



ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES DE
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA y PETORCA

HIDROGEOLOGIA VALLE DE PETORCA
(Capítulo V Informe de Hidrogeología)

0733 E
5219
V.2 C.1
BIBLIOTECA
IFRN

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES DE
ACONCAGUA, PUTAENDO , LIGUA Y PETORCA

HIDROGEOLOGIA VALLE PETORCA

5219

CICA
Binnie & Partners
Hunting Technical
Services Ltda

Santiago
Junio, 1979

COMISION NACIONAL DE RIEGO	
OFICINA DE PARTES	
Nº 541	FOLIO 70
FACH: 1 JUN. 1979 92	

INDICE

- 5. - HIDROGEOLOGIA CUALITATIVA
- 5.1 Introducción
- 5.2 Geometría Acuífera
- 5.2.1 Geología de Superficie
- 5.2.2 Geología de Subsuperficie
- 5.3 Características Acuífera
- 5.3.1 Análisis de la información existente
- 5.3.2 Interpretación de pruebas de bombeo
- 5.3.3 Adopción de valores de transmisibilidad y almacenamiento regionales
- 5.4 Movimiento del Agua Subterránea
- 5.5 Profundidad del Agua Subterránea
- 5.5.1 Valle del Río Petorca
- 5.6 Fluctuación de Niveles
- 5.7 Balance Hidrogeológico
- 5.8 Reservas de Agua Subterránea
- 5.9 Captaciones Tipo
- 5.9.1 Chicolco-Angostura de Trapiche
- 5.9.2 Angostura de Trapiche- Coirón
- 5.9.3 Coirón -Angostura
- 5.10 Explotación Artificial
- 5.10.1 Agua Potable
- 5.10.2 Regadío

5. HIDROGEOLOGIA CUALITATIVA

5.1 INTRODUCCION

× De los tres valles incluidos en este estudio, Petorca es aquel que mayores limitaciones presenta para su análisis, producto de la escasa información existente. Las limitaciones no sólo provienen del escaso reconocimiento hidrogeológico a través de sondajes que posee el valle, sino a su vez de la calidad que presenta la información disponible. Sólo 31 sondajes han sido perforados en la zona, concentrándose su ubicación preferentemente en la parte baja del valle. La información tanto directa como indirecta que ellos generan debe catalogarse en general de pobre calidad. ×

× Bajo tales condiciones el estudio presenta dificultades para lograr caracterizar cuantitativamente la hidrogeología. Ello desde luego constituye la mayor limitación, que ha logrado ser levantada sólo parcialmente. ×

El acuífero formado por los depósitos aluviales, modernos del río Petorca no constituye una unidad indivisible a lo largo de todo el trayecto de éste, sino mas bien se trata de un sistema hidrogeológico, formado por fracciones más o menos independientes unas de otras. El sistema posee unos 70 km de longitud, comprendidos entre la junta de los ríos Sobrante y Pedernal y el Océano Pacífico. El espesor medio del acuífero no es superior a 10 m con un ancho que varía entre los 100 y 1.500 m encontrándose sus zonas más permeables hacia la caja del río, próximas a la superficie.

La continuidad longitudinal de este acuífero se ve interrumpida parcialmente en diversos puntos, ya sea por angostamiento del valle o bien gracias a un marcado deterioro en las cualidades transmisivas de los sedimentos permeables. Estos puntos limitan sectores de acuífero relativamente homogéneos, cuyo funcionamiento puede ser analizado en forma independiente, aún cuando forman parte integral del sistema y cualquier cambio profundo en uno de los sectores puede afectar el equilibrio general.

Al igual que en la mayoría de los valles de la zona semi-árida de Chile, la recarga del sistema acuífero se encuentra ligada primordialmente al caudal escurrente por el río.

La recarga originada por el riego es comparativamente de menor importancia. Sin embargo, en el período de riego pueden existir tramos del valle donde la recarga generada sea proporcionalmente mayor o aún exclusiva frente a otros recursos.

Las lluvias son escasas y el área de acuífero receptora reducida. Sólo existe una posibilidad de recarga directa, donde las precipitaciones ocurren sobre el lecho pedregoso del río. Las terrazas aluviales que éste ha dejado están cubiertas por una capa de suelo arcilloso que disminuye fuertemente las posibilidades de infiltración de las lluvias hacia el acuífero. Debido al régimen semi-desértico de éstas, sólo pueden derivar en recarga las más persistentes y de gran monto, que ocurren con muy baja frecuencia.

Por otra parte, si se analiza el sistema como un todo, las entradas subterráneas al acuífero tienen una importancia más bien reducida. En efecto, éstas se limitan sólo al caudal entrante en la confluencia de los ríos Sobrante y Pedernal y a los escasos aportes de las quebradas más importantes. Estos últimos son esencialmente estacionales y no sobrepasan en conjunto algunas decenas de litros por segundo.

De lo dicho se desprende que la recarga del sistema acuífero ocurre principalmente en Invierno y Primavera, para luego iniciarse un drenaje paulatino de los sedimentos, amortiguado probablemente por la influencia del regadío.

El movimiento general de las aguas subterráneas en el valle se lleva a cabo en coincidencia con la dirección del escurrimiento superficial. Si bien el río escurre bajo la sola influencia de la pendiente del talweg, el agua subterránea escurre bajo un gradiente que, aunque posee una resultante similar a la anterior, en magnitud y sentido varía localmente debido a otros factores. Estos son principalmente la topografía del substrato impermeable del acuífero y los cambios de conductividad hidráulica. Estos factores determinan, por un lado, las zonas donde se verifica el movimiento de los mayores caudales subterráneos y por otro, la magnitud de éstos. En ambos casos el gradiente se ve afectado en forma directa, observándose afloramientos de agua subterránea donde el gradiente disminuye en relación a la superficie e infiltraciones, donde éste aumenta.

La estrecha comunicación que existe entre el acuífero y el río a través de su cauce, hace que éste sea sensible al estado de saturación de los sedimentos, existiendo una tendencia constante a la nivelación de la superficie freática con el río, produciendo así infiltraciones o afloramientos de agua según el caso. Debido a ésto y a la proximidad del nivel freático a la superficie, la recarga a través del río es notablemente efectiva y no existe mayor retardo entre ésta y la respuesta del acuífero.

Considerando el sistema hidrogeológico en forma global, la descarga se realiza a través de los siguientes mecanismos. Primeramente e íntimamente ligada con la recarga, se distingue la descarga a través del río. El flujo subterráneo pasa a integrarse al caudal superficial en los lugares en que la capacidad transmisiva del acuífero disminuye, pudiendo entonces alimentar el regadío o bien finalmente perderse en el océano. Es preciso hacer notar que las aguas que abandonan el acuífero en un punto pueden entrar en él nuevamente aguas abajo, repitiéndose este fenómeno una y otra vez de acuerdo a la variación de las propiedades del acuífero.

La evapotranspiración de plantas freatófitas existentes en zonas donde el nivel freático se encuentra próximo a la superficie, interceptando el sistema radicular de los vegetales, se efectúa igualmente a expensas del acuífero. Por otro lado cierta evaporación puede existir a partir del suelo, donde la superficie freática tiende a aflorar, sin que haya escurrimiento, pues en ese caso la descarga se haría en favor de algún curso de agua superficial principalmente.

Finalmente, constituye una descarga, la explotación que se hace del acuífero a través de norias, sondajes o drenes. En el valle del Pectorca esta explotación es más bien restringida por cuanto el uso del agua se apoya preferentemente en el caudal superficial del río.

El conjunto de los tres fenómenos descritos, recarga, movimiento y descarga, actúan simultáneamente y en forma permanente, variando en su importancia relativa de acuerdo a las condiciones climáticas y la actividad humana. Actualmente se estima que existe un equilibrio, de acuerdo a las condiciones naturales del sistema, en el valle del río Pectorca.

○ 5.2 GEOMETRIA ACUIFERA

Para adquirir una visión coherente del comportamiento de un sistema hidrogeológico en todos sus aspectos naturales, es de fundamental importancia establecer su distribución en el espacio y sus propiedades físicas generales. Para este efecto el estudio debe centrarse en la ubicación de sedimentos o formaciones geológicas que presenten mayores posibilidades de contener acuíferos y delimitar estas zonas con características más favorables.

En los párrafos siguientes se hará una exposición de las unidades que ha sido posible reconocer en el valle del río Petorca y se analizarán sus posibilidades acuíferas.

5.2.1 Geología de Superficie

✕ La observación más somera permite concluir que son los sedimentos no consolidados, que tienen relación con el río Petorca, los que poseen mejores perspectivas de constituir buenos acuíferos, en vista de la ausencia, dentro de la secuencia litológica interceptada por el valle, de una roca permeable con suficiente contenido de agua. Por otro lado, hacia el Oriente de la confluencia de los ríos del Sobrante y Pedernal, las perspectivas de encontrar acuíferos de interés en los sedimentos de ambos valles es mínima, con lo cual su estudio ha sido descartado. ✕

✕ Son, por consiguiente, los fenómenos relacionados con el escurrimiento del río Petorca los que condicionarán la existencia y propiedades de los depósitos acarreados por éste y sus afluentes y, finalmente, la calidad de los acuíferos presentes en el valle. (Fig. 5.2.1) ✕

Estudios regionales demuestran que, en forma paralela, se han sucedido cambios en el nivel de base de erosión y de las condiciones climáticas, cambios que han quedado grabados en los sedimentos de relleno del valle. Por otro lado, los sondajes que han sido perforados en el valle para la extracción de aguas subterráneas, ofrecen, gracias a sus descripciones estratigráficas, una confirmación de los fenómenos mencionados. Esta última información, con todas las reservas de que pueda ser objeto, constituye el único elemento de trabajo para el análisis detallado de los sedimentos aluviales en subsuperficie. ✕

× De todos estos antecedentes se puede deducir la siguiente historia geológica para el valle del río Petorca, la cual servirá posteriormente para la interpretación y clasificación de los sedimentos contenidos en él.

Primeramente y en una época que se remonta al Terciario, en forma simultánea al paroxismo de la orogénesis Andina, un valle estrecho y profundo es labrado en la roca preexistente, aprovechando contactos litológicos, zonas de debilidad y fallas. El nivel de base lo constituye el mar a unos 100 m por debajo de su cota actual. El perfil de equilibrio alcanzado por el río en aquel entonces sirve de basamento al relleno aluvial depositado con posterioridad.

Luego y merced de una transgresión sostenida, se llevó a cabo un rellenamiento del valle hasta un nivel que se encuentra entre 100 y 200 m por encima de su piso actual, según se trate de las cabeceras del río o de su desembocadura. Esta etapa es atestiguada por una fuerte ruptura en el perfil de las laderas del valle y por algunos depósitos fósiles de conos de deyección que le están asociados (fuerte acumulación existente en las vertientes del estero Las Palmas, próxima a su confluencia con el Petorca).

Posteriormente, ya en el Cuaternario, ocurrió una regresión, que, al cabo de numerosos ciclos de avances y retrocesos del nivel del mar, alcanzó el estado actual, confiriéndole a la topografía regional su carácter aterrazado particular. De especial importancia es la oscilación que en su período de apogeo produjo una amplia terraza aluvial que se observa aproximadamente desde la confluencia con el estero Denquer (o Chicharra), a una altura de 50 a 100 m sobre el lecho actual del río. En forma contemporánea a la formación de importantes conos de deyección, todo lo cual refleja condiciones climáticas más húmedas que las actuales.

De igual importancia, principalmente por su significado hidrogeológico, es el ciclo que originó una excavación de los sedimentos pre-existentes y una posterior depositación del material aluvial que se observa en la actualidad en el fondo del valle. Esta oscilación, que es la más reciente ocurrida en la región, es atribuible al último período glacial (Wurm).

