

5212
V. 2 c. 1



COMISION NACIONAL DE RIEGO

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

HIDROGEOLOGIA

5212

CICA
Binnie & Partners
Hunting Technical
Services Ltd.

COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA DE AGRI-
CULTURA Y PESQUERIA
324 Folio 46
1979

Santiago
Abril, 1979

3.6 FLUCTUACION DE NIVELES

El análisis de fluctuación de niveles estáticos ha sido realizado sobre la base del control de un número aproximado de 270 sondajes. Este control, que se extiende fundamentalmente en el período 1966 a 1976, fue ejecutado por el Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO.

Los antecedentes obtenidos de este control han sido graficados en limnigramas, que se encuentran disponibles como Documentos de Trabajo.

Al igual que en la mayor parte de la información disponible para el área de estudio, la densidad más grande y la mejor continuidad en los registros, se encuentra centrada en el valle del río Aconcagua el que, del total de sondajes referidos, cuenta con 240 sondajes con registros.

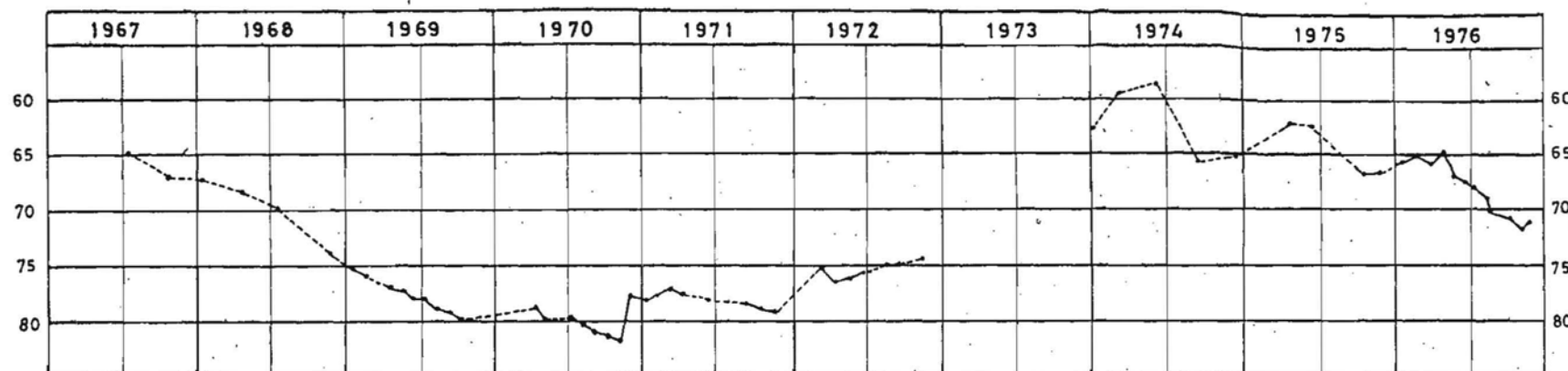
La importancia del análisis de fluctuación de nivel del acuífero, estriba en que a través de él es posible no sólo clarificar los mecanismos de recarga-descarga, y la evidencia cualitativa de los distintos factores en juego, sino que también permite, en algunas zonas, la adecuada cuantificación de dichos factores.

3.6.1 Sector Los Andes-San Felipe

Este sector se caracteriza por ser un sector eminentemente de recarga, dado que la profundidad mínima del nivel estático es de 2 m hacia el occidente de San Felipe.

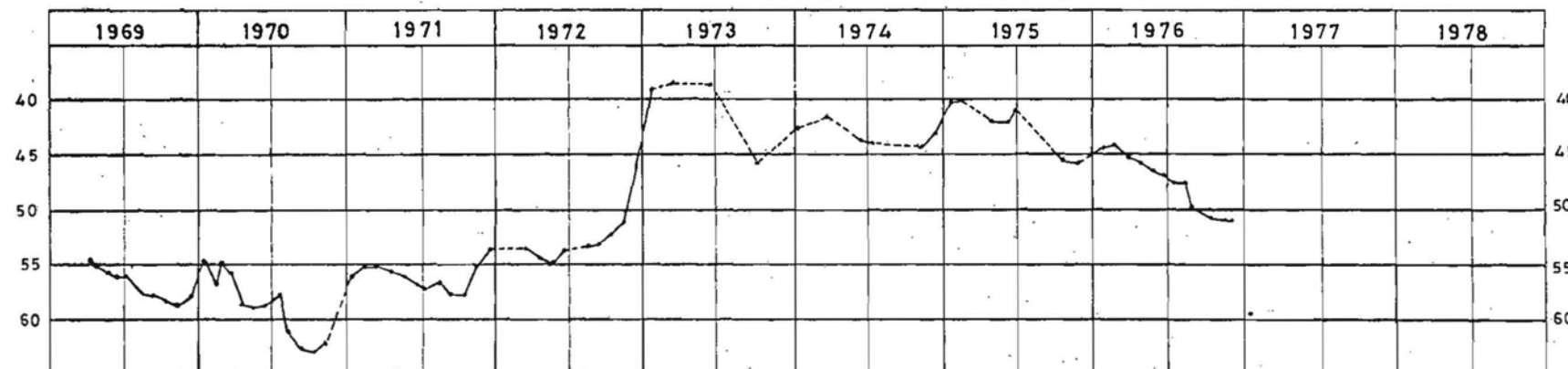
La estadística de niveles estáticos cubre un período de 11 años (desde el año 1966-1977), aunque muchos registros tienen interrupciones más o menos importantes. El mejor período controlado corresponde a los años 1969-1972.

El comportamiento general de los niveles y como corresponde a una zona de recarga neta, presenta fuerte fluctuaciones estacionales que en magnitud se atenúan de oriente a poniente, debido al control ejercido por el área de recuperaciones ubicada en la confluencia de los valles de San Felipe y Putaendo (sector San Felipe-Romeral). La figura 3.6.1.1 incluye el control de algunos sondajes típicos y la figura 3.6.1.2 muestra la variación en magnitud que muestran las fluctuaciones, sobre un perfil longitudinal.



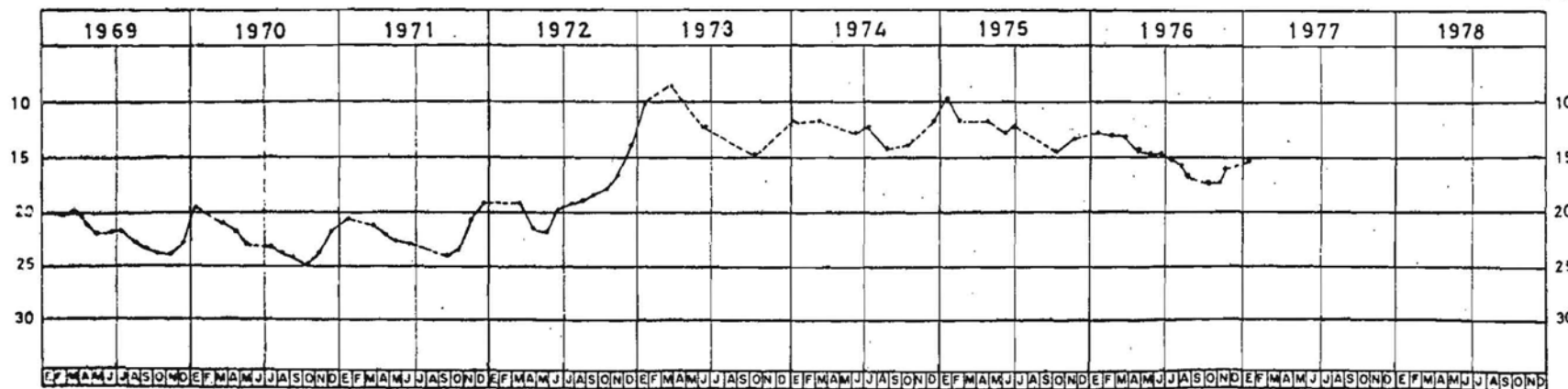
LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7030 C-5

FIG. N° 3.6.1.1 A



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7030 C-7

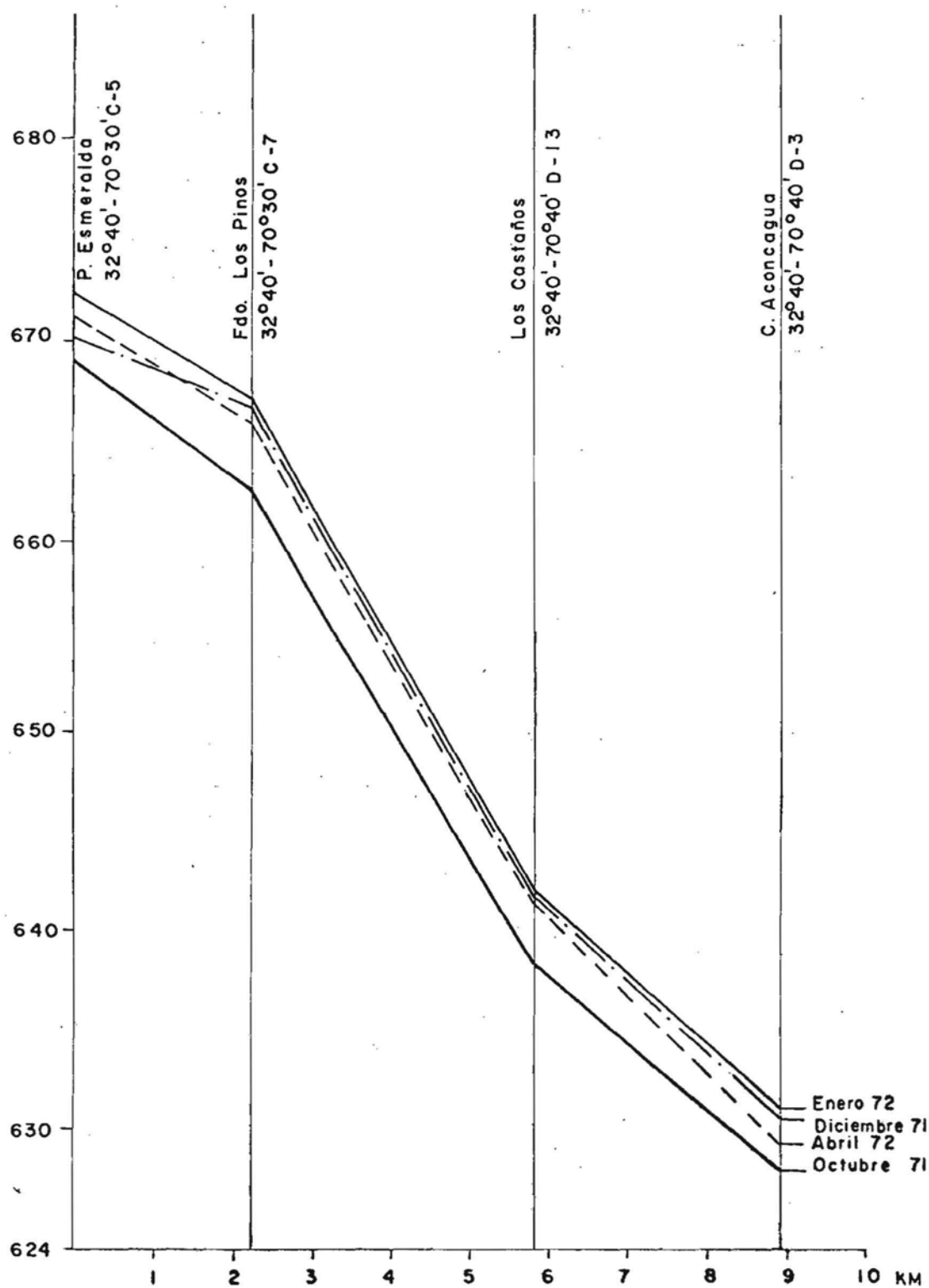
FIG. N° 3.6.1.1 B



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7040 D-12

FIG. N° 3.6.1.1 C

PERFIL LONGITUDINAL FLUCTUACION NIVEL ESTATICO
VALLE ACONCAGUA LOS ANDES-SAN FELIPE FIGURA 3.6.1.2



Del mismo modo, los registros indican un rápido período de ascenso (mayor recarga que descarga) en el período de primavera, de una duración media de 4 meses, alcanzando sus máximos valores estacionales en torno al mes de Enero, seguido de una recesión prolongada durante el resto del año. El período de invierno, usualmente no muestra efecto alguno sobre los niveles, lo que insinúa una escasa participación de las precipitaciones en el monto de recarga de esta zona (en otras palabras, la recarga si es que existe en este período, es inferior al drenaje que natural y contemporáneamente sufre el acuífero en ese lapso).

Este comportamiento descrito, identifica al río directamente, o indirectamente a través del empleo de sus aguas en regadío, como responsable principal de la recarga del acuífero de este sector.

Por otra parte, si bien no igualmente definida en toda el área, se hace presente un desfase en la manifestación del inicio de ascenso, en función inversa a la profundidad del nivel y a la distancia entre el punto considerado y el río.

La figura 3.6.1.3 muestra, a través de un perfil transversal por los sondeos existentes, la incidencia de la proximidad del río en la manifestación de los ascensos de nivel en el acuífero, en el período Octubre de 1971 a Marzo de 1972.

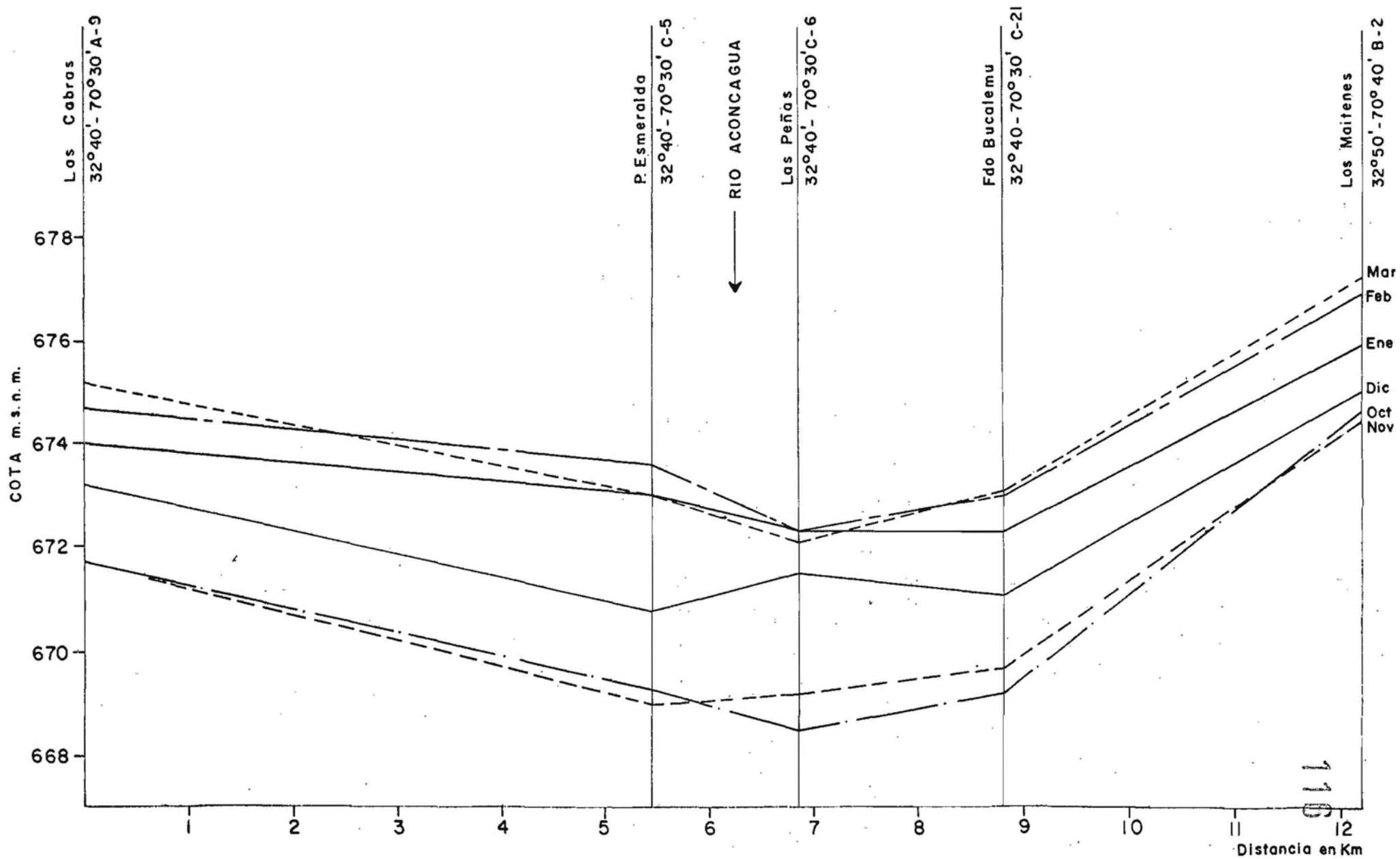
A través de la figura 3.6.1.4 es posible visualizar de un modo general, la incidencia que tiene la profundidad del nivel estático y la distancia al río, sobre el desfase existente en la manifestación de los ascensos. Ello fue confeccionado para el período de Septiembre de 1971 a Febrero de 1972.

En una manera similar se presenta también el término de su acción. Desde luego, en ambos casos y con mayor participación en el segundo, hay otros elementos que intervienen en los ascensos de niveles, como el escurrimiento propio y el avance del cono de recargar en el acuífero. Ambos fenómenos están ligados a la transmisibilidad y almacenamiento del acuífero.

En cuanto a la magnitud de estas fluctuaciones, las mayores tienen ubicación aguas arriba del umbral definido por los cerros Almendral, Curimón y Caracoles, hasta la localidad de San Rafael por el sur y La Placilla por el norte. Aquí se registraron hasta 14,5 m de ascenso en el corto período de recarga del año 1972. Hacia el poniente de este umbral, las oscilaciones estacionales tienen una magnitud comprendida entre 1.5 y 3.0 m (en el mismo período).

PERFIL TRANSVERSAL FLUCTUACION NIVELES ESTATICOS VALLE ACONCAGUA LOS ANDES-SAN FELIPE

FIGURA 3.6.1.3.



VALLE DEL ACONCAGUA LOS ANDES-SAN FELIPE

PROFUNDIDAD NIVEL ESTATICO EN MES ANTERIOR A LA RECARGA

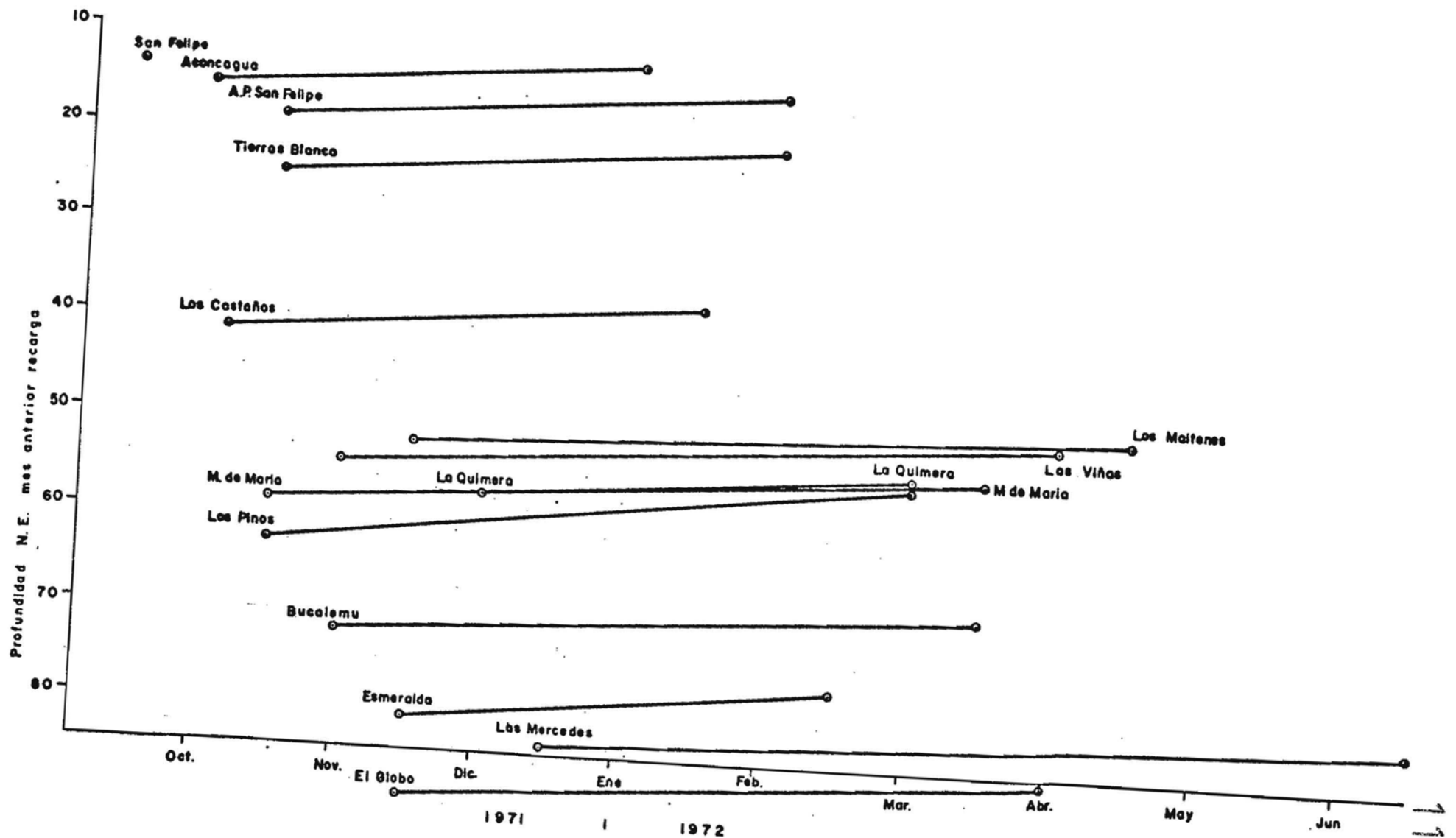


FIGURA 3.6.1.4

A través del dibujo de planos de isoascenso o isodescenso fue obtenida la variación del volumen de agua subterránea almacenada para distintos períodos. Estos intervalos de tiempo seleccionados especialmente por la buena calidad de la información de control existente, se refieren a períodos en que se presenta durante todo el intervalo la misma tendencia de los niveles, vale decir, son períodos de ascenso o descenso. Como se puede apreciar por la observación de estas cifras que se muestran en la tabla siguiente, estos volúmenes son de considerable importancia para el lapso de tiempo en que ocurren. Especialmente la recarga ocurrida en el período Septiembre de 1972 a Marzo de 1973, lo que por otra parte ratifica las buenas condiciones de almacenamiento de este embalse subterráneo.

CUADRO 3.6.1.1 Variación de volumen embalsado sector Los Andes-San Felipe

<u>Período</u>		<u>Volumen</u> <u>(millones de m³)</u>
ABR-OCT	69	- 81,45
OCT-ABR	70	9,11
ABR-OCT	70	- 56,25
OCT-MAR	71	75,94
MAR-OCT	71	- 39,27
OCT-MAR	72	79,43
MAR-SET	72	44,00
SET-MAR	73	225,39

3.6.2 Valle del río Putaendo

La densidad de antecedentes en este sector es más bien baja, concentrándose los existentes en su zona inferior (cercanía de la confluencia) estando ausentes datos en la zona más alta del valle.

Por ello, no han podido dibujarse planos de igual variación de niveles estáticos y el cálculo de variación de almacenamiento ha sido apoyado en perfiles de niveles longitudinales del valle asumiendo un comportamiento hacia las cabeceras del mismo.

La forma en que varían los niveles estáticos en este valle resulta similar a la primera sección del Aconcagua, vale decir, fuertes fluctuaciones estacionales que en magnitud se atenúan hacia la zona de confluencia, donde comienza la manifestación de recuperaciones de agua subterránea.

Las figuras 3.6.2.1 A y B muestran el control llevado en algunos sondeos típicos de esta zona y las figuras 3.6.2.2 A, B y C, distintas situaciones de los niveles, a lo largo de un perfil longitudinal.

Si bien, como se ha dicho el comportamiento es muy similar en los niveles de este valle, con los de la primera sección del Aconcagua, la respuesta en Putaendo es mucho más rápida, tanto durante la recarga como durante el período de recesión (drenaje del acuífero).

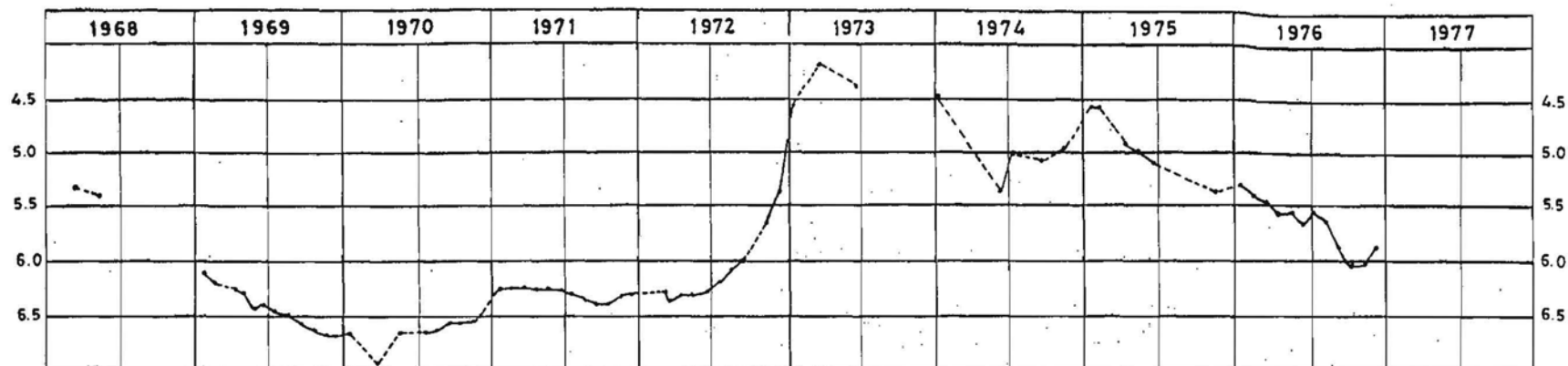
En cuanto a la magnitud de las oscilaciones (diferencia entre máximos y mínimos niveles) de ser estacionalmente prácticamente imperceptibles en la zona de confluencia, alcanzan valores superiores a 10 m en Putaendo y tal vez mayores hacia las cabeceras del valle. Durante la época de sequía (1967-1968) se observaron descensos anuales de 32 m en Putaendo, un ascenso, en el período 1972-1973, de 20 m cerca de confluencia y en los sondeos de Putaendo el nivel llegó a los 91 m siendo que en los años anteriores se encontraron secos, es decir, bajo 130 m, luego el ascenso se estima en 40 a 50 m.

No se ha incluido en este punto la determinación de las variaciones de volumen almacenado que estas fluctuaciones significan, por las limitaciones que presenta su determinación. Dichas variaciones se presentan y discuten en detalle en el capítulo de Balances Hidrogeológicos (punto 3.7).

En todo caso, es posible adelantar que este embalse posee una capacidad de regulación en relación al volumen de almacenamiento total, mayor que la que muestra el sector Los Andes-San Felipe. Lo mismo es válido considerando el intercambio de agua superficial-agua subterránea comparado con los recursos de ambas subcuencas.

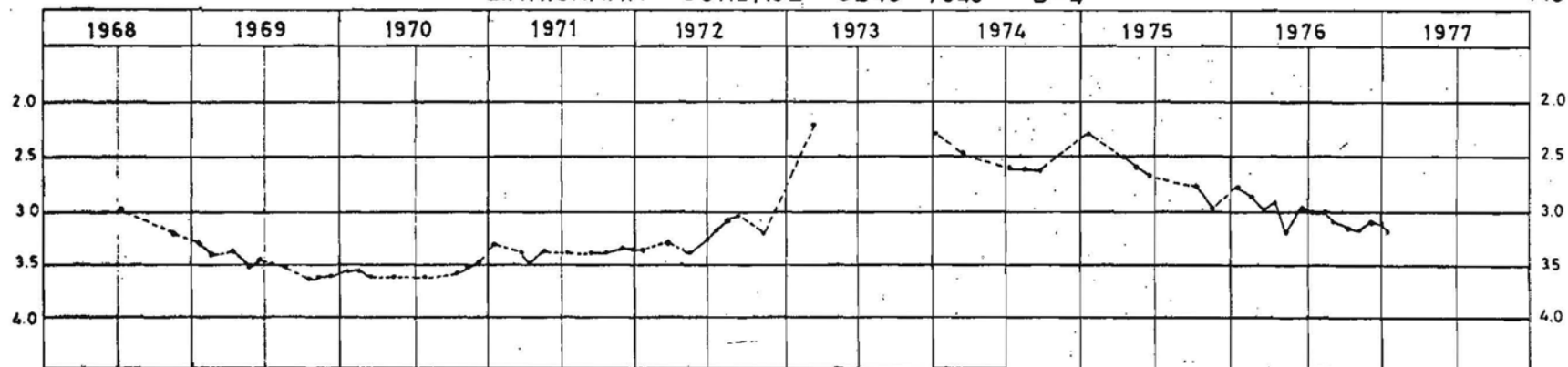
3.6.3 Sector San Felipe-Romeral

Se dispone de antecedentes de fluctuaciones del nivel estático en seis sondeos. En conjunto, abarcan un período desde Diciembre de 1967 hasta Enero de 1977 y todos presentan una interrupción en el



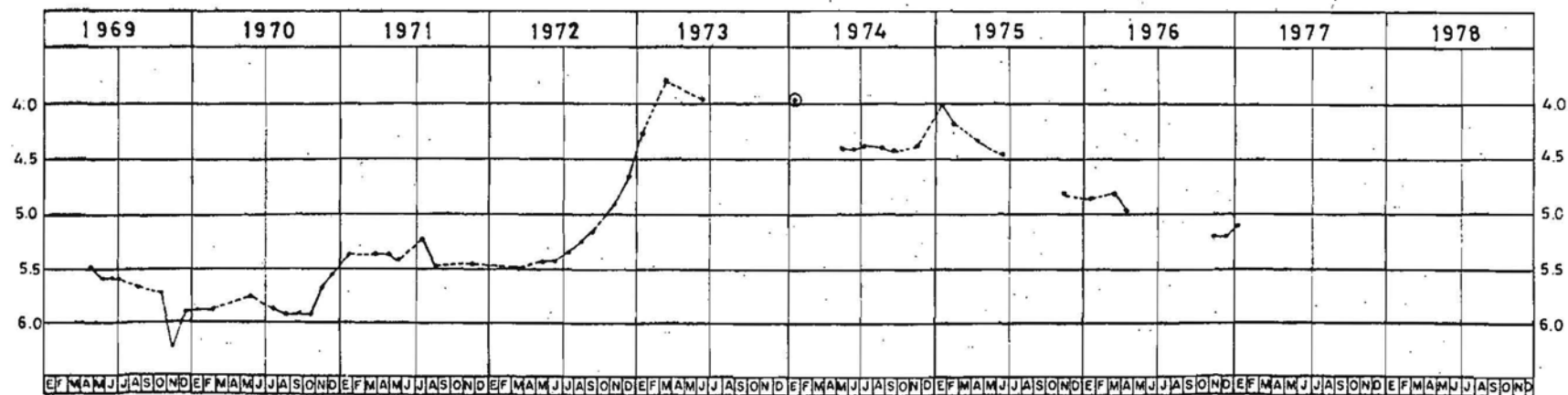
LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7040 B-4

FIG N° 3.6.2.1a



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7040 B-2

FIG N° 3.6.2.1b

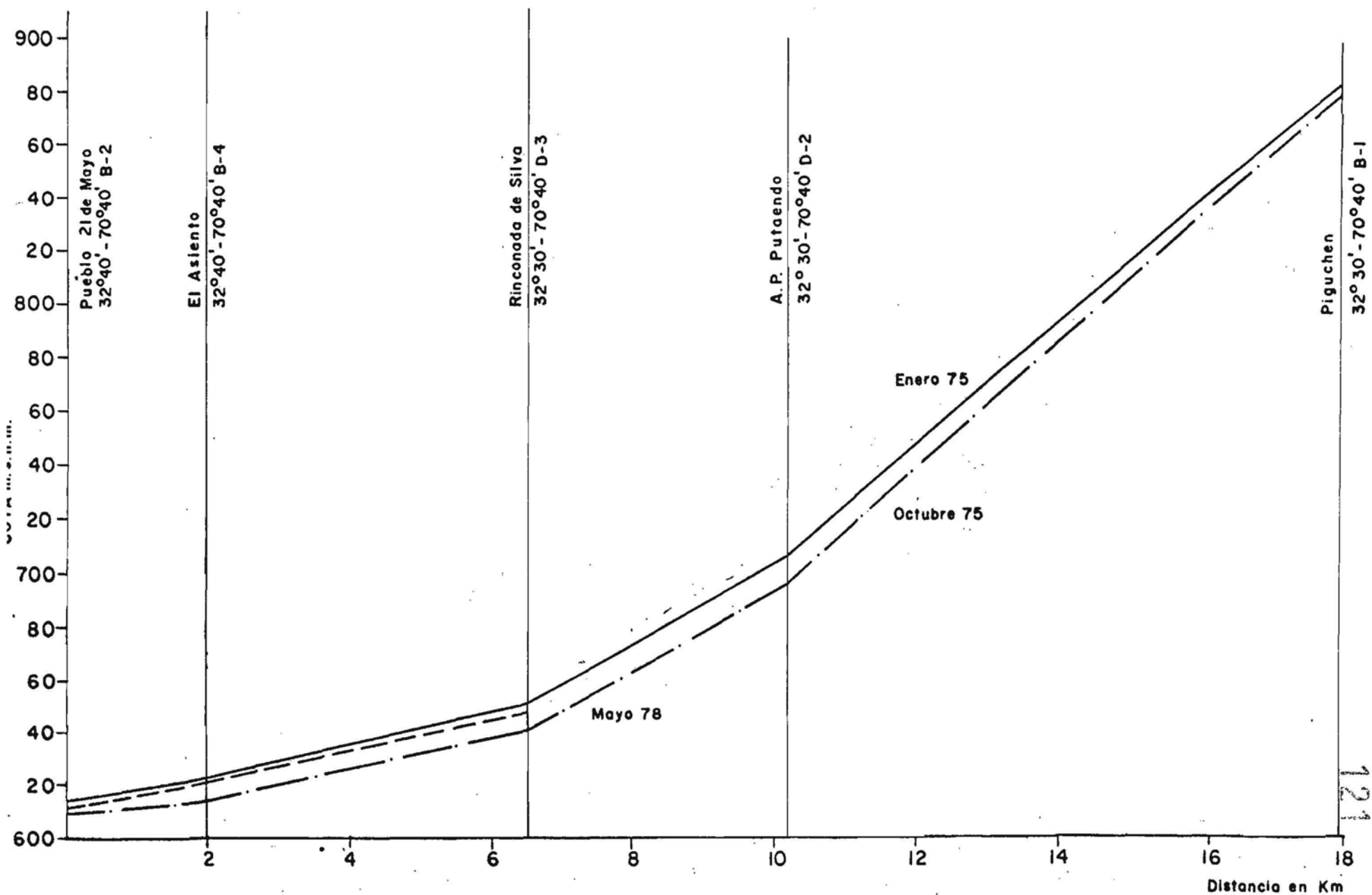


LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7040 A-3

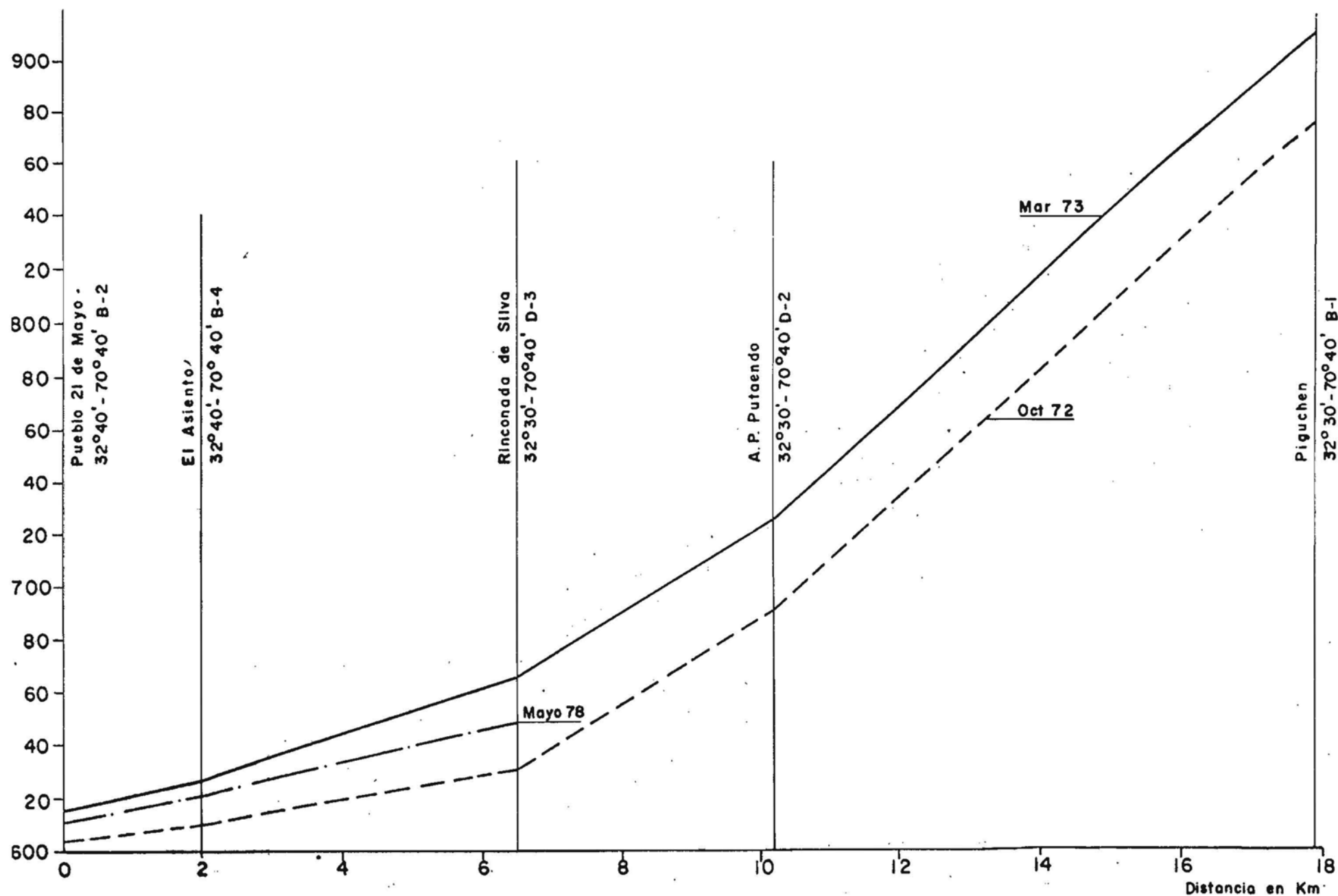
FIG. N° 3.6.2.1c

PERFIL FLUCTUACION DEL NIVEL ESTATICO VALLE PUTAENDO

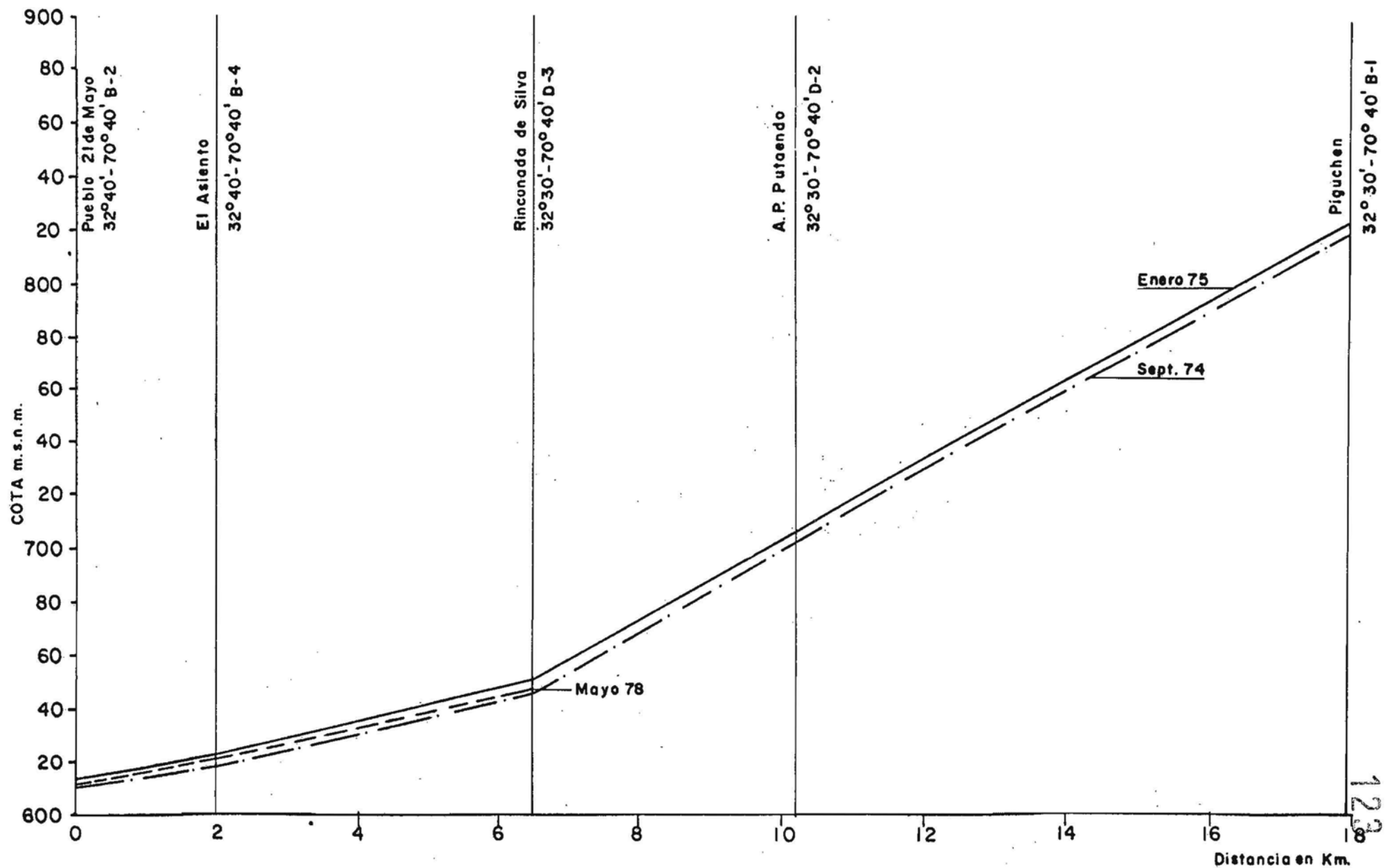
FIGURA 3.6.2.2 - A



PERFIL FLUCTUACIONES DEL NIVEL ESTATICO VALLE PUTAENDO FIGURA 3.6.2.2 - B



PERFIL LONGITUDINAL FLUCTUACION NIVEL ESTATICO VALLE DE PUTAENDO FIGURA 3.6.2.2-C



registro durante prácticamente la totalidad del año 1973, año que en la región ha caracterizado al sistema hidrogeológico con un ascenso notable de los niveles del agua subterránea.

El registro más completo pertenece al sondaje 32°40'-70°50' D-2 ubicado en el Fundo San Roque y de propiedad de CORFO. El control de la profundidad del nivel estático se inicia en Octubre de 1969, presentando interrupciones en 1970, 1973 y 1974. Se incluye en la figura 3.6.3.1 el registro completo.

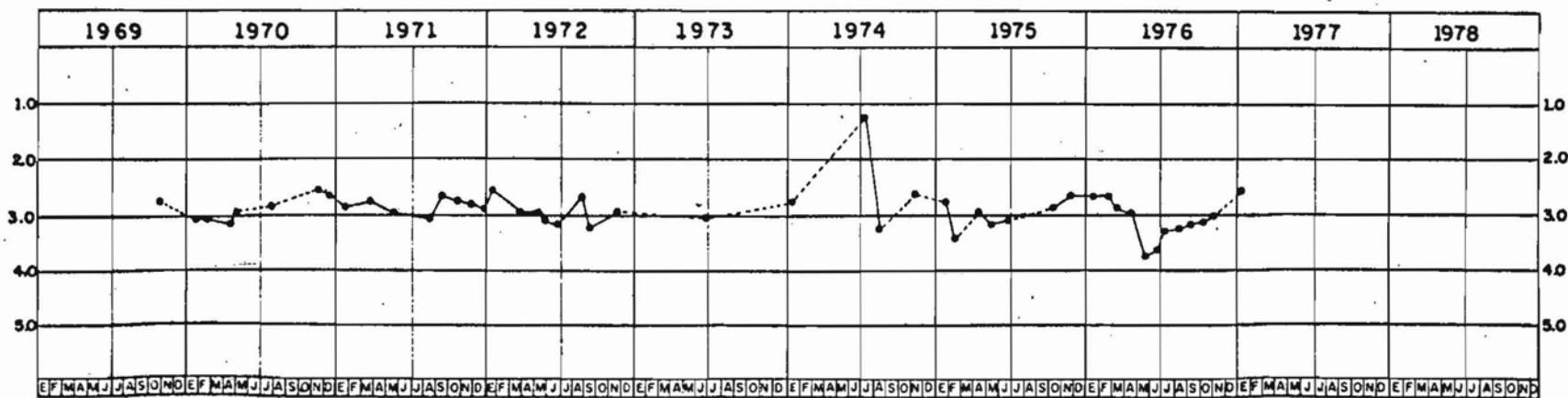
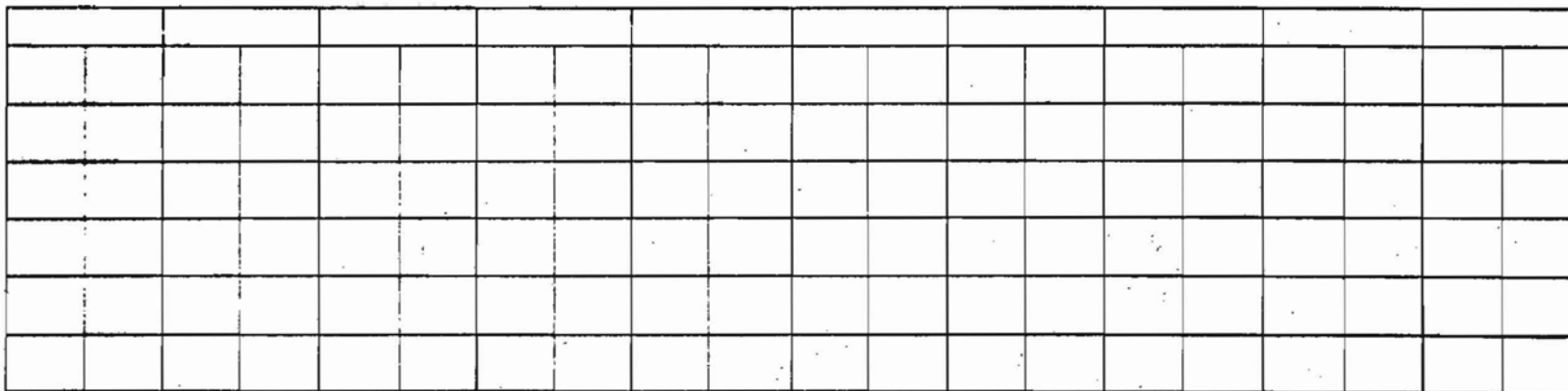
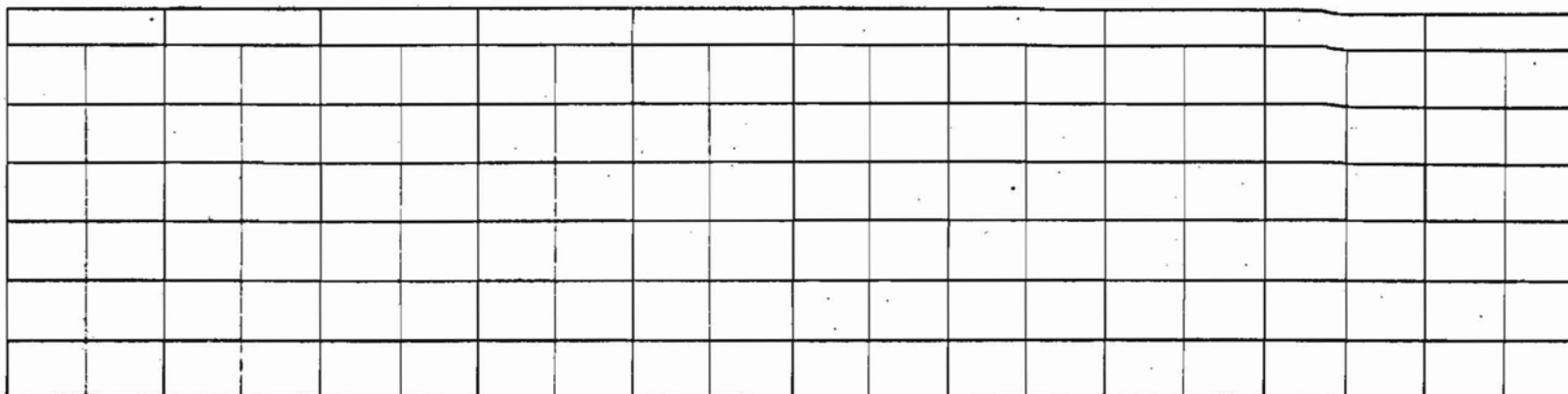
Como cosa general debe decirse que tanto la profundidad del nivel estático en el tramo como sus fluctuaciones están sometidas al control que sobre él ejerce el río.

El análisis de los registros indica en primer lugar que el monto de las variaciones es reducido y que por otra parte, se produce estacionalmente. La variación del volumen almacenado que estas fluctuaciones implican es depreciable frente al volumen de escurrimiento de agua subterránea que se presenta en este tramo y que mayoritariamente es descargado dentro de él.

