

MINISTERIO DE OO. PP.
SENDOS
DEPTO. ESTUDIOS

PROYECTOS
SENDOS
BID

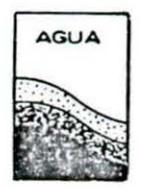
27 SET. 1979



INFORME HIDROGEOLOGICO DE
T O T O R A L

III REGION - PROVINCIA COPIAPO

ABRIL 1978.



AGUA
INGENIEROS
CONSULTORES
LTDA.



CONTENIDO

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

Anexos



T O T O R A L

I CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. - Conclusiones

- 1.- El pueblo de Totoral se encuentra en la hoya hidrográfica de igual nombre la cual drena una superficie de 2.268 Kms.².
- 2.- No existe escurrimiento superficial en la quebrada salvo con ocasión de precipitación de gran intensidad, lo que ocurre aproximadamente cada 7 años.
- 3.- Hidrogeológicamente el sistema acuífero de Totoral se encuentra enmarcado por rocas fundamentales antiguas (flanco Norte) y por sedimentos pliocénicos (flanco Sur). Está conformado por sedimentos aluviales de granulometría media y fina, del tipo grava, arena y limo.
- 4.- La recarga proviene del drenaje subterráneo del llano de Castilla, el cual mantiene el sistema acuífero en estado de saturación total.
- 5.- El caudal subterráneo escurriente en Totoral, se ha estimado en 7 l/s.
- 6.- Un sondaje construido poco aguas arriba entrega un caudal del orden de 3 l/s con un nivel estático de 2,5 a 30 mts. y un nivel dinámico de 5 a 6 mts.
- 7.- La calidad química del agua subterránea es deficiente, estando excedida con respecto a la norma chilena de agua potable en el contenido de sólidos disueltos totales, cloruros, sulfatos y nitritos.

B. - Recomendaciones

- 1.- Utilizar el sondaje "El Totoral N°4" construido por la Dirección de Riego del MOPT, que se encuentra próximo a Totoral.



- 2.- Estudiar el tratamiento químico adecuado para potabilizar el agua.



II INTRODUCCION

A. - Antecedentes Generales

Total es una comunidad agrícola-ganadera que se ubica en la Provincia de Copiapó, III Región Geográfica del país, aproximadamente a 27°54' de latitud Sur, 71°57' de longitud Oeste y a una cota de alrededor de 140 m. s. n. m., bordeando la quebrada que lleva el mismo nombre y que desemboca al mar unos 15 Kms. al Oeste del pueblo. (Ver Mapa de Ubicación del Anexo I).

La historia de Total establece que fue fundada en 1632, año en que el Virrey del Perú concedió el Valle de Total al Sr. Rosales, quien puso la primera piedra del actual pueblo. Desde esa fecha la población ha crecido lentamente, habitando pequeñas casas de adobe dispuestas desordenadamente a lo largo de su única calle, la que a la vez le sirve de nexo con el Océano Pacífico hacia el Oeste y la civilización en el Este.

La llegada a Total es a través de un camino de tierra, ripiado y en regular estado, que lo separa 45 Kms., hacia el Oeste, de la Carretera Panamericana, a 75 Kms. al Norte de Vallenar. Este camino se encuentra, en general, transitable todo el año, excepto cuando llueve, lo que ocurre cada 3 a 5 años.

Por su aislamiento y pobreza este pueblo carece absolutamente de servicios por lo que no cuenta con agua potable, electricidad, teléfono, correo, posta de primeros auxilios, carabineros ni escuela, presentando solo algunas precarias organizaciones sociales en torno a la Junta de Vecinos y el Comité Agropecuario, ambos encabezados por Don Fermín Mandiola Flores, un septuagenario que también realiza la tarea de profesor.

El abastecimiento de agua del pueblo se realiza a través de una noria ubicada unos 500 mts. hacia aguas arriba, bastante aislada de los lugares de eliminación de excretas, en su totalidad pozos negros, aunque debido a que ésta recoge las recuperaciones del riego y el nivel de aguas subterráneas se encuentra muy próximo a la superficie del terreno, contiene agua levemente salina y algunos gérmenes patógenos que producen enfermedades estomacales en la población.



B.- Objetivos de este Estudio

Este informe pretende caracterizar hidrogeológicamente el área de Totoral, con fines a definir una eventual fuente de abastecimiento para el futuro servicio de agua potable del pueblo, de acuerdo a un plan de saneamiento rural que lleva a cabo el SENDOS en cooperación con el BID.