De lo dicho anteriormente resulta que los sucesivos avances y retrocesos del nivel base de erosión, tuvieron por consecuencia una depositación o removilización de los sedimentos del valle tendiente a adaptar el perfil hidrológico del río a las nuevas condiciones y ésto en forma armónica con los recursos de agua superficial disponibles en la cuenca, los cuales han variado de acuerdo a las condiciones climáticas existentes. El análisis de los sedimentos resultantes de estos procesos se limi-



FIG. 5.2.1.a

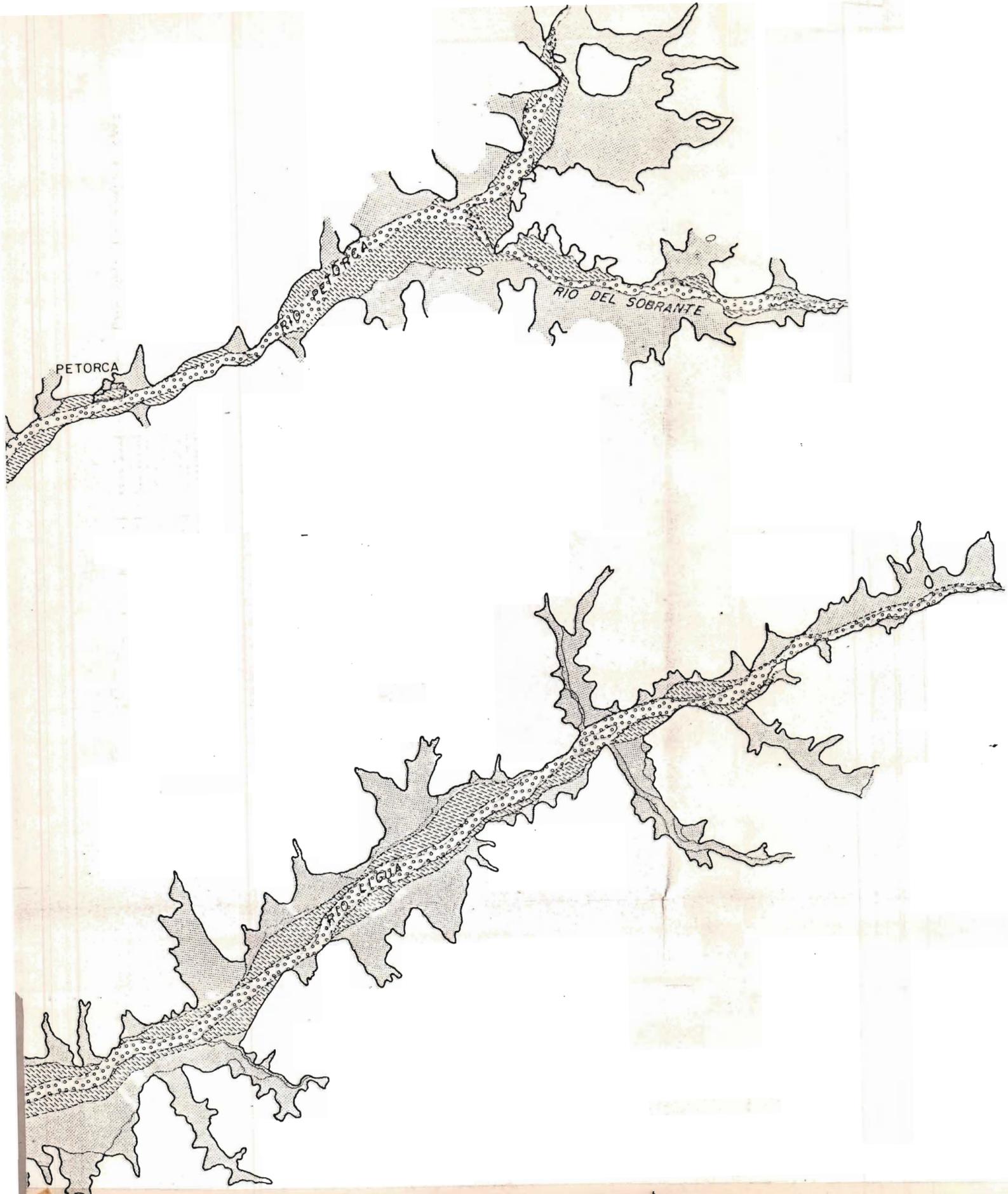
HTS CICA B&P

MAPA GEOLOGICO DE LOS RELLENOS CUATERNARIOS
DE LIGUA Y PETORCA

Nº 02 - G - 160 a

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
Nivel factibilidad V Región



LEYENDA

- 

ARENAS MEDIAS CON UNA FRACCION GRAVILLENTA SUBORDINADA Y MATRIZ LIMOSA ESCASA QUE SE CIRCUNSCRIBEN AL LECHO DE LOS RIOS LIGUA Y PETORCA, ADEMAS DE ALGUNAS AREAS PROXIMAS A LOS MISMOS.
- 

SEDIMENTOS DE IGUAL GRANULOMETRIA A LOS ANTERIORES QUE SE PRESENTAN ATERRAZADOS Y CUBIERTOS EN SUPERFICIE POR LIMOS ARCILLOSOS
- 

DEPOSITOS DE GRANULOMETRIA HETEROGENEA ABUNDANTEMENTE ARCILLOSOS QUE SON APORTADOS POR LOS CURSOS TORRENCIALES TRIBUTARIOS A LAS ESTRUCTURAS DE LIGUA Y PETORCA
- 

CAMPO DE DUNAS Y ARENAS LITORALES
- 

AREAS DONDE A PROFUNDIDAD SE EMPLAZAN LAS CUNAS ARCILLOSAS MARINAS DETECTADAS EN LOS VALLES DE LIGUA Y PETORCA
- 

AREA DONDE LOS DEPOSITOS TANTO DEL LECHO COMO DE AREAS CERCANAS AL RIO LIGUA - PRESENTAN CONTAMINACIONES ARCILLOSOS BASTANTE CONSIDERABLES
- 

CONTACTO APROXIMADO ENTRE LAS UNIDADES

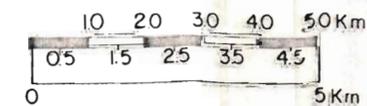


FIG. 5.2.1. b

HTS

CICA

B&P

MAPA GEOLOGICO DE LOS RELLENOS CUATERNARIOS DE LIGUA Y PETORCA

Nº 62 - G - 100 b

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA Nivel factibilidad V Región

tará únicamente a los materiales depositados por el río Petorca, sin tomar en cuenta valles y quebradas tributarios.

5.2.2 Geología de Subsuperficie

PROAS en su estudio realizado en 1968 define dos tipos de sedimentos:

- a) Sedimentos Cuaternarios Antiguos
- b) Sedimentos Cuaternarios Recientes.

Esta terminología ha sido adoptada en el presente análisis, con la salvedad de que en a) pueden estar incluidos depósitos anteriores al Cuaternario, es decir fines del Terciario.

5.2.2.1 Definición y Descripción de Unidades

De acuerdo a lo que se ha visto anteriormente, se considerará como sedimentos Cuaternarios antiguos aquellos que sean anteriores a la última glaciación, esto es, del período Wurm. Estos reúnen, por lo tanto, aquellos depósitos aterrizados o suspendidos por sobre el Talweg y los que se encuentran subyaciendo a los sedimentos cuaternarios recientes. El límite entre éstos y aquellos es frecuentemente difícil de precisar, aún cuando no debe encontrarse a más de 30 a 40 m por debajo del lecho del río en la zona de la desembocadura y 10 a 20 m en los primeros tres cuartos del valle.

La separación se ha efectuado sobre la base de criterios granulométricos, por lo cual se comprenderá que los límites establecidos, no son necesariamente precisos.

La relación que existe entre ambas unidades cronológicas puede apreciarse en los perfiles geológicos de la figura 5.2.2.1.

- a) Sedimentos Cuaternarios Antiguos

Los depósitos antiguos se encuentran abundantemente representados a lo largo del valle y han sido interceptados con frecuencia por los sondajes practicados en él.

Desde el nacimiento del río Petorca a la cota 650 m.s.n.m. hasta la angostura de Trapiche, a 50 m.s.n.m. y a partir de los 10 a 15 m de profundidad aproximadamente, se han identificado sedimentos interstratificados heterogéneos compuestos por proporciones variables de arcillas y arenas pudiendo presentar intercalaciones con bolones y ripio a través de todo el espesor, hasta el basamento rocoso. Este último se encuentra a profundidades que pueden superar los 130 m como ocurre en la confluencia de los ríos del Sobrante y Pederal en el nacimiento del río Petorca. En este lugar, efectivamente, la intersección de una serie de importantes fallas origina una profunda erosión y/o subsidencia del sustrato rocoso y la consiguiente acumulación de un considerable espesor de sedimentos (130 a 140 m). El tipo de sedimentos descritos, a pesar de la escasez de información se puede afirmar que mantiene características similares a lo largo del valle hasta la zona de la angostura de Trapiche. En la confluencia con quebradas y esteros es dable suponer en profundidad una mayor proporción de finos, así como localmente pueden existir sedimentos lagunares de espesor más bien reducido, aguas arriba de quebradas importantes en zonas estrechas del valle, debido al bloqueo temporal que las creces más importantes pueden haber provocado.

Desde la confluencia del río Petorca con el estero Denquer, el valle del Petorca evidencia un notable ensanchamiento de su estructura general, aún cuando el río mismo fluye encajonado por su costado Norte. Este valle secundario actual fue entallado durante la última regresión marina de importancia (Wurm), en lo que constituía un antiguo lecho del río, de unos 4 kms de ancho y 50 a 100 m sobre el nivel actual.

El material que conforma la plataforma aterrazada así como aquél que se encuentra bajo los depósitos recientes del curso actual del río, pertenecen a los sedimentos antiguos, cuyo origen puede ser tanto marino como continental (fig. 5.2.2.1).

La composición de estos sedimentos es predominante arcillo-arenosa, con frecuentes intercalaciones más gruesas, de ripio y bolones. La magnitud de estos sedimentos y su granulometría indican que los caudales que los originaron fueron más importantes que los observados actualmente en el Petorca. Aún cuando no se han identificado estratos marinos fosilíferos, no es improbable que la influencia del océano se haya hecho sentir algunos kilómetros tierra adentro, al menos localmente. Algunas capas de arcillas y limos de cierta relevancia permiten pensar igualmente que fueron depositadas en un ambiente estuarial o pantanoso. Es por lo demás probable un origen com

CORTES GEOLOGICOS DEL VALLE DEL RIO PETORCA

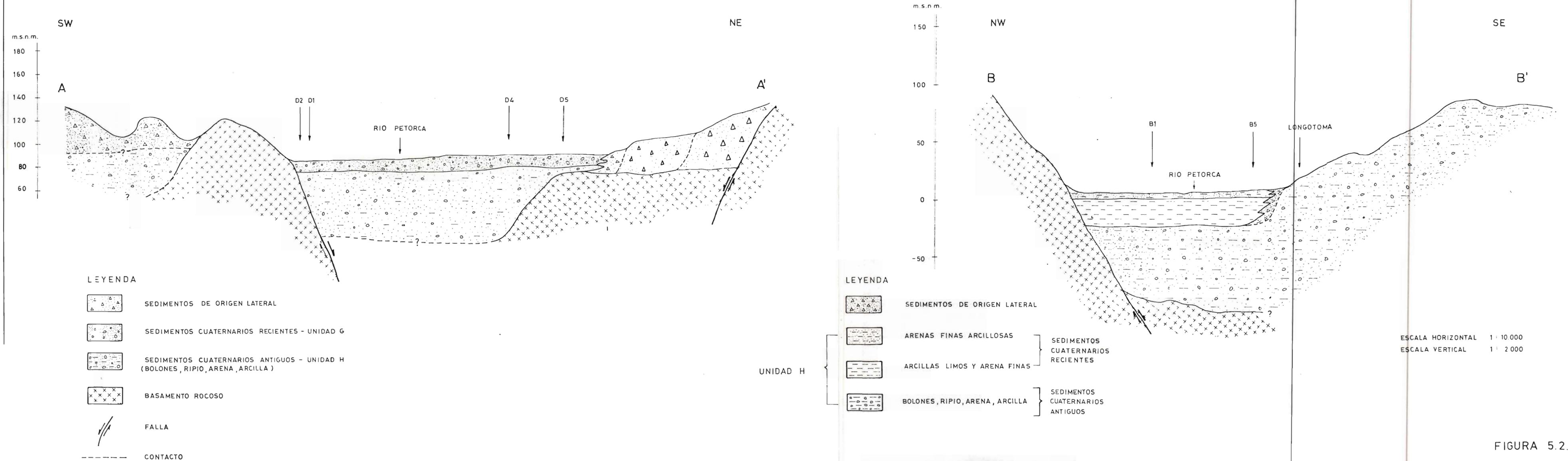


FIGURA 5.2.2.1

plejo de estos depósitos, que pueden ser debidos a varios ciclos se
dimentarios.

Bajo el piso del valle moderno, desde la angostura de Trapiche aguas abajo, el límite entre sedimentos antiguos y recientes se encuentra a no más de 25 a 30 m de profundidad. Ese es el nivel de erosión más bajo alcanzado por el perfil hidrológico del Petorca en el momento del máximo de la regresión durante la última oscilación experimentada por el nivel del mar (período Wurm).

