en el corte esquemático de la Figura 67 A.

EMBALSE VILLASECA
RIO PERQUILAUQUEN

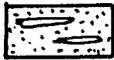
(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE LA PRESA

APOYO IZQUIERDO



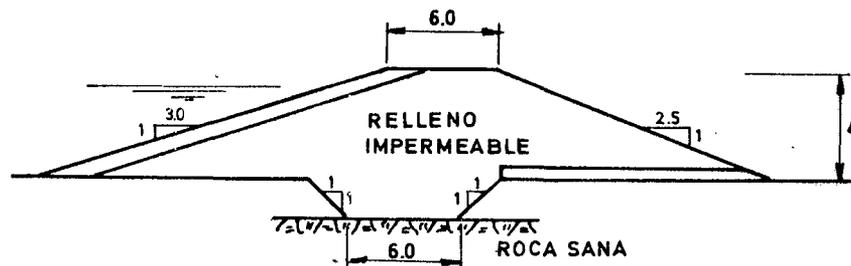
ROCA



RELLENO SEDIMENTARIO CUATERNARIO . PRINCIPALMENTE SUELOS FINOS,
ARENAS Y GRAVILLA

(B)

PERFIL LONGITUDINAL POR EL EMPOTRAMIENTO
IZQUIERDO



ZANJA EMPOTRAMIENTO DERECHO

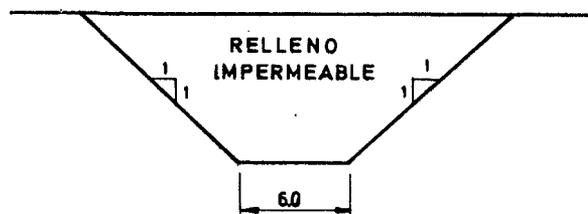




FOTO N° 58. Vista aérea del sitio de presa del embalse Villaseca.

Exa. Geotecnia

De acuerdo a lo expuesto en el acápite E, el empotramiento izquierdo de la presa quedaría en materiales aluviales, mientras que el derecho estaría en contacto con los suelos finos, algo cementados, que forman la planicie en la que el río ha excavado su cauce. En la parte del lecho la presa quedaría apoyada sobre roca. Se debe tener en cuenta que el núcleo de la presa debe tener capacidad para los suelos de mas de 100% Si, se decidiese construir una presa de relleno en este lugar habría que disponer de los materiales permeables e impermeables apropiados. Los permeables consistirían en arenas con grava o gravas arenosas finas que podrían encontrarse en el lecho del río, aunque en pequeñas cantidades. Los impermeables podrían extraerse de algún depósito de suelos finos, de los que conforme a la topografía y geología de la zona, deberían existir en suficiente cantidad en las cercanías del sitio de presa.

El tratamiento de fundaciones que habría que realizar en este lugar consistiría en la eliminación de todos los suelos deleznable y de baja capacidad de soporte, los que se espera tengan un espesor comprendido entre 0,5 y 1,0 m. Además, en la zona del núcleo tendría que excavarse una zanja a lo ancho de todo el lecho y hasta el empotramiento izquierdo que alcanzase hasta la roca. En el empotramiento de recho sería necesario confeccionar una pantalla impermeable que podría consistir en la prolongación de la zanja ya descrita.

El período de llenado de un año seco. Véase

G. Características de las obras de embalse

El llenado de un año correspondiente a los recursos

G.1. Presa, año seco, bastaría con lavados

de 4 a 4,5 m en el sitio de presa de Villavieja.

Considerando que en el lecho del río existe roca, que es necesario disponer de un vertedero de suficiente capacidad y que la elevación del nivel de las aguas tendría que ser a lo más de 5 m, se ha pensado que la estructura de presa que mejor se adaptaría a las condiciones enunciadas podría ser una barrera de estructura de hormigón con numerosas compuertas de una altura igual a la de la barrera para dejar pa

sar libremente las crecidas. Si por el lado izquierdo esta estructura tuviese que prolongarse mucho más allá de la margen del río, todo este tramo podría completarse mediante una presa homogénea. En el lado derecho se lograría la impermeabilización requerida mediante la pantalla o sanja rellena con materiales finos descrita en el punto F.

La estructura de compuertas ocuparía el ancho del cauce y tendría que tener capacidad para dejar pasar una crecida de unos 5 000 m³/s.

La desviación de las aguas durante la construcción podría hacerse mediante ataguías móviles con acceso alternativo por los lados izquierdo y derecho, que permitiesen aislar sucesivamente las diferentes zonas de trabajo.

El perfil del ala izquierda que continuaría más allá de la estructura de compuertas, y el de la sanja impermeable del lado derecho se muestran en la Figura 67 B.

G.2 Embalse

De acuerdo a las cartas a escala 1:50 000, si el nivel de las aguas se elevase en unos 5 o 6 m, de modo que alcanzase a la cota 125, la superficie de inundación alcanzaría la extensión de 2 720 km². Aceptando la altura de 3 m como profundidad media del embalse se llega a una capacidad de 8 160 millones de m³, que es casi 7 veces superior al volumen que llegaría en el período de inundación de un año seco. Sobre la base de estos datos se puede deducir que, para acumular el volumen de 1 200 millones de m³ correspondiente a los recursos hidrológicos embalsables en año seco, bastaría con levantar el nivel de las aguas en 2 o 2,5 m en el sitio de presa de Villaseca.

G.3 Obras de descarga

Las aguas embalsadas se descargarían a través de una de las tantas compuertas que poseería la barrera construida en el lecho del río.

H. Superficie por regar

La superficie potencialmente regable con el volumen de 1 200 millones de m³ acumulable en el embalse sería del orden de las 90 000 hectáreas. Esta área es superior a la posible de regar aguas abajo del sitio de presa. Sin embargo, cabría pensar en llevar las aguas mediante un canal hasta la zona del curso del río Longaví, donde existe una extensa región que podría aprovechar parte de estas aguas.

I. Conclusiones

El embalse Villaseca se ve como técnicamente factible, ya que no existen mayores problemas en su fundación u otros relacionados con su construcción. Su relación agua/muro sería inmensa, puesto que la presa sería muy poco voluminosa debido a sus pequeñas dimensiones, en cambio el embalse se extendería más de 50 km río arriba.

A pesar de las ventajas expuestas, el embalse podría no ser económico, debido a la importante extensión de terrenos productivos que se inundarían y a los proporcionalmente reducidos beneficios que produciría el riego de los terrenos situados hacia aguas abajo.

Per las razones expuestas, antes de proseguir con los estudios de esta posibilidad, convendría determinar, aunque sea en forma aproximada, los beneficios que podrían obtenerse con la construcción de este embalse, incluyendo los que pudiesen provenir de la regulación de crecidas y compararlos con los costos de los terrenos fértiles por inundar y que tendrían que indemnizarse. Una vez que se disponga del resultado provisional de este cálculo podrá tomarse una decisión respecto a la conveniencia de continuar con su estudio.

b.8 RIO PURAPEL

b. 3 RIO PARAPUÍ

Este río drena todo el sector norponiente de la cuenca del Mucó y es uno de los más importantes de la zona de la Cerrillera de la Costa, siendo superado sólo por el río Cauquenes.

En el curso del río Parapuí se han considerado dignas de mayor análisis a dos posibilidades de embalses que son las denominadas Los Paquetos y Parapuí, y de las cuales la segunda fue estudiada con anterioridad por la Dirección de Riego. Además de las dos mencionadas, se examinó una tercera, ubicada en un aflente del río Parapuí y denominada Saual.

A continuación se expone los resultados que se han obtenido del estudio de estas tres posibilidades, resalta de con los antecedentes relacionados en el terreno y con los estudios por la Dirección de Riego.

b. 3.1 EMBALSE LOS PAQUETOS

A. Ubicación

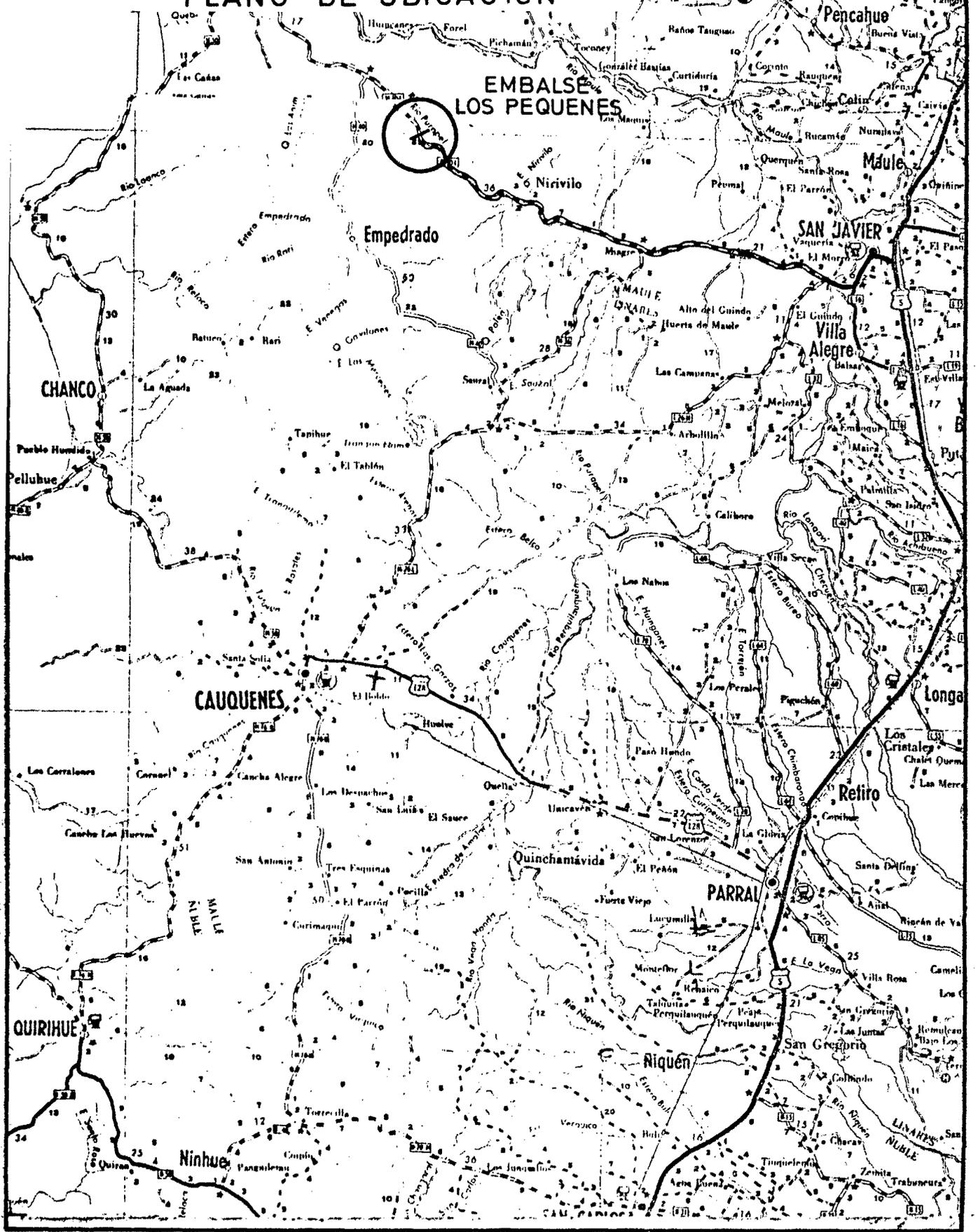
El sitio de presa de este embalse se encuentra en la cuenca alta del río Parapuí, cerca de su nacimiento. El lugar está a 200 metros sobre el nivel del mar, a 35°30' de longitud sur y 72°12' de longitud oeste. Esta ubicación se muestra en la Figura 68.

B. Accesos

El camino pavimentado que va de San Javier a Constitución pasa junto al sitio de presa, para continuar a lo largo de la zona de inundación de esta posibilidad de embalse. Es por ello que este lugar cuenta con un buen acceso en toda temporada.

El camino a que se ha hecho referencia se muestra en forma destacada en la Figura 68.

EMBALSE LOS PEQUEÑOS PLANO DE UBICACION



C. Hidrología

La cuenca afluyente a este embalse comprende una superficie de 126 km². Sobre esta cuenca precipitaciones que en promedio son algo superiores a 800 mm anuales y que generan una producción superficial de 9 l/s.km². Según se deriva de las medidas hechas en la estación hidrométrica de Parapetí en Miravilla, el caudal medio que ocurre por la zona de angostura de Las Pajonales es de 1,1 m³/s. En un año seco el caudal anterior se reduce a 0,74 m³/s, con lo cual el volumen afluyente al embalse sería de 23 millones de m³. De este total anual, del orden de 20 millones de m³ ocurren durante el período de llenado del embalse, comprendido entre abril y septiembre.

D. Topografía

Los subsectores topográficos ocupados en este caso se han obtenido de las curvas "genéricas", "Pichanan" y "Constitución", a escala 1:50 000 del IGN, que con las más detalladas que se posean de la zona. Dichos subsectores se han contemplado con las medidas tomadas durante la visita al terreno.

La angostura se encuentra en el curso alto de la zona cordillerana del río Parapetí. Aquí su lecho se encuentra ensancho en una Y cuya anchura es unos 40 a 50 m. Por su margen derecha las laderas de los cerros presentan una pendiente de 2,5:1, mientras que las laderas del lado izquierdo muestran una pendiente inferior a la anterior, que podría ser de 4:1. El cambio a Constitución pasa por el lado izquierdo a unos 15 m sobre el nivel de las aguas.

En la Foto N° 59 se muestra el aspecto que presenta el lecho inmediatamente aguas abajo del sitio de implantación de la presa y en la Figura 69 A se ha representado en forma esquemática el corte transversal por el eje de la presa.

La zona de embalse tiene poca pendiente y se ve relativamente ancha, lo cual le da una considerable capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo, a juzgar por la cantidad de sedimentos que se han depositado en el área del lecho

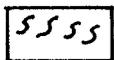
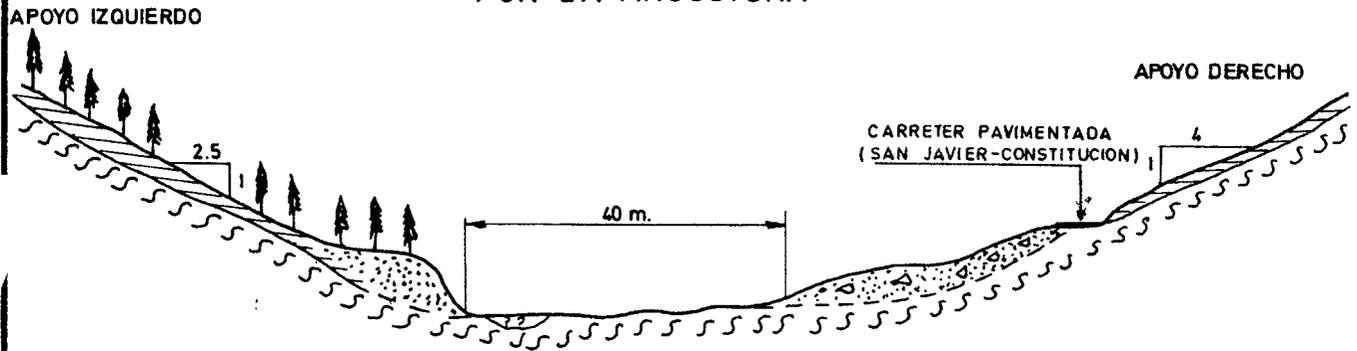


FOTO N° 59. Vista hacia aguas arriba del lecho del río Purapel desde la zona del eje transversal de la angostura Los Pequeños.

EMBALSE LOS PEQUENES
RIO PURAPEL

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA

(A)



ROCAS METAMORFICAS. PIZARRAS DE COLOR GRIS, ALTERADAS CERCA DE LA SUPERFICIE



ZONA DE SUELO, ESCOMBRO DE FALDA Y DE ROCAS CON MAYOR GRADO DE ALTERACION



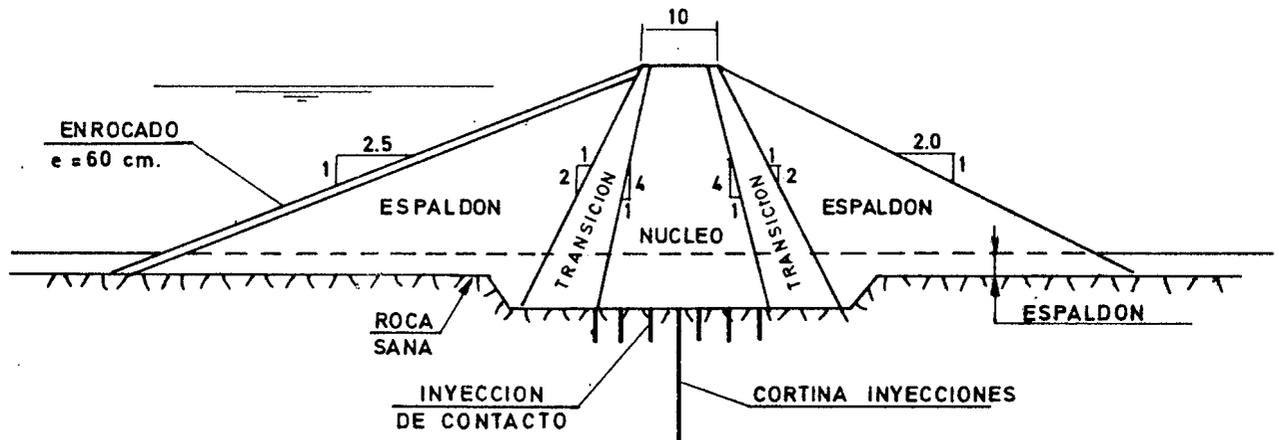
ESCOMBRO DE FALDA Y RELLENO ARTIFICIAL PARA FORMAR TERRAPLEN DEL CAMINO. INTERCALACIONES DE DEPOSITOS DE TERRAZAS.



TERRAZAS FLUVIALES PRINCIPALMENTE ARENOSAS, CUBIERTAS POR BOSQUES EN EL LADO IZQUIERDO

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



del río, la erosión en la cuneta es importante, por lo que el embalse podría llegar a rellenarse de materiales finos en un tiempo relativamente breve.

E. Conclusión

En el lugar de emplazamiento de la presa al río Parapetí ha erodido un valle relativamente ancho y de fallidas aguas en las rocas metamórficas que forman la Cordillera de la Costa en esta región. Los afloramientos rocosos están bien caracterizados al río, ya que las laderas de la sugostura se encuentran cubiertas de suelos sobre las cuales crecen plantaciones de pines.

Basándose en la ubicación de estos afloramientos y en la observada en las cortes del camino, se ha llegado a la interpretación geológica de la sugostura que se muestra en la Figura 69 A.

Se estima que las fallidas en ambos lados del valle están constituidas por rocas metamórficas en que predominan plattinos grises. Dichas rocas se encuentran bastante alteradas en superficie, aunque ya a poca profundidad esta alteración desaparece.

En algunos lugares del lecho del río están socas metamórficas suaves, con sequedad prácticamente normal al río. Estos afloramientos permiten suponer que al menos del rollo de sedimentos y escombros de falla en el lecho es así solo.

Las inferencias obtenidas en el terreno indican que la sugostura no presentaría problemas para fundar una presa, si menos del punto de vista geológico. El único inconveniente que destaca está relacionado con la cuneta afuente que, a campo de la hidrografía superficial de la zona, aportarían cantidades importantes de arenas y limos que terminarían por rellenar el valle del embalse.

F. Geología

Conforme a lo observado en el terreno, los empotramientos estarían conformados por roca metamórfica con un cierto grado de alteración superficial, en tanto que en el lecho esta roca aparece sana, pero cubierta por una delgada capa de relieves fluviales suaves.

En el sitio de presa no existen los materiales adecuados para la construcción de una presa de relleno. Los permeables tendrían que obtenerse de canteras, las que más bien suministrarían materiales semipermeables. Los impermeables se obtendrían de roca descompuesta, de la que se extraería un material de difícil compactación por su alto contenido de mica. También podría emplearse maderillo, el que tendría que traerse de una distancia de aproximadamente 15 km.

Antes de construir la presa, la zona de fundación tendría que someterse a un tratamiento que consistiría en la eliminación total de los relieves, de modo que la presa podría ser quedada totalmente apoyada en roca. Además se tendrían que realizar inyecciones de contacto y una cortina manométrica de huzeción de carácter exploratorio. En la zona del núcleo y de las transiciones tendría que dejarse la roca descompuesta, de modo que estas zonas de la presa quedasen en contacto directo con roca sana.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Dada la escasez de materiales impermeables, se ha pensado que el tipo de presa más apropiado a las condiciones del lugar es la por zonas con núcleo de espesor mínimo y espaldones de enrocados de roca metamórfica. Sus taludes tendrían pendientes de 2,5:1 en el lado de aguas arriba y de 2:1 en el de aguas abajo. En el coronamiento su ancho alcanzaría a 10 m.

La altura de la presa estaría relacionada con la capacidad que tendría que desbordar el embalse para que a-
cumule todos los recursos hidrológicos durante el período de ll-
nado de un año seco. Esta altura tendría que ser del orden de
15 m. Con esta dimensión se estima que su volumen sería de
unos 30 000 m³.

La forma de la presa anterior se puede
ver en el perfil por su eje longitudinal incluido en la Figura 79 B.

El vertedero podría ubicarse a cualquiera
de los dos lados de la impetosa, aunque parecería que la topo-
grafía del lado izquierdo es más favorable para este objetivo.
La capacidad de esta obra se estima tendría que ser de unos
200 a 300 m³/s.

Las obras de desviación durante la cons-
trucción también podrían ubicarse a cualquiera de los dos lados.
Su capacidad tendría que ser de unos 50 m³/s, en con-
dición al breve período de construcción de esta presa. Por
esta misma razón, sería interesante tratar de construir la pre-
sa por partes o hacer un tubo by-pass para evitar la costosa
construcción de un túnel.

G.2 Embalse

Con la altura de 15 m se estima que la
superficie de inundación del embalse sería de unos 3 km² y su
volumen de cerca de 20 millones de m³, lo cual le permitiría
utilizar plenamente los recursos hidrológicos del período de ll-
nado de un año seco.

La zona por inundar corresponde a terre-
nos que se encuentran forestados con plantaciones de pinos, pero
que no poseen valor agrícola.

G.3 Obras de obra

Estas obras se tratarían de construir a-
provechando parcelas o terrenos ya obras de desviación. Para

la descarga de las aguas se podría utilizar un tubo de desviación o bien un túnel, aunque este último podría requerir de una longitud tal que posiblemente lo haría antieconómico.

H. Superficie por regar

Con el volumen de 20 millones de m³ se podría regar unas 1 500 há de terrenos agrícolas ubicadas en el valle del río Purapel.

I. Conclusiones

El sitio de presa analizado es apropiado para servir de fundación a las obras de embalse proyectadas. El embalse que podría construirse en este lugar sería económico, ya que su relación agua/muro superaría la cifra de 600. No obstante, el arrastre de sedimentos sería de importancia por lo que se tardaría en llenarse de sedimentos y además tendría que reconstruirse un tramo de cerca de 6 km del camino pavimentado. Es por ello que no resulta atractiva la continuación de los estudios de esta posibilidad de embalse.

B.8.1 ENDAISE PURAPEL

A. Ubicación

El sitio de presa corresponde a esta porción de embalse en su máxima donde el río Purapel abandona las últimas contrahueras de la Cordillera de la Costa para desembocar al Valle Central. El lugar se ubica entre las confluencias de los arroyos Las Michas y Numbilla con el río Purapel, donde éste pasa desde a las curvas de Numbilla, a una altura sobre el nivel del mar de 140 m, a 18°36' de latitud sur y 72°02' de longitud oeste. Se localiza en punto ver en la Figura 70.

B. Acceso

La forma más fácil de llegar al sitio indicado desde es siguiendo el camino que va de San Javier a Comaltán hasta el lugar denominado Manguo, que queda a la altura del kilómetro 25 medido desde la Carretera Panamericana. A partir de este punto es posible caminar hacia el sur por el camino de tierra que conduce hasta el pueblo de Sisual. Después de recorrer unos 8 km por este camino y cruzar el puente sobre el río Purapel hay que seguir una senda que se prolonga junto a la margen posterior de este río hasta la sugenera.

En total, desde la Panamericana hasta la sugenera hay que recorrer 25 km de camino pavimentado, 8 km de camino de tierra y 1,5 km por una hacha que se encuentra en mal estado, lo cual da para el proyecto completo una longitud de 34,5 km.

El camino de acceso descrito se muestra en forma más detallada en la Figura 70.

C. Meteorología

La cuenca del río Purapel ubicada aguas arriba del sitio de presa abarca una extensión de 396 km². Sobre esta cuenca caen precipitaciones que en promedio varían según la altura del lugar entre 800 mm y 850 mm anuales.

De acuerdo a los datos estadísticos medidos en la estación fluviométrica de Parapetí en Miravilla la producción esperada de la cuenca es de unos 9.1 l/s.km². Si el rendimiento de la zona intermedia entre el sitio de presa y la estación fluviométrica fosse el mismo que aguas arriba de esta última, el caudal promedio anual que ocurriría por dicho sitio sería de 3.6 m³/s. En un año 85% caso el caudal disminuiría a 2,3 m³/s, y el volumen anual ocurrido, de 114 millones de m³ a 73 millones de m³. De esta última cantidad, 65 millones de m³ fluyen en el período de lluvias del embalse, (abril a septiembre).

D. Temperatura

Con el objeto de determinar las características de esta posibilidad de embalse, la Dirección de Riego hizo confeccionar un plano 1: de la zona de inundación y otro a escala 1: del sitio de inundación de la presa. Estos dos planos, en conjunto con la carta "General" a escala 1:50 000 del IGM suministran la información topográfica necesaria para el análisis detallado de esta posibilidad de embalse.

En el sitio de presa, el río Parapetí ocurre con un ancho de unos 300 m entre dos cerros de laderas relativamente suaves, con pendientes medias de aproximadamente 2:1 en el lado derecho y de alrededor de 3:1 en el izquierdo.

El depósito que presenta la zona de angostura se puede observar en las Fotos N° 60 y 61, tomadas desde el lado derecho mirando hacia el izquierdo, y en el corte transversal esquemático de la Figura 71 A.

Aguas arriba de la angostura el valle se ensancha notoriamente. Como el hecho del río en esta zona tiene una baja pendiente, el valle resulta muy apropiado para la acumulación de mas aguas, especialmente si se considera que los terrenos planos ubicados junto al hecho son terrenos e inapropiados para la agricultura.



FOTO N° 60. Vista de la angostura de Purapel tomada desde el lado derecho, mirando hacia el izquierdo aproximadamente en dirección del eje transversal de la presa y desde una altura de 30 m sobre el lecho del río. En el extremo inferior izquierdo se ve arena blanca compuesta por maicillo transportado recientemente por el río.

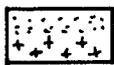
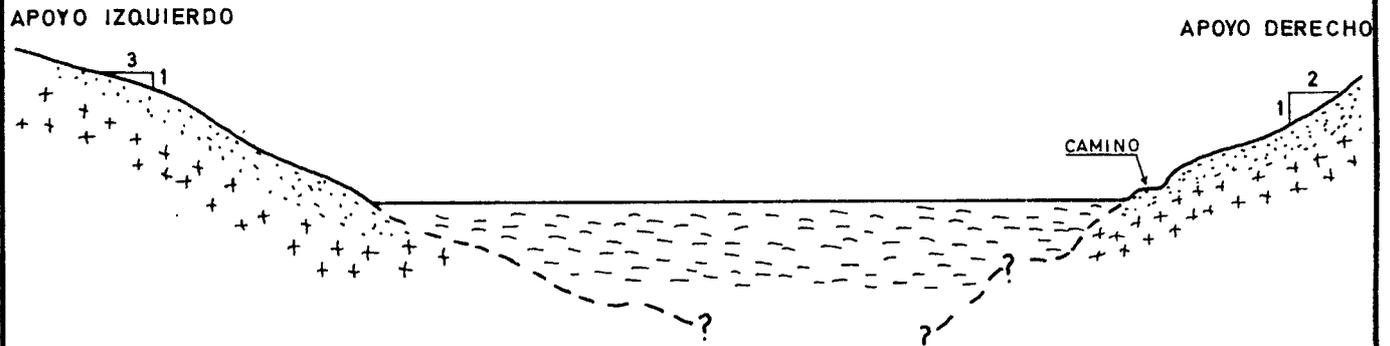


FOTO N° 61. Vista panorámica del lado izquierdo de la angostura de Purapel tomada desde el lado derecho.

EMBALSE PURAPEL
RIO PURAPEL

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA



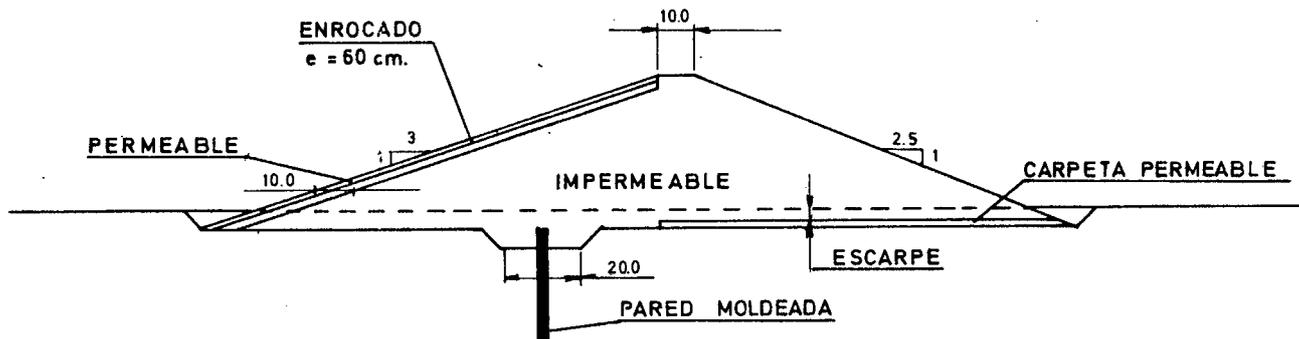
ROCA GRANITICA CON MAICILLO EN SU PARTE SUPERIOR



RELLENO SEDIMENTARIO PRINCIPALMENTE ARENOSO (MAICILLO TRANSPORTADO Y DEPOSITADO POR EL RIO).

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



R. Geología

Los cerros que conforman la angostura son de rocas graníticas alteradas o maticillo en superficie. En la parte ocupada por el lecho del río existe un relleno sedimentario arenoso, derivado del transporte y de la deposición del maticillo proveniente de las rocas graníticas alteradas. Estos sedimentos pueden contener limas y arcillas en cantidades importantes, por lo que serían bastante comprensibles, y se encontrarían saturados hasta muy cerca de la superficie. Su profundidad hasta el contacto con las rocas subyacentes podría sobrepasar los 40 m.

En los faldeos del valle prácticamente no se observan afloramientos rocosos. Sólo en los cerros del camino se pudo ver la roca granítica, que aparece totalmente alterada hasta 5 m o 6 m de la superficie. Pero a partir de esta profundidad es posible distinguir su textura y estructuras más importantes, lo que permite suponer que no grado de alteración disminuye rápidamente con la profundidad. Se estima que a partir de los 10 m a 15 m la roca conservaría algo alterada, pero sería lo suficiente -mente resistente como para soportar el peso de la presa, excepto cerca de las zonas de fractura o falla. Cabe destacar además que la roca granítica está atravesada por diques o filones de apilitas y pegmatitas, las que constituyen núcleos aislados de rocas más sanas.

Desde el punto de vista geológico la angostura es apropiada para fundar una presa, aunque su factibilidad económica dependerá en gran medida de la profundidad y características mecánicas del relleno sedimentario existente en el lecho del río. También dependerá del espesor del maticillo que cubre las rocas, de su permeabilidad y de su susceptibilidad a la erosión retrograda.

Es importante realizar estudios geológicos más detallados de la angostura para determinar si existen fallas ocultas por los sedimentos y que pudieran aumentar el costo de las obras. En todo caso, si se encontraran esas estructuras, la factibilidad técnica de las obras no peligraría, ya que bastaría con introducir algunas modificaciones en su diseño.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha resumido en el corte transversal esquemático de la Figura 71 A.

7. Geología

Como se habla dicho anteriormente, ambos lados de la angostura están formados por roca granítica de gran - granita hasta varios metros de profundidad, mientras que en el lado que se observan depósitos de arenas, arenas limosas y en algunos puntos grava fina que se estima alcanzan varias decenas de metros de profundidad.

Los materiales permeables apropiados para la construcción de una presa de relleno son escasos, pero se cree que debería poderse hacer la cantidad necesaria extrayéndolos de diversos bancos situados aguas arriba en el lecho del río o en sus cer- canías.

Como materiales impermeables se emplearían los maticillos que existen en abundancia junto al sitio de la presa.

Para fundar una presa en esta angostura habría que comenzar por retirar el material suelto de toda la zona de apoyo de la presa y hacer una pared molleada que penetre por lo menos unos 10 m en los rellenos del lecho del río, de modo que no exista peligro de "piping". Una vez completado el tratamiento de la fundación descrita, podría procederse a la construcción del muro.

