

MINISTERIO DE OO. PP.
SENDOS
DEPTO. ESTUDIOS

PROYECTOS
SENDOS
BID

27 SET. 1979



INFORME HIDROGEOLOGICO DE
C A C H I Y U Y O

III REGION - PROVINCIA HUASCO

ABRIL 1978



**AGUA
INGENIEROS
CONSULTORES
LTDA.**



C O N T E N I D O

- I Conclusiones y Recomendaciones
- II Introducción
- III Clima y Vegetación
- IV Hidrología
- V Geomorfología
- VI Geología
- VII Hidrogeología
- VIII Hidrogeoquímica
- IX Alternativas de Abastecimiento
- X Características de la Captación
- XI Referencias



CACHIYUYO

I CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. - Conclusiones

1. - Cachiyuyo se encuentra en la hoya hidrográfica de la Quebrada de Chañaral, en la Quebrada de Cachiyuyo, la cual drena, hasta el pueblo de nombre homónimo, una superficie de 162 Kms.².
2. - No existe escurrimiento superficial en la Quebrada de Cachiyuyo, y éste ocurre cada 5 o 6 años, con ocasión de pluviometris estimadas cercanas al 1 o 2% de probabilidad de excedencia, de acuerdo a registros históricos en cuencas vecinas. Cabe señalar que en los últimos 15 años, no ha habido escorrentía.
3. - Hidrogeológicamente el sistema acuífero de la Quebrada de Cachiyuyo se encuentra enmarcado en rocas graníticas impermeables y está constituido por los sedimentos aluviales que han rellenado la quebrada.
4. - El volumen de sedimentos se ha calculado estimativamente en $54 \times 10^6 \text{ m}^3$, y sus constantes elásticas se han considerado que poseen los siguientes valores:

$$T = 50 \text{ m}^2/\text{día} \quad \text{y} \quad S = 10^{-1}$$
5. - La recarga calculada es suficiente para respaldar una explotación que satisfaga la demanda planteada de 1,9 l/s.
6. - El nivel estático de la captación se encuentra entre 28 y 29 mts., y con una explotación de 1,9 l/s, el nivel dinámico se encontrará en torno a 40 mts.
7. - La calidad química del agua subterránea es deficiente y se encuentra excedida con respecto a la norma chilena para agua potable en el total de sólidos disueltos, cloruros, sulfatos y nitritos.



B. - Recomendaciones

1. - Utilizar el sondaje existente en Cachiyuyo, construído por la Dirección de Riego.
2. - Estudiar la posibilidad de tratamiento del agua subterránea de tal forma de ajustar su calidad química a las normas vigentes.



II INTRODUCCION

A. - Antecedentes Generales

Cachiyuyo está ubicado en el sector limítrofe centro-meridional de la Provincia de Huasco, en la III Región Geográfica del país, aproximadamente a 830 m. s. n. m., a 29° 02' de latitud Sur y 70° 54' de longitud Oeste (ver Mapa de Ubicación en Anexo I).

Se llega a Cachiyuyo a través del ferrocarril central norte, o por el camino Longitudinal Norte, a través del cual dista 60 Kms. de Vallenar.

Este pueblo, con sus 31 casas de adobe, ubicadas en forma desordenada, su escuela, estación de ferrocarril y alrededor de 200 habitantes, se ubica al costado oriental de la carretera Panamericana, ofreciendo una visión pobre y desoladora al pasajero.

La principal actividad de Cachiyuyo es la minería de oro y cobre, desarrollada en pirquenes y antiguos desmontes de minas abandonadas. Además, como recurso secundario, la población se dedica a la ganadería caprina.

El abastecimiento de agua del pueblo se realiza a través de un estanque alimentado desde un pozo ubicado en la Quebrada Cachiyuyo, desde el cual se capta agua con molino de viento. La población obtiene el agua desde el estanque, mediante baldes y tambores.

B. - Objetivos del Estudio

Este estudio ha sido encargado por el SENDOS, con el fin de definir hidrogeológicamente el área de Cachiyuyo, tratando de ubicar una eventual fuente de abastecimiento para el futuro sistema de abastecimiento de agua potable del pueblo, el cual se construirá de acuerdo a un convenio entre el Sendos y el BID.