C.- Fuentes de Información

Como fuente de información se ha usado las fotografías aéreas escala 1:70.000, del vuelo Hycon, las cartas topográficas escala 1:50.000 editadas por el Instituto Geográfico Militar, los perfiles de los sondajes construídos en la zona, datos aportados por Geografía Económica de Chile de CORFO, Pluviometría de Chile de CORFO y del levantamiento geológico del área Boquerón-Chañar-Totoral realizado por el IIG en 1964; además de observaciones tomadas en una visita al terreno realizada el 18 de Mayo de 1978 y con ocasión de otros estudios realizados por esta oficina en el área.



III CLIMA Y VEGETACION

A.- Clima

El área del pueblo de Totoral posee un clima a definir como desértico costero con nubosidad abundante (BWn según la clasificación de Koeppen) por IREN (1972).

Se caracteriza por presentar un promedio muy alto de días nublados al año, especialmente en los meses de invierno, calculándose para Totoral sobre 100 días.

Las precipitaciones son extremadamente variables y se registran principalmente en los meses de Junio, Julio y Agosto. No existe ninguna estación pluviométrica cercana, y por establecer una analogía con alguna estación cuyas condiciones de ubicación y proximidad le hicieran comparable, se ha elegido Freirina, que se encuentra a 70 Kms. hacia el Sur. Según esta estación, el promedio anual de 34 años es 37,4 mm.

En el Cuadro III-A-1, se entregan los montos de las precipitaciones, para distintas probabilidades de excedencia, según Wood (1971).

CUADRO III - A - 1

Precipitaciones

<u>P (x)</u>	<u>pp Anual</u>
5%	150 mm
20%	85 mm
50%	35 mm
80%	12 mm

Las temperaturas son relativamente templadas, encontrándose la media anual en torno a 15,8°C.



B.- Vegetación

La división fitogeográfica del país establece que el área de Totoral se encuentra dentro de la zona xeromórfica, que se extiende desde el extremo septentrional de Chile hasta las inmediaciones del Petorca.

Dominan los arbustos y cactáceos, y en la quebrada abundan el cachiyuyo y el pingo-pingo. En los lomajes circundantes es chañar, algarrobo y pastos salinos.



IV AGUAS SUPERFICIALES

La Quebrada de Totoral, en el sector cordillerano de la Costa se caracteriza por ser una zona típica de recuperaciones, es decir, el agua subterránea aflora y genera un escurrimiento superficial.

En el sector mencionado existe un escurrimiento superficial intermitente, condicionado por la ocurrencia de precipitaciones en la parte alta e intermedia de la hoya hidrográfica, y condicionado también por la profundidad a que se encuentra el nivel estático del agua subterránea, especialmente en la parte baja del llano de Castilla o Depresión Intermedia.

La quebrada "baja" (según el decir de los lugareños), es decir la escorrentía que generan las precipitaciones es tal que alcanza el agua superficial hasta el mar, cada siete años.

En la quebrada, frente al pueblo de Totoral en los meses de verano no existe escorrentía y ésta solo ocurre esporádicamente en los meses de invierno.

Por otra parte, la alta densidad de vegetación freatófita provoca un efecto estabilizador del nivel estático, impidiendo en cierta medida el afloramiento de agua subterránea en el cauce de la quebrada.

En algunas partes de la quebrada de Totoral, se han practicado sistemas de drenes rudimentarios tendientes al saneamiento del suelo, con lo cual se alimenta un pequeño caudal superficial que escurre por la quebrada.



V GEOMORFOLOGIA

A. - Relieve

Total está ubicado en la ribera Norte de la Quebrada de Total a una cota de alrededor de 140 m. s. n. m.

La Quebrada de Total ocupa, en el sector, un valle estrecho de paredes abruptas, subverticales, excavado en sedimentos continentales, pleistocenos hacia la ribera Sur, mientras en el flanco Norte, la pared es menos abrupta y excavada en rocas metamórficas.

El relieve, en la zona, alcanza su máxima expresión hacia el Norte de Total, en los cerros Veladero (796) y Escobilludo (687), los cuales desarrollan formas abruptas y empinadas que contrastan con los lomajes suaves producidos por los campos de dunas que se encuentran inmediatamente al Oeste de ellos. Hacia el Sur el relieve es menos abrupto y más bajo, con cotas máximas en torno a los 500 mts. dados por los cerros: Resbaladero Blanco (553), Peñablanca (448), La Sosita (432) y La Escoba (414).

Hacia el Este, la Quebrada de Total continúa encajonada, ensanchándose levemente, hasta el Llano de Castilla, a unos 8 Kms. de Total, donde las serranías desaparecen en gran medida dejando lugar a una extensa llanura de origen tectónico y compuesta por sedimentos aluviales.