El origen de las fluctuaciones observadas en este sector en su zona superior, está en las necesidades de adecuación del acuífero a los distintos flujos subterráneos que ingresan a él provenientes de los sectores Los Andes-San Felipe y valle de Putaendo. Para ello y, considerando que la capacidad de conducción de aguas subterráneas de este tramo del valle es prácticamente invariable para cada sección definida (precisamente por la escasa fluctuación de los niveles) esta adecuación mencionada se obtiene desplazándose la zona de inicio de recuperaciones hacia arriba o hacia abajo, según los flujos entrantes aumentan o disminuyen. Este desplazamiento involucra consecuentemente un ascenso o descenso de los niveles freáticos.

En el sector medio o inferior del tramo existe un reflejo en las modestas variaciones de nivel de las recargas locales y posiblemente superpuesto a las variaciones de consumo de la vegetación freatofita. Ello es coincidente con la observación de niveles estáticos mínimos (más profundos) hacia el término de otoño.

De todos modos, en la casi totalidad del área el monto de las fluctuaciones es inferior a 1 m (excepcionalmente alcanzan a 2 m). Las mayores fluctuaciones se encuentran asociadas a mayores profundidades del nivel o a un menor control del río.



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7050 D-2

Las fluctuaciones de nivel analizadas, llevan directamente asociadas variaciones del volumen almacenado en el sistema acuífero. En el Cuadro 3.6.3.1 se entregan los resultados para el período Diciembre 1970 a Diciembre 1971.

CUADRO 3.6.3.1 Variación del volumen almacenado sector San Felipe-Romeral

<u>Período</u>	<u>Volumen (millones de m³)</u>
DIC-MAR 71	- 4, 38
MAR-JUN 71	- 4, 38
JUN-SET 71	8, 76
SET-DIC 71	- 4, 38

3.6.4 Valle del estero Catemu

En el valle del estero Catemu, existen tres sondajes en los cuales se ha mantenido un registro sistemático del nivel estático. Ellos se encuentran en la parte media y baja del valle. En la parte alta, no existen antecedentes de este tipo.

En general, cubren un período que va desde Noviembre de 1966 hasta Enero de 1977. Sin embargo, existen ciertas interrupciones hasta el año 1968 y en 1973, desde Julio a Diciembre.

Como ocurre en la mayoría de los valles tributarios, la profundidad y fluctuaciones del nivel en la zona vecina a la confluencia, están controlados por el nivel base que fija el nivel freático del valle principal (Aconcagua).

A partir de este nivel, que conocemos de muy poca variación estacional y anual, se producen adentrándose en el valle fluctuaciones cada vez más importantes hacia sus cabeceras, adecuándose a la necesidad de mayor o menor almacenamiento según la cuantía de la recarga, que presenta fuertes variaciones a lo largo del año, comparado con la entrega de agua subterránea al valle de Aconcagua.

La parte media del valle puede ser caracterizada por el sondaje 32°40'-70°50' A-1 que abastece de agua potable al pueblo de Catemu. El análisis del limnigrama que se adjunta en la figura 3.6.4.1 señala la existencia de fluctuaciones estacionales e interanuales de cierta magnitud. Las primeras del orden de 3 m y las segundas del orden de 5 m.

Estacionalmente, la profundidad máxima del nivel se encuentra hacia fines de la primavera y la mínima, en invierno y en verano. Ello relacionado directamente con la presencia de escurrimiento superficial que provoca disponibilidades de agua para la infiltración y consecuentemente, para recargar el sistema acuífero. En invierno las precipitaciones y la escorrentía del estero y en verano, el regadío del área con recursos del Aconcagua. Debido a que la hoya hidrográfica se define como poseedora de un régimen exclusivamente pluvial, en primavera a el nivel alcanza su máxima profundidad, al no existir recarga proveniente de deshielos.

La parte baja del valle presenta fluctuaciones de niveles, que si bien es cierto ocurren igualmente distribuidas en el tiempo, son de magnitudes inferiores a las que existen hacia aguas arriba. El sondaje 32°40'-70°50' C-2 (fig 3.6.4.2) representa esta situación y del análisis de su correspondiente limnigrama el cual cubre el período 1968-1970, se desprende que la fluctuación del nivel es del orden de 0,20 m manteniéndose en general a una profundidad muy similar, prácticamente a lo largo de todo el año, en torno a 1,20 m.

Puesto que las fluctuaciones de nivel estático provocan variaciones del volumen de agua embalsado en el sistema acuífero, se ha calculado esta variación para períodos semestrales del año 1971, la cual se entrega en el Cuadro siguiente.

CUADRO 3.6.4.1 Variación del volumen embalsado sector Valle Estero Catemu

		Volumen (millones de m ³)
ENE-AGO	71	- 9,75
AGO-DIC	71	7,50

3.6.5 Valle de Llay Llay

Es necesario distinguir en este valle el comportamiento de los dos sistemas acuíferos existentes aunque como se sabe las características del acuífero superior limitan sus posibilidades. Aún más, si bien para efectos de su tratamiento se le sigue denominando acuífero, en sectores del área sus características granulométricas lo descartan como tal.

Sobre el acuífero freático existe información adecuada a través del control de un gran número de pequeños sondeos que ha construido y observado el SAG, cuyos resultados se encuentran publicados (1). La situación se tipifica con la presencia de los niveles más altos en los meses de invierno (menos profundos) y los más bajos al término del verano. Existe también un mínimo al término del período de invierno, que, para el año durante el cual fue observado, se interpreta como ocurrido durante el período de limpia de canales.

Los valores altos de invierno se explican, más que por la presencia de mayores recursos para recarga por precipitaciones (que son muy reducidos frente a la importación de aguas del Aconcagua para regadío); por el efecto de una disminución del uso consumo, de la vegetación freatófita y de riego.

Mostrando la situación promedio de un elevado número de sondeos se presenta en la fig 3.6.5.1 y que cubre el control de un año.

La situación del sistema acuífero inferior (confinado) es sustancialmente distinta, si bien no existe control sistemático de sus niveles.

La característica más importante de este sistema acuífero es su reducida capacidad de almacenamiento derivada de su condición de confinamiento. El otro aspecto relevante lo constituyen los altos niveles piezométricos, que en una extensa región del área se ubican a varios metros por sobre el nivel de terreno. Este hecho ha sido el responsable de que no exista un control de estos niveles, que en algunos casos se han elevado más de 10 m por sobre el nivel de terreno.

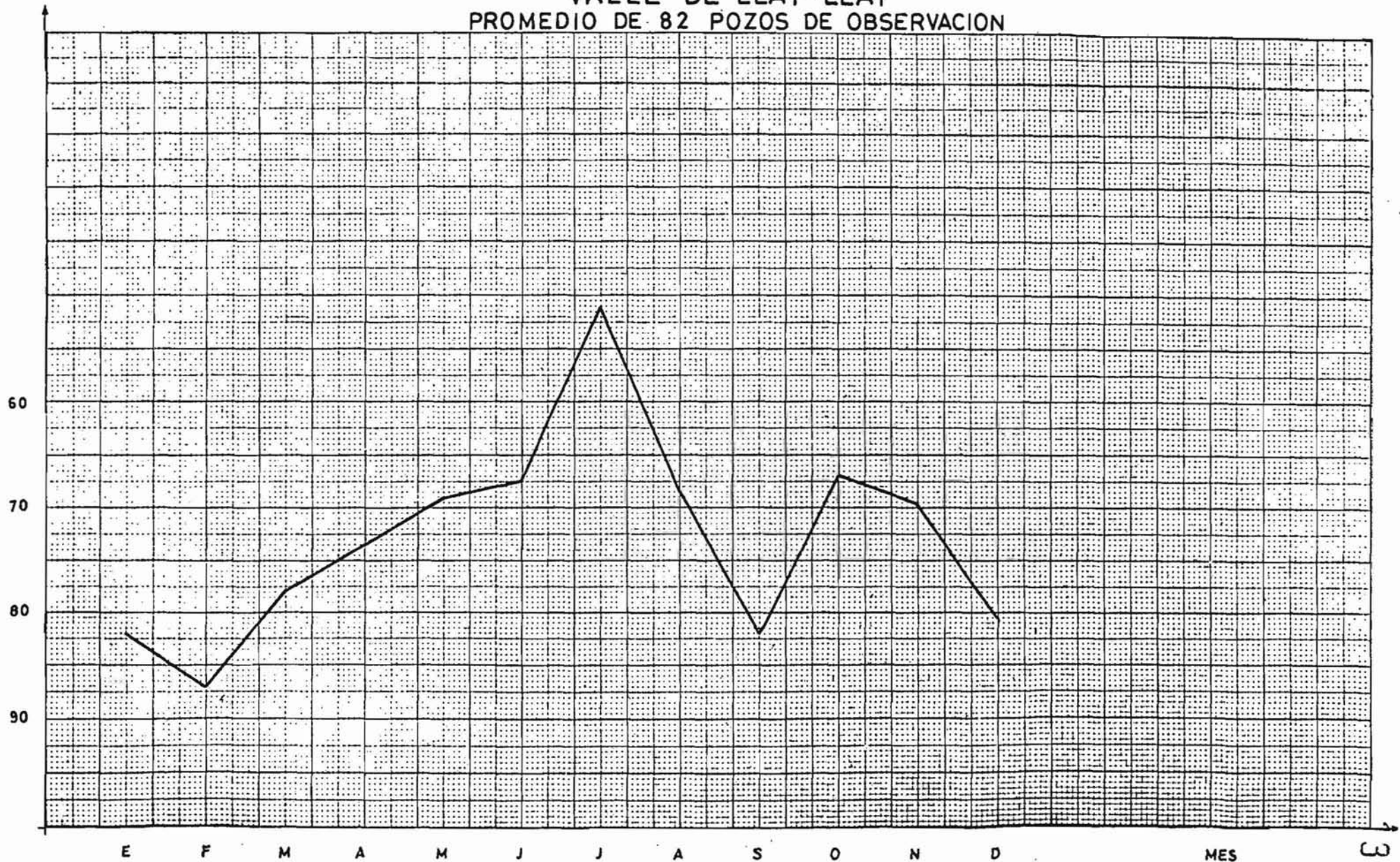
La reducida capacidad de almacenamiento que se ha mencionado es quien, en última instancia, provoca las fuertes variaciones del nivel piezométrico, para que el acuífero pueda absorber los distintos montos de recarga, por pequeñas que sean sus diferencias.

(1) "Estudio de niveles freáticos en el área de Llay Llay".

FLUCTUACION MEDIA DEL NIVEL ESTATICO

VALLE DE LLAY-LLAY

PROMEDIO DE 82 POZOS DE OBSERVACION



FUENTE: SAG - V REGION

FIGURA 3.6.5.1

3.6.6 Sector Romeral-Tabolango

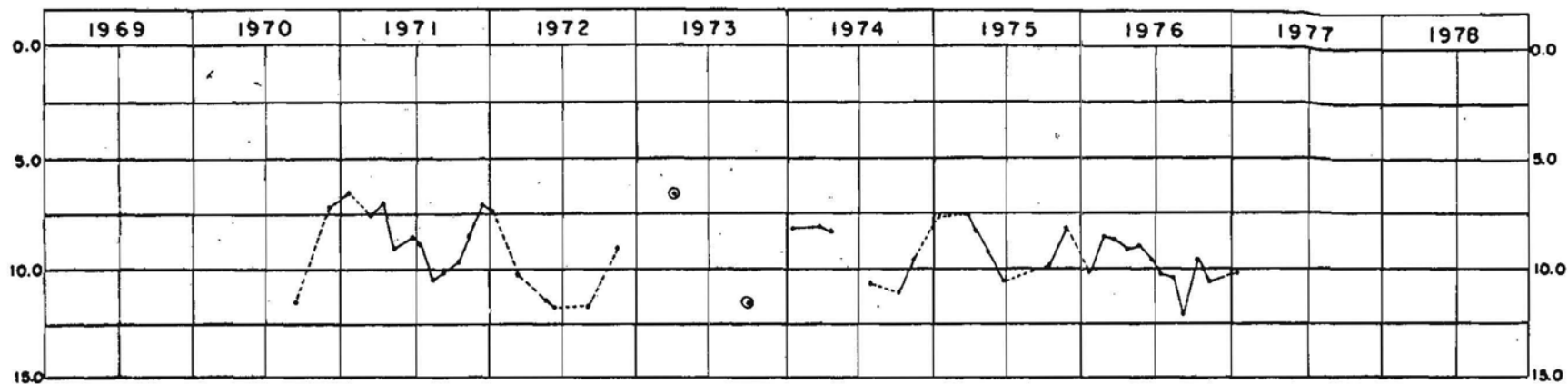
Este sector que se extiende desde la Puntilla de Romeral hasta la Angostura de Mauco (límite inferior del área denominada Tabolango), posee un relleno sedimentario depositado por acción del río Aconcagua y sus tributarios. Ello ha generado una notable divagación del río al ir depositando su carga sedimentaria, muchas veces en forma de meandros, por lo que se hace necesario subdividir este sector, teniendo presente que existe una estrecha conexión entre el río y el acuífero y que además, los niveles estáticos son relativamente someros. Por lo anterior, se ha identificado los siguientes subsectores: Ocoa, Híjuelas-Puntilla La Cruz y Puntilla La Cruz-Tabolango.

a) Subsector Ocoa

Se ha denominado Ocoa, el tramo comprendido entre la Puntilla de Romeral y el puente sobre el río Aconcagua, frente a Rabuco. Comprende las localidades de Romeral, Ocoa y Rabuco.

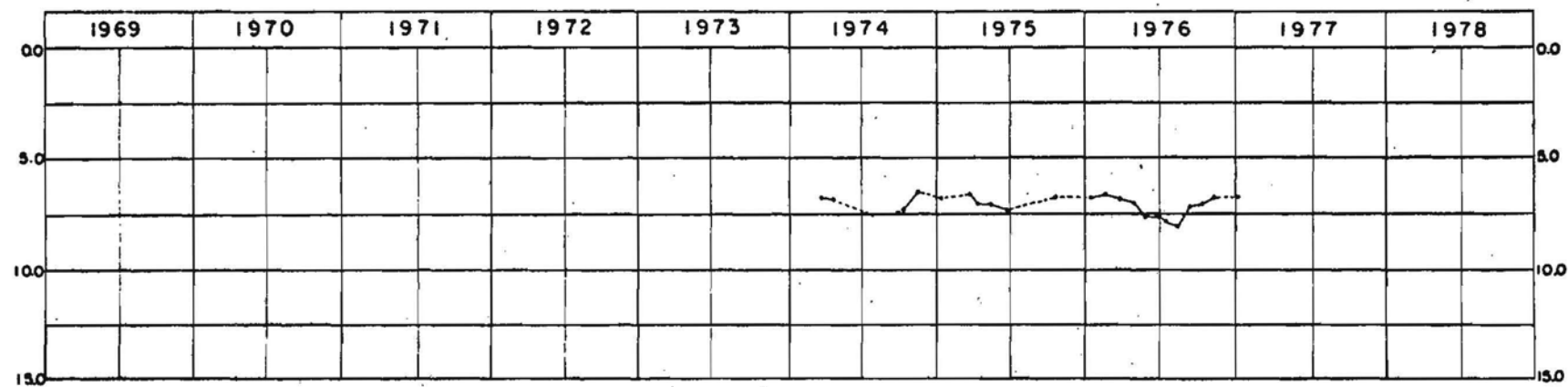
Las fluctuaciones son en general de una amplitud moderada, en torno a 1 m, aunque en las cercanías de la galería Las Vegas (Sondaje 32°40'-71°00' D-3, fig 3.6.6.1) la amplitud alcanza a un valor del orden de 5,0 m debido a que la mayor profundidad del nivel estático en ese sector permite la existencia de una capacidad de regulación aprovechable, que en el resto del área no se manifiesta por encontrarse el embalse subterráneo a plena capacidad. Ello se debe a que en esta zona la galería representa una barrera de control, que en otras zonas está constituida por el río. Por otra parte, como se desprende del plano de movimiento del agua subterránea, parte importante de la extracción de la galería debe ser producto de la recarga local, puesto que el escurrimiento natural de agua subterránea hacia la zona de la galería se muestra insuficiente para mantenerlo. Esta recarga entonces (variable en el año) es responsable de esta variación, relativamente importante para la zona aludida.

El resto del subsector, queda bien caracterizado por el sondeo 32°50'-71°00' B-13 (fig 3.6.6.2) cuyo limnigrama corresponde a una senoide, que para el período de control continuo del nivel estático (1974-1976), presenta una amplitud máxima de 1.6 m. La máxima profundidad del nivel se observa en invierno y la mínima corresponde a los meses de Noviembre y Diciembre.



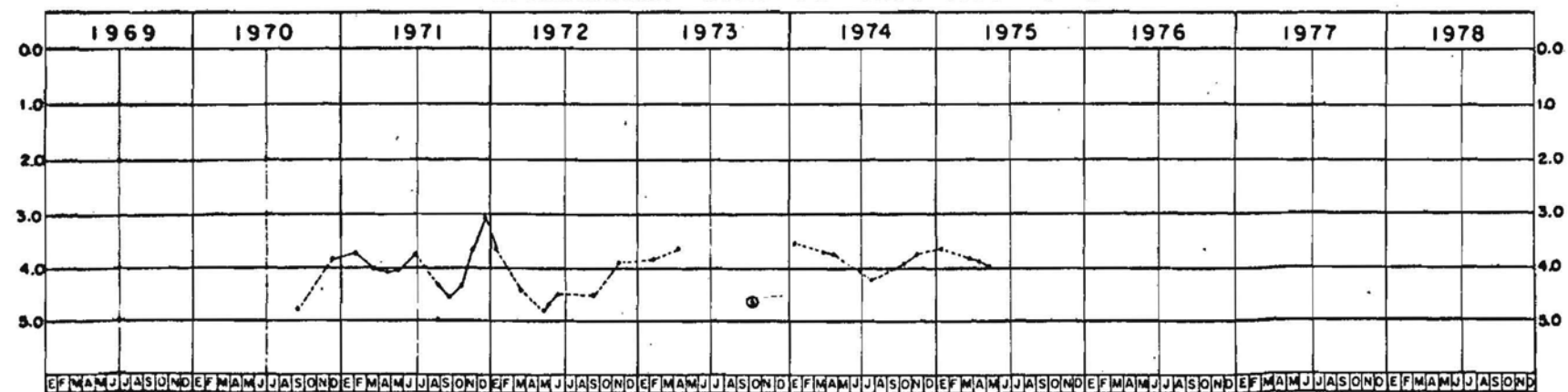
LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7100 D-3

FIG. N° 3.6.6.1



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7100 B-13

FIG. N° 3.6.6.2



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7100 D-4

FIG. N° 3.6.6.3

Por otra parte, existen registros mensuales de profundidad del agua subterránea durante los años 1970 y 1971, en los sondeos 32°40' 71°00' D-3 y D-4 (figuras 3.6.6.1 y 3.6.6.3), con cuyas fluctuaciones se ha obtenido el volumen de drenaje o de recarga que significa la variación del nivel en el subsector. En el Cuadro siguiente se entregan dichos valores, para diversos períodos y durante los años señalados.

CUADRO 3.6.6.1 Variación del volumen almacenado en Subsector Ocoa

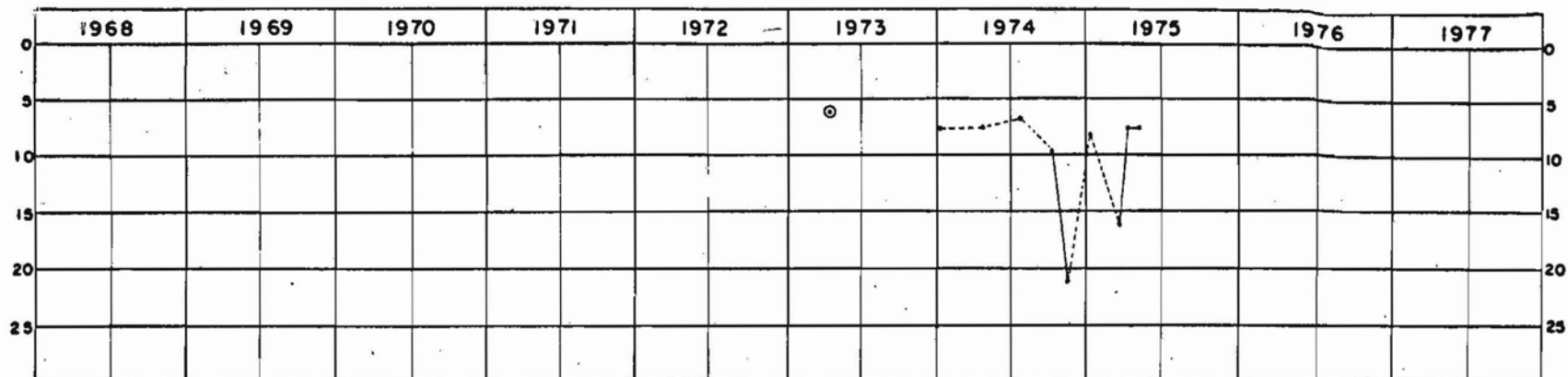
<u>Período</u>	<u>Volumen</u> <u>(millones de m³)</u>	
	1970	1971
MAR-JUL	-	0,97
JUL-SEP	-	- 3,90
SEP-DIC	4,90	5,80
DIC-MAR	- 0,97	- 3,90

Las cifras anteriores demuestran entonces el bajo aprovechamiento natural de la capacidad de regulación del acuífero.

Dentro de este subsector, debe separarse el valle del estero Rabuco, el cual posee condiciones y características hidrogeológicas comparativamente distintas de aquellas del valle del Aconcagua. Las fluctuaciones de niveles son marcadamente mayores y se producen con máximos en el inicio del verano y mínimos en invierno.

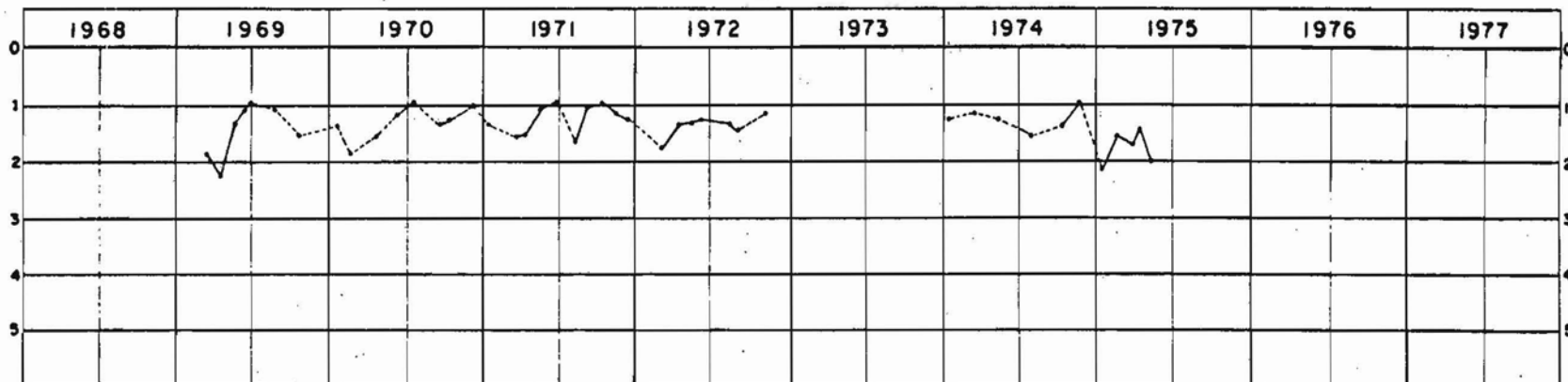
Ello, condicionado por y dependiente de la escorrentía generada por las precipitaciones invernales y del regadío con aguas provenientes del Aconcagua.

La amplitud de las fluctuaciones es del orden de 5 m, según el registro del sondeo 32°50'-71°00' A-12, para el año 1974 (figura 3.6.6.4) siendo válidas, en cuanto a la variación de esta magnitud a lo largo del valle, las observaciones hechas al tratar el valle de Catemu.



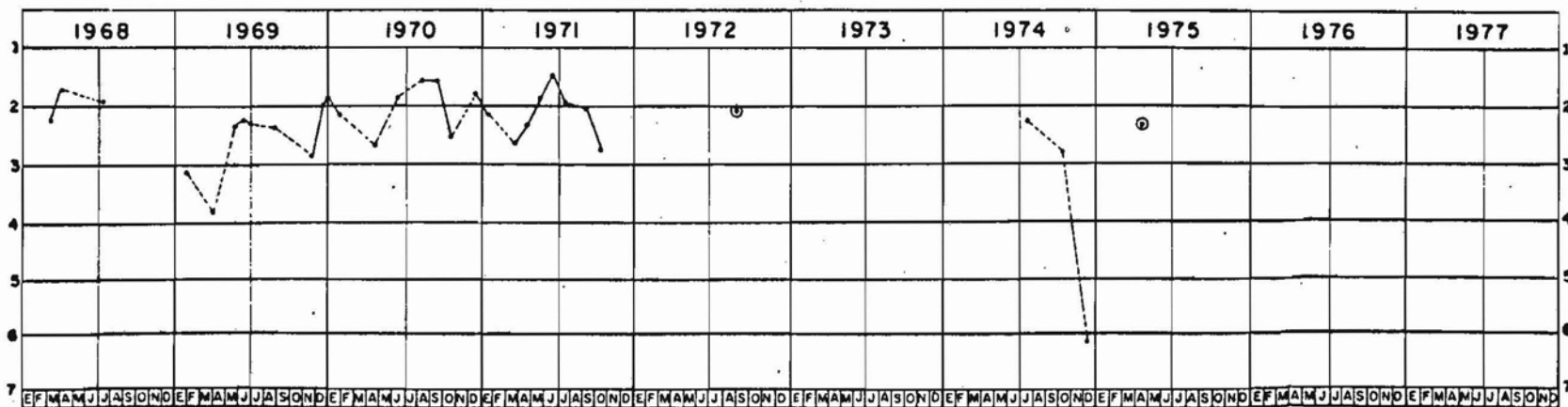
LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7100 A-12

FIG. N° 3.6.6.4



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7100 C-5

FIG. N° 3.6.6.5



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7110 D-17

FIG. N° 3.6.6.6

b) Subsector Hijuelas- Puntilla La Cruz

La característica general de este tramo está configurada, al igual que las áreas del subsector anterior alejadas de la influencia de la galería de Las Vegas, por la presencia del río como barrera de control de los niveles freáticos y en consecuencia el acuífero permanece estacional e interanualmente a máxima capacidad.

Las fluctuaciones tienen su origen fundamentalmente en la recarga local, que pasa a ser en magnitud un orden superior a los caudales subterráneos en juego. En estas condiciones entonces, las fluctuaciones del nivel freático reflejan fundamentalmente la necesidad de almacenamiento temporal de los volúmenes recargados en exceso sobre los afloramientos de agua subterránea en dicho tramo, independizándose para efectos prácticos de las áreas vecinas.

El hecho de que estos embalses se encuentran a su máxima capacidad (poca profundidad del nivel freático) implica un muy reducido aprovechamiento de la capacidad de regulación de estos acuíferos y en consecuencia variaciones de nivel de escasa significación.

En la casi totalidad del área se aprecian anualmente dos períodos de incremento del volumen almacenado que tienen lugar durante los meses de otoño (Marzo-Julio) y primavera (Septiembre-Diciembre), explicándose tanto por una menor evapotranspiración (en la primera época), como por un incremento en la disponibilidad de agua aplicada en riego, para el segundo período.

En el área comprendida entre Hijuelas y La Calera, la magnitud máxima de las fluctuaciones se encuentran en torno a 1 m. El sondeo 32°40'-71°00' C-5 (figura 3. 6. 6. 5) representa las condiciones generales de las fluctuaciones de nivel en este tramo del valle del Aconcagua.

Se ha determinado una fluctuación representativa de esta área de manera de calcular, para distintos períodos, el volumen recargado o descargado desde el almacenamiento del acuífero. En el Cuadro 3. 6. 6. 2. se entregan estos resultados, para los años 1970 y 1971.

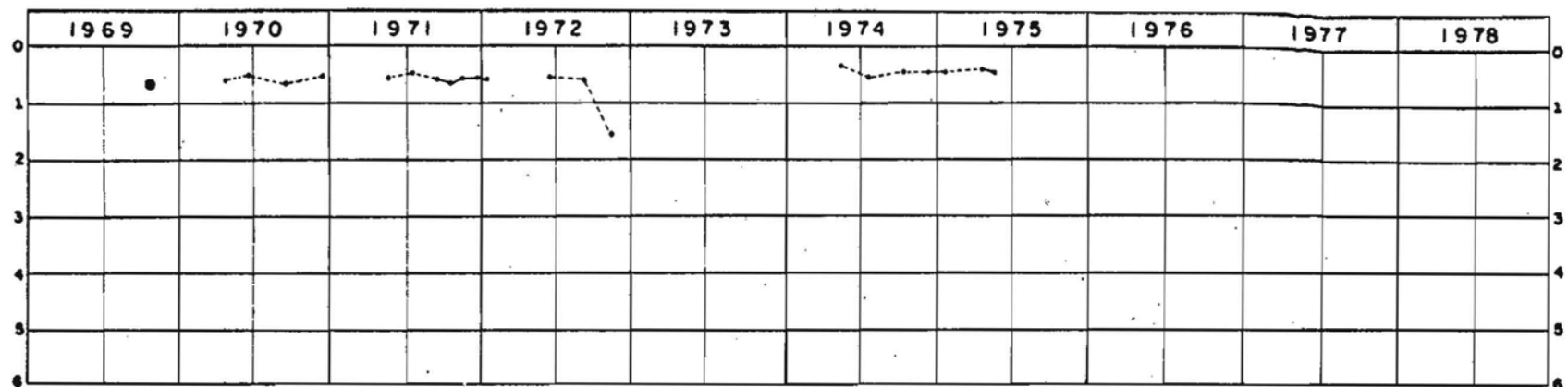
CUADRO 3. 6. 6. 2 · Variación del volumen almacenado área
Hijuelas-La Calera

<u>Período</u>	<u>Variación volumen (millones de m³)</u>	
	<u>1970</u>	<u>1971</u>
MAR-JUL	3, 30	1, 60
JUL-SET	- 0, 82	- 1, 65
SET-DIC	2, 06	- 0, 82
DIC-MAR	- 2, 09	- 0, 82

La situación general del área comprendida entre La Calera y la Puntilla La Cruz queda representada por el comportamiento del son-
daje 32°40'-71°10' D-17 (figura 3. 6. 6. 6.)

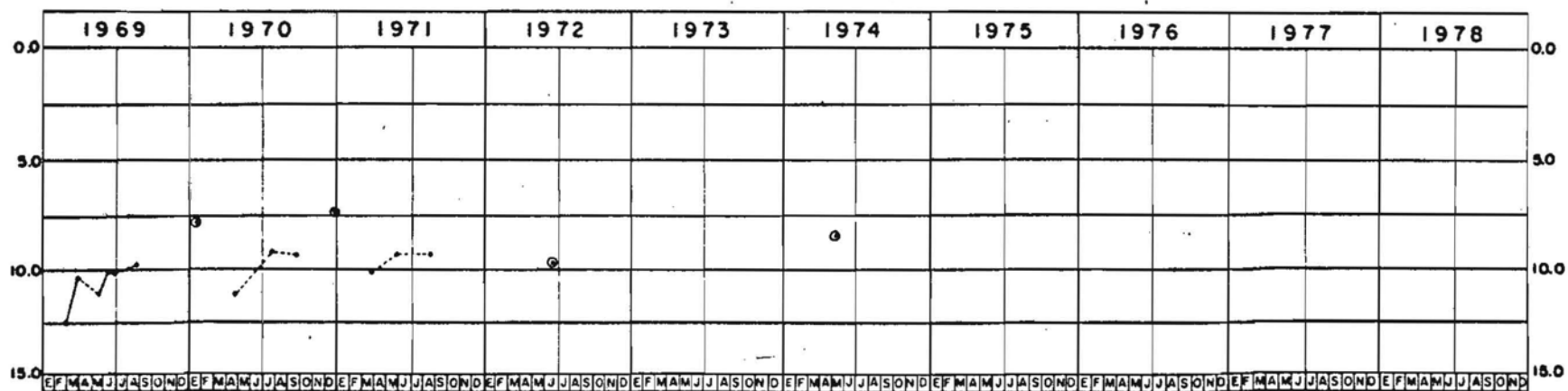
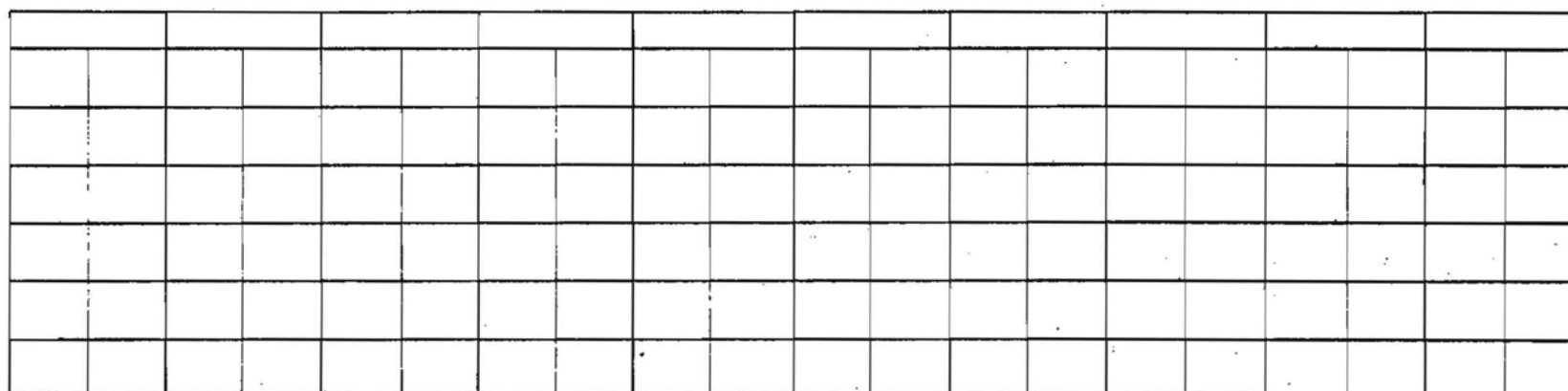
La amplitud de las fluctuaciones de nivel es de 1, 5 a 2 m como máximo y disminuyen hacia aguas abajo, hasta alcanzar valores del orden de 0, 1 m en los entornos de Puntilla La Cruz (sondaje 32°40'-71°10' D-18, figura 3. 6. 6. 7.). Ello, producto del apreciable incremento del valor del coeficiente de transmisibilidad que se ha comprobado en la localidad señalada. Este aumento del valor de la transmisibilidad provoca un descenso generalizado del nivel estático desde 0, 5 a 11, 0 m de profundidad, según se aprecia en el perfil de la figura 3. 6. 6. 8 en la ubicación de los sondeos 32°40'-71°10' D-18 y D-26, separados entre sí por una distancia de 1. 000 m.

Las variaciones de nivel estático implican una variación del volumen almacenado en el acuífero. Se ha calculado para el área, tomando los registros de los años 1970 y 1971, la magnitud de esta variación, la cual se entrega en el Cuadro 3. 6. 6. 3 para cuatro períodos.



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7110 D-18

FIG. N° 3.6.6.7



LIMNIGRAMA SONDAJE 3240-7110 D-22

FIG. N° 3.6.6.9

100

FLUCTUACION NIVEL ESTATICO PERFIL LONGITUDINAL LA CALERA -LA CRUZ PERIODO SEPTIEMBRE 1970 a MARZO 1971

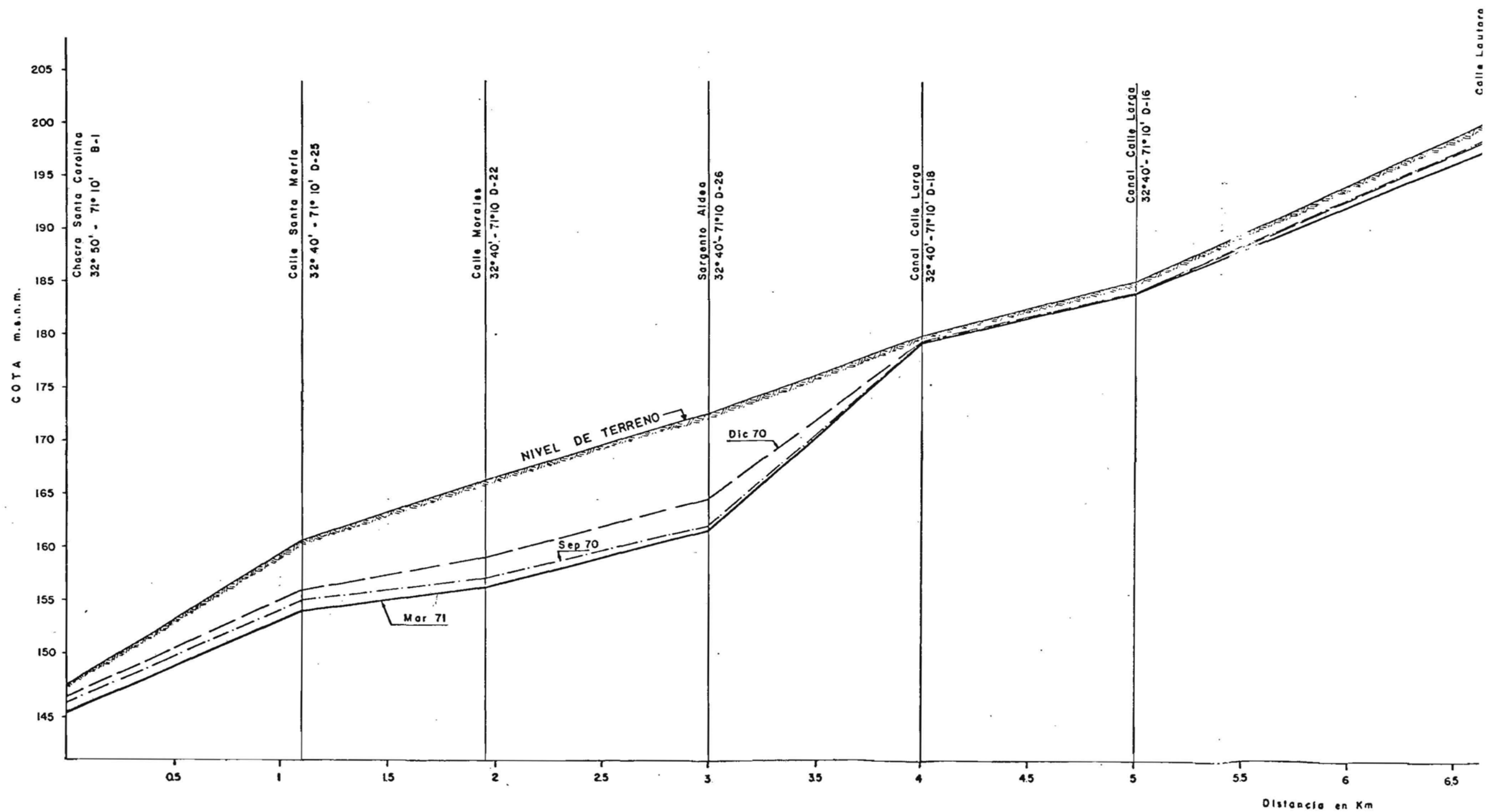


FIGURA 3.6.6.8

CUADRO 3.6.6.3 Variación del volumen almacenado área
La Calera-Puntilla La Cruz

<u>Período</u>	<u>Variación volumen (millones de m³)</u>	
	<u>1970</u>	<u>1971</u>
MAR-JUL	2,05	1,72
JUL-SET	- 0,17	- 0,68
SET-DIC	- 0,17	0,51
DIC-MAR	- 1,37	- 1,37

c) Subsector Puntilla La Cruz=Tabolango

Corresponde al tramo acuífero de mayor ancho que se desarrolla en el valle de Aconcagua, aguas abajo de San Felipe.

Salvo la reducida área emplazada al inicio de este tramo (aguas abajo de la Puntilla de La Cruz y hasta la localidad de Charravata) y el área de Tabolango, que rompen la monotonía general que se desarrolla a partir de Romeral, este subsector presenta modestos valores de transmisibilidad.

Los niveles freáticos son controlados, tanto por el río, como por el estero Pocochay y, desde luego, el embalse subterráneo que constituye este acuífero, se encuentra a plena capacidad. La función de los cauces superficiales es mayoritariamente la de recibir los aportes subterráneos provenientes de aguas recargadas en la misma zona, salvo el tramo de río que se ubica en la Puntilla de La Cruz, en que como consecuencia de la mayor profundidad de los niveles freáticos, la conexión entre río y acuífero debe ser a la inversa, vale decir, el río debe presentar una pequeña pérdida en favor de la recarga del acuífero que lo subyace.

Según este esquema descrito no cabe esperar fluctuaciones de nivel estático de importancia, en la mayor parte del subsector, con la excepción aludida del área ubicada entre Puntilla La Cruz y Charravata.

En ésta, las fluctuaciones del nivel del agua subterránea, alcanzan valores de amplitud en torno a 5 m según se aprecia en el limnigrama del sondeaje 32°40'-71°10' D-22 (figura 3.6.6.9). Los niveles estáticos más profundos se registran en los meses de Diciembre y Enero y los más someros, en los meses de Marzo a Mayo y Septiembre a Noviembre, dependiente de la ubicación del sondeaje. Ello se visualiza claramente en las figuras 3.6.6.8 y 3.6.6.10 donde la magnitud de las fluctuaciones disminuyen en los entornos del río Aconcagua y hacia aguas abajo del sector, debido a la menor profundidad del nivel estático. En el resto del área la situación de fluctuaciones de niveles estáticos en cuanto a su ocurrencia en el tiempo, es prácticamente igual a aquella descrita para el sector ubicado inmediatamente aguas arriba. La amplitud de las fluctuaciones en este caso desciende a un valor del orden de 2 m.

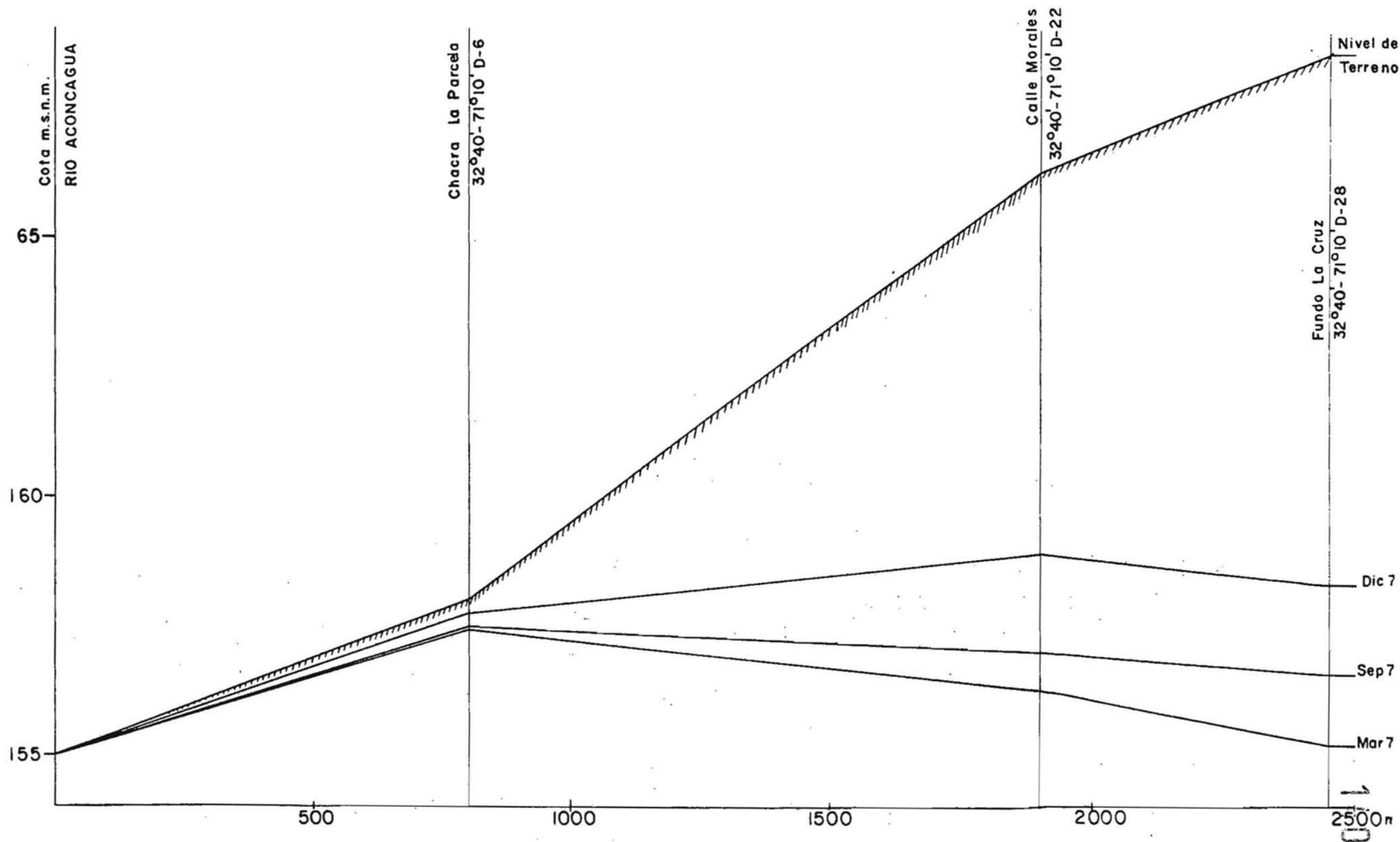
En los entornos del estero Pocochay este valor disminuye según se visualiza en el limnigrama del sondeaje 32°50'-71°10' B-21 (figura 3.6.6.11) y aumenta hacia las proximidades del río Aconcagua, según los limnigramas de los sondeos 32°50'-71°10' B-24 y 32°50'-71°10' A-11 (figuras 3.6.6.12 y 3.6.6.13).

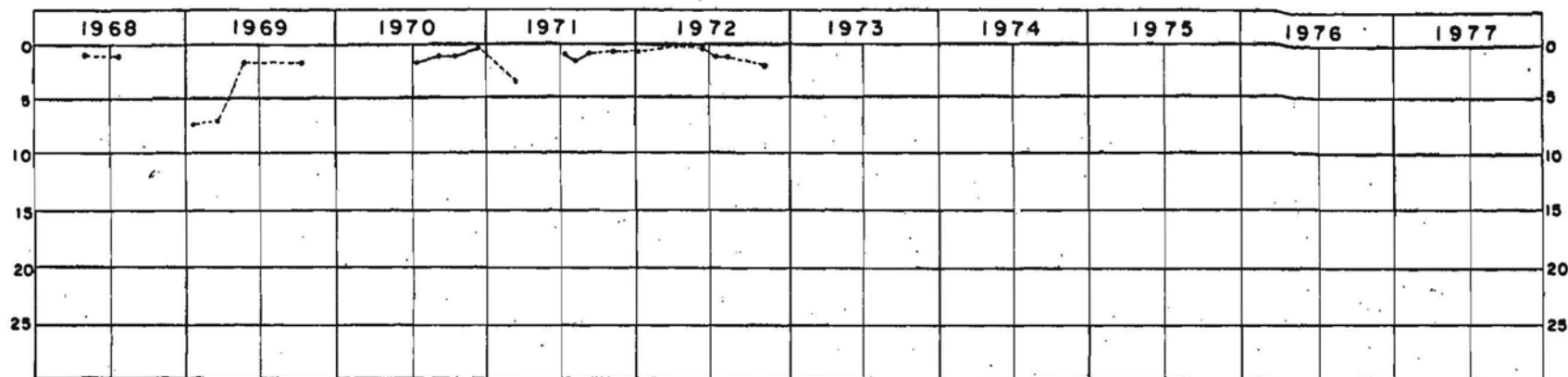
Las fluctuaciones de nivel del agua subterránea analizadas para el subsector Puntilla La Cruz-Tabolango, implican variaciones del volumen almacenado que se han calculado para los períodos indicados de los años 1970 y 1971 y que se entregan en el Cuadro siguiente.