C. - Fuentes de Información

La información en que se basa este estudio comprende antecedentes recogidos en visitas a terreno, de las fotografías aéreas escala 1:70.000, de las cartas geográficas escala 1:50.000 editadas por el Instituto Geográfico Militar, de la compilación de levantamiento geológicos realizados entre Vallenar y La Serena por Ramón Moscoso para el IIG, en 1977, del trazado de isoyetas Copiapó-Aconcagua de Corfo, del estudio climático del Norte Chico de IREN, de la Geografía Económica de CORFO (1950), de la "Hidrogeología del Area de Domeyko", (1972) de la CORFO.



III CLIMA Y VEGETACION

A.- Clima

El clima de Cachiyuyo ha sido clasificado como desértico transicional (BW1, según Koeppen) por IREN (1972). Este se caracteriza por su gran limpidez de la atmósfera.

La temperatura media anual es de 15,2°C, la máxima media anual es de 23,5°C y la mínima media anual es de 8°C.

El monto de las precipitaciones es reducido y ocurren en estas fundamentalmente en los meses de invierno.

Cachiyuyo no tiene antecedentes pluviométricos registrados en alguna estación la cuenca.

B.- Vegetación

Desde un punto de vista fitogeográfico, Cachiyuyo está incorporado a la zona xeromórfica, la cual se extiende desde el límite Norte del país hasta el Río Petorca.

Esta zona se caracteriza por la formación predominante de matorrales xerofitos, de poco valor de cubierta, de entre los cuales predomina la formación del jaral desértico.

Las especies predominantes, en este sector, son, de acuerdo con los lugareños: varolla, cola de ratón, palo negro, quiscos, algarrobos, pimientos y otros, los cuales se disponen en forma rala e intercalados entre sí.



IV HIDROLOGIA

El régimen hidrológico de la Quebrada Cachiyuyo corresponde a uno de tipo pluvial, pues la existencia del recurso hídrico está ligado a la ocurrencia de las precipitaciones líquidas en la hoya hidrográfica.

Escepcionalmente, en las cumbres más altas de la divisoria de aguas hacia el Este, las precipitaciones son sólidas.

A. - Precipitaciones

De acuerdo con Wood (1971), las precipitaciones para distintas probabilidades de excedencia son las que se entregan en el Cuadro IV-A-1.

CUADRO IV - A - 1

Precipitaciones

<u>P (x)</u>	<u>pp</u>
5%	190 mm
20%	130 mm
50%	70 mm
80%	25 mm

B. - Evapotranspiración

Se ha calculado la evapotranspiración potencial, valiéndose de la expresión de Thorntwaite para los meses en que ocurren las precipitaciones en la cuenca. Los valores mensuales se entregan en el Cuadro IV-B-1

CUADRO IV - B - 1

Evapotranspiración Potencial (milímetros)

<u>Mes</u>	<u>Abril</u>	<u>Mayo</u>	<u>Junio</u>	<u>Julio</u>	<u>Agosto</u>	<u>Sept.</u>
EVTp	58,7	46,4	33,2	32,7	35,1	39,5



C. - Escorrentía

En la hoya de la Quebrada de Cachiyuyo normalmente no existe escurrimiento superficial, ni se ha aforado el caudal en las avenidas que se presentan cada 5 o 6 años.

Con el fin de estimar el déficit de escorrentía para valores medios anuales, se ha recurrido a la expresión de Coutagne:

$$D = P - AP^2$$

donde D = Déficit de escorrentía en m^3

P = Precipitación media anual en mts.

$$A = \frac{1}{0.8 + 0.14 T}$$

donde T = Temperatura media anual en grados centígrados.

La expresión es válida solo cuando el monto de precipitaciones anuales se encuentran comprendido entre $1/8A$ y $1/2A$, de tal forma que si las precipitaciones anuales son inferiores a $1/8A$, el déficit de escurrimiento es igual a las precipitaciones y en consecuencia no existe escorrentía.

En el caso de Cachiyuyo el valor de $1/8A$ corresponde a 0.366 y por lo tanto existirá escorrentía solo cuando las precipitaciones adquieran un valor sobre 366 mm, cifra que equivale a una probabilidad de excedencia del orden del 1%.