B. - Red de Drenaje

Toda el área se encuentra drenada por la Quebrada de Total y sus afluentes, las cuales se desarrollan, en general, en forma rectilínea, emplazadas en fallas y lineamientos de origen tectónico.

La Quebrada de Total nace en el Llano de Castilla de la confluencia de las quebradas Chañarcillo, Boquerón, Algarrobal, Chuschampis y Total, todas las cuales son de origen cordillerano. Además recibe como afluentes, desde su salida del Llano de Castilla, hasta Total, a las quebradas Juan Godoy, Balados, Sapos, Guerra, Carrizo, Las Cuñas, El Loro, del Central, La Laguna y del Carbón, entre otras, conformando una hoya hidrográfica de 2.268 Kms.² y constituyendo, así, la sólida natural del Llano de Castilla.

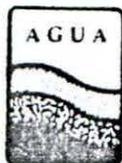


C.- Procesos Geomorfológicos

Los principales procesos geomorfológicos están definidos, por una parte, por los tipos litológicos y la tectónica, y por otra parte, por el clima.

En general, las rocas metamórficas, predominantes en el área, se presentan altamente meteorizadas, lo que las hace ser fuertemente atacadas por la erosión de los cursos superficiales, cuando escurren, y por el viento que transporta las partículas menores y que actúa constantemente en el área. Estas rocas se encuentran frecuentemente atravesadas por fallas, a través de las cuales se han desplazado grandes bloques, provocando una morfología escalonada, en la cual sobresalen algunas cumbreras abruptas. Estos planos de fallas han servido, también, para canalizar el agua que escurre superficialmente, ya que es a través de estos planos por donde se han desarrollado los valles de las quebradas.

El clima árido, por otra parte, al mantener períodos prolongados de sequía, permite que los productos de la meteorización de las rocas permanezcan in situ hasta cuando la sequía cesa, momento en el cual estos materiales son arrastrados corriente abajo produciendo fuertes acumulaciones, de material fino poco trabajado, en el fondo de los valles.



VI GEOLOGIA

A. - Geología Regional

La Geología del sector está conformada, en general, por rocas metamórficas tipo esquistos, cuarcitas, metareniscas, metacherts, filitas, pizarras y metanedesitas, de edad Paleozoico, las cuales se presentan fuertemente fracturadas y plegadas y con una foliación de rumbo NNE. Esta roca está conformando las condiciones de borde del sistema subterráneo.

En el sector cercano a Totoral, en el margen Sur de la Quebrada de Totoral, existen depósitos de bolones y ripio en una matriz areno-limosa de origen continental, que han sido datados como pleistocénicos y que podrían corresponder a sedimentos aluviales depositados durante las glaciaciones cuaternarias, pues se encuentran compactos y poco permeables.

Al Norte de Totoral, cubriendo una buena porción del flanco occidental de la Cordillera de la Costa, se encuentra un extenso campo de dunas, ya en período de erosión por los cursos de agua que drenan el área, por lo que seguramente corresponden a depósitos dejados al subir el nivel del mar, durante un período interglacial, en el Cuaternario antiguo.

B. - Sedimentos Permeables

Corresponden a los depósitos aluviales del fondo de la quebrada Totoral, los cuales en general, presentan una granulometría fina tipo arena.

Han sido reconocidos a través de cinco sondajes a lo largo de la quebrada y una noria en el pueblo.

En el sector cercano al pueblo se encuentran sobreyaciendo a los sedimentos aluviales pleistocénicos, mientras hacia aguas arriba se disponen directamente sobre la roca fundamental y con potencias que varían entre 20 mts. y 35 mts., tal como se ve en el perfil del Anexo III.



Estos depósitos están compuestos por arenas con algunas intercalaciones de gravas y algo de arcilla y limo, presentando una gran continuidad areal, pues se las encuentra tanto a la entrada del Llano de Castilla como en Totoral.

También dentro de este grupo, se encuentran los sedimentos aportados por las quebradas tributarias, los cuales son, en general, arenas mal seleccionadas y ripios subangulosos.

El volumen representado por estos depósitos corresponde a $36 \times 10^6 \text{m}^3$, considerando un espesor promedio de 30 mts., un largo de 6.000 mts. y un ancho medio de 300 mts.

El Plano Geológico del Anexo II presenta las unidades descritas.

C. - Tectónica

Las rocas metamórficas presentes en el área muestran una foliación de rumbo NNE, paralela a uno de los sistemas de fracturamiento imperante. Además se encuentran fuertemente plegadas, en pliegues asimétricos de corto período.

