
INFORME N°9 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

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

Informe de Monitoreo Semestral
Actualizado a Junio de 2011



Santiago, 14 de Diciembre de 2011

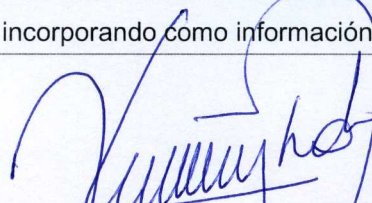
SQM SALAR S.A.

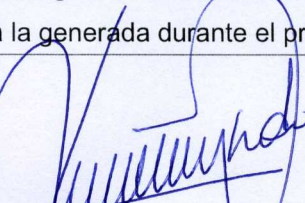
DICTUC es una filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile

1. Título del proyecto Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama. Informe N° 9: Informe de Monitoreo Semestral Actualizado a Junio de 2011	2. Cuerpo del informe 287 hojas
3. Autor(es) Jefe de proyecto: José F. Muñoz	4. Contrato: SQM_SA y DICTUC SA del 15_06_2010
5. Nombre y dirección de la organización investigadora DICTUC S.A. Vicuña Mackenna N° 4860, Casilla 306 – Correo 22, Macul – Santiago	6. Fecha del informe 14 de Diciembre de 2011
7. Antecedentes de la Institución Mandante Nombre : SQM Salar S.A. Dirección : Los Militares 4290, Las Condes, Santiago RUT : 79.626.800-K Teléfono : +562 4252525 Fax : +562 425 2317	8. Contraparte técnica Nombre : Corrado Tore Cargo : Gerente Hidrogeología Salar

9. Resumen:

El Informe N° 9 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) 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 junio de 2011, incorporando como información nueva la generada durante el primer semestre de 2011.


Sr. José F. Muñoz P.
Responsable Técnico del Área
DICTUC S.A


Sr. José F. Muñoz P.
Responsable Área
DICTUC S.A


FELIPE BAHAMONDES CID
Representante Legal
Sr. Felipe Bahamondes
Gerente General
DICTUC S.A.

NORMAS GENERALES

- El presente informe presenta los registros de monitoreo actualizados hasta junio de 2011, incorporando como información nueva la generada durante el primer semestre del 2011, del PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO del PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA, el cual fue desarrollado durante Noviembre de 2011.
- El presente informe fue preparado por DICTUC SA a solicitud de SQM Salar para dar cumplimiento a la RCA 226 y como tal para entregarlo a la autoridad correspondiente, bajo su responsabilidad exclusiva.
- Los alcances de este estudio están definidos explícitamente en el Capítulo 1 del presente informe. Las conclusiones de este informe se limitan a la información disponible para su ejecución.
- Para el desarrollo de este estudio DICTUC SA utilizó la información individualizada en los Anexos, los que identifican además las fuentes que proporcionaron dichos antecedentes.
- 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 mediante un Contrato de Uso de Marca.
- SQM Salar podrá manifestar y dejar constancia verbal y escrita, frente a terceros, sean éstos autoridades judiciales o extrajudiciales, que el trabajo fue preparado por DICTUC SA.
- El presente informe es propiedad de SQM Salar, sin embargo si DICTUC SA recibe la solicitud de una instancia judicial hará entrega de una copia de este documento al tribunal que lo requiera, previa comunicación por escrito a SQM Salar.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ANTECEDENTES GENERALES	2
	INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DEL PSAH	2
3	ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS	5
4	MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO	6
	SISTEMA SONCOR.....	7
	Nivel del agua subterránea y superficial.....	11
	<i>Pozos en zona aluvial.....</i>	12
	<i>Pozos en zona marginal</i>	19
	<i>Reglillas</i>	44
	<i>Pozos con medición continua de nivel.....</i>	53
	<i>Pozos de salmuera</i>	64
	<i>Nivel lacustre</i>	67
	Meteorología.....	71
	Volumen bombeado	73
	Calidad química.....	75
	<i>Muestreo de aguas realizado por SQM</i>	76
	<i>Muestreo de agua realizado por CONAF.....</i>	97
	Aforo	109
	Superficie Lacustre.....	111
	SISTEMA AGUAS DE QUELANA.....	114
	<i>Pozos en zona aluvial.....</i>	117
	<i>Pozos en zona marginal</i>	121
	<i>Reglillas</i>	134
	<i>Pozos con medición continua</i>	136
	<i>Pozos de salmuera</i>	149

<i>Pozos de bombeo</i>	152
Volumen bombeado	154
Calidad química.....	156
SISTEMA PEINE.....	173
Nivel del agua subterránea y superficial.....	174
<i>Pozos de zona marginal</i>	175
<i>Pozos de salmuera</i>	182
<i>Nivel lacustre</i>	188
Calidad química.....	191
<i>Muestreo realizado por SQM</i>	191
<i>Muestreo realizado por CONAF</i>	195
Aforos	204
<i>Salada</i>	204
<i>Saladita</i>	206
Superficie lacustre	207
Consideraciones respecto del monitoreo Sistema Lacustre de Peine	Error! Marcador no definido.
SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE.....	210
Nivel del agua subterránea.....	212
<i>Pozos en zona aluvial</i>	212
<i>Pozos en zona marginal</i>	213
Volumen bombeado	221
Calidad química.....	221
SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO	223
Nivel del agua subterránea y superficial.....	225
NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA	229
Nivel de la salmuera subterránea	230
Meteorología.....	242
Calidad química.....	244
SISTEMA CUÑA SALINA	247

5	GLOSARIO Y ABREVIACIONES.....	260
6	ANEXOS	261
	INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS.....	261
	CARTA CONAF	262
	INFORME DE SUPERFICIES LACUSTRES	263

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.	4
Figura 4.1. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Soncor. Perfil L11 se presenta en Figura 4.2.....	8
Figura 4.2. Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor.....	9
Figura 4.3. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.	13
Figura 4.4. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.	13
Figura 4.5. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.	14
Figura 4.6. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.	14
Figura 4.7. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.	15
Figura 4.8. Nivel mensual observado en el pozo L2-7.	15
Figura 4.9. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.	16
Figura 4.10. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.	16
Figura 4.11. Nivel mensual observado en el pozo L7-6.	17
Figura 4.12. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1.	18

Figura 4.13. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana.....	19
Figura 4.14. Nivel mensual observado en el pozo 1027.....	21
Figura 4.15. Nivel mensual observado en el pozo RC-1.	21
Figura 4.16. Nivel mensual observado en el pozo RC-2.	22
Figura 4.17. Nivel mensual observado en el pozo RC-3.	22
Figura 4.18. Nivel mensual observado en el pozo RC-4.	23
Figura 4.19. Nivel mensual observado en el pozo RC-5.	23
Figura 4.20. Nivel mensual observado en el pozo RC-6.	24
Figura 4.21. Nivel mensual observado en el pozo RC-7.	24
Figura 4.22. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.....	25
Figura 4.23. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.	25
Figura 4.24. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.	26
Figura 4.25. Nivel mensual observado en el pozo L1-6.	26
Figura 4.26. Nivel mensual observado en el pozo L1-7.	27
Figura 4.27. Nivel mensual observado en el pozo L1-8.	27
Figura 4.28. Nivel mensual observado en el pozo L1-9.	28
Figura 4.29. Nivel mensual observado en el pozo L1-10.	28
Figura 4.30. Nivel mensual observado en el pozo L1-11.	29
Figura 4.31. Nivel mensual observado en el pozo L1-12.	29
Figura 4.32. Nivel mensual observado en el pozo L1-13.	30

Figura 4.33. Nivel mensual observado en el pozo L1-14.	30
Figura 4.34. Nivel mensual observado en el pozo L1-15.	31
Figura 4.35. Nivel mensual observado en el pozo L1-16.	31
Figura 4.36. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.	32
Figura 4.37. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.	32
Figura 4.38. Nivel mensual observado en el pozo L2-8.	33
Figura 4.39. Nivel mensual observado en el pozo L2-10.	33
Figura 4.40. Nivel mensual observado en el pozo L2-11.	34
Figura 4.41. Nivel mensual observado en el pozo L2-12.	34
Figura 4.42. Nivel mensual observado en el pozo L2-13.	35
Figura 4.43. Nivel mensual observado en el pozo L2-15.	35
Figura 4.44. Nivel mensual observado en el pozo L2-17.	36
Figura 4.45. Nivel mensual observado en el pozo L2-18.	36
Figura 4.46. Nivel mensual observado en el pozo L2-19.	37
Figura 4.47. Nivel mensual observado en el pozo L2-21.	37
Figura 4.48. Nivel mensual observado en el pozo L2-22.	38
Figura 4.49. Nivel mensual observado en el pozo L2-24.	38
Figura 4.50. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.	39
Figura 4.51. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	40

Figura 4.52. 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).....	40
Figura 4.53. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.	41
Figura 4.54. Nivel mensual observado en el pozo L7-7.	41
Figura 4.55. Nivel mensual observado en el pozo L7-10.	42
Figura 4.56. Nivel mensual observado en el pozo L7-11.	42
Figura 4.57. Nivel mensual observado en el pozo L7-12.	43
Figura 4.58. Nivel mensual observado en el pozo L11-1.	43
Figura 4.59. Nivel mensual observado en el pozo L11-2.	44
Figura 4.60. 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).....	45
Figura 4.61. 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).....	45
Figura 4.62. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.....	46
Figura 4.63. 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).....	47

Figura 4.64. 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).....	47
Figura 4.65. Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al Puente San Luis.	49
Figura 4.66. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	50
Figura 4.67. 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).....	50
Figura 4.68. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto “C.” medición continua, “M.C.” medición manual).	51
Figura 4.69. 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).....	52
Figura 4.70. Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1.	52
Figura 4.71. Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	56
Figura 4.72. Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	56

Figura 4.73. Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	57
Figura 4.74. Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	57
Figura 4.75. Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	58
Figura 4.76. Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	58
Figura 4.77. Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	59
Figura 4.78. Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	59
Figura 4.79. Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	60
Figura 4.80. Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	60
Figura 4.81. Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	61
Figura 4.82. Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	61
Figura 4.83. Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	62

Figura 4.84. Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	62
Figura 4.85. Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	63
Figura 4.86. Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	63
Figura 4.87. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07 (L2-6).	64
Figura 4.88. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.	65
Figura 4.89. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.	65
Figura 4.90. Nivel mensual observado en el pozo L2-14.	66
Figura 4.91. Nivel mensual observado en el pozo L2-20.	66
Figura 4.92. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros.	68
Figura 4.93. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	68
Figura 4.94. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar.	69
Figura 4.95. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	69
Figura 4.96. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa.	70
Figura 4.97. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).....	70
Figura 4.98. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa.	71

Figura 4.99. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa.	72
Figura 4.100. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.	72
Figura 4.101. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.	73
Figura 4.102. Volumen mensual bombeado desde el pozo Mullay.	74
Figura 4.103. Volumen mensual bombeado desde el pozo Allana.	74
Figura 4.104. Aforo Barros Negros. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²)	109
Figura 4.105. Caudal promedio diario en puente San Luis.	110
Figura 4.106. Evolución de Superficie lacustre sistema SONCOR medida por CONAF (CONAF 2009- 2011, Informes de Avance de Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama)	112
Figura 4.107. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana. Nivel del agua subterránea y superficial	116
Figura 4.108. Nivel mensual observado en el pozo L3-2.	119
Figura 4.109. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.	119
Figura 4.110. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.	120
Figura 4.111. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.	120
Figura 4.112. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.	121
Figura 4.113. Nivel mensual observado en el pozo GD-02.	122
Figura 4.114. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.	122
Figura 4.115. Nivel mensual observado en el pozo L3-8.	123

Figura 4.116. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.	123
Figura 4.117. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.	124
Figura 4.118. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.	124
Figura 4.119. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.	125
Figura 4.120. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.	126
Figura 4.121. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.	126
Figura 4.122. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.	127
Figura 4.123. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.	127
Figura 4.124. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.	128
Figura 4.125. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.	128
Figura 4.126. Nivel mensual observado en el pozo L5-13.	129
Figura 4.127. Nivel mensual observado en el pozo L5-15.	129
Figura 4.128. Nivel mensual observado en el pozo L13-5.	130
Figura 4.129. Nivel mensual observado en el pozo L13-6.	130
Figura 4.130. Nivel mensual observado en el pozo L13-7.	131
Figura 4.131. Nivel mensual observado en el pozo L14-1.	131
Figura 4.132. Nivel mensual observado en el pozo L14-2.	132
Figura 4.133. Nivel mensual observado en el pozo L14-3.	132
Figura 4.134. Nivel mensual observado en el pozo L14-5.	133
Figura 4.135. Nivel mensual observado en el pozo L14-6.	133

Figura 4.136. Nivel mensual observado en el pozo L14-7.	134
Figura 4.137. 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).....	135
Figura 4.138. 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).	135
Figura 4.139. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.....	136
Figura 4.140. Nivel observado en el pozo L3-5 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	137
Figura 4.141. Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	138
Figura 4.142. Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	138
Figura 4.143. Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	139
Figura 4.144. Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	139
Figura 4.145. Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	140

Figura 4.146. Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	140
Figura 4.147. Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	141
Figura 4.148. Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	141
Figura 4.149. Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	142
Figura 4.150. Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	142
Figura 4.151. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.	143
Figura 4.152. 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).....	143
Figura 4.153. Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	144
Figura 4.154. Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	144
Figura 4.155. Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	145
Figura 4.156. Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).	145

Figura 4.157. Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	146
Figura 4.158. Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	146
Figura 4.159. Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	147
Figura 4.160. Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	147
Figura 4.161. Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	148
Figura 4.162. Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).....	148
Figura 4.163. Nivel mensual observado en el pozo D2.	149
Figura 4.164. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).	150
Figura 4.165. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.	150
Figura 4.166. Nivel mensual observado en el pozo L4-16.	151
Figura 4.167. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.	151
Figura 4.168. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.	152
Figura 4.169. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar-2.....	153
Figura 4.170. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.	153
Figura 4.171. Volumen mensual bombeado desde el pozo Camar 2.....	155

Figura 4.172. Volumen mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B.....	155
Figura 4.173. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.....	173
Figura 4.174. Nivel mensual observado en el pozo GD-04.....	175
Figura 4.175. Nivel mensual observado en el pozo L10-1.	176
Figura 4.176. Nivel mensual observado en el pozo L10-2.	177
Figura 4.177. Nivel mensual observado en el pozo L10-3.	177
Figura 4.178. Nivel mensual observado en el pozo L10-4.	178
Figura 4.179. Nivel mensual observado en el pozo L10-5.	178
Figura 4.180. Nivel mensual observado en el pozo L10-6.	179
Figura 4.181. Nivel mensual observado en el pozo L10-7.	179
Figura 4.182. Nivel mensual observado en el pozo L10-8.	180
Figura 4.183. Nivel mensual observado en el pozo L10-9.	180
Figura 4.184. Nivel mensual observado en el pozo L10-10.	181
Figura 4.185. Nivel mensual observado en el pozo L10-15.	181
Figura 4.186. Nivel mensual observado en el pozo 1024.....	182
Figura 4.187. Nivel mensual observado en el pozo 1028.....	183
Figura 4.188. Nivel mensual observado en el pozo 2018.....	183
Figura 4.189. Nivel mensual observado en el pozo 2037.....	184
Figura 4.190. Nivel mensual observado en el pozo GD-03.....	184
Figura 4.191. Nivel mensual observado en el pozo L10-11.	185

Figura 4.192. Nivel mensual observado en el pozo L10-12.	185
Figura 4.193. Nivel mensual observado en el pozo L10-13.	186
Figura 4.194. Nivel mensual observado en el pozo L10-14.	186
Figura 4.195. Nivel mensual observado en el pozo L10-16.	187
Figura 4.196. Nivel mensual observado en el pozo L10-17.	187
Figura 4.197. Nivel mensual observado en Salada.	188
Figura 4.198. Nivel mensual observado en Saladita.	189
Figura 4.199. Nivel mensual observado en Interna.	190
Figura 4.200. Aforo Salada. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²).	205
Figura 4.201. Aforo Saladita. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m ²).	206
Figura 4.202. Evolución de la superficie lacustre sistema Peine medida por CONAF (CONAF 2009-2011, Informes de Avance Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama)	208
Figura 4.203. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.	211
Figura 4.204. Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.	213
Figura 4.205. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.	214
Figura 4.206. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.	215
Figura 4.207. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.	215

Figura 4.208. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.	216
Figura 4.209. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.	216
Figura 4.210. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.	217
Figura 4.211. Nivel mensual observado en el pozo L3-16.	217
Figura 4.212. Nivel mensual observado en el pozo L4-17.	218
Figura 4.213. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.	218
Figura 4.214. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.	219
Figura 4.215. Nivel mensual observado en el pozo L7-15.	219
Figura 4.216. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.	220
Figura 4.217. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.	220
Figura 4.218. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.	221
Figura 4.219. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.	225
Figura 4.220. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.	226
Figura 4.221. Nivel mensual observado en el pozo L12-1.	227
Figura 4.222. Nivel mensual observado en el pozo L12-2.	227
Figura 4.223. Nivel mensual observado en el pozo L12-3.	228
Figura 4.224. Nivel mensual observado en el pozo L12-4.	228
Figura 4.225. Distribución geográfica de puntos de monitoreo en el Núcleo del Salar de Atacama.	230

Figura 4.226. Nivel mensual observado en el pozo 1001.....	231
Figura 4.227. Nivel mensual observado en el pozo 1906.....	232
Figura 4.228. Nivel mensual observado en el pozo 2028.....	232
Figura 4.229. Nivel mensual observado en el pozo 2040.....	233
Figura 4.230. Nivel mensual observado en el pozo C4-B.	233
Figura 4.231. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.....	234
Figura 4.232. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.....	234
Figura 4.233. Nivel mensual observado en el pozo M7.....	235
Figura 4.234. Nivel mensual observado en el pozo E-101.	236
Figura 4.235. Nivel mensual observado en el pozo E-324.	236
Figura 4.236. Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.....	237
Figura 4.237. Nivel mensual observado en el pozo Sample4.	237
Figura 4.238. Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.	238
Figura 4.239. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.....	238
Figura 4.240. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.....	239
Figura 4.241. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.....	239
Figura 4.242. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.....	240
Figura 4.243. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.....	240
Figura 4.244. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.	241
Figura 4.245. Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.....	241

Figura 4.246. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.....	242
Figura 4.247. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.	243
Figura 4.248. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.	243
Figura 4.249. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.....	244
Figura 4.250. Relación empírica entre la conductividad eléctrica del agua subterránea y la concentración de sólidos totales disueltos para el Salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: intervalos de confianza equivalentes a +/- 75% del valor estimado en la regresión).....	249
Figura 4.251. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la Cuña Salina.	251
Figura 4.252. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1.	252
Figura 4.253. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2.	253
Figura 4.254. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3.	253
Figura 4.255. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina en los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2010.....	254
Figura 4.256. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (Inicialmente reportaba afloramiento).....	255
Figura 4.257. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5.	255
Figura 4.258. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.	256
Figura 4.259. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 a junio de 2010.....	257
Figura 4.260. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6.	258

Figura 4.261. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7.....	258
Figura 4.262. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 a junio de 2010.....	259

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación.	5
Tabla 4.1. Puntos de monitoreo del Sistema Soncor	9
Tabla 4.2. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-4.....	76
Tabla 4.3. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-4	76
Tabla 4.4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-5.....	77
Tabla 4.5. Resultados de Análisis Monitoreo Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-5	78
Tabla 4.6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-6.....	78
Tabla 4.7. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L1-6	79
Tabla 4.8. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L1-G4.....	80
Tabla 4.9. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L1-G4.....	80
Tabla 4.10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-3	81
Tabla 4.11. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-3	82
Tabla 4.12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4	82
Tabla 4.13. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-4	83
Tabla 4.14. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-5	84

Tabla 4.15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5	84
Tabla 4.16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L7-3	85
Tabla 4.17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L7-3	86
Tabla 4.18. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L7-G1.....	86
Tabla 4.19. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Reglilla L7-G1	87
Tabla 4.20. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-07	88
Tabla 4.21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-07.....	88
Tabla 4.22. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Mullay.....	89
Tabla 4.23. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-14	90
Tabla 4.24. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14.....	90
Tabla 4.25. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Mullay.	91
Tabla 4.26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana	92
Tabla 4.27. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Allana	93
Tabla 4.28. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa	94
Tabla 4.29. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (SQM)....	95
Tabla 4.30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros	95
Tabla 4.31. Resultados Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros (SQM).	96
Tabla 4.32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa (CONAF)	97
Tabla 4.33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (CONAF)	99

Tabla 4.34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto (CONAF)	100
Tabla 4.35. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Canal Burro Muerto (CONAF)	101
Tabla 4.36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros. (CONAF)	103
Tabla 4.37. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Barros Negros. (CONAF)	104
Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF) ...	105
Tabla 4.39. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Puilar. (CONAF)	107
Tabla 4.40. Medición de superficies lacustres medidas desde Abril de 2008 a Abril del 2011	113
Tabla 4.41. Puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana.	114
Tabla 4.42. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-3	156
Tabla 4.43. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-3	157
Tabla 4.44. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-6	157
Tabla 4.45. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-6	158
Tabla 4.46. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-8	158
Tabla 4.47. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-8	159
Tabla 4.48. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-9	160

Tabla 4.49. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-9	160
Tabla 4.50. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-12	161
Tabla 4.51. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-12	162
Tabla 4.52. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L5-3	163
Tabla 4.53. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3	163
Tabla 4.54. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Camar..	164
Tabla 4.55. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Camar 2	165
Tabla 4.56. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Socaire 5B	167
Tabla 4.57. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Socaire 5B	168
Tabla 4.58. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-10	170
Tabla 4.59. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-10	171
Tabla 4.60. Puntos de monitoreo del Sistema Peine.....	174
Tabla 4.61. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1028	192
Tabla 4.62. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1028	192
Tabla 4.63. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-1	193
Tabla 4.64. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1	193
Tabla 4.65. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L10-4	194

Tabla 4.66. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-4	195
Tabla 4.67. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF) .	195
Tabla 4.68. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)	197
Tabla 4.69. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF) .	198
Tabla 4.70. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Salada. (CONAF)	199
Tabla 4.71. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Saladita. (CONAF)	201
Tabla 4.72. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Lagunas Saladita. (CONAF).....	202
Tabla 4.73. Superficies lacustres medidas desde Abril de 2008 hasta 2011	209
Tabla 4.74. Puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.	210
Tabla 4.75. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo P2.....	222
Tabla 4.76. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo P2	222
Tabla 4.77. Puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.	224
Tabla 4.78. Puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.	229
Tabla 4.79. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo SOPM-12C.....	244
Tabla 4.80. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-12C.	245
Tabla 4.81. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo 1001.	246
Tabla 4.82. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.	246

Tabla 4.83. Puntos de monitoreo del Sistema Cúña Salina.	247
Tabla 4.84. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de TDS.....	249
Tabla 4.85. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de conductividad.....	250
Tabla 4.86. Profundidades de los pozos cuñas.....	250

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N° 9 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 junio de 2011, incorporando como información nueva la generada durante el primer semestre de 2011.

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 realizado por DICTUC basado en la información proporcionada por SQM Salar, quienes son los responsables de obtener los datos en terreno. Para ello DICTUC realizó el trabajo a dos niveles: (i) revisión en gabinete de documentos con la información y mediciones contenidas en él y (ii) una campaña de terreno para confirmar de manera

aleatoria la información de monitoreo. En aquellos pozos monitoreados por DICTUC se incorporó un punto rojo indicando la medición, tanto para campañas anteriores como la actual.

2 ANTECEDENTES GENERALES

INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO DEL 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 habilitaron 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:

- 112 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 reproductivo de los flamencos.

Los puntos de monitoreo hidrogeológico que conforman el PSAH se encuentran distribuidos en el núcleo, en la zona marginal y en el borde este del Salar de Atacama (Figura 2.1). 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.