V GEOMORFOLOGIA

A. - Relieve

Cachiyuyo se encuentra ubicado en una extensa planicie orientada NS y de suave pendiente hacia el Norte, limitada por cerros de mediana altura hacia el Sur, Este y Oeste y desde la cual sobresalen algunos lomajes suaves y ondulados producto de la erosión, esencialmente eólica, sobre las cubiertas meteorizadas de las rocas graníticas que componen el área.

Esta planicie se encuentra disectada por la Quebrada Cachiyuyo y sus afluentes, cuya divisoria se ubica en los cordones de cerros que encierran el área, de entre los cuales, las mayores alturas las dan las serranías orientales donde sobresale el cerro Loma Negra con sus 1.718 m. s. n. m. En las otras direcciones la divisoria está conformada por los siguientes cerros: Norte: La Manga (1.185) y El Carbón (1205), Sur: Loma Los Divisaderos (1.120) y Oeste: Cerro El Carbón (1.388), todos los cuales se levantan con una fuerte pendiente desde la planicie central.

B. - Red de Drenaje

El área se encuentra drenada por la Quebrada Cachiyuyo y sus afluentes, la cual presenta una hoya hidrográfica de 161 Kms.² con una pendiente media de 3.7%. Esta pendiente se hace bastante mayor hacia las cabeceras, mientras que en las cercanías del pueblo es de sólo 2%.

Entre los principales tributarios de la Quebrada Cachiyuyo se encuentran las Quebradas La Manga, Los Chañares, Los Tambos, Algarrobo Mocho, Olivillo y El Carbón.

C. - Procesos Geomorfológicos

La extensa planicie donde se encuentra Cachiyuyo parece corresponder a una depresión tectónica limitada por fallas de rumbo aproximadamente NS y EW. Esta depresión ha sido rellenada por los productos de la erosión fluvial y eólica proveniente de los sectores altos circundantes.



La meteorización juega un papel muy importante en el modelado del relieve, en este sector, pues habiendo largos períodos de gran sequedad, las rocas presentan una cubierta considerable de material intemperizado in situ, el cual es lavado prontamente en la primera oportunidad de escurrimiento superficial, debido a lo cual estos escurrimientos superficiales constituyen verdaderas corrientes de barro, que llevan incluídas sedimentos de distinta granulometría que son depositados en la llanura y zonas bajas en general.

Otro factor importante en el labrado morfológico es la erosión eólica, la cual ha actuado sobre las laderas de los cerros produciendo escarpes irregulares y abruptos con cuyos productos ha formado algunos depósitos de dunas en la parte baja.



VI GEOLOGIA

A. - Geología Regional

La Geología Regional de Cachiyuyo está conformado por rocas graníticas de edad Cretácico Superior, exclusivamente, tal como se presentan en el Mapa del Anexo II.

Hacia el Este estos intrusivos se encuentran cubiertos por terrazas de gravas y arenas mal seleccionadas de edad Mioceno a Plioceno, los cuales parecen corresponder al comienzo de los depósitos de la puna, de amplia distribución más al Norte.

B. - Sedimentos Cuaternarios

Están representados en los depósitos de la Quebrada Cachiyuyo, los cuales, de acuerdo con los datos aportados por un sondaje construido por la Dirección de Riego en la zona, están compuestos, principalmente, por ripios subangulosos en una matriz areno-limosa, que se hacen más finos hacia la superficie, de modo que la matriz se hace más abundante en tal sentido.

Estos depósitos se encuentran rellenando los 50 mts. de la depresión tectónica que ha dado origen a la Quebrada Cachiyuyo, y se hacen paulatinamente más potentes hacia aguas abajo, o sea, hacia Domeyko donde alcanzan 250 mts.

Considerando que el espesor de estos sedimentos es muy similar en todas las partes altas de las Quebradas, por corresponder a depresiones tectónicas, y que la superficie expuesta es de $1.8 \times 10^6 \text{ m}^2$, el volumen total de sedimentos cuaternarios, hasta Cachiyuyo, es de $5.4 \times 10^7 \text{ m}^3$, para un espesor promedio de 30 mts.

En el mapa que se presenta en el Anexo II se han subdividido todas las unidades que conforman la Geología del área, las cuales se presentan de acuerdo al siguiente esquema:

RF: Roca fundamental granítica: por su impermeabilidad, se encuentra conformando las condiciones de borde del sistema hidrogeológico.