D. Características de las obras de embalses

G.1 Presa

A causa de la escasez de materiales permeables, el tipo de presa que mejor se adaptaría a las condiciones del sitio es el homogéneo. El diseño preliminar hecho para esta presa cuando habido un pendiente de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. El ancho en el coronamiento sería de 10 m y en el lado de aguas arriba tendría un pequeño es- pesor de materiales permeables que cubriría a los impermeables.

La forma de la presa y otros detalles de su estructura pueden verse en la Figura 71 B, donde se muestra un perfil por su eje longitudinal.

La altura de la presa estaría fijada por el volumen que tendría que acumularse en el embalse. Este tendría por valor mínimo la cantidad de 60 millones de m^3 y como máximo un valor cercano a los 100 millones de m^3 . En consecuencia, la altura de la presa se espera quede comprendida entre 15 m y 20 m.

Con el fin de tener una estimación de la forma en que vería el volumen de la presa con la altura, se han calculado en forma provisional esos volúmenes para alturas hasta de 30 m, basándose en las medidas hechas en el plano a escala 1:1. Y se han representado en el gráfico de la Figura 72. Como puede observarse en él, el volumen de una presa de 20 m de altura sería del orden de 88 miles de m^3 .

El vertedero parecería preferible colocarlo en el lado derecho, que permitiría la ejecución de un rápido de mayor longitud. Su capacidad podría ser del orden de los 1 500 a 1 800 m^3/s .

El túnel de derivación también convendría excavarlo en el lado derecho, que con su mayor pendiente permitiría reducir la longitud de su obra. Su capacidad probablemente se encontraría en el rango de los 1 000 m^3/s .

G.2 Embalse

Como se dijo anteriormente, la amplitud del valle aguas arriba del sitio de presa y la baja pendiente del lecho del río permiten la acumulación de un gran volumen de agua por metro de altura en este lugar. Esto se aprecia claramente al observar las curvas características de esta posibilidad de embalse que se muestran en el gráfico A de la Figura 73. Según este gráfico, con una presa de 20 m de altura se lograría acumular unos 65 millones de m^3 .

G.3 Obras de entrega

Se espera aprovechar el túnel de desviación para colocar en su interior las válvulas de entrega y el colector deslizador de emergencia.

H. Superficie por regar

El embalse de Purzapel permitiría regar con una seguridad de 85% una superficie de unas 4 600 hectáreas de terrenos cultivables ubicados aguas abajo del embalse, en los llanos que se extienden junto a los márgenes del río Purzapel.

I. Conclusiones

Esta posibilidad de embalse representa probablemente la mejor solución para proporcionar riego a los terrenos cultivables del valle del río Purzapel. Además, si el tratamiento de la fundación no resultase muy oneroso, el embalse podría ser económico, ya que muestra una relación agua/muro interesante. Esto se puede apreciar al ver el gráfico B de la Figura 73, en que a partir de los antecedentes mostrados en las Figuras 72 y 73 A se han derivado los valores de esa relación y se los ha representado en función de la altura de presa. Como puede verse, dicha relación aumenta con la altura de la presa, lo cual hace pensar en la posible conveniencia de una presa de mayor altura que la propuesta. No obstante, se estima que los problemas de impermeabilización que presenta el lecho del río en la sugestión producida sobre el citada lecho y conducirán finalmente a una deficiencia favorable a la construcción de una presa de la altura mínima compatible con los recursos hidrológicos acumulables en un año seco.

Como conclusión final puede decirse que la posibilidad de embalse de Purzapel está estratégicamente ubicada con respecto a los terrenos por regar en su valle y presenta además una relación agua/muro atractiva. En consecuencia, sería recomendable continuar con su estudio mediante la confección de perfiles geométricos y otros estudios geotécnicos, para obtener así los antecedentes que permitan determinar en forma más concluyente su factibilidad económica.

EMBALSE PURAPEL
RIO PURAPEL

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA

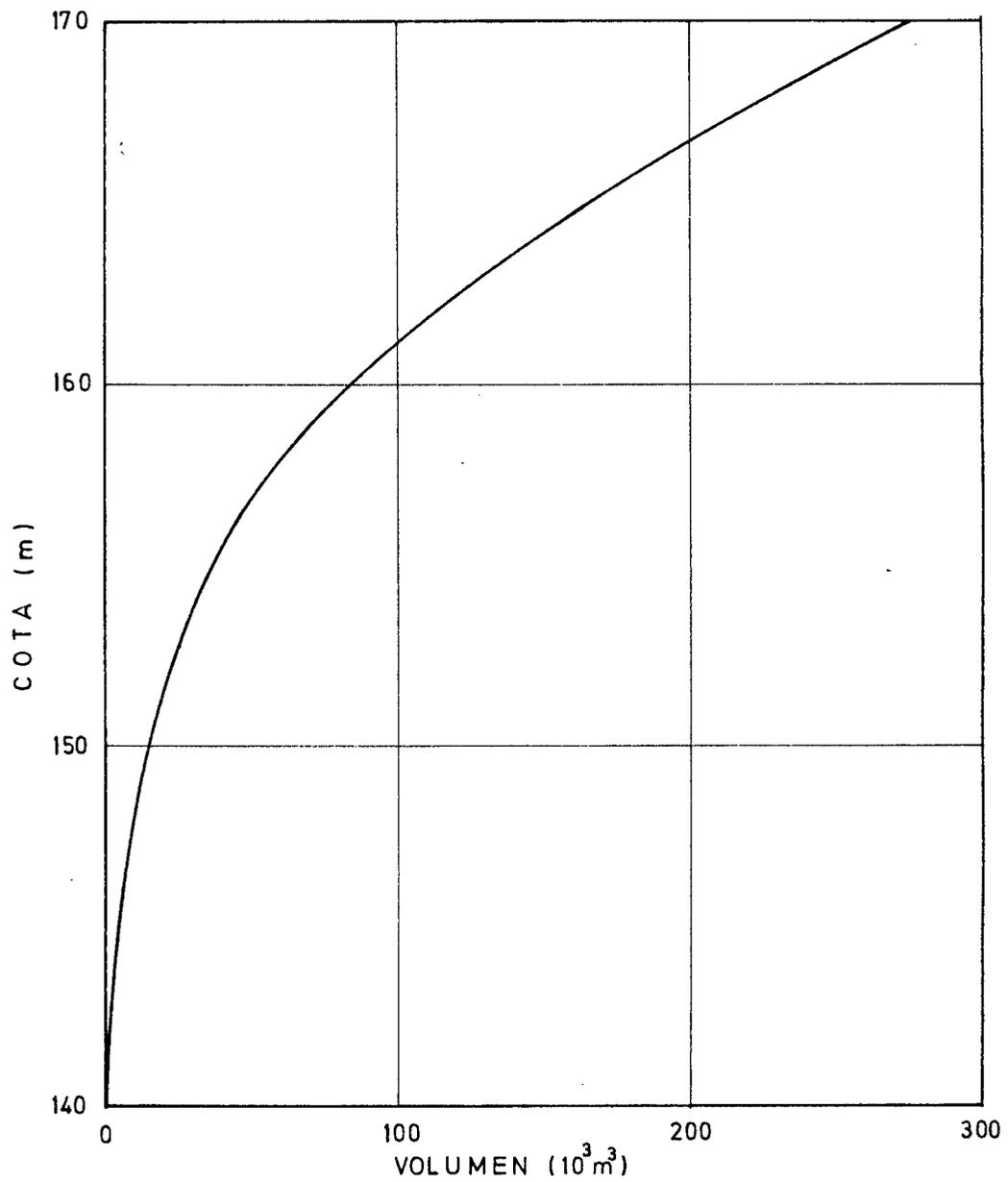
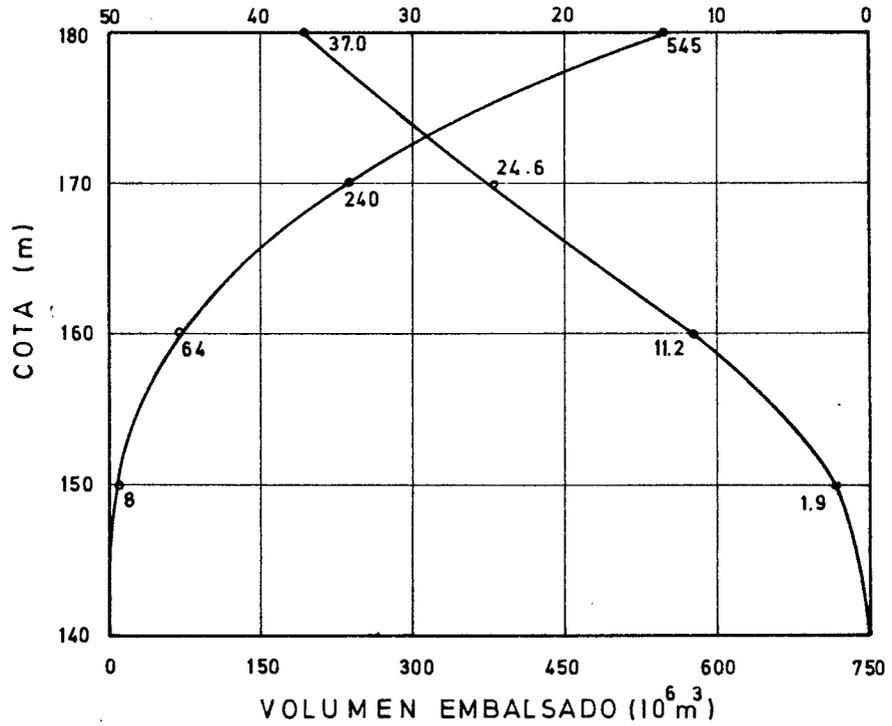


FIGURA 73

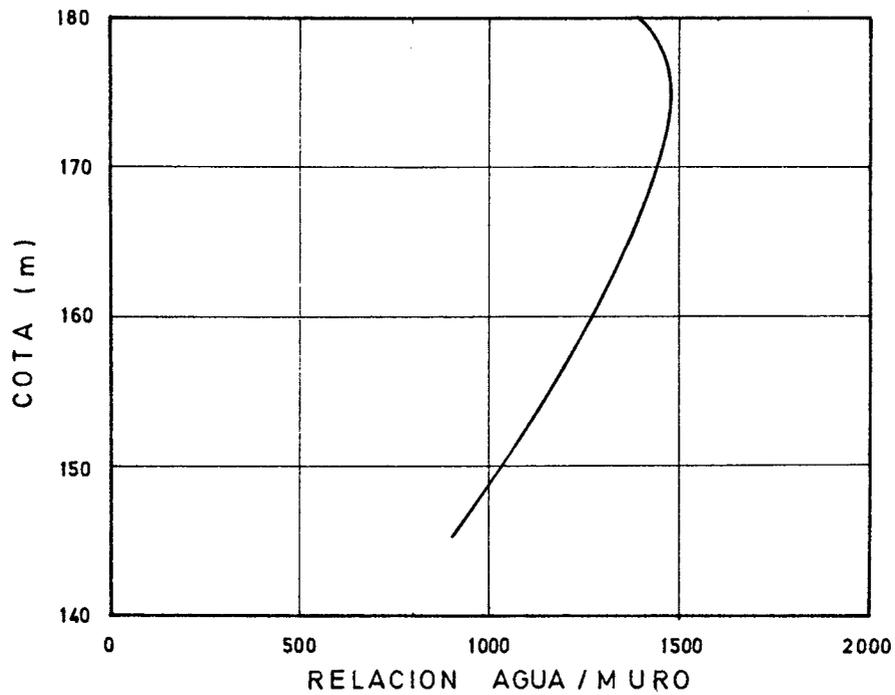
EMBALSE PURAPEL
RIO PURAPEL

CURVAS CARACTERISTICAS
SUPERFICIE INUNDADA (km²)



(A)

RELACION AGUA / MURO



(B)

B.9.3 ENBALSE SAUZAL

A. Ubicación

El sitio de presa de esta posibilidad se ubica en el frente del río Purupel dominando estero Sauzal. La angostura elegida se encuentra a unos 2 km aguas abajo del puente Sauzal, a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 130 m, a 35°43' de latitud sur y 72°06' de longitud oeste. Este lugar se muestra en la Figura 74.

B. Accesos

Al lugar recién identificado se llega siguiendo cualquiera de los caminos que conducen al pueblo de Sauzal. El más adecuado de éstos es quizás el que parte de San Javier hacia Constituida y que permite llegar a través de camino pavimentado hasta Milagro. Desde aquí hay que continuar por un camino de tierra que parte hacia el sur y que lleva hasta Sauzal. Una vez en este pueblo, se toma una huella que corre junto a la margen norte (izquierda) del estero Sauzal, y que permite llegar hasta un lugar situado a unos 500 m aguas arriba de la angostura y desde donde debe construirse a pie.

A partir de la Panamericana hay que recorrer 26 km por camino pavimentado hasta Milagro y luego continuar por un tramo de 23 km de camino de tierra hasta Sauzal. En total, la distancia que existe por estos caminos entre la Panamericana y la angostura es de alrededor de 51 km.

Otro camino posible de usar es el que va de Canguano a Sauzal y que tiene una longitud de 43 km.

Ambos caminos pueden usarse en toda temporada del año, aunque normalmente el que parte de San Javier se encuentra en mejores condiciones.

En la Figura 74 se muestran los dos caminos descritos con líneas más destacadas.

C. Hidrología

La cuenca del estero Sausal aguas arriba de la angostura comprende una extensión de 48 km², sobre la cual caen precipitaciones de 750 mm a 800 mm anuales. Basándose en los datos de producciones específicas de cuencas vecinas, se ha estimado en 8 l/s.km² la correspondiente a la del estero Sausal, con lo cual se llega a un caudal promedio anual de 0.4 m³/s.

En un año 85% puede esperarse que el caudal medio anual disminuya a 0.25 m³/s. En estas condiciones el volumen anual ocurrido sería de cerca de 7,9 millones de m³, del cual unos 7,0 millones de m³ llegarían durante la época de llenado del embalse.

D. Topografía

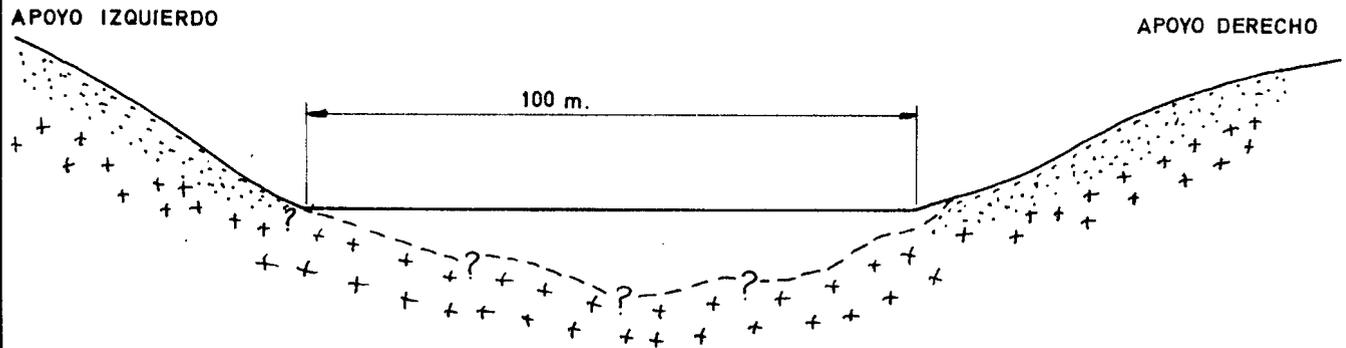
El plano más preciso que se dispone de la región es el a escala 1:50 000 del IGN, que en su carta "Sausal" muestra la zona de embalse y sus alrededores. A causa del poco detalle que proporciona esta carta, las dimensiones que aquí se indican son las estimadas durante la visita al terreno.

La angostura está formada por dos lomas de suaves laderas y de unos 30 m de altura, separadas en su base por una distancia de unos 100 m en que se ubica el lecho del estero Sausal. El aspecto que presenta esta angostura puede verse en el corte transversal esquemático de la Figura 75A y en las Fotos N^os 62, 63 y 64. En la primera de ellas se alcanza a ver parte de la llanura que sería inundada por las aguas embalsadas, mientras que las otras dos muestran la angostura desde su lado de aguas arriba.

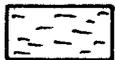
El valle en que se embalsarían las aguas es bastante amplio y de poca pendiente longitudinal, por lo que tiene características apropiadas para la acumulación del volumen aportado por el estero. En la vista hacia aguas arriba de la angostura, mostrada en la Foto N^o 65, se observa parcialmente esta cuenca de inundación.

EMBALSE SAUZAL
ESTERO SAUZAL
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA

(A)



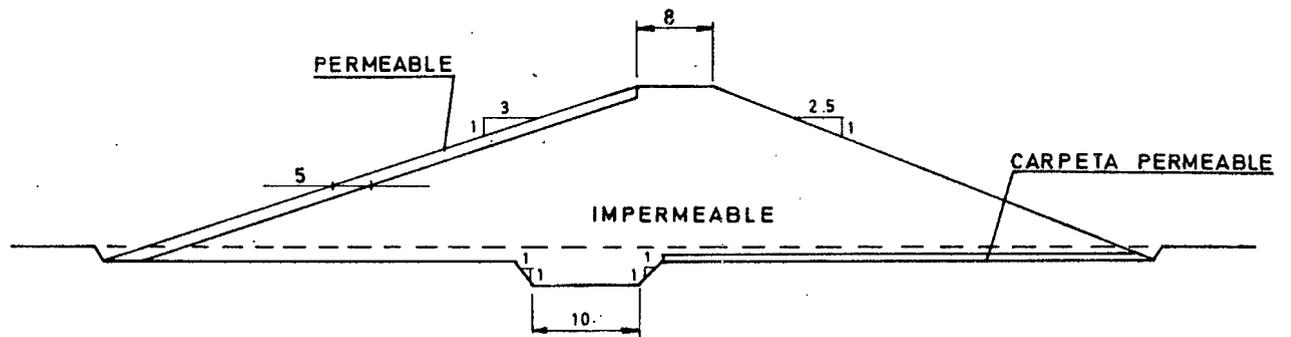
ROCAS GRANITICAS CON CUBIERTA DE MAICILLO (SE ESTIMA QUE ES DE POCA PROFUNDIDAD POSIBLEMENTE ENTRE 10 y 15 m)



RELLENO SEDIMENTARIO ARENO-LIMOSO

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA

(B)



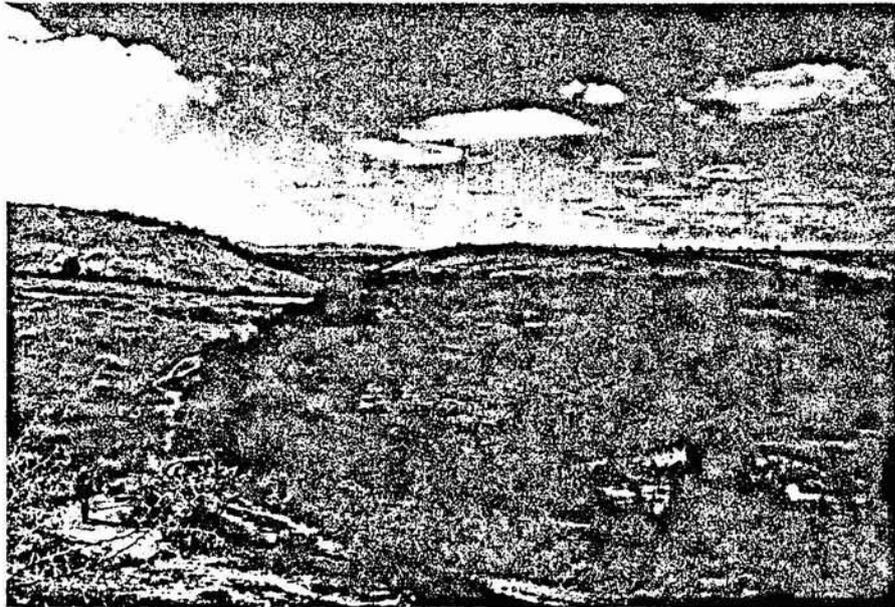


FOTO N° 62. Vista parcial de la cuenca de inundación de embalse Sauzal. La presa se situaría entre las dos lomas que se observan al centro de la foto.

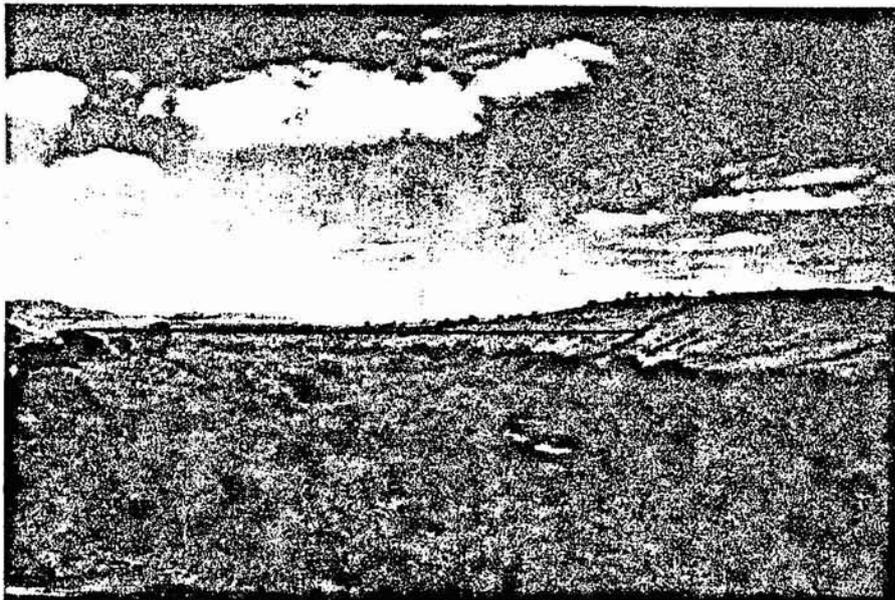


FOTO N° 63. Vista desde aguas arriba de la angostura en que se implantaría la presa del embalse Sauzal. Se observa el ancho que alcanza el lecho del estero en este lugar.



FOTO N° 64. Vista panorámica desde aguas arriba de la angostura del estero Sauzal.



FOTO N° 65. Zona de inundación del embalse Sauzal
vista desde el sitio de presa.

E. Geología

La angostura está formada por rocas graníticas, cubiertas del maicillo producto de su descomposición. Esta capa de roca alterada aparenta ser delgada, por lo que se espera encontrar roca sana a poca profundidad.

En el lecho del estero hay depósitos arenosos provenientes del arrastre del estero de un espesor estimado entre unos 10 m o 15 m. Bajo estos sedimentos se encontraría la roca cubierta de maicillo, como puede verse en el corte esquemático por la angostura de la Figura 75A.

Desde el punto de vista geológico, esta angostura se muestra apta para servir de fundación a una presa. Sin embargo, para poder diseñar las obras de embalse sería importante determinar previamente el espesor del relleno en el lecho del estero y las características y profundidad del maicillo que cubre a la roca. Esto podría lograrse mediante la ejecución de algunos perfiles geosísmicos.

F. Geotecnia

Como materiales impermeables pueden usarse los maicillos que existen en los alrededores del sitio de presa en abundantes cantidades. Los materiales permeables, en cambio, son escasos, observándose cantidades limitadas de ellos en el lecho del estero. Si estas cantidades fuesen insuficientes, habría que abrir una cantera en las cercanías de la presa y extraer de ella los permeables necesarios.

Para fundar una presa en esta angostura es necesario someterla a un tratamiento consistente en la eliminación de todo el material superficial de sus laderas, dejando el maicillo a la vista en toda la zona de apoyo de la presa. En el lecho del estero habría que hacer una zanja de 10 m de ancho basal y de unos 5 m de profundidad.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Considerando la falta de materiales permeables en la zona, se ha diseñado para este lugar una presa homogénea con taludes inclinados en 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo, y con un ancho en el coronamiento de 8 m.

Para darle al embalse la capacidad de 7 a 8 millones de m^3 necesaria para el buen aprovechamiento de los recursos hidrológicos bastaría con construir una presa de unos 10 m de altura.

La forma de presa propuesta puede verse en el corte por su eje longitudinal que se muestra en la Figura 75 B. Se estima que su volumen sería de unos 50 000 m^3 .

El vertedero puede ubicarse en cualquiera de los dos lados, ya que en esta etapa de estudio ambos presentan características similares. La mejor ubicación podrá determinarse sólo una vez que se conozca la profundidad a la cual se encuentra roca sana. La capacidad de esta obra se estima que tendría que ser de unos 200 m^3/s .

La desviación de las aguas durante la construcción se haría a través de un tubo que quedaría bajo la presa de unos 100 m^3/s de capacidad o menos, en consideración al breve período de construcción de las obras.

G.2 Embalse

Como se dijo con anterioridad, la cuenca aguas arriba de la angostura muestra una geometría apropiada para la acumulación de las aguas. Sin embargo, el estero Sauzal arrastra bastantes sedimentos provenientes de la erosión de los terrenos cultivados situados en la cuenca, la cual se produce debido a la explotación inadecuada de éstos. Dichos sedimentos podrían disminuir la capacidad del embalse en un período re-

Interviene breve, por lo que sería conveniente diseñar el embalse con una sobrecapacidad para prolongar su vida útil.

Los terrenos que se inundarían con la crecida de este embalse seguramente se encuentran cubiertos de espumas, y por su aspecto serían de valor para la agricultura.

G.3 Obras de descarga

Se emplearía para estos efectos el mismo trabajo utilizado para la derivación de las aguas durante la construcción. En el interior de dicho tubo se montarían las válvulas de entrega y el colador dispensador de energía.

H. Superficie por regar

Con la materialización de este embalse podrían regarse unas 540 hectáreas de tierras cultivables. Estas serían las que se ubicarían en las márgenes del estero Sausal entre el lugar de presa y su confluencia con el río Parapal.

I. Conclusiones

La posibilidad de embalses denominada Sausal presenta características interesantes para solucionar los problemas de riego de las tierras cultivables cercanas al estero Sausal y aguas abajo de la presa.

De acuerdo a lo observado en el terreno, la presa sería factible de construir y aparentemente en forma económica, ya que un rebalse agua/muro podría ser del orden de 150. El problema de esta posibilidad de embalse estaría más que nada relacionado con el arrastre de sedimentos del estero Sausal, que podría reducir su capacidad en un período relativamente breve.

Si los estudios de suelos indicasen que existen buenos terrenos en la zona ya delimitada del estero Sausal, esta posibilidad de embalse podría ser muy apropiada para resolver sus problemas de riego, pero ante todo sería necesario mejorar la infiltración referente al arrastre de sedimentos y comprobar la posibilidad a la cual se encuentran la roca sana, tanto en las laderas como en el lecho del estero.

b.9 RIO CAUQUENES

b.9 RIO CAUQUENES

El río Cauquenes drena toda el área del sector suroeste de la cuenca del río Maule. Su hoya abarca una superficie de unos 1 700 km², lo que autoriza a afirmar que es el río más importante de la zona de la Cordillera de la Costa de la citada cuenca.

Teniendo en cuenta la relevancia de este río para el riego de todo el sector costero de la cuenca del Maule, se han analizado seis posibilidades de embalse en su área de drenaje. Estas son las denominadas San Juan, La Raya, Huedque, Coronel de Maule, ubicadas respectivamente en los afluentes de igual nombre y La Chiripa y Puente San Francisco, que se sitúan en el curso principal del río. De los embalses nombrados sólo San Juan, La Raya y Coronel de Maule se abastecen en forma independiente de los demás, por encontrarse en la cabecera de sus respectivos afluentes. En cambio, los embalses de Huedque, La Chiripa y Puente San Francisco dependerán de los otros embalses que puedan construirse aguas arriba de ellos y en consecuencia dentro de cierta medida serán sus alternativas. A continuación se describirán y analizarán cada una de las posibilidades mencionadas en el orden expuesto.

b.9.1 EMBALSE SAN JUAN

En el río San Juan se estudiaron dos angosturas que se consideraron apropiadas para la implantación de una presa. La primera de éstas se visitó mediante vehículo, mientras que la segunda se ubicó posteriormente, durante el vuelo de reconocimiento en helicóptero. Esta última se sitúa unos 3 km aguas abajo de la primera, mostrando características geotécnicas enteramente similares, pero siendo más angosta y por lo tanto más apropiada para el emplazamiento de una presa.

A. Ubicación

El sector de angosturas estudiadas en el río San Juan comienza a unos 2,5 km aguas abajo de la confluencia de los esteros Pajonales y Quilicavén que forman el río San Juan

La primera angostura está a 200 m sobre el nivel del mar, $36^{\circ}10'$ de latitud sur y $72^{\circ}32'$ de longitud oeste. La segunda a una altura de 195 m aproximadamente, $36^{\circ}19'$ de latitud sur y $72^{\circ}30'$ de longitud oeste.

La ubicación de ambas angosturas se muestra en la Figura 76.

D. Asesoros

Para llegar a la zona de angosturas hay que tomar en el pueblo de Guatróna el camino que conduce a Caucuyones y seguir por él unos 7 km hacia el norte, hasta un lugar en que hace un cambio de tierra. Siguiendo por este último otros 5 km en dirección norte se llega al punto de inclinación del sector de angosturas.

A contar de la Carretera Panamuelana, hay que recorrer 59 km por caminos pavimentados hasta Guatróna, y de ahí unos 12 km por caminos de tierra. En total la distancia medida desde la Panamuelana es de 71 km.

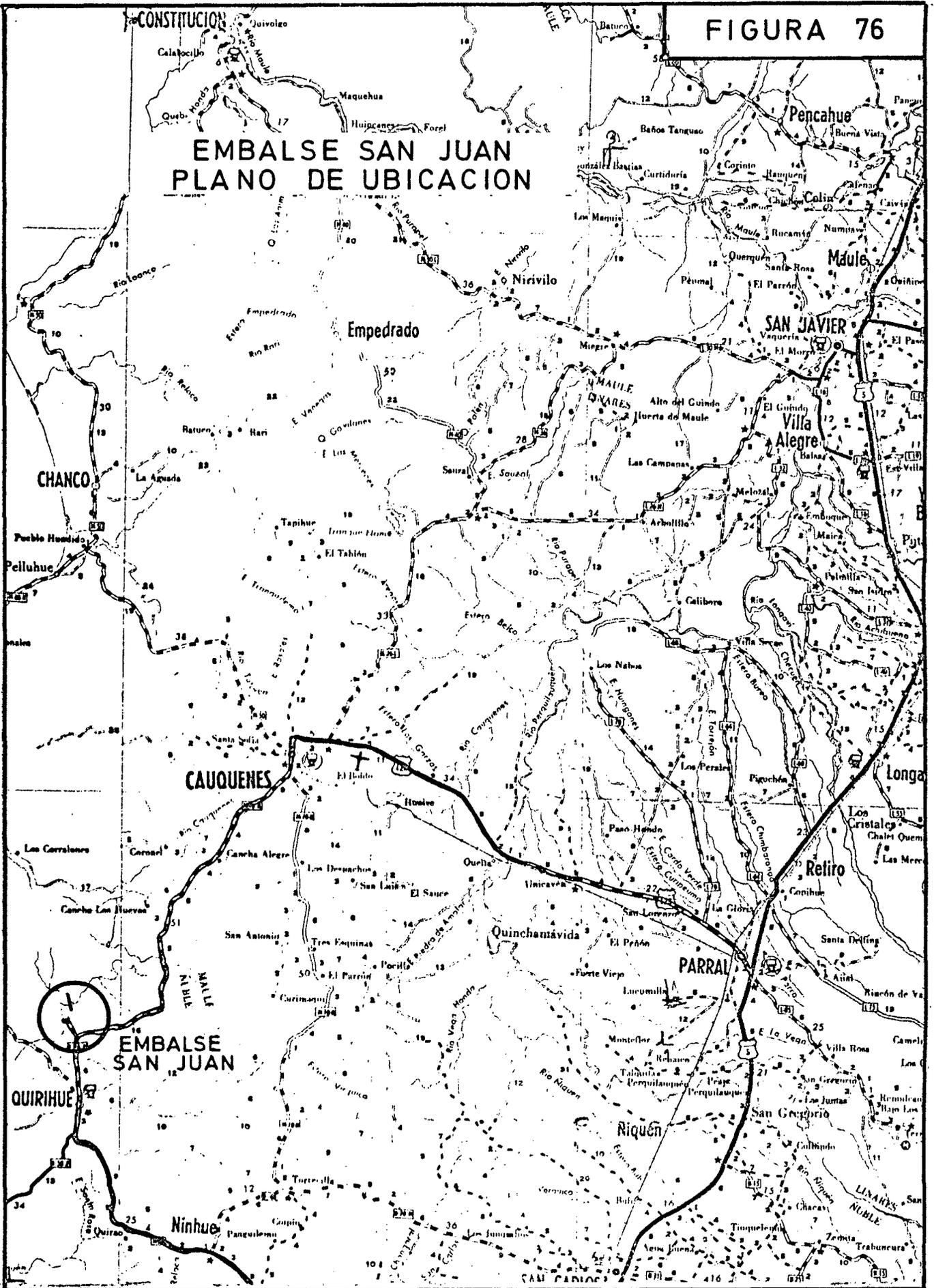
Los cambios de terreno descritos se muestran con líneas discontinuas en la Figura 76.

C. Estimaciones

La hoya referente a la angostura de aguas abajo abarca una superficie de 249 km², sobre la que es una precipitación media anual de unos 780 mm de promedio que genera una producción esperada de aproximadamente $9 \frac{1}{2}$ km². Con estas cifras se obtiene un excedente promedio de $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

En un año 85% hace el valor anterior se reduce a $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$. En estas condiciones el aporte volumétrico de la cuenca es de 41 millones de m³ anuales, de los que unos 36 millones de m³ ocurren durante el período de abril a septiembre en que se muestra el caudal.