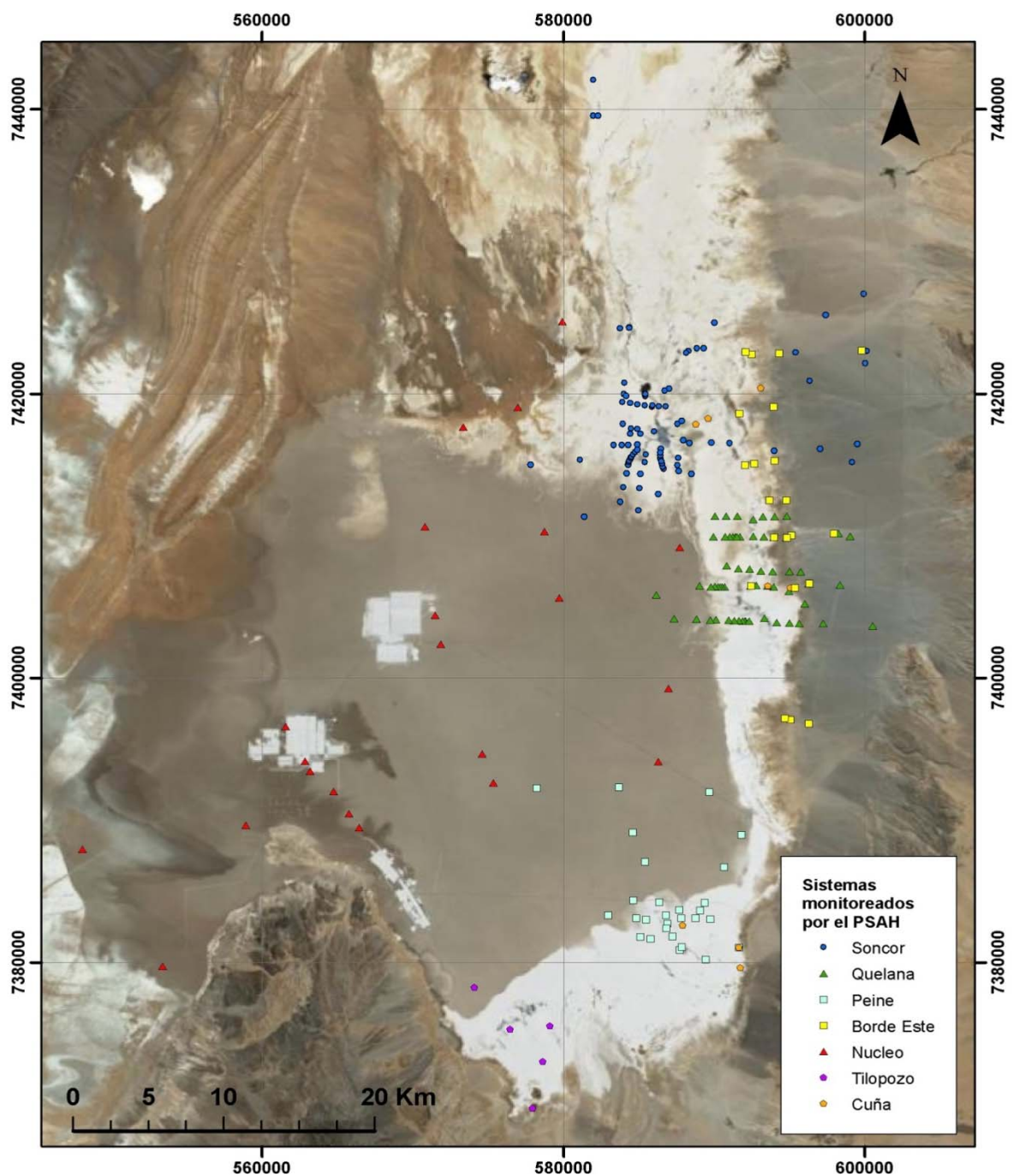


Figura 2.1. Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.

3 ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

Desde el inicio de la operación del PSAH (agosto 2007) todos los niveles de agua en los puntos de control de Plan de Contingencias han permanecido sobre los umbrales de la Fase I, por lo que no se ha activado el Plan de Contingencias. En la Tabla 3.1 se presentan los umbrales de activación de las distintas fases en conjunto con las cotas de Alerta Temprana.

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación.

Sistema	Pozo	UTM Este	UTM Norte	Medición May/07	Descenso Fase I	Descenso Fase II	Cota Fase I	Cota Fase II
SONCOR	L7-4	588829,38	7423234,66	2301,40	0,05	0,07	2301,35	2301,33
	L1-4	588322,02	7416561,27	2298,89	0,00	0,08	2298,89	2298,81
	L1-5	584418,52	7415394,02	2298,53	0,02	0,18	2298,51	2298,35
	L1-G4 Pozo	585394,72	7415193,23	2298,62	0,10	0,26	2298,52	2298,36
	L1-G4 Reglilla	585393,96	7415193,49	2298,62	0,10	0,26	2298,52	2298,36
AGUAS DE QUELANA	L3-5	593960,27	7409923,92	2303,09	0,10	0,13	2302,99	2302,96
	L3-9	591498,23	7409949,96	2299,47	0,10	0,13	2299,37	2299,34
	L4-8	593544,67	7406504,18	2300,36	0,10	0,13	2300,26	2300,23
	L4-12	590518,13	7406433,03	2298,82	0,10	0,13	2298,72	2298,69
	L5-8	595011,39	7403879,59	2302,74	0,10	0,13	2302,64	2302,61
	L5-10	592095,10	7404005,62	2299,15	0,10	0,13	2299,05	2299,02
VEGETACION HIDROMORFA	L7-3	592042,47	7422959,95	2312,81	0,28	0,33	2312,53	2312,48
	L1-17	591637,37	7418615,57	2305,72	0,28	0,33	2305,44	2305,39
	L2-4	592034,94	7414985,57	2302,61	0,28	0,33	2302,33	2302,28
	L3-5	593960,27	7409923,92	2303,09	0,28	0,33	2302,81	2302,76
VEGETACION BREA ATRIPLEX	L7-14	592470,71	7422780,20	2314,88	0,50	1,00	2314,38	2313,88
	L1-3	593911,80	7419081,38	2319,56	0,50	1,00	2319,06	2318,56
	L2-25	592623,73	7415103,29	2307,90	0,50	1,00	2307,40	2306,90
	L3-3	594799,04	7409872,83	2310,31	0,50	1,00	2309,81	2309,31
	L4-17	595353,65	7406339,35	2305,52	0,50	1,00	2305,02	2304,52
	L9-2	594670,99	7397162,60	2307,99	0,50	1,00	2307,49	2306,99

Tabla 3.1. Puntos de monitoreo del PC con su posición y cota de activación.

Sistema	Pozo	UTM	UTM	Medición May/07	Descenso Fase I	Descenso Fase II	Cota Fase I	Cota Fase II
		Este	Norte					
ALERTA TEMPRANA	L7-13	594300,66	7422831,99	2322,82	-	1,42	-	2321,40
	L2-26	593970,78	7415294,76	2317,92	-	0,78	-	2317,14
	L3-15	595106,75	7410040,56	2315,31	-	0,85	-	2314,46
	L4-3	596306,13	7406650,55	2302,64 ¹	-	0,92	-	2301,72
	L9-1	595046,64	7397058,35	2308,81	-	0,87	-	2307,94

4 MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO

En este capítulo se presentan los registros de mediciones efectuadas hasta junio de 2011. La Figura 2.1 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:

¹ Corresponde al nivel mínimo histórico registrado en este pozo.

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

SISTEMA SONCOR

El sistema Soncor, ubicado dentro de 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 4.1 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo del Sistema Soncor.

En la Tabla 4.1 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.



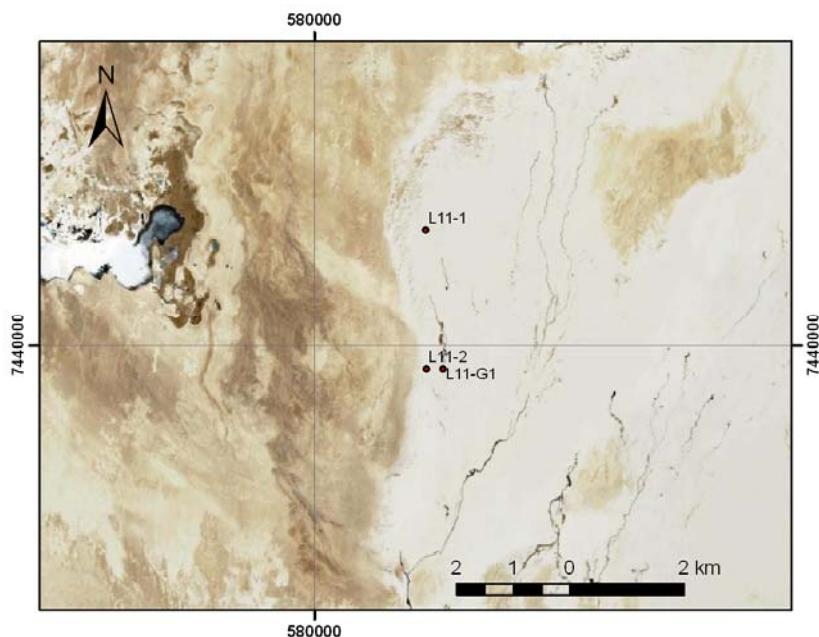


Figura 4.2. Distribución geográfica del perfil L11 del sistema Soncor.

Tabla 4.1. 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	13	Allana	Zona aluvial	Pozo profundo	19
L1-2	Zona aluvial	Pozo profundo	13	1027	Zona marginal	Pozo somero	21
L1-3	Zona aluvial	Pozo somero	14	RC-1	Zona marginal	Pozo somero	21
L2-2	Zona aluvial	Pozo profundo	14	RC-2	Zona marginal	Pozo somero	22
L2-3	Zona aluvial	Pozo profundo	15	RC-3	Zona marginal	Pozo somero	22
L2-7	Zona aluvial	Pozo profundo	15	RC-4	Zona marginal	Pozo somero	23
L7-1	Zona aluvial	Pozo profundo	16	RC-5	Zona marginal	Pozo somero	23
L7-2	Zona aluvial	Pozo profundo	16	RC-6	Zona marginal	Pozo somero	24
L7-6	Zona marginal	Pozo profundo	17	RC-7	Zona marginal	Pozos somero	24
Mullay-1	Zona aluvial	Pozo profundo	18	GD-01	Zona marginal	Pozo profundo	25

Nombre punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L1-4	Zona marginal	Pozo somero	25	L2-21	Zona marginal	Pozo somero	37
L1-5	Zona marginal	Pozo profundo	26	L2-22	Zona marginal	Pozo somero	38
L1-6	Zona marginal	Pozo somero	26	L2-24	Zona marginal	Pozo somero	38
L1-7	Zona marginal	Pozo somero	27	L7-3	Zona marginal	Pozo somero	39
L1-8	Zona marginal	Pozo somero	27	L7-4	Zona marginal	Pozo somero	40
L1-9	Zona marginal	Pozo somero	28	L7-5	Zona marginal	Pozo somero	41
L1-10	Zona marginal	Pozo somero	28	L7-7	Zona marginal	Pozo somero	41
L1-11	Zona marginal	Pozo somero	29	L7-10	Zona marginal	Pozo somero	42
L1-12	Zona marginal	Pozo somero	29	L7-11	Zona marginal	Pozo somero	42
L1-13	Zona marginal	Pozo somero	30	L7-12	Zona marginal	Pozo somero	43
L1-14	Zona marginal	Pozo somero	30	L11-1	Zona marginal	Pozo somero	43
L1-15	Zona marginal	Pozo somero	31	L11-2	Zona marginal	Pozo somero	44
L1-16	Zona marginal	Pozo somero	31	L1-G4	Zona marginal	Reglilla	45
L2-4	Zona marginal	Pozo somero	32	L7-G1	Zona marginal	Reglilla	46
L2-5	Zona marginal	Pozo profundo	32	L7-G2	Zona marginal	Reglilla	47
L2-8	Zona marginal	Pozo somero	33	Puente San Luis	Zona marginal	Reglilla	50
L2-10	Zona marginal	Pozo somero	33	Burro Muerto	Zona marginal	Reglilla	51
L2-11	Zona marginal	Pozo somero	34	L11-G1	Zona marginal	Reglilla	52
L2-12	Zona marginal	Pozo somero	34	P1-1	Zona marginal	Continuo	56
L2-13	Zona marginal	Pozo somero	35	P1-2	Zona marginal	Continuo	56
L2-15	Zona marginal	Pozo somero	35	P1-3	Zona marginal	Continuo	57
L2-17	Zona marginal	Pozo somero	36	P1-4	Zona marginal	Continuo	57
L2-18	Zona marginal	Pozo somero	36	P1-5	Zona marginal	Continuo	58
L2-19	Zona marginal	Pozo somero	37	P1-6	Zona marginal	Continuo	58

Nombre punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre punto de monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
P1-7	Zona marginal	Continuo	59	SOPM-13	Salmuera	Pozo somero	65
L2-9	Zona marginal	Continuo	59	SOPM-14	Salmuera	Pozo somero	65
P2-1	Zona marginal	Continuo	60	L2-14	Salmuera	Pozo somero	66
P2-2	Zona marginal	Continuo	60	L2-20	Salmuera	Pozo somero	66
P2-3	Zona marginal	Continuo	61	Barros Negros	Zona marginal	Lacustre	68
L2-16	Zona marginal	Continuo	61	Puilar	Zona marginal	Lacustre	69
P2-4	Zona marginal	Continuo	62	Chaxa	Zona marginal	Lacustre	70
P2-5	Zona marginal	Continuo	62	Estación meteorológica Chaxa	Zona marginal	Estación Meteorológica	71
L2-23	Zona marginal	Continuo	63				
2021	Zona marginal	Continuo	63				
SOPM-07	Salmuera	Pozo profundo	64	Puente San Luis Aforo	Zona marginal	Aforo	110

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 4.3 a la Figura 4.97. Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 (Figura 4.5, Figura 4.36 y Figura 4.50 respectivamente), forman parte del monitoreo de niveles de los sistemas Soncor y Vegetación Borde Este y serán presentados sólo en esta sección.

DICTUC realizó mediciones durante el mes Junio de 2011, en los siguientes pozos: L2-2, L2-3, L7-2, 1027, L1-7, L1-8, L1-11, L1-12, L1-13, L1-14, L1-15, L1-16, L2-5, L2-12, L2-18 y L7-5.

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 y de la disolución de la matriz por donde circula el agua 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, L7-2, L7-6 y L7-15 muestran un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona. En aquellos pozos más cercanos a las zonas de bombeo (L1-1, L2-2), el descenso es claro, sin embargo aquellos pozos más lejanos muestran un efecto mínimo o nulo como son el caso de los Pozos L1-3 y L2-7.

Cabe indicar que el pozo L7-15 corresponde al Sistema Borde Este y es el más cercano al pozo Mullay 1.

Se puede observar que, a la fecha, el efecto del bombeo de los pozos Mullay 1 y Allana en los pozos L7-13 y L2-7, es mínimo y se reconoce como un leve descenso a partir de marzo de 2010 en el pozo L7-13 y como un aplanamiento de la oscilación estacional en el pozo L2-7. Estos pozos se ubican junto al camino Toconao-Peine en dirección aguas abajo de dichos pozos de bombeo.

Por otra parte las diferencias entre las mediciones realizadas por SQM y DICTUC durante diciembre de 2009 en el pozo L2-2 se explican por las diferencias en las fechas de medición, ya que no son coincidentes, en un pozo que posee una gran variación por la cercanía al pozo de bombeo.

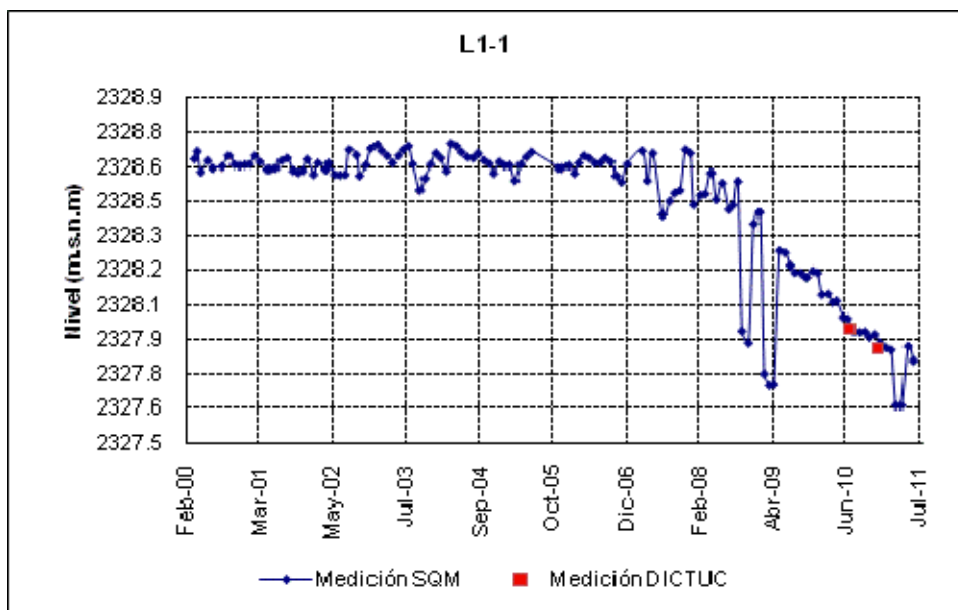


Figura 4.3. Nivel mensual observado en el pozo L1-1.

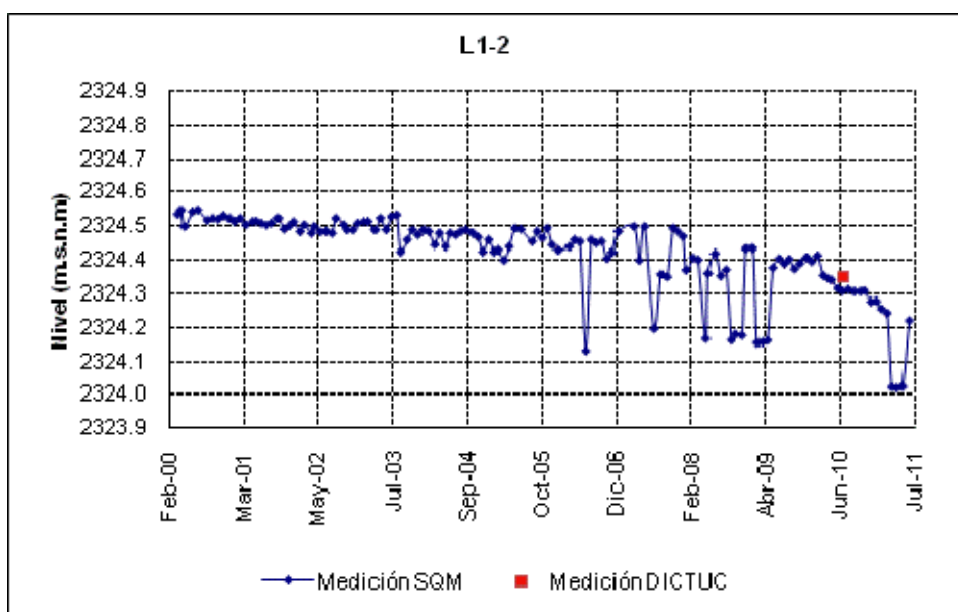


Figura 4.4. Nivel mensual observado en el pozo L1-2.

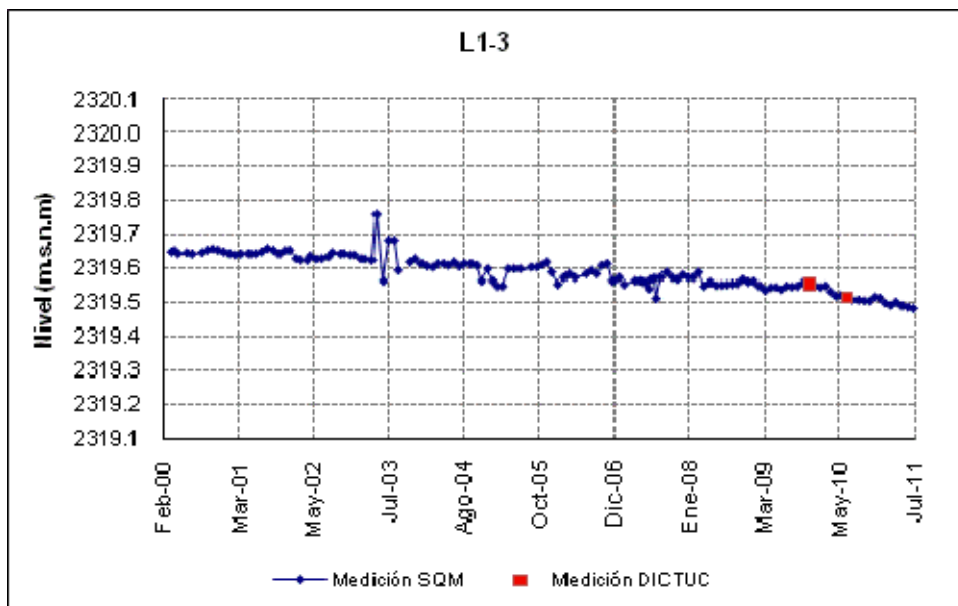


Figura 4.5. Nivel mensual observado en el pozo L1-3.

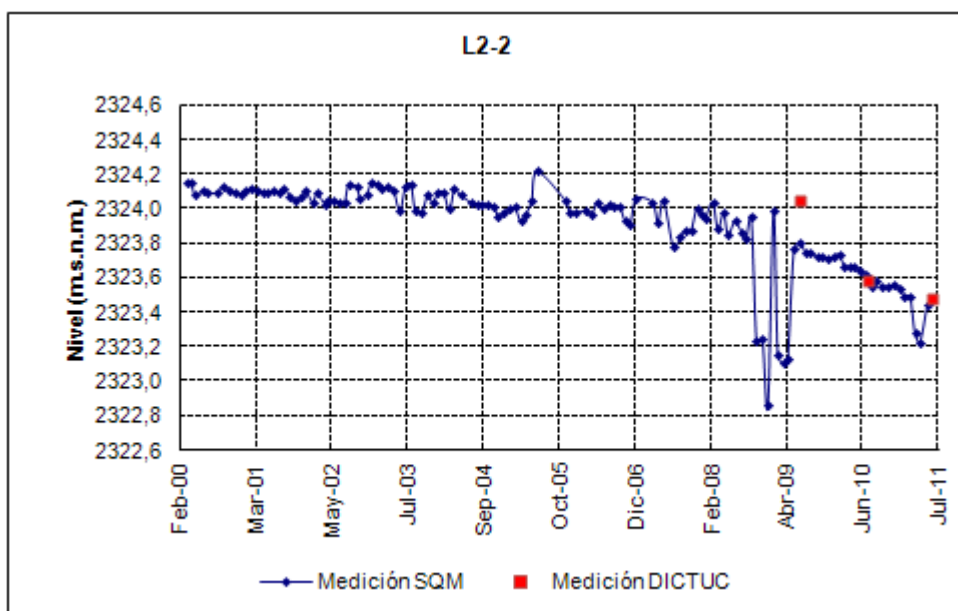


Figura 4.6. Nivel mensual observado en el pozo L2-2.²

² La diferencia observada entre la primera medición SQM y DICTUC S.A. se explica porque estas fueron realizadas en diferentes fechas y es un pozo muy cercano a un pozo de bombeo.

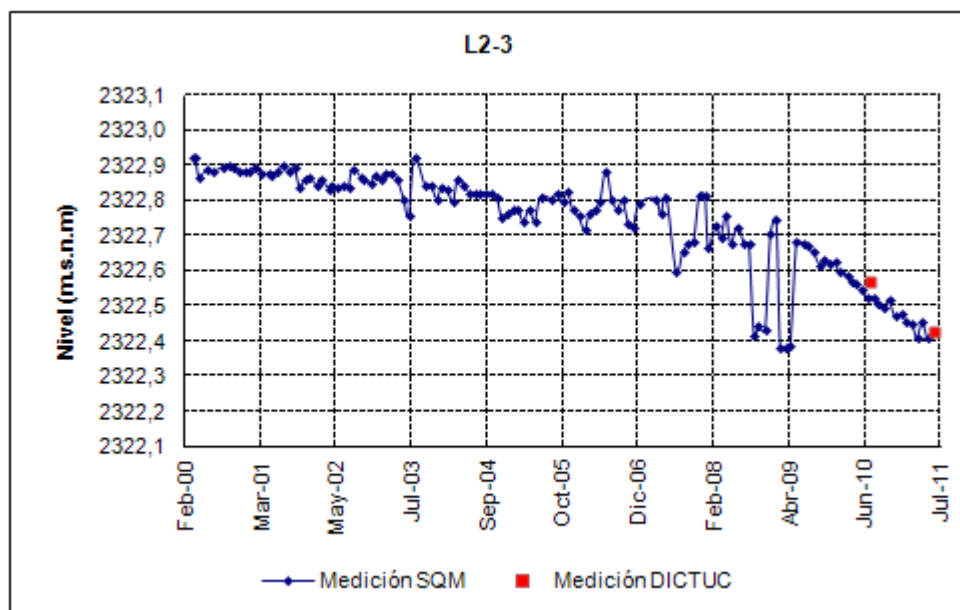


Figura 4.7. Nivel mensual observado en el pozo L2-3.

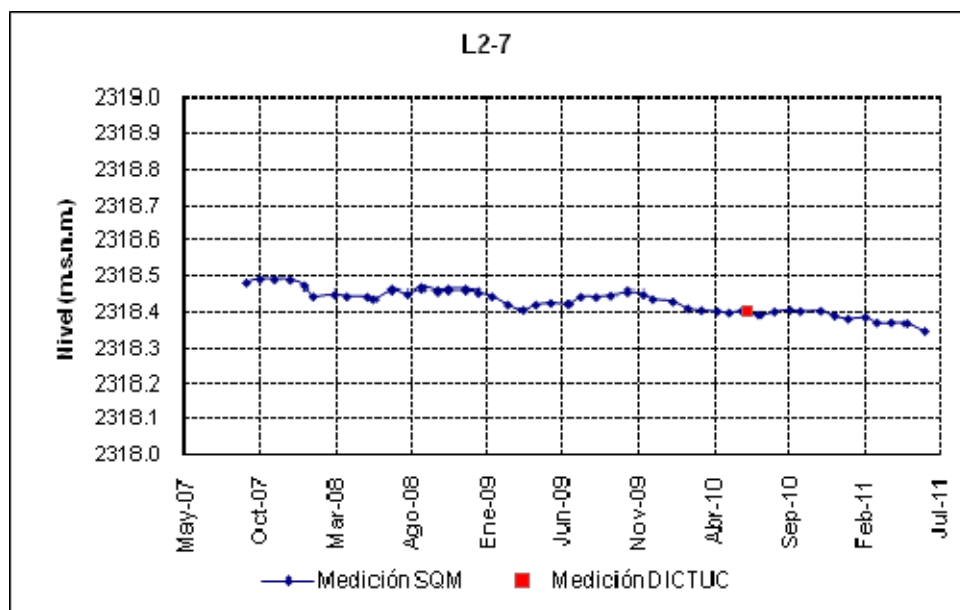


Figura 4.8. Nivel mensual observado en el pozo L2-7.

