

U 1271

MINISTERIO DE OO. PP.
SENDOS
DEPTO. ESTUDIOS

PROYECTOS
SENDOS
BID

27 SET. 1979



INFORME HIDROGEOLOGICO DE
PUNTA COLORADA

IV REGION - PROVINCIA DE ELQUI

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



PUNTA COLORADA

I CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. - Conclusiones

- 1. - El pueblo de Punta Colorada se encuentra en la hoya hidrográfica de la Quebrada Los Choros, la cual hasta el pueblo drena una hoya hidrográfica de aproximadamente 2.655 Kms².
- 2. - No existe escurrimiento superficial permanente en la Quebrada Los Choros. Se genera escorrentía solo con ocasión de precipitaciones de extraordinaria intensidad en las partes altas de la hoya, las que tienen una probabilidad de excedencia estimada en torno al 1 a 2 %.
- 3. - Las precipitaciones para años ficticios de 50 y 80 % de probabilidad de excedencia son 70 y 33 mm respectivamente.
- 4. - Hidrogeológicamente el sistema acuífero de Punta Colorada corresponde a los sedimentos aluviales depositados en la Quebrada de Los Choros donde se ha distinguido dos acuíferos principales, uno superficial de 9 mts. de potencia y otro más profundo de 34 mts. de potencia.
- 5. - La recarga estimada es elevada para condiciones medias y depende directamente de las precipitaciones y la escorrentía, las cuales son extremadamente variables y erráticas.
- 6. - Es posible explotar un caudal de 15 l/s mediante una captación tipo sondaje de 100 mts. de profundidad, con un nivel estático de 35 mts. y un nivel dinámico de 50 mts.
- 7. - La captación señalada ha sido construida por la Dirección de Riego.
- 8. - La calidad química del agua es apta para el consumo potable.



B. - Recomendaciones

1. - Explotar agua subterránea del sistema de la Quebrada Los Choros.

2. - Para ello resulta interesante utilizar el pique profundizado que existe en Punta Colorada, denominado Pique Municipal, el cual dispone de equipo de bombeo instalado capaz de extraer 20 l/s con una altura de elevación de 50 mts. y al que le falta solo la conexión con algún sistema de energía eléctrica (generador o ENDESA).



II INTRODUCCION

A. - Antecedentes Generales

Punta Colorada se encuentra ubicado en la IV Región, Provincia de Elqui, al costado norte de la Quebrada de Los Choros, aproximadamente a 400 m. s. n. m, a 29°21' de latitud sur y 71° 01' de longitud oeste.

Se llega a Punta Colorada a través de un camino de tierra en buen estado de unos 3 Kms. que lo une a la carretera Panamericana a 87 Kms. al norte de la Serena.

La actividad principal del pueblo es la minería y la ganadería caprina.

El abastecimiento actual de agua se realiza a través de camiones algibes, pues aunque existe un pique con bomba de pozo profundo instalado, el pueblo no tiene energía eléctrica para que éste funcione.

Cada casa cuenta con un pozo negro para la eliminación de escretas.

El pueblo tiene una estación de ferrocarril y escuela, además de algunas organizaciones sociales tales como Junta de Vecinos y Club Deportivo.

B. - Objetivos del Estudio

El estudio, solicitado por el SENDOS, tiene como finalidad definir la Hidrogeología del área de Punta Colorada a fin de ubicar una posible fuente de abastecimiento para el futuro sistema de agua potable que 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 levantamientos 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) y la Hidrogeología de la Quebrada Los Choros de CORFO (1971).



III CLIMA Y VEGETACION

A. - Clima

El clima que caracteriza el área de Punta Colorada es el desértico costero con nubosidad abundante (BWn según clasificación de Koeppen).

Cabe señalar que Punta Colorada se encuentra en el sector marginal de la franja adosada a la costa que presenta este tipo de clima. Por ello, en alguna medida existe una cierta influencia del clima desértico transicional que se desarrolla hacia aguas arriba en la hoya de la Quebrada Los Choros.

El clima desértico costero se caracteriza en este caso por presentar una secuencia de nubosidad y niebla nocturna en gran continuidad en el transcurso del año, alcanzando a un promedio en torno a 50 días despejados al año.

Las precipitaciones son extremadamente variables y se registran en los meses de Junio, Julio y Agosto, siendo muy comunes días con precipitaciones inferiores a 1 mm. El promedio anual es de 70mm.