CUADRO 3.6.6.4.Variación del volumen embalsado subsector Puntilla La Cruz-Tabolango

<u>Período</u>	<u>Variación volumen (millones de m³)</u>	
	<u>1970</u>	<u>1971</u>
MAR-JUL	8,60	6,90
JUL-SET	- 6,90	- 1,72
SET-DIC	5,17	6,89
DIC-MAR	- 11,20	- 10,30

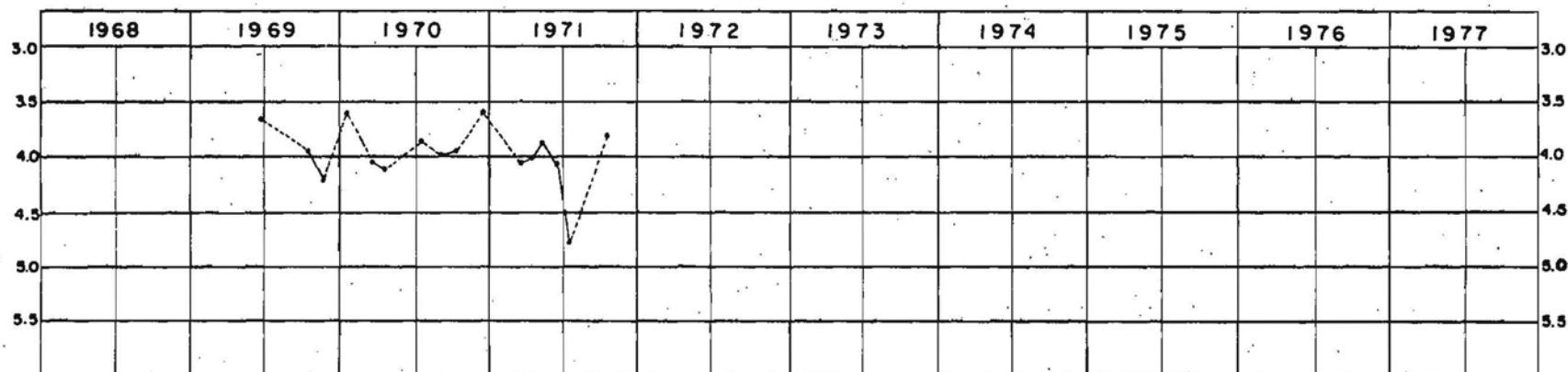
PERFIL TRANSVERSAL FLUCTUACION NIVEL ESTATICO PUNTILLA LA CRUZ FIGURA 3.6.6.10





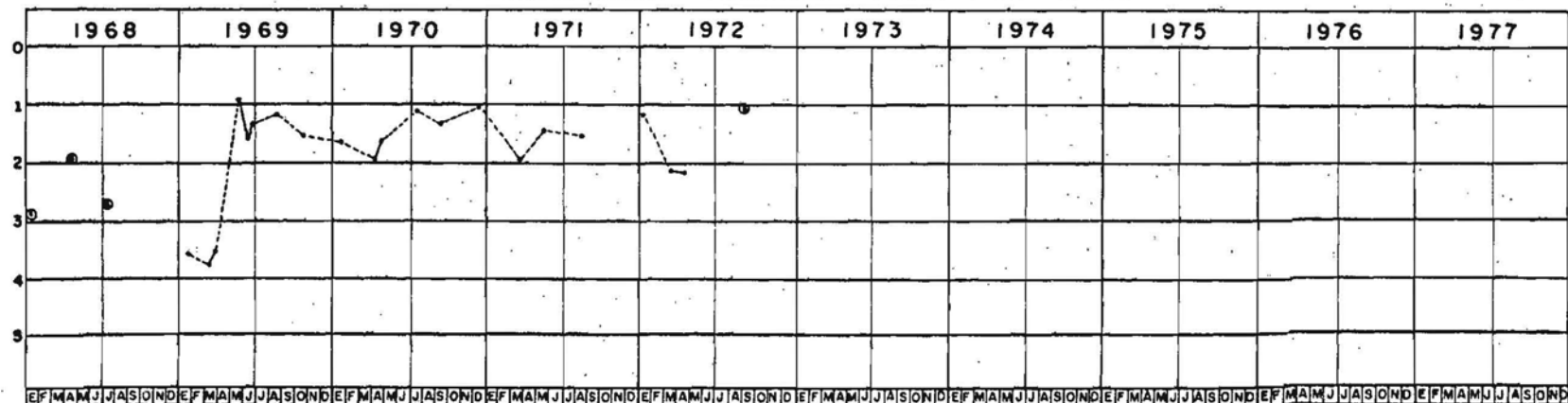
LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7110 B-21

FIG. Nº 3.6.6.11



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7110 B-24

FIG. Nº 3.6.6.12



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7110 A-11

FIG. Nº 3.6.6.13

3.6.7 Valle del estero Los Litres

No escapa este valle a la situación general insinuada para los tributarios menores al valle principal. Vale decir, el nivel del área inferior del valle se encuentra controlado por el del valle Aconcagua, con un reducido monto de fluctuación que va incrementándose hacia la parte alta del valle.

El propio estero Los Litres ejerce también un rol de barrera de control en la zona media baja del valle. La recarga más importante sin duda, deriva del empleo de agua en regadío, tanto por los exiguos recursos propios de la cuenca, como por la oportunidad en que se manifiestan las fluctuaciones.

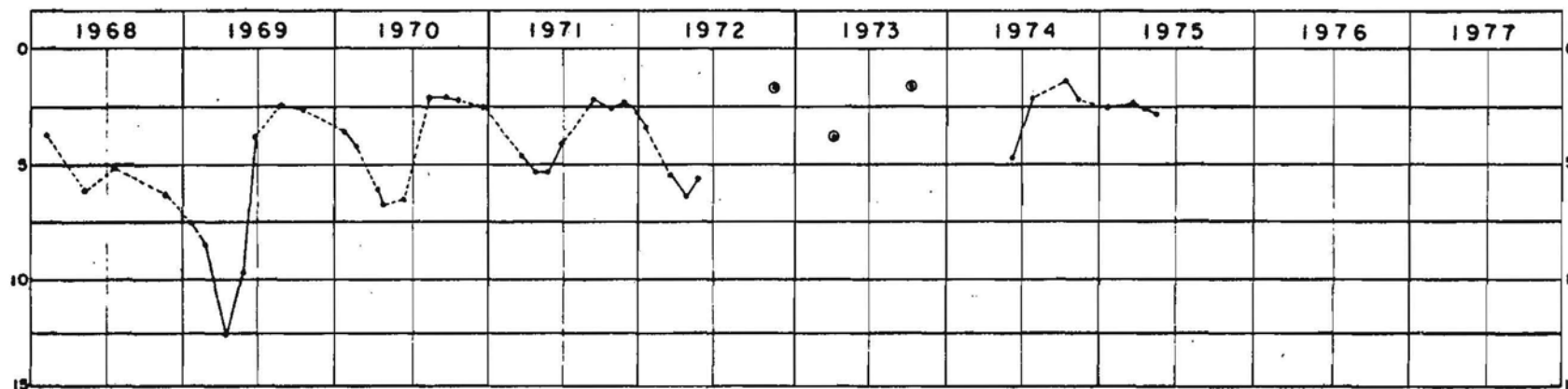
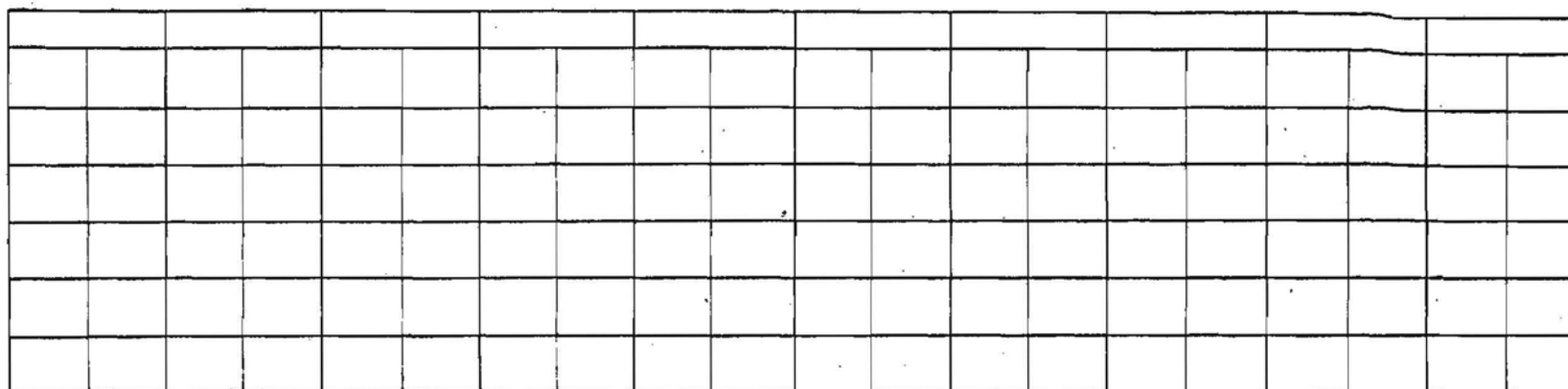
Por la magnitud y comportamiento de las variaciones de nivel, se puede dividir el valle en tres áreas características.

La primera corresponde a la parte alta del valle, desde el pueblo de El Melón hacia el estero El Carretón, donde las fluctuaciones del nivel del agua subterránea presentan amplitudes del orden de 10 m, con el nivel a la mayor profundidad en invierno y a la profundidad mínima en otoño. Esta situación se ve claramente representada por el sondeo 32°40'-71°10' B-15 (figura 3.6.7.1)

La segunda se localiza frente a la Rinconada de Pucalán (Nogales). La amplitud de las fluctuaciones decrece y se mantiene invariablemente entre 3 y 5 m. Alejada esta área de la influencia del estero El Carretón, presenta el descenso máximo del nivel en verano y el descenso mínimo en invierno. El sondeo 32°40'-71°10' B-27 refleja estas fluctuaciones estacionales (figura 3.6.7.2)

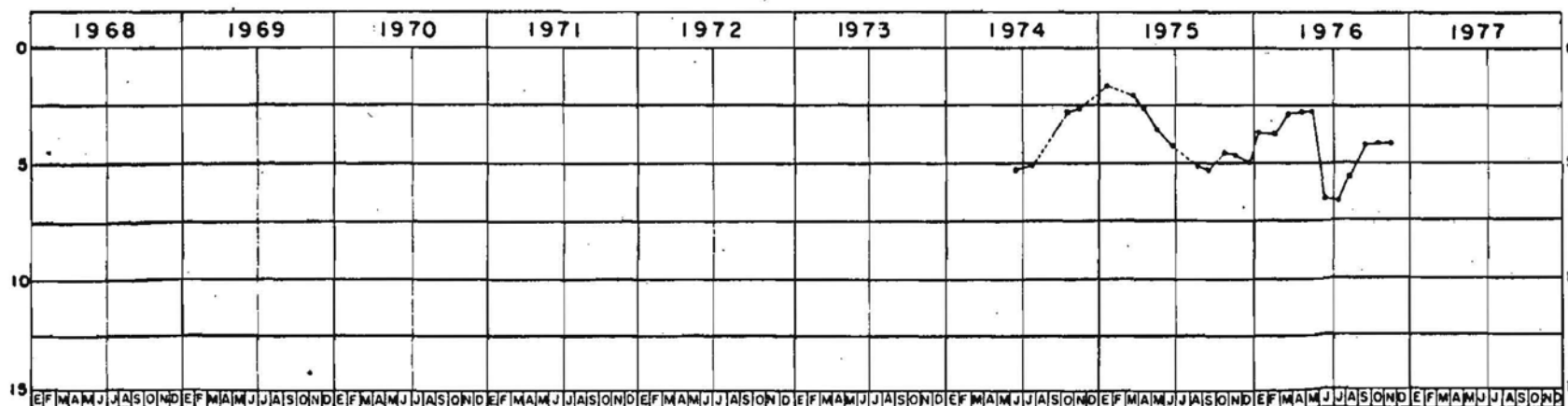
La tercera corresponde a la parte baja del valle, desde Nogales hacia aguas abajo, donde las fluctuaciones decrecen en amplitud y se tornan relativamente constantes en torno a 1 m, con máximas en verano y otoño y mínimas en primavera.

Las fluctuaciones señaladas, provocan una variación en el volumen embalsado en el acuífero. Dichas variaciones se entregan en el Cuadro 3.6.7.1 la cual se ha confeccionado asumiendo como fluctuación intermedia, un coeficiente de almacenamiento de 10 por ciento y una superficie para el valle de 706 km² para los años 1975 y 1976.



LIMNIGRAMA SONDAGE 3240-7110 B-15

FIG. N° 3.6.7.1



LIMNIGRAMA SONDAGE 3240-7110 B-27

FIG. N° 3.6.7.2

CUADRO 3.6.7.1 Variación del volumen almacenado
Valle estero Los Litres

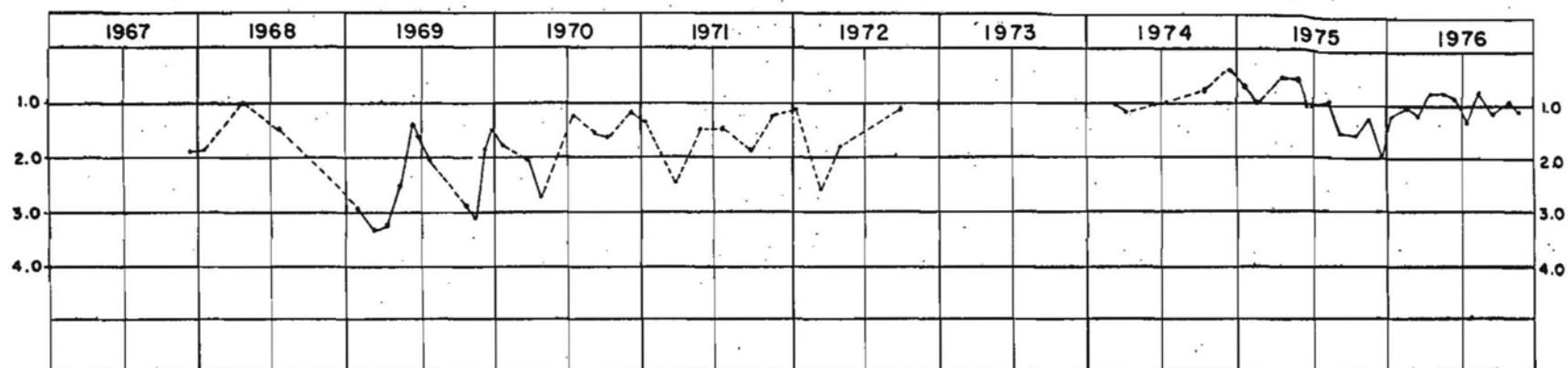
<u>Período</u>	<u>Variación volumen (millones de m³)</u>	
	<u>1970</u>	<u>1971</u>
ENE-MAR	- 3,65	0,50
MAR-JUN	- 14,30	- 28,00
JUL-SET	9,20	17,75
OCT-DIC	- 3,50	- 4,00

3.6.8 Valle del estero Limache

Desde el punto de vista del comportamiento hidrogeológico, el valle del estero Limache presenta fluctuaciones de niveles distintos, según se trate de la parte alta o de la parte baja del valle.

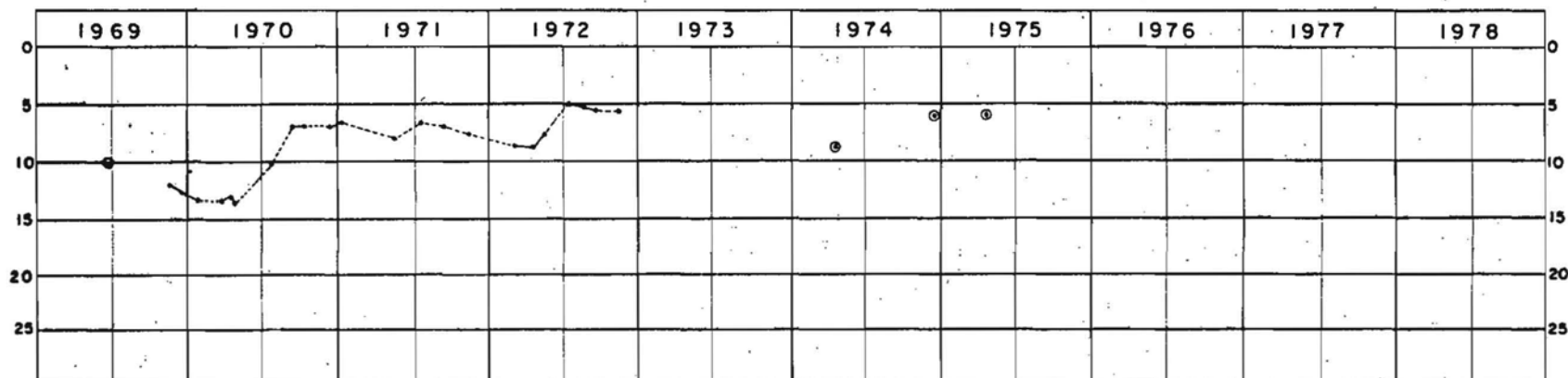
La parte superior, tiene estrecha relación con el caudal de los esteros Pelumpén y Granizo, y las fluctuaciones de nivel tienen carácter interanual, ocurriendo los ascensos del nivel durante el invierno, manteniéndose el resto del año a una profundidad relativamente constante. Los sondeos 33°00'-71°10' B-7 y 33°00'-71°10' B-4 (figuras 3.6.8.1 y 3.6.8.2 caracterizan lo señalado y demuestran la disminución de la amplitud de las fluctuaciones hacia aguas abajo, a partir de una cifra del orden de 6,5 m.

La parte inferior del valle, por estar limitada por un umbral rocoso, presenta el nivel del agua subterránea relativamente alto y fluctuaciones estacionales que presentan niveles profundos en invierno y en verano y niveles someros en otoño y primavera. Ello condicionado por la presencia de caudal en el estero y por el riego del área. La amplitud de estas variaciones es del orden de 2 m según se ve en el limnigrama del sondeo 32°50'-71°10' C-9 (figura 3.6.8.3.)



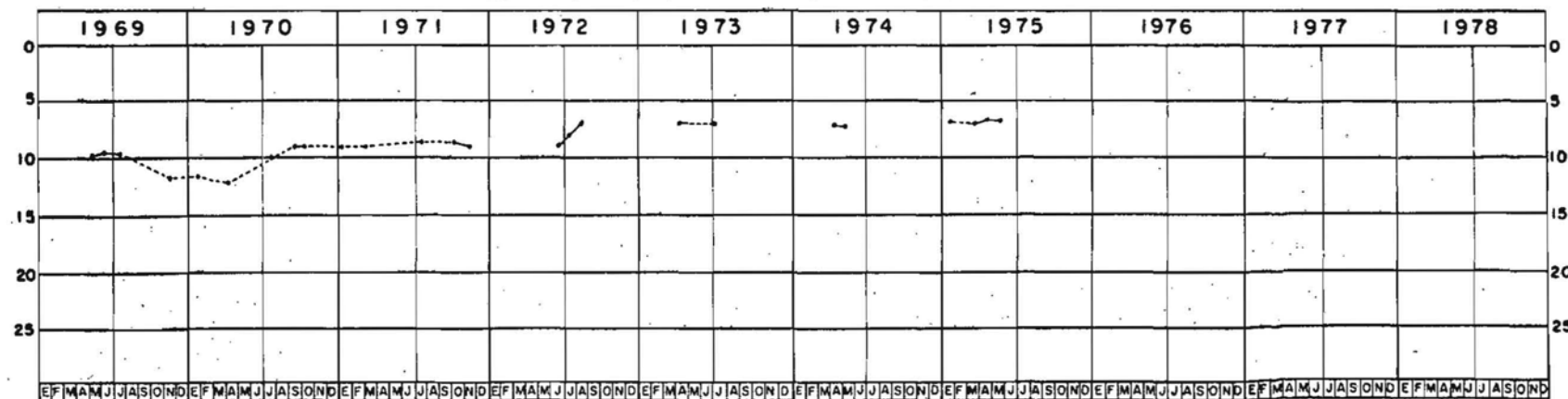
LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7110 C-9

FIG. N° 3.6.8.3



LIMNIGRAMA SONDAJE 3300-7110 B-7

FIG. N° 3.6.8.1



LIMNIGRAMA SONDAJE 3300-7110 B-4

FIG. N° 3.6.8.2

Las fluctuaciones de nivel, implican una variación en el volumen embalsado en el sistema acuífero del valle del estero Limache y éstas se entregan para períodos del año 1970 el cual posee la estadística más completa.

CUADRO 3. 6. 8. 1 Variación del volumen embalsado Valle del Limache

<u>Período</u>	<u>Variación volumen (millones de m³)</u>
ENE-ABR 70	- 1, 54
ABR-ENE 71	10, 25

3.6.9 Sector Tabolango-Concón

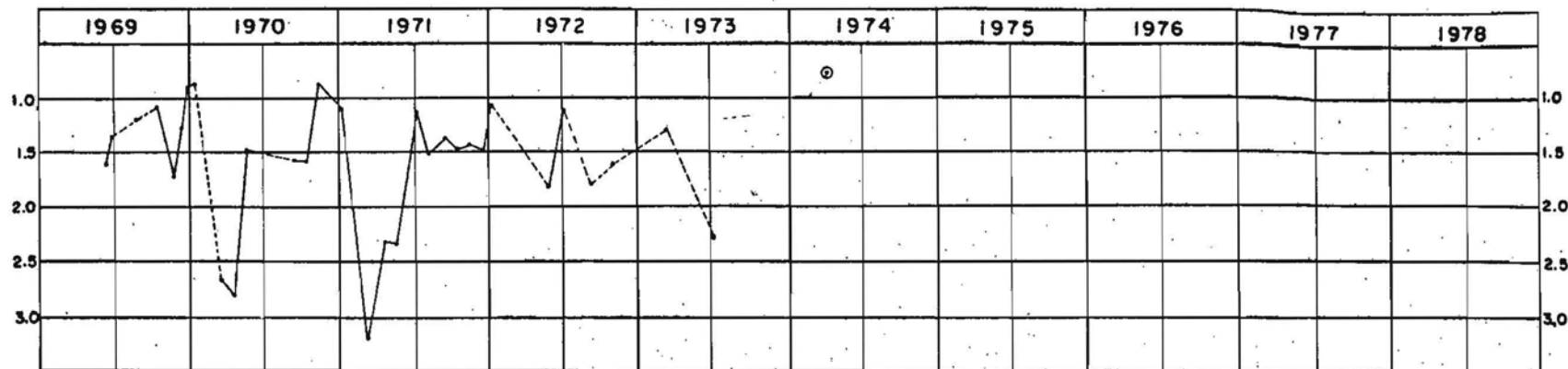
a) Acuífero freático

El apoyo para analizar las fluctuaciones de nivel reside en el control que mantuvo CORFO sobre un total de 27 sondajes distribuidos entre Puente Colmo y la desembocadura del río Aconcagua. En especial, los sondajes sujetos a control acusan una fuerte concentración en los entornos de la refinería de ENAP.

El período controlado abarca desde 1969 a 1976 presentando una interrupción para los años 1972 y 1973. En general, el control para los años con antecedentes muestra severas discontinuidades en su frecuencia y densidad (figura 3. 6. 9. 1), lo cual constituye una limitante para determinar la forma exacta, tanto de los períodos de recarga como los de descarga.

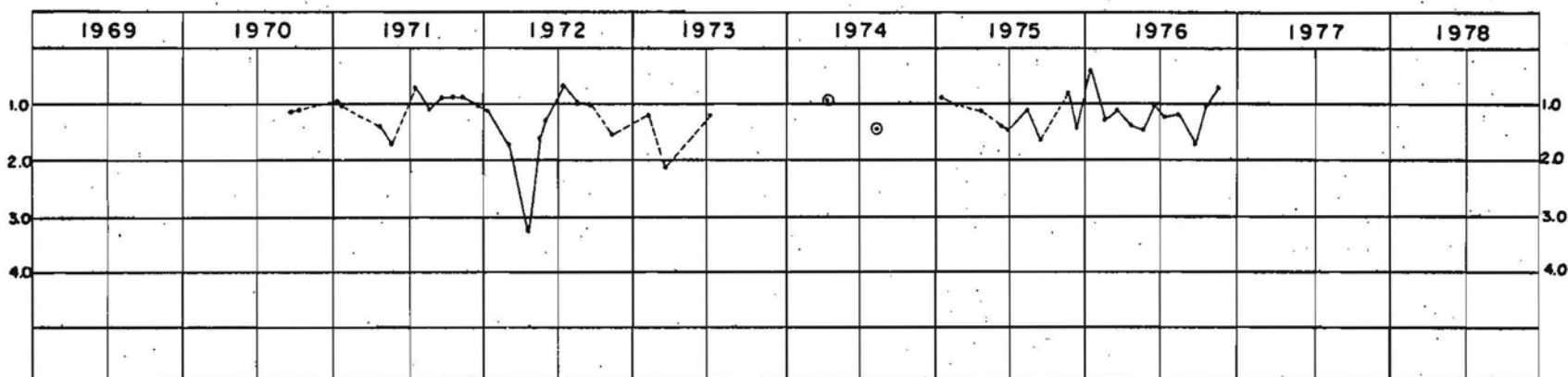
Pese a ello, es posible distinguir dos estaciones claras durante las cuales el sistema acusa ascensos de nivel estático. En forma simultánea con la época de deshielo, el sistema presenta un ascenso generalizado de niveles. Si atendemos a la escasa área de riego que existe en la zona, debe atribuirse este comportamiento a la influencia directa del río.

Es obvio, que el efecto se encontrará ligado a la situación inicial que muestre la superficie freática invernal. Es posible sugerir que la recarga de invierno muestra una importancia relativa mayor.



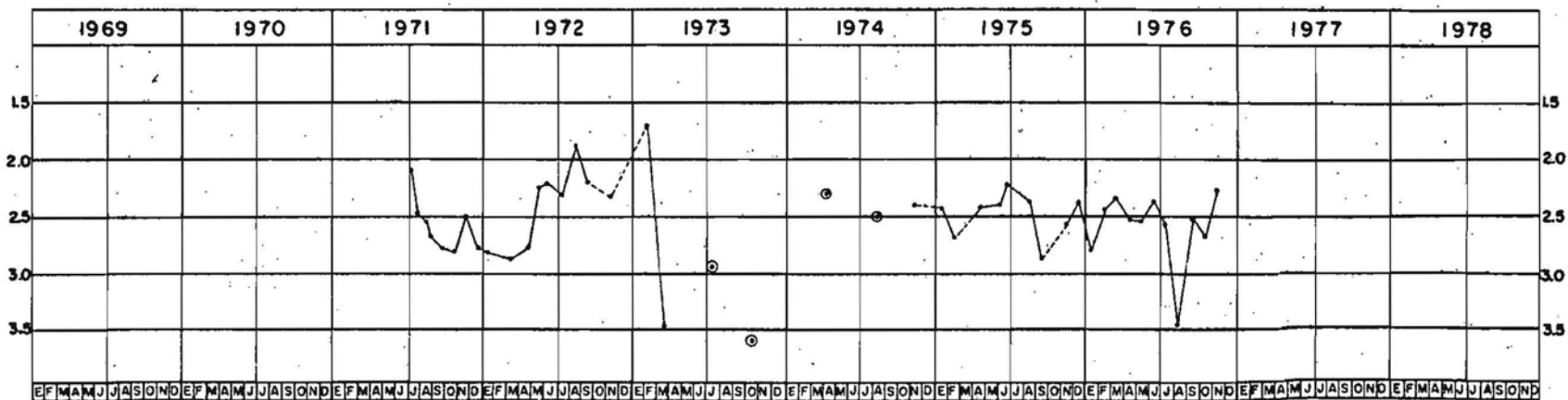
LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7120 C-23

FIG. N° 3.6.9.1 a



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7120 C-39

FIG. N° 3.6.9.1 c



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7120 C-43

FIG. N° 3.6.9.1 b

Ello, producto no de mayores recursos disponibles sino más bien de una recesión de los niveles más prolongada.

En efecto, la recesión entre deshielo y período de lluvias, aún cuando es variable dependiendo de la ubicación en el tiempo de la crecida, abarca a lo menos un lapso de 4 meses. Por su parte la recesión invierno-deshielo se demuestra no superior a dos meses.

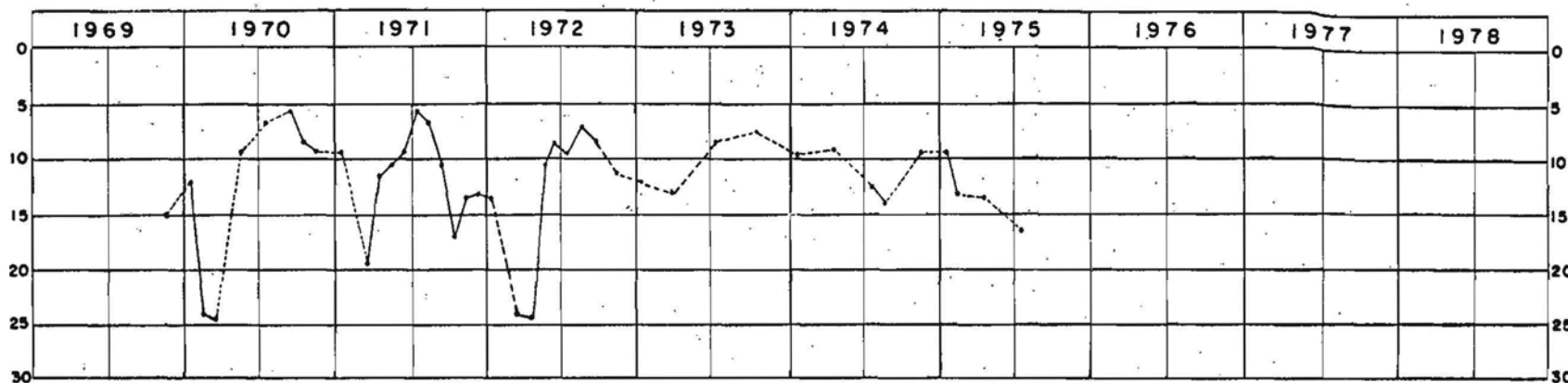
La amplitud máxima registrada de las fluctuaciones durante el período de control alcanza a 2,2 m ocurrida entre los meses de marzo y julio de 1970. Es posible estimar bajo condiciones naturales del acuífero y en términos medios, fluctuaciones en torno a 1,5 m para el período de invierno y 1 m para aquél de deshielo.

La densidad de los antecedentes actuales impide conocer en forma más detallada la distribución geográfica de las fluctuaciones y eventuales desfases que puedan existir para los sectores más alejados del río.

b) Acuífero confinado

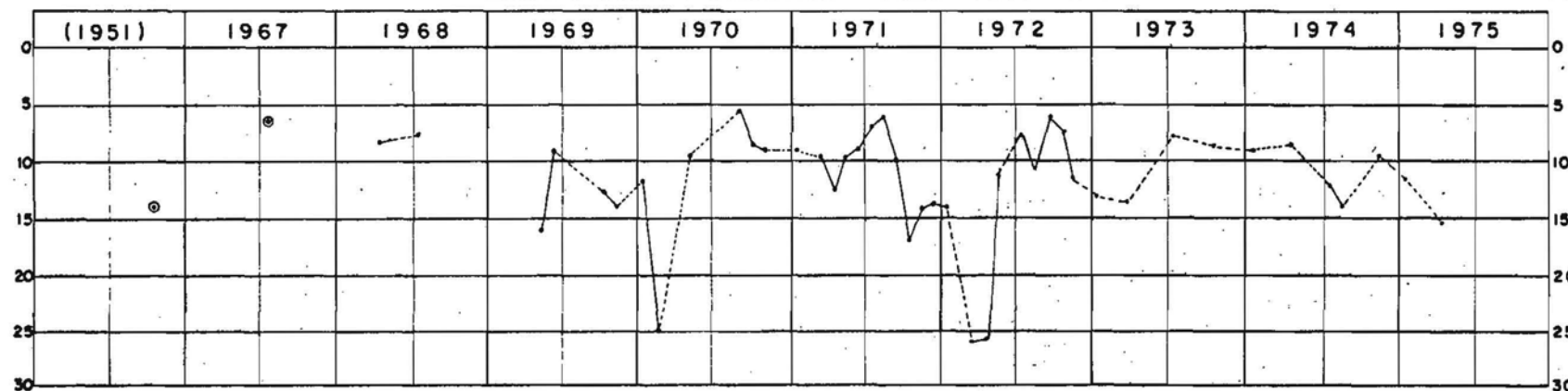
El control sobre el acuífero confinado propiamente tal distribuidos desde las instalaciones de Lajarillas hasta la desembocadura se restringe a un total de 10 sondajes. Adicionalmente se ha controlado cuatro sondajes habilitados tanto en el acuífero freático como en el confinado. El período para el cual se cuenta con antecedentes abarca desde 1969 a 1975, con interrupciones para los años 1972 y 1973. Pese a la relativa extensión del control, debe descartarse los años 1969, 1974 y 1975 por la escasa frecuencia de medidas durante el año (figura 3.6.9.2) Destaca por sobre cualquier otro fenómeno el hecho que ocho de los sondajes controlados han mantenido permanentemente sus niveles bajo la cota 0 m.s.n.m. Los sondajes no afectos a dicha situación acusan, sin embargo, breves períodos para los cuales sus niveles han sufrido fenómeno similar. Es preciso señalar que los sondajes actualmente utilizados por ENAP fueron surgentes en el momento de su construcción, 27 años atrás.

Aún cuando la densidad de información no permite desprender con certeza un comportamiento estacional de los niveles, es posible sugerir una influencia del período de lluvia y de deshielo como fuentes principales de recarga. La amplitud de las fluctuaciones es marcadamente superior a aquella mostrada por el acuífero freático.



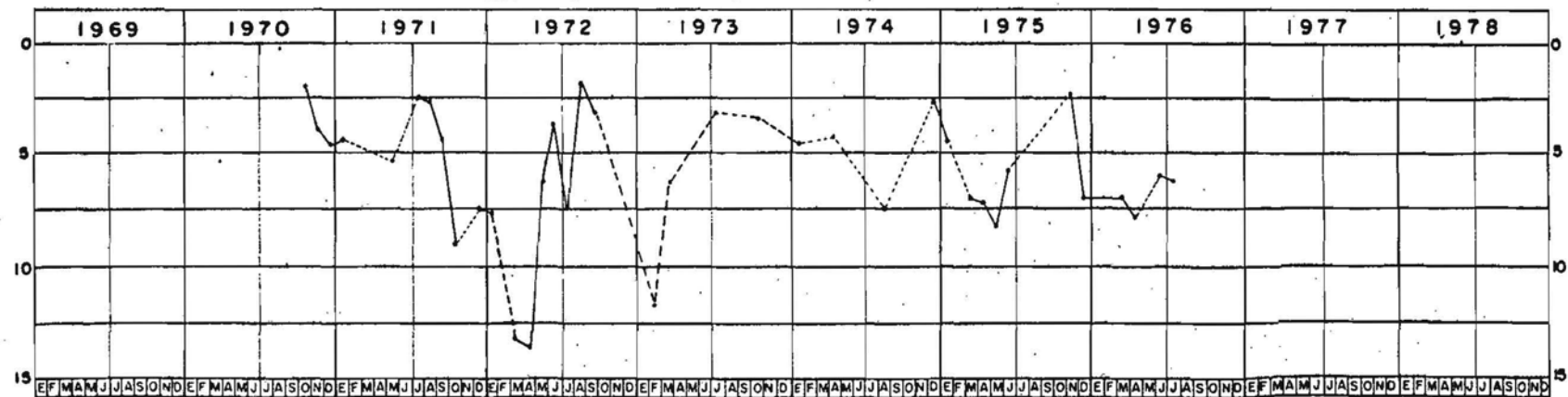
LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7120 C-7

FIG. N° 3.6.9.2a



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7120 C-8

FIG. N° 3.6.9.2b



LIMNIGRAMA SONDAJE 3250-7130 B-4

FIG. N° 3.6.9.2c

Así, para la época de verano de 1970, los niveles en el sector de captación de ENAP alcanzaron hasta 25 m bajo el nivel del mar. Con toda certeza, el área controlada se encuentra distorsionada por la explotación que realiza dicha empresa, hecho que encubre las fluctuaciones naturales del acuífero. Dicho fenómeno a su vez impide estimar la fluctuación media a la cual está sujeto el sistema. La sensibilidad que acusa el acuífero a la variación en la explotación, a lo menos en su sector controlado, es un índice de su bajo coeficiente de almacenamiento. En todo caso bajo las condiciones de explotación existentes para el bienio 70-71 las fluctuaciones más intensas se registran en aquellos sondeos inmediatos al recinto ENAP, aminorándose tanto hacia la desembocadura como hacia aguas arriba. De hecho para el primer semestre de 1971 el sector ENAP acusó ascensos promedio de 15 m decreciendo éstos a 3 m en la desembocadura y 6,5 m en el sector Lajarillas.

Pese a no existir sondeos que comprometan sólo el acuífero confinado, aguas arriba de este último sector, se presume que la influencia de la explotación de ENAP no superaría la zona de Puente Colmo.

3.7 BALANCES HIDROGEOLOGICOS

Al hablar de balance hidrogeológico resulta necesario definir claramente cual es el sistema sobre el cual se plantea, de modo de establecer en él sus vinculaciones que tiene dentro de la cuenca, ya sea con otros sistemas análogos o distintos, o bien con los parámetros que gobiernan el fenómeno.

En todos los casos a que se hará mención en los próximos puntos, el sistema lo constituye el acuífero desde su base hasta el nivel de saturación.

La ecuación que explica estas relaciones, para un determinado intervalo de tiempo, es la siguiente :

$$V_{se} + Rec = V_{ss} + Desc + \Delta V$$

en que :

- V_{se} = Volumen subterráneo ingresante al sistema
- V_{ss} = Volumen subterráneo saliente del sistema
- Rec = Volumen de recarga del acuífero
- $Desc$ = Volumen de descarga del acuífero
- ΔV = Variación del volumen de agua subterránea almacenada en el acuífero.

Un aspecto de importancia en la formulación de los balances se refiere al período de tiempo sobre el cual se realiza. Así, si el lapso de tiempo es suficientemente prolongado, algunos términos de dicha ecuación, como la variación de almacenamiento (ΔV) pierden importancia frente al resto de los elementos que intervienen. Tiene mayor importancia si el período considerado es sólo un año, y la participación que tenga puede ser decisiva si se efectúa el balance durante una temporada en que exista preponderancia de elementos de recarga frente a los de descarga, o viceversa (períodos de recarga o descarga).

Por otra parte, de los términos explicitados en esta ecuación los menos variables se refieren a los volúmenes de entrada y salida de agua subterránea, ya que prácticamente su variación ocurre linealmente con la variación del gradiente hidráulico en las secciones de entrada y salida del sistema considerado, y la variación porcentual que presenta es en general reducida.

No ocurre del mismo modo con los factores que intervienen en la recarga de los acuíferos. Fundamentalmente, estos elementos están constituidos por la percolación en lechos de río y esteros, e infiltración sobre los acuíferos de parte de las precipitaciones, y parte del agua empleada en el regadío.

La descarga puede ocurrir natural o artificialmente a través de norias, sondajes, drenes o galerías. El monto de éstas puede ser muy variable tanto anual como estacionalmente dado que depende de las necesidades de agua que se pretendan satisfacer en cada momento. Las descargas naturales sin embargo, pese a que también son variables, en general su rango de variación en un sector determinado, es reducido. Los elementos de mayor importancia identificados están constituidos por la efluencia hacia cursos superficiales (ríos, esteros, vertientes,...) y la evaporación y evapotranspiración de freáticas.

En lo que sigue; se analizará brevemente los distintos elementos que intervienen.

a) Volúmenes subterráneos ingresantes y salientes.

Han sido determinados en base a las características elásticas y gradientes subterráneos. Una situación típica es mostrada en el plano de superficie equipotencial y caudales subterráneos escurrientes (plano N° 02-L-024) descrita en el punto 3.4.

b) Elementos de Recarga

bl) Recarga de Precipitaciones

La recarga de precipitaciones ha sido analizada mediante un balance a nivel de suelo sobre un área unitaria, para cada lluvia por cada mes, para cada tipo de suelo y por zona del proyecto.

En este balance, la magnitud de la percolación es una función tanto de las características edafológicas, de la intensidad de la precipitación, como del tipo de relleno que inmediatamente subyace al suelo agrícola (acuífero).

Cada lluvia ha sido clasificada en rangos de precipitación para los cuales se determina una intensidad media horaria a través de la relación de Grunsky, y el número de días en los cuales ocurre dicha precipitación. Este valor comparado con la velocidad de infiltración del suelo permite separar aquella parte que escurre superficialmente de la que infiltra en el suelo agrícola. (Los anteceden-

tes sobre velocidad de infiltración fueron obtenidos a partir de las experiencias de infiltrometría ejecutadas por el grupo de estudio de suelos).

Una vez integrado este proceso para las distintas lluvias ocurridas en el mes, se obtiene el total de agua infiltrada en el suelo. Este, agregado a la humedad inicial del suelo y descontada la evapotranspiración de los cultivos presentes en el área unitaria, determina la disponibilidad de agua para percolar. Si el valor es de magnitud menor que la capacidad de campo, no existe tal disponibilidad, y si por el contrario, resulta mayor, la diferencia entre ambos dará origen a un escurrimiento subsuperficial y a una percolación. Esta última separación se ha logrado a través de una relación de permeabilidades y gradientes entre el flujo vertical y horizontal ($K_{\text{vertical}} / K_{\text{horizontal}} \times \text{Gradiente horizontal} + K_{\text{vertical}} \times 1$).

En general, en el valle del Aconcagua se ha supuesto que toda el agua disponible para percolar, se infiltra en el acuífero ya que no existe un sustrato que limite su magnitud. Sólo se debe tener en cuenta que en algunas áreas, de existir percolación, ésta constituye prácticamente una recarga potencial ya que el acuífero se encuentra con su nivel de saturación muy cercano a la superficie.

El procedimiento de cálculo mensual se repite para el período de precipitación integrándose luego para los distintos tipos de suelos hasta abarcar el área de la zona estudiada.

b2) Recarga de Regadío

Desde el punto de vista del regadío, la recarga de los acuíferos constituye una pérdida de agua(percolación). Para los efectos de balance, se ha considerado como recarga de regadío tanto la que ocurre desde los canales, como la que ocurre directamente por la aplicación de agua en el suelo agrícola.

La mecánica de ocurrencia de ella es análoga a la forma en que tiene lugar la infiltración de precipitaciones. Principalmente, depende de las características de infiltración de los distintos tipos de suelos, y de la frecuencia y permanencia del agua en éstos durante los períodos de irrigación.

El análisis y determinación de este elemento de recarga ha sido ejecutado y se presenta en este trabajo dentro de los aspectos de Ingeniería de Riego.

La recarga proveniente de la utilización de aguas en regadío representa en general en el valle del río Aconcagua, el mayor de los elementos de recarga identificados. Es del mismo modo, por la mecánica de ocurrencia, el que presenta menor variabilidad año a año.

b3) Recarga desde cauces superficiales

La recarga desde cauces superficiales tiene importancia fundamentalmente desde el río Aconcagua en la primera zona del proyecto, y desde el río Putaendo prácticamente en la totalidad del valle.

La magnitud de esta recarga depende, entre otras cosas, del ancho del escurrimiento (sección mojada) el que a su vez depende del caudal del cauce. Por supuesto, la influencia de la permeabilidad de los sedimentos presentes bajo el curso, son determinantes en la magnitud de la infiltración y aunque ello es una característica constante en el tiempo, la permeabilidad misma del lecho no lo es. Ello se debe a que las distintas capacidades de arrastre del río seleccionan la granulometría de los sedimentos, decantando y redepositando materiales variables en tamaño, y en consecuencia en permeabilidad. Por esta razón, incluso, resulta variable la capacidad de infiltración aún para un mismo caudal dependiendo de la época del año (si el río se encuentra en crece o en recesión).

La determinación de los valores de infiltración ha sido deducida fundamentalmente de las experiencias de pérdidas y recuperaciones (efectuadas por DGA y CORFO), y de la ejecución de balances hidrológicos. Dicha metodología se explica y aplica en el capítulo pertinente de Ingeniería de Riego.

c) Elementos de Descarga

c1) Conexión con cauces superficiales

La descarga del agua subterránea hacia cauces superficiales se produce cuando éstos interceptan el nivel freático del acuífero. Esta descarga y por las mismas razones, puede ocurrir también cuando pequeñas depresiones del terreno, rompiendo la situación general del área que lo circundan, dan origen a vertientes.

Esta es la situación que se presenta especialmente desde San Felipe a Romeral tanto en el río Aconcagua como en el estero Lo Campo; en el sector Quillota-Tabolango, en el río y en los esteros Pochay y San Pedro; en la parte inferior del estero Los Litres, y a lo largo del valle principal en varios tramos del mismo.

La cuantía de la descarga del acuífero hacia la superficie queda fundamentalmente determinada por la capacidad de conducción de dicho acuífero en el tramo en análisis y la transmisibilidad del mismo.

La magnitud de esta descarga, ha sido determinada a través del cálculo de la capacidad de porteo del acuífero. Así, entre dos secciones sucesivas, las recuperaciones netas de agua subterránea vienen dadas precisamente por la disminución de esa capacidad de conducción. Para la obtención de la recuperación total sin embargo, será necesario adicionar la recarga que ocurre entre ambas secciones.

En la segunda sección legal del valle (desde San Felipe a Romeral) la mayor incidencia en el monto total de recuperación viene dado por esta disminución de capacidad de conducción. Es decir, la recarga local tiene poca incidencia en la cifra de recuperación. A partir de Romeral, sin embargo, la situación se invierte, y resulta de mucha mayor importancia en la generación de las recuperaciones de agua subterránea, el monto de la recarga local.

c2) Evapotranspiración de freatofitas

La posibilidad de descarga directa desde el embalse subterráneo a la atmósfera por evapotranspiración, o indirectamente a través de la transpiración de la vegetación, tiene lugar cuando la profundidad del agua subterránea lo permite, unido desde luego, a las características del terreno que sobreyace dicho nivel, especialmente en lo que se refiere a su capacidad de ascensión capilar.

El cálculo de la magnitud de esta descarga ha sido obtenido determinando la superficie cubierta por este tipo de vegetación, asociado a una profundidad de agua subterránea máxima, y asignando una tasa de descarga igual a la potencial. Es posible, como indican algunas experiencias ejecutadas en otros lugares, que en aquellas zonas de vegas, la descarga pudiese ocurrir a mayor tasa, pero gran parte del área considerada no corresponde a dicha situación.

c3) Explotación artificial

La explotación de agua subterránea en el valle del Aconcagua no es, en general, muy sustantiva. El empleo de mayor relevancia que sobre ella se ejecuta es en abastecimiento potable, y sin duda, la obra de mayor envergadura tanto como obra como por el volumen de agua extraído, corresponde a la galería de Las Vegas.

Una estimación anual de esta explotación se muestra en el capítulo 3.10. Además, en el Anexo N° 4, se presenta un inventario de las extracciones llevadas a cabo en las captaciones de mayor importancia, antecedente que fue obtenido a través de encuestas directas a los usuarios.

d) Variación del volumen almacenado

La variación del volumen almacenado para distintos intervalos de tiempo, ha sido determinado en base al control de niveles de algunos sondeos del valle llevado por la Corporación de Fomento de la Producción desde el año 1967, conociendo o adoptando (según el área) los valores de los coeficientes de almacenamiento unitarios.

Los balances hidrogeológicos han sido planteados con diversos propósitos en algunos sectores del valle, en la búsqueda de ciertos elementos necesarios para la adecuada evaluación de los recursos hídricos, o en el establecimiento de relaciones entre las variables que participan en el fenómeno hidrológicos (reglas de operación).

En otros casos, simplemente constituyen un elemento de juicio adicional para calificar la bondad de algunas determinaciones o estimaciones.

Es así como se han formulado estos balances en los sectores Los Andes-San Felipe, San Felipe-Romeral y valle del río Putaendo dada la fuerte incidencia que la participación de los acuíferos de estas áreas tienen sobre los recursos hídricos de los sectores inferiores.

También se presenta el balance del sector de Concón, a fin de mostrar la relevancia que la explotación de sus acuíferos tiene frente al respaldo natural de los mismos, y en el área de Llay Llay, en la que el propósito de su establecimiento es dimensionar una eventual obra de saneamiento de dicho sector, con el aprovechamiento de sus aguas.

3.7.1 Balance en el Sector Los Andes-San Felipe

3.7.1.1 Recargas

Las recargas o ingresos de agua al sistema subterráneo de este sector, tienen su origen en los excedentes del riego que percolan profundamente y en las pérdidas que se producen durante el escurrimiento del agua superficial a lo largo de canales, ríos, esteros y otros cursos naturales de drenaje.

Tal como se analiza más adelante, las precipitaciones no constituyen de por sí una fuente de recarga aunque pueden tener una influencia indirecta a través del aumento que provocan tanto en las disponibilidades de agua aplicada a los cultivos como en los caudales superficiales escurrientes por el valle.

El río Aconcagua, percola hacia el acuífero en montos que varían mensualmente en función de su caudal escurriente. Es así como los máximos se detectan entre Noviembre y Febrero, época que corresponde al período de deshielo y, por lo tanto, a la de ocurrencia de los flujos superficiales máximos.

La percolación producida durante el riego, se manifiesta a caudales medios mensuales muy similares entre sí incluso para distintas temporadas. Parece lógico suponer entonces que, siempre que no exista una limitación en el recurso, el único factor influyente en sus variaciones lo constituiría el uso consumo de los cultivos.

Siendo ambas recargas contemporáneas, los ingresos máximos de agua al sistema acuífero se producen en el período Septiembre-Marzo.

(a) Recarga de precipitaciones

Se estudió la magnitud de recarga que producen las precipitaciones sobre el sector Los Andes-San Felipe para un año de 5 por ciento de probabilidad (año 1972 con un monto total anual de 387,7 mm).

Las características hídricas y extensión de los suelos considerados, se indican en el Cuadro 3.7.1.1.

CUADRO 3.7.1.1

Suelo	CC (mm)	PMP (mm)	RA	RB	Superficie (hectáreas)
Suelo A	243,4	136,1	0,41	0,50	1.548
Suelo B	486,8	272,2	0,30	0,57	13.319
Suelo R	429,8	230,6	0,78	0,41	3.987
Suelo V	369,6	205,8	0,29	0,63	3.925
Suelo Z	287,3	152,0	0,55	0,57	5.542

CC = Capacidad de campo

PMP = Punto de marchitez permanente

RA y RB = Constantes de la ecuación de infiltración acumulada

Se obtuvo que, en las 28.321 hectáreas consideradas, no se presenta percolación hacia el acuífero ya que el agua caída satisface el uso consumo de los cultivos, aumenta la humedad del suelo y produce una fuerte escorrentía superficial. Los resultados son los que se indican en el Cuadro 3.7.1.2.

CUADRO 3.7.1.2

Meses	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
PP (mm)	38,0	151,0	36,0	122,0
EVT (mm)	21,0	17,0	14,0	21,0
Percolación (m^3/s)	0,0	0,0	0,0	0,0
Derrame superficial (m^3/s)	1,37	12,28	3,48	9,56
Derrame subsuperficial (m^3/s)	0,0	0,0	0,0	0,0

El análisis se desarrolló bajo el supuesto de que toda el agua incorporada al suelo que excediera su capacidad de retención debía percolar hacia el acuífero, lo cual explica la ausencia de escurrimiento de agua subsuperficial.