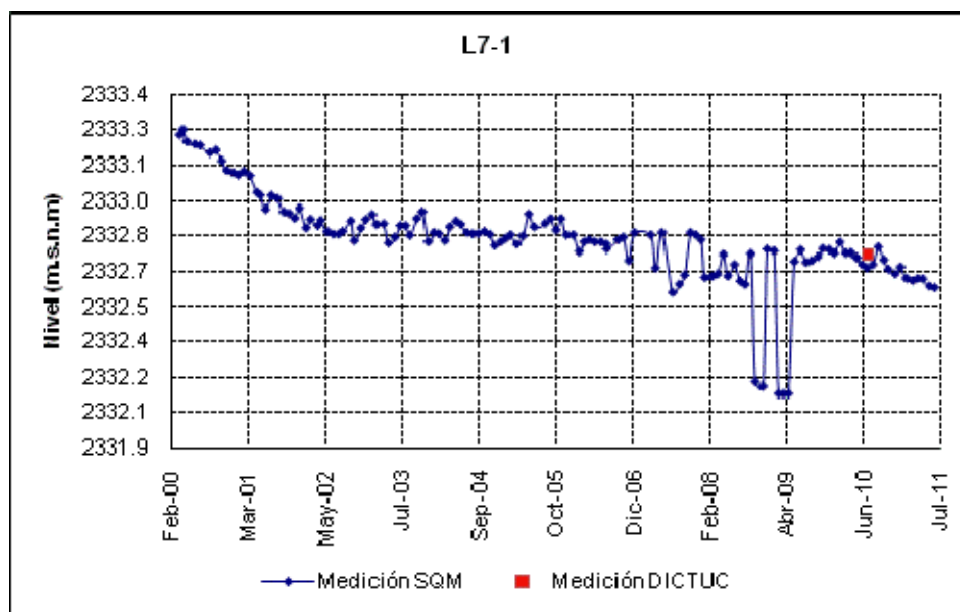


Figura 4.9. Nivel mensual observado en el pozo L7-1.

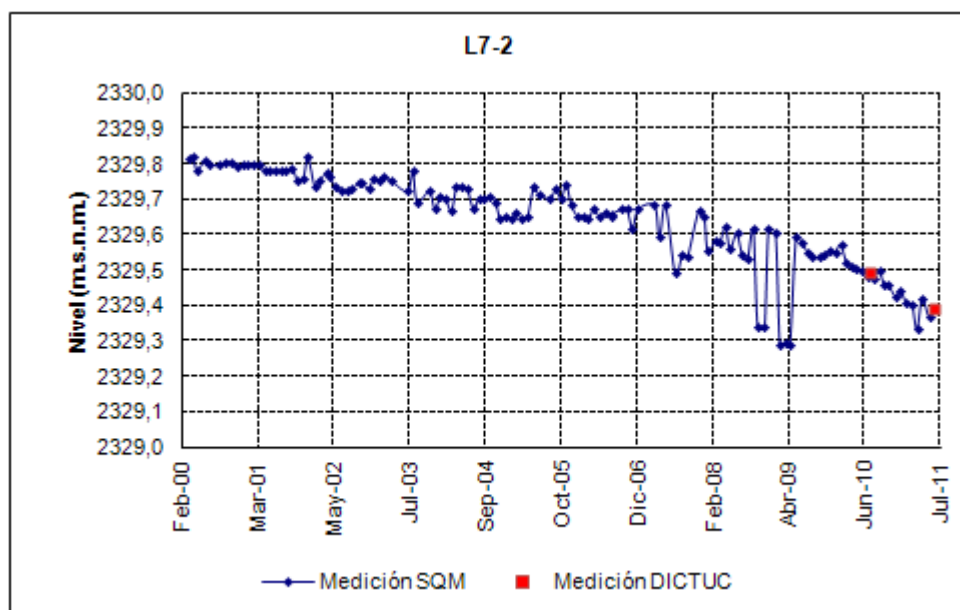


Figura 4.10. Nivel mensual observado en el pozo L7-2.

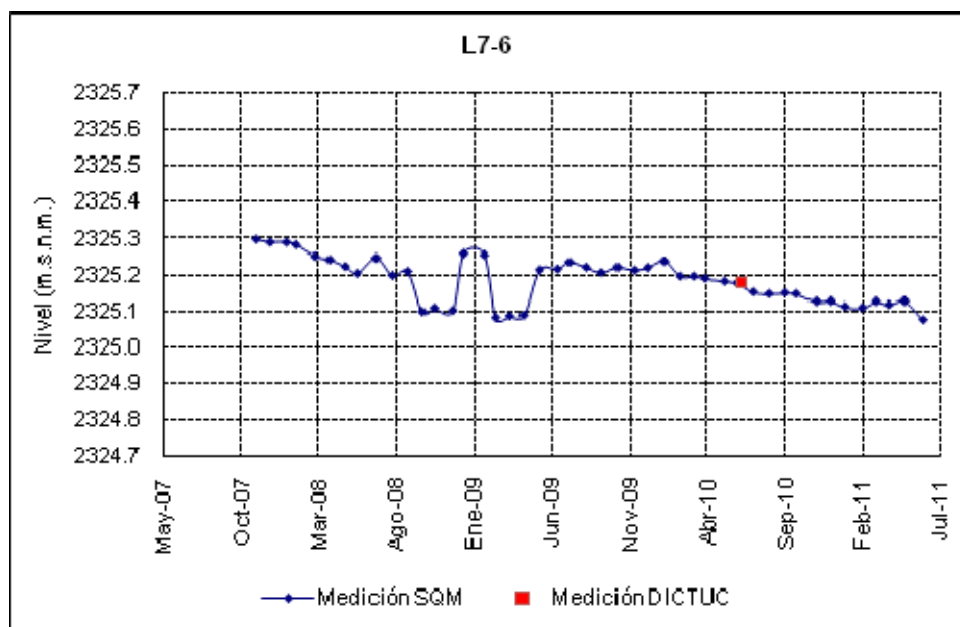


Figura 4.11. Nivel mensual observado en el pozo L7-6.

El pozo Mullay 1 (Figura 4.12) 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 (línea de aire) se modificó el punto de referencia quedando la cota definitiva en 2404,129 m.s.n.m.

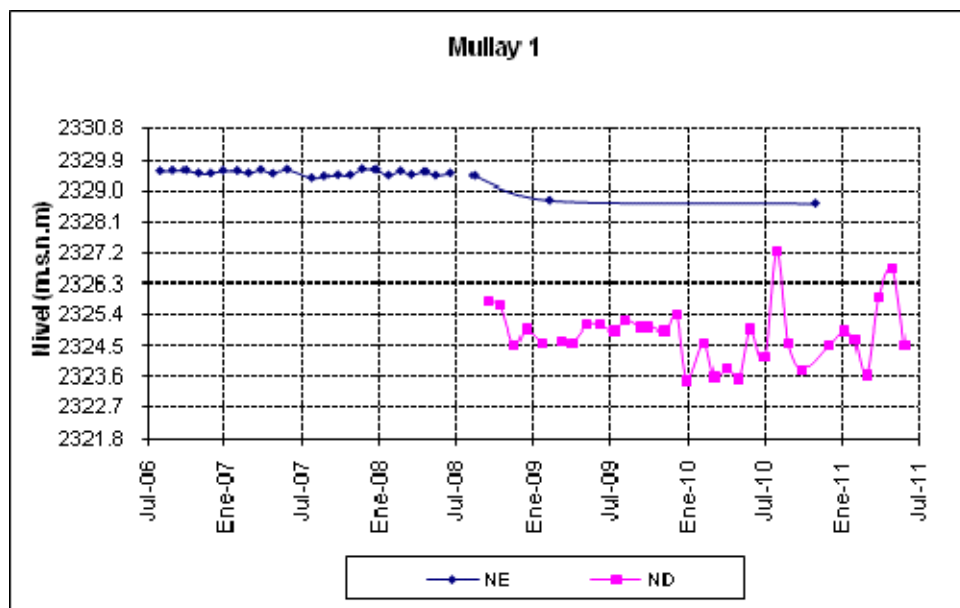


Figura 4.12. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Mullay 1.

El pozo Allana (Figura 4.13) no presenta monitoreo de los niveles 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.

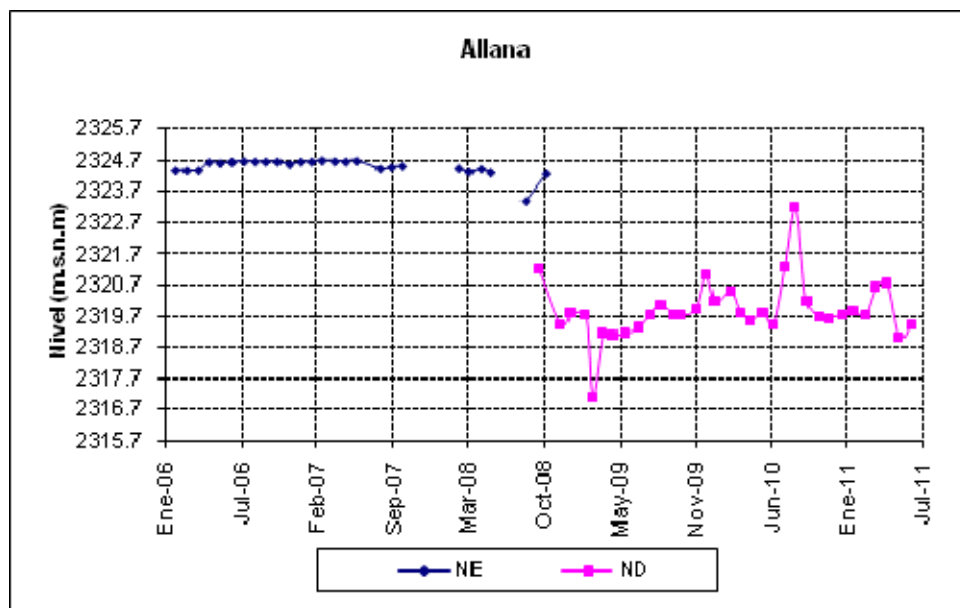


Figura 4.13. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Allana.

Pozos en zona marginal

Los pozos ubicados en la zona marginal se caracterizan por tener un comportamiento estacional dado principalmente por la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos en época invernal.

De manera general, durante el último tiempo se puede observar un descenso similar al histórico en el nivel en los pozos ubicados en los sectores Sur y Oeste de la Zona Marginal (pozos RC, L2-22, L1-14). Respecto de los otros pozos se ha observado una mantención de sus niveles e incluso aumento de aquellos pozos que están más influenciados por el aporte subterráneo proveniente desde el acuífero del Borde Este (L7-4, L1-9).

El pozo L2-8 presenta una tendencia al descenso de nivel en su variación estacional (35 cm en 3 años), sin embargo, los pozos cercanos a este pozo no presentan el mismo comportamiento (L2-4, L1-7, L1-6). Se puede observar entre junio de 2008 y junio de 2011 (el pozo Mullay comenzó bombeo en septiembre de 2008) que el pozo L1-1 descendió 55

cm, el pozo L1-2 descendió 12 cm y el pozo L1-3 descendió 5 cm, es decir el cono de depresión se extingue en la medida que se aleja del pozo de bombeo. Sin embargo, el pozo L2-8 descendió 35 cm, estando éste ubicado a más de 4 km del pozo L1-3 (Figura 4.1). En consecuencia, este comportamiento no puede ser atribuido a efectos del bombeo.

Respecto de lo anterior, se han observado variaciones estacionales de nivel de hasta 70 cm en pozos o reglillas más cercanos a cuerpos de agua superficial como la Laguna Barros Negros (por ejemplo L1-8, L1-13, RC1, L7-G1, L2-5, L2-10, L2-15, L2-21, L2-24, L1-G4, P1-6 y P1-7, entre otros). Al inicio del monitoreo del PSAH las mayores oscilaciones se observaban del lado oeste de la laguna Barros Negros, pero en los últimos dos años (segundo semestre de 2009, el 2010 y primer semestre de 2011) se observa principalmente al sur de la laguna.

En los pozos que tienen un registro de nivel histórico (1027, L1-4), se logra observar que durante los últimos años los niveles han cambiando su tendencia al descenso respecto de la que tenían anteriormente, notándose un aumento gradual siempre regido por el comportamiento estacional. En términos generales se aprecia que la gran mayoría de los pozos se encuentran aumentando ligeramente sus niveles o bien se encuentran estabilizados. Comportamiento que podría estar asociado al aumento de la recarga desde el acuífero del Borde Este producto de mayores precipitaciones locales ocurridas durante los últimos años, lo que también se ve reflejado con aumentos de nivel en varias de las reglillas asociadas al sistema Soncor como L1-G4 y L7-G1.

Los pozos ubicados más al sur como el GD-01 muestran un comportamiento intermedio entre zona marginal (comportamiento estacional) y núcleo, ya que presenta un comportamiento estacional (relacionado con el funcionamiento de la laguna Barros Negros).

Los gráficos de tendencia de esta zona se presentan desde la Figura 4.14 a Figura 4.59.

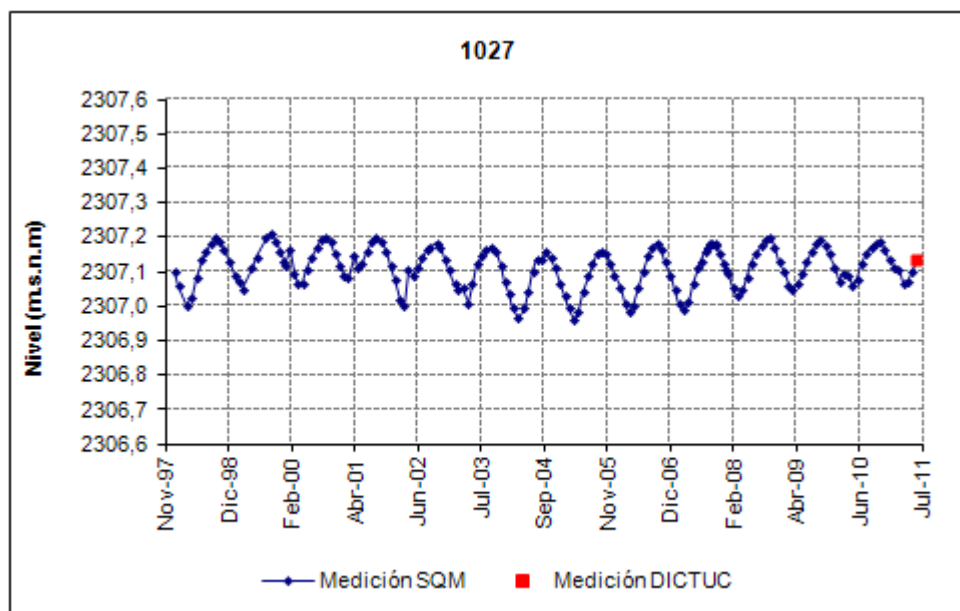


Figura 4.14. Nivel mensual observado en el pozo 1027.

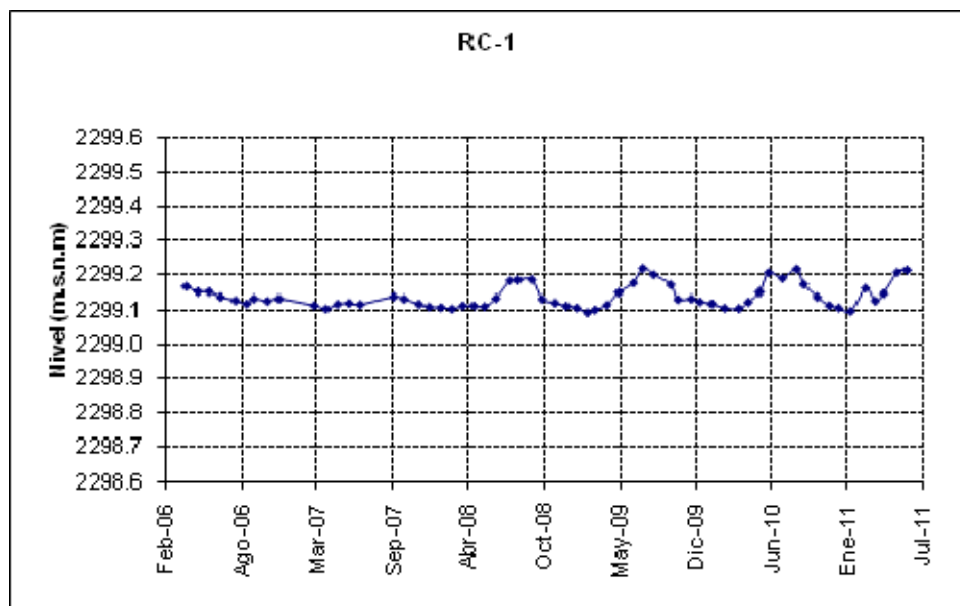


Figura 4.15. Nivel mensual observado en el pozo RC-1.

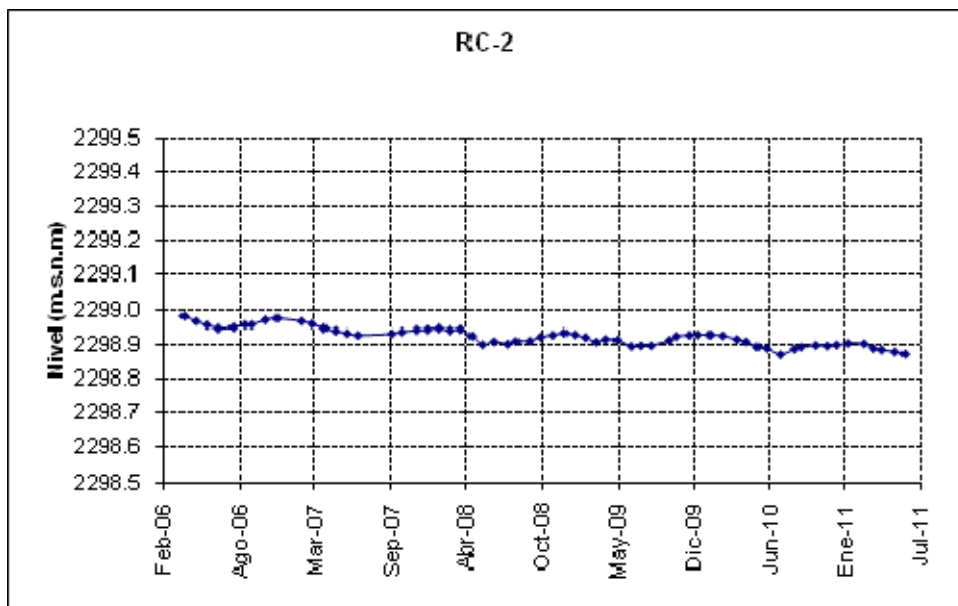


Figura 4.16. Nivel mensual observado en el pozo RC-2.

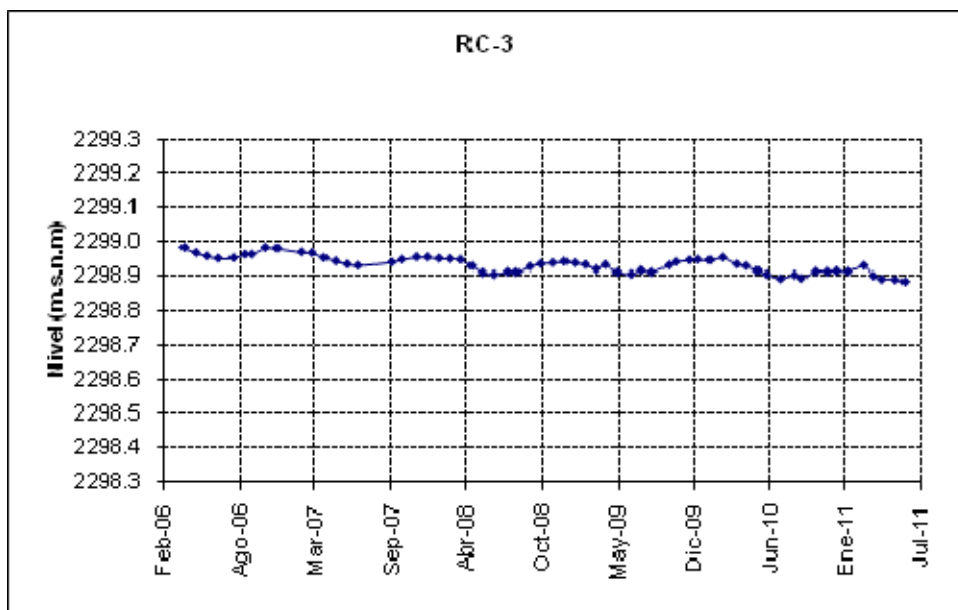


Figura 4.17. Nivel mensual observado en el pozo RC-3.

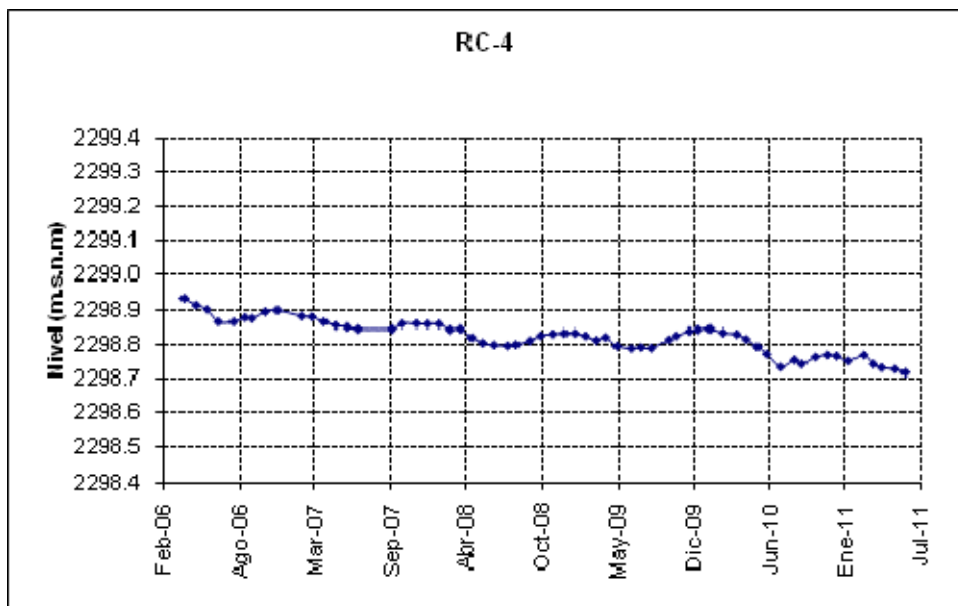


Figura 4.18. Nivel mensual observado en el pozo RC-4.

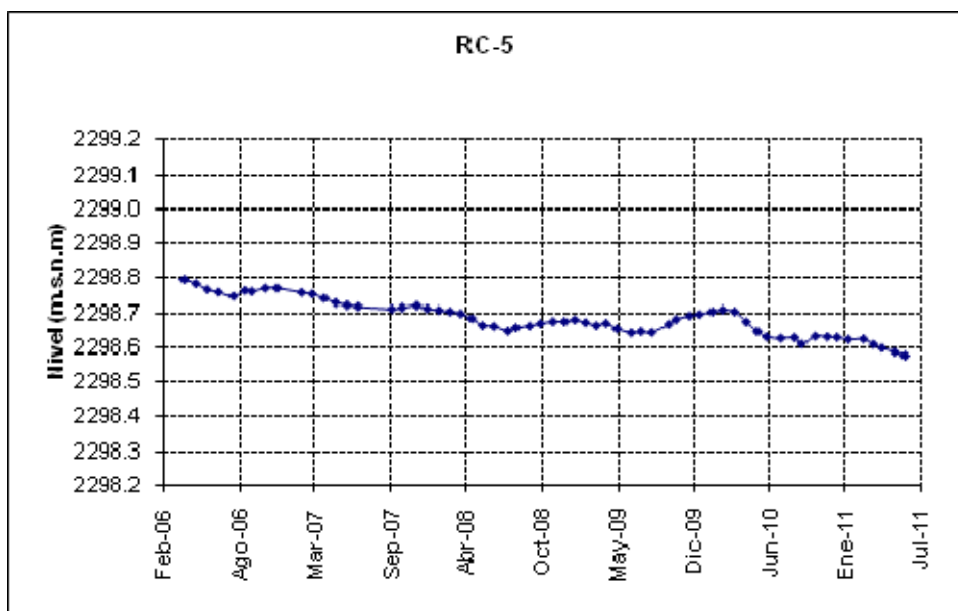


Figura 4.19. Nivel mensual observado en el pozo RC-5.