Qar: Depósitos aluviales ripiosos, cuaternarios: corresponde al relleno del valle de Cachiyuyo y sus quebradas afluentes. Se presenta subdividida en dos unidades: una unidad superior, de unos 10 mts. de espesor, compuesta por arenas con algo de ripio intercalado en una matriz compuesta por arena fina y limo; la otra unidad, profunda, compuesta por ripio arenoso en una matriz areno-limosa.

La unidad superior se acuña hacia aguas arriba, hasta desaparecer totalmente.

C.- Tectónica

Las estructuras principales, en el área, corresponden a fallas, las cuales se encuentran afines a los sistemas: NS y EW, entre ambos han modelado la morfología del sector, la cual, como se vió anteriormente, está caracterizada por una depresión tectónica intermedia, cerrada hacia el Este, Sur y Oeste por sectores altos, también de origen tectónico.

D.- Historia Geológica

Posiblemente durante el Mioceno, la zona se vió afectada por una fuerte actividad tectónica distensiva, la que formó el movimiento de bloques a través de extensos planos de ruptura de rumbo NS y EW, desarrollando una morfología en escalón, al hundirse algunos bloques y levantarse otros.

Posteriormente, a través de estas zonas de factura, los cauces superficiales comenzaron a construir sus valles, profundizando sus cauces por erosión de las zonas de debilidad dejadas por las fallas, y después, rellenándolas con los productos del desgaste de las áreas más elevadas, hasta dejar el relieve que existe hoy en el lugar.

E.- Sismicidad

El sector de Cachiyuyo, al no poseer fallas activas ni posibles de ser activadas, pues están selladas con material silíceo o calcáreo, ofrece un riesgo sísmico bajo.



Además, todo el sector al Norte de La Serena, presenta, solo sísmos de poca intensidad y magnitud, los cuales, aunque actúan en forma persistente y continuada sobre la región, no representan un riesgo para aquellas construcciones regularmente bien construídas



VII HIDROGEOLOGIA

A. - Acuíferos Reconocidos

Los antecedentes disponibles: los sondeos de Domeyko y el sondeo construido en 1977 en Cachiyuyo, por la Dirección de Riego, indican que en el sector de Cachiyuyo existe un, único, acuífero compuesto por ripio y arena en una matriz areno-limosa que ocupa toda la llanura aluvial, desde la superficie del terreno hasta la superficie de la roca basal, en el fondo de la quebrada y que, por lo tanto, se presenta como un acuífero freático, aunque de baja permeabilidad.

El sondeo de Cachiyuyo, aparentemente llegó a la roca basal a los 46 mts., de modo que ese sería el espesor del relleno en el lugar y, por lo tanto, del acuífero.

Este acuífero de la Quebrada Cachiyuyo se continúa hacia las cabeceras, disminuyendo levemente su potencia en esa dirección, y, al mismo tiempo se va interconectando con los acuíferos de las quebradas tributarias, todos de similar composición y espesor.

B. - Recarga

La recarga del sistema subterráneo de la Quebrada Cachiyuyo proviene tanto de las precipitaciones que caen sobre los sedimentos que conforman el sistema, parte de las cuales logra infiltrarse, como de la escorrentía superficial que se desarrolla sobre el sistema.

En ambos casos, ésta está condicionada fundamentalmente a la capacidad de infiltración del estrato superficial, en especial su velocidad de infiltración.

Se ha procedido a calcular en forma aproximada solamente (debido a la inexistencia de antecedentes de precipitaciones, fundamentalmente), la recarga susceptible de producirse en la quebrada de Cachiyuyo, basándose en una estimación de la posibilidad de que exista escorrentía y ésta genere recarga, la cual estará limitada por la capacidad máxima de infiltración del suelo.



Para ello, se ha utilizado la información histórica obtenida en la estación El Tofo, cuyo registro tiene una longitud de 36 años observados.

Por lo tanto, se ha estimado que existe un volumen de agua disponible para escorrentía, solo en aquellos casos en que las precipitaciones mensuales superan la evapotranspiración potencial.

Se ha establecido, en terreno, que la escorrentía ocurre durante lapsos de tiempo relativamente cortos, del orden de 12 horas.