EMBALSE SAN JUAN PLANO DE UBICACION



D. Topografía

Los antecedentes topográficos que se poseen provienen de las visitas hechas al lugar y de las cartas "El Guanaco", "Quirihue", "Coronel del Maule" y "Ninhué" a escala 1:50 000 del IGM, que son las de mayor detalle que existen.

La zona de angostura se encuentra donde el río cambia su dirección general de escurrimiento del noroeste hacia el este, obligado por un cordón de cerros que debe atravesar. La primera angostura estudiada se ubica justo antes del cambio de dirección hacia el este del río y la segunda aproximadamente 1 km antes que el río vuelva a tomar su curso original hacia el noroeste. Entre estos dos lugares el río escurre por un valle marginado por colinas de suaves pendientes. Las laderas del lado derecho son algo más escarpadas que las del izquierdo y tienen una pendiente de alrededor de 3:1. En el lado izquierdo la pendiente media se estima varía entre 4:1 y 6:1 aproximadamente.

En las angosturas el ancho basal debe ser de unos 30 m, de los cuales el lecho del río ocupa sólo 10 m. La altura de las colinas que marginan el valle fluctúa entre 30 m y 50 m.

El aspecto que presenta la zona de angostura descrita se puede observar en las fotos comprendidas entre los números 66 y 74. Los números 66, 67, 68 y 69 corresponden a la angostura de aguas arriba, en que el río comienza a encajonarse, mientras que la Foto N° 70 muestra la parte visible desde esa angostura de la zona de embalse. En la Foto N° 71 se observa en la dirección del escurrimiento de las aguas toda la zona de angostura en que el río fluye de oeste hacia el este. Aquí el lecho del río se encuentra excavado en roca, como lo atestigua la Foto N° 72. Por último, las Fotos N°s 73 y 74 muestran la angostura de aguas abajo, vista respectivamente desde aguas arriba y desde aguas abajo.

La forma de la angostura de aguas arriba se ha representado en forma esquemática en el corte transversal de la Figura 77 A.



FOTO N° 66. Angostura de aguas arriba del río San Juan vista desde el lado derecho mirando hacia el izquierdo según la dirección de su eje transversal. Se observa la roca en el lecho del río.

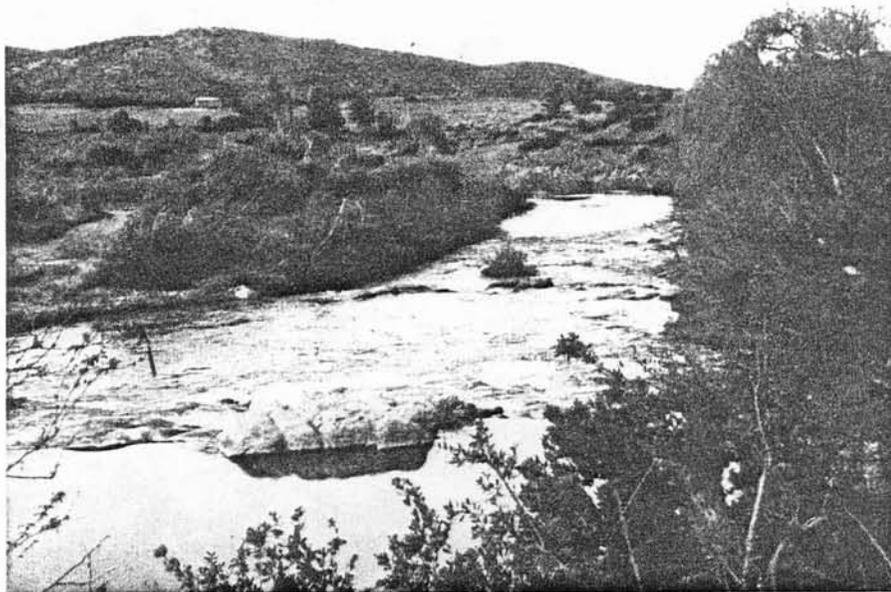


FOTO N° 67. Vista hacia aguas abajo del lecho del río San Juan desde la primera angostura. Después de la extensa curva que se ve en segundo plano el río atraviesa una zona angosta que se prolonga por 2 km aproximadamente.



FOTO N° 68. Margen izquierda del río San Juan en la zona del eje transversal de la angostura de aguas arriba.



FOTO N° 69. Vista transversal del lecho del río en la angostura de aguas arriba. La roca que se observa podría corresponder a un filón granítico más resistente que el resto de la roca sobre el cual podría apoyarse la zona impermeable de una presa.



FOTO N° 70. Aspecto que presenta la cuenca de inundación ubicada aguas arriba de la primera an gostura.



FOTO N° 71. Vista aérea tomada hacia aguas abajo de la zona de angostura del río San Juan en que éste fluye de oeste a este. Dicha zona se extiende por unos 2 km más o menos y termina después de la curva que se alcanza ver al fondo.

FOTO N° 72.

Vista aérea del lecho del río San Juan en la zona de angostura en que pueden observarse los afloramientos de roca.



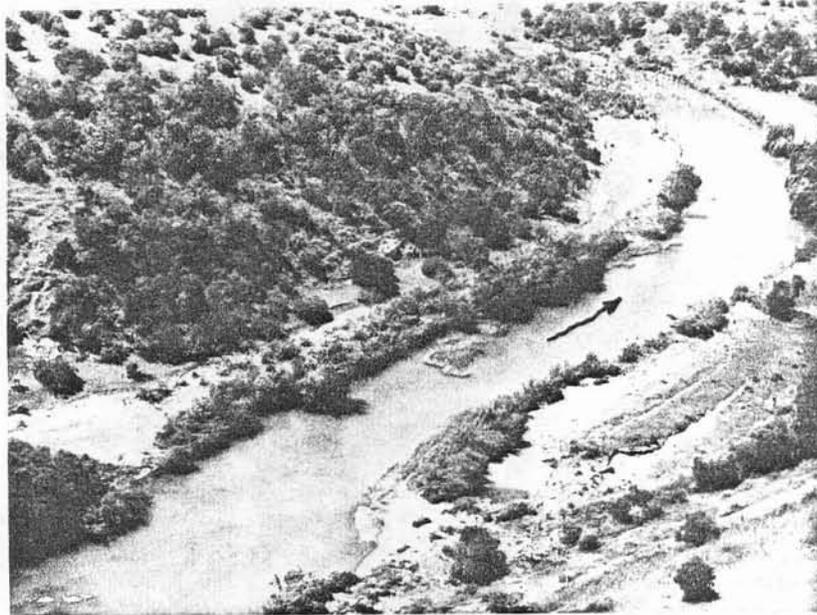


FOTO N° 73. Angostura de aguas abajo. Este lugar es uno de los que durante el reconocimiento aéreo se vió como más apropiados para el emplazamiento de la presa. La foto fue tomada en dirección al escurrimiento de las aguas.



FOTO N° 74. Vista aérea de la angostura de aguas abajo, esta vez mostrada en dirección hacia aguas arriba. La curva que se observa en primer plano corresponde a la terminal de la zona de angostura.

E. Geología

Durante el reconocimiento por aire y tierra que se hizo de la zona de angostura se pudo constatar que el lecho del río se encuentra en roca. Esto se muestra claramente en las Fotos N°s 68, 69 y 72. El examen de los afloramientos demostró que la roca que conforma el lecho es la misma roca granítica constituyente de los cerros de la angostura, aunque en ellos no se observa en la superficie por encontrarse cubierta de una delgada capa de suelo y maicillo proveniente de su descomposición.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha representado en la Figura 77 A.

Como resultado de las investigaciones geológicas realizadas, puede afirmarse que la zona de angostura presenta condiciones favorables para fundar una presa de 30 o más metros. La angostura más apropiada no puede definirse en esta etapa de estudio, ya que para ello se requerirán más antecedentes geológicos y topográficos.

F. Geotecnia

La presa quedaría fundada en todo su perímetro en roca granítica, de modo que no deberían presentarse problemas de orden geotécnico.

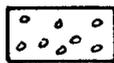
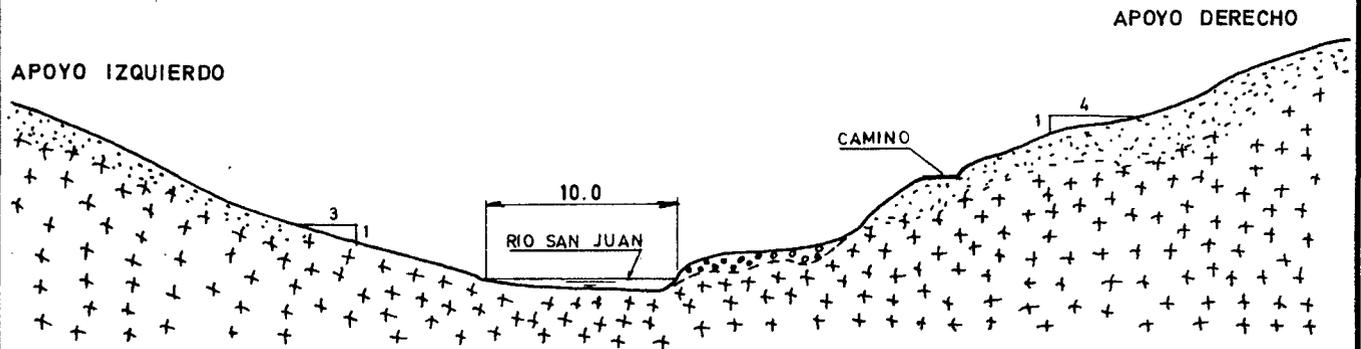
Para la construcción de una presa de relleno no se dispondría de materiales permeables, puesto que éstos no se encuentran en el lecho del estero. En consecuencia, habría que extraerlos de una cantera que tendría que abrirse en las cercanías de la angostura. Como materiales impermeables podrían utilizarse los maicillos provenientes de la descomposición de la roca.

El tratamiento a que habría que someter el área de fundación sería mínimo, ya que bastaría con hacer algunos escarpes menores en los empotramientos y una zanja de 25 m de ancho en la zona del lecho del río. Además se contem

(A)

EMBALSE SAN JUAN
RIO SAN JUAN

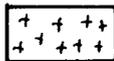
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA



PEQUENA TERRAZA FLUVIAL (PRINCIPALMENTE ARENAS)



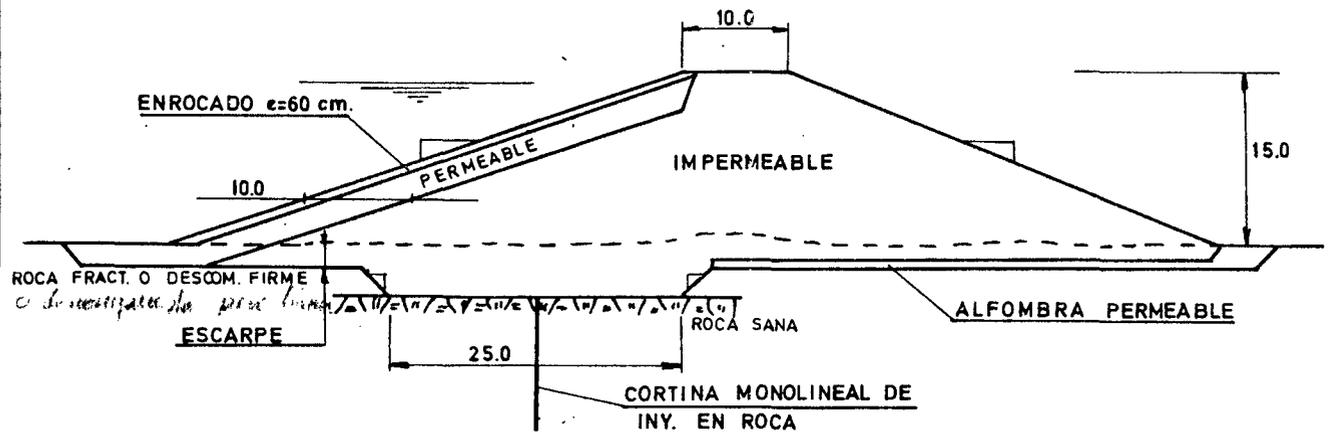
ZONA DE SUELO Y ROCA DESCOMPUESTA. POSIBLEMENTE CUBRE ROCA BASAL DE TIPO GRANITICO.



ROCA GRANITICA OBSERVADA EN EL LECHO DEL RIO. SE EXTRAPOLA ESTE MISMO TIPO DE ROCA EN LA ZONA DE LOS APOYOS PERO NO FUE OBSERVADA.

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



pla la ejecución de una cortina monomaterial de inyección de carácter exploratorio.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presas

El tipo de presa apropiado para este lugar es el homogéneo, dada la escasez de materiales permeables. La presa tendría un ancho en el coronamiento de 10 m y taludes inclinados en 3:1 en el lado de aguas arriba y en 2,5:1 en el de aguas abajo. Su altura sería de unos 15 m, dimensionada con la cual se supone se lograrían embalsar los recursos hidroclógicos del período invernal. Con esta altura se estima que su volumen sería de unos 60 000 m³.

El diseño de presa descrito se puede ver en mayor detalle en el perfil por el eje longitudinal de la presa mostrado en la Figura 77 B.

La ubicación del vertedero dependerá de la angostura que se elija para fundar la presa. En todo caso no debería presentarse mayores problemas para su fundación, por existir roca a ambos lados. Su capacidad tendría que ser del orden de unos 1 100 m³/s.

La derivación de las aguas podrá hacerse mediante un túnel que se localizaría en el lado que presentase condiciones más apropiadas para su excavación. Su capacidad se supone tendría que ser de unos 700 m³/s.

G.2 Embalse

La zona de embalse de San Juan es muy amplia y muestra poca pendiente longitudinal, lo que la hace apta para la acumulación de aguas.

La altura máxima a que se podría elevar el nivel de las aguas en la zona de angostura es de 25 m aproximadamente, puesto que con alturas mayores primero se inundaría el pue-

ble de Curitiba y luego se entregara la divisoria de aguas de las cuencas de los ríos Nerabó y Ribão.

Con una altura de presa de 25 m el embalse llegará a la cota 225 m y cubrirá un área que según los planos a escala 1:50 000 es de 10,6 km². El volumen que podría embalsarse en estas condiciones sería de unos 130 millones de m³. Este volumen es casi el doble de lo que aporta la cuenca en un año normal, por lo que se tendría excedente suficiente para un tal magnitud.

Si se construyese una presa de unos 15 m de altura el área inundada se reduciría a unos 4 a 5 km² aproximadamente y se pasaría a unos 38 millones de m³, lo cual se ajustaría un mejor forma a la magnitud de los recursos hidrologicos del período de lluvias del embalse en un año seco, estimados en unos 36 millones de m³.

El aspecto que presenta la zona por inundar se puede ver parcialmente en la Foto N° 70. Como puede observarse, se trata de terrenos con mantillos de lecho de río que no son muy aptos para la agricultura.

C.3 Obras de entrega

Estas obras utilizarían el método de deriva - eña como medio de extracción de las aguas embalsadas. Para ello se construiría instalos en su interior un par de válvulas de dos corchos y un sistema adecuado de energía aguas abajo de ellas.

H. Superficie por regar

Con las aguas acumuladas en el embalse se podría regar unos 2 700 hectáreas de terrenos cultivables que probablemente se ubican en la cuenca baja del río Coqueanos.

I. Conclusiones

La posibilidad de embalse de San Juan es una de las pocas dentro de la cuenca del río Caguanaes que presenta un claro interés. En efecto, su costo es tal que le permite llevar las aguas hasta los terrenos por regar sin mayores problemas. Además, el sitio de presa no ofrece dificultades de fundación, ya que está constituido por rocas graníticas. Por último, cabe agregar que los antecedentes preliminares indican que la relación agua/muro que podría lograrse sería del orden de 500, lo cual indicaría que se trataría de una solución económica.

Las razones expuestas llevan a la conclusión de que sería conveniente proseguir los estudios de esta posibilidad de embalse, haciendo un plano a escala 1:10 000 de la zona de gesturas y de la posible cuenca de inundación. Una vez completada esta planeo, podría seleccionarse el lugar más apropiado para construir la presa.

b.9.2 EMBALSE LA RAYA

A. Ubicación

El sitio de presa correspondiente a esta posibilidad de embalse se sitúa en el estero La Raya a unos 3 km aguas arriba de la confluencia de éste con el río San Juan. El lugar en referencia se encuentra a unos 190 m de altura sobre el nivel del mar, a $36^{\circ}09'$ de latitud sur y $72^{\circ}28'$ de longitud oeste. Esta ubicación se muestra en la Figura 78.

B. Accesos

El camino que une Cauquenes con Quirihue cruza el estero La Raya a menos de 2 km aguas arriba de la angostura. Por ello, la forma más fácil de llegar al lugar a partir de la Carretera Panamericana es tomando el camino que va a Quirihue y una vez en este lugar siguiendo por el camino de tierra que conduce a Cauquenes por unos 21 km, hasta cruzar el puente sobre el estero La Raya. Un kilómetro más allá del puente nace en el lado derecho (oeste) una huella que conduce hasta la angostura.

Por el camino descrito y a contar de la Carretera Panamericana hay que recorrer 59 km por camino pavimentado, (hasta Quirihue) y 23 km por camino de tierra, lo que da un total de 82 km.

Los caminos nombrados se muestran en una forma más destacada en la Figura 78.

C. Hidrología

La cuenca del estero La Raya aguas arriba del sitio de presa tiene una superficie de 60 km^2 según el plano a escala 1:50 000. Sobre esta área cae una precipitación anual que en promedio es ligeramente superior a 700 mm y que genera una producción específica de unos $8 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Sobre la base de estos datos se ha estimado en $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ el caudal promedio en la angostura. Dicho valor se reduce a unos $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ en un año 85%.

En las cuencas de sedimentos aluviales el aporte anual de la escorrentía es de alrededor de 9,5 millones de m³, ocurriendo de este total unos 6,3 millones durante el período de llenado del embalse, que comprende de abril a septiembre.

D. Topografía

La topografía relacionada con esta posibilidad de embalse se ha estudiado en la carta "Coronel del Maullín" a escala 1:50 000 del IGN, que es la más detallada publicada hasta ahora de esta zona. Los antecedentes obtenidos de esa carta se han complementado mediante las mediciones estimativas hechas durante la visita al terreno.

El sitio de presa elegido se encuentra donde el estero La Raya cambia su dirección de cursoamiento de este a oeste hacia el sur para pasar entre dos cerros que forman una angostura. El ancho basal de esta zona es de unos 30 m, de los cuales el ancho del estero ocupa menos de 10 m. Las laderas de los cerros muestran pendientes similares en ambos lados que deben ser de aproximadamente 4:1.

En toda esta sector, el estero oscurece sobre un lecho rocoso, libre de sedimentos, como puede observarse en las Fotos N^os 75 y 76.

El aspecto que ofrece la angostura se ha tratado de reproducir en la Figura 79A, que muestra un corte transversal esquemático de ésta.

Agua arriba de la angostura el valle se ensancha, dando origen a una cuenca apta para la acumulación de agua, como puede observarse en las Fotos N^os 77 y 78.

E. Geología

En la zona en que se piensa fundar la presa el estero oscurece sobre un lecho rocoso que se encuentra libre de sedimentos. La roca que aflora en el lecho es la misma que conforma los cerros de la angostura, pero en éstos se encuentran cubiertos por una delgada capa de material y suelo proveniente de su descomposición.



FOTO N° 75. Vista hacia aguas abajo del estero La Raya desde el puente del camino Quirihue-Cauquenes. La angostura elegida como sitio de presa se alcanza a divisar al fondo, donde el estero fluye junto al pie de cerro.

FOTO N° 76.

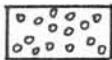
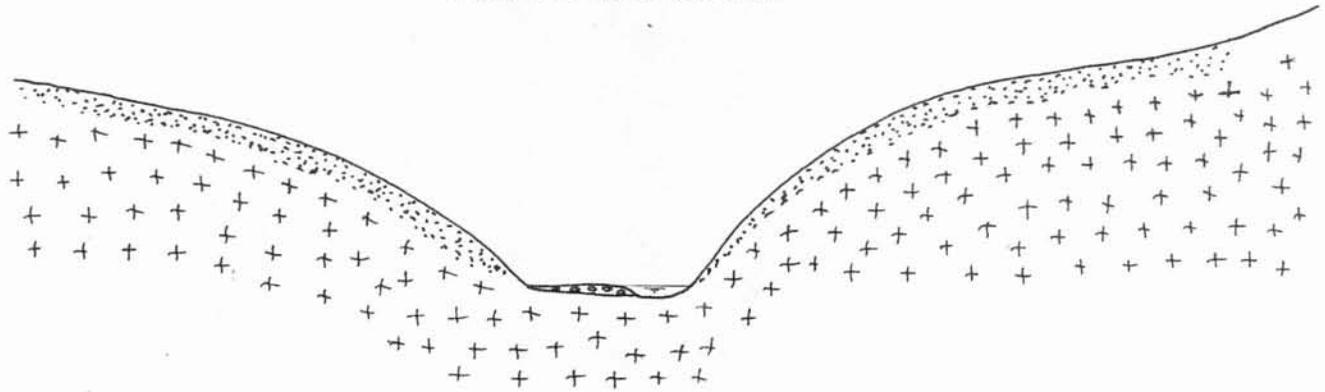


Vista hacia aguas arriba del lecho del estero La Raya, tomada desde el puente del camino Quirihue-Cauquenes. En la foto se observa que el estero escurre sobre un lecho de roca.

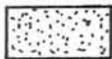
EMBALSE LA RAYA
ESTERO LA RAYA

(A)

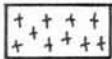
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA



PEQUEÑA TERRAZA FLUVIAL, COMPUESTA PRINCIPALMENTE DE ARENAS



ZONA DE SUELO Y ROCA DESCOMPUESTA



ROCA GRANITICA OBSERVADA EN EL LECHO DEL RIO. POR EXTRAPOLACION SE HA SUPUESTO QUE DEBE ENCONTRARSE EN LOS CERROS DE LA ANGOSTURA BAJO LOS SUELOS QUE LOS CUBREN

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA

(B)

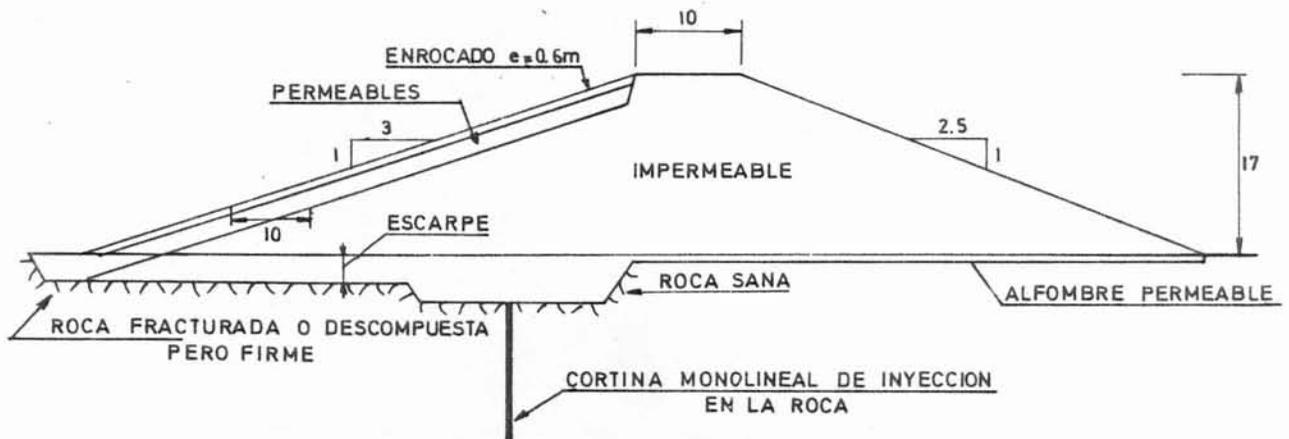




FOTO N° 77. Vista hacia aguas arriba del área que inundaría el embalse La Raya.



FOTO N° 78. Vista aérea del estero La Raya en que puede observarse el tipo de terreno que se inundaría.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha representado en el corte geológico esquemático de la Figura 79A.

De acuerdo a los antecedentes preliminares recopilados en el terreno, el sitio seleccionado es apto para servir de fundación a una presa. No obstante, la información que de él se posee es insuficiente para el diseño de las obras, por lo que sería necesario realizar perfiles sísmicos y otros estudios geofísicos dirigidos a la determinación del espesor de macillo y suelo que cubre a la roca.

F. Geotecnia

Debido a la escasa altura de la presa y a la constitución rocosa de su fundación, se espera que no se presenten en este lugar problemas geotécnicos de difícil resolución.

Los materiales permeables apropiados para la construcción de una presa son casi inexistentes en la zona, por lo que tendrían que obtenerse de alguna cantera que se abriera para este objeto en las cercanías de la angostura. Los impermeables se obtendrían de los macillos provenientes de la descomposición de la roca y que abundan en la región.

Previo a la construcción de la presa sería necesario someter la zona de fundación a un tratamiento consistente en la eliminación de los suelos que cubren las laderas y de la roca blanda del lecho del estero. Además se tendría que excavar una zanja en este último de unos 20 m de ancho para dejar la roca sana en contacto con la presa. Finalmente, se considera la ejecución de una cortina monolineal de inyección con carácter exploratorio que impermeabilice todo el contorno de la angostura.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

El diseño que se ha adoptado para esta obra es del tipo homogéneo, en vista de la escasez de materiales

permeables en los coronamientos de la argamasa. La presa tendría un ancho en el coronamiento de 18 m y taludes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. Su altura sería de unos 17 m y estaría determinada por la capacidad que habría que darle al embalse para acumular la totalidad de los recursos hidrológicos de la época de lluvia de un año seco. La forma de la presa propuesta se puede apreciar en la Figura 79B, en que se muestra un perfil por su eje longitudinal.

Según sea en las medidas aproximadas de la argamasa, se han calculado los volúmenes de la presa para diferentes alturas y se han representado en el gráfico de la Figura 80. Como puede verse en él, para la altura de 17 m la presa tendría un volumen de unos 80 000 m³.

El vertedero parecería preferible ubicarlo en el lado izquierdo, que presenta una pendiente más suave, con lo cual podría disminuirse las construcciones. Su capacidad se estima que sea del orden de los 250 m³/s.

La derivación de las aguas durante la construcción podría hacerse mediante un túnel que se excavaría probablemente en el lado derecho, dando resultado de una menor longitud. No obstante, considerando el breve período de construcción de la presa, podría ser más adecuado hacer un tubo de derivación bajo su fundación, el que con posterioridad a la construcción quedaría disponible para ser utilizado como ducto de entrega del embalse.

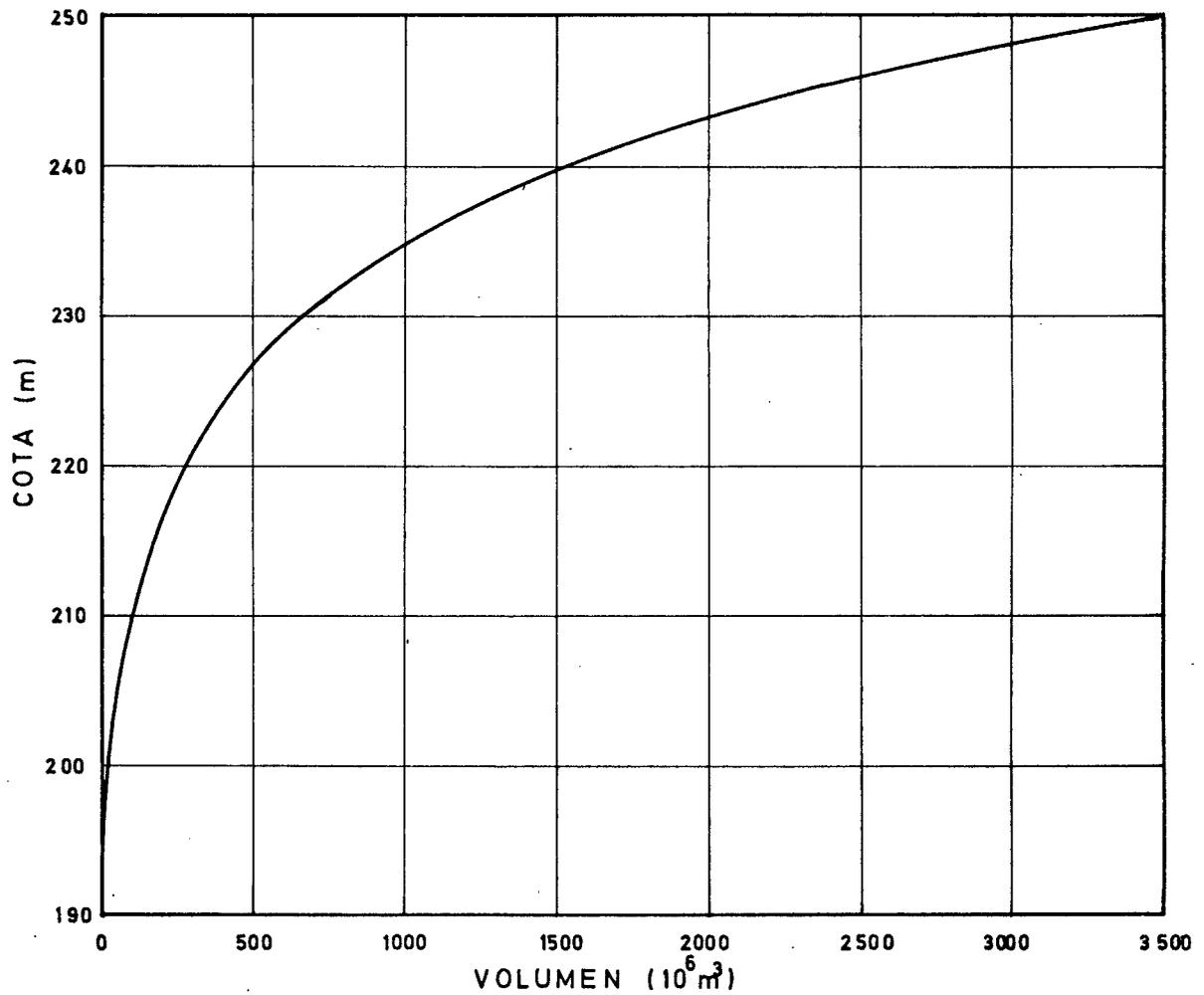
La capacidad que habría que darle a las obras de derivación sería de unos 150 m³/s o menos.

G.1 Embalse

Como puede verse en la Foto N° 77, la zona de inundación es amplia y tiene poca pendiente en la dirección de escurrimiento de las aguas, lo cual la hace apropiada para la acumulación de las aguas del estero.

EMBALSE LA RAYA
ESTERO LA RAYA

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



A partir de las medidas hechas en la carta a escala 1:50 000 ha sido posible deducir las curvas características del embalse que se muestran en el gráfico A de la Figura 81. En él se ve que para acumular los 8 millones de m³ que aporta el estero durante el período de llenado de un año se necesita un volumen de las aguas del embalse total de 206 aproximadamente.

Los terrenos que se inundarían con la crecida del embalse se encuentran actualmente cubiertos por matorrales, ya que no se presta para la agricultura. Sólo en algunas zonas, como la mostrada en la Foto N.º 78, los pedregos que se sitúan en las márgenes del estero pueden emplearse como petreos.

G.3 Obras de estero

Se consulta realizar estas obras en combinación con las de derivación, de modo de aprovechar el túnel o el ducto de derivación para coherar en su interior las válvulas de entrada.

H. Superficie por regar

Las aguas acumuladas en el embalse La Raya deberían ser suficientes para regar unas 400 há de terrenos cultivables. Estos probablemente se ubicarían en el curso bajo del río Chuquemes, junto a su margen derecha.

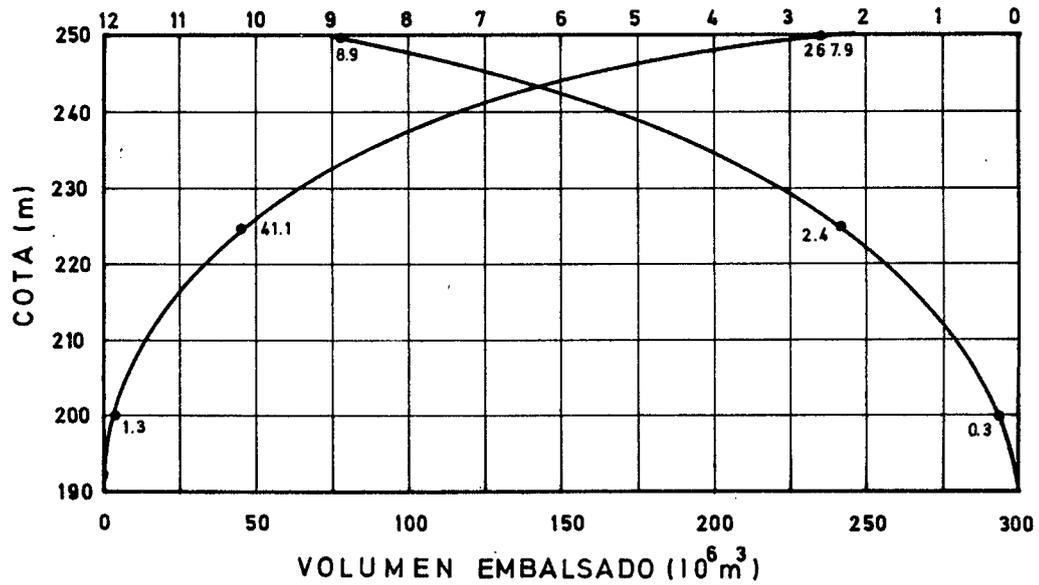
I. Conclusiones

La posibilidad de embalse La Raya presenta diversos rasgos que la hacen digna de mayor estudio. En primer término, se encuentran a una cota que le permite regar terrenos que actualmente no disponen de agua. También la geografía del sitio de presa es lo suficientemente clara como para no haber de dudar dudas respecto a la factibilidad técnica de esta obra. A esto se agrega el hecho de que, gracias a su ubicación, sería fácil de integrar al sistema de riego del embalse San Juan, por lo que no requeriría de una red propia de canales.