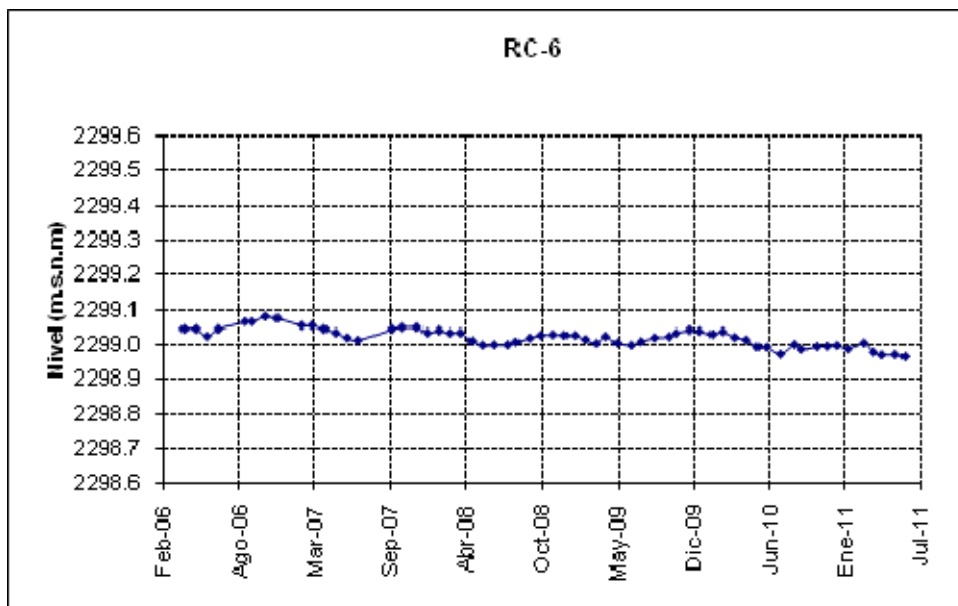


Figura 4.20. Nivel mensual observado en el pozo RC-6.

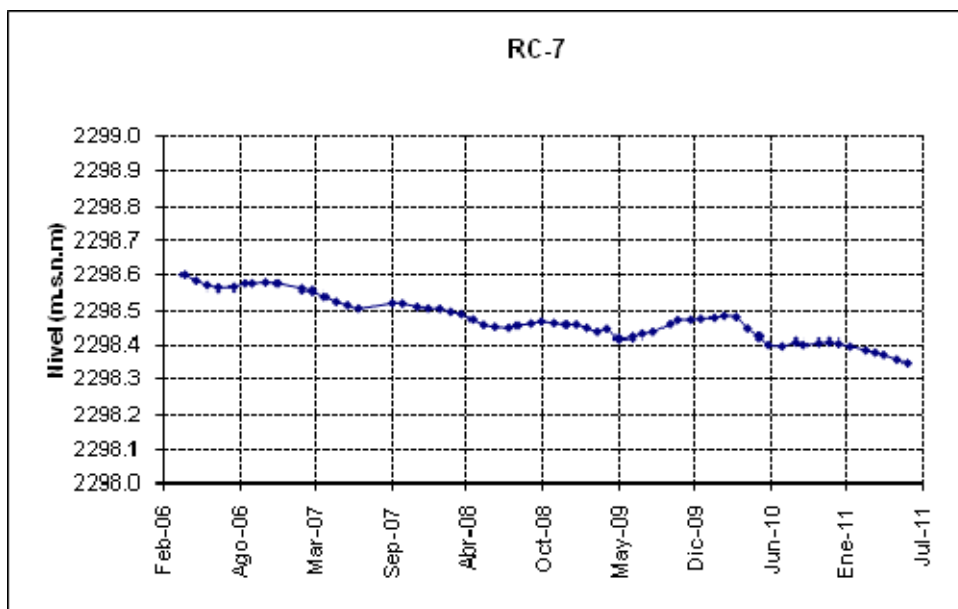


Figura 4.21. Nivel mensual observado en el pozo RC-7.

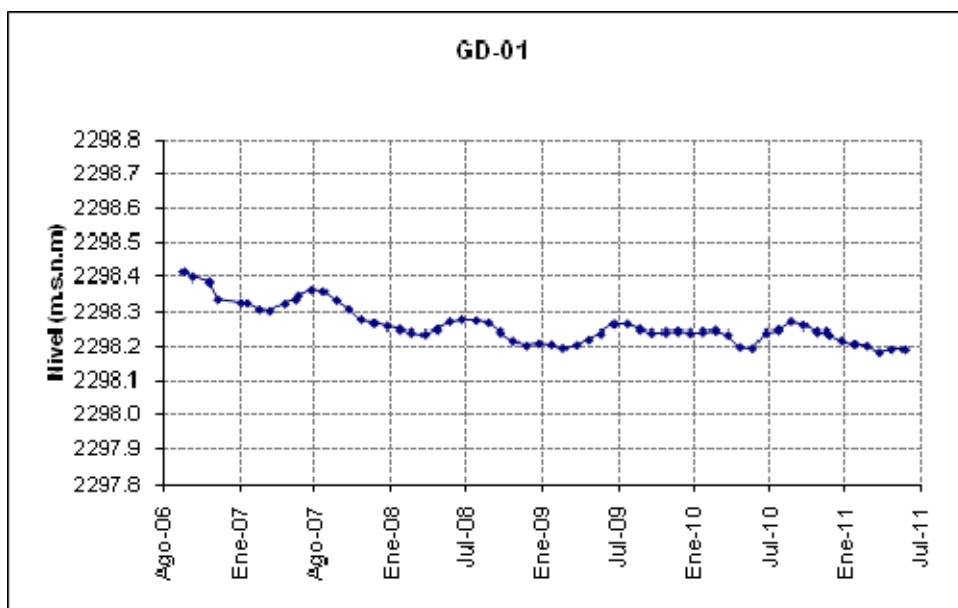


Figura 4.22. Nivel mensual observado en el pozo GD-01.

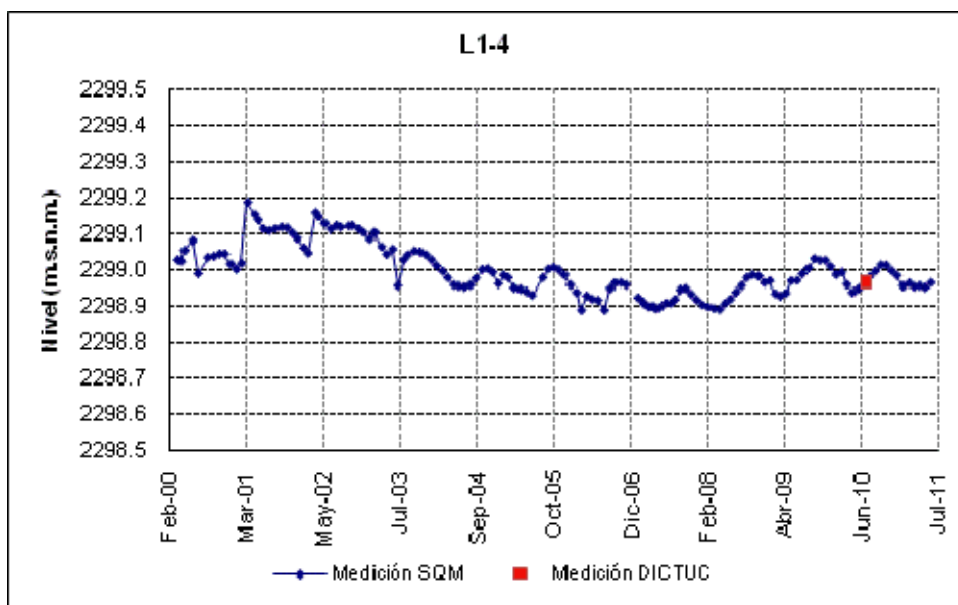


Figura 4.23. Nivel mensual observado en el pozo L1-4.

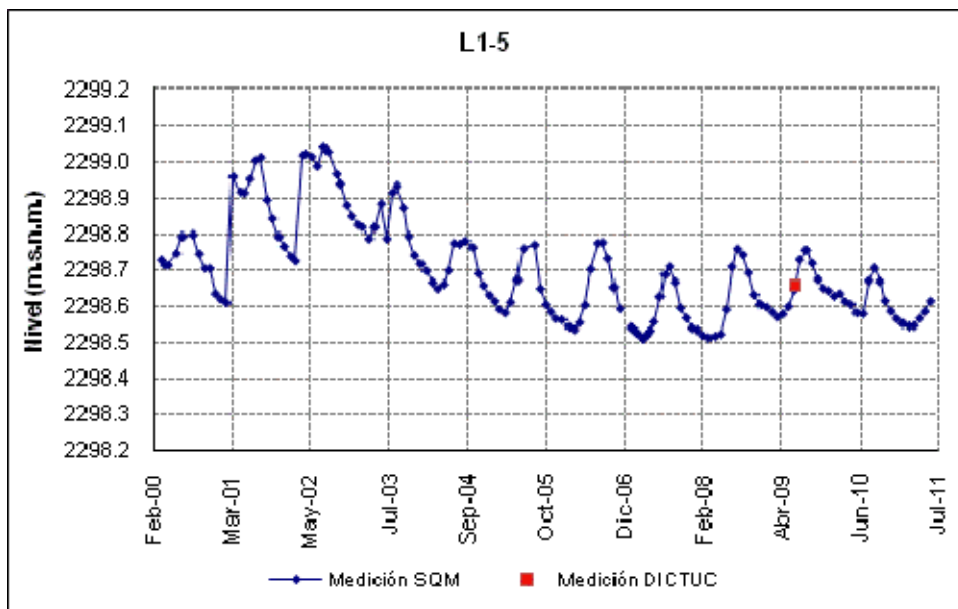


Figura 4.24. Nivel mensual observado en el pozo L1-5.

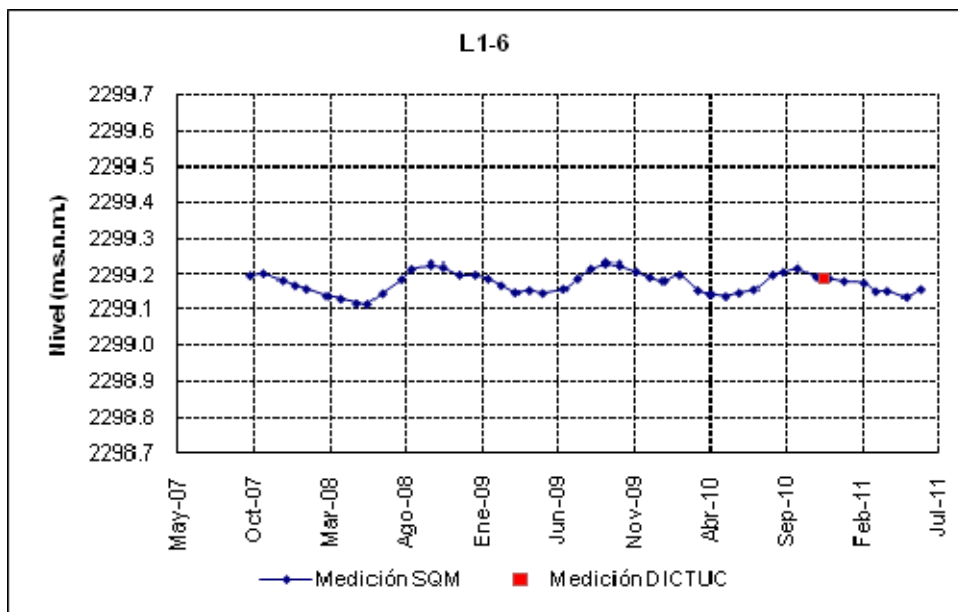


Figura 4.25. Nivel mensual observado en el pozo L1-6.

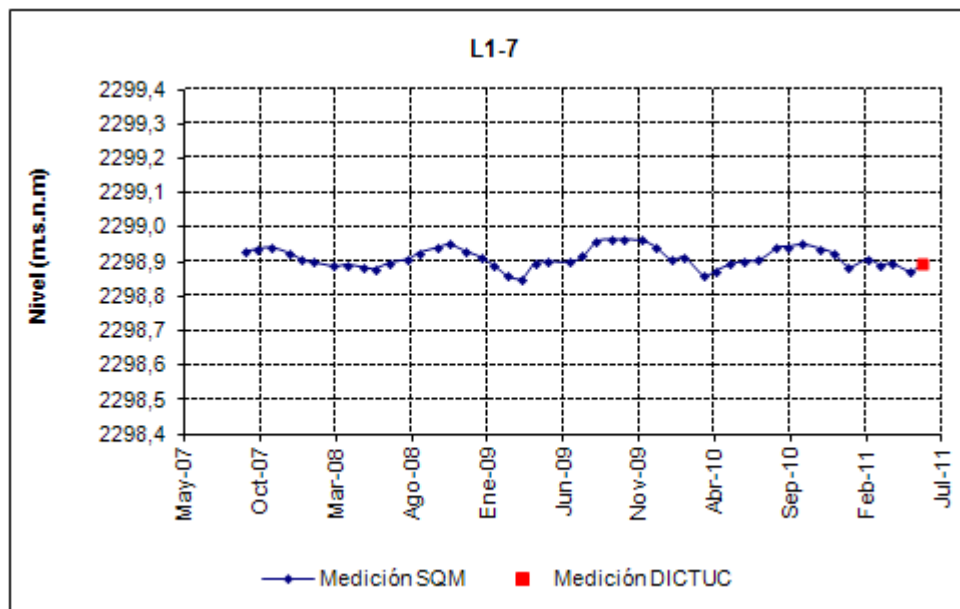


Figura 4.26. Nivel mensual observado en el pozo L1-7.

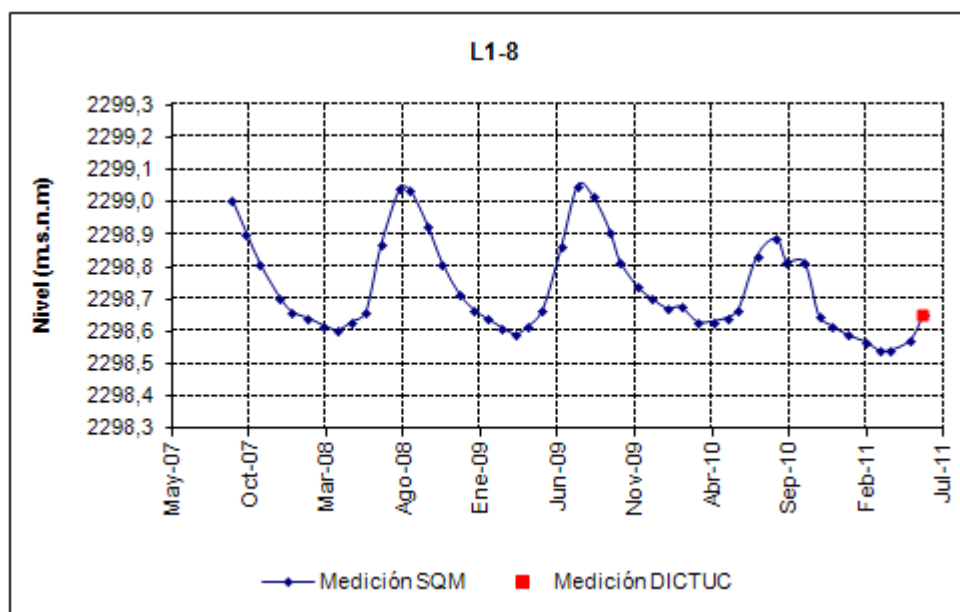


Figura 4.27. Nivel mensual observado en el pozo L1-8.

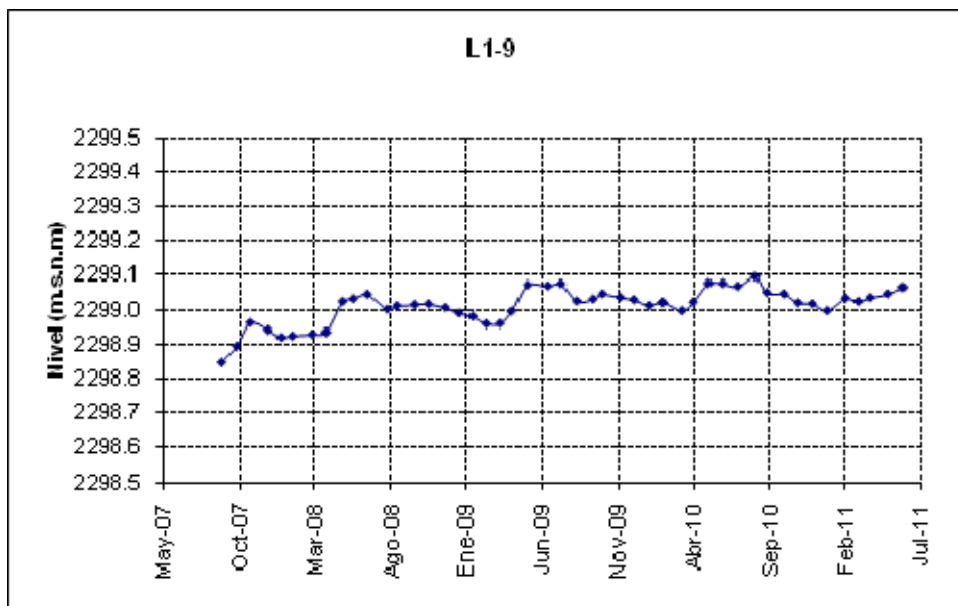


Figura 4.28. Nivel mensual observado en el pozo L1-9.

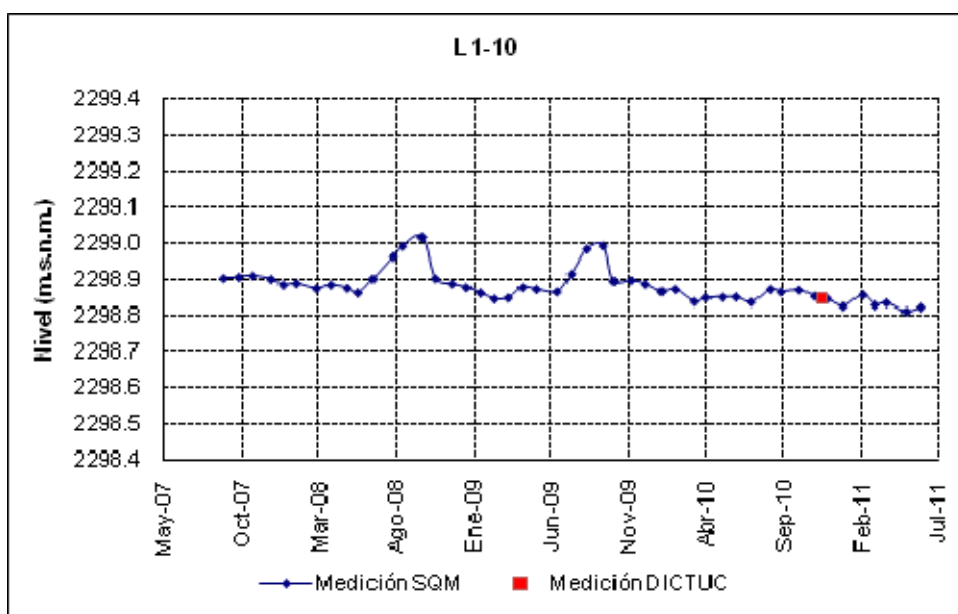


Figura 4.29. Nivel mensual observado en el pozo L1-10.

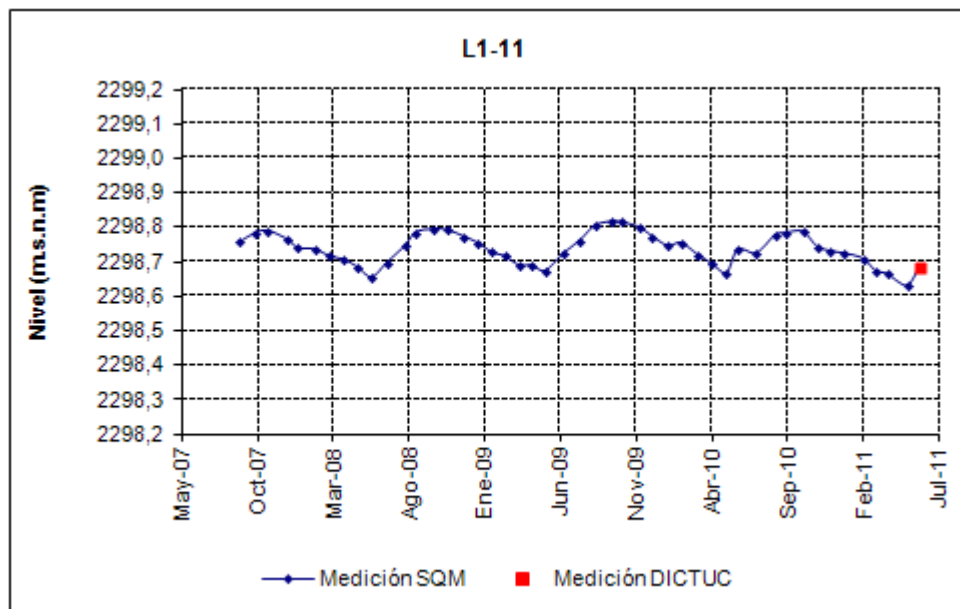


Figura 4.30. Nivel mensual observado en el pozo L1-11.

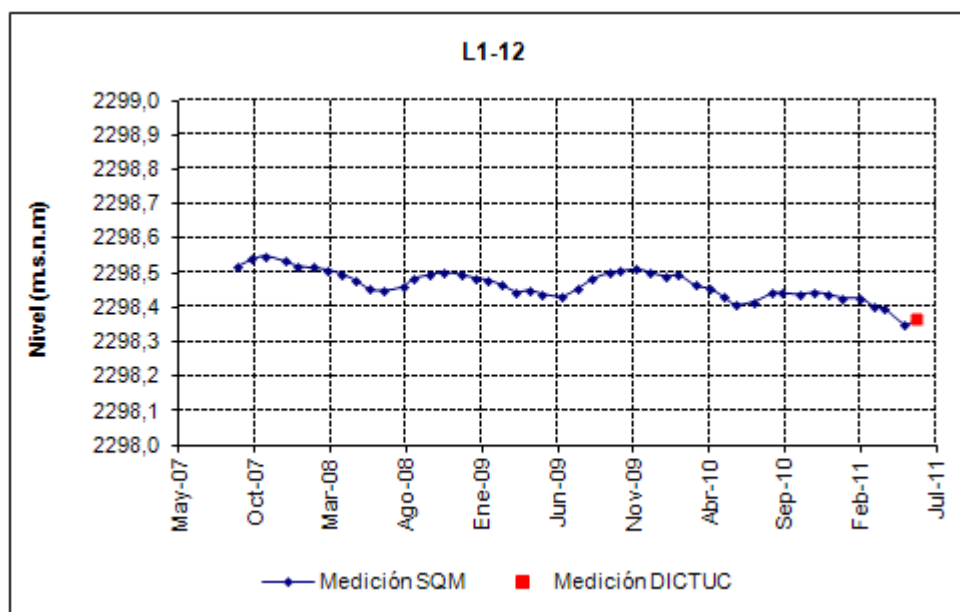


Figura 4.31. Nivel mensual observado en el pozo L1-12.

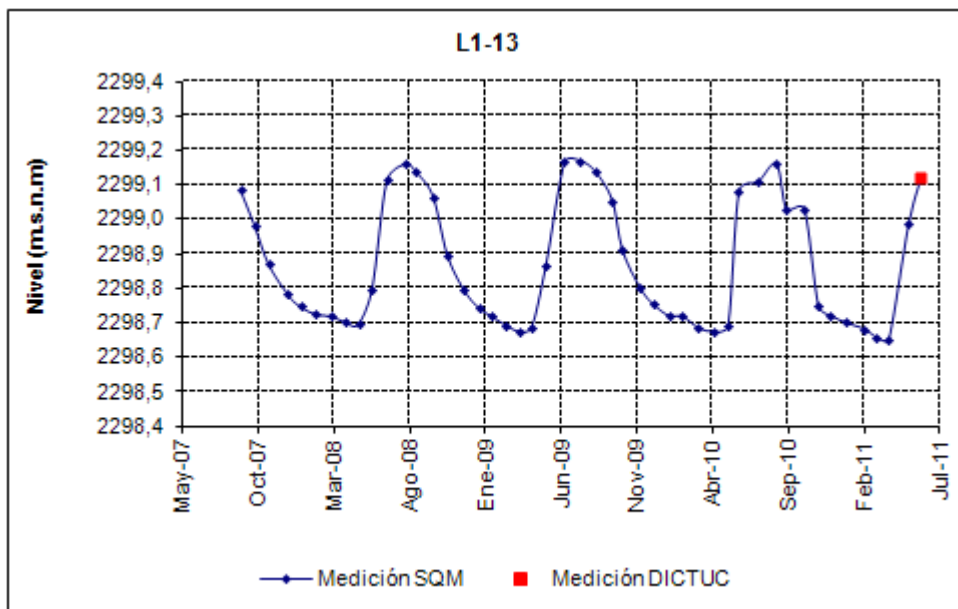


Figura 4.32. Nivel mensual observado en el pozo L1-13.