Esta hipótesis fue asumida teniendo en cuenta que la mayor parte del área del sector presenta condiciones ampliamente favorables a la aceptación de recarga por cuanto, al suelo agrícola, le subyace inmediatamente la Unidad B, que constituye el acuífero principal. Sólo en el lado sur, hacia Rinconada de Los Andes, la situación difiere de lo mencionado ya que, esta misma unidad, se ubica por debajo de la Unidad A que es de granulometría más fina llegando, incluso, a desaparecer en los flancos.

La falta de recarga que indican los resultados obtenidos, puede explicarse por dos motivos. En primer lugar, porque la intensidad media de la lluvia es mayor que la velocidad de infiltración del suelo de modo que el agua no es capaz de incorporarse en éste, en la proporción requerida como para saturarlo hasta su capacidad de campo y provocar una percolación profunda. En segundo lugar, porque el 75 por ciento de los suelos tienen una capacidad de retención comprendida entre 163,8 mm y 214,6 mm cifras que superan el monto de precipitación máxima registrado en el mes de Junio de 1972, de modo que el agua incorporada tiende a quedar retenida en ellos con la única limitación del grado de saturación inicial.

Se concluyó, entonces, que siendo el año 1972 un período extremadamente húmedo, las precipitaciones, consideradas en forma aislada, no han constituido una fuente de recarga del sistema acuífero en el período histórico estudiado.

(b) Otras recargas

Otras fuentes de ingreso de agua al sistema acuífero lo constituyen las recargas producidas por el riego, y por la percolación de canales, ríos y esteros.

Los montos medios mensuales de estas recargas han sido determinados por la Unidad de Ingeniería de Riego después de plantear una ecuación de balance superficial a nivel de suelo en la cual una de las salidas del sistema la constituye el agua que percola profundamente hacia el acuífero.

Los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 3.7.1.3.

CUADRO 3.7.1.3

Año	Mes	Recarga (m ³ /s)	Año	Mes	Recarga (m ³ /s)	Año	Mes	Recarga (m ³ /s)
1969	ABR	4,67	1970	ENE	14,61	1971	ENE	14,11
	MAY	4,60		FEB	13,74		FEB	12,79
	JUN	6,50		MAR	10,47		MAR	8,96
	JUL	3,28		ABR	5,91		ABR	5,44
	AGO	5,61		MAY	9,38		MAY	5,94
	SEP	6,14		JUN	2,57		JUN	6,50
	OCT	8,56		JUL	7,85		JUL	3,82
	NOV	13,98		AGO	5,03		AGO	6,16
	DIC	15,49		SEP	8,08		SEP	9,07
				OCT	13,37		OCT	13,78
				NOV	14,34		NOV	14,62
				DIC	14,60		DIC	14,67

CUADRO 3.7.1.3, continuación

Año	Mes	Recarga (m ³ /s)	Año	Mes	Recarga (m ³ /s)
1972	ENE	14, 38	1973	ENE	17, 32
	FEB	12, 55		FEB	15, 86
	MAR	7, 96		MAR	13, 15
	ABR	5, 18			
	MAY	10, 38			
	JUN	14, 84			
	JUL	7, 24			
	AGO	12, 25			
	SEP	13, 90			
	OCT	14, 33			
	NOV	16, 49			
	DIC	17, 70			

Se han reproducido los valores de recarga media mensual desde Abril de 1969 hasta Marzo de 1973, ya que es éste el período en el cual las variaciones del volumen almacenado es conocido y, por consiguiente, es posible realizar balances en el sistema subterráneo.

3.7.1.2 Descargas

Sólo existen dos posibilidades de descarga del sector siendo ellas el caudal subterráneo saliente y la explotación de agua subterránea. Ambas son analizadas más adelante dando especial énfasis a la primera por cuanto su magnitud es notoriamente superior a la segunda.

El caudal subterráneo saliente constituye una importante fuente de recursos que prácticamente aflora en su totalidad en el sector de San Felipe-Romeral, incorporándose a los escurrimientos superficiales. Su variación mensual ha debido ser estimada ya que presenta fuertes diferencias de magnitud en distintos períodos a pesar de la gran inercia que posee el embalse subterráneo.

b) Caudal Subterráneo Saliente

Aún cuando, en el largo plazo, el caudal subterráneo saliente tiende a un valor medio similar al de la recarga media del sistema, para períodos cortos, su distribución en magnitud, puede sufrir importantes variaciones que dependen no sólo de las recargas producidas durante el período sino que, además, del estado del embalse subterráneo y de las características geométricas e hidrogeológicas del acuífero que lo constituye.

Dado lo anterior, con el objeto de poder ejecutar balances mensuales y, junto con ello, estimar los recursos de agua de los sectores localizados aguas abajo, fue necesario calcular la magnitud del caudal medio mensual subterráneo saliente "Qss" a lo largo del período 1969-1976 que es el lapso en el cual se dispuso de estadística suficiente.

En primer lugar, se eligió diversos meses en los cuales la situación de niveles era conocida en la sección de salida ubicada en las proximidades de la ciudad de San Felipe. Para ellos, se calculó el caudal saliente empleando las líneas equipotenciales trazadas con el apoyo de seis sondeos localizados en el área y el plano N° 02-L-023a de transmisibilidades. La determinación de "Qss" fue ejecutada empleando la relación Darcy en los diferentes tramos obtenidos de la intersección de la línea equipotencial definida como sección de salida, con las curvas de isotransmisibilidad, por consiguiente :

$$Q_{ss} = \sum T \cdot i \cdot L$$

siendo :

T = Transmisibilidad promedio del tramo
 i = gradiente hidráulico medio del tramo
 L = Longitud de la línea equipotencial en el tramo

Con este procedimiento se obtuvo los resultados que se indican en el cuadro N° 3.7.1.4, en la cual además se ha incluido el nivel estático del pozo 32°40'-70°40' D12

CUADRO 3.7.1.4

Fecha	Qss (m ³ /s)	(NE) D12 (m)
ENE 70	8,83	19,89
OCT 70	7,54	24,66
MAY 71	7,78	22,46
OCT 71	7,40	23,49
JUN 72	8,40	19,80
AGO 72	8,64	18,95
MAY 78	12,37	11,12

Cabe destacar que, en general, los antecedentes de cota freática permitieron definir con buena aproximación el trazado de una primera curva equipotencial apoyada en los sondeos 32°40' 70°40' B3, B5 (La Troya) y D3 (Conservas Aconcagua). La segunda curva, por no existir pozos con registro de nivel en la ribera norte, debió ser extrapolada hacia esa zona, basándose principalmente en las cotas piezométricas de los sondeos 32°40'-70°40' D12 y D13 (Tierras Blancas y Fundo Los Castaños respectivamente) y el grupo de sondeos ubicados en torno al recinto de agua potable de San Felipe.

Considerando entonces, que el cálculo del caudal subterráneo saliente requiere de información simultánea de a lo menos los sondeos citados, la tabulación anterior incluye prácticamente todos los valores de éste, susceptibles de ser determinados a partir de situaciones de nivel conocidas.

Enseguida, se planteó una correlación entre los caudales subterráneos salientes calculados y la posición del nivel estático

en el sondaje 32°40'-70°40' D12 (Tierras Blancas) como una manera de generar estadísticamente la descarga media mensual del sistema subterráneo en el periodo 1969-1976. Esta correlación fué basada en la linealidad que existe entre el "Qss" y el gradiente hidráulico del área de desembocadura y considerando que el comportamiento de este sondaje respecto a las fluctuaciones de nivel, es totalmente análogo a la de otros sondajes ubicados en dirección más longitudinal al escurrimiento.

Los resultados obtenidos se muestran en el gráfico N°3.7.1.1 y pueden ser expresados analíticamente mediante la siguiente fórmula :

$$(NE) D12 = - 2,56 Q_{ss} + 42,34$$

siendo :

(NE) D12 = Nivel estático del sondajes 32°40'70°40' D12 medido desde el nivel de terreno en (m).

Qss = Caudal subterráneo saliente, en (m³/s)

Debe tenerse presente que la validez de esta correlación está sujeta a la mantención de las condiciones actuales de flujo en la desembocadura. En otras palabras, el hecho de haber considerado el valor del (NE) del pozo D12 significa implícitamente suponer inalterable la ubicación del inicio de los afloramientos del flujo subterráneo y despreciar el efecto que en los gradientes, pudiera provocar la explotación de agua subterránea del sector (agua potable de San Felipe) debido a su poco monto y a las altas transmisibilidades del acuífero. Ambas hipótesis pueden ser válidas en el presente sin embargo, a futuro, de existir una explotación de agua subterránea localizada que comprometa grandes volúmenes de agua, el esquema de gradientes puede llegar a ser totalmente diferente de modo que la correlación planteada deja de ser aplicable.

CORRELACION Q_{ss} vs $(NE)_{D12}$
SECTOR LOS ANDES-SAN FELIPE

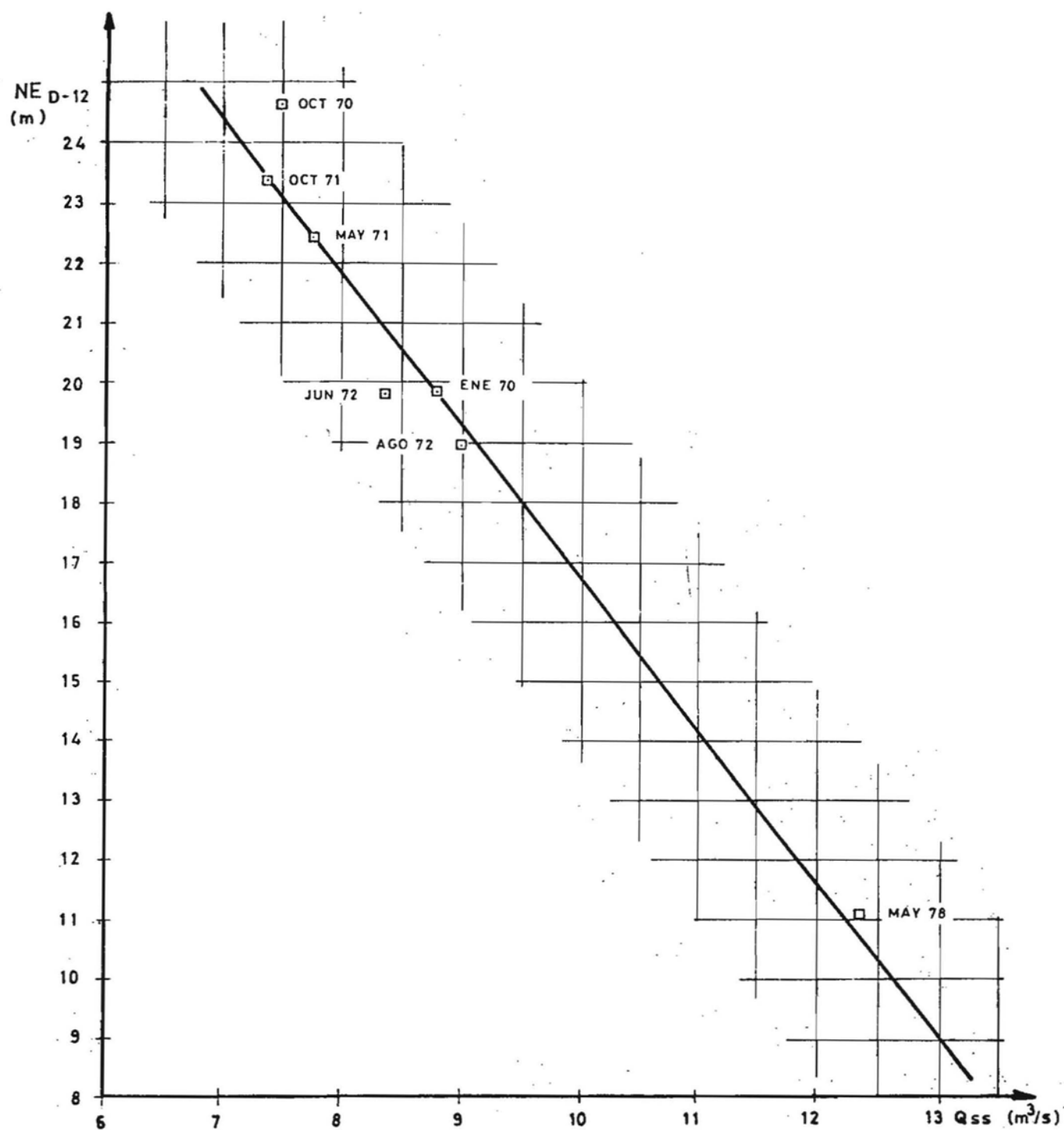


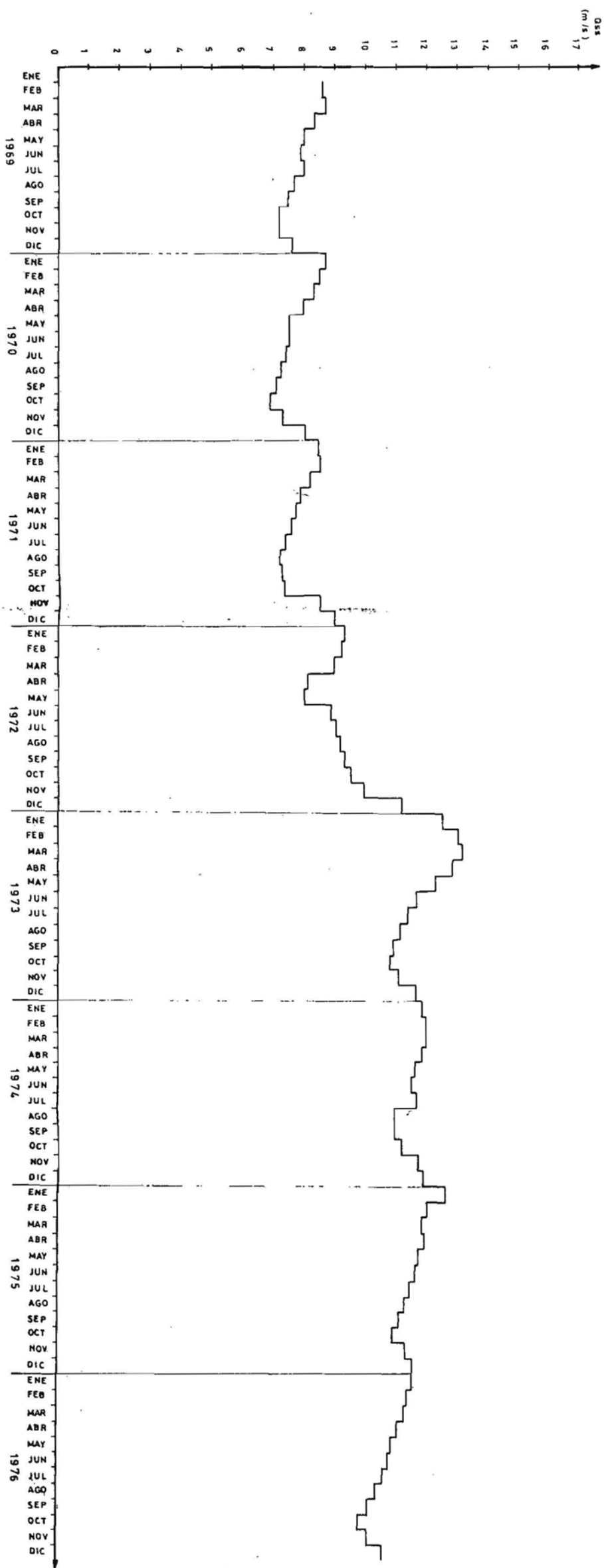
FIGURA 3.7.1.1

Como comentario debe mencionarse el hecho que la relación obtenida tiene gran densidad de puntos para valores comprendidos entre 7,4 y 8,8 m³/seg y que, en rangos mayores, no se cuenta con puntos intermedios de apoyo ya que sólo se determinó el valor del caudal subterráneo saliente en el mes de Mayo de 1978 igual a 12,37 m³/seg. Al respecto, ya se ha mencionado con anterioridad las restricciones originadas por la ausencia de antecedentes, especialmente en el período 1972-1976 que es cuando escurren caudales en el rango de 9 m³/seg a 12 m³/seg o más, de modo que no fue posible obtenerlos a partir del cálculo directo a través de equipotenciales. Sin embargo, considerando que el desarrollo del fenómeno físico implica la necesidad de llegar a una relación lineal entre ambas variables y que, la situación de niveles del mes de Mayo de 1978 fue conocida además con la medición de niveles estáticos de norias ubicadas en el sector lo que permitió un cálculo más exacto del caudal subterráneo saliente, se estima que la correlación obtenida está sujeta sólo a los errores atribuibles a las hipótesis asumidas.

Finalmente, a través de esta correlación, se generó los caudales medios mensuales subterráneos salientes del período 1969-1976 llegando a los resultados que se indican en el cuadro 3.7.1.5 los cuales además, han sido llevados al gráfico 3.7.1.2.

En general, se dispuso de la gran mayoría de los niveles estáticos requeridos ya que el sondaje D-12 es el que posee uno de los registros más completos. En todo caso, en aquellos meses en los cuales no se contó con la información, el nivel estático fue obtenido por interpolación del respectivo limnigrama.

CAUDAL MEDIO MENSUAL SUBTERRANEO SALIENTE SECTOR LOS ANDES - SAN FELIPE



CUADRO 3.7.1.5 Estadística de caudales medios mensuales subterráneos salientes
(Sector Los Andes - San Felipe).

Fecha			Fecha		
	NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)
1969	ENE		1970	ENE	19,89
	FEB	20,22		FEB	(20,40)
	MAR	19,90		MAR	21,03
	ABR	20,85		ABR	21,92
	MAY	21,69		MAY	22,98
	JUN	21,99		JUN	(23,10)
	JUL	21,67		JUL	23,31
	AGO	22,60		AGO	23,65
	SEP	23,14		SEP	24,09
	OCT	23,87		OCT	24,66
	NOV	23,87		NOV	23,51
	DIC	22,73		DIC	21,71

CUADRO 3.7.1.5 Estadística de caudales medios mensuales subterráneos salientes
(Sector Los Andes- San Felipe) continuación

Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)
1971	ENE	20,61	8,49	1972	ENE	(18,50)	(9,32)
	FEB	20,53	8,52		FEB	(18,60)	(9,28)
	MAR	21,32	8,21		MAR	19,46	8,94
	ABR	22,31	7,83		ABR	21,59	8,11
	MAY	22,46	7,77		MAY	21,82	8,02
	JUN	22,89	7,60		JUN	19,80	8,81
	JUL	(23,40)	(7,40)		JUL	19,25	9,02
	AGO	(23,80)	(7,24)		AGO	18,95	9,14
	SEP	23,70	7,28		SEP	18,53	9,30
	OCT	23,49	7,37		OCT	(18,00)	(9,51)
	NOV	20,59	8,50		NOV	16,91	9,94
	DIC	19,29	9,01		DIC	13,81	11,15

CUADRO 3.7.1.5 Estadística de caudales medios mensuales subterráneos salientes
(Sector Los Andes-San Felipe) continuación

Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)
1973	ENE	10,34	12,50	1974	ENE	11,94	11,88
	FEB	(9,00)	(13,03)		FEB	(11,70)	(11,97)
	MAR	8,81	13,10		MAR	11,69	11,98
	ABR	(9,50)	(12,83)		ABR	(12,10)	(11,82)
	MAY	(11,00)	(12,25)		MAY	(12,60)	(11,62)
	JUN	12,48	11,67		JUN	12,77	11,55
	JUL	(13,30)	(11,35)		JUL	12,47	11,67
	AGO	(13,90)	(11,11)		AGO	14,21	10,99
	SEP	(14,50)	(10,88)		SEP	(14,30)	(10,96)
	OCT	14,71	10,80		OCT	13,71	11,19
	NOV	(14,00)	(11,07)		NOV	(12,30)	(11,74)
	DIC	(12,50)	(11,66)		DIC	11,89	11,90

CUADRO 3.7.1.5 Estadística de caudales medios mensuales subterráneos salientes
(Sector Los Andes - San Felipe)continuación

Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE _{D12} (m)	Q _{ss} (m ³ /s)
1975	ENE	9,98	12,64	1976	ENE	12,75	11,56
	FEB	11,60	12,01		FEB	13,19	11,39
	MAR	(11,90)	(11,89)		MAR	13,45	11,29
	ABR	11,81	11,93		ABR	14,00	11,07
	MAY	(12,40)	(11,70)		MAY	14,62	10,83
	JUN	12,57	11,63		JUN	14,74	10,78
	JUL	(13,00)	(11,46)		JUL	15,19	10,61
	AGO	(13,50)	(11,27)		AGO	15,94	10,32
	SEP	(14,00)	(11,07)		SEP	16,58	10,07
	OCT	(14,46)	10,89		OCT	17,35	9,76
	NOV	13,42	11,30		NOV	16,67	10,03
	DIC	(12,90)	(11,50)		DIC	15,37	10,54

Nota: Las cifras de niveles indicadas entre paréntesis, fueron obtenidas por interpolación en el limnigrama del sondaje 32°40' - 70°40' D-12.

(b) Otras descargas

Tanto el caudal subterráneo saliente como la explotación de agua subterránea, constituyen las únicas descargas posibles del sistema acuífero. Los afloramientos se inician aguas abajo de la ciudad de San Felipe en un área ubicada prácticamente en la desembocadura del río Putaendo al Valle del Aconcagua, vale decir, fuera de los límites definidos para este sector. Además, dada la profundidad a que normalmente se ubica la superficie freática, no es factible encontrar consumos de vegetación freatófita como mecanismo de descarga de agua desde el acuifero.

La extracción artificial de agua subterránea está asociada solamente a sondajes destinados a agua potable y regadío. En los primeros, únicamente los pozos del recinto SENDOS de San Felipe pueden tener alguna importancia relativa vistos los montos anuales que comprometen. En los segundos, siendo el recurso superficial la fuente mayoritaria de agua destinada a la irrigación, puede ser despreciada su influencia.

Tal como se ha indicado en el Anexo 4 denominado "Explotación de agua subterránea", el consumo total anual de la ciudad de San Felipe registrado en el año 1977, alcanza a 4,22 millones de m^3 lo que equivale a un caudal instantáneo de 0,13 m^3/s .

3.7.1.3 Variación del volumen almacenado

La variación del volumen de agua almacenada en el embalse subterráneo, fue obtenida a través del dibujo de planos de isoascenso o descenso de los niveles estáticos registrados en diversos períodos y utilizando el coeficiente de almacenamiento medio adoptado para el sector igual al 15 por ciento. El análisis se extendió desde Abril de 1969 hasta Marzo de 1973 que es el lapso en el que se llevó a cabo un control de niveles estáticos relativamente generalizado con el cual fue posible el trazado de las curvas señaladas.

Los períodos elegidos, normalmente tienen una duración aproximada de seis meses y, sus inicios y términos, corresponden en general a los instantes en los cuales se produce tanto los mínimos, como los máximos estacionales de los niveles estáticos históricamente observados. Lo anterior, no es estrictamente cierto en atención a los desfases que se manifiestan en las variaciones de los niveles producto, por ejemplo, de la ubicación del sondaje observado respecto de las fuentes de recarga más influyentes y de la profundidad de la superficie freática.

La forma en que las recargas inducen variaciones del volumen del embalse subterráneo, no sólo depende del monto de ellas y de su ubicación dentro del sector (lo que provoca los desfases citados) sino que además, de la geometría del embalse y de las características acuíferas del relleno. En los períodos analizados, es posible concluir que la acción conjunta de estas causas, produce respuestas bastante similares entre sí desde el punto de vista cualitativo. Cuantitativamente, el monto de las variaciones se encuentra directamente relacionado con la magnitud de las recargas y, por lo tanto, con el monto de las disponibilidades de agua superficial del sector.

En la zona de desembocadura, vale decir, aproximadamente desde Curimón hasta donde se inician los afloramientos de agua subterránea, el acuífero se embalsa o desembalsa en forma arealmente homogénea variando simultáneamente el gradiente hidráulico del escurrimiento. Inmediatamente aguas arriba de Curimón, en un área de extensión reducida, se ha detectado las variaciones máximas del nivel freático tanto durante el embalsamiento como drenaje del acuífero. Hacia los flancos y hacia aguas arriba, estas variaciones son de menor magnitud presentando una disminución progresiva en esas direcciones.

En esta simplificada visión general del comportamiento del embalse subterráneo en el transcurso de los períodos estudiados, es necesario tener presente las particularidades asociadas a cada uno de ellos. A modo de ejemplo, se señala el período octubre 1969-abril 1970 en el cual la porción mayoritaria del acuífero manifiesta un ascenso de nivel, en toda el área de cabecera y hacia los flancos, se observa un descenso de éste.

De los planos de isoascenso o descenso dibujados se determinó la variación de volumen midiendo el área entre curvas asignándoles, además, una variación de nivel promedio. Con esta metodología, se llegó a los resultados que se indican en el Cuadro 3.7.1.6.

CUADRO 3.7.1.6

PERIODO			Variación de volumen almacenado ΔV	
			$\times 10^6 \text{ (m}^3\text{)}$	$\text{(m}^3\text{/seg)}$
ABR 69 - OCT	69	-	81,45	- 5,12
OCT 69 - ABR	70		9,11	0,58
ABR 70 - OCT	70	-	56,25	- 3,54
OCT 70 - MAR	71		75,94	5,82
MAR 71 - OCT	71	-	39,27	- 2,12
OCT 71 - MAR	72		79,43	6,09
MAR 72 - SEP	72		44,00	2,77
SEP 72 - MAR	73		225,39	14,41

Nota: El período indicado corresponde al lapso aproximado comprendido entre los días 15 de cada mes.

Los signos (-) indican disminución del volumen.

En el cálculo de la variación de almacenamiento, fue omitida la consideración de los valles laterales de Jahuel y las áreas de influencia de San Francisco, El Cobre y Pocuro, especialmente por el desconocimiento de su comportamiento y de las características acuíferas del relleno sedimentario.

Esta omisión, introduce algunos errores que no son de gran magnitud ya que el área comprometida es relativamente reducida y los rellenos sedimentarios, por ser de granulometría fina, deberían tener un coeficiente de almacenamiento notoriamente inferior al del acuífero presente en el valle del río Aconcagua.

Desde un punto de vista global, como los resultados obtenidos representan sólo un 15 por ciento de las magnitudes medidas, los errores pueden considerarse prácticamente despreciables.

3.7.1.4 Balance

Si bien es cierto que todos los términos de la ecuación de balance son conocidos, resulta necesario hacer algunos alcances de carácter general respecto de la interacción de ellos y de los mecanismos a través de los cuales se manifiestan en el sistema acuífero.

Las recargas que provienen de la percolación de los cursos superficiales (naturales o artificiales), se localizan a lo largo de sus cauces expandiendo sus áreas de influencia en profundidad hasta alcanzar el nivel saturado del acuífero. En tanto en la zona de cabecera, el agua percolante debe recorrer un trayecto no saturado que tiene una longitud comprendida entre 90 y 120 m, hacia la desembocadura, la conexión entre el río y el acuífero se manifiesta en forma casi inmediata.

Puede apreciarse entonces que, aún cuando las recargas provengan de la misma fuente, ellas no se incorporan contemporáneamente al sistema acuífero sino con desfases de tiempo que aumentan hacia aguas arriba en dirección longitudinal al valle. Transversalmente, el fenómeno tiene características bastante similares ya que el tiempo de incorporación del agua al acuífero dependerá directamente de la distancia al lugar de origen de la recarga, en este caso, el río.

El mecanismo de la recarga de riego difiere de la anterior sólo en cuanto a su distribución areal porque ella se origina en forma más homogénea.

Ahora bien, a lo largo del año, cada una de estas recargas varía en importancia relativa de modo que sus efectos, considerados en conjunto, resultan difíciles de prever. En el punto 3.6 que trata de las fluctuaciones de nivel, se reproduce gráficamente la manifestación de ellas cuando ingresan al embalse subterráneo y se discuten los desfases mencionados.

Otro factor de importancia se refiere al fenómeno que se produce en la zona no saturada ya que su influencia podría prolongarse a períodos mayores que los desfases atribuibles a los distintos tiempos de tránsito y, a su vez, podría comprometer fuertemente los montos de recarga que alcanzan el sistema subterráneo. Durante su trayecto, parte del agua percolante desde el suelo agrícola quedará retenida en proporciones que varían con el estado de humedad del relleno sedimentario lo cual implica magnitudes que podrían llegar a ser in-

cluso mayores que las de los montos de recarga involucrados.

El balance que se presenta a continuación, elimina la influencia de los factores anteriores ya que permite obtener los montos de recarga efectiva ingresantes al sistema acuífero a través del conocimiento de las variaciones registradas del volumen almacenado y del caudal subterráneo saliente. Así se ha llegado a los resultados del cuadro 3.7.1.7.

CUADRO 3.7.1.7

Período	Salidas (m ³ /seg)			ΔV (m ³ /s)	Recargas (m ³ /seg)	
	Qss	Expl.	Total		efectivas	potenciales
Abr. 69 - Oct. 69	7,95	0,13	8,08	- 5,12	2,96	4,40
Oct. 69 - Abr. 70	7,96	0,13	8,09	0,58	8,67	12,84
Abr. 70 - Oct. 70	7,49	0,13	7,62	- 3,54	4,08	6,64
Oct. 70 - Mar. 71	7,87	0,13	8,00	5,82	13,82	13,84
Mar. 71 - Oct. 71	7,62	0,13	7,75	- 2,12	5,63	6,56
Oct. 71 - Mar. 72	8,70	0,13	8,83	6,09	14,92	14,00
Mar. 72 - Set. 72	8,67	0,13	8,80	2,77	11,57	9,64
Set. 72 - Mar. 73	10,91	0,13	11,04	14,41	25,45	15,93

La última columna representa las recargas obtenidas por la Unidad de Ingeniería de Riego. Se les ha denominado potenciales porque, constituyendo una salida del sistema superficial, no necesariamente, representan el ingreso de agua al embalse subterráneo, al menos durante el intervalo de tiempo considerado.

3.7.1.5 Relación entre el estado del embalse subterráneo y el caudal saliente

Empleando las variaciones de volúmenes del sistema acuífero en los períodos ya mencionados, se ha buscado una relación que incluya el estado del embalse (EE) y el caudal medio mensual subterráneo saliente correspondientes al final del período.

Esta relación tiene como objetivo fundamental conocer el comportamiento del embalse subterráneo bajo diferentes estímulos o recargas del sistema ocurridas durante un período histórico (1969-1973).

de modo de poder extrapolarlo a otras condiciones futuras que contemplen distintas alternativas de manejo de los recursos de agua que pudieran influir tanto en los montos como mecanismos de estas recargas.

Para la confección de esta relación, se ha postulado un estado de embalse o volumen inicial arbitrario igual a $250 \times 10^6 \text{ m}^3$ correspondiente al mes de Abril de 1969. Así se ha obtenido los resultados del cuadro 3.7.1.8.

CUADRO 3.7.1.8

Fecha	(EE) $\times 10^6 \text{ m}^3$	ΔV $\times 10^6 \text{ m}^3$	Q_{ss} (m^3/seg)
Abr. 69	250,00	-	8,40
Oct. 69	168,55	- 81,45	7,22
Abr. 70	177,66	9,11	7,98
Oct. 70	121,41	- 56,25	6,91
Mar. 71	197,35	75,94	8,21
Oct. 71	158,08	- 39,27	7,37
Mar. 72	237,51	79,43	8,94
Sep. 72	281,51	44,00	9,30
Mar. 73	506,90	225,39	13,10

Los valores de la tabulación anterior han sido llevados al gráfico 3.7.1.3, en el cual se aprecia que es posible postular una dependencia lineal bastante aproximada ($r^2 = 0,98$) entre ambos parámetros. La expresión matemática es la siguiente:

$$Q_{ss} = 0,016 (EE) + 4,84$$

Es importante destacar que, como el lapso estudiado abarca períodos secos y húmedos, el rango de validez de la relación puede ser extendido a prácticamente cualquiera situación hidrológica del sector.

En efecto, el año 1969 corresponde no sólo a un año extremadamente seco sino que a la continuación de un período de sequía iniciado ya en el año 1968. Por este motivo, la relación deducida repre-

SECTOR LOS ANDES - SAN FELIPE
RELACION (EE) vs Qss

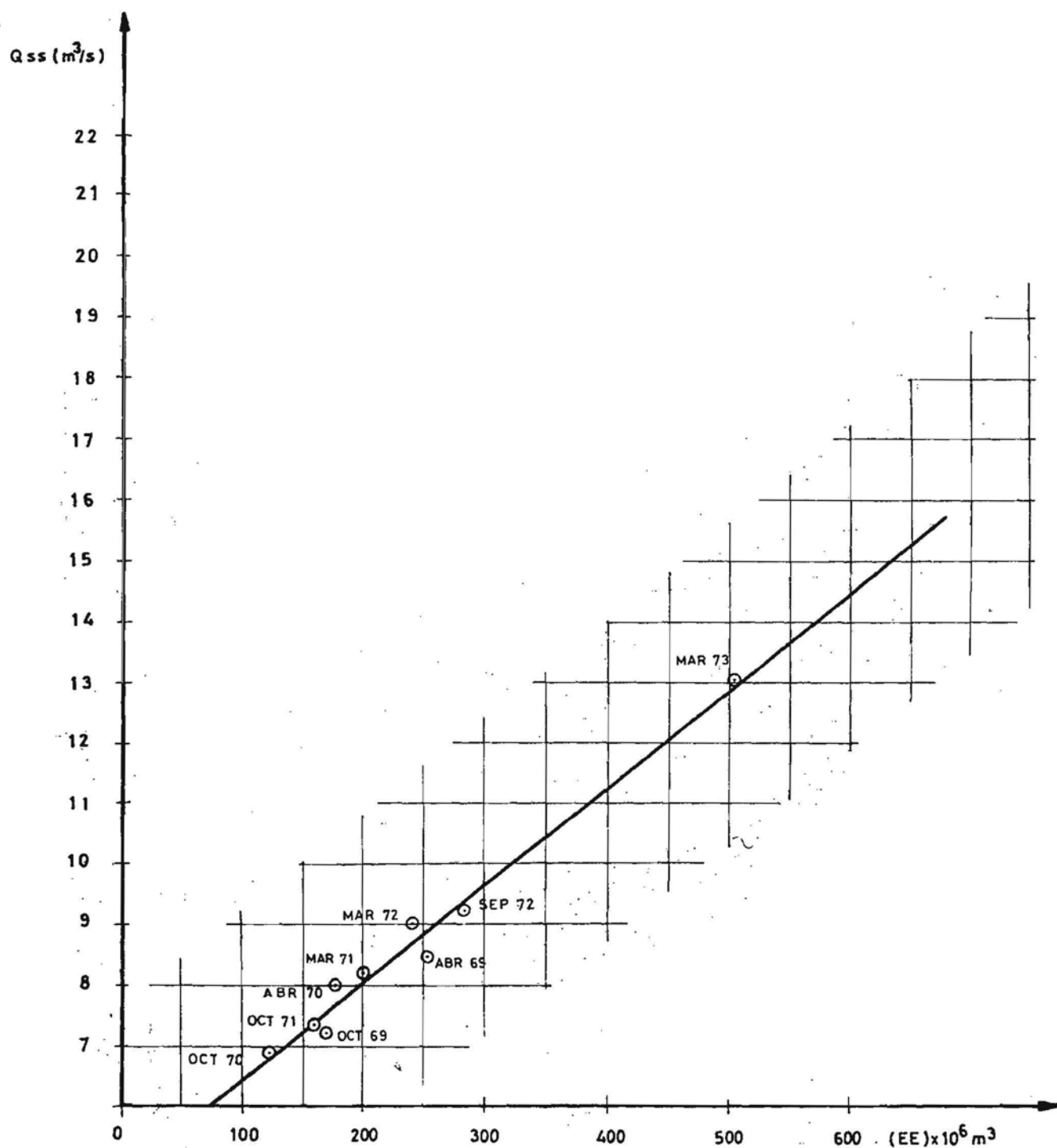


FIGURA 3.7.1.3

senta aproximadamente el comportamiento de descarga natural del embalse subterráneo en ausencia casi de recarga.

Contrariamente, el año 1972, con una probabilidad cercana al 5%, constituye un acontecimiento hidrológico en el cual el acuífero se embalsa a tasas muy superiores a las promedio del período anterior y descarga subterráneamente a través de su sección de salida, caudales que alcanzan hasta los $13 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Es así como se cubre, entonces, un rango de variación del embalse de alrededor de 400 millones de m^3 entre los estados mínimos y máximos observados y caudales subterráneos que van desde 7 a $13 \text{ m}^3/\text{seg}$.

La dispersión de los puntos del gráfico puede ser atribuida, tanto a los errores de cálculo de ambas variables mencionadas con anterioridad como al hecho de que el embalse subterráneo no necesariamente se comporta en forma estrictamente homogénea en lo que se refiere a las variaciones de la superficie freática.

Cabe destacar que esta relación obtenida reflejará adecuadamente bien la situación histórica, pero no podría ser directamente utilizada si se considera una explotación masiva de aguas subterráneas. No obstante, sería igualmente aplicable para cambios en el manejo de esta sección, como pudiera ser variación de tasas de riego o construcción de algún embalse de cabecera.

3.7.2 Balance en el Valle de Putaendo

3.7.2.1 Recargas

(a) Recarga de precipitaciones

Al igual que en el sector San Felipe-Los Andes, en el Valle de Putaendo se analizó la influencia de las precipitaciones que se produjeron en el año 1972 sobre las recargas del acuífero.

Los suelos y sus características se señalan en el cuadro 3.7.2.1.

CUADRO 3.7.2.1

Nombre	CC (mm)	PMP (mm)	RA	RB	Superficie (ha)
Calle Larga	226,7	120,0	0,55	0,57	1.672,40
Curimón	424,1	226,6	0,81	0,41	549,20
Cristo Redentor	156,6	94,3	0,20	0,56	1.231,40
Chagres	174,5	85,2	0,14	0,79	103,7
Encon	250,8	119,1	0,39	0,81	108,1
Maitenes	372,1	239,8	0,16	0,67	330,3
Pocuro C	380,4	212,1	0,30	0,57	3.346,7
Pocuro D	380,4	212,1	0,55	0,57	321,4
Putando C3	107,9	52,7	0,25	0,81	390,1
Putando C4	79,3	38,8	0,14	0,79	590,7
Las Chilcas	364,3	181,4	0,60	0,57	16,4
Colunquén	447,1	222,6	0,60	0,57	12,0
Los Pidenes	152,3	74,4	0,25	0,81	22,0
TOTAL					8.694,4

Para los antecedentes de precipitación, se utilizó la estadística diaria de la estación ubicada en San Felipe.

Los resultados obtenidos se indican en el Cuadro 3.7.2.2.

CUADRO 3.7.2.2.

Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto
PP (mm)	38,0	151,0	36,0	122,0
EVT (mm)	21,0	17,0	14,0	21,0
Percolación (m ³ /seg)	0,0	0,38	0,09	0,43
Derrame superficial (m ³ /seg)	0,37	3,31	0,94	2,59
Derrame subsuperficial (m ³ /seg)	0,0	0,0	0,0	0,0

De los resultados anteriores se concluye que la percolación alcanza a 2,34 millones de m^3 en la temporada de precipitaciones, lo cual, significa un caudal medio mensual de $0,074 m^3/seg$ a lo largo del año.

Desde el punto de vista del balance, esta cifra de percolación es despreciable dada la magnitud de los restantes términos de la ecuación tales como recarga de riego, variación de volumen embalsado en el acuífero, etc. Además, debe considerarse que las precipitaciones anuales normales en el valle son bastante menores que la registrada en 1972, de modo que, las percolaciones atribuibles a ellas, también son menores. Al respecto, se efectuó el mismo análisis con las precipitaciones registradas en el año 1955 que tiene una probabilidad muy similar al 50 por ciento, llegándose a que la percolación, en este caso, es nula.

(b) Otras recargas

Las recargas provenientes del agua aplicada en el riego y de la percolación de los cursos superficiales de agua, han sido determinadas por la Unidad de Ingeniería de Riego. Los resultados se señalan en el Cuadro 3.7.2.3, para el período en el cual se realiza posteriormente el balance en el acuífero.

CUADRO 3.7.2.3

<u>Año</u>	<u>Mes</u>	<u>Recarga (m^3/seg)</u>
1974	Enero	5,00
1974	Febrero	3,17
1974	Marzo	2,01
1974	Abril	1,23
1974	Mayo	1,20
1974	Junio	1,68
1974	Julio	1,95
1974	Agosto	1,89
1974	Septiembre	2,36
1974	Octubre	5,54
1974	Noviembre	8,95
1974	Diciembre	8,22
1975	Enero	6,76
1975	Febrero	3,35

3.7.2.2 Descargas

La única descarga considerada es el caudal subterráneo pasante por la sección de salida. Se ha despreciado la explotación artificial, ya que es de poca magnitud.

a) Determinación del caudal subterráneo saliente

Empleando la misma metodología descrita en el sector San Felipe-Los Andes, se generó una estadística del caudal medio mensual subterráneo saliente durante el período 1969-1976.

El trazado de equipotenciales se basó principalmente en los registros de niveles de seis sondajes ubicados próximos a la desembocadura. Estos sondajes son los 32°40' - 70°40' A-2 (El Asiento), A-3 (Perfil Putaendo), A-4 (Asentamiento Bellavista), B-2 (Pueblo 21 de Mayo), B-4 (El Asiento) y B-7 (Perfil Putaendo 3).

Con las situaciones de nivel conocidas y el plano de transmisibilidades, se obtuvo los resultados que se indican en el Cuadro

3.7.2.4.

CUADRO 3.7.2.4

<u>Fecha</u>	<u>Qss</u> <u>(m³/seg)</u>	<u>(NE) B4</u> <u>(m)</u>
Mayo 70	1,34	66,79
Julio 70	0,78	66,69
Marzo 71	2,30	62,53
Enero 74	5,94	45,02
Junio 74	2,94	53,92
Julio 74	5,10	50,28
Agosto 74	4,68	50,00
Septiembre 74	4,46	50,71
Noviembre 74	4,16	49,87
Enero 75	6,06	45,63
Febrero 75	5,32	45,91
Abril 75	4,32	49,25
Mayo 75	4,84	50,26
Mayo 78	5,36	47,77

En el área de la desembocadura, vale decir, la sección de salida del sistema subterráneo, la disposición casi transversal al valle de dos grupos de sondajes, permitió trazar con buena aproximación

las líneas equipotenciales a partir de las cuales se estimó el gradiente hidráulico.

Con el objeto de generar la estadística de caudal medio mensual subterráneo saliente en el período 1969=1976, se buscó una correlación entre los Qss calculados (tabla anterior) y el nivel estático del sondaje 32°40' - 70°40' B-4. Esta, se muestra gráficamente en la figura 3.7.2.1 y está definida por la siguiente expresión:

$$(NE)_{B4} = 4,34 Q_{ss} + 70,31$$

siendo:

Q_{ss} = caudal medio mensual subterráneo saliente (m^3/seg)

$(NE)_{B4}$ = nivel estático del pozo 32°40' - 70°40' B-4 medido desde el nivel de terreno (m)

Puede apreciarse que la mayor densidad de antecedentes se encuentra en el rango 4 a 6 (m^3/seg) que es la descarga normal del acuífero en el período 1973-1975. En los restantes períodos, que tienen descargas menores, salvo en los meses indicados, no se contó con registros de nivel con los cuales se pudiera calcular el caudal subterráneo saliente a través del plano de transmisibilidades y el trazado de equipotenciales.

Se estima, sin embargo, que existiendo linealidad entre el Q_{ss} y el gradiente hidráulico que en este caso ha sido reemplazado por el nivel estático del pozo B-4, la correlación anterior representa bien la dependencia entre ambas variables.

Debe tenerse presente que esta expresión ha sido deducida en base a antecedentes históricamente observados y que, por lo tanto, corresponden a la situación actual de empleo o de manejo de los recursos de agua en el Valle.

Los caudales salientes subterráneos generados con la expresión anterior y los niveles estáticos registrados en el pozo B-4, se ilustran en la figura 3.7.2.2 y en el cuadro 3.7.2.5.

VALLE PUTAENDO
CORRELACION Q_{ss} vs $(NE)_{B4}$

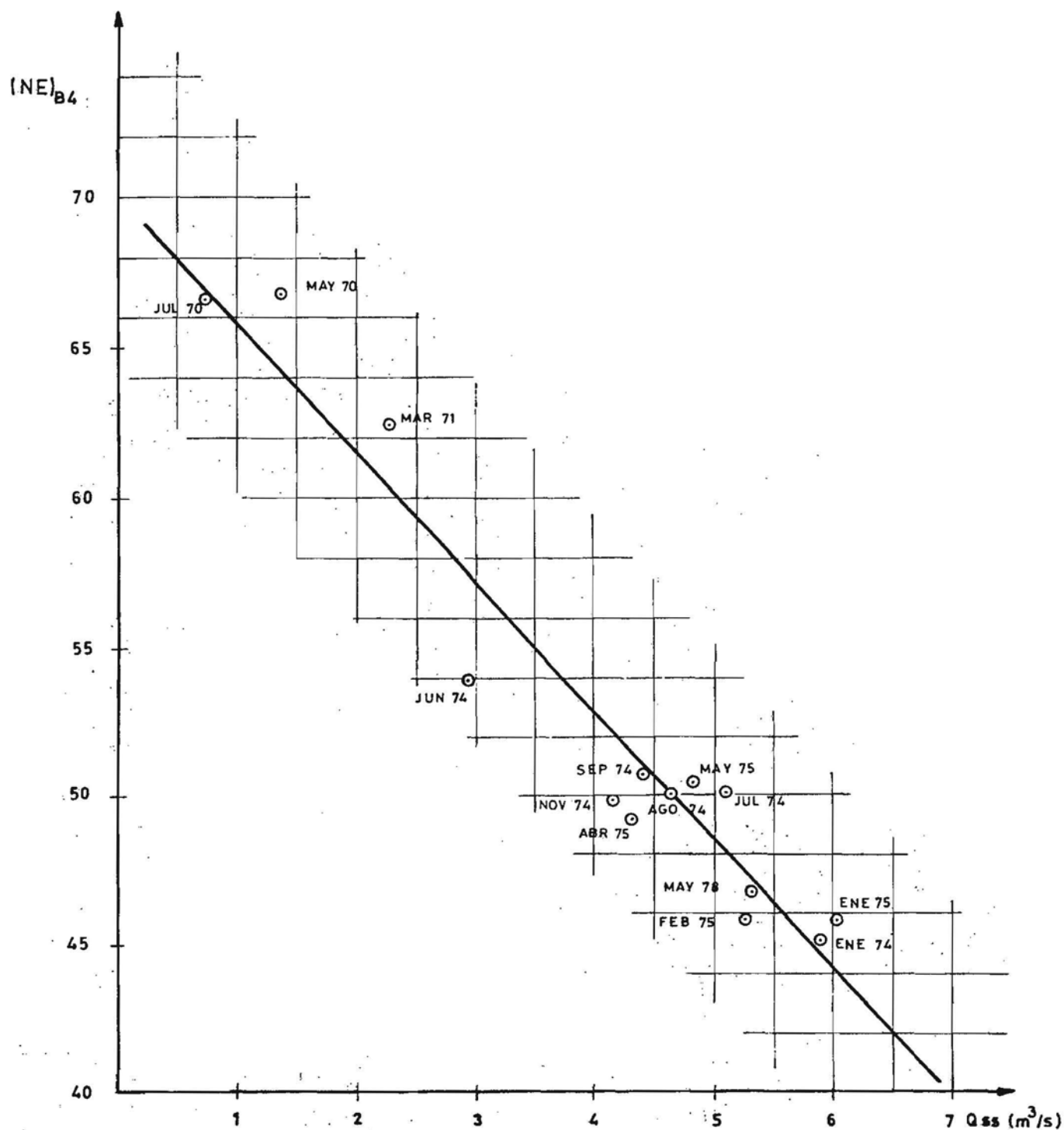


FIGURA 3.7.2.1

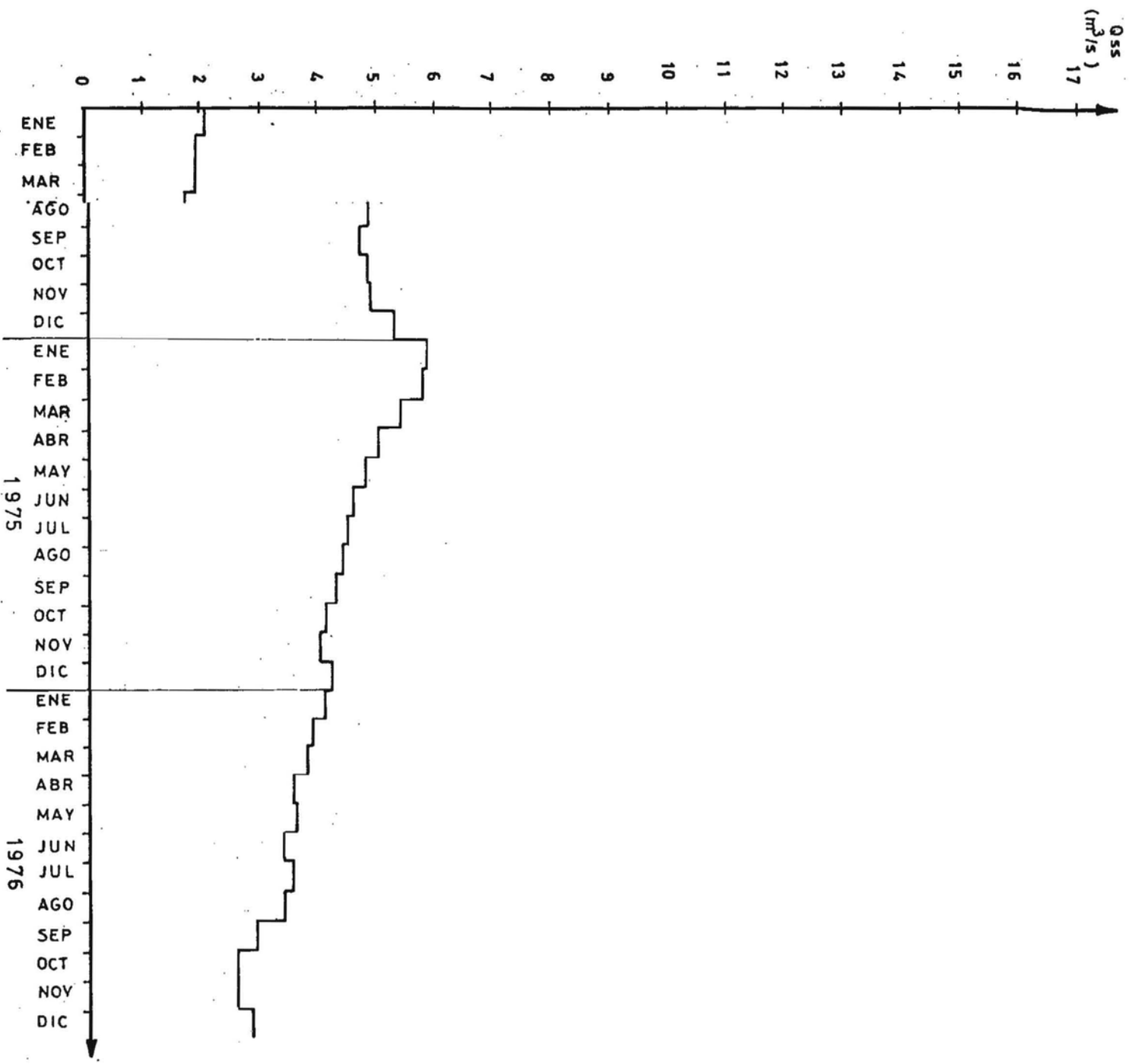


FIGURA 3.7.2.2

CUADRO 3.7.2.5 Estadística de Q_{ss} Putaendo.

Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)
1969	ENE	61.45	2.04	1970	ENE	66.68	0.82
	FEB	62.18	1.88		FEB	(68.00)	(0.54)
	MAR	(62.25)	(1.68)		MAR	69.74	0.14
	(8 y 22) ABR	62.85 - 63.27	1.68		ABR	(68.0)	(0.54)
	MAY	64.49	1.34		MAY	(66.79)	0.82
	JUN	64.26	1.40		JUN	(66.75)	(0.82)
	JUL	64.52	1.34		JUL	66.69	0.84
	AGO	65.23	1.18		AGO	66.58	0.86
	SEP	(65.50)	(1.10)		SEP	66.22	0.94
	OCT	(66.20)	(0.94)		OCT	66.27	0.95
(2 y 22)	NOV	(66.60)	(0.86)		NOV	65.88	1.02
	DIC	66.88 - 66.73	0.80		DIC	64.88	1.32

CUADRO 3.7.2.5 Estadística de Q_{ss} Putaendo (Continuación)

Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)
1971	ENE	62.74	1.74	1972	ENE	(62.80)	(1.74)
	FEB	62.55	1.80		FEB	(62.50)	(1.80)
	MAR	62.53	1.80	(9 y 23)	MAR	62.97 - 63.66	1.62
	ABR	62.68	1.76		ABR	63.12	1.65
	MAY	62.83	1.72		MAY	63.23	1.64
	JUN	62.98	1.70		JUN	62.99	1.68
	JUL	63.31	1.61		JUL	61.80	1.96
	AGO	63.52	1.56		AGO	60.82	2.18
	SEP	63.98	1.46		SEP	60.18	2.34
	OCT	63.99	1.46		OCT	(58.70)	(2.69)
	NOV	63.42	1.58		NOV	56.96	3.08
	DIC	63.13	1.66		DIC	53.61	3.86

CUADRO 3.7.2.5 Estadística Q_{ss} Putaendo (Continuación).

Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)
1973	ENE	45.77	5.66	1974	ENE	45.02	5.85
	FEB	(43.00)	(6.30)		FEB	(46.0)	(5.60)
	MAR	42.13	6.50		MAR	(47.5)	(5.26)
	ABR	(42.50)	(6.42)		ABR	(48.7)	(4.98)
	MAY	(43.00)	(6.30)		MAY	(49.40)	(4.82)
	JUN	44.27	6.00		JUN	(49.70) 53.92	4.76
	JUL	(44.20)	(6.02)		JUL	50.28	4.62
	AGO	(44.50)	(5.96)		AGO	(50.0)	(4.68)
	SEP	(44.60)	(5.94)		SEP	50.71	4.51
	OCT	(44.70)	(5.90)		OCT	(50.0)	(4.68)
	NOV	(44.80)	(5.88)		NOV	49.87	4.71
	DIC	(44.90)	(5.86)		DIC	(48.0)	(5.14)

CUADRO 3.7.2.5 Estadística Q_{ss} Putaendo (Continuación).

Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)	Fecha		NE (B4)	Q_{ss} (m ³ /s)
1975	ENE	45.63	5.71	1976	ENE	53.31	3.92
	FEB	45.91	5.61		FEB	54.32	3.68
	MAR	(47.60)	5.24		MAR	54.87	3.55
	ABR	49.25	4.86		ABR	55.76	3.36
	MAY	50.26	4.62		MAY	55.76	3.36
	JUN	51.23	4.41		JUN	56.50	3.19
	JUL	(51.50)	(4.33)		JUL	55.90	3.31
	AGO	(52.00)	(4.22)		AGO	56.56	3.18
	SEP	(52.50)	(4.11)		SEP	58.86	2.64
	OCT	(53.20)	(3.94)		OCT	60.10	2.36
	NOV	53.87	(3.80)		NOV	60.17	2.34
	DIC	(53.00)	(4.01)		DIC	58.92	2.62

NOTA: Los valores de NE indicados entre paréntesis, han sido obtenidos de la interpolación del limnigrama del sondaje 32°40' -70°40' B-4.

3.7.2.3 Variación del volumen almacenado

Debido a la baja densidad de sondajes existentes en el Valle, no fue posible determinar las variaciones isoascenso o descenso como en el sector Los Andes- San Felipe

Por ello, se recurrió a un perfil longitudinal formado por los sondajes 32°40' - 70°40' B-2 (Pueblo 21 de Mayo) , B-4 (El Asiento), 32°30' - 70°40' D-3 (Rinconada de Silva), D-2 ó D-1 (Recinto agua potable Putaendo) y B-1 (Piguchén). En éste, la variación de nivel promedio registrada entre dos sondajes fue atribuida a toda el área comprendida entre ellos. Empleando esta metodología y considerando un coeficiente de almacenamiento medio del valle igual al 15%, en los únicos períodos factibles de ser analizados se llegó a los resultados del Cuadro 3.7.2.6.

Como consecuencia de la falta de antecedentes de variaciones de nivel del área ubicada aguas arriba del pozo Piguchén, se postuló que el nivel freático no experimentaba variaciones de importancia en la zona de cabecera del valle. De este modo, los cambios del volumen almacenado se calcularon con la variación media del nivel registrado en Piguchén.

La posición prácticamente invariable del nivel saturado en el área de cabecera se adoptó tomando en consideración que el valle es muy estrecho y que por lo tanto, la conexión río acuífero es directa. Este hecho se ve corroborado a través de diversas corridas de aforo en las cuales se ha detectado que, las pérdidas o infiltración del río se presenta fundamentalmente en el área ubicada aguas arriba de Piguchén.

En todo caso, debe señalarse que los resultados obtenidos pueden adolecer de fuertes errores ya que se ha debido suponer un comportamiento del acuífero en una superficie de aproximadamente 3.000 ha que representan alrededor de la mitad de la superficie del valle. Igualmente, en el área en que se dispuso de algunos antecedentes, es posible que no se cumpla la linealidad supuesta para las variaciones de nivel entre sondajes y que, en algunos sectores, se produzca una singularidad semejante a la observada en los sondajes del recinto a agua potable de Putaendo que es donde se ha registrado las mayores variaciones del nivel freático.

CUADRO 3.7.2.6

Sondaje	L (km)	b (km)	Enero 74 - Enero 75		Enero 74 - Febrero 75	
			ΔNE (m)	$\Delta V(15\%)$ $\times 10^6 m^3$	ΔNE (m)	$\Delta V(15\%)$ $\times 10^6 m^3$
32°40' - 70°40' B-2			- 0.01	-	- 0.37	-
32°40' - 70°40' B-4	2.0	2.5	- 0.61	- 0.23	- 0.89	- 0.47
32°30' - 70°40' D-3	4.3	2.5	- 0.27	- 0.71	- 5.37	- 5.05
32°30' - 70°40' D-2(D-1)	2.9	2.0	- 14.77	- 6.54	- 22.76	- 12.24
32°30' - 70°40' B-1	7.5	2.0	- 1.13	- 17.89	- 6.13	- 32.50
Cabecera	(Aprox. 3.000 ha)		0.	- 2.54	0.	- 13.79
TOTAL				- 27.91		- 64.05

Nota : El signo (-) indica descenso de nivel y desembalse del acuífero.

Por otra parte, es interesante destacar las fuertes diferencias de los resultados obtenidos en ambos períodos que sólo difieren en un mes. Se concluiría a través de ellos que en el mes de Febrero 75, se habría producido un rápido desembalse equivalente a 36.14 millones de m^3 , vale decir, un caudal de 13.94 (m^3/s). Sin embargo, la poca confiabilidad del registro de nivel en el sondaje Piguchén así como la particularidad observada en el pozo D-2 en el mes de Febrero (brusco descenso de casi 8 metros que prácticamente se recupera al mes siguiente), hacen aconsejable no utilizar este resultado en los balances. Basta señalar que, si en el pozo D-2 se toma un nivel ubicado sobre la línea que reproduce la tendencia de la variación observada, el desembalse en el mes de Febrero descendería a 24.35 millones de m^3 , o sea, un caudal de 9.39 (m^3/s).

Cualesquiera de las cifras anteriores, exigiría una descarga del acuífero muy por sobre los caudales históricamente observados. Más aún, para el mes de Febrero de 1975, se calculó un caudal saliente de 5.32 (m^3/s) utilizando líneas equipotenciales obtenidas de los registros de nivel de los sondajes ubicados en la sección de salida. Por lo tanto, se concluye que la variación del embalse de este mes no puede ser considerada aisladamente sino en el contexto general del período anotado.

Finalmente, se desprende entonces que las variaciones del embalse obtenidas anteriormente, sólo permiten definir un rango con el cual es posible verificar un balance aproximado a lo largo de un período de un año.

3.7.2.4 Balance

En líneas generales, para el valle del Putaendo resulta aplicables las observaciones hechas en el Sector Los Andes-San Felipe acerca de los mecanismos a través de los cuales se manifiestan las recargas en el sistema acuífero.

Tal vez, en este Valle, por ser más estrecho, las percolaciones provenientes de los cursos superficiales se incorporen lateralmente con menor desfase de tiempo que en el Sector Los Andes - San Felipe. Por este motivo, se estima que, la influencia mayoritaria de los desfases que se produzcan en el ingreso de las recargas al nivel acuífero saturado sea atribuible sólo al tránsito del agua a través de la zona no saturada.

Los tiempos de desfase deben ser aproximadamente similares a los del Sector Los Andes-San Felipe ya que el nivel freático se ubica a profundidades también semejantes. Efectivamente, hacia la desembocadura, en el valle del Putaendo, el nivel estático se mantiene próximo a la superficie experimentando leves variaciones a lo largo del tiempo. Y, en los sectores contiguos al recinto de agua potable de Putaendo y Rinconada de Silva, el nivel estático se ubica entre 90 y 130 m de profundidad.

Con los antecedentes anteriores, se ha confeccionado el siguiente cuadro-balance (N°3.7.2.7).

CUADRO 3.7.2.7

Período	Salida (m ³ /s)	ΔV (m ³ /s)	Recargas m ³ /s	
			Efectivas	Potenciales
ENE 74 - ENE 75	4.97	- 0.89	4.08	3.60
ENE 74 - FEB 75*/	5.44	- 1.53	3.91	3.96
ENE 74 - FEB 75	5.44	- 1.87	3.57	3.96

*/ Este período considera un ΔV corregido de acuerdo al valor de nivel estático definido según la tendencia del limnigrama.

Las recargas potenciales, corresponden a los caudales medios de infiltración determinados por la Unidad de Ingeniería de Riego para el período indicado (sin considerar desfases).

Comparando las recargas efectivas y potenciales, se concluye que a lo largo del año 74, ellas son muy semejantes entre sí detectándose una diferencia máxima de alrededor del 13%.

Además, puede apreciarse que la influencia del alto valor de la variación de volumen almacenado en el mes de Febrero de 1975, disminuye al considerar el período completo haciendo variar la recarga efectiva en 0.50 (m³/s) como máximo.

3.7.3 Balance en el Sector San Felipe - Romeral

3.7.3.1 Recargas

Sin duda el ingreso mayoritario de agua al sector San Felipe - Romeral proviene de los flujos subterráneos salientes de los sectores Los Andes - San Felipe y valle del Putaendo. Otras fuentes de recarga están constituidas por los caudales subterráneos escurrientes desde los valles de Catemu y de Llay-Llay y por las infiltraciones del agua aplicada en el regadío y de la precipitada sobre el sector durante el período de lluvias.

a) Caudales subterráneos ingresantes

La magnitud de los caudales medios mensuales subterráneos que ingresan a este sector y que provienen de los sectores Los Andes - San Felipe " Q_{se1} " y valle del Putaendo " Q_{se2} " se muestran en el gráfico N°3.7.3.1. Puede apreciarse que en el período 69-71 su promedio alcanza aproximadamente $9 \text{ m}^3/\text{s}$ para luego ascender a un valor de $17 \text{ m}^3/\text{s}$ en el lapso 73-75.

El caudal subterráneo que proviene del valle de Llay-Llay " Q_{se3} " sólo ha podido ser estimado en un valor medio anual de $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$ a través del balance de ese sector.

Finalmente, el caudal subterráneo que es aportado por el valle del Catemu " Q_{se4} " ha sido estimado en $0.35 (\text{m}^3/\text{s})$ utilizando la situación de niveles del mes de Marzo de 1978 y el plano de curvas de isotransmisibilidad. En este sector no se ha realizado un balance considerando la poca relevancia que su aporte subterráneo tiene en el sector San Felipe - Romeral frente a las magnitudes de los restantes términos que intervienen en su ecuación de balance. Junto a ello, la carencia de antecedentes imposibilita el desarrollo de un balance que entregue un caudal subterráneo más preciso que el valor ya estimado.

b) Recarga de precipitaciones

Al igual que en los sectores analizados con anterioridad, dadas las características de los suelos y el nivel general de saturación del acuífero que subyace a estos suelos, la recarga de precipitaciones carece de importancia en este sector.

$$\begin{array}{rcl}
 E/1974 & 11.88 + 5.94 & = 17.82 \\
 JL/70 & 7.44 + 0.78 & = 8.22
 \end{array}$$

CAUDAL MEDIO MENSUAL SUBTERRANEO INGRESANTE
(SAN FELIPE + PUTAENDO)

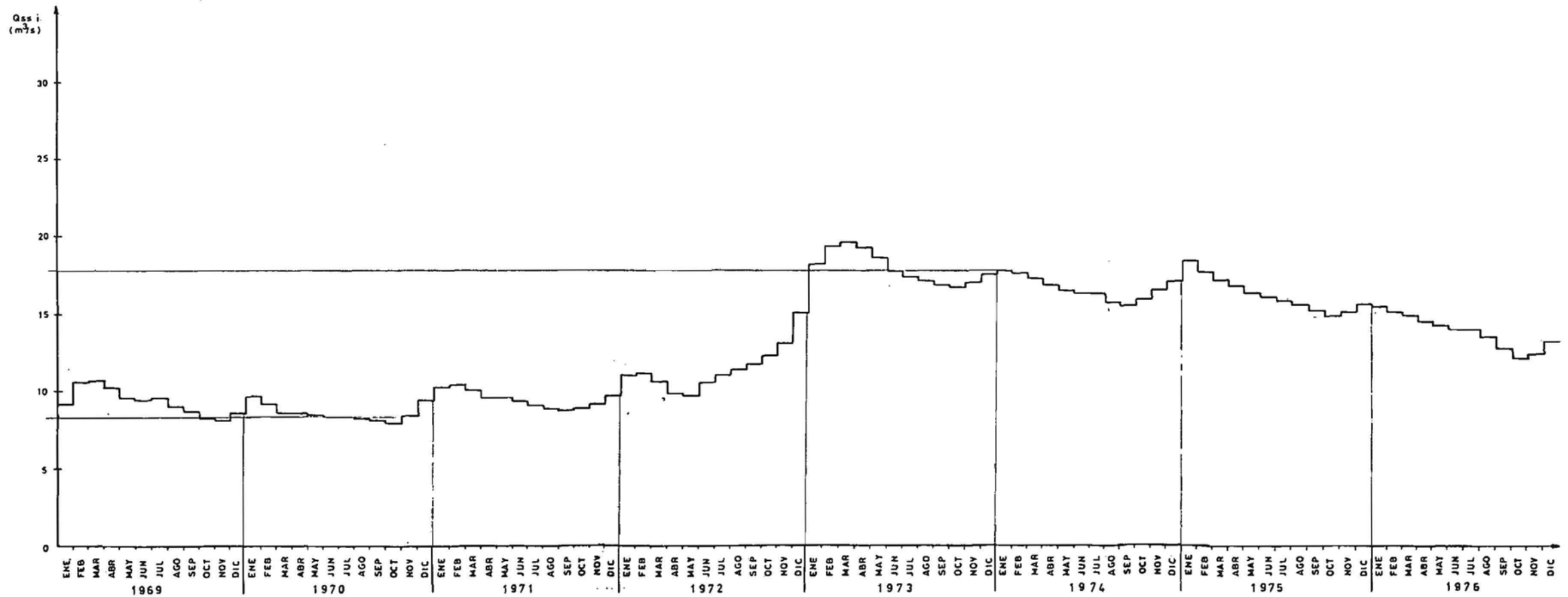


FIGURA 3.73.1

Sólo es posible esperar algún volumen de recarga en períodos de precipitación tales como el año 1972 de una probabilidad aproximada del 5%. En todo caso, de ser factible una percolación, en términos anuales, ésta constituye sólo una recarga potencial ya que, después de un breve tránsito a través del sistema acuífero, necesariamente se producirá su afloramiento hacia los cauces superficiales. Este mecanismo se encuentra condicionado solamente por el nivel de saturación del acuífero ya que no existe un sustrato limitante del flujo vertical del agua.

Por lo tanto, desde el punto de vista del balance, las precipitaciones no han sido consideradas como origen de recarga.

c) Recarga de regadío

El agua aplicada en la irrigación de los cultivos es extraída fundamentalmente de tomas ubicadas en el mismo sector correspondiendo, entonces, a recursos propios del río y a afloramientos de agua subterránea que se manifiestan en esta 2ª Zona del proyecto. Teóricamente, de esta agua aplicada, parte irá a satisfacer las necesidades evapotranspirativas del área cultivada, otra parte percolará hacia el acuífero y el exceso, escurrirá superficialmente como derrame. Sin embargo, y por las mismas razones expuestas en el caso de las precipitaciones, la parte percolante, aún cuando puede ingresar al sistema acuífero, rápidamente es recolectada por los cursos de agua superficial incrementando así los recursos disponibles para las áreas de riego ubicadas aguas abajo.

Puede apreciarse entonces que, tanto los derrames como la percolación del riego constituyen más bien una ganancia del caudal la que sumada a los afloramientos de agua subterránea, da origen a la recuperación total que se produce en la zona.

Lo anterior ha imposibilitado el cálculo de la parte percolante de agua ya que, tanto la generación de afloramientos como las ganancias de caudal no permiten definir la disponibilidad de agua para el regadío.

Por consiguiente, considerado el acuífero como sistema y en términos anuales, la recarga de regadío no ha sido evaluada como ingreso. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en el área situada próxima a la galería Las Vegas, vale decir, casi en la sección de salida, la situación difiere de la observada en la mayor parte de esta zona. Efectivamente, la intensa explotación artificial que existe en la actualidad, provoca un fuerte descenso del nivel freático y por consiguiente induce condiciones favorables a la acep

tación de la recarga de riego. El valor de esta percolación no ha sido determinado pero se estima que puede ser despreciado frente a los restantes términos que conforman el balance ya que el área de influencia de la galería no debe abarcar grandes extensiones de suelo agrícola sometido a riego.

d) Otras recargas.

En las proximidades de la galería Las Vegas es posible distinguir dos fuentes de recarga, adicionales que son el resultado de la singularidad que representa esta captación.

La primera, es una recarga artificial que se induce a través de lagunas de infiltración alimentadas con agua derivada del río Aconcagua. Ellas se encuentran localizadas en el cauce del río, por encima de la captación. Al respecto no existen antecedentes de las tasas de infiltración logradas con estas obras ni del incremento del caudal captado por la galería respecto de las condiciones naturales de funcionamiento.

La segunda, se refiere a la infiltración que pudiera producirse desde el río y, en general, desde los cauces superficiales, en aquellos tramos en los cuales la galería, al provocar descensos del nivel freático, induzca el ingreso del agua al acuífero.

3.7.3.2 Descargas

Se ha identificado sólo tres mecanismos de descarga cuyo breve análisis se indica más adelante. En la sección de salida, se ha eliminado la posibilidad de un flujo subterráneo ya que la galería Las Vegas produce una inversión de gradientes en el sector acuífero ubicado aguas abajo de ella.

a) Galería Las Vegas

Constituye la descarga artificial más importante del valle del Aconcagua y se encuentra destinada principalmente al abastecimiento de agua potable de Valparaíso y Viña del Mar.

La estadística de la extracción realizada por esta captación a lo largo del período 69-78, está incluida en el anexo denominado "Estadística de explotación de agua subterránea". Puede apreciarse de ella, que el caudal ha ido incrementándose en el tiempo debido

al aumento de la demanda de agua potable, llegando incluso a ser necesario adicionar agua superficial directamente a la aducción que conduce el agua subterránea captada hasta su lugar de destino.

b) Recuperaciones

Las recuperaciones se refieren a los afloramientos de agua subterránea que se producen a lo largo del Sector y que provienen exclusivamente de los caudales subterráneos pasantes por las secciones de ingreso. No incluyen, entonces, aquella parte infiltrada en el riego o por las precipitaciones ya que ella, desde el punto de vista de este balance, ha sido clasificada como derrame superficial.

El valor de las recuperaciones del sector se ha dejado como incógnita en la ecuación de balance. Sin perjuicio de lo anterior, la determinación de su distribución longitudinal ha sido enfrentada a través de las capacidades de porteo de diversas secciones transversales del acuífero.

Con este propósito, se ha supuesto que en toda la zona, el escurrimiento subterráneo se desarrolla con un gradiente hidráulico igual a la pendiente del terreno. Esta hipótesis supone implícitamente que los caudales subterráneos pasantes en cada sección de cálculo, son constantes e iguales a los máximos posibles de ocurrir.

No cabe duda que la hipótesis anterior tiene validez mientras la suma de los caudales subterráneos pasantes por las secciones de ingreso sea de magnitud mayor que las capacidades de porteo de las secciones transversales del acuífero ubicadas aguas abajo. En general, esta condición se cumple prácticamente en todo el período histórico analizado (1969 - 1976) exceptuando sólo parte de los años 1969 y 1970 en los cuales el caudal ingresante es un valor levemente inferior a la capacidad de porteo de la sección 1-1 indicada en la Fig. 3.7.3.2. Sin embargo, desde esta sección hacia aguas abajo, las capacidades de porteo son notoriamente inferiores al caudal subterráneo total que ingresa a la zona.

Los caudales pasantes de las distintas secciones se indica en el Cuadro 3.7.3.1 y han sido llevados al gráfico N°3.7.3.3.

SECTOR SAN FELIPE - ROMERAL

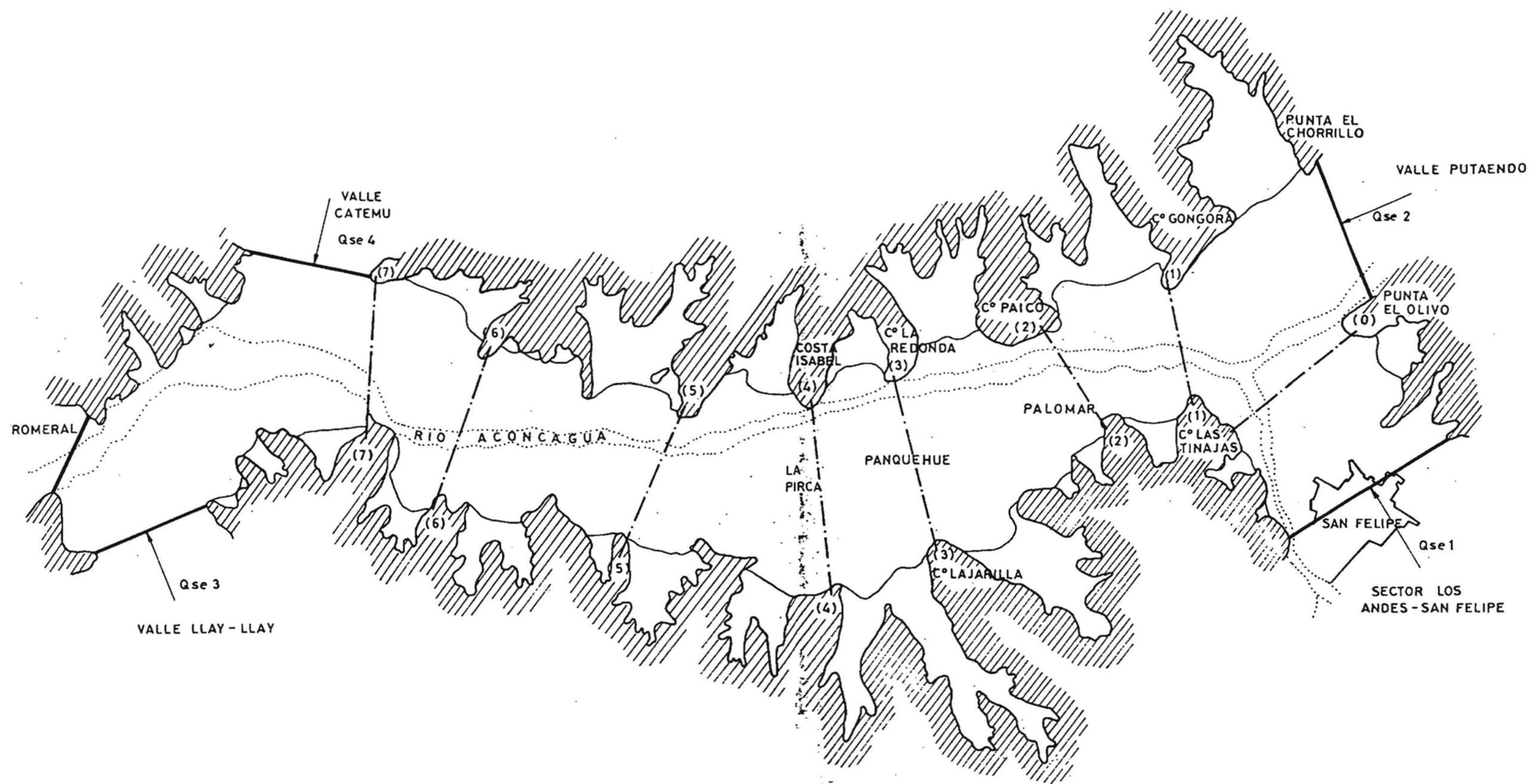


FIGURA 3.7.3.2

CAUDALES SUBTARRANEOS MAXIMOS PASANTES SECTOR SAN FELIPE-ROMERAL

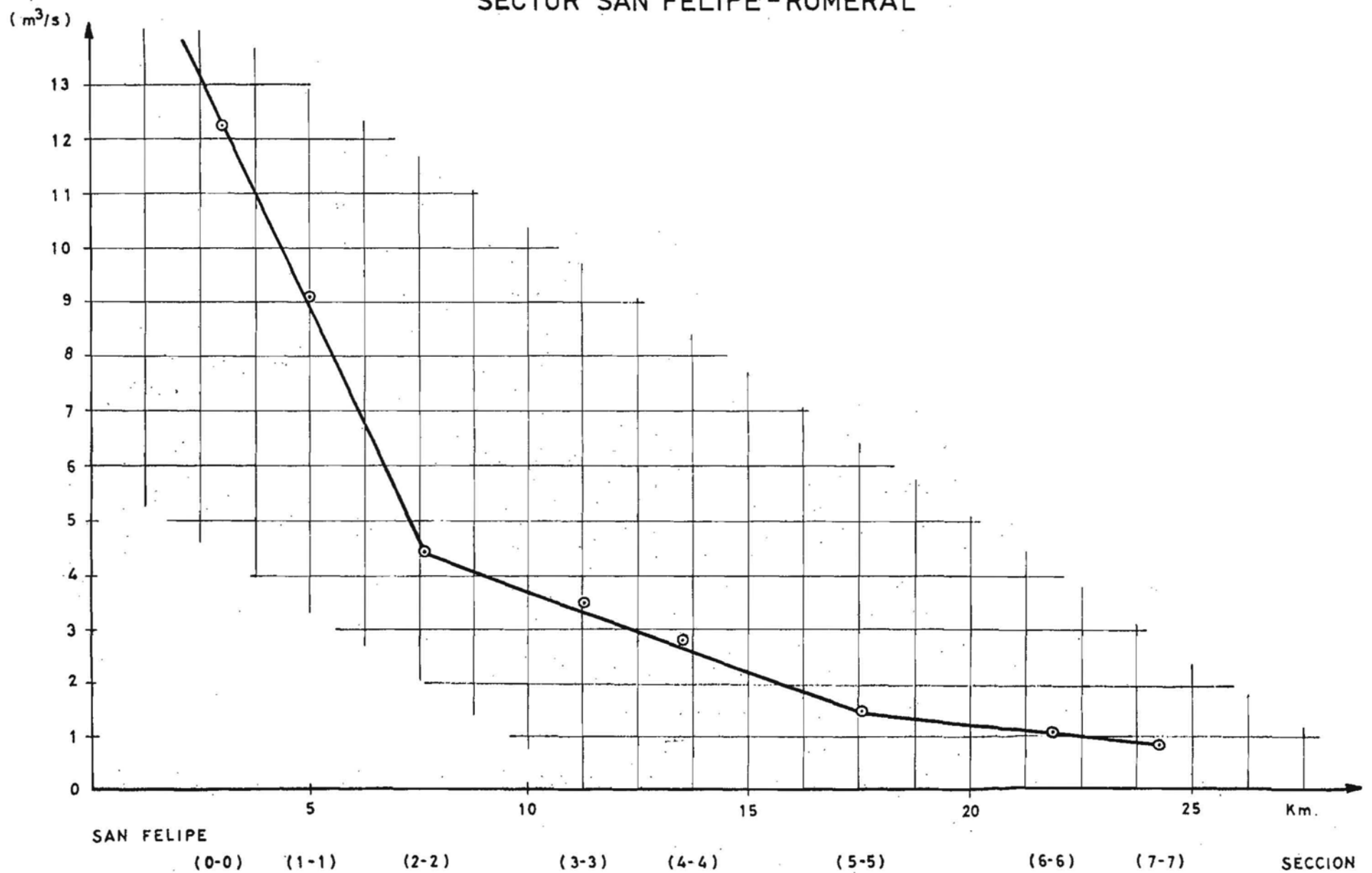


FIGURA 3.7.3.3

CUADRO 3.7.3.1

Sección	Distancia acumulada (km)	Q_s (m^3/s)
San Felipe	0.0	variable
0-0	3.0	12.29
1-1	5.0	9.08
2-2	7.6	4.42
3-3	11.4	3.53
4-4	13.6	2.79
5-5	17.6	1.39
6-6	21.9	1.07
7-7	24.2	0.79

Las recuperaciones entre secciones pueden ser calculadas por diferencia entre sus capacidades de porteo. Puede apreciarse así que, a partir de la sección 2-2, hacia aguas abajo los montos de los afloramientos son invariables por tramos y que se manifiestan a tasas constantes e iguales a $0.30 \text{ (m}^3/\text{s/km)}$ entre las secciones de 2-2 y 5-5, y a $0.09 \text{ (m}^3/\text{s/km)}$ entre las secciones 5-5 y 7-7.

En la sección 1-1 se producirá afloramiento de agua subterránea sólo si la suma de los caudales ingresantes desde los sectores Los Andes - San Felipe y valle del Putaendo supere los $9.08 \text{ (m}^3/\text{s)}$. Análogamente, en la sección 0-0 se presentará afloramientos sólo si el caudal subterráneo pasante por San Felipe sea mayor que $12.29 \text{ m}^3/\text{s}$. Aún cuando los antecedentes indican que esta situación ha sido de escasa ocurrencia en el período histórico 1969-1976, se estima que esta sección constituye el área de inicio de los afloramientos debido a las características locales de topografía del terreno (zona depresionaria circundante al río Aconcagua).

La distribución longitudinal de las recuperaciones ha sido determinada sólo hasta la sección 7-7 ubicada inmediatamente aguas arriba de la desembocadura del Catemu por cuanto desde allí hasta Romeral se presentan singularidades que no permiten utilizar el esquema de cálculo anterior. Efectivamente, el valle de Catemu aporta un caudal subterráneo medio anual de $0.35 \text{ m}^3/\text{s}$ y el valle de Llay-Llay $0.50 \text{ m}^3/\text{s}$. Además, en las proximidades de Romeral, la galería Las Vegas altera el gradiente hidráulico del escurrimiento general del Sector.

c) Evapotranspiración de vegetación freatófita.

Dado que en esta Zona, el acuífero se encuentra con un nivel de saturación cercano a la superficie, se han desarrollado extensas áreas cubiertas de vegetación freatófita. Este tipo de vegetación, se caracteriza por extraer del acuífero el agua que requiere en su proceso evapotranspirativo de modo que constituye un mecanismo de descarga que no puede ser despreciado.

Las tasas de evapotranspiración adoptadas corresponden a los valores de uso-consumo potencial asociado al clima Central. Estas se indican en el Cuadro 3.7.3.2 y están definidas para una cobertura del 100%.

CUADRO 3.7.3.2

Mes	E. V. T. mm/mes. ha
ENE	194
FEB	159
MAR	149
ABR	96
MAY	70
JUN	55
JUL	47
AGO	70
SEP	85
OCT	119
NOV	142
DIC	189
TOTAL ANUAL	1.375 (mm)

El área ocupada por freatofitas se determinó mediante fotointerpretación distinguiendo dos tipos de cobertura para los distintos suelos:

- Con matorral y/o pasto con cobertura aproximada del 50%
- Con bosque denso de una cobertura aproximada del 90%. Se obtuvo los valores indicados en el Cuadro 3.7.3.3.

CUADRO 3.7.3.3

Suelo	Cobertura (%)	Superficie (ha)	
		Total	Real
Lecho rfo	50	398.4	199.2
Lecho rfo	90	64.0	57.6
M. R.	50	757.6	378.8
M. R.	90	438.8	394.9
M. P.	50	22.4	11.2
M. P.	90	94.8	85.3
TOTAL			1.127.0 (ha)

Se ha obtenido entonces que la evapotranspiración anual alcanza a $15.50 \times 10^6 \text{ m}^3$ o su equivalente a $0.49 \text{ m}^3/\text{s}$ de caudal continuo.

3.7.3.3 Variación del volumen almacenado

En esta zona no se ha contado con antecedentes suficientes para determinar las variaciones que ha experimentado el embalse subterráneo en el período de balance. Sólo se tiene un valor preliminar estimado para el año 1971 y que alcanza a $-0.56 \text{ m}^3/\text{s}$ (drenaje).

En todo caso, siendo este sector un área en la cual el acuífero descarga hacia los cauces superficiales, y no está sometido a explotación, el nivel estático se ubica muy próximo al nivel de terreno manifestando pocas variaciones de profundidad. De este modo, puede suponerse, a su vez, que las variaciones de volumen pueden ser despreciadas en la ecuación de balance.

Sólo debe tenerse presente que entre San Felipe y Sección 1-1 es posible que se produzcan variaciones de alguna importancia especialmente en períodos de sequía en los cuales los caudales subterráneos ingresantes al Sector disminuyen y por lo tanto, el inicio de los afloramientos tiende a desplazarse hacia aguas abajo.

3.7.3.4 Balance

Con los antecedentes anteriores, se ha planteado el siguiente balance, el cual se indica en el Cuadro 3.7.3.4.

CUADRO 3.7.3.4

Año	Ingresos (I) m ³ /s					Salidas (S) m ³ /s			(S) -(I)
	Q _{se1}	Q _{se2}	Q _{se3}	Q _{se4}	Total	Galería Las Vegas	E. V. T.	Total	
1969	7.93	1.37	0.50	0.35	10.15	1.30	0.49	1.79	8.36
1970	7.74	0.80	0.50	0.35	9.39	1.44	0.49	1.93	7.43
1971	7.94	1.65	0.50	0.35	10.44	1.37	0.49	1.86	8.58
1972	9.21	2.19	0.50	0.35	12.25	1.65	0.49	2.14	10.11
1973	11.85	6.06	0.50	0.35	18.76	1.79	0.49	2.28	16.48
1974	11.61	4.97	0.50	0.35	17.43	1.79	0.49	2.28	15.15
1975	11.61	4.57	0.50	0.35	17.03	1.77	0.49	2.26	14.77
1976	10.69	3.13	0.50	0.35	14.67	1.87	0.49	2.36	12.31
Pro- medio	9.82	3.09	0.50	0.35	13.76	1.62	0.49	2.11	11.65

La columna (S) - (I) incluye básicamente los afloramientos de agua subterránea y, en montos de menor magnitud, los términos de la ecuación que no han sido considerados (recarga localizada próxima a la galería Las Vegas y variación del volumen embalsado).

3.7.4 Balance en el valle de Llay-Llay

3.7.4.1 Objetivos y alcances

El balance se plantea en términos medios mensuales del período 1969-1973, acorde a la disponibilidad de antecedentes de aforo de los canales que transportan agua superficial del río Aconcagua al valle de Llay-Llay.

Debido a la escasez de registros de niveles piezométricos de los acuíferos en presión (Unidades Llay-Llay 3 y 5) y al corto período de control sistemático de la superficie freática del acuífero superficial (Unidad Llay-Llay 1), no ha sido posible determinar los caudales subterráneos escurrientes ni las variaciones de volumen embalsados en diferentes períodos.

De este modo, el balance del sistema acuífero sólo ha podido ser desarrollado en forma indirecta tomando como sistema el conjunto suelo - acuífero.

En planta, el sistema elegido coincide con la superficie agrícola y tiene como contorno, el contacto roca relleno y las líneas imaginarias que unen los últimos afloramientos de roca en los sectores de desembocadura de las estructuras tributarias. La sección de salida está definida como una línea imaginaria transversal al valle de Llay-Llay en su desembocadura al Aconcagua.

El objetivo del balance de este sector es el de determinar, a nivel medio anual, el caudal equivalente continuo susceptible de ser explotado como recurso renovable. Simultáneamente con ello, se pretende conocer en forma aproximada, los volúmenes anuales posibles de ser bombeados desde los acuíferos en presión con la finalidad de alterar los mecanismos a través de los cuales se desarrollan las recargas y así evitar la formación de las áreas actuales con problemas de drenaje.

3.7.4.2 Ingresos

Los ingresos mayoritarios del sistema están conformados por agua proveniente del río Aconcagua a través de los canales Valdesano o Llay-Llay, Ucuquer y Lorino N° 2 destinada al riego del área agrícola del valle. Los canales Estancilla y Las Vegas no han sido considerados ya que sirven áreas ubicadas fuera del sistema adoptado.

Otros ingresos están constituidos por las precipitaciones y por los aportes naturales de las quebradas o esteros laterales tributarios. Estos últimos, han sido tomados de los resultados obtenidos con el modelo hidrológico que simula el ciclo de escorrentia en las cuencas pluviales.

La proporción que, de estos ingresos, se incorpora al acuífero es desconocida y su determinación no es el propósito del presente balance. Sin embargo, resulta conveniente precisar, cualitativamente, el movimiento de las recargas originadas por estos ingresos.

En el sector oriental del valle, vale decir, hacia las desembocaduras de las quebradas Las Peñas y de Los Loros, el estrato arcilloso confinante tiende a desaparecer de modo que los ingresos superficiales y subterráneos de agua tienen la posibilidad de percolar hasta niveles profundos. Esta situación, que se da en un grado menor hacia el flanco meridional (desembocadura de la quebrada Vichuquén), permite inferir que la zona donde se origina la recarga de los acuíferos en presión, se ubica en las áreas mencionadas.

Contrariamente, en los sectores Central y Poniente del valle, que es donde se ha detectado los mayores grados de confinamiento, los ingresos de agua provenientes de las precipitaciones y del agua aplicada en el regadío, sólo pueden infiltrar en el acuífero freático superficial siempre que éste no se encuentre totalmente saturado. En esta área, se ha descartado la posibilidad de una percolación profunda en atención a la presencia del estrato arcilloso que, inmediatamente, subyace al acuífero freático y a la magnitud de la carga piezométrica de los acuíferos en presión. Asimismo, puede presumirse que, aún cuando de estos últimos acuíferos tiene continuidad hacia el valle del río Aconcagua, junto con presentarse un flujo subterráneo hacia esa zona, se estaría provocando un escurrimiento ascendente hacia el acuífero freático a través del estrato arcilloso confinante.

A continuación, se examina brevemente las fuentes de ingreso al sistema y las hipótesis asumidas en su cálculo.

a) Canales

En los tres canales considerados, sólo se ha tenido la información de caudales a través de algunas corridas de aforo. De ellas, se ha utilizado las realizadas en el período 1969 - 1973 promediando los valores mensuales disponibles.

Del canal Ucúquer, se ha tomado sólo el 90% del caudal medio ya que éste sirve una pequeña superficie agrícola ubicada fuera del sistema.

El canal Lorino N° 2 es el que dispone de menor cantidad de información pero presenta la particularidad de portear un caudal prácticamente constante. Por este motivo, en los meses en que no se contó con aforos, se le asignó un valor medio de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ excepto en el mes de Julio en el cual se supuso que el canal era sometido a limpieza. En este mismo mes, se supuso igual situación en el canal Ucúquer.

b) Precipitaciones

La precipitación media mensual caída sobre el valle, fue calculada ponderando las precipitaciones registradas en las estaciones de San Felipe y de Limache. La relación es la siguiente:

$$PP_u = 0,7 PP_{sf} + 0,3 PP_{lim}$$

PP_u = precipitación en Llay Llay
 PP_{sf} = precipitación en San Felipe
 PP_{lim} = precipitación en Limache

c) Aportes naturales

Los aportes naturales corresponden a las escorrentías superficial y subterránea de las quebradas tributarias al valle de Llay Llay (Rapaculo, Vichiculén, Las Peñas y Los Loros). Estos caudales han sido generados a través de un modelo de simulación que permite estimar la escorrentía en subcuencas pluviales sin control como es el caso de las quebradas mencionadas (identificada como Las Vegas en desembocadura = CL09 + embalse Tabón + embalse Las Peñas).

3.7.4.3 Salidas

El valle de Llay Llay descarga superficialmente a través del estero Las Vegas el cual se forma por la confluencia de los esteros Los Loros y Vichiculén. La segunda descarga superficial corresponde al estero Rapaculo el cual constituye el cauce de drenaje natural de la quebrada del mismo nombre.

Subterráneamente, el valle se encuentra conectado al Aconcagua a través del primero de los acuíferos confinados (el más superficial) existiendo la posibilidad de un flujo de descarga cuyas variaciones en magnitud están asociadas a las variaciones del gradiente piezométrico.

a) Estero Las Vegas

El caudal saliente por el estero Las Vegas corresponde al controlado en la Estación "14112-Estero Las Vegas en Desembocadura" de la Dirección General de Aguas. La estadística disponible de caudales medios mensuales abarca desde el año 1962 hasta 1973.

En realidad, esta estación se localiza aguas abajo de la sección de salida del sistema elegido y, por lo tanto, colecta excedentes de riego de parte del área que es servida con el canal Las Vegas. De este modo, el caudal aforado incluye las salidas del sistema y un porcentaje no conocido que proviene de un área ubicada fuera de él.

b) Estero Rapaculo

Este estero confluye al estero Las Vegas, aguas abajo de la estación de aforo N° 14112 de la D.G.A. y, por lo tanto, aguas abajo de la sección de salida del sistema.

No existe estadística de caudales de él y tampoco ha sido posible deducirla a partir de la estación de aforo del canal Rabuco y de una ubicada en el mismo estero Las Vegas aguas abajo de la toma de este canal.

Para obviar el problema de la falta de antecedentes, se ha considerado que el exceso de caudal incluido en la estadística del estero Las Vegas debe ser aproximadamente igual al flujo superficial del estero Rapaculo por cuanto las áreas de drenaje de cada uno de ellos son similares. Debe tenerse presente que, toda la superficie que conforme la hoya hidrográfica del estero Rapaculo se encuentra ya considerada en los denominados "aportes naturales" de tal manera que, el área de drenaje se refiere exclusivamente al área agrícola o no agrícola ubicada en el valle que, por condiciones topográficas, drena hacia el cauce citado.

c) Evapotranspiración

Se refiere tanto a la evapotranspiración del área agrícola como a las superficies cubiertas con vegetación freatófita. Las tasas adoptadas corresponden a las determinadas para cultivos no sometidos a tensión, ya que por una parte, en general no existe déficit de agua de riego y por otra, la mayor proporción del suelo agrícola se encuentra con un elevado nivel de humedad existiendo, incluso, severos problemas de drenaje. Estas tasas son las indicadas en el Cuadro 3.7.4.1.

CUADRO 3.7.4.1

<u>Mes</u>	<u>Evapotranspiración</u> <u>l/s/ha</u>
Enero	0,45
Febrero	0,38
Marzo	0,27
Abril	0,15
Mayo	0,10
Junio	0,10
Julio	0,10
Agosto	0,10
Septiembre	0,12
Octubre	0,30
Noviembre	0,40
Diciembre	0,45

La superficie agrícola ha sido determinada a partir de la superficie total medida para la Comuna de Llay Llay, descontando el área urbana, caja de río, etc. y las áreas servidas por los canales Las Vegas, Estancilla y Ucuquer (de esta última se ha descontado sólo un 10 por ciento). De esta forma, el área evapotranspirante de la cuenca de Llay Llay alcanza a 3.851,5 hectáreas.

3.7.4.4 Balance

Con los ingresos y salidas analizados anteriormente, se ha planteado el siguiente balance medio mensual en el período 1969-1973 (Cuadro 3.7.4.2).

CUADRO 3.7.4.2

MES	INGRESOS (I) (m ³ /seg)						SALIDAS (S) (m ³ /seg)			(I) - (S) (m ³ /seg)
	Canal		Canal	Canal	Aportes	Total	Estero		Total	
	PP	Valdesano	Ucuquer	Lorino 2	Naturales		EVT	Las Vegas		
E	0,02	1,83	1,51	(1,00)	0,08	4,44	1,73	2,78	4,51	- 0,07
F	0,00	1,92	1,41	1,05	0,06	4,44	1,46	2,89	4,35	+ 0,09
M	0,01	1,42	1,22	1,05	0,04	3,74	1,04	3,21	4,25	- 0,51
A	0,07	1,88	1,65	0,60	0,04	4,24	0,58	2,92	3,50	+ 0,74
MY	0,53	1,61	1,33	0,23	0,11	3,81	0,39	3,36	3,75	+ 0,06
J	1,07	1,62	1,48	(1,00)	0,19	5,36	0,39	4,55	4,94	+ 0,42
JL	0,61	1,50	(0,00)	(0,00)	0,13	2,24	0,39	2,54	2,93	- 0,69
A	0,67	0,54	1,04	(1,00)	1,14	4,39	0,39	2,30	2,69	+ 1,70
S	0,23	1,73	1,22	(1,00)	0,56	4,74	0,46	1,75	2,21	+ 2,53
O	0,13	1,75	1,60	1,08	0,32	4,88	1,16	2,37	3,53	+ 1,35
N	0,01	2,29	1,77	0,99	0,19	5,25	1,54	2,69	4,23	+ 1,02
D	0,00	1,61	1,31	1,18	0,12	4,22	1,73	2,83	4,56	- 0,34
Valor medio										0,53

Es necesario destacar que la columna (I)-(S) involucra las variaciones de almacenamiento, tanto del acuífero freático como de los confinados, que no fueron calculadas por falta de información y, además, lleva implícito el caudal subterráneo saliente del valle de Llay Llay.

A lo largo del período estudiado, es posible aceptar que las variaciones del volumen de agua almacenado en los acuíferos pierde importancia frente a los restantes volúmenes que conforman la ecuación de balance y, en consecuencia el promedio anual de ingresos menos salidas representaría el caudal subterráneo saliente del área. Esta hipótesis resulta particularmente cierta en este valle ya que los acuíferos confinados, aún cuando varíen fuertemente su línea de carga, no varían prácticamente su volumen embalsado debido al reducido valor de su coeficiente de almacenamiento y, por otra parte, el acuífero freático presente en superficie, permanece con un alto porcentaje de saturación producto de los actuales mecanismos de recarga.

Se concluye entonces que, a nivel medio anual, el valle de Llay Llay, estaría descargando subterráneamente $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ al valle del Aconcagua.

3.7.5 Balance acuífero confinado del área de Concón

El conocimiento actual y antecedentes disponibles, impiden el planteamiento de un balance a nivel del acuífero confinado, sin la suposición de ciertos parámetros que, dada su importancia, tornan excesivamente impreciso el resultado. Por otra parte, sin embargo, las especiales características que evidencia el acuífero, permiten el análisis desde una óptica diferente.

Es conocida la fuerte extracción que ENAP realiza desde este acuífero a través de sus instalaciones en Bocatoma Concón. Las estadísticas indican como consumo anual un volumen total de $3.300.000 \text{ m}^3$ que, unido a la extracción que realiza ENAMI, proporciona un volumen total anual de $3.600.000 \text{ m}^3$ equivalente a 114 l/s .

Las características del acuífero confinado insinúan que, una cifra de la naturaleza señalada, difícilmente podría ser proporcionada a través de los recursos naturales del sistema.

En efecto, si se calcula el caudal pasante levemente aguas arriba de Lajarillas, sector no influido por el cono de depresión y asumiendo un gradiente similar al del acuífero freático se obtiene:

$$\begin{aligned} T &= 1.000 \text{ m}^2/\text{día} \\ i &= 0.003 \\ L &= 1.250 \text{ m} \\ \text{luego: } Q &= 43,4 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Contrastado dicho valor con la extracción, es necesario concluir la existencia de una recarga local que sustenta el abastecimiento de ENAP.

