

**PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL  
HIDROGEOLÓGICO.**

**PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE  
ATACAMA**

**Informe N° 4: Informe de Monitoreo Semestral  
Actualizado a diciembre de 2008**

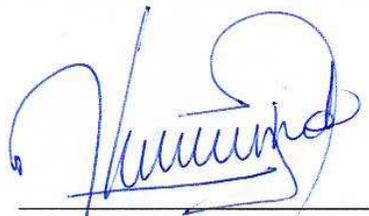
**Informe N° : 837141**

**Fecha: 30-Junio-2009**

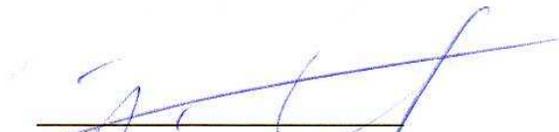
---

**“SQM SALAR”**

<b>1. Tipo Informe</b> Informe técnico	<b>2. Cuerpo del Informe</b> 187 hojas
<b>3. Título del Proyecto</b> Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico. Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Informe N° 4: Informe de Monitoreo Semestral Actualizado a Diciembre de 2008.	<b>4. Fecha Informe</b> 30-Junio-2009
<b>5. Autor (es)</b> Jefe de Proyecto: José Francisco Muñoz Ingeniero a cargo: Cristian Ortiz Ingenieros de Proyecto: Sebastian Elgueta	<b>6. Contrato</b> Convenio DICTUC S.A. - SQM
<b>6. Nombre y Dirección de la Organización Investigadora</b> DICTUC; Pontificia Universidad Católica de Chile Vicuña Mackenna N° 4860, Casilla 306 - Correo 22, Macul - Santiago	<b>7. Período de Investigación</b> Junio2008 - Diciembre 2008
<b>8. Antecedentes de la Institución Mandante</b> Nombre : SQM Salar Dirección: Los Militares 4290, Las Condes, Santiago RUT: 79626800-K Teléfono: +562 4252525 Fax: +562 4252317	<b>9. Contraparte Técnica</b> Nombre: Corrado Tore. Cargo: Gerente de Hidrogeología Salar de Atacama
<b>10. Resumen</b> El estudio tiene por objetivo informar a la autoridad ambiental el resultado del monitoreo hidrogeológico, del semestre junio-diciembre de 2008, del proyecto: "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", de acuerdo a la Resolución de Calificación Ambiental vigente.	



\_\_\_\_\_  
**Jose Francisco Muñoz**  
**Jefe de Proyecto**



\_\_\_\_\_  
**DICTUC S.A.**

Nota: "La información contenida en el presente informe no podrá ser reproducida total o parcialmente, para fines publicitarios, sin la autorización previa y por escrito de Dictuc S.A."



09-023

**SQM SALAR S.A.**

**PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL  
HIDROGEOLÓGICO.  
PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA  
OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE  
ATACAMA**

Informe N° 4: Informe de Monitoreo Semestral

Actualizado a diciembre de 2008

Jefe de proyecto

José F. Muñoz P., Ing. Civil, Ph. D.

Ingeniero a cargo

Cristián Ortiz A., Ing. Agr., M. Sc.

Ingenieros de proyecto

Sebastián Elgueta., Ing. Civil.

Fernando Varas A., Ing. Civil

**Santiago, junio de 2009**



## ***CONTENIDOS***

<b>Ítem</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES GENERALES .....</b>	<b>3</b>
	2.1. INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO PSAH .....	3
<b>3.</b>	<b>MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO .....</b>	<b>5</b>
	3.1. SISTEMA SONCOR .....	5
	3.2. AGUAS DE QUELANA .....	80
	3.3. PEINE .....	123
	3.4. VEGETACIÓN BORDE ESTE .....	147
	3.5. VEGAS DE TILOPOZO .....	158
	3.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA .....	161
	3.7. CUÑA SALINA .....	176
<b>4.</b>	<b>COMENTARIOS RESPECTO AL MONITOREO DEL PSAH .....</b>	<b>187</b>
	4.1. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA MEDIDA EN LABORATORIO .....	187
	4.2. ESTACIONES DE AFORO .....	188
<b>5.</b>	<b>GLOSARIO Y ABREVIACIONES .....</b>	<b>189</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>190</b>
	6.1. INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS .....	190

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N° 4 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH), que forma parte de las obligaciones ambientales de SQM derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 226/2006, que calificó favorablemente el proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. El informe incluye registros de monitoreo actualizados hasta diciembre de 2008, incorporando como información nueva la generada durante el segundo semestre de 2008.

El PSAH considera la medición de todas las variables de monitoreo que reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema, es decir: meteorología, nivel del agua y salmuera subterránea, calidad química de los acuíferos, nivel de cuerpos de agua superficial, caudal de canales afluentes y/o efluentes de cuerpos de agua, superficies lacustres y caudales de bombeo de agua dulce.

El presente informe entrega la información ordenada para los siguientes sistemas o sectores ambientales:

- a) Sistema Soncor,
- b) Sistema de Agua de Quelana,
- c) Sistema Peine,
- d) Vegetación Borde Este,
- e) Sistema Vegas de Tilopozo,
- f) Núcleo del Salar de Atacama y
- g) Cuña salina.

Este informe ha sido confeccionado por DICTUC S.A. basado en la información proporcionada por SQM Salar, quienes son los responsables de obtener los datos en terreno. Sin embargo, DICTUC realizó una campaña de terreno con el objetivo de confirmar de manera aleatoria la información de monitoreo.

## 2. ANTECEDENTES GENERALES

### 2.1. Infraestructura de monitoreo PSAH

El PSAH se encuentra constituido por 225 puntos de monitoreo de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo antiguos y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del PSAH del proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama, los cuales se concluyeron en su totalidad el 31 de octubre del 2007.

Los 225 puntos de monitoreo que conforman el PSAH se pueden desglosar de la siguiente manera:

- 7 calicatas
- 105 pozos someros;
- 84 pozos profundos;
- 5 pozos de bombeo de agua dulce;
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

Del total de los puntos, 47 corresponden a puntos de medición continua exigidos en la RCA. Adicionalmente, se implementó medición continua en la reglilla L7-G2, ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que imposibilita realizar un monitoreo adecuado durante el período de reproductivo.

Estos puntos de monitoreo hidrogeológico se encuentran distribuidos en el núcleo, en la zona marginal y en el borde este del Salar de Atacama (Figura 2.1-1). La gran mayoría de los puntos de medición se ubican en la zona marginal y en el borde este, justamente donde se encuentran emplazados los sistemas ambientales que son objeto de protección y en zonas que requiere un adecuado seguimiento. Los sistemas que se monitorean son los siguientes:

- Sistema Soncor,
- Sistema Aguas de Quelana,
- Sistema Vegetación Borde Este,
- Sistema Peine,
- Vegas de Tilopozo,
- Acuífero del núcleo del Salar de Atacama,
- Sistema Cuña Salina.

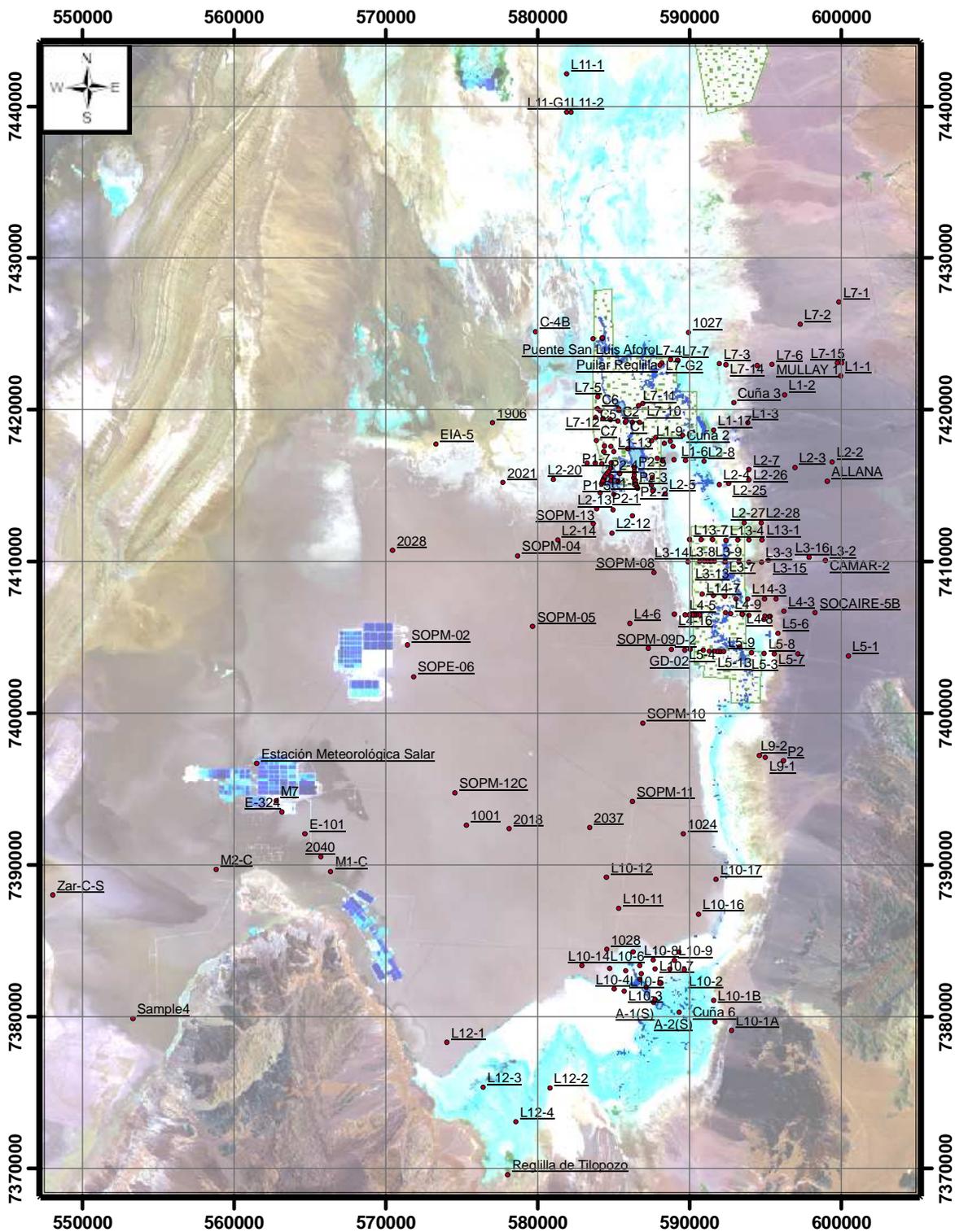


Figura 2.1-1. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.

### **3. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO**

En este capítulo se presentan los registros de mediciones efectuadas hasta diciembre de 2008. La Figura 2.1-1 muestra la ubicación de estos puntos en el salar.

A continuación se presentan los datos recopilados en los puntos de monitoreo definidos por el PSAH para los siguientes sistemas:

- Sistema Soncor
- Sistema Aguas de Quelana
- Sistema Peine
- Sistema Vegetación Borde Este
- Sistema Vegas de Tilopozo
- Núcleo del Salar de Atacama
- Cuña Salina

Las variables a monitorear en cada uno de estos sistemas han sido agrupadas según:

- nivel del agua (subterránea y superficial),
- meteorología,
- volumen bombeado,
- calidad química,
- aforos de caudal y superficie lacustre.

#### **3.1. Sistema Soncor**

El sistema Soncor, perteneciente a la Reserva Nacional Los Flamencos, se emplaza aproximadamente a 20 km. del lugar más próximo a las actividades de extracción de salmuera del proyecto. Los puntos de control del sistema Soncor, se encuentran entre las coordenadas 7.440.000 a 7.410.000 Norte y 580.000 a 600.000 Este. En la Figura 3.1-1 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo del sistema Soncor.

En la Tabla 3.1-1 se indica los puntos de monitoreo del Sistema Soncor, clasificados de acuerdo a la zona donde están emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera) y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el gráfico de registro de nivel.

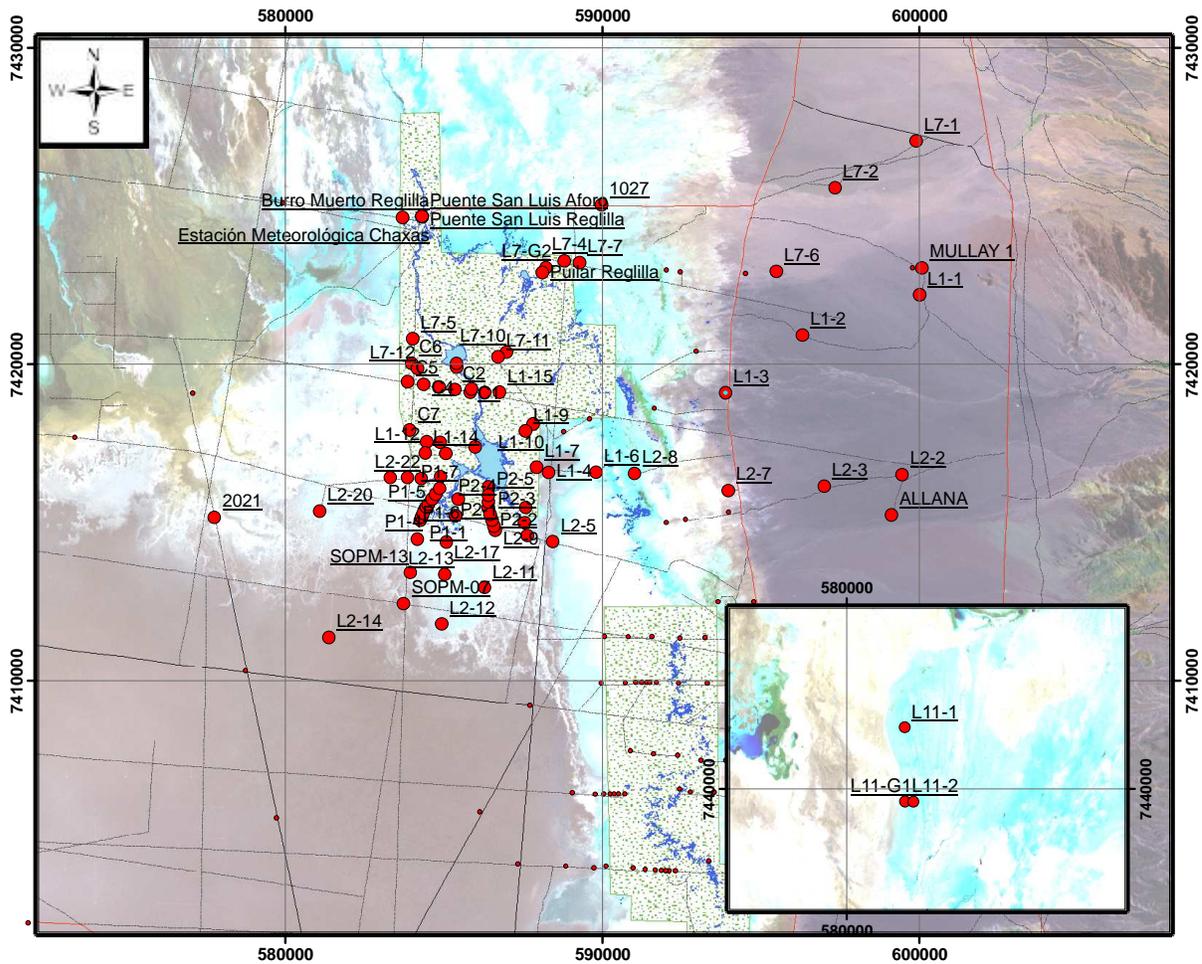


Figura 3.1-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor.

Tabla 3.1-1. Puntos de monitoreo del Sistema Soncor.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L1-1	Zona aluvial	Pozo profundo	8	1027	Zona marginal	Pozo somero	14
L1-2	Zona aluvial	Pozo profundo	9	Calicata C1	Zona marginal	Calicata	14
L1-3	Zona aluvial	Pozo somero	9	Calicata C2	Zona marginal	Calicata	15
L2-2	Zona aluvial	Pozo profundo	10	Calicata C3	Zona marginal	Calicata	15
L2-3	Zona aluvial	Pozo profundo	10	Calicata C4	Zona marginal	Calicata	16
L2-7	Zona aluvial	Pozo profundo	11	Calicata C5	Zona marginal	Calicata	16
L7-1	Zona aluvial	Pozo profundo	11	Calicata C6	Zona marginal	Calicata	17
L7-2	Zona aluvial	Pozo profundo	12	Calicata C7	Zona marginal	Calicata	17
Mullay-1	Zona aluvial	Pozo profundo	12	GD-01	Zona marginal	Pozo profundo	18
Allana	Zona aluvial	Pozo profundo	13	L1-4	Zona marginal	Pozo somero	18

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L1-5	Zona marginal	Pozo profundo	19	L7-G1	Zona marginal	Reglilla	39
L1-6	Zona marginal	Pozo somero	19	L7-G2	Zona marginal	Reglilla	40
L1-7	Zona marginal	Pozo somero	20	Puente San Luis	Zona marginal	Reglilla	42
L1-8	Zona marginal	Pozo somero	20	Burro Muerto	Zona marginal	Reglilla	44
L1-9	Zona marginal	Pozo somero	21	L11-G1	Zona marginal	Reglilla	45
L1-10	Zona marginal	Pozo somero	21	P1-1	Zona marginal	Continuo	46
L1-11	Zona marginal	Pozo somero	22	P1-2	Zona marginal	Continuo	46
L1-12	Zona marginal	Pozo somero	22	P1-3	Zona marginal	Continuo	47
L1-13	Zona marginal	Pozo somero	23	P1-4	Zona marginal	Continuo	47
L1-14	Zona marginal	Pozo somero	23	P1-5	Zona marginal	Continuo	48
L1-15	Zona marginal	Pozo somero	24	P1-6	Zona marginal	Continuo	48
L1-16	Zona marginal	Pozo somero	24	P1-7	Zona marginal	Continuo	49
L2-4	Zona marginal	Pozo somero	25	P2-1	Zona marginal	Continuo	50
L2-5	Zona marginal	Pozo profundo	25	L2-9	Zona marginal	Continuo	49
L2-8	Zona marginal	Pozo somero	26	L2-16	Zona marginal	Continuo	51
L2-10	Zona marginal	Pozo somero	26	P2-2	Zona marginal	Continuo	50
L2-11	Zona marginal	Pozo somero	27	P2-3	Zona marginal	Continuo	51
L2-12	Zona marginal	Pozo somero	27	P2-4	Zona marginal	Continuo	52
L2-13	Zona marginal	Pozo somero	28	P2-5	Zona marginal	Continuo	52
L2-15	Zona marginal	Pozo somero	28	L2-23	Zona marginal	Continuo	53
L2-17	Zona marginal	Pozo somero	29	2021	Zona marginal	Continuo	53
L2-18	Zona marginal	Pozo somero	29	SOPM -07	Salmuera	Pozo profundo	54
L2-19	Zona marginal	Pozo somero	30	SOPM -13	Salmuera	Pozo somero	54
L2-21	Zona marginal	Pozo somero	30	SOPM -14	Salmuera	Pozo somero	55
L2-22	Zona marginal	Pozo somero	31	L2-14	Salmuera	Pozo somero	55
L2-24	Zona marginal	Pozo somero	31	L2-20	Salmuera	Pozo somero	56
L7-3	Zona marginal	Pozo somero	32	Barros Negros	Zona marginal	Lacustre	57
L7-4	Zona marginal	Pozo somero	32	Puilar	Zona marginal	Lacustre	58
L7-5	Zona marginal	Pozo somero	33	Chaxas	Zona marginal	Lacustre	59
L7-6	Zona marginal	Pozo profundo	34	Estación meteorológica Chaxa	Zona marginal	Estación Meteorológica	60
L7-7	Zona marginal	Pozo somero	34				
L7-10	Zona marginal	Pozo somero	35	Puente San Luis Aforo	Zona marginal	Aforo	42
L7-11	Zona marginal	Pozo somero	35				
L7-12	Zona marginal	Pozo somero	36	Barros Negros Aforo	Zona marginal	Aforo	78
L11-1	Zona marginal	Pozo somero	36				
L11-2	Zona marginal	Pozo somero	37				
L1-G4	Zona marginal	Reglilla	38				

### 3.1.1. Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Soncor, niveles representados gráficamente desde la Figura 3.1-2 a la Figura 3.1-96.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 (Figura 3.1-4, Figura 3.1-34 y Figura 3.1-48 respectivamente), forman parte del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

#### 3.1.1.1. Pozos en zona aluvial

El acuífero en este sector está compuesto principalmente por material aluvial y depósitos salinos, de granulometría variable, provenientes de la parte alta de la cuenca. El agua subterránea corresponde principalmente a agua fresca (poco salina) que tiende a salinizarse a medida que se acerca a la zona marginal, debido a la concentración de sales producto principalmente de la evaporación entre otros procesos formativos.

Como se indica más adelante los pozos Mullay 1 y Allana comenzaron a bombear el mes de septiembre de 2008. El inicio del bombeo produjo un cambio en el comportamiento histórico de algunos pozos de la zona aluvial. Los pozos L1-1, L1-2, L2-2, L2-3 muestran un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona.

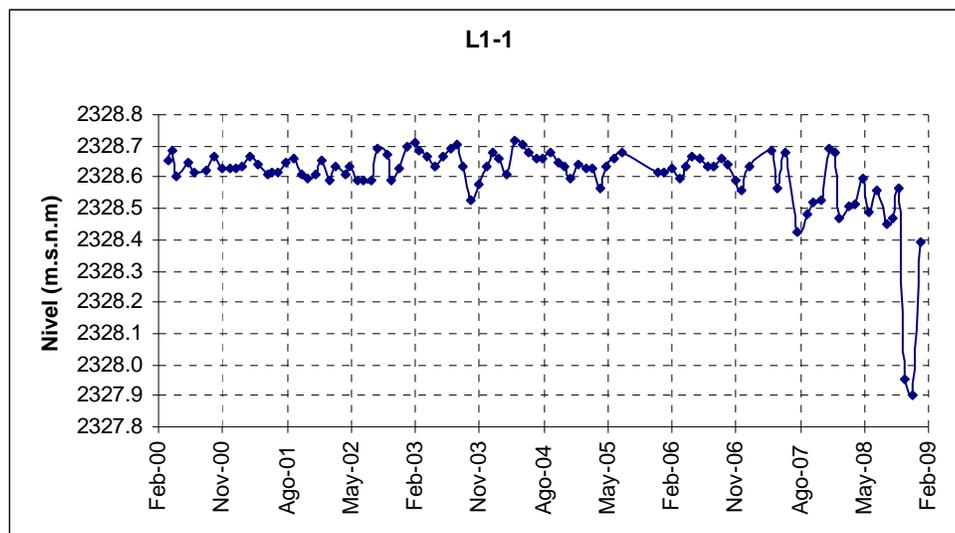


Figura 3.1-2. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.

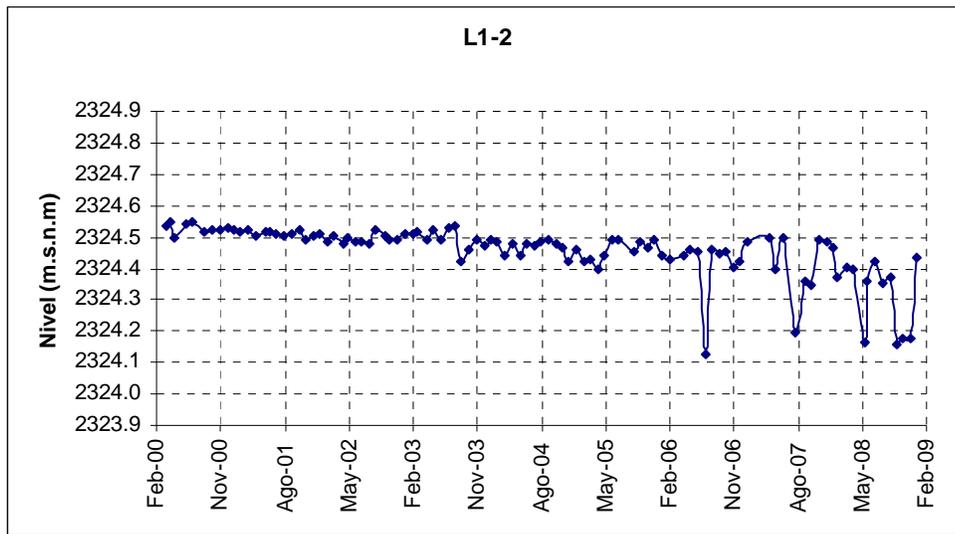


Figura 3.1-3. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.

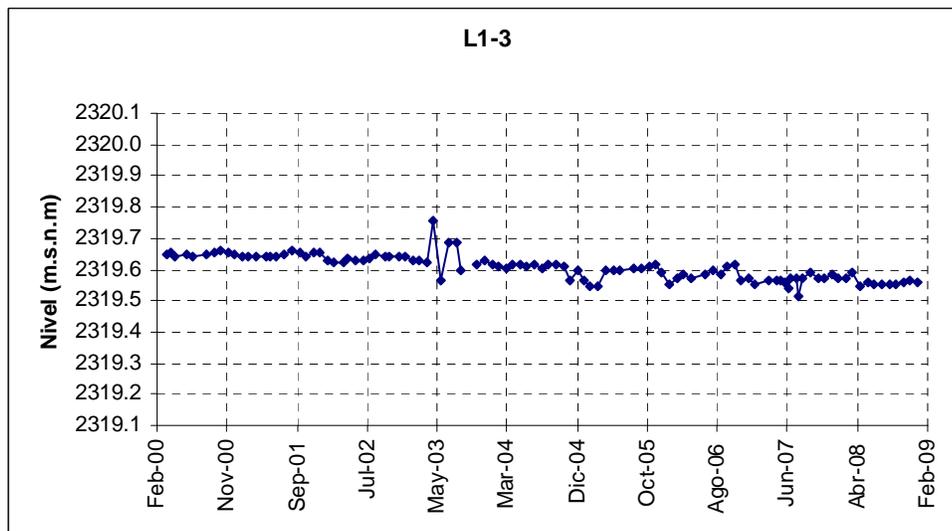


Figura 3.1-4. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.

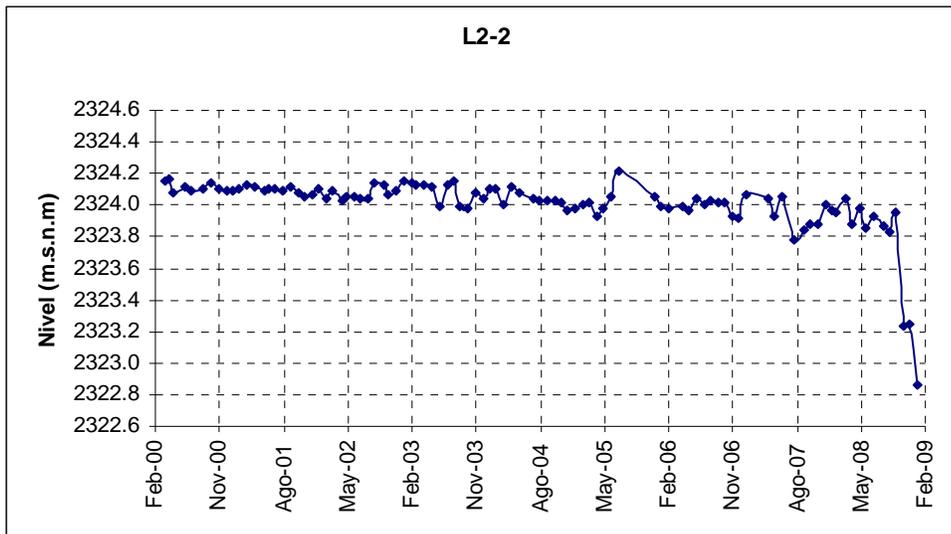


Figura 3.1-5. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.



Figura 3.1-6. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.

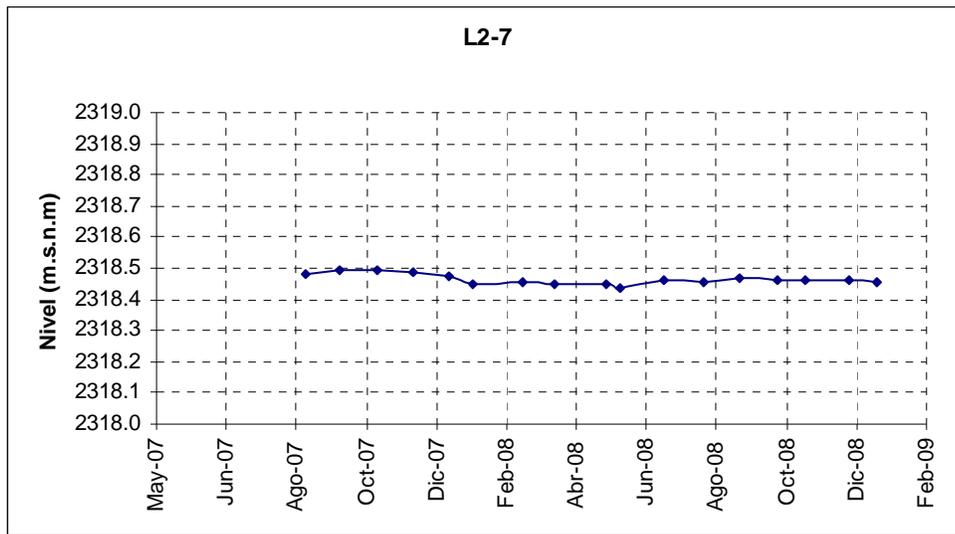


Figura 3.1-7. Nivel mensual observado en el pozo L2-7.

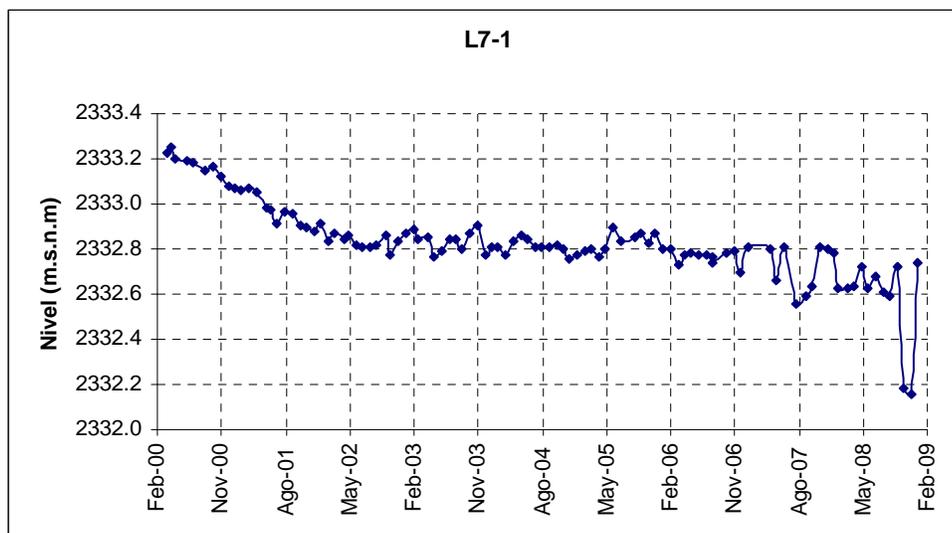


Figura 3.1-8. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.

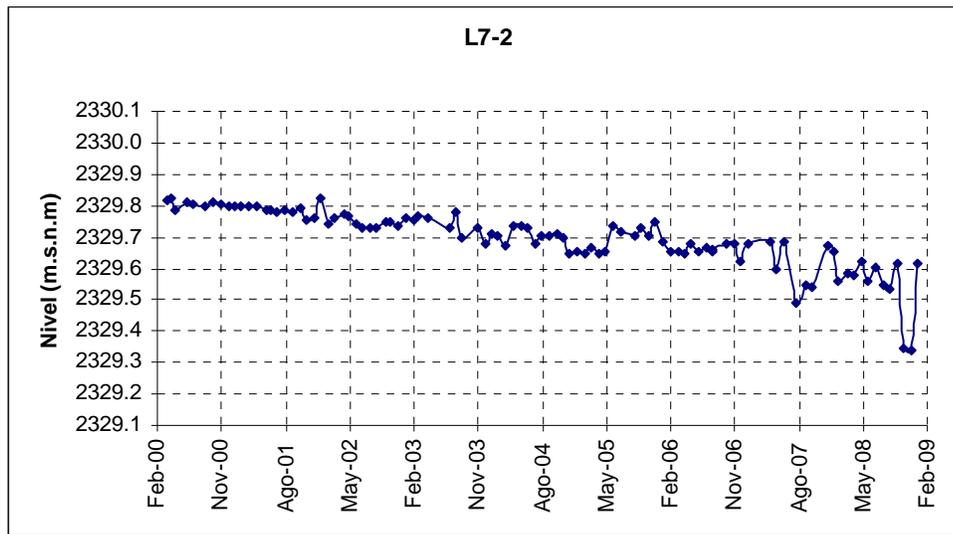


Figura 3.1-9. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.

El pozo Mullay 1 (Figura 3.1-10) comenzó a operar como pozo de bombeo el día 15 de septiembre de 2008. Dado que fue necesario implementar un sistema de medición de niveles se modificó la referencia quedando la cota en 2404,129 m.s.n.m.

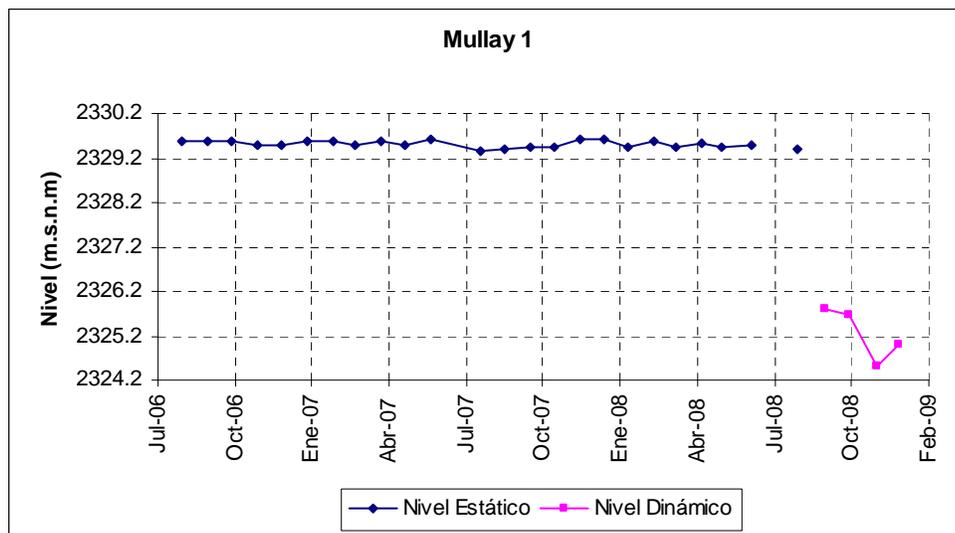


Figura 3.1-10. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1.

El pozo Allana (Figura 3.1-11) muestra un vacío de datos desde octubre de 2007 a enero de 2008, debido a que durante ese período se realizaron trabajos para su habilitación como pozo de bombeo, cuyo inicio de actividades como tal fue el día 15 de septiembre del 2008. Por este motivo, fue necesario cambiar el punto de referencia de medición de niveles, al igual que en el pozo Mullay, quedando finalmente en 2403,242 m.s.n.m.

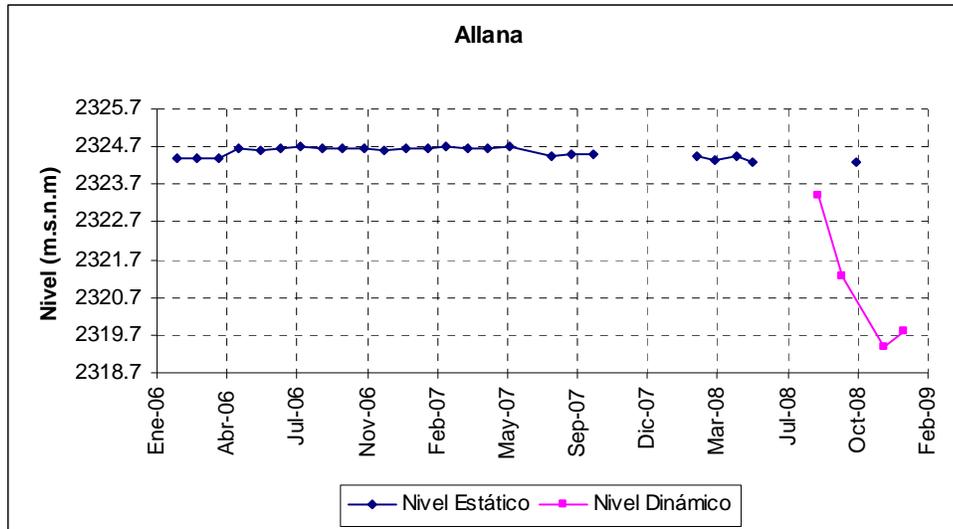


Figura 3.1-11. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana.

### 3.1.1.2. Pozos en zona marginal

Los pozos ubicados en la zona marginal se caracterizan por tener un comportamiento estacional dado principalmente por la evaporación. Durante los últimos meses de monitoreo se observa que en la mayoría de los pozos de este sector (Figura 3.1-12 a Figura 3.1-58) se ha mantenido la tendencia previa de los niveles con un comportamiento bastante estable. Además, en varios de los pozos nuevos comienza a perfilarse un comportamiento estacional producto de la evaporación en el sector.

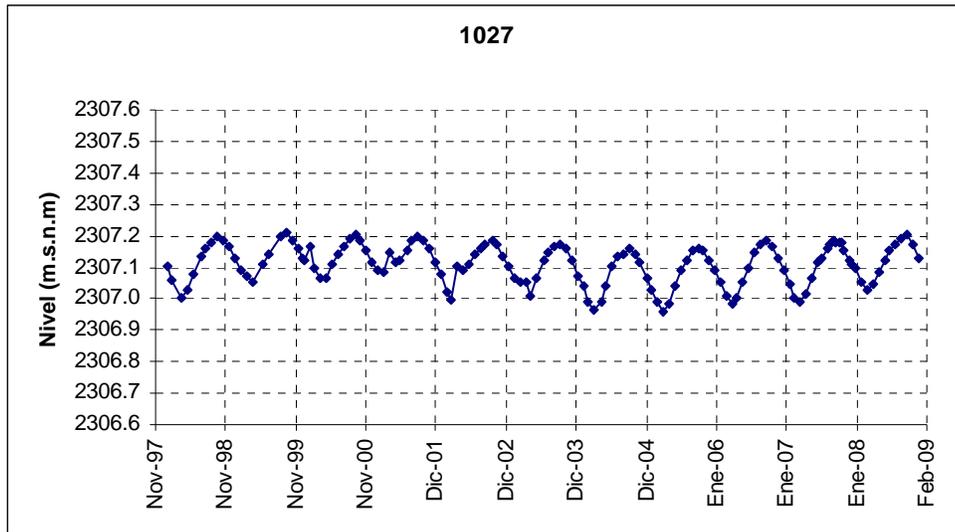


Figura 3.1-12. Nivel mensual observado en el pozo 1027.

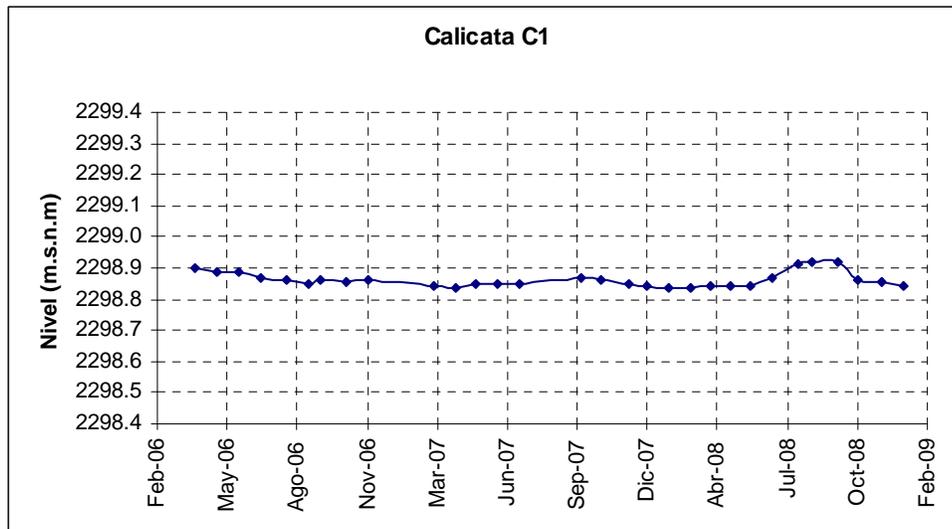


Figura 3.1-13. Nivel mensual observado en la calicata C1.

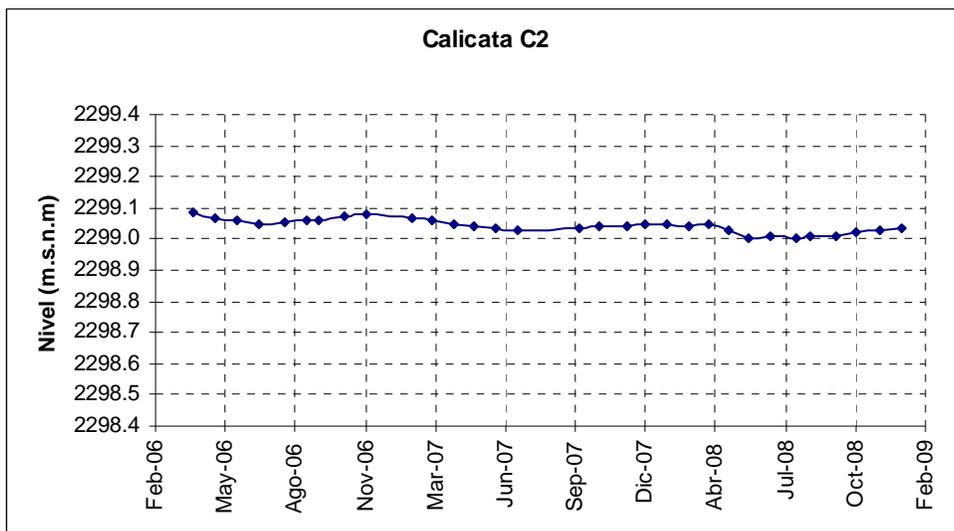


Figura 3.1-14. Nivel mensual observado en la calicata C2.

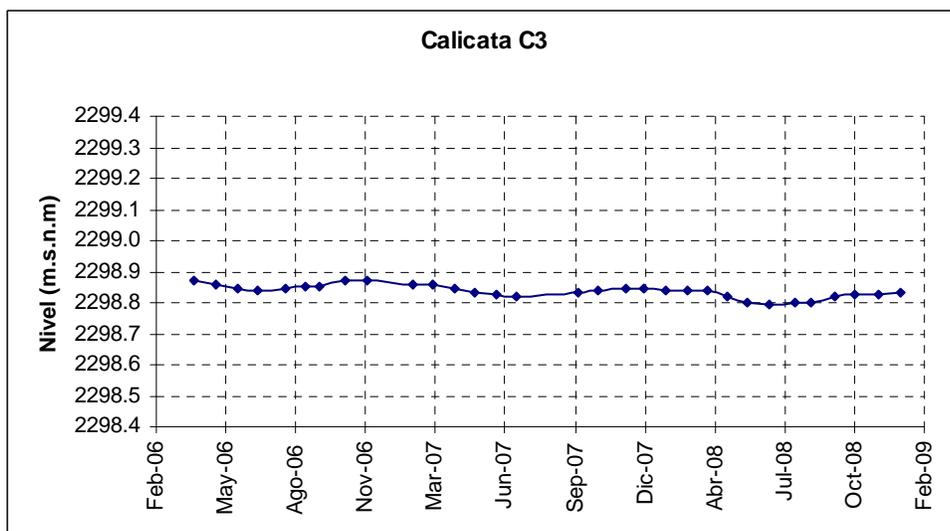


Figura 3.1-15. Nivel mensual observado en la calicata C3.

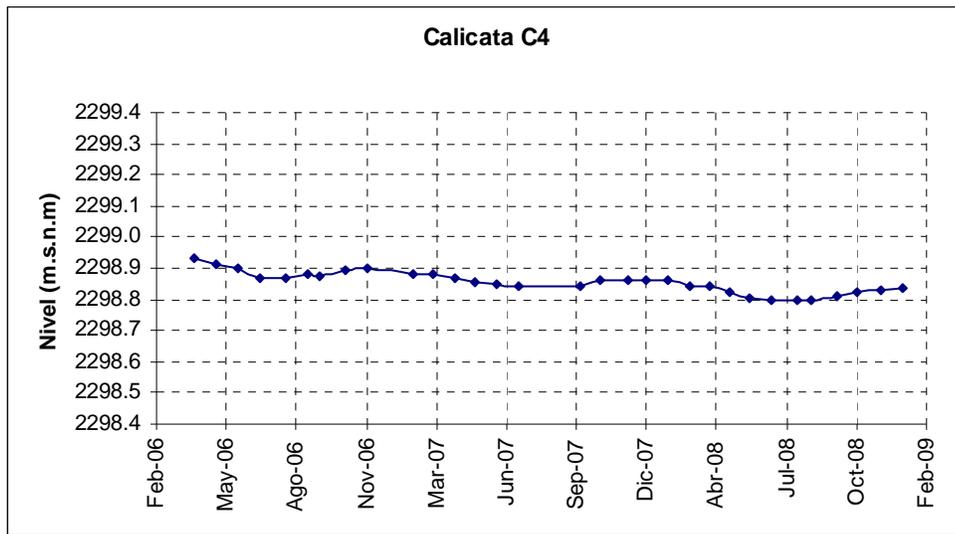


Figura 3.1-16. Nivel mensual observado en la calicata C4.

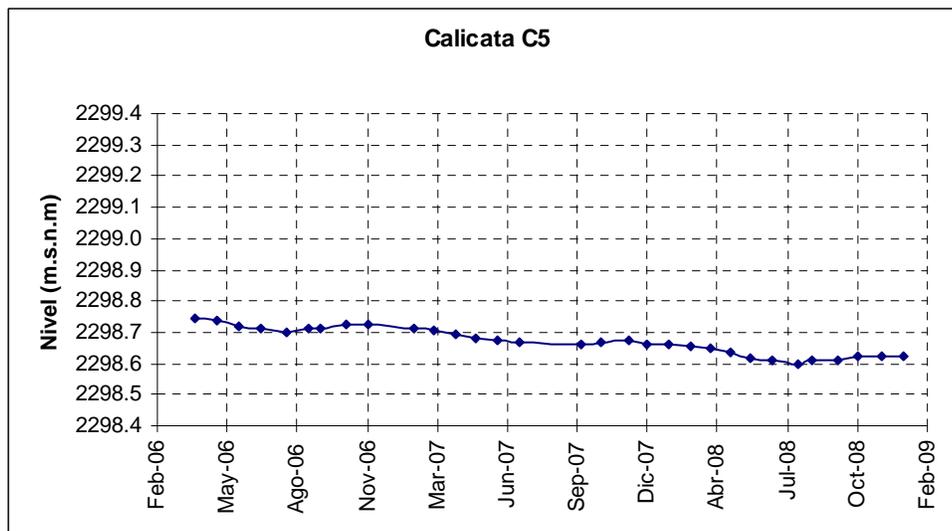


Figura 3.1-17. Nivel mensual observado en la calicata C5.

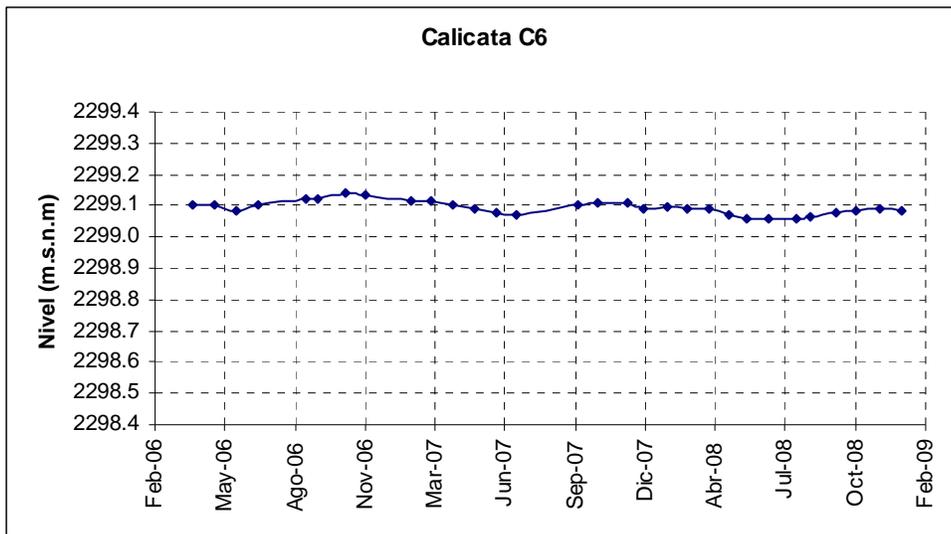


Figura 3.1-18. Nivel mensual observado en la calicata C6.

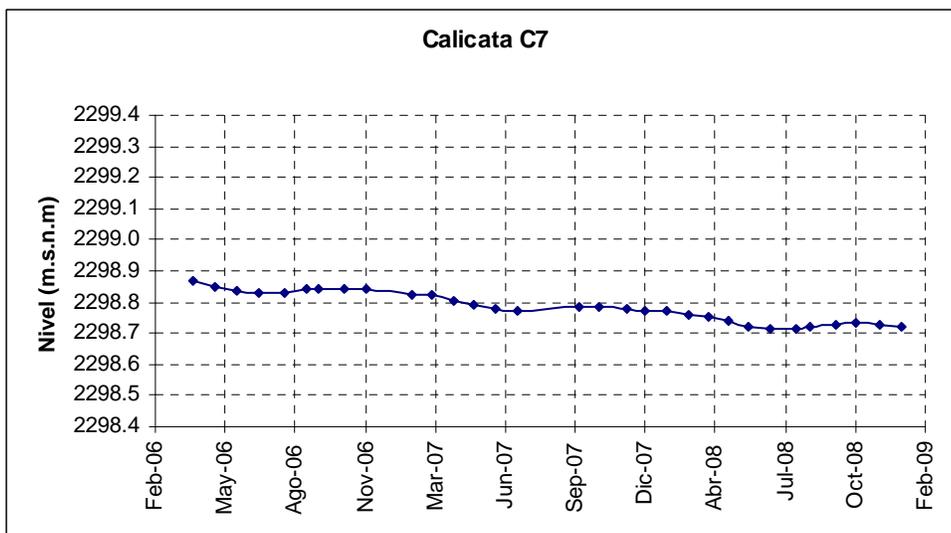


Figura 3.1-19. Nivel mensual observado en la calicata C7.

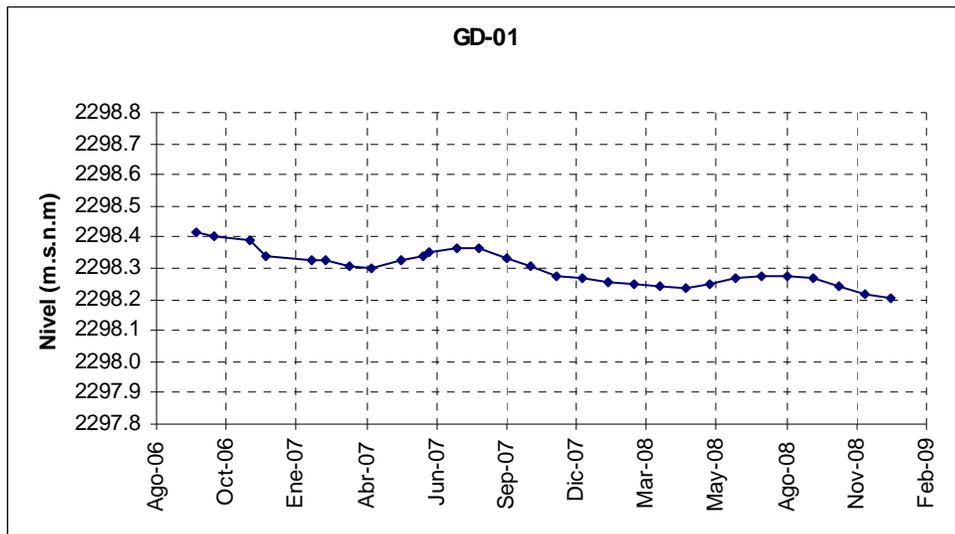


Figura 3.1-20. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.

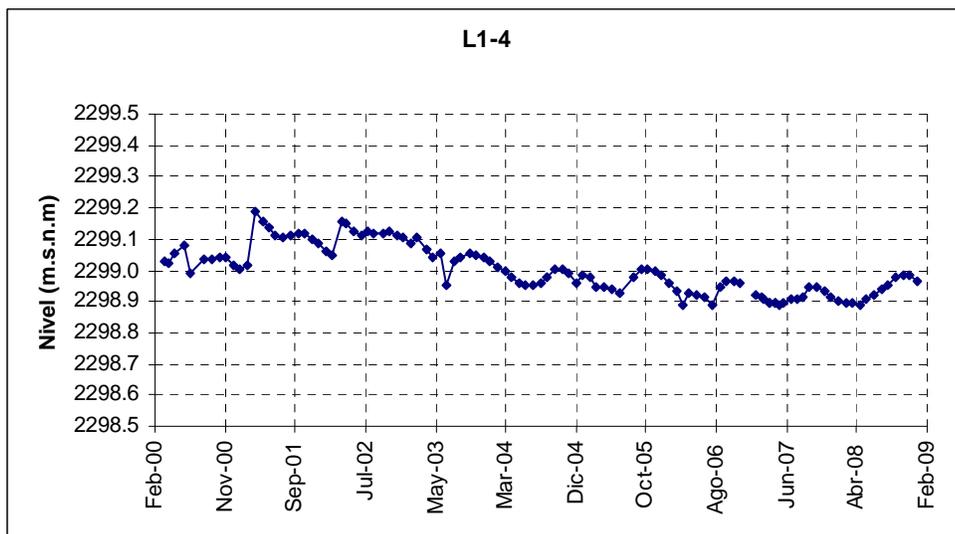


Figura 3.1-21. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.

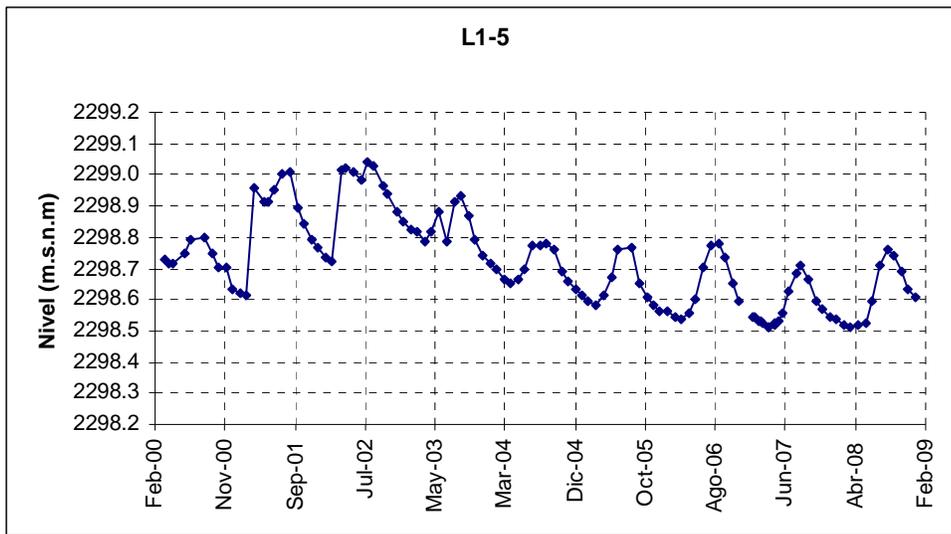


Figura 3.1-22. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.

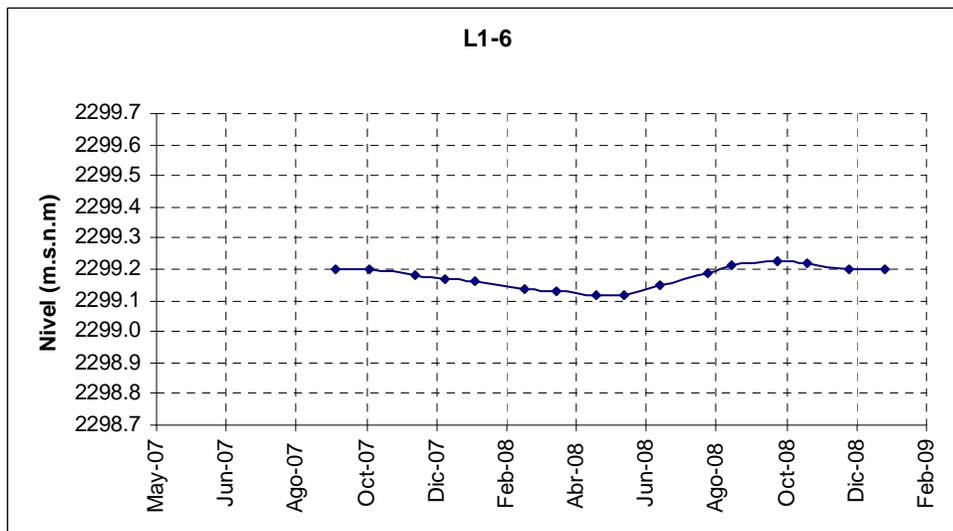


Figura 3.1-23. Nivel mensual observado en el pozo L1-6.

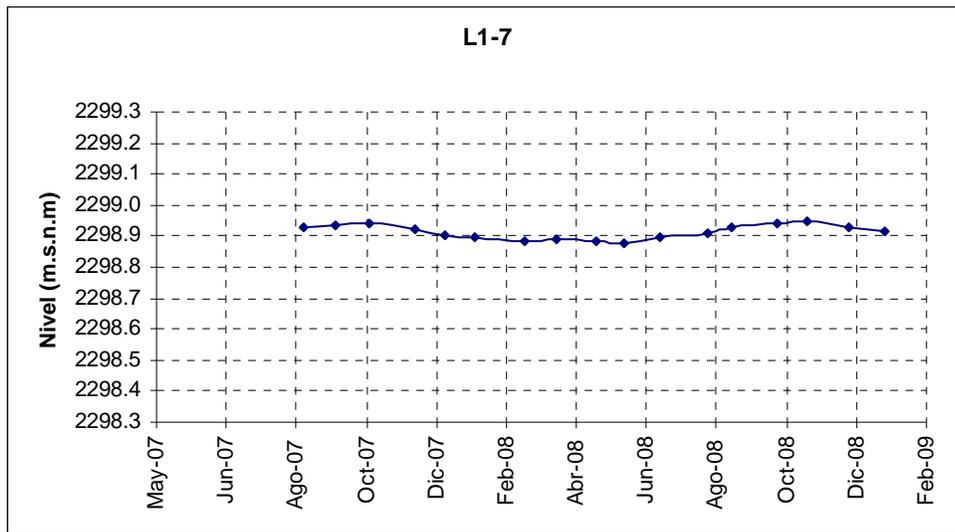


Figura 3.1-24. Nivel mensual observado en el pozo L1-7.

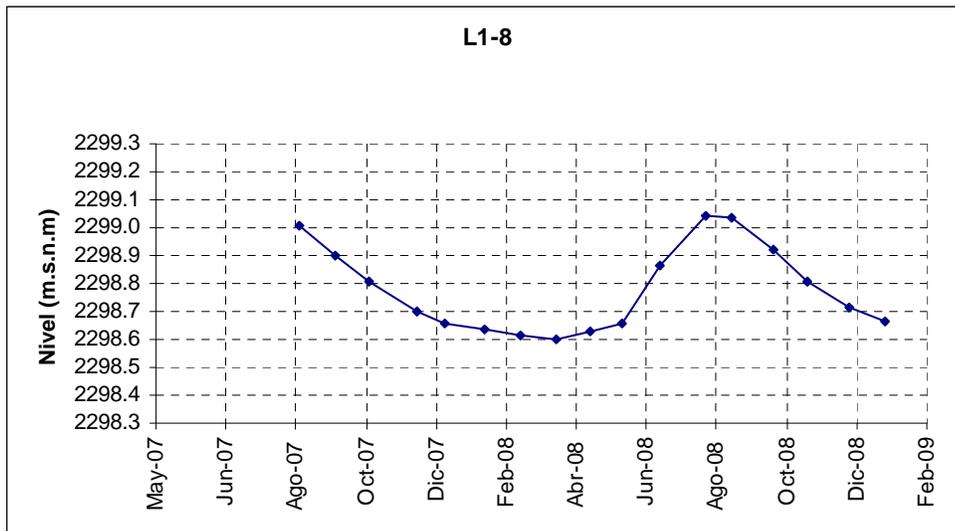


Figura 3.1-25. Nivel mensual observado en el pozo L1-8.

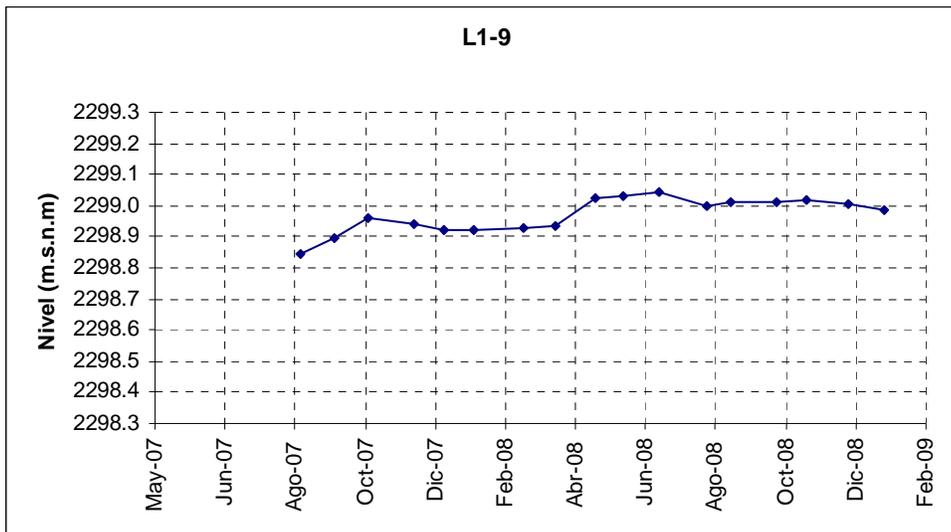


Figura 3.1-26. Nivel mensual observado en el pozo L1-9.

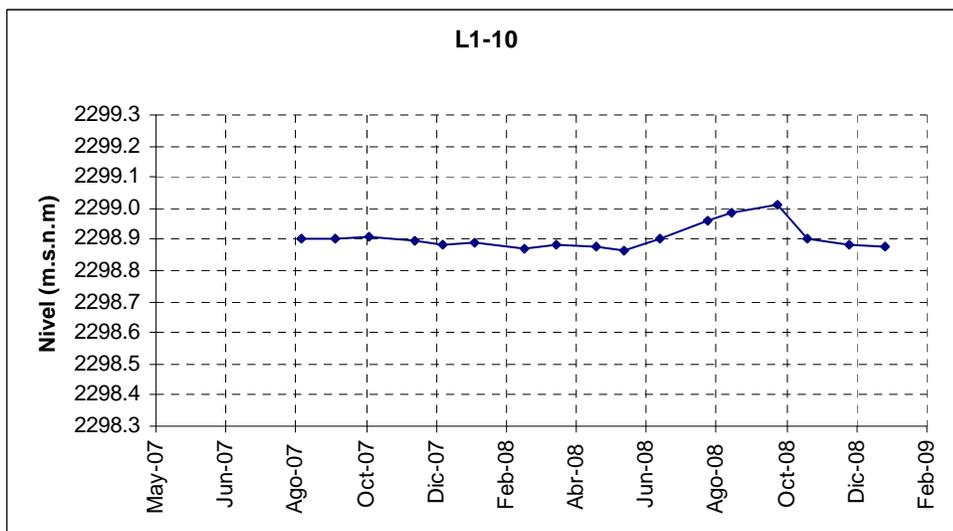


Figura 3.1-27. Nivel mensual observado en el pozo L1-10.

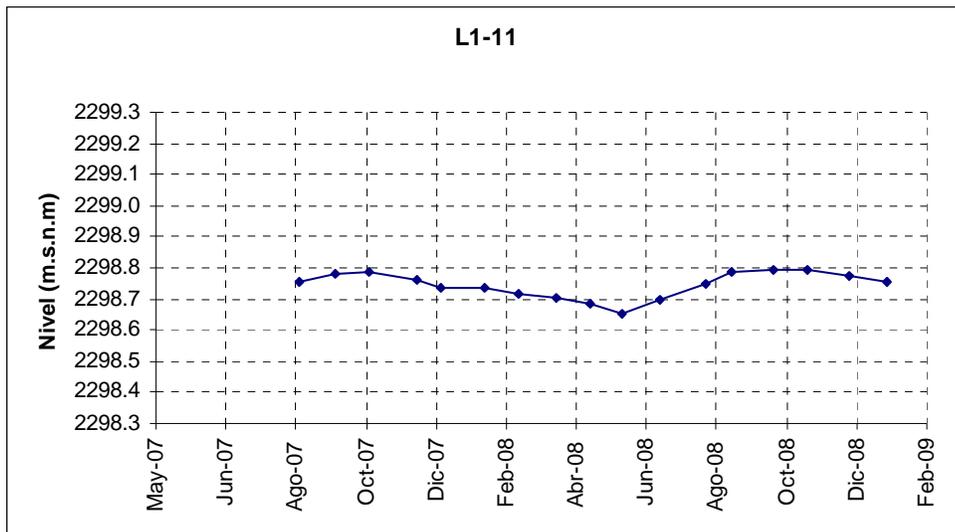


Figura 3.1-28. Nivel mensual observado en el pozo L1-11.

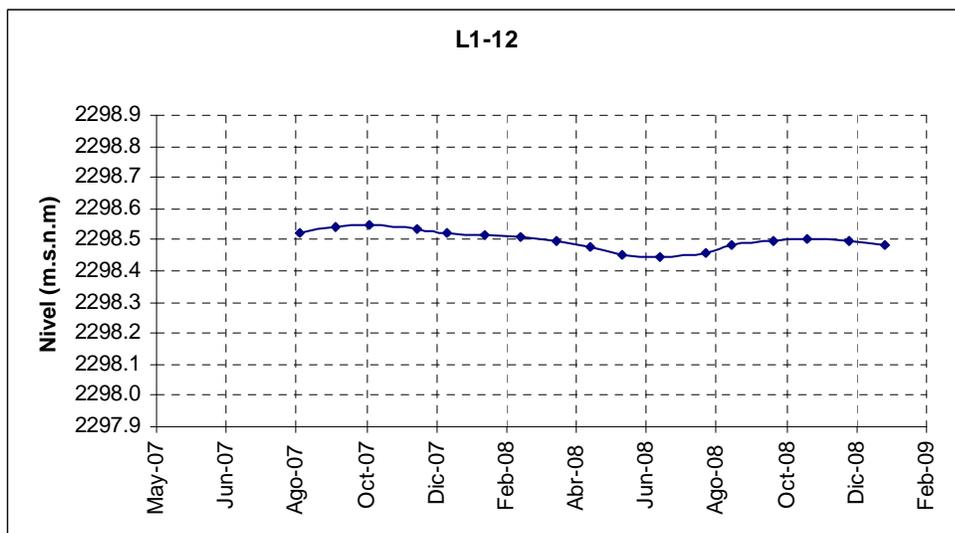


Figura 3.1-29. Nivel mensual observado en el pozo L1-12.

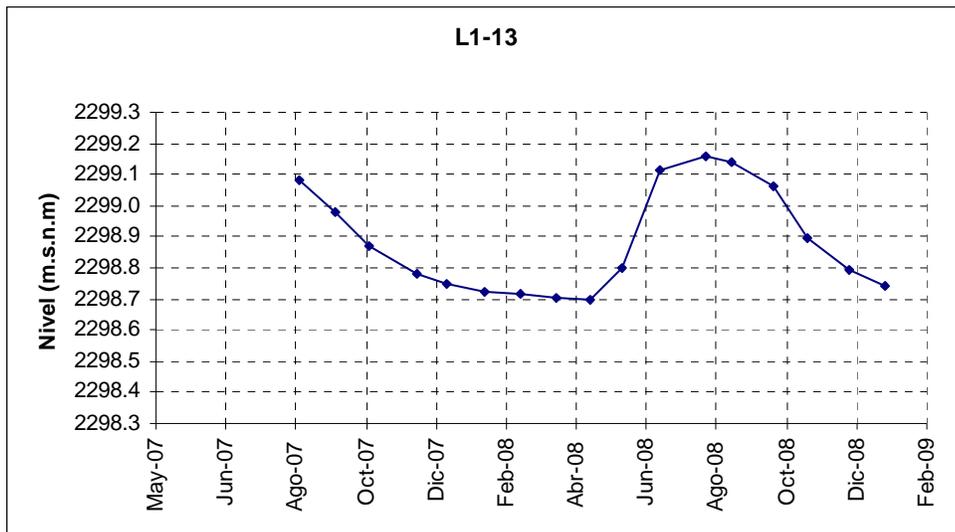


Figura 3.1-30. Nivel mensual observado en el pozo L1-13.