EMBALSE LA RAYA
ESTERO LA RAYA

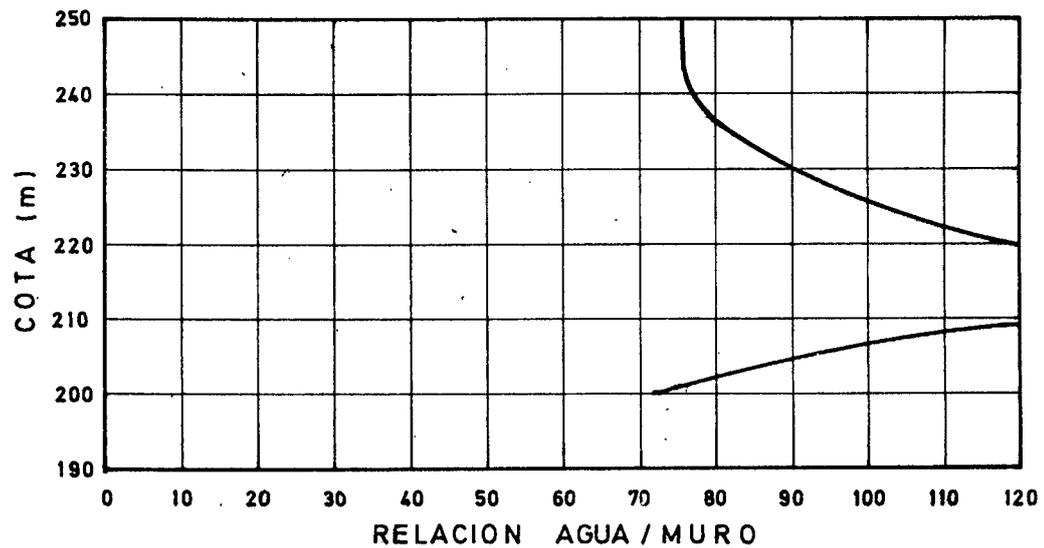
(A)

CURVAS CARACTERISTICAS
SUPERFICIE INUNDADA (km²)



(B)

RELACION AGUA / MURO



Por último, cabe señalar que la relación agua/muro, deducida de los antecedentes incluidos en las Figuras 80 y 81 A, lleva a pensar que la obra sería económica. Como puede verse en el gráfico B de la Figura 81, en que se han representado los valores calculados de la relación agua/muro en función de la cota máxima del embalse para una altura de presa como la propuesta (17 m) se lograría un valor del orden de 120, que es bastante alto. Según lo mostrado en el mencionado gráfico, esta relación se encontraría próxima a la máxima obtenible en este lugar.

Por las razones expuestas, se recomienda continuar con los estudios de esta posibilidad, realizando un levantamiento a escala 1:10 000 de toda su zona de angostura y de inundación. Una vez que se cuente con este plano será fácil de terminar la mejor ubicación de la presa.

b.9.3 EMBALSE HUEDQUE

A. Ubicación

El sitio de presa correspondiente a esta posibilidad de embalse se sitúa en el río Huedque a unos 5 km aguas abajo de la confluencia del río San Juan con el estero La Raya. El lugar se localiza en un angostamiento del valle en que el lecho se ubica a la cota 175 m aproximadamente y que tiene por coordenadas geográficas $36^{\circ}06'$ de latitud sur y $72^{\circ}30'$ de longitud este.

El sitio anteriormente identificado se muestra en la Figura 82.

B. Accesos

Para llegar al sitio de presa en el río Hued que hay que tomar el camino que parte de Cauquenes en dirección a Quirihue y seguir por éste hasta el cruce con el acceso sur al pueblo Coronel de Maule. A partir de este cruce hay que continuar hacia el sur por 12,5 km más, hasta otro cruce con un camino que se dirige hacia el oeste para llegar a Cobquecura. Tomando por este último se llega al puente sobre el río Huedque después de recorrer 6 km a partir del cruce antes citado. El sitio de presa se ubica 1,5 km hacia aguas arriba, distancia que hay que recorrer a pie por no existir una senda apta para vehículos.

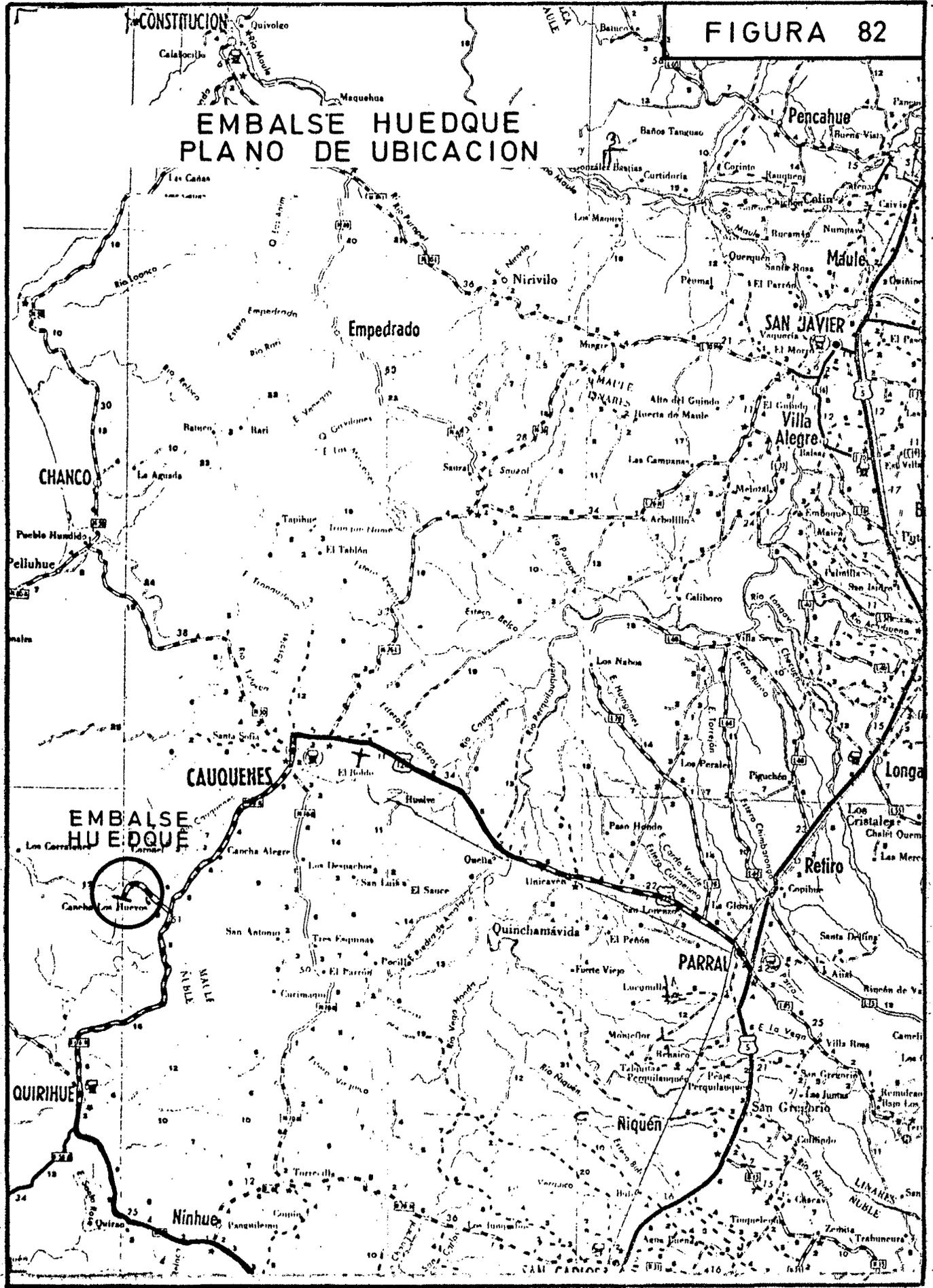
Desde Cauquenes hay que recorrer unos 23 km para llegar al cruce con el camino a Cobquecura, por lo que entre esta ciudad y el puente sobre el río Huedque hay que salvar una distancia total de 29 km por caminos de tierra relativamente buenos.

El camino de acceso descrito se muestra en línea destacada en la Figura 82.

C. Hidrología

La cuenca del río Huedque ubicada aguas arriba del sitio de presa abarca una superficie de 370 km^2 , sobre los que caen precipitaciones anuales que, en promedio y según la altura del lugar que se trate, varían entre 650mm y 800 mm. Se

EMBALSE HUEDQUE PLANO DE UBICACION



estima que la producción específica de la cuenca debe ser de unos $10 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$, por lo que el caudal promedio en el sitio de presa tendría que ser de unos $3,7 \text{ m}^3/\text{s}$. En un año 85% seco el medio anual se reduciría a $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$, con lo que la cuenca aportaría un volumen anual de 72 millones de m^3 , de los que 64 millones de m^3 ocurrirían durante el período comprendido entre abril y septiembre en que se llenaría el embalse.

D. Topografía

La información topográfica referente a esta posibilidad se ha extraído principalmente de la carta "Corenel de Maulé" a escala 1:50 000 del IGM, que es la más detallada existente de la zona, y se ha complementado con los datos de terreno obtenidos durante la visita al lugar.

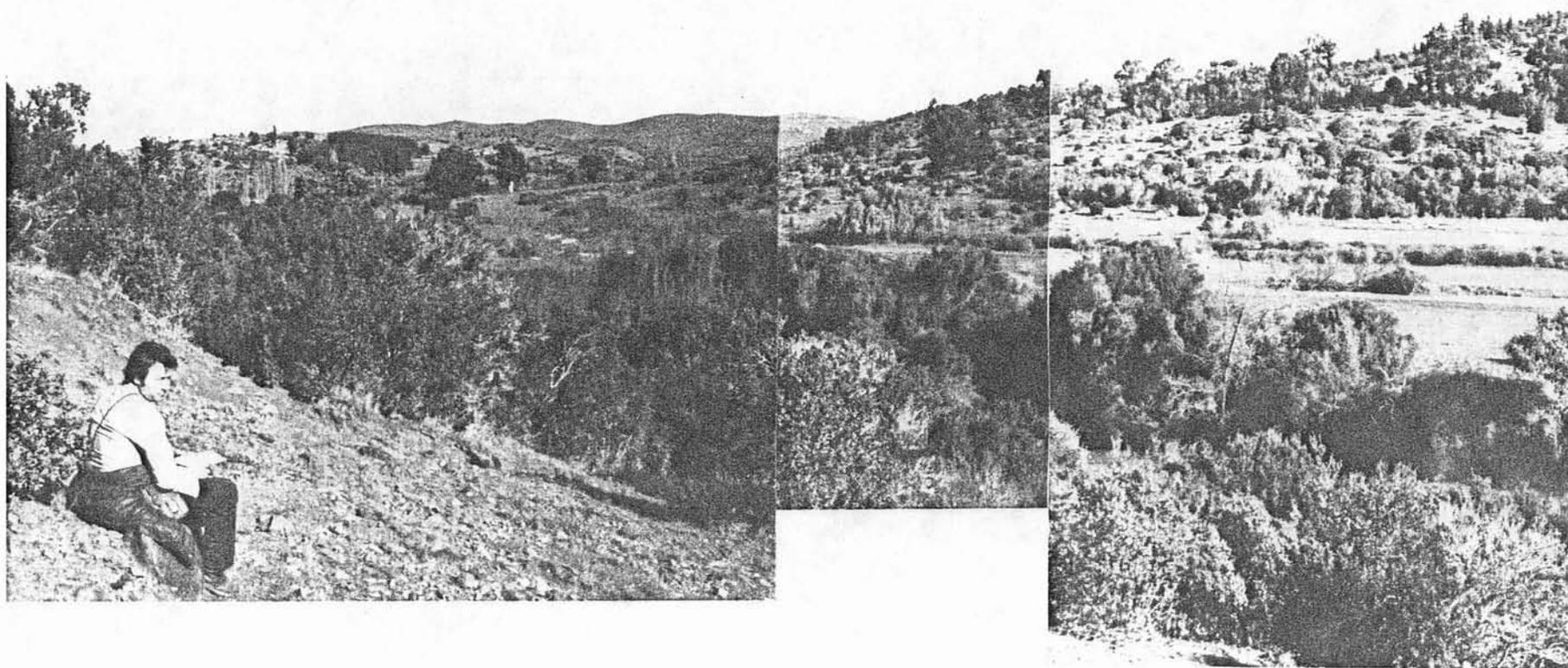
En la zona del sitio de presa el río pasa entre dos cerros separados en su base por una planicie de unos 200 m de ancho en que se sitúa el lecho del río. El cerro de la derecha tiene laderas de pendiente más bien fuerte y que debe ser de 1,3:1 aproximadamente, mientras que el de la izquierda muestra taludes suaves, cuya pendiente debe ser de 4:1 en la parte baja y de 2,5:1 en la parte alta.

El aspecto que presenta el sitio de presa puede observarse en el extremo derecho de la foto panorámica N° 79 y en el corte transversal esquemático de la Figura 83 A.

Aguas arriba de este lugar el valle se ensancha y continúa con una pequeña pendiente longitudinal. Estas características le dan una capacidad apropiada para embalsar las aguas del río con una reducida subida de su nivel. La forma descrita de este valle se puede ver en sector mostrado a la izquierda de la foto panorámica N° 79.

E. Geología

En la zona elegida para implantar la presa el río Muedque escurre sobre una planicie rodeada de cerros de baja altura y de suaves pendientes. Esta planicie está formada



• OCT • 77

FOTO N° 79. Vista panorámica del sitio de presa del embalse Huedque y de su zona de inundación.

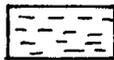
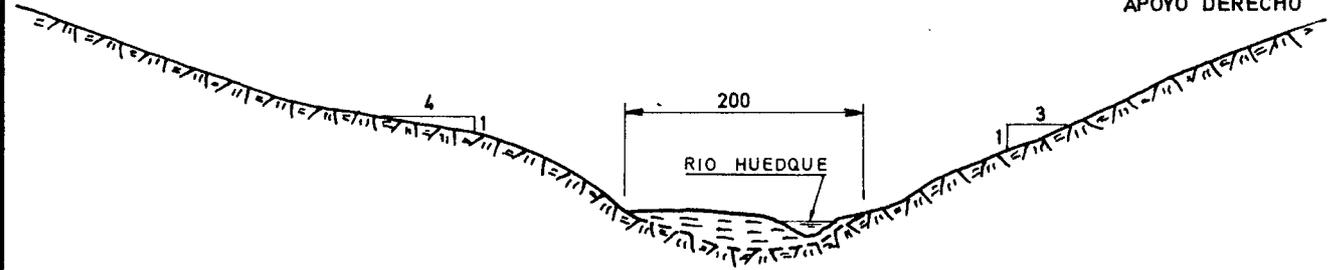
EMBALSE HUEDQUE RIO HUEDQUE

FIGURA 83

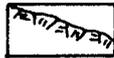
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO POR EL SITIO DE LA PRESA

APOYO IZQUIERDO

APOYO DERECHO

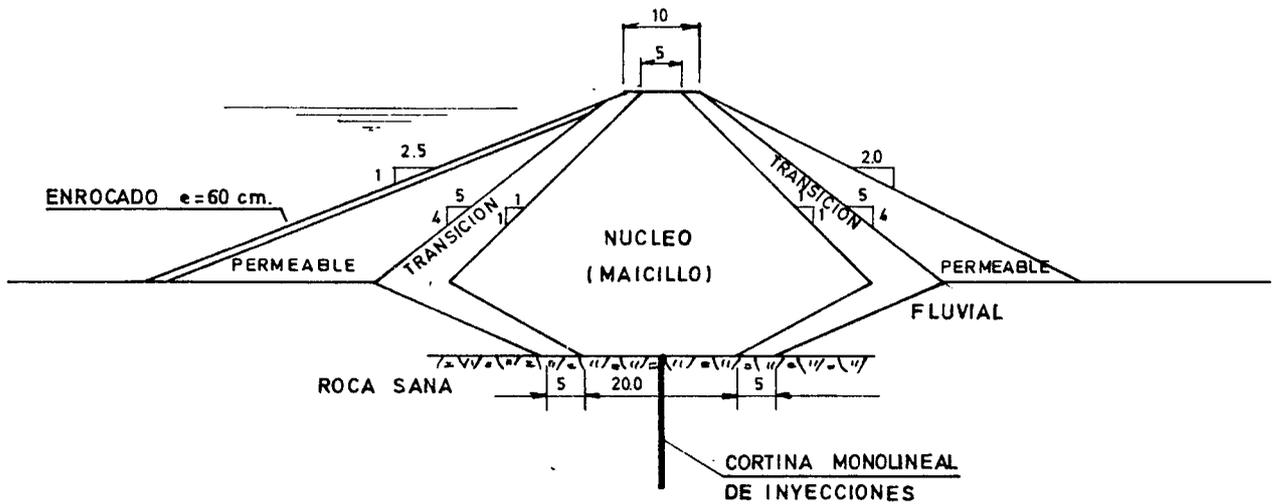


RELLENO ALUVIAL RECIENTE. PRINCIPALMENTE SEDIMENTOS FINOS
ARENO - LIMOSOS, SATURADOS.

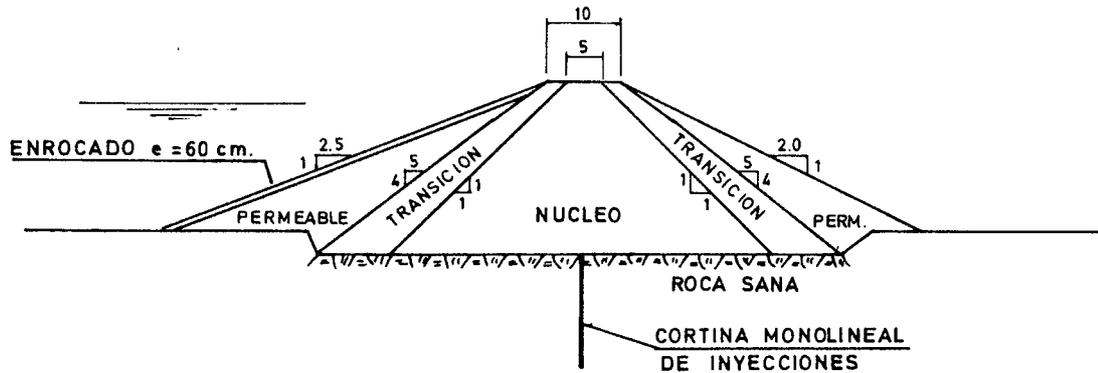


BASAMENTO ROCOSO, PRESUMIBLEMENTE MUY CERCA DE LA SUPERFICIE.

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL DE LA PRESA



CORTE POR EL EMPOTRAMIENTO



por sedimentos aluviales recientes, compuestos de suelos de arena limosa con gravas y algunos bloques de roca derivados del escori-bre de falda. Se estima que estos sedimentos se encuentran saturados y son de baja consistencia. Su espesor fluctuaría entre 10 y 15 m.

Tanto aguas arriba como aguas abajo del al-
tice de presa se van dando al aire numerosos afloramientos rocosos.
También se los observa en el lecho del río, como lo muestra la
Foto N° 89, tomada en el área en que se fundaría la presa.

Las colinas que limitan ambos lados del va-
llado del Huedque están totalmente cubiertas por un suelo algo areli-
lleno, de color rojizo, que pierde suelto al tipo de basamento
rocoso existente en el área. En este suelo, de unos 3 a 5 m de
espesor, se observan diferentes tipos litológicos de roca, como
dioritas, andesitas porfíricas y rocas metamórficas que podrían
representar el basamento del lugar o bien corresponden a escori-
bras de falda de las rocas que conforman las cumbres de los co-
rros. En todo caso, se estima que a una profundidad inferior a
unos 5 m debe existir roca apropiada para servir de fundación a
una presa. Por consiguiente, se puede decir que desde el punto
de vista geológico el lugar es apto para el emplazamiento de una
presa.

La interpretación geológica de lo observado
en el terreno se ha representado en el corte transversal A de la
Figura 83.

F. Geotecnia

Los antecedentes obtenidos en el terreno se-
ñalan que la zona de fundación de la presa está constituida por ro-
ca sobre la cual existe un espesor de suelos de unos 5 m. En la
zona del lecho de espesor de los sedimentos se supone que es má-
yor, pero probablemente no supera los 10 m.

Los materiales para la construcción de una
presa de rollones son escasos en el lugar. Los permeables exis-
ten en cantidades limitadas en el lecho del río, mientras que los



801 • 77

FOTO N° 80. Afloramientos de roca junto
al lecho del río Huedque en
el sitio de presa.

impermeables podrían traerse de unos 5 km de distancia, donde existen depósitos de maicillo.

Previo a la construcción de la presa sería necesario despejar en los empotramientos los suelos que cubren la roca, de modo de dejar el núcleo de la presa en contacto con ésta. En la zona del lecho del estero se excavaría una zanja para permitir que los materiales impermeables de la presa llegasen hasta la roca. El ancho de esta zanja no debería ser inferior a unos 30 m. Además tendría que realizarse una cortina de inyecciones de carácter exploratorio que penetrase al menos unos 20 m en la roca.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Tomando en cuenta la escasez de materiales permeables y la distancia a la cual se encontrarían los impermeables del sitio de emplazamiento del muro, se ha decidido adoptar para este lugar un diseño de presa por zona con un núcleo ancho centrado y espaldones de fluviales de poco espesor.

La presa tendría una altura de unos 20 m, con la cual el embalse adquiriría la capacidad suficiente para acumular los recursos hidrológicos del período de llenado de un año seco. En el coronamiento alcanzaría un ancho de 10 m y una longitud de unos 500 m. Sus taludes tendrían pendientes de 2,5:1 en el lado de aguas arriba y de 2,0:1 en el de aguas abajo. Las pendientes del núcleo y de las transiciones serían respectivamente de 1:1 y de 5:4.

La forma descrita de la presa se puede observar en los cortes por el eje longitudinal y por el empotramiento que se incluyen en la Figura 83 B.

El volumen de la presa se ha estimado basándose en las medidas hechas en la carta a escala 1:50 000 para distintas cotas de su coronamiento. Los resultados obtenidos han

permitido dibujar el gráfico A de la Figura 84. Según este, para la altura de 20 m el volumen de la presa sería de unos 120 000 m³.

El vertedero de evacuación de crecidas con - vendría probablemente ubicarlo en el lado izquierdo, donde las exca - vaciones que tendrían que hacerse serían menores que en el lado de recho. Su capacidad se estima tendría que ser del orden de los 1 500 m³/s.

Para la desviación de las aguas durante la construcción sería necesario hacer un túnel que parecería convenien - te ubicarlo en el lado derecho del valle que, por presentar una pen - diente más fuerte, permitiría disminuir al mínimo posible su longi - tud. La capacidad de este túnel sería de unos 1 000 m³/s.

Considerando la amplitud del valle del río Hueque, cabría también pensar en la posibilidad de construir la presa por partes, para así evitarse los costos asociados a la ejecu - ción del túnel de desviación.

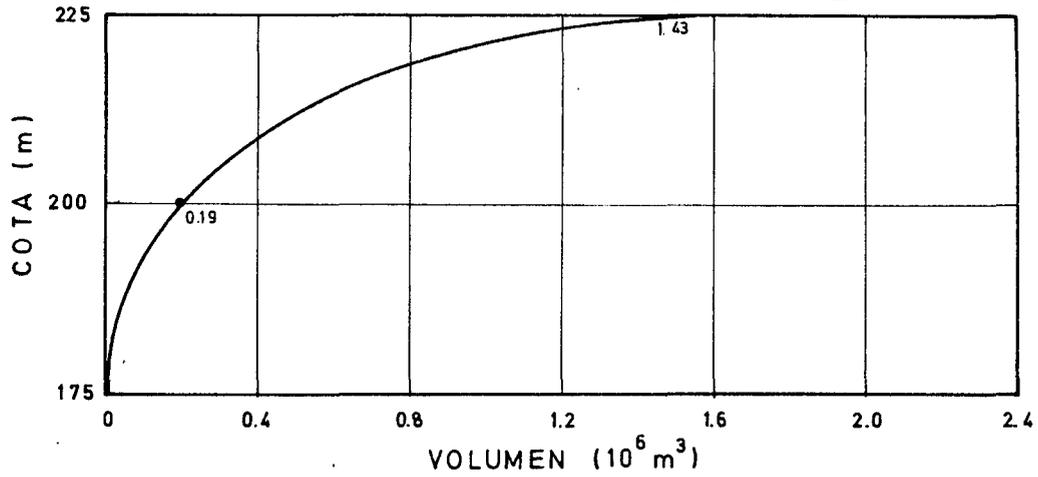
G.2 Embalse

La zona de fundación presenta características apropiadas para la acumulación de las aguas gracias a su pequeña pendiente longitudinal. Las curvas características de este embalse, deducidas de las medidas hechas en la carta "Coronel de Maule" a escala 1:50 000, se han representado en el gráfico B de la Figura 84. Estas últimas confirman lo anteriormente dicho en cuanto a la buena relación de volumen embalsado por metro de incremento del nivel de las aguas. También se puede ver que para embalsar los 64 millones de m³ que apertaría el río durante el período de llena - do de un año 85% el nivel de las aguas tendría que llegar a la cota 192 m aproximadamente, lo cual exigiría construir una presa de del orden de 20 m.

Los terrenos que inundaría el embalse pare - cen no tener mayor valor agrícola, ya que presentan un aspecto pan - tanoso por efecto del alto nivel de la capa subterránea. En el pre - sente se los utiliza principalmente como potreros.

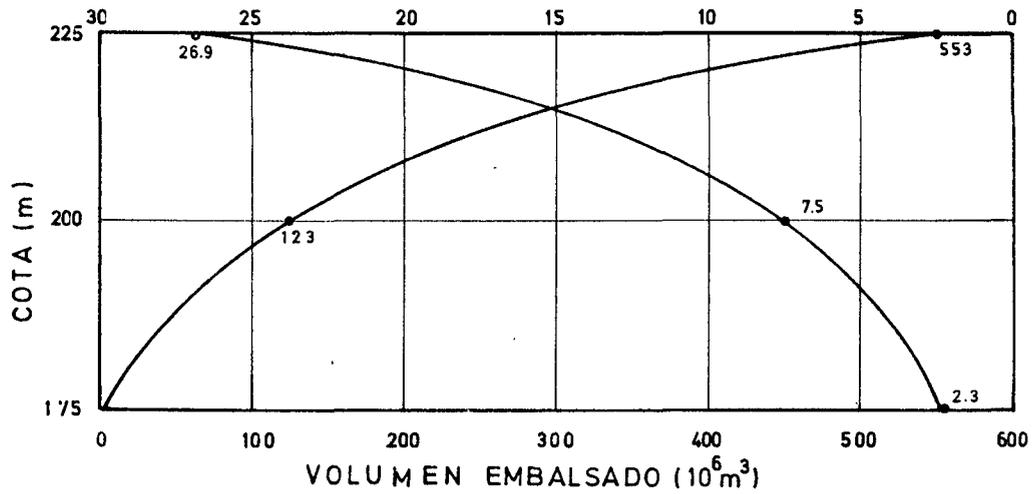
EMBALSE HUEDQUE
RIO HUEDQUE

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



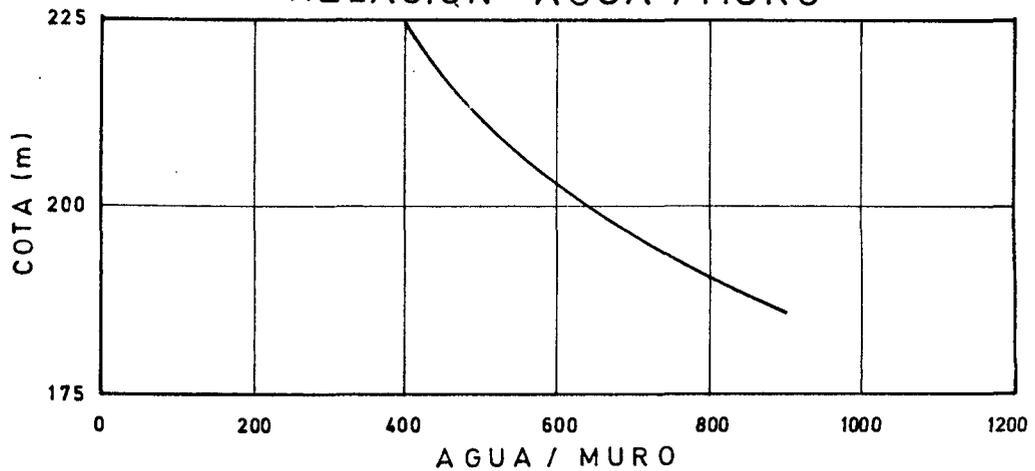
(A)

CURVAS CARACTERISTICAS
SUPERFICIE INUNDADA (km^2)



(B)

RELACION AGUA / MURO



(C)

G.3 Obras de entrega

Estas se diseñarían de modo de aprovechar las obras de desviación. En caso de existir túnel de desviación las válvulas de entrega podrían acomodarse en su interior.

H. Superficie por regar

Las aguas embalsadas deberían permitir el riego de una extensión de unas 4 900 hectáreas. Estos terrenos posiblemente se situarían en el curso bajo del río Cauquenes.

I. Conclusiones

El sitio de presa de Huedque presenta características de interés para la construcción de un embalse que regule las aguas del río Huedque. El lugar aparentemente no presentaría dificultades para la implantación de un muro de las dimensiones apropiadas para acumular las aguas de invierno. Además, según los valores de la relación agua/muro mostrada en el gráfico C de la Figura 84 y deducidos de las cifras correspondientes a los gráficos A y B de esa misma figura, las obras de embalse serían económicas, especialmente para alturas de muro baja. Para una presa de unos 20 m de altura la relación que se obtendría sería superior a 700.

Los valores anteriores indican que la posibilidad de embalse en referencia sería digna de mayores estudios, aun que previamente habría que aclarar cuales son los lugares que se pretende regar con este embalse, ya que los terrenos más convenientes de regar están ubicados a una cota superior a la de las aguas embalsadas y por lo tanto exigirán una elevación mecánica, lo cual frente al embalse San Juan lo hace menos favorable.

En una etapa más avanzada del proyecto podría considerarse en forma más detallada el estudio de esta solución.

b.9.4 EMBALSE CORONEL

A. Ubicación

El lugar seleccionado para fundar la presa de esta posibilidad de embalse se ubica en el estero de Coronel a unos 4 km de su confluencia con el estero Huedque, a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 160 m, a 36°01' de latitud sur y 72°28' de longitud oeste.

El lugar descrito se muestra en la Figura 85.

B. Accesos

Al sitio de presa se llega siguiendo el camino que conduce de Cauquenes al pueblo Coronel de Maule. Desde este último hay que continuar por un camino que se encuentra en regular estado y que sigue paralelo al estero de Coronel hasta el cementerio del pueblo. A partir de dicho lugar no es posible continuar en vehículo, por lo que hay que caminar alrededor de 1,5 km a campo traviesa en dirección norte para llegar al sitio de presa.