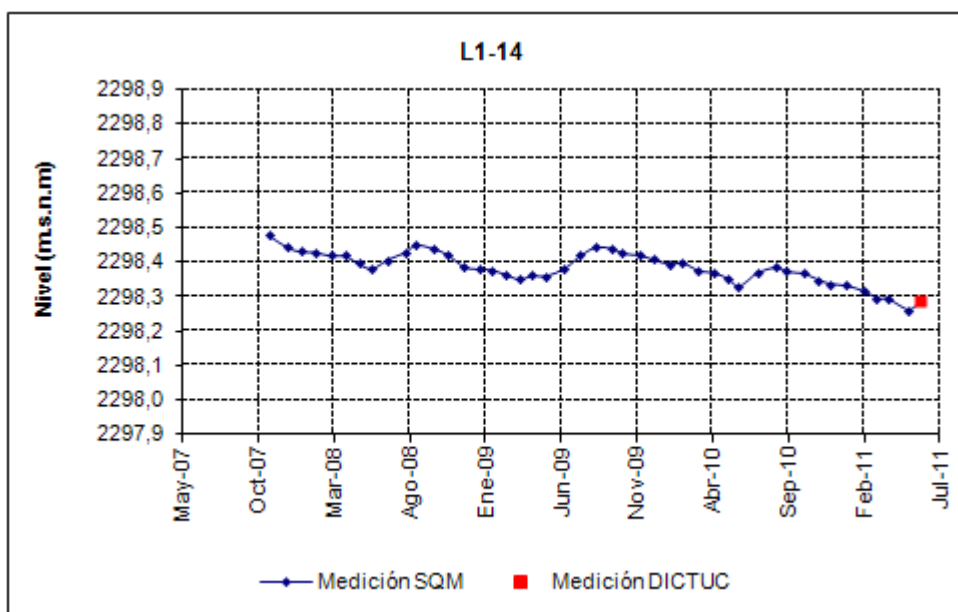


Figura 4.33. Nivel mensual observado en el pozo L1-14.

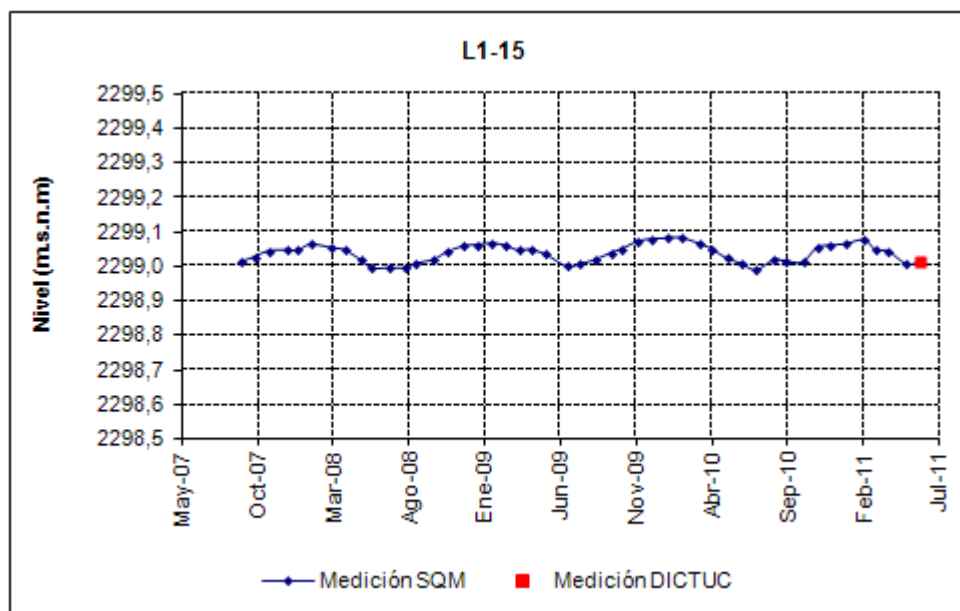


Figura 4.34. Nivel mensual observado en el pozo L1-15.

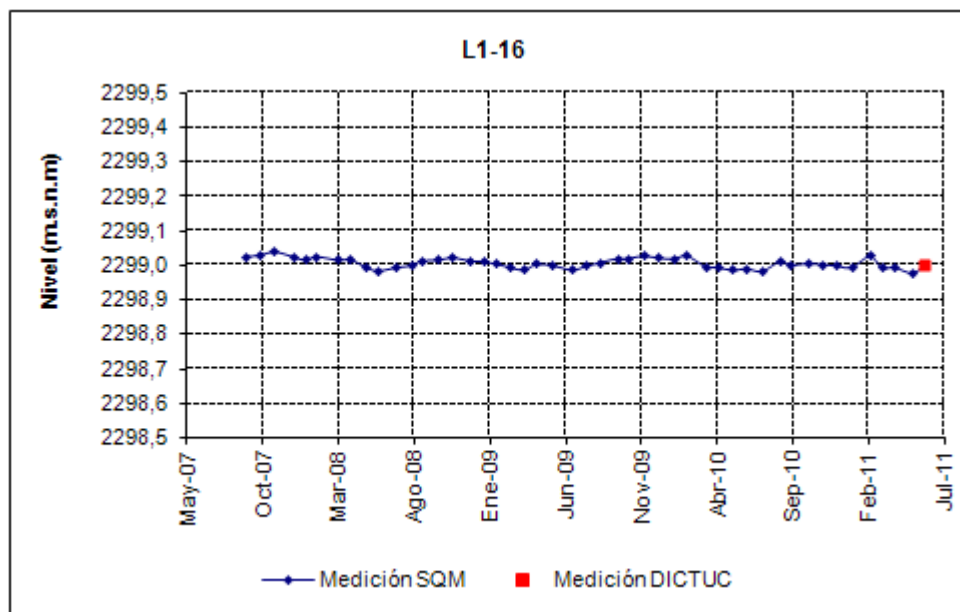


Figura 4.35. Nivel mensual observado en el pozo L1-16.

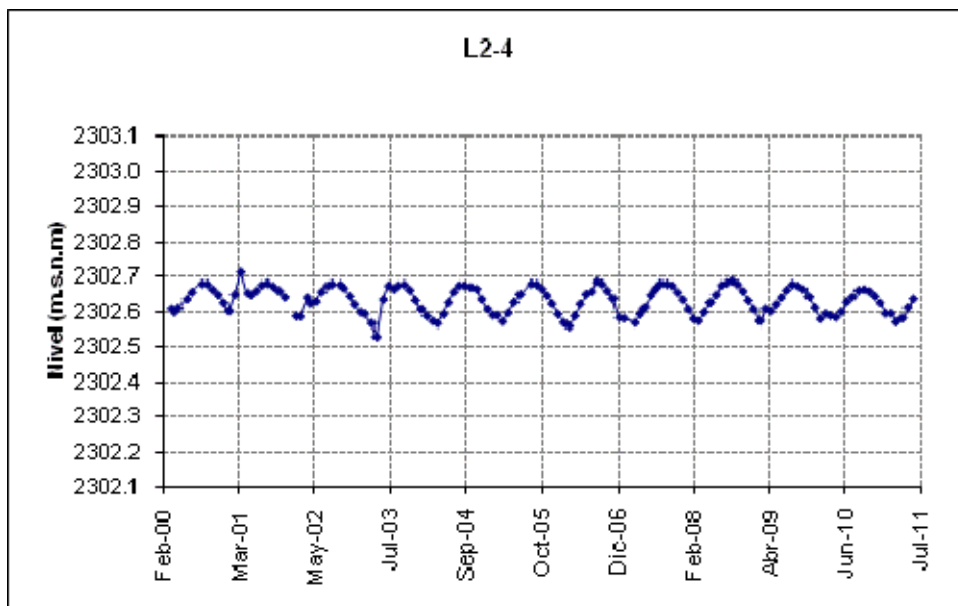


Figura 4.36. Nivel mensual observado en el pozo L2-4.

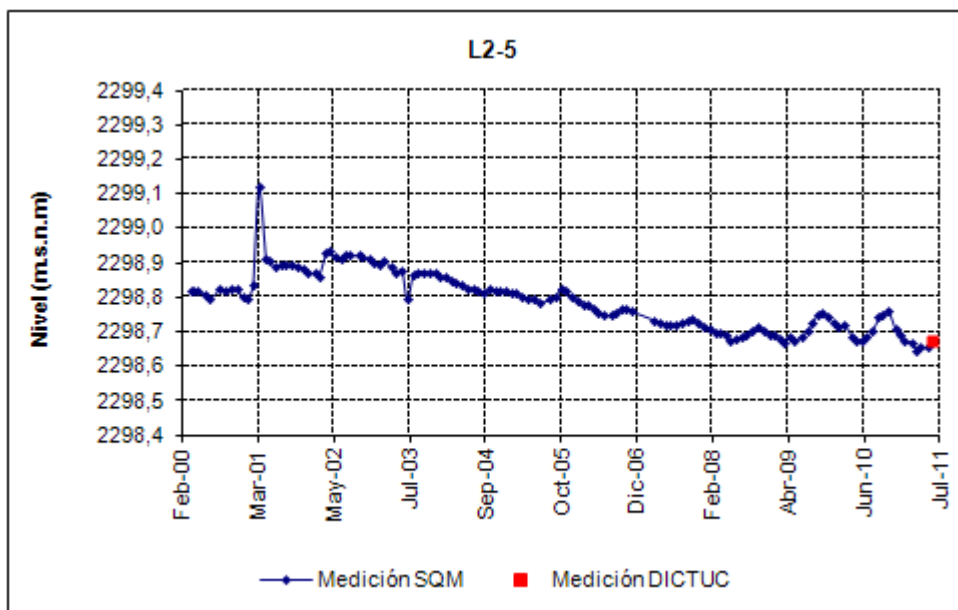


Figura 4.37. Nivel mensual observado en el pozo L2-5.

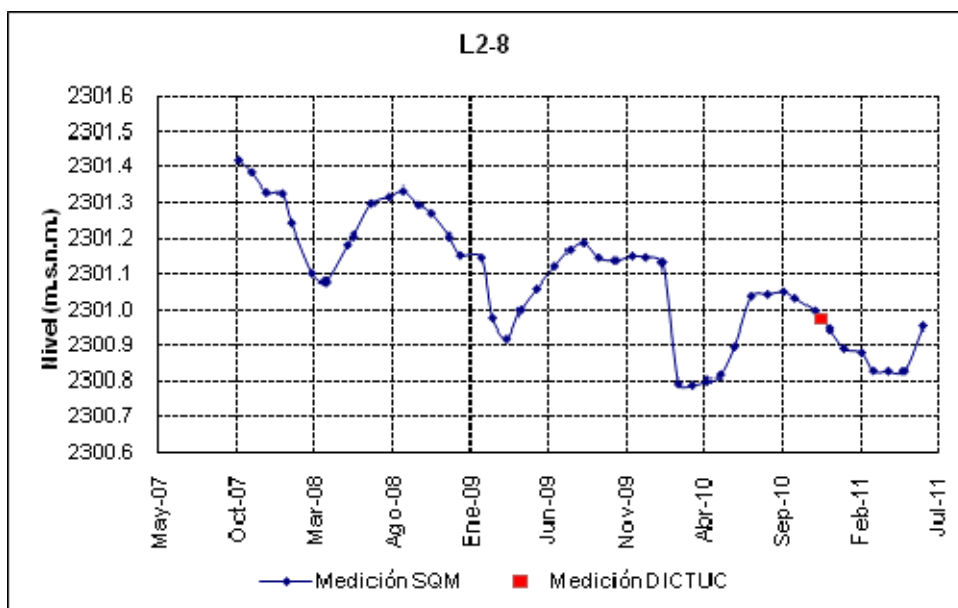


Figura 4.38. Nivel mensual observado en el pozo L2-8.

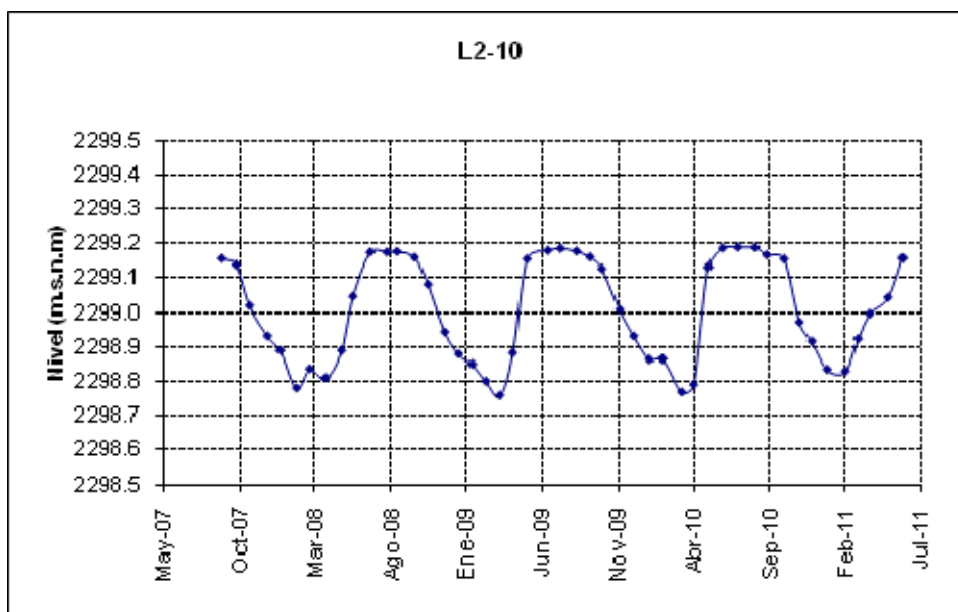


Figura 4.39. Nivel mensual observado en el pozo L2-10.

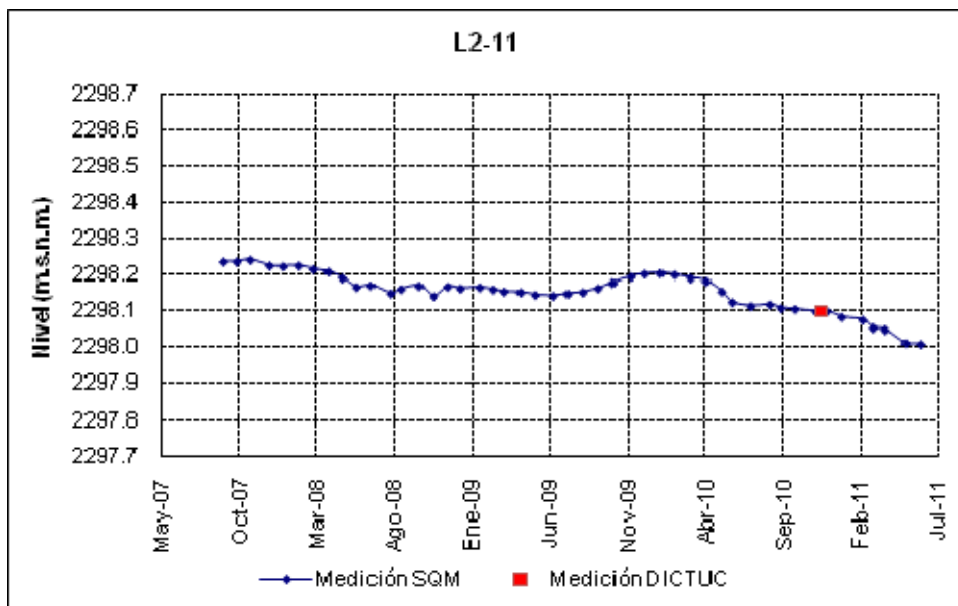


Figura 4.40. Nivel mensual observado en el pozo L2-11.

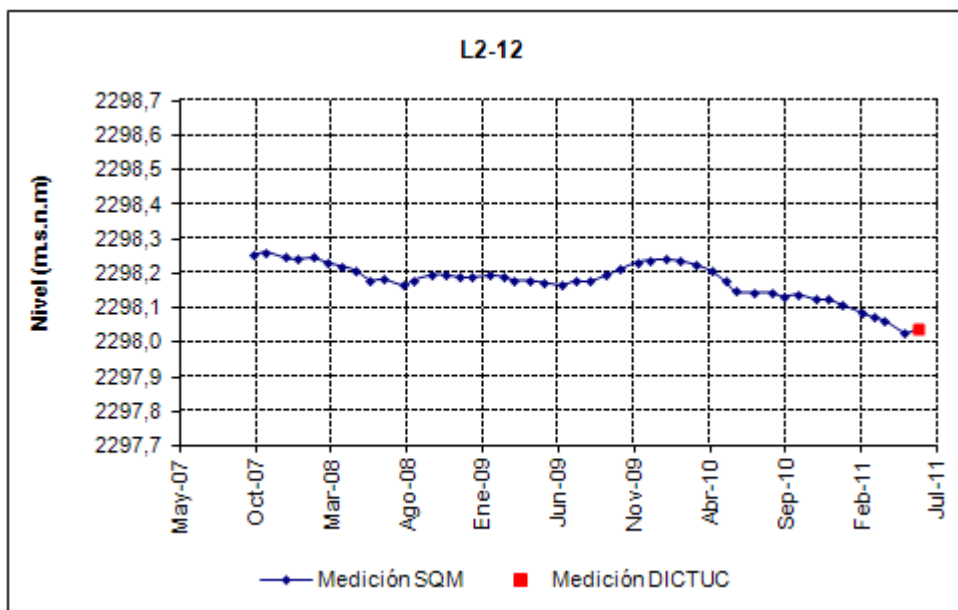


Figura 4.41. Nivel mensual observado en el pozo L2-12.

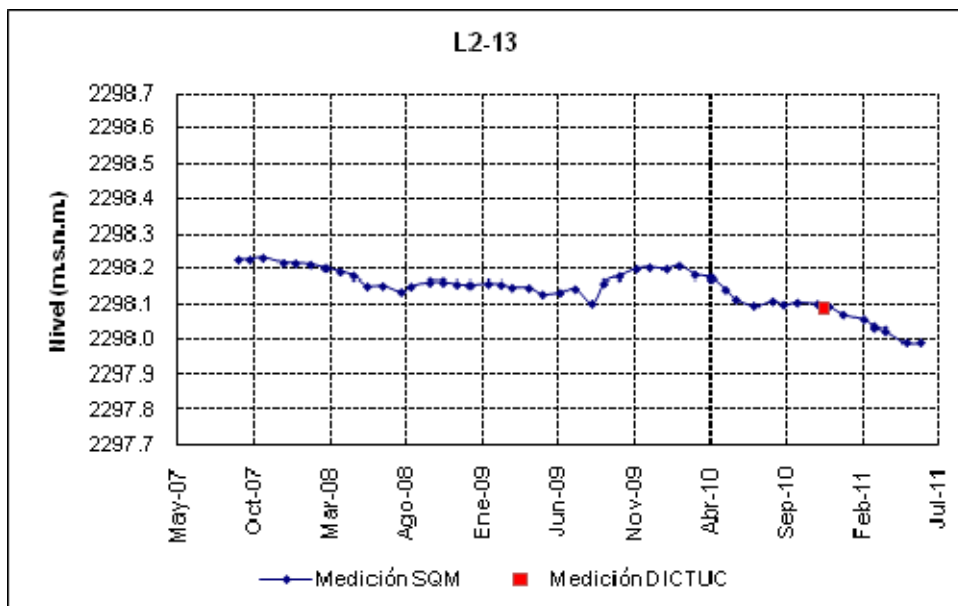


Figura 4.42. Nivel mensual observado en el pozo L2-13.

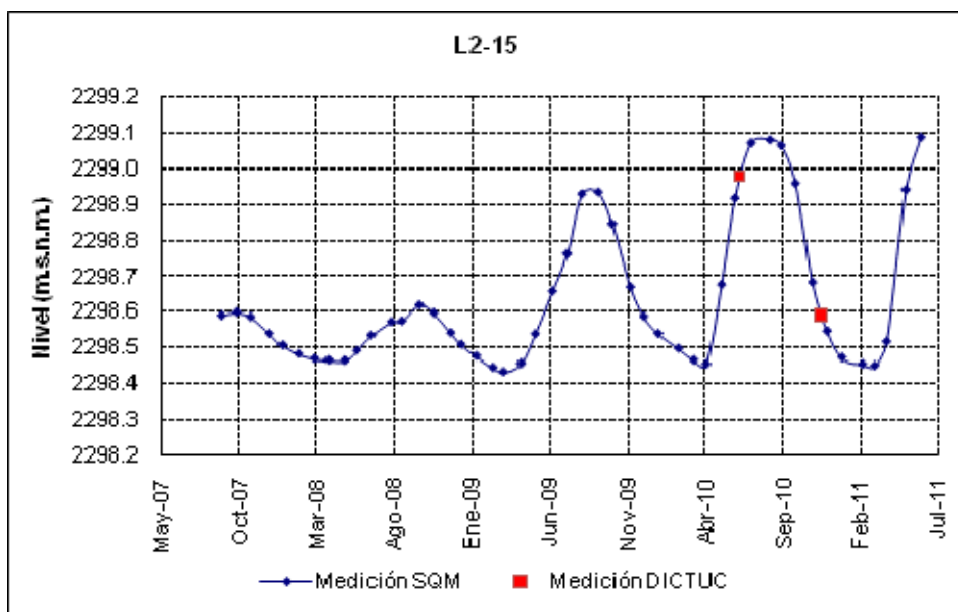


Figura 4.43. Nivel mensual observado en el pozo L2-15.

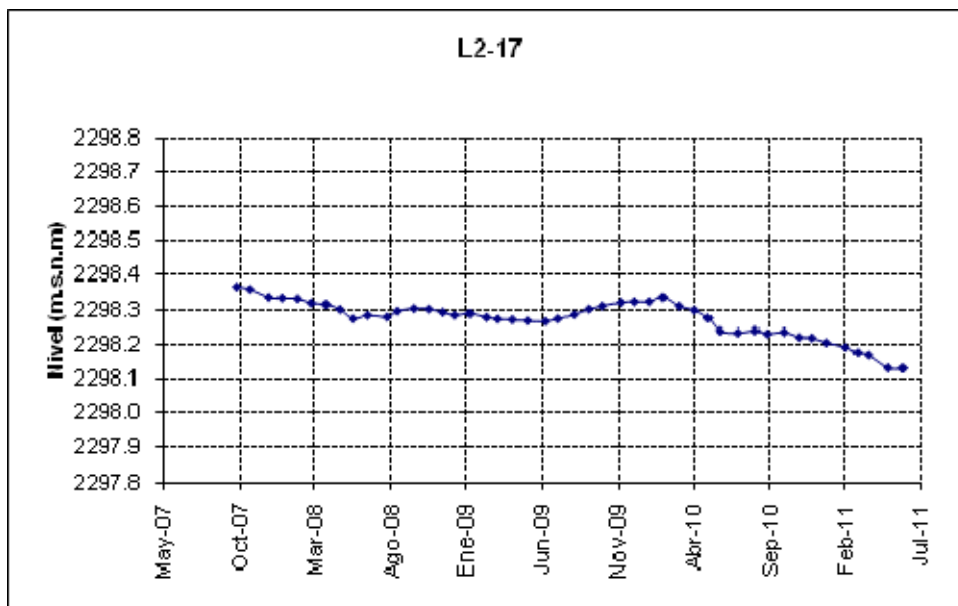


Figura 4.44. Nivel mensual observado en el pozo L2-17.

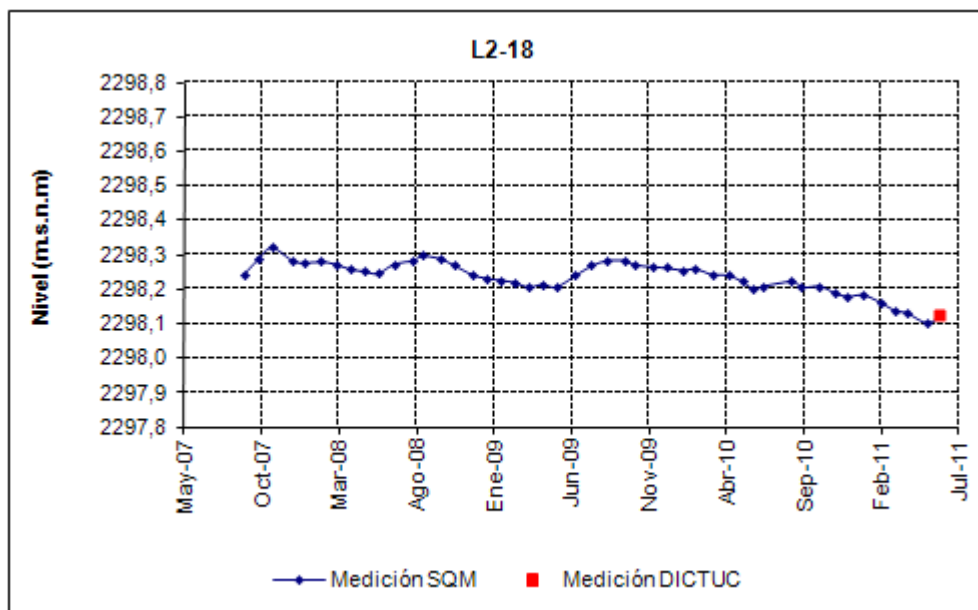


Figura 4.45. Nivel mensual observado en el pozo L2-18.

