



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

INFORME TÉCNICO

**APLICACIÓN DEL
MODELO HIDROGEOLÓGICO
VALLE PAN DE AZÚCAR**

S.D.T. N° 176

AGOSTO 2004

EQUIPO DE TRABAJO

Departamento de Estudios y Planificación (DEP)

Jefe Departamento : Ing. Sr. Carlos Salazar M.
Jefa Área Modelación : Ing. Sra. Ana María Gangas P.
Ingeniero Area Modelación: Sr. Alvaro San Martín N.

INDICE

<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
I. Aspectos Generales.....	1
II. Modelo Hidrogeológico Pan de Azúcar.....	2
1. Descripción General.....	2
2. Descripción Modelación Hidrogeológica.....	6
3. Aplicación del Modelo Hidrogeológico.....	19
4. Resultados de la Operación del Escenario “Julio 2002”.....	20
5. Análisis de los Resultados.....	28
5.1 Validación de los Niveles de Agua Subterránea.....	35
6. Recomendación.....	37
III. Anexos	
Anexo 1: Contraste de Niveles Observados v/s Calculados	
Anexo 2: Levantamiento de Derechos Subterráneos	
Anexo 3: Balance Másico por Períodos de Estrés	
Anexo 4: Niveles Estáticos en Pozos de observación DGA	

I. Aspectos Generales

La Dirección General de Aguas efectuó a través de un contrato, el estudio “CONTROL Y EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS IV REGIÓN, ESTUDIO Y MODELO HIDROGEOLÓGICO VALLE PAN DE AZÚCAR”, desarrollado por AC INGENIEROS CONSULTORES LTDA. en 1998, destinado a efectuar una evaluación del recurso subterráneo del valle Pan de Azúcar, referido a los denominados acuíferos Culebrón y Lagunillas, mediante un modelo de simulación hidrogeológico.

Dicho estudio contempló el análisis de distintas alternativas de explotación, entre las que fueron generadas varias alternativas de escenarios de aprovechamiento, sobre la base de hipótesis de cambios en las tasas de explotación subterránea así como en las recargas provenientes de riego y, por supuesto, la construcción del respectivo modelo de simulación hidrogeológico.

El presente informe tiene por objetivo efectuar una aplicación del modelo referido sobre la base de analizar la demanda a partir de las nuevas captaciones de aguas subterráneas considerando un período de simulación de 40 años.

Como objetivos específicos se distinguen:

1. Describir resumidamente las características del modelo hidrogeológico.
2. Definir el escenario de demanda que se analizará.
3. Evaluar la respuesta del sistema hidrogeológico frente a la demanda.
4. Efectuar una validación de los niveles calculados.

II. Modelo Hidrogeológico Pan de Azúcar

1. Descripción General

El valle Pan de Azúcar se ubica en la IV región de Coquimbo, a unos 8 Km. al sur de la ciudad de La Serena, posee un desarrollo agrícola importante y en menor medida industrial y minero. La figura 1.1 muestra un mapa general de la zona.

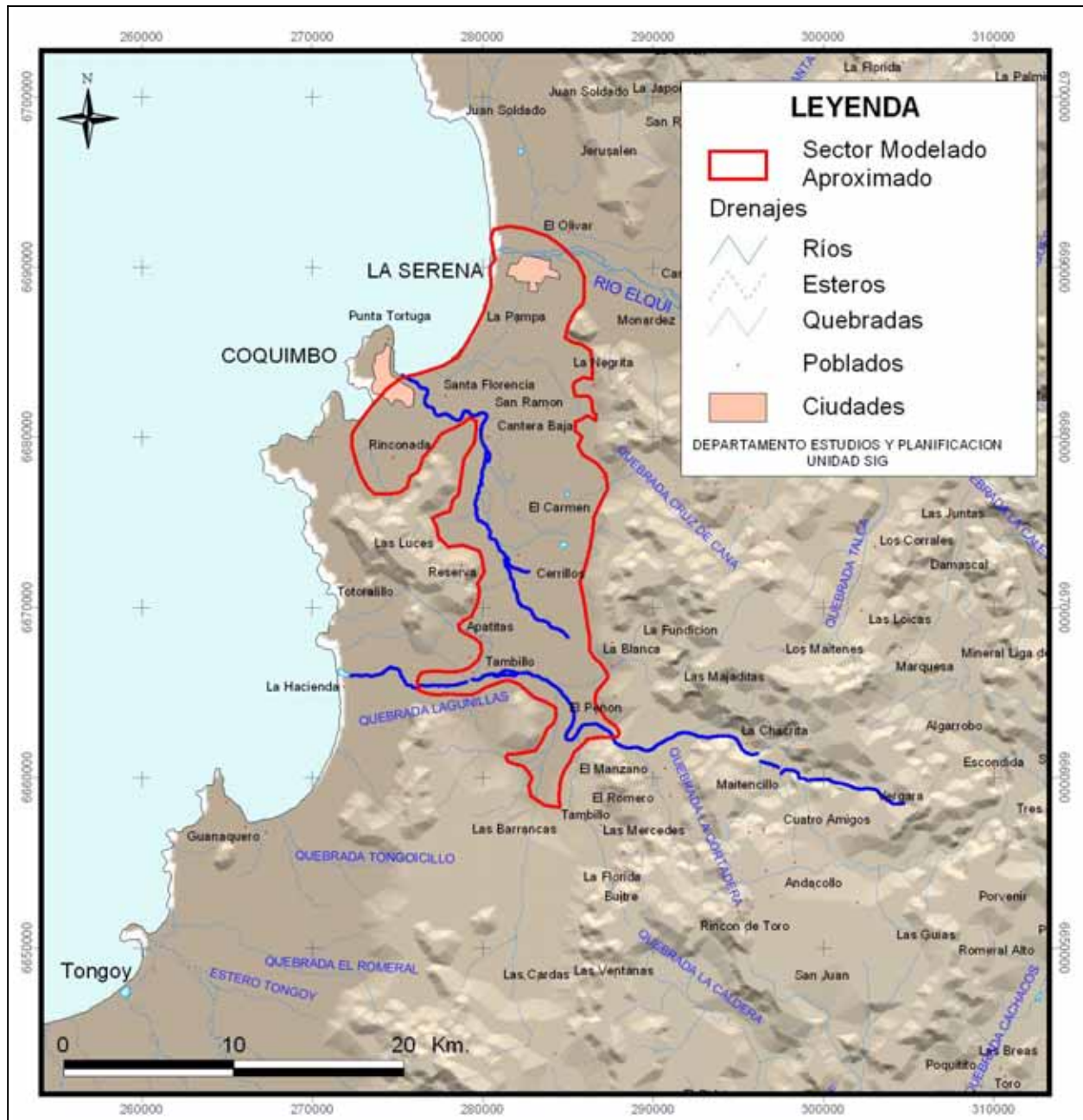


Figura 1.1: Valle Pan de Azúcar (aproximación)

El área de estudio comprende el valle Pan de Azúcar y está inserta en el polígono de coordenadas E: 275.000 por el oeste, E: 290.000 por el este, N: 6.687.000 por el norte y N: 6.660.000 por el sur, ésta se presenta en la figura 1.2. El área de estudio considera por el sur las quebradas La Cortadera (1) y Las Cardas (2), por el este las quebradas Martínez (3), Cruz de Caña (4) y La Laja (5), por el oeste las quebradas Lagunillas (6), El Sauce (7) y Agua de Romero (8) y por el norte la quebrada Peñuelas (9) y el océano Pacífico (10). El principal drenaje superficial corresponde al estero Culebrón, el que desemboca en el océano.

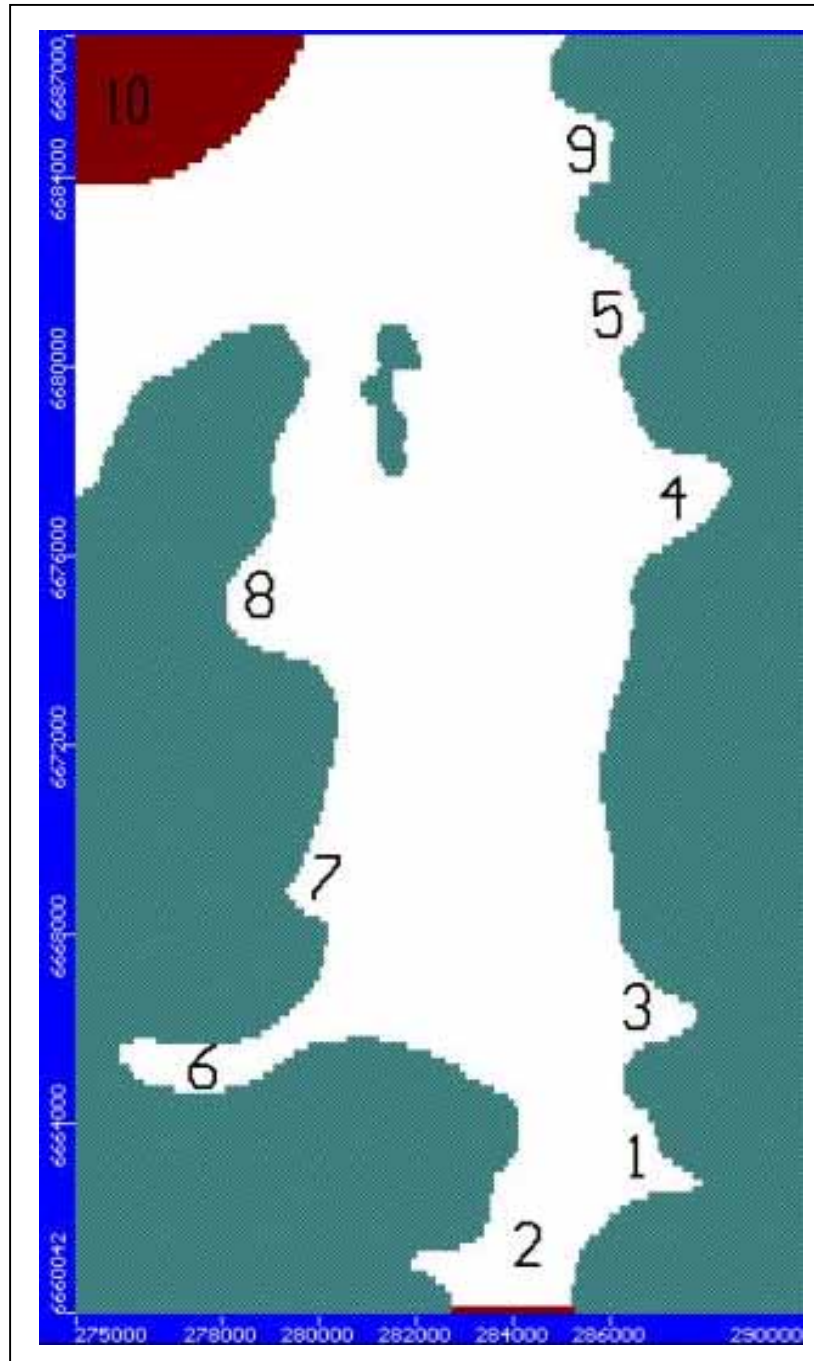


Figura 1.2: Área Modelo acuífero Pan de Azúcar

Los antecedentes relevantes para la construcción conceptual del modelo, contenidos en los estudios: (1) “ESTUDIO HIDROGEOLOGICO CERRILLOS-PAN DE AZÚCAR, IV REGIÓN” efectuado por SITAC en 1996 y (2) “ESTUDIO Y MODELO HIDROGEOLOGICO, VALLE PAN DE AZÚCAR” realizado por AC INGENIEROS CONSULTORES Ltda.” en 1998, se sintetizan a continuación:

- a) Valle cuyo basamento rocoso se encuentra a una profundidad media sobre los 300 metros, con máximos de 800 metros en el sector Corazón de María y 700 metros en El Sauce.
- b) Se identifican tres estratos o capas: el estrato superior corresponde a granulometrías arcillosas, las que en sectores se vuelven casi impermeables, su espesor varía entre los 20 y 40 metros. El estrato inmediatamente inferior lo conforman varias capas de distintas granulometrías, presentándose alternancias de capas permeables y poco permeables, su espesor varía entre 30 y 40 metros. El tercer estrato tiene contacto con el basamento rocoso y se tienen pocos antecedentes de él, pero se trataría de capas semi permeables e impermeables.
- c) Las mayores permeabilidades, según las pruebas de bombeo, son del orden de $1 \cdot 10^{-3}$ (m/s) y corresponden a transmisibilidades del orden de 1000 ($m^2/día$).
- d) En el valle existe una disminución drástica de la transmisibilidad en el sector del cordón Pan de Azúcar debido a depositación de finos provenientes de los cerros.
- e) La principal recarga del acuífero proviene del drenaje de cuencas laterales por medio de las quebradas La Cortadera, Las Cardas, Martínez entre otras. En menor grado también existe recarga debida a la infiltración de riego predial y de precipitaciones.
- f) Las descargas naturales en forma de escorrentía superficial son el estero Culebrón y en forma de Dren la quebrada Lagunillas, mientras que las descargas naturales en forma subterránea son la quebrada Peñuelas, el estero Culebrón y el mar.
- g) En cuanto a las descargas artificiales, existían según catastro (1997) un total de 163 pozos, de los cuales 115 estaban en uso, de ellos 83 están insertos en el área de interés. La explotación promedio el año 1993 fue de 563 (l/s), mientras que el año 1997 alcanzo a 607 (l/s).
- h) En cuanto a los niveles freáticos, estos muestran un sostenido descenso entre los años 1992 y 1997 en particular en la zona ubicada entre Santa Filomena y Lagunillas. El descenso varía entre 7 y 10 metros.

Balance

En la modelación se cuantificaron como valores de referencia para la calibración los valores mostrados en la tabla 1.1, para las variables que influyen en el comportamiento del acuífero (valores promedios 1992 a 1997):

Tabla 1.1: Balance Conceptual Modelo Pan de Azúcar

	IN (l/s)	OUT (l/s)
Aporte subterráneo desde quebradas laterales	116	
Recarga (Riego, Precipitación, Esteros)	14	
Flujo subterráneo de entrada en cabecera del valle	5	
Bombeos		585
Flujo subterráneo saliente		s/i
Flujo superficial saliente (como dren)		s/i
TOTAL	414	585+*
DIFERENCIA		-(171+*)

*: corresponde a los flujos salientes no cuantificados

s/i: sin información

- Las recargas por concepto de aportes por quebradas y de infiltración de riego fueron obtenidas con el M.P.L.¹ para el período histórico comprendido entre abril 1951 a marzo 1998.
- Según las estadísticas el invierno de 1997 fue extremadamente lluvioso en la zona por lo que es considerado como un período de bombeo con datos poco representativos, por tal motivo, en definitiva se utilizó en el balance como valor de calibración de Aportes desde Quebradas Laterales el promedio del período de calibración, pero obviando los datos de dicho invierno. Por lo tanto el valor de referencia quedó en 116 (l/s) y no en 395 (l/s) como es el promedio aritmético.

¹ M.P.L.: Corresponde a un modelo de simulación pluvial mensual que permite la generación de caudales medios mensuales en cuenca pluviales no controladas.

2. Descripción Modelación Hidrogeológica

La modelación hidrogeológica ha sido desarrollada mediante la utilización del software VISUAL MODFLOW, versión 2.61.

A continuación se describe como está conformado el modelo hidrogeológico y su respectivo funcionamiento, donde se tomó en cuenta que los principales condicionamientos funcionales que singularizan al sistema son: que los estratos acuíferos más importantes de la zona obtienen su recarga principalmente desde el extremo suroriente del valle, donde confluyen las quebradas que drenan las cuencas aportantes de mayor extensión y, por otro lado, que la variable externa que más condiciona la evolución temporal y espacial del sistema son los bombeos o extracciones de agua, dada su condición de desequilibrio dinámico.

- El sistema se encuentra conformado por tres estratos característicos sobreyacentes entre sí, extendidos sobre todo el dominio, por lo tanto, se definen 3 layer de la siguiente forma:

Terreno

Aquitardo	K_1	~ 0.008 (m/día)
Acuífero	$K=K_{eq}$	~ 3 a 86 (m/día)
Acuífero	$K_2 < K_{eq}$	~ 0.04 (m/día)

+ + + + + + + + + + + + +

- En la figura 2.2 se aprecia la estratificación del acuífero en la columna número 95, identificada en la figura 2.1.

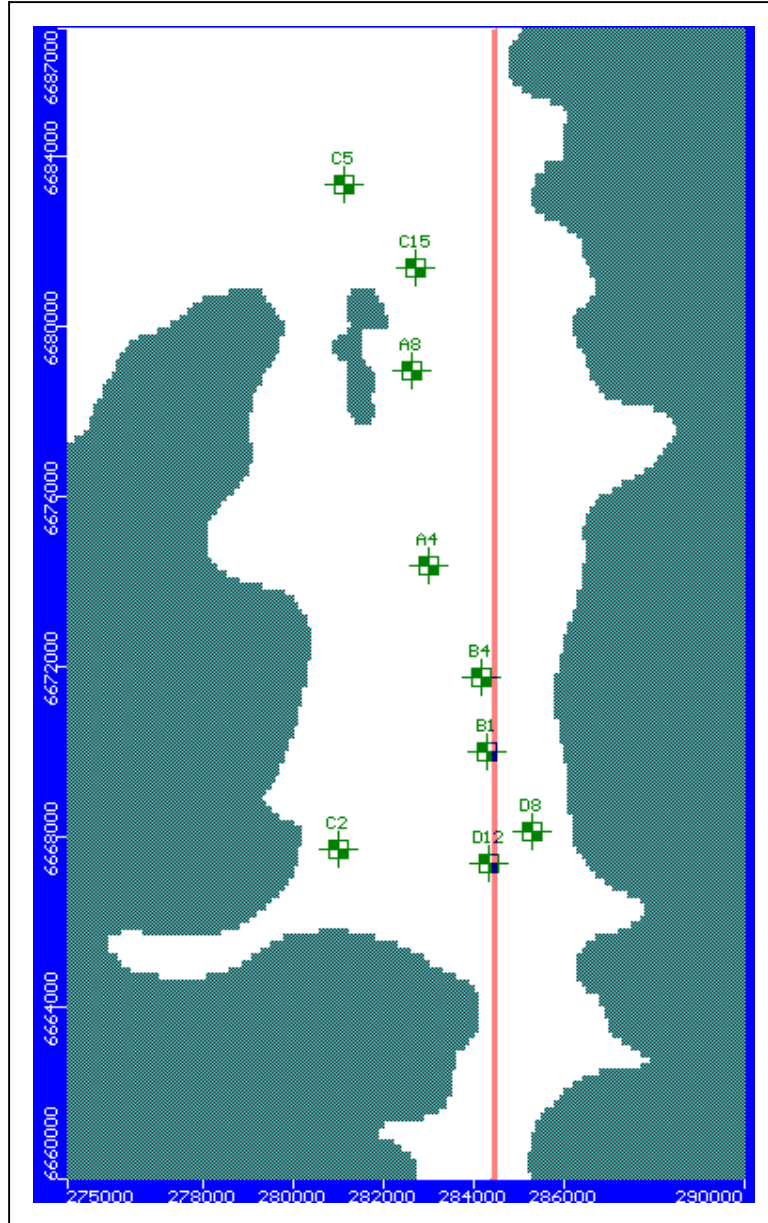


Figura 2.1: Vista en planta de columna N° 95

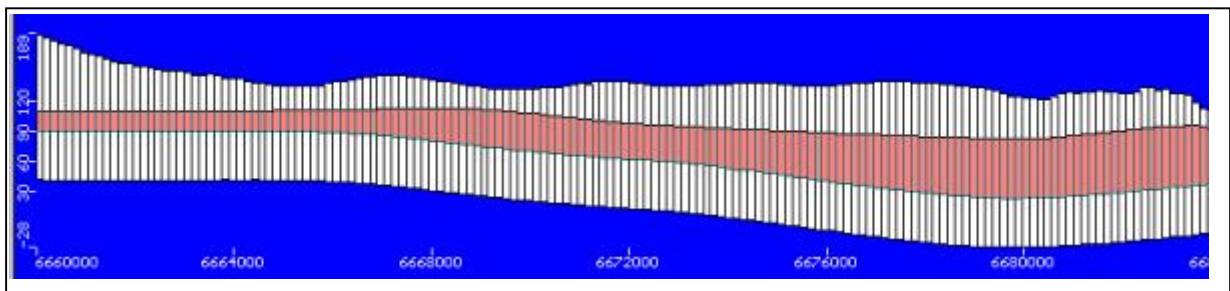


Figura 2.2: Estratos en Perfil Longitudinal correspondiente a columna N° 95

- El número definido de columnas (sentido Oeste-Este) es de 150 y el de filas (sentido Sur-Norte) es de 180. Entonces, hay un total de 27000 celdas en planta, con un ancho de 100 metros en sentido Oeste-Este y de 150 metros en sentido Sur-Norte.
- El período de simulación para la calibración comprende 2010 días entre el 01 de abril de 1992 y el 30 de septiembre de 1997.
- Los períodos de estrés fueron adoptados semestralmente de acuerdo a la regla de bombeo de pozos del valle (del 01 de abril al 30 de septiembre y del 01 de octubre al 31 de marzo), por lo tanto el número de períodos de estrés utilizados en la calibración fue de 11.
- Las condiciones de entrada por aportes laterales se representaron a través de, por un lado, con una condición de borde de nivel constante (135 m.s.n.m.) en la cabecera del valle, correspondiente al extremo sur del modelo (quebrada La Cortadera) y, por otro lado, instalando pozos de inyección en las quebradas desde las cuales existen aportes según el M.P.L. En total se inyectan en promedio 191,59 (l/s). En la tabla 2.1 se detalla el lugar, número de pozos de inyección usados y el caudal promedio aportado.