Al existir escorrentía, parte del volumen de agua se infiltra a una tasa de 27 cms. por lluvia de acuerdo a la expresión:

$$0,60 \times T^{0.58}, \text{ donde } T \text{ es el tiempo expresado en minutos.}$$

La superficie sobre la cual se mantiene el agua con ocasión de la ocurrencia de escorrentía es del orden de $2,6 \times 10^6 \text{ m}^2$, por lo que se tiene entonces un volumen de agua posible de infiltrarse (siempre que el volumen posible de infiltrar sea menor que el remanente para escorrentía) de $702 \times 10^3 \text{ m}^3$ por cada lluvia.

Considerando la distribución histórica de las precipitaciones, y específicamente los días con precipitaciones significativas al mes, se ha estimado que a lo menos ocurren estas un día al mes, con lo cual entonces, la infiltración posible es de 702.000 m^3 al mes.

El análisis de las precipitaciones de El Tofo, estación que de acuerdo a las isoyetas trazadas por Wood (1971) tiene una pluviometría similar a Cachiyuyo, establece las siguientes posibilidades históricas de que ocurra infiltración:

<u>Posibilidad</u>	<u>Volumen Infiltrado</u>
36% años	Infiltración nula
44% años	7×10^5
14% años	14×10^5
6% años	21×10^5



C. - Movimiento

Dada la ubicación que presenta este acuífero, en el relleno de una quebrada relativamente estrecha y de pendiente hacia el Norte, el movimiento que tiene el agua subterránea, condicionado por esas características, se desarrolla en similar dirección, o sea, desde las cabeceras hacia los sectores de menos altitud.

Se ha considerado una transmisibilidad similar a la calculada por Corfo en Domeyko, o sea, $50 \text{ m}^2/\text{día}$, un espesor saturado de 18 mts., medido en el sondaje de Cachiyuyo y un gradiente hidráulico de 2%, algo menos que la pendiente superficial.

D. - Descarga

La descarga natural del agua subterránea se realiza por el movimiento de ésta hacia los sectores de menos altitud; considerando una sección de 200 mts. de ancho en la quebrada, el caudal subterráneo pasante es de $200 \text{ m}^3/\text{día}$, o sea, alrededor de 2,3 l/s, expresándolo como caudal constante.

No hay norias ni piques en explotación, pero si, el sondaje construido por la Dirección de Riego es explotado, aunque con caudales del orden de $2 \text{ m}^3/\text{hora}$, o sea, toda la descarga artificial es del orden de 0.6 l/s en los períodos en que el viento tiene velocidad suficiente como para accionar el sistema de captación.

E. - Volumen Embalsado

De acuerdo a lo expuesto en capítulos precedentes, el volumen de sedimentos en el acuífero de la Quebrada de Cachiyuyo es de $5.4 \times 10^7 \text{ m}^3$.

No existiendo la posibilidad de calcularlo, se ha estimado que el coeficiente de almacenamiento de este acuífero es de 10%, ya que se trata de una napa freática.

El volumen embalsado, entonces, corresponde a $5.4 \times 10^6 \text{ m}^3$, agua que se va moviendo muy lentamente hacia los sectores más bajos a todo lo ancho de la quebrada.



F.- Fluctuación de Niveles

Aunque no existen registros de la fluctuación de niveles en el área, se supone que ésta no es significativa, ya que la Quebrada Cachiyuyo recibe los aportes de los sectores vecinos, cuyas aguas subterráneas están en constante movimiento hacia la quebrada principal..

Por otra parte, la velocidad del escurrimiento subterráneo, en la Quebrada Cachiyuyo, es tan baja, que prácticamente toda el agua que recibe permanece embalsada, lo que siempre, al final, que los niveles permanecen relativamente constantes o con muy pocas fluctuaciones.

VIII HIDROGEOQUIMICAA. - Análisis Químicos

El Cuadro 8.1 representa un análisis químico realizado en una muestra proveniente del sondaje de Cachiyuyo.