En cuanto a sus temperaturas, el clima puede calificarse como templado, puesto que todos los meses del año registran un promedio entre 10 y 20° c.; la oscilación media diaria de la temperatura es de solo 7,5° c.

B. - Vegetación

De acuerdo con la división fitogeográfica del país, Punta Colorada se encuentra dentro de la zona xeromórfica, que se extiende desde el extremo Norte del país, hasta las inmediaciones del valle del río Petorca (Fuenzalida 1950).



IV HIDROLOGIA

De acuerdo con y sobre la base de la Hidrogeología de la Quebrada Los Choros (CORFO, 1971), el volumen de agua caída en la hoya de Los Choros considerado este hasta Tres Cruces, (unos 8 Kms. aguas arriba de Punta Colorada es de $270 \times 10^6 \text{ m}^3$ al año.

El volumen de agua anterior sigue fundamentalmente tres caminos : evaporación desde la superficie del terreno, escorrentía superficial e infiltración.

En el mismo estudio citado, se calculó cada uno de estos parámetros. Así la evaporación, utilizando el método de Meyer, en función de las temperaturas y precipitaciones mensuales, ascendería a un volumen de $228,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ al año.

La escorrentía, se calcula utilizando la expresión de Berrill, con lo cual se obtiene un volumen escurrido para condiciones medias anuales de $29,3 \times 10^6 \text{ m}^3$.

La infiltración se calculó finalmente mediante un balance tentativo, el cual se entrega en el Capítulo Hidrogeología.



D. - Historia Geológica

Los profundos valles que cruzan el área, se encuentran emplazados en la zona de fractura producidas durante el Mioceno, aprovechando aquellos lugares que se presentaban más débiles al ataque de la erosión fluvial.

Desde el Mioceno, los cauces han retrabajado profundamente la zona produciendo cauces profundos y anchos y de paredes empinadas.

Durante el Cuaternario, la zona se vió afectada por las variaciones eustática del nivel del mar, las cuales produjeron diferencia en el nivel de base de los rios, lo que provocó, durante los niveles bajos, una mayor profundización de los cauces y mayor erosión en los sectores altos e intermedios; mientras los niveles altos rellenaron los valles así profundizados y permitieron el desarrollo de terrazas en los costados de éstos al volver el mar a su nivel actual.

E. - Sismicidad

La zona presenta una alta frecuencia de sismos de baja magnitud e intensidad, productos de la continua liberación de energía producida al chocar la placa oceánica de Nazca con la Continental Sudamericana.

Además, el área no presenta fallas activas ni posibles de ser activadas pues las estructuras antiguas se encuentran selladas, de modo que el riesgo es bajo.



V GEOMORFOLOGIA

A. - Relieve

Punta Colorada se encuentra ubicado en la Quebrada de Los Choros a 395 m. s. n. m.

La Quebrada Los Choros se presenta, en el sector, como una llanura de unos 1.500 mts. de ancho con pendiente suave hacia el oeste, que se encuentra limitada al norte y al sur por serranías de laderas abruptas que ascienden rápidamente hasta cotas cercanas a los 1.200 m. s. n. m, generando un relieve de alrededor de 800 mts.

Entre las alturas más importantes se encuentra el Cordón de Zapallar (1223) en el norte y el Cordón del cerro de los Borrachos (1215), en el sur.

B. - Red de Drenaje

Está representada por la Quebrada de Los Choros y sus afluentes, las quebradas Bellaca, Santa Cruz, Pelícano, Chañar, Totora, Chacras y La Junta, todas las cuales presentan una escorrentía esporádica proveniente de las precipitaciones sobre la hoya.

Todas estas quebradas se presentan rectilíneas, emplazadas en valles amplios y con confluencia en ángulo recto lo que lleva a pensar en un probable control estructural sobre ellas.

C. - Procesos Geomorfológicos

Los principales factores modeladores del relieve corresponden a procesos de origen tectónico, a través de los cuales se habría producido un movimiento de bloques que habrían dado forma a los desniveles abruptos y relativamente escalonados que conforman el área, permitiendo, además, el desarrollo de valles fluviales anchos, encajonados y de fondo plano.

Otros factores que han imprimido su sello en el modelado lo constituyen las variaciones cuaternarias del nivel del mar y el clima árido.