Los depósitos antiguos presentan un cierto grado de cementación y compactación y con frecuencia aparecen alterados. Por otra parte y debido a una baja en la capacidad de transporte del río, se puede constatar una disminución de la fracción gruesa en el último tramo descrito.

b) Sedimentos Cuaternarios Recientes

Estos depósitos están circunscritos a la fracción superficial del relleno aluvial existente en el valle y cubren aproximadamente todo el fondo de éste. Tal como se vio con anterioridad, ellos sobreyacen los sedimentos antiguos, su depositación data de comienzos de la última transgresión marina, que llevó el nivel del mar hacia su posición actual. Fenómenos particulares ocurridos en la zona próxima a la costa, condicionan una división de esta unidad en dos sectores, que serán analizados por separado a continuación.

Chincolco - Coirón

En este tramo, los sedimentos poseen una potencia no superior a los 15 m y presentan una zonación longitudinal desde el nacimiento del río Petorca hasta el caserío de Coirón. Esta zonación continúa por lo demás en dirección de la costa, más allá de este último lugar. Los cambios que se operan en los sedimentos son fundamentalmente causados por la evolución de la pendiente del río y por la distancia recorrida por éstos. De esta manera, en la parte alta del valle los depósitos aluviales son granulométricamente dispares y su grado de redondez es relativamente bajo. Por otra parte, están compuestos por interestratificaciones irregulares de poca continuidad tanto vertical como horizontal de material detrítico ripio-arenoso, con bolones y una componente limo-arcillosa variable, que está prácticamente ausente en el lecho mismo del río y que es, en general de importancia menor, aún cuando tiende a aumentar en profundidad.

Esta situación varía progresivamente desde Chincolco, donde el río fluye bajo una pendiente de 1.5 por ciento, hasta llegar a Coirón, donde ésta es de 0.5 por ciento. Simultáneamente se constata una tendencia al redondeamiento y a una reducción en tamaño de la fracción más gruesa. Localmente, en los lugares de tributación de las quebradas, existe una alteración de este esquema debido a los aportes altamente heterogéneos de éstas, que vienen a interdigitarse con los depósitos del valle.

Coirón - Desembocadura

En este tramo dos fenómenos condicionan la distribución y características de los sedimentos recientes. En primer lugar, el brusco descenso de la pendiente del río que pasa de 0.5 por ciento a 0.25 por ciento y luego a 0.06 por ciento reduce en forma drástica la capacidad de transporte del río, con lo cual la fracción limo-arcillosa aumenta hasta constituir buena proporción de los sedimentos.

Por otra parte y tal como se ha constatado en los sedimentos de las desembocaduras de los ríos La Ligua y Aconcagua, existe a poca profundidad una intercalación arcillosa que se acuña hacia el Oriente, aproximadamente a 9 km de la costa (fig. 5.2.2.2). Su composición, 4 km tierra adentro es esencialmente arcillo-limosa, con un contenido variable de arena fina y algunas intercalaciones arenosas y fosilíferas (sondaje B1 - 32°20' - 71°20').

El origen de estos depósitos está en el inicio de la última transgresión, a la cual ya se ha hecho mención y que después de originar la sedimentación de material relativamente grueso, con una línea de costa al poniente de la actual, hizo ingresar al mar valle adentro en repetidas ocasiones, creando en éste condiciones estuariales a deltaicas, con frecuencia en ambiente reductor (limos negros). Simultáneamente valle arriba, proseguía una sedimentación aluvial similar a la actual. De esta manera se formó un paquete de sedimentos finos, los cuales, cerca de la costa actual, presentan una potencia estimada de una treintena de metros en Concón que se reducen a 10 o 15 m en el área de Longotoma y que terminan por acuñarse en una zona de transición a unos 9 kilómetros del mar hacia aguas arriba.

Al amortiguarse el ritmo de la transgresión, el río volvió a ganar el terreno perdido hasta llegar a su posición actual, depositando en estos lugares nuevamente sedimentos francamente continentales que actualmente tienen 5 a 8 m de espesor.

5.2.2.2 Acuíferos Reconocidos

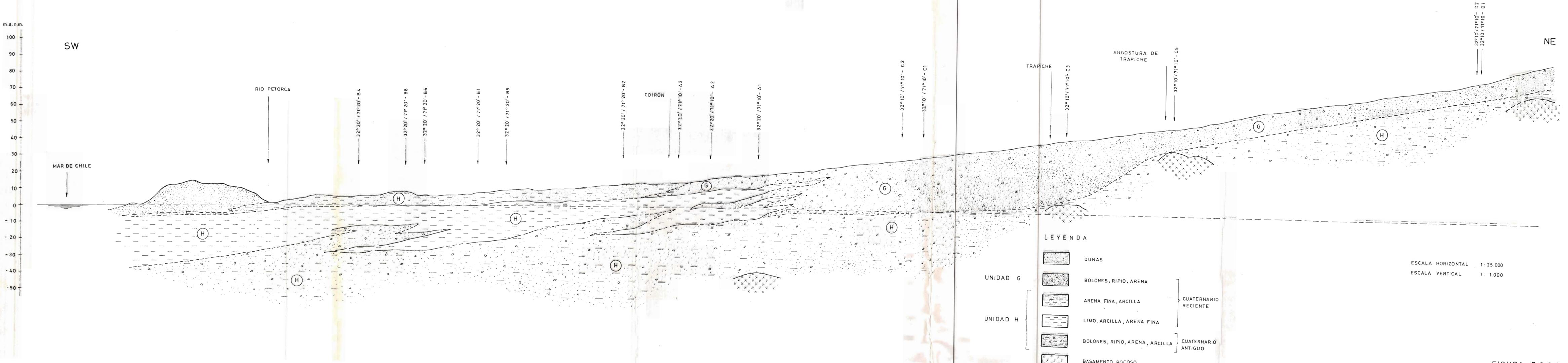
Los sedimentos antiguos, debido a su alto contenido de arcillas y limos y a su grado de consolidación, son por lo general, acuíferos pobres, aún cuando pueden ser explotados en pequeña escala al estar saturados. Con frecuencia pueden existir acuíferos en presión a causa de las interestratificaciones arcillosas confinantes. Por otra parte, en la región costera, donde existen importantes acumulaciones detríticas por encima del piso del valle moderno, pueden presentarse algunos niveles acuíferos colgados, pero siempre de escasa importancia. Sólo en la zona de contacto con los depósitos recientes existen sedimentos con mayores permeabilidades aún cuando éstos pueden pertenecer ya a esta última unidad.

La capa de sedimentos finos arcillosos que se encuentra hacia la base de los sedimentos recientes no presenta ningún atractivo como acuífero y por lo tanto será considerada, en conjunto con los sedimentos antiguos del fondo del valle como pertenecientes a una unidad poco permeable o francamente impermeable. Esta es la unidad H de la figura 5.2.2.2 y que puede ser comparable a la unidad F descrita para el valle del río La Ligua.

Los sedimentos aluviales recientes, en su fracción permeable, conforman la unidad G, análoga a la unidad E del Ligua.

Estos sedimentos, que son los más superficiales, puesto que se sitúan en los primeros 5 a 30 m del relleno aluvial del valle, constituyen al mismo tiempo el acuífero de mejores características aún cuando éste se deteriora en forma notable en la región costera, quedando completamente obliterado por sedimentos finos a la altura de Longotoma (Fig. 5.2.2.2).

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL VALLE DEL RIO PETORCA



LEYENDA

[Symbol]	DUNAS	
[Symbol]	BOLONES, RIPIO, ARENA	CUATERNARIO RECIENTE
[Symbol]	ARENA FINA, ARCILLA	
[Symbol]	LIMO, ARCILLA, ARENA FINA	CUATERNARIO ANTIGUO
[Symbol]	BOLONES, RIPIO, ARENA, ARCILLA	
[Symbol]	BASAMENTO ROCOSO	

ESCALA HORIZONTAL 1: 25 000
 ESCALA VERTICAL 1: 1.000

FIGURA 5.2.2.2

5.3 CARACTERÍSTICAS ACUIFERAS

5.3.1 Análisis de la información existente

Atendiendo a la densidad de antecedentes disponibles, las características elásticas se han abordado en forma estimativa entre la junta de los ríos Pedernal y Sobrante y el poblado de La Canela, basándose principalmente en las condiciones sedimentológicas y de ambiente geológico del relleno. En esta parte del valle no existen sondajes habilitados y sólo existen norias y drenes que se utilizan tanto para regadío como para suministro de agua potable. Algunas de ellas han sido identificadas y sirvieron de apoyo para la definición de la superficie freática; sin embargo no son aptas para efectuar pruebas de bombeo confiables, por lo que se desestimó su realización.

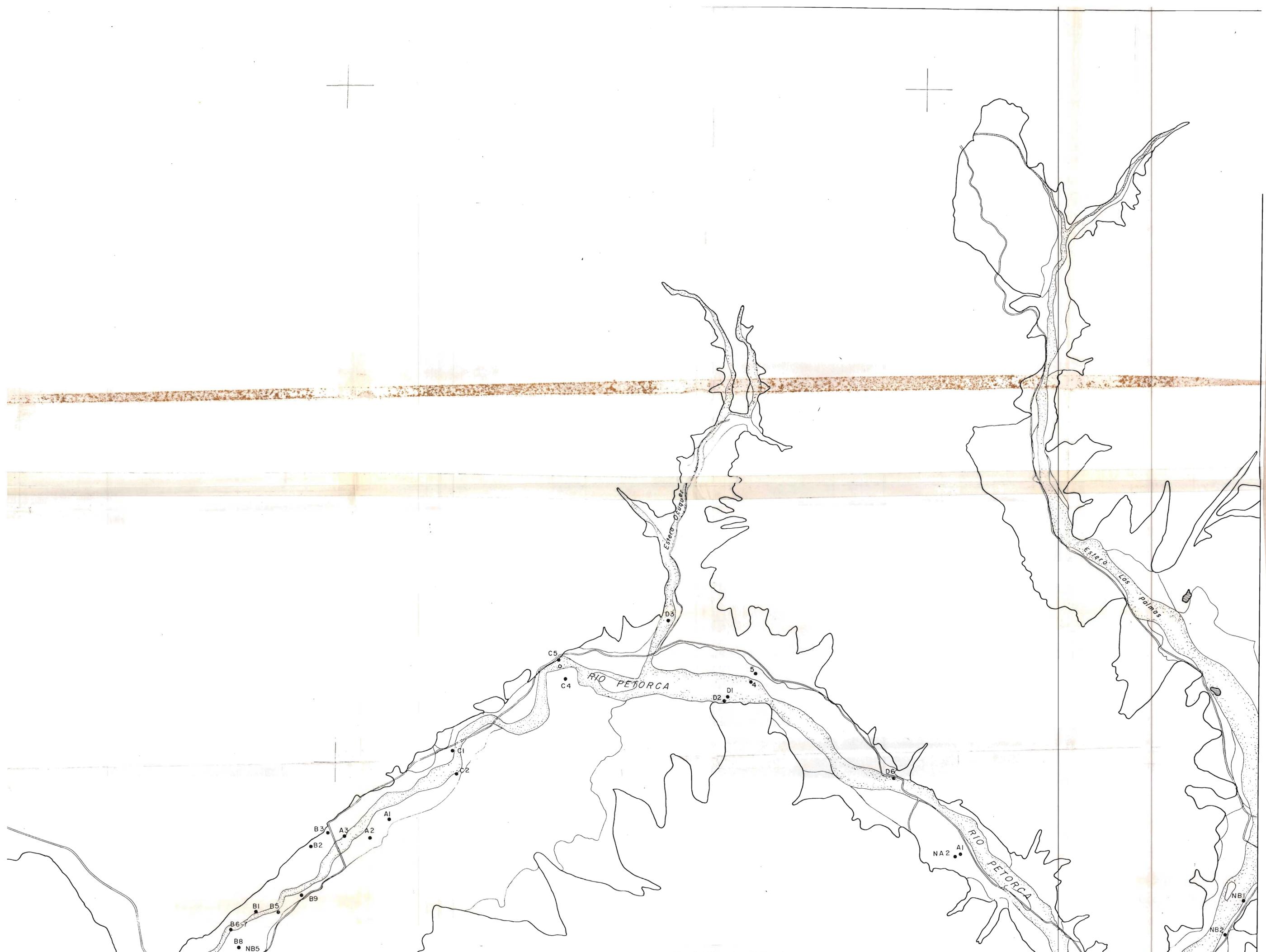
Aguas abajo de La Canela, de los sondajes en uso, sólo posible obtener antecedentes confiables de pruebas de bombeo en 4 de ellos. De éstos, únicamente el sondaje CORFO 286 (32°20' - 71°10', A-2) posee una prueba realizada con miras a definir la transmisibilidad del acuífero explotado. En el resto de los sondajes se posee antecedentes de pruebas conducentes principalmente a definir, en forma generalizada, el rendimiento de los sondajes. Pese a ello; es posible alcanzar valores de transmisibilidad aceptables (método de Rex Meyer). La ausencia de estaciones de bombeo ha impedido la determinación del coeficiente de almacenamiento.