Tabla 2.1: Pozos de Inyección utilizados en Modelo Pan de Azúcar

| SECTOR | Nº POZOS | CAUDAL MEDIO INYECTADO |
|--|----------|------------------------|
| Quebrada La Laja | 6 | 3.96 (l/s) |
| Quebrada Cruz de Caña | 7 | 11.88 (l/s) |
| Varias (entre Q. Cruz de Caña y Q. Martínez) | 9 | 8.64 (l/s) |
| Quebrada Martínez | 5 | 15.29 (l/s) |
| Quebradas La Cortadera y Las Cardas | 10 | 123.31 (l/s) |
| Quebrada El Sauce | 5 | 5.27 (l/s) |
| Quebrada Agua de Romero | 5 | 10.93 (l/s) |

- La condición de salida está representada por medio de dos condiciones de borde de nivel constante, la primera en el límite costero, cuyo nivel lógicamente es de 0 m.s.n.m. y la segunda en la quebrada Lagunillas, cuyo nivel se sitúa en 85 m.s.n.m.
- Los pozos de observación utilizados como referencia para simular los niveles de agua subterránea, son puntos de observación que la DGA posee en el área de interés. Estos se describen en la tabla 2.2, y su respectiva ubicación dentro del valle se aprecia en la figura 2.3.

Tabla 2.2: Pozos de Observación del valle Pan de Azúcar

| POZO | U.T.M. (E) | U.T.M. (N) | COTA (m.s.n.m.) |
|---------------|------------|------------|-----------------|
| 2950-7110-C5 | 281.150 | 6.683.320 | 58,10 |
| 2959-7110-C15 | 282.700 | 6.681.350 | 58,90 |
| 3000-7110-A4 | 283.010 | 6.674.380 | 66,00 |
| 3000-7110-A8 | 282.620 | 6.678.940 | 50,40 |
| 3000-7110-B1 | 284.300 | 6.669.990 | 85,60 |
| 3000-7110-B4 | 284.170 | 6.671.760 | 78,50 |
| 3000-7110-C2 | 281.000 | 6.667.700 | 81,00 |
| 3000-7110-D8 | 285.300 | 6.668.130 | 98,90 |
| 3000-7110-D12 | 284.340 | 6.667.400 | 95,30 |

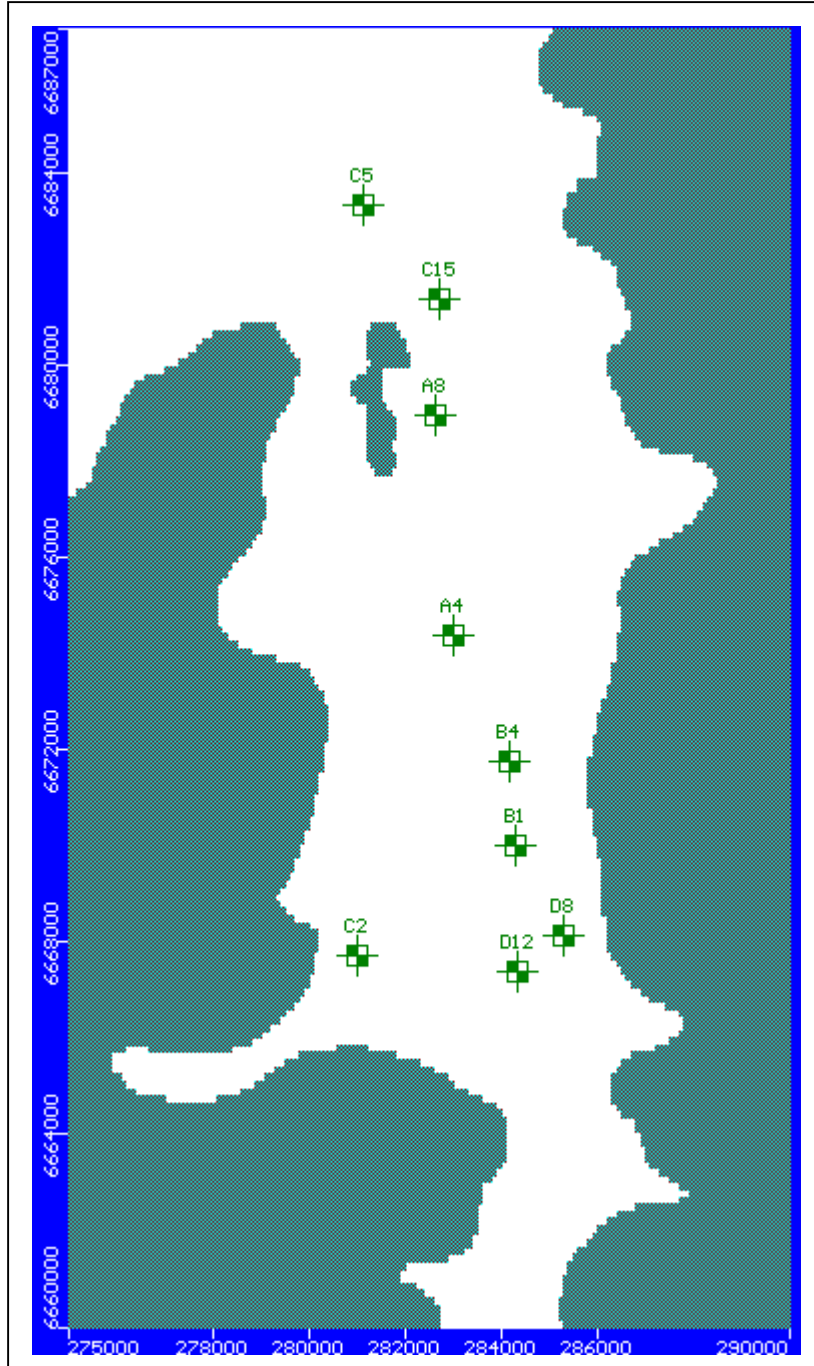


Figura 2.3: Ubicación Espacial de los Pozos de Observación

- La recarga superficial proveniente de riego y precipitación se dividió en sectores, los cuales corresponden a las zonas de riego del Modelo de Operación del Sistema (M.O.S.)² para la estimación de las recargas potenciales. La figura 2.4 muestra la sectorización de recargas utilizada y la tabla 2.3 los valores asociados a cada sector.

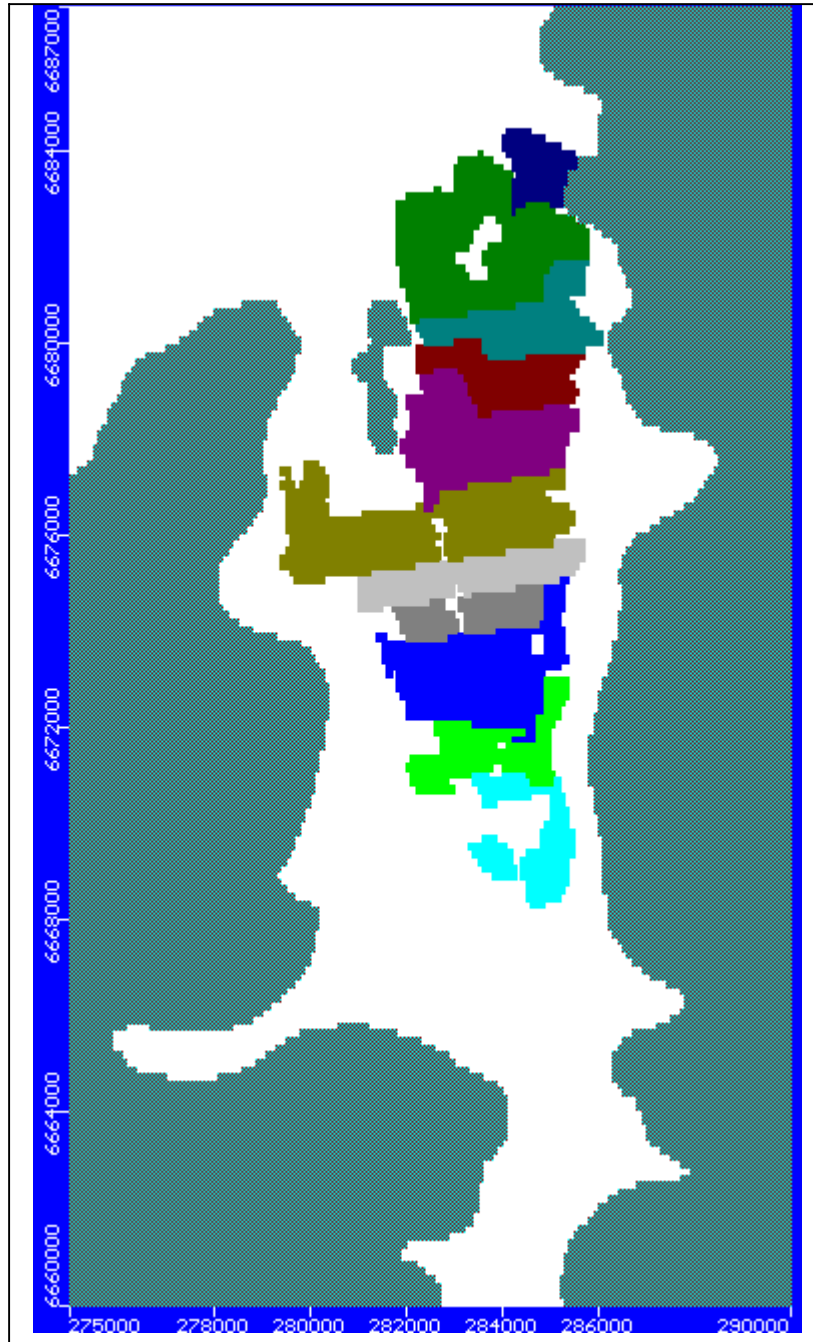














Figura 2.4: Distribución de Recargas

² Corresponde a un Modelo de Operación del Sistema que se empleó para determinar las precolaciones provenientes del riego de cultivos.

Tabla 2.3: Propiedades de Recarga en Modelo Pan de Azúcar

| PROPIEDAD | PERÍODO (días) | RECARGA (mm/año) |
|---|----------------|------------------|
|  | 0 a 14610 | 0 |
|  | 0 a 14610 | 117 |
|  | 0 a 14610 | 148 |
|  | 0 a 14610 | 126 |
|  | 0 a 14610 | 156 |
|  | 0 a 14610 | 160 |
|  | 0 a 14610 | 153 |
|  | 0 a 14610 | 158 |
|  | 0 a 14610 | 149 |
|  | 0 a 14610 | 150 |
|  | 0 a 14610 | 218 |
|  | 0 a 14610 | 138 |

- Del proceso de calibración se destacan algunos resultados como distribuciones de permeabilidades, distribuciones del coeficiente de almacenamiento, distribución de zonas de recarga y el balance general del sistema, los cuales se muestran en las figuras 2.5 a 2.9 a continuación:

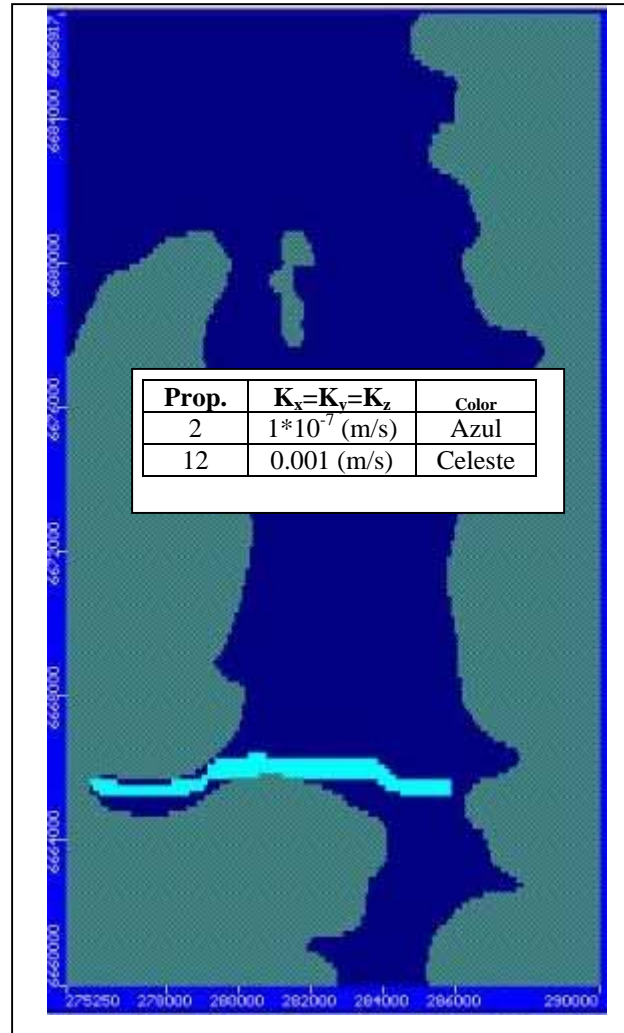


Figura 2.5: Distribución de Permeabilidades en estrato 1

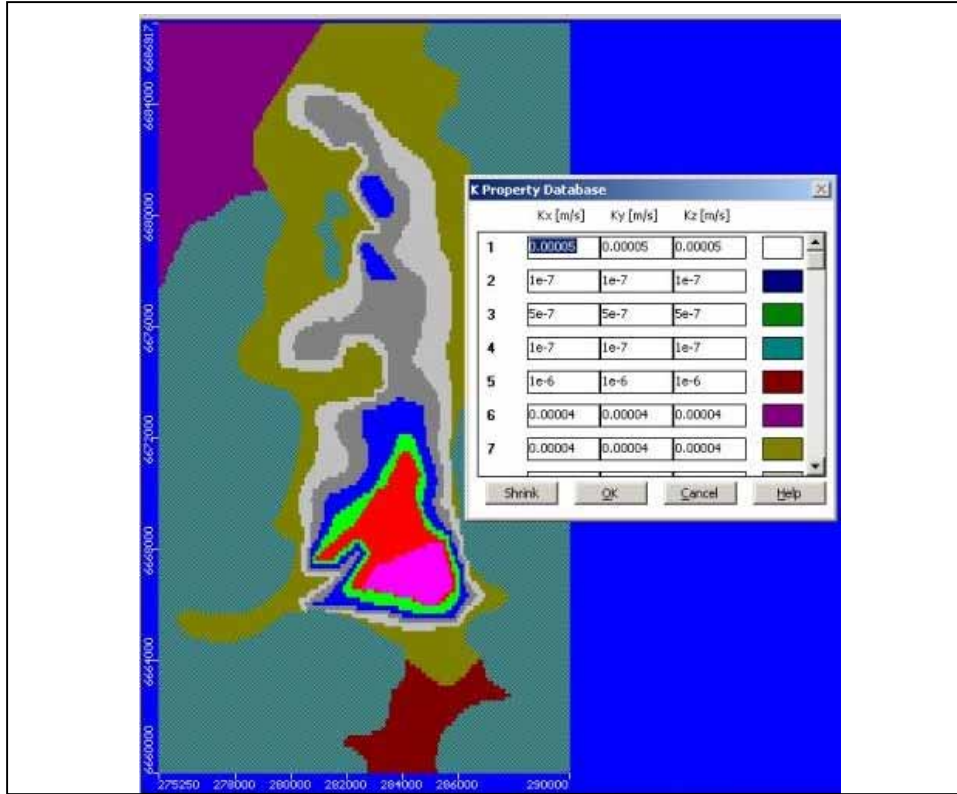


Figura 2.6: Distribución de Permeabilidades en estrato 2

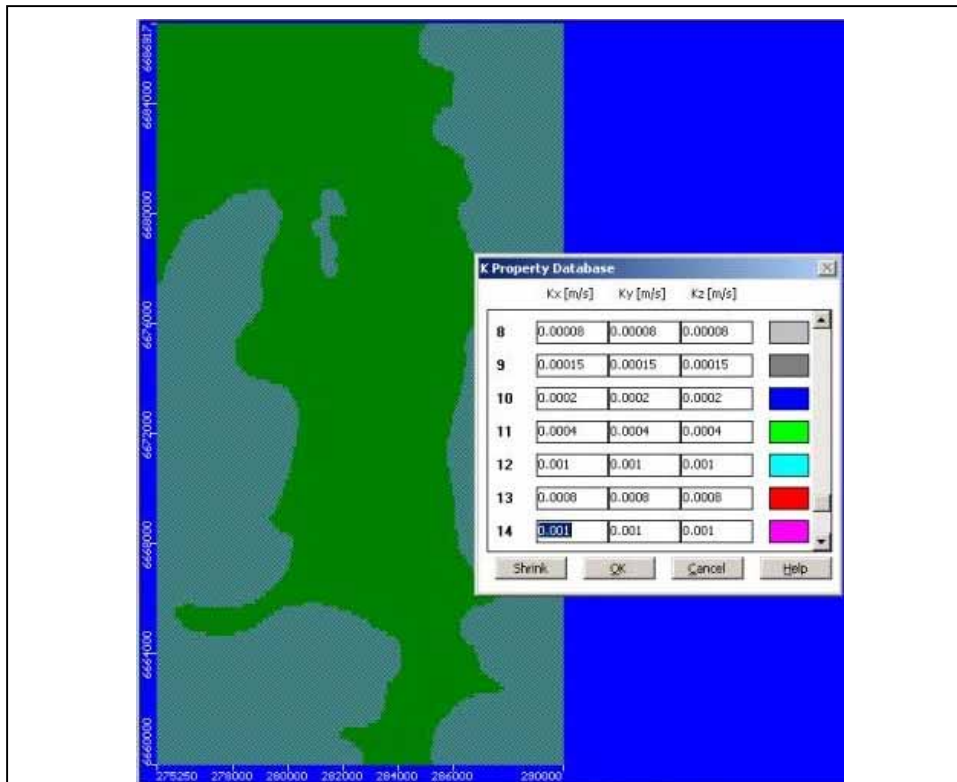


Figura 2.7: Distribución de Permeabilidades en estrato 3

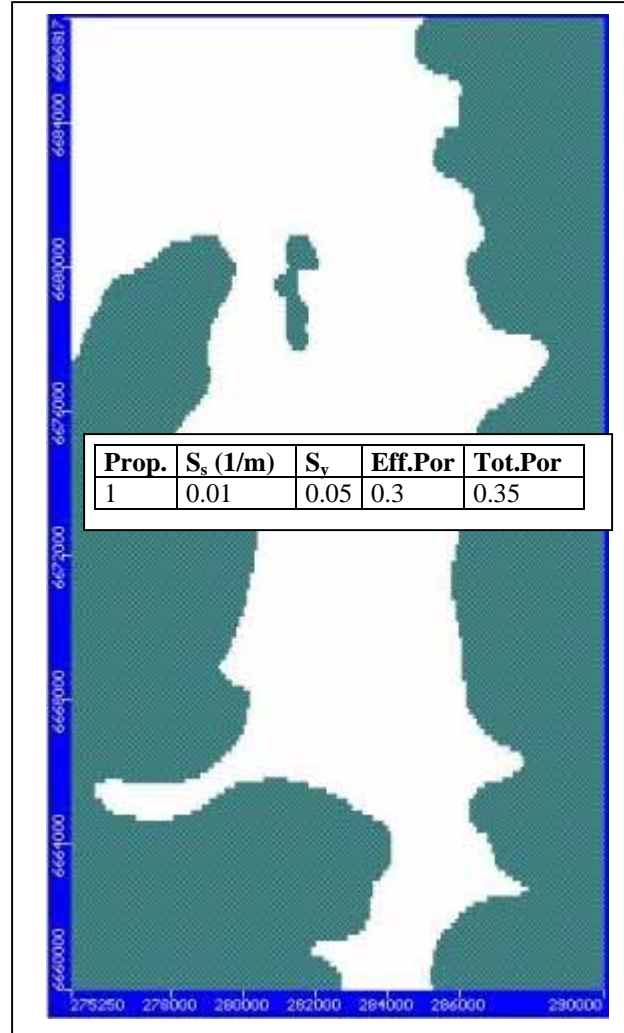


Figura 2.8: Distribución del Coeficiente de Almacenamiento en estratos 1 y 3

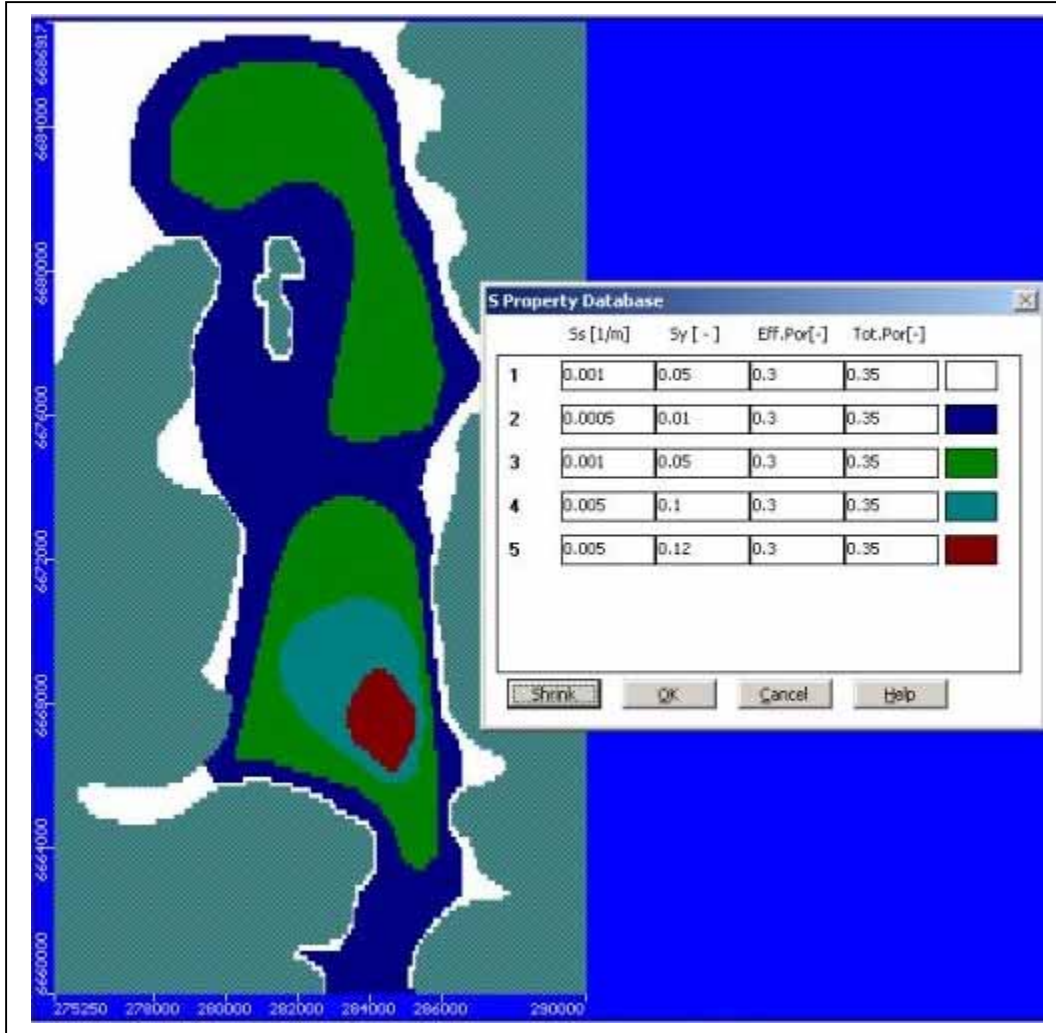


Figura 2.9: Distribución del Coeficiente de Almacenamiento en estrato 2

- Con respecto a los niveles calculados y al balance másico, la calibración arrojó los siguientes resultados:

Tabla 2.4: Balance de la Calibración en Modelo Pan de Azúcar

| BALANCE | IN (l/s) | OUT (l/s) |
|--|----------|-----------|
| Aporte subterráneo desde quebradas laterales | 191.59 | |
| Recarga (Riego, Precipitación, Esteros) | 114.58 | |
| Flujo subterráneo de entrada en cabecera del valle | 0.62 | |
| Bombeos | | 577.86 |
| Flujo subterráneo saliente | | 115.08 |
| Flujo superficial saliente (como dren) | | 38.39 |
| TOTAL | 306.79 | 731.33 |
| RMS Normalizado: 3.17% | | |
| MAE (error medio absoluto): 3.77 m | | |

El contraste de los niveles observados versus los niveles calculados se presenta en Anexo 1.

Por otro lado, la modelación contempló la generación y simulación de escenarios, los que se describen a continuación:

Se generaron cinco escenarios, cuyas características se describen en la tabla 2.5.

Tabla 2.5: Descripción de los Escenarios del Modelo Pan de Azúcar

| ELEMENTO DEL MODELO | ESCENARIO N°1 | ESCENARIO N°2 | ESCENARIO N°3 | ESCENARIO N°4 | ESCENARIO N°5 |
|----------------------------------|--|---|---|---|--|
| Tiempo total de simulación | 40 años | 47 años | 47 años | 39.5 años | 47 años |
| Número de períodos de simulación | 80 períodos | 94 períodos | 94 períodos | 79 períodos | 94 períodos |
| Recarga por excedentes de riego | Constantes e iguales al promedio histórico del período 1951 a 1998 | Constantes e iguales al promedio histórico del período 1951 a 1998 | Constantes e iguales al doble del promedio histórico del período 1951 a 1998 | Constantes e iguales al doble del promedio histórico del período 1951 a 1998 | Constantes e iguales al doble del promedio histórico del período 1951 a 1998 |
| Bombeo desde pozos | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual) para toda la simulación | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual), pero solo los pozos con derechos y los construidos desde 1976 hacia atrás | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual), pero solo los pozos con derechos y los construidos desde 1976 hacia atrás | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual), pero solo los pozos con derechos y los construidos desde 1976 hacia atrás y los pozos usados para riego se les duplicó el caudal de explotación | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual) para toda la simulación |

Además, las recargas fueron obtenidas a través de modelación (M. P. L.) para el período histórico comprendido entre Abril de 1951 y Marzo de 1998. Las recargas por riego se han calculado con el promedio histórico del período 1957 a 1998.

Por otra parte, es necesario mencionar que la información disponible en medios magnéticos sobre el modelo de simulación del valle Pan de Azúcar, posee un escenario base y los cinco antes mencionados, de los cuales solo están operables el base y el n° 5. Además, el escenario base posee las mismas condiciones del escenario n° 1, es decir, funciona para 80 períodos de estrés (40 años), los bombeos corresponden al de los últimos dos semestres de la calibración para toda la simulación y las recargas por excedentes de riego son constantes e iguales al promedio histórico del período 1951 a 1998.

Tabla 2.6: Descripción del Escenario Base

| ELEMNTTO DEL MODELO | ESCENARIO BASE |
|----------------------------------|--|
| Tiempo total de simulación | 40 años |
| Número de períodos de simulación | 80 períodos |
| Recarga por excedentes de riego | Constantes e iguales al promedio histórico del período 1951 a 1998 |
| Bombeos desde pozos | Bombeo de los últimos dos semestres de la calibración (explotación actual) para toda la simulación |

3. Aplicación del Modelo Hidrogeológico

Se procedió a operar el modelo de simulación Pan de Azúcar disponible en base a información proveniente del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), según el levantamiento de derechos subterráneos ingresados hasta el día 31 de julio de 2002, para la zona acuífera denominada Culebrón-Lagunillas (Ver Anexo 2).

El catastro de pozos actualizado posee un total de 235 pozos con derechos concedidos o en trámite, los que poseen derechos por un caudal efectivo de 1719,22 (l/s). Del total de pozos, 7 se presentan sin coordenadas y 80 se encuentran fuera de los límites del dominio acuífero de interés, por lo que se tienen 148 pozos dentro del área de estudio que cuentan con derechos por un caudal efectivo de 1408,5 (l/s). De los 148 pozos existentes, 68 de ellos corresponden a nuevas extracciones.

El siguiente paso fue realizar una simulación del modelo utilizando el escenario base existente, al cual se le cambió el archivo de pozos, de extensión VMW, por uno actualizado a Julio de 2002. Por lo tanto, la simulación se llevo a cabo con las características descritas del escenario base más la incorporación de los 68 nuevos pozos de bombeo que extraen un caudal efectivo adicional de 669,65 (l/s). Este nuevo escenario se identifica como “**Julio 2002**”.

4. Resultados de la Operación del Escenario “Julio 2002”

A continuación se entregan los resultados obtenidos de la operación del modelo:

- Niveles y Movimiento del Agua Subterránea

En la figura 4.1 se presenta el comportamiento del nivel freático en los pozos de observación para el período simulado por el escenario.

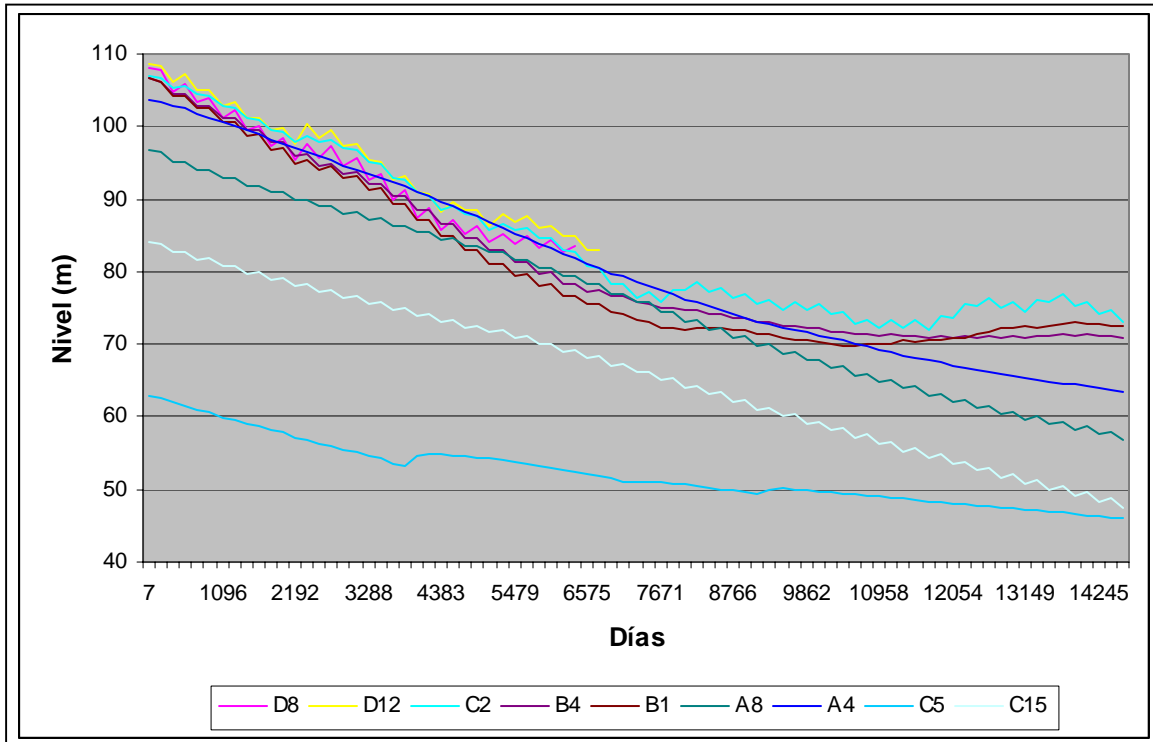


Figura 4.1: Comportamiento del nivel freático en los pozos de observación

En las figuras 4.2 y 4.3 se muestra el comportamiento del nivel freático por medio de curvas equipotenciales para los períodos de estrés inicial y final en el estrato 2.

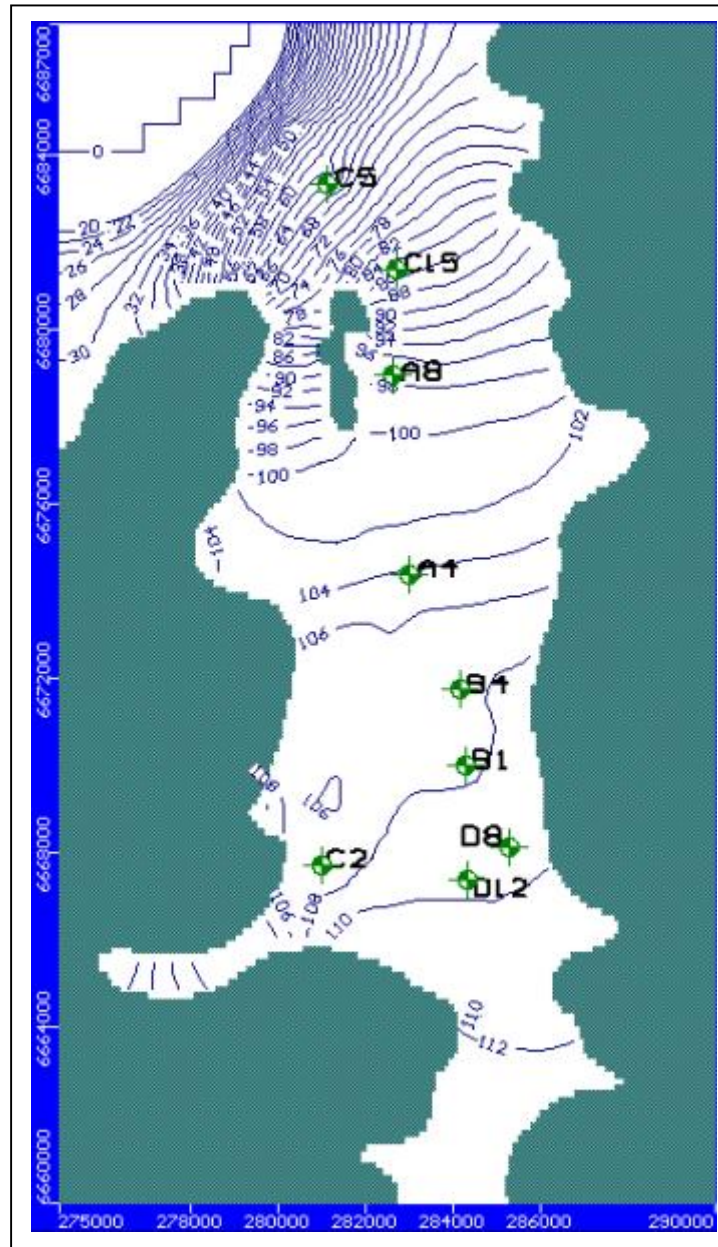


Figura 4.2: Nivel Freático en período de estrés 1 (estrato 2)

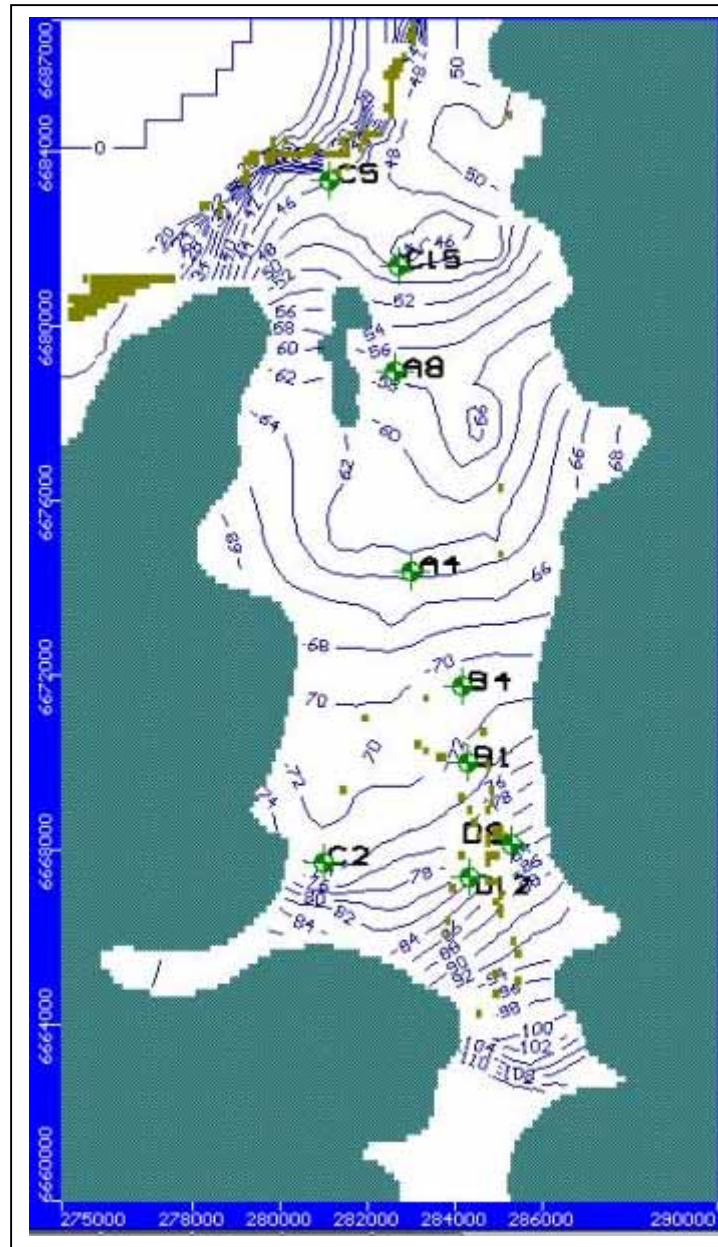


Figura 4.3: Nivel Freático en período de estrés 80 (estrato 2)

En las figuras 4.4 y 4.5 se muestra el descenso del nivel freático por medio de curvas de isodescenso de nivel para los períodos de estrés inicial y final.

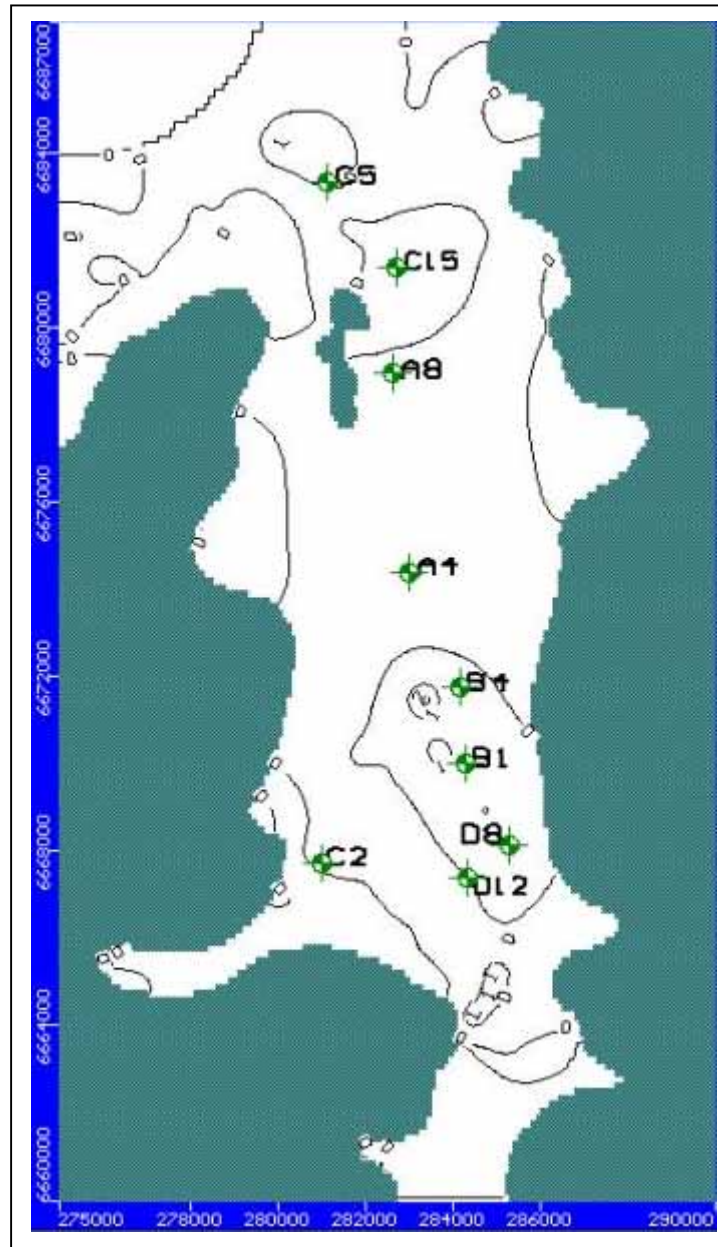


Figura 4.4: Curvas de isodescenso de nivel en período de estrés 1

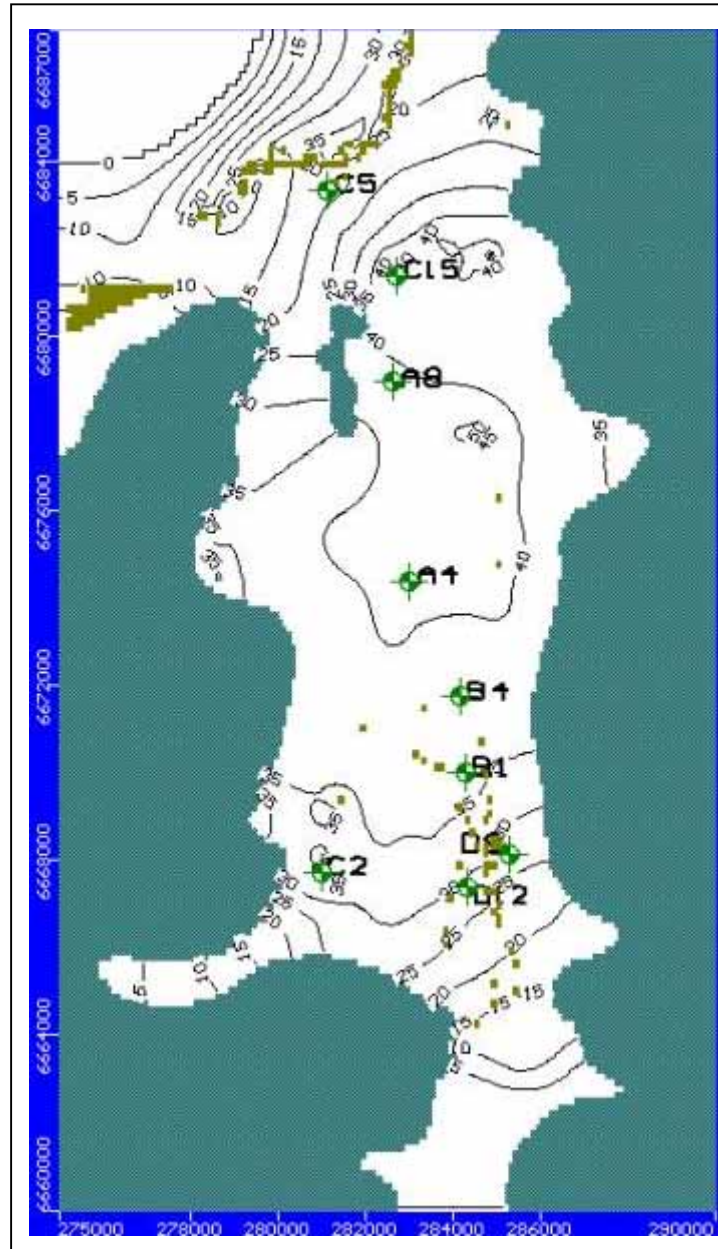


Figura 4.5: Curvas de isodrensis de nivel en período de estrés 80

En las figuras 4.6 y 4.7 se muestra la dirección del flujo subterráneo para los períodos de estrés inicial y final.