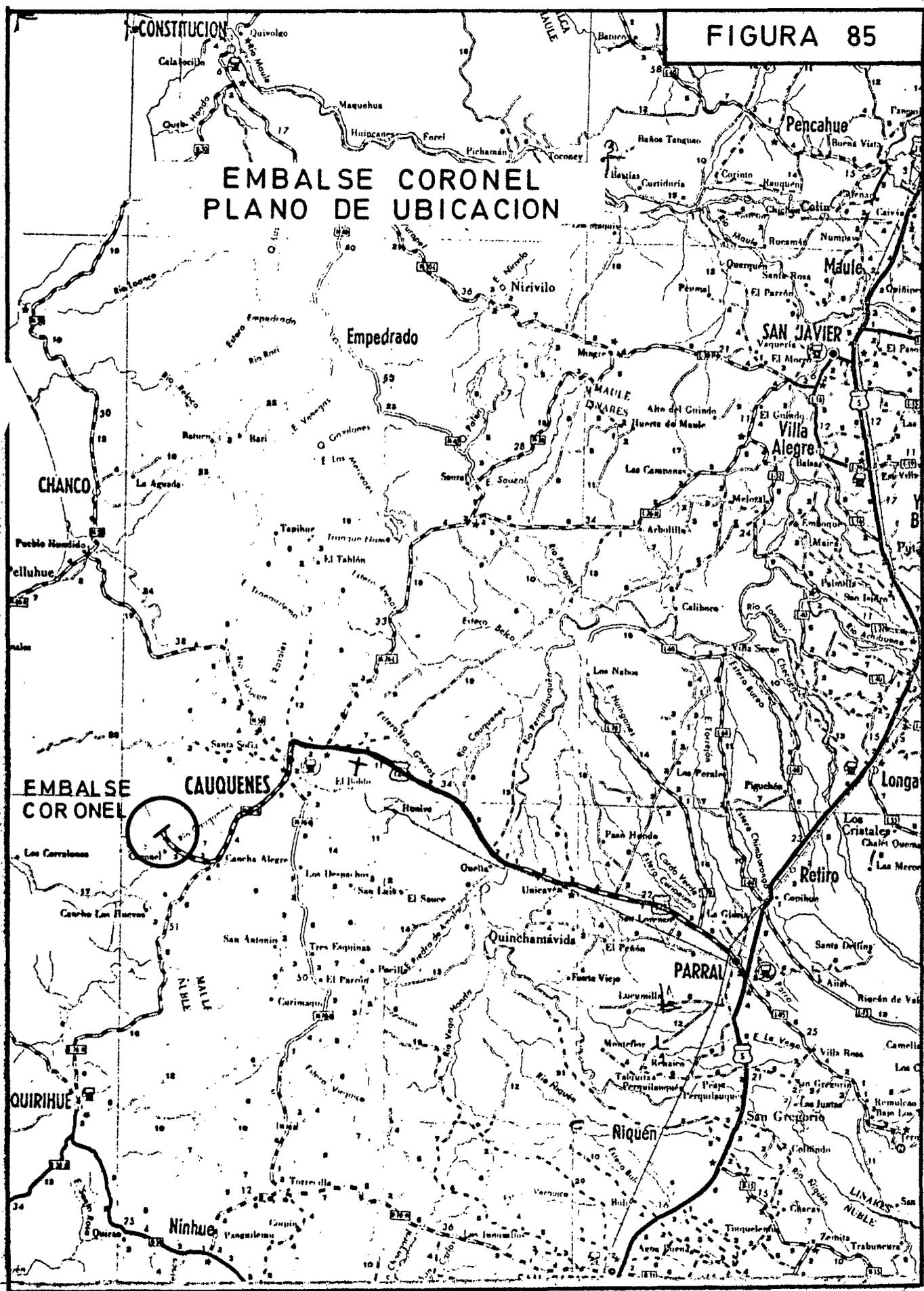
A contar de la Carretera Panamericana, hay que recorrer los 63 km de camino pavimentado hasta Cauquenes y 21 km de camino de tierra entre este pueblo y el cementerio antes mencionado. En total la distancia es de 86,5 km, de los que 85 km pueden recorrerse en vehículo y 1,5 km deben caminarse.

Los caminos a que se ha hecho referencia se muestran en forma más destacada en la Figura 85.

C. Hidrología

La cuenca del estero Coronel afluente al sitio de presa abarca una extensión de 76,3 km², sobre la cual cae una precipitación de unos 650 mm de promedio anual. La productividad específica media anual de la citada cuenca se estima en 5 l/s, por lo que puede esperarse que aporte un caudal promedio anual de 0,4 m³/s.

EMBALSE CORONEL PLANO DE UBICACION



En un año 89% el caudal se reduciría a unos 0,25 m³/s, con lo cual el volumen anual entregado por la hoya sería de 8 millones de m³. De este último valor aproximadamente 7 millones de m³ ocurrirían en el período comprendido entre abril y septiembre, en que se llenaría el embalse.

D. Topografía

Los antecedentes topográficos con que se cuenta provienen de las cartas "Coronel de Manlio", "El Guasaco", "Curambo" y "Canguanas" a escala 1:50 000 del IGN y de la visita hecha al terreno.

En el sitio de presa el valle del estero se estrecha para pasar entre dos colinas de unos 30 m de altura que se encuentran separadas en su base por una distancia de unos 150 m. En este espacio existe una planicie arenosa por la que escurren diversos brazos del estero. La pendiente de las laderas de estas colinas debe variar entre 1,5:1 y 2:1 aproximadamente en ambos lados del valle.

El aspecto que presenta la angostura se puede ver en las Fotos N^os 81, 82 y 83, tomadas desde el lado derecho y mirando hacia el izquierdo. Sus principales dimensiones pueden observarse en el corte esquemático de la Figura 36.

La zona de inundación es amplia y plana, como puede verse en la Foto N^o 84, lo cual la hace apropiada para embalsar las aguas del estero.

E. Geología

Las colinas que conforman la angostura se encuentran emborinadas por suelos rojizos arenolimosos, semejantes a mullillo, pero de granos muy finos y con abundante mica. El espesor de estos suelos se estima que puede encontrarse entre 5 y 10 m, ya que la superficie de las colinas está surcada en algunos lugares por canales de hasta 4 y 5 m de profundidad, originados por la erosión de las aguas de lluvias, en cuyo fondo no alcanza a verse la roca.



FOTO N° 81. Vista de la angostura desde el lado derecho mirando hacia el izquierdo según la dirección del eje de la presa.



FOTO N° 82.

Vista del lecho del estero Coronel en la zona de la angostura.

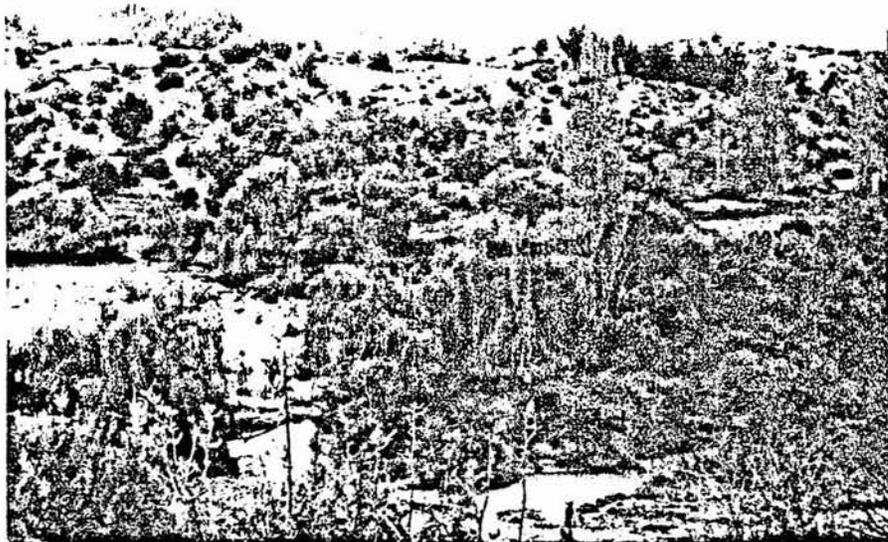


FOTO N° 83. Angostura seleccionada como sitio de presa en el estero de Coronel. Vista tomada desde lado derecho mirando hacia el izquierdo.

Se puede observar la gruesa cubierta de roca alterada.



FOTO N° 84. Zona de inundación del embalse. Vista tomada desde el sitio de presa hacia aguas arriba.

En algunos sectores de la angostura se ven numerosos rodados de cuarzo y esporádicamente algunos afloramientos de rocas metamórficas de tipo filitas y esquistos micáceos. En las partes bajas, cerca del cauce del estero Coronel, y en las quebradas afluentes a él existe un gran relleno aluvial, formado por suelos finos saturados de agua, y aparentemente de baja consistencia. Este depósito constituye la parte más plana de la meseta de inundación del estero y su espesor puede alcanzar 20 o más metros.

En el croquis de planta y corte esquemático de la Figura 86 se ilustra la situación geológica del sitio de presa.

Sobre la base de los pocos afloramientos observados se supuso que el basamento rocoso de esta área corresponde a filitas y esquistos micáceos del complejo metamórfico paleozoico precámbrico. No obstante, en las cercanías de este lugar también se ven zonas con el típico granito paleozoico de la Cordillera de la Costa. Por lo tanto, se estima como muy probable que la angostura se sitúe cerca de la zona de contacto entre estas dos grandes unidades rocosas. Aún más, es posible que en el área de fundación de la presa existan algunas apófisis graníticas intercaladas en las rocas metamórficas o que las filitas observadas correspondan a afloramientos dentro del intrusivo granítico.

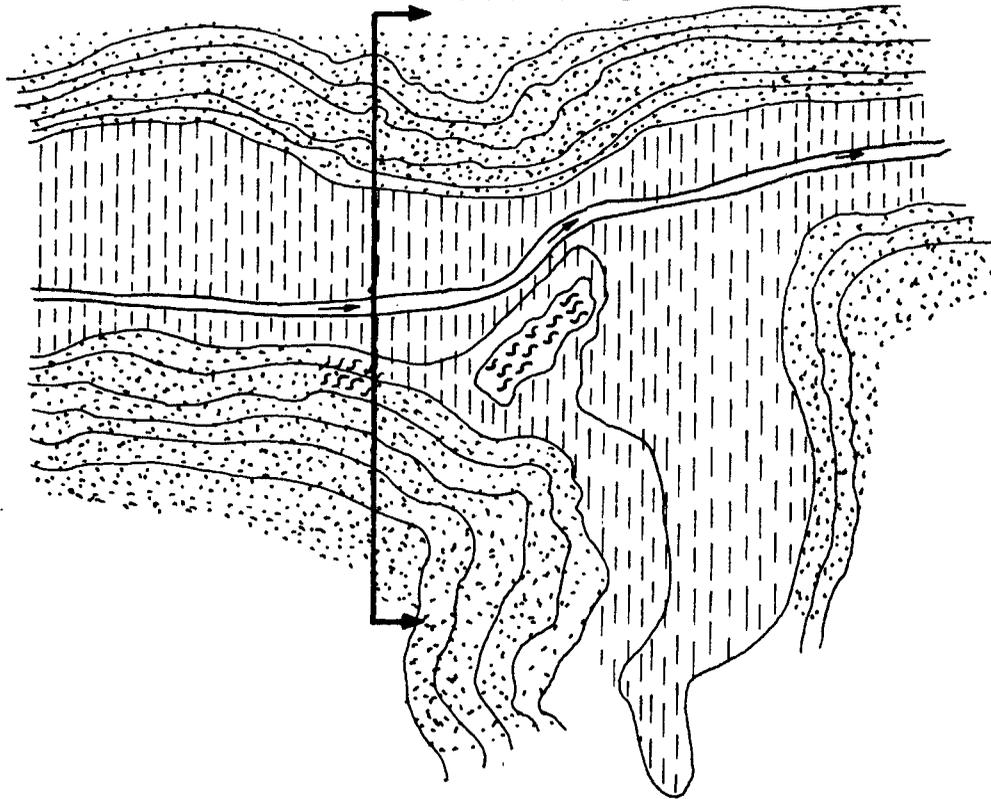
Debido al grueso espesor de roca alterada que cubre el área, resulta difícil dar un pronunciamiento más preciso referente a la constitución de la roca basal a partir de lo examinado en la superficie. En todo caso, hay que destacar que cualquiera de los dos tipos de roca nombrados constituiría una fundación suficientemente impermeable y resistente para el tipo de presa que se pretende implantar aquí.

Cabe agregar que no se observó en el sitio de presa ni cerca de él ningún aspecto geológico negativo que pudiese indicar la inconveniencia de construir un muro en este lugar.

EMBALSE CORONEL
ESTERO DE CORONEL

FIGURA 86

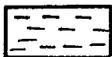
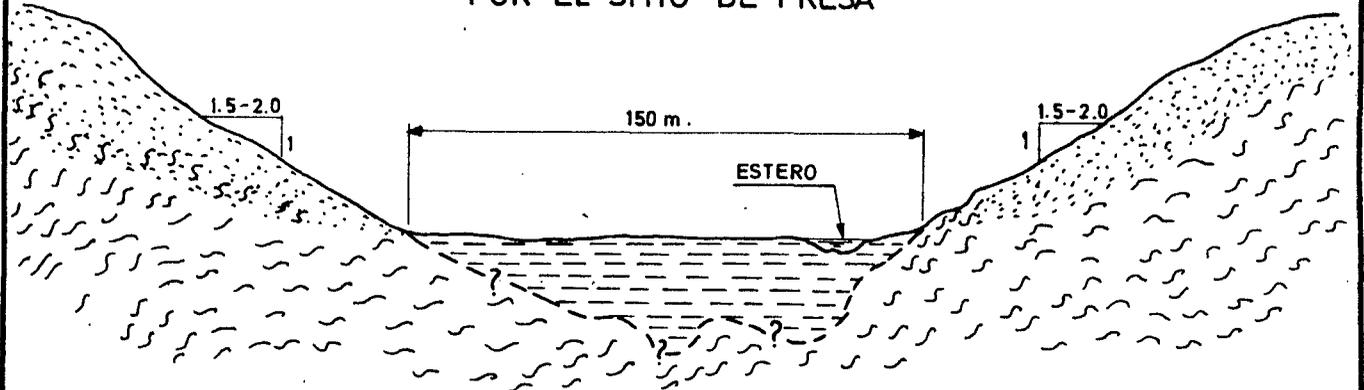
CROQUIS GEOLOGICO



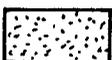
CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE PRESA

APOYO IZQUIERDO

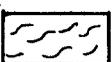
APOYO DERECHO



RELLENO ALUVIAL FINO. SUELOS ARENO-LIMOSOS, SATURADOS Y BLANDOS



CUBIERTO DE ROCA ALTERADA. TIPO MAICILLO DE GRANO FINO CON ABUNDANTE MICA PROBABLEMENTE DERIVADA DE LA ALTERACION DE ROCAS METAMORFICAS



AFLORAMIENTO DE PHILITAS ESQUISTOS MICACEOS PARCIALMENTE ALTERADOS. EN EL CORTE SE INDICA SU POSIBLE UBICACION EN EL EJE DE LA PRESA

F. Geotecnia

El área de fundación de la presa está constituida por suelos aluviales de unos 20 m de espesor y de características muy variables en la zona del lecho del estero, y por rocas probablemente metamórficas, descompuestas en superficie, en la zona de los empotramientos. De aquí que los materiales permeables necesarios para la construcción de la presa serían de difícil obtención en las cercanías de la angostura. En cambio, los impermeables podrían extraerse de las rocas descompuestas que se encuentran en los alrededores del sitio de presa. Sin embargo, es de esperar ciertas dificultades para la compactación de estos materiales, debido a su alto contenido de mica.

Antes de construir la presa, el terreno de fundación tendría que someterse a un tratamiento para darle la necesaria capacidad de soporte e impedir las filtraciones. Ante todo, tendrían que retirarse las escombreras y las rocas descompuestas de baja consistencia. Además, se excavaría una zanja hasta alcanzar la roca sana en los empotramientos, para poner en contacto directo el material impermeable de la presa con la roca de fundación. En la zona del lecho del estero se retirarían las capas superficiales, hasta alcanzar un suelo con una buena capacidad de soporte y luego se haría una pared moldeada que alcanzase hasta la roca. Por último, se contempla ejecutar inyecciones en el contorno de los empotramientos, de manera de realizar una cortina mono lineal.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Dada la escasez de materiales permeables en los alrededores del sitio de fundación de las obras de embalse, se ha diseñado una presa homogénea para este lugar. Este tipo de presa es también el que mejor se adapta a las características de los materiales sobre los cuales se fundarían las obras.

En la Figura 67 se muestran dos cortes por la presa diseñada para este sitio. Como puede observarse, los lados de sus paramentos tienen pendientes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. El talud de aguas arriba llevaría un espesor mínimo de materiales permeables. En el correspondiente la presa tendría un ancho de 8 m y una longitud de 190 m.

La altura de esta obra sería de unos 10 m y estaría determinada por la capacidad que habría que darle al embalse para acumular los recursos hidroeléctricos del período de llenado de un año seco (7 millones de m^3). Con dicha dimensión su volumen se estima sería de 10 000 m^3 .

El vertedero podría ubicarse en cualquiera de los dos lados de la presa, aunque parecería que el derecho presentaría condiciones más apropiadas para su fundación. La capacidad del vertedero se estima tendría que ser de unos 300 a 350 m^3/s .

El tipo de derivación aparentemente conveniente ubicarlo también en el lado derecho, donde podría construirse de una mayor longitud. Su capacidad podría ser de 200 m^3/s aproximadamente, o menor en consideración al breve período de construcción de la presa.

C.2 Embalse

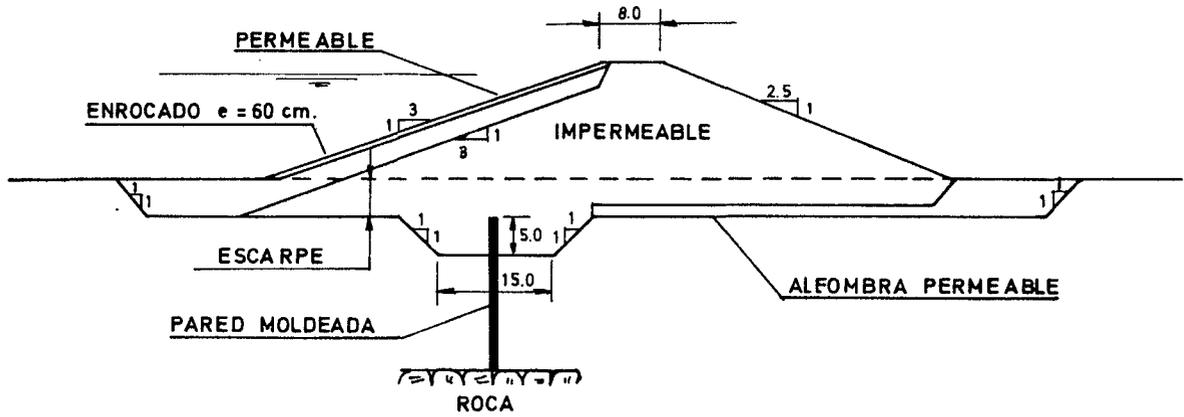
Como puede observarse en la Foto N° 84, la zona de embalse es amplia, lo cual le da una gran capacidad. Se fija el plano a escala 1:50 000, a la cota 175 m la superficie de inundación sería de 2,6 km^2 , de donde se puede suponer que su capacidad hasta esa cota sería de unos 15 millones de m^3 .

Con la altura propuesta de 10 m el volumen embalsable sería de unos 7 millones de m^3 .

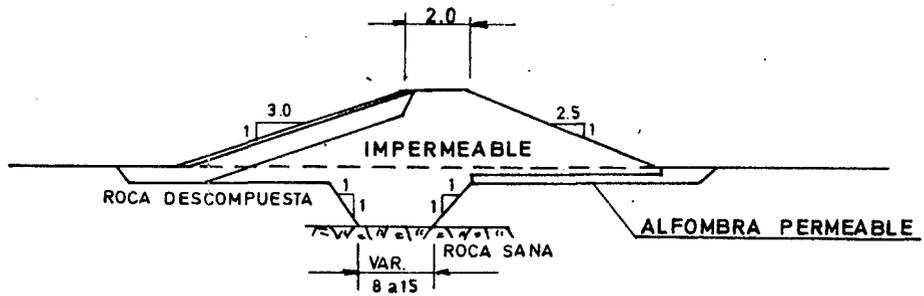
Los terrenos cultivables que se inundarían con la creación del embalse parecerían ser de escaso valor, ya que son predominantemente a suaves de su alto contenido en limos. Es por ello que se los considera apropiados para servir como potreros saladamente.

EMBALSE CORONEL
ESTERO DE CORONEL

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



PERFIL POR EL EMPOTRAMIENTO



G.3 Obras de entrega

Estas se harían en combinación con el túnel de derivación durante la construcción. Una vez terminada la presa se colocarían las válvulas de entrega en el interior del citado túnel, el que pasaría a ser el ducto de vaciado del embalse.

H. Superficie por regar

Con el volumen de embalse de 7 millones de m^3 podría regarse una superficie algo superior a unas 500 hectáreas.

I. Conclusiones

El sitio de presa analizado presenta condiciones relativamente favorables para la fundación de una obra como la propuesta. Los resultados del análisis de sus antecedentes geológicos y geotécnicos no suministran ninguna razón que permita dudar de su factibilidad técnica. Por otra parte, los valores preliminares aquí deducidos indican que la relación agua/muro propia de este embalse sería del orden de 700, lo que indicaría que se trata además de una obra económica. Sin embargo, los terrenos que quedarían bajo sus aguas serían de mala calidad.

Considerando lo anterior y que riega una superficie muy reducida, no se justifica en esta etapa del estudio el desarrollo del proyecto de esta obra.

b.9.5 EMBALSE LA CHIRIPA

A. Ubicación

La angostura elegida para implantar la presa de esta posibilidad de embalse se sitúa en el río Cauquenes a unos km hacia aguas abajo de la confluencia de este río con el este ro de Coronel, a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 145 m, a la latitud de $36^{\circ}02'$ sur y a la longitud de $72^{\circ}25'$ oeste. La ubicación del lugar en referencia se muestra en el plano de la Figura 88.

Por la ubicación y características de esta an gostura pareciera deducirse que es la misma que fue estudiada anteriormente por la Dirección de Riego con el nombre de Coronel de Maule.

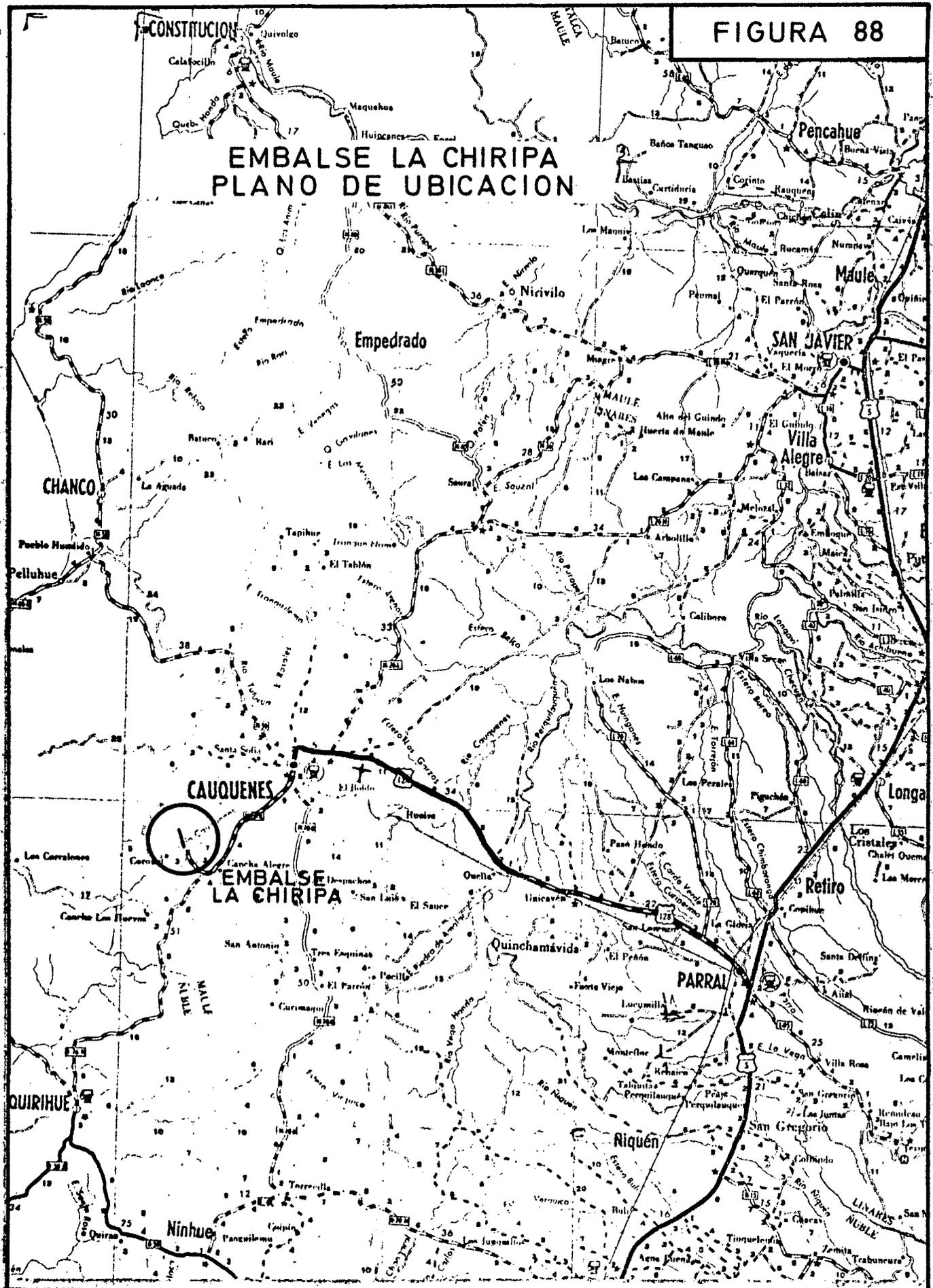
B. Accesos

Para llegar al sitio de presa hay que seguir por el camino que va de Cauquenes a los pueblos de Quirihue y Co ronel de Maule. Recorriendo por este camino unos 14 km en di - rección sur se llega a una bifurcación en la que nace el acceso al pueblo Coronel de Maule, situado hacia el poniente del camino prin - cipal. Tomando por ese camino de acceso se continua por espacio de unos 3 km hasta llegar a otra bifurcación, de la que sale hacia el norte la senda que conduce hasta muy cerca de la angostura. El último trecho, de unos 3 km debe recorrerse parcialmente a pie, por encontrarse en un estado que no resulta apropiado para vehícu - los.

A contar de la carretera Panamericana deben recorrerse 63 km de camino pavimentado entre Parral y Cauquenes y desde aquí 14 km de camino de tierra hasta la bifurcación en que se inicia la senda que va hasta la angostura. Esta última tiene una longitud de 6 km. Sumando las distancias parciales se llega a un total de 83 km que separan a la carretera Panamericana del si - tío de presa.

Los caminos citados se muestran en forma más detallada en la Figura 88.

EMBALSE LA CHIRIPA PLANO DE UBICACION



C. Hidrología

La cuenca afluente a este embalse abarca una extensión de 547 km², sobre la que caen precipitaciones que en promedio varían entre 650 y 700 mm anual. La productividad es específica de la cuenca se estima que es del orden de 9 l/s · km², de modo que ella tendría que aportar un caudal promedio anual de unos 4,9 m³/s. En un año tipo 85% seco el valor anterior se reduciría aproximadamente a unos 3,0 m³/s.

El volumen que afluiría al embalse en un año de la citada sequedad sería de 94 millones de m³, de los que 83 millones de m³ escurrirían en la temporada de llenado del embalse, que comprende de abril a septiembre.

D. Topografía

Los antecedentes topográficos utilizados en el análisis de este embalse provienen de la carta "Coronel de Maule" a escala 1:50 000 del IGM, que es la más detallada que se pesee de la zona, y de las mediciones llevadas a cabo durante la visita al terreno.

En la zona de angostura elegida como sitio de presa el río Cauquenes escurre a lo largo de un valle de poca pendiente longitudinal y unos 150 m de ancho. Este se encuentra marginado por el lado izquierdo por un cerro de unos 80 m altura y por el derecho por una meseta pedregosa, cuya parte plana se sitúa unos 30 m sobre el lecho del río.

El aspecto que presenta esta angostura se puede observar en la Foto N° 85 que corresponde a una vista tomada desde el lado derecho de la angostura mirando hacia el izquierdo en la dirección del eje transversal de la angostura. Con el fin de complementar la información visual de este lugar, se muestra en la Figura 89 un corte transversal esquemático por la angostura.

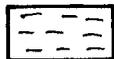
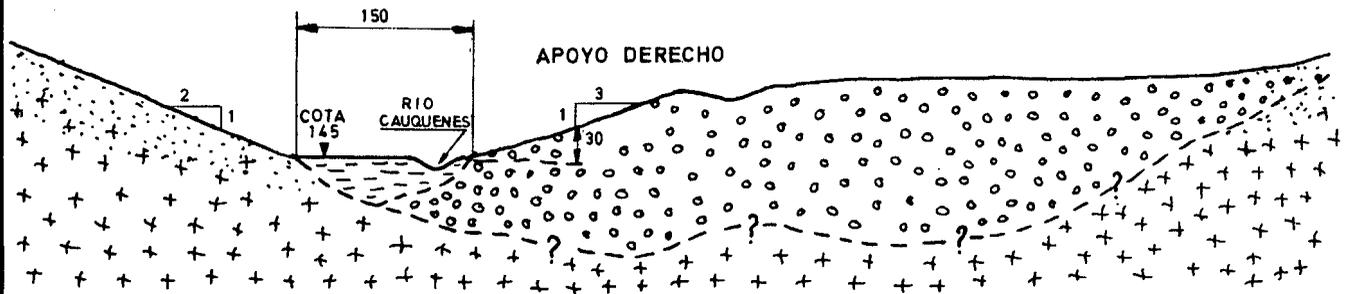


FOTO N° 85. Vista de la angostura "La Chiripa" en el río Cauquenes. La foto fue tomada desde la meseta del lado derecho mirando hacia el izquierdo según la dirección aproximada del eje transversal de la presa que se construiría en este lugar.

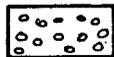
EMBALSE LA CHIRIPA
RIO CAUQUENES

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA

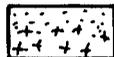
APOYO IZQUIERDO



RELLENO FLUVIAL RECIENTE EN ZONA DE INUNDACION DEL RIO
(PRINCIPALMENTE ARENAS Y LIMOS, SATURADOS)



TERRAZA FLUVIAL DEL CUATERNARIO ANTIGUO
(GRAVA ARCILLOSA COMPACTA)



ROCAS GRANITICAS CON FUERTE CUBIERTA DE MAICILLO
(GRANITO ALTERADO POR METEORIZACION)

Poco aguas arriba del sitio de presa el valle se amplía, presentando la forma de una extensa cuenca en la zona de confluencia de los esteros Huedque y del Coronel que forman el río Cauquenes. Cerca de este lugar se encuentra el pueblo de Coronel de Maulo que se ubica sobre una pequeña planicie de cota 155 m aproximadamente. Es por ello que el nivel máximo de las aguas del embalse tendría que limitarse a la cota 150 m aproximadamente si no se desea afectar al pueblo. El tamaño y características de este pueblo pueden verse en la Foto N° 86. En ella se aprecia que el número de casas que lo forma difícilmente sobrepasa la veintena.

La zona por inundar en las cercanías de la angostura puede verse en la Foto N° 87, que corresponde al sector más estrecho de ésta.

Con cotas superiores a probablemente 160 m el embalse rebasaría la cota del portezuelo que lo separa del estero Camarico, el que confluye con el Cauquenes aguas abajo del sitio de presa. Existe pues una segunda limitante de la cota máxima que, de sobrepasarse, obligaría a la construcción de un pretil en el citado portezuelo.

E. Geología

En la zona elegida para fundar la presa de esta posibilidad de embalse el río Cauquenes erodó y luego rellenó con sedimentos fluviales recientes su actual cauce en un área de contacto entre rocas graníticas y una terraza fluvial del cuaternario antiguo. Esto puede apreciarse en el corte geológico esquemático representado en la Figura 89.

Las rocas graníticas constituyen el basamento rocoso del área. Estas corresponden al típico granito paleozoico de grano grueso característico de esta zona de la cordillera de la costa. Cerca de su superficie tiene una fuerte cubierta de molicillo, o granito descompuesto, originado como consecuencia de la meteorización producida por los agentes climáticos. Se estima



FOTO N° 86. Vista aérea del pueblo Coronel de Maule.

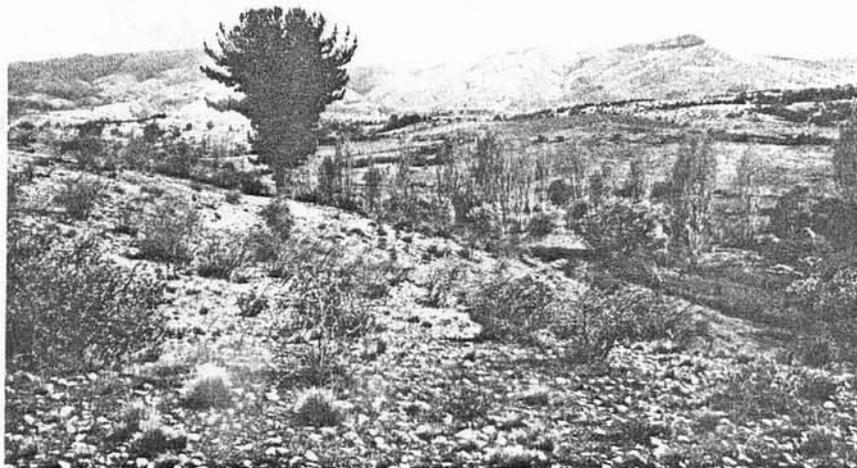


FOTO N° 87. Panorama que se ve desde el lado derecho de la angostura mirando hacia aguas arriba. En él puede observarse parcialmente la zona por inundar.

que la zona de maicillo puede en algunos sectores alcanzar hasta un par de decenas de metros. Es posible que esta sea algo permeable, lo cual obligaría a eliminar parte de ella para lograr una buena fundación.

Cabe destacar que en la superficie de la angostura no se pudo observar ningún afloramiento de granito sano.