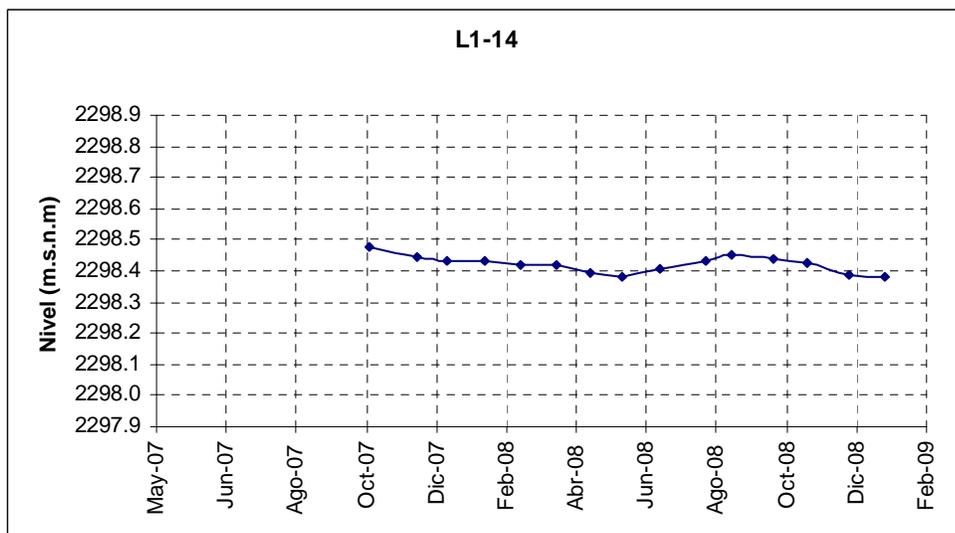


Figura 3.1-31. Nivel mensual observado en el pozo L1-14.

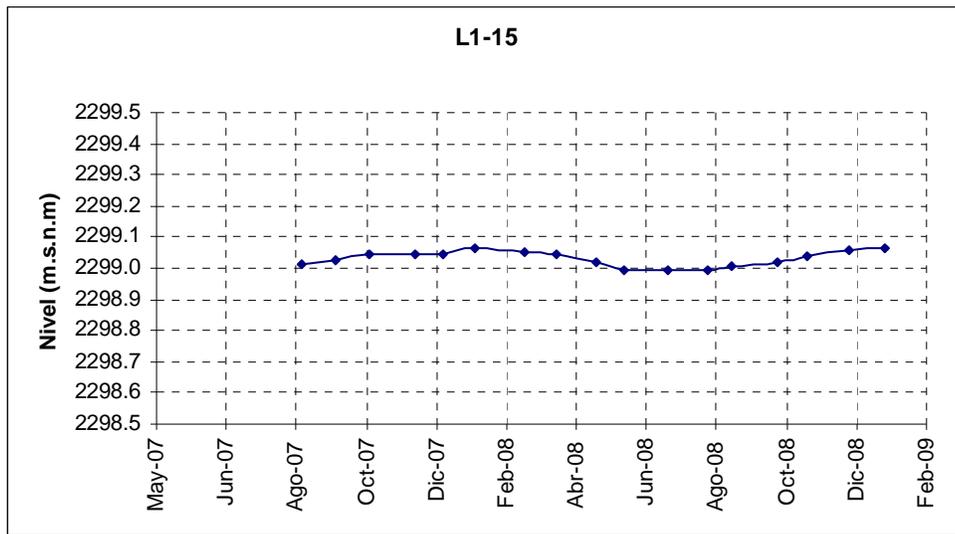


Figura 3.1-32. Nivel mensual observado en el pozo L1-15.

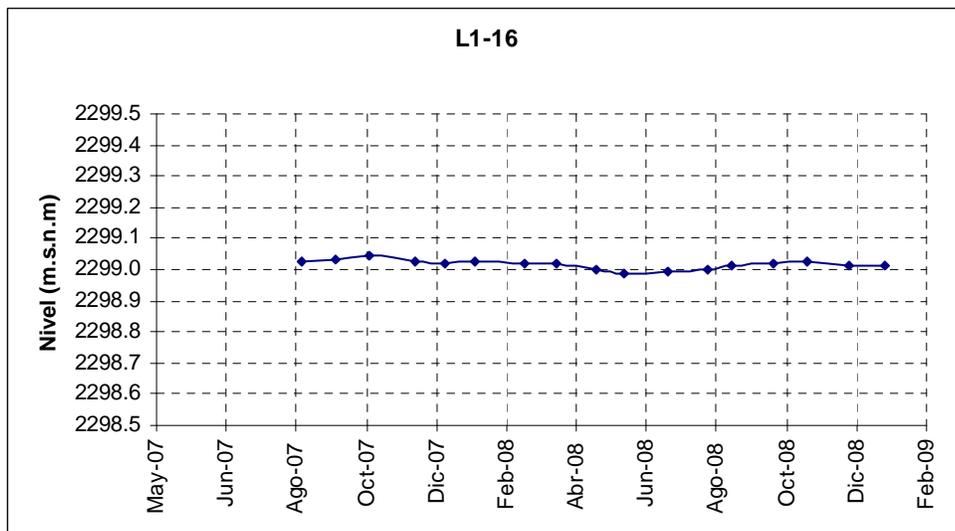


Figura 3.1-33. Nivel mensual observado en el pozo L1-16.

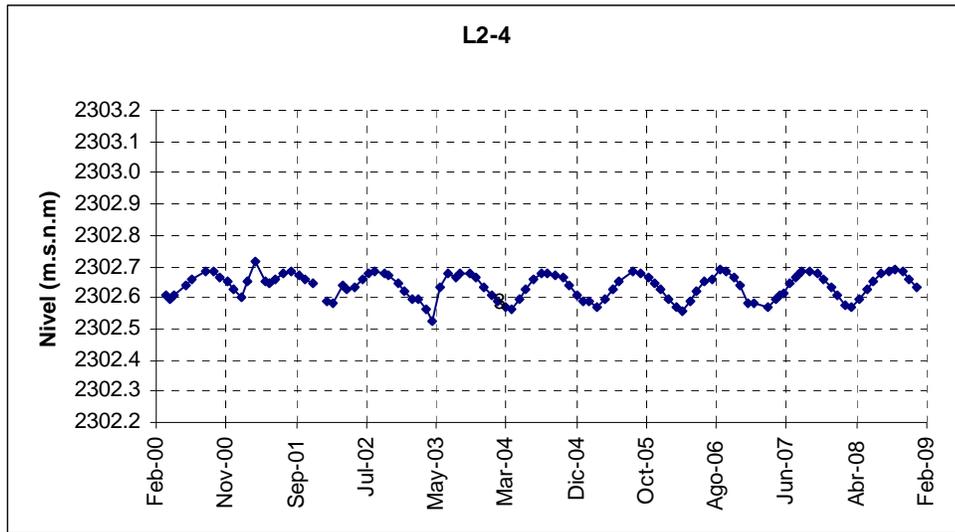


Figura 3.1-34. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.

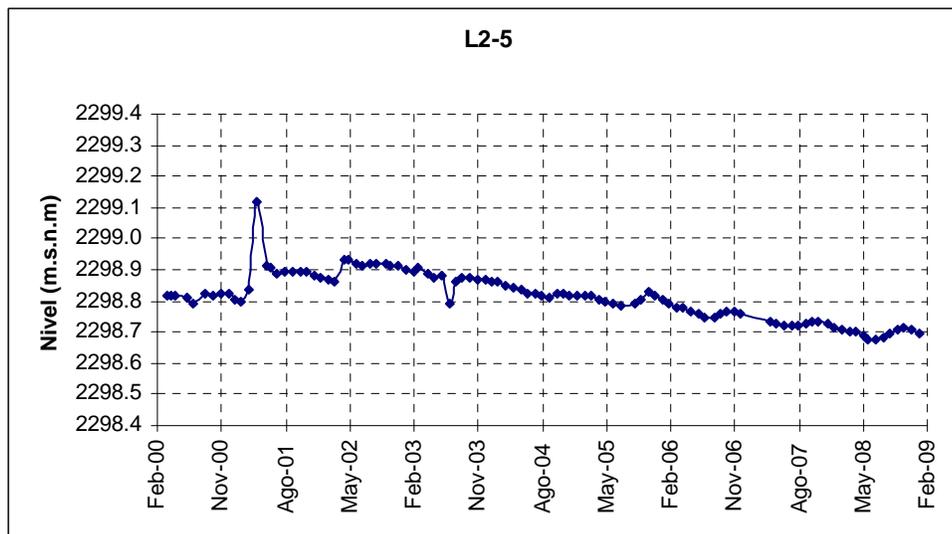


Figura 3.1-35. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.

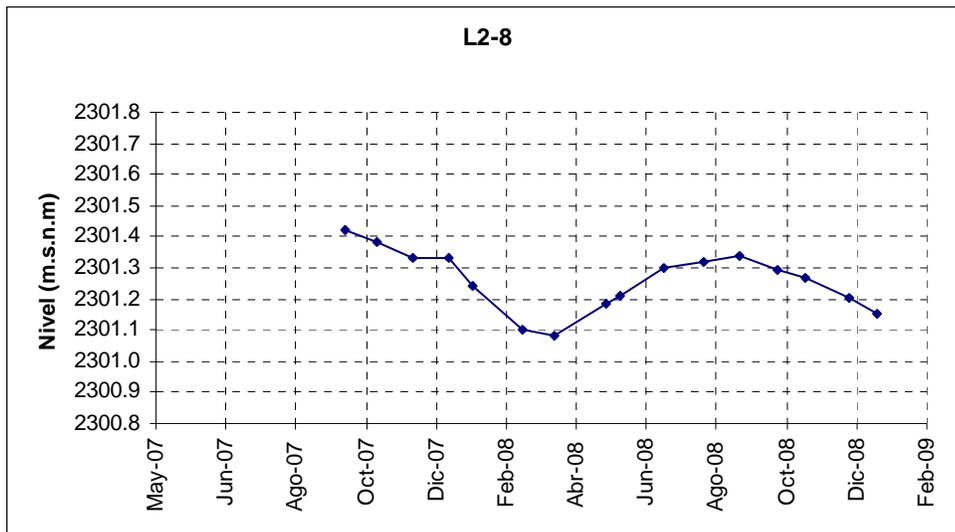


Figura 3.1-36. Nivel mensual observado en el pozo L2-8.

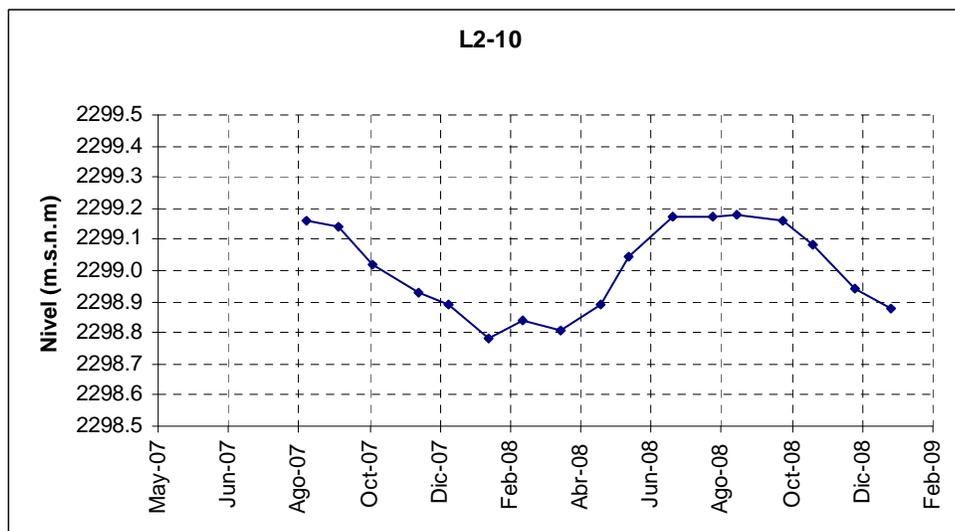


Figura 3.1-37. Nivel mensual observado en el pozo L2-10.

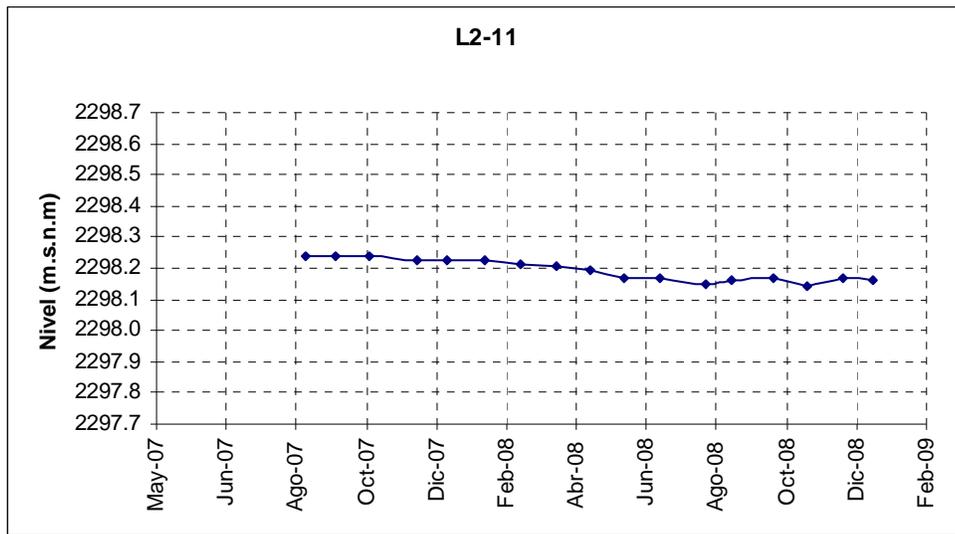


Figura 3.1-38. Nivel mensual observado en el pozo L2-11.

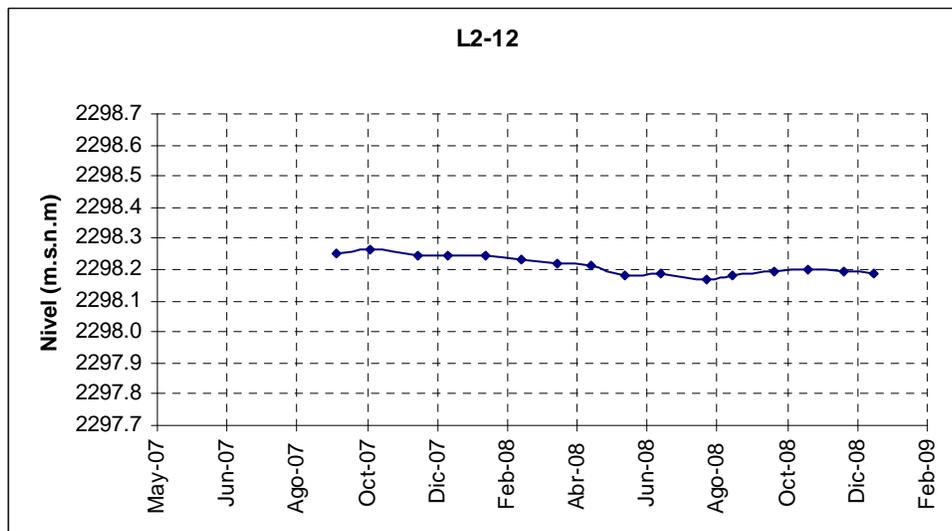


Figura 3.1-39. Nivel mensual observado en el pozo L2-12.

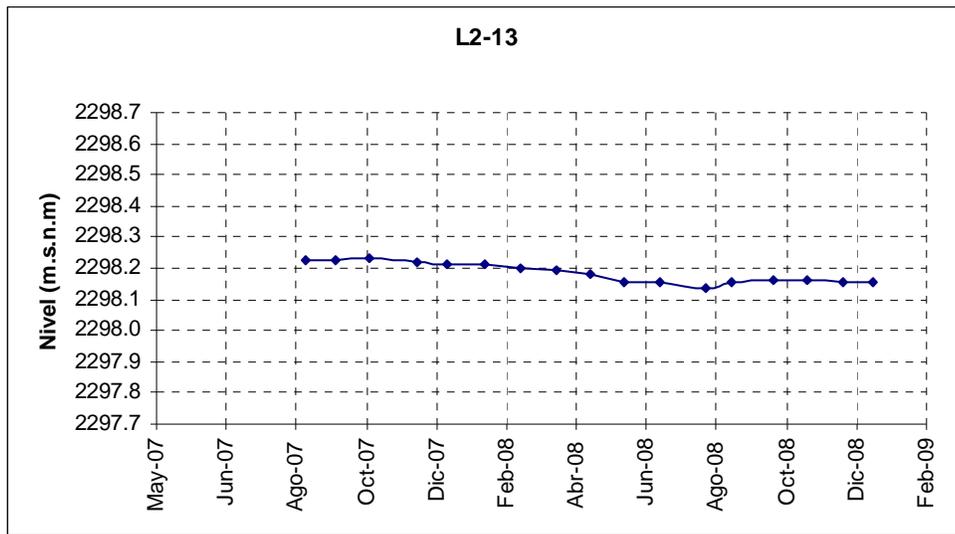


Figura 3.1-40. Nivel mensual observado en el pozo L2-13.

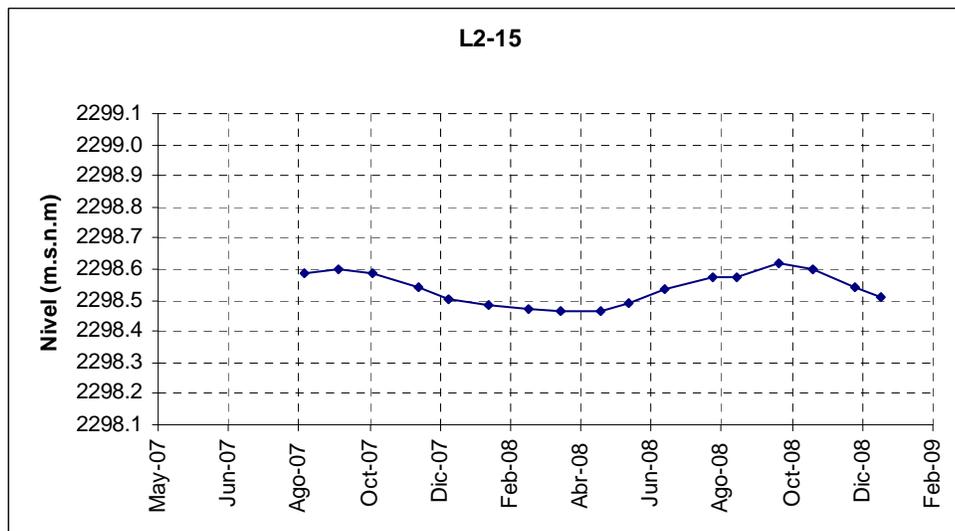


Figura 3.1-41. Nivel mensual observado en el pozo L2-15.

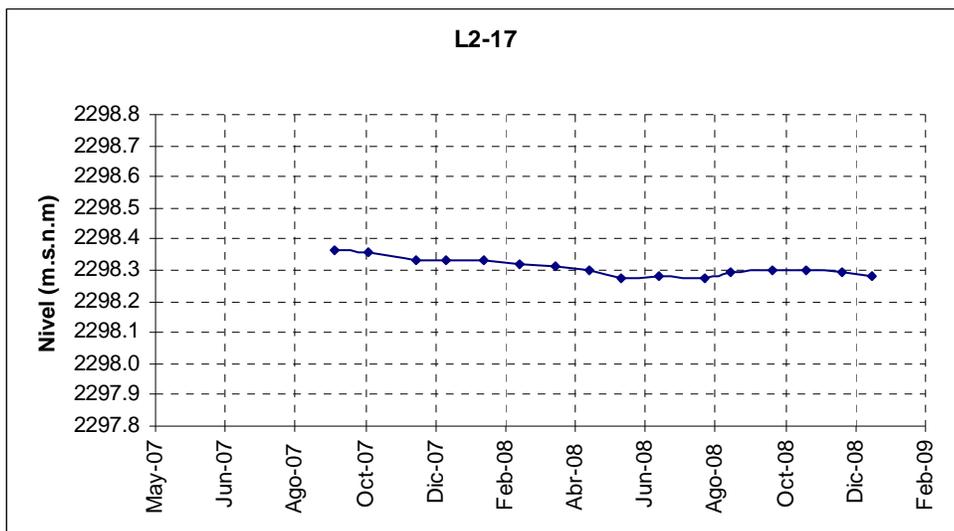


Figura 3.1-42. Nivel mensual observado en el pozo L2-17.

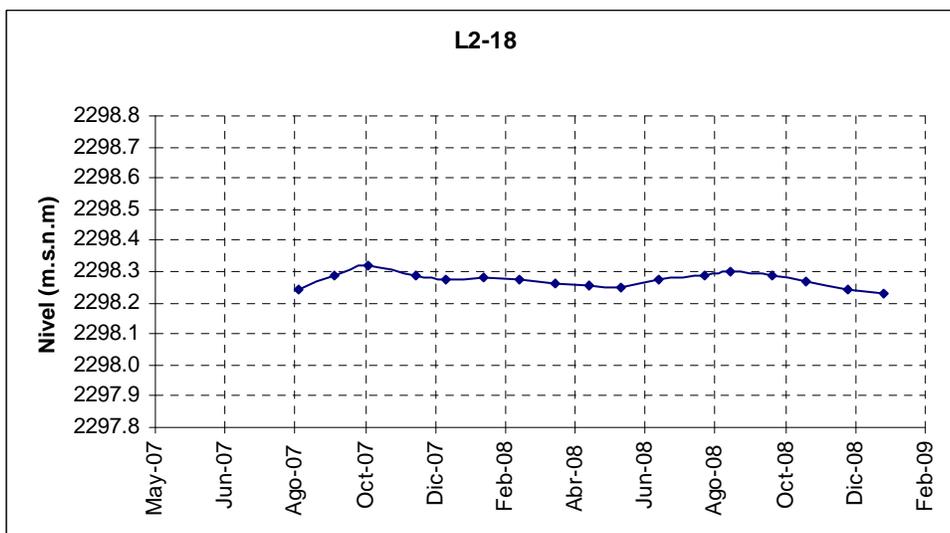


Figura 3.1-43. Nivel mensual observado en el pozo L2-18.

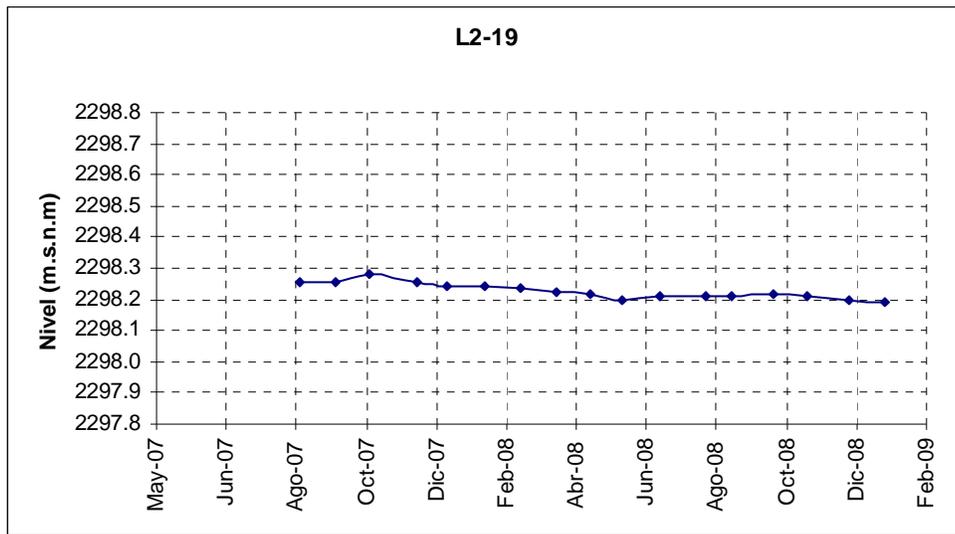


Figura 3.1-44. Nivel mensual observado en el pozo L2-19.

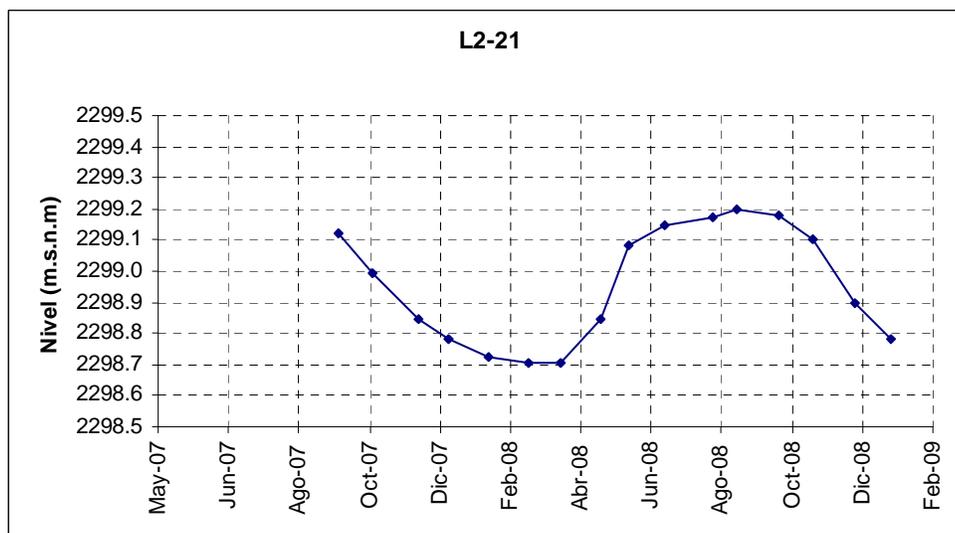


Figura 3.1-45. Nivel mensual observado en el pozo L2-21.

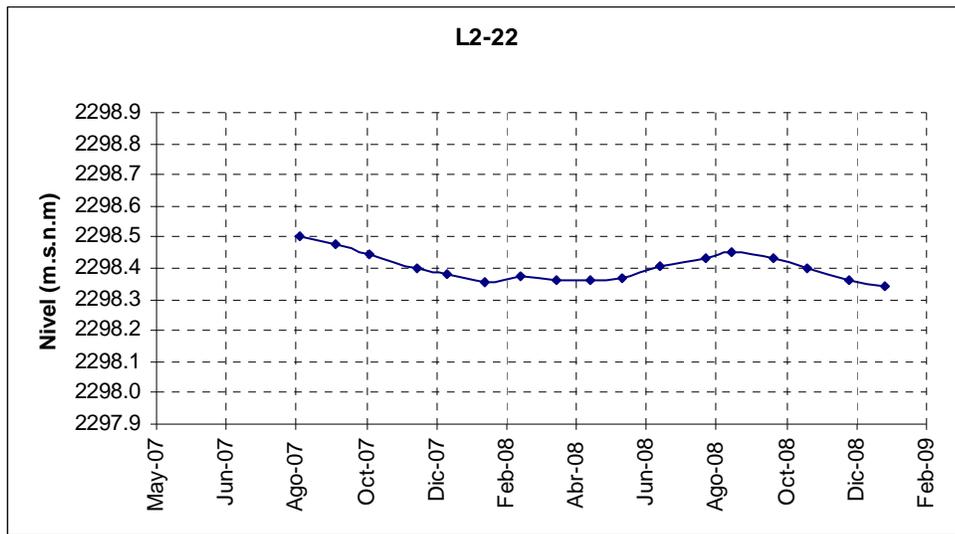


Figura 3.1-46. Nivel mensual observado en el pozo L2-22.

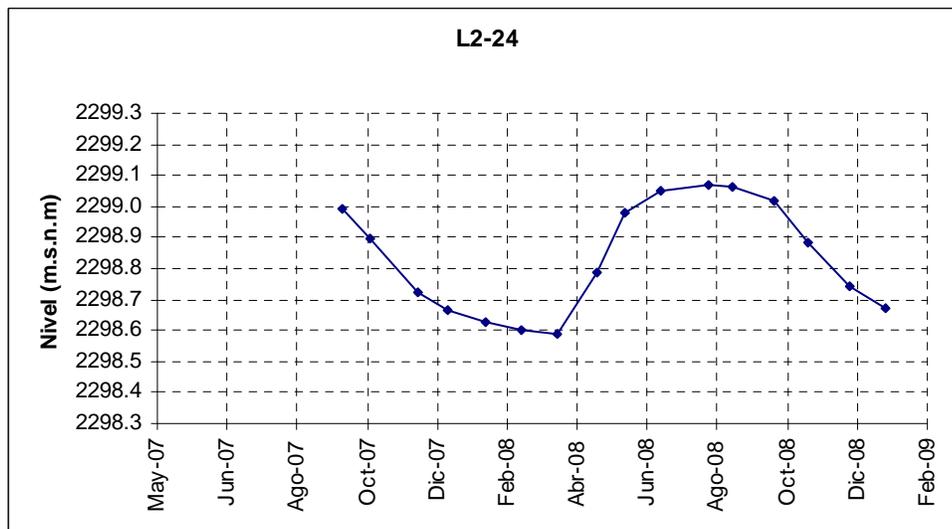


Figura 3.1-47. Nivel mensual observado en el pozo L2-24.

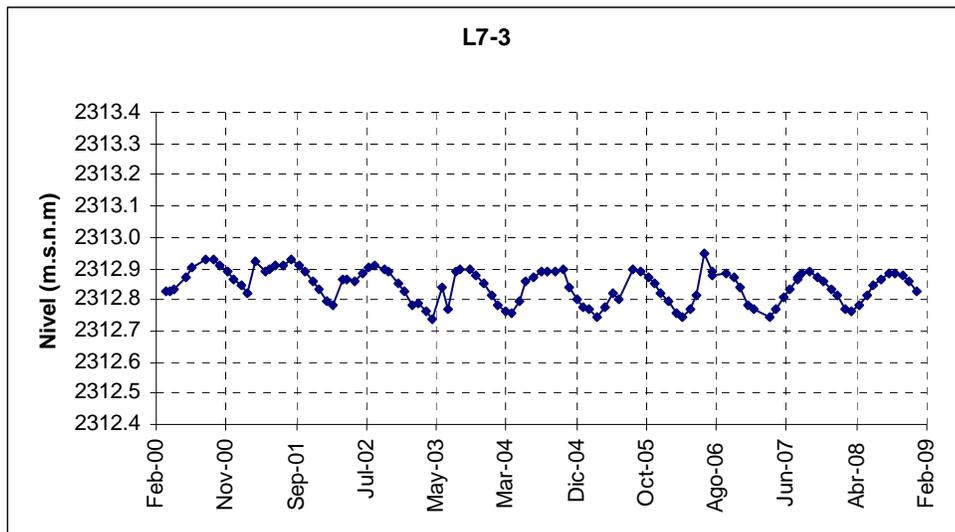


Figura 3.1-48. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.

Dado que el pozo L7-4 tiene datos de medición continua desde mayo de 2007, es necesario presentar el seguimiento de este pozo en dos gráficos. El primero muestra la serie histórica (Figura 3.1-49) mientras que el segundo (Figura 3.1-50) muestra los datos a partir de mayo de 2007.

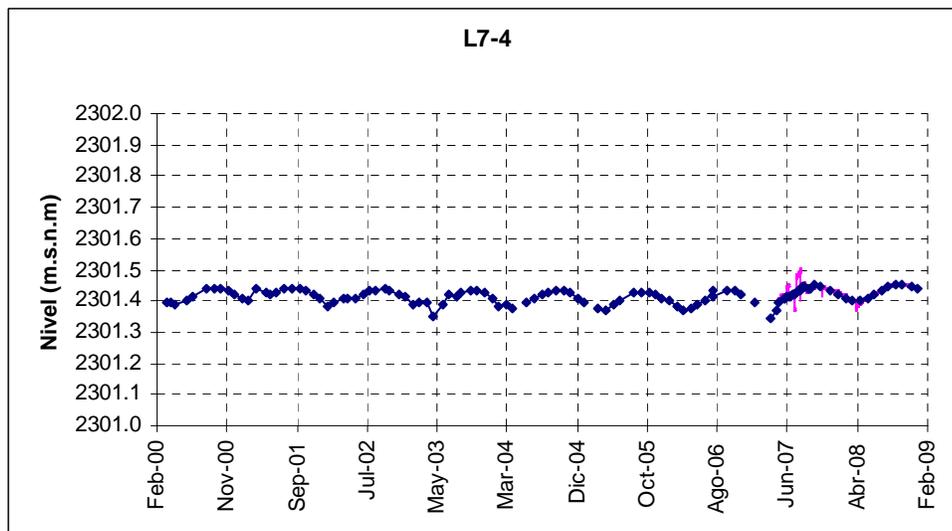


Figura 3.1-49. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

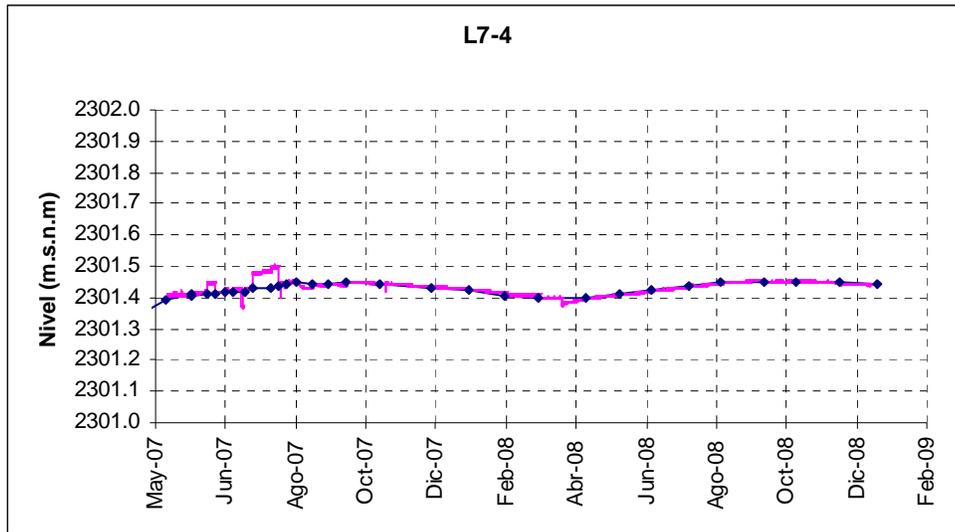


Figura 3.1-50. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

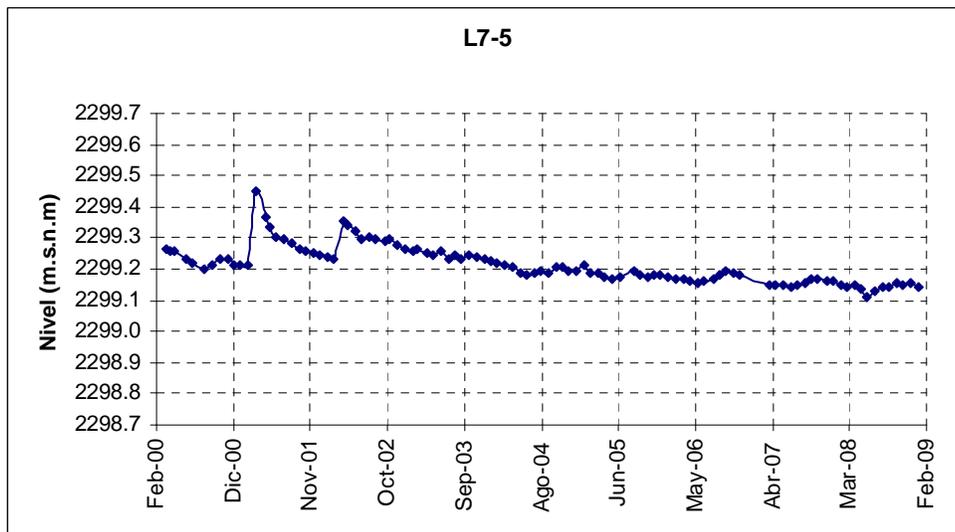


Figura 3.1-51. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.

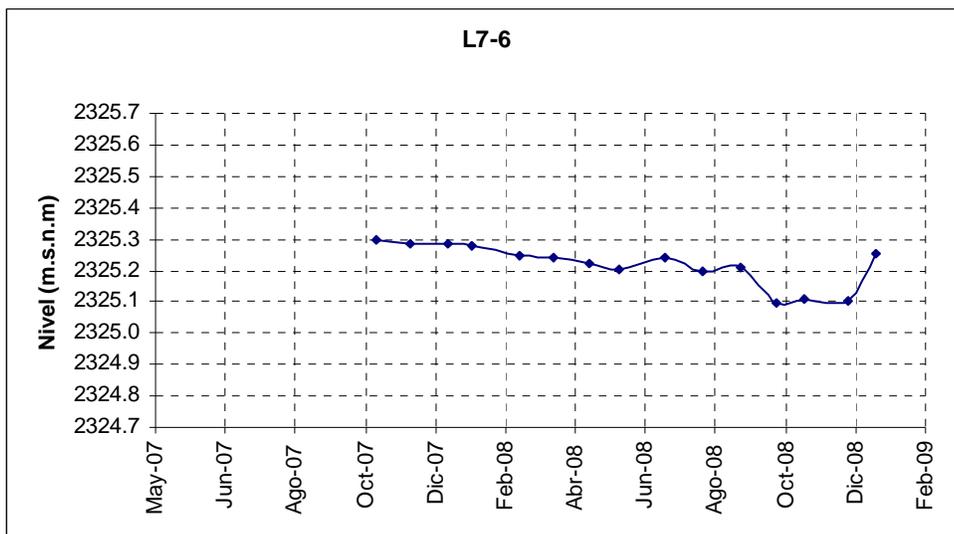


Figura 3.1-52. Nivel mensual observado en el pozo L7-6.

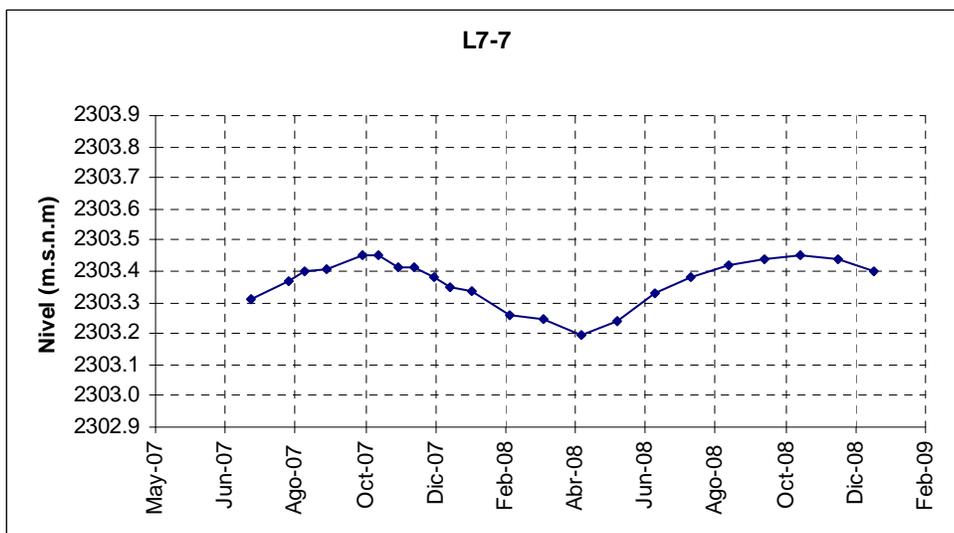


Figura 3.1-53. Nivel mensual observado en el pozo L7-7.

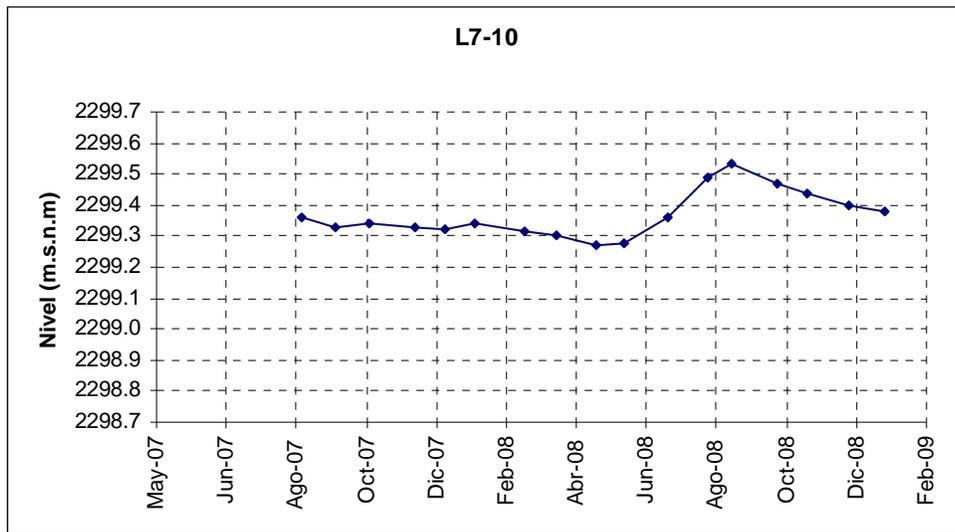


Figura 3.1-54. Nivel mensual observado en el pozo L7-10.

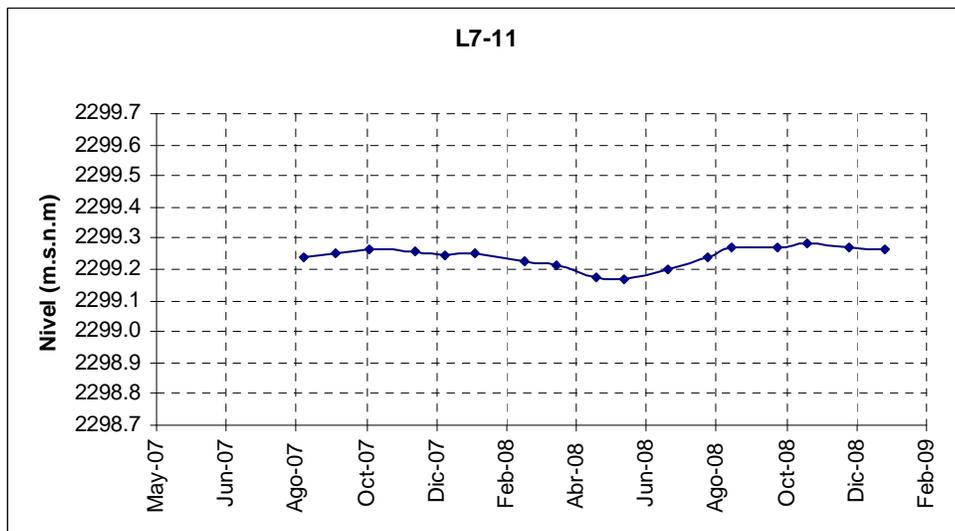


Figura 3.1-55. Nivel mensual observado en el pozo L7-11.

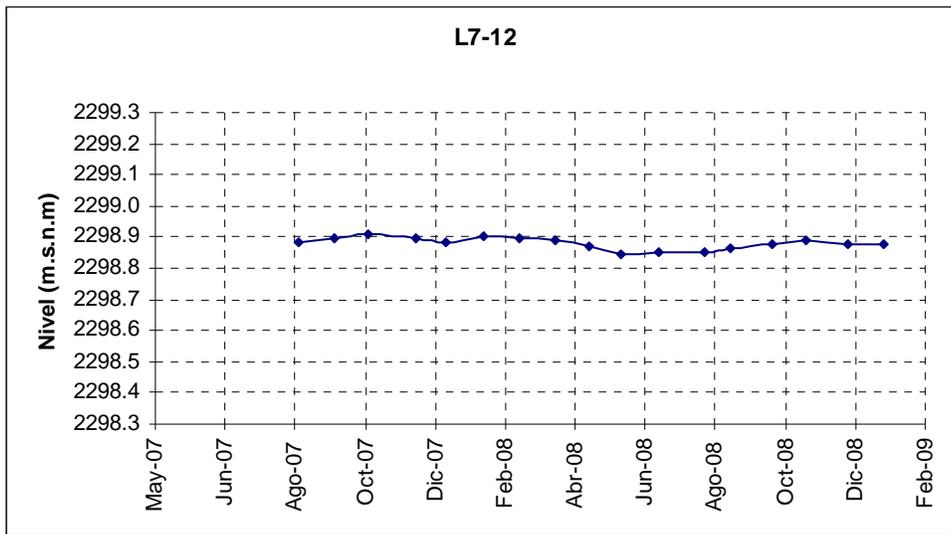


Figura 3.1-56. Nivel mensual observado en el pozo L7-12.

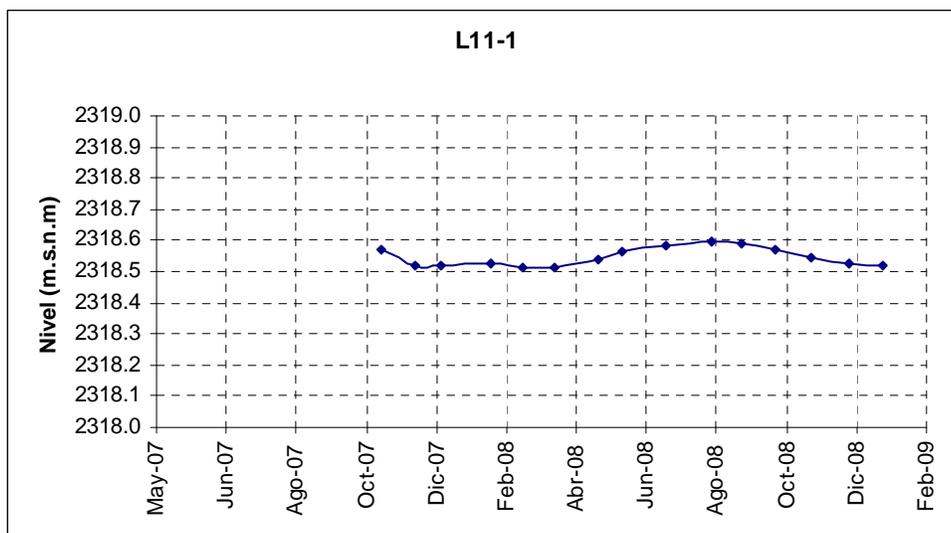


Figura 3.1-57. Nivel mensual observado en el pozo L11-1.

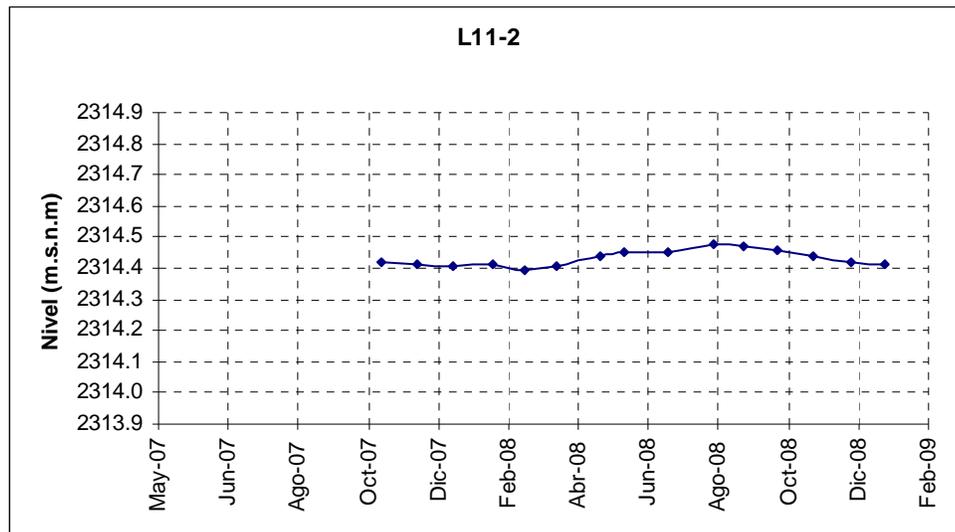


Figura 3.1-58. Nivel mensual observado en el pozo L11-2.

### 3.1.1.3. Reglillas

Desde la Figura 3.1-59 a la Figura 3.1-69 se presentan los niveles de agua superficial de las reglillas L1-G4 (ubicada al sur de la laguna Barros Negros), L7-G1 (ubicada al oeste del canal Burro Muerto), L7-G2 (ubicada al este de la laguna Puillar), Puente San Luis (ubicada aguas arriba del puente homónimo) y la reglilla L11-G1 (que se ubica en el sector de las nacientes al norte del salar, que alimentan las lagunas de este sistema).

En el gráfico de la reglilla L1-G4 (Figura 3.1-59) se puede observar los datos históricos en color azul (L1-G4). Adicionalmente se presentan los niveles medidos cada vez que se reconfigura el transductor de presión en color celeste (L1-G4 M.C.) y los niveles registrados por éste en color lila (L1-G4 C.). Se debe indicar que dadas las características de este pozo en este punto (L1-G4), se tuvo que construir manualmente una estructura que soportara el transductor de presión. Dicha estructura consiste en un tubo de PVC de 80 cm de altura, ranurado en su parte inferior, y que en su interior aloja el transductor de presión.

Para esta reglilla, así como para las que se presentan a continuación, se observa que en los últimos seis meses se observa un comportamiento similar al de los tres años anteriores, con una estabilización de los niveles.

Las mediciones continuas de nivel de las reglillas L1-G4, L7-G2 y Puente San Luis se presentan en la Figura 3.1-60, Figura 3.1-63 y Figura 3.1-66 respectivamente.

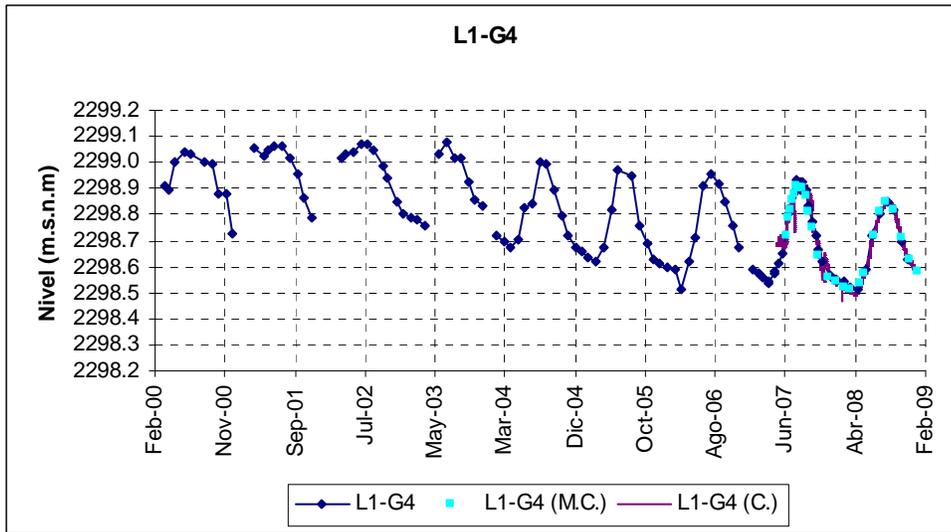


Figura 3.1-59. Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea lila: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

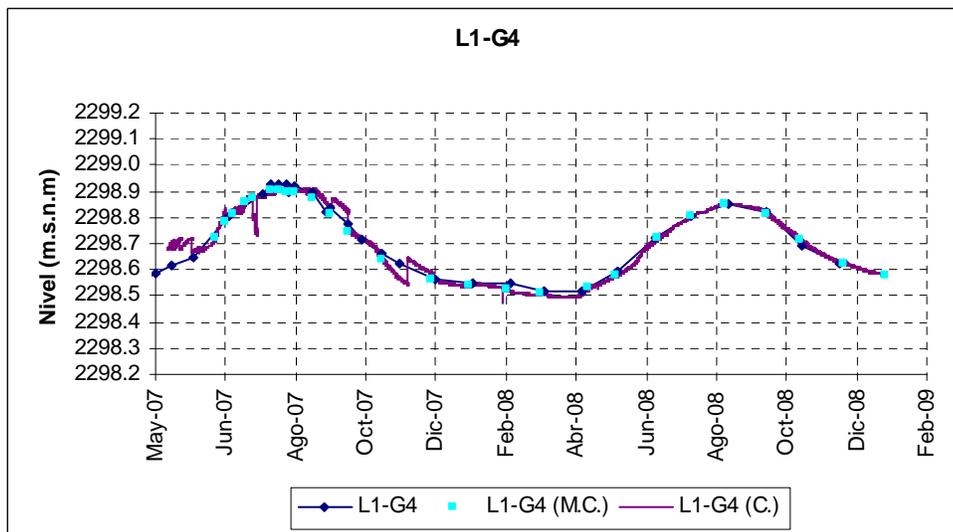


Figura 3.1-60. Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea lila: medición continua; Línea azul: medición manual en antigua reglilla; Puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

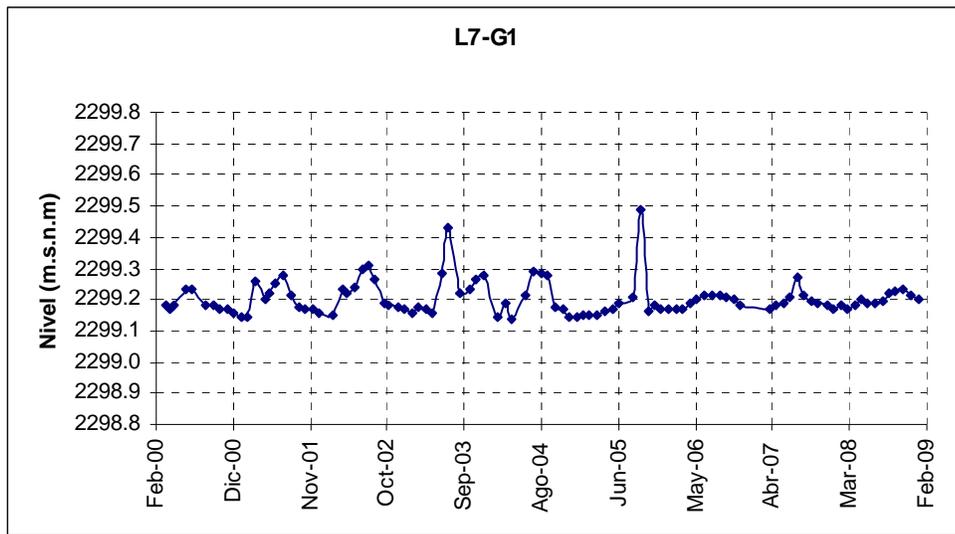


Figura 3.1-61. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.

Por petición de CONAF se construyó manualmente un pozo de 80 cm de profundidad aledaño a la reglilla L7-G2 para poder registrar el nivel de agua de manera continua. Esto con la finalidad de registrar datos de nivel durante la época de nidificación de flamencos y así contar con información incluso cuando exista prohibición de ingreso al área.

En la Figura 3.1-63 se puede contrastar la continuidad de datos registrados en el transductor de presión, en color burdeo (L7-G2 C.), con los datos históricos registrados manualmente, en color azul (L7-G2). En general, se puede observar que los niveles en esta reglilla han permanecido prácticamente constantes desde octubre de 2001.

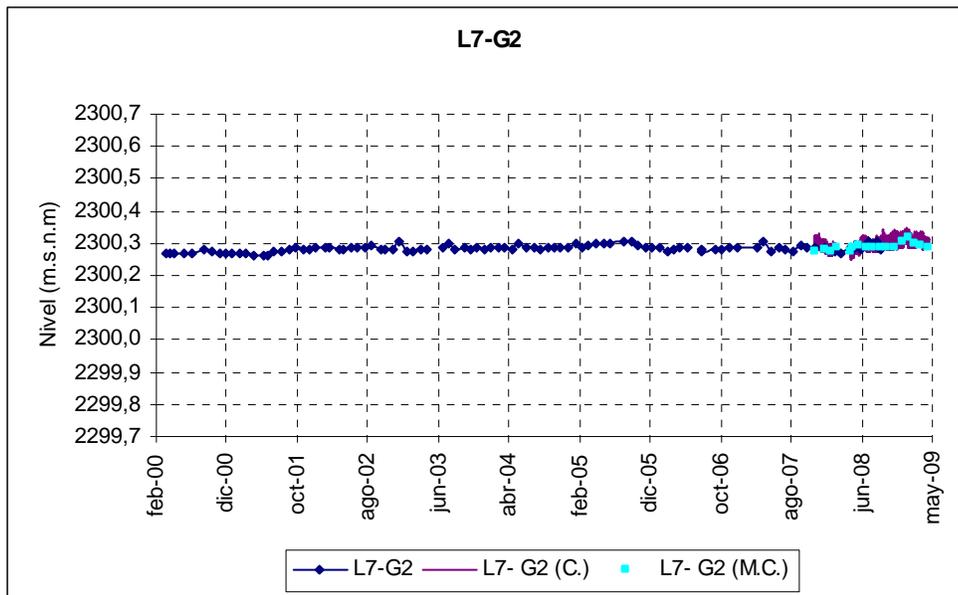


Figura 3.1-62. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2. (Línea magenta: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

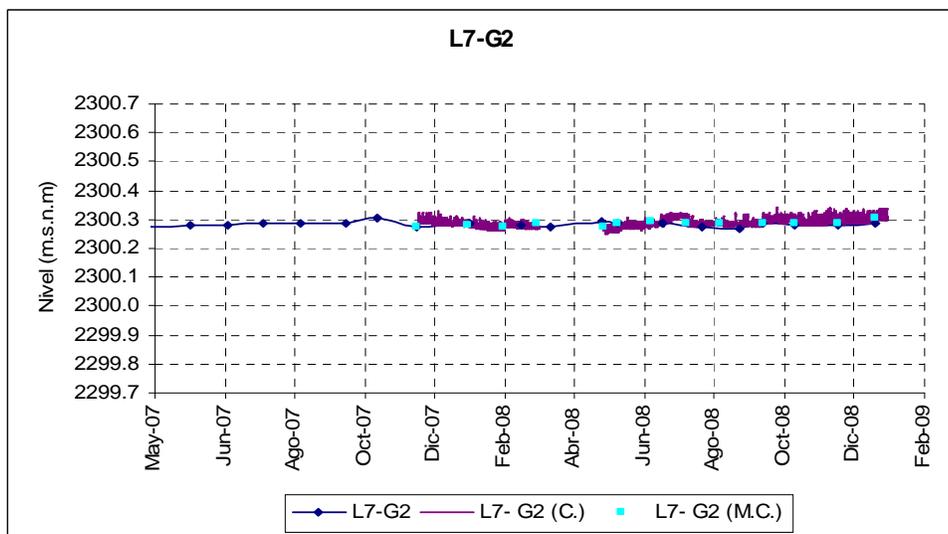


Figura 3.1-63. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeo: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

Para efectos de comparación y unificación de los registros de niveles medidos tanto por CONAF como por SQM S.A. (previo al inicio del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” y posterior al inicio del monitoreo de este proyecto), se procedió a georeferenciar todas las reglillas aledañas al puente San Luis (antiguas y nuevas), las cuales se aprecian en la Figura 3.1-64.

En este sector se presentan tres grupos de puntos de medición, a saber: a) Aguas arriba del puente San Luis, donde existen dos reglillas que han sido monitoreadas históricamente por SQM (Reglilla puente San Luis nueva y antigua); la reglilla nueva es usada actualmente para soportar el transductor de presión que registra los niveles de manera continua (se realizan además mediciones manuales en este punto), los cuales se registran desde septiembre de 2007 hasta la actualidad; b) Aforo puente San Luis, que corresponde a la medición que se realiza en la estación de aforo (Estación de aforo Puente San Luis) y que presenta mediciones manuales y continuas; y, c) Aguas abajo del puente San Luis, donde existen dos grupos de reglillas, unas medidas e instaladas por SQM (Reglilla Burro Muerto), monitoreada desde septiembre de 2007, y otras que corresponden a reglillas instaladas por CONAF (Limnómetro Conaf y Reglilla Conaf).

Cabe indicar que cuando se menciona un limnómetro se hace referencia a un instrumento de medición de la altura de la columna de agua, que consiste en una regla de madera u otro material que se encuentra graduado, lo que permite leer el nivel directamente de la instalación. La reglilla por su parte no se encuentra graduada, por lo que la lectura del nivel se realiza midiendo la distancia entre el tope de la reglilla y el espejo de agua, mediante un flexómetro o freatímetro.

Para apreciar de mejor manera los datos registrados en la reglilla Puente San Luis (aguas arriba del puente) se presentan dos gráficos, el primero (Figura 3.1-65) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 3.1-66) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes en el cual se iniciaron los monitoreos de los pozos del PC.

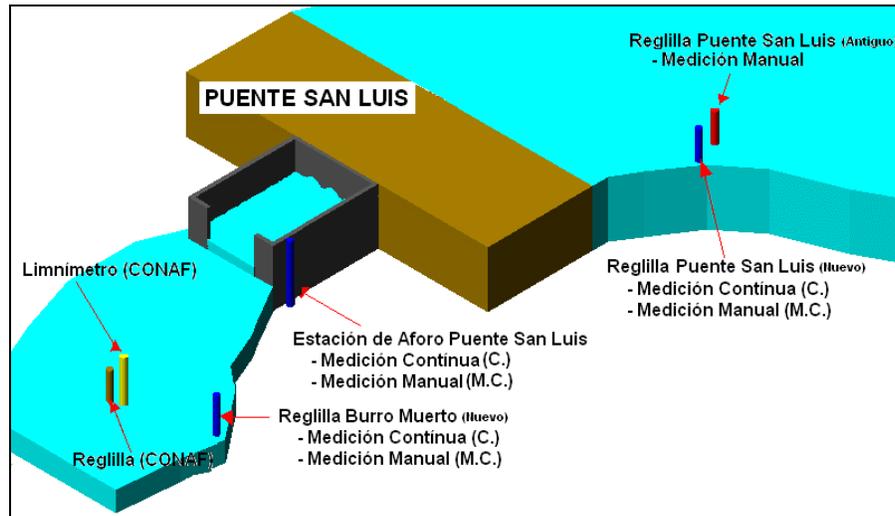


Figura 3.1-64. Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al Puente San Luis.

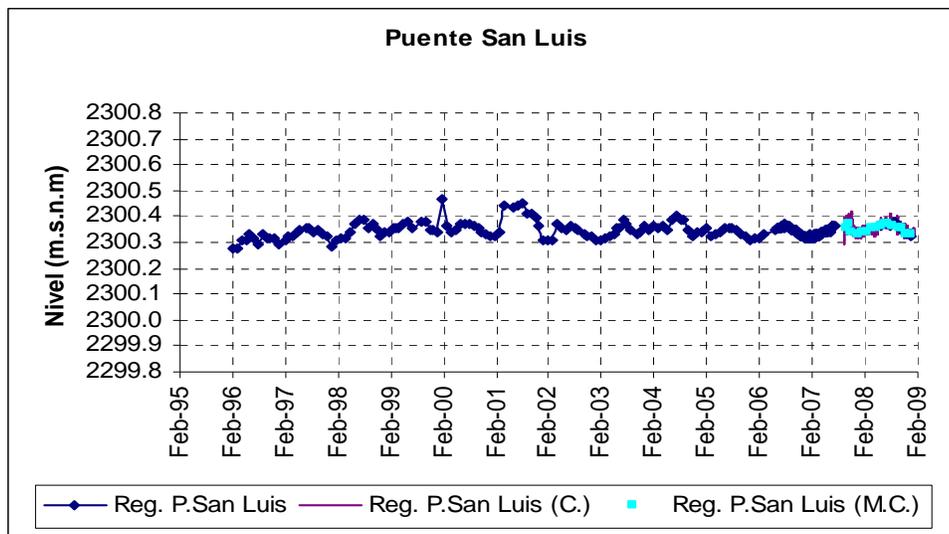


Figura 3.1-65. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

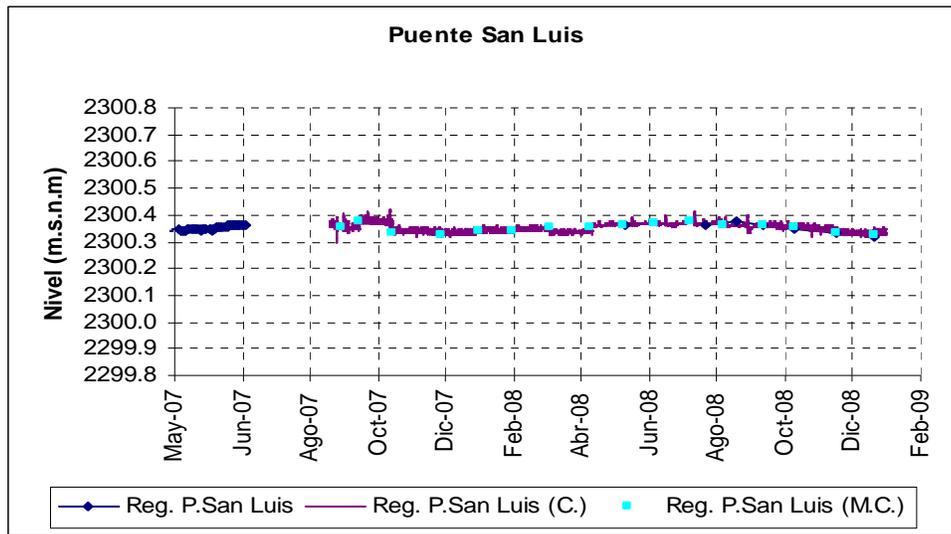


Figura 3.1-66. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

De igual modo que para las reglillas anteriores, para apreciar de mejor manera los datos registrados en la reglilla Burro Muerto se construyeron dos gráficos, el primero (Figura 3.1-67) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 3.1-68) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes en el cual se iniciaron los monitoreos de los pozos del PC.

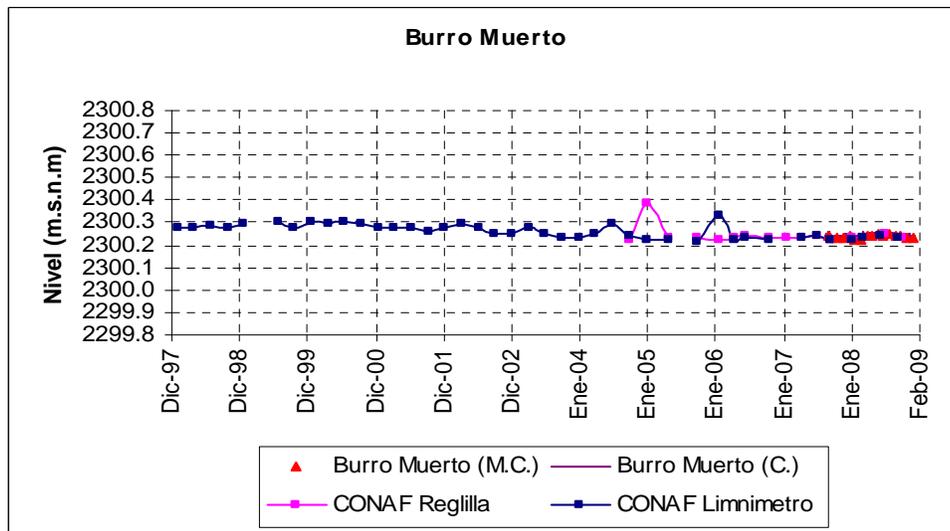


Figura 3.1-67. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

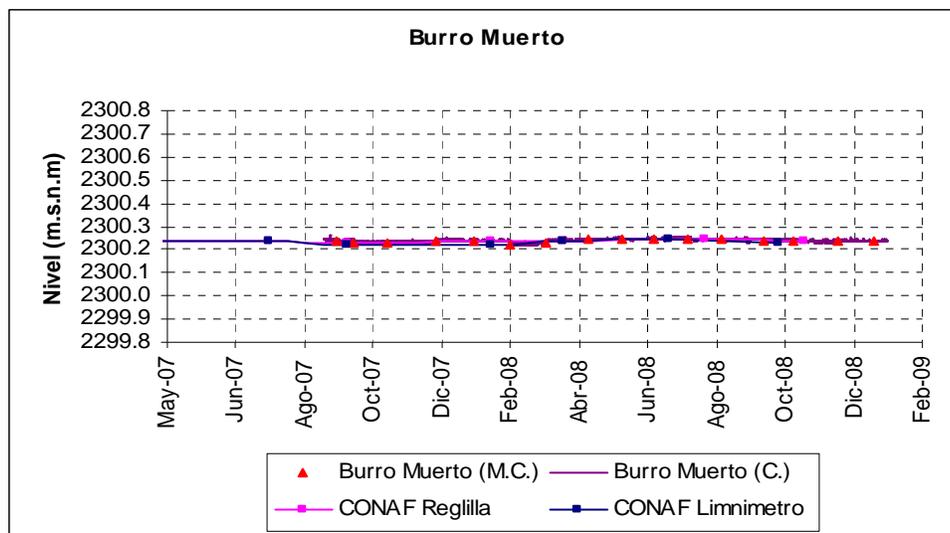


Figura 3.1-68. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

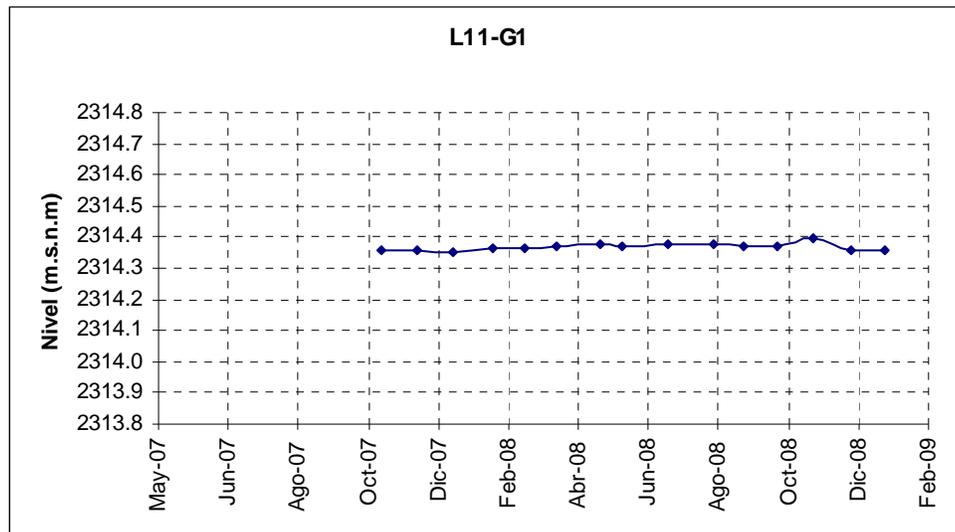


Figura 3.1-69. Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1.