5.3.2 Interpretación de pruebas de bombeo

Básicamente se ha recurrido a dos métodos de análisis para la interpretación de los antecedentes de pruebas de bombeo sin el apoyo de sondajes de observación.

Jacob ha sido el método de cálculo más profusamente utilizado tanto en la etapa de bombeo como recuperación.

A su vez el método de Rex Meyer para gasto específico nulo ha servido para analizar aquellos sondajes cuyos únicos antecedentes son la curva de agotamiento o pruebas de gasto variable, de duración excesiva corta. No se ha corregido a través de Sternberg los valores obtenidos, considerando que la generalidad de los sondajes son totalmente penetrantes.



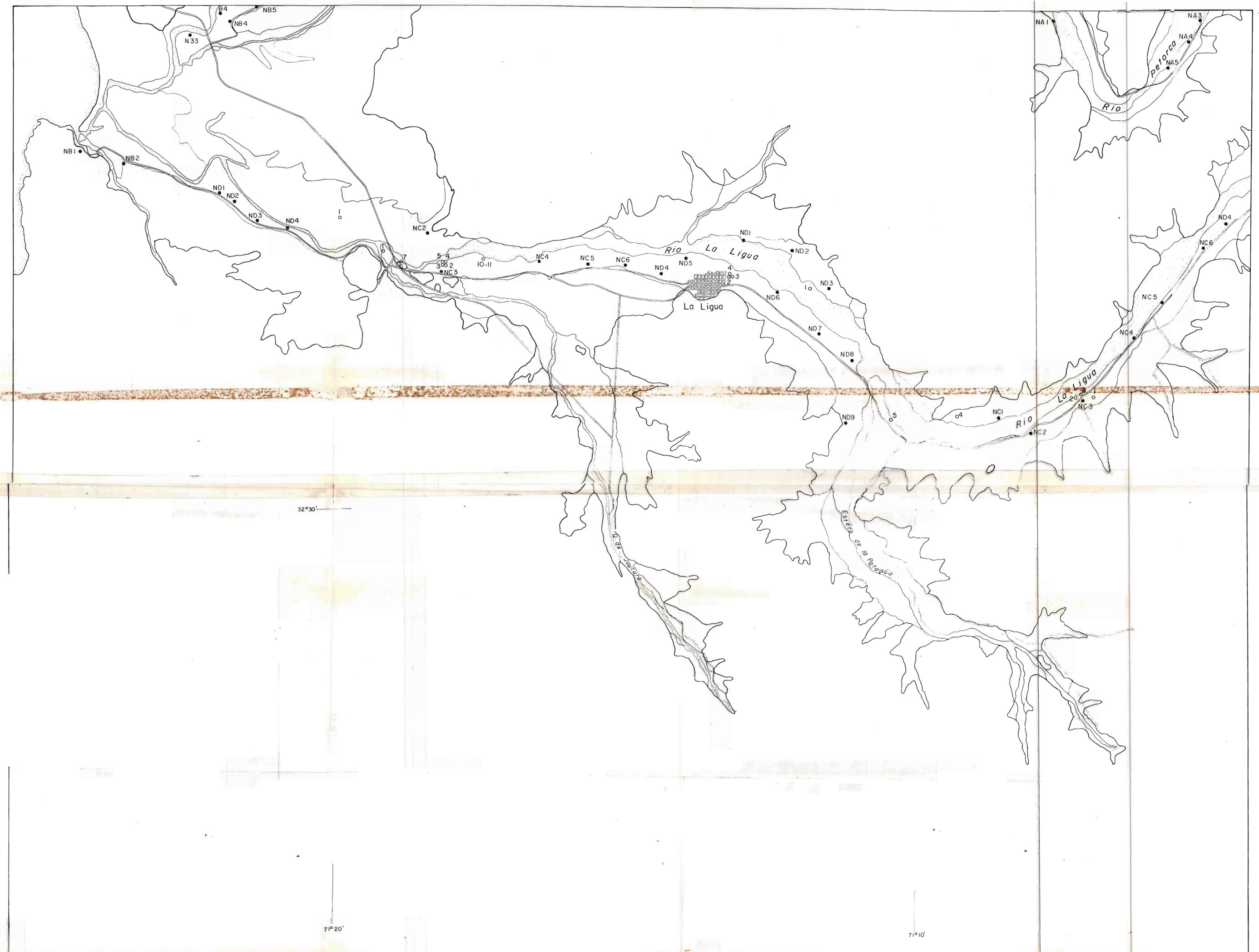
HTS CICA B & P

Proyecto	P. Palezcek	Plano N°	02-L-162 c
Jefe Unidad	A. Hojas	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Abril 1979
Dibujo	V. Bebin C. J.C.V.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR	C.N.R.	V° B°	OBS

UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS
EN LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA



32°30'

71°20'

71°10'

HTS

CICA

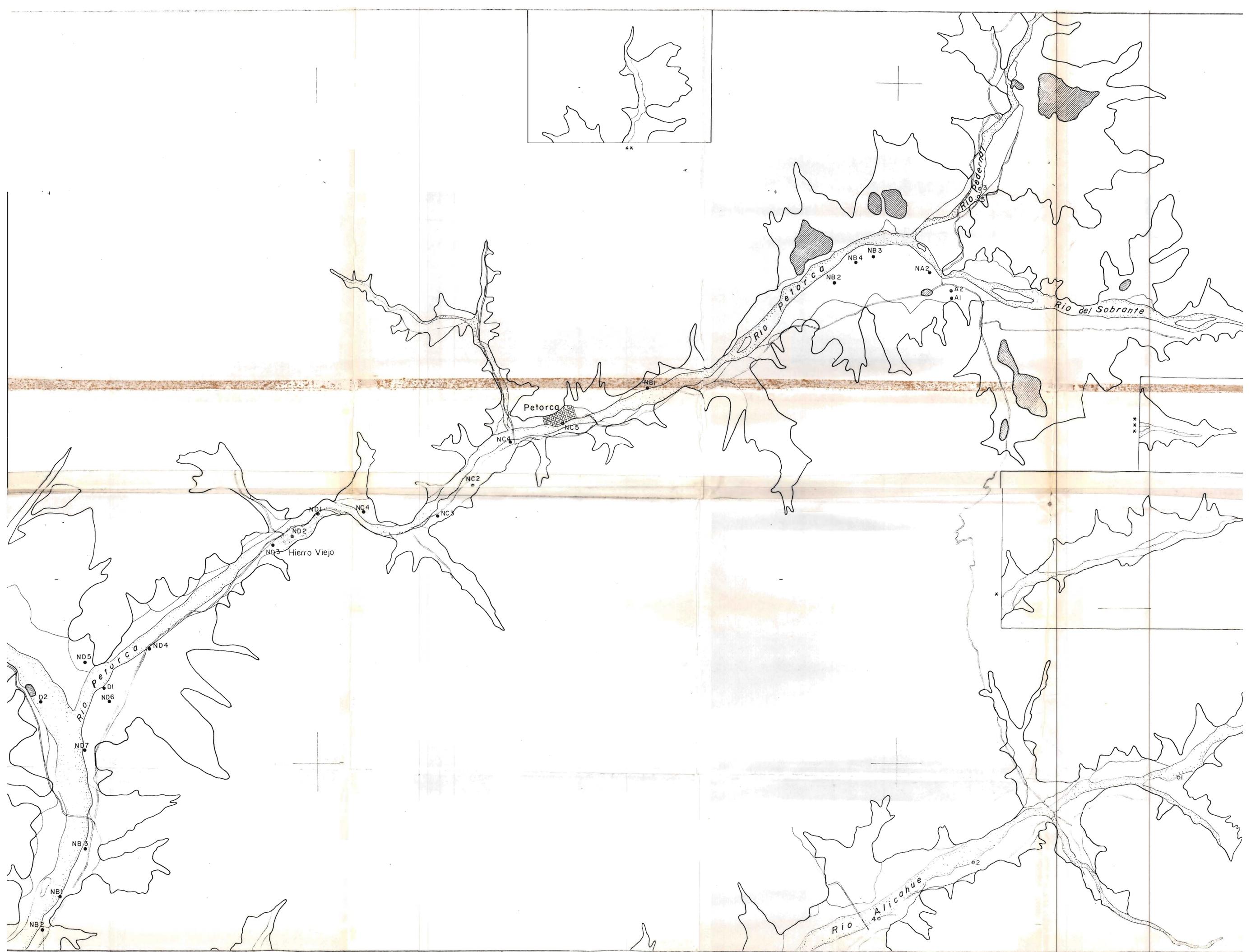
B & P

Proyecto	P. Paleczek	Plano N°	02-L-162 a
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaître y B. Cox	Fecha	Febrero 1979
Dibujó	V. Bebin C. J.C.V.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.	V°B°	OBS.	

UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS
EN LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA



HTS CICA B & P

Proyecto	P. Paleczek	Plano N°	02-L-162 d
Jefe Unidad	A Hojas	Escala	1:50 000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Marzo 1979
Dibujó	V. Bebin C. J.C.V.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.		V° B°	OBS.

UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS
EN DOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

a) Método de Jacob

Este método es estrictamente aplicable en acuíferos confinados que carecen de recarga y el agua es entregada en forma instantánea a expensas del coeficiente de almacenamiento. Sin embargo, también es utilizado en acuíferos freáticos cuando las depresiones provocadas por el bombeo son de pequeña magnitud en comparación con el espesor saturado del acuífero.

El procedimiento consiste en representar gráficamente $(s, \log t)$ en el período de bombeo y $(s, \log t/t')$ en el período de recuperación, obteniéndose una recta a partir de la cual es posible determinar el valor de la transmisibilidad a través de la siguiente relación:

$$T = \frac{15.84 \cdot Q}{\Delta s}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} T &= \text{transmisibilidad, en (m}^2\text{/d)} \\ Q &= \text{caudal bombeado, en (l/s)} \\ \Delta s &= \text{variación de la depresión en un ciclo de "t" o "t/t'",} \\ &\text{en (m).} \end{aligned}$$

b) Método de Rex Meyer

La ecuación básica corresponde a la ecuación simplificada de Theis:

$$s = \frac{Q}{4 \pi T} \operatorname{Ln} \frac{(2.25 \cdot T \cdot t)}{R^2 S}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} s &= \text{depresión en el sondaje} \\ Q &= \text{caudal bombeado} \\ T &= \text{transmisibilidad} \\ t &= \text{tiempo transcurrido desde el inicio del bombeo} \\ R &= \text{radio efectivo del pozo} \\ S &= \text{coeficiente de almacenamiento} \end{aligned}$$

La ecuación se resuelve en función del gasto específico (Q/s) adoptando un valor del coeficiente de almacenamiento de acuerdo a los sedimentos detectados.

5.3.3 Adopción de valores de transmisibilidad y almacenamiento regionales

El valle presenta, desde la confluencia de los ríos Pedernal y Sobrante hasta unos 6 km aguas abajo de Trapiche, un acuífero freático conformado principalmente por material grueso del tipo gravas y arenas, con un contenido variable de material fino limo-arcilloso, material que se va homogeneizando y reduciendo en su granulometría desde la cordillera hacia el mar. Este acuífero concuerda, según lo señalado por Geología, con la unidad definida como G. Dentro de ella existen estratos de material más lavado y que son los susceptibles de ser explotados. La escasa información permite dar sólo una opinión aproximada sobre estos estratos en cuanto a su continuidad y extensión, pudiendo señalarse sin embargo que es el primer estrato, que se ubica en superficie con una potencia media de 10 m, el de mejor permeabilidad y rendimiento.

Sobre dicho estrato se entenderá concentrada la definición de las características elásticas.