La terraza fluvial del lado derecho está formada por una grava con gran cantidad de rodados de cuarzo incluidos en una matriz preponderantemente arcillosa. Esta terraza corresponde a un remanente de un depósito sedimentario más antiguo, pero también del cuaternario, formado por el río y que más adelante fue parcialmente erosionado. Conforme a lo observado en el terreno, estaría bastante compactado y sería de baja permeabilidad, por lo que sería suficientemente apto para servir de apoyo a una presa pequeña.

Los fluviales recientes que rellenan la caja del río, de un ancho que fluctúa entre 150 y 200 m, están constituidos por arenas y limos derivados del arroyo y de la sedimentación de los maicillos que cubren a las rocas graníticas. Estos depósitos están totalmente saturados y seguramente son de baja densidad relativa en su parte más superficial. Su espesor puede ser del orden de los 40 a 50 m, presentando bastante permeabilidad en los primeros 10 a 20 m. Sin embargo, se estima que a mayor profundidad podrían ser suficientemente impermeables y compactos para servir de fundación a una presa de baja altura, como la contemplada para este embalse.

Basándose en las características geológicas observadas en la zona de angostura se puede concluir que la construcción de una presa de hasta 20 a 30 m de altura en este lugar debería ser posible de afrontar sin mayores problemas.

F. Geotecnia

Los suelos de fundación en el lecho del río consistirían en fluviales finos en superficie y probablemente más gruesos en profundidad. Los fluviales gruesos serían similares a los que se observan en el lado derecho.

El empotramiento derecho estaría formado por gravas arcillosas. De estos materiales sólo la grava de cuarzo se mantendría sana, mientras que el resto estaría arcillizado como producto de su descomposición. Estos fluviales se ven firmes y bastante impermeables.

Finalmente, el empotramiento izquierdo quedaría en roca descompuesta.

Los materiales permeables para la construcción de una presa de relleno serían de difícil obtención, ya que son escasos en la cercanía del sitio de presa.

Los materiales impermeables se obtendrían de la misma terraza fluvial existente en el lado derecho.

Para construir una presa en este lugar sería necesario preparar previamente el terreno de fundación, eliminando la totalidad de los suelos sueltos y rocas descompuestas de baja capacidad de soporte.

En el empotramiento izquierdo la presa podría quedar apoyada en roca descompuesta firme, pero sería necesario poner la parte central de la zona de materiales impermeables en contacto con la roca sana. Para ello se tendría que excavar una zanja de un ancho basal no inferior a 8 m, ni superior a la carga de agua máxima de la presa.

En el lecho del río habría que proceder a eliminar los fluviales finos que existen en superficie e impermeabilizar el resto mediante una pared meldeada que alcance hasta la roca o por lo menos hasta una profundidad de 25 m.

En el empotramiento derecho la presa quedaría apoyada sobre los fluviales descompuestos, por lo que sería necesario impermeabilizarlos y protegerlos del "piping". Para ello habría que prolongar la pared moldeada lateralmente, de manera que ésta penetre por lo menos unos 100 m en el empotramiento. Esta pantalla tendría que llegar a la roca o bien a 25 m bajo la cota del fondo del lecho del río.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

La presa sería homogénea, ya que con este tipo de obra se reduce al mínimo el uso de materiales permeables, los que son escasos en los alrededores de la angostura.

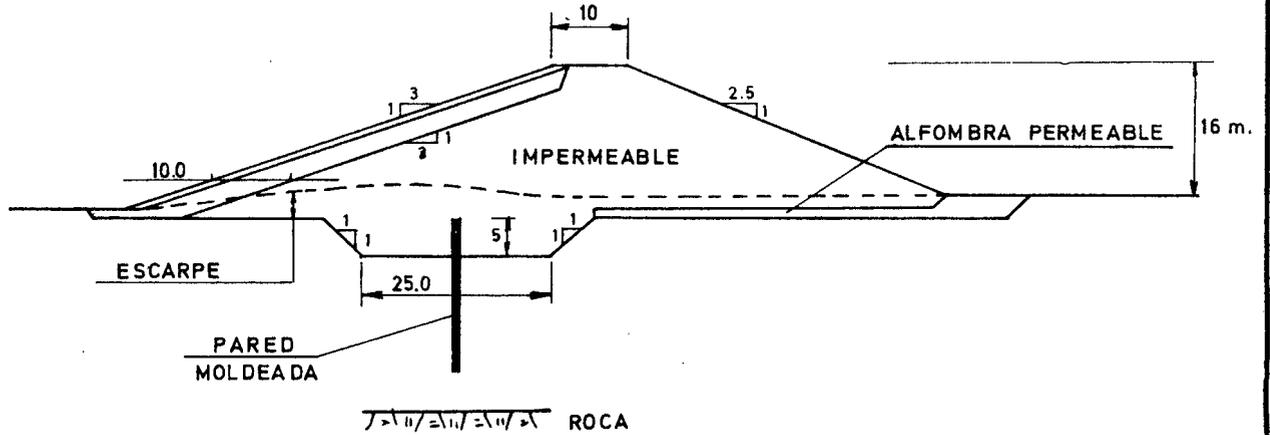
La presa propuesta tendría un ancho en el coronamiento de 10 m y espaldones con taludes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. Su altura estaría fijada por la capacidad del embalse, que tendría que ser suficiente para acumular los recursos hidrológicos del período invernal de un año seco. Se estima que esta altura sería del orden de unos 16 m.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, con esa altura se inundaría el pueblo de Coronel de Maule, ya que el nivel de aguas máximas llegaría sobre la cota 160 m, dejando al poblado bajo 5 m de agua. Con la altura señalada los cálculos preliminares indican que la presa podría tener un volumen de 30 000 m³. Los volúmenes de presa estimados para otras alturas se muestran en el gráfico A de la Figura 91.

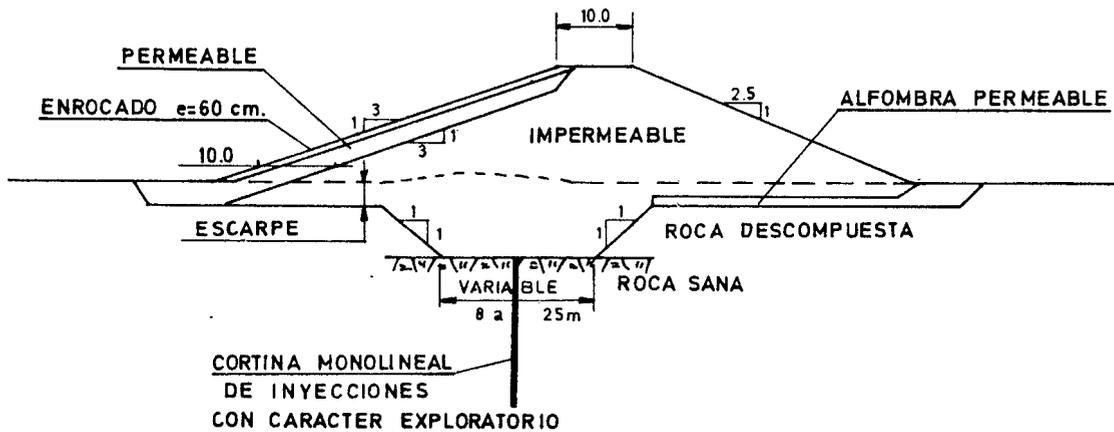
El prediseño de la presa para este embalse se puede ver en la Figura 90, que muestra diversos perfiles longitudinales de esta obra. El vertedero podría convenir ubicarlo en el lado izquierdo, donde se requeriría de una menor excavación. Su capacidad se estima que podría estar comprendida entre 2 000 y 2 500 m³/s.

EMBALSE LA CHIRIPA
RIO CAUQUENES

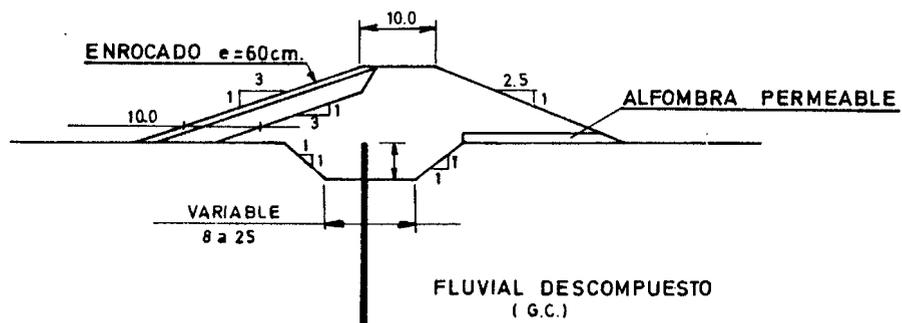
PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



PERFIL POR EL EMPOTRAMIENTO
IZQUIERDO DE LA PRESA



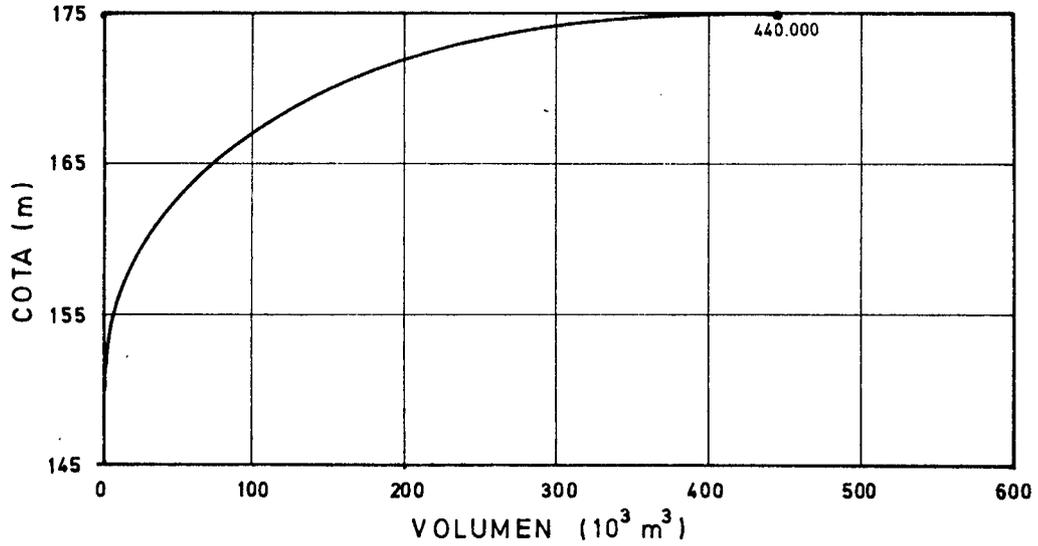
PERFIL POR EL EMPOTRAMIENTO
DERECHO DE LA PRESA



EMBALSE LA CHIRIPA
RIO CAUQUENES

FIGURA 91

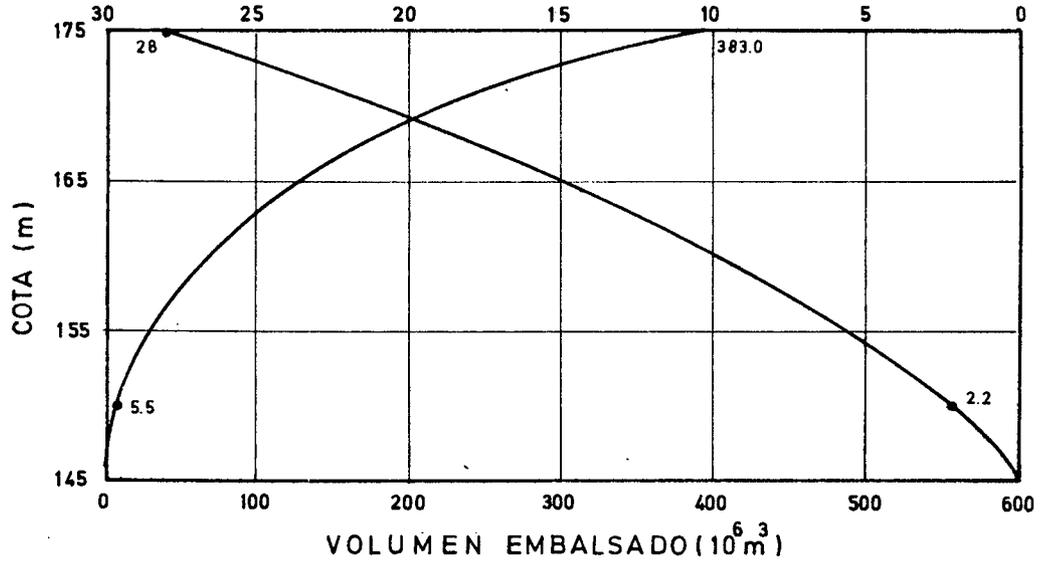
VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



(A)

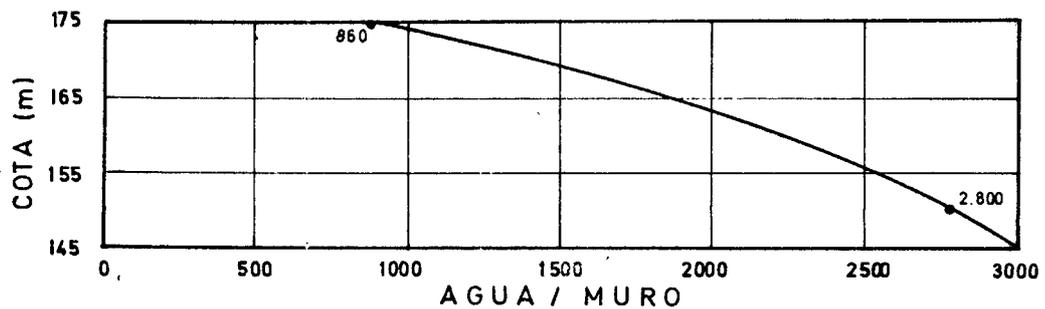
CURVAS CARACTERISTICAS

SUPERFICIE INUNDADA (km²)



(B)

RELACION AGUA / MURO



(C)

La derivación durante la construcción podría realizarse mediante un túnel localizado en el lado izquierdo, donde existe roca. Su capacidad podría ser del orden de los 1 300 a 1 600 m³/s.

G.2 Embalses

El valle de los ríos Cauquenes, Huadque y Cerro del Monte aguas arriba del sitio de presa se presenta muy anegado y con muy poca pendiente longitudinal, lo cual lo hace especialmente apropiado para acumular las aguas del río.

Midiendo las superficies por inundar en el plano a escala 1:50 000 se han determinado las curvas características del embalse que se muestran en el gráfico B de la Figura 91. En éste puede verse que para lograr acumular el volumen de 83 millones de m³ apartado por el río en condiciones climáticas de año seco el nivel de las aguas del embalse deberá llegar a la cota 161 m.

El aspecto que presenta la zona de inundación en las cercanías de la presa se muestra en la vista de las Fotos N^os 86 y 87. En ellas se alcanza a ver la utilización que se hace de los terrenos que serían inundados por el embalse.

Estos son de regular a buena calidad para los fines agrícolas, de modo que con la creación del embalse se inundaría un territorio que puede clasificarse como valioso desde el punto de vista agrícola.

G.3 Obras de entrase

Estas cumplirían como conducto de descarga al túnel de derivación. Para ello sería necesario adecuarlo a su nueva función instalando en su interior un par de válvulas y construyendo una obra de despeña de energía inmediatamente aguas abajo de éstas.

II. Superficie por regar

Si se decidiese dar al embalse una capacidad tal que le permitiera acumular los recursos hidrológicos disponibles en un año seco se podría llegar a regar una extensión de unas 6 300 hectáreas.

I. Conclusiones

Con el fin de tener una idea referente a la posible conveniencia económica de esta posibilidad de embalse, se elaboraron las relaciones agua/cuadro para diferentes alturas a partir de los valores de los gráficos A y B de la Figura 91, y se representaron en el gráfico C de ese mismo figura. Como puede observarse en él, la relación toma valores que van desde cerca de 3 000 para alturas de presa inferiores a 5 m hasta 800 para alturas del orden de 30 m. Esto indicaría que las obras serían económicas y por otra parte, que sería preferible construir una presa más bien baja, ya que la citada relación disminuye con los incrementos de altura. La primera conclusión, sin embargo, habría que aceptarla con reservas, puesto que, como se explicó en el punto 7 (Cuadro III), la Fundación requeriría de un tratamiento relativamente costoso, lo que encarecería la construcción de estas obras de embalse.

La información que se posee de los terrenos regables con las aguas de este embalse indica que, en general, se trataría de suelos de regular a mala calidad, mientras que los de buena características para la agricultura se encontrarían a cosas separadas o las de las aguas embalsadas. Si a este hecho se agrega que también que inundarse el pueblo Coro - nel de Mante y que, a juzgar por lo observado en el valle del río Chiquemasé, el estrato de sedimentos y la erosión en la cuenca podría generar embalsques de importancia en el embalse, se debe concluir que esta posibilidad de embalse no resulta atractiva. Por lo que no conveniría continuar con los estudios correspondientes en esta etapa de perfectibilidad.

b.9.6 EMBALSE PUENTE SAN FRANCISCO

A. Ubicación

El sitio de presa correspondiente a esta posibilidad de embalse prácticamente coincide con la ubicación del puente sobre el río Cauquenes de la carretera que une Parral con el pueblo de Cauquenes. En ese lugar el río pasa aproximadamente a la cota 123 m sobre el nivel del mar, en tanto que la carpeta de rodado del camino se ubica a la cota 129 m.

El lugar tiene por coordenadas geográficas 36° 00' de latitud sur y 72° 08' de longitud oeste. Su ubicación se muestra en el plano de la Figura 92.

B. Accesos

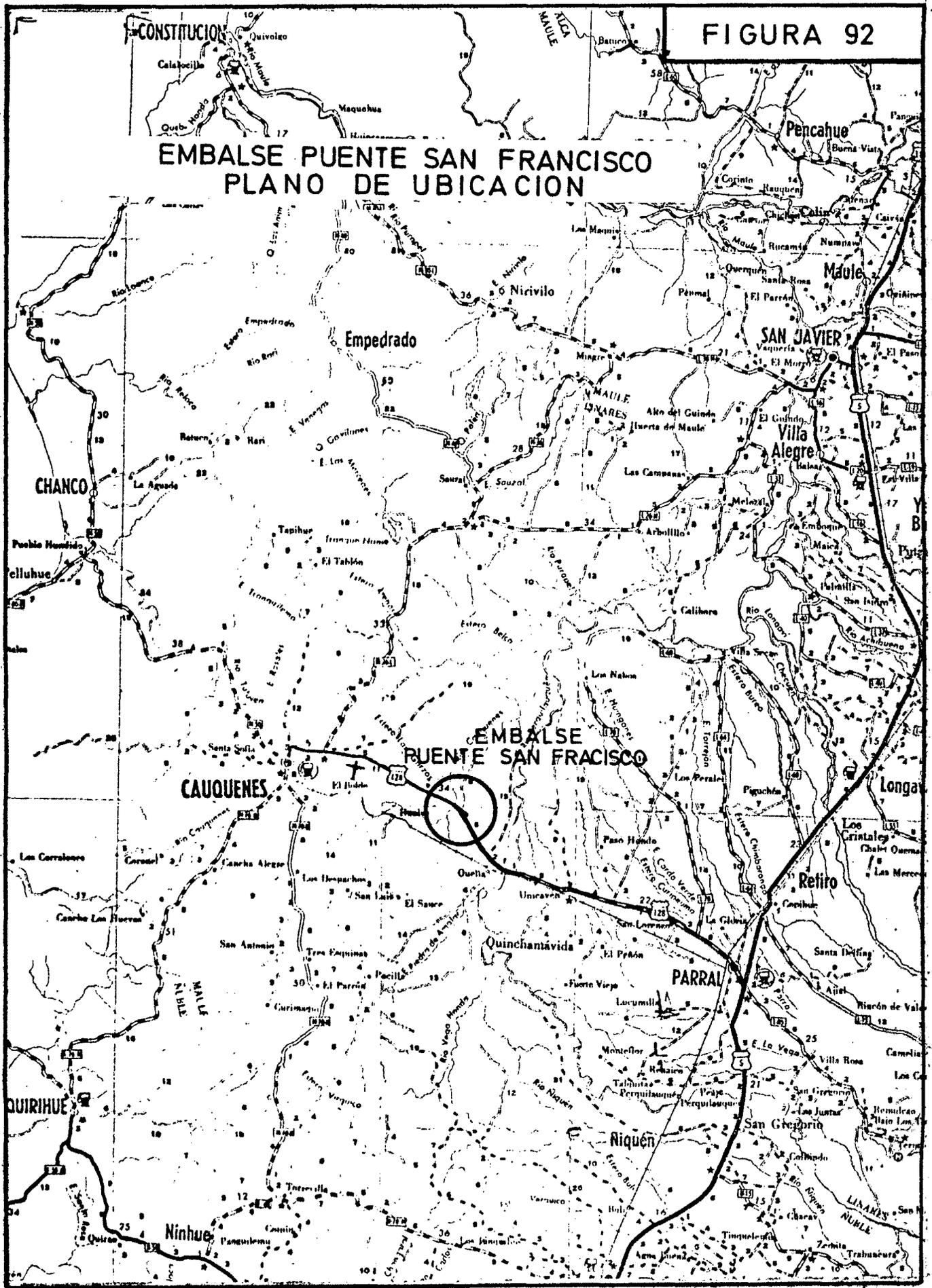
Como el lugar de fundación de la presa se encuentra junto al camino Parral-Cauquenes, esta vía es también el acceso lógico a él. Para llegar al lugar a partir de la carretera Panamericana hay que recorrer una distancia de unos 37 km por camino pavimentado.

El camino de acceso mencionado se muestra en forma más destacada en la Figura 92.

C. Hidrología

La cuenca del río Cauquenes aguas arriba del sitio de presa abarca una superficie de 1 514 km² sobre la que cae una precipitación que en promedio anual es alrededor de 700 mm y que da origen a una producción específica de unos 10 l/s.km². Conforme a los antecedentes anteriores el caudal promedio en el lugar en estudio sería de 15 m³/s, el que se reduciría a 9,5 m³/s durante el transcurso de un año 85% seco. El volumen anual que aportaría la hoya hidrográfica en esas condiciones de sequedad sería de 476 millones de m³, de los cuales 300 millones de m³ escurrirían durante el período comprendido entre abril y septiembre en que podrían acumularse las aguas en el embalse.

EMBALSE PUENTE SAN FRANCISCO PLANO DE UBICACION



D. Topografía

El análisis de la topografía del lugar ha debido hacerse con la ayuda de las cartas "Poc. y Pichib." a escala 1:50 000 que es el más detallado de los que existen de la región.

La zona elegida para fundar la presa está formada por una amplia planicie, ligeramente ondulada, que se encuentra cortada por el cauce del río Cauquenes. El nivel de las aguas de este último se encuentra apenas unos 6 m más bajo que el nivel medio de esta planicie. En ambas márgenes la planicie desciende suavemente hacia el lecho del río con una pendiente de alrededor de 10:1. El cauce mismo ocupa un ancho de unos 60 m en este lugar.

El aspecto que presenta el sitio de presa se puede ver en las Fotos N°s 88, 89 y 90 que muestran respectivamente el río en el Puente San Francisco, la zona del sitio de presa y la posible superficie por inundar. La información proporcionada por estas fotos se ha complementado con el corte transversal esquemático por el sitio de presa mostrado en la Figura 93.

La zona de inundación está formada por una amplia superficie que se encuentra bajo explotación agrícola, de lo cual se deriva que se trata de terrenos de cierto valor.

E. Geología

En la zona elegida como sitio de presa el río Cauquenes excavó su actual lecho sobre la planicie de sedimentos fluviales y posiblemente fluvio-glaciales del cuaternario. Parte de este lecho se encuentra embancado por sedimentos fluviales recientes, formados principalmente por arena limosa y algunos lentos de grava. Las características de estos fluviales recientes, cuyo espesor puede alcanzar unos 10 a 15 m de espesor, son de eficientes como suelo de fundación de una presa.

El relleno fluvial más antiguo parece estar apoyado sobre un basamento de tipo granítico, pero a profundidades mayores de 50 o 100 m. Esto obligaría a fundar la presa totalmente sobre sedimentos.

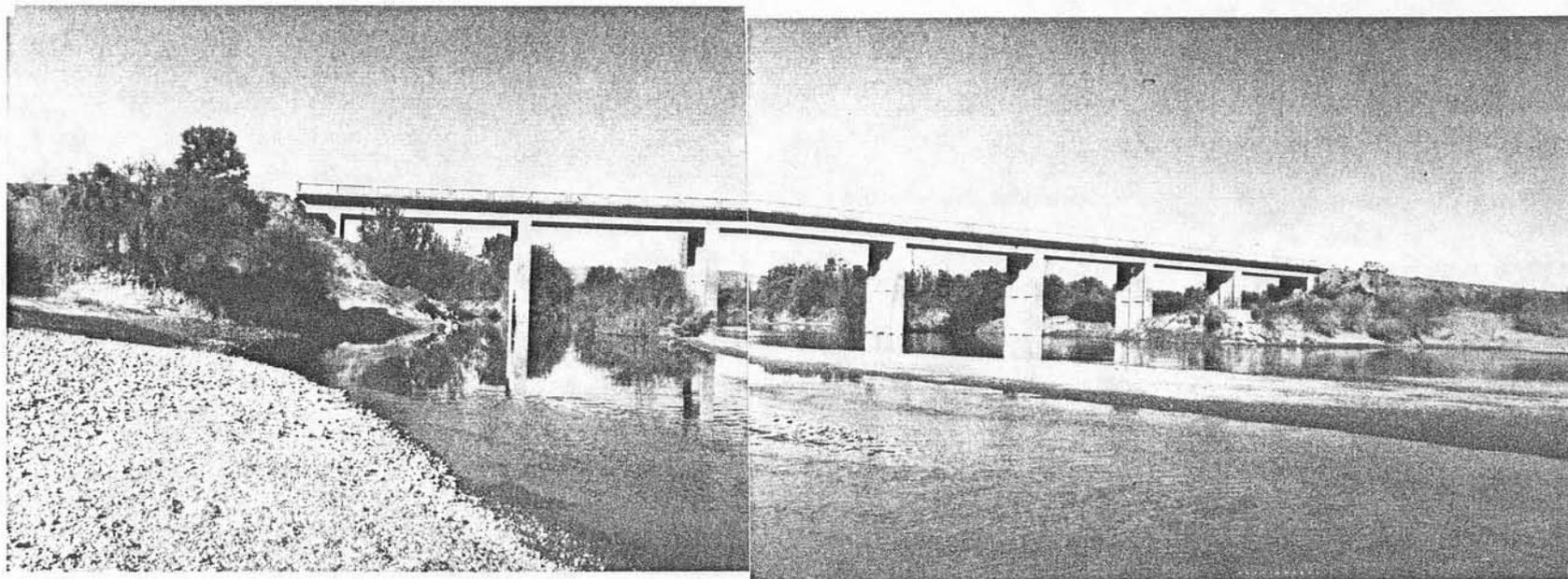


FOTO N° 88. Vista panorámica del Puente San Francisco sobre el río Cauquenes, tomada desde la ribera derecha mirando en dirección de aguas arriba. Se observa el embanque de sedimentos recientes en el lecho del río.

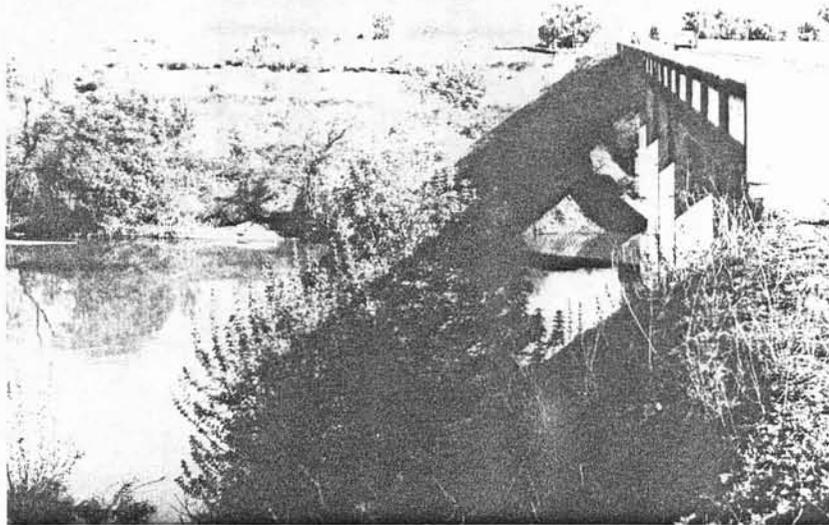
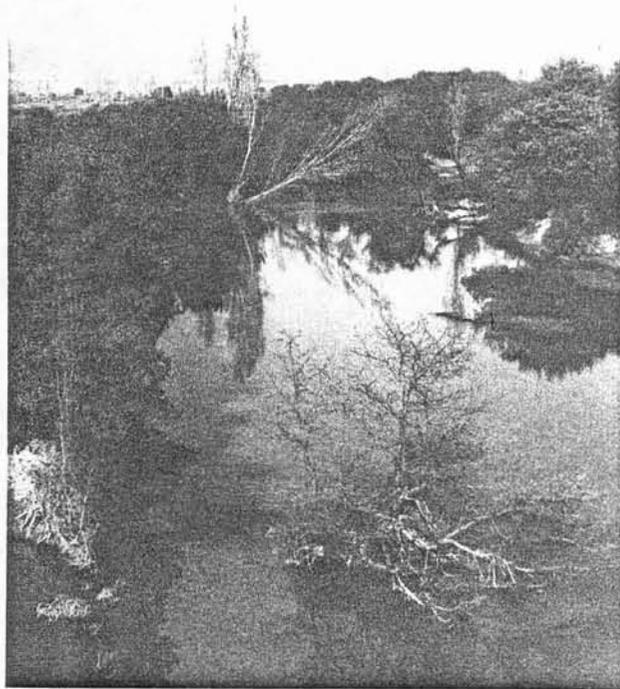


FOTO N° 89. Sitio de presa de la posibilidad de embalse
Puente San Francisco. Vista tomada desde
el lado derecho mirando hacia el izquierdo.

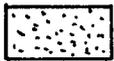
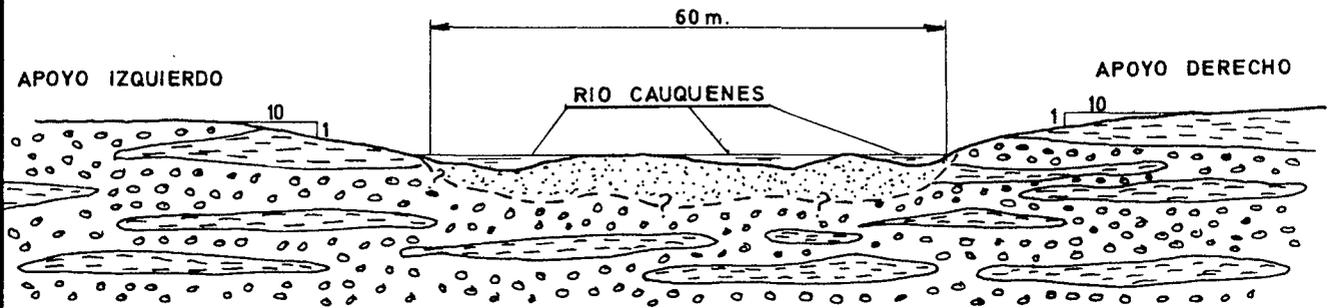
FOTO N° 90.

Vista del lecho del río
Cauquenes tomada desde
de el Puente San Fran-
cisco en dirección hacia
aguas arriba y en que
puede apreciarse par -
cialmente el aspecto de
la posible zona de inun-
dación.



EMBALSE PUENTE SAN FRANCISCO
RIO CAUQUENES

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE LA PRESA



RELLENO FLUVIAL RECIENTE... PRINCIPALMENTE ARENA LIMOSA Y ALGUNOS LENTES DE GRAVA. DEPOSITO SEDIMENTARIO MUY SUELTO Y SATURADO.



RELLENO FLUVIAL ANTIGUO... PARTE DEL RELLENO CUATERNARIO DE VALLE CENTRAL. GRAVAS LIMOSAS Y LENTES DE FINOS. SUELOS LEVEMENTE COMPACTOS PERO POSIBLEMENTE PERMEABLES.

La interpretación geológica de lo observado en el terreno se ha representado en el corte esquemático de la Figura 93.

Se estima que la factibilidad de la presa dependerá de las características mecánicas e hidrogeológicas de los sedimentos que forman el cauce del río.

F. Geotecnia

Tanto los empetramientos de la presa como aquella parte que corresponde al lecho del río están compuestos por depósitos fluviales en los que alternan gravas medias, arenas y los finos de carácter limoso.

Probablemente en estos depósitos existen algunos estratos de arenas y limos de baja densidad relativa y por lo tanto susceptible de licuarse en caso de sismos.

Los materiales necesarios para la construcción de una presa de relleno no deberían ser difíciles de localizar. Así por ejemplo, a menos de 3 km del lugar elegido como emplazamiento de la presa se encuentran algunos pozos y yacimientos de grava que han sido aprovechados para construir los terraplenes del camino a Cauquenes. Estas gravas están contaminadas con finos, pero se estima que podrían utilizarse como materiales permeables de la presa.

Como materiales impermeables podrían aprovecharse las arenas limosas con arenas que existen en las vecindades del puente San Francisco.