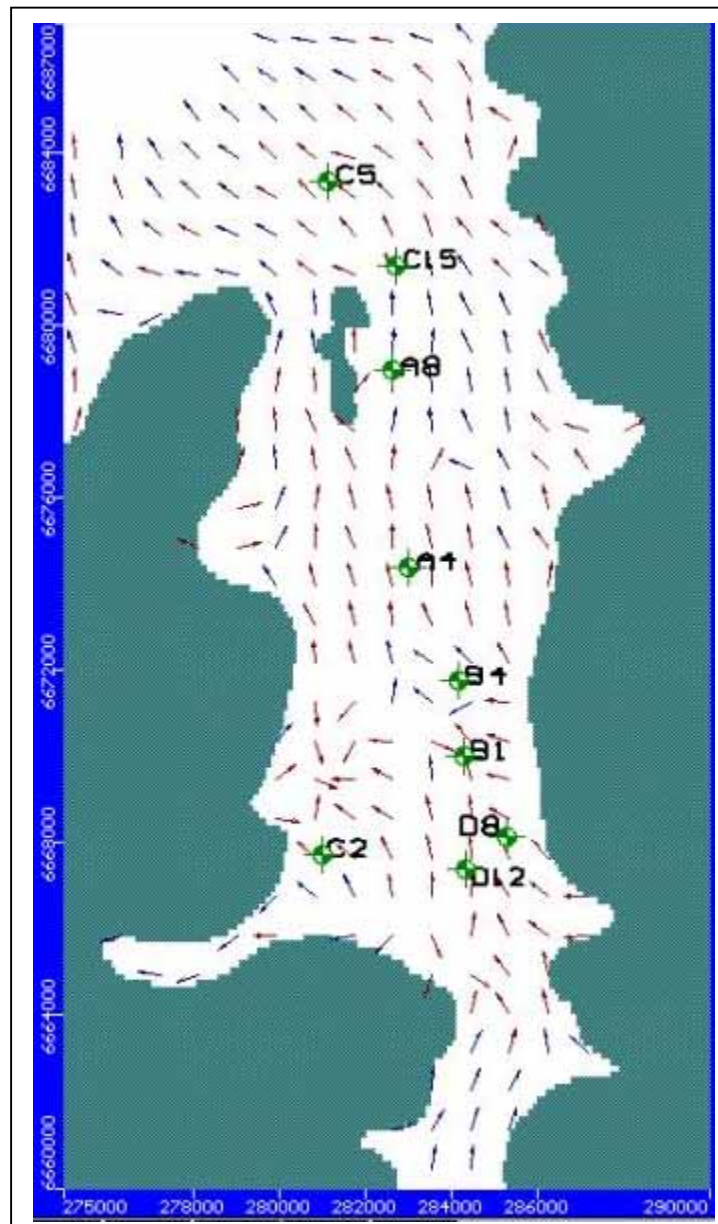


Figura 4.6: Dirección del Flujo en período de estrés 1 (estrato 2)

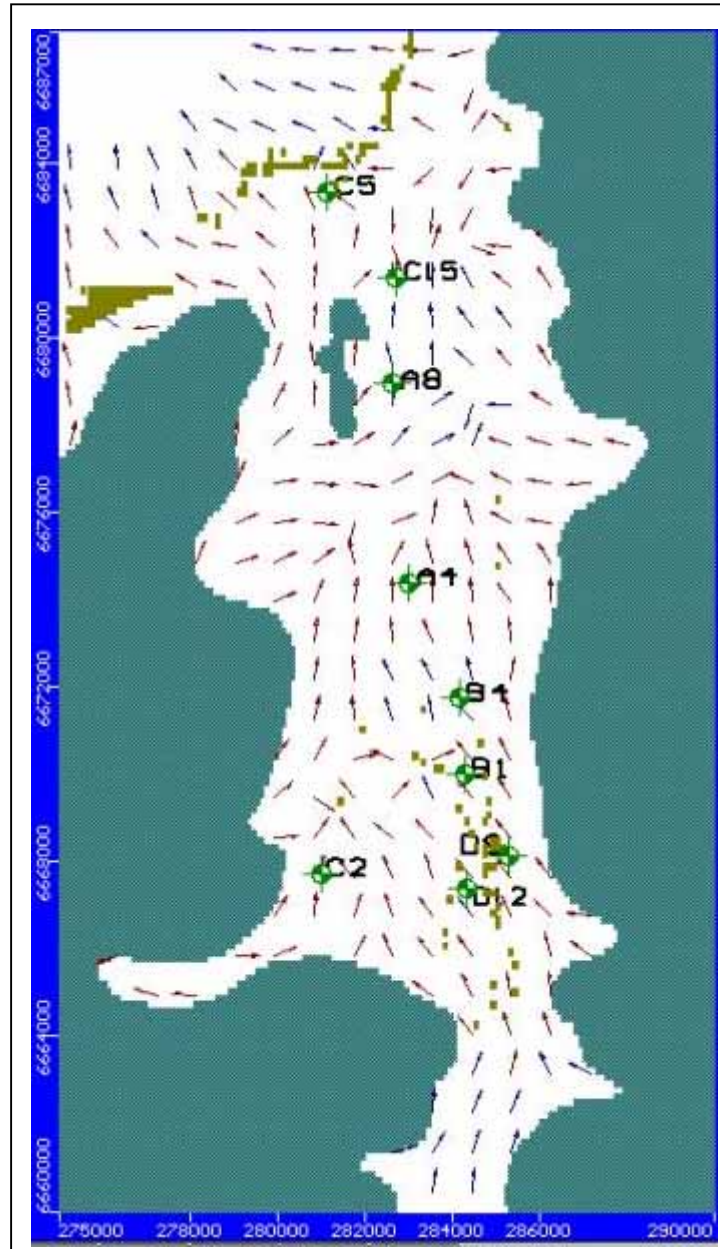


Figura 4.7: Dirección del Flujo en período de estrés 80 (estrato 2)

- Balance

En la tabla 4.1 se muestra el balance promedio obtenido de la operación del modelo para 40 años. El balance en detalle por período de estrés se muestra en Anexo 3.

Tabla 4.1: Balance Máscico Medio del Escenario “Julio 2002”

| Caudal (l/s) | C. Head | Wells | Drains | Recharge | Total |
|---------------------|----------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|
| Inflows | 0.63 | 170.62 | 0 | 114.58 | 285.83 |
| Outflows | 79.23 | 617.09 | 9.62 | 0 | 705.94 |
| Diferencia | | | | | -420.11 |

5. Análisis de los Resultados

Los niveles freáticos obtenidos como resultado de la operación del modelo para el nivel de explotación fijado no logran estabilización, mostrando un sostenido descenso a lo largo del período contemplado por el escenario. Cabe mencionar que en los casos en que los niveles de los pozos de observación (D-08, D-12, B-4, B-1 y C-2) se estabilizan, ello es producto de la desactivación de pozos por secado de celdas. La figura 5.1 permite una visualización del fenómeno.

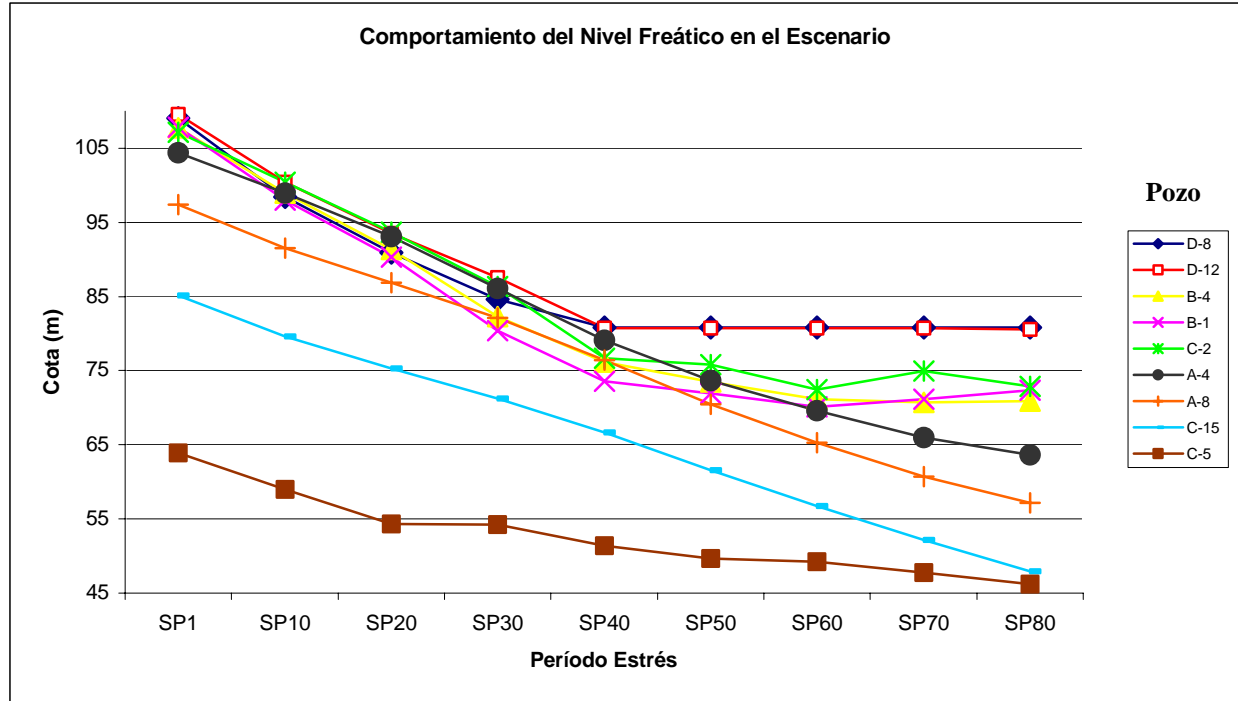


Figura: 5.1: Nivel Freático en Pozos de Observación en Modelo Pan de Azúcar

Además, tal como se aprecia en la tabla 5.1, el acuífero presenta un descenso medio superior a 33 metros entre el período de estrés N° 1 y el N° 80 con una tasa de descenso media de algo más de 0.83 metros al año.

Tabla 5.1: Diferencias de Nivel en el Escenario

| | DIFERENCIA | TASA |
|--------------|--------------|---------------|
| POZO | NIVEL (m) | DESCENSO |
| | | NIVEL (m/año) |
| D-8 | 28.28 | 0.71 |
| D-12 | 29.00 | 0.73 |
| B-4 | 36.90 | 0.92 |
| B-1 | 35.42 | 0.86 |
| C-2 | 34.27 | 0.86 |
| A-4 | 40.72 | 1.02 |
| A-8 | 40.28 | 1.01 |
| C-15 | 37.19 | 0.93 |
| C-5 | 17.76 | 0.44 |
| MEDIA | 33.31 | 0.83 |

De las figuras que muestran los descensos se observa que el fenómeno afecta a todo el dominio acuífero, además, a medida que transcurre el tiempo de funcionamiento del modelo los descensos se incrementan, así, se aprecia que hacia el período de estrés N° 80 (año 40) casi la totalidad del dominio acuífero muestra descensos superiores a 30 metros e incluso se distingue un sector en que se alcanza los 40 metros.

Al analizar el comportamiento espacial de las áreas con mayores descensos a través del tiempo se tiene que en el período de estrés N° 20 (año 10) los mayores registros (15 a 20 metros) se restringen a la parte alta del valle, esto es, desde la confluencia de las quebradas La Cortadera, Martínez y Lagunillas hasta el sector de San Antonio, alrededor de la coordenada N 6.672.000, esto sin alcanzar el sector poniente del valle. En el período de estrés N° 40 (año 20) se observa que los mayores registros se encuentran en el mismo sector que en el año 10, pero ahora superan los 30 metros, además, existe una gran zona cuyos descensos superan los 20 metros y que comprende desde la parte alta del valle hasta las inmediaciones del cerro Pan de Azúcar y se extiende a lo ancho de todo el valle. En el período de estrés N° 60 (año 30) se aprecia el área que en el año 20 poseía registros sobre los 20 metros ahora muestra descensos superiores a los 30 metros y se extiende un poco más hacia la costa. Por último, en el período de estrés N° 80 (año 40) el área con descensos por sobre los 30 metros se sigue extendiendo hacia el sector costero llegando hasta la coordenada N 6.683.300, además de generarse una zona cuyos descensos superan los 40 e incluso los 50 metros en la parte media del valle, entre las localidades de Santa Filomena y el cerro Pan de Azúcar. La figura 5.2 presenta la situación de los descensos en el período de estrés N° 80 (año 40).

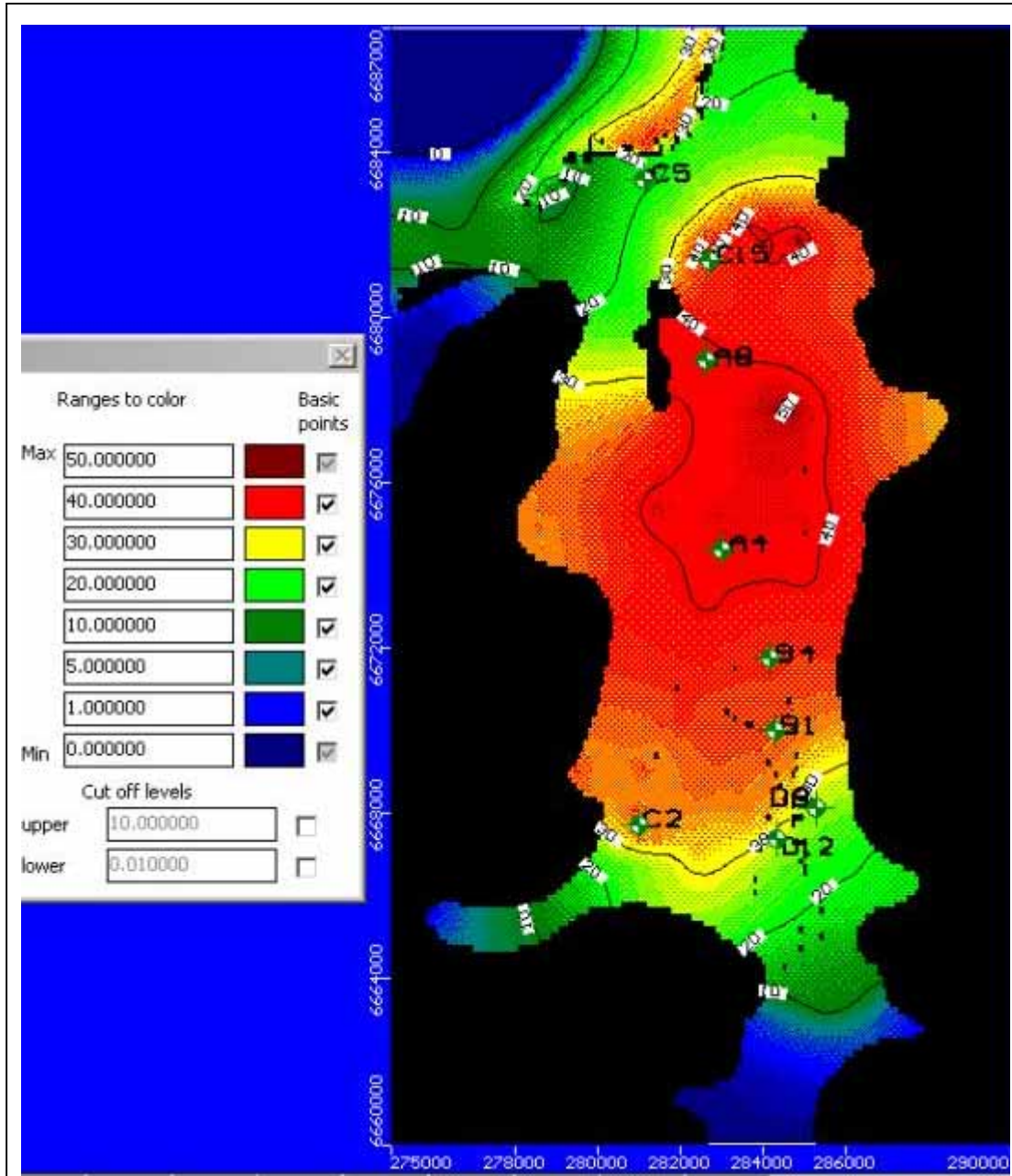


Figura 5.2: Distribución de Depresiones en Período de Estrés 80

De las curvas de nivel equipotenciales se aprecia el secado paulatino de celdas del estrato superior a través del tiempo, llegando a quedar casi completamente seco al cabo de 40 años. Sin embargo, el estrato siguiente y mayor fuente del recurso subterráneo del valle presenta problemas en el sector costero de Peñuelas y hacia el sur de la ruta La Cantera (sector bajo) y, en sectores puntuales en la parte alta del valle donde existen pozos con bombeos considerables, los que terminan por desactivarse al ocurrir un secado total de la celda.

Además, las líneas que indican la dirección del flujo muestran un comportamiento casi homogéneo hacia el mar en el período de estrés N° 1 (año 1), en cambio, en el período de estrés N° 80 (año 40) se aprecia un comportamiento heterogéneo en el cual el flujo no solo busca la parte baja del valle sino, que se dirige hacia determinados pozos o agrupaciones de pozos. Este comportamiento estaría indicando amplios conos de depresión y/o un gradiente significativo que sea capaz de provocar un cambio en la dirección del flujo subterráneo. Así, se observa que hacia el sector del cerro Pan de Azúcar se produce un cambio de sentido del flujo, el que se presenta con mayor claridad a medida que aumenta el tiempo de simulación.

Por otra parte, el balance promedio de la operación del modelo durante un período de 40 años arroja un desequilibrio entre las entradas y salidas de agua al sistema acuífero Pan de Azúcar, este desequilibrio se traduce en un caudal de aproximadamente 420 (l/s), equivalentes a 13.24 (Mm³/año). Esta diferencia se refleja en la variación del almacenamiento del acuífero.

Al observar los resultados obtenidos en el balance general del sistema se tiene que la extracción promedio por bombeo, durante el período simulado, alcanza a 617.9 (l/s), sin embargo, la incorporación de los 68 nuevos puntos de extracción debió haber agregado una demanda adicional de 669.65 (l/s) la que en conjunto con la previamente existente debió llegar a un caudal de bombeo de 1247.51 (l/s), el que no es alcanzado debido a la desactivación de pozos al registrarse secado de celdas.

En la figura 5.3 es posible apreciar la evolución de las extracciones durante el período de simulación, de acuerdo a la capacidad de oferta del acuífero. (Notar que los peak corresponden al semestre de verano).