El valle hidrogeológico, definiendo como tal aquél que se inicia en la junta de los ríos Sobrante y Pedernal, presenta desde su nacimiento hasta la altura de Polcura una rápida variación del gradiente presentando éste un valor de 3 por ciento en el Sobrante, previa a la confluencia, y sólo 1.6 por ciento en las inmediaciones de Angostura. Esto implica la existencia de abundante material heterogéneo y de bajo redondeamiento, dada su posición topográfica alta en el perfil hidrológico del río. La granulometría puede tener valores, comprendidos entre el rango de arcillas hasta bolones de 50 y 60 cm. Por otra parte, numerosas quebradas contribuyen en este sector con sus aportes de crecidas, aumentando el grado de heterogeneidad de los depósitos. Sólo en la caja del río es dable esperar una menor proporción de finos y por consiguiente una mayor permeabilidad.

Considerando un espesor medio del acuífero freático de 10 m y un coeficiente de permeabilidad que varía entre 10 y 100 m/día, se obtienen transmisibilidades comprendidas entre los 100 y 1.000 m²/día, este último valor para las zonas más permeables del lecho del río. Como valor medio para una sección transversal frente al pueblo de Chincolco se puede adoptar una transmisibilidad de 250 m²/día.

Entre la angostura de Polcura y quebrada de La Ñipa, el valle se torna más estrecho, con un ancho medio de unos 600 m; tiene una pendiente de 1.1 por ciento aproximadamente y el aporte de finos proveniente de quebradas laterales es menor. Por consecuencia la trans-

misibilidad será superior debido a una mayor homogeneidad de los sedimentos. Este hecho se confirma con la existencia de algunas norias de buen rendimiento y permite suponer para el sector una transmisibilidad media de $500 \text{ m}^2/\text{día}$.

Desde quebrada de La Ñipa hasta Trapiche, el valle presenta un amplio espectro de permeabilidades. Entre la quebrada de La Ñipa y la confluencia con el estero Las Palmas las condiciones geológicas son similares al tramo anterior, por lo cual no se esperan cambios notables en las propiedades elásticas del acuífero. Así, la noria del servicio de agua potable en Hierro Viejo posee un rendimiento compatible con transmisibilidades cercanas a los 500 a $700 \text{ m}^2/\text{día}$. En la zona de tributación del estero Las Palmas, la permeabilidad del acuífero sufre un deterioro por los abundantes aportes de sedimentos finos que hacen descender el coeficiente de permeabilidad a unos valores del orden de los 10 a $30 \text{ m}^2/\text{día}$ como promedio, valores que aumentan hacia aguas abajo en las cercanías de Artificio. En la zona de confluencia mencionada fueron construídos dos sondajes por CORFO sin que hayan sido habilitados por su escaso rendimiento.

Entre Artificio y la angostura de Trapiche se puede apreciar un paulatino descenso de la pendiente del valle, que pasa de 1 por ciento a 0.6 por ciento, conjuntamente con un desgaste mayor de los sedimentos y una mejor selección de éstos. Por consecuencia se tiene un aumento de la transmisibilidad valle abajo, hasta la zona de confluencia con el estero Denquer, donde se constata una nueva baja en la permeabilidad del acuífero debido a la contaminación de los depósitos con aportes heterogéneos y finos de crecidas. En este tramo la transmisibilidad media se sitúa entre unos $500 \text{ m}^2/\text{día}$ y un máximo de $1.000 \text{ m}^2/\text{día}$. En la zona de confluencia a la cual se hizo referencia, los valores son inferiores a $500 \text{ m}^2/\text{día}$.

En las inmediaciones del umbral rocoso de Trapiche y aguas abajo, se verifican las condiciones más favorables. Las transmisibilidades son notablemente más altas y podemos estimar que alcanzan un valor medio de $2.000 \text{ m}^2/\text{día}$. Los tres sondajes ubicados en esta área que poseen prueba de bombeo, entregan resultados prácticamente idénticos, lo cual es indicativo de la homogeneidad del acuífero en su extensión longitudinal. Esto es posible gracias al largo recorrido a que se han visto sometidos los sedimentos, a la pendiente relativamente baja en el sector ($0.6 - 0.5$ por ciento) y a la reducida contaminación lateral limo-arcillosa. A esto se agrega el hecho de que el acuífero evidencia un aumento en su espesor en la mitad aguas arriba del sector donde puede alcanzar los 30 m .

A la altura de Coirón, se observa una brusca obliteración del acuífero superficial freático, cuya conductividad hidráulica se reduce sólo a algunos metros por día. La extracción de agua subterránea a través de sondajes se realiza a expensas de un acuífero más profundo, confinado, del cual se dispone sólo de una prueba de bombeo. Esta arrojó una transmisibilidad de $300 \text{ m}^2/\text{día}$. En base a este antecedente y tres pruebas de gasto variable en el sector, se obtiene una transmisibilidad media para el área de $250 \text{ m}^2/\text{día}$.

El coeficiente de almacenamiento como se ha señalado anteriormente carece de información. Bajo tales condiciones, se ha recurrido a estimar dicho parámetro en función de las características del acuífero. La importancia que reviste la determinación de reservas y volúmenes explotables, ha llevado a concentrar el interés en el coeficiente de largo plazo. Se ha adoptado como coeficiente representativo del acuífero freático un valor de 0.15 y para el acuífero del último tramo del valle, por sus características confinantes, un valor de 0.01.

5.4 MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA

Dada la estrechez del valle y la baja densidad de información, las curvas de nivel estático tienen sólo un carácter informativo y no deben considerarse como un reflejo fiel de la situación del valle. La forma de las curvas más que seguir los datos de terreno, fue dada por la interpretación de las fotografías aéreas, en las que es posible detectar áreas de vegas, pues en la mayoría de los casos las curvas tienen como apoyo un sólo punto que determina la cota del nivel estático, por lo que la forma de la curva debe ser deducida de otros antecedentes como el señalado.

En forma general, el escurrimiento sigue la dirección principal del valle con pequeños cambios en las zonas de marcada recuperación o pérdidas las cuales se suceden a lo largo del valle obedeciendo fundamentalmente a la calidad del relleno, el cual es bastante sensible al material aportado por las diversas quebradas afluentes.

La pendiente del nivel estático es bastante fuerte y se aproxima a la pendiente propia del Valle. Desde Chicolco a la confluencia del estero Las Palmas, ella es de 1 por ciento a 2 por ciento, en cambio desde este punto hacia aguas abajo, disminuye para situarse en valores comprendidos entre 1 por ciento y 0.5 por ciento.

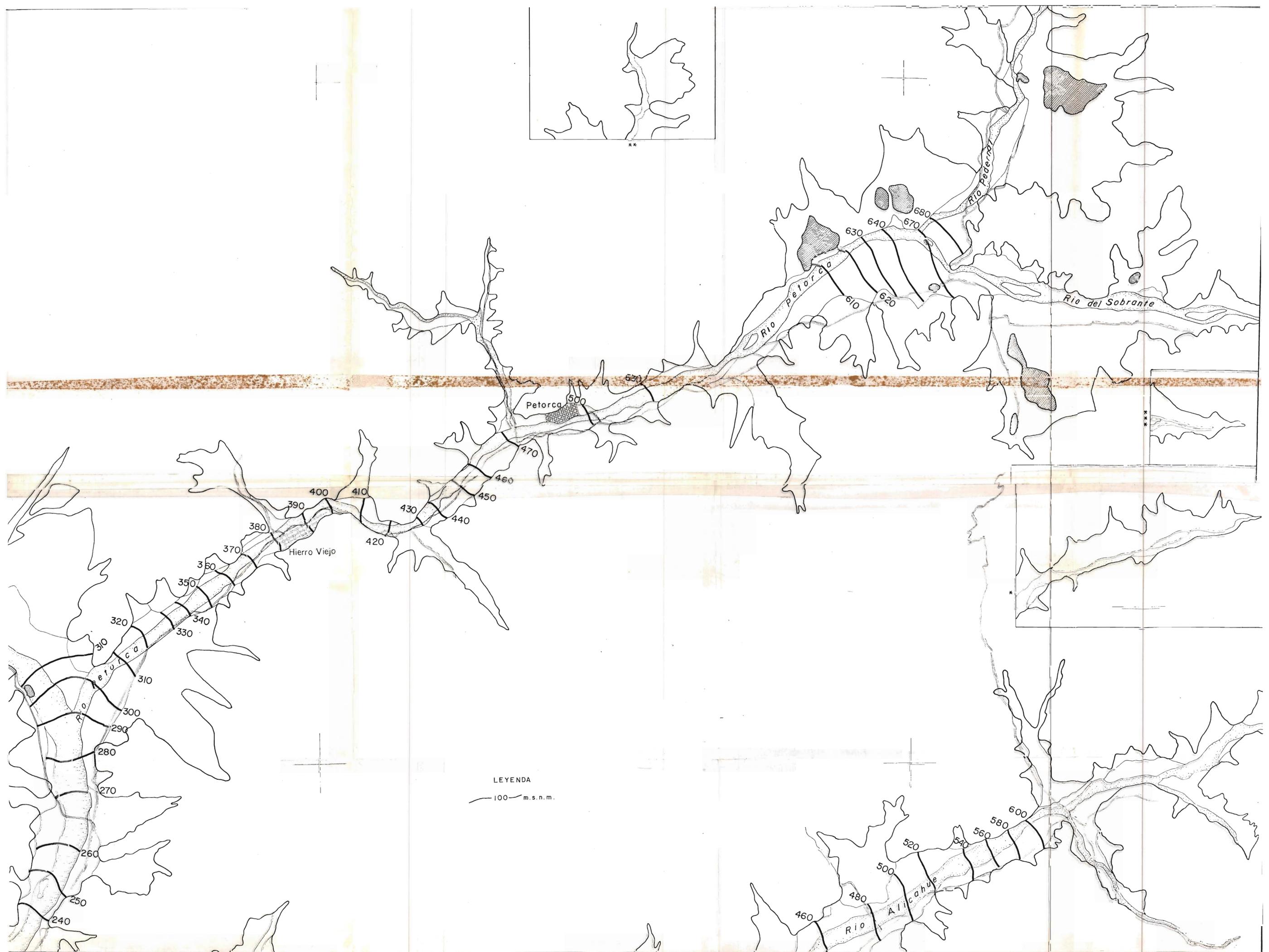
Desde Trapiche hacia aguas abajo el gradiente hidráulico pasa de 0.5 por ciento a 0.16 por ciento en el pueblo de Longotoma.

En lo que respecta a los caudales subterráneos escurrientes a lo largo del acuífero, sólo pueden ser estimados de acuerdo a las transmisibilidades que se han asumido.

Adoptando los valores que se han expuesto anteriormente, se han calculado los caudales subterráneos en distintas secciones transversales a lo largo del valle. Los resultados, que se han descrito en el Cuadro 5.4.1 dan una idea de la magnitud de los caudales subterráneos con una menor confianza hacia aguas arriba de Trapiche, donde la densidad de datos es muy reducida.

CUADRO 5.4.1 Caudales Subterráneos.

Sección	Q L/s
Chincolco	65.0
Angostura Polcura	15.0
Bocatoma C. Callejones (Petorca)	33.0
Quebrada La Ñipa	7.0
Hierro Viejo	34.0
Bocatoma C. Pichilemu (Artificio)	24.0
Angostura de Trapiche	14.0
Casas Viejas	102.0
Coirón	2.0



LEYENDA

— 100 — m.s.n.m.

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 161 d
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Marzo 1979
Dibujó	V. Bebin C.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.	V° B°	OBS.	