Dicha recarga, ya insinuada por DIAZ y ORELLANA (Hidrogeología de la Zona de Concón - Departamento de Recursos Hidráulicos, CORFO, 1972) y confirmada a través del estudio geoquímico (capítulo 6) se funda en la percolación desde el acuífero freático.

El proceso corresponde a un fenómeno de inducción de percolación producto de la diferencia de carga hidráulica al descender la línea piezométrica bajo la línea freática. Así, el caudal medio requerido para el mantenimiento del equilibrio observado y que debiera ser aportado al acuífero confinado a través de las arcillas que lo sobreyacen, es del orden de 70 l/s. Dicha cifra, para los gradientes existentes, podría establecerse con una permeabilidad media vertical de las arcillas aproximadamente de 5×10^{-7} m/s.

Este mismo fenómeno, a su vez, explicaría el hecho que ENAP haya mantenido una explotación relativamente constante durante casi una década con niveles dinámicos ubicados a cotas inferiores a la del nivel del mar, sin otro deterioro de la calidad del agua que el atribuible al paso de ella a través de la capa de arcilla.

Hacia el futuro, no parece recomendable insistir en extracciones desde el acuífero confinado. En efecto, cualquier incremento se obtendrá a costa del acuífero freático a través de una mayor participación areal de este producto de la expansión del cono de depresión del acuífero confinado. Es así como, una fuerte explotación adicional a la actual, podría incluso inducir definitivamente la intrusión. Por otra parte, extraer agua del acuífero freático a través del confinado resulta anti-económica no sólo por los mayores costos iniciales y gastos de explotación que ello significa (aumento de la profundidad de los sondeos y descenso de los niveles dinámicos), sino que también por el deterioro que experimentaría la calidad del agua.

3.8 RESERVAS DE AGUA SUBTERRANEA. VOLUMENES EMBALSADOS

Importante resulta no sólo con el propósito de visualizar el rol que desempeñan las aguas subterráneas en el contexto del total de recursos de una cuenca, sino especialmente con el objetivo de determinar el potencial con que dicha fuente podría contribuir; el conocimiento de los volúmenes de agua que contienen los acuíferos que en dicha cuenca se desarrollan.

3.8.1 Volúmenes embalsados

La definición del volumen embalsado, que se refiere al total del agua contenida en los sedimentos desde el nivel de saturación hasta la roca que le sirve de base, desde luego, nos es más que un concepto teórico ya que prácticamente y normalmente no es factible su aprovechamiento total. Otro aspecto de importancia en este concepto se refiere al hecho real de que los acuíferos por su génesis, no se desarrollan hasta la roca basal, sino que presentan sedimentos, que si bien están saturados poseen reducidas condiciones de permeabilidad.

En la cuantificación de estos volúmenes y, por los propósitos de ello, se ha recurrido a lo que en el punto de Características Elásticas se ha denominado "Coeficiente de Almacenamiento a Largo Plazo".

Un hecho importante de mencionar tiene lugar al obtener el volumen embalsado en un acuífero confinado, ya que en la situación teórica de que se pretende drenar completamente, estos acuíferos cambian de situación, pasando de la condición de confinamiento a la condición freática. En esta última, el almacenamiento unitario puede verse incrementado en varios órdenes de magnitud, ya que conceptualmente se pasa de la liberación elástica del agua, al drenaje de los sedimentos.

Además del volumen total embalsado en los paquetes sedimentarios, ha sido determinado el volumen de agua en el estrato acuífero de mejor condición de permeabilidad dentro de dicho paquete, que si bien continúa siendo un concepto teórico, está directamente relacionado con la capacidad de regulación y con las posibilidades de aprovechamiento de las aguas subterráneas.

Finalmente, como una manera de apreciar la importancia relativa de los distintos sectores como embalses de regulación, se ha incluido la determinación del volumen que implica un ascenso o descenso unitario de niveles.

Estos volúmenes, para los diversos sectores del Valle de Aconagua se presentan en el cuadro 3.8.1.

3.8.2 Reservas explotables

Al hablar de explotación de aguas subterráneas, es necesario tener presente que en acuíferos como los existentes en los valles que nos preocupan, esta explotación no significa en condiciones medias un recurso nuevo o adicional. Puede representar, eso sí, un recurso oportuno utilizable ya sea en período de déficits (aprovechando la capacidad de regulación de los acuíferos), o en áreas en que, por razones en general de infraestructura, no se cuenta con otro tipo de abastecimiento.

Pensando entonces en explotaciones masivas de agua subterránea con el objetivo de abastecer una demanda estacional, como sucede en la utilización agrícola, el problema generalmente se reduce a minimizar el efecto que dicha explotación tenga contemporáneamente en los recursos superficiales disponibles hacia la zona inferior de los valles. Si este requisito (no influencia sobre los recursos superficiales) no se plantea por tratarse por ejemplo de un tramo inferior del valle, el problema entonces queda centrado en la capacidad de regulación y las posibilidades de recarga del acuífero en estudio.

El análisis entonces, debe ser hecho usualmente en condiciones dinámicas, puesto que simultáneamente con la explotación de aguas subterráneas previstas, tienen lugar los distintos procesos de recarga de los acuíferos y como resulta previsible, la influencia sobre los recursos superficiales es también dependiente de la geometría (ubicación) de las captaciones y de la densidad y sollicitación individual de ellas. Toda esta gama de procesos y variables que intervienen, no pueden ser rigurosamente tratadas sin el auxilio de modelos de simulación y ha sido precisamente este aspecto el objetivo fundamental de la ejecución de dichos modelos en aquellas áreas en que, ya sea por razones de déficit local o por buenas condiciones hidrogeológicas, para la satisfacción de un déficit lejano, se ha previsto un empleo estacional de aguas subterráneas (CAP 7).

Los valores entregados en el Cuadro 3.8.1 como volumen regulable, no tienen otro propósito que establecer un marco de referencia para una explotación cuyo análisis deberá realizarse con la intervención de todos los mecanismos en juego. Dichas cifras se refieren solamente a la posibilidad de regulación del acuífero como tal, desvinculado de los procesos de recarga-descarga y asumiendo por este margen de regulación un valor de 10 por ciento para los acuíferos profundos y de 20 por ciento del volumen acuífero para los restantes.

CUADRO 3.8.1 VOLUMENES EMBALSADOS TOTALES, ACUIFERO Y UNITARIOS (M m³)

Sector	Volumen Total	Volumen Acuífero	Volumen Unitario	Volumen Regulación
Los Andes-San Felipe	9.830	4.330	39.3	433
Valle de Putaendo	1.520	1.270	12.7	127
San Felipe-Romeral	4.370	1.530	21.9	306
Valle de Catemu	750	220	7.5	44
Valle de Llay-Llay	150(*)	19.5(*)	.006	0.3(**)
Romeral-Tabolango	5.810	1.965	39.0	393.
Romeral-Hijuelas	1.380	545	10.2	109.
Hijuelas-Calera	1.240	250	8.2	50.
Calera-Puntilla L. Cruz	610	140	3.4	28
Puntilla La Cruz-Tabolango	2.580	1.030	17.2	206.
Valle de Los Litres	710	140	7.1	28.
Valle de Limache	410	200	5.0	40
Tabolango-Concón	145	88	2.1	7.6
- acuífero freático	38	38	2.1	7.6
- acuífero confinado	107(*)	50(*)	.001	.03(**)

(*) Se refiere al drenaje de los sedimentos. En consecuencia, su cálculo se ha derivado tomando en consideración un valor del coeficiente de almacenamiento freático.

(**) Considerando que el acuífero confinado no cambia de estado, y se mantiene como tal.

Es importante destacar que de este volumen denominado de regulación, en algunos sectores del valle las fluctuaciones naturales de la napa comprometen un porcentaje de importancia estacionalmente y, en otras prácticamente no sufre disminución alguna, tanto estacional como anualmente. En el primer caso se encuentran las áreas superiores de la zona (Los Andes-San Felipe y valle del río Putaendo). El segundo caso se tipifica con la situación del tramo San Felipe-Romeral.

También una parte importante del volumen de regulación es comprometido, si bien artificialmente, en el acuífero confinado del área de Concón, no tanto porque la magnitud de dicha explotación sea muy grande, sino porque esta capacidad es muy reducida. Algo análogo, pero sólo por condiciones naturales tiene lugar en el valle de Llay Llay.

Interesante de destacar resulta el volumen de regulación del sector Romeral-Tabolango y, especialmente el sub-sector Puntilla La Cruz Tabolango, cuyas fluctuaciones naturales prácticamente no lo comprometan. Ello hace mirar como una buena alternativa, en un sector deficitario como éste, la utilización estacional de este embalse subterráneo.

3.9 CAPTACIONES TIPO

Las captaciones tipo aquí definidas corresponden exclusivamente a sondajes profundos perforados con maquinaria especializada y no se incluyen, entonces, otros tipos de obras captantes de aguas subterránea de diferente naturaleza como las norias, galerías, etc.

La metodología empleada se basa en la generalización de las características observadas en los sondajes existentes y se orienta el resultado a la obtención de una captación que represente las condiciones medias de un área extensa y relativamente homogénea.

Desde luego, esta generalización supone la definición de sondajes tipo que no necesariamente tendrán las mismas características de un sondaje cualquiera construido en un área particular. Este hecho, resulta particularmente notorio en los sectores Los Andes - San Felipe y valle del río Putaendo, en los cuales, a pesar de que el subsuelo presenta características similares y una alta transmisibilidad, las fuertes variaciones que pueda experimentar el nivel estático en distintos puntos, hace que los sondajes posean curvas de rendimiento sustancialmente diferentes.

Es así como, entonces, ha sido totalmente indispensable identificar estas captaciones a través de un cierto rango de variación de las respectivas características primarias como lo son la profundidad, el caudal máximo y los niveles estático y deprimido. Este rango, de gran amplitud en los dos sectores ya citados, disminuye en los restantes sectores del valle del río Aconcagua, dada la homogeneidad encontrada en las áreas caracterizadas con captaciones tipo.

Hay que señalar que las características primarias asignadas a cada uno de los sondajes tipo corresponden a las expectativas de funcionamiento individual, vale decir, sin considerar las influencias que podrían ser inducidas por otras obras a lo largo del tiempo. Al respecto, es necesario tener presente que, si se planea una intensa explotación del recurso subterráneo empleando una batería de sondajes, la operación de cada uno de ellos habría de diferir en cuanto a características individuales en concordancia con el manejo que se realice durante la explotación y el diseño de la batería.

Por otra parte, dentro del informe general del Proyecto y una vez identificadas las áreas, en las cuales se desarrollarán los recursos sub

terráneos, se hará un análisis más detallado de las condiciones particulares de ellas.

Finalmente, las características asociadas a cada captación tipo, corresponden a las expectativas medias posibles de encontrar en el área representada y es factible que se produzcan situaciones que se desvíen de ella. Es así como un sondeo caracterizado con un caudal máximo puede ser capaz de proporcionar uno mayor aumentando la profundidad de los niveles de bombeo del sondeo o bien modificando el criterio de diseño de éste.

La primera situación es característica de los sectores Los Andes-San Felipe, valle del río Putaendo y San Felipe-Catemu (aproximadamente), en los cuales se ha advertido un claro aumento del caudal explotable con la profundidad de la captación y la posibilidad de este aumento de la descarga con el aumento del nivel dinámico. La segunda situación, se presenta en el valle del río Aconcagua aproximadamente a partir de la confluencia con el estero Catemu hacia aguas abajo. En esta área, se desarrolla un acuífero principal de poca potencia al cual normalmente los sondeos penetran en su totalidad. Por consiguiente, modificando el diseño para hacer disminuir las pérdidas producidas por la turbulencia del flujo subterráneo, es posible mejorar las expectativas de caudal.

3.9.1 Sectores de Captaciones Tipo

Los sectores han sido definidos considerando la similitud de funcionamiento de los sondeos existentes y la homogeneidad desde el punto de vista hidrogeológico.

En general, se ha tratado de que los sectores de captaciones tipo coincidan aproximadamente con los sectores hidrogeológicos, aún cuando, en algunas ocasiones, estos últimos han debido ser divididos con el objeto de tomar en consideración variaciones locales detectadas dentro de ellos. Es así como se ha definido, además, áreas de captaciones tipo, las cuales representan una zona de menor extensión que queda incorporada dentro de algún sector.

Dada la gran extensión de este valle y considerando la presencia de sus importantes valles tributarios, se ha definido ocho sectores de captaciones tipo, algunos de los cuales han sido subdivididos en áreas.

3.9.1.1 Sector Los Andes - San Felipe

En este sector, el nivel estático sufre una profundización progresiva hacia la cabecera con variaciones estacionales o anuales que aumentan fuertemente en la misma dirección. De los registros existentes, se ha podido extraer que las fluctuaciones prácticamente son mínimas en la confluencia de este sector con el valle del río Putaendo, aumentan a un valor comprendido entre 7 y 10 m en el área próxima a la ciudad de San Felipe, llegan a alrededor de 20 m cerca de Curimón para seguir aumentando hacia la ciudad de Los Andes. Análogamente, la profundidad del nivel estático aumenta desde los 3 a 5 m inmediatamente aguas abajo de San Felipe hasta los 120 a 150 m en las cercanías de Los Andes.

Considerando lo anterior, se ha definido las siguientes áreas y respectivas captaciones tipo:

a) Área San Felipe

Esta área se extiende aproximadamente desde las proximidades de la ciudad de San Felipe hasta la confluencia con el río Putaendo. Se ha definido en esta área un sondaje de 50 m de profundidad capaz de proporcionar un caudal de 100 l/s con nivel dinámico comprendido entre 10 y 15 de profundidad. El nivel estático puede variar entre 3 y 10 m.

Además existe la alternativa de un sondaje de 100 m de profundidad con un caudal de explotación de 150 l/s a un nivel dinámico ubicado a 15 m de profundidad.

b) Área Curimón - Las Peñas

En esta área, el nivel estático puede fluctuar entre 35 y 60 m de profundidad de modo que el sondaje tipo debe tener una hondura de a lo menos 100 m con el cual será posible obtener un caudal de 100 l/s. El nivel dinámico podrá ubicarse entre 55 y 80 m dependiendo de la posición del nivel inicial de bombeo.

c) Área Las Peñas - Los Andes

En esta extensa área, debido a la gran variación del nivel estático (entre 50 y 120 m o más de profundidad) las captaciones tipo han sido definidas de una manera general.

Por lo tanto, si se dispone de aproximadamente 50 m de longitud de rejilla captante saturada, se podrá obtener alrededor de 100 l/s con un nivel dinámico ubicado entre 5 y 10 m bajo el nivel inicial de bombeo.

3.9.1.2 Sector Valle Putaendo

En este valle rigen todas las consideraciones relativas al sector anterior en cuanto se refiere a la profundidad del nivel estático y sus fluctuaciones. En el área de confluencia con el valle del río Aconcagua, el nivel freático se encuentra prácticamente en superficie sin presentar variaciones de importancia y hacia la cabecera se profundiza hasta alcanzar los 125 m en el pueblo de Putaendo, con fluctuaciones registradas de 34 m. Otros valores de fluctuaciones máximas alcanzan a 9 m en Barrancas, 16 m en Bellavista, 24 m en el Perfil Putaendo N° 1, 28 m en El Asiento y 29 m en Rinconada de Silva.

Considerando lo anterior, la captación tipo en este valle ha sido caracterizada en función de la profundidad de la zona saturada del acuífero. Por consiguiente, si se dispone de 50 a 80 m de sector de rejilla de captación saturada, se podrá extraer un caudal de 100 l/s con niveles depri-midos ubicados entre 10 a 30 m bajo el nivel inicial.

Se ve, entonces, que las condiciones más favorables se encuentran en las proximidades de la desembocadura del río Putaendo ya que el nivel freático oscila entre los 10 y 20 m aproximadamente. Se requeriría entonces un sondaje de sólo 70 m a 100 m de profundidad para extraer un caudal de 100 l/s.

Mayores requerimientos de profundidad se advierten hacia la cabecera ya que en Bellavista las máximas fluctuaciones se han registrado entre 32 y 49 m, en Perfil Putaendo N° 1 entre 43 y 67 m, etc.

3.9.1.3 Sector San Felipe - Romeral

Esta área se extiende desde la zona de desembocadura del Putaendo al río Aconcagua, hasta aproximadamente la confluencia del valle de Llay-Llay con el mismo valle, correspondiendo casi con la segunda sección legal del río Aconcagua.

En este sector, se ha definido tres captaciones tipo atendiendo fundamentalmente al hecho de que ellas aumentan en capacidad de entrega, al aumentar la profundidad del sondaje. Además, el nivel estático en esta área se ubica próximo a la superficie habiéndose detectado variaciones entre 1 y 5 m.

Con una profundidad de sondaje igual a 20 m es factible obtener un caudal de 20 a 30 l/s a un nivel deprimido ubicado entre 10 y 15 m bajo la superficie.

Aumentando la profundidad a 50 m, el sondaje entregará un caudal de 100 l/s con nivel de bombeo comprendido entre 15 y 20 m.

Finalmente, si la profundidad alcanza a 100 m, las expectativas de caudal pueden llegar a 150 l/s con niveles dinámicos entre 15 y 20 metros.

3.9.1.4 Sector valle Llay-Llay

Como ya se ha mencionado, este valle presenta como característica principal la existencia de acuíferos interestratificados con capas de material fino de baja permeabilidad que les confieren carácter de confinamiento o semiconfinamiento. El nivel estático, por lo tanto, se ubica muy superficial habiéndose detectado incluso surgencia en algunos sectores.

En este valle, se ha definido dos captaciones tipo cada una de las cuales ha sido asociada a una cierta área. Es así como, en toda la extensión ubicada aproximadamente desde la carretera hacia los flancos del valle en dirección Norte, el sondaje tipo ha sido caracterizado con una profundidad de 50 m siendo capaz de entregar un caudal de 10 a 15 l/s con un nivel dinámico ubicado alrededor de 10 a 20 m de hondura.

Las condiciones difieren sustancialmente en el área ubicada desde la carretera hacia el Sur, ya que las expectativas de caudal son mucho mayores. Un sondaje de 100 a 200 m de profundidad es capaz de entregar un caudal estimado entre 150 y 200 l/s con niveles dinámicos cercanos a 15 a 20 metros.

3.9.1.5 Sector valle de Catemu

Para este valle sólo se dispuso de antecedentes desde la confluencia hasta el pueblo de Catemu de tal manera que, el sondaje tipo que se indica a continuación, posiblemente no sea representativo de las condiciones presentes en áreas ubicadas hacia la cabecera.

La captación tipo se ha definido como un sondaje de 50 a 60 m de profundidad capaz de entregar un caudal de 50 l/s con nivel dinámico comprendido entre 20 y 30 m. El nivel estático puede encontrarse en su superficie hacia el sector de desembocadura hasta alcanzar alrededor de 10 metros en el pueblo de Catemu.

3.9.1.6 Sector Romeral - Tabolango

En este sector se ha distinguido cinco áreas de captaciones tipo de acuerdo al siguiente desglose:

a) Area Romeral-Hijuelas

En esta área se ha definido un sondaje tipo de 40 a 50 m de profundidad capaz de proporcionar un caudal de 25 a 30 l/s con nivel dinámico ubicado entre 20 y 30 m bajo la superficie. El nivel estático puede estar localizado entre 0 y 5 metros.

Debe señalarse, además, que estas características pueden ser extrapoladas aproximadamente para el área ubicada aguas arriba de Romeral hasta la confluencia del valle del Estero Llay-Llay con el río Aconcagua. En esta área, es posible obtener condiciones levemente favorables ya que el caudal puede alcanzar hasta 40 l/s manteniéndose las restantes características de la captación tipo señalada.

Finalmente, aún cuando no se dispone de antecedentes al respecto, presumiblemente al aumentar la profundidad del sondaje hasta alrededor de 80 m se obtengan niveles dinámicos más superficiales para los caudales de bombeo indicados anteriormente.

b) Area Hijuelas - Puntilla La Cruz

La captación tipo asignada a esta área es un sondaje de 40 a 50 m de profundidad capaz de entregar un caudal de 20 a 25 l/s con nivel dinámico ubicado entre 20 y 25 m. El nivel estático se encuentra

próximo a la superficie (entre 0 y 2) y prácticamente no presenta fluctuaciones de importancia.

c) Area Puntilla La Cruz - La Cruz

Esta área corresponde a una reducida zona en la cual se ha reconocido una brusca variación de la transmisibilidad del acuífero respecto a la de los sectores que lo limitan. Su característica fundamental es el fuerte aumento de la capacidad de entrega de los sondajes junto con una profundización del nivel estático.

El sondaje característico de este sector tiene una profundidad de 40 a 50 m, un caudal máximo comprendido entre 30 y 50 l/s con nivel deprimido de 15 a 25 m. El nivel estático se encuentra entre 5 y 10 metros.

d) Area La Cruz - Rautén

En esta área se advierten condiciones muy similares a las del área Hijuelas - Puntilla La Cruz experimentándose, sin embargo, una leve mejoría. Es así como la captación tipo se ha definido como un sondaje de 30 a 40 m de profundidad capaz de proporcionar un caudal de 20 a 30 l/s con nivel dinámico ubicado entre 20 a 25 m. El nivel estático se encuentra entre 0 y 5 m bajo el nivel del terreno.

Cabe destacar, sin embargo, que en algunas zonas, al profundizar el sondaje hasta aproximadamente 50 m, es posible obtener caudales del orden de 30 a 40 l/s. Esta situación se presenta especialmente hacia el límite de aguas abajo del área y en la zona suroriental de Quillota.

e) Area Rautén- Tabolango

Se caracteriza por el alto valor de transmisibilidad del relleno sedimentario ofreciendo, por lo tanto, grandes expectativas de explotación de agua subterránea.

El sondaje tipo ha sido definido como un pozo profundo de 50 m de profundidad capaz de ser explotado con un caudal de 80 l/s a un nivel deprimido de alrededor de 7 a 10 m. El nivel estático puede encontrarse muy próximo a la superficie siendo 1.0 m su valor típico.

Valga la pena destacar que en Tabolango, estas características pueden variar fuertemente en la ribera Norte del río Aconcagua ya que, aparentemente, la roca fundamental se ubica a una profundidad no mayor de 35 metros.

3.9.1.7 Sector valle Estero Los Litres

En este valle se ha podido distinguir dos áreas notoriamente diferentes desde el punto de vista de la factibilidad de obtención de agua subterránea. Efectivamente, existe un área que se extiende desde el pueblo El Melón hasta la desembocadura del Estero Los Litres al valle del río Aconcagua, cubriendo aproximadamente el curso actual de este Estero, en la cual, se presentan las condiciones más favorables y para la que se ha definido la captación tipo de este Sector. Fuera de esta área, vale decir, aguas arriba del pueblo El Melón o hacia el flanco Este del valle o en las quebradas tributarias, los sondeos construidos no proporcionan un caudal mayor a 5 l/s para profundidades de 30 m o más.

La captación tipo corresponde a un sondeo de 40 a 50 m de profundidad capaz de suministrar entre 20 y 30 l/s con un nivel dinámico comprendido entre 10 y 20 m. El nivel estático se encuentra próximo al nivel de terreno pudiendo variar su posición entre 0 y 5 metros.

3.9.1.8 Sector Tabolango - Concón

En este sector se ha detectado la presencia de dos acuíferos: uno superficial de tipo freático y otro, más profundo, que puede ser caracterizado como confinado. La captación tipo que se propone, se refiere exclusivamente al primero de los acuíferos ya que, la explotación del segundo podría conducir a una contaminación por intrusión salina de carácter irreversible.

Un sondeo de 20 m de profundidad permitirá obtener un caudal de 30 a 50 l/s con un nivel deprimido comprendido entre 7 y 10 m. El nivel estático puede ubicarse entre 0 y 2 metros.

3.9.2 Costos de Explotación

Para las captaciones tipo definidas con anterioridad se ha determinado el costo de extracción del m^3 de agua subterránea tomando tasas de interés del 10 %, 15 % y 20 %. Estos costos se refieren a un sondaje considerado aisladamente de tal manera que, en ningún caso, pueden ser generalizados a una batería de pozos que extraiga importantes volúmenes de agua subterránea. En una situación como la señalada debe tomarse en cuenta la operación conjunta, las características de recarga del área, la posibilidad de variaciones del rendimiento a largo plazo de los sondajes, etc.

3.9.2.1 Bases de cálculo e hipótesis

- El plazo de previsión para el análisis económico es de 30 años.
- El sondaje es destinado exclusivamente al regadío del máximo de área compatible con su capacidad de producción (100% seguridad en el riego).
- Se ha supuesto que el sondaje se encuentra ubicado de manera tal que el riego a partir de él se realiza en forma gravitacional.
- De lo anterior se desprende que la altura de elevación del equipo de bombeo resulta prácticamente igual al nivel deprimido.
- En aquellos casos en los cuales la captación tipo ha sido definida para un rango de caudales y alturas de elevación se ha adoptado un punto de operación comprendido dentro de ese rango.
- El área factible de ser regada ha sido determinada a partir de la tasa de riego máxima fijada para el valle del río Aconcagua. Por lo tanto, en aquellos meses en los cuales es menor, se ha supuesto que las horas diarias de bombeo disminuyen en proporción a los requerimientos de agua para el regadío de esos meses.
- Se ha empleado los siguientes valores de vida útil:

Bomba	=	20.000 horas
Sondaje	=	30 años
Instalaciones eléctricas	=	30 años

- Se ha adoptado los siguientes valores residuales:

Bomba	= 20% del valor inicial
Sondaje	= cero
Instalación eléctrica	= cero

- El valor del sondaje ha sido fijado con un precio unitario promedio de 250 US\$/m.
- El costo de energía eléctrica se ha calculado utilizando la tarifa para "bombas de regadío mecánico" de CHILECTRA. Esto es:

0.67916 \$/Kwh desde 1° Octubre al 30 de Abril
 1.31625 \$/Kwh desde 1° Mayo al 30 de Septiembre

- Los precios de los equipos de bombeo con motor sumergido han sido obtenidos de una cotización estimativa proporcionada por la Empresa CODITEC y se indican en el Cuadro 3.9.1.
- Los precios de subestaciones eléctricas han sido obtenidos en CHILECTRA que es la Empresa Eléctrica distribuidora de energía de la V Región. Los valores se indican en el Cuadro 3.9.2.
- En el Cuadro 3.9.3 se incluye el valor de las restantes instalaciones eléctricas de acuerdo a la potencia requerida por el grupo motobomba. La información ha sido proporcionada por la Empresa Saavedra y Cobo.
- La equivalencia del dólar se ha tomado al 30 de Junio de 1978, vale decir, 32,06 \$/US\$.

3.9.2.2 Metodología

Para definir la modalidad de operación del sondaje sometido a explotación, se ha adoptado tiempos máximos de bombeo de 12 horas/día y 20 horas/día. Con este valor y las tasas de regadío aplicables al valle del Aconcagua, se ha calculado las horas totales de funcionamiento del pozo suponiendo que la superficie regada es constante e igual a la máxima posible con la disponibilidad de agua.

Por consiguiente, si se adopta la siguiente nomenclatura:

TR_{di} = Tasa de riego en el mes "i" con 24 hrs/día de utilización, en (l/s/ha).

CUADRO 3.9.1 Precios de bombas de pozo profundo con motor sumergido marca KSB.
(precios estimativos).

Modelo				Caudal (l/s)	Altura (m)	Precio FOB D.M.	Precio Ex-Aduana US\$
BQTs	466/1a	+	9A 303/2	100	15	13.300	9.150
BQTs	466/2	+	12A 1103/2	100	80	30.100	20.910
BQTs	466/3	+	12A 1853/2	100	125	36.720	25.260
BQTs	466/1a	+	9A 373/2	100	20	14.300	9.840
BPVs	525/1a	+	9A 553/2	150	20	19.520	13.430
BPVs	525/1a	+	9A 623/2	200	20	20.500	14.100
BPH	333/1	+	6E 53/2	25	15	4.820	3.320
UQH	293/1	+	6E 33/2	15	15	4.440	3.055
BPN	425/1	+	7A 223/2	50	30	8.520	5.860
BPH	333/2	+	7A 113/2	25	30	6.750	4.645
BPH	384/1	+	6E 73/2	25	20	5.200	3.580
BPN	394/1	+	7A 153/2	50	20	7.140	4.910
BPH	373/1	+	7A 93/2	50	10	5.660	3.900

Fuente: CODITEC.

CUADRO 3.9.2 Precios de Sub-Estaciones Eléctricas.

Potencia KVA	Ferretería y montaje \$	Transformador \$	Equipo de medida \$	Valor Total	
				\$	US\$
15	33.000	49.918	54.984	137.902	4.301
30	33.000	57.949	54.984	145.933	4.552
45	65.000	61.944	54.984	181.928	5.675
75	67.500	69.932	54.984	192.416	6.002
150	72.000	110.030	54.984	237.014	7.393
300	90.500	187.298	54.984	332.782	10.380

Fuente : CHILECTRA.

CUADRO 3.9.3 Precios de Tableros Eléctricos, en US\$.

Poten- cia (HP)	Breaker	Arranca dores	Caja metálica	Volt. y amp.	Select. y botoneras	Guarda nivel pozo	Montaje	Enlaces	Subtotal	Total * US\$
10	27	290	100	75	55	150	100	50	847	1.372
15	27	290	100	75	55	150	100	60	857	1.388
20	27	315	100	75	55	150	100	75	897	1.453
25	35	320	100	75	55	150	100	90	925	1.499
33	35	320	100	75	55	150	100	110	945	1.531
41	86	430	150	75	55	150	100	125	1.171	1.897
50	86	430	150	75	55	150	150	145	1.241	2.010
75	86	470	150	75	55	150	150	175	1.311	2.124
100	120	556	200	95	55	150	150	195	1.521	2.464
125	120	627	200	95	55	150	200	200	1.647	2.668
150	120	627	200	105	55	150	200	215	1.672	2.709
200	248	715	300	105	55	150	250	225	2.048	3.318
250	248	850	300	105	55	150	250	250	2.208	3.577

* El precio total incluye el 20% de IVA y el 35% de gastos generales y utilidades de la empresa.

- TR_i = Tasa de riego en el mes "i" con " t_i " hrs/día de utilización, en (l/s/ha).
 t_m = Tiempo de riego diario máximo, en (hrs).
 Q = Caudal máximo del sondaje, en (l/s).
 S = Superficie máxima posible de regar con " Q " y " TR_{dm} ".
 TR_{dm} = Tasa de riego máxima para 24 (hrs/día), en (l/s/ha).

Se tiene entonces:

$$S = \frac{Q}{TR_{dm} \left[\frac{24}{t_m} \right]} = \text{cte.}$$

Para un mes cualquiera "i" con TR_{di} TR_{dm} , se mantiene la superficie regada y por lo tanto varían las horas diarias de bombeo " t_i ".

Entonces:

$$TR_i = TR_{di} \cdot \left[\frac{24}{t_m} \right]$$

y

$$S = Q \cdot \left[\frac{t_i}{t_m} \right] \left[\frac{1}{TR_{di} \cdot \frac{24}{t_m}} \right] = \text{cte.}$$

De las dos ecuaciones planteadas para la determinación de la superficie se llega a:

$$t_i = t_m \cdot \left[\frac{TR_{di}}{TR_{dm}} \right]$$

Por lo tanto, para el período de riego (temporada de 8 meses) se obtiene el tiempo total de bombeo considerando 30 días/mes.

$$t = 30 \cdot \frac{t_m}{TR_{dm}} \sum TR_{di}$$

Por otra parte, el volumen de agua total extraído se puede calcular como:

$$V = 3.6 \cdot Q \cdot \sum t_i$$

Además, la energía consumida es:

$$E = 4.15 \times 10^{-3} \cdot V \cdot H$$

Siendo "H" la altura de elevación del equipo de bombeo.

Para el cálculo del costo del m³ de agua se ha determinado los costos anuales totales que representan en su conjunto las inversiones iniciales, inversiones que deban realizarse en diversas épocas y los gastos anuales directos de operación y mantención de la obra durante su funcionamiento. De este modo, y conociendo el volumen anual de agua extraído se llega al resultado buscado.

En las inversiones iniciales se ha incluido el valor del sondaje tipo, el equipo de bombeo y las instalaciones eléctricas necesarias. Sólo se ha desestimado la inversión correspondiente al tendido de línea de alta tensión hasta la subestación eléctrica de la obra por tratarse de un ítem que depende de factores ajenos al sondaje.

Las inversiones diferidas en el tiempo corresponden exclusivamente al reemplazo de los equipos de bombeo ya que no se ha considerado algún tipo de reacondicionamiento del sondaje el cual se ha supuesto de características invariables durante su vida útil. Los períodos a los cuales se realiza el reemplazo del equipo de bombeo se han definido con las horas anuales de funcionamiento y las 20.000 horas de vida útil asignadas a éste. Así se llega a que en el caso de un bombeo con un máximo de 20 horas al día (en período de máxima demanda, vale decir, el mes de Enero) el equipo debe ser renovado aproximadamente cada siete años. Análogamente, para 12 horas al día de utilización, el período aumenta a 11 años. En todo caso, cuando la bomba es empleada por un período menor que su vida útil, se ha postulado un valor residual adicional suponiendo una depreciación anual lineal.

Estas inversiones, se han traducido a valor presente utilizando la siguiente relación general:

$$VP_B = VB \left[1 - \frac{X + Y}{(1+i)^n} \right]$$

Siendo:

- VP_B = Valor presente del equipo de bombeo
- VB = Valor inicial del equipo de bombeo con accesorios e instalación.
- i = Tasa de interés (10%, 15% y 20%)
- n = Número de años
- X = Porcentaje de "VB" correspondiente al valor residual después de su vida útil.
- Y = Porcentaje de "VB" correspondiente al valor residual debido al período no utilizado (depreciación lineal).

Una vez terminadas las inversiones iniciales y el valor presente de los equipos de bombeo empleados durante el plazo de previsión analizado (30 años) se ha calculado su costo anual equivalente de acuerdo a la siguiente relación:

$$CA_{eq} = VP_T \left[\frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}} \right] \quad n = 30 \text{ años}$$

El costo total anual, puede calcularse con el valor anterior "CA_{eq}" y los costos anuales de mantención "CM" (supuestos igual a un 2% de "VB") y los gastos anuales de energía "CE".

Se llega entonces a:

$$CA_T = CA_{eq} + CM + CE$$

Luego:

$$\text{costo m}^3 = \frac{CAT}{V}$$

3.9.2.3 Resultados

Los resultados obtenidos se han incluido en el Cuadro 3.9.4, anexo en el cual se ha detallado las características de la captación, costos iniciales, costos anuales de mantención, consumo de energía y equivalentes del valor presente de las inversiones, volúmenes anuales de agua y costo del m³ para diferentes tasas de interés y horas diarias máximas de bombeo.

CUADRO 3.9.4

Sector	Características			Costos Iniciales US\$			Costos Anuales US\$			Volumen agua anual (m ³)	Costo m ³ agua (US\$)	Tasa de in- terés (%)	Horas máx. bombeo al día
	Prof. Pozo	Q	H	Pozo	Bomba	Inst. Elect.	Manten- ción	Ener- gía	Equiv. Inv.				
Los Andes - San Felipe	50	100	15	12.500	10.850	7.572	217	839	3.685	636.218	0.00745	10	12
									5.043		0.00959	15	
									6.472		0.01183	20	
Area San Felipe (alt. 1)							217	1.398	4.131	1.060.364	0.00542	10	20
									5.470		0.00668	15	
									6.874		0.00801	20	
Los Andes - San Felipe	100	150	20	25.000	15.555	8.126	311	1.678	5.744	954.327	0.00810	10	12
									7.892		0.01035	15	
									10.153		0.01272	20	
Area San Felipe (alt. 2)							311	2.797	6.383	1.590.545	0.00597	10	20
									8.504		0.00730	15	
									10.729		0.00870	20	
Los Andes - San Felipe	100	100	80	25.000	29.410	9.517	588	4.475	7.879	636.218	0.02034	10	12
									10.640		0.02468	15	
									13.550		0.02925	20	
Area Curimón Las Peñas							588	7.458	9.087	1.060.364	0.01616	10	20
									11.798		0.01871	15	
									14.638		0.02139	20	
Sector Valle Putando	180	100	125	45.000	37.160	13.957	743	6.992	11.583	636.219	0.03036	10	12
									15.781		0.03696	15	
									20.202		0.04391	20	
							743	11.653	13.109	1.060.364	0.02405	10	20
									17.243		0.02795	15	
									21.577		0.03204	20	

CUADRO 3.9.4 (Continuación)

Sector	Características			Costos Iniciales US\$			Costos Anuales US\$			Volumen agua anual (m ³)	Costo m ³ agua (US\$)	Tasa de in- terés (%)	Horas máx. bombeo al día
	Prof. Pozo	Q	H	Pozo	Bomba	Inst. Eléct.	Manten- ción	Ener- gía	Equiv. Inv.				
Sector San Felipe - Catemu (alt. 1)	20	25	15	5.000	4.120	5.673	82.4	210	1.723	159.055	0.01267	10	12
									2.380		0.01680	15	
									3.071		0.02114	20	
							82.4	350	1.892	265.091	0.00877	10	20
									2.542		0.01122	15	
									3.223		0.01379	20	
San Felipe - Catemu (alt. 2)	50	100	20	12.500	11.965	7.685	239	1.119	3.857	636.218	0.00820	10	12
									5.264		0.01041	15	
									6.746		0.01274	20	
							239	1.864	4.348	1.060.364	0.00608	10	20
									5.735		0.00739	15	
									7.189		0.00876	20	
San Felipe - Catemu (alt. 3)	100	150	20	25.000	15.555	8.126	311	1.678	5.744	954.327	0.00810	10	12
									7.892		0.01035	15	
									10.153		0.01272	20	
							311	2.797	6.383	1.590.545	0.00597	10	20
									8.504		0.00730	15	
									10.729		0.00870	20	
Sector Valle Llay - Llay (alt. 1)	50	15	15	12.500	3.855	5.673	77	126	2.481	95.433	0.02812	10	12
									3.473		0.03852	15	
									4.517		0.04946	20	
							77	210	2.639	159.055	0.01839	10	20
									3.625		0.02459	15	
									4.660		0.03110	20	

CUADRO 3.9.4 (Continuación)

Sector	Características			Costos Iniciales US\$			Costos Anuales US\$			Volumen agua anual (m ³)	Costo m ³ agua (US\$)	Tasa de in- terés (%)	Horas max. bombeo al día
	Prof. Pozo	Q	H	Pozo	Bomba	Inst. Eléct.	Manten ción	Ener gía	Equiv. Inv.				
Sector Valle Llay-Llay (alt. 2)	120	200	20	30.000	16.850	8.126	337	2.237	6.461	1.272.436	0.00710	10	12
									8.891		0.00901	15	
									11.448		0.01102	20	
									7.153		0.00529	10	
Sector Valle Catemu	60	50	30	15.000	7.995	6.083	160	839	9.554	318.109	0.00642	15	12
									12.072		0.00761	20	
									3.383		0.01377	10	
									4.674		0.01783	15	
Area Romeral - Hijuelas	40	25	30	10.000	6.430	5.689	129	420	6.033	159.055	0.02211	20	12
									3.711		0.00940	10	
									4.989		0.01230	15	
									6.329		0.01488	20	
Area Hijuelas - Puntilla La Cruz	50	25	20	12.500	4.855	5.673	97	280	2.586	159.055	0.01971	10	12
									3.566		0.02587	15	
									4.598		0.03235	20	
									2.850		0.01387	10	
Area Hijuelas - Puntilla La Cruz	50	25	20	12.500	4.855	5.673	129	699	3.819	265.091	0.01753	15	20
									4.836		0.02136	20	
									2.624		0.01887	10	
									3.656		0.02536	15	
Area Hijuelas - Puntilla La Cruz	50	25	20	12.500	4.855	5.673	97	466	4.742	265.091	0.03218	20	12
									2.823		0.01278	10	
									3.848		0.01664	15	
									4.922		0.02069	20	

CUADRO 3.9.4 (Continuación)

Sector	Características			Costos Iniciales US\$			Costos Anuales US\$			Volumen agua anual (m ³)	Costo m ³ agua (US\$)	Tasa de in- terés (%)	Horas máx. bombeo al día
	Prof. Pozo	Q	F	Pozo	Bomba	Inst. Eléct.	Manten- ción	Ener- gía	Equiv. Inv.				
Area Puntilla La Cruz- La Cruz	50	50	20	12.500	6.435	6.005	129	559	2.886	318.109	0.01123	10	12
									3.996		0.01473	15	
									5.164		0.01840	20	
									3.150		0.00794	10	
Area La Cruz- Rautén	40	25	20	10.000	4.855	5.673	97	280	4.249	159.055	0.01002	15	20
									5.403		0.01219	20	
									2.359		0.01720	10	
									3.276		0.02296	15	
Area Rautén - Tabolango	50	80	10	12.500	9.775	6.005	196	448	4.240	508.975	0.02903	20	12
									2.558		0.01177	10	
									3.467		0.01520	15	
									4.420		0.01880	20	
Sector Valle Estero Los Litres	45	25	15	11.250	4.120	5.673	82	210	3.365	159.055	0.00787	10	12
									4.608		0.01032	15	
									5.916		0.01289	20	
									3.766		0.00555	10	
Sector Valle Estero Los Litres	45	25	15	11.250	4.120	5.673	196	746	4.992	848.291	0.00699	15	20
									6.278		0.00851	20	
									2.386		0.01684	10	
									3.332		0.02278	15	
Sector Valle Estero Los Litres	45	25	15	11.250	4.120	5.673	82	350	4.326	265.091	0.02903	20	12
									2.555		0.01127	10	
									3.494		0.01481	15	
									4.478		0.01852	20	

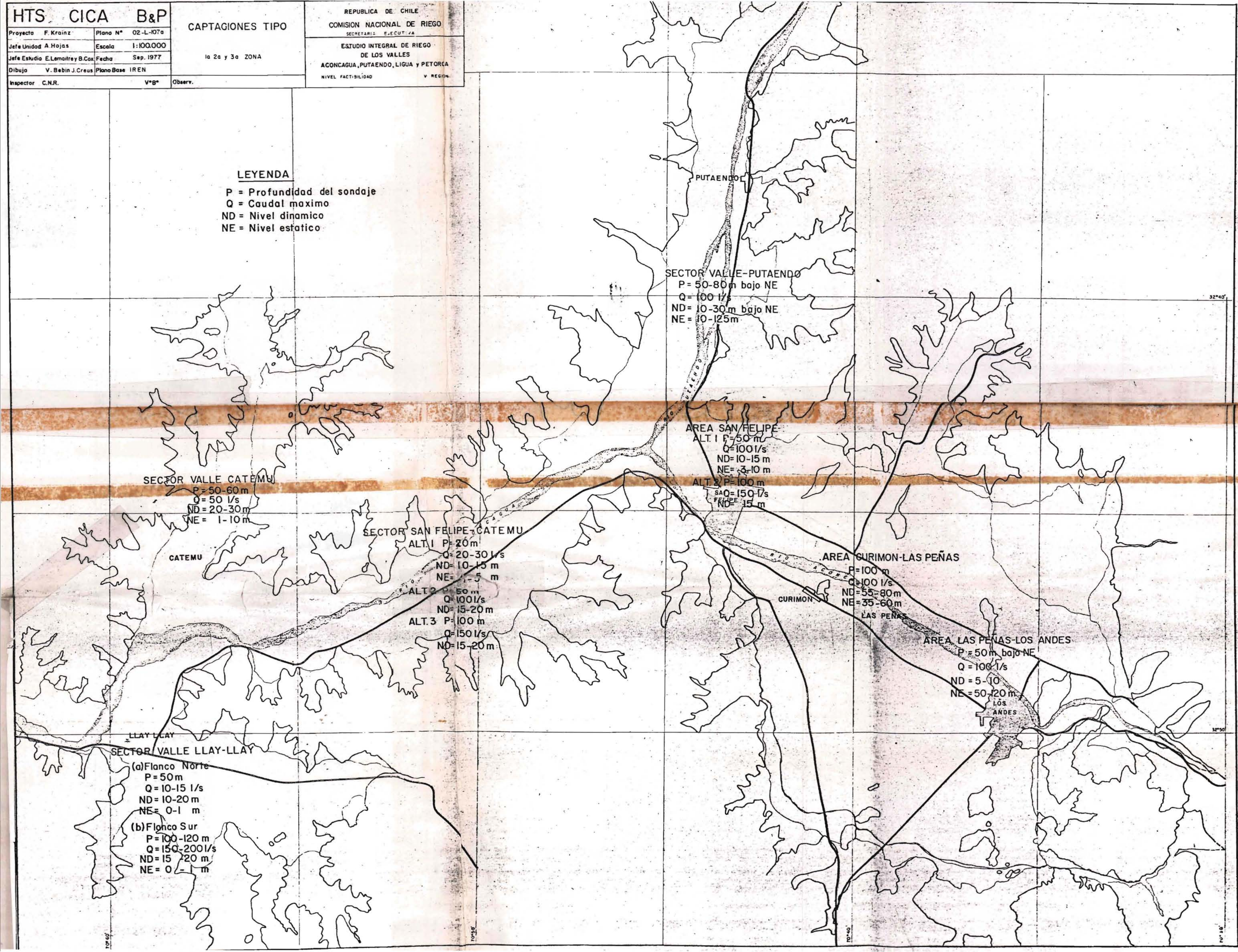
CUADRO 3.9.4 (Continuación)

Sector	Características			Costos Iniciales US\$		Costos Anuales US\$				Volumen	Costo	Tasa	Horas
	Prof. Pozo	Q	H	Pozo	Bomba	Inst. Elect.	Manten ción	Ener gía	Equiv. Inv.	agua anual (m ³)	m ³ agua (US\$)	de in- terés (%)	máx. bombeo al día
Sector Tabolango - Concón	20	50	10	5.000	4.815	5.689	96	280	1.824		0.00692	10	
									2.509	318.109	0.00907	15	12
									3.230		0.01134	20	
							96	466	2.202		0.00487	10	
									2.699	530.182	0.00615	15	20
									3.408		0.00749	20	

HTS CICA B&P		CAPTAGIONES TIPO		REPUBLICA DE CHILE COMISION NACIONAL DE RIEGO SECRETARIA EJECUTIVA	
Proyecto F. Krainz	Plano N° 02-L-107a	la 2a y 3a ZONA		ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA y PETORCA	
Jefe Unidad A. Hojas	Escala 1:100.000			NIVEL FACTIBILIDAD V REGION	
Jefe Estudio E. Lemaitre y B. Cox	Fecha Sep. 1977				
Dibujo V. Babin J. Creus	Plano Base IREN				
Inspector C.N.R.	V°B°	Observ.			

LEYENDA

P = Profundidad del sondeo
Q = Caudal maximo
ND = Nivel dinamico
NE = Nivel estatico



3.10 EXPLOTACION ARTIFICIAL

3.10.1 Generalidades y alcances

La explotación de agua subterránea se ha determinado a través de los sondeos, galerías y drenes existentes en el Valle del río Aconcagua. No se ha considerado las extracciones de agua que se realizan con norias, debido al pequeño monto que ellas representan.

Siendo el agua potable el rubro de mayor utilización del recurso subterráneo (84,3 por ciento del total), se dió especial énfasis a su determinación. Con este objeto, se recopiló la mayoría de las estadísticas que el SENDOS mantiene en cada uno de los recintos de su propiedad, de modo de conocer las variaciones mensuales y el volumen total anual extraído. De acuerdo a su empleo, le sigue en importancia al agua potable, la utilización en el sector industrial con un 12,7 por ciento del volumen total y finalmente, en el regadío con un 3,0 por ciento, aproximadamente.

En general las cifras de explotación que se señalan corresponden a las de los períodos más recientes (1977-1978) aún cuando existen algunas que han sido tomadas de períodos anteriores por ser más representativas de una situación media anual de explotación.

3.10.2 Agua potable

Actualmente existe un total de 138 pozos contruídos o destinados a la extracción de agua subterránea con fines potables. De ellos, 68 se encuentran en servicio, 60 no son utilizados y 10 están definitivamente abandonados.