CUADRO 8.1

<u>Determinaciones</u>	<u>p.p.m.</u>
pH	7.4
K, mmho. $\text{cm}^{-1} \times 10^{-3}$	3.15
Turbidez, u. formazina	0.0
Sólido total, ppm (a 105°)	1624.
Sólido disuelto, ppm	1603.
Sólido suspend., ppm	21.
Dureza total, ppm	1068.
Dureza perman., ppm	1003.
Dureza tempor., ppm	65.
HCO ₃ , ppm	79.3
CO ₃ , ppm	0.0
Cl, ppm	637.
SO ₄ , ppm	788.
NO ₃ , ppm	27.5
NO ₂ , ppm	0.015
Ca, ppm	132.3
Mg, ppm	62.2
Na, ppm	350.6
K, ppm	10.1
Fe total, ppm	n.d.
Cu, ppm	n.d.
Mn, ppm	0.08



B.- Potabilidad

El agua extraída del sondaje de Cachiyuyo presenta como características principales su altísima dureza (1.068 ppm) y su alto contenido en sólidos disueltos, cloruros, sulfatos y nitritos, calcio y sodio.

Con respecto a la norma chilena ésta agua se encuentra excedida en el contenido de las siguientes sales disueltas:

- Sólidos disueltos: el exceso llega a 287 ppm
- Sulfatos: excedido en 388 ppm
- Nitritos: exceso de 0.011 ppm

Como se puede ver, estas aguas son altamente sulfatadas y cloruradas, lo que las hace estar absolutamente fuera de las normas y por lo tanto, son ineptas para ser usadas como potables.

C.- Fuentes Contaminantes

Siendo Cachiyuyo un sector minero, es probable que gran parte del contenido disuelto en el agua subterránea provenga de las áreas mineralizadas vecinas, ayudadas con las deposiciones humanas y animales. Además, hay que considerar que, siendo las lluvias tan escasas, las aguas superficiales no alcanzan a lavar las zonas cercanas a la superficie contaminada con restos animales.

Por otra parte, según se vió en el Capítulo Hidrogeología, la velocidad de escurrimiento del agua subterránea es bajísima, lo que ayuda a que ésta aumente la concentración de algunas sustancias, presentes en el subsuelo, por un mayor contacto con ella.



IX ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

A. - Aguas Superficiales

Por existir corrientes de agua solo durante períodos de tiempo muy cortos, esta alternativa carece absolutamente de interés.

B. - Aguas Subterráneas

Como se ha visto en el Capítulo Hidrogeología, existe ya un sondaje junto al pueblo mismo de Cachiyuyo, el cual, construido como fuente de agua potable de éste, entregó un caudal de alrededor de 2 l/s.

Este sondaje fue construido en 10" hasta los 46 mts. donde habría alcanzado la roca fundamental.

No se conocen más antecedentes de la construcción del sondaje, excepto que la calidad química del agua excede con creces los máximos tolerables por la norma chilena, por lo que resulta inapta para ser utilizada como potable.



IX ALTERNATIVAS DE EXPLOTACION

El escurrimiento superficial en la Quebrada Cachiyuyo es esporádico y se produce con ocasión de las avenidas que caracterizan el sistema. Estas no han ocurrido por lo menos en los últimos 15 años.

En estas condiciones, el agua superficial evidentemente no constituye una alternativa de solución de abastecimiento.

El agua subterránea entonces, se transforma en la única fuente de agua.

En los capítulos pertinentes se ha analizado la recarga que posee el sistema subterráneo, así como el caudal subterráneo escorrente. Ambos cálculos avalan una explotación que satisfaga la demanda planteada para el pueblo de Cachiyuyo (1,9 l/s).

Para ello debe captarse agua subterránea a través de un sondeaje en la Quebrada Cachiyuyo, el cual podrá entregar un caudal de 2 l/s si intercapta el total del espesor saturado de los sedimentos depositados en la Quebrada y que constituyen el sistema acuífero de Cachiyuyo.



X CARACTERISTICAS DE LA CAPTACION

La captación recomendada ha sido construída por la Dirección de Riego (MOPT) en 1977 cuyas características principales son de acuerdo a información obtenida en terreno.

Profundidad = 46 mts.

Habilitación = cañería de fierro de 10 1/4 " $\varnothing$

Nivel Estático = 28,75 mts.

Caudal = 2 l/s

Instalación = bomba hidroneumática accionada por molino de viento. En ocasiones de viento intenso, explotan aproximadamente 0,5 l/s.