SUPERFICIE FREÁTICA
DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

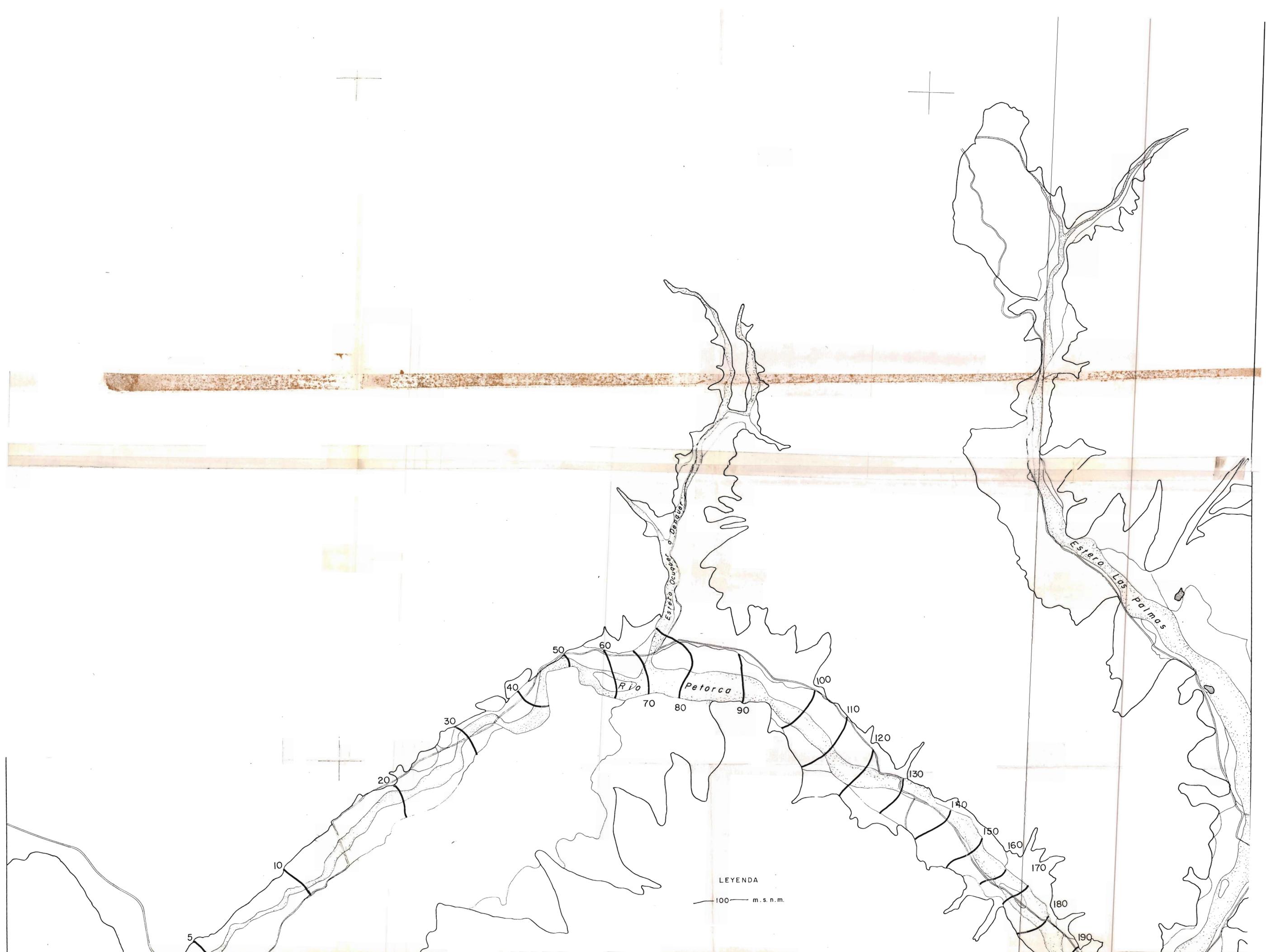
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

HTS

CICA

B & P



HTS

CICA

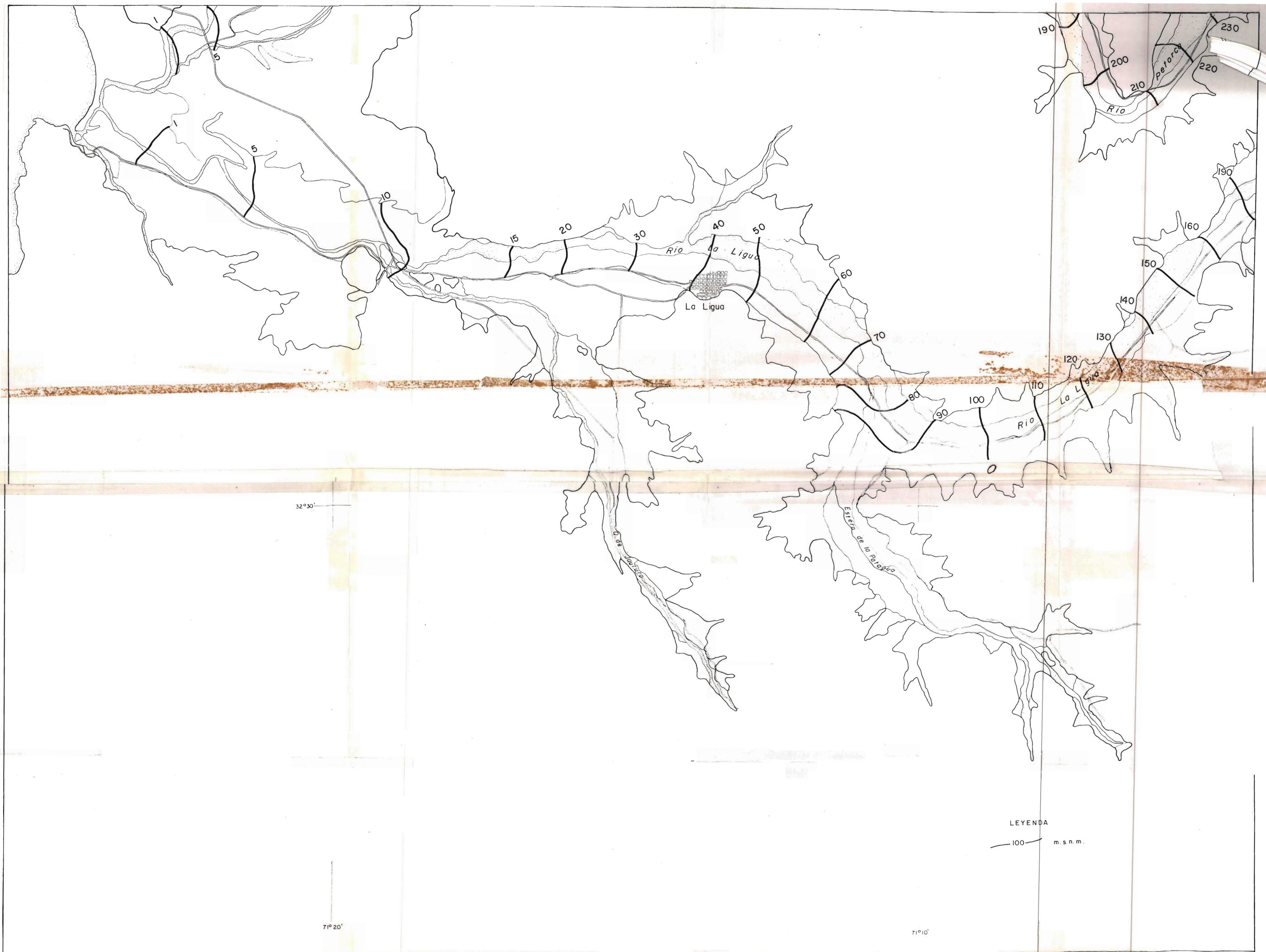
B&P

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 161 c
Jefe Unidad	A. Hojas B	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaire y B. Cox	Fecha	Abril 1979
Dibujo	V. Bebin C	Plano Base	Carta IGM
INSPECTOR	C.N.R.	V. B°	CBS

**SUPERFICIE FREATICA
DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA**

**ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD**

**REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA**



32°30'

71°20'

71°10'

LEYENDA
 — 100 — m.s.n.m.

HTS

CICA

B & P

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 161 a
Jefe Unidad	A. Hajas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Abril 1979
Dibujó	V. Bebin C. J.C.V.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.	V°B°	OBS	

SUPERFICIE FREÁTICA
 DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
 DE LOS VALLES
 ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
 NIVEL FACTIBILIDAD REGION

REPUBLICA DE CHILE
 COMISION NACIONAL DE RIEGO
 SECRETARIA EJECUTIVA



32°30'

71°20'

71°10'

LEYENDA

— 100 — m. s. n. m.

HTS

CICA

B & P

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 161 a
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Abril 1979
Dibujó	V. Bebin C. J.C.V.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.		V°B°	OBS.

SUPERFICIE FREÁTICA
DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL #ACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

5.5 PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA

5.5.1 Valle del Río Petorca

En un valle tan estrecho como el Petorca, con una densidad tan baja de sondajes y norias y con un lecho de río que cubre parte importante del valle, resulta difícil definir curvas de isoprofundidad del nivel estático. Sin embargo, se puede asegurar que el agua subterránea se encuentra a menos de 4 m de profundidad para las captaciones construídas en el fondo del valle, pudiendo aumentar para aquellas perforadas hacia los flancos, así como conos de deyección, terrazas, etc. Por otra parte, la profundidad del nivel estático se ve controlada por la existencia de angosturas y descensos de transmisibilidad en el acuífero, fenómenos que inducen al agua subterránea a aflorar, determinando zonas de vegas y vertientes. Estas últimas son frecuentes en el valle y son aprovechadas para alimentar la casi totalidad del sistema de riego. En estas zonas obviamente el nivel estático se confunde con la superficie topográfica, separándose de ella hacia aguas arriba y aguas abajo de dichas zonas.

Los lugares donde el acuífero se encuentra en situación efluente han sido señalados en el plano que se acompaña

Las profundidades más grandes de la superficie freática se observan en la confluencia de los ríos Pedernal y del Sobrante en las zonas donde el acuífero se encuentra en franca situación influente, como ocurre aguas abajo de las angosturas (fig. 5.5.1). Es igualmente en estas zonas donde se verifican las mayores variaciones estacionales en la profundidad de la superficie freática, fenómeno que está relacionado con los períodos de recarga y descarga natural del acuífero.

A partir de la angostura de Trapiche, en dirección a la costa, la mayor densidad de sondajes permite un mejor apoyo en la caracterización de la profundidad.

En este tramo se advierte una progresiva disminución en la profundidad del nivel estático, que no es nunca superior a los dos metros. Una excepción la constituye el pozo 32° 10' / 71° 10' - C3 (CZ. 1063) el cual ha sido perforado inmediatamente aguas abajo de la angostura y donde el acuífero presenta su máximo espesor (sedimentos de buena permeabilidad hasta los 38 m de profundidad). Este hecho, sumado al brusco ensanchamiento del valle (de 100 m pasa a 1 km), determina un descenso del nivel estático hasta una profundidad de 6 m. Posteriormente, como se ha dicho, los niveles se acercan a la superficie para prácticamente aflorar en las cercanías de la desembocadura.