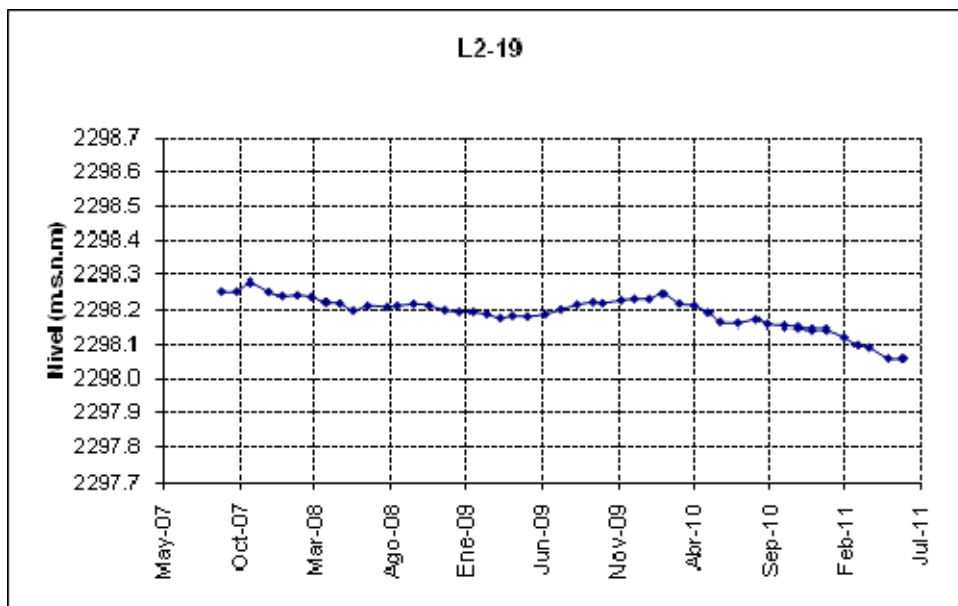


Figura 4.46. Nivel mensual observado en el pozo L2-19.

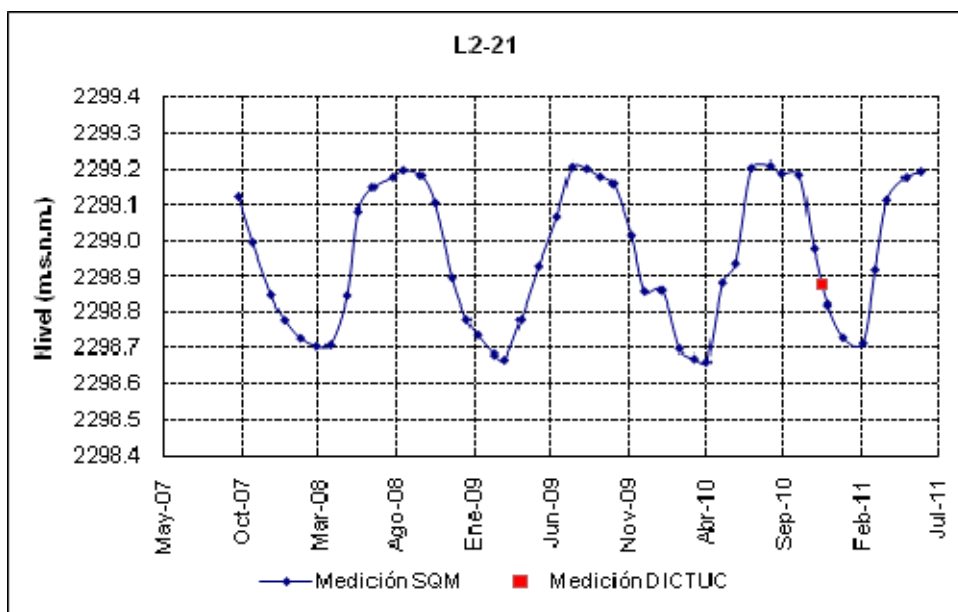


Figura 4.47. Nivel mensual observado en el pozo L2-21.

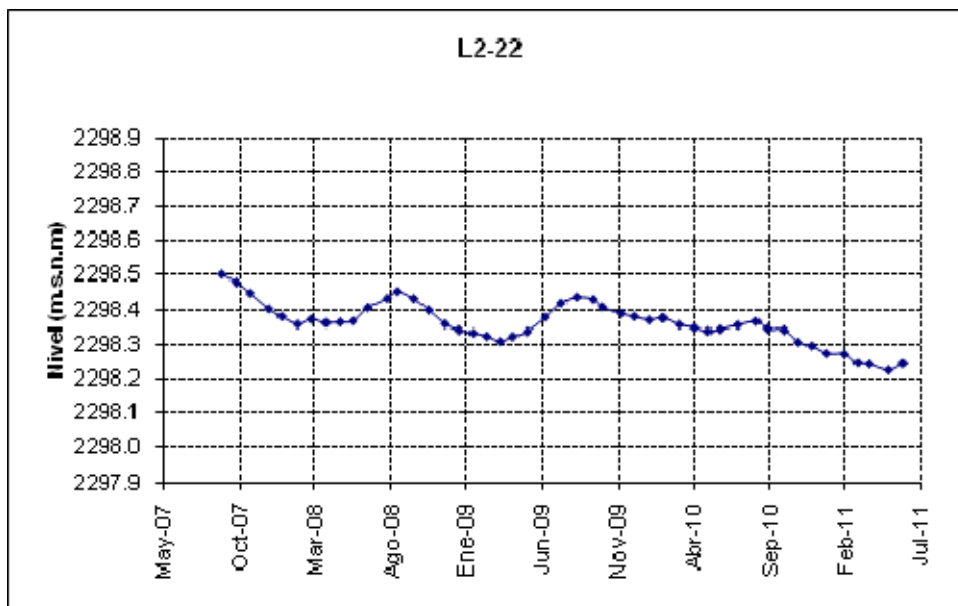


Figura 4.48. Nivel mensual observado en el pozo L2-22.

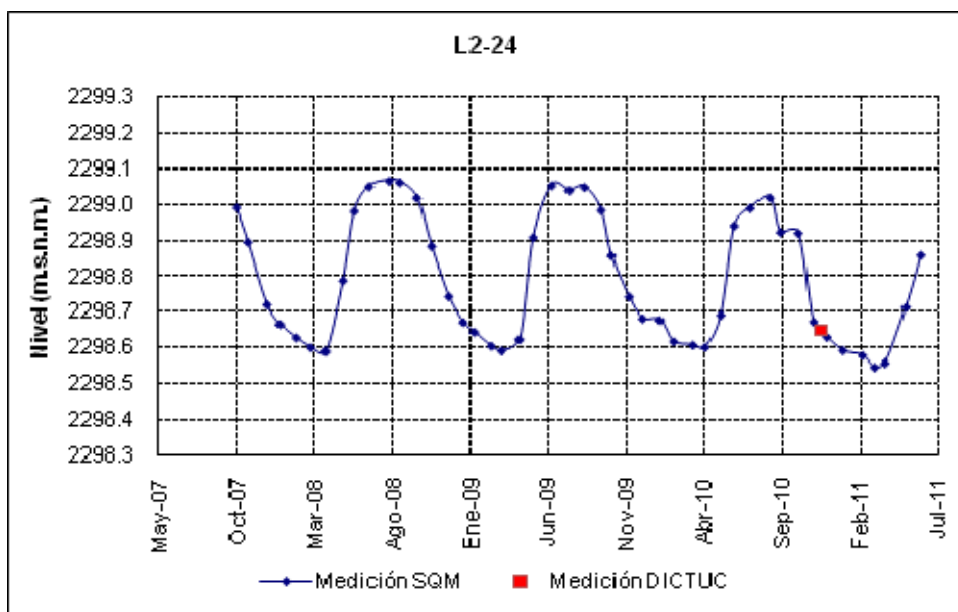


Figura 4.49. Nivel mensual observado en el pozo L2-24.

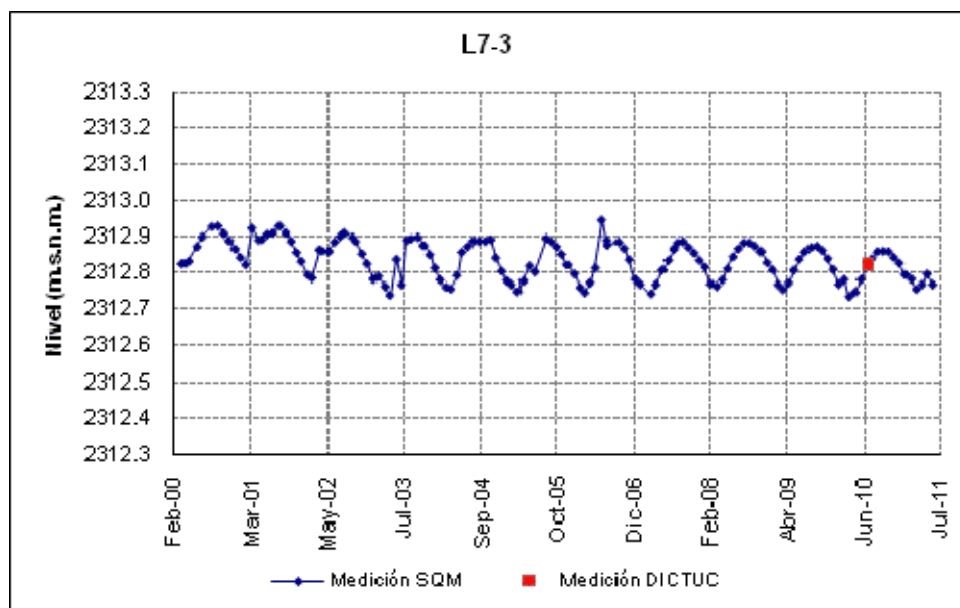


Figura 4.50. Nivel mensual observado en el pozo L7-3.

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 4.51) mientras que el segundo (Figura 4.52) muestra los datos a partir de mayo de 2007.

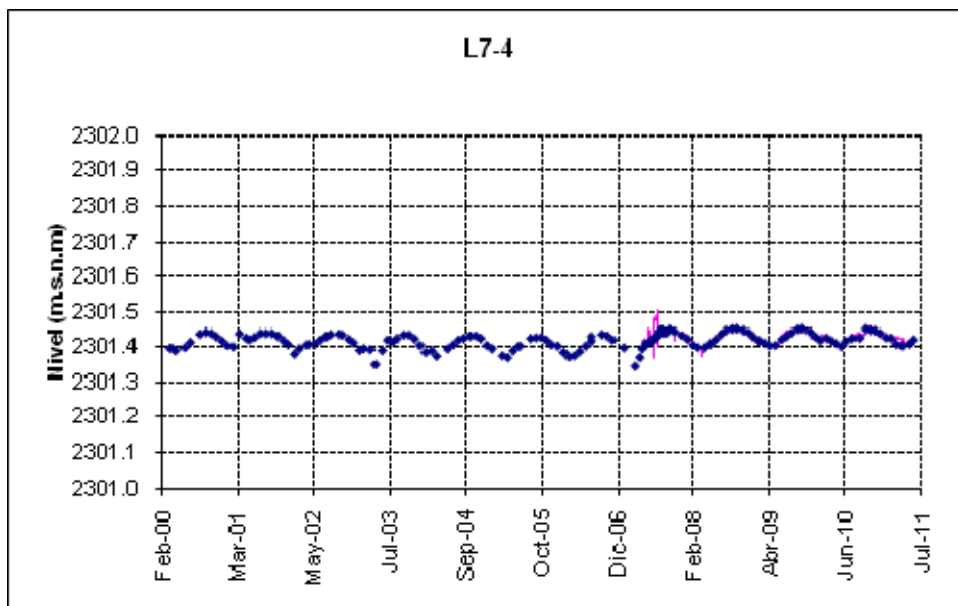


Figura 4.51. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

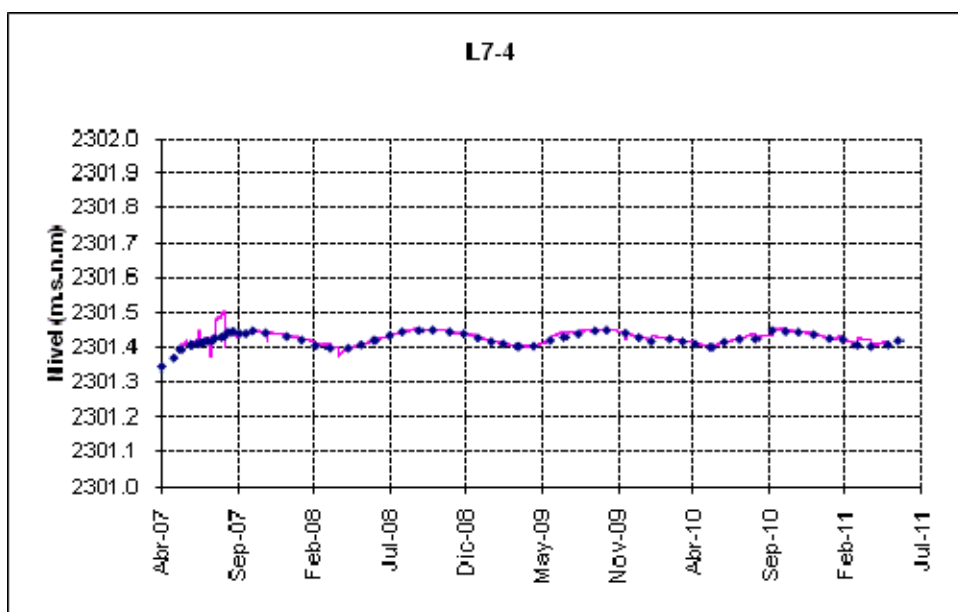


Figura 4.52. Nivel mensual observado en el pozo L7-4 desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

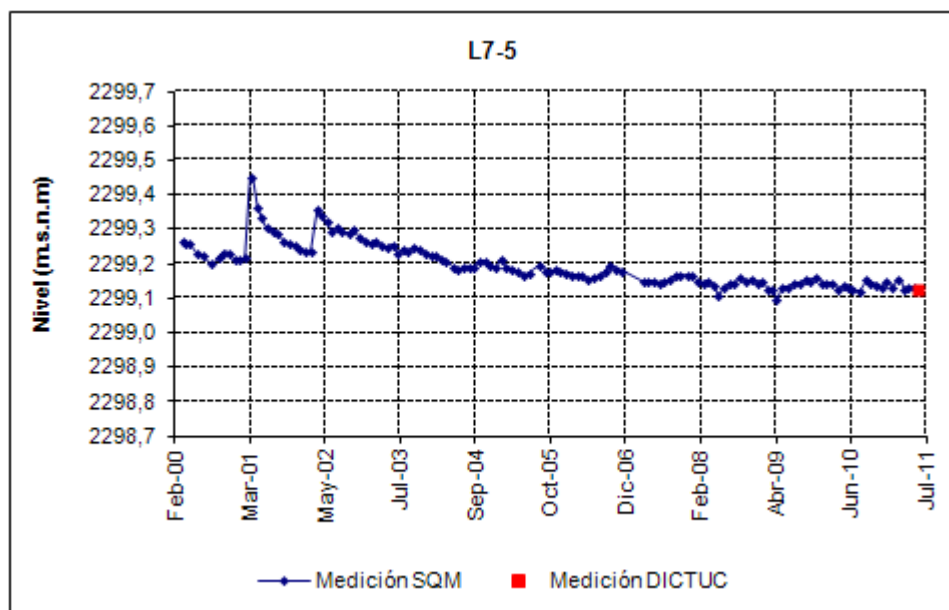


Figura 4.53. Nivel mensual observado en el pozo L7-5.

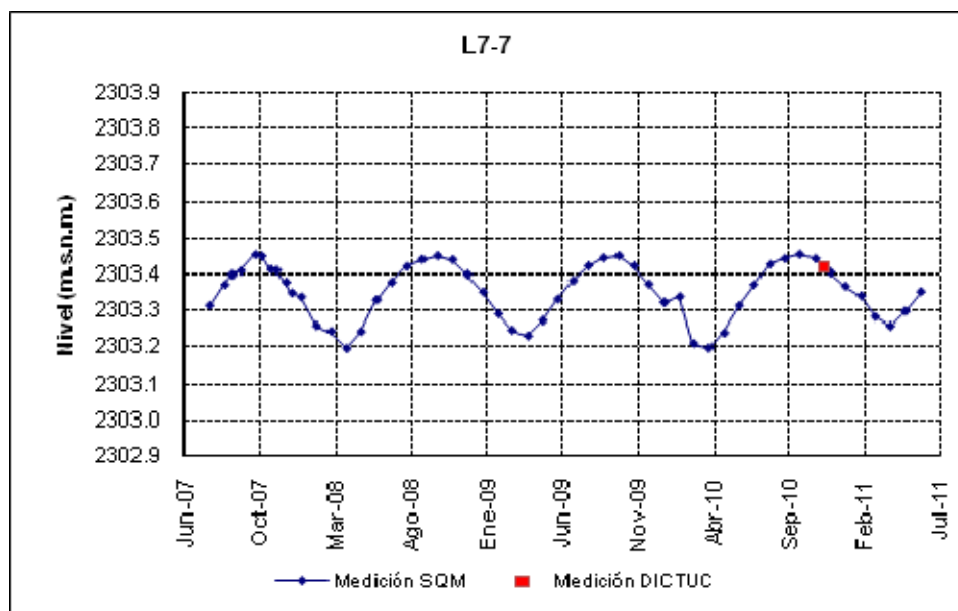


Figura 4.54. Nivel mensual observado en el pozo L7-7.

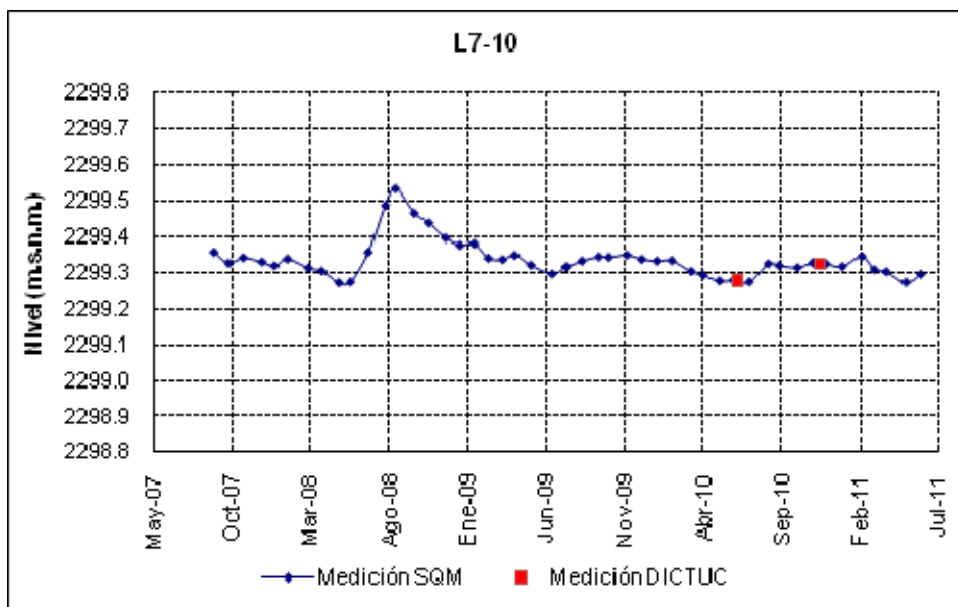


Figura 4.55. Nivel mensual observado en el pozo L7-10.

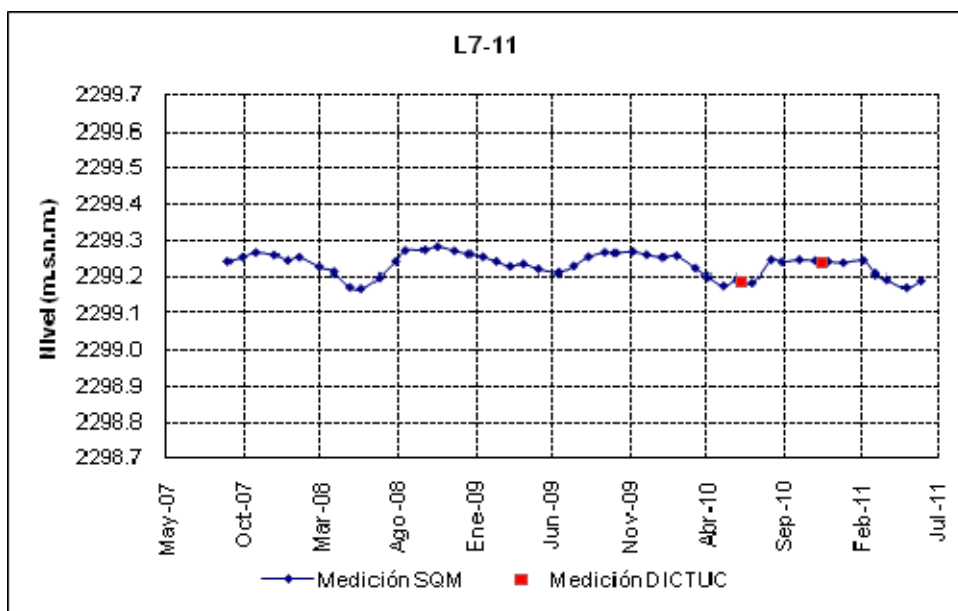


Figura 4.56. Nivel mensual observado en el pozo L7-11.

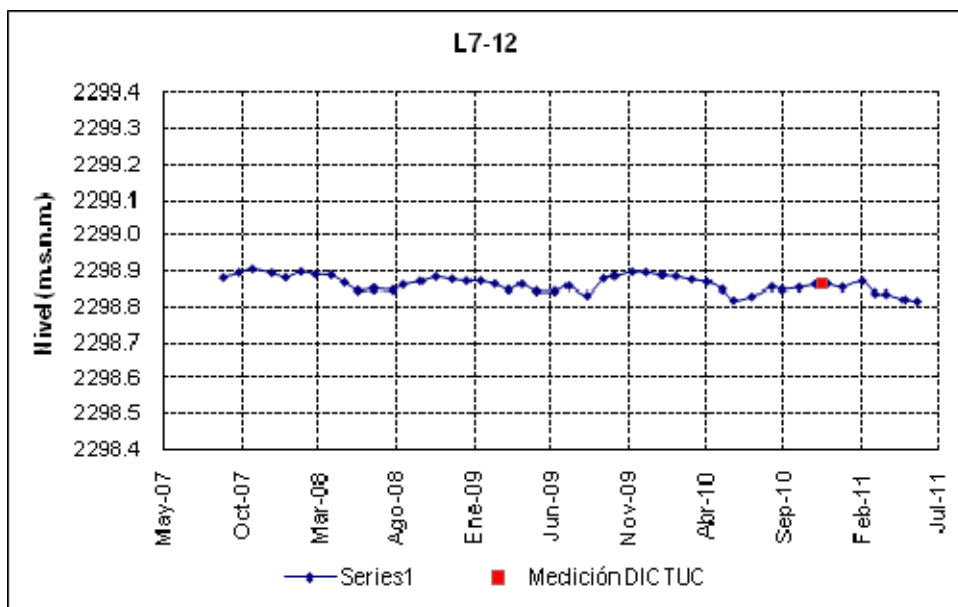


Figura 4.57. Nivel mensual observado en el pozo L7-12.

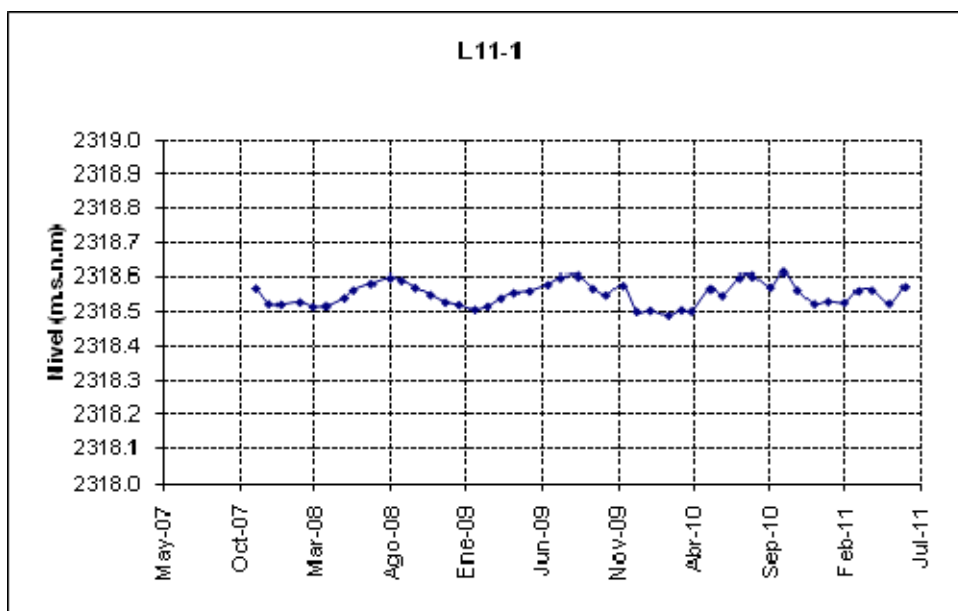


Figura 4.58. Nivel mensual observado en el pozo L11-1.