#### 3.1.1.4. Pozos con medición continua de nivel

A continuación se muestran los niveles de todos los pozos pertenecientes al sistema Soncor del PSAH que cuentan con medición continua de niveles. Es necesario mencionar que esta metodología de medición se ve alterada en aquellos pozos que poseen alta variabilidad en la densidad del agua subterránea, por lo que se deben ajustar los transductores de presión constantemente.

Simultáneamente a la medición continua se midió semanalmente en forma manual el nivel en estos pozos, para validar el registro entregado por el transductor de presión. Este trabajo se realizó mientras duró la puesta en marcha de los equipos de medición continua. Actualmente se corrige mensualmente.

Los transductores de presión instalados en los pozos P1-6, L2-9, P2-2, P2-3 y L2-23, inicialmente presentaron problemas, observándose bruscas variaciones de nivel que no se condicen con el comportamiento hidrogeológico del sector, por lo que dichos equipos fueron oportunamente remplazados por otros nuevos, siendo las mediciones continuas apoyadas por mediciones manuales más frecuentes. Cabe señalar que después de la reposición de todos los transductores de presión no se observaron valores anómalos.

De la Figura 3.1-70 a la Figura 3.1-76 se presentan los niveles continuos medidos en el perfil D1, ubicado al suroeste de la laguna Barros Negros, ordenados de sur a norte desde el P1-1 al P1-7. En tanto, desde la Figura 3.1-77 a la Figura 3.1-84 se presentan los niveles continuos medidos en el perfil D2, ubicado al sur de la laguna Barros Negros, ordenados de sur a norte desde el L2-9 al L2-23. Finalmente, en la Figura 3.1-85 se aprecian los niveles del pozo 2021.

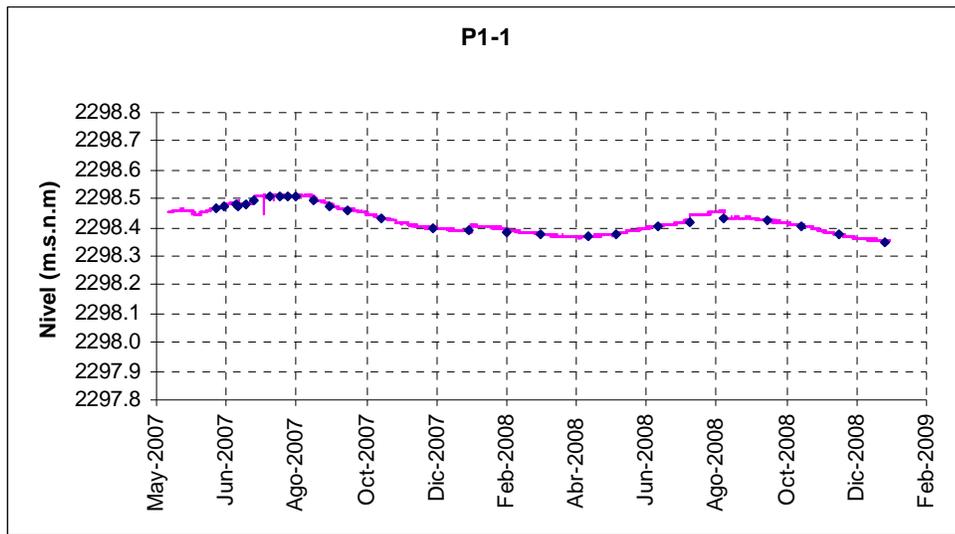


Figura 3.1-70. Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

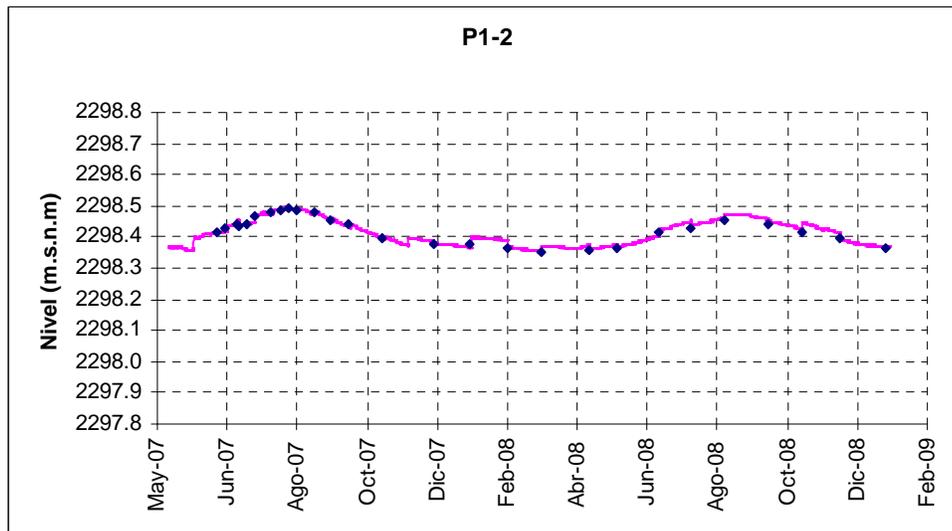


Figura 3.1-71. Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

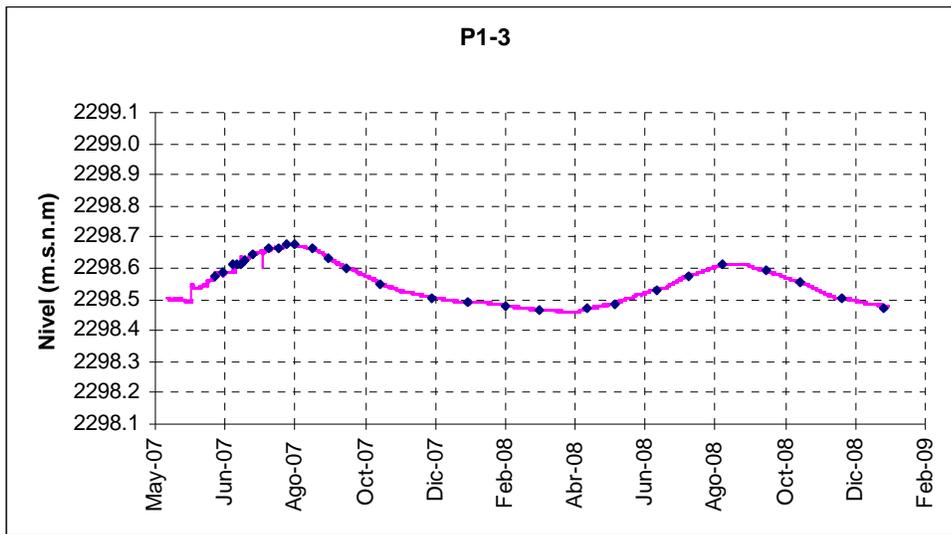


Figura 3.1-72. Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

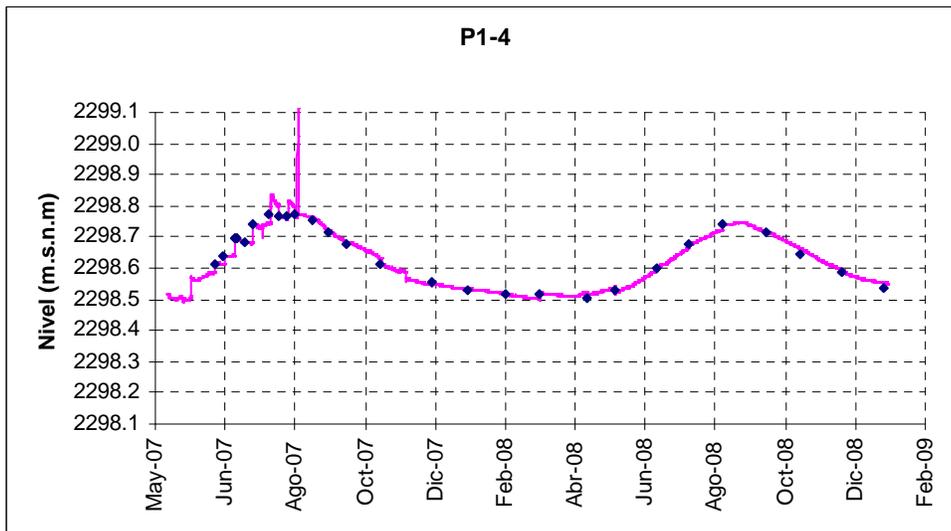


Figura 3.1-73. Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

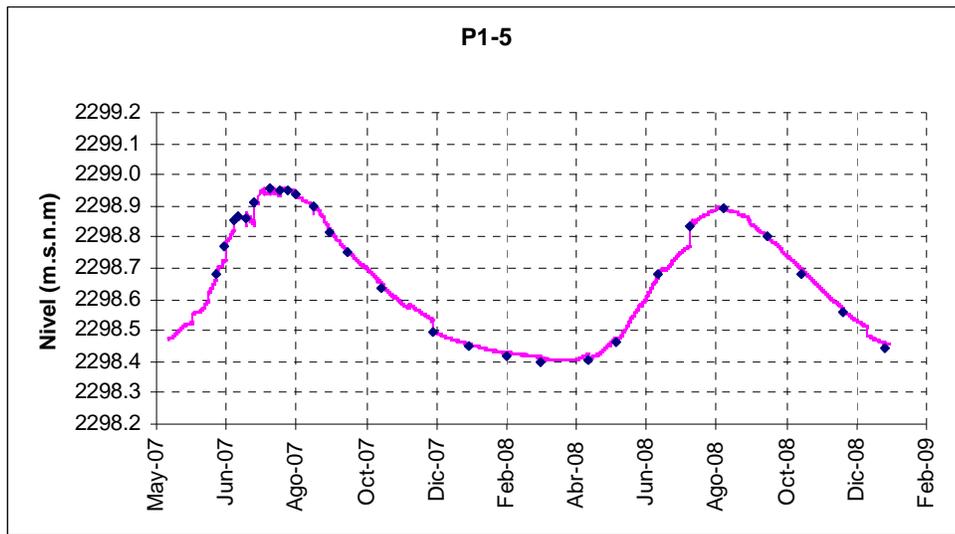


Figura 3.1-74. Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

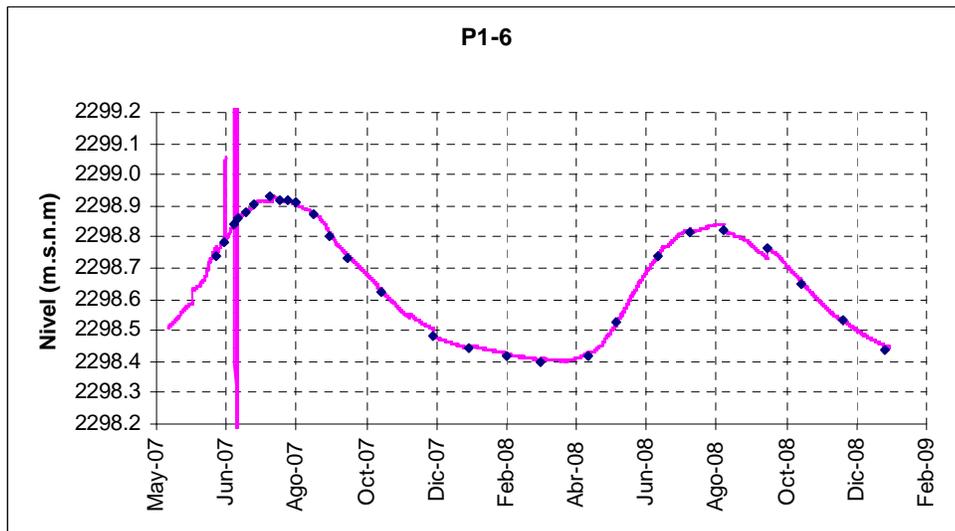


Figura 3.1-75. Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

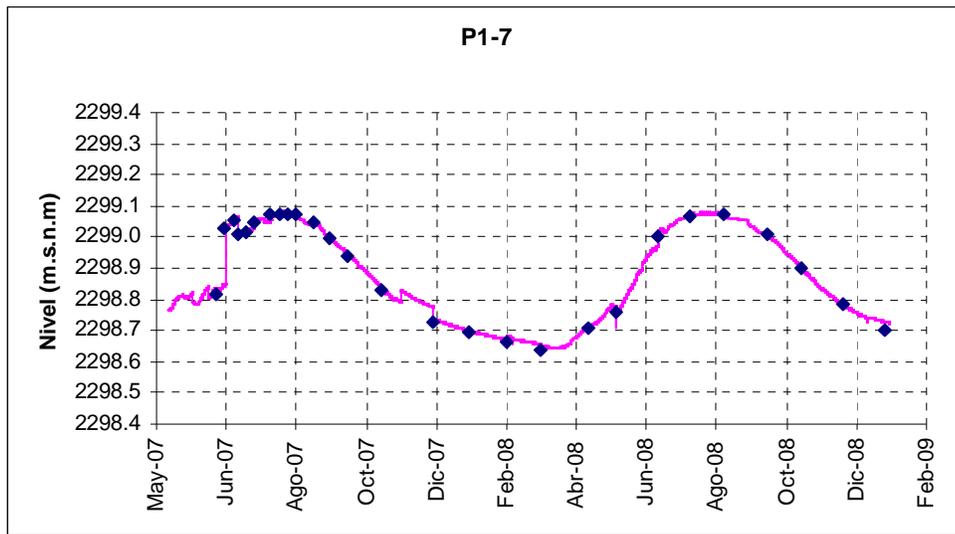


Figura 3.1-76. Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

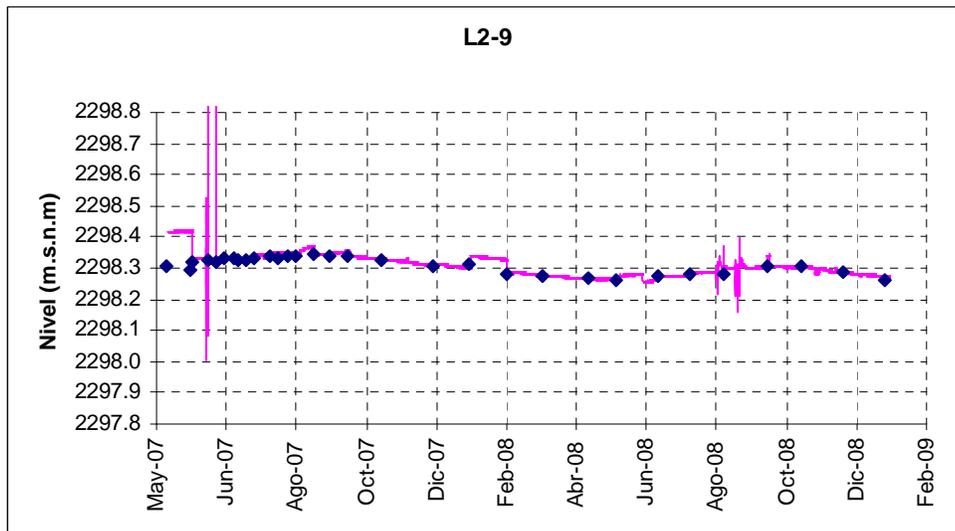


Figura 3.1-77. Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

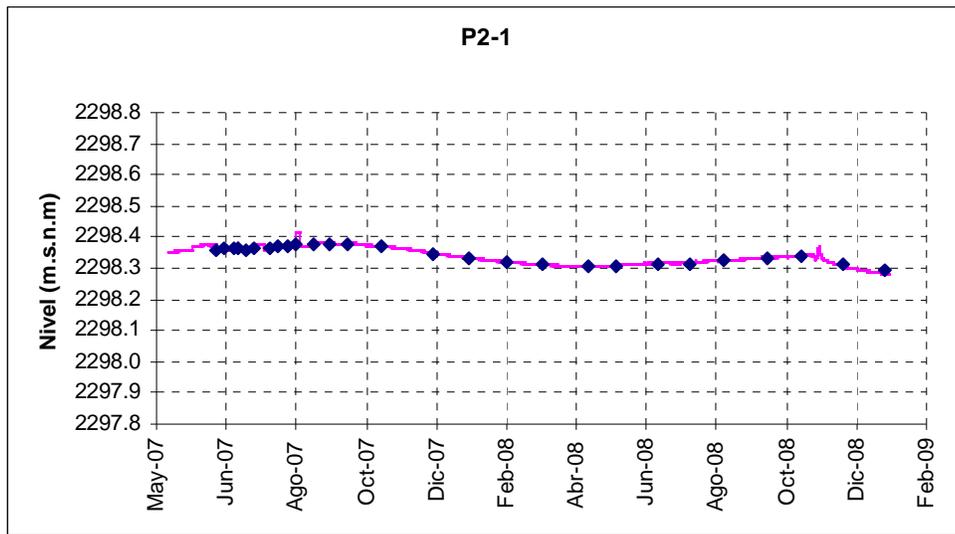


Figura 3.1-78. Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

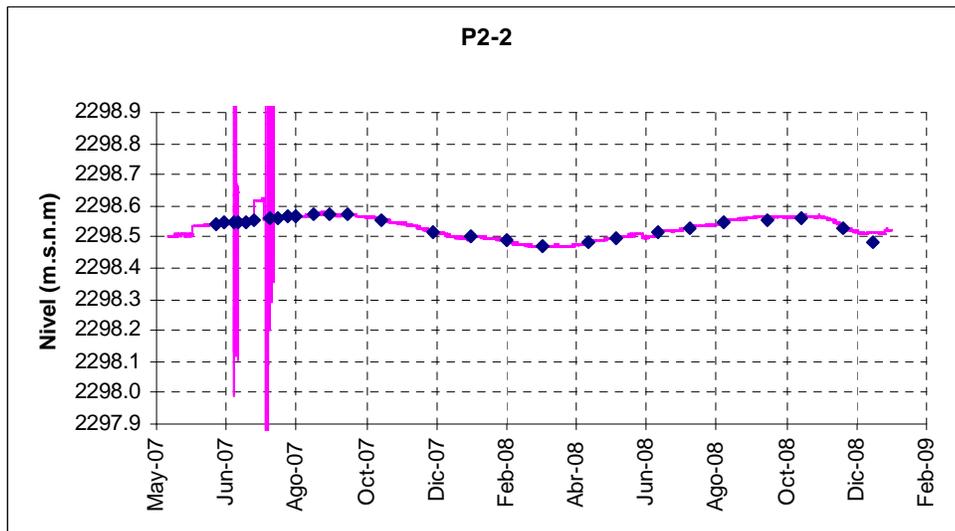


Figura 3.1-79. Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

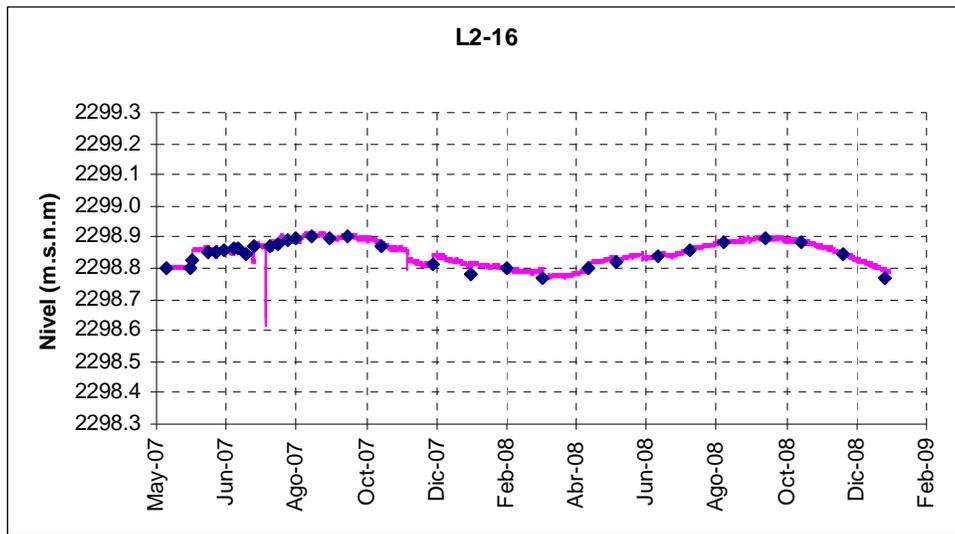


Figura 3.1-80. Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

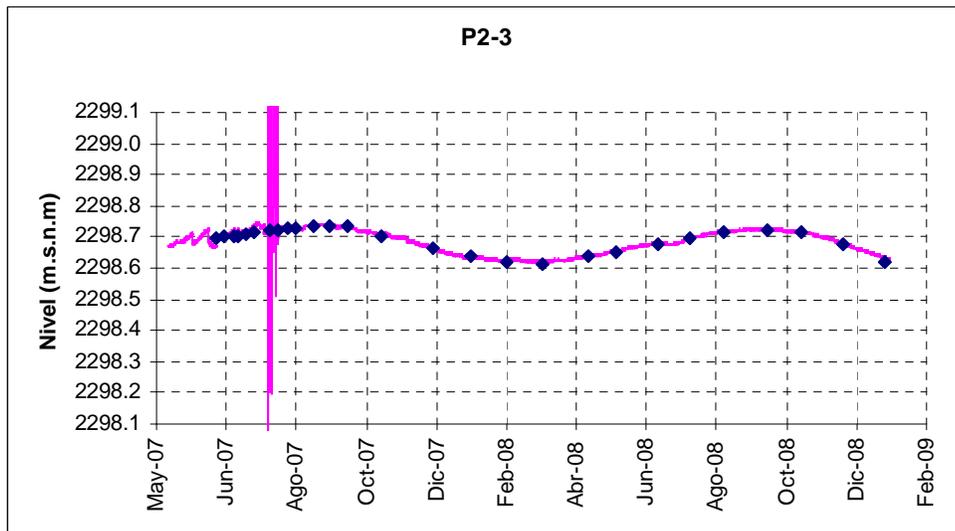


Figura 3.1-81. Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

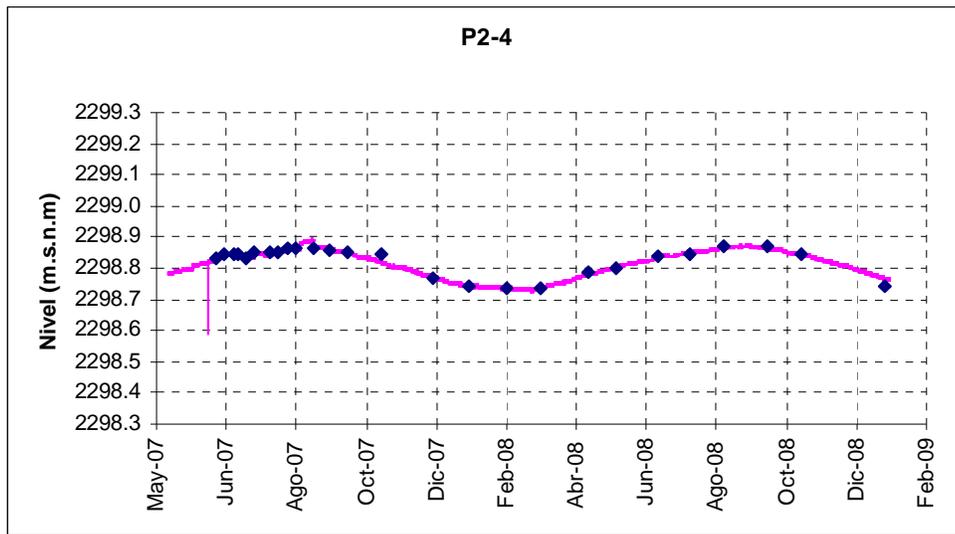


Figura 3.1-82. Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

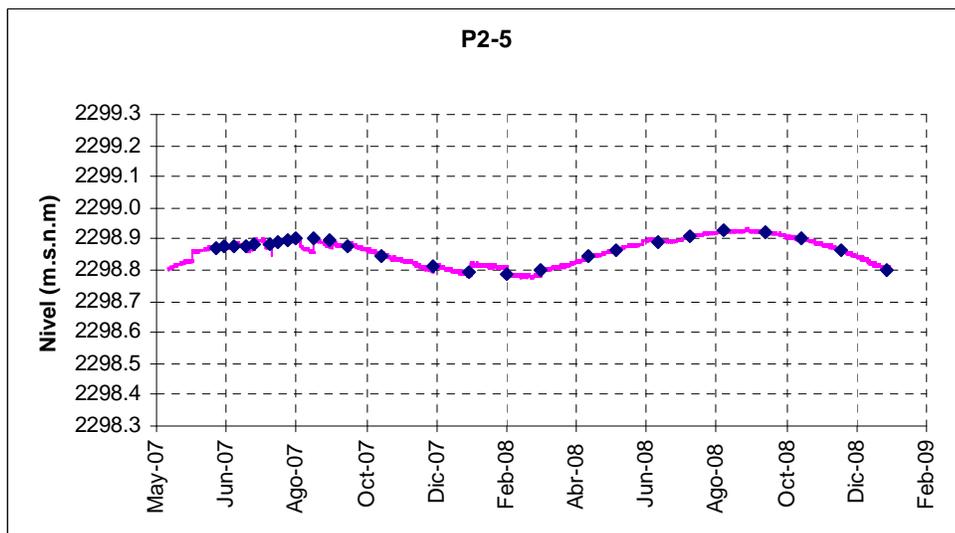


Figura 3.1-83. Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

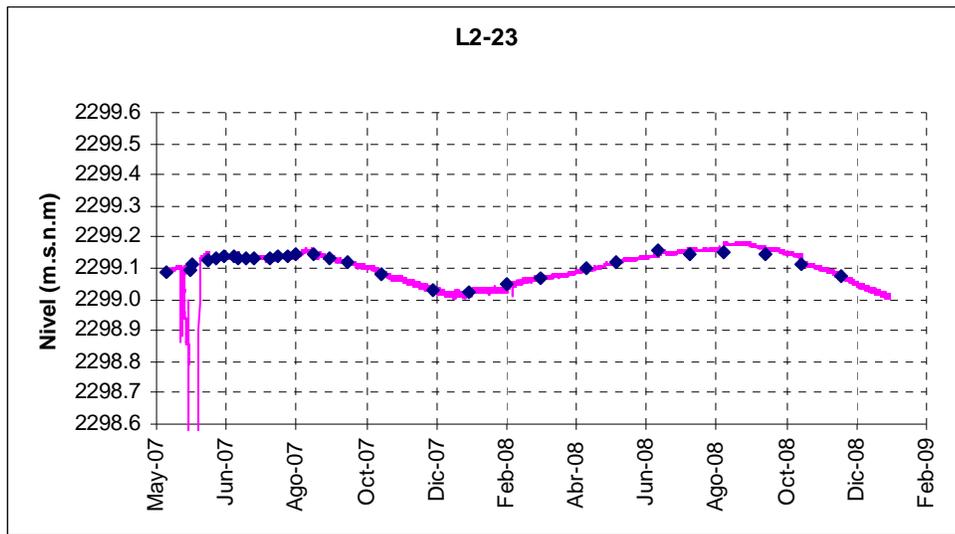


Figura 3.1-84. Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

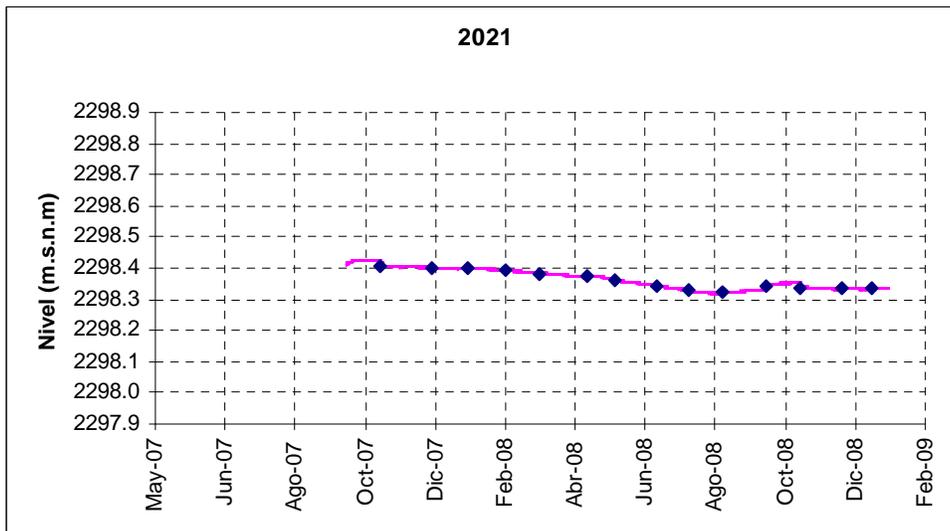


Figura 3.1-85. Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

### 3.1.1.5. Pozos de salmuera

A continuación se presentan los pozos de observación que se ubican al interior del acuífero del núcleo del Salar de Atacama y que miden el comportamiento del nivel de la salmuera

subterránea. Para los últimos seis meses se observa que la pendiente de descenso tiende a disminuir, lo que podría corresponder a una estabilización de los niveles.

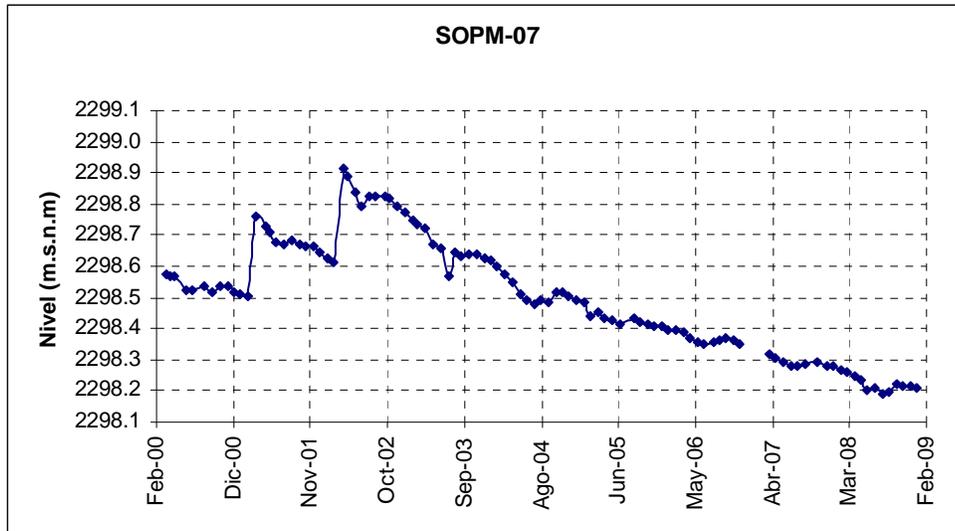


Figura 3.1-86. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07.

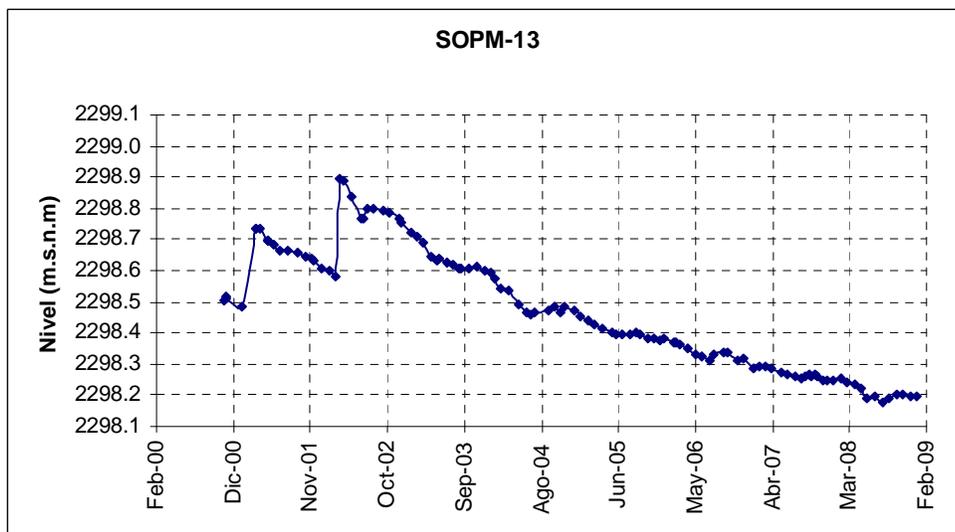


Figura 3.1-87. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.

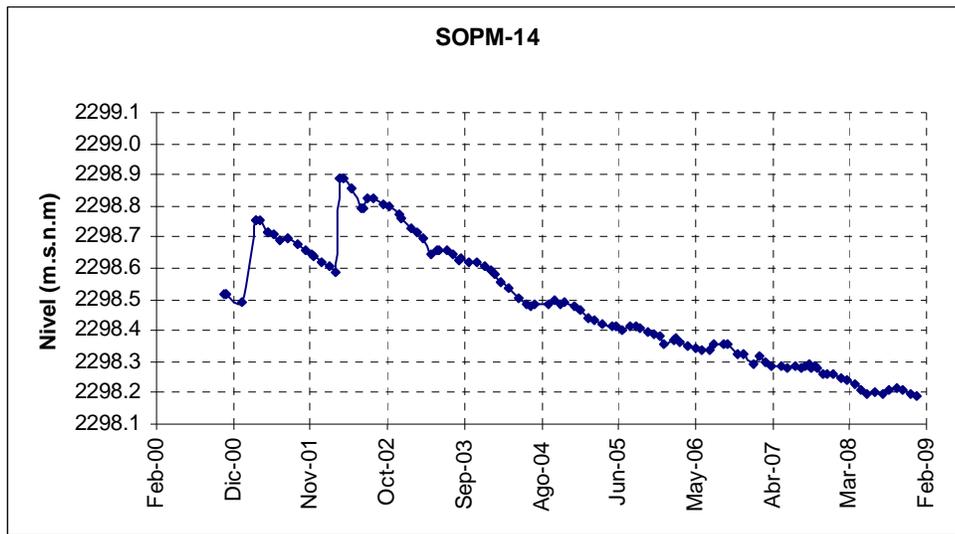


Figura 3.1-88. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.

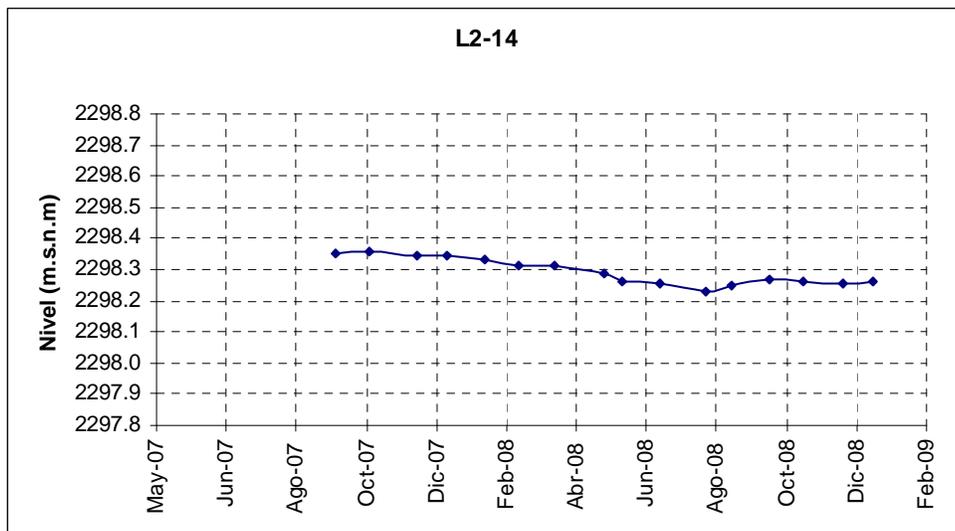


Figura 3.1-89. Nivel mensual observado en el pozo L2-14.

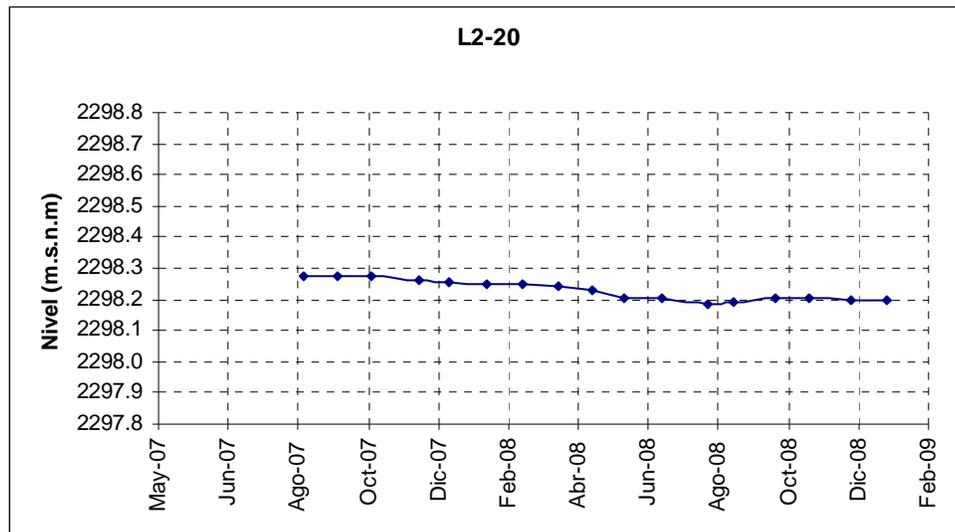


Figura 3.1-90. Nivel mensual observado en el pozo L2-20.

### 3.1.1.6. Nivel lacustre

A continuación se presentan los niveles continuos medidos en las lagunas del sistema Soncor: Barros Negros, Chaxa y Puilar. Además, se presentan las mediciones trimestrales que realizó CONAF en el marco del convenio que existe actualmente con SQM.

Cada una de las lagunas cuenta con cuatro mediciones de nivel:

- Mediciones continuas en las reglillas de SQM.
- Mediciones manuales en las reglillas de SQM.
- Mediciones manuales en las reglillas de CONAF.
- Mediciones manuales en los limnímetros de CONAF.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran niveles estables a través del tiempo, con excepción de la laguna Puilar que muestra una tendencia al alza.

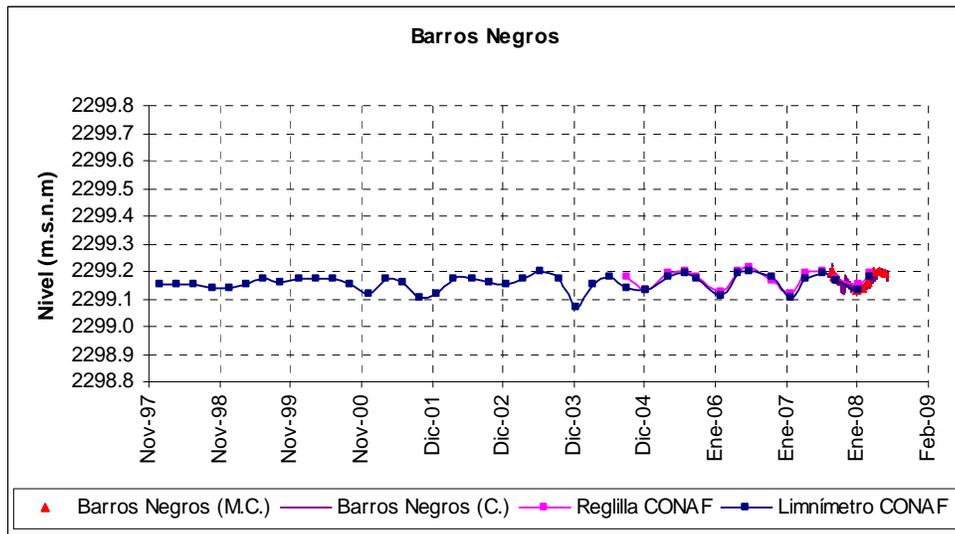


Figura 3.1-91. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros.

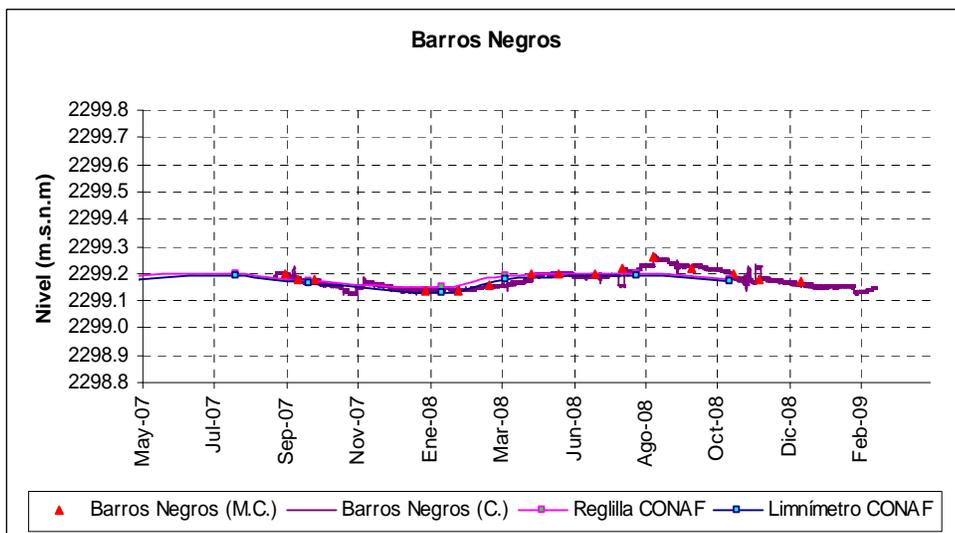


Figura 3.1-92. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

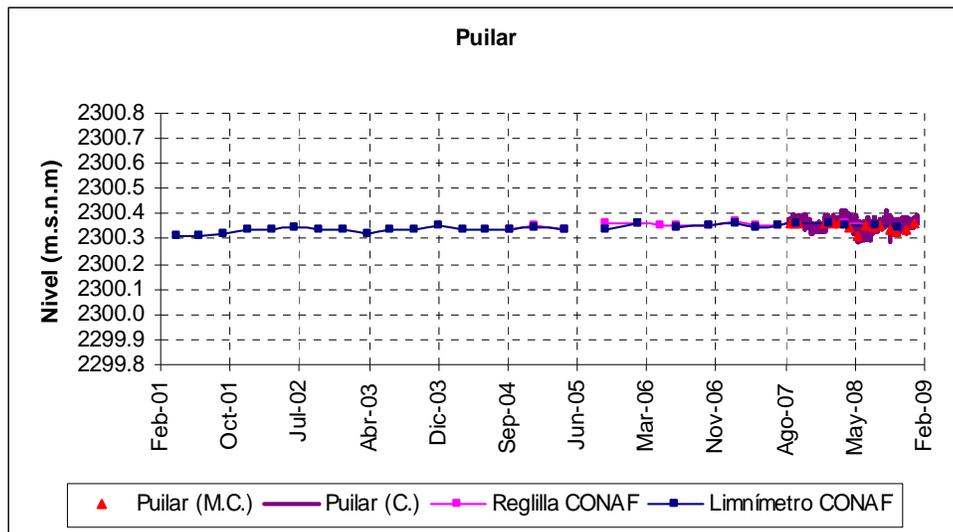


Figura 3.1-93. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar.

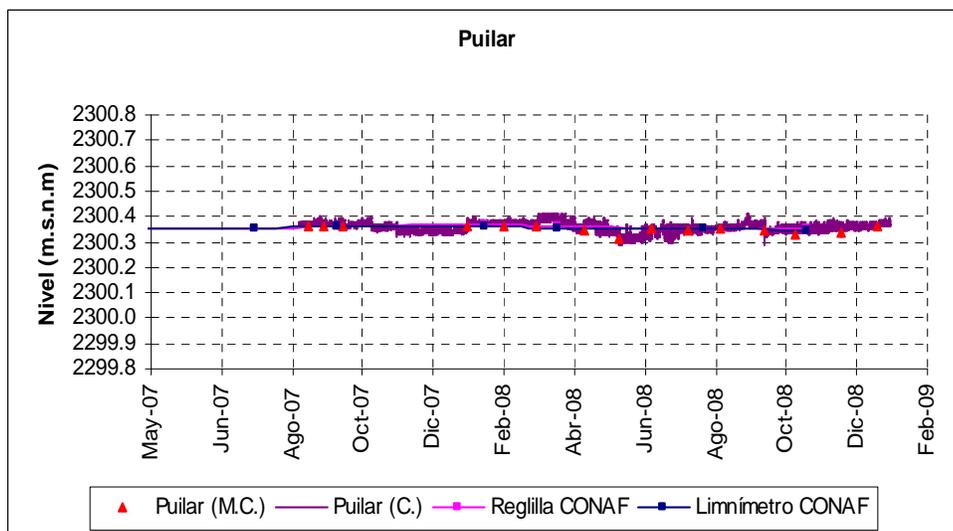


Figura 3.1-94. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

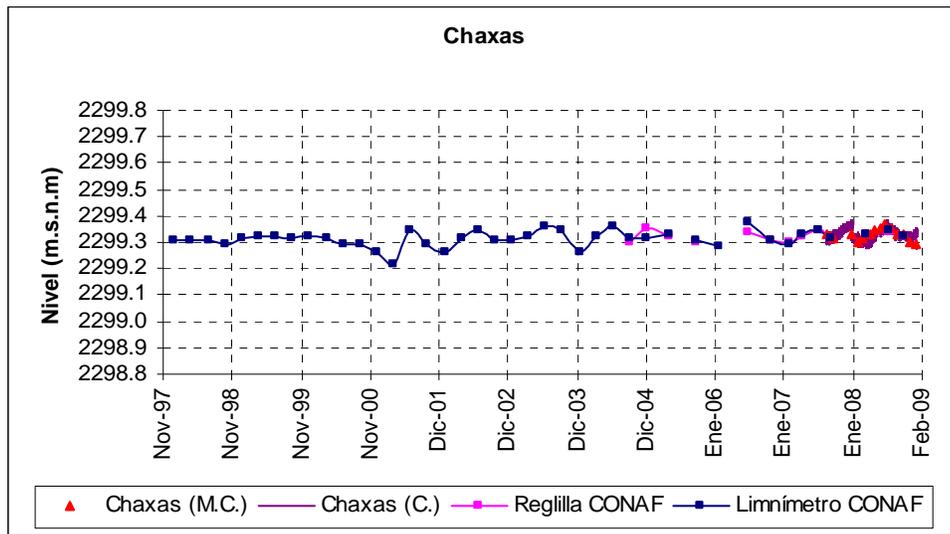


Figura 3.1-95. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas.

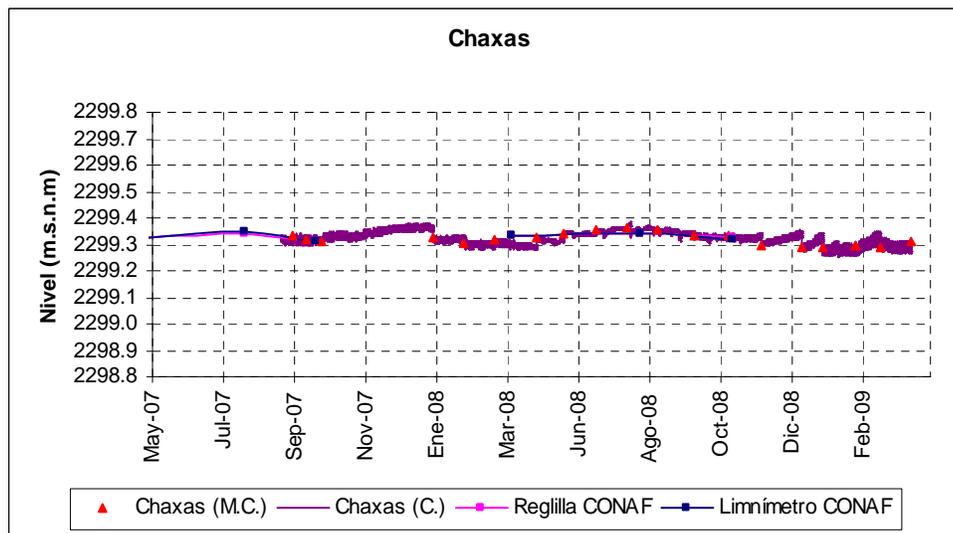


Figura 3.1-96. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxas desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

### 3.1.2. Meteorología

Desde la Figura 3.1-97 a la Figura 3.1-100 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Chaxa que forman parte del PSAH. Como se aprecia en la Figura

3.1-97, a partir de mediados de 2005 no se han registrado valores de precipitación diarios mayores a 5 mm, como ocurrió en los años anteriores en que se tiene registro. Resulta interesante observar que no se registraban precipitaciones mayores a la precipitación diaria promedio en día de lluvia (1,83 mm) desde diciembre de 2005. La última precipitación sobre dicho promedio fue de 2.8 mm y se produjo el 15 de enero de 2008.

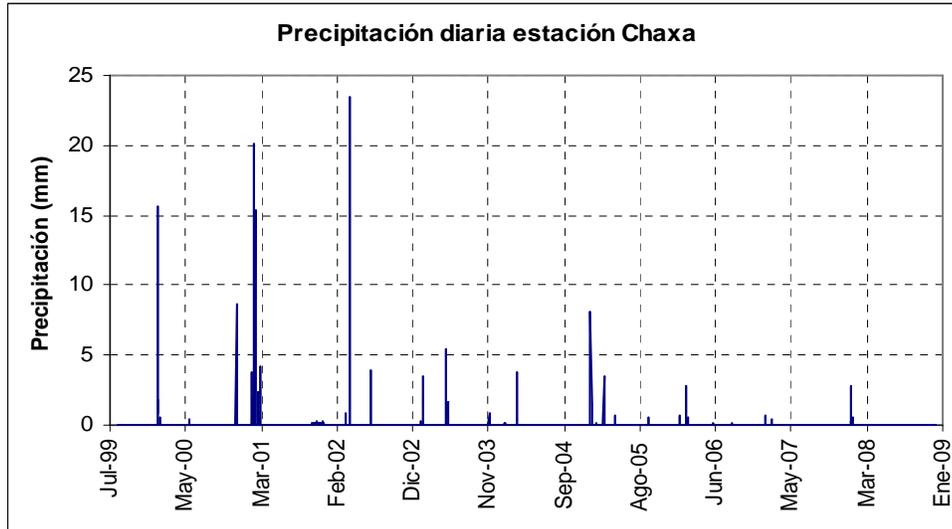


Figura 3.1-97. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxas.

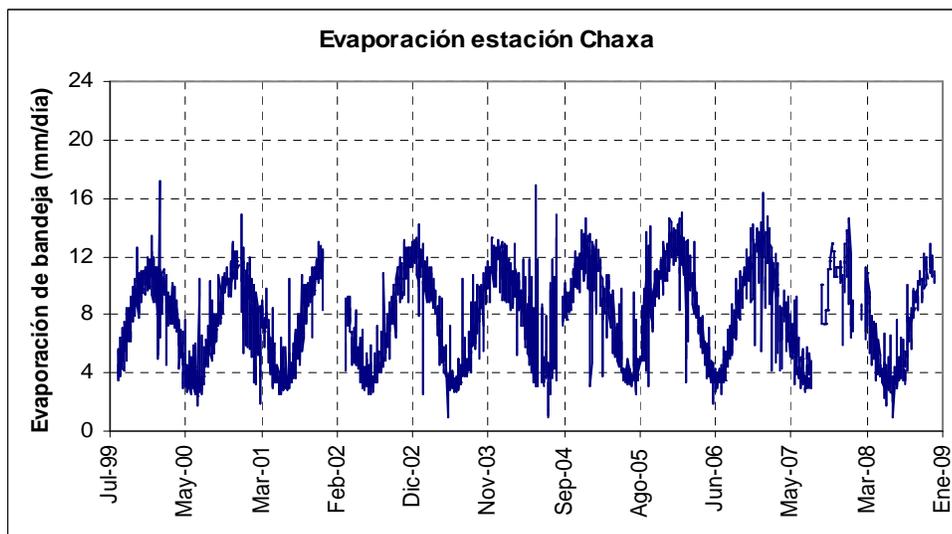


Figura 3.1-98. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa.

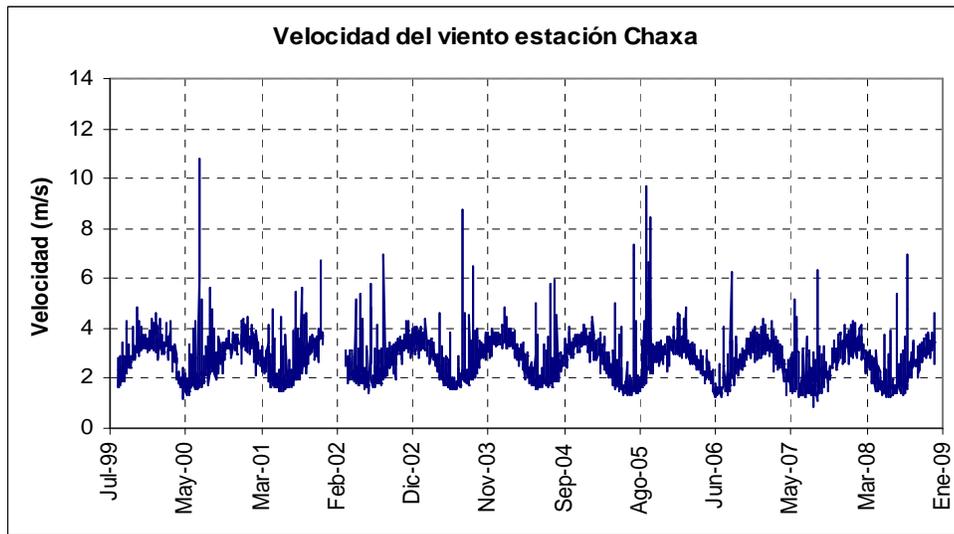


Figura 3.1-99. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.

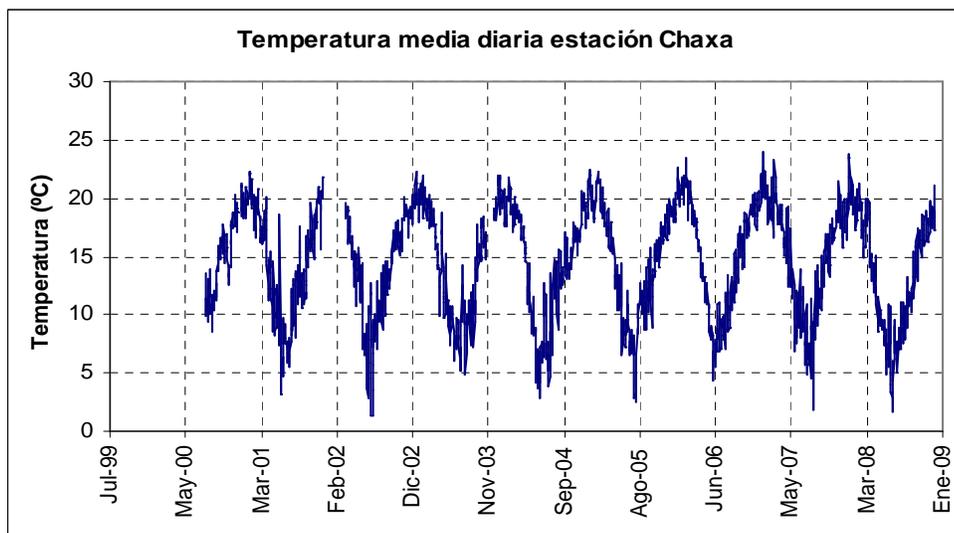


Figura 3.1-100. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.

### 3.1.3. Volumen bombeado

Los pozos de bombeo de agua industrial ubicados dentro del sistema Soncor (Mullay 1 y Allana) iniciaron operaciones el día 15 de septiembre del 2008. En la Figura 3.1-101 y Figura 3.1-102 se muestran los volúmenes bombeados de los pozos Mullay 1 y Allana respectivamente.

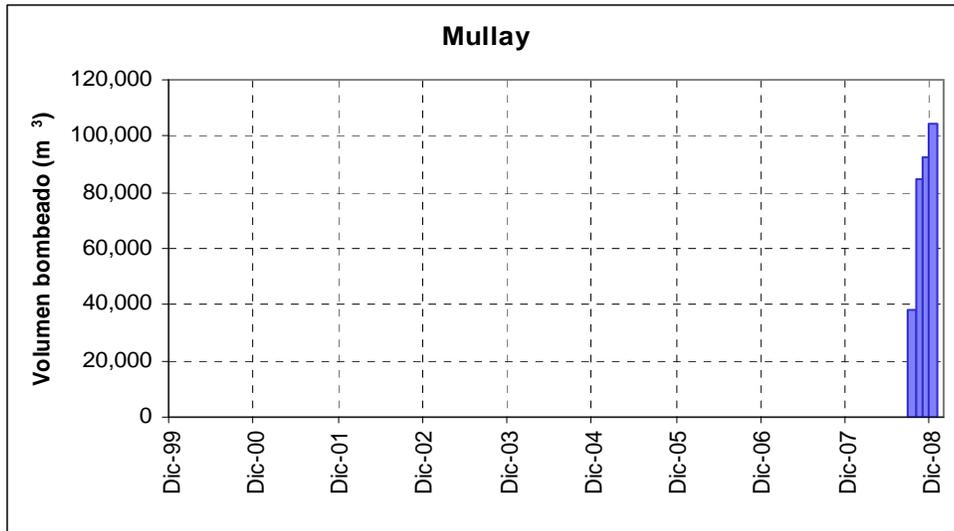


Figura 3.1-101. Volumen mensual bombeado desde el pozo Mullay.

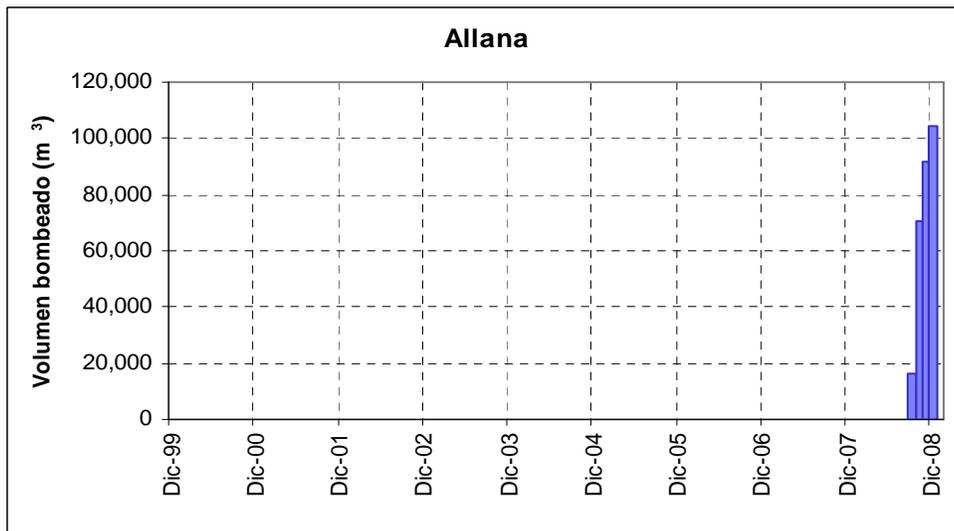


Figura 3.1-102. Volumen mensual bombeado desde el pozo Allana.

### 3.1.4. Calidad química

Los pozos que forman parte del monitoreo de la calidad química del agua subterránea en el sistema Soncor son: L1-4, L1-5, L1-6, L1-G4, L2-3, L2-4, L2-5, L7-3, L7-G1, SOPM-7, SOPM-14, MULLAY 1 y ALLANA. Si bien los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de la calidad del agua tanto para el sistema Soncor como para el sector Vegetación Borde Este, los resultados serán presentados sólo en esta sección. Desde la Tabla 3.1-2 a la Tabla 3.1-27 se presentan los datos recogidos en terreno y los resultados de los análisis químicos realizados por el laboratorio ALS Environmental para cada uno de los pozos previamente señalados. En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados por ALS para dichas muestras.

Respecto del análisis químico de las lagunas, personal de SQM tomó muestras de agua desde las lagunas Chaxa y Barros Negros los días 14 de julio y 21 de octubre de 2008. En estas muestras se midieron coliformes fecales, nitrógeno amoniacal, hidrocarburos totales y detergentes en ambas lagunas. Los resultados entregados por ALS Environmental se presentan de la Tabla 3.1-28 a la Tabla 3.1-31. En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos de estas muestras.

CONAF, como parte del convenio de monitoreo que posee actualmente con SQM, mide sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sodio, potasio, calcio, magnesio, dureza total, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, arsénico, nitrato, fosfato, pH, temperatura y oxígeno disuelto en los cuatro cuerpos de agua del sistema Soncor. Los resultados de estos análisis se presentan de la Tabla 3.1-32 a la Tabla 3.1-39.

Cabe señalar que se constataron algunos errores en las mediciones de la conductividad eléctrica (CE) de las muestras de aguas subterráneas reportadas por el Laboratorio ALS Environmental anteriores a julio de 2008. Esto se debía a que el laboratorio no tenía el equipo adecuado para hacer estas mediciones. Para resolver esta situación el laboratorio adquirió un equipo especial capaz de registrar los valores típicos de salmuera del salar. Por este motivo, no es posible comparar patrones o cambios en el tiempo de la conductividad eléctrica ni de los sólidos disueltos (que se estiman a través de los mismos equipos) en esta subsección (desde la Tabla 3.1-2 a la Tabla 3.1-27), ya que hasta la fecha de entrega de este informe se cuenta solo con un registro plenamente confiable, que corresponde al último realizado (octubre 2008).

### 3.1.4.1. Muestreo Realizado por SQM.

Tabla 3.1-2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	215	7,11	1,226
28-04-2008	207	7,07	1,231
23-07-2008	222	7,18	1,235
14-10-2008	223	7,41	1,227

Tabla 3.1-3. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	659	419.000	3.750	424.000	7,08	1,240
31-10-2007	633	504.000	735	505.000	7,12	1,240
13-02-2008	687	701.000	58	601.000	7,10	1,250
28-04-2008	637	652.000	1.030	683.000	7,29	1,206
31-07-2008	625	379.500	22	380.500	6,98	1,100
14-10-2008	227	170.057	464	175.099	7,27	1,100

Tabla 3.1-4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-5.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	182,0	7,74	1,144
28-04-2008	159,1	7,68	1,123
14-07-2008	184,2	7,66	1,126
14-10-2008	182,7	8,03	1,223

Tabla 3.1-5. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-5.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	535	336.000	51	337.000	7,36	1,21
30-10-2007	391	200.000	38	236.000	6,85	1,12
13-02-2008	399	222.000	27	244.000	7,71	1,140
28-04-2008	354	324.000	500	382.000	7,87	1,120
14-07-2008	350	213.000	14	427.000	7,65	1,120
14-10-2008	181,5	127.052	21	138.000	7.79	1,300

Tabla 3.1-6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-6.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	198,3	7,20	1,170
28-04-2008	202,0	7,12	1,170
14-07-2008	217	7,24	1,165
14-10-2008	214	7,64	1,161

Tabla 3.1-7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-6.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	-	-	-	-	-	-
30-10-2007	428	319.000	163	319.800	7,31	1,16
13-02-2008	470	382.000	88	412.000	7,18	1,160
28-04-2008	485	453.000	810	484.000	7,33	1,166
14-07-20008	473	251.000	430	271.000	7,19	1,160
14-10-2008	214,2	160.065	6	181.110	7,39	1,200

Tabla 3.1-8. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L1-G4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	200	7,58	1,155
28-04-2008	175	7,65	1,138
14-07-2008	221	7,02	1,234
14-10-2008	224	7,46	1,228

Tabla 3.1-9. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L1-G4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	530	320.000	31	320.730	7,38	1,21
30-10-2007	655	445.000	2.680	468.000	7,01	1,24
13-02-2008	433	362.000	1.090	632.000	7,56	1,150
28-04-2008	400	384.000	4.540	412.000	7,85	1,132
14-07-2008	648	526.000	230	560.000	6,94	1,220
14-10-2008	227,8	175.250	310	183.000	7,16	1,300

Tabla 3.1-10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	2,73	7,23	1,001
27-04-2008	3,33	7,31	1,001
12-07-2008	3,06	7,63	1,000
13-10-2008	3,97	7,33	1,000

Tabla 3.1-11. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	2,97	2.820	10	2.910	7,82	1,02
31-10-2007	3,26	3.350	50	3.640	7,55	0,97
14-02-2008	3,48	2.540	163	3.140	7,25	1,000
27-04-2008	3,30	3.100	230	3.970	7,55	1,000
12-07-2008	3,1	2.360	420	2.650	7,64	1,000
13-10-2008	3,715	2.908	77	3.112	7,56	1,200*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio

Tabla 3.1-12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	9,96	8,08	1,003
27-04-2008	8,57	8,10	1,005
12-07-2008	8,92	7,85	1,002
13-10-2008	9,73	8,46	1,002

Tabla 3.1-13. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	12,1	10.400	20.110	30.600	8,04	1,04
31-10-2007	9,41	6.730	5.840	13.100	7,90	1,00
14-02-2008	10,6	8.540	2.005	9.260	7,98	1,010
27-04-2008	10,4	9.270	370	10.560	8,26	1,002
12-07-2008	8,7	5.040	472	5.450	7,75	0,960
13-10-2008	9,7	6.120	105	6.380	8,21	1,000

Tabla 3.1-14. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-5.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	217	7,40	1,170
28-04-2008	200	7,36	1,173
14-07-2008	216	7,43	1,173
14-10-2008	214	7,73	1,166

Tabla 3.1-15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	523	401.000	23	401.950	7,3	1,19
31-10-2007	545	425.000	780	426.200	7,1	1,20
13-02-2008	472	402.000	18	422.000	7,4	1,160
28-04-2008	495	462.000	1.030	506.000	7,59	1,170
14-07-2008	473	271.000	60	314.000	7,41	1,160
14-10-2008	215,5	108.000	251	125.000	7,44	1,000*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio

Tabla 3.1-16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L7-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	1,91	8,20	1,000
27-04-2008	1,82	8,18	1,001
12-07-2008	2,39	8,22	1,000
13-10-2008	2,03	8,49	1,000

Tabla 3.1-17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L7-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	1,91	1.400	1.145	2.570	8,11	1,01
31-10-2007	2,93	2.060	1.784	3.910	7,9	1,00
14-02-2008	2,02	1.900	83	1.910	8,05	1,000
27-04-2008	2,13	1.930	190	2.170	8,12	0,990
12-07-2008	2,54	1.610	10	1.970	8,09	1,000
13-10-2008	2,10	1.266	52	1.330	8,39	1,000

Tabla 3.1-18. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L7-G1.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	242	7,07	1,221
26-04-2008	226	6,99	1,225
14-07-2008	189,9	7,97	1,047
21-10-2008	193,8	7,44	1,184

Tabla 3.1-19. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L7-G1.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	258	145.000	30	145.630	7,96	1,11
30-10-2007	567	361.000	1.000	371.000	7,3	1,21
02-02-2008	399	204.000	1.470	404.000	6,99	1,210
26-04-2008	655	634.000	2.330	661.000	7,18	1,222
14-07-2008	143	71.500	70	76.000	7,88	1,046
21-10-2008	224,6	127.000	1975	129.200	7,33	1,200

Tabla 3.1-20. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-7.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	218	7,22	1,220
26-04-2008	224	6,18	1,221
14-07-2008	231	7,21	1,222
14-10-2008	228	7,50	1,220

Tabla 3.1-21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-7.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	619	434.000	29	435.000	7,17	1,22
31-10-2007	611	527.000	232	528.000	7,15	1,22
13-02-2008	635	561.000	15	582.000	7,23	1,260
26-04-2008	632	593.000	760	635.000	7,42	1,220
14-07-2008	622	353.000	41	478.000	7,17	1,220
14-10-2008	234	187.200	207	191.500	7,19	1,000*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio.

Tabla 3.1-22. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-14.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	225	7,31	1,218
26-04-2008	225	7,28	1,222
14-07-2008	240	7,37	1,220
14-10-2008	231	7,56	1,220

Tabla 3.1-23. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2007	620	388.000	43	388.960	7,21	1,22
30-10-2007	608	398.000	33	453.000	7,32	1,22
13-02-2008	625	531.000	36	561.000	7,32	1,240
26-04-2008	660	635.000	1.020	662.000	7,51	1,218
14-07-2008	626	321.000	36	379.000	7,29	1,218
13-10-2008	233,80	163.000	<3	188.000	7,28	1,200

Tabla 3.1-24. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Mullay.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	1,62	8,65	1,002
28-04-2008	1,50	8,49	1,000
14-07-2008	2,26	9,41	1,000
13-10-2008	1,90	8,00	1,000

Tabla 3.1-25. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Mullay.

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	273	<1	273	5,18	19	314	0,34	0,06	21,3	134	7,23	250	1.430	408	24,5	<0,01	2,05	1,000
24-10-2007	283	<1	283	6,15	31	270	<0,05	0,02	23	1,4	7,25	350	1.340	383	31	0,16	2,22	1,000
11-02-2008	190	<1	190	0,028	31	345	88,2	0,11	95	0,21	8,16	310	1.720	380	26	0,06	1,89	0,985
28-04-2008	148	<1	148	0,008	20,9	325	0,17	0,26	14,5	0,01	8,46	316	1.540	260	25,4	0,06	1,82	0,997
14-07-2008	<1	34	91	0,201	35	600	0,73	0,03	22	0,02	9,42	400	1.620	325	37	0,62	2,79	1,000
13-10-2008	333	<1	333	6,077	45,89	315,4	<0,03	<0,005	26,59	0,9	7,82	359	1.230	357	27,65	0,021	1,94	1,000

Tabla 3.1-26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	4,01	7,78	1,003
28-04-2008	4,14	7,57	1,001
12-07-2008	4,13	7,45	1,001
13-10-2008	4,06	7,619	1,000

Tabla 3.1-27. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Allana.