XI REFERENCIAS

- 1.- Antonioletti R., R.: Schneider S., H.: Borcosque D., J.L.: Zárate C., E. (1972).
"Características Climáticas del Norte Chico" IREN-Santiago, Chile.
- 2.- CORFO (1950) "Geografía Económica de Chile" - Fundación Pedro Aguirre Cerda, CORFO, Santiago, Chile.
- 3.- CORFO (1971) "Pluviometría de Chile" - Depto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
- 4.- Ramírez G., E. (1974) - "Análisis Probabilístico y Estadístico de Precipitaciones Máximas en 24 Horas, Totales Anuales". - Depto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
- 5.- Wood H. G. (1971) - "Estudio de Precipitaciones Anuales, Sector Copiapó-Aconcagua, Isoyetas" - Depto. Recursos Hidráulicos CORFO, Santiago, Chile.
- 6.- Heras, R., (1970) "Métodos Prácticos para el Estudio Hidrológico Completo de Una Cuenca" - Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid, España.
- 7.- Remenieras, G. (1971) - "Tratado de Hidrología Práctica" - Editores Técnicos Asociados, Barcelona, España.
- 8.- Díaz del Río, G.; Orellana Q., J. (1972) - "Hidrogeología de Area de Domeyko" - Depto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
- 9.- Dirección de Riego - Antecedentes de Sondajes, inéditos.