A pesar de que tendría que realizarse una investigación más profunda para poder dar un pronunciamiento más definitivo respecto a la factibilidad de la presa, es posible adelantar que los escarpes por ejecutar en el lugar serían importantes y que en las mejores condiciones el coste asociado al tratamiento de la fundación sería bastante alto.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

El caudal máximo de la crecida en el sitio de presa podría bien superar los 4 000 m³/s. Este lecho, sumado al escaso espacio con que se contaría para dejar pasar ese gasto obligarían a adoptar un diseño de barrera para represar las aguas, provisto de numerosas compuertas de una altura igual a la de la barrera. Durante la crecida se abrirían todas estas compuertas, dejando así el lecho con un ancho similar al actual. La altura máxima que podría dársele a la barrera está limitada por las condiciones topográficas del lugar de implantación y sería del orden de 7 a 8 m.

De acuerdo a lo expresado con anterioridad, los materiales en que se fundarían las estructuras de las compuertas podrían contener estratos licuables durante los sismos. Ante esta eventualidad, se ha preferido no presentar un anteproyecto de esta barrera, por preliminar que sea este análisis, ya que la existencia de los referidos materiales sería de una importancia decisiva para su diseño, pudiendo llevar a una conclusión negativa respecto a su factibilidad.

La construcción de la barrera tendría que realizarse por partes, aislando sucesivamente mediante ataguías los distintos sectores en que se dividiría el lecho del río.

G.2 Embalse

La elevación del nivel de las aguas en 6 m provocaría la inundación de todos los terrenos planos aguas arriba del sitio de presa, con lo que se crearía un lago de 8,5 km de longitud, 3,5 km de ancho y 18 km² de superficie. El volumen acumulado en él podría ser de unos 50 millones de m³, cifra que representa aproximadamente un 20% de los recursos hidrológicos afluentes durante el período de llenado de un año seco.

Los terrenos que inundaría se encuentran parcialmente cultivados. Aunque se desconoce la calidad de ellos, se supone que deben tener algún valor por ser productivos.

G.3 Obras de entrega

La entrega de las aguas embalsadas se realizaría a través de una o dos de las compuertas de la barrera. Estas compuertas descargarían en un disipador de energía, que tendría por objeto absorber la energía excesiva de las aguas para impedir la socavación al pie de la barrera.

H. Superficie por regar

El embalse tendría una capacidad para regar unas 3 800 hectáreas de terrenos cultivables. Estos se ubicarían en ambos márgenes del río Cauquenes, entre el sitio de presa y la confluencia del río Cauquenes con el Perquillauquén.

I. Conclusiones

La posibilidad de embalse de San Francisco aparenta ser económica si se la juzga por el gran volumen que acumularía por unidad de altura de la barrera. Sin embargo, existen dudas importantes referentes a la calidad de los materiales de fundación, los que podrían licuarse durante un sismo. En dicho caso, la fundación de una presa en este lugar podría no ser factible, o el tratamiento para la estabilización de la fundación podría ser tan caro que la harían antieconómica.

Por otra parte, la calidad de los terrenos regables aguas abajo de la presa podrían no justificar la construcción de las obras aquí estudiadas. Es por ello que la continuación del estudio de este embalse se estima debe quedar condicionada a la previa aclaración de las dudas aquí planteadas. Por el momento, se recomienda dejar de lado a este proyecto, ya que no presenta un interés claro e inmediato para los efectos del regadio de la zona.

b.9.7 EMBALSE LAS GARZAS

A. Ubicación

El lugar de fundación de la presa de esta posibilidad se situa en el estero Garzas a unos 11 km de su confluencia con el río Cauquenes. El sitio se ubica cerca de 137 m sobre el nivel del mar, a 35°55' de latitud sur y a 72°14' de longitud oeste.

La ubicación recién definida se muestra en la Figura 94.

B. Accesos

El sitio de presa se encuentra 3 km aguas abajo del puente sobre el estero Garzas del camino que va de Cauquenes a Constitución. Es por ello que este camino constituye el acceso lógico al referido lugar.

La forma más fácil de llegar a la zona de angostura a partir de la carretera Panamericana es tomando el camino que va de Parral a Cauquenes y siguiendo por éste por 56 km, hasta el punto en que parte hacia el norte el camino que va a Constitución. Desde aquí hay que seguir por esta última ruta por 5,5 km hasta el puente sobre el estero Las Garzas. Quinientos metros más adelante sale una senda hacia el oriente que continúa junto a la ladera izquierda del estero por un kilómetro más, después de lo cual cambia su dirección hacia el noreste. Hasta este lugar se puede continuar en vehículo, ya que después de la curva es necesario seguir por unos 2 km a pie junto al estero para llegar al lado izquierdo de la angostura.

Existe otra vía de acceso que permite llegar al lado derecho del sitio de presa. Para ello hay que tomar casi en el mismo lugar de cruce del camino Parral-Cauquenes con el que va a Constitución el camino que conduce hacia Villaseca. Después de recorrer 5 km por esta ruta se dobla por una senda hacia el norte, la que llega al estero Las Garzas a 1 km aguas abajo

del sitio de presa. Desde este último punto debe continuarse a pie hasta ese sitio.

La distancia que hay que recorrer para llegar desde la carretera Panamericana hasta la angostura por esta segunda ruta es de aproximadamente 62 km, de los que 56 km están pavimentados y los restantes 6 km son de tierra.

Las vías de acceso descritas se muestran con líneas más destacadas en la Figura 94.

C. Hidrología

La cuenca afluyente del estero Las Garzas comprendida aguas arriba del sitio de presa abarca una superficie de 17,3 km², sobre la que caen precipitaciones que varían entre 650 mm y 700 mm de promedio anual. La productividad específica de la cuenca hidrográfica se estima en 6 l/s · km², por lo que se espera entregue en promedio unos 0,1 m³/s.

Como el caudal del estero Las Garzas resulta totalmente insuficiente para el llenado de un embalse, por pequeño que éste sea, se ha pensado reforzarlo mediante la desviación del río Rosales hacia el estero. Dicho río es afluente del Tutuvén y aguas arriba del lugar en que podría desviarse abarca una hoya hidrográfica de 186 km² de extensión. Con una productividad específica también de unos 6 l/s · km², esta cuenca podría entregar un caudal promedio de 1,1 m³/s.

En total el caudal que podría entregarse al embalse sería de 1,2 m³/s en promedio. Esta cantidad disminuiría en un año 85% seco a 0,8 m³/s, con lo cual podría contarse en estas condiciones climáticas con un volumen anual afluente de 25 millones de m³, del que ocurrirían unos 17 millones de m³ durante el período de abril a septiembre en que se llenaría el embalse.

D. Topografía

La topografía relacionada con esta posibilidad de embalses ha debido estudiarse en las cartas "Pichivaleo" y "Caaguasos" a escala 1:50 000, que son las más detalladas que existen de esta zona.

En el sector en que se emplazaría la presa el valle del estero Las Garzas se muestra más angosto y con una marcada asimetría en la forma de los cerros que lo marginan a ambos lados. El de la derecha tiene un talud del orden de 10:1, mientras que el de la izquierda es de aproximadamente 3:1. La distancia que separa los pies de las dos cadenas de cerros, y que fija el ancho del valle, se ha estimado en unos 300 m.

La zona seleccionada como sitio de presa se pueda observar en la foto aérea W° 91, tomada desde el aire durante la inspección que se hizo en helicóptero del lugar. A modo de complemento, se incluye en la Figura 95 un corte transversal esquemático por dicho sitio, en el que se indican sus dimensiones principales.

La zona de sumatoria de las aguas consiste en una extensa y plana terraza, cubierta de una vegetación formada por arbustos principalmente, entre los que predominan los espinos.

E. Geología

La zona de presa se encuentra cubierta de sustratos que incluyen rascones el tipo de material subyacente, por lo que la interpretación geológica preliminar hecha de lo observado en el lugar no posee el detalle que hubiera sido deseable.

Según parece, el lado derecho del valle estaría formado por roca cubierta por suelos, mientras que el lado izquierdo estaría constituido por algún tipo de formación que posiblemente podría tener características geotécnicas apropiadas para



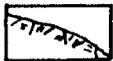
FOTO N° 91. Vista aérea del sitio de presa correspondiente al embalse Las Garzas. La foto fue tomada sobre el lado derecho y mirando hacia el izquierdo. La zona más clara cerca del centro-izquierdo de la foto son los depósitos fluviales del lecho actual del estero.

EMBALSE LAS GARZAS
ESTERO LAS GARZAS

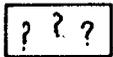
(A)

APOYO IZQUIERDO

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE LA PRESA



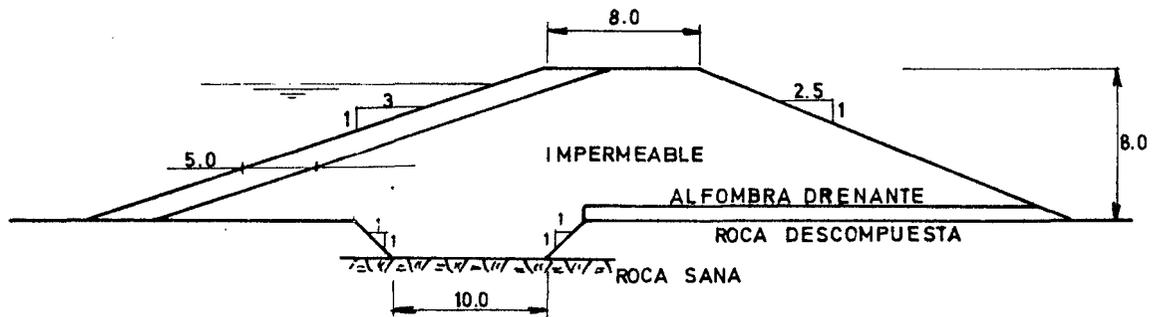
ROCA



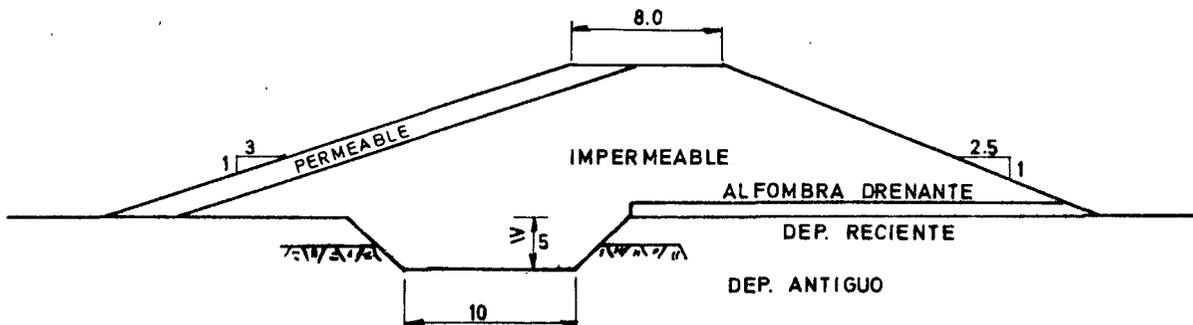
POSIBLE RELLENO SEDIMENTARIO DEL CUATERNARIO

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA

(B)



EMPOTRAMIENTO POR EL LECHO DEL RIO



servir de fundación a la presa. La planicie que se extiende junto al lecho del estero y que forma la base del valle estaría formada por materiales fluviales con abundante contenido de arenas. Su espesor posiblemente sería reducido.

La interpretación geológica de lo observado en superficie se ha representado en el corte transversal esquemático por el sitio de presa que se muestra en la Figura 95 A.

F. Geotecnia

Conforme a lo expuesto en el acápite anterior, el empotramiento derecho estaría en un material con apariencia de roca alterada, en tanto que el izquierdo se apoyaría en algún tipo de formación de roca que presenta un aspecto impermeable de roca que presenta un aspecto impermeable. La zona del lecho contendría depósitos fluviales arenosos.

Los materiales permeables para la presa son muy escasos en la zona, por lo que tendrían que traerse de una distancia considerable, o bien sería necesario abrir una cantera en las cercanías de la presa. Los impermeables se obtendrían a partir de las rocas descompuestas que abundan en los alrededores del sitio de presa.

Previo a la construcción de la presa se tendría que preparar el terreno de fundación haciendo escarpes para eliminar la totalidad de los materiales deleznable y de baja resistencia, cuyo espesor se estima en por lo menos 2 metros. Además, se haría una zanja de 10 m de ancho en su base que en los empotramientos tendría que llegar hasta la roca sana y en el lecho del río tendría que penetrar por lo menos 5 m en el suelo, hasta atravesar los depósitos más recientes.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

El tipo de presa adecuado para este embalse es el homogéneo, que es el que mejor se adopta a las proporciones relativas de materiales permeables e impermeables en las vecindades del sitio de presa.

El diseño consulta una presa de un coronamiento de 8 m de ancho y 350 m de longitud, con taludes inclinados en 3:1 en el lado de aguas arriba y 2,5:1 en el de aguas abajo. En su paramento de aguas arriba llevaría un espesor mínimo de materiales permeables para protegerlo de los efectos erosivos de las aguas. Su altura determinada por la capacidad de embalse necesaria para acumular los recursos hidrológicos disponibles en un año seco, se ha fijado provisionalmente en 8 m. Con esta altura el volumen de la presa sería de unos 8 000 m³.

La forma de la presa descrita se puede ver en los cortes longitudinales que se incluyen en la Figura 95 B.

El vertedero parecería conveniente ubicarlo en el lado derecho, donde la pendiente permitiría reducir al mínimo las excavaciones. La capacidad del vertedero se estima en unos 100 m³/s.

El túnel de desviación se ubicaría en el lado izquierdo, donde la topografía permitiría su perforación. Se estima que su capacidad tendría que ser de unos 50 m³/s.

G.2 Embalse

Según las cartas a escala 1:50 000, "Pichivelco" y "Cauquenes", la superficie que se inundaría si las aguas se elevasen hasta la cota 150 m sería de 12,8 km². Con esta extensión del embalse su capacidad se ha estimado en 83 millones de m³.

A partir de los antecedentes mencionados se ha deducido la elevación necesaria del nivel de aguas para acumular el volumen de más de unos 17 millones de m³ que estaría disponible durante el período de llenado de un año seco. Este valor ha quedado comprendido entre 6 y 7 m.

G.3 Obras de alimentación

Como se explicó en el punto C, el embalse requeriría obligadamente de la captación de las aguas del río Rosales para su llenado, ya que el estero Las Garzas aportaría un caudal totalmente insuficiente para este objeto.

La desviación del río se realizaría mediante un canal de unas 4 km de longitud y 2 a 3 m³/s de capacidad, que captaría en el río Rosales a la cota 150 m y descargaría al estero Garzas a una cota ligeramente inferior a esa. El lugar de captación se encontraría a 35°52' de latitud sur y 72°19' de longitud oeste y el de descarga a 35°53' de latitud sur y 72°17' de longitud oeste. En este trayecto el canal atravesaría una zona de lomajes suaves que no debería dificultar mayormente la construcción de la obra.

G.4 Obras de entrega

Para entregar las aguas embalsadas se aprovecharía el túnel de desviación, el que pasaría a ser el ducto de vaciado del embalse. El túnel se adaptaría a sus nuevas funciones instalando en su interior un par de válvulas de descarga y un dissipador de energía inmediatamente aguas abajo de éstas.

H. Superficie por regar

Con el volumen embalsado se podría regar una superficie de unas 1 300 hectáreas. Esta estaría formada por las tierras cultivables situadas en las vecindades del estero Las Garzas, entre el sitio de presa y su confluencia con el río Cauques.

I. Conclusiones

Según los antecedentes preliminares aquí presentados, el embalse presentaría una relación agua/muro superior a 2000, lo cual indicaría que debería ser una obra económica, in -

ciuso considerando la construcción del canal de alimentación desde el río Rosales. Además, gracias a su favorable ubicación, estaría capacidad para regar terrenos cultivables que difícilmente podrían abastecerse de agua en otra forma. Por lo tanto, presenta un interés que hace recomendable la continuación de su estudio. Para ello, sería conveniente esmenzar por tener un mejor conocimiento de la topografía de la zona de las obras de embalse, lo que se conseguiría mediante la confección de un plano a escala 1:10 000 que comprendiese toda el área por inundar entre el sitio de presa y la cola del embalse. A esta extensión habría que agregar toda la franja de terreno entre el río Rosales y el estero Las Garzas relacionada con el trazado del canal de alimentación, la que tendría que levantarse a esa misma escala.

b.10 ESTERO TABON

a.10 ESTERO TABON

En el curso de este estero se analizaron dos posibilidades de embalse, que son las denominadas Botacura y San Miguel. La primera de ellas se sitúa en el curso alto del estero Tabón o Tinajas y la segunda sobre un estero afluente al Tabón, de nombre "Vaquerías". Ambas posibilidades presentan un escaso interés desde el punto de vista del riego zonal, pero fueron estudiadas a pesar de ello por completar los antecedentes sobre embalses y porque podría ser que en el futuro adquiriesen un mayor interés en relación con algún esquema de desarrollo aun no considerado.

A continuación se describirán las mencionadas dos posibilidades de embalse y se expondrán los resultados obtenidos durante la visita al terreno.

b.10.1 EMBALSE SAN MIGUEL

A. Ubicación

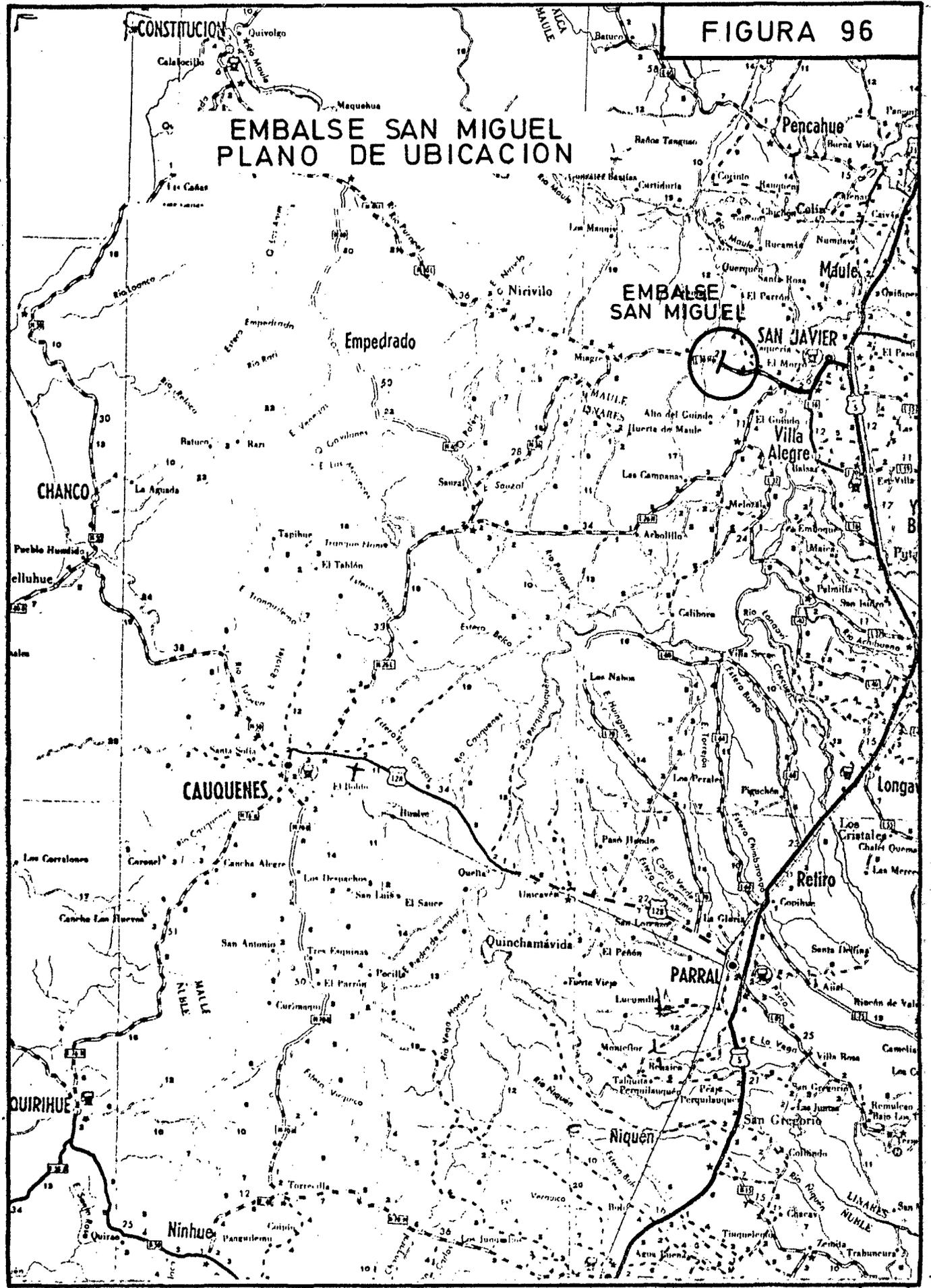
El sitio de presa se ubica en el estero Vaquería junto al camino pavimentado que va de San Javier a Constitución y a unos 7,6 km pasado el puente de ese camino sobre el río Loncemilla, yendo en dirección al mencionado puerto. El lugar se encuentra a 70 m sobre el nivel del mar, a 35° 36' de latitud sur y 71° 50' de longitud oeste. Esta ubicación se muestra en la Figura 96.

B. Accesos

Al lugar se llega siguiendo el camino que va de San Javier a Constitución. La distancia entre la Carretera Panamericana y el sitio de presa es de unos 14 km.

El citado camino puede verse en la Figura

EMBALSE SAN MIGUEL PLANO DE UBICACION



C. Hidrología

La hoya del estero Vaquería aguas arriba del sitio de presa comprende una superficie de 93,4 km². Sobre esta extensión caen precipitaciones que acumulan en promedio anual un total de unos 750 mm y que generan una producción específica del orden de 9 l/s.km².

El caudal promedio que entrega esta cuenca sería de unos 0,8 m³/s, el que disminuiría a 0,5 m³/s en un año 85%. En estas últimas condiciones el volumen anual que aporta -ría la cuenca sería de casi 16 millones de m³, de los que 14 millones de m³ escurrirían durante el período de llenado del embalse.

D. Topografía

Los antecedentes topográficos de este posible embalse se han obtenido de la visita al terreno y de la carta a escala 1:50 000 denominada "Melonal".

En el sitio elegido para fundar la presa el valle del estero ocupa un ancho del orden de 1 000 m. En ambos extremos de este ancho se encuentran las cadenas de cerros que limitan la extensión del valle y que terminan en lomas de suaves laderas, con pendientes comprendidas entre 2,5:1 y 3:1.

El aspecto que presenta el valle en el sitio de presa se puede ver en la foto panorámica N° 92 y en el corte transversal esquemático de la Figura N° 97 A.

Aguas arriba del sitio de presa el valle se ensancha y continúa con una baja pendiente longitudinal, por lo que se presta como cuenca de acumulación de las aguas del estero. Pero estas mismas características, sumadas a la existencia de buenos suelos, lo hacen también muy apropiado para la agricultura.

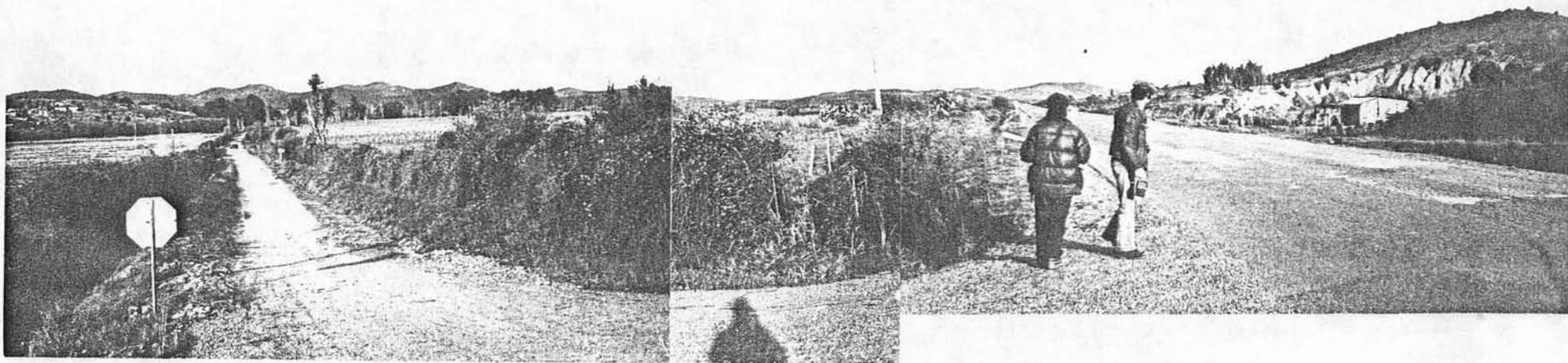
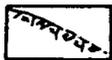
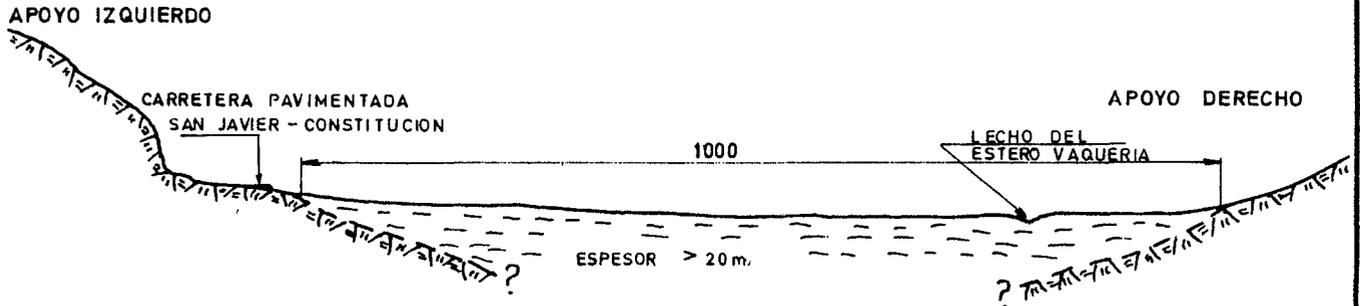


FOTO N° 92. Vista hacia aguas arriba del sitio de presa de la posibilidad de embalse San Miguel, sobre el estero Vaquerías.

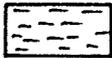
EMBALSE SAN MIGUEL
ESTERO VAQUERIAS

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR EL SITIO DE LA PRESA



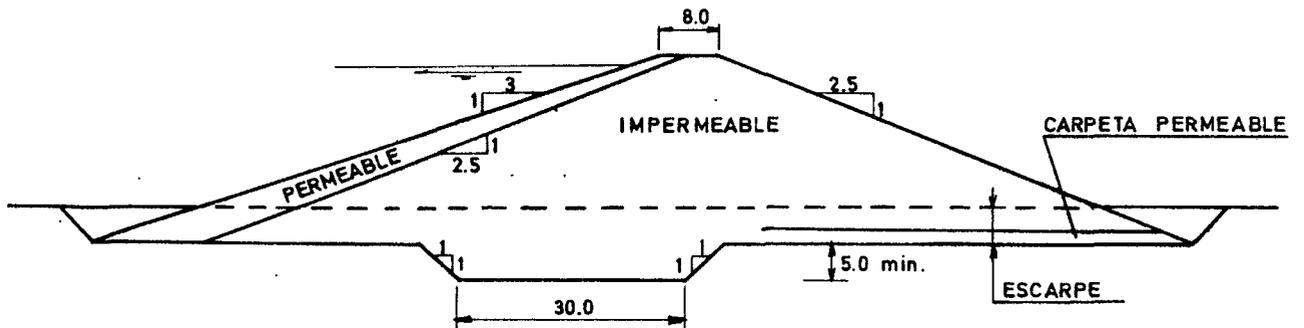
BASAMENTO ROCOSO MUY ALTERADO CERCA DE LA SUPERFICIE. (SE OBSERVARON ALGUNOS NUCLEOS DE ANDESITAS PORFIRICA EN LAS EXCAVACIONES DE EMPRESTITOS AL LADO DE LA CARRETERA.)



RELLENO SEDIMENTARIO... PRINCIPALMENTE FINOS, POSIBLEMENTE SATURADOS HASTA MUY CERCA DE LA SUPERFICIE.

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



E. Geología

La zona de posible embalse corresponde a un ancho valle relleno de sedimentos en que predominan arenas y arcillas posiblemente saturadas y que tienen un espesor estimado en más de 20 m.

Las laderas del valle están formadas por rocas fuertemente alteradas hasta una profundidad de por lo menos 5 m a 10 m bajo la superficie. Casi no se observan afloramientos. Sólo en algunas excavaciones de empréstitos para el camino, se pueden ver algunos núcleos de andesitas porfiríicas prácticamente sin alteración, de color gris oscuro con grandes fenocristales de feldospatos y ferromagnesianos. Es posible que estos materiales correspondan a rocas filonómicas o a estratos de rocas preterciarias. Actualmente se encuentran intensamente tectonizadas y alteradas, salvo en algunos lugares como en los afloramientos examinados.

En general, se considera que las características de estas rocas son aceptables para servir de empotramiento a una presa.

La interpretación geológica aquí descrita se ha representado en el corte transversal por el sitio de presa de la Figura 97 A.

F. Geotecnia

Los materiales permeables necesarios para la construcción de la presa no existen en las cercanías del lugar, por lo que deberán traerse desde el río Loncomilla que está a unos 8 km de distancia. Los impermeables existen en abundancia en las vecindades, ya sea en forma de roca descompuesta o de rellenos abreviados.

La zona sobre la cual se fundará la presa deberá adecuarse eliminando los materiales sueltos y delimitados, para lo cual se estima bastaría extraer una capa de unos

5 m de espesor. Además se tendría que excavar una zanja de unos 30 m de ancho y de alrededor de 5 m de profundidad.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Dada la abundancia de materiales impermeables y la escasez de permeables se ha pensado que el tipo de presa más conveniente para este lugar sería el homogéneo con un mínimo de permeables colocados en el lado de aguas arriba.

A los taludes se les daría pendientes de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. En el coronamiento el muro tendría un ancho de 8 m. La altura de la presa dependería del volumen que se deseara embalsar. Si se quisiera acumular los 14 millones de m^3 correspondientes a los recursos hidrológicos de año seco bastaría con construir un muro de unos 10 m de altura, que cubicaría alrededor de 70 000 m^3 según se desprende del gráfico A de la Figura 98.

El diseño propuesto se puede ver en el corte por el eje longitudinal de la presa de la Figura 97 B.

El vertedero se podría ubicar en cualquiera de los dos lados y tendría que tener una capacidad de unos 400 m^3/s .

Como los lados de la angostura no se prestan para la construcción de túneles de desviación y el valle es ancho, la presa convendría construirla por partes.

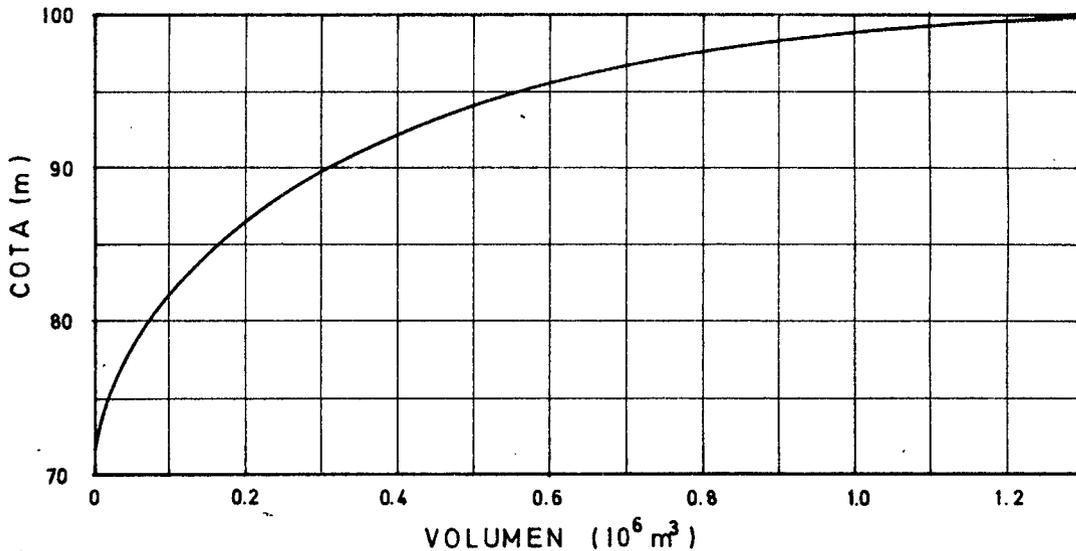
G.2 Embalse

Las curvas características de la cuenca de embalse se muestran en el gráfico B de la Figura 98. Como puede observarse en ella, el volumen de 14 millones de m^3 correspondiente a los recursos hidrológicos de año seco se logra acumular con una altura de 8 m aproximadamente.