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	95	8	103	0,007	66	328	1,29	0,51	207	0,4	9,01	375	1.790	1,57 0	23	<0,0 1	3,88	1,030
24-10-2007	77	7	84	0,006	142	356	4	0,84	177	0,5	8,73	480	3.480	1,69 0	26	0,12	4,27	1,000
11-02-2008	156	<1	156	<0,005	278	308	24,5	0,65	225	0,2	7,62	450	3.960	1,78 0	29	6,96	4,14	1,002
27-04-2008	160	<1	160	0,006	314	350	1,03	0,44	157	<0,0 1	7,78	403	3.880	1,77 0	26,7	4,40	4,17	1,001
12-07-2008	207	<1	207	<0,005	270	355	4,4	0,34	220	<0,0 1	7,42	430	3.580	1,72 5	25,5	11,3 0	4,20	1,000
13-10-2008	185	<1	185	0,090	254, 8	373	<0,03	<0,00 5	266,9	1,7	7,55	383,8	3.492	1,80 5	26,64	0,02	4,15	1,000

Tabla 3.1-28. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	142,3	8,05	1,070
24-04-2008	106,5	7,97	1,058
14-07-2008	88,1	7,83	1,046
21-10-2008	114,3	8,18	1,060

Tabla 3.1-29. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (SQM).

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Hidrocarburos totales (mg/L)	Detergente (mg/L)
09-02-2007	-	<2	<2	0,1	<10	0,07
27-07-2007	141	<2	<2	0,15	<10	< 0,05
30-10-2007	171	<1,8	<1,8	0,13	<2	0,1

Tabla 3.1-29. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (SQM).

02-02-2008	131	<2	<1,8	5,36	<2	<0,05
24-04-2008	153	<1,8	<1,8	0,07	<10	<0,05
14-07-2008	133	<1,8	<1,8	0,07	<10	<0,05
21-10-2008	115,5	<1,8	<1,8	0,81	<2	0,09

Tabla 3.1-30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	-	-	-
24-04-2008	159,4	7,69	1,165
14-07-2008	123,5	7,99	1,071
21-10-2008	146,5	8,122	1,085

Tabla 3.1-31. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros (SQM).

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Coliformes Fecales (NMP/100mL)	Coliformes Totales (NMP/100mL)	Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	Hidrocarburos totales (mg/L)	Detergente (mg/L)
09-02-2007	-	<2	<2	0,23	<10	0,23
27-07-2007	205	<2	<2	0,16	<10	<0,05
30-10-2007	252	<1,8	4,5	0,26	<2	0,12
02-02-2008	370	<2	<1,8	1,22	<2	<0,05
24-04-2008	442	<1,8	<1,8	0,04	<10	0,08
14-07-2008	191	<1,8	<1,8	0,01	<10	0,06
21-10-2008	149,35	<1,8	<1,8	1,62	<2	0,11

### 3.1.4.2. Muestreo realizado por CONAF

Tabla 3.1-32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Chaxas. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
09-02-2007	2,17	7,87	26,70
19-04-2007	5,60	7,81	12,50
24-07-2007	3,94	7,69	16,70
24-10-2007	2,29	nm	22,70
28-02-2008	3,23	7,77	24,90
23-04-2008	4,17	7,77	22,90
31-07-2008	2.10	nm	14.5
24-10-2008	nm	nm	nm

nm: no monitoreado

Tabla 3.1-33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Lagunas Chaxas. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Silice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	151,00	150,00	44	14,80	28,00	9,60	4,73	946	3,18	54,00	7,58	766	5,82	0,81	1,15	60	-
19-04-2007	79,94	79,92	20	10,90	22,00	7,74	3,38	724	2,18	40,00	23,00	669	5,82	1,04	0,56	56	-
24-07-2007	70,84	70,82	18	9,36	18,00	3,69	2,92	552	1,92	33,70	1,81	644	1,50	0,54	1,06	46	-
24-10-2007	92,92	92,08	848	12,36	26,35	8,39	4,43	622	2,56	56,49	7,86	708	14,10	2,38	0,54	54	-
28-02-2008	99,74	99,72	19	14,80	26,10	10,90	4,33	573	2,91	41,00	19,10	685	45,00	1,50	0,43	57	627
23-04-2008	84,25	84,10	153	10,80	21,00	4,15	3,37	466	2,18	40,00	8,87	577	51,00	0,94	1,08	47	559
31-07-2008	69,77	69,75	19	9,35	21,00	5,01	3,07	477	2,11	39,00	6,30	585	47,00	0,11	0,50	41	541
24-10-2008	91,33	91,28	50	12,20	24,00	6,14	4,01	775	2,72	46,00	7,89	606	69,00	0,98	0,38	56	612

Tabla 3.1-34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
09-02-2007	3,71	7,90	29,60
19-04-2007	5,90	7,88	11,00
24-07-2007	5,20	7,78	16,60
24-10-2007	3,31	nm	17,80
28-02-2008	3,15	7,91	29,20
23-04-2008	3,39	7,87	21,10
31-07-2008	2.17	nm	14.9
24-10-2008	nm	nm	nm

nm: no monitoreado

Tabla 3.1-35. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Canal Burro Muerto. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	152,00	151,00	20	12,90	22,00	10,00	3,68	833	2,53	41,00	7,66	538	23,00	0,62	0,82	60	-
19-04-2007	75,58	75,56	24	10,50	21,00	7,32	3,08	686	1,95	37,00	6,73	476	20,40	1,94	0,62	53	-
24-07-2007	63,96	63,89	68	9,21	17,50	3,04	2,48	640	1,74	33,00	5,84	491	<1	0,41	0,78	48	-
24-10-2007	84,49	83,27	1.224	11,96	22,82	5,86	3,49	686	2,20	47,81	7,96	430	78,00	1,05	0,60	53	-
28-02-2008	86,07	86,00	78	13,50	23,00	11,00	3,78	608	2,52	37,00	6,22	593	25,00	1,27	0,46	54	528
23-04-2008	79,09	79,00	93	10,40	19,00	6,72	3,09	585	2,03	37,00	13,60	447	49,00	0,85	1,05	52	448
31-07-2008	70,26	70,15	0,11	9,20	20,00	5,82	2,74	643	1,88	39,00	6,81	400	61,00	0,64	0,66	40	429
24-10-2008	81,69	81,64	52	11,40	22,00	6,94	3,19	880	2,50	6,88	8,25	416	86,00	0,73	0,69	57	404

Tabla 3.1-36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros.  
(CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
09-02-2007	0,94	7,16	26,50
19-04-2007	4,30	7,43	14,00
24-07-2007	4,56	7,69	17,00
24-10-2007	2,40	nm	22,50
28-02-2008	3,45	7,26	26,20
23-04-2008	2,58	7,35	23,40
31-07-2008	1,99	nm	14,6
24-10-2008	nm	nm	nm

nm : no monitoreado

Tabla 3.1-37. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros.  
(CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	374,00	374,00	192	48,00	88,00	10,00	19,30	317	13,40	170,00	15,40	1970	<1	2,33	0,90	66	-
19-04-2007	310,92	310,85	72	34,70	82,00	15,30	13,98	634	8,65	141,00	15,20	1598	<1	4,67	0,10	41	-
24-07-2007	110,08	110,06	24	14,50	29,00	5,09	4,02	926	2,88	56,00	8,84	635	28,00	2,06	0,43	48	-
24-10-2007	121,87	120,24	1,630	15,86	34,18	10,30	5,52	771	3,33	63,53	10,15	608	79,00	2,66	0,42	50	-
28-02-2008	314,50	314,21	297	43,00	91,00	13,00	15,40	406	9,75	126,00	6,83	1821	1,56	3,76	0,44	69	1491
23-04-2008	269,28	269,10	178	33,00	70,00	13,10	11,60	563	7,44	136,00	20,30	1488	14,00	2,92	0,59	47	1244
31-07-2008	89,33	89,30	28	12,10	28,00	7,78	3,98	759	2,67	47,00	8,46	470	54,00	1,01	0,44	40	541
24-10-2008	138,44	138,40	44	18,30	36,00	10,40	5,16	1264	4,23	68,00	12,70	527	94,00	1,66	0,35	57	588

Tabla 3.1-38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
09-02-2007	3,61	8,09	29,80
19-04-2007	7,60	8,17	12,30
24-07-2007	6,21	8,08	16,60
24-10-2007	5,85	nm	14,60
28-02-2008	5,30	8,34	29,10
23-04-2008	3,91	8,35	20,90
31-07-2008	1,93	nm	14,7
24-10-2008	nm	nm	nm

nm : no monitoreado

Tabla 3.1-39. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
09-02-2007	19,00	19,00	20	2,50	4,58	3,60	0,98	115	0,51	8,93	1,18	396	32,00	0,13	1,19	89	-
19-04-2007	18,31	18,30	12	2,65	4,84	3,87	0,99	119	0,53	9,52	1,19	423	11,60	0,61	1,02	84	-
24-07-2007	17,26	17,24	16	2,40	4,26	2,85	0,75	161	0,45	9,09	1,14	434	10,50	0,14	1,22	75	-
24-10-2007	15,00	14,98	12	2,00	4,05	3,17	0,82	106	0,44	7,32	0,98	419	27,00	0,35	0,90	84	-
28-02-2008	18,20	18,19	13	2,70	4,37	5,00	0,89	77	0,52	6,78	1,58	419	39,00	0,35	0,92	86	411
23-04-2008	17,32	17,30	20	2,22	4,04	2,34	0,77	78	0,46	8,15	2,04	425	26,00	0,14	1,42	83	393
31-07-2008	12,06	12,06	13	2,27	4,16	1,61	0,70	90	4,27	7,18	1,13	374	37,00	0,36	0,84	64	370
24-10-2008	15,03	15,00	31	2,12	3,73	2,73	0,71	112	0,49	6,77	2,06	381	31,00	0,21	0,67	40	380

### 3.1.5. Aforos

La Figura 3.1-103 muestra las series disponibles para las alturas y velocidades en el canal que conecta las lagunas Chaxas y Barros Negros. Estos datos fueron obtenidos a través de un sensor, que mide altura y velocidad del cauce, ubicado a la salida de la laguna Chaxas y que realiza mediciones cada treinta minutos. Se aprecia que, tanto para las alturas como para las velocidades registradas en el canal, existen numerosos valores que se encuentran fuera de los rangos esperados, definidos de acuerdo a la información histórica y a las características físicas del lugar. A partir de octubre de 2008 los errores han aumentado en la medición del nivel del agua (valores negativos y magnitudes mayores a 1000 m), mientras que para las velocidades se aprecian sólo algunos datos dudosos a lo largo de toda la serie (valores negativos y magnitudes superiores a 3 m/s).

El error de la medición puede ser explicado por la influencia de factores naturales, puesto que no existe una sección regular que proteja los equipos de las condiciones climáticas (caídas o movimientos del sensor producto de los vientos, congelamiento del agua, hielo o polvo en los transductores, etc.) y de la presencia de animales (el canal es un corredor biológico, principalmente usado por los flamencos). También es posible que la línea de flujo principal vaya cambiando su recorrido. Por último, pero no menos relevante, existe la posibilidad de un mal funcionamiento del aparato de medición.

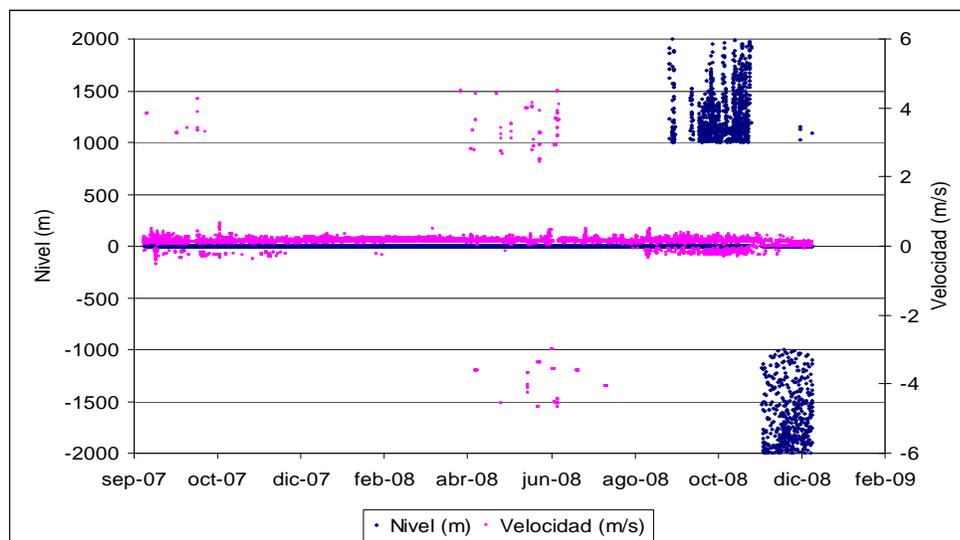


Figura 3.1-103. Altura y velocidad de escurrimiento en la estación de aforo Chaxas (Barros Negros).

La Figura 3.1-104 muestra los registros de alturas y velocidades en el canal, tras un filtrado preliminar de la información donde se eliminaron los puntos fuera del rango promedio (magnitudes positivas y máximos de 0,7 m/s y 0,3 m para la velocidad y el nivel, respectivamente). En este caso, se observa un quiebre en las mediciones de la altura de agua desde el día 15 de octubre del 2007, lo que se explica por el cambio de ubicación del sensor que se realizó producto del hundimiento en el fondo lodoso del canal. Los registros de nivel permanecen relativamente estables hasta septiembre de 2008, para luego comenzar un período donde se detectan errores sistemáticos y evidentes. Por este motivo, es probable que exista una falla en el aparato de medición a partir de esta fecha, ya que anteriormente los registros son más estables (expresado como una menor diferencia entre los caudales promedios diarios de días consecutivos). Por lo tanto, se recomienda su revisión.

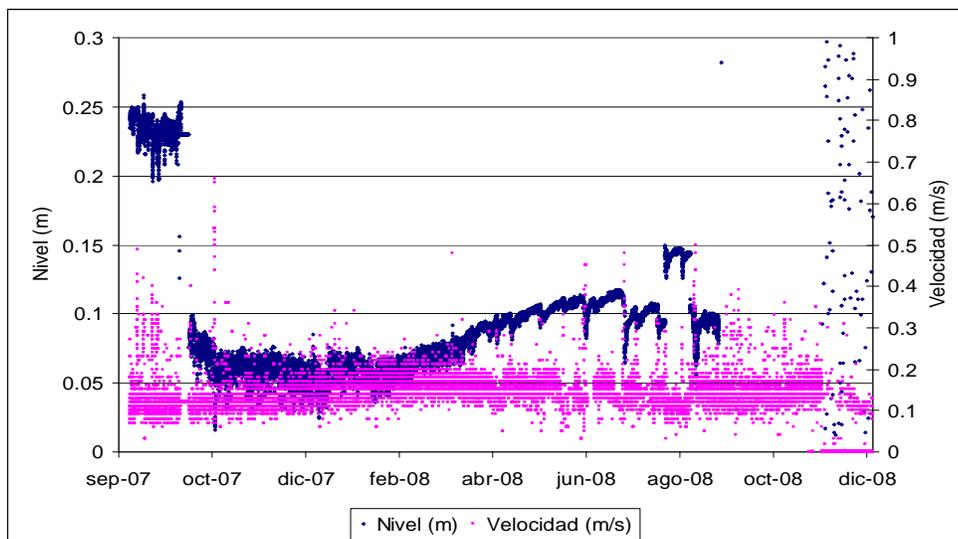


Figura 3.1-104. Altura y velocidad de escurrimiento en la estación de aforo Chaxas-Barros Negros.

Como una manera de complementar la información de la estación de aforo, SQM ha realizado aforos manuales en la misma sección donde mide la estación. Dichas mediciones se realizaron a través del método que estima el caudal como el producto entre la velocidad y el área, para lo cual el ancho total de la sección fue dividido en diez subsecciones donde se midió profundidad y velocidad en cada una de ellas. Dicha campaña también registró el nivel de agua en el sensor. En la Tabla 3.1-40 aparecen los aforos manuales realizados.

Tabla 3.1-40. Aforos manuales realizados por SQM

Fecha	Hora	Área total sección (m <sup>2</sup> )	Caudal (L/s)	Velocidad promedio sección (m/s)	Nivel en sensor (m)	Velocidad en sensor (m/s)
08-Sep-07	s.i.	3,08	259,52	0,08	s.i.*	s.i.
11-Oct-07	s.i.	2,98	206,51	0,07	s.i.	s.i.
02-Jul-08	11:30	3,33	193,19	0,06	s.i.	0,16
01-Sep-08	18:00	2,98	267,15	0,09	0,11	0,15
29-Sep-08	10:00	2,70	233,64	0,09	0,106	0,15
28-Oct-08	16:00	2,10	175,26	0,08	0,094	0,15
25-Nov-08	16:00	1,81	149,54	0,08	0,088	s.i.
22-Ene-09	17:00	1,60	158,38	0,10	0,077	0,17
26-Feb-09	10:00	1,54	180,41	0,12	0,074	s.i.

\*s.i.: sin información

La Figura 3.1-105 presenta el caudal monitoreado en el puente San Luis que, dada su ubicación (aguas arriba de la laguna Chaxa).

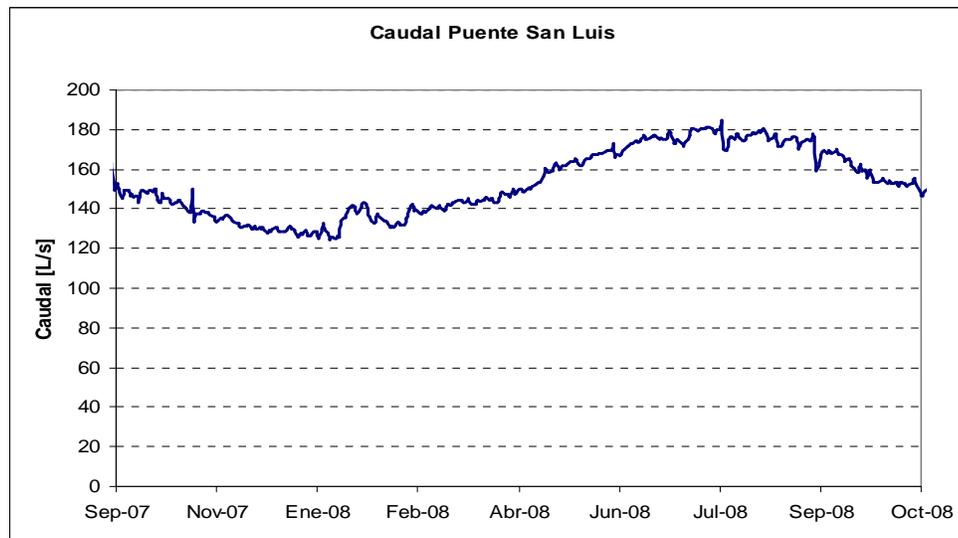


Figura 3.1-105. Caudal promedio diario en puente San Luis.

### 3.2. Aguas de Quelana

Los puntos de monitoreo en el sistema Aguas de Quelana se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.412.000 a 7.404.000 Norte y 586.000 a 601.000 Este. En la Figura 3.2-1 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 3.2-1 se indican los puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

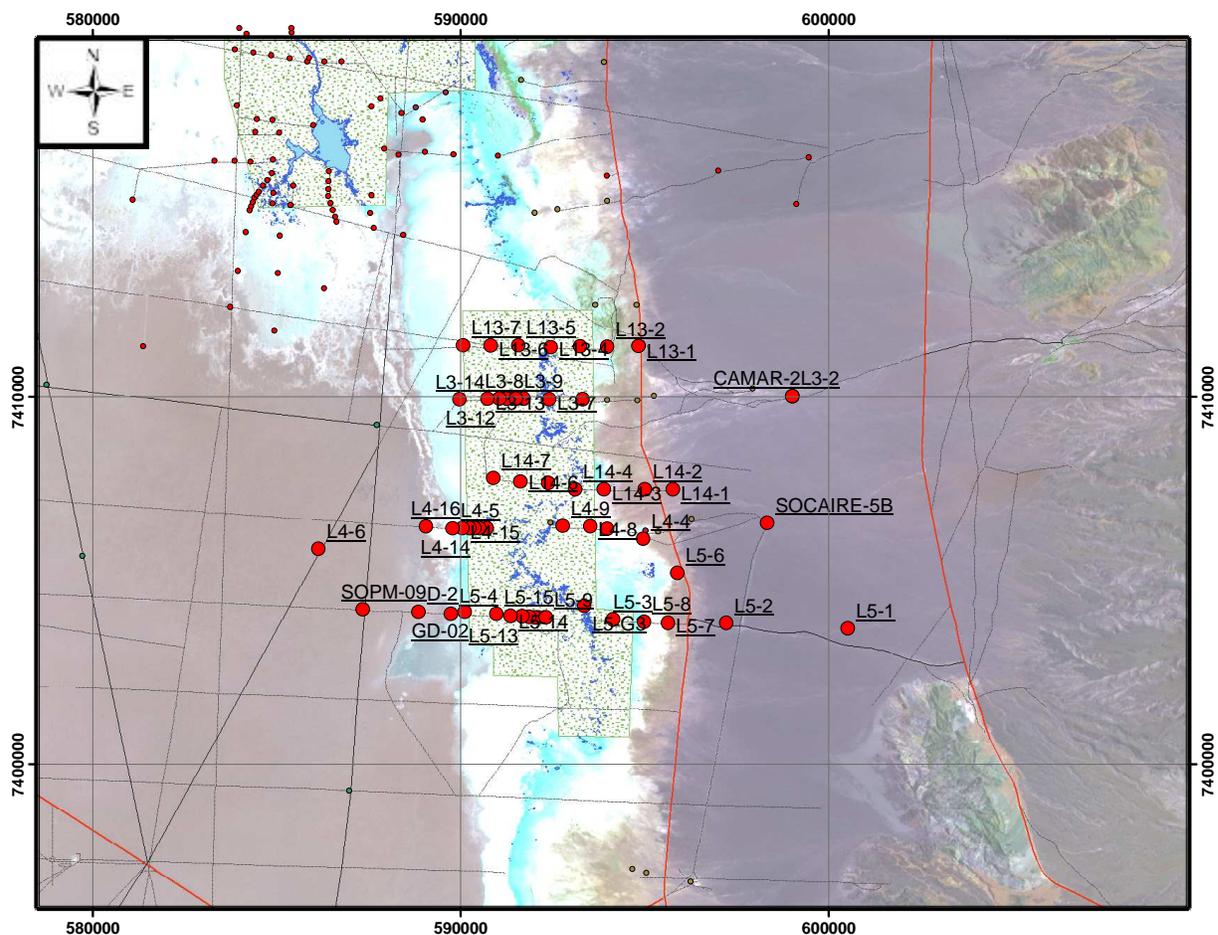


Figura 3.2-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.

Tabla 3.2-1. Puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L3-2	Zona aluvial	Pozo profundo	83		marginal		
L4-3	Zona aluvial	Pozo somero	83	L14-3	Zona marginal	Pozo somero	96
L4-4	Zona aluvial	Pozo somero	84	L14-5	Zona marginal	Pozo somero	96
L5-1	Zona aluvial	Pozo profundo	84	L14-6	Zona marginal	Pozo somero	97
L5-2	Zona aluvial	Pozo profundo	85	L14-7	Zona marginal	Pozo somero	97
GD-02	Zona marginal	Pozo profundo	86	L5-G3	Zona marginal	Reglilla	98
L3-3	Zona marginal	Pozo somero	86	L4-10	Zona marginal	Reglilla	99
L3-8	Zona marginal	Pozo somero	87	L3-5	Zona marginal	Continuo	100
L3-11	Zona marginal	Pozo somero	87	L3-6	Zona marginal	Continuo	101
L3-12	Zona marginal	Pozo somero	88	L3-7	Zona marginal	Continuo	101
L3-14	Zona marginal	Pozo somero	88	L3-9	Zona marginal	Continuo	102
L4-5	Zona marginal	Pozo somero	89	L3-10	Zona marginal	Continuo	102
L4-11	Zona marginal	Pozo somero	89	L3-13	Zona marginal	Continuo	103
L4-14	Zona marginal	Pozo somero	90	L4-7	Zona marginal	Continuo	103
L4-15	Zona marginal	Pozo somero	90	L4-8	Zona marginal	Continuo	104
L5-9	Zona marginal	Pozo somero	91	L4-9	Zona marginal	Continuo	104
L5-11	Zona marginal	Pozo somero	91	L4-12	Zona marginal	Continuo	105
L5-12	Zona marginal	Pozo somero	92	L4-13	Zona marginal	Continuo	105
L5-13	Zona marginal	Pozo somero	92	L5-3	Zona marginal	Continuo	106
L13-5	Zona marginal	Pozo somero	93	L5-6	Zona marginal	Continuo	107
L5-15	Zona marginal	Pozo somero	93	L5-7	Zona marginal	Continuo	107
L13-6	Zona marginal	Pozo somero	94	L5-8	Zona marginal	Continuo	108
L13-7	Zona marginal	Pozo somero	94	L5-10	Zona marginal	Continuo	108
L14-1	Zona marginal	Pozo somero	95	L5-14	Zona marginal	Continuo	109
L14-2	Zona	Pozo somero	95				

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L13-1	Zona marginal	Continuo	109	L3-4 (SOPM -08)	Salmuera	Pozo profundo	112
L13-2	Zona marginal	Continuo	110	L4-6	Salmuera	Pozo profundo	113
L13-3	Zona marginal	Continuo	110	L4-16	Salmuera	Pozo somero	113
L13-4	Zona marginal	Continuo	111	L5-4	Salmuera	Pozo profundo	114
L14-4	Zona marginal	Continuo	111	SOPM -09	Salmuera	Pozo profundo	114
D-2	Salmuera	Pozo profundo	112	Camar 2	Zona aluvial	Pozo de agua	115
				Socaire	Zona aluvial	Pozo de agua	115

### 3.2.1. Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Aguas de Quelana.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 (Figura 3.2-3, Figura 3.2-8, Figura 3.2-34 y Figura 3.2-33 respectivamente) son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, pero serán presentados sólo en esta sección.

El pozo L3-4, también denominado SOPM-8 (Figura 3.2-58), es parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama y será presentado también sólo en esta sección.

#### 3.2.1.1. Pozos en zona aluvial

Los pozos L3-2 y L4-3 presentados en la Figura 3.2-2 y en la Figura 3.2-6 corresponden a pozos de la zona aluvial.

El pozo L3-2 (Figura 3.2-2) presenta un descenso importante de nivel observado durante noviembre de 2004, que se explica por la realización de una prueba de bombeo. El nivel medido en el pozo no se ha recuperado a los niveles anteriores a la realización de la prueba de bombeo. Luego de dicho descenso, el nivel se mantuvo constante hasta mediados de 2008, fecha en la cual se observa un nuevo descenso producto del bombeo en el pozo Camar 2.

Se reconfirma la cota del pozo L4-3, siendo esta igual a 2319,611 m.s.n.m., por lo cual, de acuerdo a lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 226/2006, el descenso máximo permitido desde mayo del 2007 para este pozo es de 0,92 metros, quedando fijado el umbral de activación como la cota igual a 2302,52 m.s.n.m.

En la Figura 3.2-4 se puede observar el nivel del acuífero medido en el pozo L4-4, que corresponde a un pozo artesiano surgente. Cabe señalar que el aumento de nivel registrado en octubre de 2007, se explica precisamente porque este pozo monitorea la cota piezométrica de

un acuífero confinado surgente. Antiguamente el pozo poseía un tubo que sobresalía aproximadamente 80 cm desde el nivel del suelo, altura que era insuficiente para registrar la cota piezométrica del acuífero. En efecto, la cota registrada desde noviembre de 2001 a octubre de 2007 corresponde a la cota superior del tubo. A partir de esta última fecha se mejoró la condición de operación del pozo aumentando el tubo en 120 cm adicionales, permitiendo observar el real funcionamiento del acuífero en este punto.

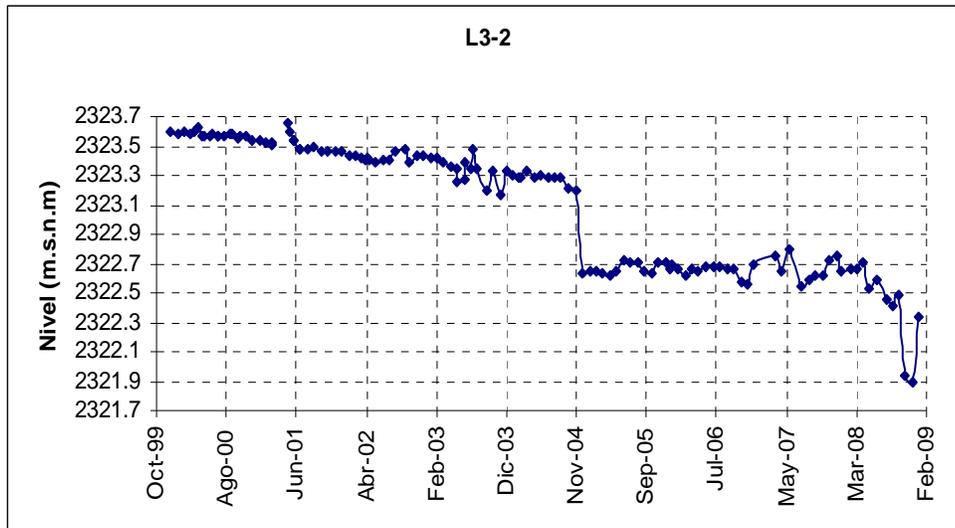


Figura 3.2-2. Nivel mensual observado en el pozo L3-2.

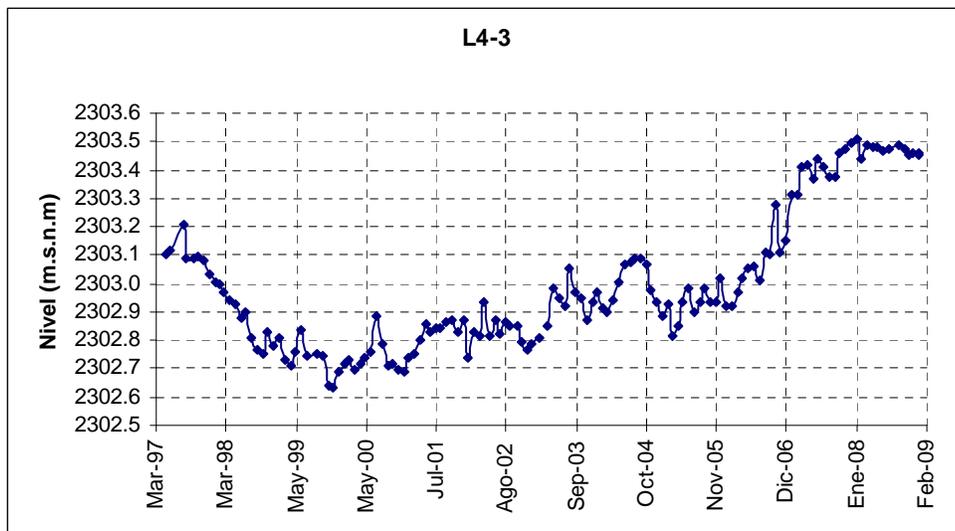


Figura 3.2-3. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

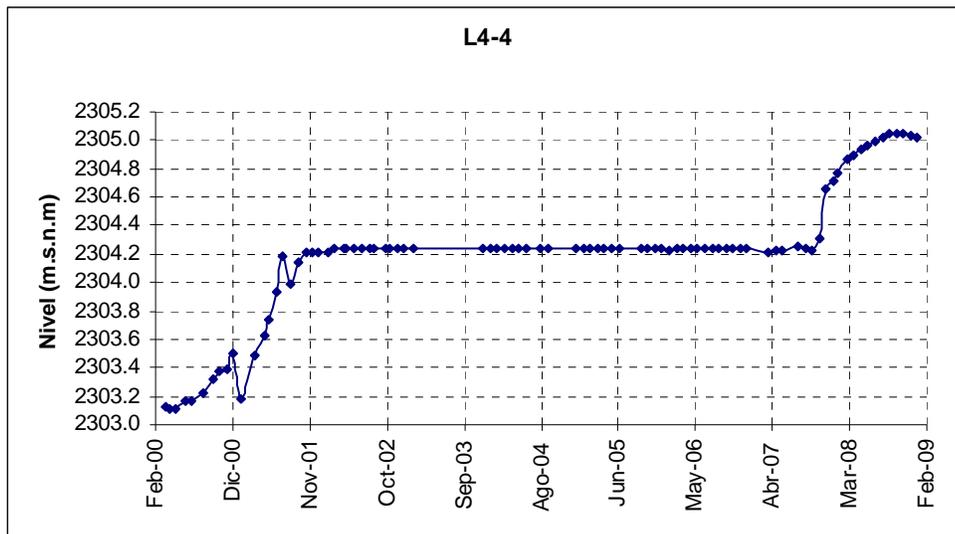


Figura 3.2-4. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.

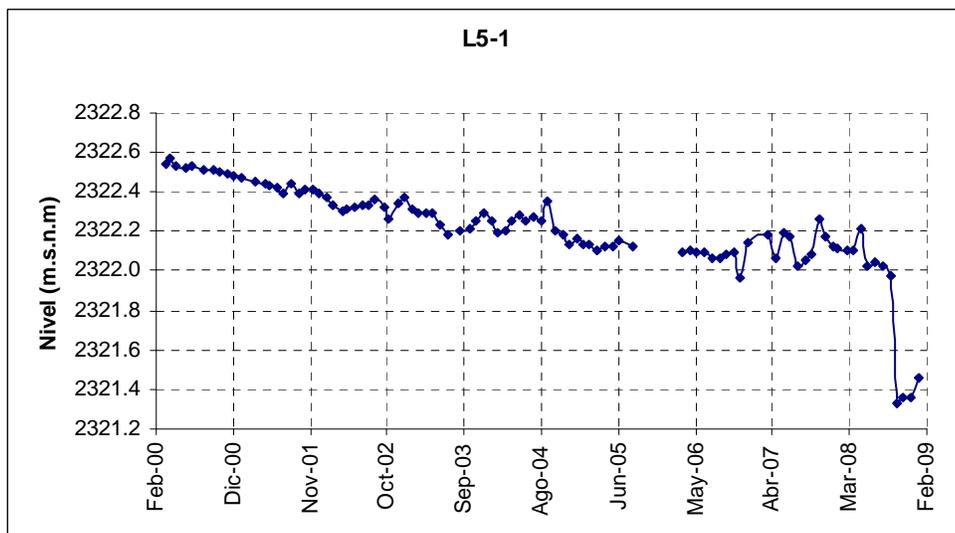


Figura 3.2-5. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.

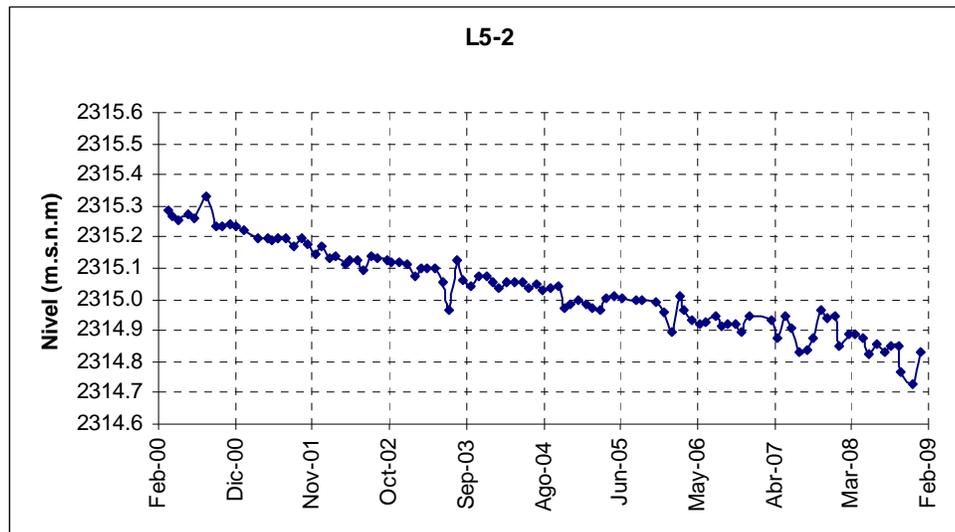


Figura 3.2-6. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.

### 3.2.1.2. Pozos en zona marginal

En el sistema Aguas de Quelana solo algunos pozos presentan un registro histórico suficientemente largo como para caracterizar su comportamiento, mientras que en la mayoría de ellos la escasez de datos no permite efectuar análisis concluyentes. No obstante, a partir de la información disponible (en general, desde 2007), pareciera perfilarse una oscilación estacional de los niveles. Los pozos L3-3 y L4-5 son los únicos en la zona marginal con datos anteriores a 2007. En la Figura 3.2-8 se aprecia que en el último año el pozo L3-3 tuvo un comportamiento similar al de años anteriores.

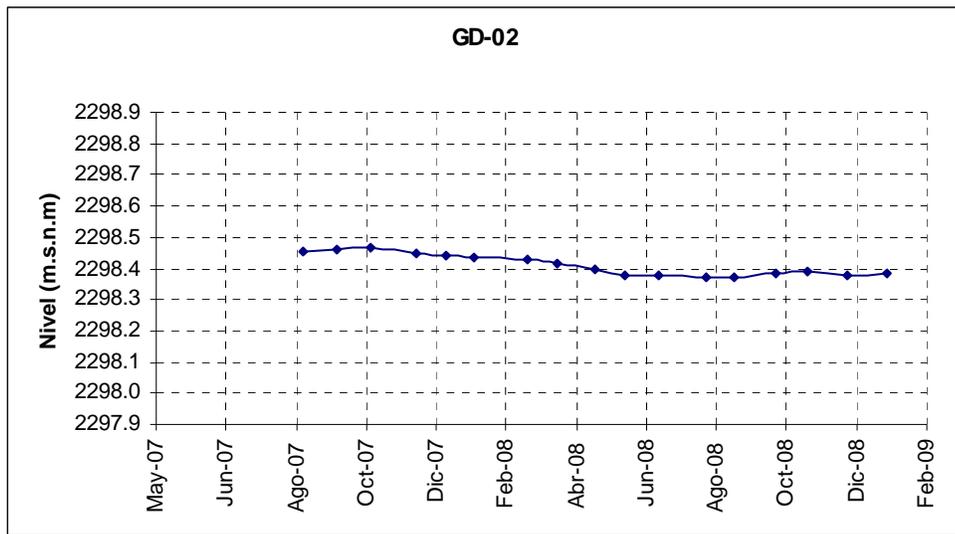


Figura 3.2-7. Nivel mensual observado en el pozo GD-02.

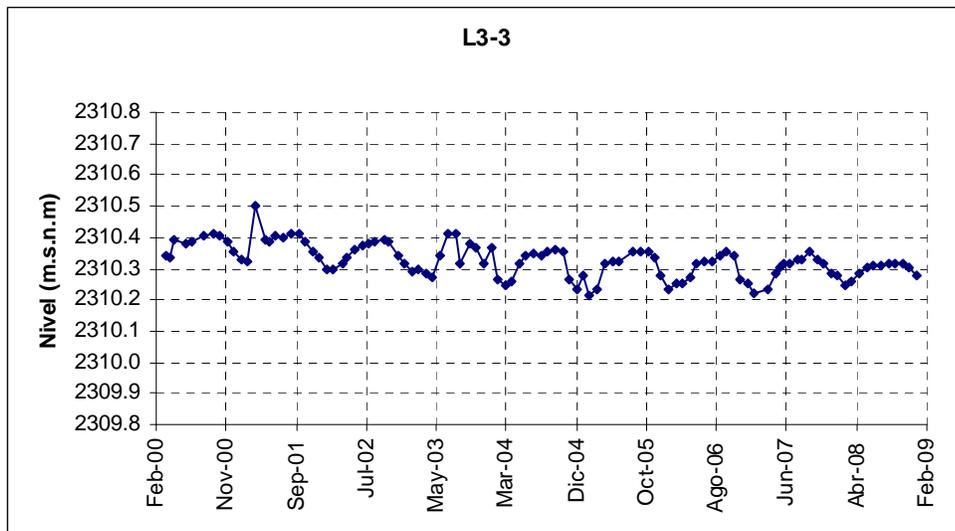


Figura 3.2-8. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.

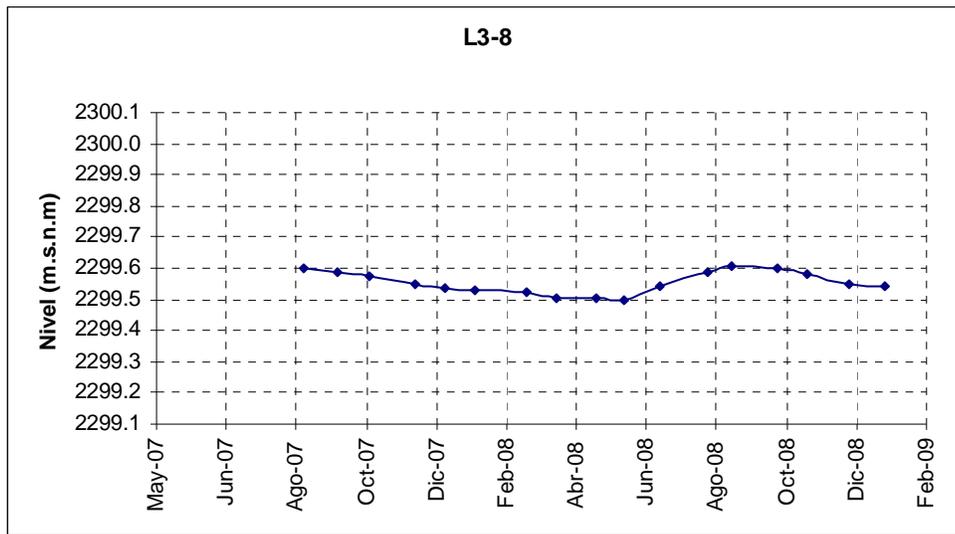


Figura 3.2-9. Nivel mensual observado en el pozo L3-8.

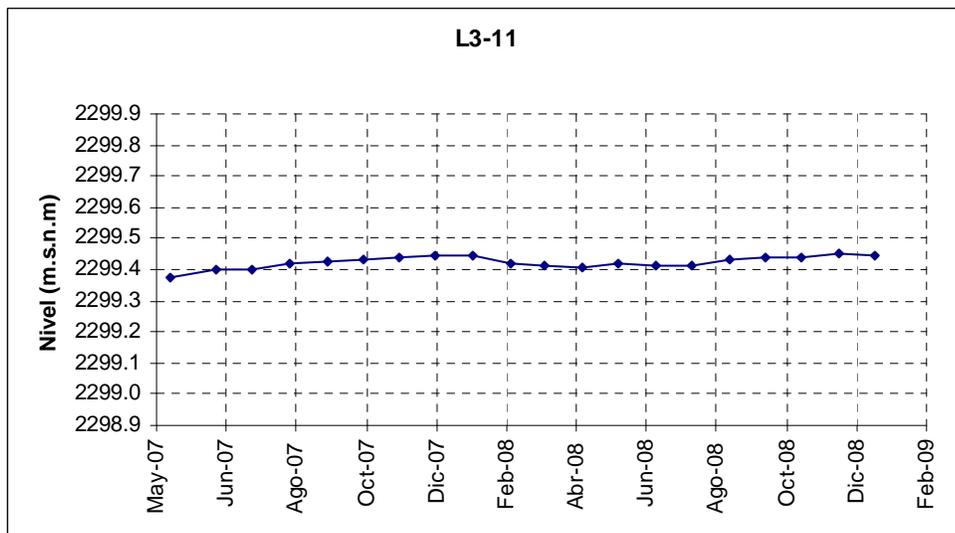


Figura 3.2-10. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.

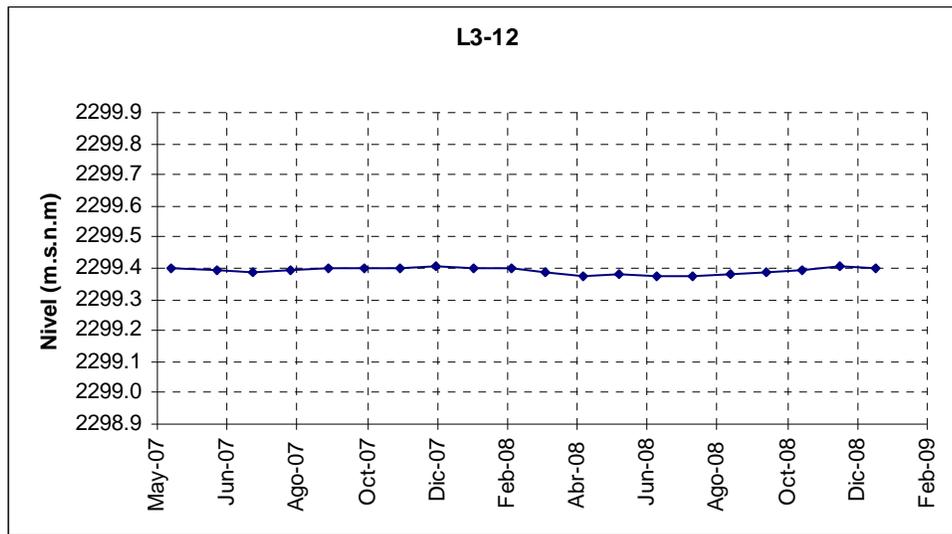


Figura 3.2-11. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.

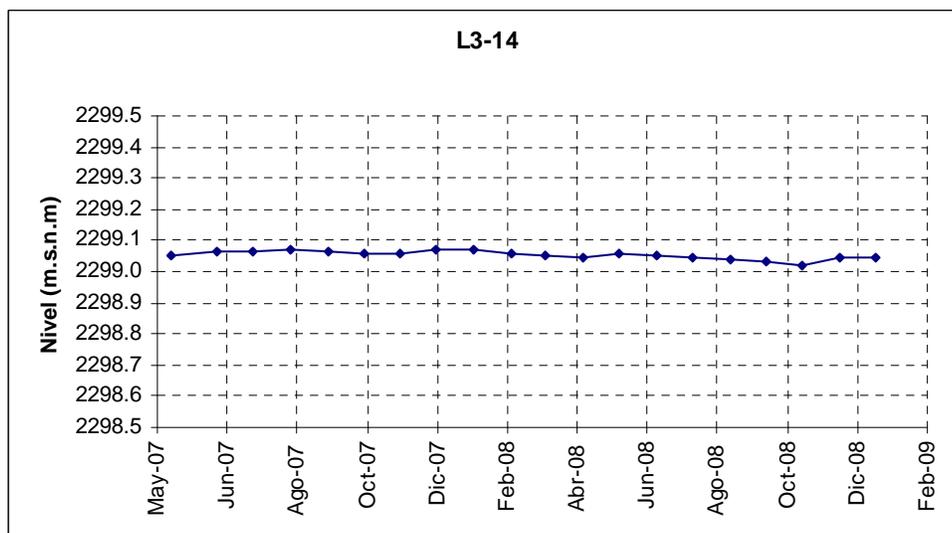


Figura 3.2-12. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.

En la Figura 3.2-13 se aprecia el nivel mensual observado en el pozo L4-5. A partir de diciembre de 2006 la formación de cristales de sal en su interior impidió la correcta medición de los niveles durante los 3 primeros trimestres del año 2007. Por este motivo, el 26 de septiembre de 2007 se procedió a construir un nuevo pozo aledaño al pozo L4-5 antiguo y se georreferenciaron ambos pozos (nuevo y viejo) para poder realizar las comparaciones correspondientes. A partir de esta fecha todos los registros son a partir del nuevo pozo L4-5.

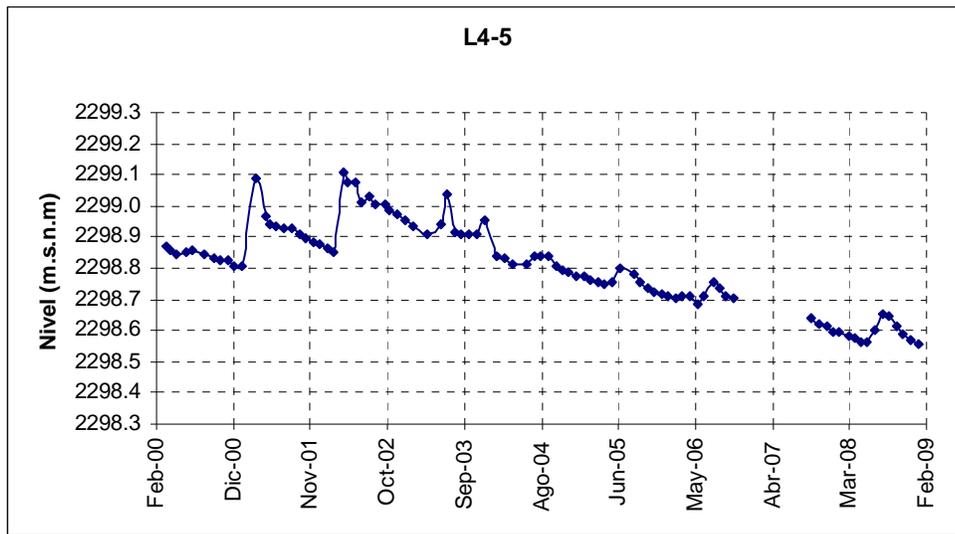


Figura 3.2-13. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.

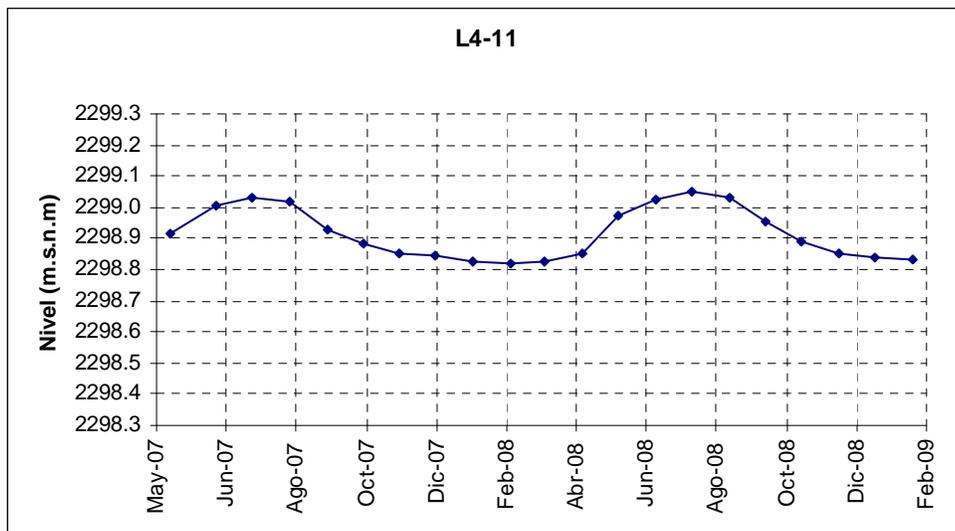


Figura 3.2-14. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.

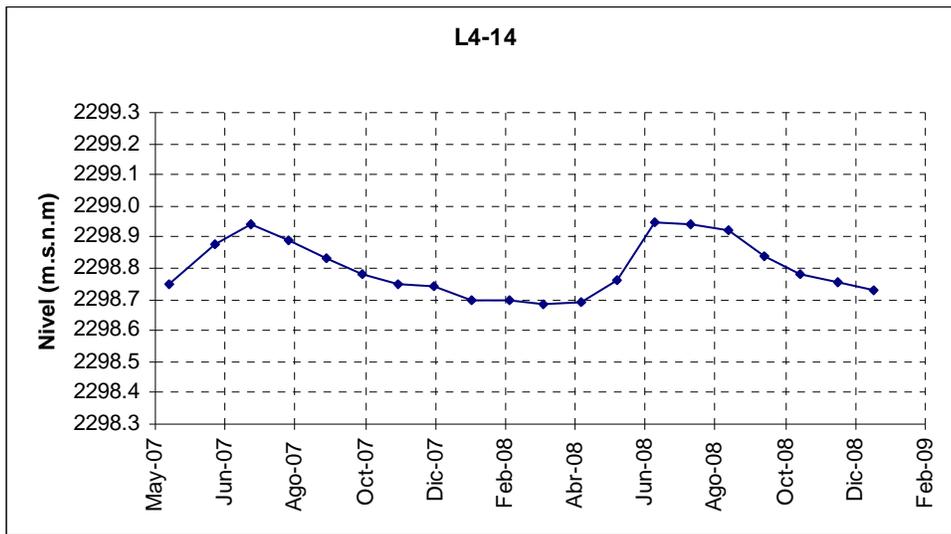


Figura 3.2-15. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.

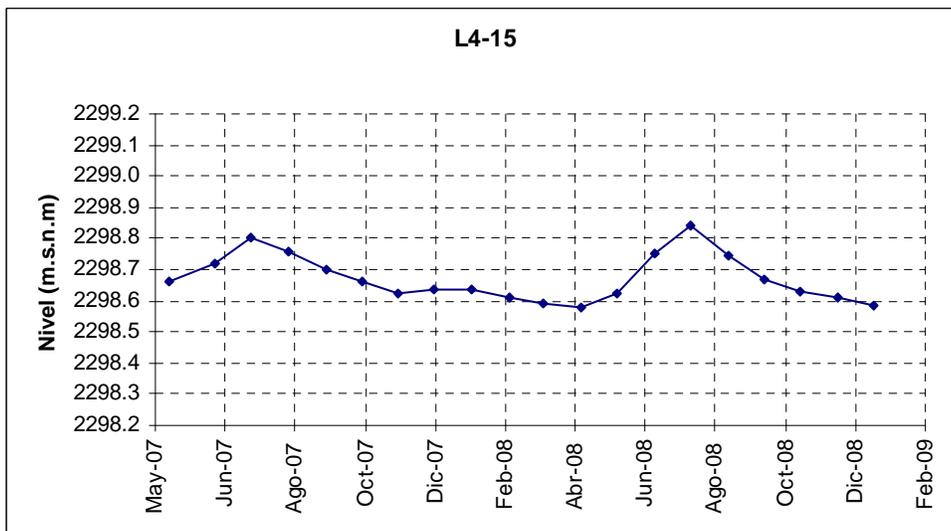


Figura 3.2-16. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.

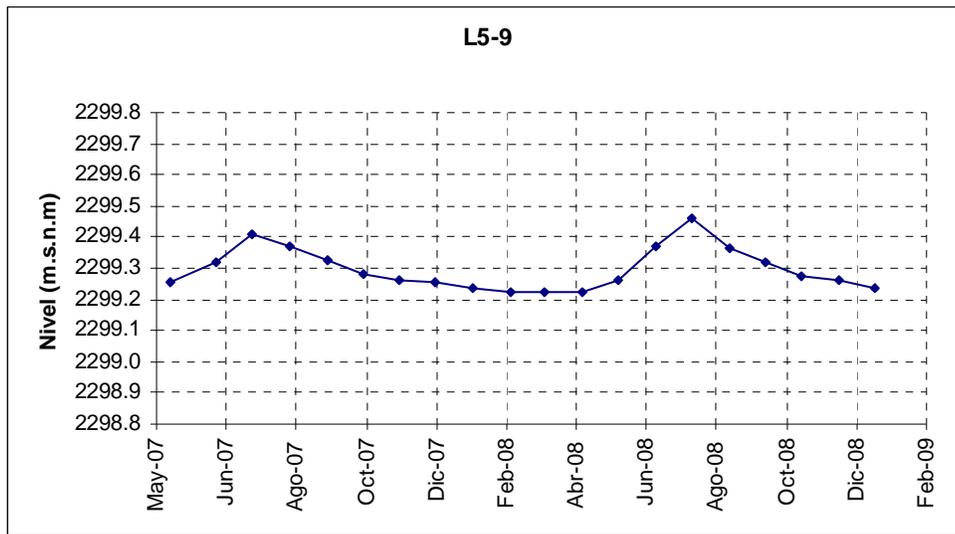


Figura 3.2-17. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.

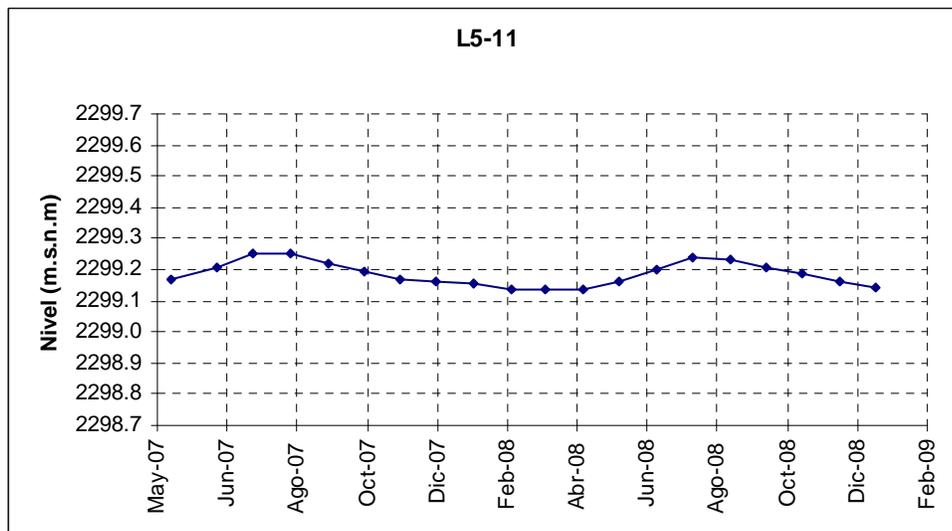


Figura 3.2-18. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.

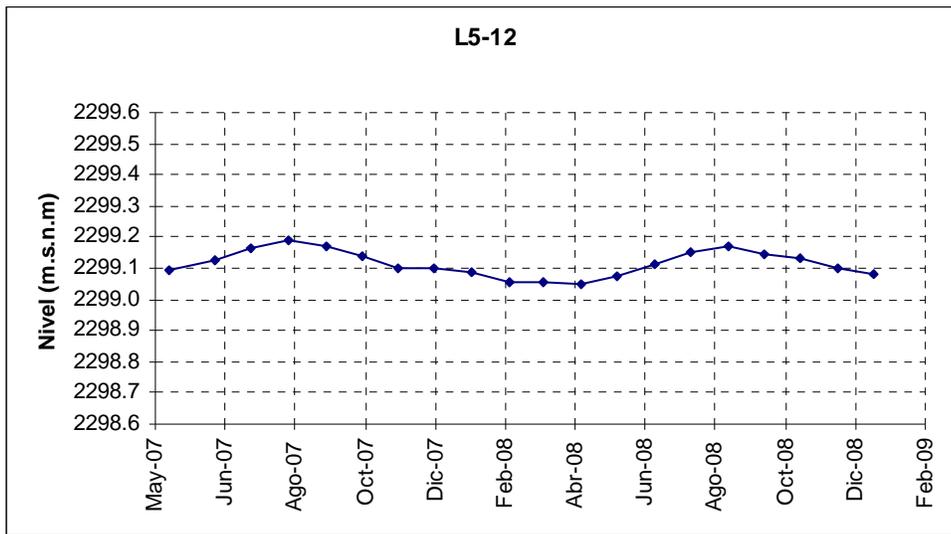


Figura 3.2-19. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.

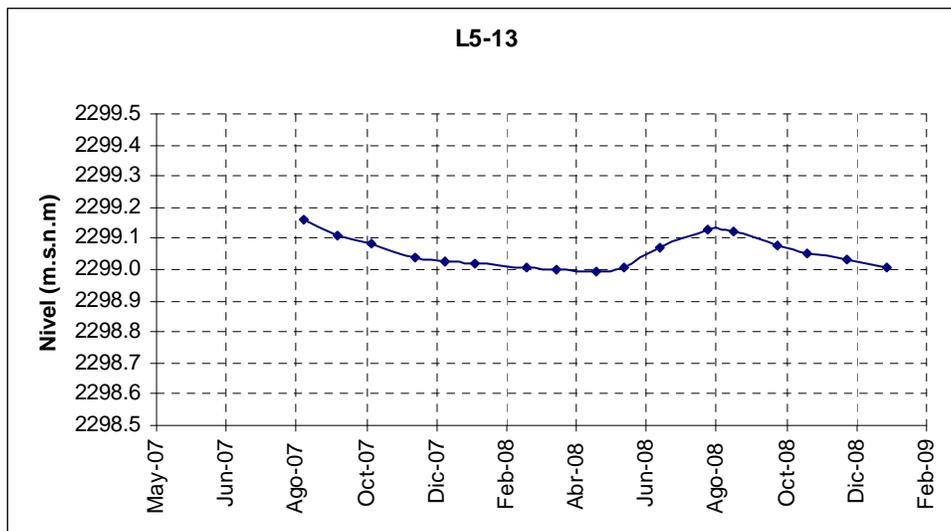


Figura 3.2-20. Nivel mensual observado en el pozo L5-13.

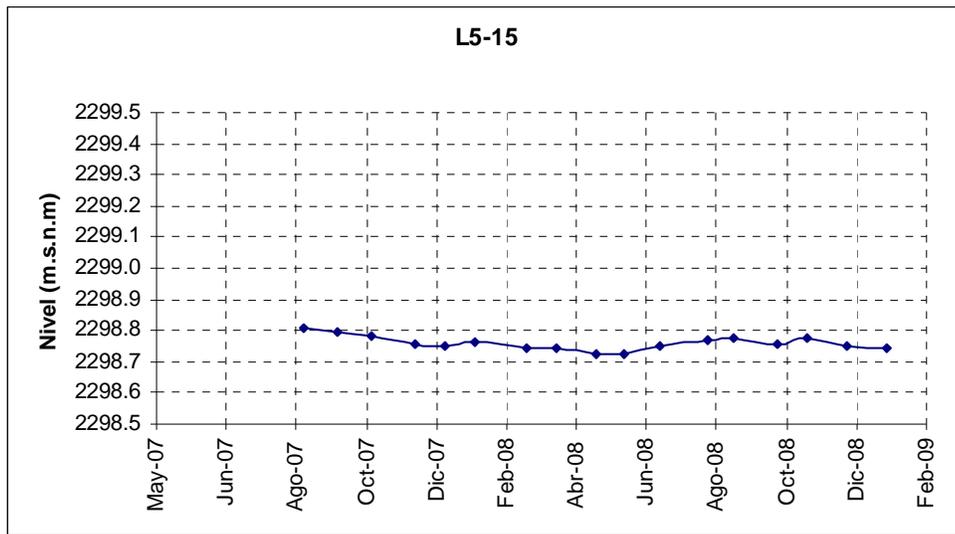


Figura 3.2-21. Nivel mensual observado en el pozo L5-15.

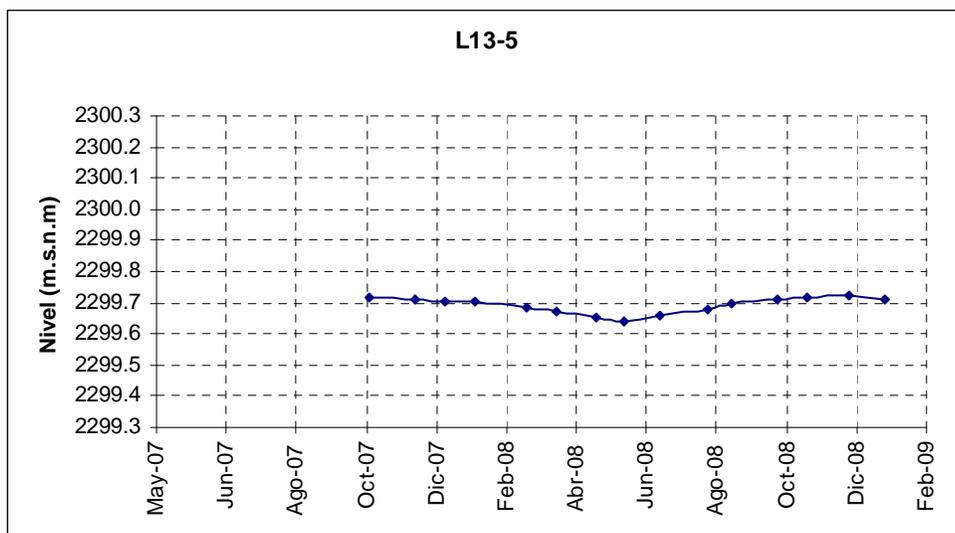


Figura 3.2-22. Nivel mensual observado en el pozo L13-5.

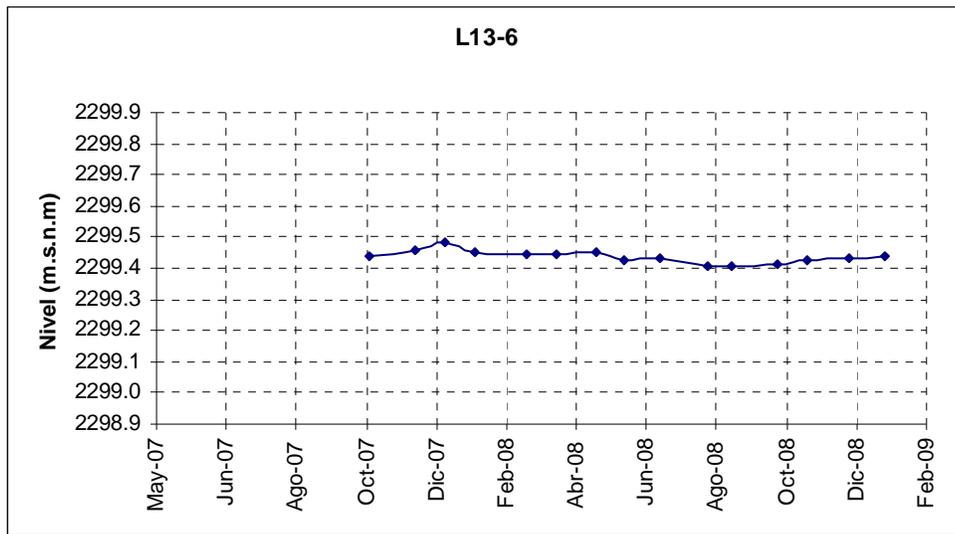


Figura 3.2-23. Nivel mensual observado en el pozo L13-6.

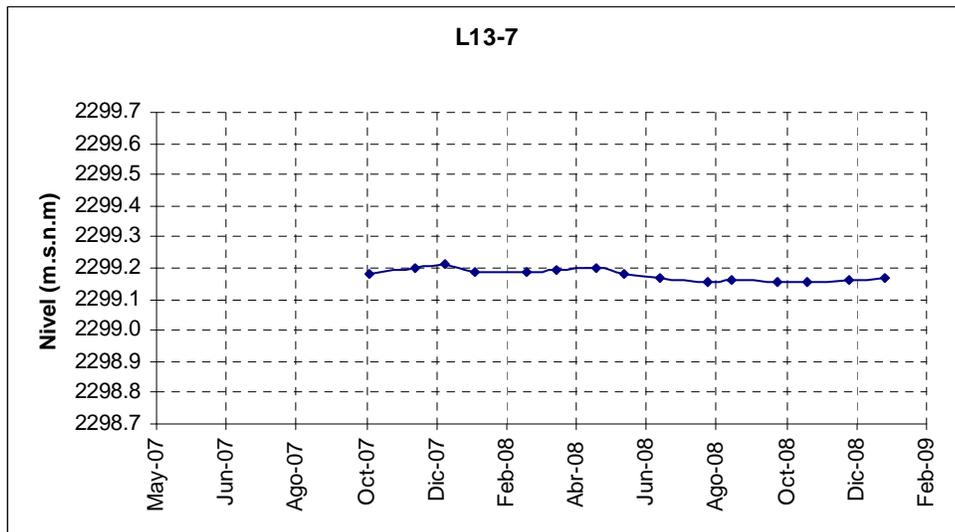


Figura 3.2-24. Nivel mensual observado en el pozo L13-7.

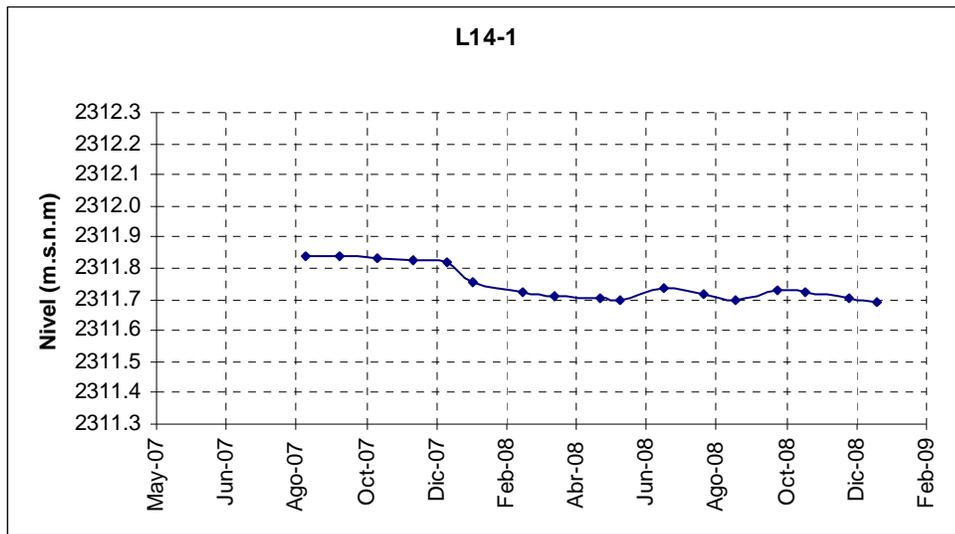


Figura 3.2-25. Nivel mensual observado en el pozo L14-1.