Toda el área se ha visto afectada por una tectónica distensiva de bloques, de posible edad Terciario, la cual provocó fallas de larga corrida de rumbo NNE y EW, las cuales provocaron una morfología en escalón al desplazar verticalmente grandes bloques, uno de los cuales, constituye la Cordillera de la Costa y otro, al bajar, formó el Valle Central o Llano de Castilla.

D. - Historia Geológica

Como se dijo en el subcapítulo Tectónica, la zona ha estado afectada por esfuerzos tensionales que provocaron la ruptura y desplazamiento de grandes bloques, posiblemente en el Terciario, los cuales habrían dado origen a la Cordillera de la Costa y al Valle Central o Llano de Castilla al ascender y bajar respectivamente. Estos bloques se movieron a través de planos de fractura o fallas en las cuales se formaron los valles que drenan la zona, aprovechando los planos de debilidad de la roca.



Durante el Cuaternario, posiblemente con niveles de mar alto, grandes acumulaciones de dunas cubrieron el sector occidental de la Cordillera de la Costa, durante un período interglacial, mientras la quebrada principal depositó su carga de sedimentos gruesos rellenando el curso inferior de su valle, seguramente en condiciones similares del nivel del mar.

Posteriormente, durante todo el Holoceno, hasta nuestros días, los cursos fluviales han erosionado los sedimentos antiguos, depositando en su lugar materiales de granulometría fina con clastos subangulosos.

E. - Sismicidad

La zona presenta una alta sismicidad, pero con movimientos de baja intensidad y magnitud que no presentan problemas a la población.

Por otra parte, no existen fallas activas ni posibles de ser activadas, ya que éstas se encuentran selladas con material intersticial, por lo que la zona presenta un bajo riesgo sísmico.



VII HIDROGEOLOGIA

A. - Antecedentes

En el anexo se presentan los perfiles estratigráficos de los cinco sondajes construídos por la Dirección de Riego en el área, cuya ubicación se presenta en el Mapa del Anexo II.

Estos sondajes fueron construídos, en general, hasta cortar la roca fundamental de modo que en la mayoría de ellos aparece expuesto todo el relleno sedimentario de la quebrada, según lo cual, éste está compuesto, principalmente, por arenas con algunas intercalaciones de ripio y arcilla.

El nivel estático en estos sondajes está muy cercano a la superficie, variando entre 0.7 m. y 2,5 m., según se ve en el Cuadro 7.1.

CUADRO 7.1

Sondaje	Profundidad (m)	Nivel Estático(m)	Caudal(l/s)	Depresión(m)
S1	30	2.05	11	13.4
S2	28	2.00	3	12
S3	40	0.70	23	14.3
S4	30	2.55	7	4
Perales	22	1.05	2.8	14.05

El Cuadro 7.1 presenta, además los caudales obtenidos en cada sondaje y las depresiones con los cuales se obtuvo ese caudal.

B. - Acuíferos Reconocidos

De acuerdo con los perfiles de los sondajes, todo el relleno de la Quebrada de Totoral está constituyendo el único acuífero de la zona.

Este acuífero está compuesto esencialmente por arenas, con algo de ripio intercalado y con una matriz de arcilla poco abundante y con potencias que varían entre 22 y 40 mts. El volumen ocupado por este acuífero corresponde a $36 \times 10^6 \text{m}^3$ con un espesor saturado, promedio, de 30 mts.



C. - Recarga

La recarga del sistema subterráneo de la Quebrada de Totoral se produce fundamentalmente en el sector intermedio de la hoya hidrográfica (Llano de Castilla).

Resulta imposible cuantificar el monto de la recarga que se produce en ese sector en atención a la ausencia de antecedentes.

De todas formas, por constituir la Quebrada de Totoral la salida subterránea natural del sistema, y encontrarse en la actualidad completamente saturado, se puede concluir que esta condición de saturación prácticamente no se ve afectada por las variaciones (aumento o disminución) de recarga que existan en el Llano de Castilla, puesto que la Quebrada de Totoral se encuentra en su condición límite (por el lado de la saturación máxima).

D. - Movimiento

El movimiento del agua subterránea se realiza de oriente a poniente, a través del relleno de la Quebrada que se ha descrito como acuífero, pues es la única posibilidad que ésta tiene, al estar limitada por el Norte con la roca fundamental, y en el Sur por los depósitos de gravas pleistocénicas que cubren esa roca, en el sector.

El gradiente de la quebrada es de alrededor de 1%; el del acuífero debe ser algo menor pues este tiende a aflorar en algunos sectores, permitiendo el crecimiento de freatófitas.