Las variaciones del nivel del mar permitieron, por una parte, el profundizamiento de la quebrada Los Choros, al estar más bajos que el actual y, por otra parte, al ascender, rellenaron el fondo de la quebrada con depósitos marinos en el sector cercano a la costa, y aluviales en las zonas más alta.

El clima, al provocar el escurrimiento superficial de las quebradas, sólo en ocasiones aisladas ha controlado la erosión de las cabezeras y la sedimentación de los fondos de los valles, permitiendo que éstos sean planos y con sedimentos relativamente heterogéneos.

Por otra parte la confluencia de quebradas importantes como son, Desvío de Los Choros, Bellaca y Agua Grande, prácticamente en un mismo punto o muy cercano entre si, con la quebrada Los Choros, ha conformado un extenso abanico aluvial cortado, posteriormente, por la quebrada Los Choros, lo que ha dejado al fin, como relicto, sectores aterrizados, de pendiente algo más alta que el cauce principal, e inclinadas hacia el centro del valle.



VI GEOLOGIA

A. - Geología Regional

Está conformada por rocas volcánicas con intercalaciones sedimentarias marina fosilíferas de edad Neocomiano, las cuales se encuentran intruidas, hacia el oeste, por roca granítica y granodionítica de edad Cretácico Superior. Estos dos tipos litológicos se disponen, separados por las quebradas, Desvío de Los Choros y Agua Grande, en un contacto bastante rectilíneo, lo que hace suponer que puede deberse a una falla de rumbo N S. En el Anexo II se entrega el Plano Geológico correspondiente.

B. - Sedimentos Permeables

Corresponden a los depósitos aluviales que conforman el relleno de la Quebrada Los Choros.

Punta Colorada se encuentra cercano a la confluencia de las quebradas Bellacá, Pajonales y Agua Grande con la de Los Choros, por lo tanto estos depósitos corresponden a aporte de estas 4 quebradas, entre las cuales conforman un suave abanico aluvial.

La zona ha sido explorada, a través de sondajes de hasta 100 mts. de profundidad sin llegar a la roca fundamental.

Este relleno aparece compuesto por gravas y arenas bien gradadas con intercalaciones de limo y arcilla, con contenido variable de fracciones mayores del tipo ripio y bolones.

C. - Tectónica

Las rocas Neocomianas aparecen frecuentemente plegadas en pliegues amplios de eje N S, producto de una tectónica compresiva durante el Cretácico Superior.



VII HIDROGEOLOGIA

A. - Antecedentes

En el área de Punta Colorada existen varios piques, contruidos por los lugareños y un sondaje de 90 mts. de la Dirección de Riego. Además, aguas abajo de Punta Colorada, CORFO construyó 4 sondajes, el más profundo de los cuales tiene 100 mts. cortando solamente depósitos aluviales en su perfil tal como se presenta en el anexo 4. La ubicación de es tos piques y sondajes está dada en el mapa del anexo II.

Según datos de la Dirección de Riego, el sondaje de Punta Colorada podría entregar 15 a 20 l/seg..

Los sondajes de CORFO fueron probados tiempo des pués de su construcción entregando uno, 40 l/seg. con 30 mts. de depresión, y el otro, 50 l/seg. con 24 mts. de depresión,

B. - Acuíferos Reconocidos

De acuerdo con las descripciones de los sondajes el área presenta dos acuíferos reconocidos; uno superficial, compuesto por arena, ripio y bolones, con un espesor alrededor de 9 mts. desarrollado desde la superficie. El segundo acuífero se desarrolla aproximadamente desde los 19 mts. a los 53 mts. de profundidad, y está compuesto por bolones, ripio y arena en una matriz arcillo-limosa.

Aguas abajo de Punta Colorada, otro sondaje construi do por CORFO hasta una profundidad de 146 mts., habría detectado do estos mismos acuíferos con un espesor bastante más reducido y con intercalaciones arcillosas potentes lo que estaría indicando que éstos se acuñan y engranan con material fino hacia el este. Este sondaje, además, interceptó otros niveles acuíferos, más profundos, los cuales también presentan espesores escasos de 3 a 4 mts. y con intercalaciones potentes de material fino. Estos acuíferos podría ser que tuvieran una continuidad areal similar a los de menos profundidad, pudiendo cortarse, quizás, también en Punta Colorada.