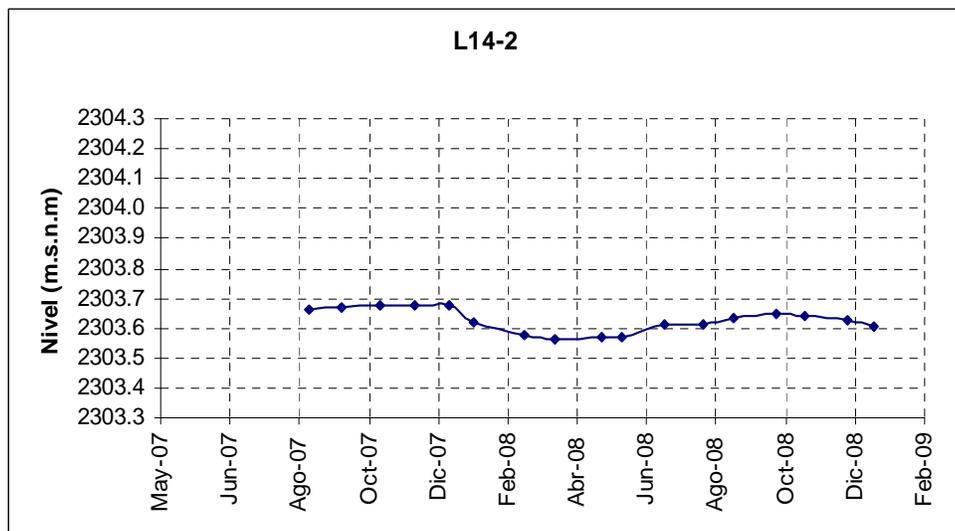


Figura 3.2-26. Nivel mensual observado en el pozo L14-2.

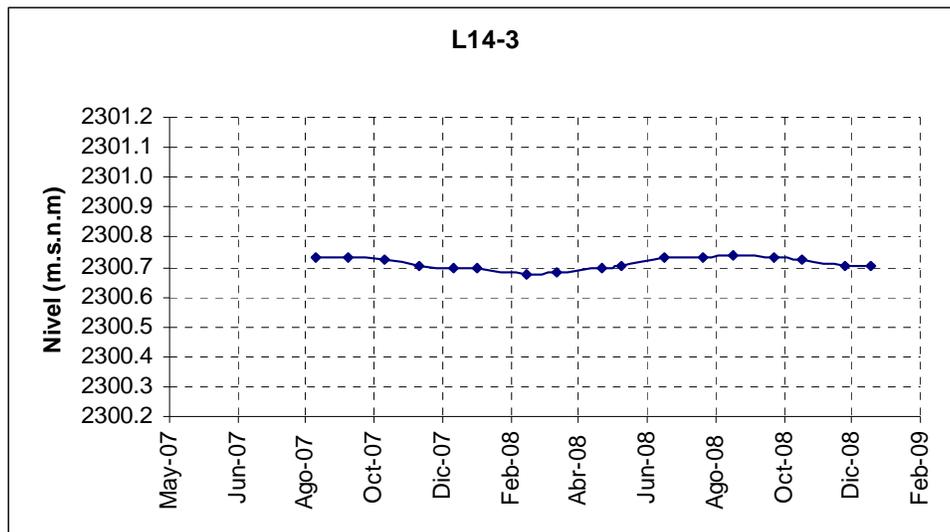


Figura 3.2-27. Nivel mensual observado en el pozo L14-3.

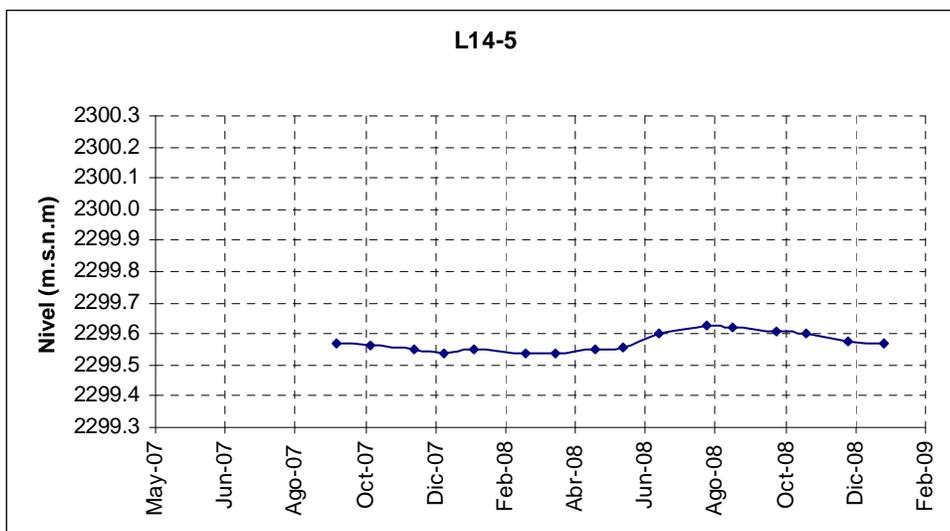


Figura 3.2-28. Nivel mensual observado en el pozo L14-5.

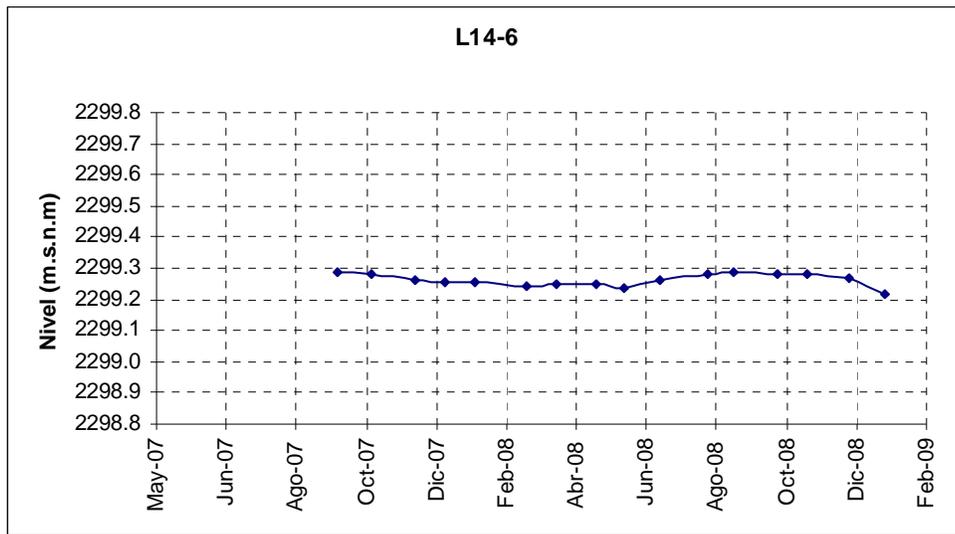


Figura 3.2-29. Nivel mensual observado en el pozo L14-6.

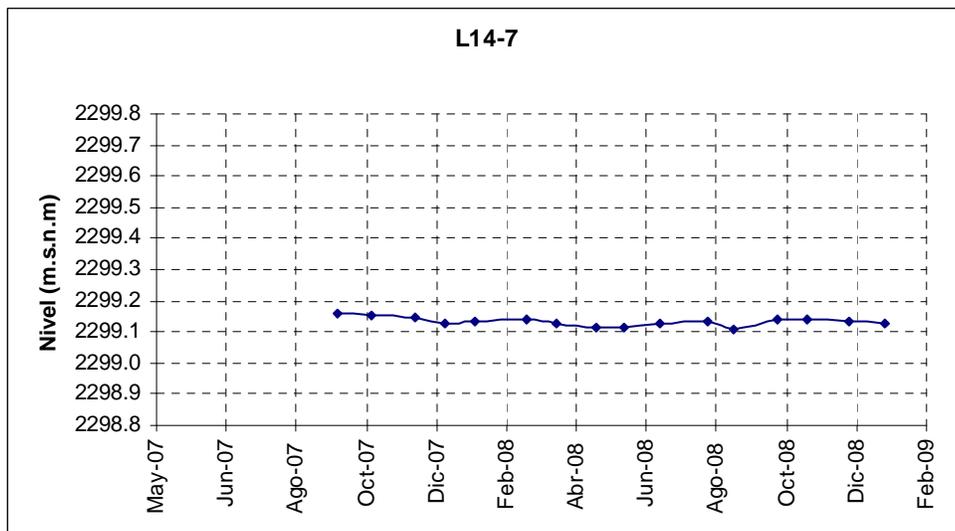


Figura 3.2-30. Nivel mensual observado en el pozo L14-7.

### 3.2.1.3. Reglillas

Desde la Figura 3.2-31 a la Figura 3.2-33 se muestran los niveles mensuales observados en las reglillas ubicadas en el sector Aguas de Quelana.

Dado que la reglilla L5-G3 tiene datos de medición continua desde septiembre de 2007, para una mejor visualización se presenta el seguimiento de esta reglilla en dos gráficos. El primero muestra la serie histórica (Figura 3.2-31), mientras que el segundo (Figura 3.2-32) muestra los datos a partir de mayo del 2007. Los gráficos muestran un comportamiento estable desde el inicio de las mediciones a inicios del año 2000.

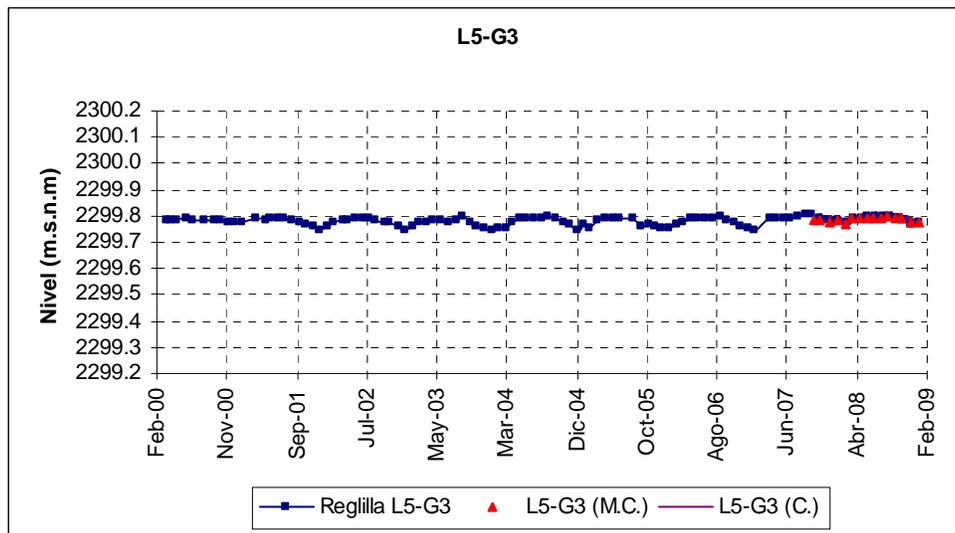


Figura 3.2-31. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3. (Línea azul: datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

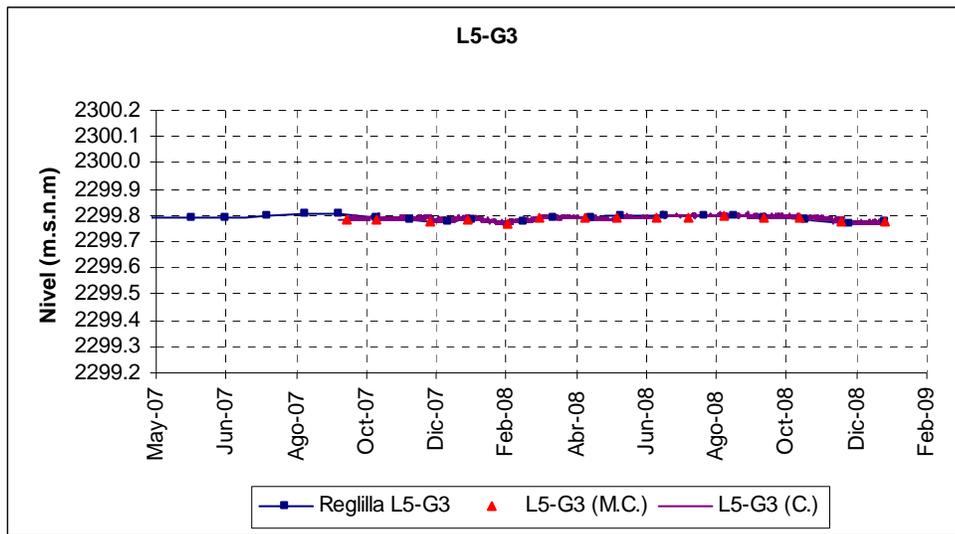


Figura 3.2-32. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea azul: Datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

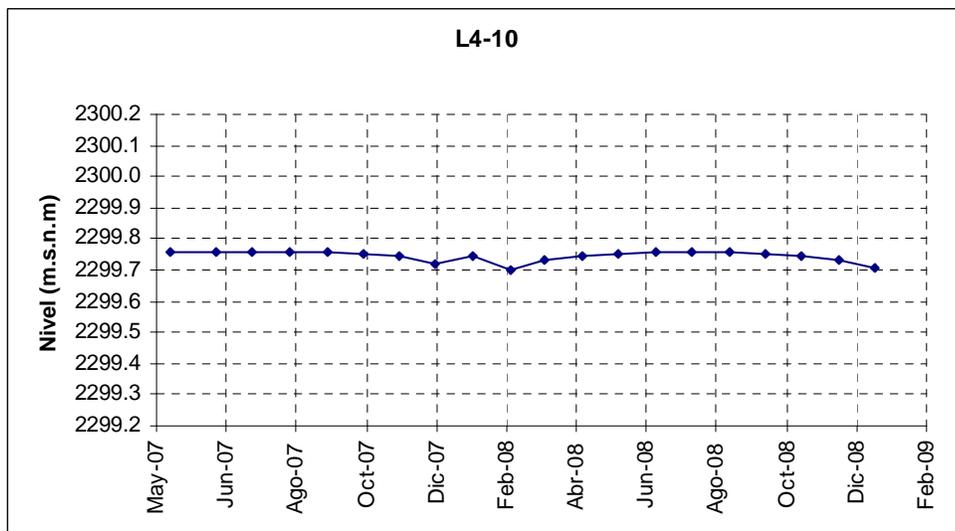


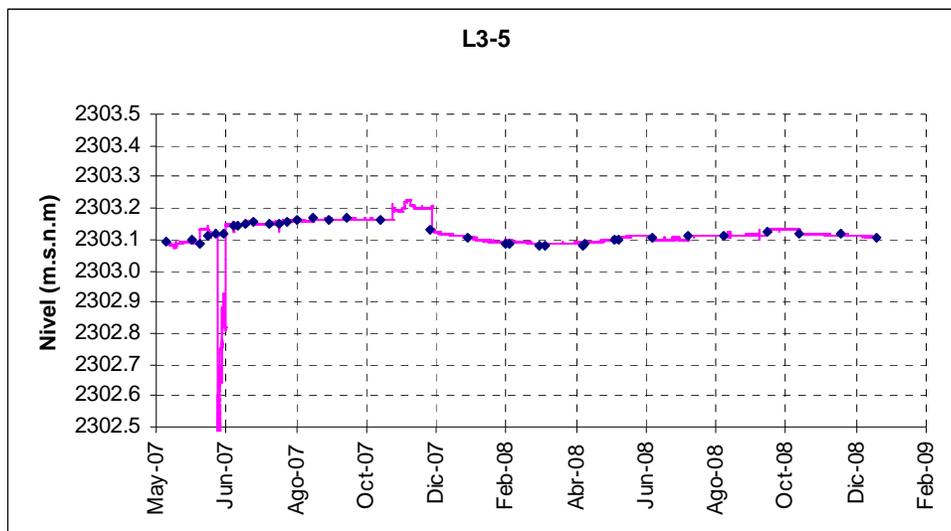
Figura 3.2-33. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.

#### 3.2.1.4. Pozos con medición continua de nivel

En Aguas de Quelana se implementaron 22 pozos con medición continua de nivel, los cuales se presentan desde la Figura 3.2-34 a la Figura 3.2-56. Es importante recordar que aquellos pozos donde la densidad es variable, deben ser recalibrados permanentemente. Los puntos mostrados en las figuras (color azul) corresponden a mediciones manuales realizadas en el pozo correspondiente.

Al igual que para el caso del sistema Soncor, hubo transductores de presión que presentaron problemas en su funcionamiento inicial (L3-5, L3-13, L4-8, L5-3, L5-6, L5-8) los que fueron debidamente reemplazados por transductores nuevos, de manera de asegurar una correcta medición de niveles. Cabe señalar que después de la reposición de todos los transductores de presión no se observaron valores anómalos, salvo las variaciones propias por cambio de densidad.

Los pozos presentados en esta sección no cuentan con suficientes datos como para analizar su tendencia, con excepción del pozo L5-3, el cual muestra un comportamiento estable en los últimos años.



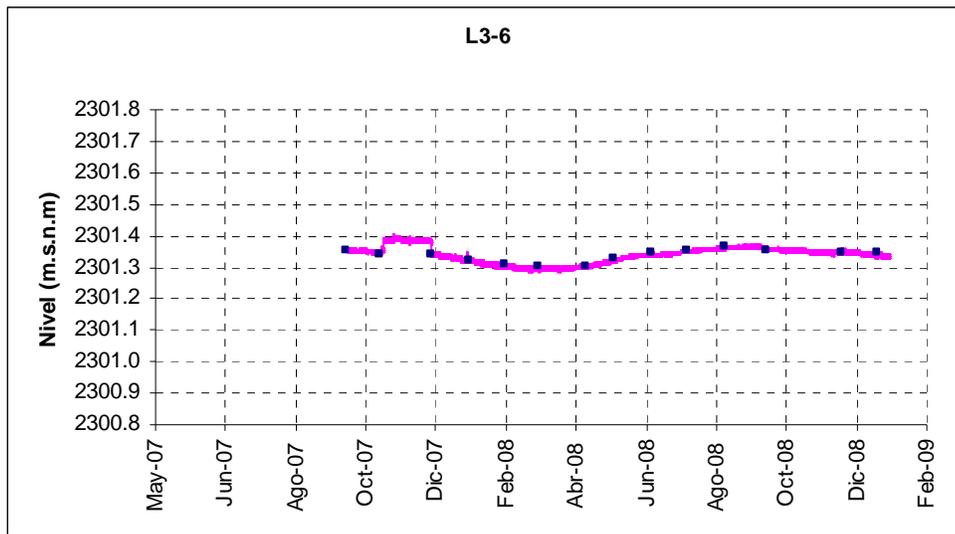


Figura 3.2-35. Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

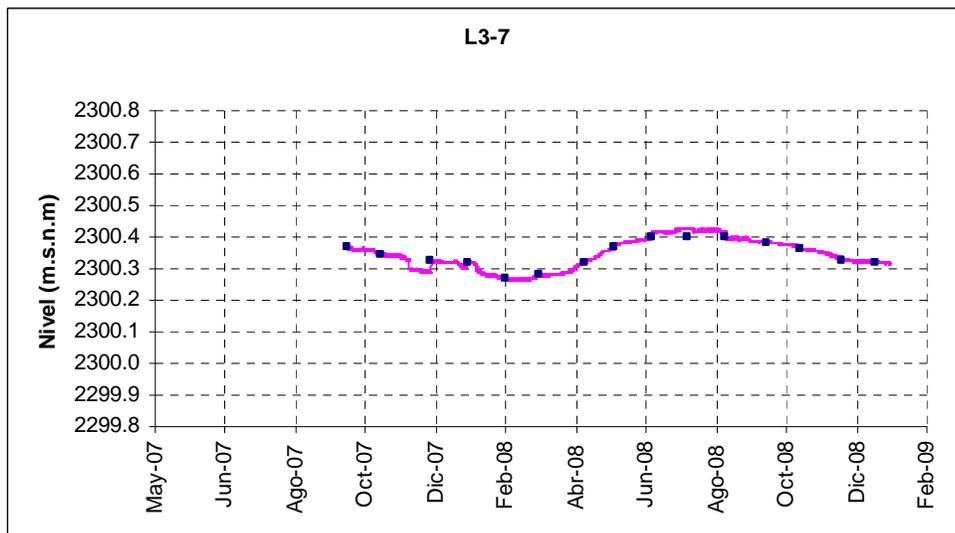


Figura 3.2-36. Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

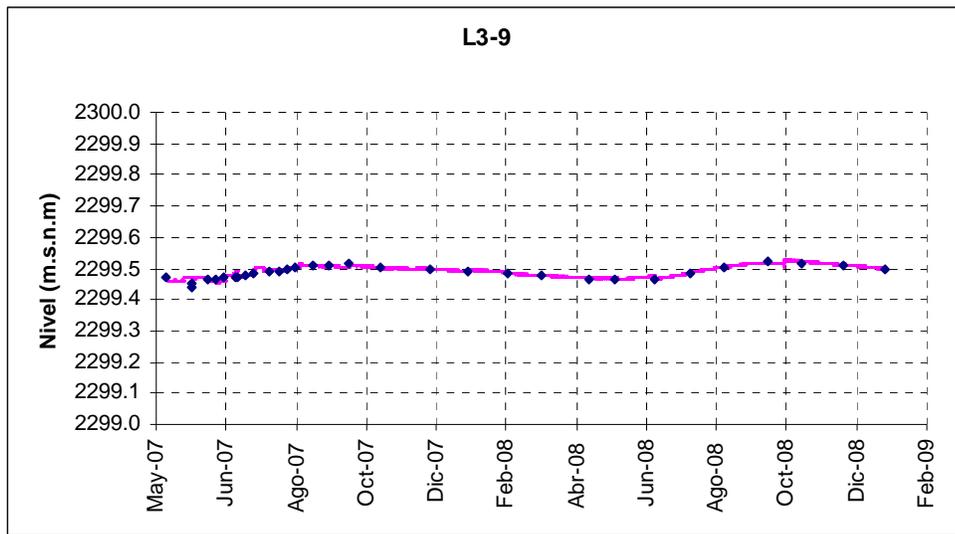


Figura 3.2-37. Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

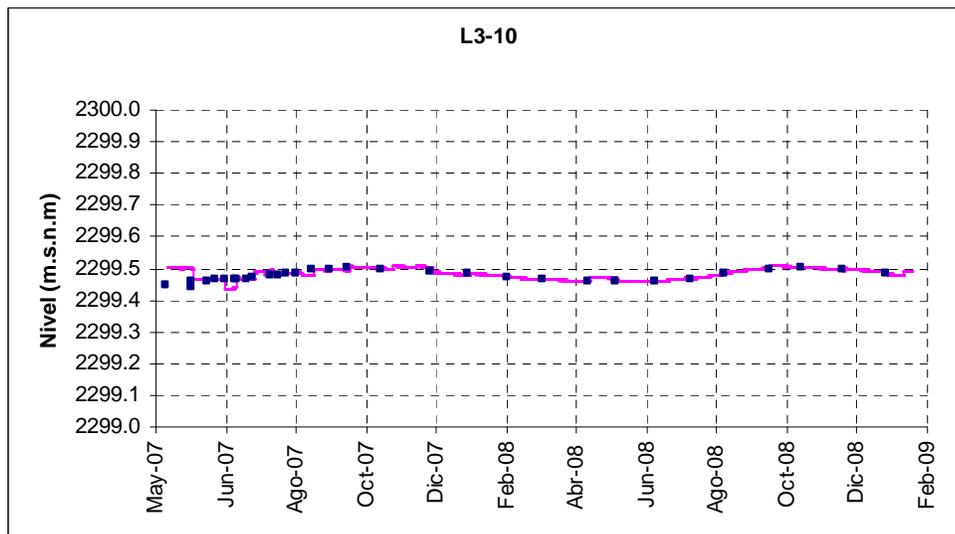


Figura 3.2-38. Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

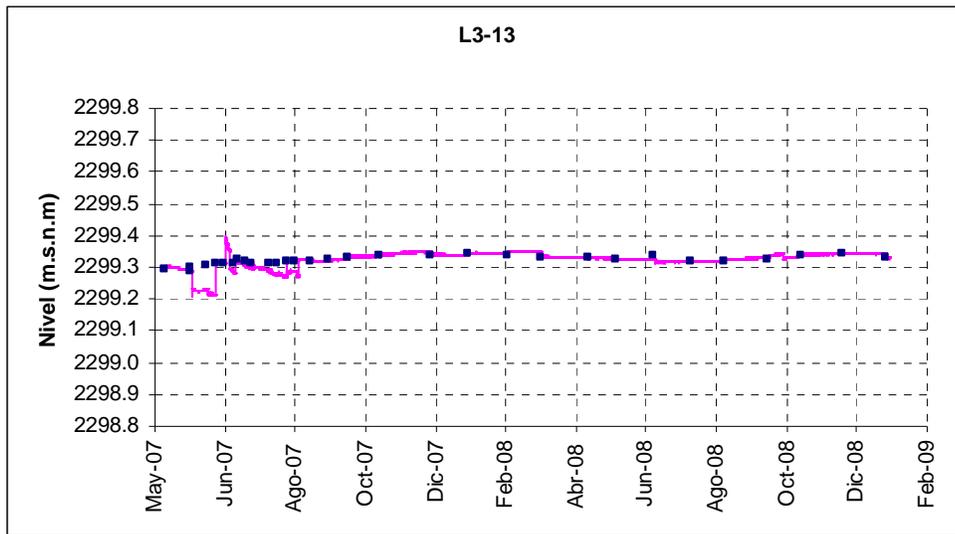


Figura 3.2-39. Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

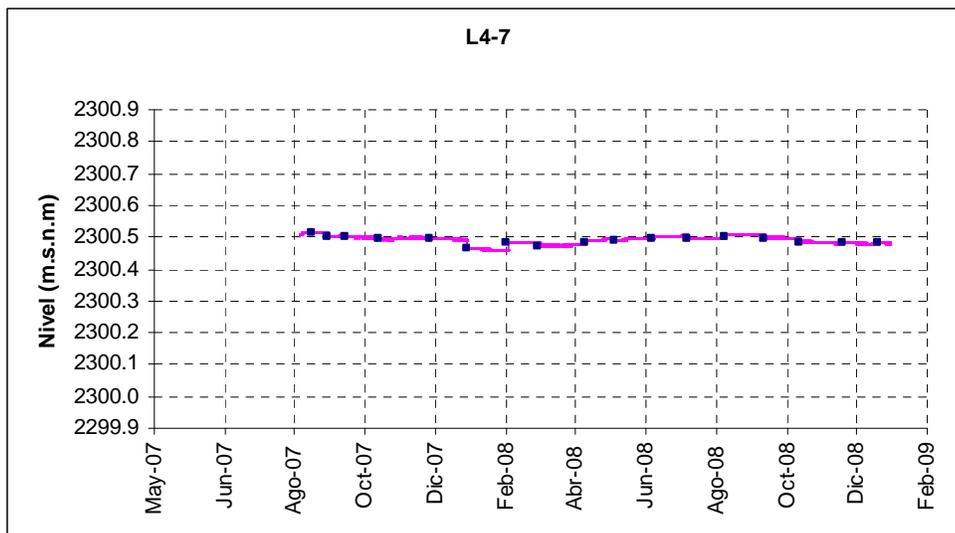


Figura 3.2-40. Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

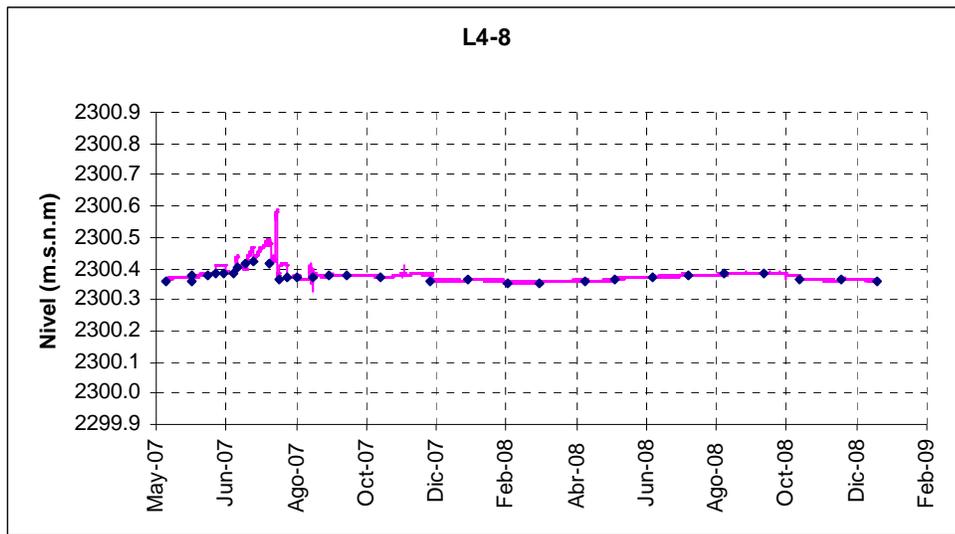


Figura 3.2-41. Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

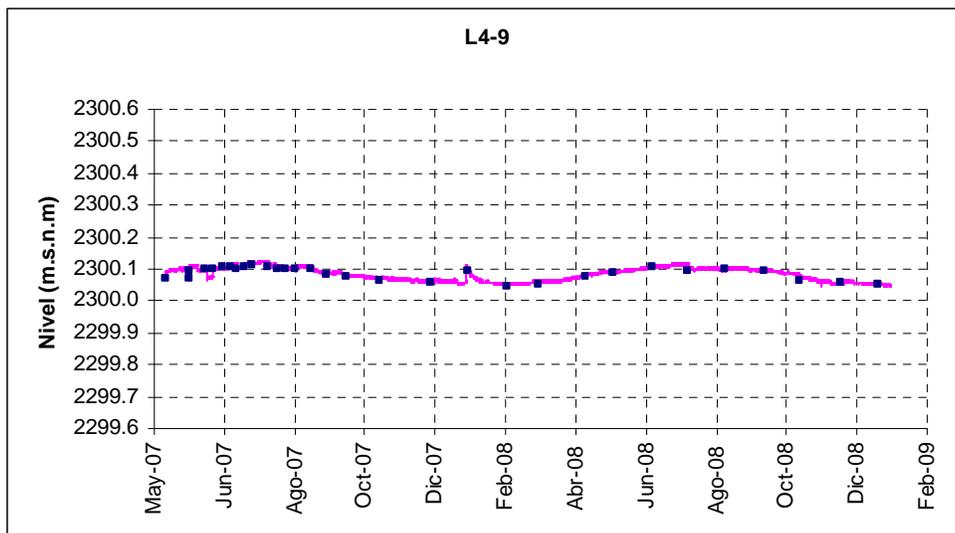


Figura 3.2-42. Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

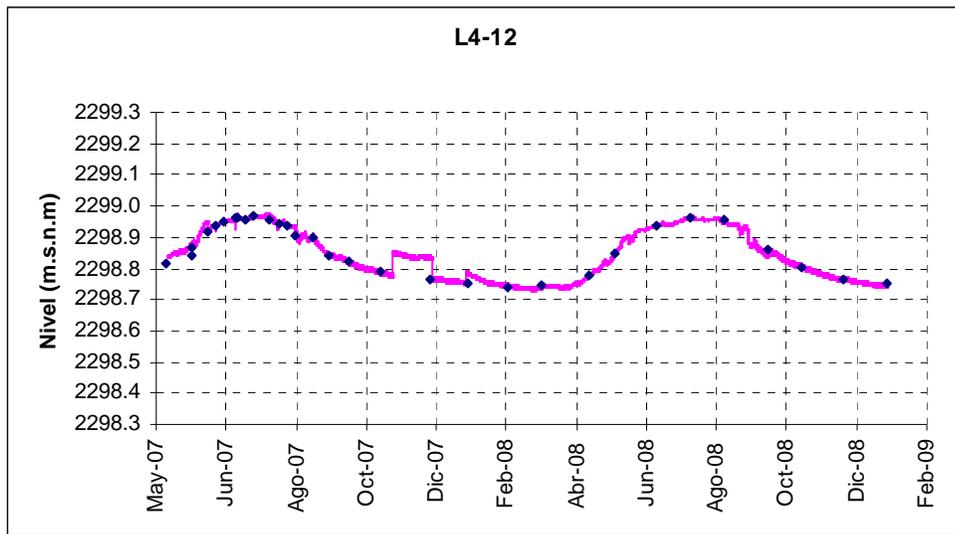


Figura 3.2-43. Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

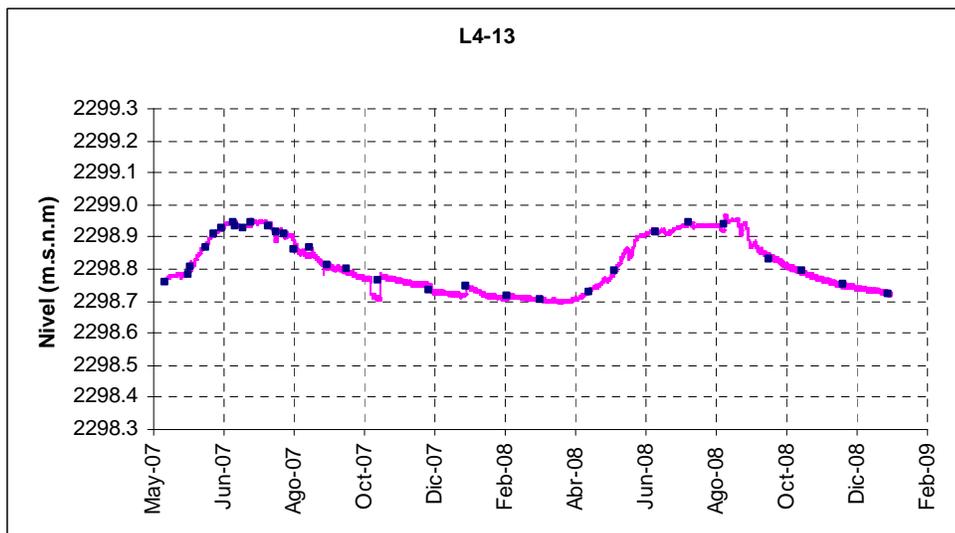


Figura 3.2-44. Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

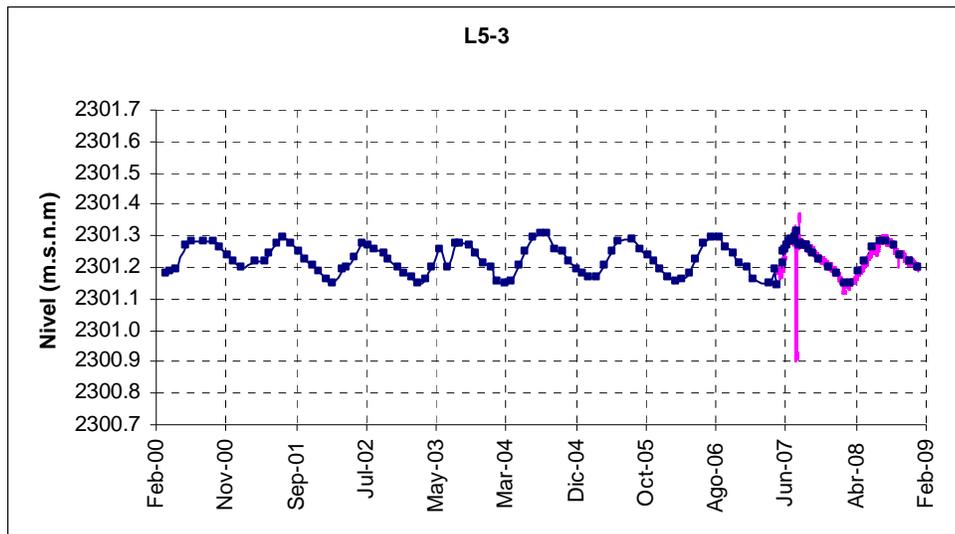


Figura 3.2-45. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.

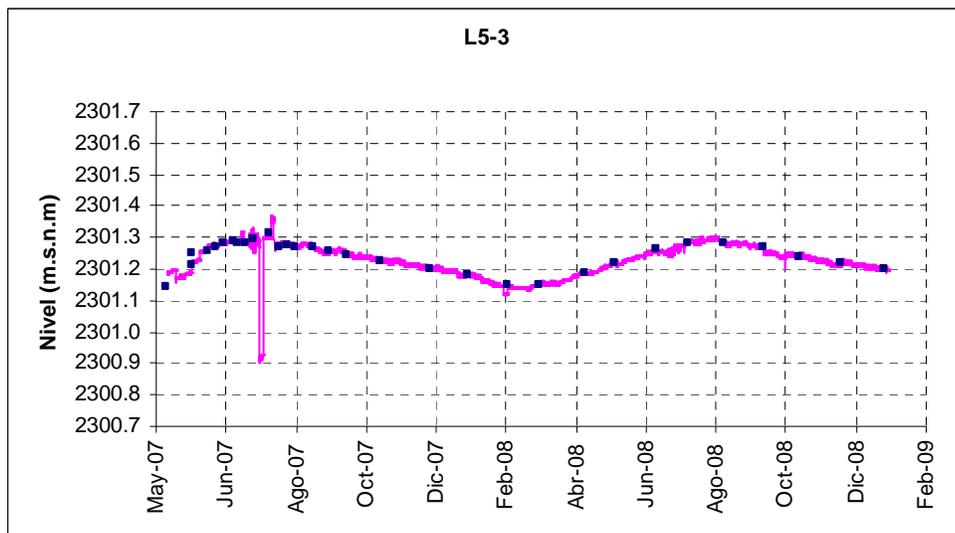


Figura 3.2-46. Nivel observado en el pozo L5-3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

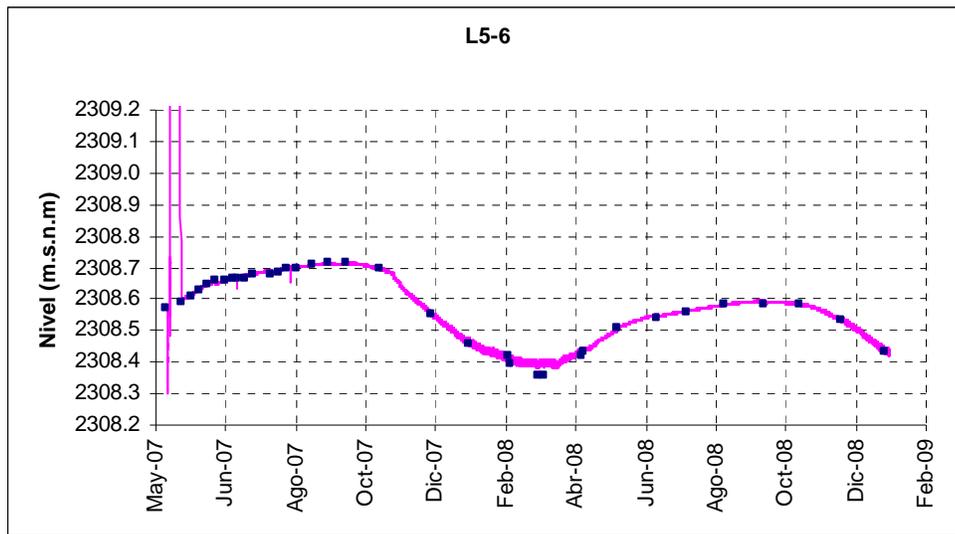


Figura 3.2-47. Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

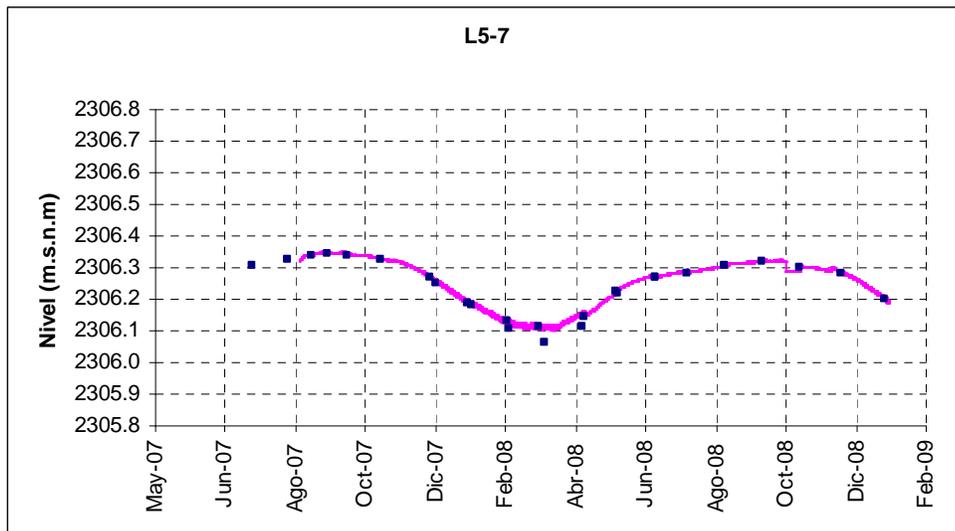


Figura 3.2-48. Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

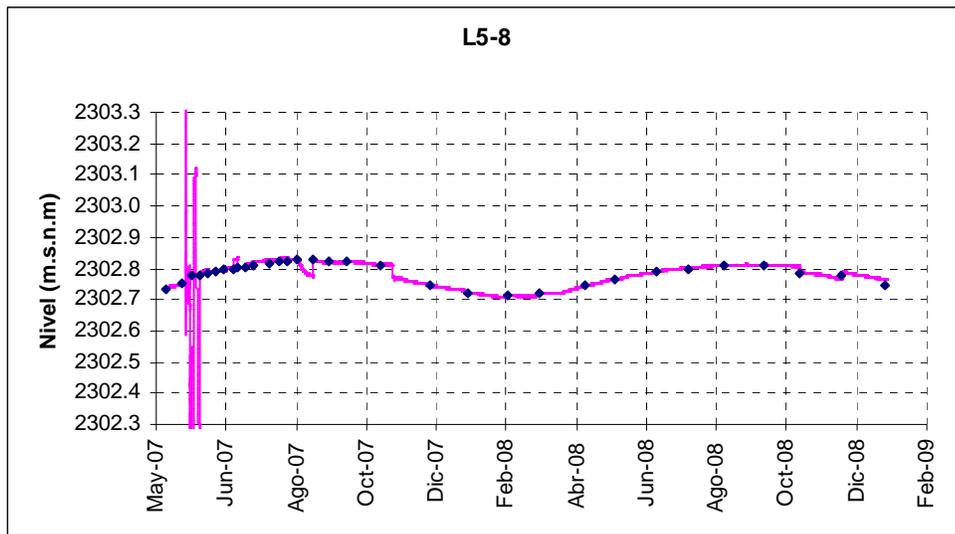


Figura 3.2-49. Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

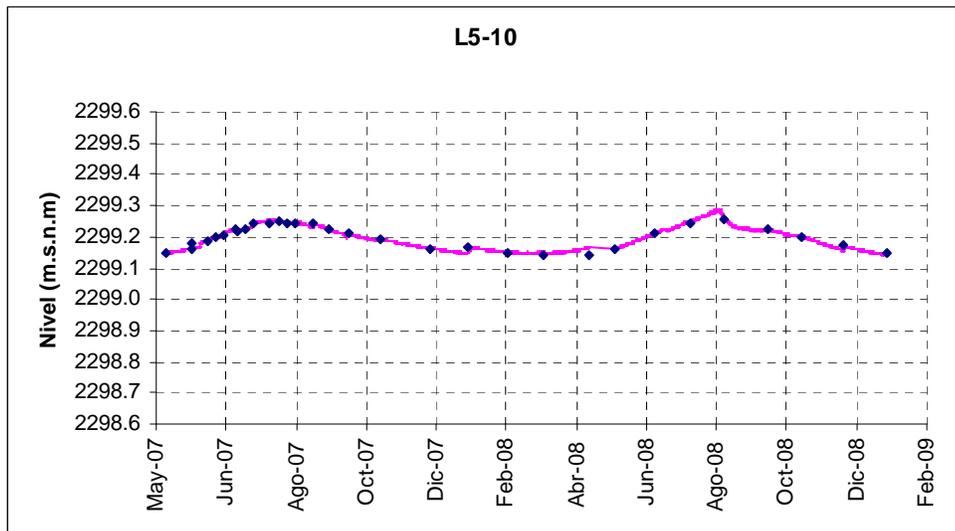


Figura 3.2-50. Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

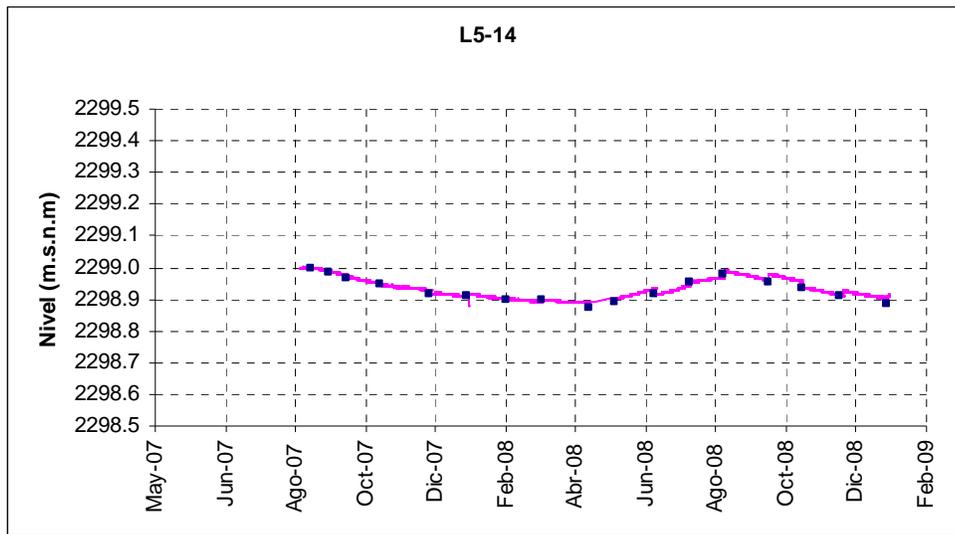


Figura 3.2-51. Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

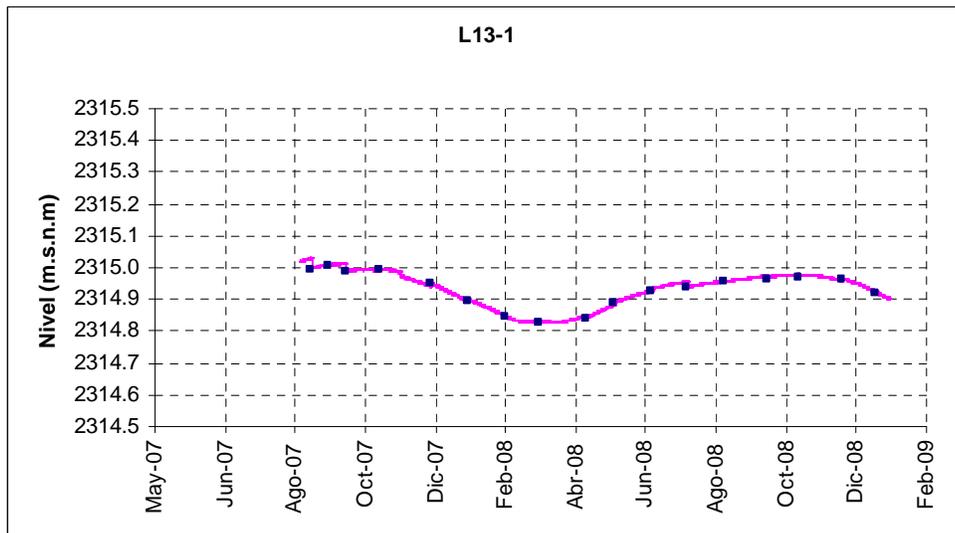


Figura 3.2-52. Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

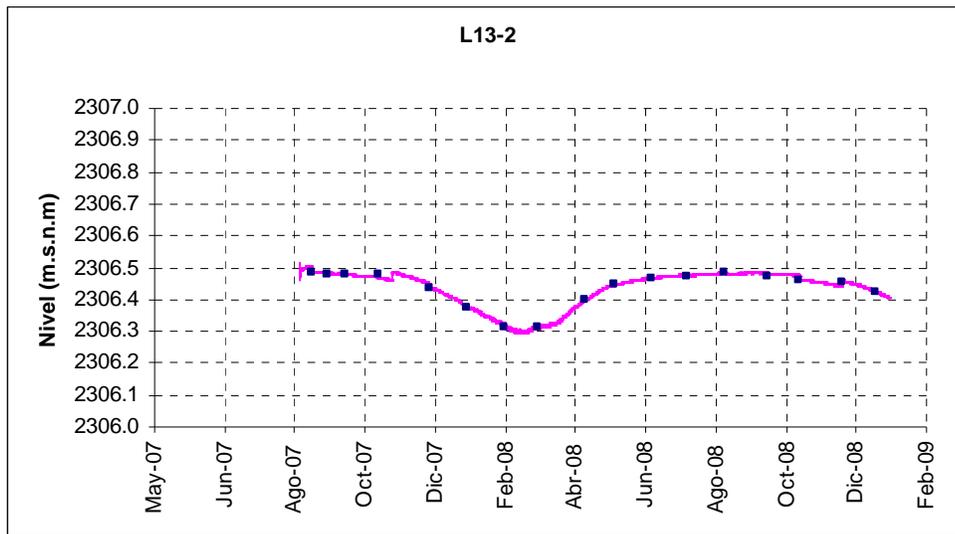


Figura 3.2-53. Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

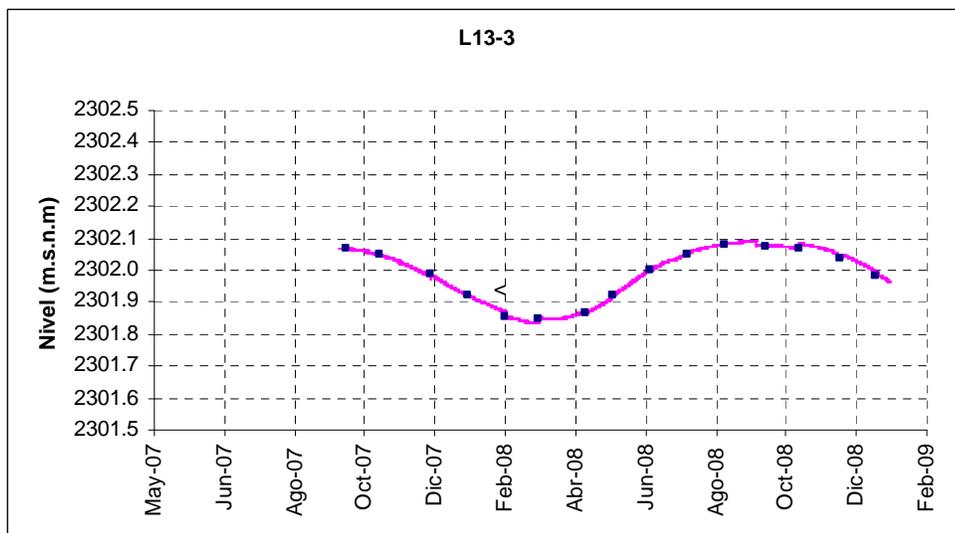


Figura 3.2-54. Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

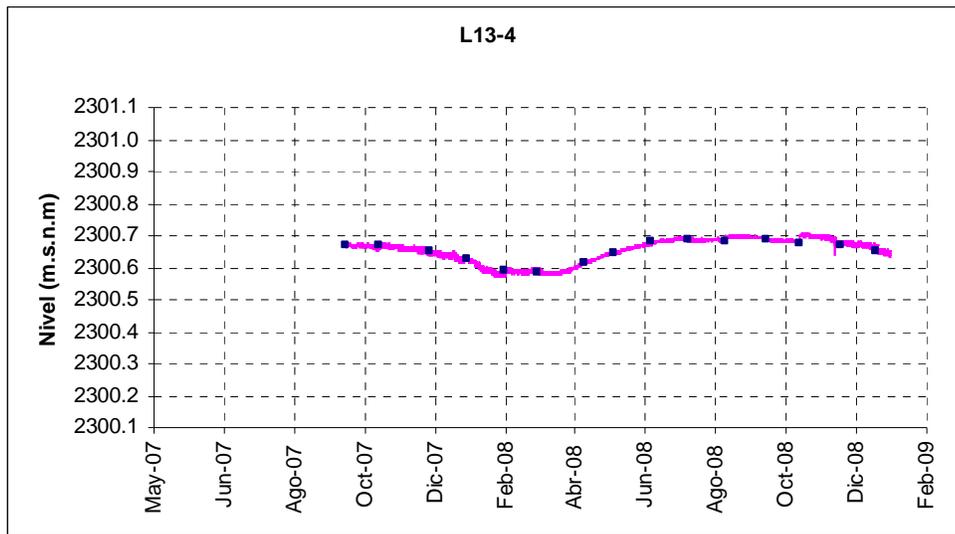


Figura 3.2-55. Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

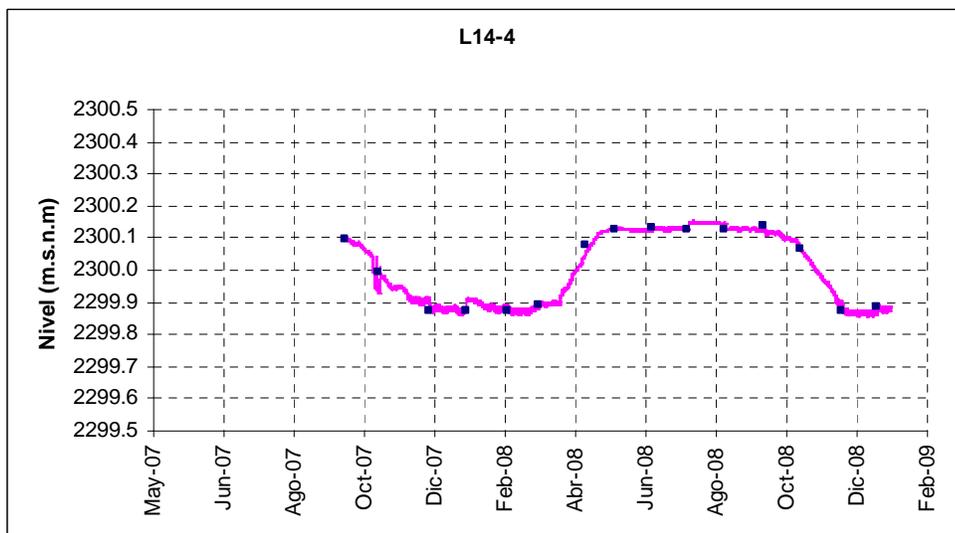


Figura 3.2-56. Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

### 3.2.1.5. Pozos de salmuera

Desde la Figura 3.2-57 a la Figura 3.2-62 se presentan los pozos del PSAH del sistema Aguas de Quelana catalogados como de salmuera. En general, todos aquellos pozos que cuentan con registros históricos extensos muestran una disminución en la variación del nivel con respecto al tiempo, lo cual sugeriría una tendencia a la estabilización durante el último año, luego de años de descensos marcados.

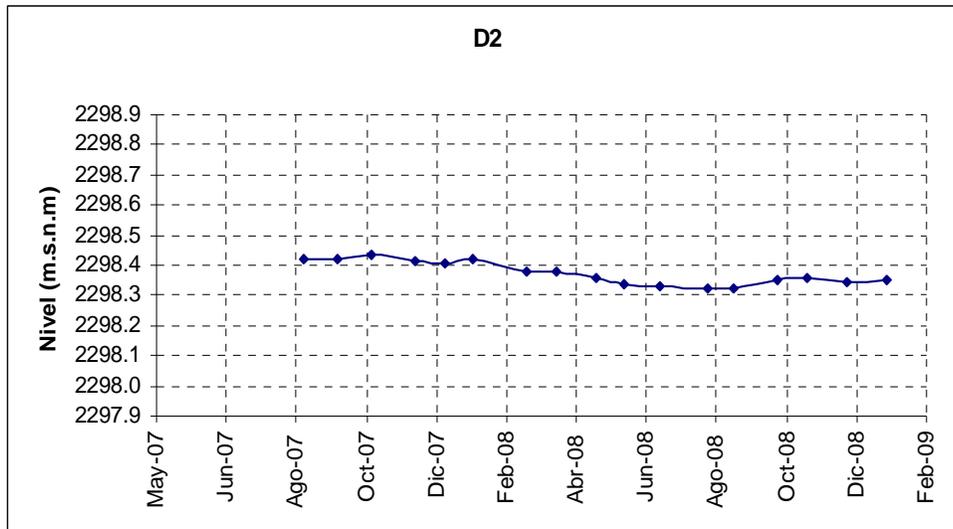


Figura 3.2-57. Nivel mensual observado en el pozo D2.

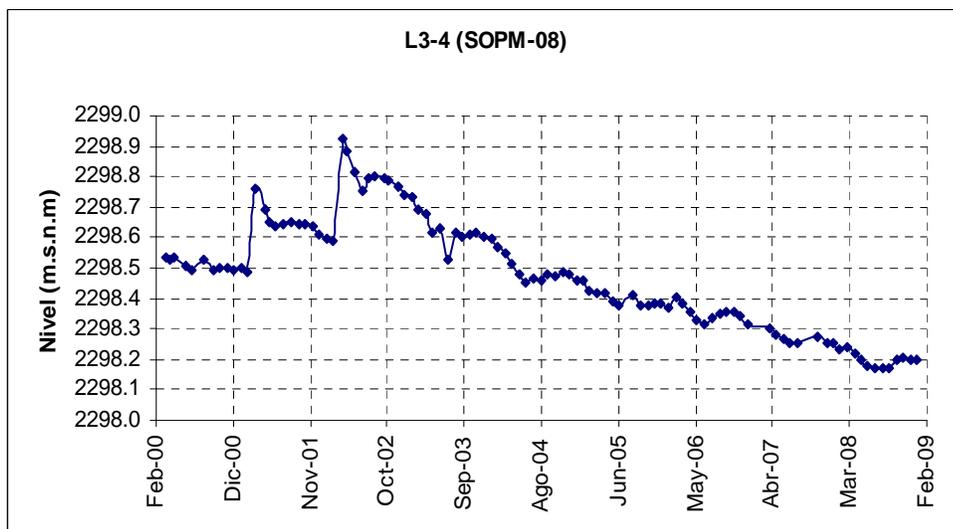


Figura 3.2-58. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).

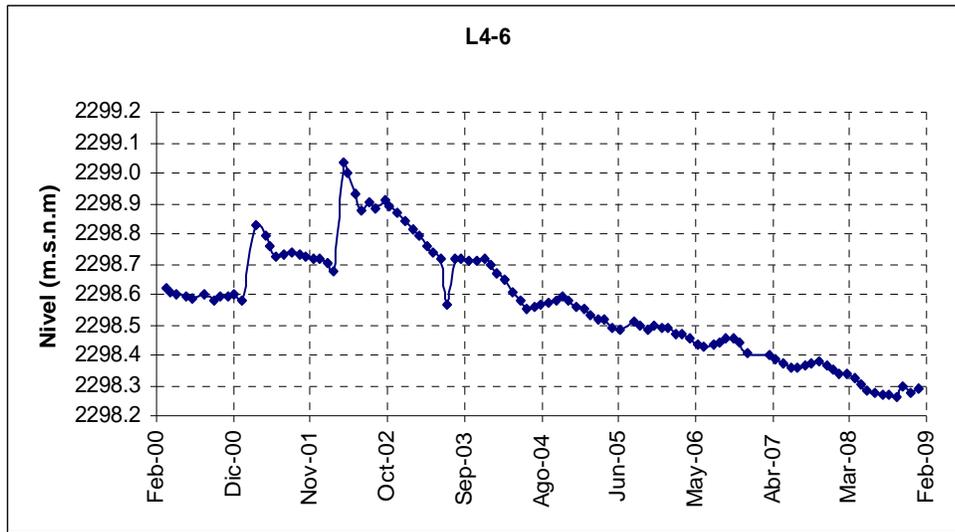


Figura 3.2-59. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.

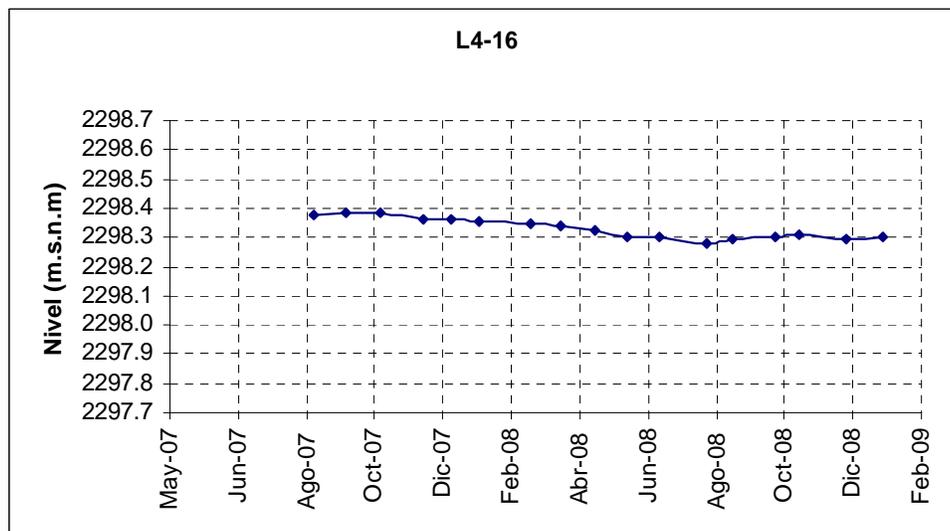


Figura 3.2-60. Nivel mensual observado en el pozo L4-16.



Figura 3.2-61. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.

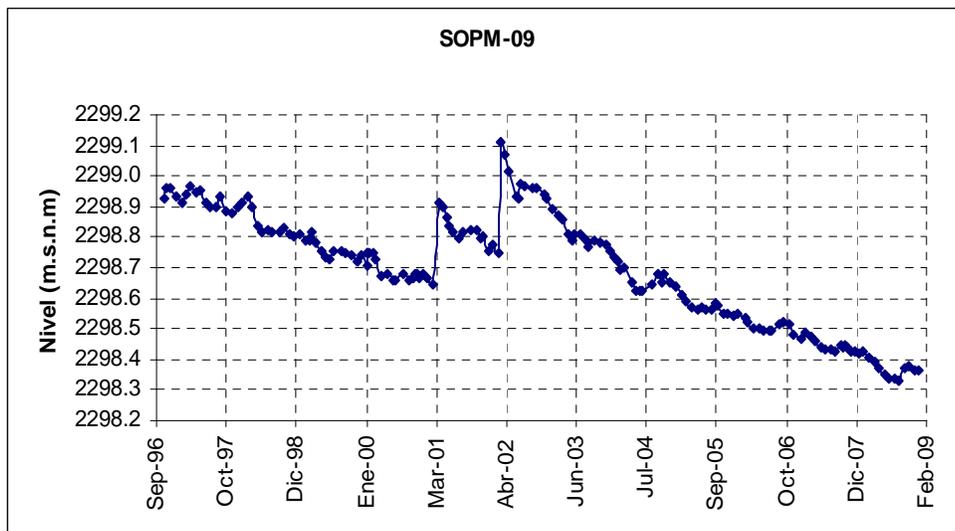


Figura 3.2-62. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.

### 3.2.1.6. Pozos de bombeo

En la Figura 3.2-63 y Figura 3.2-64 se presentan los niveles observados en los pozos de bombeo Camar 2 y Socaire 5B, respectivamente. En el pozo Camar fue necesario modificar la referencia durante la implementación de éste como pozo de bombeo, quedando finalmente la referencia con una cota de 2378,949 m.s.n.m.

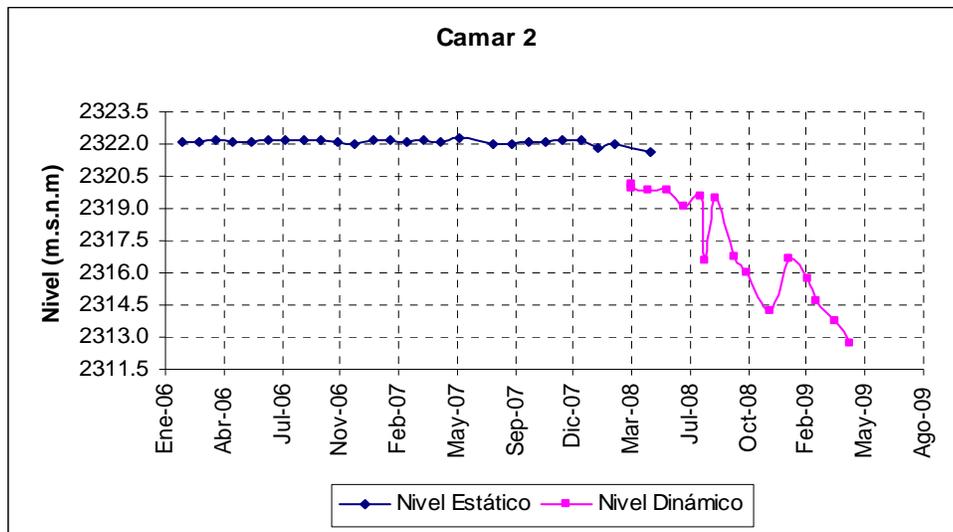


Figura 3.2-63. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo CAMAR-2.

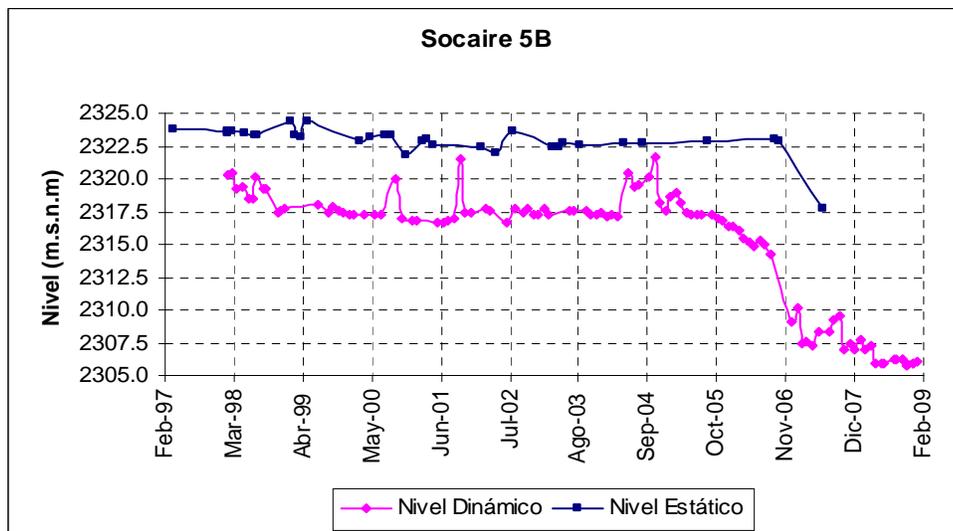


Figura 3.2-64. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.

La marcada caída del nivel dinámico en el pozo Socaire 5B se debe a una disminución de la profundidad del pozo. La profundidad original del pozo (121 m) atravesaba dos acuíferos de distinto nivel piezométrico y la medición de nivel antes de diciembre de 2006 reflejaba una mezcla de estos dos distintos acuíferos. Consideraciones sobre la calidad del agua captada, han llevado a la opción de sellar el tramo bajo los 105 m aproximadamente y dejar sólo el tramo superior del pozo habilitado. Esta operación ha desconectado el acuífero inferior originalmente interceptado y ha provocado una disminución del nivel piezométrico, con un efecto evidente a partir del año 2007. Sin embargo, a partir de marzo de 2008 se observa una tendencia a la estabilización de los niveles dinámicos.

### 3.2.2. Volumen bombeado

En el sistema Aguas de Quelana se explota agua industrial desde los pozos Camar 2 y Socaire 5B, cuyos volúmenes extraídos se presentan en la Figura 3.2-65 y Figura 3.2-66, respectivamente. Cabe indicar que el pozo Camar 2 comenzó a operar el 13 de marzo de 2008.

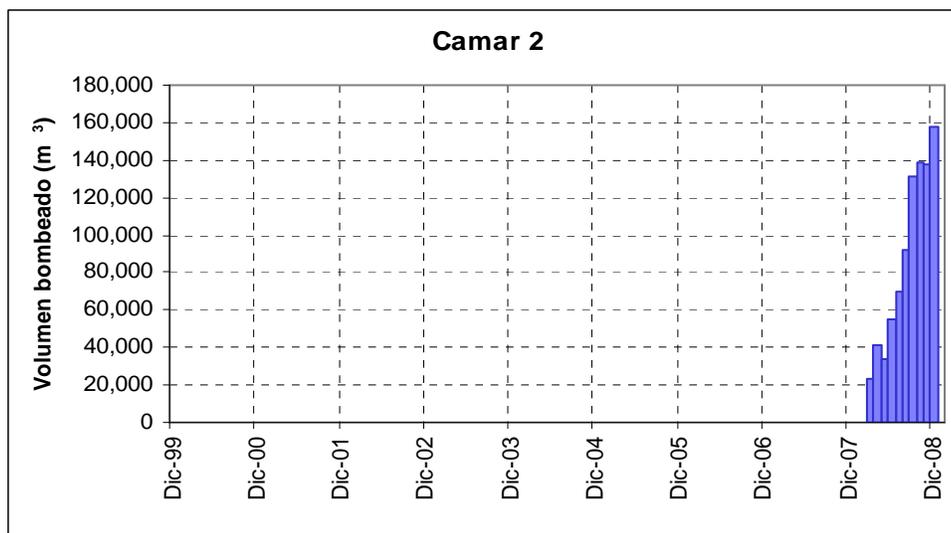


Figura 3.2-65. Volumen mensual bombeado desde el pozo Camar 2.