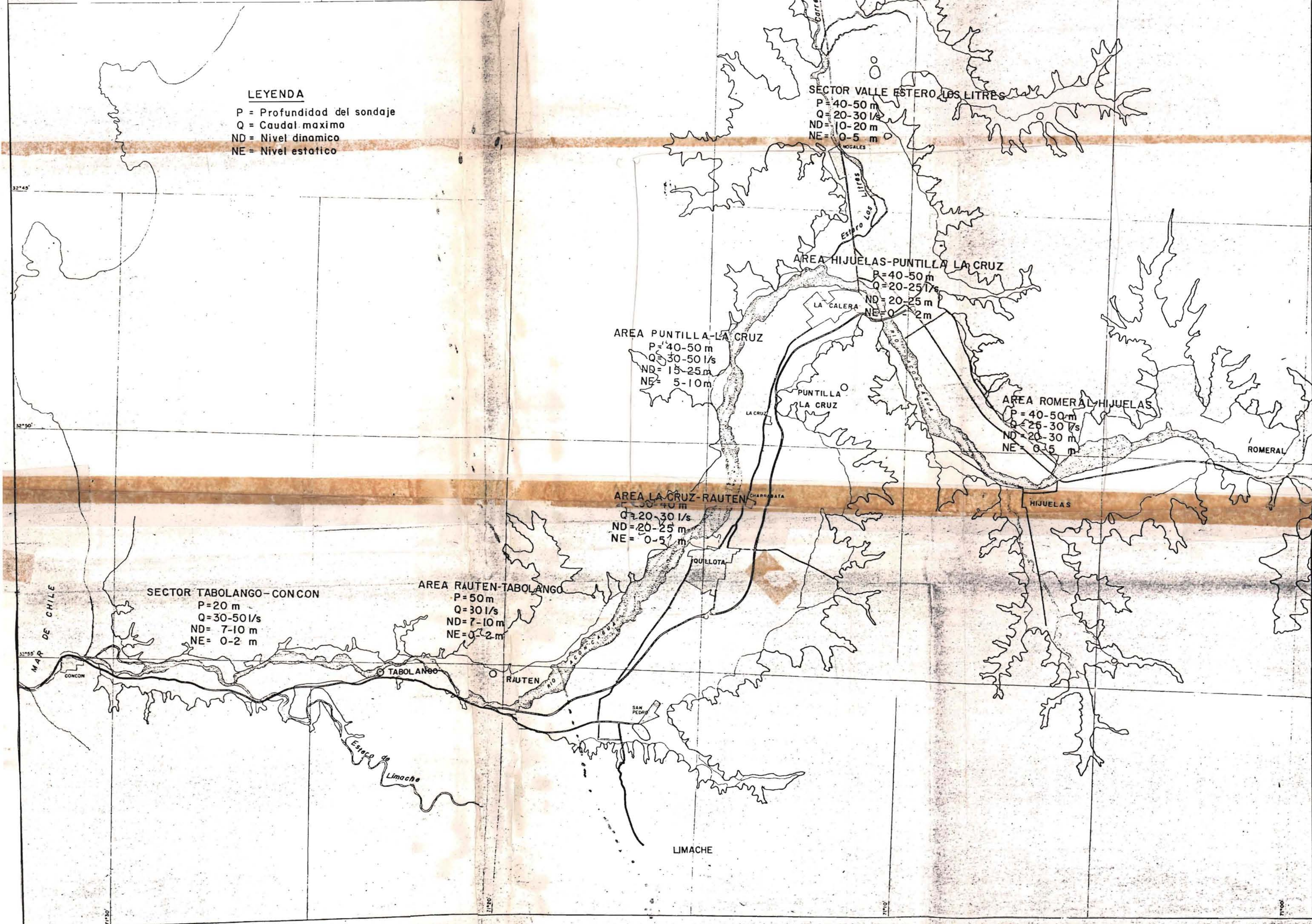
La explotación más intensa es realizada por el SENDOS, el cual, cuenta con 34 sondeos destinados al abastecimiento de diversas ciudades y pueblos. Junto con ello se encuentra la galería Las Vegas mediante la cual se obtiene agua destinada a Valparaíso y Viña del Mar.

Los restantes sondeos que se encuentran en operación corresponden a instalaciones de carácter rural (19 pozos con instalaciones, tipo SNS o similares), pozos domésticos (3) y pozos destinados a servicios privados de agua potable de poblaciones industriales, asentamientos, etc. (12).

HTS CICA B&P		REPUBLICA DE CHILE	
COMISION NACIONAL DE RIEGO		SECRETARIA EJECUTIVA	
Proyecto	Plano N° 02-107-b	ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LOS VALLES	
Jefe Unidad A. Hojas	Escala 1:100.000	ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA	
Jefe Estudio E. Lemaitre B	Fecha Junio 1978	NIVEL FACTIBILIDAD V REGION	
Dibujo V. Bebin J. Creus	Plano Base IREN		
INSPECTOR C.N.R.	V°B*	OBSERV	

LEYENDA

P = Profundidad del sondaje
Q = Caudal maximo
ND = Nivel dinamico
NE = Nivel estatico



En relación a los sondeos que están fuera de servicio, cabe destacar la batería de pozos de SENDOS ubicada en Concon (27) y la ubicada en Ocoa (7).

Para la determinación del volumen anual de agua subterránea extraída, se llevó a cabo una encuesta en los recintos de SENDOS más importantes. Estos antecedentes se incluyen en el anexo correspondiente y de él se ha concluido lo siguiente:

<u>Ciudad o Pueblo</u>	<u>Volumen extraído x 10³ m³/año</u>
San Esteban	264
Los Andes	3.242
San Felipe	4.219
Catemu	190
Llay-Llay	1.020
Nogales	222
La Calera	1.758
Quillota	4.502
Hijuelas	380
Galería Las Vegas	<u>60.123</u>
Total	<u>75.920 x 10³</u>

Los consumos de agua potable que representan las instalaciones rurales, no han podido ser determinados a través de estadísticas. Por este motivo, se les ha supuesto localidades con una población media comprendida entre 600 y 800 habitantes, lo cual significa un consumo medio diario actual de 1,0 litros por segundo, continuos para cada una de ellas. Así se ha obtenido que las 19 localidades existentes en el valle, representan una extracción anual de 599×10^3 m³ de agua subterránea.

Es importante destacar que, a futuro, el plan SENDOS-BID permitirá incrementar fuertemente el número de este tipo de instalaciones estimándose que ellas podrían llegar a 100 en todo el valle.

Los servicios particulares de agua potable de poblaciones industriales, asentamientos, campamentos, etc. no cuentan con registros de consumo. Por lo tanto, se les ha estimado una extracción promedio de 5 litros por segundo por cuanto abastecen a poblaciones mayo-

res que las de las localidades rurales. Se ha obtenido entonces que los 12 sondeos de estas características representan un volumen anual de 158×10^3 metros cúbicos.

Los pozos utilizados para el abastecimiento doméstico no han sido considerados, dado el pequeño volumen de agua que representan.

De lo anterior, se desprende que el consumo total de agua potable en el valle del río Aconcagua asciende a 75,92 millones de metros cúbicos al año, vale decir, un caudal continuo de $2,41 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.10.3 Agua de regadío

Se han contabilizado 90 sondeos que se encuentran destinados o que han sido contruídos con el objeto de obtener agua para regadío. De ellos, 50 se encuentran en uso, vale decir, tienen instalaciones en condiciones de ser operadas; 31 se encuentran sin uso, vale decir, no cuentan con equipo de bombeo, tienen instalaciones defectuosas, etc. y 9 están abandonados.

Para estimar el volumen anual extraído, se ha recurrido a una encuesta llevada a cabo por el Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO (año 1969), del cual se ha obtenido los porcentajes de utilización de los sondeos y el volumen promedio que de ellos se ha podido extraer. En el primer aspecto, en la encuesta citada se detectó que a pesar de existir un gran número de sondeos aptos para ser empleados, sólo un 30 por ciento de ellos es operado ya que los restantes se destinan exclusivamente a obtener agua en períodos de extrema sequía o para suplementar pequeños déficit de agua superficial. En el segundo aspecto, se detectó que el volumen medio anual extraído por sondeo fue de 182.000 m^3 .

Basándose en estos dos resultados, se llega a que 15 sondeos son operados anualmente extrayéndose de ellos un volumen de $2.730.000 \text{ m}^3$.

3.10.4 Agua industrial

Existen 71 pozos de carácter industrial de los cuales 44 se encuentran en uso, 21 sin uso y 6 abandonados.

Al igual que en el caso de explotación de agua para regadío, para estimar el volumen anual utilizado en la industria se ha recurrido a la encuesta ya citada. En ella se determinó que sólo el 70 por ciento de los sondeos en uso son bombeados en el año y que el promedio de extracción anual de cada uno de ellos es de 374.000 m^3 . Por tanto, se tendrían 31 sondeos en operación que representarían un volumen anual de $11.594 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Es interesante destacar que uno de los sectores de mayor explotación lo constituye el de Concón en el cual existen 7 sondeos de ENAP y 3 de ENAMI. Para ellos, se realizó una encuesta, obteniéndose los antecedentes incluidos en el anexo, vale decir, ENAP extrae un volumen anual de $3.282 \times 10^3 \text{ m}^3$ y ENAMI $438 \times 10^3 \text{ m}^3$.

3.10.5 Resumen

De lo anterior se obtienen los siguientes volúmenes anuales de agua extraída:

<u>Utilización</u>	<u>Volumen anual $\times 10^3 \text{ m}^3$</u>
Agua Potable (sondeos y drenes)	16.557
Agua Potable (Galería Las Vegas)	60.123
Agua de Regadío	2.730
Agua Industrial	<u>11.594</u>
Total	<u>91.004</u>

El total calculado representa una extracción continua de $2,89 \text{ m}^3/\text{s}$.

ANEXO N° 1

CATASTRO DE SONDAJES VALLE DEL ACONCAGUA

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°30' - 70°30'							
A - 1	Embalse Los Patos	RIEGO	0	142	-	-	E-
32°30' - 70°40'							
B - 1	Piguchén	CORFO	739	91	60	-	E-AB
D - 1	A.P. Putaendo	DOS	626	138	138	30.0	P-SU
D - 2	A.P. Putaendo	DOS	632	130	130	15.0	P
D - 3	Rinconada de Silva	CORFO	1097	155	155	40.0	R-SU
D - 4	A.P. Quebrada Herrera	DOS	937	200	200	70.0	P-SU
32°40' - 70°30'							
A - 1	Fdo. Jahuel	CELZAC	267	75	73	3.8	R-
A - 2	Santa Filomena	VILLAR	0	-	-	-	P-AB
A - 3	Jahuel	RIEGO	0	83	83	-	R-AB
A - 4	Jahuel	CELZAC	276	100	-	-	R-AB
A - 5	Santa Filomena	VILLAR	0	-	-	-	P-AB
A - 6	Colegio Salesiano	DOS	415	50	50	2.0	P-AB
A - 7	Pueblo Las Cabras	VILLAR	0	75	-	-	P-SU
A - 8	Jahuel 2	RIEGO	0	72	33	-	P-
A - 9	Pueblo Las Cabras	CORFO	940	102	102	15.0	P-
A - 10	Asent. Miraflores	CORFO	1329	80	75	-	O-
C - 1	Conservas El Globo	CORFO	833	120	120	35.0	I-
C - 2	Conservas Oso	CAS	0	59	-	-	I-AB
C - 3	Fdo. Las Peñas	CORFO	553	80	78	30.0	R-
C - 4	Calle del Medio	CORFO	597	125	108	.6	P-
C - 5	Parcela Esmeralda	CORFO	640	126	100	65.0	P-
C - 6	Fdo. Las Peñas	CORFO	751	135	118	60.0	R-
C - 7	Fdo. Los Pinos	CORFO	787	105	105	100.0	R-SU

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' - 70°30'						
C - 8	Renault Peugeot	CORFO 814	160	160	20.0	I -
C - 9	Asent. El Llano	CORFO 1292	93	92	-	O-
C - 10	San Rafael	CORFO 1297	120	120	-	O-
C - 11	Fundo La Esperanza	CORFO 1325	132	132	-	O-
C - 12	Lo Calvo	CORFO 1330	106	106	-	O-
C - 13	Fundo Bucalemu	CORFO 570	171	98	90.0	R-
D - 1	Pueblo San Esteban	VILLAR 0	64	-	-	P-AB
D - 2	A.P. San Esteban	DOS 758	101	101	25.0	P-
D - 3	A.P. San Esteban	DOS 863	100	67	45.0	P-
D - 4	A.P. Los Andes	DOS 891	54	50	13.0	P-
D - 5	A.P. Los Andes	DOS 914	80	80	70.0	P-
D - 6	A.P. Los Andes	DOS 915	78	74	65.0	P-
D - 7	Asent. San Hilario	CORFO 1307	140	140	-	O-
D - 8	A.P. Los Andes	DOS 1134	-	-	-	P-
32°40' - 70°40'						
A - 1	Pueblo Barrancas	CELZAC 761	45	44	7.0	P-
A - 2	Pueblo El Asiento	CELZAC 774	65	64	24.0	P-
A - 3	Perfil Putaendo N°1	CORFO 639	204	182	96.0	R-
A - 4	Asent. Bellavista	CORFO 815	125	124	120.0	R-
A - 5	Palomar	CORFO 1284	92	92	140.0	E-
A - 6	Palomar	CORFO 1334	41	41	-	O-
B - 1	Pueblo Algarrobal	SACO 309	30	30	3.0	P-
B - 2	Pueblo 21 de Mayo	CELZAC 768	45	45	13.0	P-
B - 3	Pueblo La Troya	CAS 907	40	40	7.0	P-AB
B - 4	El Asiento (P. Putaendo N°2)	CORFO 700	139	138	90.0	R-

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' - 70°40'						
B - 5	Pueblo La Troya	CORFO 850	80	80	30.0	P-
B - 6	Perfil San Felipe N° 3	CORFO 1064	230	207	150.0	E-
B - 7	Perfil Putaendo N°3	CORFO 1092	200	195	90.0	E-
B - 8	Perfil San Felipe N°3	CORFO 1136	119	118	-	O-
B - 9	Perfil Putaendo N°3	CORFO 1138	128	128	-	O-
B - 10	Perfil San Felipe N°1	CORFO 1172	155	90	140.0	E-
B - 11	Perfil San Felipe N°1	CORFO 1272	90	90	-	O-
B - 12	San Felipe N°2	CORFO 1171	246	102	140.0	E-
B - 13	Perfil San Felipe N°2	CORFO 1281	100	100	-	O-
C - 1	Fundo Santa Adriana	CELZAC 859	20	20	28.0	R-
C - 2	Hij. Principal	CELZAC 931	45	40	73.0	R-
C - 3	Casa El Palomar	SACO 451	25	25	2.7	P-SU
C - 4	Viña Panquehue	CORFO 1283	100	100	130.0	E-
C - 5	Viña Panquehue	CORFO 1315	41	41	-	O-
D - 1	Fundo San Francisco	0	45	-	-	I -
D - 2	*/	-	-	-	-	-
D - 3	Conservas Aconcagua	R. CARO 0	18	18	11.0	I -
D - 4	Conservas Aconcagua	CAS 0	55	54	60.0	I -
D - 5	A. P. San Felipe	DOS 520	66	64	50.0	P-
D - 6	A. P. San Felipe	DOS 519	63	58	56.0	P-
D - 7	A. P. San Felipe	DOS 518	65	60	60.0	P-
D - 8	Fdo. Casas Curimón	CAS 1051	86	86	100.0	R-
D - 9	Fdo. La Quimera	CELZAC 972	100	100	80.0	R-SU
D - 10	Misión de María	CELZAC 939	90	90	84.5	R-
D - 11	Fdo. Las Viñas	CELZAC 955	80	80	95.0	R-

*/ Pozo D-2 fue cambiado de cuadrante pasando a ser 32°40 - 70°30' C - 13 Bucalemu.

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' - 70°40'						
D - 12	Tierras Blancas	CELZAC 1009	47	47	55.0	R-SU
D - 13	Fdo. Los Castaños	CORFO 797	90	90	70.0	R-
D - 14	Frutícola San Felipe	CORFO 813	50	50	60.0	I -
D - 15	Industrializ. Frutas	CORFO 1197	55	55	80.0	I-SU
D - 16	Conservas Aconcagua	CELZAC 0	-	-	-	I -
32°40' - 70°50'						
A - 1	Pueblo Catemu	CORFO 596	38	37	17.0	P-
A - 2	Cfa. Chilena Tabacos	CAS 868	40	19	-	I -
C - 1	Fundación Huidobro	RIEGO 0	71	69	-	R-
C - 2	A.P. Catemu	DOS 312	14	14	10.0	P-
C - 3	Fdo. El Molino	CORFO 911	357	77	35.0	E-
C - 4	Fundición Chagres	SACO 387	40	40	25.0	I -
C - 5	Cfa. Minera Catemu	SACO 391	60	60	50.0	I-SU
C - 6	Cfa. Minera Catemu	SACO 392	30	30	45.0	I-SU
C - 7	Fdo. El Molino	CORFO 1042	44	44	-	O-
C - 8	A.P. Llay Llay	DOS 938	80	50	70.0	P-
C - 9	A.P. Llay Llay	DOS 939	50	50	60.0	P-
C - 10	Asent. S. José Catemu	CORFO 1285	80	80	50.0	E-
C - 11	Asent. S. José Catemu	CORFO 1310	80	80	-	O-
C - 12	Ctro. Producc. Lechera	CORFO 1289	100	100	40.0	E-
C - 13	Ctro. Producc. Lechera	CORFO 1328	84	84	-	O-
D - 1	Pueblo San Roque	SACO 310	20	20	15.0	P-
D - 2	Fdo. San Roque	CORFO 832	50	50	-	E-
D - 3	Asent. El Mirador	CORFO 1278	100	100	140.0	E-
D - 4	Asent. El Mirador	CORFO 1314	99	99	-	O-

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal 1/s	Uso
32°40' - 70°50'						
D - 5	Población Las Pircas	CAPTAGUA 1266	20	20	30.0	P-
D - 6	Población Las Pircas	CAPTAGUA 1267	20	20	30.0	P-
32°40' - 71°00'						
A - 1	Asent. El Melón	CORFO 1199	13	13	-	O-
C - 1	Fdo. La Florida	CAS 0	48	46	45.0	I -
C - 2	Pueblo Petorquita	CAS 910	70	32	4.5	P-
C - 3	Fundo Esperanza	CORFO 732	145	107	30.0	R-
C - 4	Fundo El Vergel	CORFO 759	50	47	25.0	I -
C - 5	Cuatro Esquinas	CORFO 760	50	45	45.0	R-SU
C - 6	Fdo. Magallanes	CORFO 768	50	50	40.0	R-
C - 7	Fdo. Magallanes	CORFO 772	50	50	20.0	R-
C - 8	Fdo. Magallanes	CORFO 774	50	44	20.0	R-
C - 9	Conchalf N°1	CORFO 927	100	37	25.0	E-
C - 10	Conchalf N°1	CORFO 966	6	5	-	O-
C - 11	Conchalf N°2	CORFO 939	95	58	12.0	E-
C - 12	Conchalf N°2	CORFO 979	55	55	-	O-
C - 13	Asent. M. Rodríguez	CORFO 1219	8	8	-	O-
C - 14	Asent. M. Rodríguez	CORFO 1221	9	9	-	O-
C - 15	Asent. M. Rodríguez	CORFO 1223	10	10	-	O-
C - 16	El Vergel	CAS 0	-	-	-	I -
D - 1	A. P. Las Vegas	DOS 699	126	126	-	P-SU
D - 2	A. P. Las Vegas	DOS 700	120	120	-	P-SU
D - 3	Asent. Romeral	CORFO 914	80	80	40.0	E-
D - 4	La Calavera	CORFO 917	80	49	30.0	R-
D - 5	Romeral	CORFO 947	15	15	-	O-

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' - 71°00'							
D - 6	La Calavera	CORFO	948	10	10	-	O-
D - 7	Asent. Los Pinos	CORFO	1074	31	31	18.0	P-
D - 8	Asent. Los Aromos	CORFO	1226	8	8	-	O-
D - 9	Asent. La Sombra	CORFO	1225	10	10	-	O-
32°40' - 71°10'							
B - 1	Minas Navío	CORFO	343	81	53	0.2	I-SU
B - 2	Pob. Cemento Melón	CORFO	350	21	19	15.3	P-
B - 3	Disputada Las Condes	CELZAC	289	37	37	22.0	I -
B - 4	Disputada Las Condes	CELZAC	297	48	48	15.5	I -
B - 5	Disputada Las Condes	CELZAC	288	31	31	10.5	P-
B - 6	Disputada Las Condes	CELZAC	266	94	72	1.7	I - AB
B - 7	A. P. Nogales	DOS	503	111	79	11.5	P-
B - 8	A. P. Nogales	DOS	504	80	78	31.0	P-
B - 9	Pob. Mina Navío	CELZAC	752	35	30	20.0	P-
B - 10	Pob. Mina Navío	CELZAC	758	31	28	20.0	P-
B - 11	Pueblo El Carmen	CORFO	598	29	-	-	P-AB
B - 12	Pueblo El Carmen	CORFO	601	30	-	-	P-AB
B - 13	Pueblo El Carmen	CORFO	610	46	40	9.0	P-
B - 14	Criadero de Aves	CAS	940	87	86	5.0	I -
B - 15	Asent. El Melón	CORFO	701	56	30	5.0	R-AB
B - 16	Campamento El Melón	CELZAC	1032	40	38	22.0	P-
B - 17	Población Macal	SACO	373	39	39	25.0	P-
B - 18	Los Litres	CORFO	973	80	57	30.0	E-
B - 19	Los Litres	CORFO	998	53	53	-	O-
B - 20	Los Litres	CORFO	1005	80	64	3.0	E-

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' 71°10'						
B - 21	Los Litres	CORFO	1043	62 62	-	O-
B - 22	Asent. El Melón	CORFO	1047	80 63	7.0	P-
B - 23	Nogales	CORFO	1053	113 53	13.0	E-
B - 24	Asent. El Melón	CORFO	1058	60 60	-	O-
B - 25	Planta El Cobre	CELZAC	1098	35 35	23.0	P-
B - 26	Planta El Cobre	CELZAC	1099	35 35	27.0	I -
B - 27	Asent. Nogales	CORFO	1198	12 12	-	O-
B - 28	Pucalán de Nogales	CORFO	1204	10 10	-	O-
B - 29	Asent. El Melón	CORFO	1201	9 9	-	O-
D - 1	Fca. Cemento Melón	CORFO	261	47 47	25.0	P-
D - 2	A.P. Calera	DOS	500	64 35	42.0	P-
D - 3	A.P. Calera	DOS	501	60 56	30.0	P-SU
D - 4	Fca. Cemento Melón	CELZAC	379	45 45	29.0	I -
D - 5	Algas Marinas	CELZAC	709	50 44	41.0	I -
D - 6	Chacra La Parcela	CORFO	583	165 51	25.0	E-
D - 7	Pueblo Pachacamita	CORFO	605	27 20	18.4	P-SU
D - 8	Parcela 5	CAS	849	78 23	17.0	R-SU
D - 9	Purina	CAS	0	25 25	10.0	I-SU
D - 10	Purina	CAS	841	28 28	12.0	I -
D - 11	Chacra La Parcela	CORFO	625	45 45	-	O-
D - 12	Chacra Lourdes	CAS	857	15 15	20.0	R-
D - 13	Chacra Santa Julia	CELZAC	838	50 50	31.0	R-
D - 14	Canal Espinal	CORFO	713	53 40	55.0	R-SU
D - 15	Canal Pocochay	CELZAC	898	50 50	25.0	R-SU
D - 16	Canal Pocochay	CELZAC	896	51 51	36.6	R-SU

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°40' - 71°10'						
D - 17	Calle Lautaro (A. P. Calera)	CELZAC 905	50	48	25.0	P-
D - 18	Canal Calle Larga	CORFO 721	56	52	40.0	R-SU
D - 19	Chacra Miraflores	CELZAC 930	40	40	25.0	R-
D - 20	Callejón Alfaro(A.P. Quillota)	CORFO 766	43	40	65.0	P-
D - 21	Callejón Angamos	CORFO 777	52	45	40.0	R-SU
D - 22	Calle Morales	CORFO 778	50	43	40.0	R-SU
D - 23	Chacra Corinthia	CELZAC 938	40	40	59.0	R-
D - 24	Calle Santa María	CORFO 782	55	49	35.0	R-SU
D - 25	Calle Santa María	CORFO 783	54	44	30.0	R-SU
D - 26	Calle Sargento Aldea	CORFO 788	55	45	25.0	R-SU
D - 27	Callejón Zaravia	CORFO 791	55	46	10.0	R-SU
D - 28	Fdo. La Cruz	CELZAC 1003	51	40	7.0	R-SU
D - 29	Soc. Ind. La Calera	CORFO 820	37	37	30.0	I -
D - 30	A. P. Calera	DOS 814	60	60	22.5	P-
D - 31	Calera Oeste	CORFO 923	263	72	25.0	E-
D - 32	Chacra Lourdes	CORFO 928	218	26	15.0	P-
D - 33	Pob. Calera	SACO 376	45	45	20.0	P-
D - 34	A. P. Calera	DOS 815	60	60	40.0	P-
D - 35	Calera Este	CORFO 980	255	-	-	E-AB
D - 36	Calera Oeste	CORFO 1050	15	15	-	O-
D - 37	Estadio Calera	SACO 385	45	45	23.0	I -
D - 38	Parcela San Antonio	CORFO 1205	10	10	9	O-
D - 39	Fundo El Carmen	CORFO 1206	12	12	-	O-
D - 40	Asent. El Caqui	CORFO 1217	12	12	-	O-
D - 41	Matadero de Aves	CORFO 1248	44	44	29.0	I-SU

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32° 40' - 71° 10'						
D - 42	A.P. Calera	DOS 1059	80	43	20.0	P-SU
D - 43	A.P. Calera	DOS 1060	45	43	25.0	P-SU
D - 44	A.P. Calera	DOS 1240	40	40	20.0	P-SU
D - 45	Chacra San José					
32° 50' - 70° 30'						
A - 1	Fundo Las Mercedes	SACO 337	128	127	50.0	R-SU
32° 50' - 70° 40'						
B - 1	Rinconada de Los Andes	CORFO 526	120	99	90.0	P-
B - 2	Fdo. Los Maitenes	CORFO 792	90	90	120.0	R-SU
32° 50' - 70° 50'						
A - 1	Industrias de Maiz	CELZAC 307	50	46	12.5	I-SU
A - 2	Industrias de Maiz	CELZAC 638	50	50	18.0	I-
A - 3	Embalse Las Peñas	RIEGO 0	62	-	-	E-AB
A - 4	Asent. El Salitre	CORFO 723	209	-	-	E-AB
A - 5	Asent. Las Vegas	CORFO 909	82	79	70.0	E-
A - 6	Las Vegas	CORFO 943	40	40	-	O-
A - 7	A.P. Llay Llay	DOS 874	80	70	8.0	P-SU
A - 8	Asent. Las Palmas	CORFO 1055	203	198	140.0	E-
A - 9	Asent. San Jesús	CORFO 1057	-	-	-	E-
A - 10	Asent. Porvenir	CORFO 1070	-	-	-	E-
A - 11	Las Vegas	CORFO 1135	16	16	-	O-
A - 12	Asent. Santa Rosa	CORFO 1243	174	130	70.0	R-SU
A - 13	Asent. El Porvenir	CORFO 1286	150	107	160.0	R-SU
A - 14	Planta Deshid. Cebollas	CAPTAG 1232	50	20	12.0	I -
B - 1	Embalse Las Peñas	RIEGO 0	66	-	-	E-AB

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 70°50'						
B - 2	Embalse Las Peñas	RIEGO 0	224	-	-	E-SU
B - 3	Asent. Los Loros	CORFO 1263	-	-	-	R-SU
32°50' - 71°00'						
A - 1	Fdo. Florence	CORFO 554	266	88	30.0	R-
A - 2	A.P. Hijuelas	DOS 707	65	51	25.0	P-
A - 3	A.P. Hijuelas	DOS 706	50	45	24.0	P-
A - 4	Fdo. Florence	CORFO 635	92	92	100.0	E-
A - 5	Fdo. Florence	CORFO 692	60	60	-	E-
A - 6	Tranque Rabuco	RIEGO 0	85	-	-	E-AB
A - 7	Fdo. El Maitén	CELZAC 849	40	36	28.0	R-
A - 8	Asent. Presidente Frei	CORFO 955	82	64	30.0	P-SU
A - 9	Rabuco	CORFO 1021	-	-	-	O-
A - 10	Asent. Presidente Frei	CORFO 1085	31	30	27.0	P-SU
A - 11	Asent. Presidente Frei	CORFO 1098	37	37	13.0	P-
A - 12	Rabuco	CORFO 745	27	22	-	E-AB
A - 13	Fdo. Los Maitenes	CORFO 1220	8	8	-	O-
A - 14	Asent. Eduardo Frei M.	CORFO 1222	8	8	-	O-
A - 15	Rabuco	CORFO 1129	22	22	-	O-
A - 16	Parc. Las Vertientes	SACO 440	40	40	27.0	R-
B - 1	A.P. Las Vegas	DOS 698	110	110	-	P-SU
B - 2	A.P. Las Vegas	DOS 697	-	-	-	P-SU
B - 3	Ocoa	CORFO 915	237	8	-	E-
B - 4	Ocoa	CORFO 961	83	68	20.0	E-
B - 5	Ocoa	CORFO 1006	63	63	-	O-
B - 6	Captación Ocoa	DOS 695	40	40	40.0	P-SU

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°00							
B - 7	Captación Ocoa	DOS	696	40	40	25.0	P-SU
B - 8	Captación Ocoa	DOS	702	100	100	55.0	P-SU
B - 9	Captación Ocoa	DOS	693	40	40	45.0	P-SU
B - 10	Captación Ocoa	DOS	694	40	40	35.0	P-SU
B - 11	Captación Ocoa	DOS	837	40	40	45.0	P-SU
B - 12	Captación Ocoa	DOS	701	40	40	40.0	P-SU
B - 13	Fdo. Esperanza	CORFO	1224	13	13	-	O-
C - 1	Pueblo El Granizo	-	-	-	-	-	P-SU
32°50' - 71°10'							
A - 1	Hilados Said	CORFO	116	40	-	-	I-AB
A - 2	Hilados Said	CORFO	121	145	24	32.0	I-SU
A - 3	Hilados Said	CORFO	136	40	36	24.0	I-SU
A - 4	Hilados Said	CORFO	209	40	40	30.0	I -
A - 5	Hilados Said	R. CARO	0	-	-	-	I-SU
A - 6	Hilados Said	R. CARO	0	-	-	-	I -
A - 7	Hilados Said	R. CARO	0	-	-	-	I -
A - 8	Fdo. Rautén	CORFO	251	21	-	-	R-AB
A - 9	Fdo. Roca Fuerte	CAS	0	68	57	3.0	R-SU
A - 10	Fdo. Esmeralda	CAS	0	40	39	33.0	R-
A - 11	Pueblo Boco Central	CELZAC	764	30	27	20.0	P-SU
A - 12	Pueblo Boco Central	CELZAC	759	26	23	12.5	P-
A - 13	Hilados Said	CAS	0	45	44	13.2	I -
A - 14	Hilados Said	CAS	8	40	38	30.0	I -
A - 15	Hilados Said	CAS	0	39	39	20.0	I -
A - 16	Canal Las Rosas	CORFO	715	44	42	25.0	R-SU

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal 1/s	Uso
32°50' - 71°10'						
B - 18	Fdo. El Quisco	CELZAC 0	35	-	-	R-AB
B - 19	Huerto California	CAS 944	29	28	-	R-
B - 20	Parcela El Naranjal	CELZAC 889	41	40	5.0	R-
B - 21	Canal Candelaria	CORFO 719	43	43	35.0	R-SU
B - 22	Canal Candelaria	CELZAC 906	50	50	31.0	R-
B - 23	Villa Merced	CELZAC 941	53	52	31.0	R-
B - 24	Calle Covarrubia	CORFO 790	55	44	75.0	P-
B - 25	Calle Bilbao	CORFO 798	55	40	30.0	R-SU
B - 26	Fdo. San Felipe	SOCARE 0	43	-	-	R-
B - 27	Fdo. El Castaño	CORFO 868	42	42	20.0	R-
B - 28	Fdo. El Progreso	CORFO 921	213	60	-	O-
B - 29	Fdo. El Progreso	CORFO 1020	60	60	20.0	E-
B - 30	Fdo. San Antonio	CORFO 1004	80	48	33.0	E-
B - 31	Fdo. San Antonio	CORFO 1049	46	46	-	O-
B - 32	La Palma	CORFO 1065	70	29	14.0	R-
B - 33	Asent. Las Pataguas	CORFO 1099	30	30	3.0	P-SU
B - 34	Asent. Las Pataguas	CORFO 1207	8	8	-	O-
B - 35	Asent. Las Pataguas	CORFO 1215	7	7	-	O-
B - 36	Parcela 12 La Cruz	CORFO 1216	7	7	-	O-
B - 37	San Isidro Puente	CORFO 1218	8	8	-	O-
B - 38	A. P. Quillota	DOS 999	55	55	30.0	P-SU
B - 39	A. P. Quillota	DOS 1000	43	40	28.0	P-SU
B - 40	Asent. Don Bosco	CORFO 1170	42	39	12.0	P-SU
B - 41	Estadio Banco Estado	SACO 425	45	45	20.0	P-SU
B - 42	A. P. Quillota	DOS 1145	42	42	25.0	P-

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°10'							
B - 43	A. P. Quillota	DOS	1146	42	42	25.0	P
B - 44	A. P. Quillota	DOS	1147	42	37	20.0	P
B - 45	A. P. Quillota	DOS	1148	-	-	18.0	P
B - 46	A. P. Quillota	DOS	1149	-	-	20.0	P
C - 1	Cervecerías Unidas	CORFO	71	48	-	-	I-AB
C - 2	Cervecerías Unidas	CORFO	78	60	-	-	I-AB
C - 3	Cervecerías Unidas	CORFO	99	23	23	8.2	I -
C - 4	Cervecerías Unidas	CAS	0	52	49	9.0	I -
C - 5	A. P. San Pedro	DOS	691	60	46	27.0	P-SU
C - 6	A. P. San Pedro	DOS	692	60	44	22.0	P-SU
C - 7	Hijuela La Viña	CORFO	663	10	-	-	E-AB
C - 8	Asent. El Cajón	CORFO	691	60	60	20.0	R-
C - 9	Asent. Los Laureles	CORFO	702	40	14	5.0	P-
C - 10	Asent. Los Laureles	CORFO	710	14	14	-	O-
C - 11	Asent. El Cajón	CORFO	712	40	40	5.0	R-SU
C - 12	Asent. El Cajón	CORFO	717	34	34	10.0	R-SU
C - 13	Huerto Los Nogales	CORFO	795	23	23	13.0	R-
C - 14	Fdo. Santa Rosa	CELZAC	1059	50	50	36.0	R-
C - 15	Rautén	CORFO	1030	50	42	70.0	E-
C - 16	Rautén	CORFO	1039	79	52	6.0	E-
C - 17	Las Cruzadas	CORFO	1041	65	50	41.0	E-
C - 18	Rautén	CORFO	1054	49	49	-	O-
C - 19	Las Cruzadas	CORFO	1067	49	48	-	O-
C - 20	Los Silos San Pedro	CORFO	1178	37	35	20.0	I -
C - 21	Asent. Queronque	CELZAC	1218	24	24	-	P-SU

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°10'							
C - 22	A. P. San Pedro	DOS	1135	50	50	9.2	P
C - 23	A. P. San Pedro	DOS	1136	50	50	9.0	P
D - 1	Hijuela Xenia	CORFO	541	59	-	-	R-AB
D - 2	Pueblo Lo Gamboa	CELZAC	718	31	26	11.4	P-
D - 3	Los Maitenes	CORFO	771	29	14	8.3	P-
D - 4	Los Maitenes	CELZAC	1046	35	35	10.0	P-
D - 5	Olmué	CORFO	889	49	49	6.0	R-
D - 6	Chacra La Serena	CAS	1107	26	20	9.0	R-
32°50' - 71°20'							
A - 1	Anilquímica	CAS	1132	22	-	-	I -AB
A - 2	Anilquímica	CAS	1133	10	-	-	I -AB
B - 1	Concón 6	CORFO	884	23	23	-	O-AB
B - 2	Concón 6	CORFO	902	6	6	-	O-AB
C - 1	Concón Bajo	CORFO	5	68	47	-	O-AB
C - 2	Concón Bajo	CORFO	7	56	37	-	O-AB
C - 3	Concón Bajo	CORFO	12	18	-	-	E-AB
C - 4	Concón Bajo	CORFO	15	74	29	-	O-AB
C - 5	Concón Bajo	CORFO	35	52	48	129.0	I -SU
C - 6	Concón Bajo	CORFO	36	53	49	43.0	I -
C - 7	Concón Bajo	CORFO	43	50	47	60.0	I -SU
C - 8	Concón Bajo	CORFO	44	46	44	35.0	I -
C - 9	Concón Bajo	CORFO	46	35	35	-	O-
C - 10	Concón Bajo	CORFO	47	47	47	-	I -
C - 11	Concón Bajo	CORFO	54	45	42	24.0	I -
C - 12	Hda. Colmo	CORFO	396	93	93	28.5	I -

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°20'						
C - 13	Hda. Colmo	CORFO	409	56 56	40.0	I -
C - 14	Hda. Colmo	CORFO	420	53 42	40.0	I -
C - 15	A.P. Concón	DOS	858	66 66	-	P-SU
C - 16	A.P. Concón	DOS	859	57 -	-	P-AB
C - 17	A.P. Concón	DOS	860	38 38	60.0	P-
C - 18	A.P. Concón	DOS	861	38 36	65.0	P-AB
C - 19	Rec. Lajarillas	ENAP	7	15 15	-	E-
C - 20	Rec. Lajarillas	ENAP	8	15 15	-	I -
C - 21	Rec. Lajarillas	ENAP	23	-- -	-	I -
C - 22	Rec. Lajarillas	ENAP	10	15 15	-	E-
C - 23	Rec. Lajarillas	ENAP	24	- -	-	E-
C - 24	Rec. Lajarillas	ENAP	3	- -	-	I -SU
C - 25	Rec. Lajarillas	ENAP	25	- -	-	I -
C - 26	Rec. Lajarillas	ENAP	4	15 -	-	E-
C - 27	Rec. Lajarillas	CORFO	862	50 41	-	O-
C - 28	Rec. Lajarillas	CORFO	871	36 36	-	O-
C - 29	Puente Colmo	CORFO	859	12 6	-	O-
C - 30	Puente Colmo	CORFO	897	9 8	-	O-
C - 31	Asent. La Victoria	CORFO	883	29 29	-	O-AB
C - 32	Asent. La Victoria	CORFO	901	6 6	-	O-AB
C - 33	Asent. La Isla	CORFO	885	49 49	-	O-AB
C - 34	Asent. La Isla	CORFO	903	6 6	-	O-AB
C - 35	Lado Recinto DOS	CORFO	893	45 42	-	O-AB
C - 36	Lado Recinto DOS	CORFO	904	6 6	-	O-AB
C - 37	A.P. Concón	DOS	895	43 43	-	P-SU

Coordenada	Nombre	Constructor		Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°20'							
C - 38	Concón	CORFO	936	40	36	10.0	E-
C - 39	Concón	CORFO	967	6	6	-	O-
C - 40	Concón	CORFO	954	55	45	30.0	E-
C - 41	Concón	CORFO	953	49	49	20.0	E-
C - 42	Concón	CORFO	1001	8	8	-	O-
C - 43	Concón	CORFO	999	8	8	-	O-
C - 44	Concón	CORFO	931	20	-	-	E-AB
C - 45	A.P. Concón	DOS	963	10	10	25.0	P-
C - 46	A.P. Valp. Viña	DOS	962	36	35	16.0	P-
C - 47	A.P. Concón	DOS	961	13	13	32.0	P-
C - 48	A.P. Concón	DOS	960	35	35	18.0	P-
C - 49	A.P. Concón	DOS	959	15	15	20.0	P-
C - 50	A.P. Concón	DOS	958	16	16	30.0	P-
C - 51	A.P. Concón	DOS	957	16	15	50.0	P-
C - 52	A.P. Concón	DOS	956	19	19	46.0	P-
C - 53	A.P. Concón	CORFO	1077	114	103	70.0	P-
C - 54	A.P. Concón	DOS	955	19	19	50.0	P-
C - 55	A.P. Concón	DOS	954	19	19	51.0	P-
C - 56	A.P. Concón	DOS	946	81	79	33.0	P-SU
C - 57	A.P. Valp. Viña	DOS	953	19	19	47.0	P-
C - 58	A.P. Concón	DOS	952	18	17	50.0	P-
C - 59	A.P. Concón	DOS	951	21	21	50.0	P-
C - 60	A.P. Concón	DOS	950	24	24	50.0	P-
C - 61	Asent. Sta. Victoria	CELZAC	1205	18	18	80.0	R-SU
C - 62	Parcela San Víctor	CELZAC	1210	14	14	30.0	R-SU

Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°20'						
C - 63	Asent. Independencia	CELZAC 1215	20	20	-	R-SU
C - 64	A.P. Valp. y Viña	DOS 1033	26	25	23.0	P-
C - 65	A.P. Valp. y Viña	DOS 1035	25	25	22.0	P-
C - 66	A.P. Valp. y Viña	DOS 1036	25	25	22.0	P-
C - 67	Lajarillas	CORFO 1160	15	15	-	O-
C - 68	Planta de Claveles	CORFO 1161	18	15	10.0	R-SU
C - 69	Asent. La Victoria	CORFO 1202	21	21	-	O-
C - 70	Lajarillas	CORFO 1181	18	15	-	O-
C - 71	Asent. La Victoria	CORFO 1195	18	18	-	O-
C - 72	A.P. Valp. y Viña	DOS 1037	25	24	23.0	P-
C - 73	Lajarillas	CORFO 1162	18	14	-	O-
C - 74	Concón Pte. Colmo	CELZAC 1278	48	48	42.0	I-SU
C - 75	Concón Pte. Colmo	CELZAC 1279	48	35	19.5	I-SU
C - 76	Concón Pte. Colmo	CELZAC 1280	36	36	65.0	I-SU
D - 1	Fdo. El Colmo	CORFO 849	15	-	-	E-AB
D - 2	Concón	CORFO 975	50	37	12.0	E-
D - 3	Tabolango	CORFO 1060	96	45	110.0	E-
D - 4	A.P. Concón	DOS 949	25	24	50.0	P-
D - 5	A.P. Concón	DOS 948	18	18	52.0	P-
D - 6	A.P. Concón	DOS 945	82	42	50.0	P-
D - 7	A.P. Valp. y Viña	DOS 1034	25	25	23.0	P-
D - 8	Tabolango	CORFO 1194	45	44	110.0	I-SU
D - 9	Tabolango	CORFO 1228	49	49	70.0	I-SU
D - 10	Tabolango	CORFO 1245	35	35	-	O-
D - 11	Asent. La Victoria	CORFO 1182	20	21	-	O-

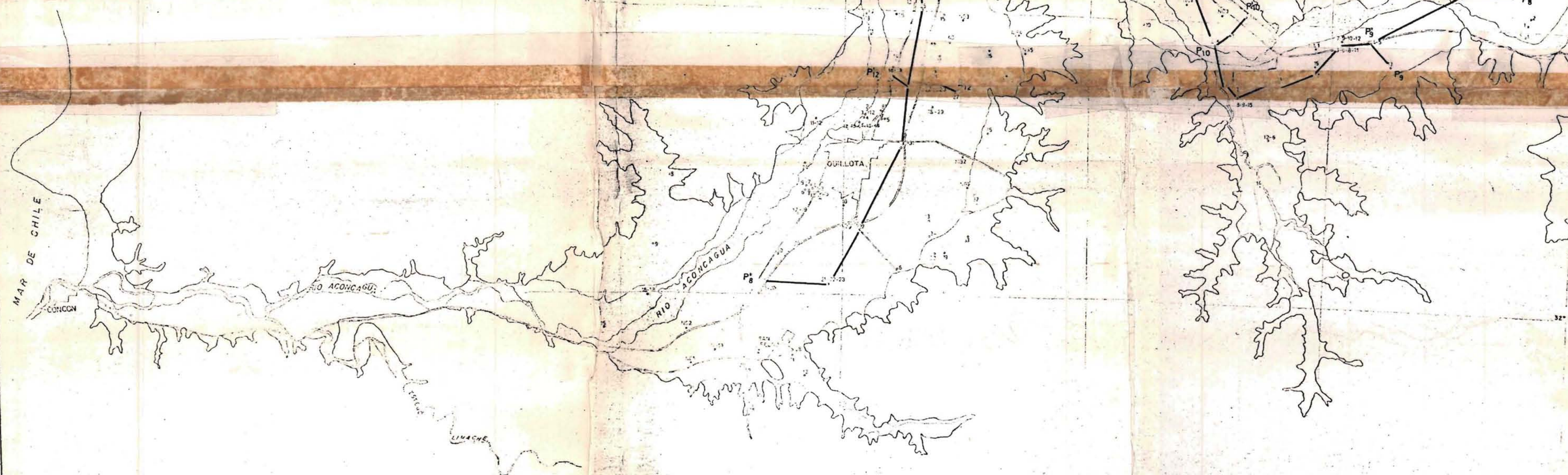
Coordenada	Nombre	Constructor	Metros Per. Hab.		Caudal l/s	Uso
32°50' - 71°20'						
D - 12	Asent. La Victoria	CORFO	1183	21 20	-	O-
D - 13	Tabolango	CORFO	1240	25 10	-	O-
D - 14	Tabolango	CORFO	1267	50 46	120.0	I-SU
D - 15	Tabolango	CORFO	1259	50 50	90.0	I-SU
32°50' - 71°30'						
B - 1	Desemb. Rfo Playa	CORFO	882	48 47	-	O-AB
B - 2	Desemb. Rfo Playa	CORFO	899	6 6	-	O-AB
B - 3	Desemb. Rfo Playa	CORFO	898	45 -	-	O-AB
B - 4	Concón	CORFO	926	48 47	20.0	E-
B - 5	Concón	CORFO	1013	55 47	5.0	E-
B - 6	Concón	CORFO	1052	8 8	-	O-
33°00 - 71°00						
A - 1	Fdo. Los Coroneles	CORFO	88	42 -	-	R-AB
33°00 - 71°10						
A - 1	Fdo. S. Ana Pangal	CAS	851	25 21	2.0	I -
A - 2	Fdo. S. Ana Pangal	CAS	0	21 21	2.0	P-
B - 1	Fdo. El Rocfo	CORFO	53	48 45	7.0	R-
B - 2	San Carlos Pelumpén	CORFO	508	52 -	-	R-AB
B - 3	Asent. Los Limonares	CORFO	528	97 81	15.0	R-
B - 4	Fdo. El Modelo	CORFO	520	115 84	32.0	R-
B - 5	Lo Narvaez	CELZAC	731	50 50	.3	P-AB
B - 6	Pelumpén	CAS	927	37 35	3.0	P-AB
B - 7	Pelumpén Granizo	CORFO	804	57 36	12.5	P-

Proyecto	O. Suzuki S.	Plano N°	02-L-010-b
Jefe Unidad	A. Hojas B.	Escala	1:50.000
Jefe Estudio	E. Lemaire B. Cox	Fecha	15-6-78
Dibujo	V. Babil	Plano Base	02-G-011 e IREN
INSPECTOR C.N.R.	V.B.	OBSERV.	Versión preliminar.

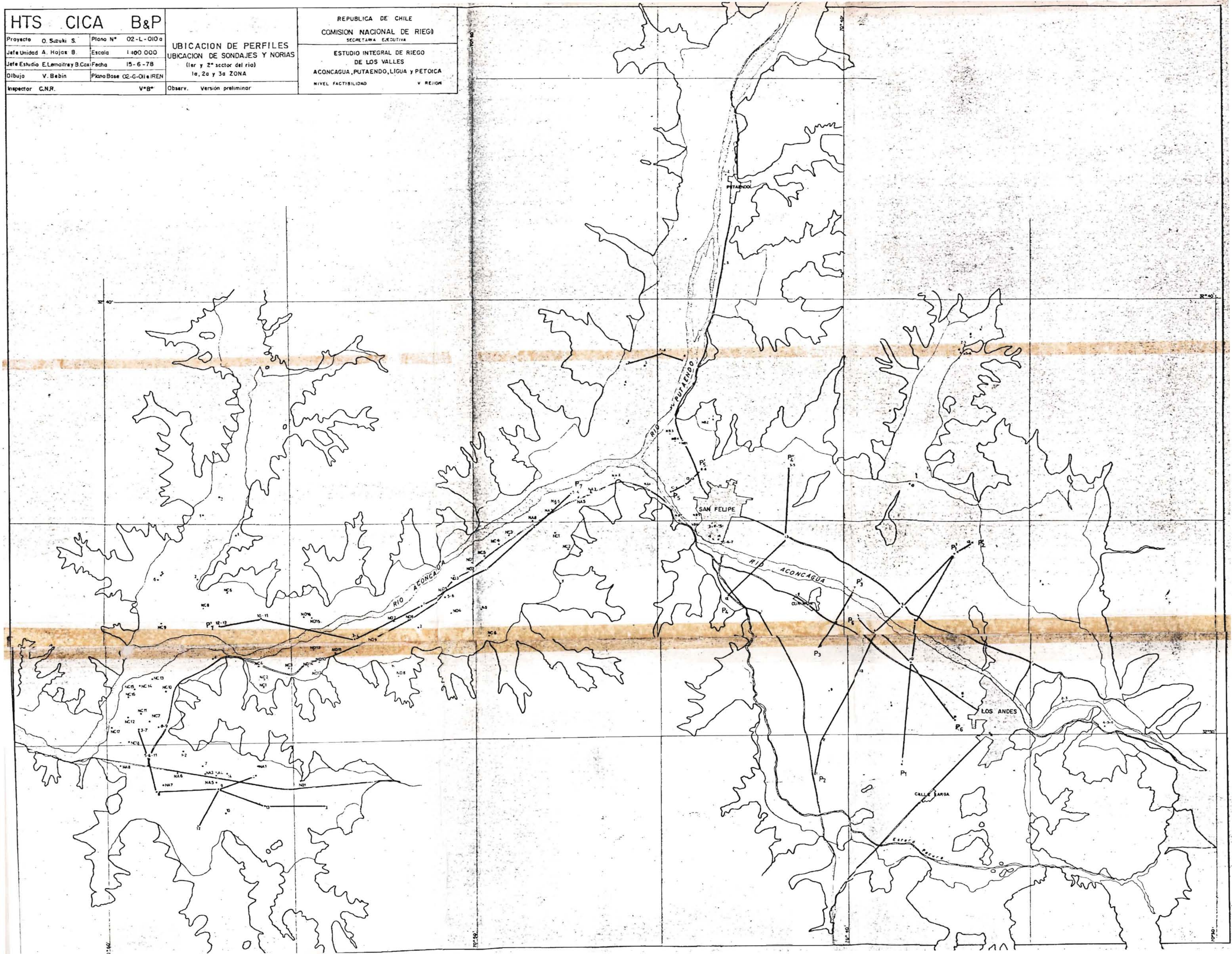
UBICACION DE PERFILES Y
UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS
3er sector del rio
4a ZONA

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
SECRETARIA EJECUTIVA
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO
DE LOS VALLES
DE ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETORCA
NIVEL FACTIBILIDAD V REGION

NOTA: La ubicación de los sondeos
Tabalunga Concón se presentan
en plano N° 02-L-117 escala 1:20000



HTS CICA B&P		REPUBLICA DE CHILE	
COMISION NACIONAL DE RIEGO		SECRETARIA EJECUTIVA	
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO		DE LOS VALLES	
ACONCAGUA, PUTAENDO, LIGUA Y PETOICA		NIVEL FACTIBILIDAD	
V REGION			
Proyecto O. Suzuki S.		Plano N° 02-L-010a	
Jefe Unidad A. Hojas B.		Escala 1:100 000	
Jefe Estudio E. Lemaitre y B. Cox		Fecha 15-6-78	
Dibujo V. Babin		Plano Base 02-G-01 e IREN	
Inspector C.N.R.		V°B°	
Observ. Versión preliminar			
UBICACION DE PERFILES			
UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS			
(1er y 2° sector del rio)			
1a, 2a y 3a ZONA			





HTS CICA B&P

Proyecto O. Suzuki S. Plano N° 02-L-010-c
 de Unidad A. Hojas B. Escala 1:100.000
 de Estudio E. Lemaitre y B. Cox Fecha 12-7-78
 Dibujo V. Babin Plano Base IREN
 INSPECTOR C.N.R. V.B.