El acuífero superficial se encuentra sobreyaciendo a depósitos finos tipo limo y arcilla, con algo de ripio intercalado los cuales lo separan de aquél que se desarrolla entre 19 y 53 mts., pero no producen confinamiento a este último. Este mismo tipo de material está conformando la base del acuífero más profundo, formando el sello inferior de éste.

C. - Recarga

La recarga del sistema acuífero de la Quebrada Los Choros en Punta Colorada proviene de la infiltración de las precipitaciones de la escorrentía que se genera en las partes altas de la hoya hidrogeográfica.

De acuerdo con CORFO (op. cit), es dable suponer una recarga del orden de 390 l/seg., obtenida mediante un balance tentativo que se descompone como :

$$\begin{aligned} \text{Volumen Caído} &= 270 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año} \\ \text{Volumen Evaporado} &= 228 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año} \\ \text{Volumen Escurrido} &= 29,3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año} \end{aligned}$$

y en consecuencia por diferencia de la suma del segundo y el tercer término con el primero, se obtiene un volumen infiltrado anualmente de :

$$12,2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año} = 387 \text{ l/seg. por año}$$

D. - Movimiento

El movimiento del agua subterránea se realiza de este a oeste a través de los depósitos aluviales considerados como acuíferos.

El caudal pasante, considerando un gradiente hidráulico de 1,3 una sección de 1.000 mts. y una transmisibilidad media de $1.500 \text{ m}^2/\text{día}$, es de $19.500 \text{ m}^3/\text{día}$, o sea, 225 l/seg. como caudal constante.



E. - Descarga

La natural del agua subterránea en la Quebrada de Los Choros se produce por afloramiento en vertientes y por descarga subterránea al mar. De estos, la primera es muy reducida y prácticamente inexistente; la segunda se constituye en la más relevante.

La descarga artificial consiste en la explotación de piques y norias y sondajes como son el caso de Trapiche (para Incahuasi, Desvío Norte y Punta Colorada) y las captaciones para el mineral de El Tofo.

F. - Volúmen Rembolsado

Considerando el sector comprendido entre Punta Colorada y Tres Cruces, o sea 10 Km de quebrada, con un ancho promedio de 1.500 mts. un espesor saturado promedio de 50 mts., y estimando el coeficiente de almacenamiento en 0,10, se tiene un volumen rembolsado de $75 \times 10^6 \text{ m}^3$.

G. - Fluctuación de Niveles

Sobre la base de los antecedentes de profundidad del nivel estático en el sondaje construido por CORFO en Puntilla del Viento, es posible afirmar que a partir de 1969 ha habido, hasta el presente un constante descenso del nivel estático.

En el cuadro VII -F-1 se entregan algunas medidas que caracterizan este fenómeno.

Cuadro VII-F-1

Niveles Estáticos	
<u>Fecha</u>	<u>N. E.</u>
Jun. 1967	15,63
Dic. 1969	16,95
Feb. 1970	17,03
Dic. 1970	17,22
Mar. 1978	18,67



El descenso, del nivel estático, se produce entonces a razón de 0,20 mts. por año.

Por otra parte, no se ha detectado fluctuación estacional del nivel estático.

En general, este descenso sostenido es atribuible al déficit de precipitaciones que ha imperado sobre la zona en el último desenio.

VIII HIDROGEOQUIMICA

No se tiene antecedentes de calidad química del agua de los piques de Punta Colorada.

Sin embargo, por la proximidad del sondaje CORFO 623 a Punta Colorada, puede caracterizarse esta sobre la base de los análisis químicos que aparecen en CORFO (1971) y que se transcriben a continuación.

Cuadro 8.1

Análisis Químico en ppm.

	<u>POZO 623</u>
pH	7.6
Sólidos Disueltos	730
Ca	108
Mg	20
Na	105
HCO ₃	200
SO ₄	239
Cl	115
NO ₃	10
K	4.2
SiO ₂	22
Dureza Total	355
Dureza no carbona- tosa	188

B. - Potabilidad

De acuerdo con los análisis presentados en el cuadro 8.1, el agua de la quebrada de Los Choros cumple con las normas chilenas para agua potable, aunque si son excesivamente duras.