E. - Descarga

La descarga del sistema se produce, naturalmente, al fluir el agua subterránea hacia los sectores más bajos.

Usando el método del gasto específico y el ábaco de Meyer, se ha calculado la transmisibilidad del acuífero en $300 \text{ m}^2/\text{día}$.



Considerando una sección de la quebrada de 200 mts. de ancho y un gradiente hidráulico de 1%, el caudal pasante:

$$Q = T \times i \times l$$

en que Q = caudal pasante en $m^3/día$
 T = transmisibilidad en $m^2/día$
 i = gradiente hidráulico adimensional
 l = ancho de la quebrada en mts. ,

es de $600 m^3/día$ o $6,9 l/s$, expresado como caudal continuo.

Además, en el sector aguas abajo del Llano de Castilla, existe otra fuente de descarga natural en la evaporación producida por la freáticas que allí han crecido, las cuales están limitando, además, el escurrimiento superficial de la quebrada.

La descarga artificial del sistema se produce por la explotación de algunas norias, para dotar de agua a la población y para riego, por lo que, en cuanto a volumen explotado, éste es insignificante si se considera la recarga.

F. - Volúmenes Embalsados

El volumen ocupado por el acuífero, considerando desde el Llano de Castilla hasta Totoral, es de $36 \times 10^6 m^3$.

No existiendo la posibilidad de calcular los coeficientes elásticos, se ha asumido que el coeficiente de almacenamiento es de 10%, pues se trata de un acuífero freático.

Con estos valores, entonces, el volumen de agua embalsada asciende a $3.6 \times 10^6 m^3$.

G. - Fluctuación de Niveles

No existen medidas de fluctuaciones de niveles, y las únicas medidas de nivel estático corresponden a la fecha de la construcción de los sondajes, en cuya oportunidad éste se encontraba a escasa profundidad desde la superficie.



En todo caso, como se vió en el subcapítulo Recarga, ésta es constante, pues la Quebrada de Totoral es la salida natural de la gran depresión que es el Llano de Castilla, por lo que la variación del nivel de aguas subterráneas es mínima y está dada por la evapotranspiración de las freatófitas.

VIII HIDROGEOQUIMICAA. - Análisis Químicos

El Cuadro 8.1 presenta dos análisis químicos, uno de una muestra tomada en una vertiente cercana a Totoral y el otro en la noria del pueblo.

CUADRO 8.1.

Determinaciones	Vertiente p. p. m.	Noria p. p. m.
pH	7.5	7.2
K, mmho. $\text{cm}^{-1} \times 10^{-3}$	1.6	2.32
Turbidez, u. formazina	2.4	5.6
Sólido total, ppm	1149.	1753.
Sólido disuelto, ppm	1097.	1623.
Sólido suspend., ppm	52.	130.
Dureza total, ppm	480.6	694.2
Dureza perman., ppm	425.6	586.7
Dureza tempor., ppm	55.0	107.5
HCO ₃ , ppm	67.1	131.2
CO ₃ , ppm	0.0	0.0
Cl, ppm	316.0	474.0
SO ₄ , ppm	403.6	576.6
NO ₃ , ppm	17.4	12.8
NO ₂ , ppm	0.08	0.07
Ca, ppm	108.2	114.2
Mg, ppm	12.2	23.8
Na, ppm	206.5	319.0
K, ppm	6.7	8.0
Fe total, ppm	n. d.	n. d.
Cu, ppm	n. d.	n. d.
Mn, ppm	n. d.	n. d.

B. - Potabilidad

De acuerdo con los análisis del Cuadro 8.1, el agua de Totoral es dura, con un alto contenido de sulfatos y cloruros.



En relación a la norma chilena, el agua se encuentra excedida en el contenido de algunas sustancias disueltas, tal como se ve en el Cuadro 8.2.

CUADRO 8.2.

Contenido Disuelto en Exceso	Noria	Vertiente	Norma Chilena
Sólidos disuelt. ppm	1623	(1097)*	1500
Cloruros, ppm	474	(316)*	350
Sulfatos, ppm	576,6	403	400
Nitritos, ppm	0.07	0.08	0.004

* No están excedidos de la norma.

Del Cuadro 8.2 se puede deducir que el agua de la vertiente está levemente excedida en sulfatos, pero contiene 20 veces el máximo prescrito por la norma para los nitritos; en cambio, la noria entrega agua de bastante más mala calidad.