PERFIL SUPERFICIE FREATICA ENTRE CHINCOLCO Y LAS PALMAS
VALLE DEL RIO PETORCA

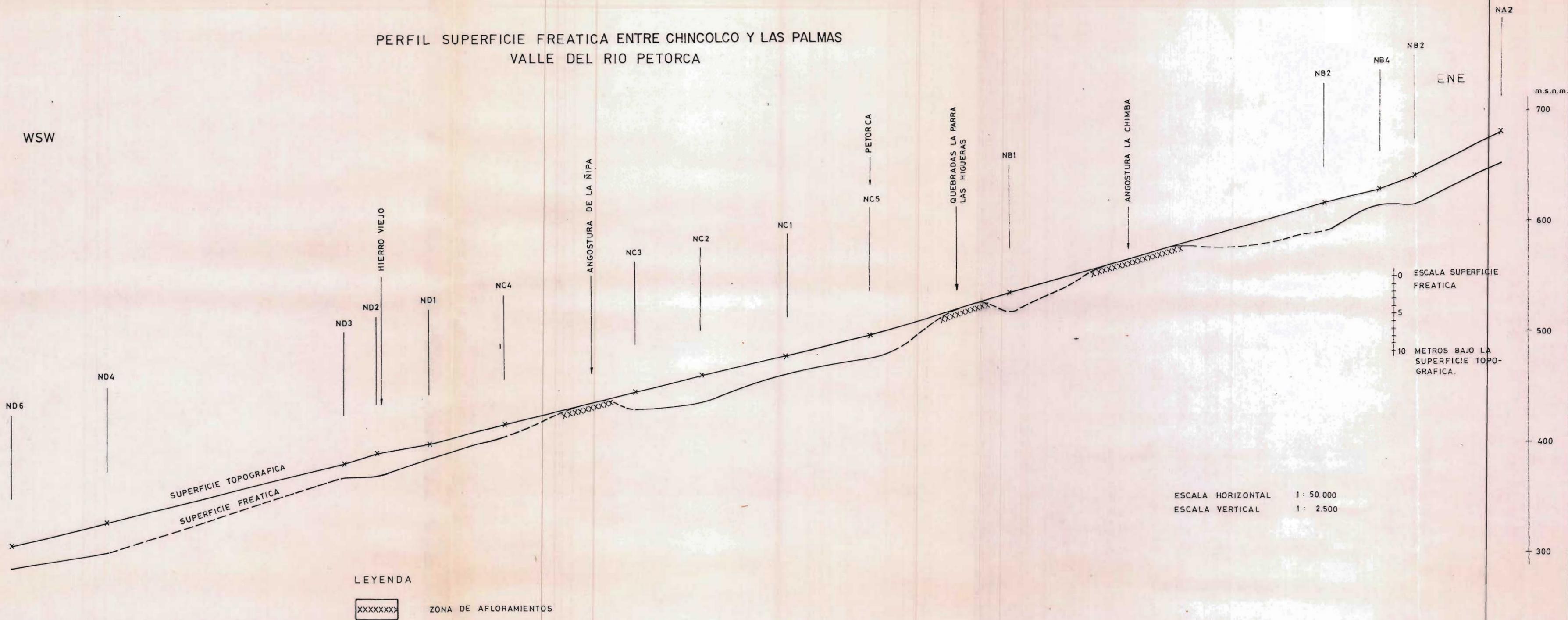
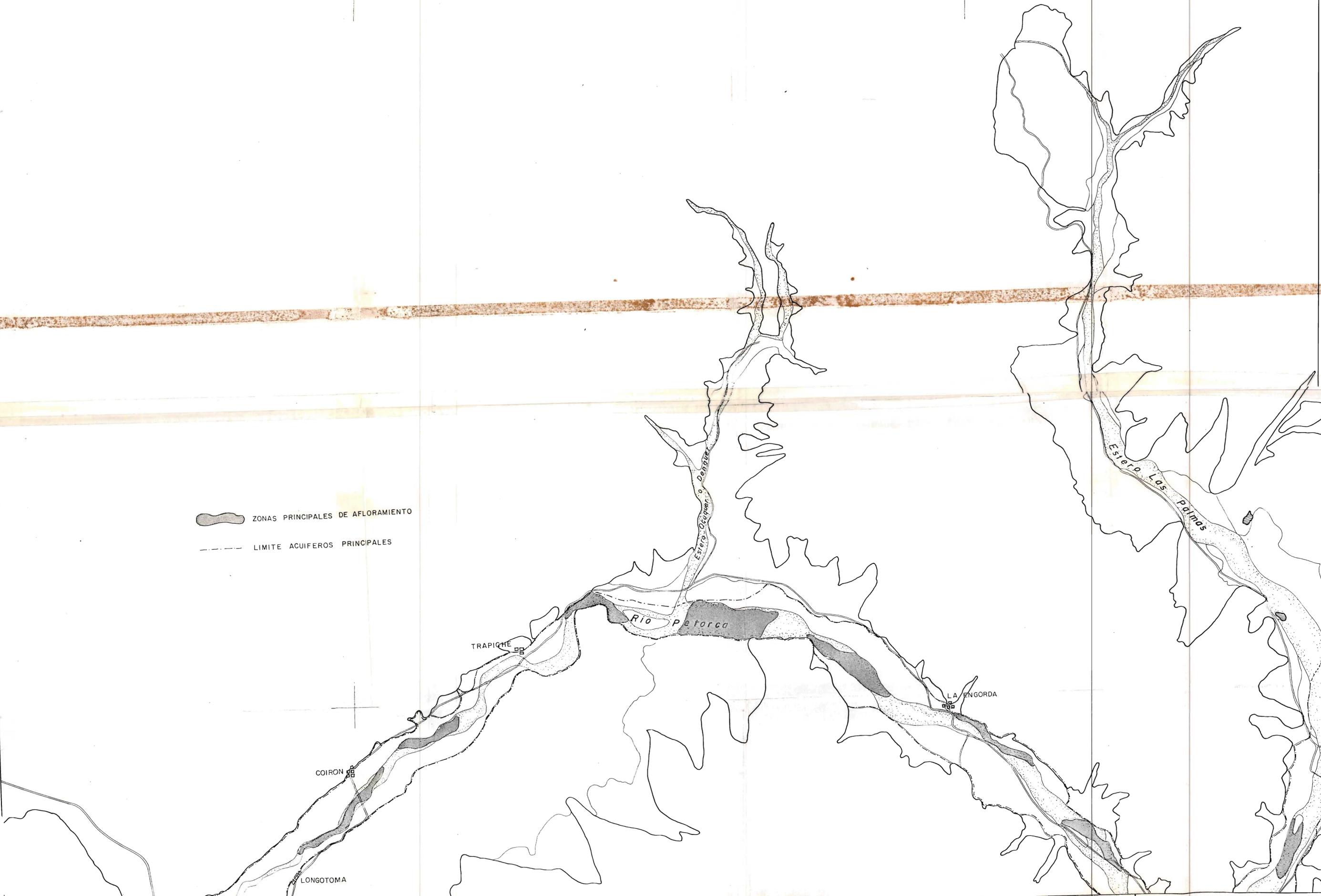


FIGURA 5.5.1

Una situación particular se produce aguas abajo de Coirón, donde se ha detectado la presencia de un acuífero confinado, de un espesor aproximado de 5 m y entre 20 y 30 m de profundidad. Los tres sonda-
jes habilitados que lo interceptaron, muestran niveles piezométricos propios de este acuífero. Los niveles mencionados se encuentran pr^oximos a la superficie (1.8 m) en las inmediaciones de Coirón, para pasar a un estado de surgencia en el sondeo 32° 20' / 71° 20' - B1, a unos 5.5 km de la costa.

 ZONAS PRINCIPALES DE AFLORAMIENTO
 LIMITE ACUIFEROS PRINCIPALES



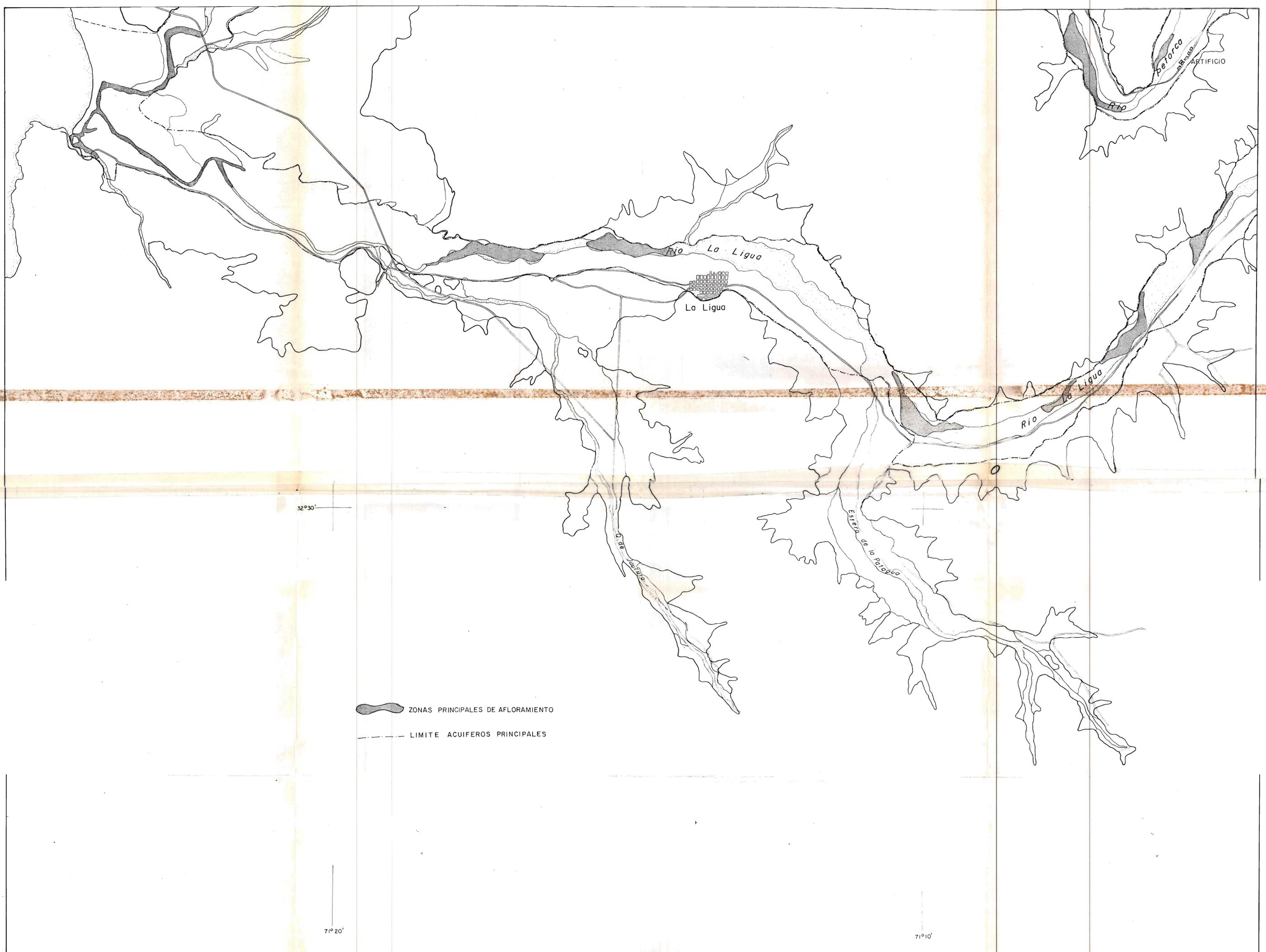
HTS CICA B&P

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 163 c
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Abril 1979
Dibujo	V. Bebin C.	Plano Base	Carta IGM
INSPECTOR	C.N.R.	V° B°	OBS.

ZONAS DE AFLORAMIENTOS PRINCIPALES DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE COMISION NACIONAL DE RIEGO SECRETARIA EJECUTIVA



 ZONAS PRINCIPALES DE AFLORAMIENTO

 LIMITE ACUIFEROS PRINCIPALES

HTS

CICA

B & P

Proyectó	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 163 a
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1: 50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Febrero 1979
Dibujó	V. Bebin C.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR	C.N.R.	V° B°	OBS.

ZONAS DE AFLORAMIENTOS PRINCIPALES
DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA



 ZONAS PRINCIPALES DE AFLORAMIENTO
 LIMITE ACUIFEROS PRINCIPALES

HTS CICA B & P

Proyecto	P. Paleczek O.	Plano N°	02 - L - 163 d
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaitre y B. Cox	Fecha	Marzo 1979
Dibujó	V. Bebin C.	Plano Base	Carta I.G.M.
INSPECTOR C.N.R.	V° B°	OBS.	

ZONAS DE AFLORAMIENTOS PRINCIPALES
DE LOS VALLES LIGUA Y PETORCA

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA

5.6 FLUCTUACION DE NIVELES

El control de niveles en el valle se reduce a 7 sondajes concentrados en el último tramo. La extensión de dicho control abarca en el caso más favorable siete meses discontinuos del año 1971, lo cual proporciona un indicador bastante limitado de la importancia y ubicación estacional de las fluctuaciones que afectan al sistema. Procurando reducir dicha limitación se realizó una encuesta tanto a propietarios de sondajes como norias a fin de recoger una impresión básicamente cualitativa de las características del fenómeno. Semejantes antecedentes unidos a los inicialmente señalados, nos permiten proporcionar una visión general del comportamiento de las fluctuaciones, manteniendo presente, sin embargo, las limitaciones que dicha visión posee.

Las mismas razones han impedido proporcionar en forma similar a Aconcagua y Ligua, la variación histórica que ha sufrido el embalse a lo largo del valle.

Todo el funcionamiento del acuífero está centrado sobre los recursos de agua del río Petorca, esteros y quebradas tributarias, los cuales a su vez dependen directamente de las precipitaciones ocurridas en la hoya. De la comparación de estos datos con las observaciones de norias y sondajes de que se dispone se desprende que dado el régimen del río Petorca, en la parte alta de la cuenca, el período de recarga coincide con los meses de Primavera provocando así un alza de los niveles freáticos en forma más o menos sincrónica.

Por otra parte, en la parte baja de la hoya, desde aproximadamente el estero Las Palmas, se observa una mayor componente pluvial en el régimen del río, con los aportes de dicho estero, el de Denquer y demás quebradas. Esto tiene como consecuencia un alza de los niveles estáticos en los meses de invierno.

La recarga del acuífero ocurre hasta su saturación completa a lo largo de todo el recorrido del río, en forma progresiva desde los cauces hacia los costados y primeramente los lugares más permeables. En los años secos puede existir zonas donde la saturación sea sólo parcial.