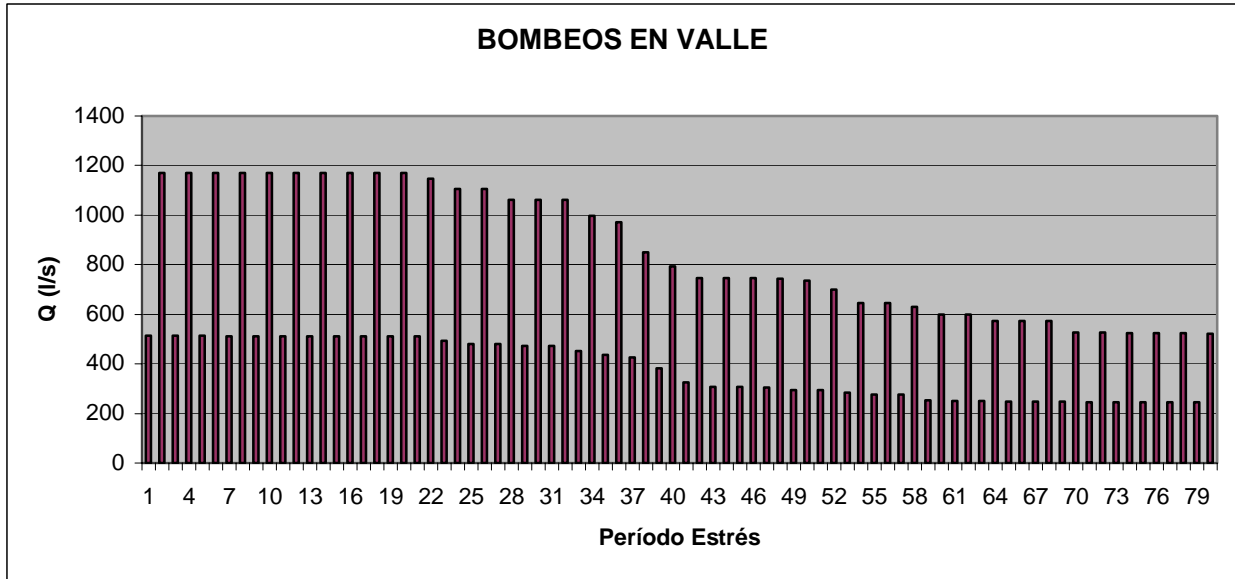


Figura 5.3: Evolución de las Extracciones en Modelo Pan de Azúcar

De la figura que muestra el comportamiento de la oferta de agua del acuífero para las demandas por bombes se observa que hasta el período de estrés N° 20 (año 10) el acuífero es capaz de satisfacer unos 1170 (l/s) por tal concepto en temporada riego, pero a contar del período de estrés N° 21 (año 11) comienza una disminución progresiva de la capacidad de bombeo en el valle, esto ocurre debido al secado de celdas que provoca la desactivación de los pozos de dichas celdas, disminuyendo así el caudal demandado provocando una desestabilización del caudal extraído. Esta tendencia se quiebra alrededor del período de estrés N° 70 (año 35), tiempo desde el cual el acuífero se muestra capaz de satisfacer en forma regular alrededor de 522 (l/s) en temporada de riego.

Otro resultado importante que se obtiene del balance es, que las condiciones de salida de agua en forma subterránea, ya sea hacia el mar o hacia la quebrada Lagunillas disminuyen su caudal progresivamente a lo largo del período simulado. De igual forma la condición de dren, es decir, el aporte del acuífero a flujos superficiales, disminuye con el transcurso del tiempo llegando a tal punto en que su aporte se vuelve nulo, esto ocurre desde el período de estrés N° 28 (año 14) en adelante.

Por otro lado, se tiene que de los aportes de agua al acuífero solo la condición de nivel en la quebrada La Cortadera varía con el funcionamiento del sistema acuífero, pero su aporte no muestra variaciones superiores a 1 (l/s). Al contrario, la recarga proveniente de riego y el aporte subterráneo desde quebradas poseen valores predeterminados por lo que no sufren variación alguna con el funcionamiento del sistema, sin embargo, se debe destacar que el aporte subterráneo desde quebradas, calculado mediante la operación del M.P.L. y que funciona mediante pozos de inyección, presenta un caudal decreciente en el tiempo, esto debido a las condiciones hidrológicas del período de calibración utilizado. La figura 5.4 muestra el caudal de recarga proveniente desde el flujo subterráneo de quebradas, donde se aprecia que el aporte es decreciente en el tiempo, la figura 5.5 con medias móviles de período cinco años confirma el fenómeno de disminución de precipitaciones en el período simulado.

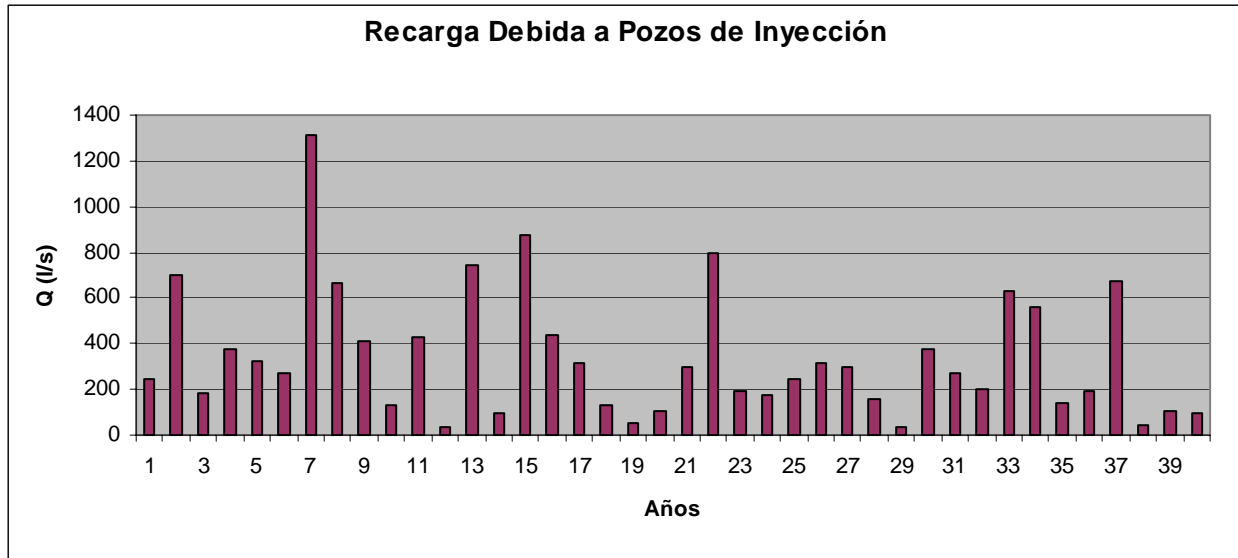


Figura 5.4: Recarga Subterránea desde Quebradas en Modelo Pan de Azúcar

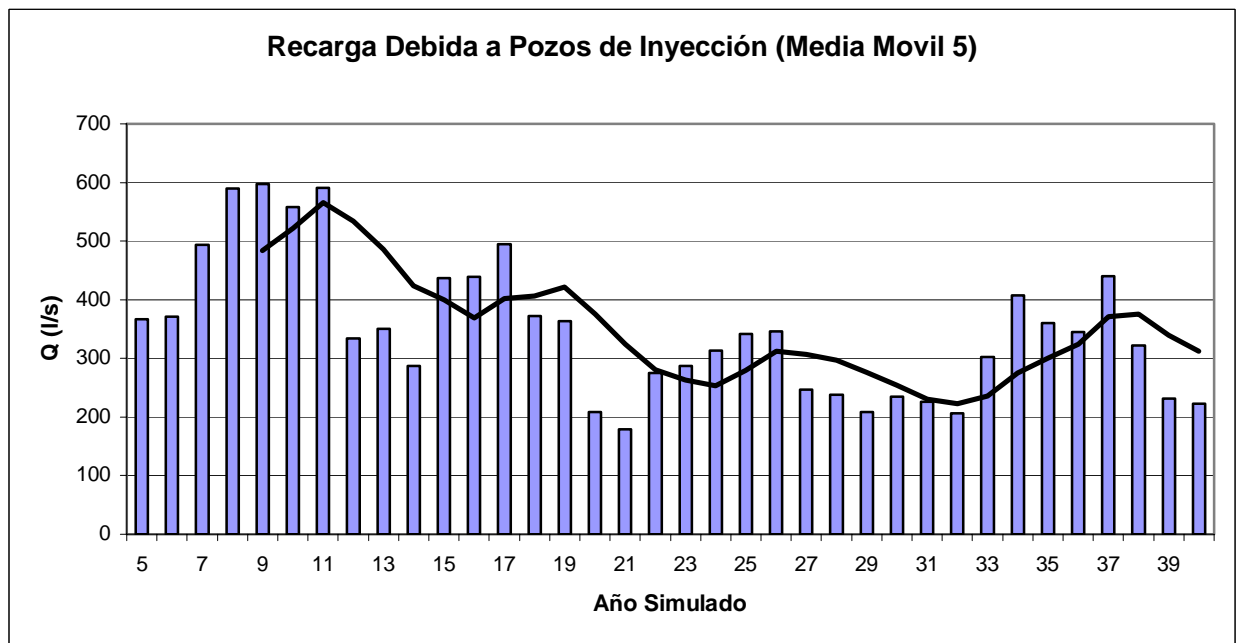


Figura 5.5: Recarga Subterránea desde Quebradas con MM5 en Modelo Pan de Azúcar

El caudal promedio aportado se observa en la tabla 5.2, de donde se aprecia que la mayor recarga se produce en el primer decenio y que ésta disminuye a través del tiempo, además se tiene que la diferencia de caudal de recarga fluctúa entre 139 (l/s) y 174 (l/s) con respecto a los primeros diez años.

Tabla 5.2: Caudal Medio por Aporte Lateral Subterráneo (Pozos de Inyección)

| Años | Q (l/s) | Diferencia Respecto al Primer Decenio (l/s) |
|-------|---------|---|
| 1-10 | 462.31 | |
| 11-20 | 322.70 | 139.61 |
| 21-30 | 288.14 | 174.17 |
| 31-40 | 291.82 | 170.40 |

Lo anterior estaría indicando que los descensos en los niveles de la napa están en gran medida relacionados con la estadística hidrológica asociada para el período de simulación, que muestra una continua disminución en la recarga del acuífero.

En cuanto al comportamiento del almacenamiento de agua en el acuífero se tiene que en promedio para el período simulado están ingresando a almacenamiento 91.50 (l/s) y están saliendo desde almacenamiento 508.73 (l/s), lo que representa una variación de almacenamiento de -417.23 (l/s) equivalentes a 13.16 (Mm³/año).

La variación de almacenamiento negativa indica que ese volumen de agua está satisfaciendo la demanda que provoca el desequilibrio y que cubre alrededor del 99.3% del volumen de desembalse.

5.1 Validación de los Niveles de Agua Subterránea

Con la finalidad de verificar la confiabilidad de los niveles de agua simulados por el modelo hidrogeológico Pan de Azúcar, se procedió a analizar las bases de datos del Banco Nacional de Aguas (BNA) en busca de información de niveles observados en estaciones del valle Pan de Azúcar, desde 1998 en adelante, para contrastar los niveles predichos por el modelo hidrogeológico.

La información recopilada permitió ubicar cinco estaciones o puntos de observación de la DGA en el valle. La información obtenida se presenta en Anexo 4.

Al comparar los niveles se tomó en cuenta que el modelo representa un escenario con las condiciones actuales de bombeo (Julio 2002), pero las demás condiciones del modelo están establecidas para el año 1997, año en que se implementó el modelo. Entonces, queda la posibilidad de establecer como primer año del modelo a 1998 o en su defecto agosto 2002-julio 2003, pero como los datos obtenidos del BNA solo poseen registros hasta el 23 de diciembre del 2002 se optó por definir a 1998 como año de inicio de la simulación.

Las ubicación de las estaciones se aprecia en la figura 5.6 y sus correspondientes niveles estáticos observador y predichos se muestran en la tabla 5.3.



Figura 5.6: Ubicación de las Estaciones en Modelo Pan de Azúcar

Tabla 5.3: Contraste de Nivel Estático en Estaciones de Observación

| ESTACIÓN | U.T.M.
NORTE | U.T.M.
ESTE | STRESS
PERIOD | N.E. (m)
OBSERVADO | N.E. (m)
PREDICHO |
|----------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| Firestone 1 | 6.683.691 | 281.656 | 6 | 29.31 a 29.62 | 28.20 |
| Santa Filomena | 6.675.711 | 283.127 | 6 | 21.09 a 22.73 | 22.30 |
| El Sauce 1 | 6.670.719 | 283.065 | 6 | 24.28 a 32.71 | 17.20 |
| Qda. Peñuelas | 6.684.451 | 282.714 | 2 | 0.9 | 18.30 |

De la tabla anterior se aprecia que en las estaciones “Firestone 1” y “Santa Filomena” los valores predichos por el modelo hidrogeológico se encuentran dentro del rango de valores observados, lo que está indicando una correcta simulación de niveles en dichos sectores. En la estación “El Sauce 1” el valor predicho del nivel estático es menor que los niveles observados en un rango entre 7.08 a 15.51 metros, lo que indica una deficiente simulación de niveles en ese sector, pero esta deficiencia provoca sobreestimación de niveles, por lo que en ningún caso el modelo está exagerando los descensos en este sector del valle. En la estación “Quebrada Peñuelas” se aprecia que el nivel estático predicho es mucho mayor que el observado en alrededor de 17 metros, lo que indica una mala simulación en este sector y una exageración en los descensos de los niveles simulados del área aledaña a dicha estación.

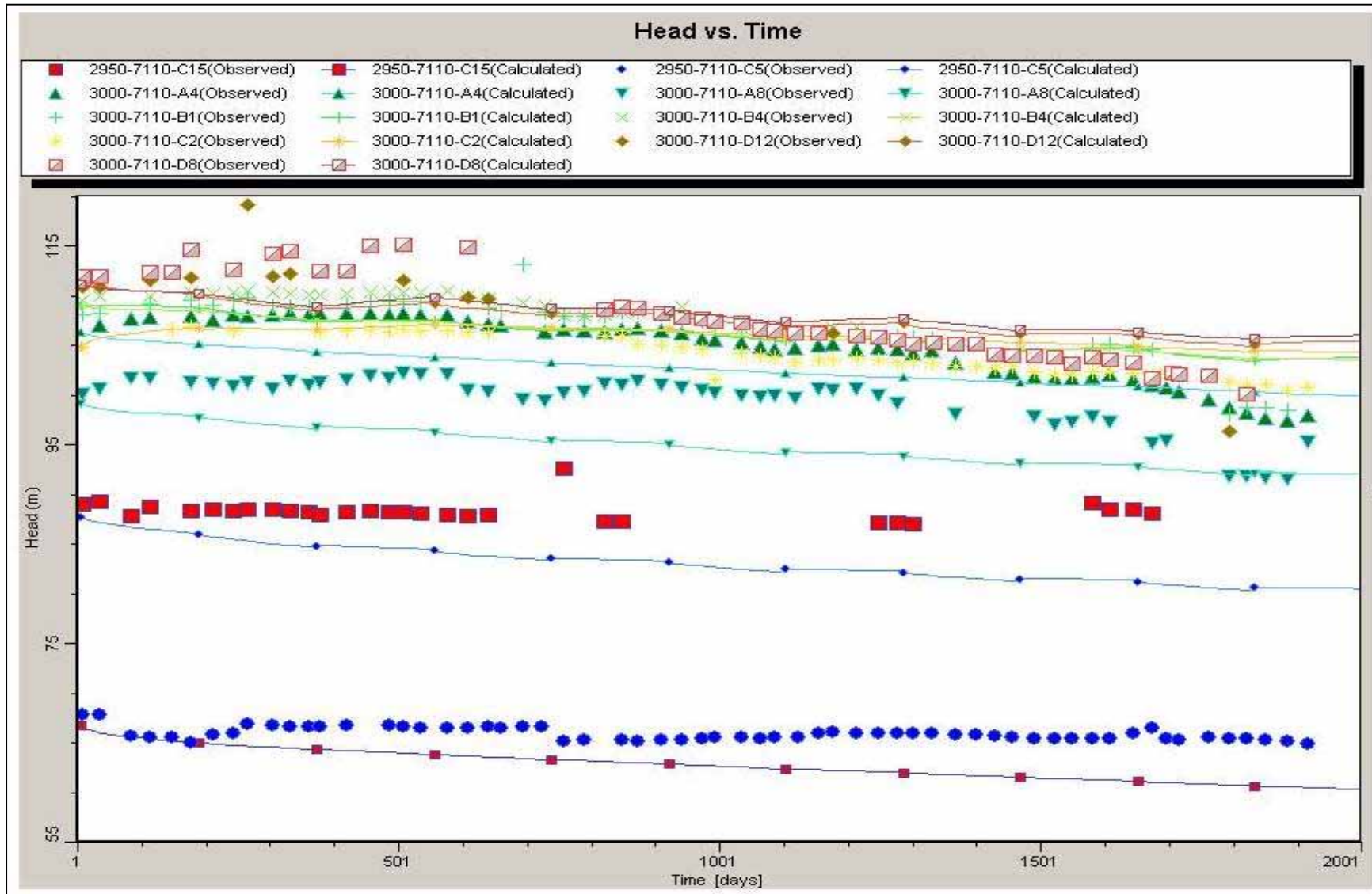
Por lo tanto, el modelo predice bien los niveles futuros de agua subterránea entre la cabecera del valle y el sector de La Cantera, inmediatamente aguas abajo del cerro Pan de Azúcar. En cambio, en el sector de la Quebrada Peñuelas (La Pampa) el modelo subestima los niveles de agua subterránea, lo que lleva a exagerar las depresiones de niveles en el sector.

6. Recomendación

Sería conveniente revisar la calibración en el sector costero del valle, debido a que en ese sector la simulación de niveles subestima en gran medida los niveles observados, lo que conlleva a una mayor velocidad en el movimiento del flujo hacia ese sector deprimiendo los niveles hacia el interior del valle a medida que aumenta el período simulado.