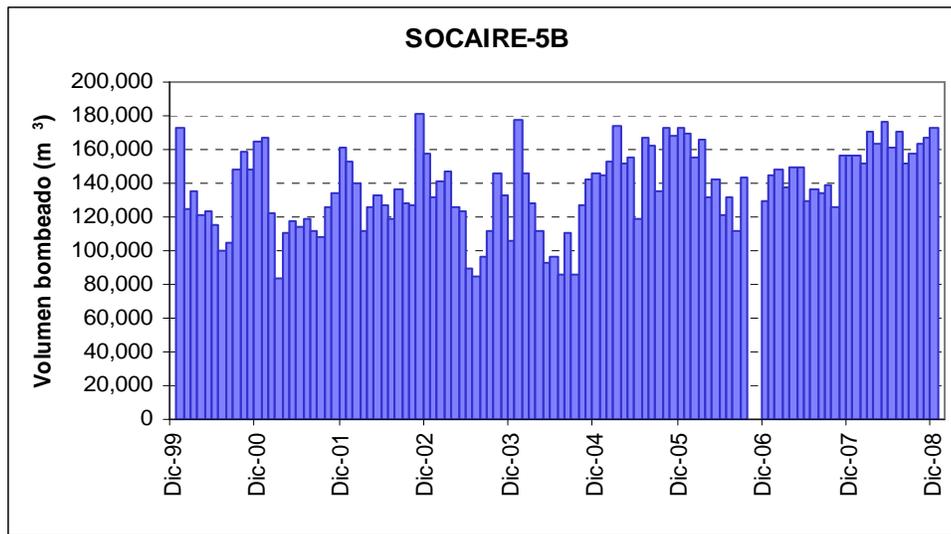


Figura 3.2-66. Volumen mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B.

### 3.2.3. Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el sistema Aguas de Quelana son: L4-3, L4-6, L4-8, L4-9, L4-12, L5-3, CAMAR-2 y SOCAIRE-5B además de la reglilla L4-10, los cuales se muestran desde la Tabla 3.2-2 a Tabla 3.2-19. Los análisis fueron realizados por el laboratorio ALS Environmental, cuyos informes se adjuntan en el Anexo 6.1. Si bien el pozo L4-3 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Aguas de Quelana, Borde Este y Cuña Salina, será presentado sólo en esta sección.

Al igual que para el sector de Soncor, las conductividades eléctricas reportadas por el laboratorio antes de Octubre del 2008 estaban fuera de rango, por lo cual en dicho caso se sugiere privilegiar las mediciones efectuadas en terreno.

Tabla 3.2-2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	61,3	9,13	1,024
27-04-2008	60,4	9,06	1,025
12-03-2008	59,7	8,87	1,025
15-10-2008	57,2	8,87	1,022

Tabla 3.2-3. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (Kg/L)
01-08-2007	82,2	46.000	15	46.210	9,10	1,070
31-10-2007	94,2	43.800	34	44.600	9,11	1,030
13-02-2008	84	59.900	38	61.400	9,09	1,020
27-04-2008	84	63.000	230	85.500	9,28	1,020
12-07-2008	85	39.000	30	44.000	8,9	1,028
15-10-2008	57,72	36.300	24	37.120	8,64	1,100

Tabla 3.2-4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-6.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	240	7,12	1,219
28-04-2008	230	7,08	1,224
13-07-2008	231	7,14	1,222
16-10-2008	233	7,40	1,200

Tabla 3.2-5. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-6.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (Kg/L)
31-07-2007	619	413.000	31	413.450	7,09	1,230
31-10-2007	613	498.000	634	498.700	7,06	1,220
13-02-2008	653	578.000	41	608.000	7,11	1,230
28-04-2008	610	588.000	2.030	627.000	7,33	1,220
13-07-2008	616	384.000	30	426.000	7,08	1,220
16-10-2008	236,55	185.002	8	192.210	7,15	1,200

Tabla 3.2-6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-8.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	143,1	6,84	1,085
27-04-2008	73,5	7,38	1,044
12-07-2008	57,8	7,57	1,027
17-1-208	82,4	7,54	1,040

Tabla 3.2-7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-8.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	125	74.000	1.060	76.000	7,88	1,060
31-10-2007	97	59.400	43	60.500	7,75	1,030
14-02-2008	265	262.000	93	282.000	6,87	1,090
27-04-2008	127	110.800	170	131.200	7,51	1,040
12-07-2008	78	34.000	211	36.000	7,38	1,024
17-10-2008	81,38	65.915	10	70.101	7,45	1,300*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio

Tabla 3.2-8. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-9.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	146,2	7,25	1,086
27-04-2008	88,1	8,03	1,058
12-07-2008	141,5	7,44	1,080
17-10-2008	123,4	8,43	1,068

Tabla 3.2-9. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-9.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	150	96.000	12	96.540	8,25	1,090
31-10-2007	157	114.000	10	114.700	8,24	1,060
14-02-2008	284	282.000	13	311.000	7,17	1,090
27-04-2008	165	141.000	290	169.000	7,74	1,150
12-07-2008	235	105.000	13	119.000	7,29	1,080
17-10-2008	120,46	111.000	8	125.250	8,25	1,200

Tabla 3.2-10. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-12.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	208	7,42	1,206
28-04-2008	193,5	7,72	1,161
13-07-2008	219	7,73	1,171
16-10-2008	192,3	8,204	1,137

Tabla 3.2-11. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-12.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	415	254.000	56	254.300	7,82	1,160
31-10-2007	414	321.000	379	321.900	7,77	1,150
13-02-2008	573	442.000	47	462.000	7,40	1,200
28-04-2008	448	422.000	730	452.000	7,94	1,150
13-07-2008	459	203.000	40	216.000	7,72	1,160
16-10-2008	200,58	150.435	4	155.220	7,85	1,100

Tabla 3.2-12. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L5-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	4,06	7,82	1,001
28-04-2008	3,15	7,86	1,001
13-07-2008	4,16	7,95	1,002
17-10-2008	4,58	8,11	1,001

Tabla 3.2-13. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	4,13	2.770	256	3.170	8,03	1,010
31-10-2007	4,4	2.470	1.355	3.940	7,96	0,970
14-02-2008	4,2	3.790	211	3.910	7,84	1,000
28-04-2008	4,0	3.870	300	4.110	8,14	0,992
13-07-2008	4,2	4.080	340	4.160	7,86	1,000
17-10-2008	4,18	2.640	372	2.696	8,09	1,000

Tabla 3.2-14. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Camar.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	2,34	7,67	1,002
29-04-2008	2,99	7,79	1,002
12-07-2008	2,38	7,38	1,000
13-10-2008	2,38	7,40	1,000

Tabla 3.2-15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Camar 2.

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	31	40	71	<0,005	85	7.420	0,3	0,43	377	0,9	9,0	3.530	19.50 0	330	350	<0,0 1	2,29	1,100
24-10-2007	47	24	71	0,015	123	6.570	0,6	0,41	280	1,8	8,6	3.300	15.60 0	279	420	0,28	2,55	1,100
11-02-2008	510	<1	510	0,045	110	208	0,2	<0,01	99	0,8	7,8	275	2.180	598	15	0,09	2,38	1,000
29-04-2008	525	<1	525	0,039	102	265	0,2	<0,01	49	0,7	8,0	325	2.090	384	14	0,08	2,39	1,000
12-07-2008	559	<1	559	0,214	97	250	0,3	<0,01	94	0,58	7,4	302	1.600	520	16	<0,0 1	2,38	0,980
13-10-2008	560	<1	560	0,768	92,2	297,3	<0,03	<0,00 5	107,7	2,8	7,4	330	1.620	559	17,32	0,01	2,46	1,000

Tabla 3.2-16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Socaire 5B.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	3,48	7,08	1,002
29-04-2008	3,62	6,91	1,001
12-07-2008	3,27	6,89	1,000
13-10-2008	3,23	7,27	1,000

Tabla 3.2-17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Socaire 5B

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)	
24-07-2007	527	<1	527	3,14	38	523	<0,05	<0,01	51	1,6	6,9	450	2.580	858	31	<0,0	1	3,5	0,999
24-10-2007	495	<1	495	8,25	85	485	<0,05	<0,01	60	1,6	7,1	590	2.360	738	37	0,03	3,6	1,000	
11-02-2008	620	<1	620	0,069	93	452	0,49	<0,01	59	0,5	7,4	610	3.140	750	46	1	3,4	0,988	
29-04-2008	390	<1	390	0,29	104	530	0,14	<0,01	31	0,4	7,4	581	2.980	485	38	0,1	3,3	0,990	
12-07-2008	522	<1	522	1,41	88	490	0,14	<0,01	53	0,3	7,0	585	2.140	690	37	0,09	3,3	0,990	
13-10-2008	505	<1	505	3,78	67,8	541	<0,03	5	52	1,6	7,1	590	2.172	600	35	0,01	3,3	1,000	

Tabla 3.2-18. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-10.

Fecha de muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	37,0	165,7	7,95	1,087
27-04-2008	4,08	91	8,28	1,053
13-07-2008	4,6	34,5	8,5	1,015
17-10-2008	1,7	46	8,79	1,020

Tabla 3.2-19. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-10.

Fecha de muestreo	Alcalinidad Bicarbonato (mg/L)	Alcalinidad Carbonato (mg/L)	Alcalinidad Total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno Nitrito (mg/L)	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Potasio total (mg/L)	Salinidad (%)	Sodio Total (mg/L)	Sólidos totales (mg/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Temperatura (°C)
01-08-2007	395	22	417	1,8	167	12.920	2.737	1,1	669	1,8	<1	8,5	1.100	28,8	7.150	30.900	12	29.500	1.990	9
31-10-2007	355	<1	355	2,6	147	17.600	3.159	2,4	805	3,1	<1	8,3	3.680	55,9	9.990	42.800	13	42.800	2.310	19
14-02-2008	837	<1	837	1,4	714	76.900	18.172	1,6	3.980	9,6	12	8,0	6.710	>100	37.500	236.000	33	206.000	10.470	20
27-04-2008	259	<1	259	1,0	334	38.290	4.052	0,6	928	<0,01	<1	8,4	3.770	>100	22.600	143.000	260	143.000	5.130	19
13-07-2008	418	<1	418	0,79	125	13.400	2.906	<0.05	n.m.	<0,01	<1	8.27	1.200	28	7.000	29.400	60	25.600	2.000	20
17-10-2008	93	<1	93	2,3	166	20.970	3.176	0,4	802	2,4	0,5	8,5	1.565	45,5	9.875	36.560	123	28.000	613	23

n.m.: no monitoreado

### 3.3. Peine

Los puntos de monitores del sistema Peine se encuentran ubicados al sur-este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.393.000 a 7.379.000 Norte y 577.000 a 572.000 Este. En la Figura 3.3-1 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 3.3-1 se indican los puntos de monitoreo del sistema Peine, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

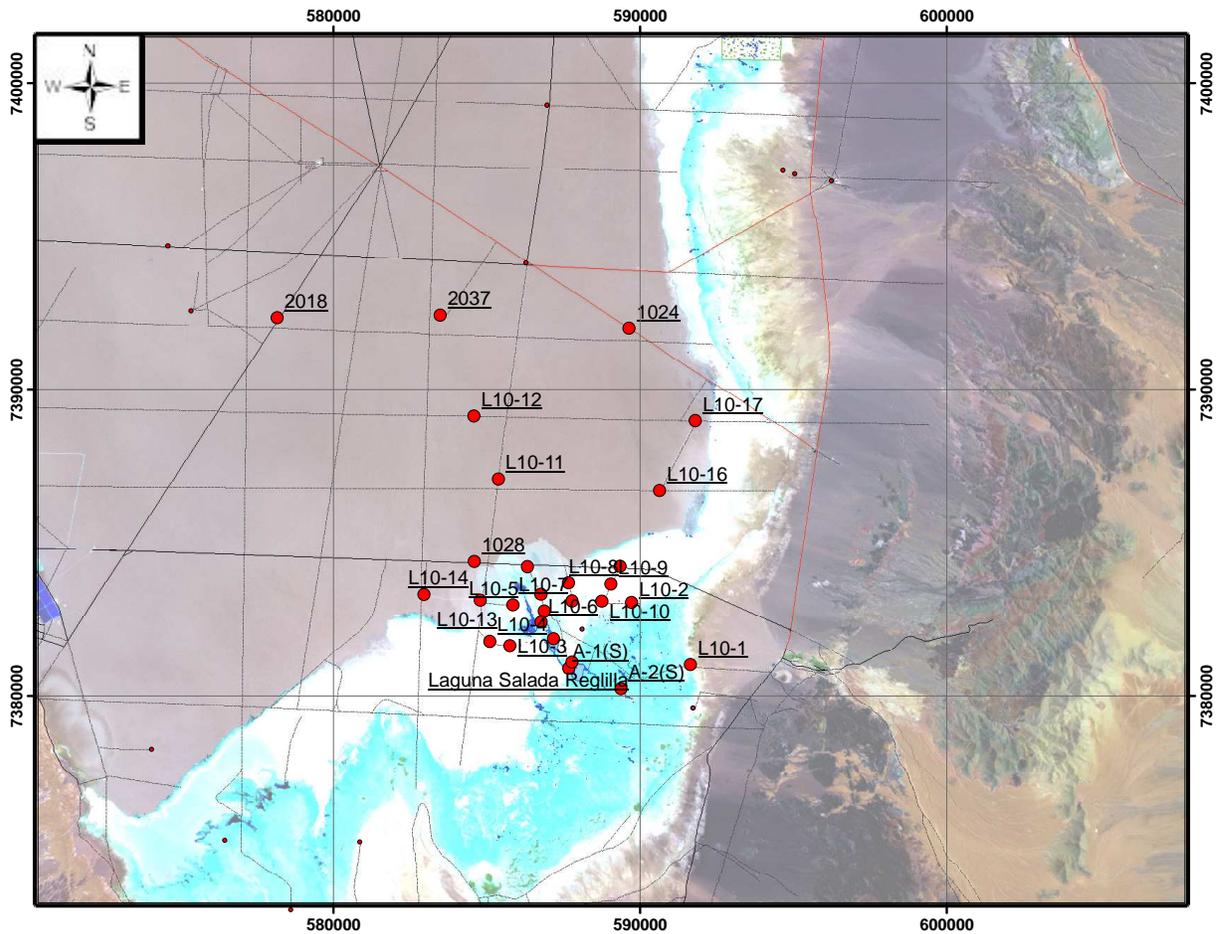


Figura 3.3-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.

Tabla 3.3-1. Puntos de monitoreo del Sistema Peine.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
GD-04	Zona marginal	Pozo profundo	126	GD-03	Salmuera	Pozo profundo	134
L10-1	Zona marginal	Pozo profundo	126	L10-11	Salmuera	Pozo somero	134
L10-2	Zona marginal	Pozo somero	127	L10-12	Salmuera	Pozo somero	135
L10-3	Zona marginal	Pozo somero	127	L10-13	Salmuera	Pozo somero	135
L10-4	Zona marginal	Pozo somero	128	L10-14	Salmuera	Pozo somero	136
L10-5	Zona marginal	Pozo somero	128	L10-16	Salmuera	Pozo somero	136
L10-6	Zona marginal	Pozo somero	129	L10-17	Salmuera	Pozo somero	137
L10-7	Zona marginal	Pozo somero	129	Laguna Salada Reglilla	Zona marginal	Lacustre	138
L10-8	Zona marginal	Pozo somero	130	Laguna Saladita Reglilla	Zona marginal	Lacustre	138
L10-9	Zona marginal	Pozo somero	130	Laguna Interna Reglilla	Zona marginal	Lacustre	139
L10-10	Zona marginal	Pozo somero	131	Aforo Salada	Zona marginal	Aforo	145
L10-15	Zona marginal	Pozo somero	131	Aforo Saladita	Zona marginal	Aforo	147
1024	Salmuera	Pozo somero	132				
1028	Salmuera	Pozo profundo	132				
2018	Salmuera		133				
2037	Salmuera		133				

### 3.3.1. Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas construidos como parte de la red de monitoreo del PSAH para el sistema Peine.

El pozo L10-1 (Figura 3.3-3) es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

#### 3.3.1.1. Pozos de zona marginal

En la mayoría de estos pozos no se dispone de registros de nivel suficientes, por lo que no es posible inferir una tendencia, aunque parecieran perfilarse variaciones estacionales de los niveles.

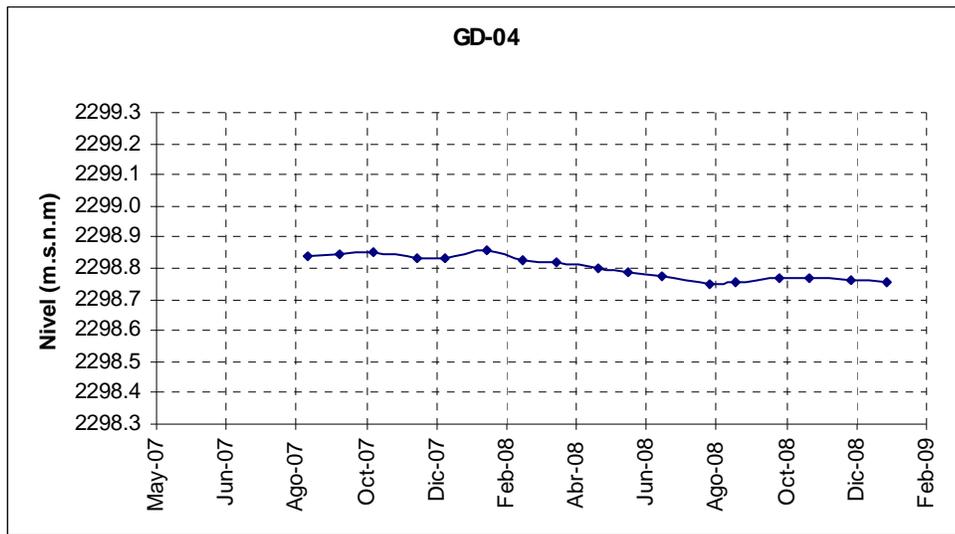


Figura 3.3-2. Nivel mensual observado en el pozo GD-04.

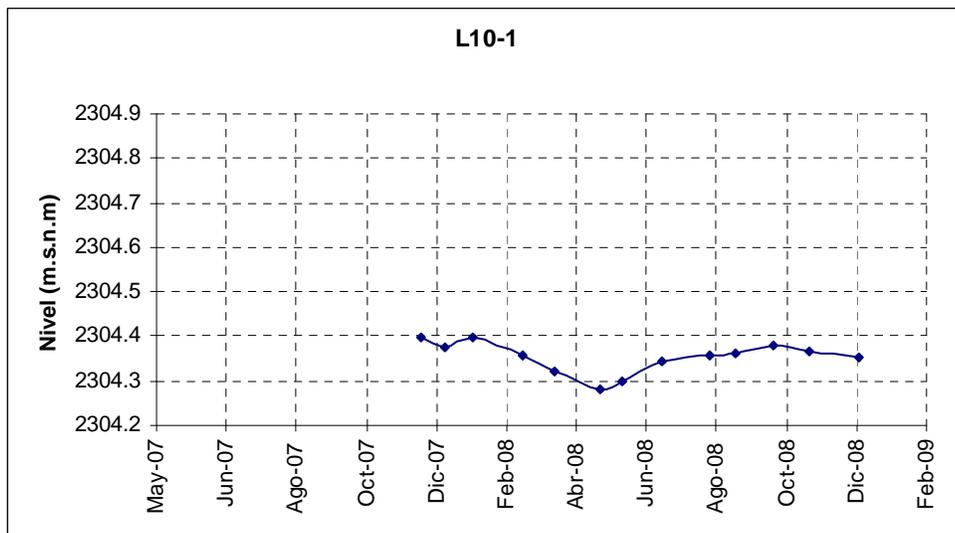


Figura 3.3-3. Nivel mensual observado en el pozo L10-1.

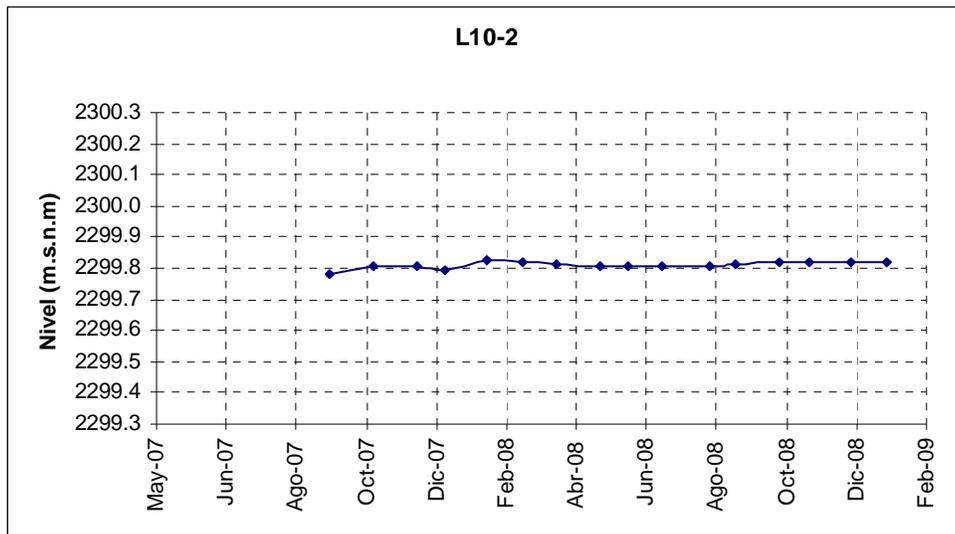


Figura 3.3-4. Nivel mensual observado en el pozo L10-2.

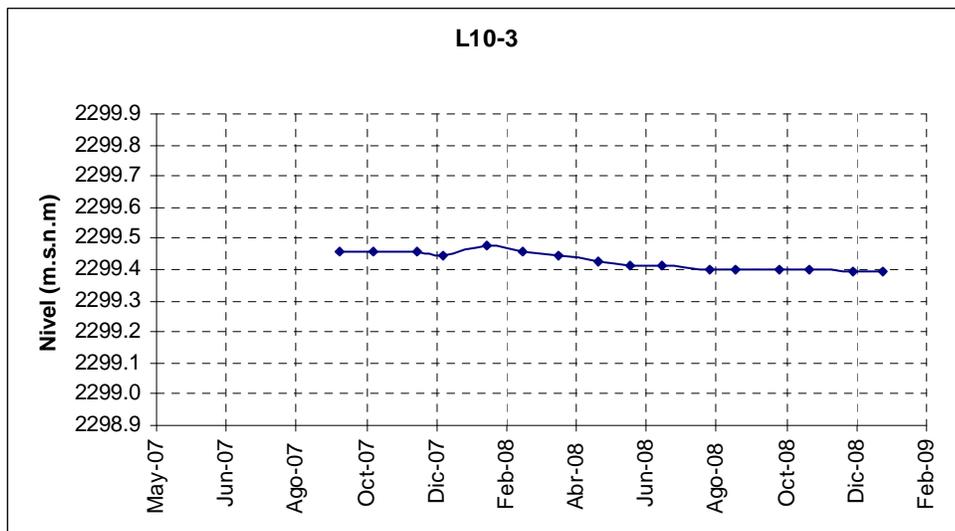


Figura 3.3-5. Nivel mensual observado en el pozo L10-3.

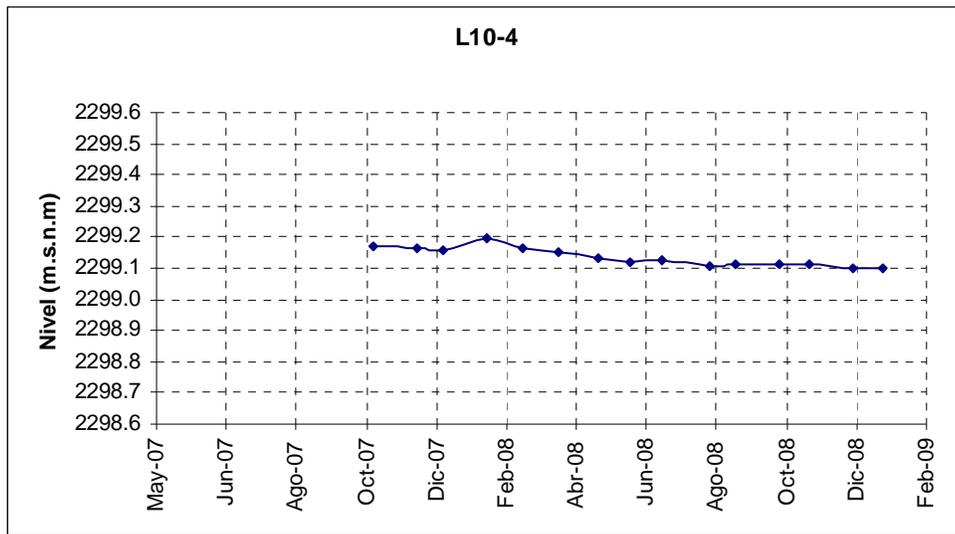


Figura 3.3-6. Nivel mensual observado en el pozo L10-4.

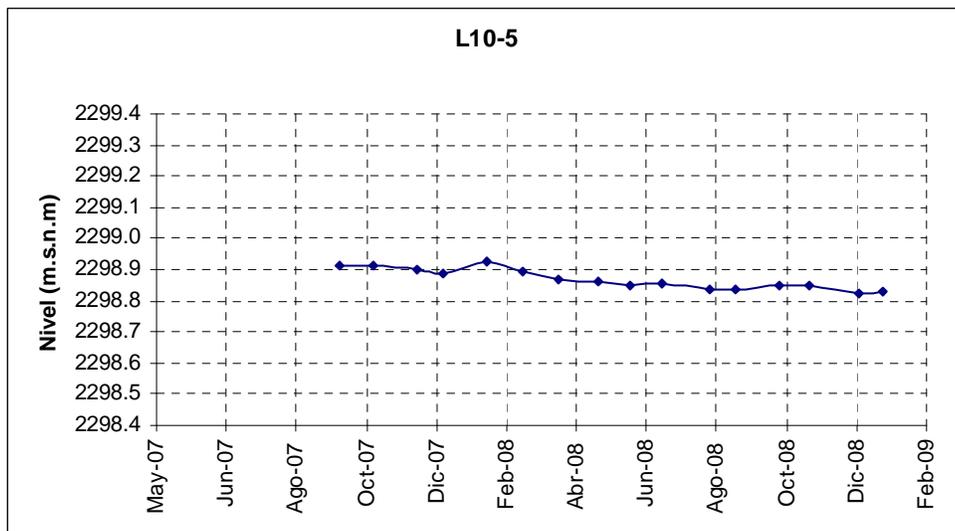


Figura 3.3-7. Nivel mensual observado en el pozo L10-5.

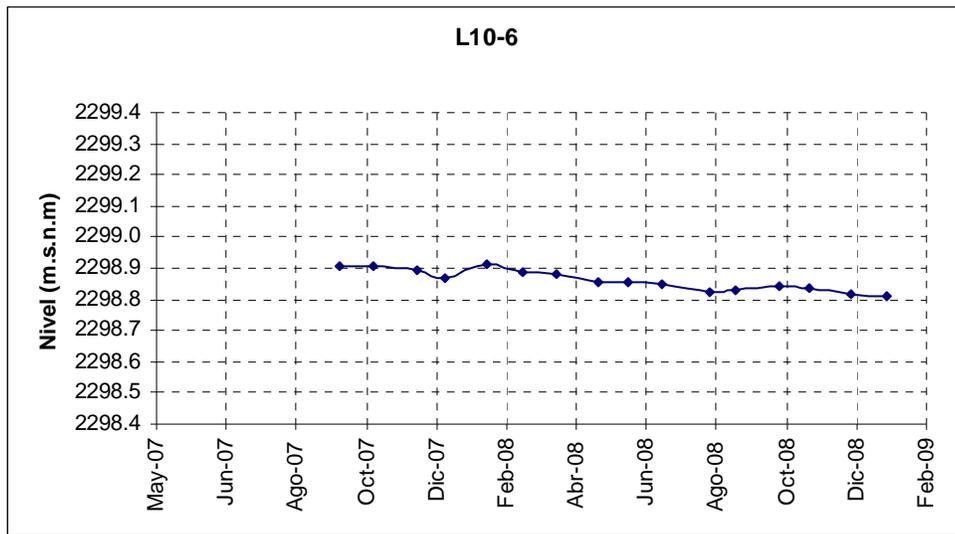


Figura 3.3-8. Nivel mensual observado en el pozo L10-6.

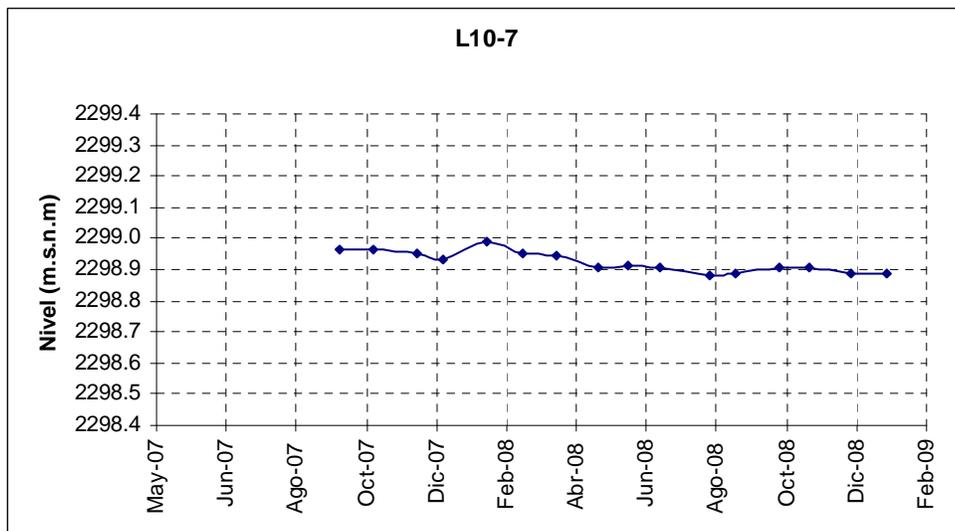


Figura 3.3-9. Nivel mensual observado en el pozo L10-7.

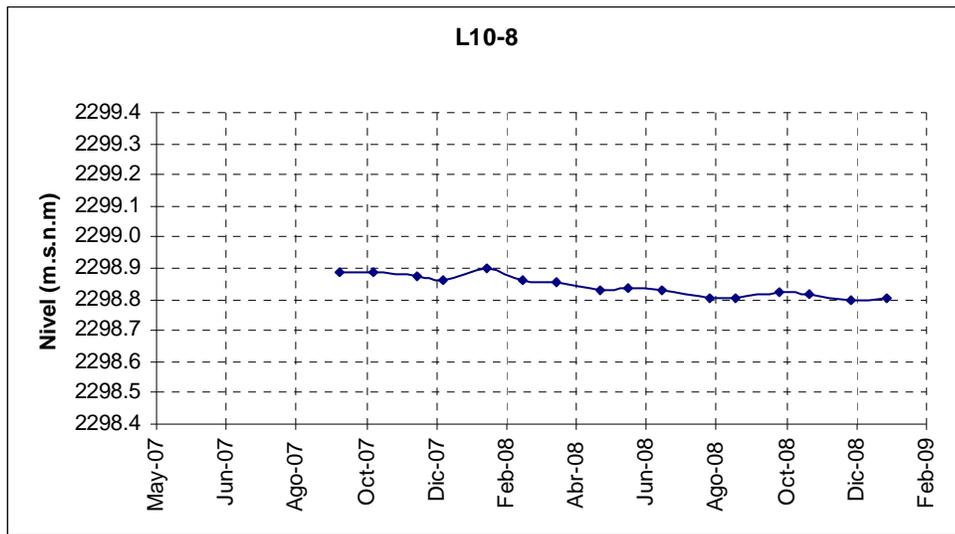


Figura 3.3-10. Nivel mensual observado en el pozo L10-8.

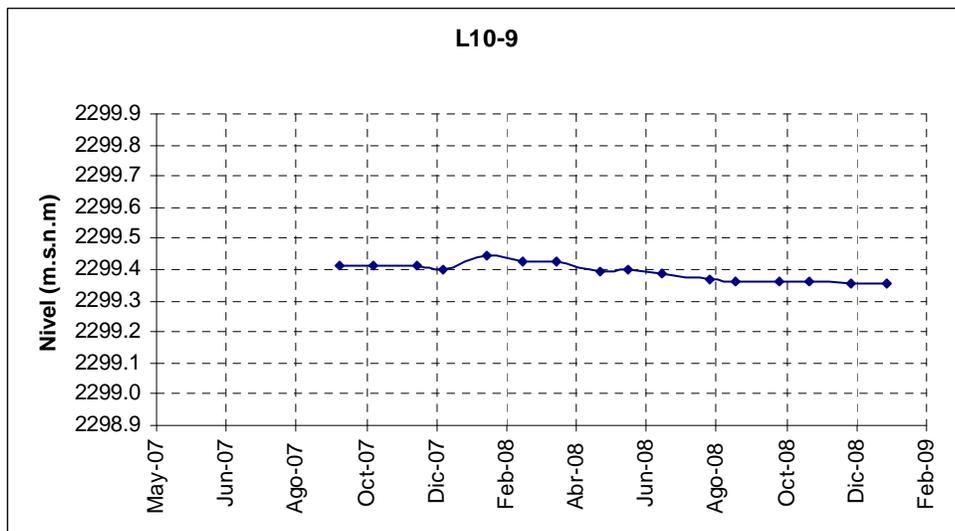


Figura 3.3-11. Nivel mensual observado en el pozo L10-9.

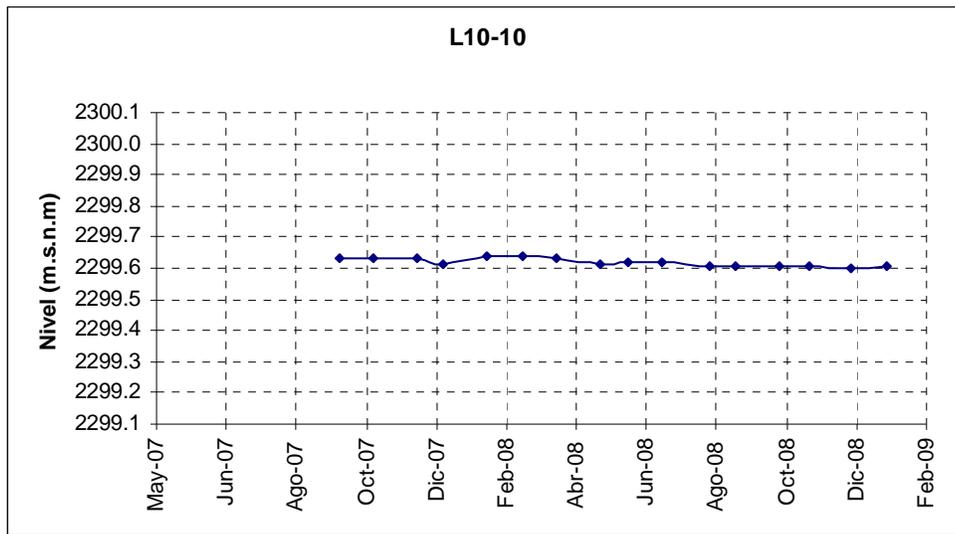


Figura 3.3-12. Nivel mensual observado en el pozo L10-10.

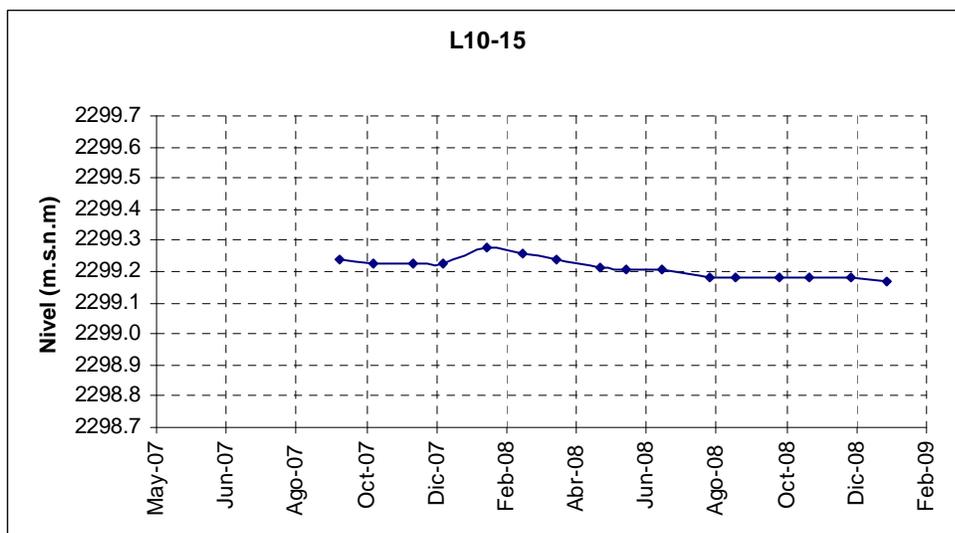


Figura 3.3-13. Nivel mensual observado en el pozo L10-15.

### 3.3.1.2. Pozos de salmuera

Los pozos 1024 y 1028 (Figura 3.3-15 y Figura 3.3-16) mantienen la tendencia a la baja observada, aunque durante el último año se observa una ligera estabilización. Para el resto de los pozos no es posible inferir aún una tendencia.

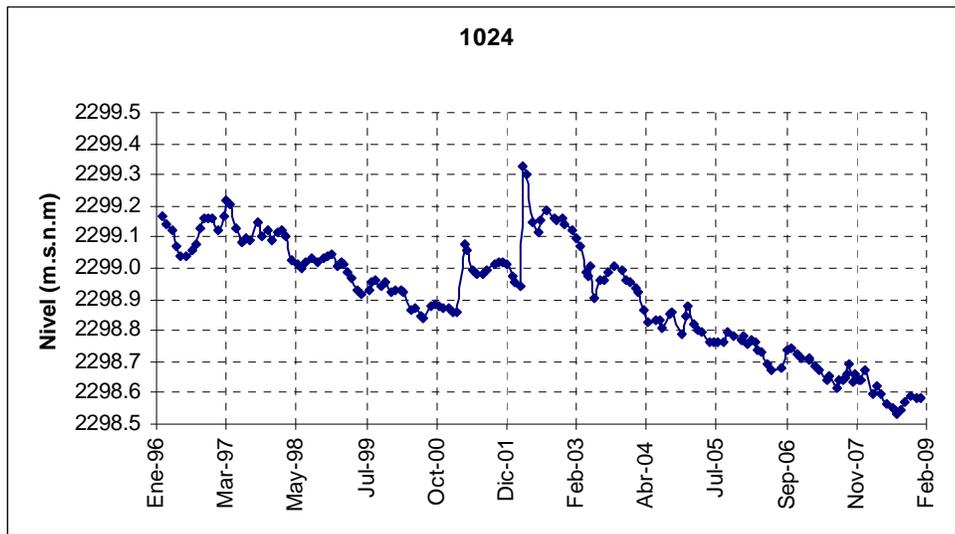


Figura 3.3-14. Nivel mensual observado en el pozo 1024.

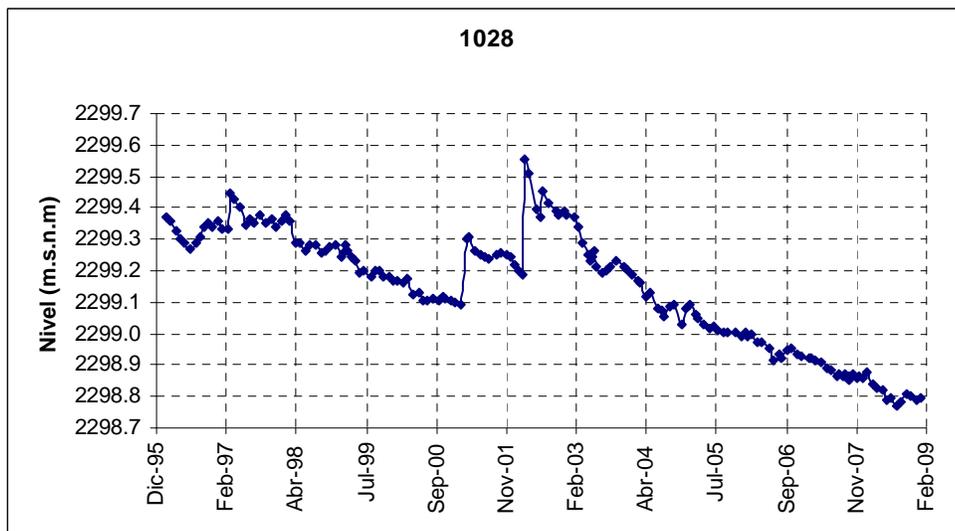


Figura 3.3-15. Nivel mensual observado en el pozo 1028.

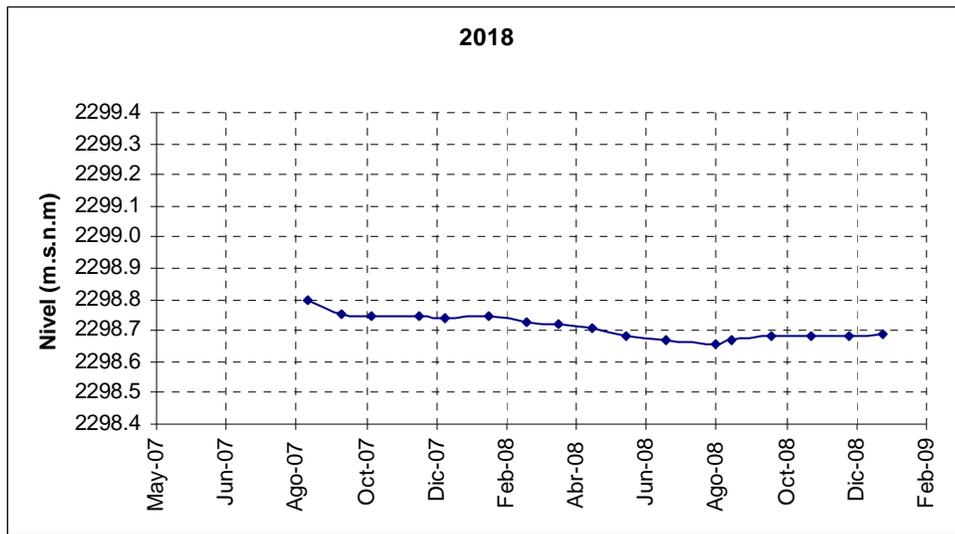


Figura 3.3-16. Nivel mensual observado en el pozo 2018.

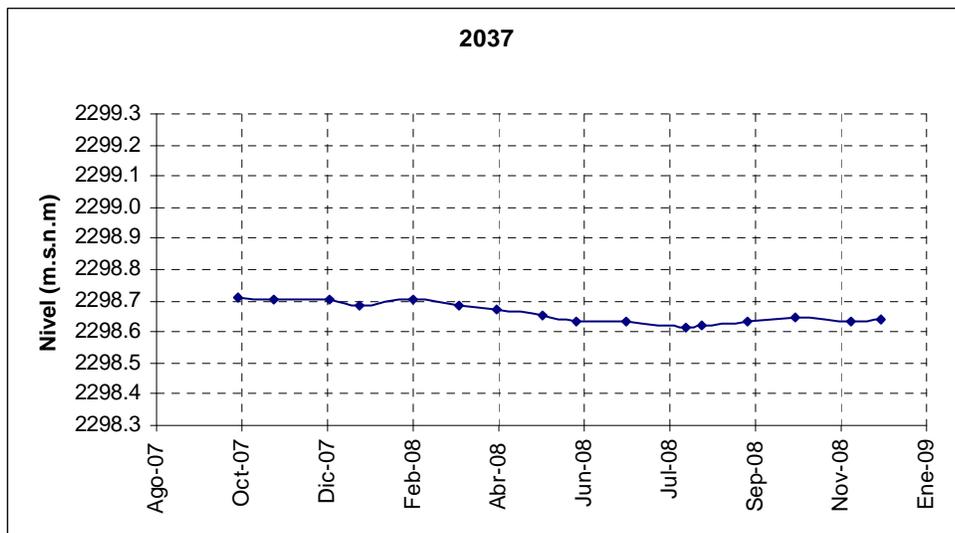


Figura 3.3-17. Nivel mensual observado en el pozo 2037.

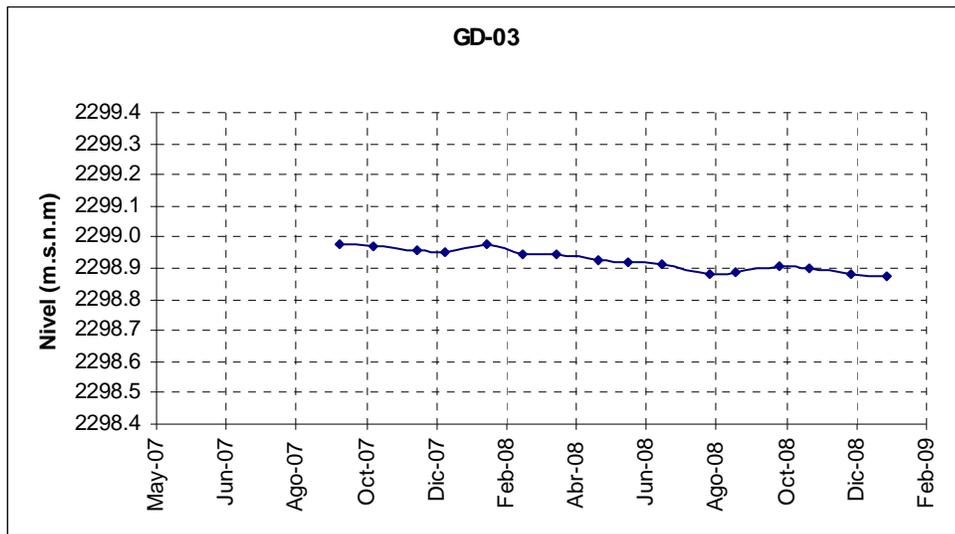


Figura 3.3-18. Nivel mensual observado en el pozo GD-03.

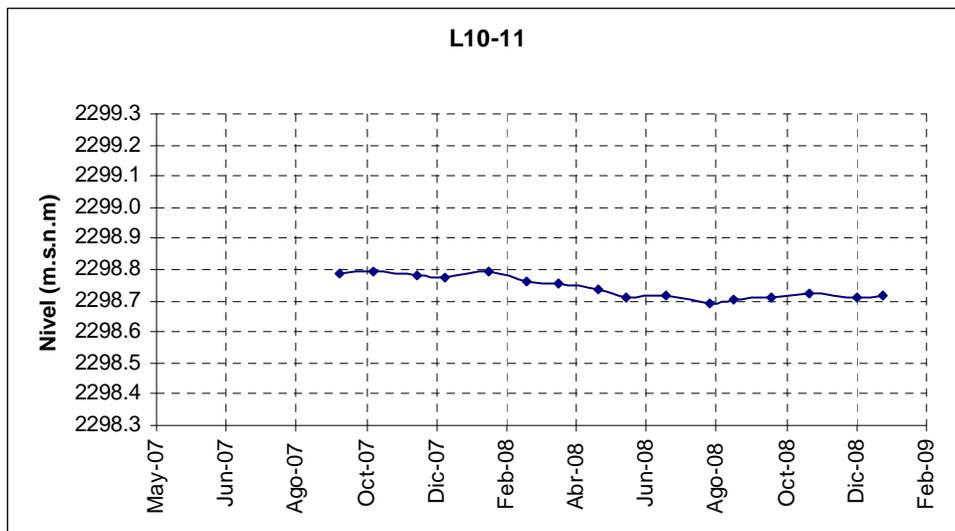


Figura 3.3-19. Nivel mensual observado en el pozo L10-11.

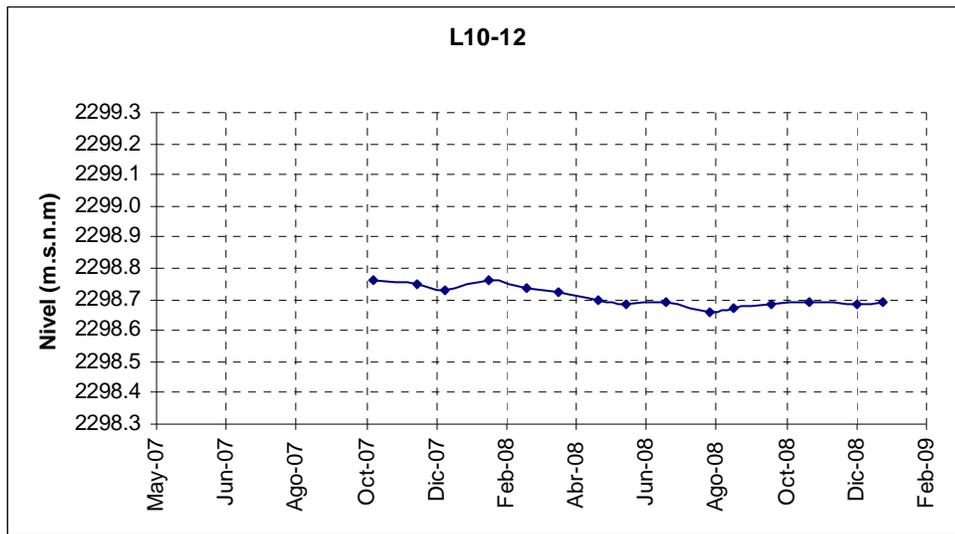


Figura 3.3-20. Nivel mensual observado en el pozo L10-12.

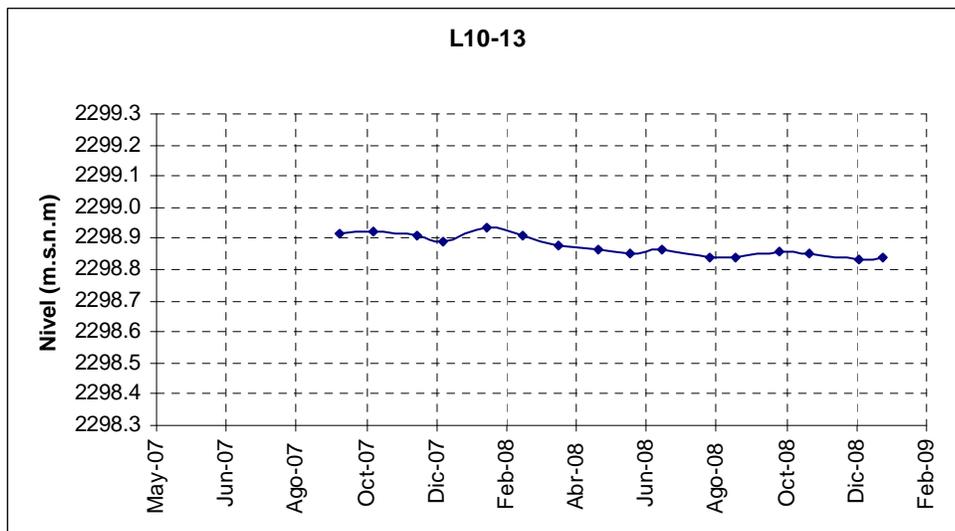


Figura 3.3-21. Nivel mensual observado en el pozo L10-13.

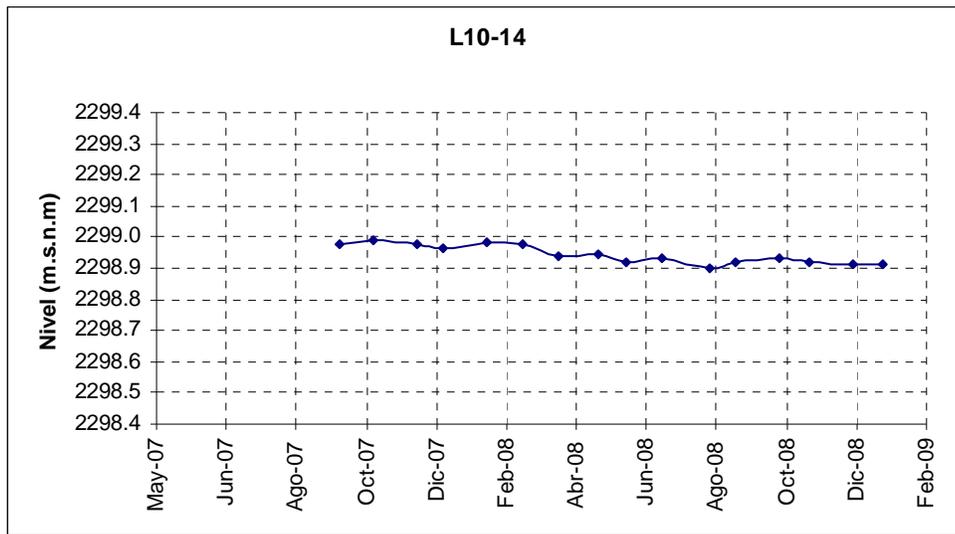


Figura 3.3-22. Nivel mensual observado en el pozo L10-14.

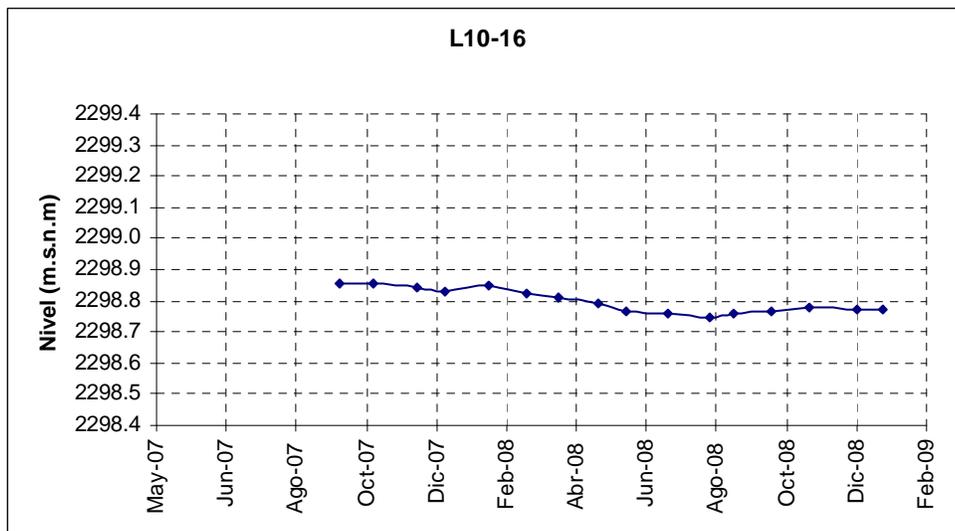


Figura 3.3-23. Nivel mensual observado en el pozo L10-16.

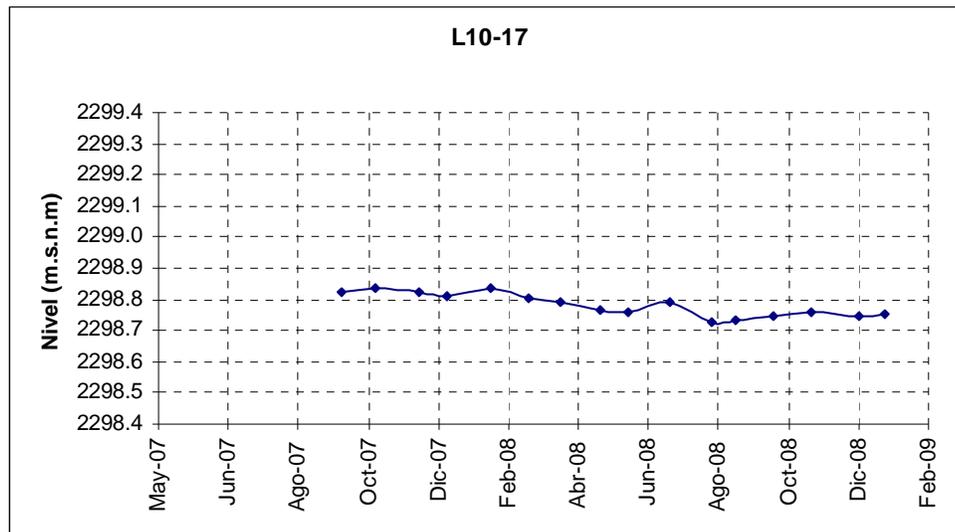


Figura 3.3-24. Nivel mensual observado en el pozo L10-17.

### 3.3.1.3. Nivel lacustre

Las lagunas Salada (Figura 3.3-25) y Saladita (Figura 3.3-26) presentan un comportamiento bastante estable a través del tiempo, a diferencia de la laguna Interna (Figura 3.3-27) donde se aprecian mayores variaciones.

La medición del nivel lacustre para el sistema Peine la realiza directamente CONAF y se incluye aquí en virtud del convenio entre CONAF y SQM.

La cota topográfica de la Reglilla Salada fue medida por CONAF (2300,918 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,979 m.s.n.m. siendo este valor el que se utiliza en la Figura 3.3-25.

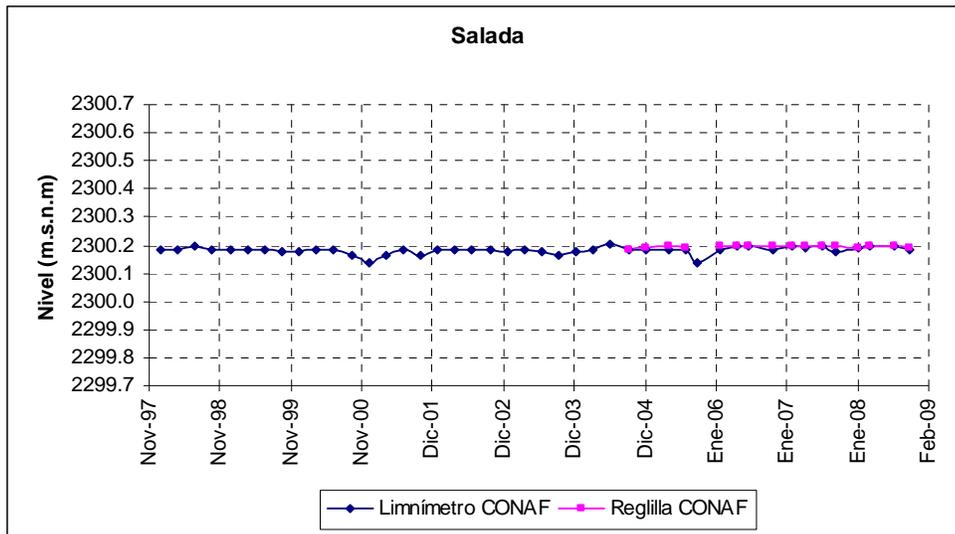


Figura 3.3-25. Nivel mensual observado en Salada.

El único antecedente topográfico que se tiene de la Reglilla Saladita fue medido por CONAF (2300,729 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,780 m.s.n.m. siendo este valor el que se usa para la Figura 3.3-26.

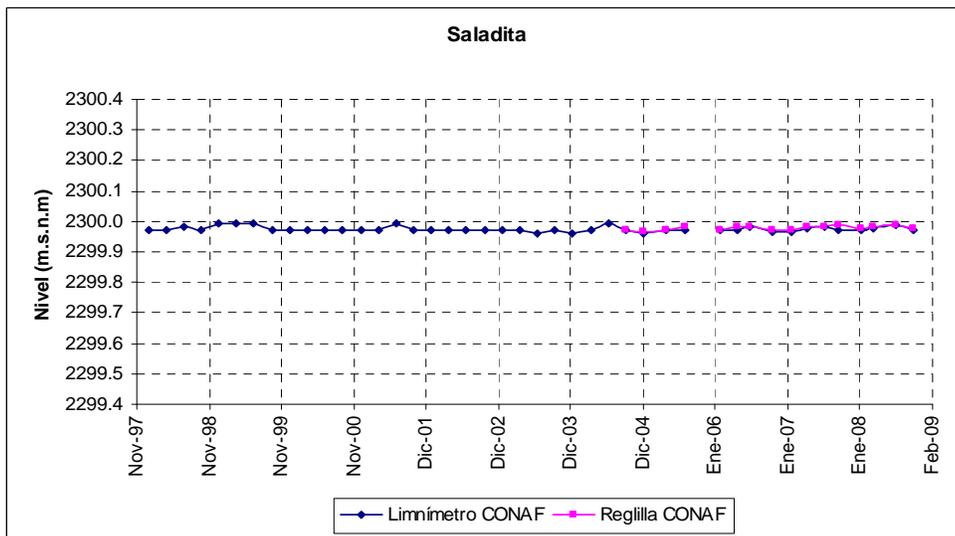


Figura 3.3-26. Nivel mensual observado en Saladita.

La cota topográfica de la Reglilla Interna fue medida por CONAF (2300,379 m.s.n.m.), pero posterior a la georreferenciación de todos los pozos involucrados en el proyecto, la medición de la cota fue corregida a 2300,476 m.s.n.m. siendo este valor el que se usa para la Figura 3.3-27.

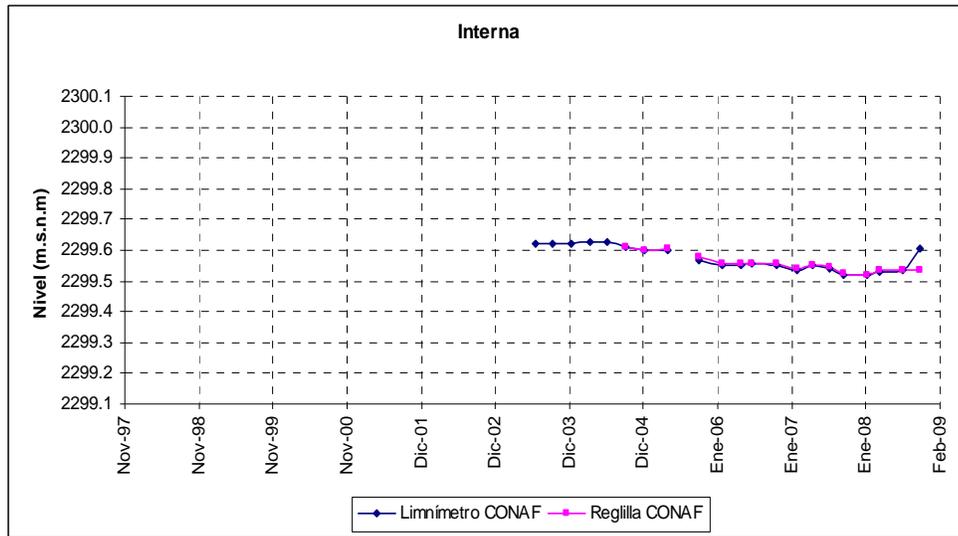


Figura 3.3-27. Nivel mensual observado en Interna.

### 3.3.2. Calidad química

Los pozos del sistema Peine incluidos para monitorear la calidad del agua subterránea son el 1028, L10-1 y L10-4. Desde la Tabla 3.3-2 a la Tabla 3.3-7 se presentan las mediciones efectuadas en terreno por personal de SQM y los resultados del análisis químico realizado por el laboratorio ALS Environmental para cada uno de los pozos mencionados. Cabe señalar que al igual que para el resto de los sistemas monitoreados se constataron algunos errores en las mediciones de la conductividad eléctrica (CE) de las muestras de aguas subterráneas reportadas por el Laboratorio ALS Environmental anteriores a julio de 2008. Esto se debía a que el laboratorio no tenía el equipo adecuado para hacer estas mediciones. Para resolver esta situación el laboratorio adquirió un equipo especial capaz de registrar los valores típicos de salmuera del salar. En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos realizados en estos pozos.

Respecto a los parámetros de calidad del agua de las lagunas del sistema Peine, CONAF realiza el muestreo en el marco del convenio que actualmente posee con SQM. Los parámetros que se miden son sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sodio, potasio, calcio, magnesio, dureza total, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, arsénico, nitrato, fosfato, pH, temperatura y oxígeno disuelto. Desde la Tabla 3.3-8 a la Tabla 3.3-13 se muestran los resultados para las lagunas Interna, Salada y Saladita. El pozo L10-1 es parte del monitoreo de la calidad del agua de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

#### 3.3.2.1. Muestreo Realizado por SQM.

Tabla 3.3-2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1028.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	247	6,83	1,212
28-04-2008	228	6,89	1,213
13-07-2008	235	6,96	1,215
17-10-2008	237	7,24	1,212

Tabla 3.3-3. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1028.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	645	442.000	23	442.710	6,82	1,240
31-10-2007	563	523.000	770	524.100	6,83	1,230
12-02-2008	625	531.000	27	545.000	6,93	1,210
28-04-2008	658	634.000	2.120	664.000	7,16	1,210
13-07-2008	614	554.000	14	574.000	6,89	1,210
17-10-2008	239,8	164.500	<3	173.109	6,97	1,000*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio

Tabla 3.3-4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-1.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	53,9	7,92	1,020
29-04-2008	21,7	7,61	1,010
13-07-2008	24,9	7,95	1,009
17-10-2008	28,7	8,19	1,012

Tabla 3.3-5. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	313	244.000	442	244.800	7,37	1,120
12-02-2008	20,8	17.660	<10	18.320	7,48	1,010
29-04-2008	21	19.800	250	22.100	7,80	1,006
13-07-2008	24,3	19.200	<10	19.800	7,81	1,010
17-10-2008	28,5	19.424	8	20.624	7,95	1,300*

\* Valor correcto según certificado emitido por el laboratorio, pero no concordante con los valores históricos. Se revisará con el laboratorio

Tabla 3.3-6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
12-02-2008	166,7	7,50	1,116
28-04-2008	130,9	7,57	1,083
13-07-2008	145,7	7,71	1,083
17-10-2008	189	7,91	1,124

Tabla 3.3-7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-4.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendedos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	323	236.000	109	236.500	7,42	1,120
12-02-2008	328	282.000	35	312.000	7,50	1,110
28-04-2008	238	223.000	760	244.000	7,67	1,080
13-07-2008	258	216.000	104	231.000	7,56	1,090
17-10-2008	177,7	167.000	73	171.210	7,64	1,000

### 3.3.2.2. Muestreo realizado por CONAF

Tabla 3.3-8. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,71	8,04	22,60
20-04-2007	5,70	8,10	11,40
24-07-2007	5,63	8,04	14,50
24-10-2007	4,04	nm	21,20
24-02-2008	4,06	8,12	19,40
24-04-2008	4,25	v.o.*	8,25
01-08-2008	1,92	nm	11,2
06-11-2008	nm	nm	nm

nm: no monitoreado

\*valor omitido: valor fuera de rango y reportado en informe de avance de abril 2008.

Tabla 3.3-9. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	55,00	54,00	36	8,46	12,10	4,80	2,23	1012	1,34	24,00	3,76	246	11,60	0,65	1,36	90	-
20-04-2007	29,79	29,73	59	5,10	7,46	3,02	1,31	682	0,84	14,70	2,24	240	5,82	0,91	0,81	76	-
24-07-2007	26,92	26,90	19	4,50	6,43	1,72	0,92	513	0,63	13,70	1,96	238	8,25	0,35	0,98	71	-
24-10-2007	45,32	44,56	760	7,41	11,94	3,13	1,95	860	1,13	23,06	3,55	209	19,70	1,95	0,72	77	-
24-02-2008	45,17	45,13	41	8,16	11,00	5,33	1,87	769	1,23	20,00	3,88	266	7,80	1,60	0,50	78	232
24-04-2008	27,81	27,75	55	4,54	6,57	2,51	1,10	433	0,74	13,80	3,93	222	15,60	0,61	1,80	64	208
01-08-2008	20,41	20,40	12	3,99	7,20	2,24	1,07	432	0,81	11,00	2,19	228	26,00	0,42	0,52	60	232
06-11-2008	44,69	44,36	326	7,68	11,00	5,34	1,82	1023	1,39	24,00	4,42	216	28,00	0,87	0,56	73	224

Tabla 3.3-10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,45	8,08	23,00
20-04-2007	5,90	8,14	11,70
24-07-2007	5,33	8,07	14,60
24-10-2007	3,49	nm	20,90
24-02-2008	3,94	8,21	16,00
24-04-2008	4,63	v.o.*	8,25
01-08-2008	1,69	nm	10,5
06-11-2008	nm	nm	nm

nm: no monitoreado

\*valor omitido: valor fuera de rango y reportado en informe de avance de abril 2008.

Tabla 3.3-11. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	31,00	31	26	5,05	7,21	3,10	1,32	776	0,87	16,00	2,35	234	26,00	0,40	1,39	81	-
20-04-2007	22,44	22	144	3,87	5,62	2,43	0,94	527	0,62	11,30	1,74	228	22,00	1,00	0,60	76	-
24-07-2007	23,28	23	38	3,85	5,79	1,20	0,88	474	0,58	12,00	1,78	267	3,00	0,37	1,00	78	-
24-10-2007	31,48	31	344	5,25	7,95	1,01	1,35	632	0,75	19,67	2,34	206	31,00	0,91	0,89	76	-
24-02-2008	31,25	31	67	5,63	7,20	5,45	1,21	501	0,80	11,60	2,55	247	22,00	0,91	0,62	78	239
24-04-2008	22,89	22,85	38	3,79	5,35	1,45	0,92	354	0,65	11,40	8,31	241	22,00	0,55	1,28	71	234
01-08-2008	21,46	21,45	12	4,45	6,68	1,14	0,94	406	0,72	11,00	2,56	254	34,00	0,45	0,77	63	265
06-11-2008	33,31	33,12	189	5,88	7,99	2,03	1,31	756	1,00	15,00	3,18	230	25,00	0,67	0,47	72	237

Tabla 3.3-12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Saladita. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH (pH)	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,33	8,03	22,10
20-04-2007	5,50	8,06	11,80
24-07-2007	5,59	8,06	15,90
24-10-2007	3,90	nm	19,50
24-02-2008	4,10	8,11	17,40
24-04-2008	4,34	v.o.*	8,22
01-08-2008	1.79	nm	11.4
06-11-2008	nm	nm	nm

nm: No medido

\* valor omitido: valor fuera de rango, reportado en informe de avance Abril 2008.