UBICACION DE PERFILES Y
 UBICACION DE SONDAJES Y NORIAS

4a ZONA

OBSERV. Versión preliminar

REPUBLICA DE CHILE
 COMISION NACIONAL DE RIEGO
 SECRETARIA EJECUTIVA

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

NIVEL FACTIBILIDAD V. REGION

ANEXO N° 2

COTAS Y NIVELES ESTATICOS DE SONDAJES

VALLE DEL ACONCAGUA

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°30' - 70°30'					
A - 1	Embalse Los Patos	V/78	-	-	-
32°30' - 70°40'					
B - 1	Piguchén	V/78	-	961.00*	-
D - 1	A. P. Putaendo	V/78	-	816.00*	-
D - 2	A. P. Putaendo	V/78	-	816.00*	-
D - 3	Rinconada de Silva	V/78	99.94	746.49	646.55
D - 4	A. P. Q. Herrera	V/78	-	752.00*	-
32°40' - 70°30'					
A - 1	Fdo. Jahuel	V/78	-	969.00*	-
A - 2	Sta. Filomena	V/78	-	921.00*	-
A - 3	Jahuel 1	V/78	-	916.00*	-
A - 4	Jahuel	V/78	-	909.00*	-
A - 5	Santa Filomena	V/78	-	911.00*	-
A - 6	Colegio Salesianos	V/78	-	921.00*	-
A - 7	P. Las Cabras	V/78	-	739.50*	-
A - 8	Jahuel 2	V/78	40.89	935.96	894.73
A - 9	P. Las Cabras	V/78	46.14	733.19	684.86
A - 10	Asent. Miraflores	V/78	45.45	724.50*	679.05
C - 1	Conservas El Globo	V/78	75.76	761.51	685.75
C - 2	Conservas Oso	V/78	-	-	-
C - 3	Fdo. Las Peñas	V/78	46.71	731.37	684.66
C - 4	Calle del Medio	V/78	75.15	763.74	688.59
C - 5	Parcela Esmeralda	V/78	-	748.28	-
C - 6	Fdo. Las Peñas	V/78	-	742.49	-
C - 7	Fdo. Los Pinos	V/78	41.23	720.14	678.91

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 70°30'					
C - 8	Renault - Peugeot	V/78	-	797.49	-
C - 9	Asent. El Llano	V/78	68.88	757.50*	688.62
C - 10	San Rafael	V/78	76.01	766.50*	690.49
C - 11	Fdo. Esperanza	V/78	101.81	796.50*	694.69
C - 12	Lo Calvo	V/78	-	772.00*	-
C - 13	Fundo Bucalemu	V/70	53.21	739.68	686.47
D - 1	P. San Esteban	V/78	-	835.00*	-
D - 2	A.P. San Esteban	V/78	-	855.00*	-
D - 3	A.P. San Esteban	V/78	19.82	856.50*	836.68
D - 4	A.P. Los Andes	V/78	-	885.79	-
D - 5	A.P. Los Andes	V/78	-	833.06	-
D - 6	A.P. Los Andes	V/78	-	883.34	-
D - 7	Asent. San Hilario	V/78	107.93	823.00*	215.07
32°40' - 70°40'					
A - 1	P. Barrancas	V/78	-	616.33	-
A - 2	P. El Asiento	V/78	47.78	656.00*	608.22
A - 3	Perfil Putaendo 1	V/78	48.67	661.50*	612.83
A - 4	Asent. Bellavista	V/78	36.18	640.50*	604.32
A - 5	Palomar	V/78	1.72	568.50*	566.78
A - 6	Palomar	V/78	-	568.50*	-
B - 1	P. Algarrobal	V/78	16.50	620.00*	603.50
B - 2	P. 21 de Mayo	V/78	25.61	637.00*	611.39
B - 3	P. La Troya	V/78	-	664.51	-
B - 4	El Asiento	V/78	47.77	688.94	621.17
B - 5	P. La Troya	V/78	30.31	664.28	633.97

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°40' - 70°40'					
B - 6	Perfil San Felipe 3	V/78	5.85	626.02	620.17
B - 7	Perfil Putaendo N°3	V/78	54.51	673.57	618.76
B - 8	Perfil San Felipe N°3	V/78	-	626.00*	-
B - 9	Perfil Putaendo N°3	V/78	-	673.00*	-
B - 10	Perfil San Felipe N°1	V/78	0.32	612.00*	611.68
B - 11	Perfil San Felipe N°1	V/78	-	612.00*	-
B - 12	Perfil San Felipe N°2	V/78	3.06	621.50*	618.44
B - 13	Perfil San Felipe N°2	V/78	-	621.50*	-
C - 1	Fdo. Santa Adriana	V/78	3.15	525.10	521.95
C - 2	Hij. Principal Palomar	V/78	2.76	548.67	545.91
C - 3	Casa El Palomar	V/78	11.04	555.00*	543.96
C - 4	Vña Panquehue	V/78	1.27	514.70*	513.43
C - 5	Vña Panquehue	V/78	-	514.70*	-
D - 1	Fdo. San Francisco	V/78	13.80	682.34	668.54
D - 2 **/		-	-	-	-
D - 3	Conservas Aconcagua	V/78	8.31	642.23	633.92
D - 4	Conservas Aconcagua	V/78	-	642.00*	-
D - 5	A.P. San Felipe	V/78	7.99	647.00*	640.01
D - 6	A.P. San Felipe	V/78	-	648.00*	-
D - 7	A.P. San Felipe	V/78	-	648.00*	-
D - 8	Fdo. Casas de Curimón	V/78	-	695.50*	-
D - 9	Fdo. La Quimera	V/78	39.54	725.94	686.40
D - 10	Misioneras de María	V/78	40.30	721.15	680.85
D - 11	Fdo. Las Viñas	V/78	36.06	716.63	680.57
D - 12	Tierras Blancas	V/78	11.12	665.71	654.59

**/ Pozo D-2 fue cambiado de cuadrante pasando a ser 32°40' - 70°30' C - 13. Fundo Bucalemu.

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°40' - 70°40'					
D - 13	Fdo. Los Castaños	V/78	28.91	678.24	649.33
D - 14	Frutícola San Felipe	V/78	-	644.64	-
D - 15	Industrializadora de Frutas	V/78	4.98	643.00*	638.02
32°40' - 70°50'					
A - 1	Pueblo Catemu	V/78	-	435.43	-
A - 2	Cfa. Ch. de Tabacos	V/78	6.35	438.29	431.94
C - 1	Esc. Agrícola	V/78	-	444.37	-
C - 2	A.P. Catemu	V/78	1.22	416.21	414.99
C - 3	Fdo. El Molino	V/78	1.05	379.50*	378.45
C - 4	Fundición Chagres	V/78	-	419.22	-
C - 5	Cfa. Minera Catemu	V/78	-	410.41	-
C - 6	Cfa. Minera Catemu	V/78	-	410.08	-
C - 7	Fdo. El Molino	V/78	-	479.50	-
C - 8	A.P. Llay Llay	V/78	-	381.60	-
C - 9	A.P. Llay Llay	V/78	-	381.54	-
C - 10	Asent. San José Catemu	V/78	1.15	436.50*	435.35
C - 11	Asent. San José Catemu	V/78	-	436.50*	-
C - 12	Centro Prod. Lechera	V/78	0.70	421.00*	420.30
C - 13	Centro Prod. Lechera	V/78	-	421.00*	-
D - 1	Pueblo San Roque	V/78	0.75	495.00*	494.25
D - 2	San Roque	V/78	2.45	492.43	489.98
D - 3	Asent. El Mirador	V/78	1.07	467.50*	466.43
D - 4	Asent. El Mirador	V/78	-	467.50*	-
D - 5	Pobl. Las Pircas	V/78	2.65	507.50*	504.85
D - 6	Pobl. Las Pircas	V/78	-	507.50*	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°40' - 71°00'					
A - 1	Asent. El Melón	V/78	-	298.00*	-
C - 1	Fdo. La Florida	V/78	-	270.17	-
C - 2	Pueblo Petorquita	V/78	-	232.60*	-
C - 3	Fdo. Esperanza	V/78	5.42	285.18	279.76
C - 4	Fundo El Vergel	V/78	0.45	265.66	265.21
C - 5	Cuatro Esquinas	V/78	1.36	254.66	253.30
C - 6	Fdo. Magallanes	V/78	-	267.37	-
C - 7	Fdo. Magallanes	V/78	3.02	262.53	259.51
C - 8	Fdo. Magallanes	V/78	-	266.60*	-
C - 9	Conchalí 1	V/78	+ 0.03	231.49	231.52
C - 10	Conchalí 1	V/78	-	231.50*	-
C - 11	Conchalí 2	V/78	1.66	235.03	233.37
C - 12	Conchalí 2	V/78	-	234.50*	-
C - 13	Asent. M. Rodríguez	V/78	1.05	248.00*	246.95
C - 14	Asent. M. Rodríguez	V/78	0.64	245.50*	244.68
C - 15	Asent. M. Rodríguez	V/78	1.42	257.00*	255.58
C - 16	El Vergel	V/78	-	268.00*	-
D - 1	A.P. Las Vegas	V/78	-	-	-
D - 2	A.P. Las Vegas	V/78	-	-	-
D - 3	Asent. Romeral	V/78	9.05	352.82	343.77
D - 4	La Calavera	V/78	3.79	341.33	337.54
D - 5	Asent. Romeral	V/78	-	352.55	-
D - 6	La Calavera	V/78	-	341.34	-
D - 7	Asent. Los Pinos	V/78	9.30	350.51	341.21
D - 8	Asent. Los Aromos	V/78	0.53	310.00*	309.47

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°40' - 71°00'					
D - 9	Asent. La Sombra	V/78	0.75	344.00*	343.25
32°40' - 71°10'					
B - 1	Mina Navío	V/78	+ 0.05	245.08	245.13
B - 2	Pob. Cemento Melón	V/78	-	237.23	-
B - 3	Disputada Las Condes	V/78	-	235.00*	-
B - 4	Disputada Las Condes	V/78	-	231.00*	-
B - 5	Disputada Las Condes	V/78	-	227.90	-
B - 6	Disputada Las Condes	V/78	-	227.50*	-
B - 7	A. P. Nogales	V/78	4.97	218.00*	213.03
B - 8	A. P. Nogales	V/78	-	218.00*	-
B - 9	Pob. Mina Navío	V/78	4.00	235.30	231.30
B - 10	Pob. Mina Navío	V/78	-	235.50*	-
B - 11	Pueblo El Carmen	V/78	-	241.00*	-
B - 12	Pueblo El Carmen	V/78	-	240.00*	-
B - 13	Pueblo El Carmen	V/78	-	239.72	-
B - 14	Criadero de Aves	V/78	4.08	212.59	208.51
B - 15	Asent. El Melón	V/78	-	263.16	-
B - 16	Campamento El Melón	V/78	-	235.00*	-
B - 17	Pobl. Macal	V/78	-	237.00*	-
B - 18	Los Litres	V/78	0.75	210.45	209.70
B - 19	Los Litres	V/78	-	210.45*	-
B - 20	Los Litres	V/78	0.96	215.65	214.69
B - 21	Los Litres	V/78	-	215.73	-
B - 22	Asent. El Melón	V/78	0.73	239.83	239.10
B - 23	Nogales	V/78	0.65	216.04	215.39

Coordenada	Nombre	Fecha	N.E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 71°10'					
B - 24	Asent. El Melón	V/78	-	239.78	-
B - 25	Planta El Cobre	V/78	-	234.80*	-
B - 26	Planta El Cobre	V/78	-	234.30*	-
B - 27	Asent. Nogales	V/78	6.00	232.50*	226.50
B - 28	Pucalán de Nogales	V/78	0.61	218.50*	217.89
B - 29	Asent. El Melón	V/78	1.17	242.50*	241.33
D - 1	Fca. Cemento Melón	V/78	-	200.57	-
D - 2	A. P. Calera	V/78	-	218.00*	-
D - 3	A. P. Calera	V/78	-	218.00*	-
D - 4	Fca. Cemento Melón	V/78	-	207.00*	-
D - 5	Algas Marinas	V/78	5.73	215.08	209.35
D - 6	Ch. La Parcela	V/78	0.74	158.00*	157.26
D - 7	P. Pachacamita	V/78	0.66	242.19	241.53
D - 8	Parcela 5	V/78	1.60	201.20	199.60
D - 9	Purina	V/78	2.23	208.45	206.22
D - 10	Purina	V/78	-	210.10	-
D - 11	Ch. La Parcela	V/78	-	158.00*	-
D - 12	Chacra Lourdes	V/78	1.22	171.50*	170.28
D - 13	Ch. Santa Julia	V/78	5.64	161.50*	155.86
D - 14	Canal Espinal	V/78	-	169.00*	-
D - 15	Canal Pocochay	V/78	-	182.85	-
D - 16	Canal Pocochay	V/78	-	185.00*	-
D - 17	Calle Lautaro	V/78	-	200.40	-
D - 18	Canal Calle Larga	V/78	-	179.90	-
D - 19	Chacra Miraflores	V/78	14.78	174.75	159.97

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°40' - 71°10'					
D - 45	Chacra San José	V/78	6.43	163.00*	156.57
32°50' - 70°30'					
A - 1	Fdo. Las Mercedes	V/78	70.64	763.71	693.07
32°50' - 70°40'					
B - 1	A. P. Rinconada de Los Andes	V/78	35.59	727.69	692.10
B - 2	Fdo. Los Maitenes	V/78	34.99	725.65	690.66
32°50' - 70°50'					
A - 1	Industrias de Maíz	V/78	-	379.70	-
A - 2	Industrias de Maíz	V/78	0.97	379.00*	378.79
A - 3	Embalse Las Peñas	V/78	-	414.50*	-
A - 4	Asent. El Salitre	V/78	-	391.50*	-
A - 5	Asent. Las Vegas	V/78	-	374.65	-
A - 6	Asent. Las Vegas	V/78	-	374.64	-
A - 7	A. P. Llay Llay	V/78	0.04	383.29	383.25
A - 8	Asent. Las Palmas	V/78	-	373.10*	-
A - 9	Asent. San Jesús	V/78	-	381.50*	-
A - 10	Asent. Porvenir	V/78	1.20	385.93	384.73
A - 11	Asent. Las Vegas	V/78	-	374.50*	-
A - 12	Asent. Santa Rosa	V/78	0.12	385.00*	384.88
A - 13	Asent. Porvenir	V/78	1.05	392.00*	390.95
A - 14	Planta Desh. de Cebollas	V/78	-	383.50*	-
B - 1	Embalse Las Peñas	V/78	-	420.00*	-
B - 2	Embalse Las Peñas	V/78	-	418.00*	-
B - 3	Asent. Los Loros	V/78	9.35	404.50*	395.15

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°50' - 71°00'					
A - 1	Fdo. Florence	V/78	2.39	280.02	278.63
A - 2	A.P. Hijuelas	V/78	2.78	292.43	289.65
A - 3	A.P. Hijuelas	V/78	-	292.43	-
A - 4	Fdo. Florence	V/78	1.23	277.11	275.88
A - 5	Fdo. Florence	V/78	-	277.23	-
A - 6	Tranque Rabuco	V/78	-	307.00*	-
A - 7	Fdo. El Maitén	V/78	1.41	304.08	302.67
A - 8	Asent. Presidente Frei	V/78	8.44	298.00*	289.56
A - 9	Rabuco	V/78	-	298.00*	-
A - 10	Asent. Presidente Frei	V/78	5.17	268.00*	262.83
A - 11	Asent. Presidente Frei	V/78	4.82	291.00*	286.18
A - 12	Rabuco	V/78	5.87	307.00*	301.13
A - 13	Fdo. Los Maitenes	V/78	1.07	297.30*	296.23
A - 14	Asent. Eduardo Frei	V/78	1.92	315.30*	313.38
A - 15	Rabuco	V/78	-	307.00*	-
A - 16	Parcela Las Vertientes	V/78	0.82	303.50*	302.68
B - 1	A.P. Las Vegas	V/78	-	-	-
B - 2	A.P. Las Vegas	V/78	-	-	-
B - 3	Ocoa	V/78	-	308.12	-
B - 4	Ocoa	V/78	0.95	316.50*	315.55
B - 5	Ocoa	V/78	-	316.50*	-
B - 6	A.P. Ocoa	V/78	0.92	308.15	307.23
B - 7	A.P. Ocoa	V/78	1.35	308.01	306.66
B - 8	A.P. Ocoa	V/78	-	308.08	-
B - 9	A.P. Ocoa	V/78	-	307.66	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°00'					
B - 10	A. P. Ocoa	V/78	-	308.11	-
B - 11	A. P. Ocoa	V/78	-	308.43	-
B - 12	A. P. Ocoa	V/78	-	307.36	-
B - 13	Fdo. Esperanza	V/78	-	321.50*	-
C - 1	Pueblo El Granizo	V/78	-	254.08	-
32°50' - 71°10'					
A - 1	Hilados Said	V/78	-	112.50*	-
A - 2	Hilados Said	V/78	-	112.50*	-
A - 3	Hilados Said	V/78	-	113.00*	-
A - 4	Hilados Said	V/78	-	113.00*	-
A - 5	Hilados Said	V/78	-	111.80*	-
A - 6	Hilados Said	V/78	-	110.80*	-
A - 7	Hilados Said	V/78	-	113.50*	-
A - 8	Fdo. Rautén	V/78	-	84.50*	-
A - 9	Fdo. Roca Fuerte	V/78	21.89	104.50*	82.61
A - 10	Fdo. Esmeralda	V/78	0.53	96.87	96.34
A - 11	P. Boco Central	V/78	2.10	123.00*	120.90
A - 12	P. Boco Central	V/78	-	122.62	-
A - 13	Hilados Said	V/78	-	112.00*	-
A - 14	Hilados Said	V/78	-	112.00*	-
A - 15	Hilados Said	V/78	-	112.30*	-
A - 16	Canal Las Rosas	V/78	0.94	99.50*	98.56
A - 17	La Quinta	V/78	1.33	106.50*	105.17
A - 18	La Capilla	V/78	0.72	91.62	90.90
A - 19	La Quinta	V/78	-	106.50*	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N.E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°50' - 71°10'					
A - 20	La Capilla	V/78	-	91.50*	-
A - 21	Fdo. Esmeralda	V/78	0.47	96.39	95.92
A - 22	Fdo. Esmeralda	V/78	-	96.29	-
A - 23	Fdo. Esmeralda	V/78	-	96.30	-
A - 24	Callejón El Bajo	V/78	2.43	114.00*	111.57
B - 1	Chacra Santa Carolina	V/78	-	147.00*	-
B - 2	A. P. Quillota	V/78	-	130.00*	-
B - 3	A. P. Quillota	V/78	-	130.00*	-
B - 4	A. P. Quillota	V/78	-	129.50*	-
B - 5	Conservas Centauro	V/78	-	132.52	-
B - 6	Escuela Caballería	V/78	-	106.98	-
B - 7	Conservas Centauro	V/78	3.13	132.48	129.35
B - 8	Conservas Centauro	V/78	-	134.00*	-;
B - 9	Fdo. El Quisco	V/78	-	146.50*	-
B - 10	Fdo. Lo López	V/78	1.86	112.30	110.44
B - 11	Fdo. El Quisco	V/78	1.06	146.73	145.67
B - 12	A. P. Quillota	V/78	-	129.70*	-
B - 13	Pueblo de Indios	V/78	1.96	117.99	116.03
B - 14	Fdo. San Patricio	V/78	3.31	144.11	140.80
B - 15	Chacra Los Tilos	V/78	6.16	157.97	151.87
B - 16	Fdo. Santa Victoria	V/78	1.73	142.40*	140.67
B - 17	Fdo. Santa Victoria	V/78	1.08	144.70*	143.62
B - 18	Fdo. El Quisco	V/78	-	-	-
B - 19	Huerto California	V/78	-	128.30	-
B - 20	Parcela Naranjal	V/78	4.41	117.80*	113.39

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N.E.
32°50' - 71°10'					
B - 21	Canal Candelaria	V/78	1.38	140.18	138.80
B - 22	Canal Candelaria	V/78	1.57	137.91	136.58
B - 23	Villa Mercedes	V/78	1.33	137.49	136.16
B - 24	Calle Covarrubia	V/78	-	-	-
B - 25	Calle Bilbao	V/78	4.48	154.50*	150.02
B - 26	Fdo. San Felipe	V/78	0.76	141.00*	140.24
B - 27	Fdo. El Castaño	V/78	0.08	133.30*	133.22
B - 28	Fdo. El Progreso	V/78	1.38	132.70*	131.32
B - 29	Fdo. El Progreso	V/78	-	132.70*	-
B - 30	Fdo. San Antonio	V/78	0.63	124.92	124.29
B - 31	Fdo. San Antonio	V/78	-	124.90*	-
B - 32	La Palma	V/78	-	134.64	-
B - 33	Asent. La Patagua	V/78	1.44	144.28	132.84
B - 34	Asent. La Patagua	V/78	1.51	115.30*	113.79
B - 35	Asent. La Patagua	V/78	0.96	134.00*	133.04
B - 36	Parcela 12 La Cruz	V/78	0.87	141.50*	140.63
B - 37	San Isidro Puente	V/78	1.79	108.50*	106.71
B - 38	A.P. Quillota	V/78	-	144.50*	-
B - 39	A.P. Quillota	V/78	-	144.50*	-
B - 40	Asent. Don Bosco	V/78	0.08	145.20*	145.12
B - 41	Est. Banco Estado	V/78	1.17	139.00*	137.83
C - 1	Cervecerías Unidas	V/78	-	82.00*	-
C - 2	Cervecerías Unidas	V/78	-	75.20*	-
C - 3	Cervecerías Unidas	V/78	6.72	81.65	74.93
C - 4	Cervecerías Unidas	V/78	-	81.53	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°10'					
C - 5	A. P. San Pedro	V/78	2.20	92.78	90.58
C - 6	A. P. San Pedro	V/78	-	92.95	-
C - 7	Hijuela La Vifia	V/78	-	69.00*	-
C - 8	Asent. El Cajón	V/78	-	95.50*	-
C - 9	Asent. Los Laureles	V/78	1.02	73.63	72.61
C - 10	Asent. Los Laureles	V/78	-	73.76	-
C - 11	Asent. El Cajón	V/78	0.63	95.14	94.51
C - 12	Asent. El Cajón	V/78	1.10	104.00*	102.90
C - 13	Huerto Los Nogales	V/78	2.13	81.59	79.46
C - 14	Fdo. Santa Rosa	V/78	4.69	88.68	83.99
C - 15	Rautén 1	V/78	1.69	61.37	59.68
C - 16	Rautén 2	V/78	1.03	73.09	72.06
C - 17	Las Cruzadas	V/78	1.97	78.36	76.39
C - 18	Rautén	V/78	-	73.00*	-
C - 19	Las Cruzadas	V/78	-	78.84	-
C - 20	Los Silos de San Pedro	V/78	1.46	82.50*	81.04
C - 21	Asent. Queronque	V/78	-	-	-
C - 22	A. P. San Pedro	V/78	-	92.80*	-
C - 23	A. P. San Pedro	V/78	-	92.80*	-
D - 1	Hijuela Xenia	V/78	-	91.20*	-
D - 2	Pueblo Lo Gamboa	V/78	-	113.50*	-
D - 3	Los Maitenes	V/78	-	99.03	-
D - 4	Los Maitenes	V/78	-	101.00*	-
D - 5	A. P. Olmué	V/78	-	127.50*	-
D - 6	Chacra La Serena	V/78	-	136.00*	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°20'					
C - 5	Concón Bajo	IX/78	-	5.24	-
C - 6	Concón Bajo	IX/78	-	5.30	-
C - 7	Concón Bajo	IX/78	8.41	5.34	- 3.07
C - 8	Concón Bajo	IX/78	-	5.34	-
C - 9	Concón Bajo	IX/78	-	5.55	-
C - 10	Concón Bajo	IX/78	-	5.39	-
C - 11	Concón Bajo	IX/78	-	5.19	-
C - 12	Hda. Colmo	IX/78	-	10.65	-
C - 13	Hda. Colmo	IX/78	-	10.38	-
C - 14	Hda. Colmo	IX/78	-	11.11	-
C - 17	A. P. Concón	IX/78	6.57	5.80*	- 1.57
C - 18	A. P. Concón	IX/78	-	6.00*	-
C - 20	Rec. Lajarillas	IX/78	1.10	8.50*	7.40
C - 21	Rec. Lajarillas	IX/78	0.97	8.40*	7.43
C - 24	Rec. Lajarillas	IX/78	1.40	10.00*	8.60
C - 29	Puente Colmo	IX/78	-	14.70*	-
C - 31	Asent. La Victoria	IX/78	-	18.40*	-
C - 32	Asent. La Victoria	IX/78	-	18.40*	-
C - 35	Lado Recinto D. O. S.	IX/78	-	3.60*	-
C - 36	Lado Recinto D. O. S.	IX/78	-	3.60*	-
C - 37	A. P. Concón	IX/78	-	4.60*	-
C - 38	Concón	IX/78	5.70	7.00*	1.30
C - 39	Concón	IX/78	1.09	7.35*	6.26
C - 40	Concón	IX/78	4.03	2.80*	- 1.23
C - 41	Concón	IX/78	7.71	4.64	- 3.07

Coordenada	Nombre	Fecha	N.E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°20'					
C - 42	Concón	IX/78	2.54	4.61	2.07
C - 43	Concón	IX/78	2.11	2.80*	0.69
C - 44	Concón	IX/78	-	7.00*	-
C - 45	A.P. Concón	IX/78	1.01	5.20*	4.19
C - 46	A.P. Concón	IX/78	0.58	6.40*	5.82
C - 47	A.P. Concón	IX/78	1.01	7.50*	6.49
C - 48	A.P. Concón	IX/78	1.54	8.50*	6.96
C - 49	A.P. Concón	IX/78	2.67	10.00*	7.33
C - 50	A.P. Concón	IX/78	2.73	10.40*	7.67
C - 51	A.P. Concón	IX/78	1.64	10.80*	9.16
C - 52	A.P. Concón	IX/78	2.47	12.30*	9.83
C - 53	A.P. Concón	IX/78	4.54	14.60*	10.06
C - 54	A.P. Concón	IX/78	0.78	16.50*	15.72
C - 55	A.P. Concón	IX/78	0.88	18.30*	17.42
C - 56	A.P. Concón	IX/78	1.10	19.00*	17.90
C - 58	A.P. Concón	IX/78	1.08	19.80*	18.72
C - 59	A.P. Concón	IX/78	1.26	21.20*	19.94
C - 60	A.P. Concón	IX/78	1.52	22.60*	21.08
C - 61	Asent. Santa Victoria	IX/78	1.88	23.50*	21.62
C - 62	Parcela San Víctor	IX/78	2.63	19.90*	17.27
C - 64	A.P. Valpo. y Viña	IX/78	1.28	22.20*	20.92
C - 65	A.P. Valpo. y Viña	IX/78	0.94	20.00*	19.06
C - 66	A.P. Valpo. y Viña	IX/78	1.30	19.60*	18.30
C - 67	Lajarillas	IX/78	2.04	9.10*	7.06
C - 68	Planta de Claveles	IX/78	1.30	8.00*	6.70

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°20'					
C - 69	Asent. La Victoria	IX/78	2.76	18.00*	15.24
C - 70	Lajarillas	IX/78	0.81	10.17	9.36
C - 71	Asent. La Victoria	IX/78	1.57	20.40*	18.83
C - 72	A. P. Valpo. y Viña	IX/78	0.95	17.30*	16.35
C - 73	Lajarillas	IX/78	1.59	10.10*	8.51
C - 76	Concón Puente Colmo	IX/78	2.08	11.20*	9.12
D - 1	Fdo. El Colmo	IX/78	-	40.50*	-
D - 2	Concón	IX/78	-	29.80*	-
D - 3	Tabolango	IX/78	1.55	43.50*	41.95
D - 4	A. P. Concón	IX/78	0.68	24.90*	24.22
D - 5	A. P. Concón	IX/78	1.68	25.80*	24.12
D - 6	A. P. Concón	IX/78	0.63	24.20*	23.57
D - 7	A. P. Valpo. y Viña	IX/78	0.90	24.40*	23.50
D - 8	Tabolango	IX/78	1.62	42.80*	41.18
D - 9	Tabolango	IX/78	1.17	46.20*	45.03
D - 10	Tabolango	IX/78	1.40	45.10*	43.70
D - 11	Asent. La Victoria	IX/78	-	24.10*	-
D - 12	Asent. La Victoria	IX/78	1.90	26.80*	24.90
D - 13	Tabolango	IX/78	1.73	47.60*	45.87
D - 14	Tabolango	IX/78	-	45.00*	-
D - 15	Tabolango	IX/78	1.22	40.20*	38.98
32°50' - 71°30'					
B - 4	Concón	IX/78	3.39	2.52	0.87
B - 5	Concón	IX/78	0.70	1.83	1.13
B - 6	Concón	IX/78	0.68	-	-

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
33°00' - 71°10'					
A - 1	Fdo. S. Ana Pangal	V/78	-	112.50*	-
A - 2	Fdo. S. Ana Pangal	V/78	-	115.00*	-
B - 1	Fdo. El Rocío	V/78	-	117.60*	-
B - 2	San Carlos Pelumpén	V/78	-	150.60*	-
B - 3	Asent. Los Limonares	V/78	-	136.00*	-
B - 4	Fdo. El Modelo	V/78	-	123.00*	-
B - 5	Lo Narvaez	V/78	-	152.50*	-
B - 6	Pelumpén	V/78	-	150.50*	-
B - 7	Pelumpén Granizo	V/78	-	133.00*	-

ANEXO N° 3

CATASTRO Y NIVELES DE NORIAS

VALLE DEL ACONCAGUA

NORIAS

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 70°40'					
NA - 1	Alejandro Cisneros	V/78	7.15	606.00	598.85
NA - 2	Chacra La Esperanza	V/78	7.19	590.00	582.81
NA - 3	R. Manzur	V/78	8.60	576.60	568.00
NA - 4	M. Carey	V/78	5.73	575.10	569.37
NA - 5	R. González	V/78	6.40	572.50	566.10
NA - 6	M. Villarroel	V/78	6.22	560.90	554.68
NA - 7	Est. Palomar	V/78	5.83	555.30	549.47
NA - 8	O. Vargas	V/78	4.23	549.50	545.27
NB - 1	Agrícola San Gabriel	V/78	2.33	617.00	614.67
NB - 2	Chacra El Carmen	V/78	1.90	619.00	617.10
NB - 3	Coop. Campesina Putaendo	V/78	15.70	627.00	611.30
NB - 4	Coop. Campesina Putaendo	V/78	8.20	621.00	612.80
NB - 5	Marfa Veas	V/78	1.60	623.50	621.90
NB - 6	Calle Chorrillos	V/78	2.90	625.00	622.10
NB - 7	Hijuela El Peñón	V/78	5.22	626.50	621.28
NC - 1	Colunquén	V/78	3.58	552.50	548.92
NC - 2	Casa Patronal	V/78	6.35	551.60	545.25
NC - 3	Parcela El Nilo	V/78	3.65	537.90	534.25
NC - 4	Parcela 4	V/78	3.30	535.00	531.70
NC - 5	Parcela El Arrayán	V/78	2.03	526.50	524.47
NC - 6	D. Olivares	V/78	3.08	516.50	513.42

NORIAS (Continuación)

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 70°50'					
NC - 1	M. Gutiérrez	V/78	0.64	435.00	434.36
NC - 2	M. Abarca	V/78	1.12	436.80	434.68
NC - 3	M. Pavez	V/78	1.65	444.30	442.65
NC - 4	G. Garrido	V/78	1.98	434.20	432.22
NC - 6	Criadero San Carlos	V/78	0.50	422.80	422.30
NC - 7	E. Vergara	V/78	1.03	483.80	482.77
NC - 8	E. Abarca	V/78	0.45	415.90	415.45
NC - 9	Fdo. El Carmelo	V/78	1.73	402.50	400.77
NC - 10	R. Barros	V/78	3.35	393.80	390.45
NC - 11	NC4 - SAG	V/78	1.06	382.60	381.54
NC - 12	BN3 - SAG	V/78	0.94	375.00	374.06
NC - 13	CN7 - SAG	V/78	0.88	392.00	391.12
NC - 14	BN6 - SAG	V/78	0.47	386.00	385.53
NC - 15	NA6 - SAG	V/78	0.54	384.00	383.46
NC - 16	NA5 - SAG	V/78	0.89	380.50	379.61
NC - 17	M. Puelma	V/78	0.10	368.50	368.40
NC - 18	M. Ahumada	V/78	1.40	373.00	371.60
32°40' - 70°50'					
ND - 1	Vertiente Panquehue	V/78	0.00	516.80	516.80
ND - 2	Fdo. Santa Adriana	V/78	3.92	520.00	516.08
ND - 3	M. Villarruel	V/78	1.05	510.50	509.45

NORIAS (Continuación)

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 70°50'					
ND - 4	M. Peralta	V/78	1.87	502.40	500.53
ND - 5	Las Pataguas	V/78	1.89	505.20	503.31
ND - 6	Est. San Roque	V/78	4.86	490.80	486.44
ND - 7	A. Alvarez	V/78	0.60	482.50	481.90
ND - 8	M. Zeller	V/78	7.15	507.50	500.35
ND - 9	Reserva El Mirador	V/78	3.87	476.00	472.13
ND - 10	Estación Lo Campo	V/78	4.93	554.90	549.97
ND - 11	Escuela 19 Lo Campo	V/78	1.17	459.40	458.23
ND - 12	S. Campos	V/78	1.14	453.20	452.06
ND - 13	E. Ramírez	V/78	2.83	553.30	550.47
ND - 14	L. Mora	V/78	3.42	553.00	549.58
32°40' - 71°00'					
NC - 1	O. Olivares	V/78	2.05	251.50	249.45
NC - 2	Chacra Anita	V/78	1.46	268.00	266.54
NC - 3	Chacra Totoral	V/78	2.83	277.50	274.67
ND - 1	Escuela 32	V/78	3.25	328.50	325.25
ND - 2	G. Bustamante	V/78	0.50	337.60	337.10
ND - 3	San Juan - Romeral	V/78	2.31	333.00	330.69
32°40' - 71°10'					
NB - 1	L. Covarrubias	V/78	0.51	224.30	223.79
NB - 2	P. Rodríguez	V/78	0.93	223.00	222.07

NORIAS (Continuación)

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°40' - 71°00'					
NB - 3	E. Olivares	V/78	0.98	221.00	220.02
NB - 4	E. Gruffiths	V/78	2.15	235.00	232.85
NB - 5	R. Fuentes	V/78	4.27	232.00	227.73
ND - 1	Fca. Cemento Melón	V/78	6.23	209.00	202.77
ND - 2	C. Massola	V/78	1.07	188.00	186.93
ND - 3	Paradero 23	V/78	1.07	184.50	183.43
ND - 4	Sitio 182	V/78	0.77	177.00	176.23
ND - 5	Balneario La Cruz	V/78	0.91	164.00	163.09
ND - 6	M. Godoy	V/78	4.61	162.50	157.89
32°50' - 70°50'					
NA - 1	J. Soto	V/78	0.95	391.00	390.05
NA - 2	Asent. Santa Rosa	V/78	2.10	393.00	390.90
NA - 3	E. Zuñiga	V/78	0.94	380.00	379.06
NA - 4	KNI - SAG	V/78	0.19	381.50	381.31
NA - 5	KN2 - SAG	V/78	0.05	382.00	381.95
NA - 6	Reserva Las Palmas	V/78	0.86	376.50	375.64
NA - 7	GS1 - SAG	V/78	0.70	374.00	373.30
NA - 8	Trivelli	V/78	2.67	373.00	370.33
NB - 1	Parcelas	V/78	7.80	402.50	394.70
32°50' - 71°00'					
NA - 1	Augusto Pinilla	V/78	1.08	302.00	300.92

NORIAS (Continuación)

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
32°50' - 71°10'					
NB - 1	Iris Guzmán	V/78	4.34	131.50	127.16
NB - 2	Carlos Castillo	V/78	3.18	129.50	126.32
NB - 3	Chacra Santa Cristina	V/78	3.27	154.50	151.23
NB - 4	B. Brito	V/78	3.24	159.50	156.26
NB - 5	Chacra Santa Cruz	V/78	1.59	160.00	158.41
NB - 6	M. Iglesias	V/78	1.04	140.50	139.46
NC - 1	Castilla La Vieja	V/78	0.73	72.00	71.27
NC - 2	San Pedro	V/78	0.96	75.50	74.54
NC - 3	L. Devoto	V/78	5.96	88.00	82.04
NC - 4	Camino a Media Luna	V/78	1.12	77.00	75.88
ND - 1	Olmue - Granizo	V/78	8.78	156.50	147.72
ND - 2	A. Muñoz	V/78	3.23	143.00	139.77
ND - 3	M. Pizarro	V/78	4.17	140.00	135.83
ND - 4	Av. Eastman	V/78	2.47	135.60	133.13
ND - 5	Av. Eastman	V/78	8.72	119.20	110.48
ND - 6	A. Chaparro	V/78	6.99	112.00	105.01
ND - 7	Av. Eastman	V/78	1.42	108.00	106.58
ND - 8	Pasalagua	V/78	3.28	109.30	106.02
ND - 9	Chacra Santa Beatriz	V/78	2.55	100.50	97.95

NORIAS (Continuación)

Coordenada	Nombre	Fecha	N. E.	Cota N. T.	Cota N. E.
33°00' - 71°10'					
NB - 1	Lo Gamboa	V/78	6.92	118.50	111.58
NB - 2	Lo Gamboa	V/78	2.92	110.00	107.08
NB - 3	Chacra San Miguel	V/78	5.27	117.50	112.23
NB - 4	Fdo. El Modelo	V/78	4.11	125.00	120.89
NB - 5	O. Reyes	V/78	5.18	131.50	126.32
NB - 6	Las Cruces	V/78	5.84	127.00	121.16
NB - 7	Pelumpén	V/78	5.10	138.00	132.90
NB - 8	Parcela San Miguel	V/78	6.35	124.30	117.95
NB - 9	Parcela 10	V/78	6.44	120.30	113.86
NB - 10	Fundo San Miguel	V/78	6.37	113.80	107.43
NB - 11	Lo Chaparro	V/78	8.22	106.20	97.98
NB - 12	Parcela San José	V/78	7.72	100.50	92.78
NB - 13	Lliu-Lliu	V/78	4.62	110.00	105.38
NB - 14	Lliu-Lliu	V/78	4.40	113.00	108.60
NB - 15	Asent. Los Leones	V/78	0.40	127.50	127.10
NB - 16	Parcela 41	V/78	4.81	133.50	128.69
NB - 17	S. Tapia	V/78	5.28	150.50	145.22

ANEXO N° 4

ESTADISTICA DE EXPLOTACION ARTIFICIAL DE
AGUA SUBTERRANEA EN EL VALLE DE ACONCAGUA

GALERIA LAS VEGAS

Mes	Caudales Medios Mensuales (m ³ /seg)									
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
E	1.31	1.50	1.37	1.62	1.95	2.02	2.02	1.82	1.93	2.05
F	1.30	1.58	1.44	1.58	1.92	1.85	1.90	1.93	1.90	2.04
M	1.26	1.54	1.44	1.52	1.89	1.86	1.86	1.92	1.93	2.01
A	1.24	1.59	1.43	1.53	1.86	1.84	1.77	1.96	2.00	2.02
MY	1.26	1.49	1.38	1.55	1.83	1.75	1.71	1.96	1.95	1.98
J	1.21	1.34	1.43	1.57	1.69	1.68	1.68	1.93	1.89	1.93
JL	1.19	1.31	0.54	1.58	1.68	1.78	1.67	1.76	1.86	1.85
A	1.30	1.35	1.44	1.63	1.64	1.65	1.57	1.74	1.74	-
S	1.30	1.37	1.41	1.68	1.62	1.63	1.48	1.67	1.86	-
O	1.34	1.40	1.46	1.67	1.68	1.67	1.60	1.91	1.90	-
N	1.33	1.43	1.53	1.75	1.79	1.81	1.94	1.94	1.96	-
D	1.52	1.37	1.56	2.07	1.96	1.88	1.98	1.93	1.96	-
Promedio m ³ /s	1.30	1.44	1.37	1.65	1.79	1.79	1.77	1.87	1.91	
Vol. anual x 10 ⁶ m ³	41.00	45.41	43.20	52.03	56.45	56.45	55.82	58.97	60.12	

SONDAJES DE CAPTACION OCOA

Esta batería de sondajes inició su operación en Octubre de 1971 manteniéndose su explotación hasta el mes de Junio de 1975. La estadística disponible es la siguiente:

Mes	Caudales Medios Mensuales (l/seg)				
	71	72	73	74	75
E	-	-	70	68	20
F	-	-	71	60	18
M	-	98	80	49	20
A	-	93	89	20	20
MY	-	83	100	20	20
J	-	76	100	17	8
JL	-	101	100	20	-
A	-	67	92	20	-
S	-	100	92	20	-
O	5	100	87	20	-
N	28	100	100	20	-
D	-	39	82	20	-
Promedio	-	71.4	88.6	29.5	8.83
Vol. anual x 10 ⁶ m ³	-	2.25	2.79	0.93	0.28

Para el cálculo del volumen anual se ha supuesto una operación continua durante 24 (hrs./dfa).

SERVICIO AGUA POTABLE CATEMU

Año	Mes	Vol (m ³)
1978	J	10.080
	JL	14.570
	A	14.570

La bomba tiene una capacidad de 16.3 l/s y se le utiliza normalmente 8 hrs/día. Las horas de bombeo aumentan levemente en época de Verano (10 hrs/día).

El volumen anual se ha determinado considerando un caudal de 16.3 l/s durante 8 hrs/día en el período Otoño-Invierno (6 meses) y hrs/día en Primavera-Verano (6 meses).

EXPLOTACION ENAMI EN CONCON

El agua extraída de 3 sondajes ubicados en puente Colmo es consumida en la Planta ENAMI de Ventanas. Se utiliza un valor medio diario de 1.200 m^3 lo cual implica un consumo anual de 438.000 m^3 . El caudal instantáneo de los sondajes alcanza a 20 l/s y son operados aproximadamente durante 12 (hrs/día).

SERVICIO AGUA POTABLE SAN ESTEBAN

Año	Mes	Vol (m^3)
1978	E	23.860
	F	23.904
	M	26.928
	A	22.176
	MY	18.720
	J	16.416

El volumen anual ha sido estimado en el doble del volumen explotado durante los primeros seis meses de 1978.

SERVICIO AGUA POTABLE DE QUILLOTA

Año	Mes	Volumen m ³	
		Planta San Pedro	Planta Parrones
1978	MY	8.955	172.000
	J	7.506	147.640
	JL	8.401	177.170
	A	8.401	180.460

Pozo Cobarrubias

Produce 48 l/s durante 24 hrs/día a lo largo de todo el año.

Pozo Alfaro

Produce 35 l/s y funciona durante 24 hrs/día en período de verano. En invierno es bombeado 24 hrs/día pero sólo 10 días al mes.

Al no disponer de mayor estadística, se ha supuesto volumen mensuales de 8.500 m³ en la Planta San Pedro y 180.000 m³ Planta Parrones. Además, el pozo Cobarrubias representa un volumen anual de 1.513.728 m³ y el pozo Alfaro, un volumen anual de 725.760 m³.

ENAP - CONCON

Año	Mes	Volumen m ³	
		Pozos en desembocadura	Lajarillas
1976	E	250.094	58.580
	F	255.717	52.786
	M	269.883	64.260
	A	240.407	-
	MY	273.302	-
	J	239.667	-
	JL	250.425	-
	A	260.575	-
	S	246.685	21.407
	O	205.441	14.536
	N	208.257	28.228
	D	288.858	53.328
1977	E	279.957	24.173
	F	231.045	19.965
	M	252.462	54.265
Período Abril-Diciembre sin antecedentes			
1978	E	230.573	57.934
	F	199.125	37.065
	M	205.941	48.220
	A	194.400	53.730
	MY	205.612	74.351
	J	188.862	55.789
	JL	206.562	-
	A	197.461	62.656
	S	163.320	50.033 */

Resumen:

Año 1976 = 3.282.436 m³
 Año 1978 (a Septiembre) = 2.231.634 m³

Se ha adoptado como volumen anual de explotación el registrado en el año 1976.

*/ Sólo 26 días.

PLANTA AGUA POTABLE DE NOGALES
(Pozos N^{os} CZ 351 y 362)

Año	Mes	Volumen (m ³)
1976	D	18.406
1977	E	19.586
	F	6.360
	M	17.473
	A	15.352
	MY	13.219
	J	11.954
	JL	11.287
	A	14.272
	S	17.364
	O	19.013
	N	21.007
	D	21.640
1978	E	22.905
	F	20.374
	M	21.513
	A	17.998
	M	14.274
	J	21.589
	J	11.740
	A	12.400

Resumen:

Año 1977 = 188.527 m³
 Año 1978 (a Agosto) = 142.793 m³

Se ha adoptado un volumen igual al registrado durante el período de los últimos 12 meses (221.817 m³)

SERVICIO AGUA POTABLE HIJUELAS

Año	Mes	Horas de bombeo	
		Bomba 1	Bomba 2
1978	F */	36	50
	M	177	177
	A	146	147
	MY	153	173
	J	160	150
	JL	147	137
	A	151	140

Capacidad bombas:

Bomba 1 = 29 l/s
 Bomba 2 = 22 l/s

Resumen:

Año 1978 (período Marzo-Agosto) = 170.691 m³

Se ha supuesto un volumen anual de 380.000 m³ (levemente superior al doble del registrado) con el objeto de considerar el aumento de consumo que se produce en el período Primavera - Verano.

*/ Anotado sólo desde 22 al 28.

SERVICIO AGUA POTABLE SAN FELIPE

Año	Mes	Horas de bombeo		
		Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3
1977	E	382.5	235.0	237.0
	F	409.0	468.0	451.0
	M	455.5	513.0	423.0
	A	491.5	393.0	386.0
	MY	375.0	326.0	414.0
	J	382.0	337.0	400.0
	JL	369.0	336.0	376.0
	A	315.0	388.0	432.0
	S	211.0	454.0	475.0
	O	384.0	477.0	479.0
	N	426.0	455.0	452.0
	D	507.0	489.0	488.0
1978	E	471.0	484.0	483.0
	F	427.5	409.5	411.5

Capacidad bombas:

Bomba 1 = 85 l/s
 Bomba 2 = 73 l/s
 Bomba 3 = 83 l/s

Resumen:

Año 1977 = 4.218.478 m³.

SERVICIO AGUA POTABLE LLAY-LLAY

Año	Mes	Volumen m ³	
		Pozo N°939	Drenes Lo Campo
1977	E	45.818	52.359
	F	41.888	47.292
	M	40.145	52.359
	A	37.890	50.670
	MY	31.497	52.359
	J	26.262	50.670
	JL	22.723	47.461
	A	21.662	50.096
	S	23.197	49.800
	O	34.915	51.460
	N	41.381	49.800
	D	45.818	52.359
1978	E	46.934	52.762
	F	41.384	47.656
	M	43.148	45.539
	A	39.720	42.050
	MY	37.231	45.539
	J	34.563	39.119
	JL	32.333	39.277
	A	35.751	45.818

Resumen:

Año 1977 = 1.019.881 m³
 Año 1978 (a Agosto) = 668.824 m³

Tratándose de una explotación muy uniforme, se ha adoptado el volumen extraído durante el año 1977 como volumen anual de explotación.

SERVICIO AGUA POTABLE LOS ANDES
(Pozos N°s 914 - 915 - 1.134)

Año	Mes	Volumen (m ³)
1977	MY	86.904
	J	142.862
	JL	120.816
	A	119.376
	S	226.728
	O	196.344
	N	304.308
	D	362.055
1978	E	393.104
	F	304.603
	M	393.901
	A	192.466
	MY	277.395
	J	350.500

El volumen de explotación anual se ha estimado en 3.242.000, vale decir, igual al registrado en los últimos 12 meses (1977-78).

SERVICIO AGUA POTABLE LA CALERA

Año	mes	Volumen (m ³)			
		Pozo N°500	Pozo N°815	Pozo N°814	Pozo Lautaro
1976	D	71.736	42.485	30.132	-
1977	E	57.798	41.496	26.676	-
	F	60.395	34.503	23.400	-
	M	58.720	39.636	26.532	-
	A	59.943	37.948	25.920	8.700
	MY	76.912	41.383	26.460	-
	J	61.904	37.127	11.574	9.975
	JL	64.080	38.425	25.308	15.903
	A	54.284	39.906	25.308	15.903
	S	57.600	35.280	25.920	14.904
	O	58.760	36.325	26.784	15.066
	N	56.240	33.614	25.632	14.958
	D	60.648	38.799	19.476	35.125
1978	E	61.110	38.718	23.698	31.150
	F	55.692	35.613	22.661	32.875
	M	59.120	31.948	25.194	36.600
	A	65.429	41.702	25.920	34.425
	MY	53.875	42.775	26.622	33.550
	J	56.960	38.448	25.632	15.275
	JL	71.834	35.917	27.918	14.425
	A	60.762	32.604	28.158	15.850

Resumen:

Año 1977 = 1.601.250 m³
 Año 1978 (a Agosto) = 1.202.460 m³
 período últimos 12 meses 1.757.591 m³

Este último valor ha sido adoptado como volumen anual explotado por este Servicio de agua potable.