ANEXOS

ANEXO 1: Contraste de niveles observados v/s calculados



ANEXO 2: Levantamiento de derechos subterráneos ingresados hasta el 31-07-02

ACUIFERO CULEBRON _ LAGUNILLAS

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|----|------------|------------------|-------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 1 | NR-4-1-1 | | EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA | R | 7 | 6679368 | 282185 | A | 414 | 27/05/1987 |
| 2 | NR-4-1-1 | | EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA | R | 3 | 6679282 | 282117 | A | 414 | 27/05/1987 |
| 3 | NR-4-1-54 | 08/02/1995 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 5.6 | 6668300 | 285140 | P-DARH | | |
| 4 | NR-4-1-54 | 08/02/1995 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 6 | 6668180 | 285220 | P-DARH | | |
| 5 | NR-4-1-59 | 12/07/1995 | AURA INC | AP | 2.27 | 6668214 | 283640 | P_REG | | |
| 6 | NR-4-1-62 | | ESSCO S.A. | AP | 19.5 | 6668310 | 284975 | A | | |
| 7 | NR-4-1-62 | | ESSCO S.A. | AP | 0 | 6668105 | 285045 | A | | |
| 8 | NR-4-1-62 | | ESSCO S.A. | AP | 0 | 6668060 | 284790 | A | | |
| 9 | NR-4-1-64 | 18/04/1996 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 5.6 | 6668320 | 285180 | P_REG | | |
| 10 | NR-4-1-64 | 18/04/1996 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 6 | 6668200 | 285220 | P_REG | | |
| 11 | NR-4-1-89 | 12/10/2001 | CLAUDIO MENDEZ OLAVE Y OTRA | R | 10 | 6679970 | 282265 | A | 1171 | 28/12/2001 |
| 12 | 3-0-184 | 03/04/1957 | EDMUNDO GONZALEZ MORGADO | R | 0.5 | 6683100 | 275850 | A | 1897 | 28/08/1958 |
| 13 | 3-0-203 | 28/03/1961 | SALOMON DAIRE HETTEN | R | 2 | 6688800 | 282700 | A | 1963 | 29/08/1962 |
| 14 | 3-0-251 | 16/06/1965 | EUGENIO CELEDON | R | 4 | 6668400 | 284700 | A | 588 | 12/07/1967 |
| 15 | M-4-13 | 14/06/1965 | ALBERTO CALLEJAS ZAMORA | R | 10 | 6669900 | 284300 | A | 82 | 27/05/1966 |
| 16 | M-4-13 | 14/06/1965 | ALBERTO CALLEJAS ZAMORA | R | 10 | 6668500 | 285100 | A | 82 | 27/05/1966 |
| 17 | M-4-13 | 14/06/1965 | ALBERTO CALLEJAS ZAMORA | R | 10 | 6669400 | 284850 | A | 82 | 27/05/1966 |
| 18 | M-4-58 | | ASOCIACION MINERA DE ANDACOLL | M | 8.75 | 6668200 | 284800 | A | 114 | 12/07/1971 |
| 19 | M-4-58 | | ASOCIACION MINERA DE ANDACOLL | M | 8.75 | 6668100 | 284800 | A | 114 | 12/07/1971 |
| 20 | M-4-58 | | ASOCIACION MINERA DE ANDACOLL | M | 8.75 | 6668150 | 284750 | A | 114 | 12/07/1971 |
| 21 | M-4-77 | | SOC AGR LO ZAÑARTU LTDA | R | 7 | 6668400 | 285200 | A | 11 | 08/01/1981 |
| 22 | M-4-77 | | SOC AGR LO ZAÑARTU LTDA | R | 7 | 6668500 | 285000 | A | 11 | 08/01/1981 |
| 23 | M-4-82 | 09/09/1972 | EDUARDO ROSALES MUNIZAGA | R | 7.2 | 6682000 | 284000 | A | 164 | 08/06/1978 |
| 24 | M-4-91 | 24/11/1975 | ALVARO CAZAUX ROJAS | R | 4 | 6689500 | 281500 | A | | |
| 25 | M-4-93 | 06/01/1976 | VITALIA GODOY DE CORTES | R | 0.15 | 6687450 | 284650 | A | 214 | 06/09/1977 |
| 26 | M-4-96 | 01/09/1976 | HECTOR ROJAS ALCAYAGA | R | 5.06 | 6671500 | 284200 | A | 232 | 03/08/1978 |
| 27 | M-4-96 | 01/09/1976 | HECTOR ROJAS ALCAYAGA | R | 5.06 | 6671050 | 284050 | A | 232 | 03/08/1978 |
| 28 | M-4-99 | 05/10/1976 | OLIVO BERTOLLA BONANI | R | 2 | CULEBRON | | A | 99 | 24/03/1981 |
| 29 | M-4-100 | 15/12/1976 | ARZOBISPADO DE LA SERENA | AP | 1.5 | 6682150 | 283600 | A | 44 | 11/02/1983 |
| 30 | M-4-101 | 17/11/1976 | SOC AGR SANTA ANA | R | 7.45 | 6678000 | 283000 | A | 173 | 13/06/1978 |
| 31 | M-4-106 | 11/01/1977 | MOHAMED ALI DAIRE | R | 2.25 | 6680500 | 282700 | A | 206 | 11/07/1978 |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|----|------------|------------------|---------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 32 | M-4-112 | | JOVITA TULA FRIGERIO | R | 0.8 | 6684200 | 278800 | A | 278 | 04/10/1978 |
| 35 | M-4-123 | 30/03/1978 | SOC AGR SANTA CATALINA LTDA | R | 10 | 6668650 | 284100 | A | 20 | 11/01/1979 |
| 36 | M-4-142 | | LANERA AUSTRAL S.A. | I | 1.74 | 6684400 | 281400 | A | 49 | 13/02/1980 |
| 37 | M-4-147 | 23/03/1979 | SOC AGR SAN LUIS LTDA | R | 0.53 | 6684200 | 281050 | A | 44 | 05/02/1980 |
| 38 | M-4-147 | 23/03/1979 | SOC AGR SAN LUIS LTDA | R | 0.53 | 6684200 | 280850 | A | 44 | 05/02/1980 |
| 39 | M-4-147 | 23/03/1979 | SOC AGR SAN LUIS LTDA | R | 0.53 | 6684150 | 280700 | A | 44 | 05/02/1980 |
| 40 | M-4-171 | 31/03/1980 | SOC AGR SANTA LUCIA | R | 1 | 6682000 | 284000 | A | 353 | 17/08/1982 |
| 41 | M-4-331 | | SOC AGR DEL NORTE | R | 8 | 6668436 | 284449 | A | 131 | 20/05/1983 |
| 42 | M-R-IV-86 | | MARIA LAHSEN ASFURA | R | 13 | 6670380 | 282200 | A | 47 | 17/01/1986 |
| 43 | M-R-IV-86 | | MARIA LAHSEN ASFURA | R | 4 | 6671060 | 282000 | A | 47 | 17/01/1986 |
| 44 | M-R-IV-103 | | JORGE CORTES MATURANA | R | 2.2 | 6682130 | 283752 | A | 240 | 10/06/1987 |
| 45 | M-R-IV-105 | 10/07/1986 | DAVID DEL CURTO S.A. | I | 0.9 | 6681900 | 279100 | A | 519 | 19/12/1986 |
| 46 | M-R-IV-112 | 17/09/1986 | EXPORTADORA UNIFRUTTI TRADER | I | 2.4 | 6682200 | 278900 | A | 198 | 04/05/1987 |
| 47 | ND-4-1-34 | 05/11/1987 | ALBERTO POMAROLLI PETRI Y OTRC | R | 14 | 6671600 | 282550 | A | 101 | 24/03/1988 |
| 48 | ND-4-1-48 | 25/05/1988 | AGR CACHIYUYO LTDA | R | 6.4 | 6680300 | 284200 | A | 211 | 01/06/1989 |
| 49 | ND-4-1-49 | 27/07/1988 | AGR PEÑASOL LTDA | R | 5 | 6679300 | 284500 | A | 345 | 24/08/1989 |
| 50 | ND-4-1-73 | 09/02/1989 | SOC AGR EL ESCORIAL | R | 6 | 6676750 | 283100 | A | 257 | 04/07/1989 |
| 51 | ND-4-1-78 | 05/05/1989 | SOC AGROTURISMO Y CIA LTDA | AP | 3.6 | 6684150 | 280850 | A | 26 | 09/01/1990 |
| 52 | ND-4-1-78 | 05/05/1989 | SOC AGROTURISMO Y CIA LTDA | AP | 0.6 | 6684100 | 280800 | A | 26 | 09/01/1990 |
| 53 | ND-4-1-78 | 05/05/1989 | SOC AGROTURISMO Y CIA LTDA | AP | 1.8 | 6684100 | 280750 | A | 26 | 09/01/1990 |
| 54 | ND-4-1-81 | 21/09/1989 | INDUSTRIAS DEL NORTE S A | I | 2.64 | 6682250 | 281550 | A | 507 | 02/12/1991 |
| 55 | ND-4-1-83 | 09/10/1989 | RODOLFO OLIVERI SPÖRKE | R | 7.32 | 6678000 | 282400 | A | 147 | 23/02/1990 |
| 56 | ND-4-1-85 | 26/01/1990 | MANUEL CONTADOR VARLETA | R | 3.6 | 6681000 | 283000 | A | 150 | 04/05/1992 |
| 57 | ND-4-1-96 | 21/06/1990 | BRUNO BERTOLLA BONANI | R | 12 | 6670060 | 283720 | A | 259 | 19/07/1991 |
| 58 | ND-4-1-98 | 25/06/1990 | SOC TULIO CALLEGARI HIJOS Y CIA | R | 10 | 6671300 | 282650 | A | 702 | 11/12/1990 |
| 59 | ND-4-1-102 | 10/08/1990 | SOC MARIO ALVAREZ VEGA E HIJOS | R | 1.4 | 6675000 | 282920 | A | 13 | 13/01/1992 |
| 60 | ND-4-1-102 | 10/08/1990 | SOC MARIO ALVAREZ VEGA E HIJOS | R | 14 | 6675300 | 281500 | A | 13 | 13/01/1992 |
| 61 | ND-4-1-109 | 26/09/1990 | INV SAN JAVIER LTDA | R | 0.18 | 6689700 | 280750 | A | 125 | 30/03/1995 |
| 62 | ND-4-1-107 | 27/09/1990 | SOC JORGE DIAZ FAJARDO Y CIA | R | 8.8 | 6674850 | 283740 | A | 86 | 11/03/1992 |
| 63 | ND-4-1-115 | 23/10/1990 | PABLO MIR BALMACEDA | R | 7.4 | 6668950 | 284305 | A | 359 | 02/10/1991 |
| 64 | ND-4-1-116 | 23/10/1990 | PABLO MIR BALMACEDA | R | 6.4 | 6669230 | 284180 | A | 330 | 02/09/1991 |
| 65 | ND-4-1-126 | 10/01/1991 | FALCONERI MUNIZAGA ARANCIBIA | R | 1 | 6681850 | 283600 | A | 978 | 16/12/1996 |
| 66 | ND-4-1-128 | 25/01/1991 | SOC AGR ROSALES HNOS Y CIA LTD | R | 2.2 | 6681600 | 282650 | A | 383 | 28/07/1995 |
| 67 | ND-4-1-133 | 27/02/1991 | GIOVANNI VANCI TAVA | R | 3.34 | 6681380 | 284500 | A | 332 | 19/07/1995 |
| 68 | ND-4-1-141 | 20/03/1991 | LUCIANO DALLASERRA ZADRA | R | 10 | 6673900 | 284900 | A | 182 | 20/05/1993 |
| 69 | ND-4-1-143 | 12/04/1991 | MINERA CHAÑAR BLANCO S.A. | M | 22.5 | 6681790 | 284830 | A | 111 | 05/04/1993 |
| 70 | ND-4-1-144 | 23/04/1991 | MARCO BERTOLLA JOB | R | 8 | 6676550 | 283550 | A | 26 | 21/01/1992 |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|-----|------------|------------------|--------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 73 | ND-4-1-152 | 23/07/1991 | PABLO MIR BALMACEDA | R | 11.6 | 6669230 | 284180 | A | 152 | 04/05/1992 |
| 74 | ND-4-1-153 | 03/09/1991 | EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA | R | 1.4 | 6679711 | 282144 | A | 172 | 15/05/1992 |
| 75 | ND-4-1-153 | 03/09/1991 | EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA | R | 2.2 | 6678829 | 280592 | A | 172 | 15/05/1992 |
| 76 | ND-4-1-153 | 03/09/1991 | EXPORTADORA RIO BLANCO LTDA | R | 2.2 | 6680903 | 280558 | A | 172 | 15/05/1992 |
| 77 | ND-4-1-159 | 06/11/1991 | FRANCO OLIVIER GRAMOLA | R | 8.8 | 6675000 | 285100 | A | 304 | 07/07/1995 |
| 78 | ND-4-1-156 | 07/02/1992 | REMO POMAROLLI PETRI Y OTRO | R | 12.8 | 6670150 | 283500 | A | 246 | 16/06/1994 |
| 79 | ND-4-1-172 | 13/02/1992 | SOC EL KIWAL DE SAN RAMON LTDA | R | 3 | 6681950 | 282900 | A | 7 | 11/01/1993 |
| 80 | ND-4-1-182 | 09/06/1992 | INM TRANSEA LTDA | AP | 6 | 6684200 | 280200 | A | 875 | 11/11/1996 |
| 81 | ND-4-1-187 | 09/09/1992 | CRISTIAN DOMINGUEZ VALDES Y OT | R | 0.64 | 6684800 | 285400 | A | 393 | 10/09/1993 |
| 82 | ND-4-1-188 | 09/09/1992 | CARLOS ERLER GODOY Y OTROS | R | 8 | 6672800 | 284500 | A | 153 | 06/05/1993 |
| 83 | ND-4-1-190 | 09/11/1992 | WILFREDO MONTALBAN AGUIRRE | M | 0.6 | 6685200 | 284200 | A | 626 | 02/09/1996 |
| 84 | ND-4-1-196 | 09/03/1993 | SOC AGR SANTA MARGARITA LTDA | R | 5 | 6684500 | 285200 | A | 270 | 10/03/1998 |
| 85 | ND-4-1-203 | 23/06/1993 | INV POLCURA LTDA | AP | 30 | 6669750 | 284250 | A | 596 | 07/12/1994 |
| 86 | ND-4-1-207 | 24/08/1993 | INM EL MIRADOR DEL CERRO GRAN | AP | 1.5 | 6685000 | 284960 | A | 259 | 22/06/1994 |
| 87 | ND-4-1-208 | 31/08/1993 | BRUNO BERTOLLA BONANI | R | 14.6 | 6670300 | 282100 | A | 265 | 14/06/1995 |
| 88 | ND-4-1-209 | 17/09/1993 | INV POLCURA LTDA | AP | 30 | 6668650 | 284500 | A | 80 | 07/12/1994 |
| 89 | ND-4-1-213 | 11/10/1993 | AGR SAN PABLO LTDA | R | 7.2 | 6673100 | 282700 | A | 499 | 25/10/1994 |
| 90 | ND-4-1-218 | 31/01/1994 | AGR OLISPO S.A. | R | 5 | 6679152 | 282075 | A | 669 | 27/11/1995 |
| 91 | ND-4-1-219 | 12/04/1994 | AGR VILLA ALEGRE LTDA | R | 15 | 6670111 | 281898 | A | 830 | 25/10/1996 |
| 92 | ND-4-1-220 | 12/04/1994 | AGR VILLA ALEGRE LTDA | R | 15 | 6669679 | 281880 | A | 829 | 25/10/1996 |
| 93 | ND-4-1-228 | 19/08/1994 | ESSCO S.A. | AP | 30 | 6670070 | 283780 | A | 984 | 31/12/1996 |
| 94 | ND-4-1-229 | 19/08/1994 | ESSCO S.A. | AP | 30 | 6670350 | 283690 | A | 990 | 31/12/1996 |
| 95 | ND-4-1-230 | 23/08/1994 | AGRO-VALLE LTDA | R | 0.8 | 6672800 | 283220 | A | 87 | 10/02/1995 |
| 96 | ND-4-1-232 | 02/09/1994 | INV POLCURA LTDA | AP | 33 | 6670233 | 284160 | A | 569 | 08/08/1996 |
| 97 | ND-4-1-241 | 26/12/1994 | FRANCO OLIVIER GRAMOLA | R | 19 | 6674560 | 284800 | A | 685 | 24/09/1996 |
| 98 | ND-4-1-242 | 26/12/1994 | AGR OLIVAR LTDA | R | 19 | 6670340 | 285060 | A | 684 | 24/06/1996 |
| 99 | ND-4-1-244 | 03/01/1995 | SOC CANADA TUNGSTEN CHILE LTD | M | 88.5 | 6671466 | 283324 | A | 529 | 27/09/1995 |
| 100 | ND-4-1-246 | 04/01/1995 | SERGIO BERTOLLA BORTOLOTTI | R | 22 | 6668870 | 284733 | A | 159 | 15/02/1996 |
| 101 | ND-4-1-248 | 09/03/1995 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 5.6 | 6668300 | 285120 | P_REG | | |
| 102 | ND-4-1-248 | 09/03/1995 | HERMAN RIVERA CORTES | R | 6 | 6668200 | 285250 | P_REG | | |
| 103 | ND-4-1-249 | 16/03/1995 | SOC AGR SANTO TOMAS LTDA | R | 13.4 | 6668521 | 282637 | A | 810 | 24/10/1996 |
| 104 | ND-4-1-251 | 23/03/1995 | LUCIANO DALLASERRA ZADRA | R | 10 | 6675000 | 281000 | P_REG | | |
| 105 | ND-4-1-254 | 05/04/1995 | AGR EL LITRE LTDA | R | 23.6 | 6676150 | 284950 | A | 779 | 29/12/1995 |
| 106 | ND-4-1-258 | 22/05/1995 | INV POLCURA LTDA | AP | 24.3 | 6669750 | 284250 | P-DARH | | |
| 107 | ND-4-1-259 | 22/05/1995 | INV POLCURA LTDA | AP | 19.5 | 6668650 | 284500 | P-DARH | | |
| 108 | ND-4-1-261 | 26/05/1995 | SOC CANADA TUNGSTEN CHILE LTD | M | 75 | 6671290 | 283496 | P-DARH | | |
| 109 | ND-4-1-272 | 29/09/1995 | MARIA VEGA MALLEA | R | 1 | 6673050 | 281150 | P_REG | | |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|-----|------------|------------------|--------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 112 | ND-4-1-296 | 07/05/1996 | FABRICIO BORTOLOTTI RIZZOLLI | R | 16 | CULEBRON | | P_REG | | |
| 113 | ND-4-1-308 | 18/06/1996 | ROBERTO NASS VASQUEZ | R | 2 | 6684677 | 285219 | A | 271 | 10/03/1998 |
| 114 | ND-4-1-299 | 24/06/1996 | SOC BONANI Y CIA LTDA | R | 4.4 | 6675650 | 284600 | P_REG | | |
| 115 | ND-4-1-301 | 24/06/1996 | EMP DE TRANSPORTE FERROVIARIO | I | 45 | 6670070 | 283780 | P_REG | | |
| 116 | ND-4-1-301 | 24/06/1996 | EMP DE TRANSPORTE FERROVIARIO | I | 45 | 6670350 | 283690 | P_REG | | |
| 117 | ND-4-1-336 | 11/03/1997 | JORGE VALENZUELA FIGARI | R | 1.6 | 6682000 | 282275 | A | 544 | 05/06/2002 |
| 118 | ND-4-1-338 | 19/03/1997 | MAURICIO BITRAN CARO | R | 2 | 6685000 | 284950 | P_REG | | |
| 119 | ND-4-1-340 | 22/04/1997 | MAURICIO BITRAN CARO | R | 1 | 6685000 | 284950 | A | 1112 | 24/11/1998 |
| 120 | ND-4-1-344 | 23/05/1997 | MARIA CALLEGARI PANIZZA | R | 2.4 | 6682410 | 284210 | P-DARH | | |
| 121 | ND-4-1-344 | 23/05/1997 | MARIA CALLEGARI PANIZZA | R | 2.4 | 6682310 | 284210 | P-DARH | | |
| 122 | ND-4-1-345 | 03/06/1997 | SOC CONSTRUCTORA COLONIAL LTDA | R | 0.6 | 6685102 | 284770 | A | 192 | 15/03/1999 |
| 123 | ND-4-1-359 | 10/11/1997 | EXPORTADORA ACONCAGUA LTDA | R | 1.6 | 6682147 | 281730 | P-DARH | | |
| 124 | ND-4-1-371 | 05/06/1998 | COMITE DE AGUA POTABLE RURAL H | AP | 0.9 | 6682240 | 284810 | P_REG | | |
| 125 | ND-4-1-420 | 26/05/2000 | ESSCO S.A. | AP | 5.1 | 6683087 | 281443 | A | 720 | 07/12/2000 |
| 126 | ND-4-1-423 | 11/09/2000 | UNIVERSIDAD DE LA SERENA | AP | 3 | 6688998 | 283645 | A | 394 | 30/04/2002 |
| 127 | ND-4-1-423 | 11/09/2000 | UNIVERSIDAD DE LA SERENA | AP | 4.2 | 6688601 | 283841 | A | 394 | 30/04/2002 |
| 128 | ND-4-1-432 | 12/12/2000 | ANDRES MORALES TORRES | R | 1.1 | 6685689 | 282403 | A | 385 | 06/07/2001 |
| 129 | ND-4-1-458 | 16/05/2002 | ROCK DRILLING S.A. | I | 1.08 | 6682100 | 284120 | P-DARH | | |
| 1 | NR-4-1-60 | 21/08/1995 | SOC MINERA LOS NIETOS LTDA | M | 11.25 | 6655610 | 280575 | P_REG | | |
| 2 | NR-4-1-60 | 21/08/1995 | SOC MINERA LOS NIETOS LTDA | M | 11.25 | 6655315 | 280063 | P_REG | | |
| 3 | NR-4-1-60 | 21/08/1995 | SOC MINERA LOS NIETOS LTDA | M | 11.25 | 6655025 | 279465 | P_REG | | |
| 4 | NR-4-1-78 | 17/12/1998 | TULIO ALBASINI VALENTINI | R | 1.2 | 6660300 | 284600 | P_REG | | |
| 5 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 1 | 6660428 | 284101 | P_REG | | |
| 6 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6660089 | 283567 | P_REG | | |
| 7 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6659571 | 283415 | P_REG | | |
| 8 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6659263 | 283309 | P_REG | | |
| 9 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 1 | 6657898 | 283499 | P_REG | | |
| 10 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 1 | 6657587 | 283449 | P_REG | | |
| 11 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6657785 | 283255 | P_REG | | |
| 12 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.4 | 6657560 | 283247 | P_REG | | |
| 13 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6657546 | 282941 | P_REG | | |
| 14 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.05 | 6657445 | 282929 | P_REG | | |
| 15 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6656761 | 283123 | P_REG | | |
| 16 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6656578 | 282800 | P_REG | | |
| 17 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.2 | 6656575 | 283563 | P_REG | | |
| 18 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.3 | 6656422 | 283174 | P_REG | | |
| 19 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6656285 | 283066 | P_REG | | |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|----|------------|------------------|--------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 22 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655936 | 282723 | P_REG | | |
| 23 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655879 | 282925 | P_REG | | |
| 24 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655697 | 282670 | P_REG | | |
| 25 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655578 | 282754 | P_REG | | |
| 26 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655413 | 282688 | P_REG | | |
| 27 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655218 | 282626 | P_REG | | |
| 28 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655075 | 282632 | P_REG | | |
| 29 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.3 | 6655066 | 282980 | P_REG | | |
| 30 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 1 | 6654486 | 283052 | P_REG | | |
| 31 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.05 | 6656090 | 282895 | P_REG | | |
| 32 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6656436 | 282887 | P_REG | | |
| 33 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6656605 | 283153 | P_REG | | |
| 34 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6658028 | 283388 | P_REG | | |
| 35 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6656388 | 282762 | P_REG | | |
| 36 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6655689 | 282891 | P_REG | | |
| 37 | NR-4-1-79 | 29/12/1998 | FERNANDO GOMEZ MORALES Y OTR | R | 0.1 | 6657109 | 283031 | P_REG | | |
| 38 | NR-4-1-84 | 06/01/2000 | SOC BALDESARI Y BORTOLOTTI LTD | R | 14 | 6666886 | 284951 | P_REG | | |
| 39 | 3-0-195 | 06/10/1958 | COMUNIDAD EDUARDO VILLA PERRE | AP | 20 | 6666100 | 272350 | A | 1787 | 28/08/1959 |
| 40 | 3-0-195 | 06/10/1958 | COMUNIDAD EDUARDO VILLA PERRE | AP | 20 | 6666100 | 272550 | A | 1787 | 28/08/1959 |
| 41 | 3-0-195 | 06/10/1958 | COMUNIDAD EDUARDO VILLA PERRE | AP | 20 | 6666070 | 272950 | A | 1787 | 28/08/1959 |
| 42 | 3-0-243 | 11/02/1963 | RAUL STIEPOVIC Y OTRO | R | 3 | 6667800 | 282300 | A | 967 | 10/08/1965 |
| 43 | M-4-13 | 14/06/1965 | ALBERTO CALLEJAS ZAMORA | R | 10 | 6667900 | 281800 | A | 82 | 27/05/1966 |
| 44 | M-4-34 | 14/05/1969 | SOC CONTRACTUAL MINERA SANTA | M | 11.25 | 6657400 | 285050 | A | 251 | 22/07/1969 |
| 45 | M-4-36 | | GUILLERMO PROHENS SOMMELLA | R | 5.75 | 6657500 | 285000 | A | 256 | 18/11/1971 |
| 46 | M-4-40 | 07/08/1969 | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 0.24 | 6656350 | 285100 | A | | |
| 47 | M-4-40 | 07/08/1969 | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 3 | 6657250 | 283800 | A | | |
| 48 | M-4-40 | 07/08/1969 | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 4.26 | 6657450 | 283780 | A | | |
| 49 | M-4-117 | | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 11.25 | 6656000 | 283000 | A | 125 | 22/03/1979 |
| 50 | M-4-117 | | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 1.11 | 6656000 | 283000 | A | 125 | 22/03/1979 |
| 51 | M-4-117 | | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 0.59 | 6656000 | 283000 | A | 125 | 22/03/1979 |
| 52 | M-4-117 | | SOC CONTRACTUAL MINERA TAMBIL | M | 1.46 | 6656000 | 283000 | A | 125 | 22/03/1979 |
| 53 | M-4-126 | | SOC AGR SANTA CARMEN | R | 60 | LAGUNILLAS | | P_REG | | |
| 54 | M-4-127 | | SOC AGR EL ALAMO | R | 10 | 6668000 | 281000 | A | 61 | 15/02/1979 |
| 55 | M-4-128 | | MICHAEL MAC-ANTIFFE DICK | R | 13 | 6668000 | 281000 | A | 162 | 12/04/1979 |
| 56 | M-4-128 | | MICHAEL MAC-ANTIFFE DICK | R | 12.6 | 6668000 | 281000 | A | 162 | 12/04/1979 |
| 57 | M-4-134 | | SOC AGR LOS CASTAÑOS | R | 12.4 | 6668000 | 281000 | A | 464 | 21/11/1980 |
| 58 | M-4-149 | 09/07/1979 | EDUARDO JERALDO TAPIA | R | 8 | 6665950 | 285400 | A | 233 | 12/08/1981 |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|----|------------|------------------|-------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 61 | M-4-332 | | SOC AGR SANTA CARMEN | R | 6 | 6668000 | 281000 | A | 134 | 23/04/1983 |
| 62 | ND-4-1-11 | | CARLOS ALVAREZ ALVAREZ | R | 3 | 6661300 | 284590 | P-DARH | | |
| 63 | ND-4-1-11 | | CARLOS ALVAREZ ALVAREZ | R | 3 | 6661610 | 284100 | P-DARH | | |
| 64 | ND-4-1-45 | 24/05/1988 | PIO COX TRONCOSO | R | 4.2 | 6668000 | 282000 | A | 466 | 22/12/1988 |
| 65 | ND-4-1-70 | 27/01/1989 | GASPAR KUSAR CARVALLO Y OTROS | I | 3 | 6662000 | 285000 | A | 404 | 11/05/1990 |
| 66 | ND-4-1-70 | 27/01/1989 | GASPAR KUSAR CARVALLO Y OTROS | I | 3.51 | 6662000 | 285000 | A | 404 | 11/05/1990 |
| 67 | ND-4-1-70 | 27/01/1989 | GASPAR KUSAR CARVALLO Y OTROS | I | 3.6 | 6662000 | 285000 | A | 404 | 11/05/1990 |
| 68 | ND-4-1-82 | 25/09/1989 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 0.6 | 6666400 | 272050 | P_REG | | |
| 69 | ND-4-1-82 | 25/09/1989 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 1.2 | 6665900 | 272650 | A | 132 | 21/04/1993 |
| 70 | ND-4-1-82 | 25/09/1989 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 0.6 | 6666550 | 271800 | P_REG | | |
| 71 | ND-4-1-82 | 25/09/1989 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 0.4 | 6665750 | 272300 | P_REG | | |
| 72 | ND-4-1-82 | 25/09/1989 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 1.2 | 6665650 | 272200 | P_REG | | |
| 73 | ND-4-1-92 | 23/05/1990 | OSCAR ASFURA LAMA | R | 1.08 | LAGUNILLAS | | A | 629 | 30/10/1990 |
| 74 | ND-4-1-92 | 23/05/1990 | OSCAR ASFURA LAMA | R | 2 | LAGUNILLAS | | A | 629 | 30/10/1990 |
| 75 | ND-4-1-93 | 23/05/1990 | SOC AGR FRUTERA EL SAUCE LTDA | R | 3 | 6656070 | 281050 | A | 85 | 21/02/1991 |
| 76 | ND-4-1-93 | 23/05/1990 | SOC AGR FRUTERA EL SAUCE LTDA | R | 0.6 | 6656250 | 281500 | A | 85 | 21/02/1991 |
| 77 | ND-4-1-100 | 10/08/1990 | ELVIRA CARRIZO JIMENEZ | R | 0.12 | 6657000 | 282400 | A | 180 | 22/05/1992 |
| 78 | ND-4-1-100 | 10/08/1990 | ELVIRA CARRIZO JIMENEZ | R | 0.32 | 6657300 | 282500 | A | 180 | 22/05/1992 |
| 79 | ND-4-1-100 | 10/08/1990 | ELVIRA CARRIZO JIMENEZ | R | 0.02 | 6657700 | 282600 | A | 180 | 22/05/1992 |
| 80 | ND-4-1-106 | 27/09/1990 | ANA CASTRO PIZARRO | R | 2.9 | 6661650 | 284550 | A | 301 | 04/08/1992 |
| 81 | ND-4-1-106 | 27/09/1990 | ANA CASTRO PIZARRO | R | 0.4 | 6661650 | 284400 | A | 301 | 04/08/1992 |
| 82 | ND-4-1-106 | 27/09/1990 | ANA CASTRO PIZARRO | R | 0.44 | 6661650 | 284100 | A | 301 | 04/08/1992 |
| 83 | ND-4-1-111 | 10/10/1990 | AIDA VILLALOBOS VALENZUELA | R | 2.5 | 6661300 | 284500 | A | 67 | 20/02/1992 |
| 84 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6667120 | 284770 | P_REG | | |
| 85 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6667010 | 284210 | P_REG | | |
| 86 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6666910 | 283510 | P_REG | | |
| 87 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6666900 | 282850 | P_REG | | |
| 88 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6665150 | 284910 | P_REG | | |
| 89 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6664790 | 284970 | P_REG | | |
| 90 | ND-4-1-112 | 10/10/1990 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 10 | 6664250 | 284600 | P_REG | | |
| 91 | ND-4-1-120 | 06/11/1990 | ALFREDO PIZARRO HEREDIA | R | 0.2 | 6664850 | 285400 | A | 421 | 22/09/1992 |
| 92 | ND-4-1-137 | 11/03/1991 | JOSE RIFFO FLORES | R | 0.4 | 6665200 | 285400 | A | 112 | 08/03/1994 |
| 93 | ND-4-1-155 | 21/10/1991 | HAYDEE ASFURA LAMA | R | 2 | 6656250 | 281500 | A | 362 | 01/09/1992 |
| 94 | ND-4-1-155 | 21/10/1991 | HAYDEE ASFURA LAMA | R | 1.6 | 6655800 | 281000 | A | 362 | 01/09/1992 |
| 95 | ND-4-1-178 | 01/04/1992 | SERGIO ROJAS FREDES | R | 0.2 | 6655300 | 283040 | A | 994 | 31/12/1996 |
| 96 | ND-4-1-189 | 28/10/1992 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 12.4 | 6666050 | 283900 | A | 363 | 27/08/1993 |
| 97 | ND-4-1-198 | 16/03/1993 | LUIS SEPULVEDA MEDINA | R | 7.1 | 6667175 | 284965 | A | 241 | 16/06/1994 |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