Tabla 3.3-13. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Lagunas Saladita. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendidos (mg/L)	Dureza (g/L)	Sodio (g/L)	Arsénico (mg/L)	Potasio (g/L)	Calcio (mg/L)	Magnesio (g/L)	Cloruro (g/L)	Sulfato (g/L)	Bicarbonatos (mg/L)	Carbonatos (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Sílice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
08-02-2007	48,00	48,00	30	7,41	10,80	5,00	1,96	885	1,18	21,00	3,31	251	5,82	0,58	1,43	92	-
20-04-2007	28,61	28,58	30	4,61	7,02	2,47	1,21	635	0,77	15,30	2,14	248	2,91	1,15	0,96	76	-
24-07-2007	25,72	25,71	10	4,20	6,03	1,42	0,89	494	0,60	13,10	5,60	244	8,25	0,75	0,85	74	-
24-10-2007	43,39	42,46	928	7,06	11,00	4,38	1,87	784	1,06	23,75	3,25	212	28,00	1,34	0,86	80	-
24-02-2008	41,85	41,84	9	7,68	9,81	5,41	1,71	640	1,09	20,00	4,84	247	18,70	0,99	0,59	76	234
24-04-2008	22,49	22,45	40	4,41	6,25	2,41	1,05	388	0,72	12,20	4,59	206	23,00	0,65	1,28	67	208
01-08-2008	23,17	23,15	23	4,14	7,09	2,49	1,03	425	0,76	12,00	1,91	232	28,00	0,58	0,60	59	237
06-11-2008	35,92	35,88	44	6,72	9,17	3,92	1,51	889	1,13	18,00	3,60	200	34,00	0,80	0,47	77	221

### 3.3.3. Aforos

A continuación se presenta el análisis del sistema Peine, en particular de la estación de aforo Salada y Saladita.

#### 3.3.3.1. Salada

La Figura 3.3-28 muestra las series medidas de alturas del agua y velocidades en la estación de aforo de la laguna Salada. Estos datos fueron obtenidos a través de un sensor que mide altura y velocidad del escurrimiento y que realiza mediciones cada treinta minutos, a partir de octubre de 2007. Se aprecia que existen numerosos registros de velocidades en Salada con valores que escapan al rango esperado, de acuerdo a la información histórica y a las características físicas del lugar (por ejemplo, magnitudes mayores a 3 m/s). El error en el monitoreo puede ser explicado por la influencia de factores naturales, puesto que no existe una sección regular que proteja los equipos de las condiciones climáticas (caídas o movimientos del sensor producto de los vientos, congelamiento del agua, hielo o polvo en los transductores, etc.) y de la presencia de animales. Sin embargo, tampoco debe descartarse la posibilidad de un mal funcionamiento del aparato de medición producto de fallas internas. Con respecto a los niveles, se observa que los registros presentan una tendencia a disminuir con el tiempo, sin detectarse mediciones fuera de rango (todas bajo 0,13 m).

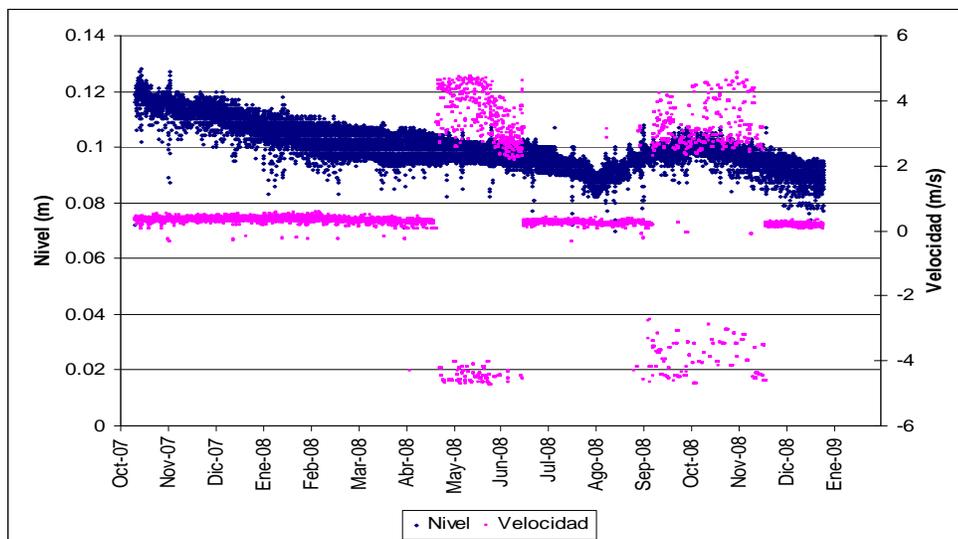


Figura 3.3-28 Nivel y velocidad instantánea en la estación de aforo Salada.

Al igual que en Chaxa SQm realiza aforos manuales en la misma sección donde se ubica la estación de Salada, los que son presentado en la Tabla 3.3-14 aparecen los ocho aforos manuales realizados.

Tabla 3.3-14. Aforos manuales realizados por SQM

Fecha	Hora	Área total sección (m <sup>2</sup> )	Caudal (L/s)	Velocidad promedio sección (m/s)	Nivel en sensor (m)	Velocidad en sensor (m/s)
08-sep-07	s.i.	0,36	65,45	0,18	s.i.	s.i.
09-jul-08	12:00	0,36	75,45	0,21	0,105	0,23
26-ago-08	15:00	0,51	71,87	0,14	0,103	0,25
30-sep-08	14:00	0,51	62,44	0,12	0,102	s.i.
28-oct-08	9:00	0,54	56,67	0,10	0,103	s.i.
24-nov-08	13:00	0,58	85,58	0,15	0,104	s.i.
22-ene-09	10:00	0,51	75,79	0,15	0,095	0,19
24-feb-09	12:00	0,46	45,83	0,10	0,098	0,21

\*s.i.: sin información

### 3.3.3.2. Saladita

En la Figura 3.3-29 se muestran los datos registrados de nivel y velocidad de la estación de aforo Saladita. Esta estación de aforo ha presentado reiterados problemas desde su primera instalación (8 de septiembre de 2007). Después de varios intentos destinados a mejorar la calidad de las mediciones se decidió enviar la estación a revisión al proveedor. Desde el 15 de junio de 2008 se realizaron las mediciones con una estación nueva proporcionada por el proveedor del equipo, la cual fue finalmente reemplazada el día 9 de julio de 2008.

Los registros de caudal con que cuenta SQM para esta estación de aforo son del 8 de septiembre y del 11 de octubre de 2007 los cuales fueron 59,9 l/s y 44,8 l/s respectivamente, valores obtenidos previamente a la instalación de la estación de aforo y con el mismo sensor de velocidad y altura.

Después de varias visitas a esta estación de aforo, se concluyó que el punto de monitoreo no es el más apropiado, pues los niveles no alcanzan el mínimo nivel requerido para que la estación trabaje apropiadamente, y además se observó que durante la época invernal este canal se congela, lo que altera las mediciones.

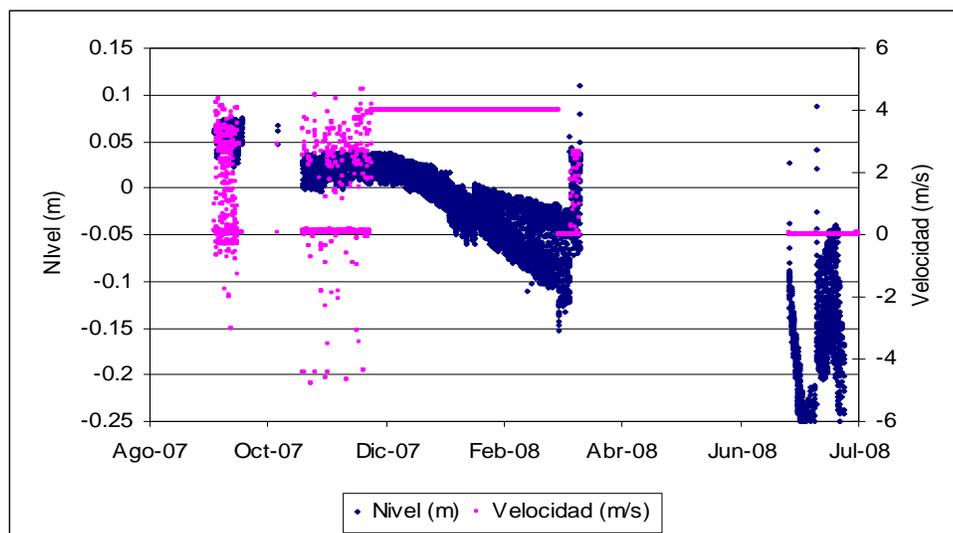


Figura 3.3-29. Altura y velocidad, estación de aforo Saladita.

### 3.4. Vegetación Borde Este

Los puntos de monitoreo del sistema Borde Este se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.423.000 a 7.396.000 Norte y 591.000 a 598.000 Este. En la Figura 3.4-1 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 3.4-1 se indican los puntos de monitoreo del sistema Borde Este, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra de manera gráfica el registro de nivel.

Tabla 3.4-1. Puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
P2	Zona aluvial	Pozo profundo	149	L3-16	Zona marginal	Pozo profundo	153
L1-17	Zona marginal	Pozo somero	150	L4-17	Zona marginal	Pozo somero	153
L2-25	Zona marginal	Pozo somero	150	L7-13	Zona marginal	Pozo profundo	154
L2-26	Zona marginal	Pozo profundo	151	L7-14	Zona marginal	Pozo somero	154
L2-27	Zona marginal	Pozo somero	151	L7-15	Zona marginal	Pozo profundo	155
L2-28	Zona marginal	Pozo profundo	152	L9-1	Zona marginal	Pozo profundo	155
L3-15	Zona marginal	Pozo profundo	152	L9-2	Zona marginal	Pozo profundo	156

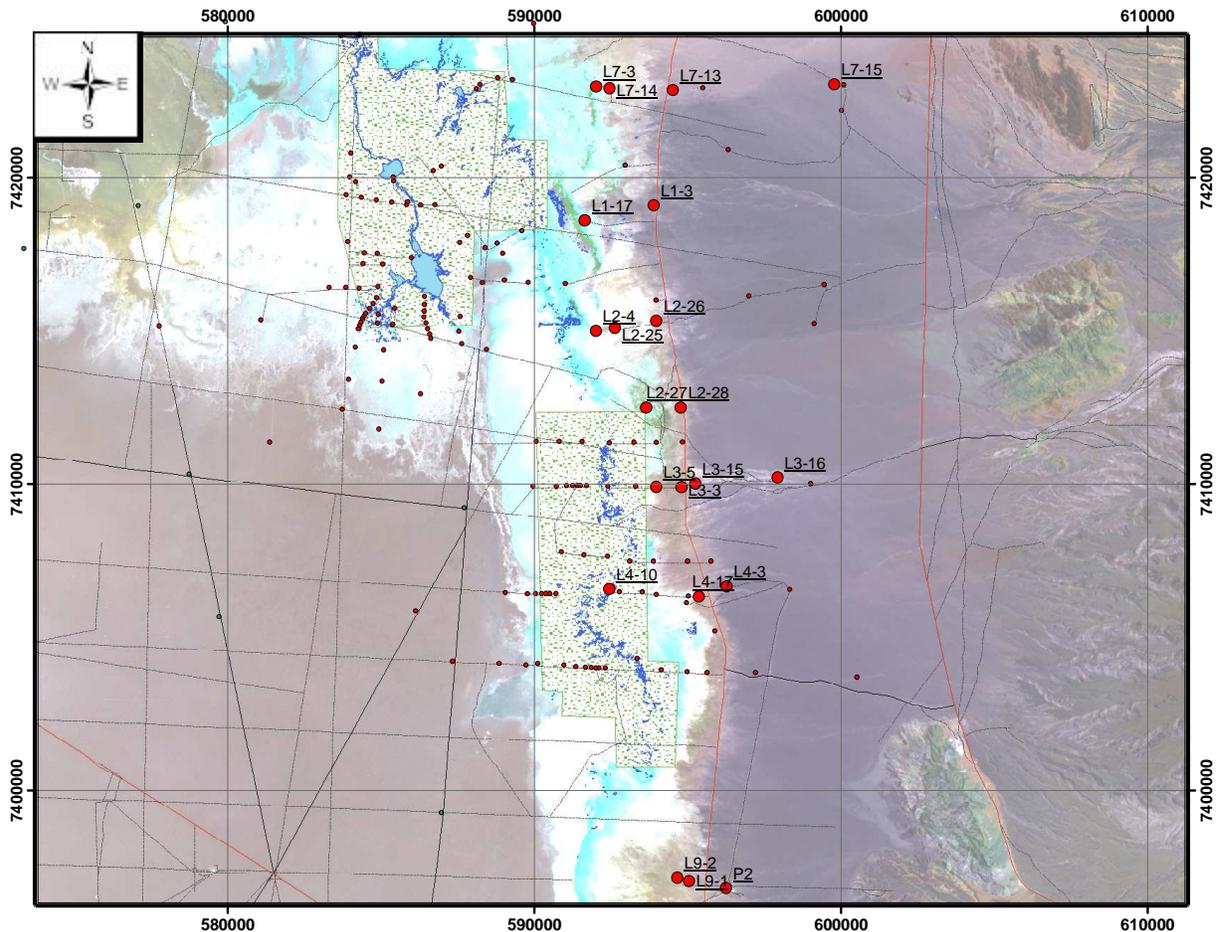


Figura 3.4-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Borde Este.

### 3.4.1. Nivel del agua subterránea

En esta sección se presentan los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegetación Borde Este.

Los pozos L1-3, L2-4, y L7-3 pertenecen a la red de monitoreo de los sistemas de Soncor y Vegetación Borde Este, por lo que no se presentarán en este subcapítulo. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 3.1 Sistema Soncor.

Los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, por lo que no se presentarán en este subcapítulo. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

El pozo L3-4 (SOPM-8) es parte del monitoreo de los sistemas Vegetación Borde Este y Núcleo del Salar de Atacama y será presentado sólo en esta sección.

#### 3.4.1.1. Pozos en zona aluvial

En la Figura 3.4-2 se presenta el nivel estático y dinámico observado en el pozo de bombeo P2. La disminución del nivel dinámico en estos pozos se explica por el aumento del volumen bombeado a partir del año 2003, observándose una estabilización posterior, tal como se observa en la Figura 3.4-16.

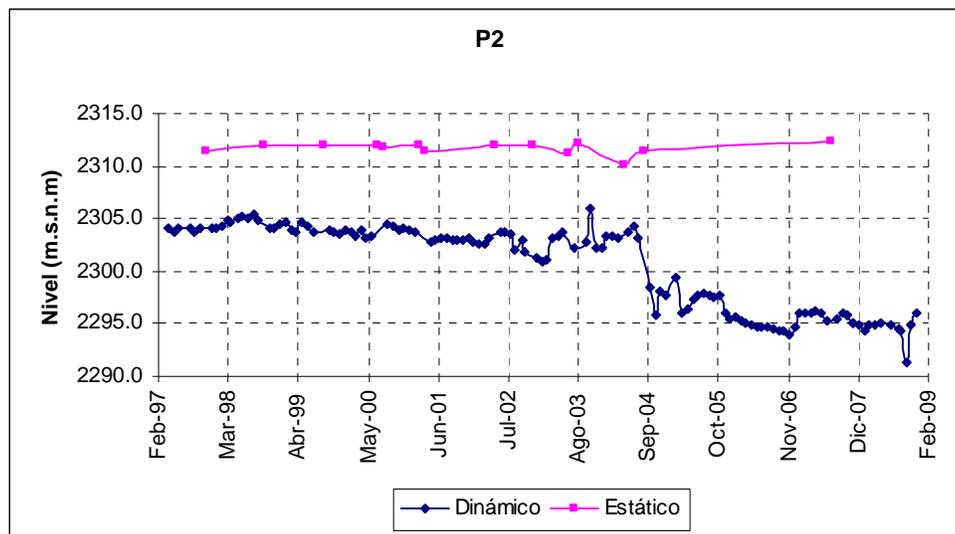


Figura 3.4-2. Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.

#### 3.4.1.2. Pozos en zona marginal

No es posible inferir aún una tendencia para estos pozos, sin embargo, con los datos disponibles pareciera perfilarse un comportamiento estacional de los niveles.

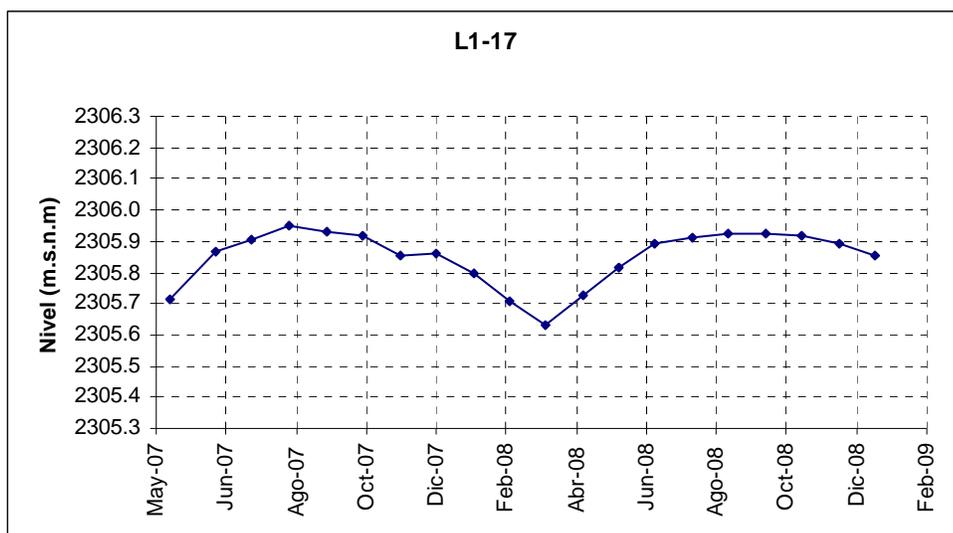


Figura 3.4-3. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.

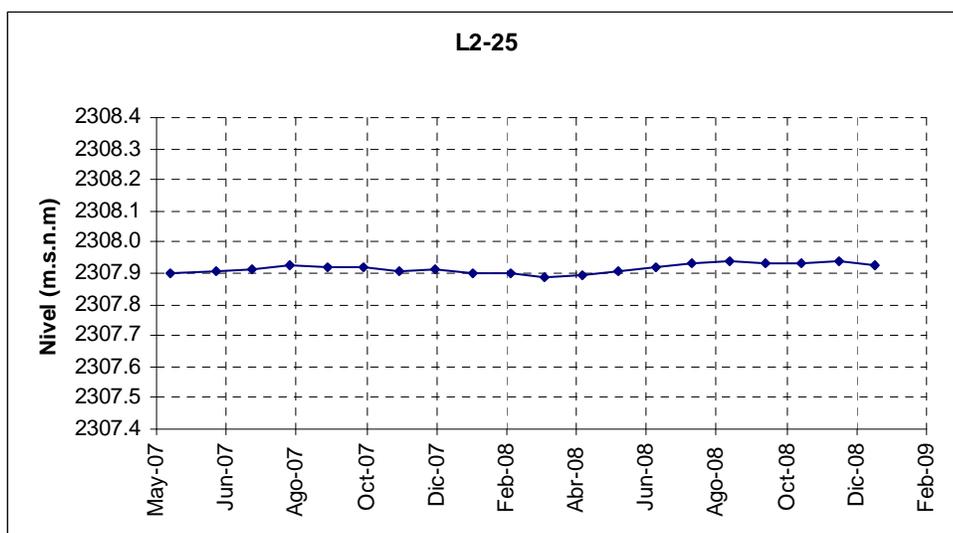


Figura 3.4-4. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.

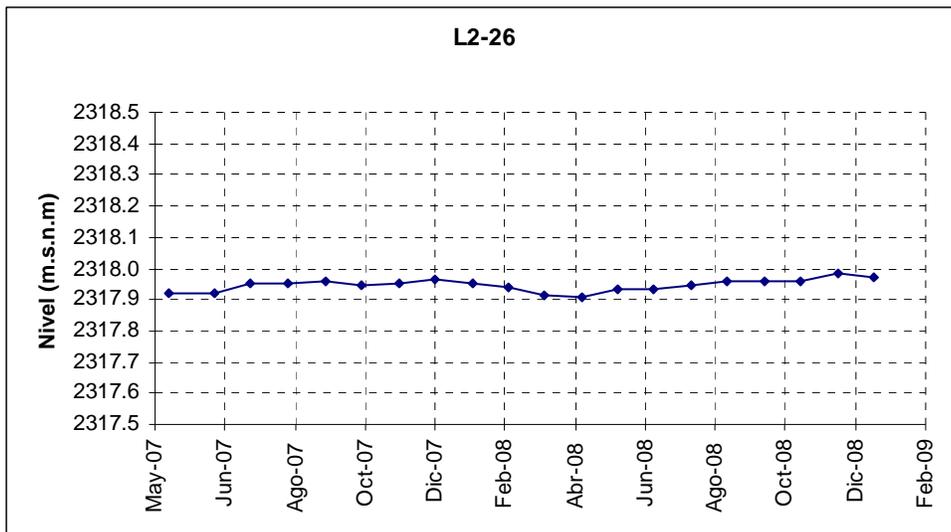


Figura 3.4-5. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.

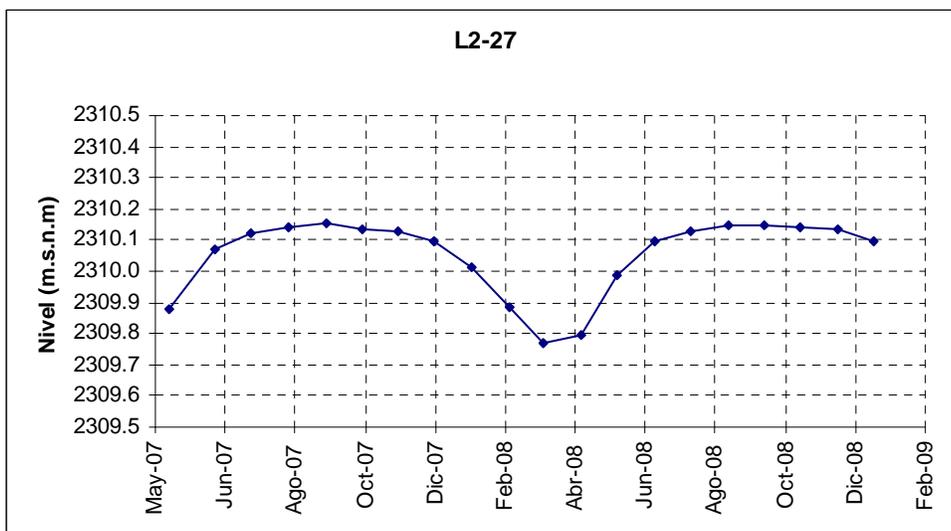


Figura 3.4-6. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.

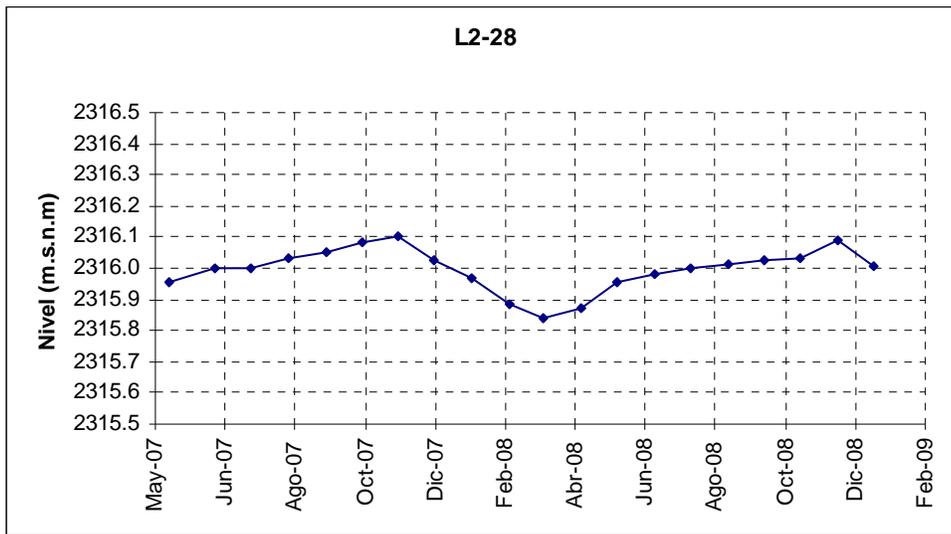


Figura 3.4-7. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.

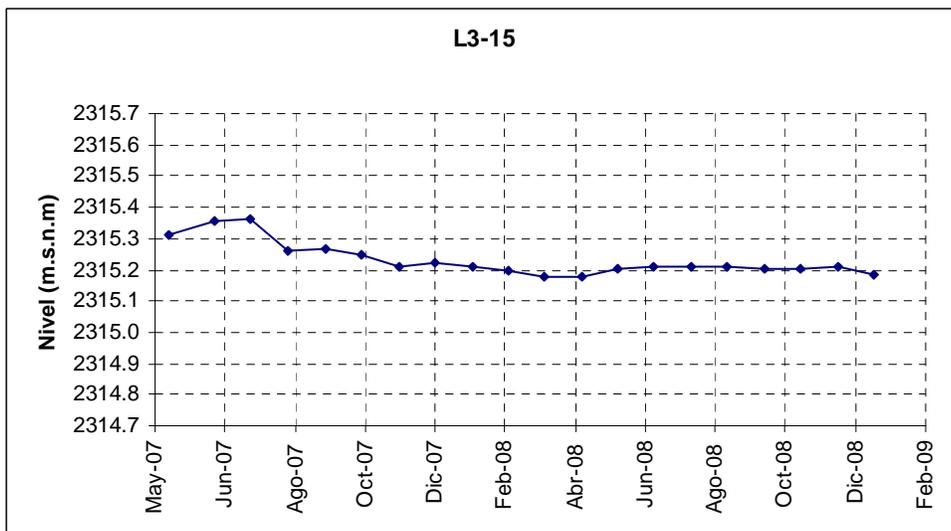


Figura 3.4-8. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.

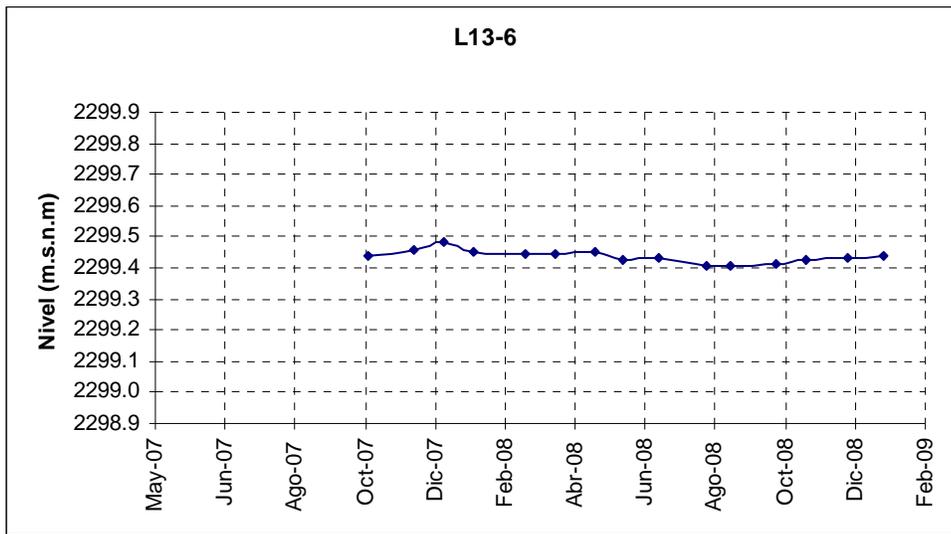


Figura 3.4-9. Nivel mensual observado en el pozo L3-16.

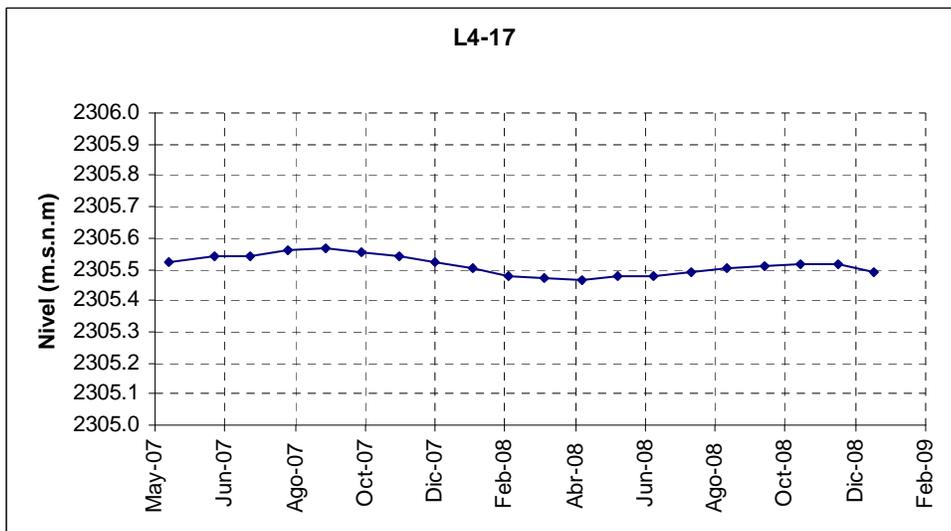


Figura 3.4-10. Nivel mensual observado en el pozo L4-17.

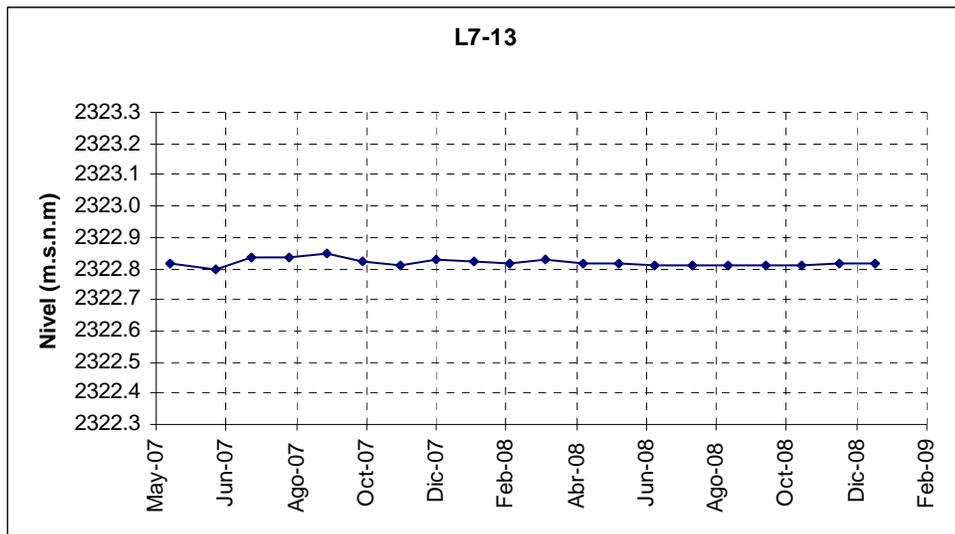


Figura 3.4-11. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.

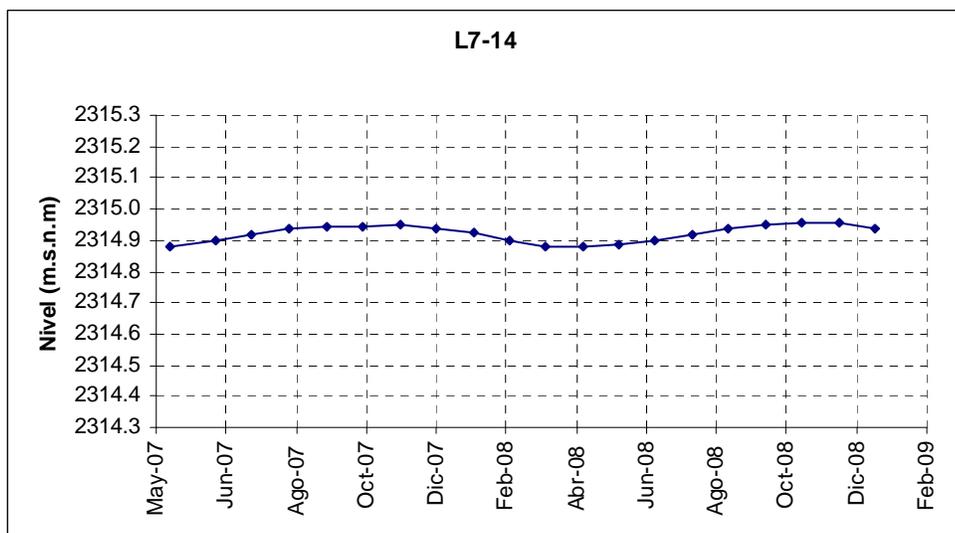


Figura 3.4-12. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.

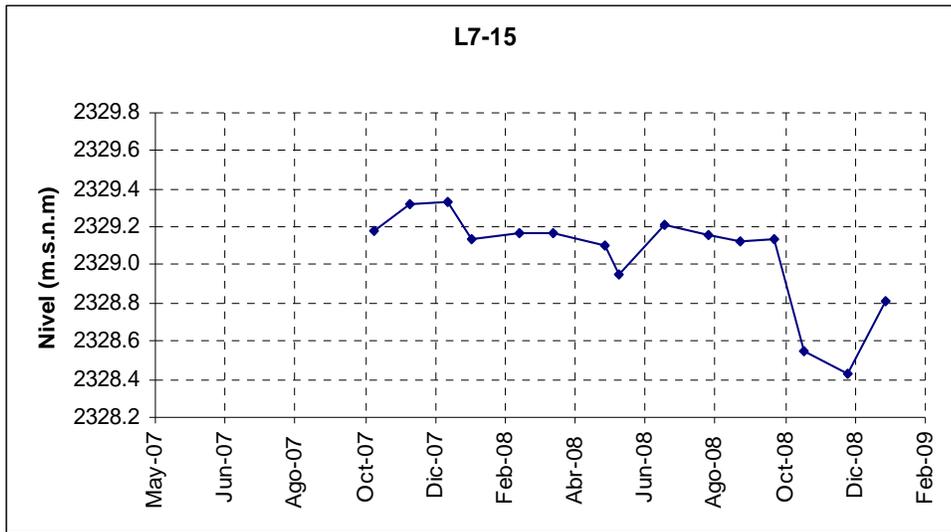


Figura 3.4-13. Nivel mensual observado en el pozo L7-15.

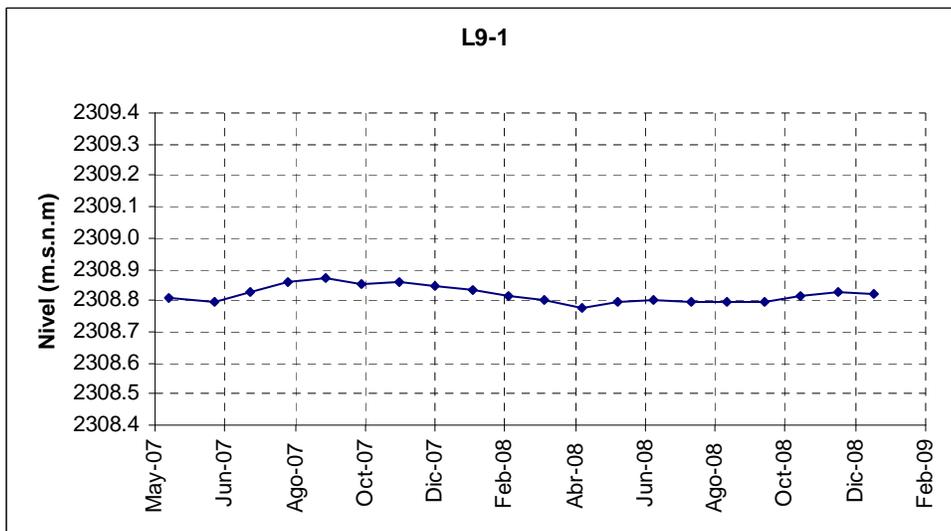


Figura 3.4-14. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.

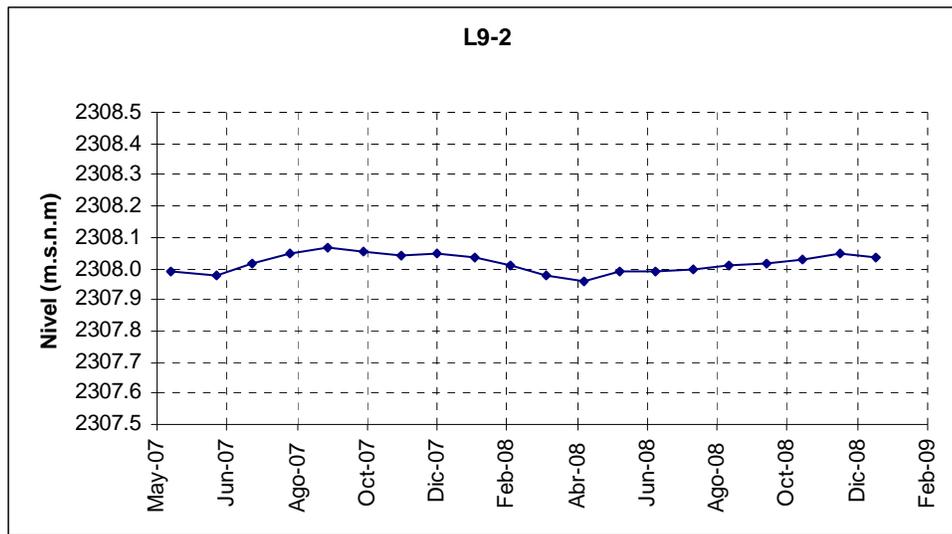


Figura 3.4-15. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.

### 3.4.2. Volumen bombeado

En el sistema Borde Este del PSAH, el único pozo que ha sido explotado es el pozo P2, cuyo volumen extraído se presenta en la Figura 3.4-16.

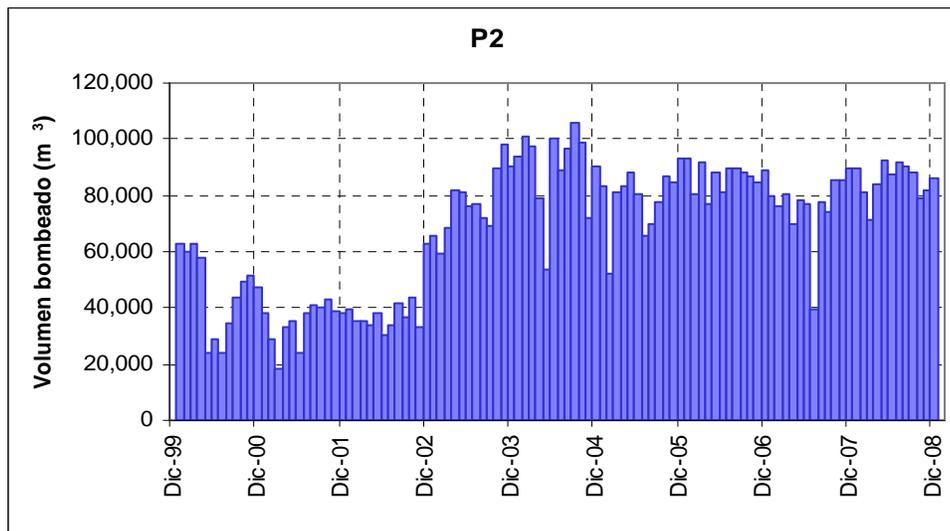


Figura 3.4-16. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.

### 3.4.3. Calidad química

Los pozos existentes para monitorear la calidad del agua subterránea en el sistema Vegetación Borde Este son: L2-4, L4-3, L7-3 y el pozo de bombeo P2. Los análisis fueron realizados por ALS Environmental, cuyos informes se adjuntan en el Anexo 6.1.

Los resultados de los análisis químicos de los pozos L2-4 y L7-3 se presentan en la sección 3.1 Sistema Soncor, mientras que los resultados del pozo L4-3 se presentan en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

En la Tabla 3.4-2 y Tabla 3.4-3 se muestran los resultados de los análisis químicos realizados en el pozo de bombeo P2.

Tabla 3.4-2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo P2.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	3,93	7,67	1,000
28-04-2008	3,71	7,41	1,001
13-07-2008	3,98	7,34	1,000
17-10-2008	3,92	8,24	1,000

Tabla 3.4-3. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo P2

Fecha de muestreo	Alcalinidad bicarbonato (mg/l)	Alcalinidad carbonato (mg/L)	Alcalinidad total (mg/L)	Arsénico total (mg/L)	Calcio total (mg/L)	Cloruro (mg/L)	Hierro total (mg/L)	Manganeso total (mg/L)	Magnesio total (mg/L)	Nitrógeno nitrato (mg/L)	pH (pH)	Sodio total (mg/L)	Sólidos disueltos (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Potasio total (mg/L)	Zinc total (mg/L)	Conductividad (mS/cm)	Densidad (Kg/L)
24-07-2007	198	<1	198	0,372	80,0	912	0,17	<0,01	49,4	3,3	7,43	404	3.01	454	34,5	<0,01	3,98	1,000
24-10-2007	126	<1	126	0,16	150	817	<0,05	<0,01	50	3,9	7,29	560	2.69	388	33	<0,01	3,98	1,000
14-02-2008	171	<1	171	0,028	171	582	0,10	<0,01	59,9	2,6	7,64	385	2.45	425	3,820	1,000	3,98	1,000
28-04-2008	152	<1	152	0,019	197	1.000	<0,05	<0,01	30,3	0,87	7,81	480	3.4	308	3,800	0,996	3,98	1,000
13-07-2008	166	<1	166	0,156	165	935	<0,05	<0,01	56,0	0,78	7,34	510	2.510	390	36,0	0,08	3,90	1,000
17-10-2008	160	<1	160	0,466	180,16	1.026	<0,03	<0,005	55,95	3,7	7,85	547,5	2.456	393	37,04	0,013	3,97	1,000

### 3.5. Vegas de Tilopozo

Los puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.378.000 a 7.369.000 Norte y 573.000 a 581.000 Este. En la Figura 3.5-1 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 3.5-1 se indica los puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal o aluvial y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero, calicata, reglilla, medición continua y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

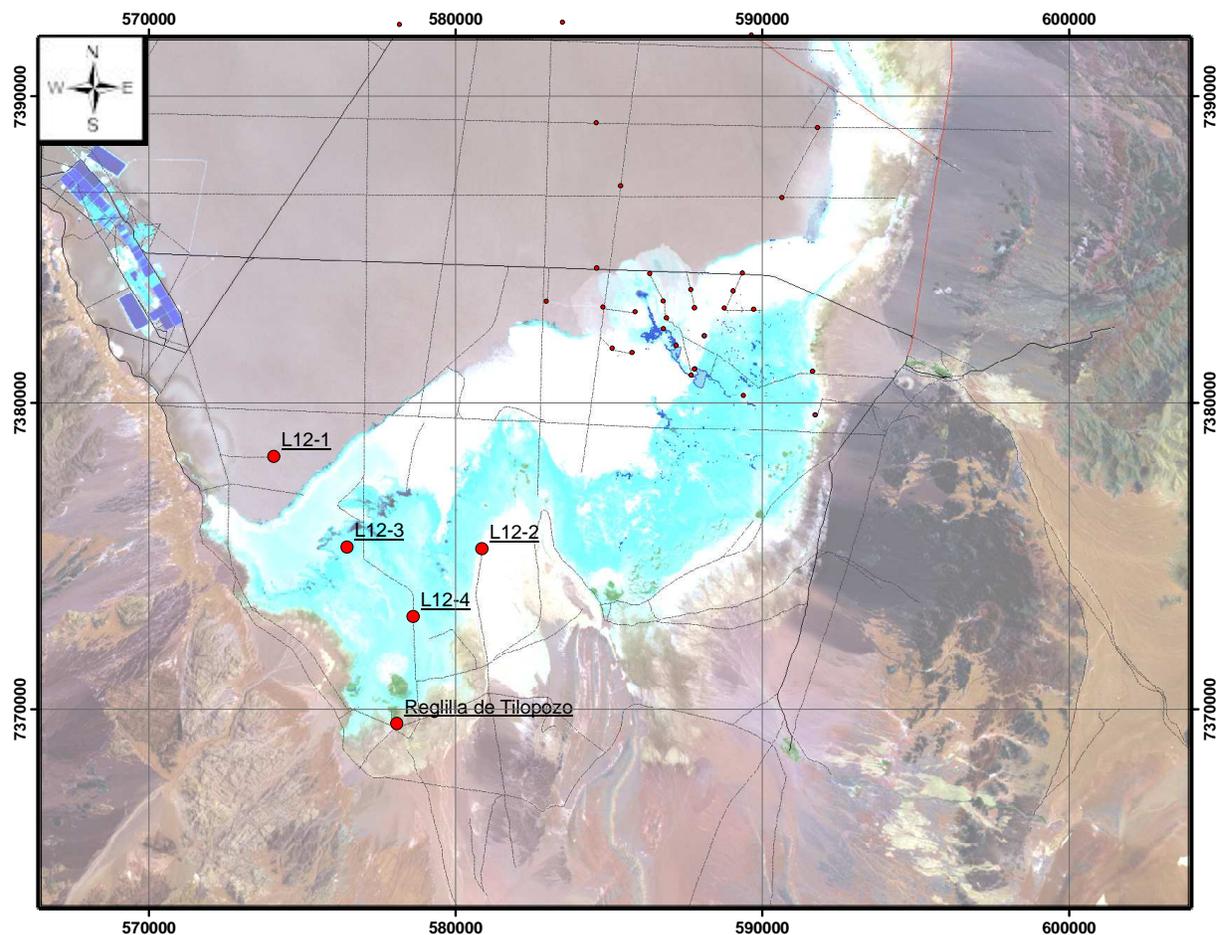


Figura 3.5-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo.

Tabla 3.5-1. Puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Tilopozo Reglilla	Zona marginal	Reglilla	159
L12-1	Zona marginal	Pozo somero	160
L12-2	Zona marginal	Pozo somero	160
L12-3	Zona marginal	Pozo somero	161
L12-4	Zona marginal	Pozo somero	161

### 3.5.1. Nivel del agua subterránea y superficial

En esta sección se presenta el nivel de los pozos construidos en la red de monitoreo del PSAH para el sistema Tilopozo. Se observa en la reglilla de Tilopozo un comportamiento estable desde mediados del año 2004. Para el resto de los puntos de medición no es posible aún apreciar una tendencia debido a la escasez de datos.

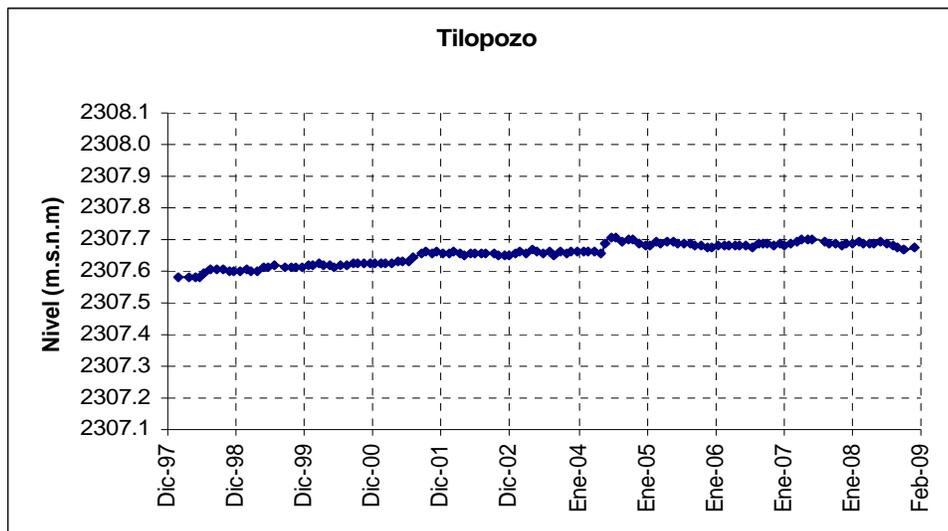


Figura 3.5-2. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.

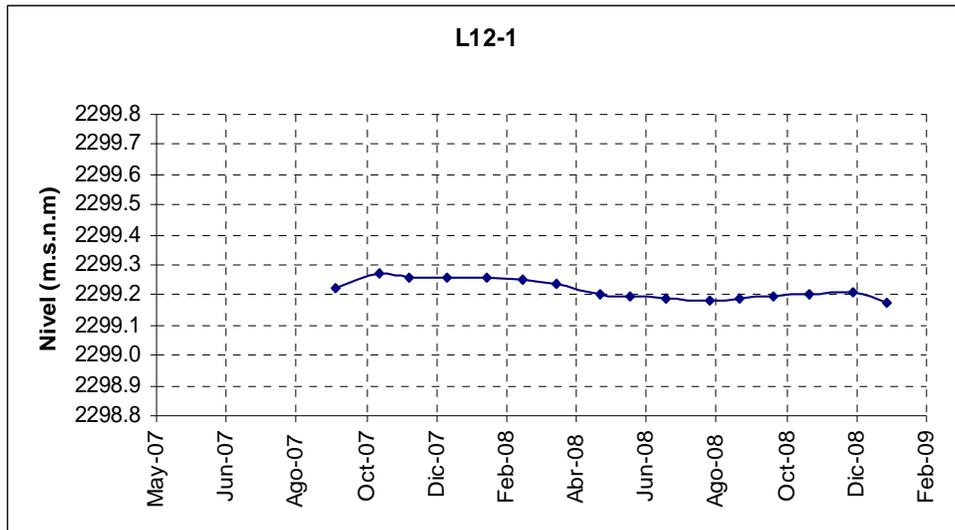


Figura 3.5-3. Nivel mensual observado en el pozo L12-1.

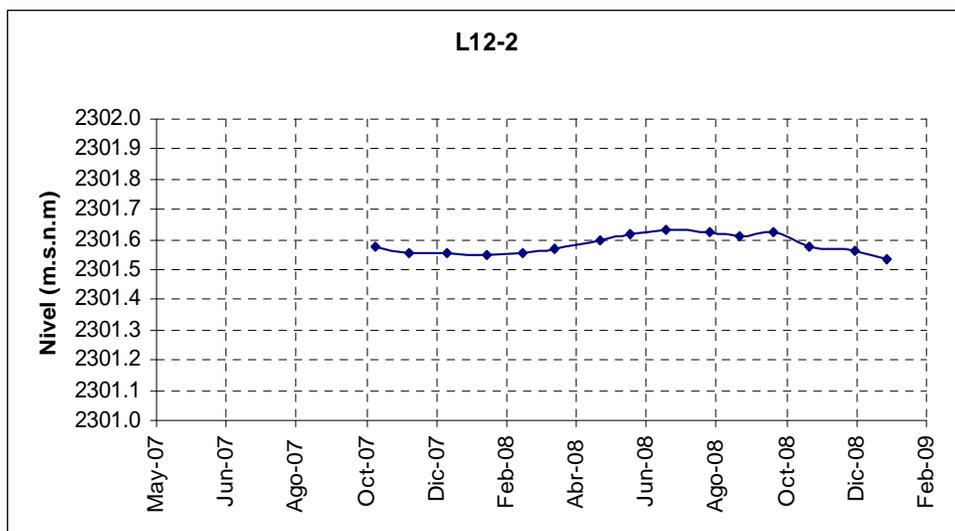


Figura 3.5-4. Nivel mensual observado en el pozo L12-2.

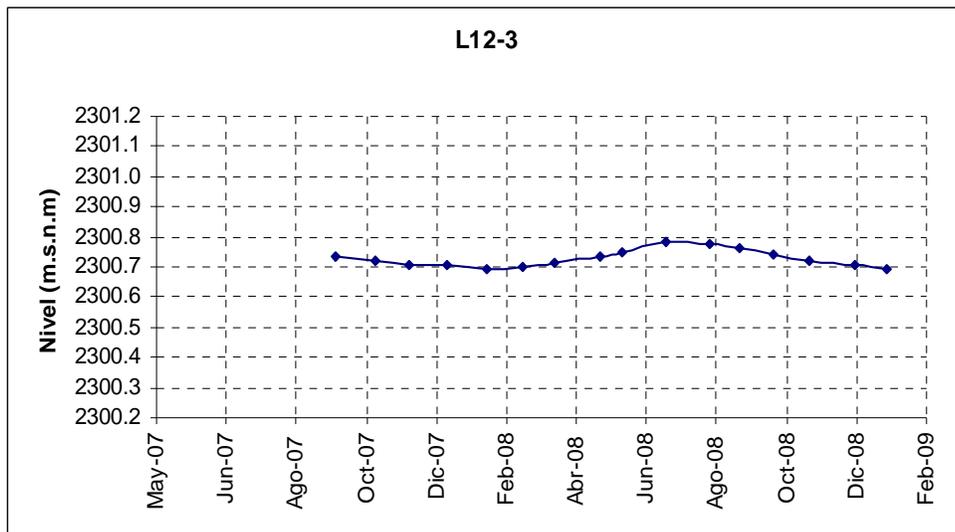


Figura 3.5-5. Nivel mensual observado en el pozo L12-3.

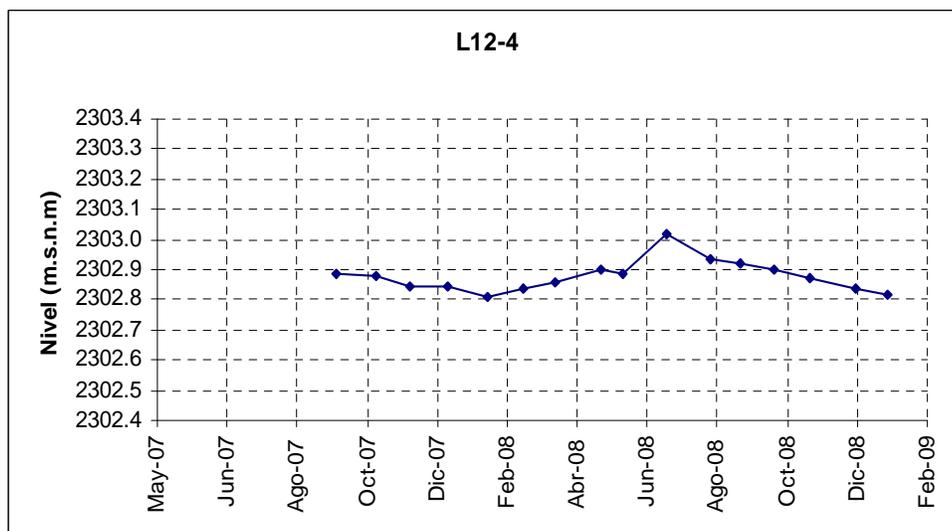


Figura 3.5-6. Nivel mensual observado en el pozo L12-4.

### 3.6. Núcleo del Salar de Atacama

Los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar se encuentran entre las coordenadas 7.425.000 a 7.379.000 Norte y 547.000 a 588.000 Este. En la Figura 3.6-1 se muestra la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 3.6-1 se indican los puntos de monitoreo del sistema Núcleo del Salar, siendo todos clasificados como salmuera. Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

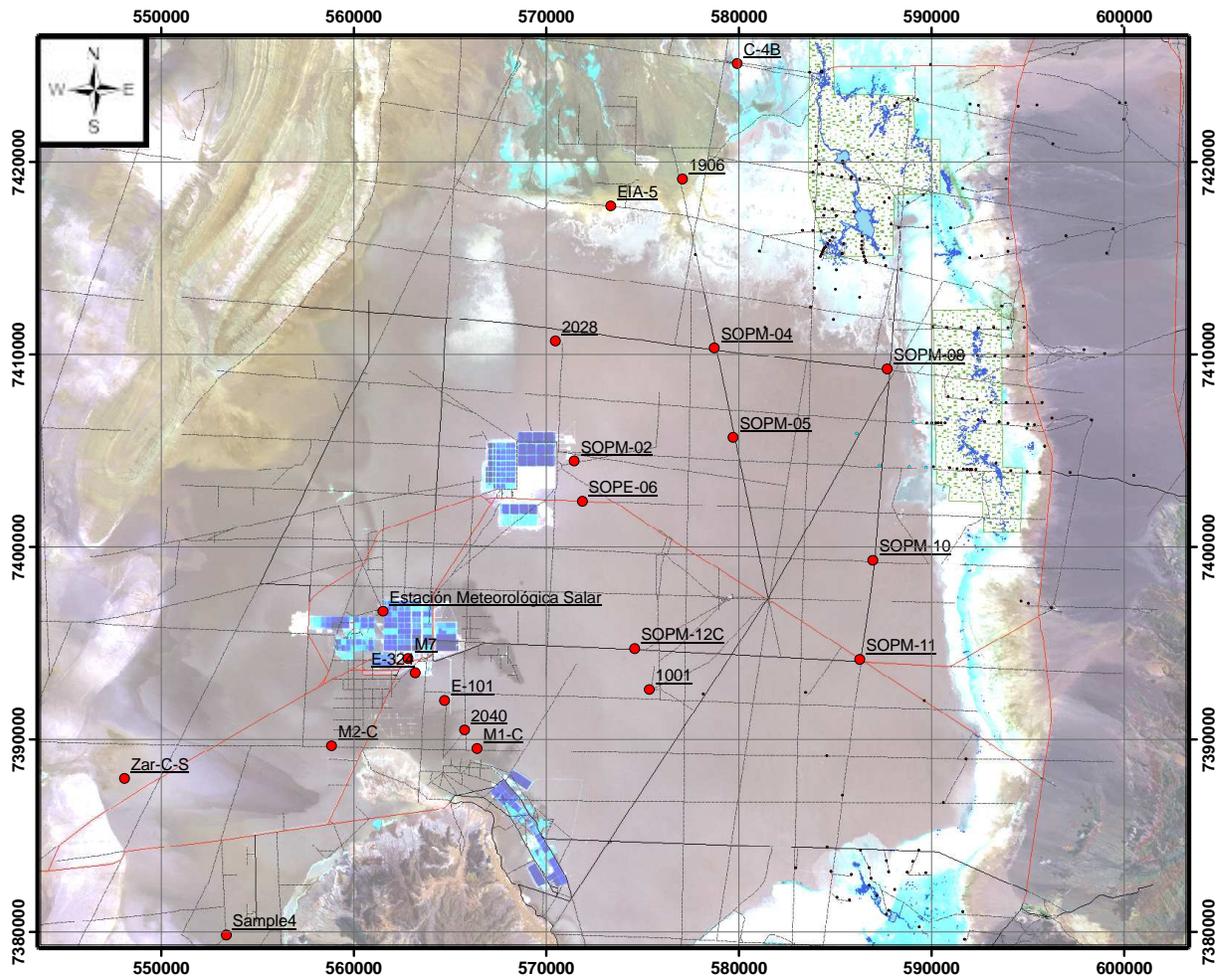


Figura 3.6-1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Núcleo.

Tabla 3.6-1. Puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
1001	Salmuera	Pozo profundo	163	Sample-4	Salmuera	Pozo somero	169
1906	Salmuera	Pozo profundo	164	SOPE-6	Salmuera	Pozo profundo	169
2028	Salmuera	Pozo profundo	164	SOPM -02	Salmuera	Pozo profundo	170
2040	Salmuera	Pozo profundo	165	SOPM -04	Salmuera	Pozo profundo	170
E-101	Salmuera	Pozo profundo	167	SOPM -05	Salmuera	Pozo profundo	171
E-324	Salmuera	Pozo profundo	168	SOPM-10	Salmuera	Pozo profundo	171
EIA-5	Salmuera	Pozo profundo	168	SOPM -11	Salmuera	Pozo somero	172
M1-C	Salmuera	Pozo profundo	166	SOPM -12c	Salmuera	Pozo profundo	172
M2-C	Salmuera	Pozo profundo	166	Zar-C-S	Salmuera	Pozo somero	173
M7	Salmuera	Pozo profundo	167	C4-B	Salmuera	Pozo somero	165

### 3.6.1. Nivel de la salmuera subterránea

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sector Núcleo del Salar de Atacama.

El pozo SOPM-8 (L3-4) pertenece a la red de monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Núcleo del Salar de Atacama, por lo cual no se presenta en este subcapítulo. Su gráfico puede ser consultado en la sección 3.2 Aguas de Quelana.

Se puede observar en los gráficos que, en general, para los últimos meses los pozos mantienen la tendencia a estabilizarse, sin embargo muchos de los pozos son nuevos y no disponen de la cantidad suficiente de datos como para realizar este tipo de análisis.

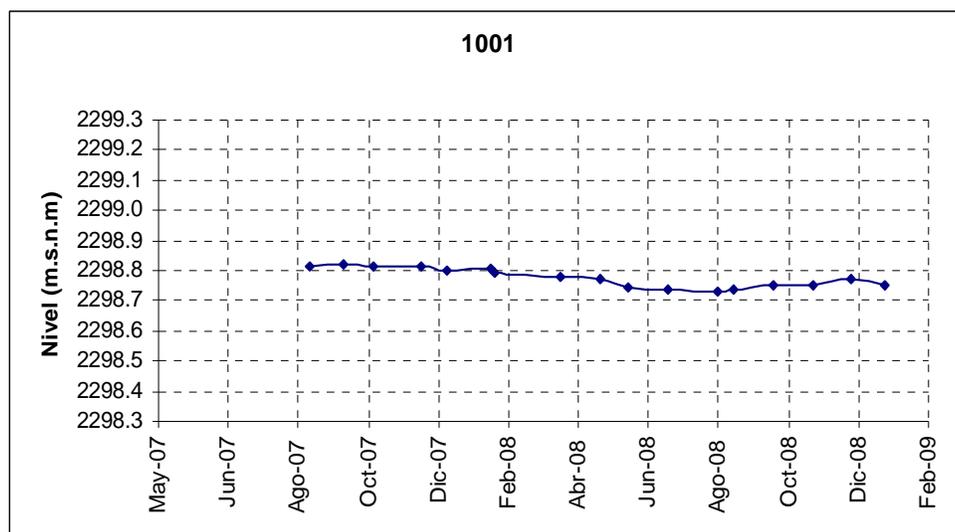


Figura 3.6-2. Nivel mensual observado en el pozo 1001.

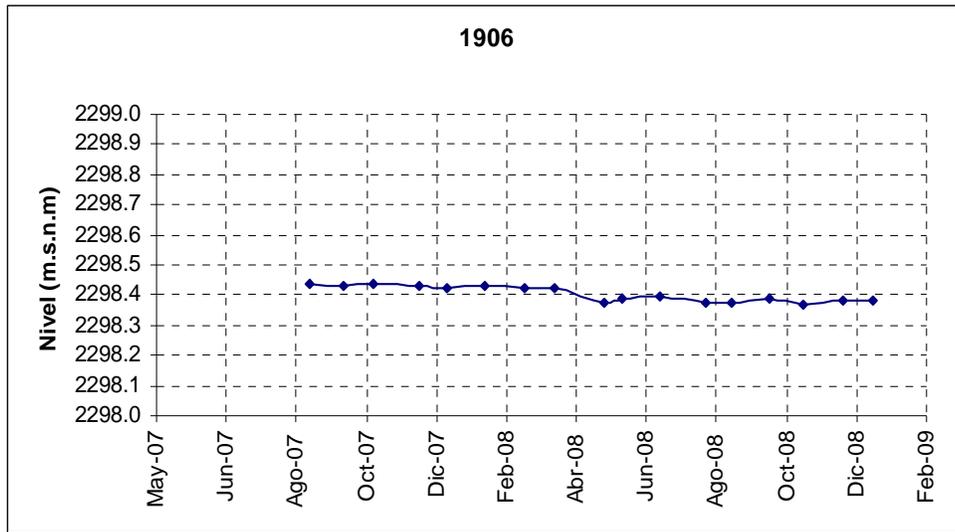


Figura 3.6-3. Nivel mensual observado en el pozo 1906.

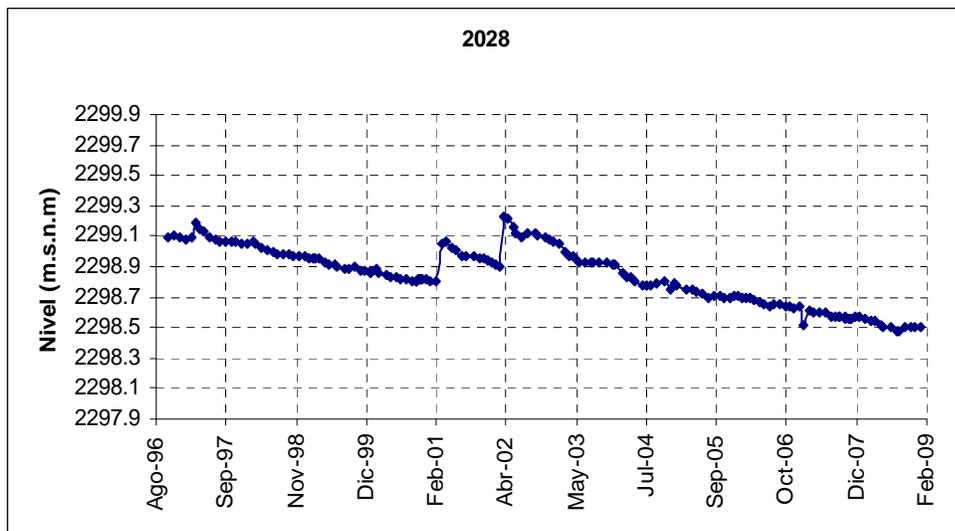


Figura 3.6-4. Nivel mensual observado en el pozo 2028.

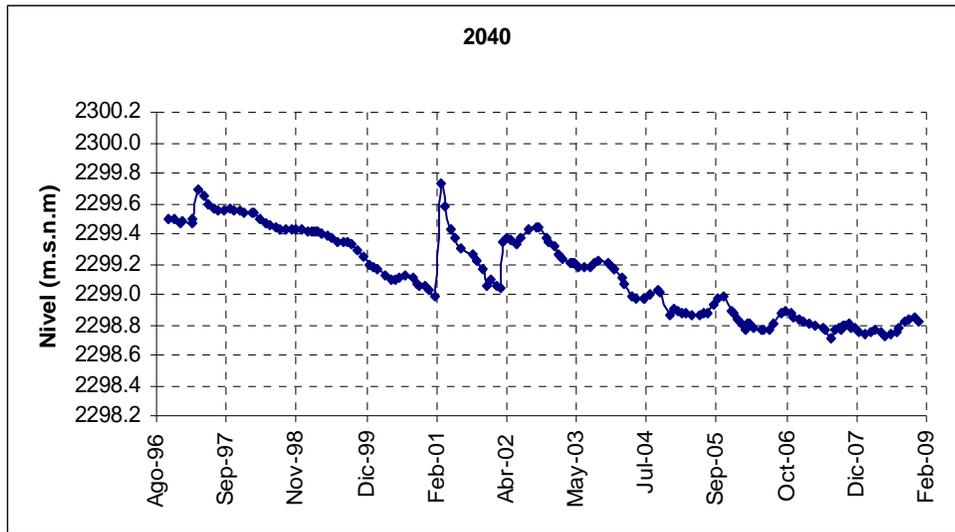


Figura 3.6-5. Nivel mensual observado en el pozo 2040.

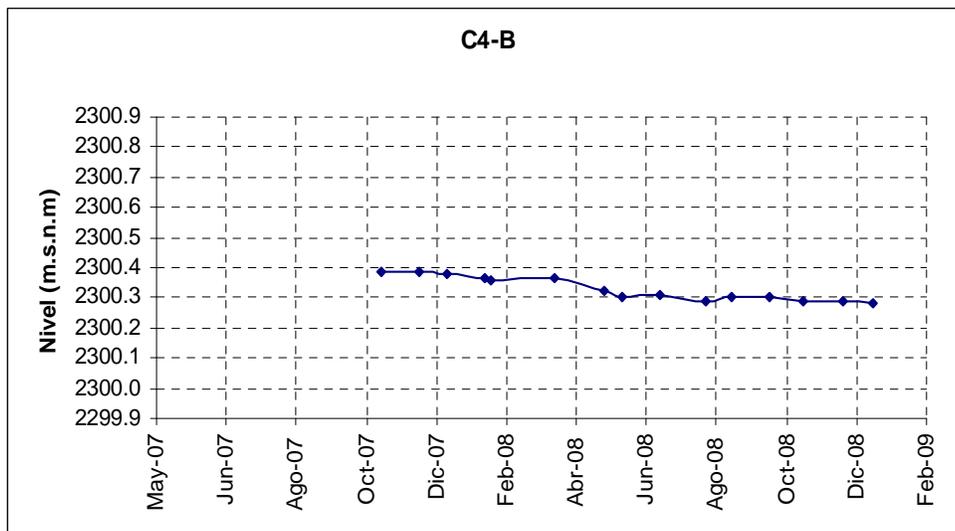


Figura 3.6-6. Nivel mensual observado en el pozo C4-B.

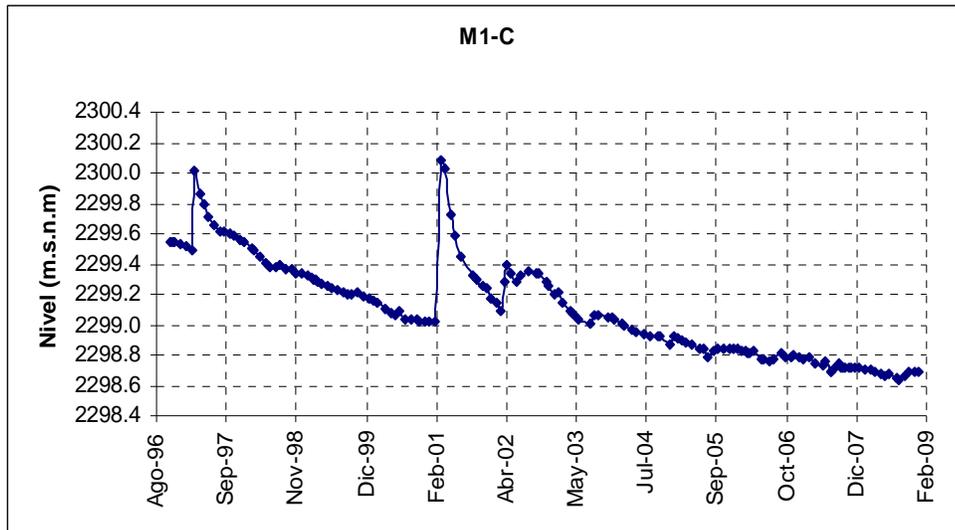


Figura 3.6-7. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.