C. - Fuentes Contaminantes

Es probable que gran parte del contenido de sólidos disueltos y sulfatos del agua provenga de las áreas mineralizadas vecinas. Los cloruros se presentan en gran cantidad producto de la fuerte evaporación que afecta al sector al encontrarse el nivel de saturación muy próximo a la superficie.

El exceso de nitritos es probable que se deba a contaminación orgánica por efecto de la ganadería y vegetación.



IX ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

En la Quebrada de Totoral, al no existir escurrimiento superficial permanente, se presenta como única alternativa de abastecimiento, el agua subterránea contenida en el sistema acuífero que ésta posee.

Las norias construídas en torno a Totoral, y las casas aisladas en la quebrada, son de bajo rendimiento.

Para los efectos de satisfacer la demanda planteada (1,9 l/s) debe captarse gran parte del caudal subterráneo escurriente a través de un sondeo que intercepte la potencia total de sedimentos cuaternarios, y a través del cual será posible captar un caudal superior a dos litros por segundo.



X CARACTERISTICAS DE LA CAPTACION

La captación recomendada (sondaje), ha sido contruido por la Dirección de Riego en 1975 unos 800 mts. aguas arriba de Totoral. Sus características principales son:

Nombre = Sondaje "El Totoral N°4"
Fecha Inicio = 22.11.74, Fecha término = 6.2.75
Perforación = 20 mts. en 16" ϕ y 10 mts. en 12" ϕ
Habilitación = 20 mts. en 10 1/4" ϕ
Ranurados = De 5 a 10 mts. y de 11.5 a 16 mts.
Nivel Estático = 2.55 mts.

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico</u>	<u>Gasto Específico</u>
5 l/s	4,6 mts.	2.3 l/s/mts.
6 l/s	5,7 mts.	1.9 l/s/mts.
7 l/s	7,2 mts.	1.5 l/s/mts.
8 l/s	10,2 mts.	1.0 l/s/mts.

Del estudio de la curva de agotamiento, se estima un caudal de explotación del orden de 3 l/s.