| N° | Expediente | Fecha de Ingreso | Peticionario | Uso | Caudal Efectivo (l/s) | UTM Norte 56 | UTM Este 56 | Sit. Actual | N° Res. | Fecha Res. |
|-----|------------|------------------|-------------------------------|-----|-----------------------|--------------|-------------|-------------|---------|------------|
| 100 | ND-4-1-202 | 10/05/1993 | INM LAS TACAS S.A. | AP | 18 | 6667607 | 281508 | A | 406 | 20/09/1993 |
| 101 | ND-4-1-205 | 03/08/1993 | ANGELINA PERRETTA CERVIERI | R | 4 | 6666300 | 273250 | P-DARH | | |
| 102 | ND-4-1-216 | 17/01/1994 | INM Y COMERCIAL MONTEGRANDE S | AP | 18 | 6667450 | 283500 | P_REG | | |
| 103 | ND-4-1-217 | 17/01/1994 | ROSA COBO GONZALEZ | R | 6 | 6668100 | 283300 | P_REG | | |
| 104 | ND-4-1-253 | 31/03/1995 | SOC MOVIMIENTO DE TIERRAS RUM | R | 16 | 6666745 | 285028 | P_REG | | |
| 105 | ND-4-1-265 | 12/07/1995 | SOC AGR Y COMERCIAL SAN ANTON | R | 4 | 6665056 | 285568 | P-DARH | | |
| 106 | ND-4-1-285 | 02/02/1996 | LUISA BAKULIC FAYET | R | 16.4 | LAGUNILLAS | | P_REG | | |

En rojo los pozos sin coordenadas o cuya ubicación queda fuera del área de estudio.

ANEXO 3: Balance másico por período de estrés (Escenario Julio 2003)

| sp | inflows [m3/día] | | | | | | outflows [m3/día] | | | | | |
|----|------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | Nº | sto | ch | wells | drain | rech | z2 | sto | ch | wells | drain | rech |
| 1 | 29544 | 53.54 | 20560 | 0 | 9900.3 | 8366.1 | 3728.1 | 10097 | 44375 | 3060 | 0 | 8356.5 |
| 2 | 102000 | 53.603 | 748 | 0 | 9900.3 | 8309.4 | 400.53 | 10056 | 101000 | 1953.3 | 0 | 8293.7 |
| 3 | 20417 | 53.662 | 59881 | 0 | 9900.3 | 8251.9 | 22743 | 10020 | 44373 | 11919 | 0 | 8237 |
| 4 | 102000 | 53.716 | 524 | 0 | 9900.3 | 8184.3 | 284.14 | 9983.2 | 101000 | 2290.6 | 0 | 8166.2 |
| 5 | 31367 | 53.767 | 15296 | 0 | 9900.3 | 8123.8 | 1360.2 | 9920.6 | 44373 | 2327.5 | 0 | 8108.2 |
| 6 | 101000 | 53.816 | 356.38 | 0 | 9900.3 | 8056.8 | 118.39 | 9838.2 | 101000 | 1426.7 | 0 | 8038.8 |
| 7 | 23851 | 53.863 | 32061 | 0 | 9900.3 | 7998.1 | 7400.4 | 9759.7 | 44191 | 2640.7 | 0 | 7982.8 |
| 8 | 100000 | 53.908 | 624.09 | 0 | 9900.3 | 7933 | 80.746 | 9687.9 | 101000 | 1315.3 | 0 | 7915.4 |
| 9 | 34144 | 53.952 | 10675 | 0 | 9900.3 | 7875.8 | 1317.7 | 9604.5 | 44191 | 1179.3 | 0 | 7860.9 |
| 10 | 83411 | 53.994 | 17559 | 0 | 9900.3 | 7811.3 | 174.45 | 9512.6 | 101000 | 1307.2 | 0 | 7793.8 |
| 11 | 24919 | 54.035 | 23167 | 0 | 9900.3 | 7754.5 | 2661.4 | 9437.4 | 44190 | 1542.1 | 0 | 7739.7 |
| 12 | 99722 | 54.075 | 29.136 | 0 | 9900.3 | 7690.6 | 45.551 | 9354.4 | 101000 | 465.3 | 0 | 7673.2 |
| 13 | 16564 | 54.114 | 106000 | 0 | 9900.3 | 7633.9 | 58127 | 9316.5 | 44190 | 19961 | 0 | 7619.1 |
| 14 | 93154 | 54.151 | 7588.7 | 0 | 9900.3 | 7569.7 | 174.21 | 9309.6 | 101000 | 2136.3 | 0 | 7552.3 |
| 15 | 15815 | 54.189 | 55943 | 0 | 9900.3 | 7512.3 | 20286 | 9276.2 | 44189 | 6715.5 | 0 | 7497.3 |
| 16 | 98632 | 54.225 | 1324.5 | 0 | 9900.3 | 7447.1 | 39.013 | 9224.4 | 101000 | 1332.5 | 0 | 7429.4 |
| 17 | 18789 | 54.261 | 35602 | 0 | 9900.3 | 7388.7 | 7156.6 | 9144.1 | 44189 | 1988.3 | 0 | 7373.4 |
| 18 | 99301 | 54.297 | 0 | 0 | 9900.3 | 7321.9 | 18.816 | 9049.2 | 101000 | 461.11 | 0 | 7304 |
| 19 | 32943 | 54.332 | 11465 | 0 | 9900.3 | 7262.2 | 1558.4 | 8939.7 | 44189 | 191.72 | 0 | 7246.6 |
| 20 | 99011 | 54.366 | 38.848 | 0 | 9900.3 | 7194.5 | 13.74 | 8808.8 | 101000 | 0 | 0 | 7176.1 |
| 21 | 20300 | 54.4 | 36760 | 0 | 9900.3 | 7133.1 | 12942 | 8685.9 | 44188 | 534.94 | 0 | 7117.1 |
| 22 | 98254 | 54.433 | 346.33 | 0 | 9900.3 | 7063.8 | 982.8 | 8586.4 | 99015 | 0 | 0 | 7045.1 |
| 23 | 39573 | 54.466 | 2971 | 0 | 9900.3 | 7001.3 | 1684.8 | 8465.4 | 42676 | 0 | 0 | 6985 |
| 24 | 93873 | 54.499 | 0 | 0 | 9900.3 | 6933.1 | 129.1 | 8314.4 | 95467 | 0 | 0 | 6914.9 |
| 25 | 16590 | 54.531 | 63722 | 0 | 9900.3 | 6875.5 | 39441 | 8191.4 | 41495 | 689.91 | 0 | 6860.7 |
| 26 | 92360 | 54.563 | 615.29 | 0 | 9900.3 | 6813.9 | 23.68 | 8139.8 | 95467 | 0 | 0 | 6797.5 |
| 27 | 32858 | 54.594 | 8205.2 | 0 | 9900.3 | 6762.8 | 1965.7 | 8067.3 | 41495 | 0 | 0 | 6749.6 |
| 28 | 89522 | 54.625 | 0 | 0 | 9900.3 | 6706.8 | 15.001 | 7958.4 | 91759 | 0 | 0 | 6691.6 |
| 29 | 14842 | 54.656 | 75838 | 0 | 9900.3 | 6659.2 | 50323 | 7869.5 | 40812 | 1093.7 | 0 | 6646.8 |
| 30 | 89356 | 54.686 | 85.249 | 0 | 9900.3 | 6605.3 | 142.51 | 7854.6 | 91758 | 0 | 0 | 6590.6 |
| 31 | 16043 | 54.717 | 37677 | 0 | 9900.3 | 6558.6 | 14658 | 7819.2 | 40811 | 0 | 0 | 6546.3 |
| 32 | 88789 | 54.747 | 346.32 | 0 | 9900.3 | 6504.5 | 36.324 | 7773.9 | 91758 | 0 | 0 | 6489.6 |
| 33 | 18646 | 54.776 | 26151 | 0 | 9900.3 | 6456.8 | 7709.7 | 7695.6 | 39060 | 0 | 0 | 6444.2 |
| 34 | 82940 | 54.806 | 1030.4 | 0 | 9900.3 | 6401.1 | 350.35 | 7601.4 | 86099 | 0 | 0 | 6385.9 |
| 35 | 25869 | 54.835 | 11657 | 0 | 9900.3 | 6351.5 | 2832.1 | 7499.7 | 37698 | 0 | 0 | 6338.4 |
| 36 | 81303 | 54.864 | 0 | 0 | 9900.3 | 6293.8 | 181.64 | 7367 | 83821 | 0 | 0 | 6278.1 |
| 37 | 33226 | 54.893 | 2891 | 0 | 9900.3 | 6241.7 | 2183.9 | 7233.7 | 36791 | 0 | 0 | 6227.9 |
| 38 | 69565 | 54.922 | 1499 | 0 | 9900.3 | 6181.8 | 490.95 | 7088.4 | 73444 | 0 | 0 | 6165.4 |
| 39 | 26448 | 54.951 | 6065.5 | 0 | 9900.3 | 6126.7 | 2566.2 | 6952 | 33020 | 0 | 0 | 6112.2 |
| 40 | 63252 | 54.979 | 2953.5 | 0 | 9900.3 | 6063.8 | 1004.7 | 6810.4 | 68452 | 0 | 0 | 6046.6 |
| 41 | 15844 | 55.007 | 25261 | 0 | 9900.3 | 6005.3 | 16317 | 6679.1 | 28074 | 0 | 0 | 5990 |
| 42 | 62374 | 55.035 | 76.612 | 0 | 9900.3 | 5939.7 | 1244 | 6551.8 | 64555 | 0 | 0 | 5922 |
| 43 | 11878 | 55.063 | 66726 | 0 | 9900.3 | 5880 | 55596 | 6436.7 | 26503 | 0 | 0 | 5864.5 |
| 44 | 60281 | 55.09 | 1925.2 | 0 | 9900.3 | 5815.4 | 1490 | 6339.9 | 64491 | 0 | 0 | 5798 |
| 45 | 19742 | 55.118 | 11528 | 0 | 9900.3 | 5757.6 | 8531.3 | 6261.2 | 26503 | 0 | 0 | 5742.4 |
| 46 | 54312 | 55.145 | 5383.2 | 0 | 9900.3 | 5695 | 86.114 | 6182.9 | 64491 | 0 | 0 | 5678 |
| 47 | 15399 | 55.172 | 15219 | 0 | 9900.3 | 5638.2 | 8207.8 | 6105.6 | 26295 | 0 | 0 | 5623.3 |