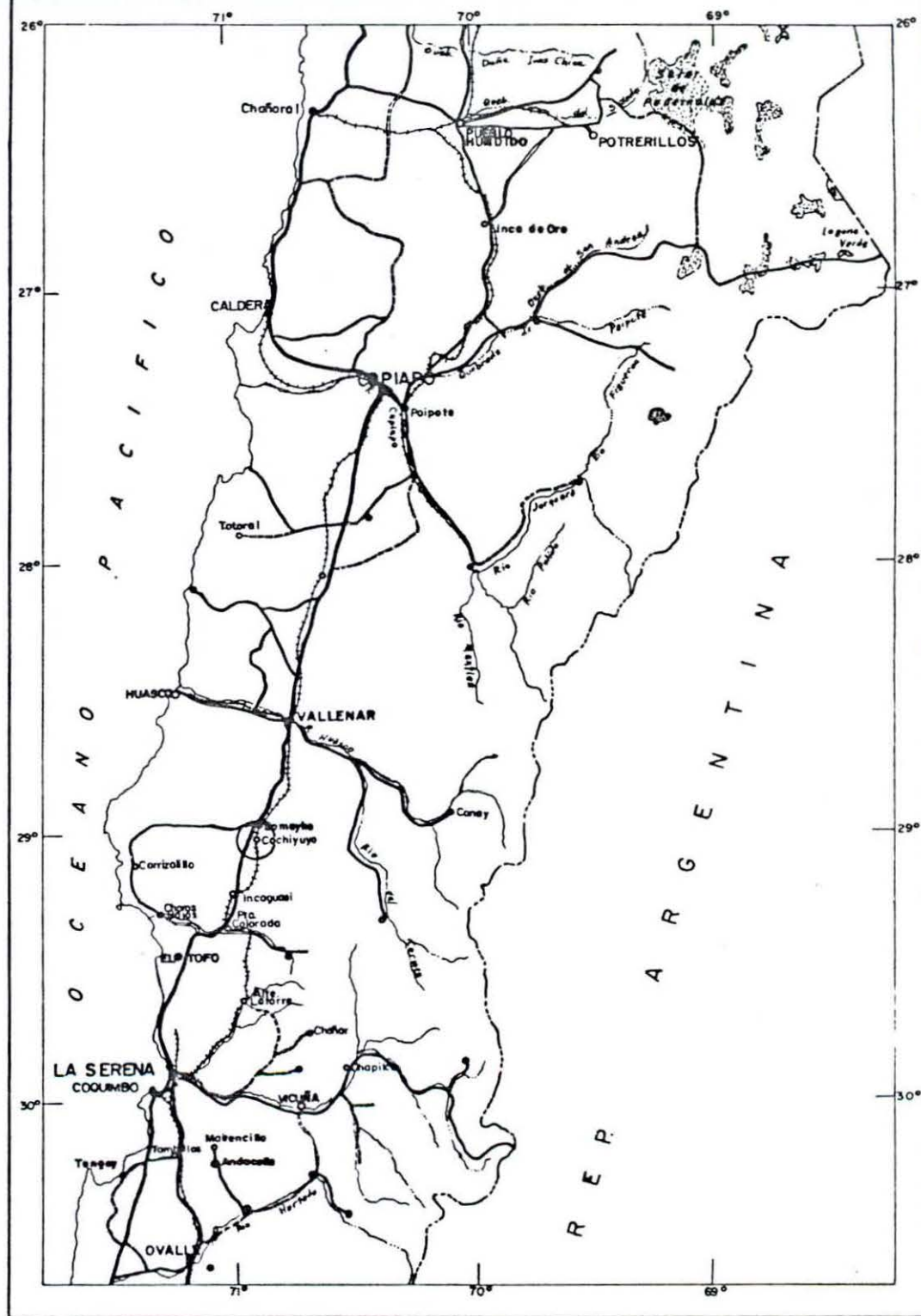


A N E X O S

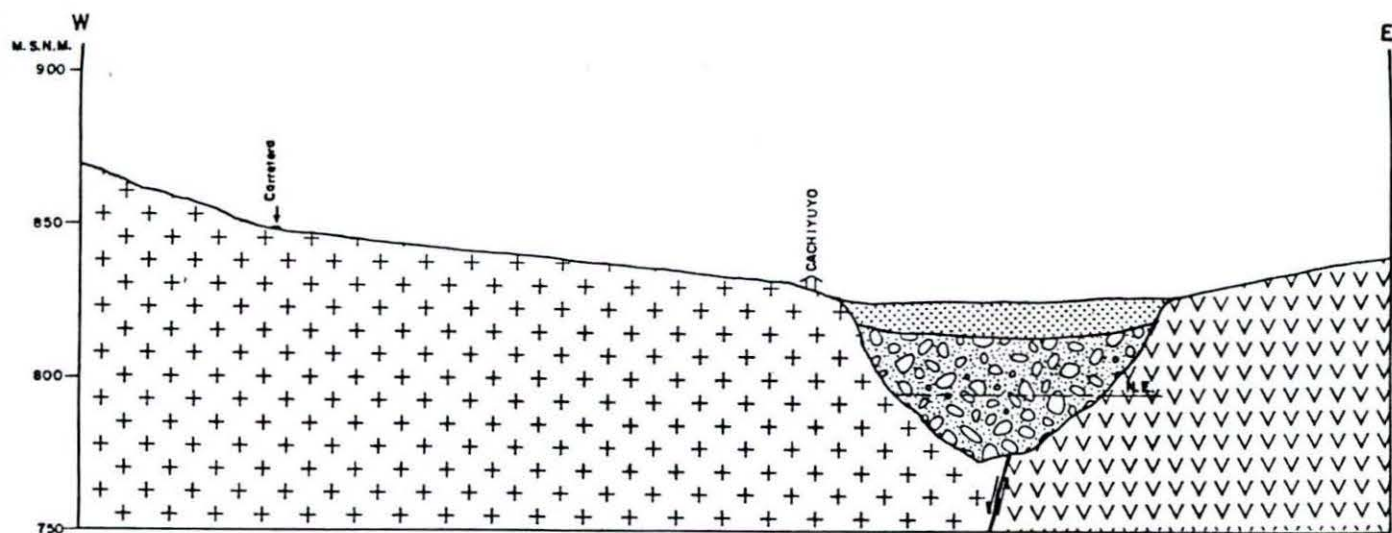
Figura I : Mapa de Ubicación

Figura II : Plano Geológico

Figura III : Perfil Geológico



AGUA	INGENIEROS CONSULTORES LTDA
	ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE CACHIYUYO



PERFIL TRANSVERSAL A - A'

Esc. V = 1:2.500
H = 1:5.000

L E Y E N D A

-  ROCA FUNDAMENTAL GRANITICA CRETACICA SUPERIOR
-  ROCA FUNDAMENTAL VOLCANICA ANDESITICA CON INTERESTRATIFICACIONES SEDIMENTARIAS MARINAS NEOCOMIANAS
-  DEPOSITOS ALUVIALES DE GRANULOMETRIA GRUESA CUATERNARIOS
-  DEPOSITOS ARENOSOS MODERNOS
-  FALLA