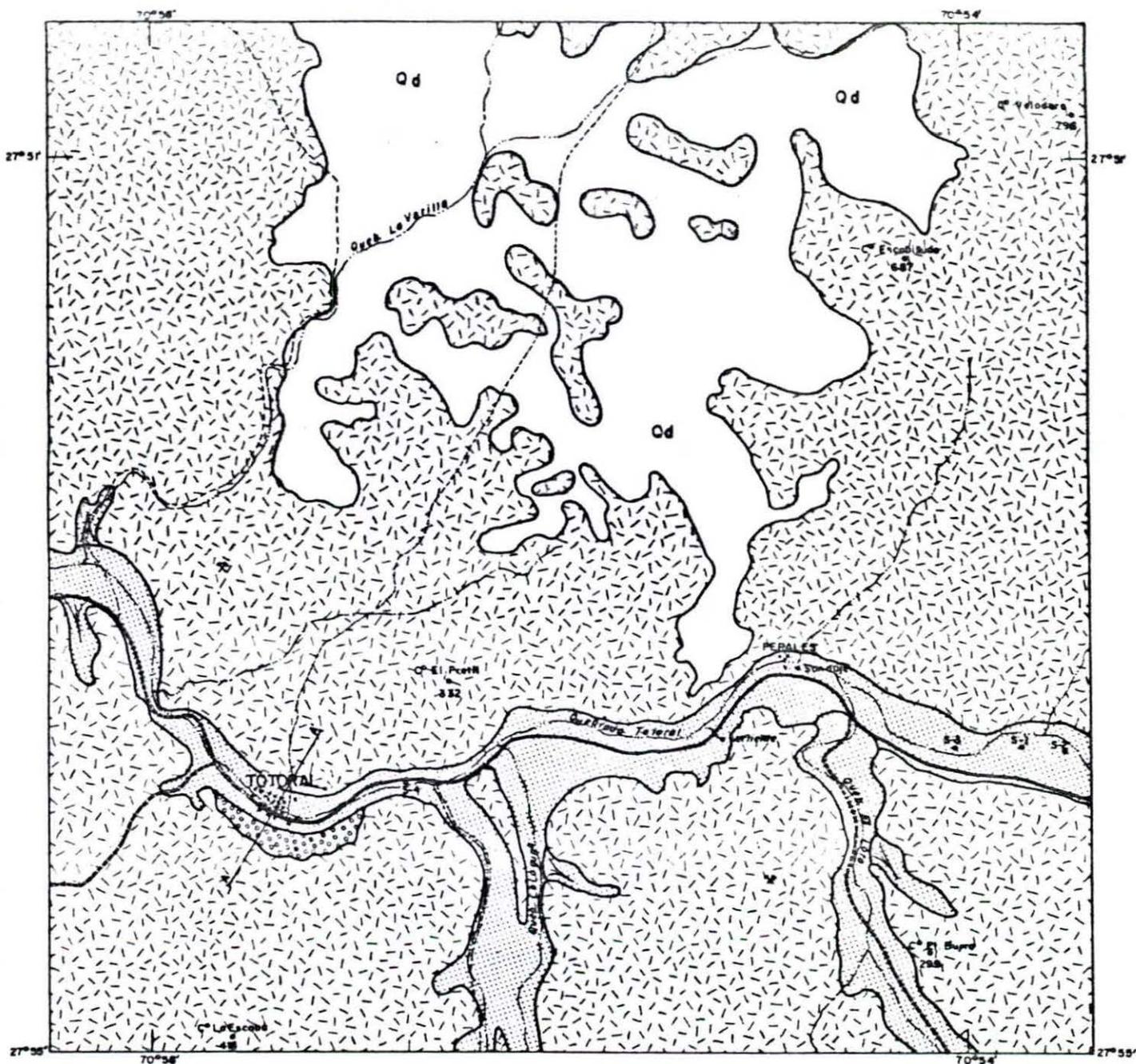
XI REFERENCIAS

- 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.- Hojas B., A. (1971) "Hidrogeología del Area de Boquerón Chañar" - Depto. Recursos Hidráulicos, 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.
- 9.- Díaz del Río, G.; Orellana Q., J. (1972) - "Hidrogeología de Area de Domeyko" - Depto. Recursos Hidráulicos, CORFO, Santiago, Chile.
- 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

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

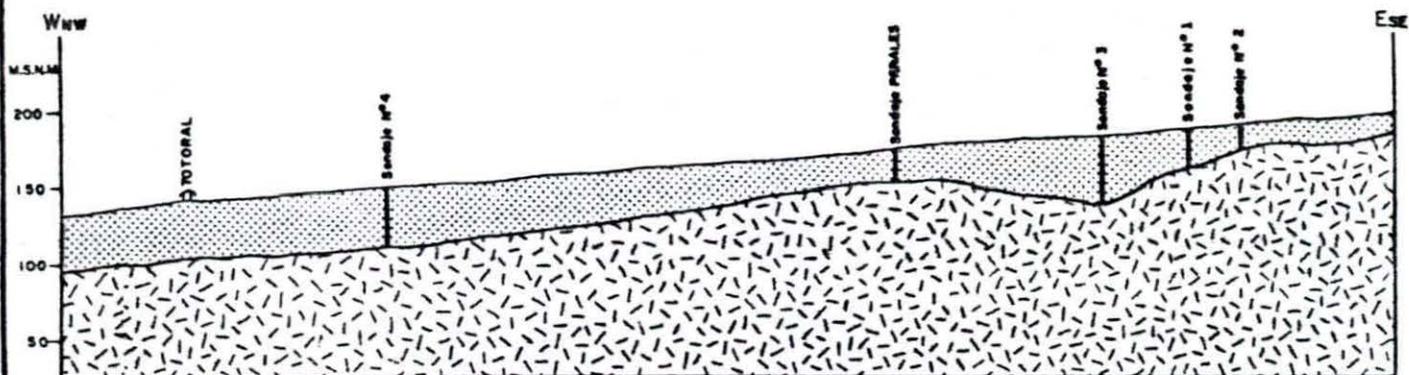


LEYENDA

- | | |
|--|--|
| <p> ROCA FUNDAMENTAL METAMORFICA: Esquistos, Filitas, Cuarcitas, Metacherts y Metandesitas.</p> <p> DUNAS PLEISTOCENICAS: Arenas eólicas compactas</p> <p>Qoa  DEPOSITOS ALUVIALES PLEISTOCENICOS: Bolones y ripio en matriz arcilla-limosa compacta</p> <p>Qol  SEDIMENTOS ALUVIALES HOLOCENICOS: Arenas finas con intercalaciones de ripio en matriz arcilla-limosa</p> <p> CONO DEYECCION</p> | <p> CONTACTO LITOLOGICO</p> <p> SONDAJES</p> <p> PUEBLOS Y CASERIOS</p> <p> CAMINO</p> <p> HUELLAS</p> <p> QUEBRADAS</p> <p> COTAS</p> |
|--|--|