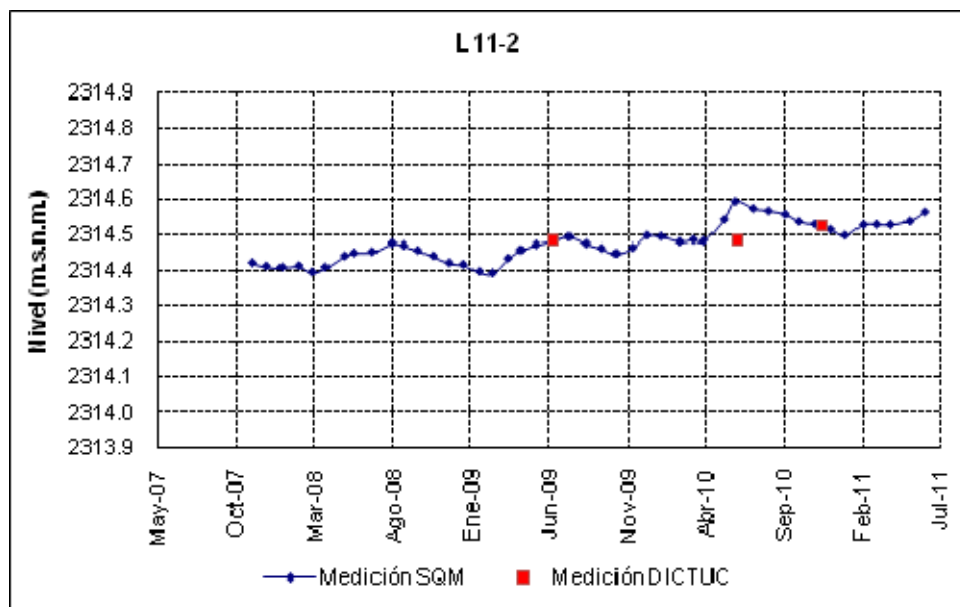


Figura 4.59. Nivel mensual observado en el pozo L11-2.

Reglillas

Desde la Figura 4.60 a la Figura 4.70 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 Puilar), 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 4.60) se puede observar los datos históricos en color azul (L1-G4), adicionalmente se presentan en color celeste (L1-G4 M.C.) los niveles manuales medidos cada vez que se descargan datos desde el transductor de presión y en color lila (L1-G4 C.) los niveles registrados por el instrumento. Se debe indicar que dadas las características de este punto de monitoreo, se tuvo que construir manualmente una estructura que soportara el transductor de presión. Dicha estructura consiste en un tubo de PVC ranurado en su parte inferior, y que en su interior aloja el transductor de presión.

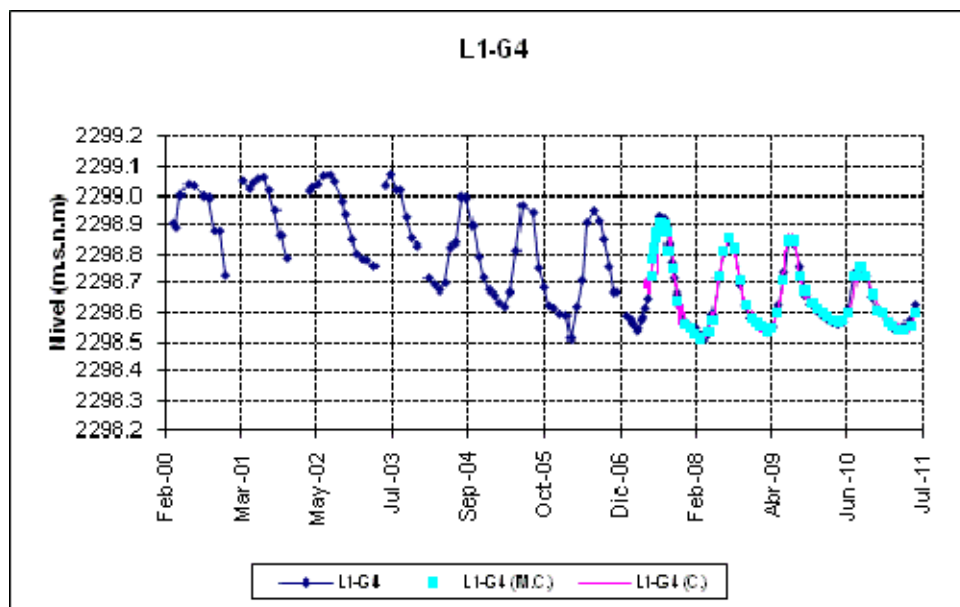


Figura 4.60. Nivel observado en la reglilla L1-G4. (Línea lila: medición continua; línea azul: medición manual en antigua reglilla; puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

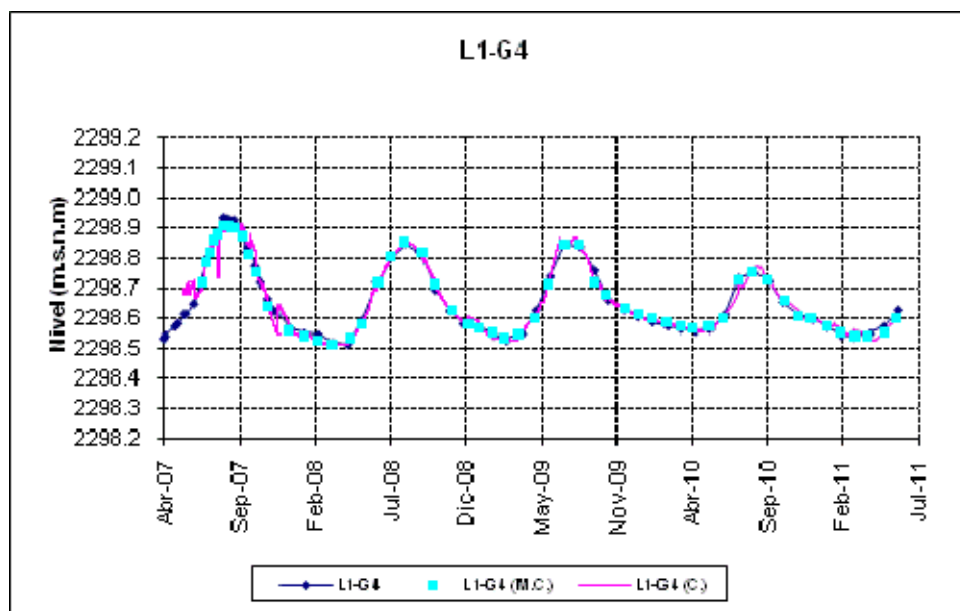


Figura 4.61. Nivel observado en la reglilla L1-G4 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea lila: medición continua; Línea azul: medición manual en antigua reglilla; Puntos celestes: medición manual en reglilla nueva con medición continua).

En la Reglilla L7-G1 (Figura 4.62) se destaca el gran ascenso del nivel freático que alcanzó durante el invierno 2009, comportamiento similar que se repite durante el año 2010 y 2011, volviendo de esta forma a presentarse las oscilaciones estacionales de principios de la década.

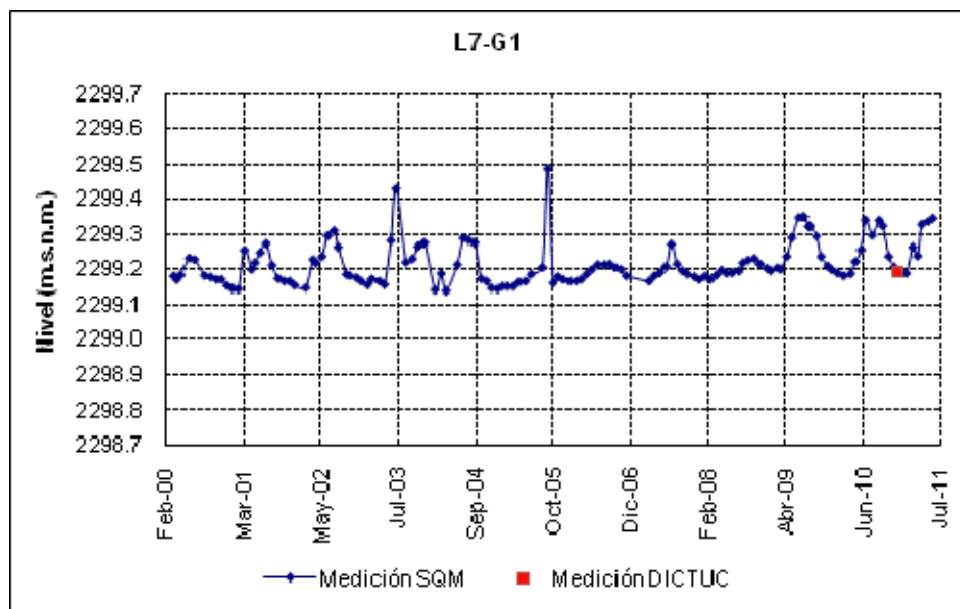


Figura 4.62. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G1.

Por petición de CONAF (diciembre 2007) 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 4.64 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.

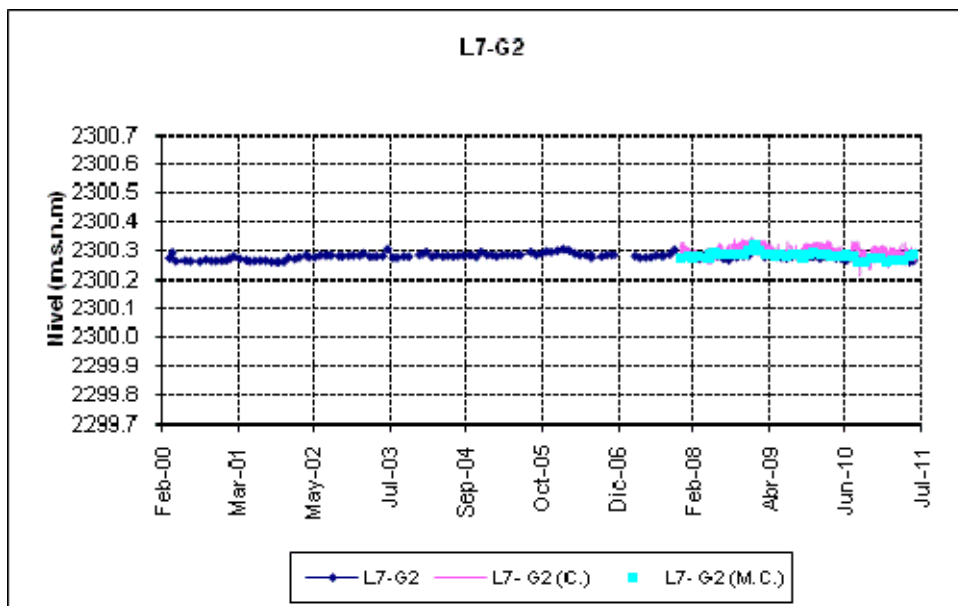


Figura 4.63. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2. (Línea magenta: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

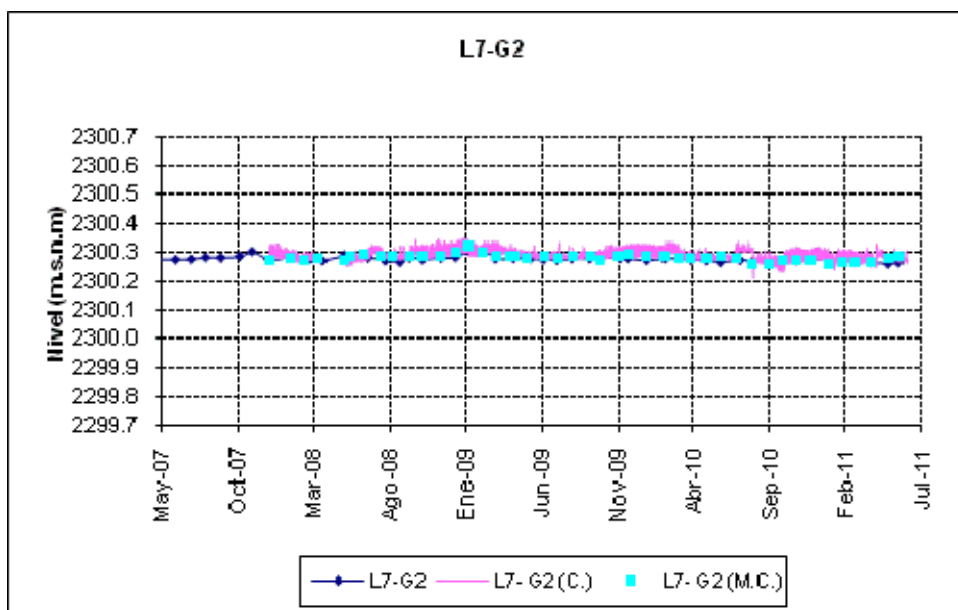


Figura 4.64. Nivel mensual observado en la reglilla L7-G2 desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea burdeo: Medición continua; Línea azul: Medición manual en antigua reglilla; Puntos celeste: Medición manual en reglilla nueva con medición continua).

Para efectos de comparación y unificación de los registros de niveles medidos tanto por CONAF como por SQM (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 georreferenciar todas las reglillas aledañas al puente San Luis (antiguas y nuevas), las cuales se aprecian en la Figura 4.65.

En este sector se presentan tres grupos de puntos de medición: 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 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.

A finales del año 2010 (21-12-2010), CONAF a través de la Carta oficial N° 46/2010, da a conocer que se hizo efectiva la decisión de reemplazar definitivamente los antiguos limnómetros de madera por perfiles metálicos, como protocolo para la medición de la altura superficial de la columna de agua en las lagunas tanto del Sector Soncor como el de Peine. Es por esto que los gráficos relacionados a las reglillas se reportarán de ahora en adelante como Monitoreo CONAF, unificando los datos de los antiguos limnómetros y las reglillas metálicas.

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 4.66) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 4.67) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes en el cual se inició el monitoreo de los pozos del PC.

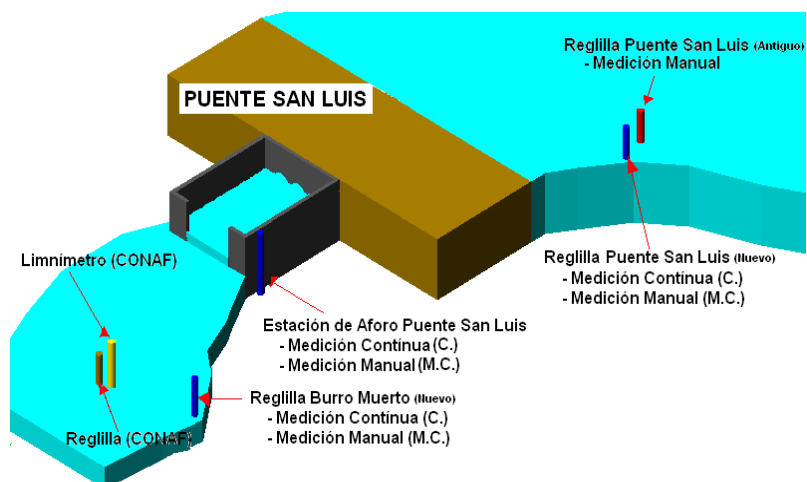


Figura 4.65. Representación gráfica de las reglillas instaladas en torno al Puente San Luis.

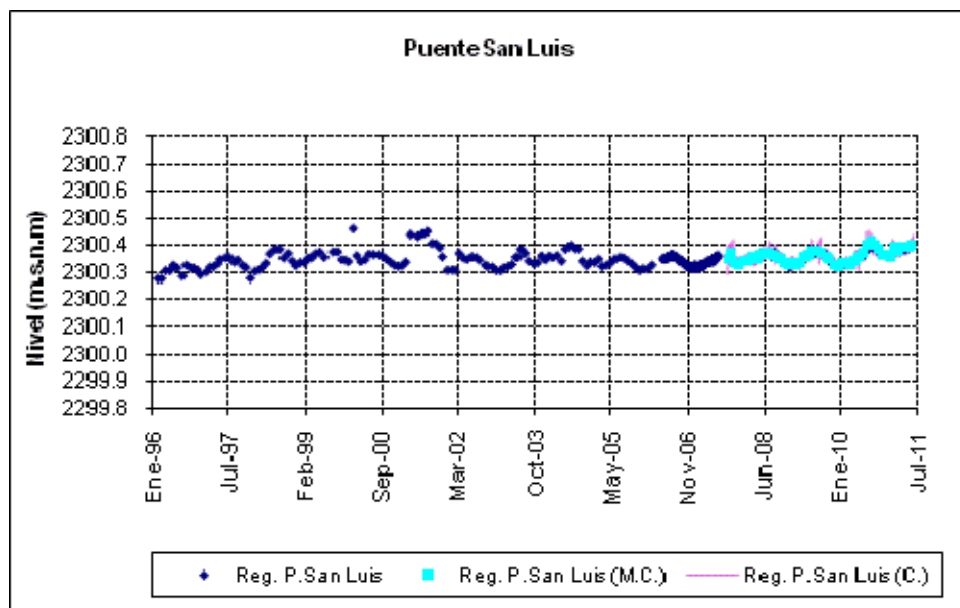


Figura 4.66. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

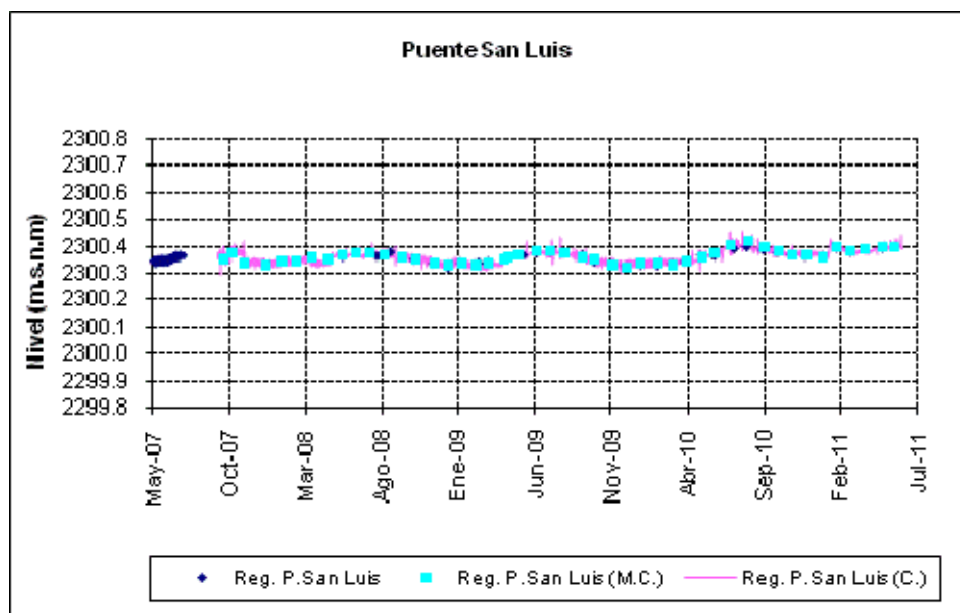


Figura 4.67. Nivel mensual observado en la reglilla Puente San Luis desde el 13 de mayo de 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (“C.” medición continua, “M.C.” medición manual).

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 4.68) corresponde a la serie histórica, mientras que el segundo (Figura 4.69) corresponde a los datos registrados a partir de mayo de 2007, mes de inicio del monitoreo de los pozos del PC.

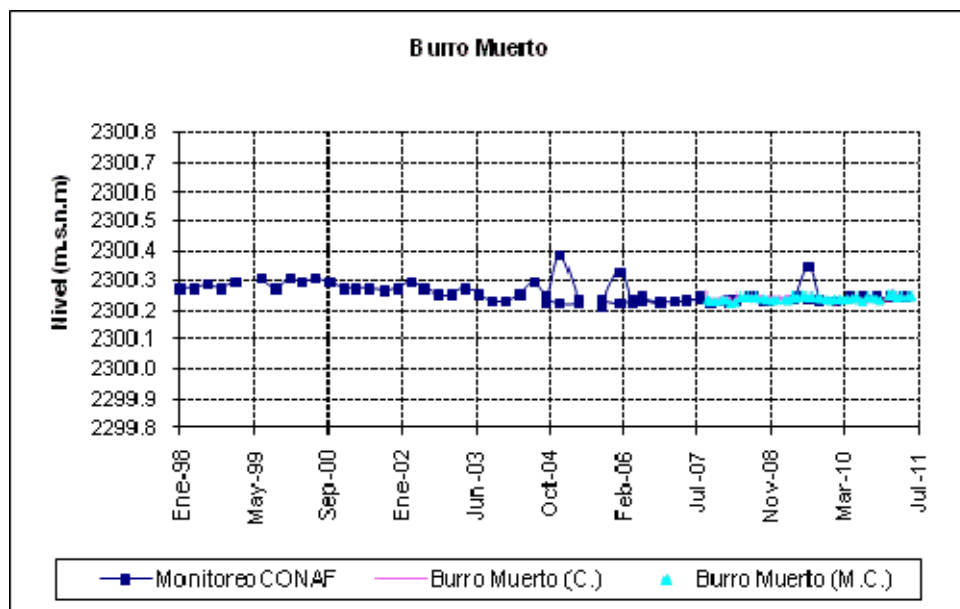


Figura 4.68. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto "C." medición continua, "M.C." medición manual).

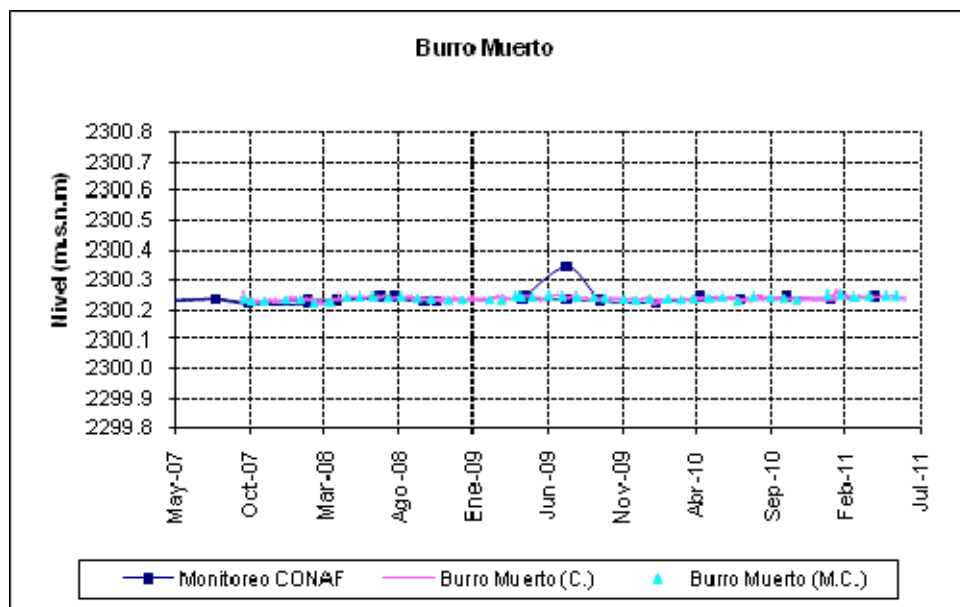


Figura 4.69. Nivel mensual observado en la reglilla Burro Muerto desde el 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. ("C." medición continua, "M.C." medición manual).

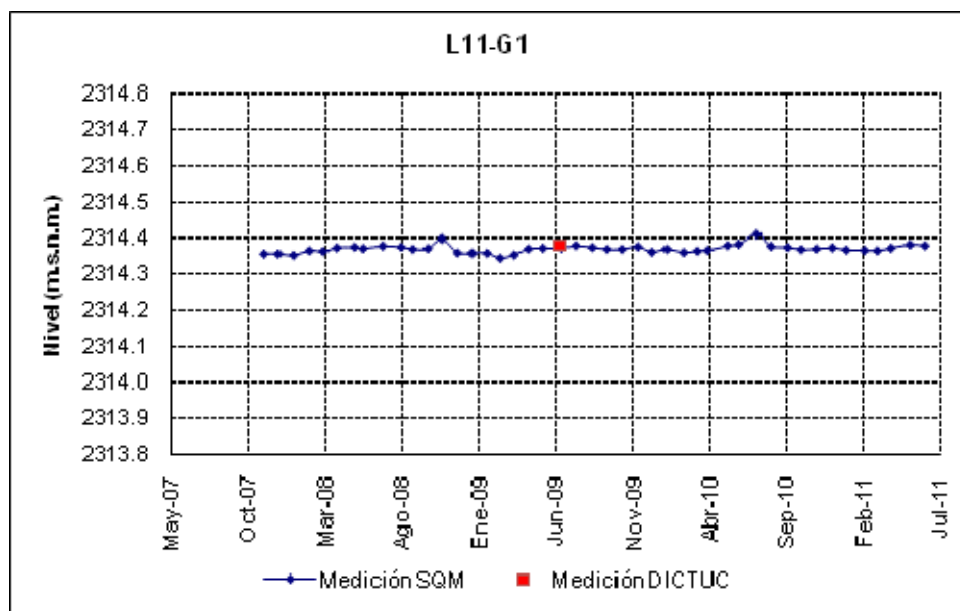


Figura 4.70. Nivel mensual observado en la reglilla L11-G1.