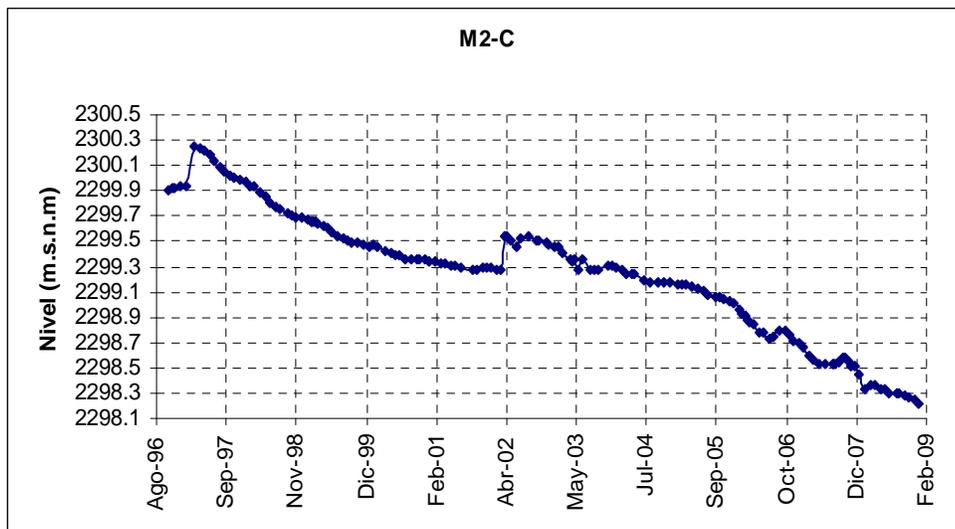


Figura 3.6-8. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.

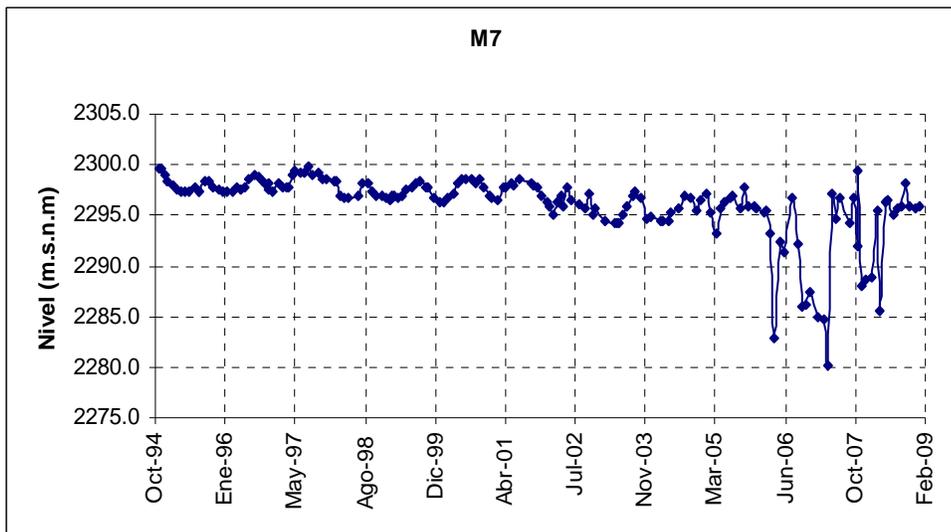


Figura 3.6-9. Nivel mensual observado en el pozo M7.

Cabe señalar que las fuertes variaciones de nivel del pozo M7 son la respuesta directa al bombeo del pozo de producción WM-7, el cual se encuentra a 1,5 metros de distancia, es decir, dentro del cono de depresión del pozo de bombeo.

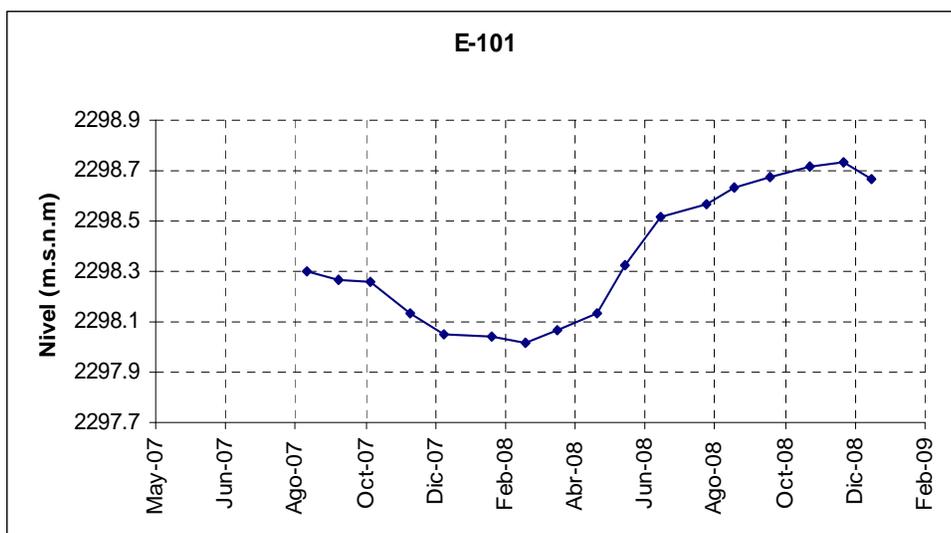


Figura 3.6-10. Nivel mensual observado en el pozo E-101.

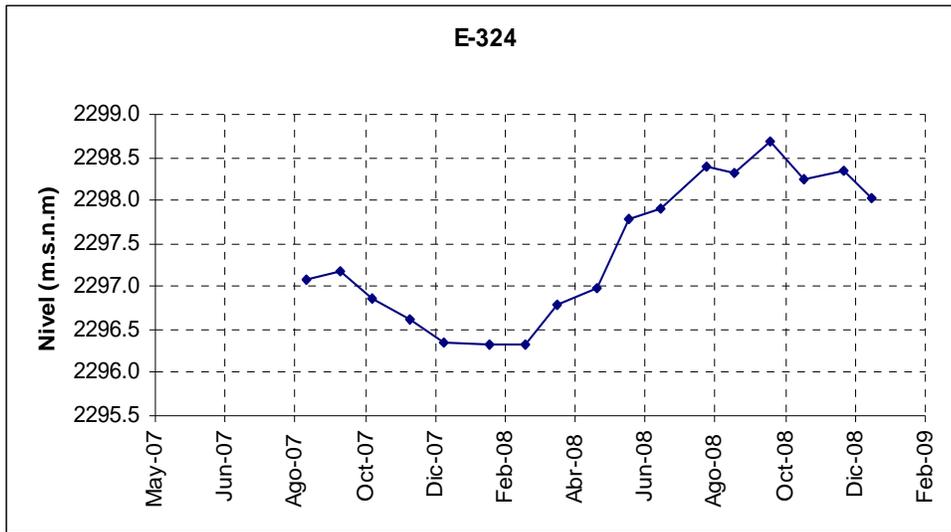


Figura 3.6-11. Nivel mensual observado en el pozo E-324.

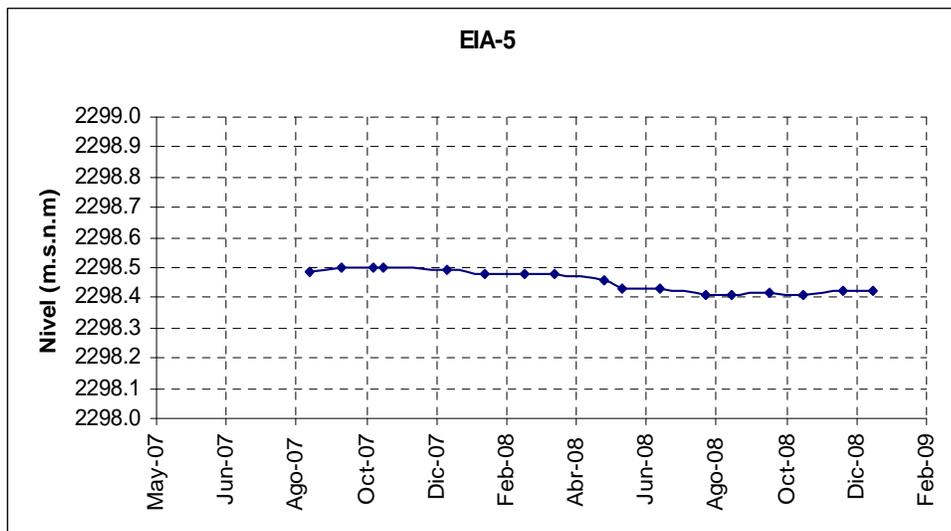


Figura 3.6-12. Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.

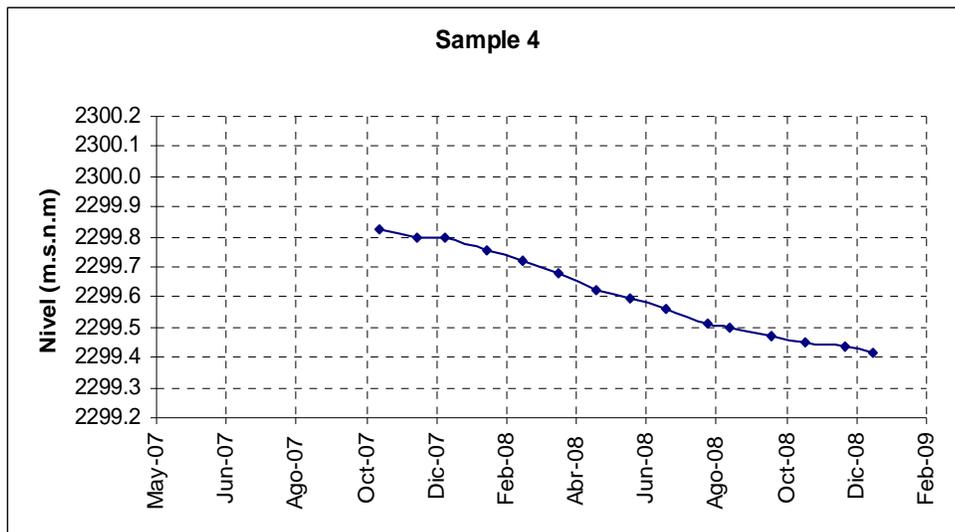


Figura 3.6-13. Nivel mensual observado en el pozo Sample4.

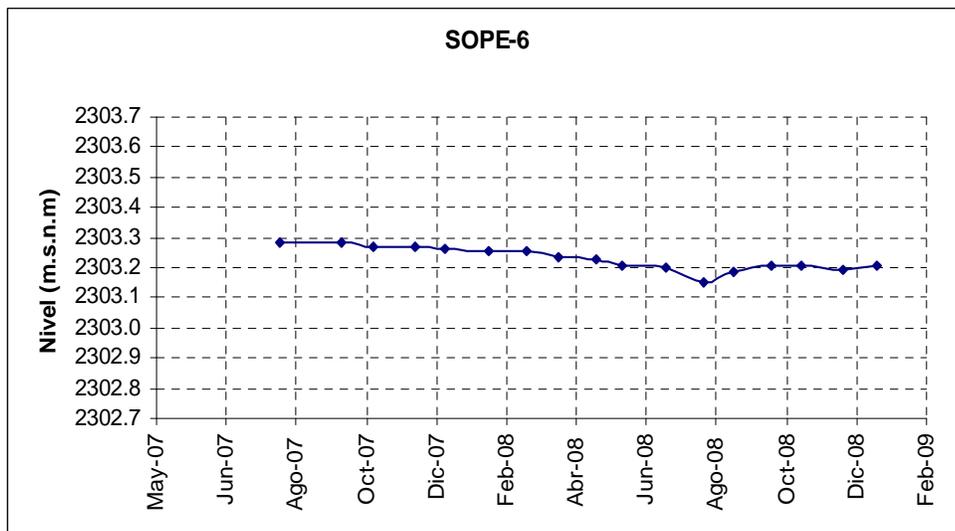


Figura 3.6-14. Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.

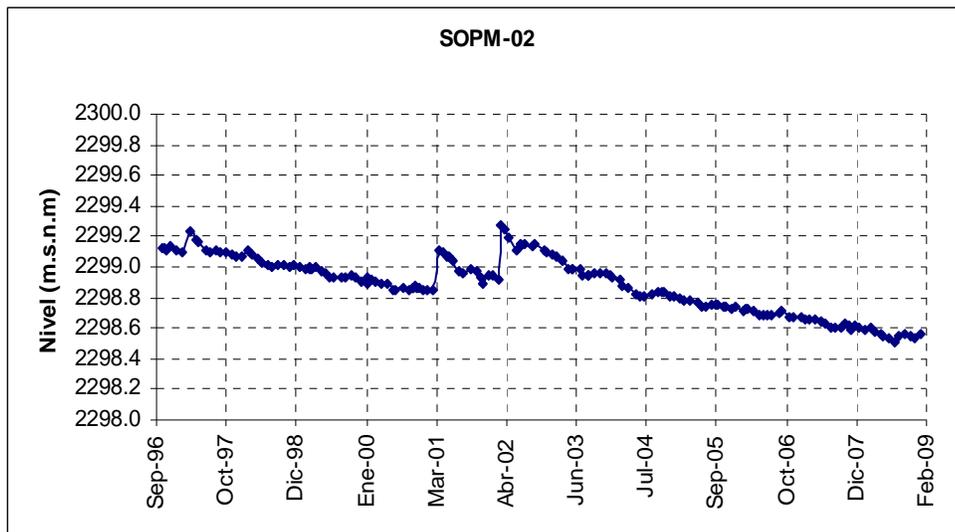


Figura 3.6-15. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.

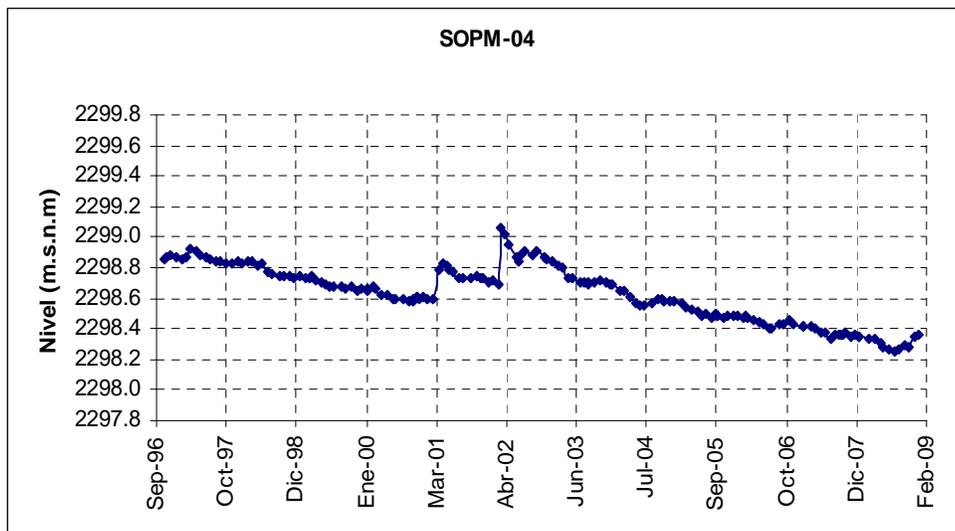


Figura 3.6-16. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.

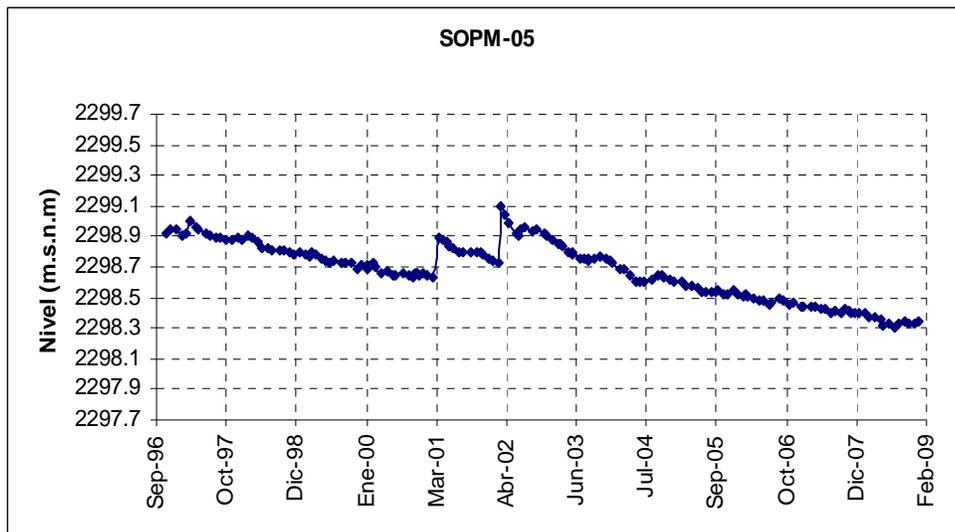


Figura 3.6-17. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.

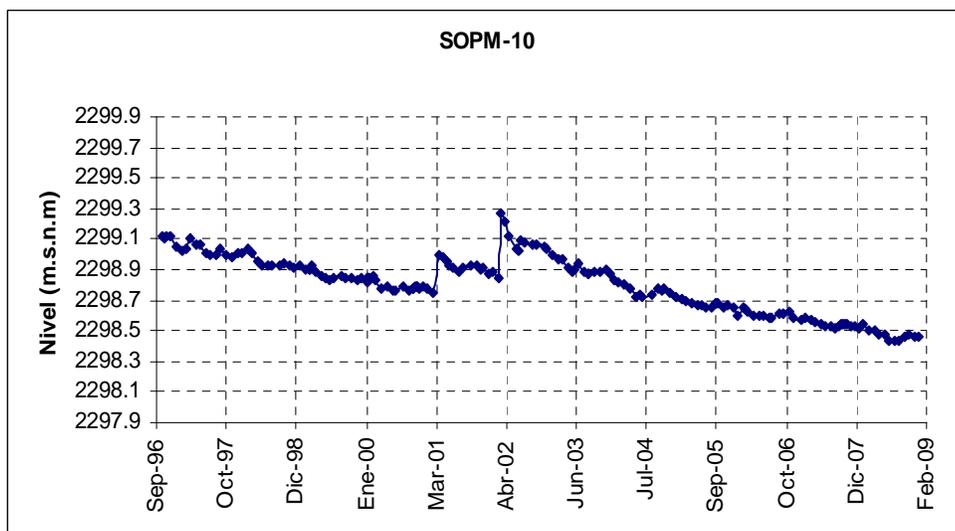


Figura 3.6-18. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.

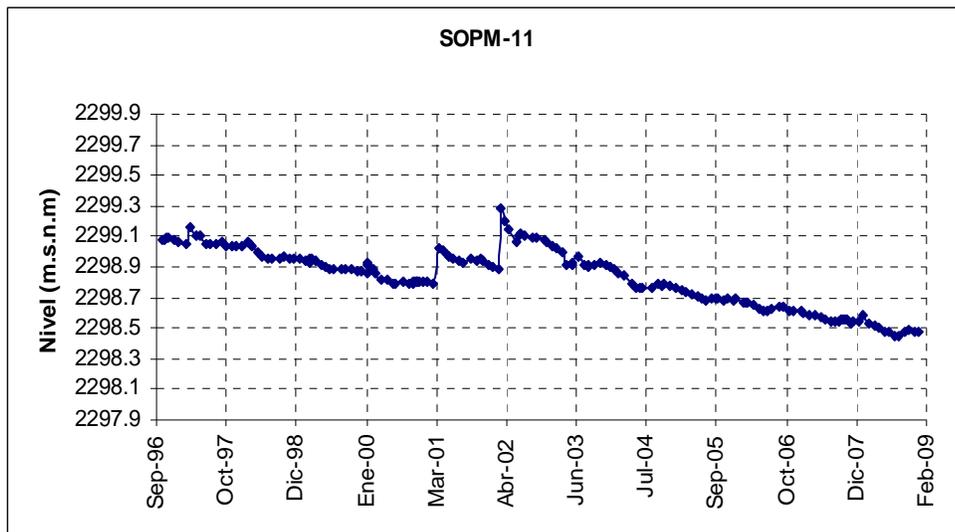


Figura 3.6-19. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.

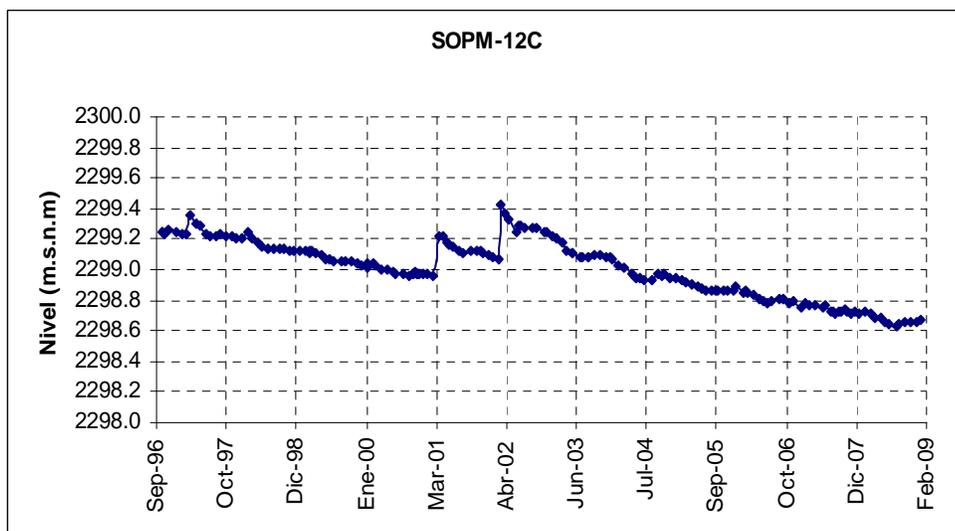


Figura 3.6-20. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.

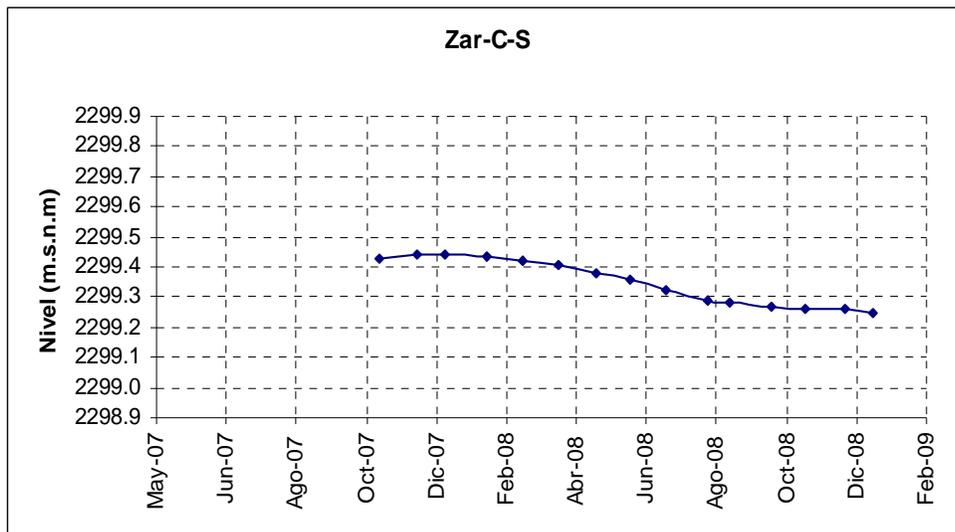


Figura 3.6-21. Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.

### 3.6.2. Meteorología

Entre la Figura 3.6-22 y la Figura 3.6-25 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Salar que son parte del PSAH. Se observa que durante el mes de enero se registró un evento de tormenta con una precipitación de 7,4 mm.

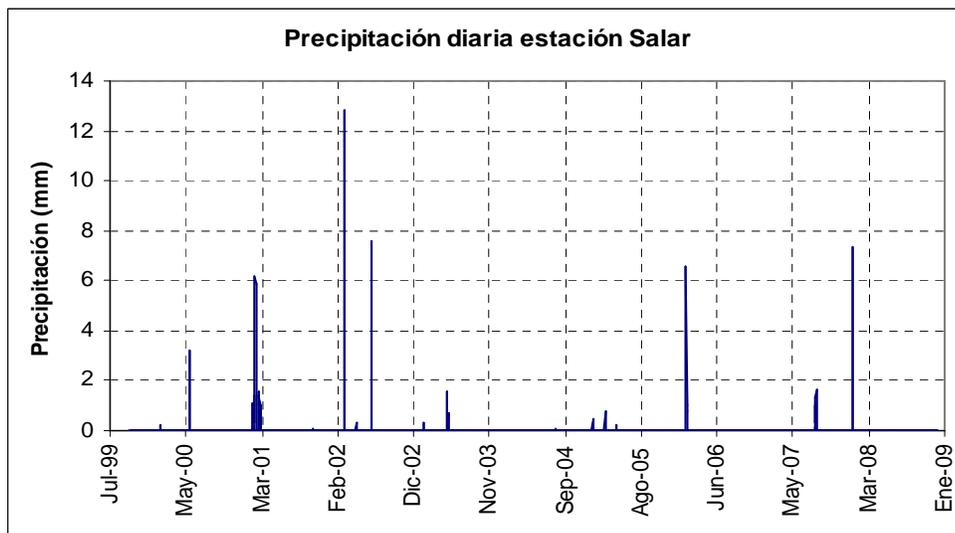


Figura 3.6-22. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.

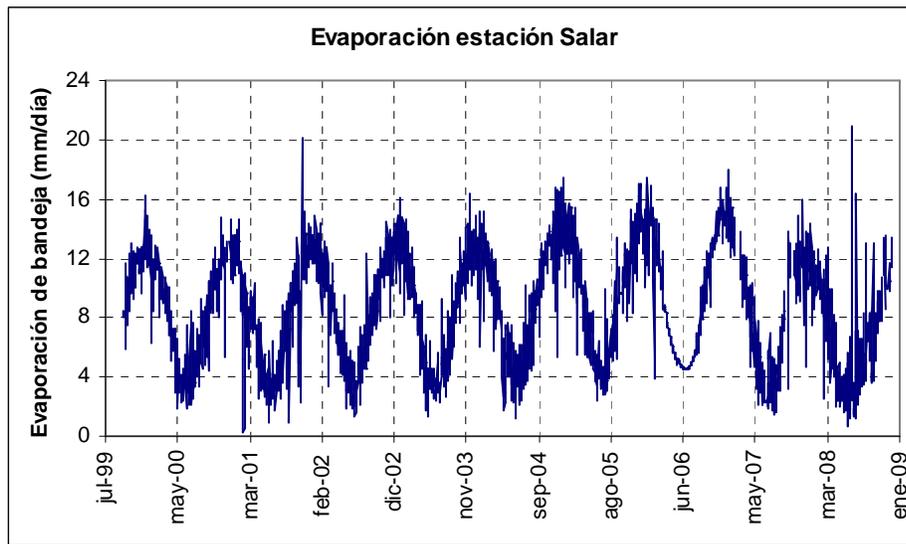


Figura 3.6-23. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.

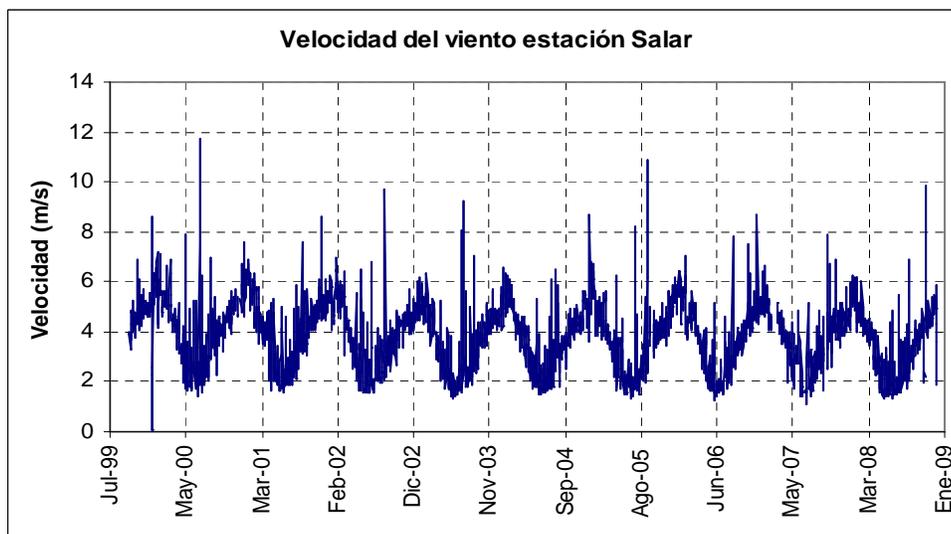


Figura 3.6-24. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.

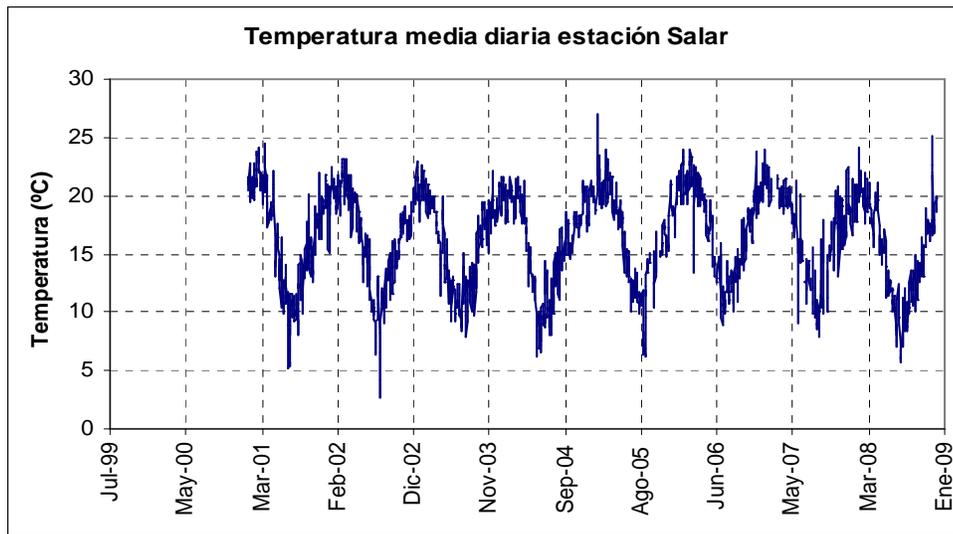


Figura 3.6-25. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.

### 3.6.3. Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el sector del núcleo del Salar de Atacama son: SOPM-12C y 1001. Las muestras de estos pozos se tomaron los días 13 de julio y 17 de octubre del 2008 y fueron analizadas por el laboratorio ALS Environmental. En el Anexo 6.1 se adjuntan los informes de los análisis químicos de estos pozos. Los resultados se presentan desde la Tabla 3.6-2 a la Tabla 3.6-5.

Tabla 3.6-2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	218	6,67	1,215
28-04-2008	221	6,92	1,230
13-07-2008	231	6,94	1,226
17-10-2008	231	7,17	1,224

Tabla 3.6-3. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (Kg/L)
01-08-2007	439.000	1,240
31-10-2007	578.000	1,240
02-02-2008	372.000	1,221
29-04-2008	601.000	1,233
13-07-2008	178.000	1,220
17-10-2008	418.000	1,300

Tabla 3.6-4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	237	6,87	1,225
28-04-2008	220	6,88	1,225
13-07-2008	231	6,90	1,226
17-10-2008	237	7,19	1,224

Tabla 3.6-5. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (Kg/L)
01-08-2007	444.000	1,240
31-10-2007	601.000	1,240
02-02-2008	351.000	1,222
29-04-2008	616.000	1,248
13-07-2008	224.000	1,218
17-10-2008	419.000	1,300

### 3.7. Cuña Salina

Los puntos de monitoreo del sistema Cuña se encuentran al este del Salar de Atacama, entre las coordenadas 7.421.000 a 7.379.000 Norte y 587.000 a 597.000 Este. En la Figura 3.7-2 se aprecia la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 3.7-3 se indican los puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina, los cuales corresponden a pozos clasificados como cuña, emplazados íntegramente en la zona marginal. Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

El sector de la cuña salina presenta la particularidad de tener, a partir del nivel freático, un acuífero de agua dulce proveniente de las zonas de recarga ubicadas al oriente del salar, y más abajo del nivel freático existe una cuña salina que se adentra por debajo del acuífero de agua

dulce, por lo que un pozo que esté ubicado en este sector puede atravesar ambas zonas. Para efectos de simplificar el análisis y definir los límites de ambos sectores se ha utilizado el criterio presentado por Fetter (2001<sup>1</sup>) para clasificar aguas de acuerdo a su salinidad. Cabe señalar que para la primera categoría, de agua dulce, se modificó la clasificación propuesta por Fetter, de modo de adoptar la recomendación propuesta para zonas áridas, que considera como límite superior 3.000 mg/l de sólidos disueltos totales (SDT) para dicha categoría (Tabla 3.7-1). Adicionalmente, para efectos de mejorar la presentación de los resultados en los gráficos, se unieron las categorías intermedias entre agua fresca y salmuera, de manera de generar una zona de transición (Tabla 3.7-1). Los valores utilizados se presentan además expresados en unidades de conductividad eléctrica en la Tabla 3.7-2.

El monitoreo de la cuña salina se realiza a través de la medición de la conductividad eléctrica del agua subterránea. Para expresar estas mediciones en términos de sólidos disueltos totales, se utilizó una curva construida en base a mediciones realizadas en el Salar de Atacama y que se aprecia en la Figura 3.7-1.

Cabe señalar que las figuras donde se presenta el perfilaje de conductividad eléctrica (Figura 3.7-6, Figura 3.7-9, Figura 3.7-12), las líneas muestran las mediciones realizadas hasta el fondo del pozo, por lo que no necesariamente todas tienen la misma profundidad.

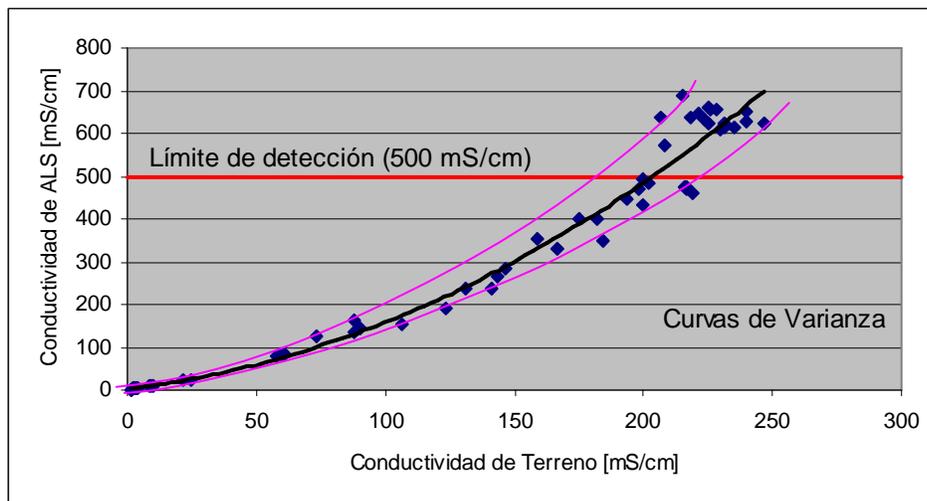


Figura 3.7-1. Relación empírica entre la conductividad eléctrica del agua subterránea y la concentración de sólidos totales disueltos para el Salar de Atacama (línea negra: regresión polinómica de segundo orden; línea roja: intervalos de confianza equivalentes a +/- 60% del valor estimado en la regresión).

<sup>1</sup> Fetter, C.W. 2001 *Applied Hydrogeology 4th Edition*. Prentice Hall

Tabla 3.7-1. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de TDS.

Fetter		Fetter Modificado	
<i>Categoría</i>	<i>Rango SDT [mg/L]</i>	<i>Categoría</i>	<i>Rango SDT [mg/L]</i>
Agua fresca	0-1.000	Agua fresca	0-3.000
Aguas salobres	1.000-10.000	Zona de transición	3.000-100.000
Aguas salinas	10.000-100.000	Salmuera	>100.000
Salmuera	>100.000		

Tabla 3.7-2. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de conductividad.

Categoría	Rango [mS/cm]
Agua fresca	0-6,1
Zona de transición	6,1-80,2
Salmuera	> 80,2

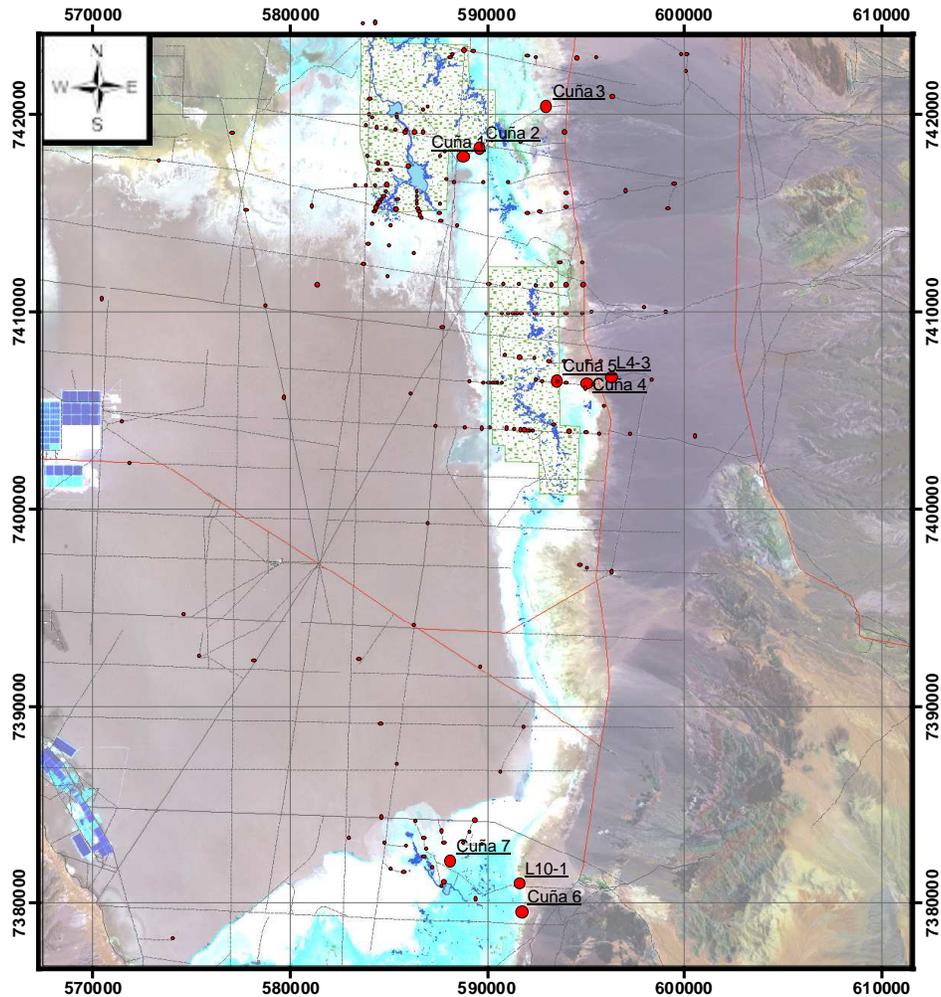


Figura 3.7-2. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina.

Tabla 3.7-3. Puntos de monitoreo del Sistema Cuña Salina.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Cuña 1	Zona marginal	Pozo cuña	181 y 182
Cuña 2	Zona marginal	Pozo cuña	181 y 182
Cuña 3	Zona marginal	Pozo cuña	182 y 182
Cuña 4	Zona marginal	Pozo cuña	183 y 184
Cuña 5	Zona marginal	Pozo cuña	183 y 184
L4-3	Zona marginal	Pozo cuña	184
Cuña 6	Zona marginal	Pozo cuña	185 y 186
Cuña 7	Zona marginal	Pozo cuña	185 y 186
L10-1	Zona marginal	Pozo cuña	186

Los pozos que monitorean la Cuña Salina son: L4-3, Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1. El pozo L4-3 es parte del monitoreo de nivel del sistema Aguas de Quelana, mientras que el pozo L10-1 es del sistema Peine, razón por la cual sus niveles no se presentan en este subcapítulo. Los gráficos de los pozos L4-3 y L10-1 pueden ser consultados en las secciones 3.2 y 3.3 respectivamente. En la Tabla 3.7-4 se indican las profundidades de los pozos cuñas. Nótese que los pozos Cuña 3 y Cuña 4 presentan un comportamiento de acuífero confinado.

Tabla 3.7-4. Profundidades de los pozos cuñas.

Pozo	Profundidad (m)
Cuña 1	22
Cuña 2	24
Cuña 3	140
Cuña 4	95
Cuña 5	38
Cuña 6	122
Cuña 7	42
L4-3	95
L10-1	162

SQM Salar realizó mediciones del perfil de conductividad y temperatura en todos los pozos listados en la Tabla 3.7-3 durante los días 17, 18, 22 y 23 de diciembre de 2008. Estos perfiles se presentan en la Figura 3.7-6, Figura 3.7-9 y Figura 3.7-12.

Los registros de nivel de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se muestran en la Figura 3.7-3, Figura 3.7-4 y Figura 3.7-5, respectivamente.

Los perfiles de conductividad de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se presentan en la Figura 3.7-6. Los pozos Cuña 1 y Cuña 2 están emplazados directamente en la cuña salina, registrando valores mayores al límite de la categoría definido en 80,2 mS/cm, mientras que el pozo Cuña 3 atraviesa la denominada zona de transición en sus primeros 90 metros (conductividades entre 35,3 y 80,2 mS/cm), para luego internarse en la zona de salmuera por los cincuenta metros restantes.

Cabe señalar que para el grupo de puntos de medición en el Sector Cuña Salina no se dispone de un registro lo suficientemente largo como para inferir una tendencia en los niveles.

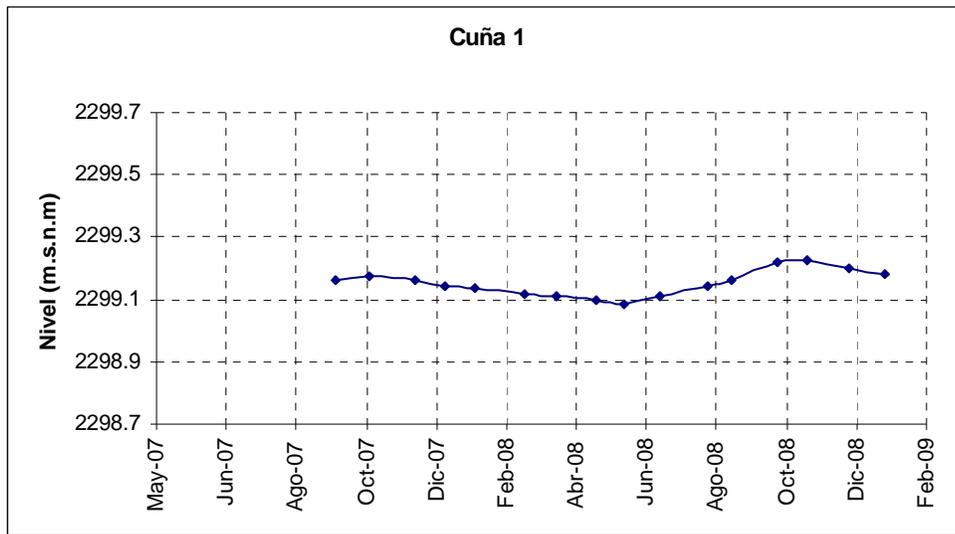


Figura 3.7-3. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1.

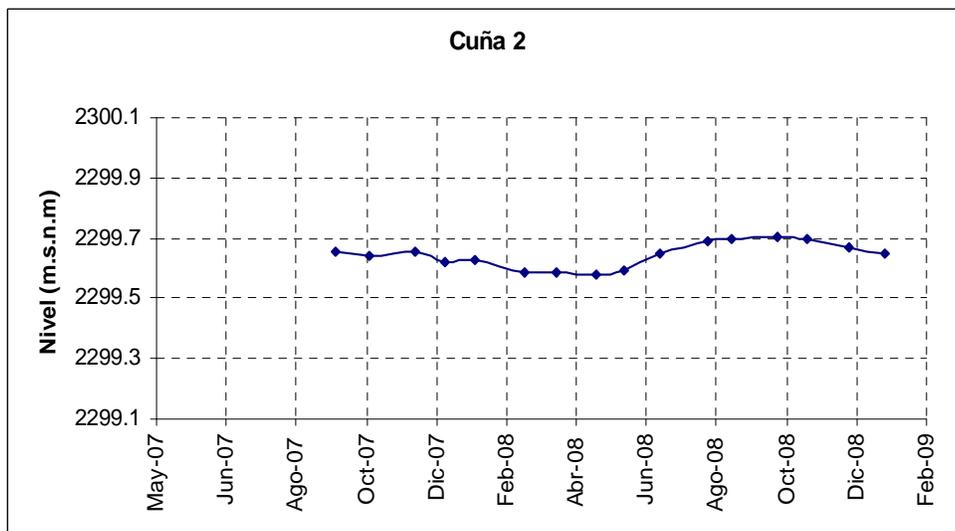


Figura 3.7-4. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2.

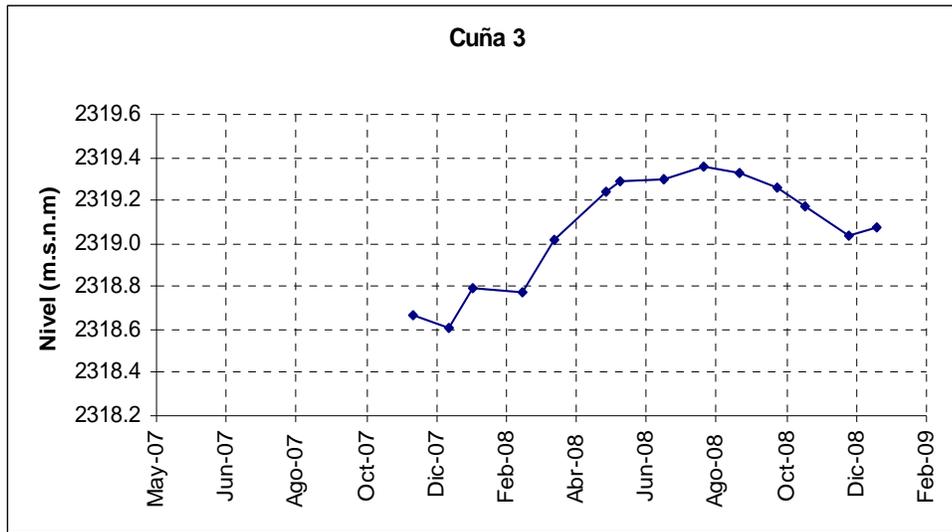


Figura 3.7-5. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3.

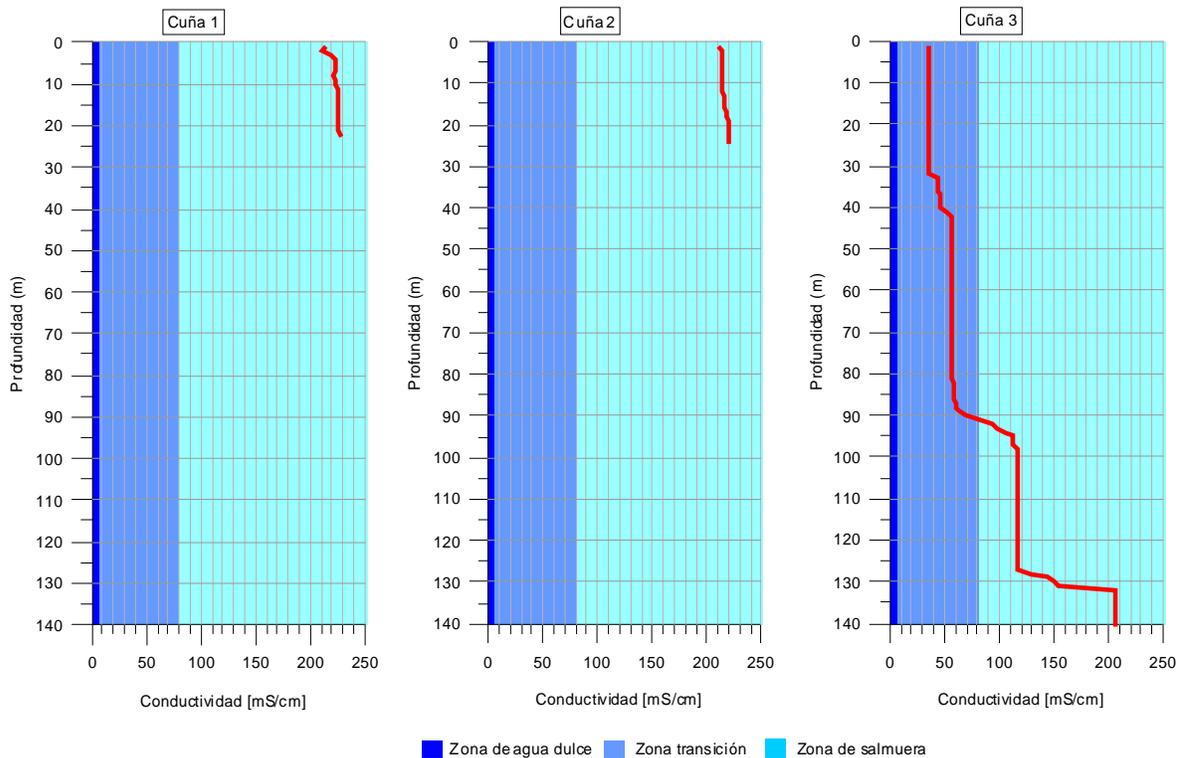


Figura 3.7-6. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua dulce).

Los niveles observados en los pozos Cuñas 4 y Cuña 5 se presentan en la Figura 3.7-7 y Figura 3.7-8, respectivamente. A partir de la medición de noviembre de 2007 el pozo cuña 4 está registrando los niveles del acuífero confinado.

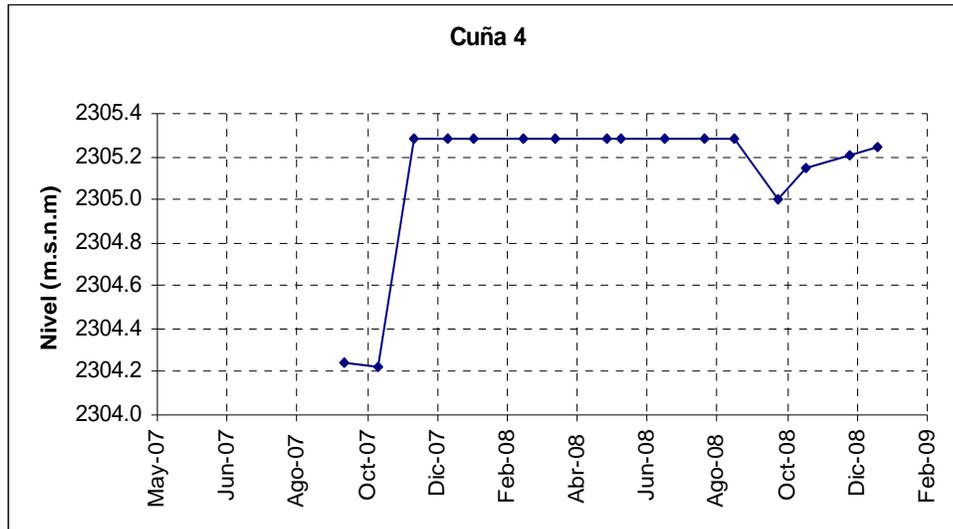


Figura 3.7-7. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (Inicialmente reportaba afloramiento).

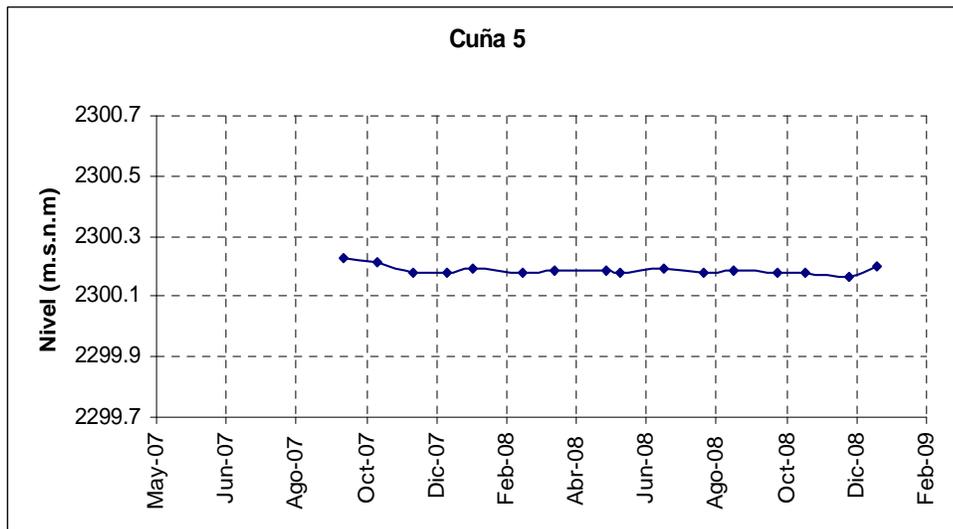


Figura 3.7-8. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5.

La Figura 3.7-9 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 4, Cuña 5 y L4-3. Se aprecia que los pozos Cuña 4 y Cuña 5 se encuentran ubicados totalmente dentro de la zona de salmuera, mientras que el pozo L4-3 inicialmente se encuentra en una zona de transición (hasta los 40 m de profundidad aproximadamente) para posteriormente ubicarse en la zona de salmuera.

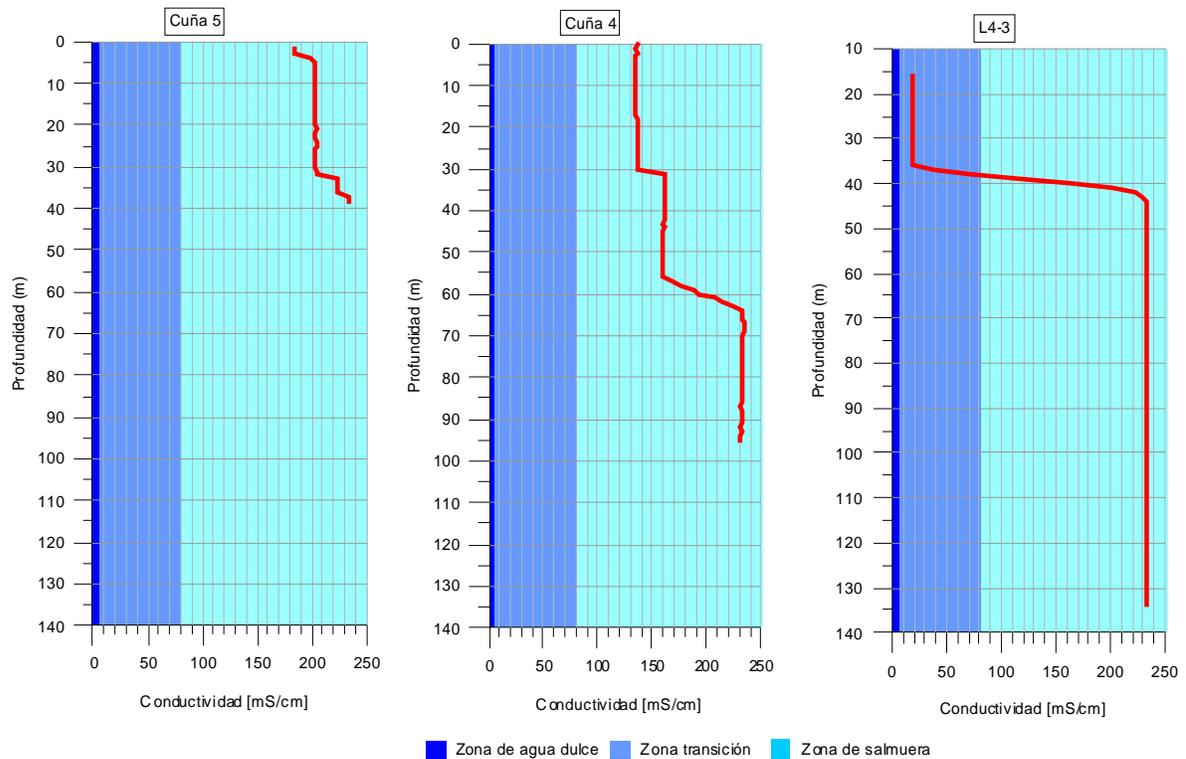


Figura 3.7-9. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua dulce.

Los niveles observados en los pozos Cuña 6 y Cuña 7 se presentan en la Figura 3.7-10 y Figura 3.7-11 respectivamente.

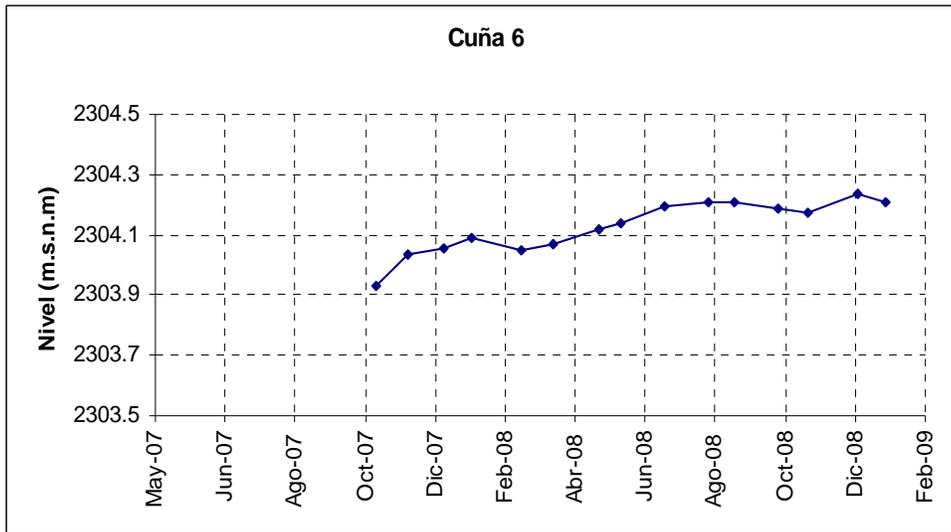


Figura 3.7-10. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6.

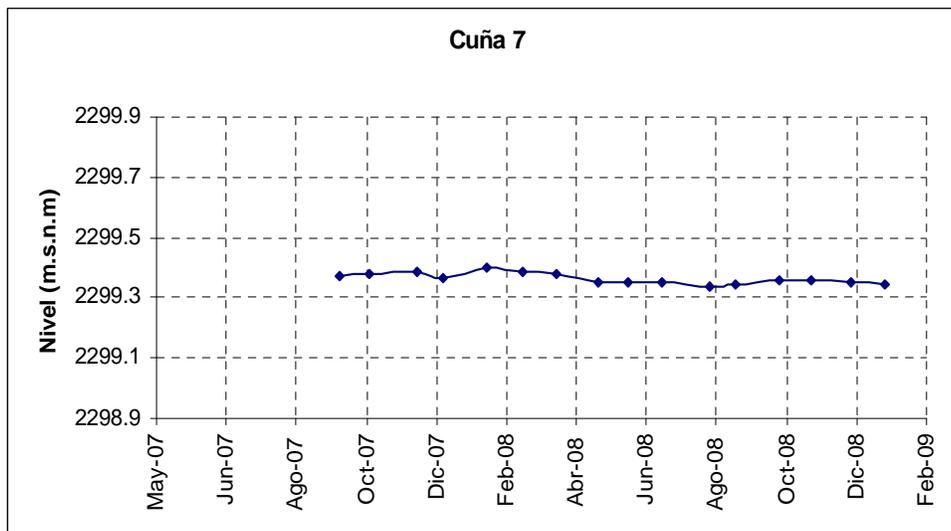


Figura 3.7-11. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7.

La Figura 3.7-12 presenta los perfiles de conductividad eléctrica de los pozos Cuña 6, Cuña 7 y L10.1. El pozo Cuña 7 se encuentra ubicado en la zona de salmuera a lo largo de toda su extensión, mientras que el pozo Cuña L10-1 se extiende por la zona de transición aproximadamente hasta los 45 metros, luego de lo cual se supera el umbral de 80,2 mS/cm que define la zona de salmuera.

En el pozo Cuña 6 la zona de transición se extiende hasta aproximadamente los 55 metros, mientras que en profundidades mayores se detectó la zona de salmuera.

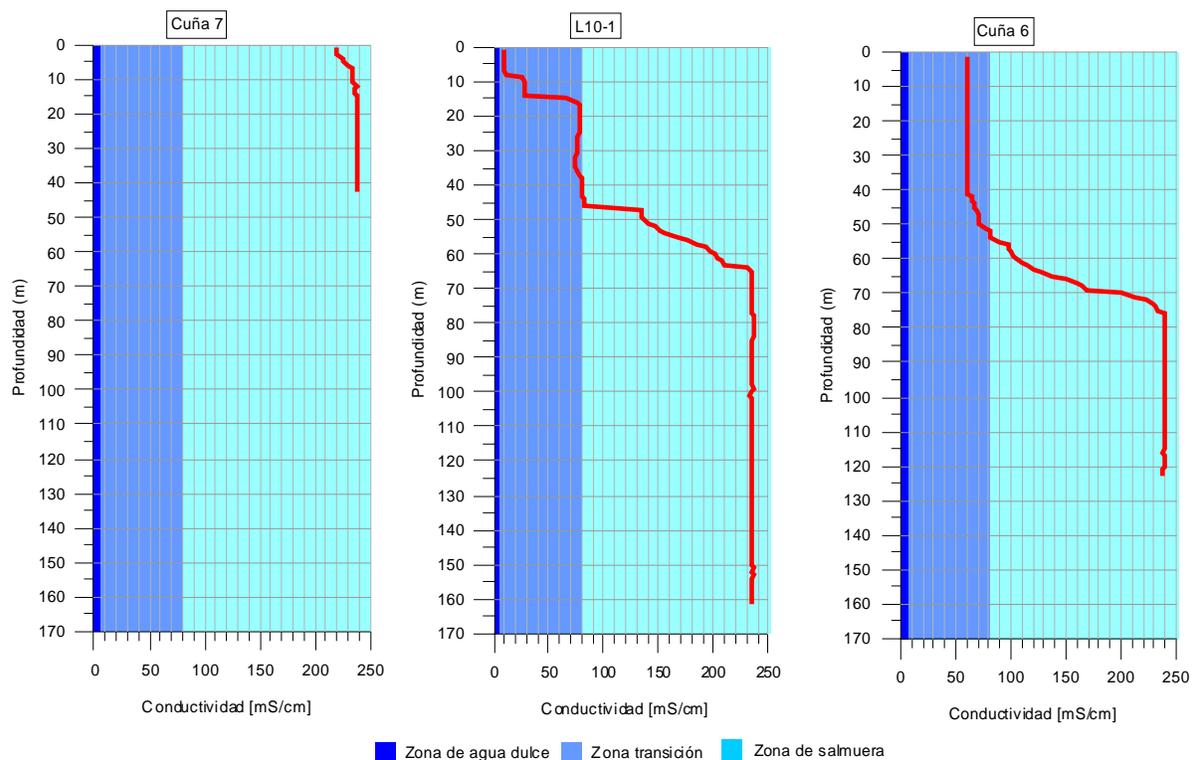


Figura 3.7-12. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6. Cyan: zona de salmuera; Celeste: zona de transición; Azul: agua dulce.

## 4. COMENTARIOS RESPECTO AL MONITOREO DEL PSAH

En este capítulo se detallan observaciones al monitoreo ambiental hidrogeológico, que aportan antecedentes para mejorar el entendimiento de los resultados obtenidos.

### 4.1. Conductividad eléctrica del agua subterránea medida en laboratorio

Producto del seguimiento continuo que SQM y DICTUC realiza de los análisis químicos reportados por el Laboratorio ALS Environmental, se constataron algunos errores en las mediciones de la conductividad eléctrica (CE) de las muestras de aguas subterráneas obtenidas hasta julio de 2008.

El error consistía en la sobreestimación sistemática de la CE en aquellas muestras que presentaban una mayor concentración de sólidos disueltos totales. La incongruencia de los valores medidos por el laboratorio fue confirmada a través de la adquisición, por parte de SQM, de un equipo de medición de CE con capacidad de medir en un rango de 0-500 mS/cm. El resultado de esta revisión se presenta en la Figura 4.1-1, donde se comparan las mediciones realizadas por SQM en terreno y las informadas por el laboratorio para las mismas muestras.

Estos antecedentes fueron informados y discutidos con el laboratorio respectivo (ALS Environmental), quién emitió una carta indicando el error de procedimiento y la vía a través de la cual se subsanaría el error.

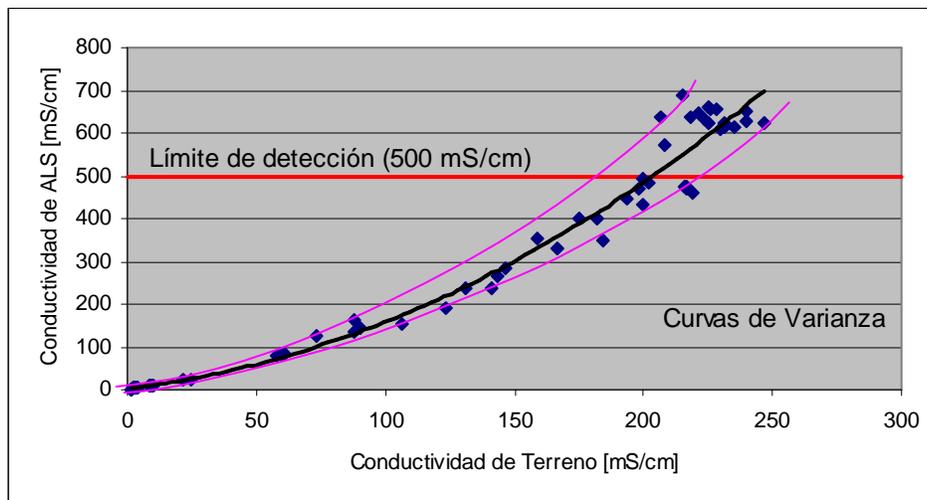


Figura 4.1-1. Comparación gráfica de valores de conductividad eléctrica de terreno y laboratorio.

Por este motivo, numerosos valores reportados de conductividad eléctrica por el laboratorio ALS Environmental anteriores a octubre de 2008 están fuera de rango. Esto se indicó en el

Informe N°3 del PSA y fue debido a que el laboratorio no tenía el equipo adecuado para hacer estas mediciones. Al parecer, los instrumentos utilizados anteriormente erraban la estimación de los sólidos disueltos que, a través de las sales presentes, determinan la conductividad eléctrica de una muestra. Para resolver esta situación el laboratorio adquirió un equipo especial capaz de registrar los valores típicos de salmuera del salar. Por este motivo, no es posible comparar patrones o cambios de las variables monitoreadas por SQM en esta subsección (desde la Tabla 3 2 a la Tabla 3 27), ya que hasta la fecha de entrega de este informe se cuenta solo con un registro confiable, que corresponde al último realizado. Además, precisamente a partir del último muestreo, el análisis realizado por el laboratorio entrega valores similares a los obtenidos en terreno para la conductividad eléctrica, mientras que las diferencias en los valores proporcionados para la densidad se deben a las metodologías usadas, siendo el pesaje de la muestra realizado en el laboratorio el método más confiable.

---

#### **4.2. Estaciones de aforo**

Dada las restricciones a realizar cualquier tipo de obras civiles de envergadura en los canales, la consultora Geohidrología Consultores se encuentra realizando propuestas para el mejoramiento de la medición de las estaciones de aforo. Los trabajos específicos consisten en la confección de sectores de canalización aguas arriba y aguas abajo de las estaciones de aforo, además de construir secciones estables justo en el punto de instalación de la estación. Adicionalmente se realizará una calibración de la estación de aforo.

## 5. GLOSARIO Y ABREVIACIONES

Antepozo: Tubería metálica o de PVC que protege a un pozo.

Georreferenciación: Proceso que consiste en ligar o relacionar una información geográfica a uno o varios puntos en común

Limnómetro: Reglilla graduada para medición de nivel.

Salmuera: Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos mayores a 100.000 mg/L, o análogamente, aguas con conductividades mayores a 80,2 mS/cm.

Zona de transición: Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 3.000 y 100.000 mg/L, o análogamente, aguas con conductividades entre 6,1 y 80,2 mS/cm.

C.: Registros Continuos de nivel.

M.C.: Mediciones manuales en pozos con registro Continuo.

m.s.n.m.: Metros sobre nivel medio del mar

PC: Plan de Contingencia.

PSA: Plan de Seguimiento Ambiental.

PSAH: Plan de Seguimiento Ambiental Hidrológico.

PSAD56: Datum geodésico o sistema de referencia geodésico provisional sudamericano del año 1956 (Provisional Sudamericano datum 1956).

---

## **6. ANEXOS**

---

### **6.1. Informes de Análisis Químicos**