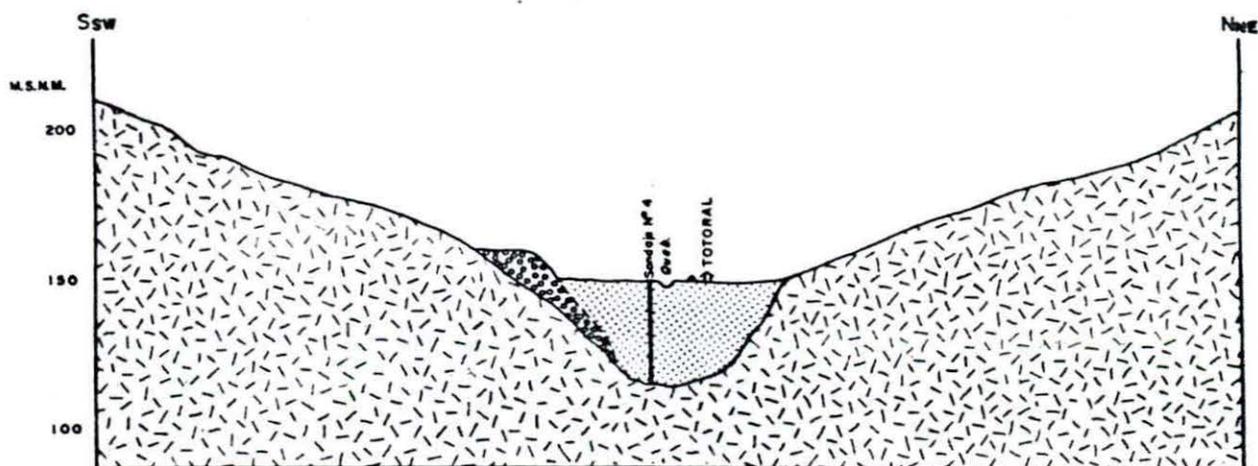
GEOLOGIA REGIONAL
Esc. 1: 50.000

 <p>AGUA</p>	INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
	<p>ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE EL TOTRAL</p>



PERFIL LONGITUDINAL DE LA Queb. TOTORAL

Esc. V. = 1: 5.000
H. = 1: 50.000



PERFIL TRANSVERSAL A - A'

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

LEYENDA

-  ROCA FUNDAMENTAL METAMORFICAS
-  SEDIMENTOS GRUESOS PLEISTOCENICOS
-  DEPOSITOS ALUVIALES

	INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
	ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE EL TOTORAL
	PERFILES ESTRATIGRAFICOS



ANEXO IV

ANTECEDENTES DE SONDAJES

CONSTRUIDOS POR LA DIRECCION DE RIEGO

Sondaje El Totoral N°1

Fecha Inicio = 16.8.72 Fecha Término = 23.5.73
Perforación = 30 mts. en 16" \varnothing
Habilitación = 24,3 mts. en 10 1/4" \varnothing
Ranurados = 1.8 a 15 mts. y 20.5 a 23.5 mts.
Nivel Estático = 2,05 mts.

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico</u>
10 l/s	10.5 mts.
11 l/s	15.5 mts.
12 l/s	19.1 mts.

Sondaje El Totoral N°2

Fecha Inicio = 12.2.73 Fecha Término = 31.5.73
Perforación = 28 mts. en 16" \varnothing
Habilitación = 21 mts. en 10 1/2" \varnothing
Ranurados = 2 a 3.5 mts.; 5.5 a 16 mts.
Nivel Estático = 2 mts.

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico</u>
3 l/s	12 mts.
3,3 l/s	18 mts.



Sondaje El Totoral N°3

Fecha Inicio = 1.2.74 Fecha Término = 27.6.74
Perforación = 24 mts. en 16" ϕ y 16 mts. en 12" ϕ
Habilitación = 28 mts. en 10 1/4" ϕ
Ranurados = 6 a 11 mts.; 13 a 16 mts.; 22 a 26 mts.
Nivel Estático = 0.70 mts.

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico</u>
15 l/s	7 mts.
17 l/s	8,5 mts.
19 l/s	10 mts.
21 l/s	12 mts.
23 l/s	15 mts.

Sondaje El Totoral N°4

Descrito en el Capítulo X.

Sondaje Perales

Fecha Inicio = 25.7.74 Fecha Término = 28.10.74
Perforación = 22 mts. en 16" ϕ
Habilitación = 16 mts. en 10" ϕ
Ranurados = 1.5 a 5.0 mts.; 9 a 15 mts.
Nivel Estático = 1.05 mts.

<u>Caudal</u>	<u>Nivel Dinámico</u>
1,4 l/s	3,5 mts.
2,2 l/s	8,0 mts.
2,8 l/s	14,5 mts.