| sp | inflows [m3/día] | | | | | | outflows [m3/día] | | | | | |
|----|------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| | Nº | sto | ch | wells | drain | rech | z2 | sto | ch | wells | drain | rech |
| 48 | 60328 | 55.199 | 61.612 | 0 | 9900.3 | 5575.8 | 102.69 | 6023.1 | 64357 | 0 | 0 | 5558.9 |
| 49 | 13364 | 55.226 | 21495 | 0 | 9900.3 | 5517.9 | 13452 | 5941.8 | 25383 | 0 | 0 | 5502.6 |
| 50 | 59649 | 55.253 | 0 | 0 | 9900.3 | 5453.1 | 176.58 | 5853.8 | 63601 | 0 | 0 | 5435.5 |
| 51 | 14634 | 55.28 | 14656 | 0 | 9900.3 | 5392.4 | 8133.7 | 5770.5 | 25383 | 0 | 0 | 5376.4 |
| 52 | 44687 | 55.307 | 12458 | 0 | 9900.3 | 5324.9 | 951.82 | 5679.1 | 60488 | 0 | 0 | 5306.5 |
| 53 | 12162 | 55.333 | 20821 | 0 | 9900.3 | 5261 | 12756 | 5594 | 24508 | 0 | 0 | 5244 |
| 54 | 46079 | 55.36 | 4896.3 | 0 | 9900.3 | 5190.7 | 429.35 | 5506 | 55811 | 0 | 0 | 5171.7 |
| 55 | 13259 | 55.386 | 12300 | 0 | 9900.3 | 5125.1 | 6158.5 | 5424 | 23972 | 0 | 0 | 5107.8 |
| 56 | 49917 | 55.413 | 995.11 | 0 | 9900.3 | 5054.4 | 10.941 | 5339.3 | 55810 | 0 | 0 | 5035.4 |
| 57 | 20694 | 55.44 | 2091.4 | 0 | 9900.3 | 4989.2 | 3639.2 | 5258.5 | 23972 | 0 | 0 | 4972 |
| 58 | 49095 | 55.466 | 604.06 | 0 | 9900.3 | 4918.4 | 26.628 | 5171 | 54476 | 0 | 0 | 4899.4 |
| 59 | 10182 | 55.493 | 32132 | 0 | 9900.3 | 4852.5 | 25208 | 5085.7 | 21981 | 0 | 0 | 4834.9 |
| 60 | 46575 | 55.519 | 330.23 | 0 | 9900.3 | 4781.2 | 350.04 | 4997.4 | 51756 | 0 | 0 | 4761.9 |
| 61 | 9956.4 | 55.546 | 22875 | 0 | 9900.3 | 4717.7 | 16231 | 4917.3 | 21571 | 0 | 0 | 4700.6 |
| 62 | 45910 | 55.573 | 630.47 | 0 | 9900.3 | 4651.2 | 131.88 | 4837.7 | 51756 | 0 | 0 | 4633 |
| 63 | 10639 | 55.6 | 17304 | 0 | 9900.3 | 4591.9 | 11579 | 4765.7 | 21571 | 0 | 0 | 4575.4 |
| 64 | 45348 | 55.626 | 0 | 0 | 9900.3 | 4526.3 | 1186.3 | 4691.2 | 49438 | 0 | 0 | 4507.7 |
| 65 | 7976.9 | 55.653 | 54411 | 0 | 9900.3 | 4464.9 | 46311 | 4620.1 | 21386 | 0 | 0 | 4447.6 |
| 66 | 45685 | 55.681 | 220.03 | 0 | 9900.3 | 4395.7 | 2075 | 4546.2 | 49438 | 0 | 0 | 4376.1 |
| 67 | 7384.7 | 55.708 | 47973 | 0 | 9900.3 | 4330.8 | 39466 | 4480.1 | 21386 | 0 | 0 | 4311.9 |
| 68 | 46618 | 55.736 | 324.23 | 0 | 9900.3 | 4258.2 | 3187.1 | 4414.1 | 49438 | 0 | 0 | 4237 |
| 69 | 13011 | 55.763 | 10800 | 0 | 9900.3 | 4193.9 | 8040.5 | 4356.5 | 21386 | 0 | 0 | 4173.5 |
| 70 | 39156 | 55.791 | 1337.3 | 0 | 9900.3 | 4117.2 | 1806 | 4292.4 | 45431 | 0 | 0 | 4094.5 |
| 71 | 9173.1 | 55.819 | 15236 | 0 | 9900.3 | 4050.8 | 8337.8 | 4231.3 | 21309 | 0 | 0 | 4029.5 |
| 72 | 37130 | 55.847 | 1282.1 | 0 | 9900.3 | 3974.9 | 245.55 | 4160.9 | 45431 | 0 | 0 | 3951.5 |
| 73 | 6350.7 | 55.876 | 57453 | 0 | 9900.3 | 3905.2 | 47817 | 4090.4 | 21309 | 0 | 0 | 3883.8 |
| 74 | 39510 | 55.904 | 1122.3 | 0 | 9900.3 | 3831.2 | 1726.6 | 4018.3 | 45277 | 0 | 0 | 3807.4 |
| 75 | 17935 | 55.934 | 3623 | 0 | 9900.3 | 3764.3 | 6503.1 | 3954.3 | 21258 | 0 | 0 | 3742.2 |
| 76 | 38124 | 55.963 | 0 | 0 | 9900.3 | 3692.1 | 264.93 | 3887.8 | 45208 | 0 | 0 | 3667.7 |
| 77 | 9979.6 | 55.992 | 8647.4 | 0 | 9900.3 | 3629.9 | 3947.7 | 3826.4 | 21235 | 0 | 0 | 3607.7 |
| 78 | 37723 | 56.023 | 605.06 | 0 | 9900.3 | 3558.4 | 10.791 | 3754.5 | 45208 | 0 | 0 | 3534.1 |
| 79 | 10165 | 56.053 | 7577.5 | 0 | 9900.3 | 3497.3 | 3391.2 | 3688.1 | 21235 | 0 | 0 | 3475 |
| 80 | 37979 | 56.083 | 717.46 | 0 | 9900.3 | 3426.2 | 17.523 | 3608.9 | 45174 | 0 | 0 | 3401.7 |

ANEXO 4: NIVELES ESTÁTICOS EN POZOS DE OBSERVACIÓN DE LA DGA

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: FIRESTONE 1

Código BNA: 04400018-0

Latitud S: 29 57 00

UTM Norte: 6683691 m

Longitud W: 71 15 00

UTM Este: 281656 m

Cuenca: COSTERAS R. ELQUI-R. LIMARI Subcuenca: Costeras entre estero Culebron y Qda. Romeral (inclusive)

| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | (m) | | (m) | | (m) | | (m) | | (m) |
| 17/07/1973 | 38.85 | 19/05/1978 | 31 | 12/07/1978 | 37.1 | 14/10/1980 | 42.1 | 10/11/1980 | 37.59 |
| 19/01/1981 | 35.06 | 18/03/1982 | 28.32 | 15/07/1982 | 33.33 | 19/08/1982 | 33.28 | 16/09/1982 | 33.45 |
| 28/10/1982 | 33.41 | 18/11/1982 | 33.49 | 14/12/1982 | 33.38 | 12/01/1983 | 32.34 | 15/07/1983 | 33.2 |
| 19/08/1983 | 33.28 | 16/09/1983 | 33.2 | 20/10/1983 | 33.13 | 28/11/1983 | 33.08 | 22/12/1983 | 33.03 |
| 27/01/1984 | 33 | 27/02/1984 | 32.92 | 22/03/1984 | 32.86 | 27/04/1984 | 32.83 | 18/05/1984 | 32.74 |
| 25/06/1984 | 32.9 | 26/07/1984 | 32.55 | 21/08/1984 | 32.65 | 17/09/1984 | 32.25 | 21/12/1984 | 32.14 |
| 11/01/1985 | 32.29 | 25/02/1985 | 32.18 | 09/04/1985 | 33.09 | 06/05/1985 | 32.54 | 04/06/1985 | 32.47 |
| 19/07/1985 | 32.11 | 13/08/1985 | 32.02 | 17/09/1985 | 32.06 | 18/10/1985 | 32.09 | 21/11/1985 | 37.71 |
| 06/12/1985 | 31.9 | 17/01/1986 | 31.52 | 20/02/1986 | 31.41 | 31/03/1986 | 31.03 | 17/04/1986 | 37 |
| 30/06/1986 | 30.78 | 14/08/1986 | 32.61 | 29/10/1986 | | 29/12/1986 | 31.83 | 21/01/1987 | 31.76 |
| 28/01/2000 | 29.31 | 09/02/2000 | 29.33 | 31/03/2000 | 29.62 | 17/04/2000 | 29.54 | 24/05/2000 | 29.61 |
| 27/07/2000 | 29.51 | 17/08/2000 | 29.38 | 28/09/2000 | 29.42 | 26/10/2000 | 29.58 | 30/12/2000 | 29.4 |

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: SANTA FILOMENA

Código BNA: 04400021-0

Latitud S: 30 01 00

UTM Norte: 6675700 m

Longitud W: 71 14 00

UTM Este: 283127 m

Cuenca: COSTERAS R. ELQUI-R. LIMARI Subcuenca: Costeras entre estero Culebron y Qda. Romeral (inclusive)

| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | (m) | | (m) | | (m) | | (m) | | (m) |
| 19/05/1978 | 16.1 | 17/08/1978 | 15.83 | 12/09/1978 | 15.65 | 11/10/1978 | 15.53 | 20/11/1978 | 15.29 |
| 12/12/1978 | 15.13 | 15/01/1979 | 14.94 | 16/05/1979 | 14.74 | 15/06/1979 | 14.67 | 06/08/1979 | 14.63 |
| 05/09/1979 | 14.52 | 30/10/1979 | 14.44 | 14/11/1979 | 14.48 | 14/05/1980 | 14.41 | 10/06/1980 | 14.35 |
| 21/01/1981 | 14.12 | 03/09/1981 | 13.7 | 15/10/1981 | 13.64 | 11/11/1981 | 13.6 | 17/12/1981 | 13.67 |
| 13/01/1982 | 13.75 | 23/02/1982 | 14.06 | 18/03/1982 | 14.18 | 29/04/1982 | 14.4 | 24/06/1982 | 14.33 |
| 15/07/1982 | 14.36 | 19/08/1982 | 14.33 | 15/09/1982 | 14.35 | 29/10/1982 | 14.11 | 18/11/1982 | 13.98 |
| 15/12/1982 | 13.88 | 12/01/1983 | 13.69 | 18/02/1983 | 13.6 | 17/03/1983 | 13.63 | 12/04/1983 | 13.59 |
| 20/05/1983 | 13.47 | 17/06/1983 | 13.45 | 15/07/1983 | 13.29 | 19/08/1983 | 13.1 | 16/09/1983 | 13.1 |
| 20/10/1983 | 13.08 | 28/11/1983 | 13.04 | 22/12/1983 | 13 | 27/01/1984 | 13.04 | 24/02/1984 | 12.96 |
| 22/03/1984 | 12.94 | 27/04/1984 | 12.91 | 18/05/1984 | 12.84 | 25/06/1984 | 12.75 | 26/07/1984 | 12.47 |
| 21/08/1984 | 11.76 | 17/09/1984 | 11.83 | 30/10/1984 | 11.88 | 19/11/1984 | 11.93 | 20/12/1984 | 11.99 |
| 11/01/1985 | 12.03 | 27/02/1985 | 12.35 | 09/04/1985 | 6.6 | 06/05/1985 | 6.5 | 04/06/1985 | 6.47 |
| 19/07/1985 | 6.34 | 13/08/1985 | 6.31 | 17/09/1985 | 6.33 | 18/10/1985 | 6.35 | 21/11/1985 | 7.77 |
| 06/12/1985 | 8.71 | 17/01/1986 | 10.99 | 20/02/1986 | 6.33 | 31/03/1986 | | 17/04/1986 | 6.3 |
| 30/06/1986 | 6.26 | 14/08/1986 | 6.39 | 29/10/1986 | | 29/12/1986 | 6.31 | 21/01/1987 | 6.27 |
| 22/07/1987 | 6.11 | 28/01/2000 | 21.09 | 09/02/2000 | 21.37 | 31/03/2000 | 22.41 | 24/05/2000 | 22.73 |
| 30/06/2000 | 22.36 | 30/11/2000 | 22.36 | | | | | | |

xx Medicion en fecha de interés

xx Dato inconsistente

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: EL SAUCE 1

Código BNA: 04400024-5

Latitud S: 30 04 00

UTM Norte: 6670719 m

Longitud W: 71 15 00

UTM Este: 283065 m

Cuenca: COSTERAS R. ELQUI-R. LIMARI Subcuenca: Costeras entre estero Culebron y Qda. Romeral (inclusive)

| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | (m) | | (m) | | (m) | | (m) | | (m) |
| 14/05/1981 | 22.69 | 10/06/1981 | 22.58 | 16/07/1981 | 22.71 | 12/08/1981 | 22.78 | 18/03/1982 | 23.18 |
| 24/06/1982 | 22.89 | 29/10/1982 | 22.57 | 18/11/1982 | 22.6 | 15/12/1982 | 22.63 | 12/01/1983 | 22.6 |
| 15/07/1983 | 22.28 | 18/05/1984 | 25.01 | 25/06/1984 | 24.7 | 26/07/1984 | 21.97 | 21/08/1984 | 21.88 |
| 06/05/1985 | 21.89 | 04/06/1985 | 23.7 | 13/08/1985 | 21.52 | 17/09/1985 | 25.5 | 18/10/1985 | 24.45 |
| 21/11/1985 | 21.08 | 06/12/1985 | 21.56 | 17/01/1986 | 21.52 | 20/02/1986 | 21.49 | 31/03/1986 | |
| 17/04/1986 | 21.47 | 30/06/1986 | | 14/08/1986 | 21.56 | 29/10/1986 | | 29/12/1986 | 21.58 |
| 21/01/1987 | 21.5 | 14/05/1987 | 21.53 | 22/07/1987 | 21.24 | 13/01/1988 | 21.16 | 10/02/1988 | 21.1 |
| 21/04/1988 | 20.07 | 30/06/1988 | 20.83 | 16/01/1989 | 22.29 | 22/02/1989 | 22.05 | 26/04/1989 | 23.75 |
| 27/07/1989 | 21.08 | 24/08/1989 | 20.19 | 27/11/1989 | 20.26 | 27/12/1989 | 21.63 | 22/02/1990 | 21.59 |
| 12/04/1990 | 21.94 | 10/05/1990 | 22.33 | 24/06/1991 | 23.89 | 29/07/1991 | 23.79 | 16/08/1991 | 23.87 |
| 27/09/1991 | 23.93 | 24/10/1991 | 23.95 | 21/11/1991 | 23.96 | 03/03/1992 | 23.91 | 08/04/1992 | 23.82 |
| 06/05/1992 | 23.66 | 22/07/1992 | 23 | 25/09/1992 | 22.55 | 29/10/1992 | 22.63 | 30/11/1992 | 22.96 |
| 21/12/1992 | 22.82 | 29/01/1993 | 22.62 | 26/02/1993 | 22.78 | 26/03/1993 | 22.85 | 13/04/1993 | 23.14 |
| 30/06/1993 | 22.68 | 30/07/1993 | 22.85 | 20/08/1993 | 22.61 | 17/09/1993 | 22.72 | 29/10/1993 | 22.6 |
| 28/08/1998 | 0.2 | 30/09/1998 | 0.2 | 29/10/1998 | 499.8 | 28/11/1998 | 499.8 | 29/12/1998 | 499.8 |
| 17/02/1999 | 499.8 | 29/03/1999 | 499.8 | 27/05/1999 | 499.8 | 25/06/1999 | 499.8 | 30/07/1999 | 499.8 |
| 24/09/1999 | 499.8 | 28/01/2000 | 24.28 | 24/05/2000 | | 30/06/2000 | 32.71 | | |

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: QUEBRADA PEÑUELAS 1 (LA PAMPA)

Código BNA: 04400041-5

Latitud S: 29 57 00

UTM Norte: 6684451

Longitud W: 71 15 00

UTM Este: 282714

Cuenca: COSTERAS R. ELQUI-R. LIMARI Subcuenca: Costeras entre estero Culebron y Qda. Romeral (inclusive)

| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | (m) | | (m) | | (m) | | (m) | | (m) |
| 17/07/1973 | 3.64 | 16/05/1974 | 8.03 | 01/09/1974 | 7.14 | 28/11/1974 | 7.66 | 20/01/1975 | 6.96 |
| 22/02/1989 | 1.06 | 31/03/1989 | 1.16 | 26/04/1989 | 1.11 | 30/05/1989 | 1.06 | 27/07/1989 | 1.18 |
| 24/08/1989 | 1.12 | 22/09/1989 | 1.07 | 31/10/1989 | 1.15 | 27/11/1989 | 1.21 | 27/12/1989 | 1.11 |
| 18/01/1990 | 1.27 | 27/03/1990 | 1.25 | 12/04/1990 | 1.34 | 10/05/1990 | 1.28 | 12/06/1990 | 1.36 |
| 13/07/1990 | 1.29 | 28/08/1990 | 1.23 | 25/09/1990 | 1.31 | 31/10/1990 | 1.38 | 30/11/1990 | 1.41 |
| 26/12/1990 | 1.51 | 16/01/1991 | 1.64 | 13/02/1991 | 1.97 | 15/03/1991 | 2.07 | 18/04/1991 | 2.14 |
| 17/05/1991 | 2.19 | 24/06/1991 | 2.19 | 29/07/1991 | 2.11 | 16/08/1991 | 2.21 | 27/09/1991 | 2.15 |
| 24/10/1991 | 2.19 | 21/11/1991 | 2.14 | 20/12/1991 | 2.11 | 16/01/1992 | 2.08 | 04/02/1992 | 2.03 |
| 03/03/1992 | 2.13 | 08/04/1992 | 1.96 | 06/05/1992 | 1.06 | 27/08/1998 | 0.9 | 30/09/1998 | 0.9 |
| 28/10/1998 | 499.1 | 28/11/1998 | 499.1 | 29/12/1998 | 499.1 | 17/02/1999 | 499.1 | 29/03/1999 | 499.1 |
| 27/05/1999 | 499.1 | 25/06/1999 | 499.1 | 30/07/1999 | 499.1 | 24/09/1999 | 499.1 | | |

xx Medicion en fecha de interés

xx Dato inconsistente

NIVELES ESTATICOS EN POZOS

Estación: SANTA CARMEN

Código BNA: 04400034-2

Latitud S: 30 06 00

UTM Norte: 6667194

Longitud W: 71 19 00

UTM Este: 276224

Cuenca: COSTERAS R. ELQUI-R. LIMARI Subcuenca: Costeras entre estero Culebron y Qda. Romeral (inclusive)

| Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel | Fecha | Nivel |
|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| | (m) | | (m) | | (m) | | (m) | | (m) |
| 20/04/1981 | 30.76 | 14/05/1981 | 30.52 | 29/04/1982 | 31.08 | 24/06/1982 | 31.04 | 19/08/1982 | 30.9 |
| 18/11/1982 | 30.92 | 17/06/1983 | 30.78 | 15/07/1983 | 30.55 | 19/08/1983 | 30.4 | 16/09/1983 | 30.36 |
| 20/10/1983 | 38.6 | 28/11/1983 | 37.53 | 22/12/1983 | 30.29 | 27/01/1984 | 30.26 | 24/02/1984 | 30.27 |
| 22/03/1984 | 30.29 | 27/04/1984 | 30.21 | 18/05/1984 | 30.17 | 25/06/1984 | 30.12 | 26/07/1984 | 29.78 |
| 21/08/1984 | 29.58 | 17/09/1984 | 29.46 | 30/10/1984 | 29.25 | 19/11/1984 | 29.01 | 20/12/1984 | 29.18 |
| 11/01/1985 | 29.24 | 27/02/1985 | 29.35 | 14/03/1985 | 29.33 | 09/04/1985 | 29.48 | 06/05/1985 | 29.42 |
| 04/06/1985 | 29.12 | 17/07/1985 | 29.08 | 18/10/1985 | 28.95 | 17/01/1986 | 28.88 | 20/02/1986 | 28.87 |
| 31/03/1986 | 28.42 | 17/04/1986 | 28.44 | 30/06/1986 | 28.14 | 14/08/1986 | 28.32 | 29/10/1986 | 28.93 |
| 29/12/1986 | 28.48 | 21/01/1987 | 28.39 | 17/03/1987 | 29.01 | 14/05/1987 | 28.11 | 22/07/1987 | 27.98 |
| 04/09/1987 | 27.66 | 30/11/1987 | 29.77 | 13/01/1988 | 28.66 | 10/02/1988 | 29.5 | 21/04/1988 | 29.42 |
| 30/06/1988 | 29.13 | 22/08/1988 | 29.25 | 26/10/1988 | 29.78 | 12/12/1988 | 27.54 | 16/01/1989 | 27.8 |
| 22/02/1989 | 27.49 | 31/03/1989 | 27.6 | 26/04/1989 | 27.46 | 30/05/1989 | 27.46 | 27/07/1989 | 26.88 |
| 24/08/1989 | 26.81 | 27/11/1989 | 27.57 | 24/06/1991 | 28.35 | 21/11/1991 | 29.33 | 09/12/1991 | 29.39 |
| 16/01/1992 | 29.45 | 04/02/1992 | 29.52 | 03/03/1992 | 29.54 | 08/04/1992 | 29.46 | 06/05/1992 | 29.34 |
| 22/07/1992 | 28.89 | 25/09/1992 | 28.64 | 21/12/1992 | 21.24 | 29/01/1993 | 28.41 | 26/02/1993 | 28.18 |
| 20/08/1993 | 28.91 | 29/11/1993 | 30.54 | 31/12/1993 | 30.66 | 30/06/1994 | 31.82 | 22/03/1995 | 34.15 |
| 24/04/1995 | 34.22 | 30/05/1995 | 34.22 | 22/06/1995 | 34.13 | 28/02/1997 | 44.03 | 28/08/1998 | 0.2 |
| 30/09/1998 | 0.2 | 29/10/1998 | 499.8 | 28/11/1998 | 499.8 | 29/12/1998 | 499.8 | 17/02/1999 | 499.8 |
| 29/03/1999 | 499.8 | 27/05/1999 | 499.8 | 25/06/1999 | 499.8 | 30/07/1999 | 499.8 | 24/09/1999 | 499.8 |

xx Medicion en fecha de interés
 xx Dato inconsistente