IX ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

En la Quebrada Los Choros, en Punta Colorada no existe escurrimiento superficial permanente y en consecuencia en aguas superficiales no pueden considerarse una fuente de abastecimiento.

En estas circunstancias, el agua subterránea se alza como la única fuente posible para cubrir la demanda planteada en 1,9 l/seg.

Tanto la recarga que pone el sistema subterráneo como el volumen de agua embalsado, unido al rendimiento de sondajes en el área, permiten cifrar un abastecimiento seguro y de buena calidad en la explotación de un sondaje.



X CARACTERISTICAS DE LA CAPTACION

La captación recomendada es aquella existente en el pueblo de Punta Colorada, unos 500 mts. hacia aguas arriba.

Esta consiste en un pique de sección cuadrada que en superficie tiene una arista de aproximadamente 1,8 mts. Su profundidad es de 36 mts.

Fue profundizado por la Dirección de Riego del MOPT. hasta 70 mts. en 12" de \emptyset y habilitado con cañería de fierro de 10" de \emptyset y van ranurado desde 36 mts. hasta 64 mts.

Posteriormente se reprofundizó hasta 94 mts., habilitándose en 8" de \emptyset .

Al término de las faenas se realizó una prueba de bombeo de 14 horas de duración, con un caudal constante de 20 l/s, con lo que provocó una depresión del nivel estático de 16 mts.

La Dirección de Riego recomienda un caudal de explotación de 15 l/s con un nivel dinámico situado a 50 mts. de profundidad con un nivel estático de 35,80 mts.