Al comenzar el período de estiaje, se desencadena el proceso inverso, observándose un drenaje de las aguas con el consiguiente descenso de niveles. Este descenso se observa entre fines de Primavera, Verano y fines de Otoño en cada sector de acuerdo a sus condiciones locales. Entre los meses de Noviembre y Febrero, aún cuando se registran las mayores tasas de riego, no se verifica una respuesta muy notable

en el acuífero. No obstante puede existir una atenuación en los descensos, por efecto del riego.

Particularmente las zonas inmediatamente aguas arriba de las angosturas, umbrales rocosos y barreras de baja transmisibilidad se caracterizan por afloramientos de agua proveniente del acuífero en forma de vertientes y áreas de vegas de duración estacional o permanentes. Estas zonas presentan por consiguiente variaciones mínimas en sus niveles freáticos y en especial aquellas en las cuales el acuífero se encuentra en situación efluente en forma constante.

Hacia aguas arriba y aguas abajo de las barreras hidrogeológicas las fluctuaciones se van acentuando, llegando a ser máximas en los lugares cercanos al río y en los ensanchamientos del valle, con valores presumibles de hasta 3 m.

Hacia la Costa, al Oeste del caserío de Coirón, se puede apreciar una disminución de las fluctuaciones; inferiores al metro, para llegar a la altura de la carretera panamericana a ser casi nulas. El nivel estático en este lugar es muy superficial, aflorando en numerosos lugares. Esto se debe, como se vió anteriormente, a una baja notable en la transmisibilidad de los sedimentos aluviales.

5.7 BALANCE HIGROGEOLOGICO

Las características hidrogeológicas del valle de Petorca en forma general se demuestran muy similares a aquellas evidenciadas para el Ligua. Se destacan como similitudes, la pequeña potencia del acuífero, niveles estáticos superficiales, la alta permeabilidad de las capas superiores y el continuo intercambio río-acuífero. Dichas condiciones se traducen al igual que en Ligua en la presencia de recuperaciones a lo largo del valle, que a su vez se evidencian en forma más clara producto del sistema de angosturas que posee Petorca. Las recuperaciones señaladas corresponden a un fenómeno de alta incidencia en los recursos del valle y la característica más relevante del sistema hidrogeológico. Ello ha conducido a concentrar los esfuerzos en alcanzar una relación que permita generar dicho recurso en función del resto de las características hidrogeológicas del valle.

El problema se ha atacado en forma análoga al caso de Ligua y por ello las consideraciones teóricas básicas se han omitido en este capítulo.

Es sin embargo necesario dejar sentado las limitaciones que llevan implícitas las relaciones indicadas. En ese sentido la mayor de ellas se identifica con la ausencia práctica de antecedentes que permitan generar con certeza la información básica requerida.

Es notorio a lo largo de este capítulo la estimación a través de vías indirectas de parámetros tales como transmisibilidad y variación estacional de niveles. Ello desde luego incide directamente en la bondad de las relaciones que utilizan dichos antecedentes. Deben entenderse por ello las distintas ecuaciones de recuperación que aquí se presentan afectadas por dichas limitaciones y por lo tanto sus resultados analizarse con reserva.

Recurriendo al desarrollo presentado en el Capítulo IV de este informe (Valle del Ligua) la relación básica de balance utilizada posee la siguiente forma:

$$Q_R = Q_{se} - Q_{ss}$$

donde Q_R representa las recuperaciones y Q_{se} y Q_{ss} los caudales de entrada y salida del sistema definido. La ecuación señalada puede ser expresada a su vez en función del estado del embalse subterráneo deduciéndose la siguiente expresión:

$$Q_R = C \cdot EE - B \text{ (m}^3\text{/día)}$$

C y B : constantes
 EE : estado del embalse

La relación indicada ha sido desarrollada para distintos tramos del valle, tramos seleccionados básicamente en función de la concentración de recuperaciones. De esa manera el Cuadro 5.7.1 muestra dichos tramos y su relación asociada, junto al rango de validez en función del estado del embalse.

CUADRO 5.7.1 Recuperaciones por sector.

Sector	Recuperaciones por Sector	
	Q_R (m ³ /día)	Rango EE (10 ⁶ m ³)
Junta ríos Pedernal-Sobrante a Angostura de Polcura	$4.2 \times 10^{-4} EE - 1300$	$3.0 \leq EE \leq 11.0$
Angostura de Polcura a Angostura de La Ñipa	$3.5 \times 10^{-4} EE - 275$	$1.6 \leq EE \leq 7.8$
Angostura de La Ñipa a Angostura de Trapiche	$7.02 \times 10^{-5} EE - 1200$	$17.0 \leq EE \leq 57.0$
Angostura de Trapiche a Coirón	$7.7 \times 10^{-4} EE - 990$	$1.0 \leq EE \leq 7.5$

5.8 RESERVAS DE AGUA SUBTERRANEA

La definición de los conceptos utilizados y su sustentación teórica ha sido ampliamente tratada en el capítulo 3.8 de este informe. Estimando por lo tanto, conocidas las bases, el Cuadro 5.8.1 muestra los diferentes volúmenes definidos. En forma similar al caso del valle Ligua, como relleno sedimentario útil se ha considerado exclusivamente aquel correspondiente al valle principal excluyendo quebradas tributarias.

CUADRO 5.8.1 Reservas de agua subterránea.

Volumen Total	Volumen Acuífero	Mm ³	Volumen Unitario	Volumen Regulación
862.1	89.0		9.4	18.0

Recordando los conceptos señalados en el Capítulo 3.8 el mayor interés se concentra en el volumen unitario y aquel de regulación. Ellos permiten obtener una clara idea de la reducida capacidad del sistema. Aún cuando se desconoce el monto exacto de las fluctuaciones, las estimaciones de ellas y las similares características hidrogeológicas que muestra el sistema con aquel de Ligua, permiten suponer que el volumen de regulación se ve seriamente comprometido y aún sobrepasado en ciertos períodos del año.

5.9 CAPTACIONES TIPO

Las bases que sustentan el cálculo de costos de explotación para cada captación recomendada se han tratado en forma amplia en los capítulos 3.9 y 4.9 de este informe. Ello nos habilita a no reproducirlas.

A su vez el apoyo que proporcionan las características hidrogeológicas descritas a lo largo de este informe, nos permite subdividir el valle en sectores cuya homogeneidad induce a establecer captaciones tipo para cada uno de ellos. Las consideraciones realizadas en el capítulo 4.9 en torno a sondajes, norias y drenes deben entenderse plenamente válidas para los párrafos siguientes.

El valle se ha subdividido para estos efectos en tres sectores básicos los cuales se identifican como:

Sector 1	Chincolco - Angostura Trapiche
Sector 2	Angostura Trapiche - Coirón
Sector 3	Coirón - Longotoma

Brevemente se reseñan las características más relevantes tanto de cada sector como de las captaciones representativas.

5.9.1 Chincolco - Angostura de Trapiche.

Este tramo se destaca por la presencia de un acuífero freático de escasa potencia, a cuya características se ha hecho mención en capítulos anteriores.

En él se recomienda desarrollar captaciones tipo noria de una profundidad máxima de 15 m y diámetro de 2 m capaz de entregar 25 l/s con una depresión máxima de 7 m.

5.9.2 Angostura de Trapiche - Coirón.

La existencia de un acuífero freático de un espesor máximo de 15 m situado entre 15 y 30 m induce a definir un sondaje tipo de 30 m que puede proporcionar un caudal comprendido entre 30 y 40 l/s, con una depresión de 7 m como máximo. Es preciso notar que en las proximidades de Coirón se observa una fuerte contaminación del acuífero con sedimentos finos lo cual se refleja en una baja en la productividad de los pozos.

5.9.3 Coirón - Longotoma

En este sector se aprecia un deterioro notable del acuífero superficial freático y sólo se pueden extraer caudales de cierta importancia de acuífero confinado situado a profundidades que varían entre 15 y 40 m. Por lo tanto el sondaje tipo debe tener una profundidad de 30 a 40 m y puede entregar un caudal máximo comprendido entre 20 y 30 l/s con una depresión entre 25 y 30 m.

Los costos asociados a cada una de las captaciones definidas se presentan en el Cuadro N° 5.9.1.

CUADRO 5.9.1

Sector	Características			Costos Iniciales (US\$)			Costos Anuales (US\$)			Volumen agua anual (m ³)	Costo m ³ de agua (US\$)	Tasa de interés %	Horas máx. de bombeo al día
	Prof. pozo noria	Q (l/s)	H (m)	Pozo o Noria	Bomba y Acces.	Inst. Elec.	Man tenc.	Ener gía	Equiv. Invers.				
Chincolco- Angostura Trapiche (novia)	15	25	10	2.250	3.830	5.673	77	140	1.195	159.055	0.00887	8	12
									1.592		0.01137	12	
									2.015		0.01403	16	
Angostura Trapiche- Colrón	30	35	7	7.500	4.815	5.673	96	137	1.788	222.676	0.00908	8	12
									2.401		0.01183	12	
									3.053		0.01476	16	
Concón-Longo toma	35	25	30	8.750	6.175	5.689	96	228	1.988	371.127	0.00623	8	20
									2.596		0.00787	12	
									3.241		0.00961	16	
Concón-Longo toma	35	25	30	8.750	6.175	5.689	124	419	2.074	159.055	0.01646	8	12
									2.774		0.02085	12	
									3.519		0.02553	16	
Concón-Longo toma	35	25	30	8.750	6.175	5.689	124	699	2.330	265.091	0.01190	8	20
									3.024		0.01451	12	
									3.759		0.01728	16	

5.10 EXPLOTACION ARTIFICIAL

La descarga artificial de recursos de agua subterránea que actualmente se efectúa en el valle del río Petorca debe considerarse reducida. La explotación se concreta a través de sondajes, norias, drenes concentrándose en dos sectores: agua potable y regadío.

El volumen anual extraído alcanza a 2.046.100 m³, correspondiéndole el 84 por ciento al regadío y un 16 por ciento a agua potable.

5.10.1 Agua Potable

El abastecimiento de agua potable de los poblados del valle se funda en obras tipo drenes y norias, inclusive Petorca. Las concentraciones poblacionales de menor densidad se abastecen a través de canales y norias de uso familiar. Estas últimas, por el pequeño gasto que proporciona no han sido consideradas. Los volúmenes extraídos tanto de Petorca como Chicolco han sido obtenidas a partir de los registros mantenidos por SENDOS. En el caso del resto de los poblados se ha asumido una dotación media por habitante equivalente a 150 l/hab/día y un número de habitantes de acuerdo a las estimaciones de SENDOS.

El Cuadro 5.10.1 resume el volumen parcial de cada uno y el volumen total atribuible a agua potable.

CUADRO 5.10.1 Volumen extraído agua potable (10³ x m³/año)

Ciudad o Pueblo	
Petorca	101.00
Chicolco	82.20
Valle de Los Olmos	35.80
Hierro Viego	22.10
Pedegua	37.80
Artificio	34.70
Total	319.60 m ³

5.10.2 Regadío

En forma similar a la encuesta realizada en Ligua, la utilización anual de agua subterránea en Petorca se intentó evaluar a través de una investigación de terreno. Desgraciadamente la información fidedigna es escasa. Sólo en el caso del Asentamiento San Manuel y la Reserva El Trapiche se han logrado antecedentes concretos. Ellos han servido de base para extrapolar la utilización del resto de los sondajes y norias del valle.

De un total de 31 sondajes perforados sólo 7 se encuentran operando. La encuesta ha detectado una utilización concentrada en años normales, en el período Enero-Febrero a un ritmo de 17 hrs. diarias. Bajo tales condiciones el volumen anual extraído alcanza a 422.300 m³.

El amplio desarrollo que, en forma similar al valle de Ligua, poseen las norias en Petorca, obligan a estimar la extracción anual que ellas realizan. Apoyados en el catastro seleccionado de norias (Anexos) y en informes anteriores se ha estimado en 15 las norias mayores destinadas al regadío. De este total 6 de ellas alimentan canales de regadío, por lo cual se ha supuesto una operación de 12 hrs. diarias durante el período de riego. El resto ha sido asimilado a un régimen de extracción similar a los sondajes. El caudal medio ha sido estimado en 15 l/s. Las condiciones señaladas conducen a un volumen anual total de 1.304.000 m³.

El Cuadro 5.10.2 resume los volúmenes extraídos tanto por concepto de norias y sondajes.

CUADRO 5.10.2 Volumen extraído regadío. (10³ x m³/año)

Sondajes	422.5
Norias	<u>1.304.0</u>
Total	1.726.500 m ³