EMBALSE SAN MIGUEL ESTERO VAQUERIAS

FIGURA 98

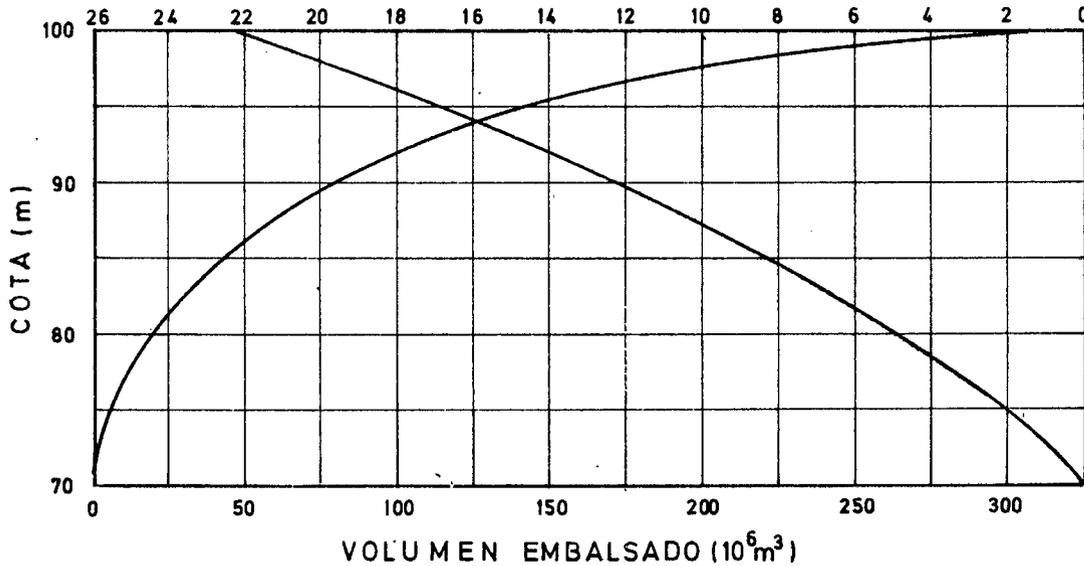
VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



(A)

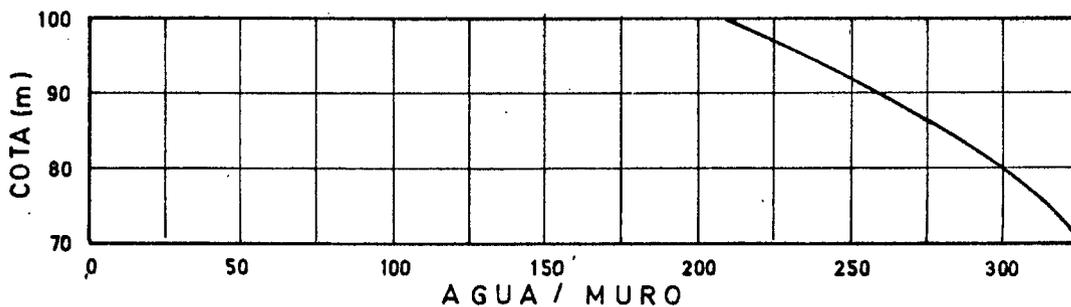
CURVAS CARACTERISTICAS

SUPERFICIE INUNDADA (km^2)



(B)

RELACION AGUA / MURO



(C)

La capacidad de la cuenca es considerable, por lo que podría prestarse para la acumulación de un mayor volumen de aguas, pero éstas tendrían que traerse entonces desde el río Lancomilla mediante un canal de alimentación.

Las tierras que se inundarían tienen aparentemente buen valor agrícola, ya que la mayor parte de los terrenos planos del valle están plantados con viñas.

G.3 Obras de entrega

La entrega de las aguas embalsadas podría realizarse a través de un tubo construido bajo la presa en el que se ubicarían las válvulas de descarga.

H. Superficie por regar

El volumen de unos 14 millones de m³ permitiría proporcionar riego a una superficie de 1 000 hectáreas. Esta extensión es superior a la de los terrenos cultivables que existen en el resto del valle ubicado aguas abajo del sitio de presa.

I. Conclusiones

Según este estudio preliminar, la posibilidad de embalse de San Miguel se ve como factible de realizar y tendría una relación agua/muro variable entre 210 y 320, como se ve en la Figura 98 C, lo cual la haría aparentemente económica. Sin embargo, desde el punto de vista del riego no presenta atractivo, ya que inundaría tierras fértiles y su capacidad sería superior a las necesidades de las tierras cultivables ubicadas aguas abajo del sitio de presa.

Por las razones expuestas, esta posibilidad de embalse no presenta interés para el riego zonal y en consecuencia no resulta recomendable continuar con su estudio.

b.10.2 EMBALSE BOTACURA

A. Ubicación

El sitio de presa se situa en el estero Botacura o Agua Buena, a 180 m de altura sobre el nivel del mar, a 35°36' de latitud sur y 71°55' de longitud oeste. Este lugar se muestra en la Figura 99.

B. Accesos

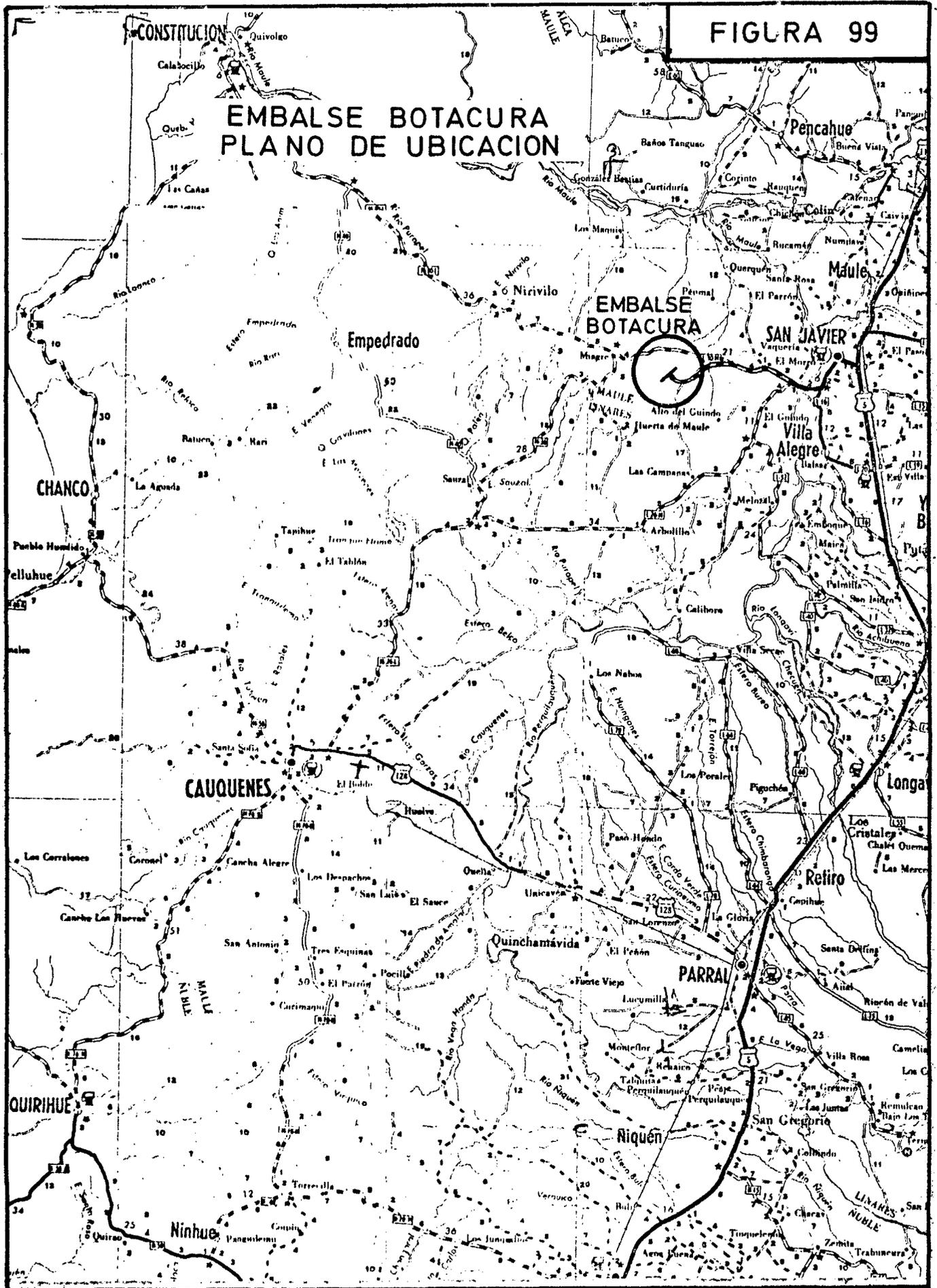
Se llega a la zona de embalse tomando el camino que va de San Javier a Constitución, hasta el kilómetro 16 medido desde la Panamericana (unos 10 más allá del puente sobre el río Lonchilla) y continuando luego por un camino de tierra que parte hacia el sur, pasa por el caserío de Villavicencio y sigue hasta el estero Botacura. Después de cruzar el estero se debe seguir por una senda que se prolonga por el lado izquierdo del estero hacia aguas abajo y que finaliza donde termina la parte sencilla del valle, cerca de la angostura. Desde aquí debe seguirse a pie hasta el sitio de presa.

A contar de la Carretera Panamericana hay que recorrer 16 km por caminos pavimentados, 6 km por camino de tierra y 1,5 km a pie, lo cual da un total de 23,5 km. La ruta para llegar al lugar se muestra en forma más destacada en la Figura 99.

C. Hidrología

La superficie de la hoya del estero Botacura aguas arriba del sitio de presa tiene una extensión de aproximadamente 35 km². Sobre esta superficie caen precipitaciones que en promedio anual son de unos 750 mm, las que generan una producción específica del orden de 8 l/s · km² y un caudal promedio anual de 0,3 m³/s. En un año 85% seco esta cifra se reduce a unos 0,2 m³/s, y el volumen anual de 9,5 millones de m³ a 6,3 millones de m³.

EMBALSE BOTACURA PLANO DE UBICACION



D. Topografía

Los antecedentes topográficos que se poseen de esta posibilidad de embalse han sido obtenidos en la visita al terreno y de la carta "Melonal", a escala 1:50 000 del IGM, que es la más detallada que existe de la zona. El ancho en la base de la angostura es de unos 10 m y la inclinación de sus laderas de aproximadamente 2:1 en ambos lados. Su forma se ha representado en el corte transversal esquemático de la Figura 100 A.

Aproximadamente 1 km aguas arriba de la angostura el valle se ensancha, dejando una amplia planicie de poca pendiente longitudinal que resulta apropiada para la acumulación de agua y que actualmente se aprovecha para el cultivo de viñas.

E. Geología

La angostura ha sido excavada por la acción fluvial en el granito paleozoico de este sector de la Cordillera de la Costa. El granito es de grano grueso, en partes pegmatético, muy duro y poco fracturado. En su superficie apenas se observa algo de maicillo, por lo que puede decirse que se encuentra sano.

El lecho del estero está prácticamente sobre el granito, existiendo en él sólo pequeños remanentes de terrazas fluviales, formadas principalmente por arenas derivadas del transporte y sedimentación del granito descompuesto (maicillo) desde la cabecera del estero.

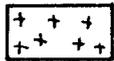
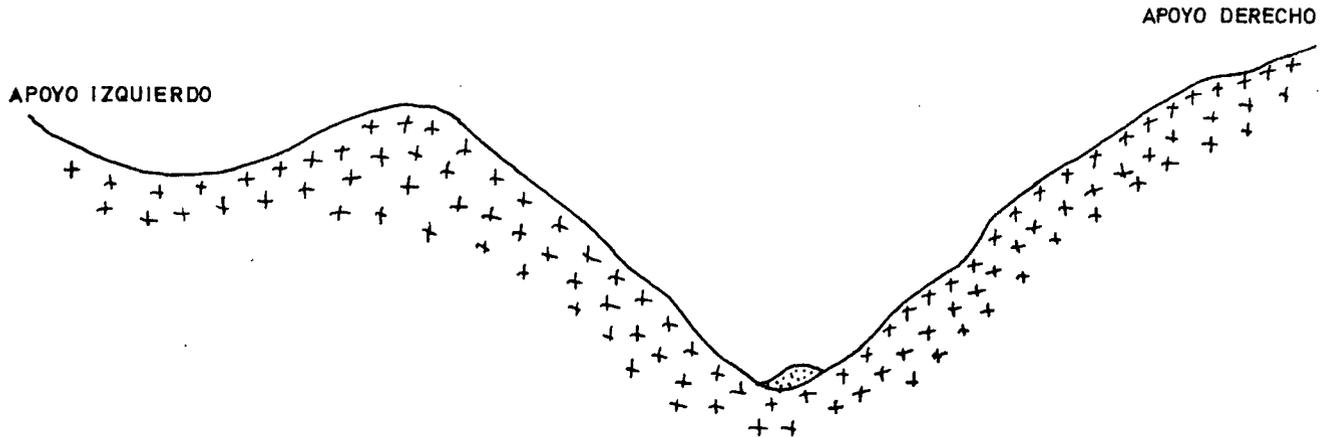
En los faldeos de la angostura aflora constantemente la roca y sólo existen pequeños espesores de escombros de falda y reducidas zonas cubiertas de maicillo.

Durante la visita no se descubrieron fallas importantes. En general, se estima que la angostura se presta bien para servir de fundación a una presa.

EMBALSE BOTACURA
ESTERO BOTACURA

(A)

CORTE TRANSVERSAL ESQUEMATICO
POR LA ANGOSTURA



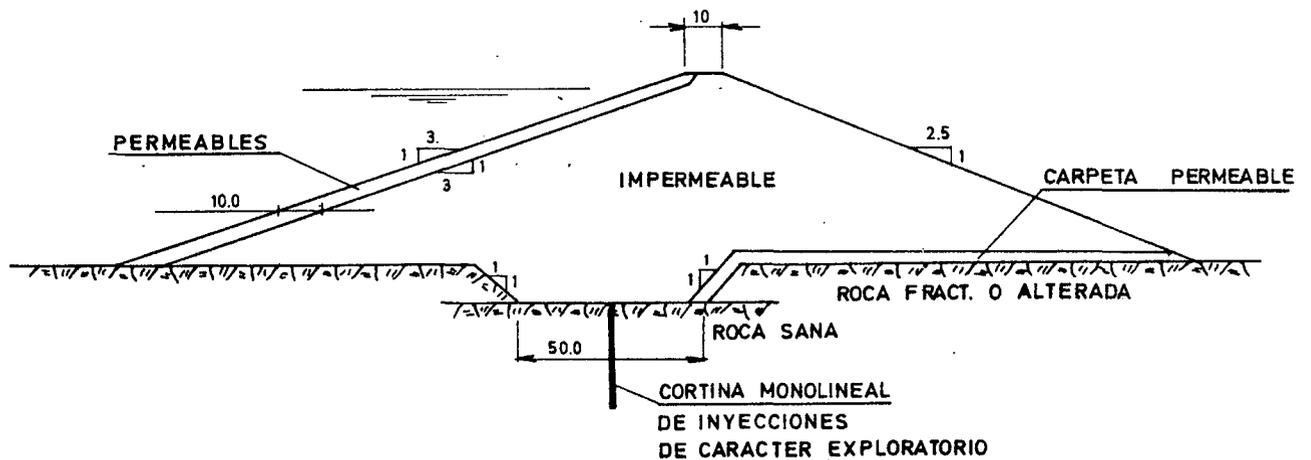
BASAMENTO ROCOSO. GRANITO PALEOZOICO DE GRANO GRUESO



PEQUEÑOS TERRAZAS DE SEDIMENTOS ARENOSOS, PRINCIPALMENTO DERIVADOS DE MAICILLO TRANSPORTADO Y DEPOSITADO POR AGUA.

(B)

PERFIL POR EL EJE LONGITUDINAL
DE LA PRESA



La geología observada en el terreno se ha representado en el corte esquemático por la angostura de la Figura 100 A.

F. Geotecnia

Conforme a lo explicado, la presa tendría que construirse en un valle rocoso en forma de V con granito a la vista, cubierto por una delgada capa de maicillo.

Los materiales permeables necesarios para la construcción de una presa de rellenos no existen en la región, por lo que tendrían que extraerse de una cantera abierta en algún lugar cercano a la presa. Como material impermeable podría utilizarse el maicillo proveniente de la descomposición de las rocas graníticas.

Previo a la construcción de la presa la zona de fundación tendría que someterse a un tratamiento consistente en la eliminación de la totalidad de los materiales de relleno, tales como escombros de falda, aluviales, etc. También tendría que excavar una zanja en la zona de contacto de los impermeables con la fundación de al menos 50 m de ancho que alcance hasta la roca sana y ejecutarse una cortina monolineal de inyección en la roca, de carácter exploratorio y de una profundidad de unos 30 m.

G. Características de las obras de embalse

G.1 Presa

Considerando la escasez de materiales permeables, se ha pensado que la presa homogénea es la que mejor se adapta a las condiciones del lugar. La presa tendría un mínimo de materiales permeables en el lado de aguas arriba, los que se obtendrían de una cantera abierta en las cercanías. La forma de la presa propuesta se muestra en el corte por su eje longitudinal de la Figura 100 B. Como se observa en ella, la inclinación de los taludes de los paramentos es de 3:1 en el lado de aguas arriba y de 2,5:1 en el de aguas abajo. El ancho en el coronamiento es de 10 m.

La altura de la presa dependerá en definitiva del volumen que se desee embalsar. Para acumular los recursos hidrológicos del período de Menado del embalse durante un año seco tendría que dársele a la presa una altura del orden de 18 m. En la Figura 101 A se ha representado el volumen estimado de la presa para diversas alturas de ella, y como se ve, para la ci cada altura su volumen aproximado sería de 500 000 m³.

El vertedero podría ubicarse en cualquiera de los dos lados, aunque parecería que al construirlo en el lado derecho se adaptaría mejor a las condiciones topográficas del lu gar. Su capacidad se estima tendría que ser de unos 150 m³/s.

Para la desviación de las aguas durante la construcción tendría que perforarse un túnel para 100 m³/s en cualquiera de los dos márgenes del estero, ya que ambas presen tan características similares para este objeto.

G.2 Embalse

Las curvas características del embalse deducidas de la carta a escala 1:50 000 se muestran en la Figura 101 B. En ella se ve que hasta una elevación del nivel de las aguas de 16 m para acumular los recursos hidrológicos afluentes en año seco.

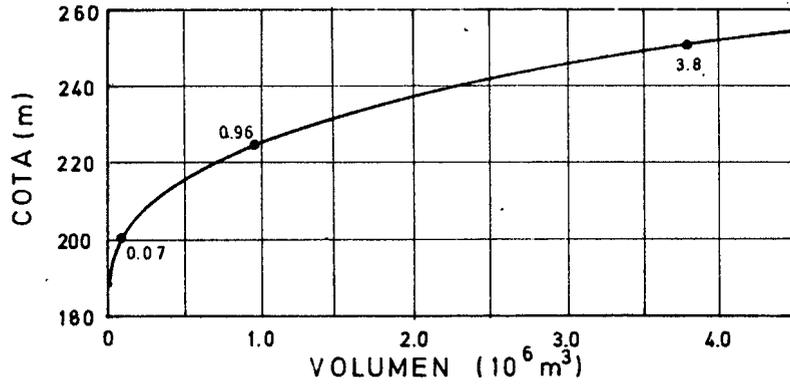
Los terrenos que se inundarían se encuentran actualmente cultivados con viñas, por lo que pueden considerarse como de buena calidad para los fines agrícolas.

G.3 Obras de entrega

Para la ejecución de éstas se aprovecharía el túnel de desviación, dentro del cual se alojarían las válvulas y las correspondientes obras de disipación de energía.

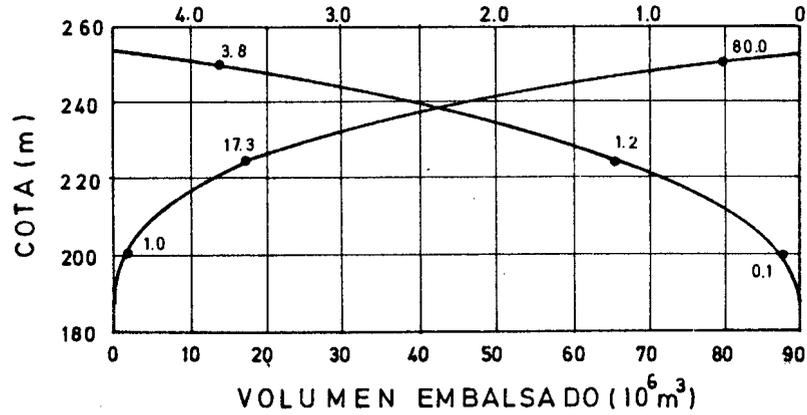
EMBALSE BOTACURA
ESTERO BOTACURA

VOLUMEN ESTIMADO DE LA PRESA



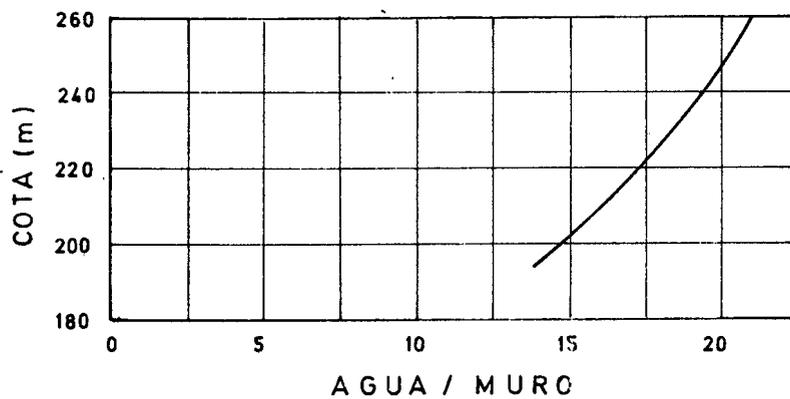
(A)

CURVAS CARACTERISTICAS
SUPERFICIE INUNDADA (km^2)



(B)

RELACION AGUA / MURO



(C)

H. Superficie por regar

Con el volumen embalsable de 6 millones de m^3 podrían regarse unas 450 hectáreas. Esta cantidad corresponde aproximadamente a la de la superficie cultivable existente en la hoya del estero Tabón o Tinajas aguas abajo del sitio de presa.

I. Conclusiones

Si bien el sitio de presa es ventajoso, el embalse no parece ser económico por su mala relación agua/inmuro que como puede verse en la Figura 101 C varía entre 13 y 22 aproximadamente y por el hecho de que inunda terrenos en que se cultivan viñas en la actualidad. Por lo tanto, no resulta atractivo continuar con el estudio de esta posibilidad de embalse, salvo que se demostrase más adelante que los beneficios obtenibles con el riego de los terrenos ubicados hacia aguas abajo fuesen de una magnitud tal que justificasen el costo de las obras aquí analizadas.

e) CONCLUSIONES QUE SE DERIVAN DEL ESTUDIO DE LAS

POSIBILIDADES DE EMBAJASE PRESELECCIONADAS EN LA
CUENCA DEL RÍO MAULLE

En el estudio de las posibilidades de embalse preseleccionadas en la cuenca del río Maule se han analizado 35 soluciones, que se estiman que son las de mayor interés y conveniencia económicas en la cuenca del río Maule.

Este estudio tiene el carácter de preliminar y naturalmente, en el futuro se decide continuar avanzando en la definición de las posibilidades que son más atractivas económicamente, deberá partirse por la obtención de antecedentes básicos de mayor calidad y detalle que los que se han contado en el presente estudio para los análisis efectuados. Es decir, deberán realizarse buenos levantamientos topográficos, informes y estudios geológicos más detallados y especialmente algunas prospecciones: perfiles sísmicos, sondajes, pesos de reconocimiento, etc.

En resumen, el estudio realizado constituye un análisis preliminar del problema que tiene por objeto, en primer lugar, poder definir las soluciones que deben intervenir en el momento de almacenamiento hidroeléctrico de la cuenca que analizará el resultado integral de ella y, en segundo lugar, poder establecer prioridades para la continuación de perfiles estudios con mayor detalle, realizando inversiones sólo en aquellas soluciones que en primera instancia se ven más favorables.

A lo largo del estudio, junto con señalar los aspectos favorables de las obras, se han indicado especialmente los problemas que podrían encontrarse, ya sea en las fundaciones, empotramientos, obras principales, etc., de manera que en el futuro pueda continuarse cualquier estudio de mayor detalle, esclareciendo justamente los posibles factores que podrían limitar o favorecer cualquiera de las obras preseleccionadas.

El estudio de las diversas posibilidades de embalses que presentan características de interés para el riego de la cuenca del Maule ha sido afrontado en dos etapas. En la primera se ha analizado, a través de la elaboración de anteproyectos de carácter preliminar, los posibles embalses dependientes para su alimentación de las aguas de la cordillera de los Andes, en tanto que en la segunda se han examinado las que regularían las aguas originadas en el sector de la cordillera de la Costa. Como complementación a los estudios anteriores, se han descrito además los proyectos de embalse ubicados en el río Melado y en el curso del río Maule, los que se encuentran en etapas más avanzadas de estudio, comprendidas generalmente entre la prefactibilidad y de proyecto definitivo.

El análisis realizado de todas estas posibilidades de embalse ha permitido determinar aquellas que aparentan ser las más convenientes para satisfacer las demandas potenciales de riego y que, por lo tanto, son dignas de mayor estudio. Ellas son las que se enumeran a continuación :

RIO LIRCAY : en este río se han seleccionado dos posibilidades de embalse, que son las denominadas **PANGUILEMO** y **PIGAZO EN LIHUENO**. La primera de las mencionadas se sitúa en el río Lircay y podría embalsar un volumen cercano a los 30 millones de m³, mientras que la segunda se ubica en el estero Frazo y embalsaría unos 28 millones de m³. En ambos casos los problemas de fundación de la presa y de posible filtración del agua almacenada a través de las paredes de su vaso se consideran solucionables.

La relación agua/muro de estas presas y las favorables características de la geología para ubicar las diversas obras que constituyen el embalse, permiten presumir que ellas re presentan posibilidades económicamente atractivas y, por lo tanto, resulta conveniente realizar el prediseño de ellas.

RIO ANCOA : se ha recomendado la prosecución de los estudios del embalse ANCOA, cuya presa se encuentra en un avanzado estado de construcción, después de haberse abandonado por diversas razones.

La materialización del embalse Ancoa permitiría acumular unos 103 millones de m^3 que actualmente no se utilizan y además finiquitar una obra a medio terminar que representa una inversión muerta, existiendo adicionalmente el posible riesgo de que durante una crecida el caudal del río sobrepase la capacidad de las obras de desviación, y destruya tanto la atagüa existente como la parte ya construída de la presa.

Por las razones expuestas, se ha estimado que resulta conveniente incluirla dentro de las obras cuyo efecto para el regadío debe analizarse a través del modelo de simulación.

RIO ACHIBUENO : entre las diversas posibilidades analizadas en este río destacó claramente la denominada LA RECOVA como la mejor. El embalse correspondiente posibilitaría la acumulación de un volumen superior a 150 millones de m^3 con una relación agua/muro propia de las obras económicas. Sin embargo, presenta problemas relacionados con el material sobre el cual se apoyaría el empotramiento izquierdo de la presa. En dicho material, de no ser tratado, podrían llegar a originarse vías de agua importantes. Si bien su impermeabilización sería posible, podría exigir una inversión suficientemente grande como para hacer que la obra resultase económicamente poco interesante.

En primera instancia, se estima que debe realizarse el prediseño de ella, pues si los problemas expuestos no resultan de gravedad, ella podría constituir una buena alternativa de regulación en la cuenca.

RIO LONGAVI : en este río no se encontraron posibilidades de embalse atractivas. No obstante, dada la importancia que podría tener para el riego su regulación, se ha decidido estudiar la que aparece como más conveniente dentro de su hoya hidrográfica y que es la denominada LONGAVI. El estudio de esta posibilidad ya había sido iniciado por la Dirección

de Riego, por lo que se contaba con la información topográfica ne cesaria para su examen. De acuerdo al anteproyecto preliminar realizado, el embalse podría acumular un volumen algo superior a 20 millones de m^3 con una relación agua/muro baja, debido a que aguas arriba del sitio de presa el río continúa encajonado a lo largo de toda la extensión del embalse. Por esta razón, y a pesar de que el sitio no presentaría problemas de fundación, se piensa que no sería económico.

En todo caso, dada la ubicación relativamente estratégica del río Longaví en el sector sur de la cuenca del Maule (prácticamente en el centro de ella) y que posee recursos relativamente abundantes si se le compara con los ríos vecinos, se estima conveniente realizar el prediseño de las obras constituyentes de este embalse.

RIO PERQUILAUQUEN : en este río se consideraron de interés las posibilidades de embalse nombradas SAN MANUEL BAJO y LAVADERO. La primera había sido estudiada con anterioridad por la Dirección de Riego, por lo que se contaba con los antecedentes topográficos necesarios para su estudio. Su embalse podría acumular unos 180 millones de m^3 con una buena relación agua/muro, aunque esto último no garantizaría su economía por existir problemas en la fundación de la presa. El tratamiento de ésta, si bien se ve como posible, podría llegar a ser de suficiente significación como para poner en duda la factibilidad económica de la obra.

El embalse de Lavadero poseería una capacidad de embalse que, en caso que el material de fundación de la presa fuese apropiado, podría superar los 200 millones de m^3 . A juzgar por su relación agua/muro podría ser económica, aunque sería necesario determinar el tratamiento a que habría que someter la fundación para dar un pronunciamiento más definitivo. El sitio de presa correspondiente a este embalse se ubica en el interior de la Colonia Dignidad, lo cual obligó a limitar la observación del lugar desde el aire solamente, con la consecuente restricción en la calidad de la información del terreno.

Con los antecedentes existentes, se llegó a la conclusión que Lavadero constituye posiblemente una solución más adecuada que San Manuel, debido a que en apariencia ofrecería menores problemas de factibilidad, en especial en la fundación de la presa.

En todo caso, dada la importancia que podría tener la regulación del río Paragullacá para el riego del sector sur de la cuenca, es conveniente considerar en el futuro la realización de estudios de ambas posibilidades, pudiendo resultar en definitiva que no sólo deba estudiarse sólo uno de estos embalses, sin que también ambos en conjunto.

En esta etapa del estudio se recomienda dar la prioridad a Lavadero por las razones expuestas anteriormente.

RIO PURAPEL : aquí se estimó como digna de mayor estudio la posibilidad ya analizada con anterioridad por la Dirección de Riego, denominada PURAPEL. Se embalsó permitiría acumular unos 60 millones de m³, posiblemente en forma secundarios, lo cual dependería del costo del tratamiento de im permeabilización del lecho del río. Este volumen sería suficiente para regar la mayor parte de las terrazas del valle del río Pura pel abledas aguas abajo del sitio de presa.

RIO CAUCUENTES : en su examen se han detectado dos posibilidades que son las denominadas SAN JUAN Y LAS GARZAS. El primero de estos posibles embalses se encuentra en el río San Juan, que es uno de los afluentes del curso alto del río Cauquenas, y podría acumular unos 35 millones de m³ con una relación agua/muro del orden de 500. Este hecho, agregado al que se presu se fundaría sobre rocas graníticas, hace que la posibilidad se presente como libre de problemas mayores, lo cual iría en favor de dar una cierta seguridad respecto a su economía.

El embalse Las Garzas se ubicaría en el estero de igual nombre, afluente del río Cauquenes y tendría una capacidad de unos 17 millones de m^3 . A pesar de su relativamente reducida capacidad, sería de interés, ya que permitiría regar en forma económica terrenos que no tendrían posibilidades de recibir agua de otra manera.

RIO MELADO : en este río sólo el proyecto de embalse conocido con el nombre de GUAQUIVILO presenta interés para el riego. El otro proyecto en estudio en este río, denominado Maule-Melado, no aporta beneficios importantes de riego, dada su reducida capacidad de regulación, que limita su interés sólo a la producción de energía hidroeléctrica.

El embalse Guaiquivilo se situa en el río homónimo, que junto con el río La Fuente es uno de los que originan el río Melado. El proyecto existente en el presente es de tipo múltiple propósito, ya que se aprovecharía tanto para riego como generación hidroeléctrica. El volumen de este embalse que se destinaría al riego alcanza a cerca de 1 000 millones de m^3 . En la actualidad su presa se ve como técnicamente factible, aunque presenta problemas en su fundación que podrían requerir de un caro tratamiento de impermeabilización y llegar a poner en duda su factibilidad económica si en definitiva resultasen de importancia.

RIO MAULE : en este río se consulta la construcción del embalse COLBUN, que se ubicaría donde el río Maule abandona su curso cordillerano para adentrarse en el valle Central. Consiste éste en una obra de múltiple propósito, mediante la cual se satisfarían necesidades tanto energéticas como de riego y que indudablemente constituiría el embalse de mayor importancia dentro de la cuenca del Maule. Gracias al gran volumen afluente y a su capacidad de acumulación, estaría facultado por sí sólo para proporcionar la casi totalidad de las demandas de riego de toda la mitad oriente de la cuenca del Maule.

El embalse Colbún podría poner a disposición del riego de la zona un volumen que sería de unos 2 800 millones de m³. Actualmente se cuenta con un proyecto definitivo de sus obras, el que debería ponerse en ejecución dentro de un plazo de un año, siempre que se logre contar con el financiamiento necesario.

El conjunto de las obras mencionadas permitiría poner a disposición del riego de la cuenca del Maule un volumen total del orden de 4 600 millones de m³, que sería suficiente para regar unas 350 000 hectáreas. Esta extensión sería superior a la que interesaría regar, por lo que se entiende que muchas de estas obras serían de construcción alternativa. Es por ello que se recomienda la ejecución de los proyectos de prefactibilidad de las posibilidades aquí enumeradas, de modo que se pueda así disponer de los antecedentes necesarios para estudiar qué combinación de ellas podría satisfacer las demandas de riego en la forma más económica posible.