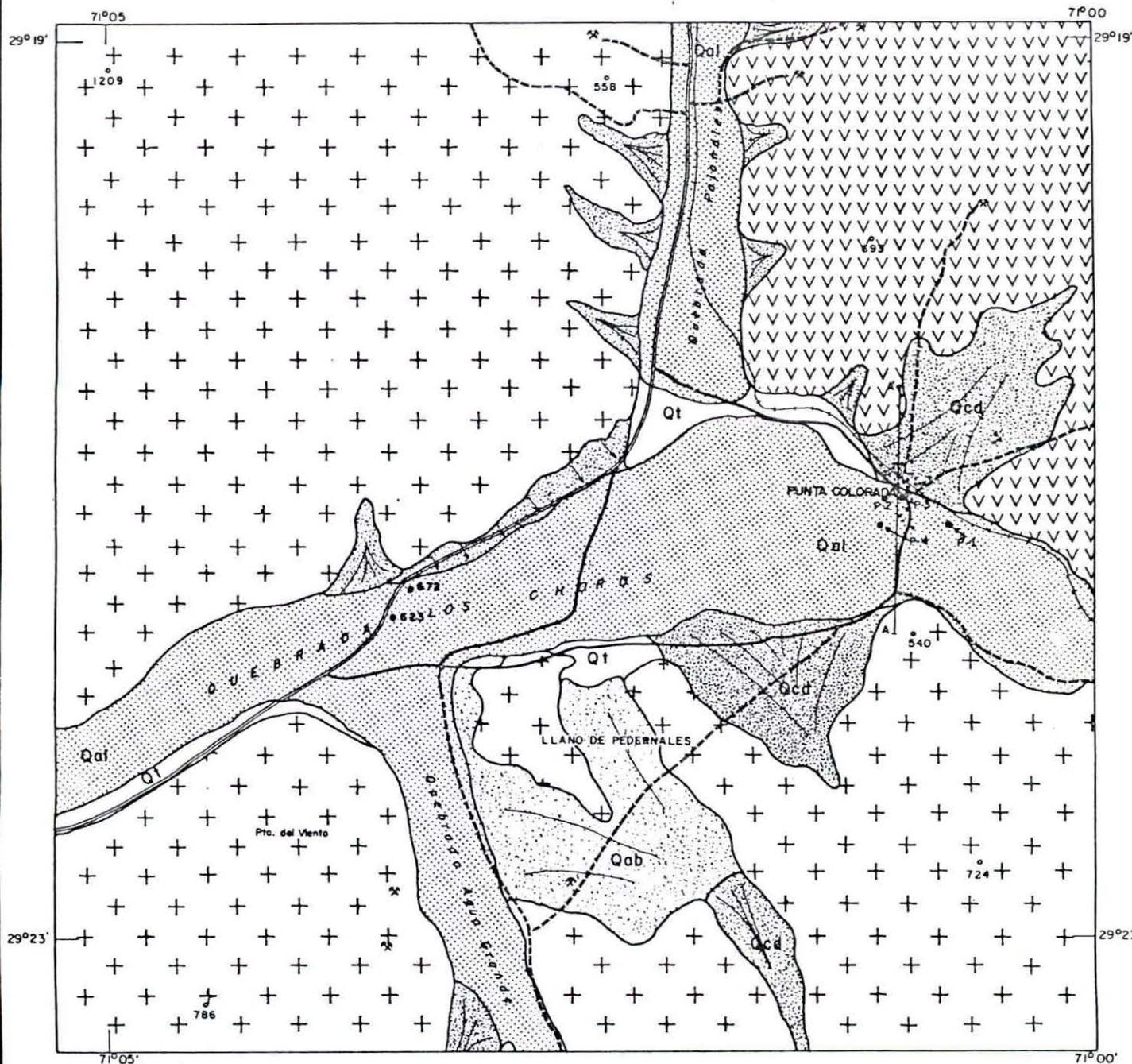
XI REFERENCIAS

1. - Antonioletti R., R. Schneider S., H.: Borcosque D., J. L. Zárate C., E. (1972)
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 ". Dpto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
5. - Wood H. G. (1971) " Estudio de Precipitaciones Anuales. Sector Copiapó- Aconcagua, Isoyetas ". Dpto. Recursos Hidráulicos CORFO, Santiago, Chile.
6. - Peralta T., F.: Díaz del Rio, G. Wood H., G. (1971) " Hidrogeología de la Quebrada Los Choros, Informe Preliminar ". Dpto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
7. - Heras, R., (1970) " Métodos Prácticos para el Estudio Hidrológico Completo de Una Cuenca ". -Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Madrid, España.
8. - Remenieras, G. (1971)- " Tratado de Hidrología Práctica " - Editores Técnicos Asociados, Barcelona, España.
10. - Dirección de Riego - Antecedentes de Sondajes, inéditos.
11. - Moscoso. D. R. (1977) " Avance Geológico de las Hojas Vallenar La Serena " IIG - Santiago, Chile.



ANEXOS

- I. - Mapa de Ubicación
- II. - Plano Geológico
- III. - Perfil Geológico
- IV. - Antecedentes de Sondajes.



LEYENDA

- | | | |
|------|--|--------------------------------------------------------|
| R.F. | | ROCAS GRANITICAS Y/o GRANODIORITICAS |
| | | ROCAS VOLCANICAS Y SEDIMENTARIAS DEL GEOLIMINAL ANDINO |
| | | Qal DEPOSITO DE LLANURA ALUVIAL |
| | | Qcd " " CONOS DE DEYECCION Y ESCOMBRO DEFALDA |
| | | Qob " " ABANICO ALUVIAL |
| | | Q1 " EN TERRAZAS ALUVIALES |

SIMBOLOGIA

- | | |
|--|---------------------|
| | CONTACTO LITOLOGICO |
| | PUEBLO |
| | CAMINOS |
| | HUELLAS |
| | SONDAJES |
| | FF.CC. |
| | PERFIL |

GEOLOGIA REGIONAL

Escala 1: 50.000

	AGUA	INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
	ESTUDIO HIDROGEOLOGICO	
	DE PUNTA COLORADA	



SONDAJE QUEBRADA LOS CHOROS

CORFO N° 623

Año Construcción = 1967

Profundidad Perforada = 100,30 mts.

Profundidad Habilitada = + 0,24 a 48,00 mts. en 12 " Ø. 47,00 a
67,00 a 10 Ø

Nivel Estático = 18,67 mts. (Marzo 1978)

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico (aprox.)</u>
10 l/s	22,0 mts.
20 l/s	26,0 mts.
30 l/s	33,0 mts.
40 l/s	40,0 mts.
50 l/s	49,0 mts.

SONDAJE QUEBRADA LOS CHOROS

CORFO N° 672

Año de Construcción = 1967

Profundidad Perforada = 73,30 mts.

Profundidad Habilitada = 67,00 mts.

Nivel Estático = 17,49 (Diciembre 1970)

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico (aprox.)</u>
10 l/s	23,00 mts.
20 l/s	32,00 mts.
30 l/s	40,00 mts.
40 l/s	37,50 mts.