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.

En un comienzo la medición continua del nivel se midió semanalmente en forma manual, 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. En la actualidad, la medición manual se realiza 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 4.71 a la Figura 4.77 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 4.78 a la Figura 4.85 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 4.86 se aprecian los niveles del pozo 2021.

Se puede observar en el Figura 4.85 del pozo L2-23 un ascenso de nivel brusco, esto se debe producto de las precipitaciones registradas en el salar durante febrero del 2011, lo que produce un ingreso de agua dulce en el sector produciendo la disolución de la costra de la plataforma y por ende un cambio del punto de referencia. Desde la Fotografía 4.1 a la Fotografía 4.4 se puede apreciar la vía de ingreso de agua dulce a la plataforma y los cambios en la estructura del pozo.



Fotografía 4.1. Plataforma del Pozo L2-23 destruida por ingreso de agua dulce. Vista Oeste-Este



Fotografía 4.2. Estructura del Pozo L2-23 modificado por ingreso de agua dulce.



Fotografía 4.3. Vía de ingreso agua dulce a la Plataforma del Pozo L2-23. Vista Este-Oeste.



Fotografía 4.4. Vía de ingreso agua dulce a la Plataforma del Pozo L2-23. Vista Oeste-Este.

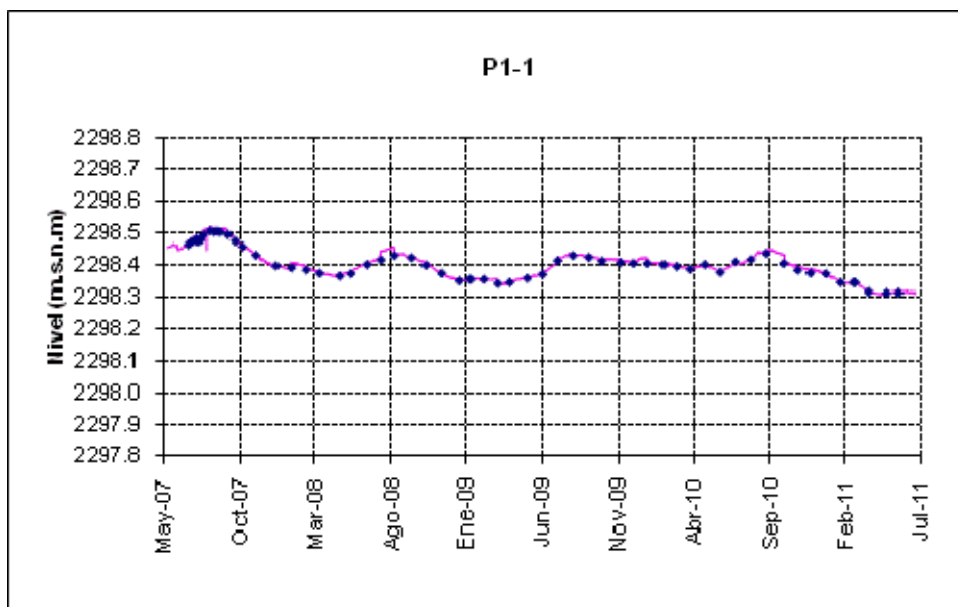


Figura 4.71. Nivel observado en el pozo P1-1, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

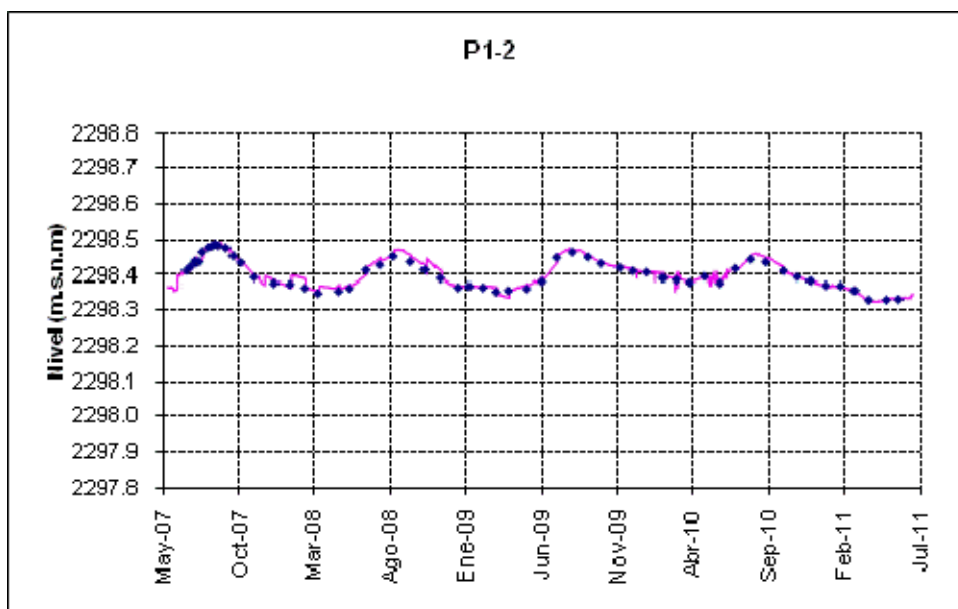


Figura 4.72. Nivel observado en el pozo P1-2, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

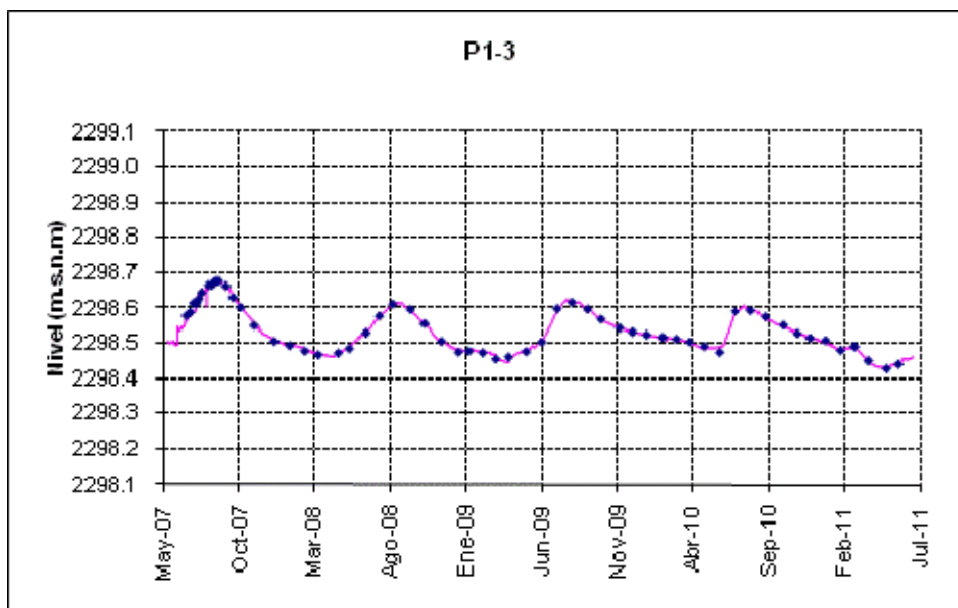


Figura 4.73. Nivel observado en el pozo P1-3, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

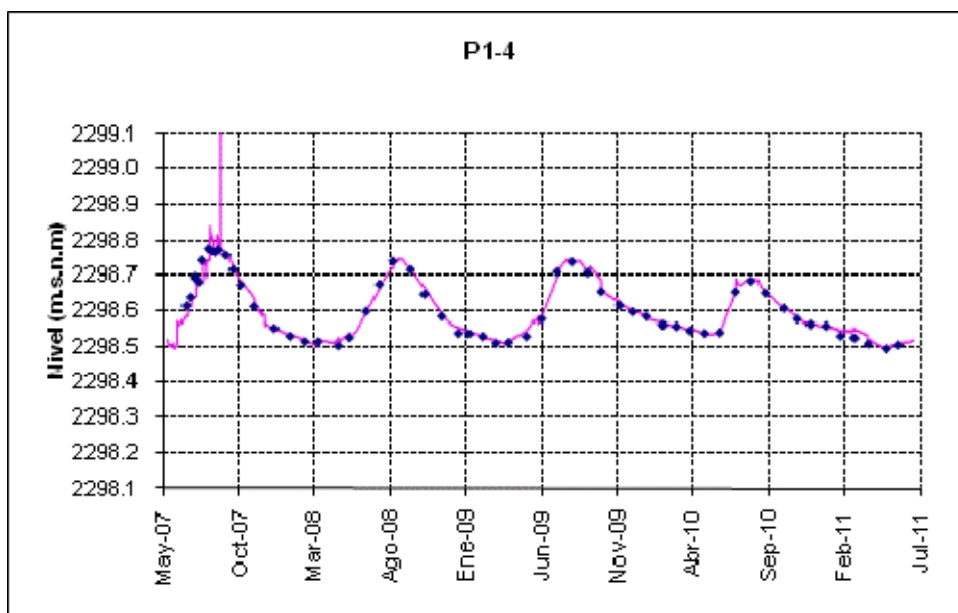


Figura 4.74. Nivel observado en el pozo P1-4, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

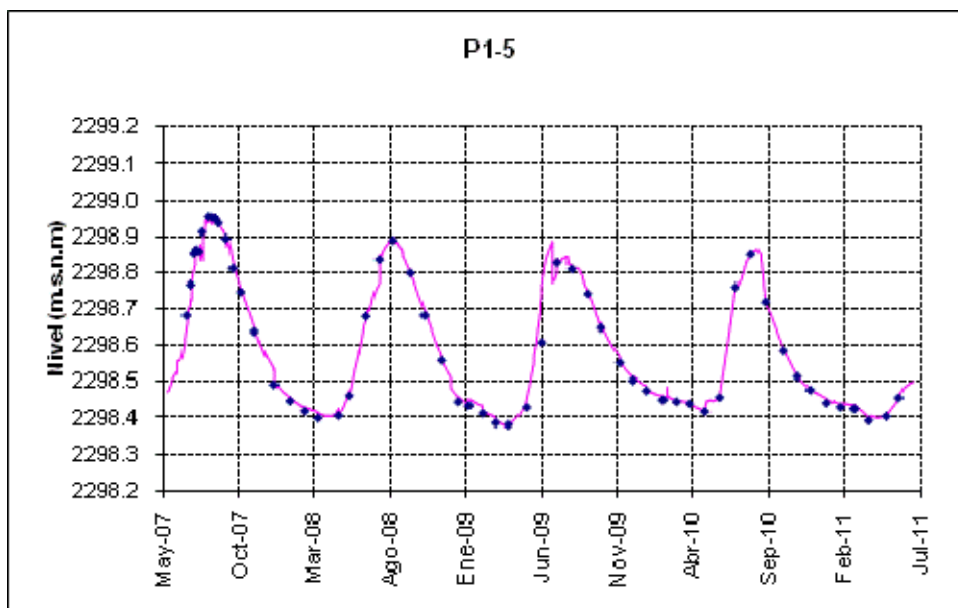


Figura 4.75. Nivel observado en el pozo P1-5, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

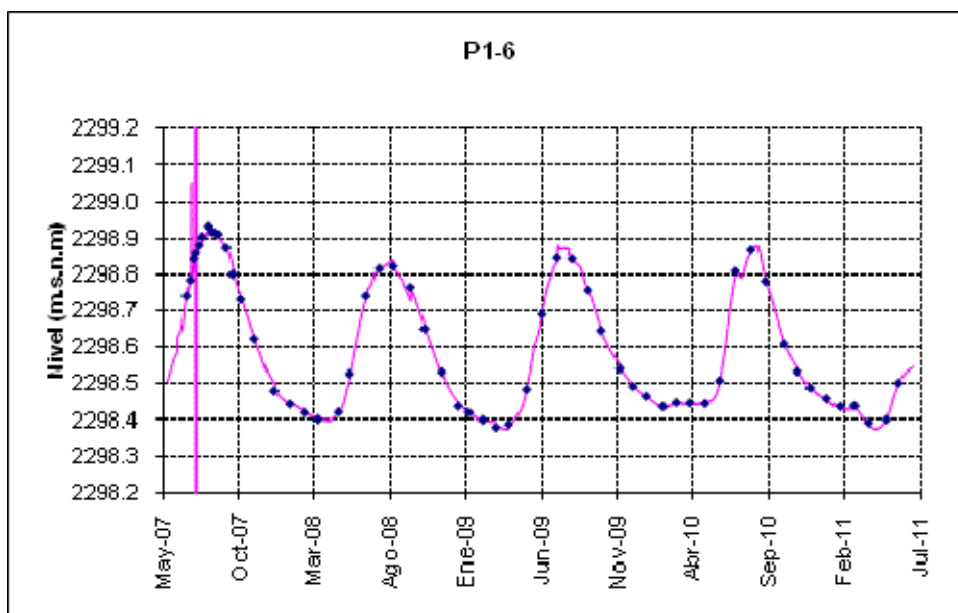


Figura 4.76. Nivel observado en el pozo P1-6, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

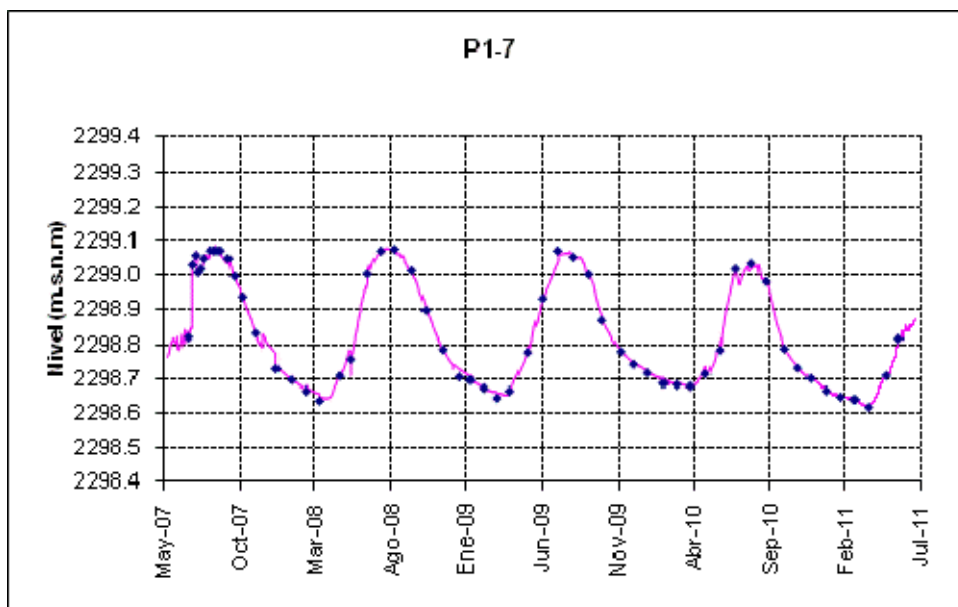


Figura 4.77. Nivel observado en el pozo P1-7, perfil D1 (línea magenta: Medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

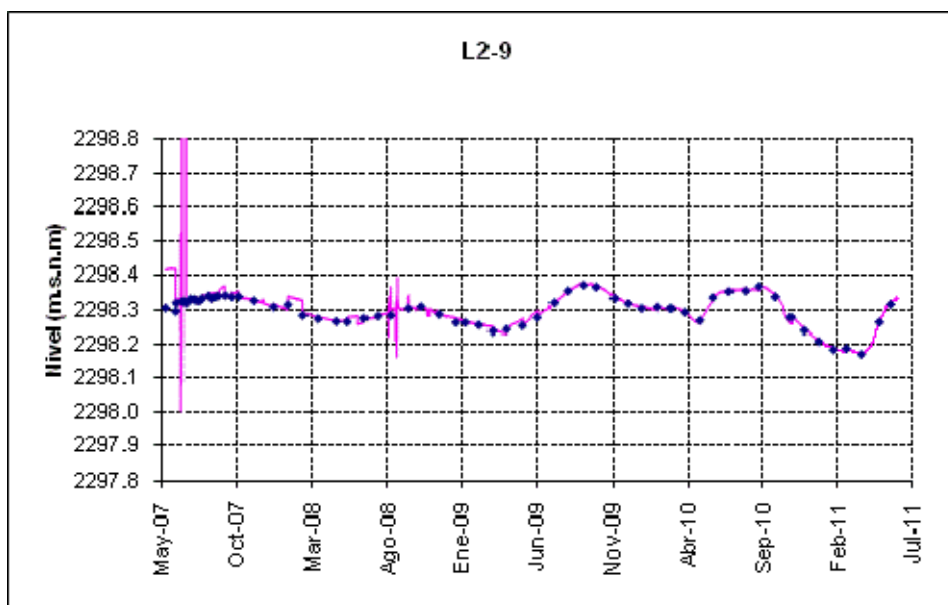


Figura 4.78. Nivel observado en el pozo L2-9, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

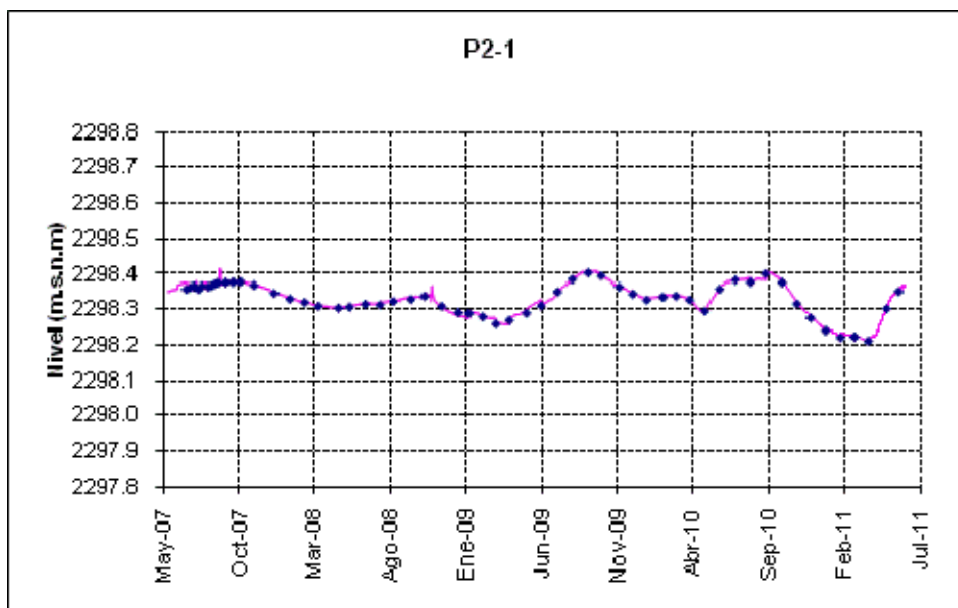


Figura 4.79. Nivel observado en el pozo P2-1, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

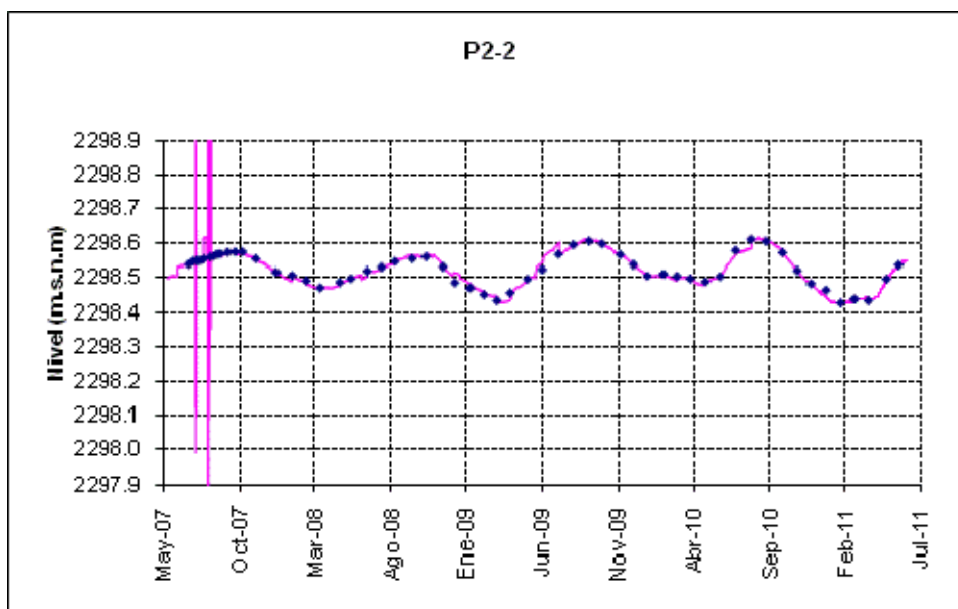


Figura 4.80. Nivel observado en el pozo P2-2, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

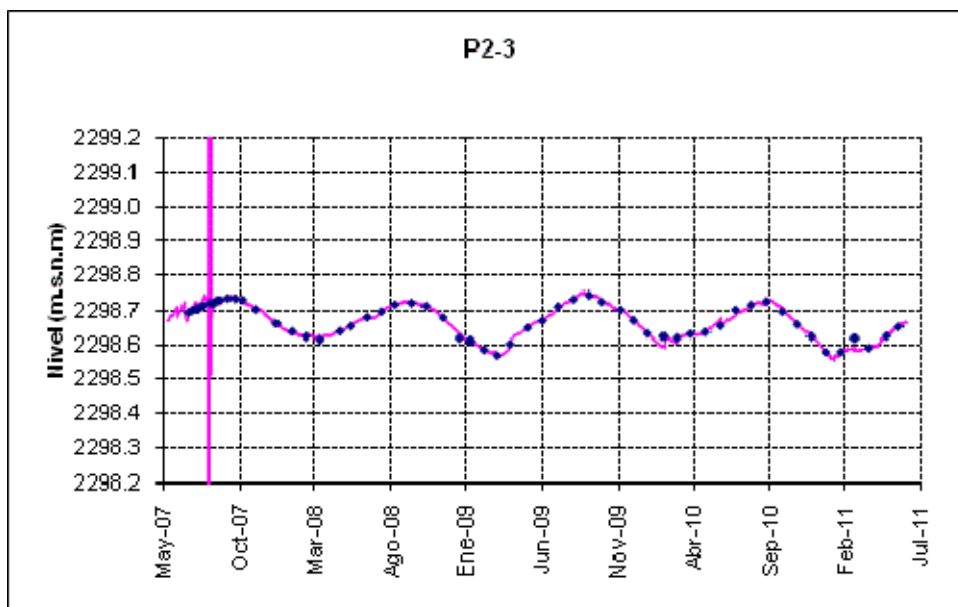


Figura 4.81. Nivel observado en el pozo P2-3, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

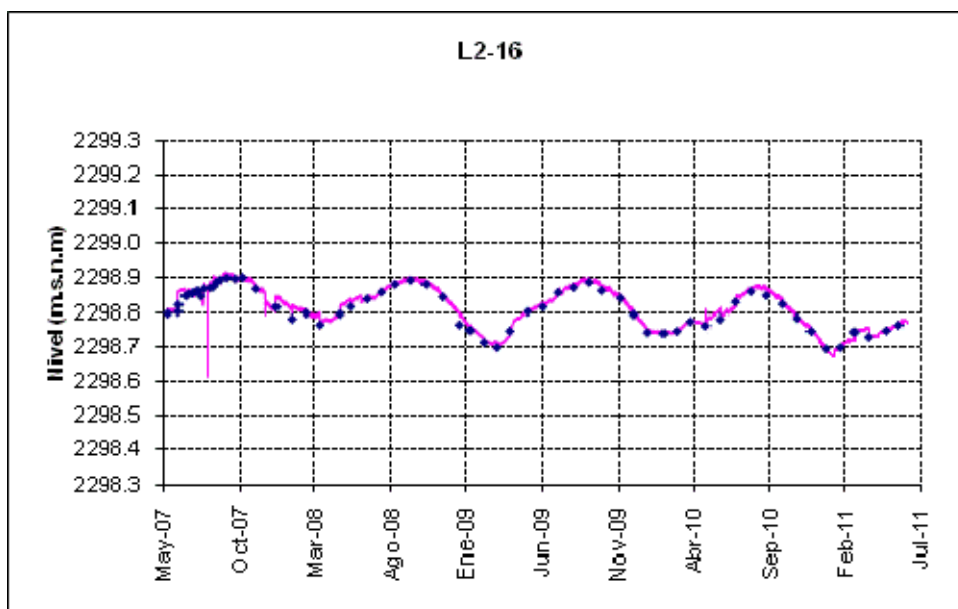


Figura 4.82. Nivel observado en el pozo L2-16, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

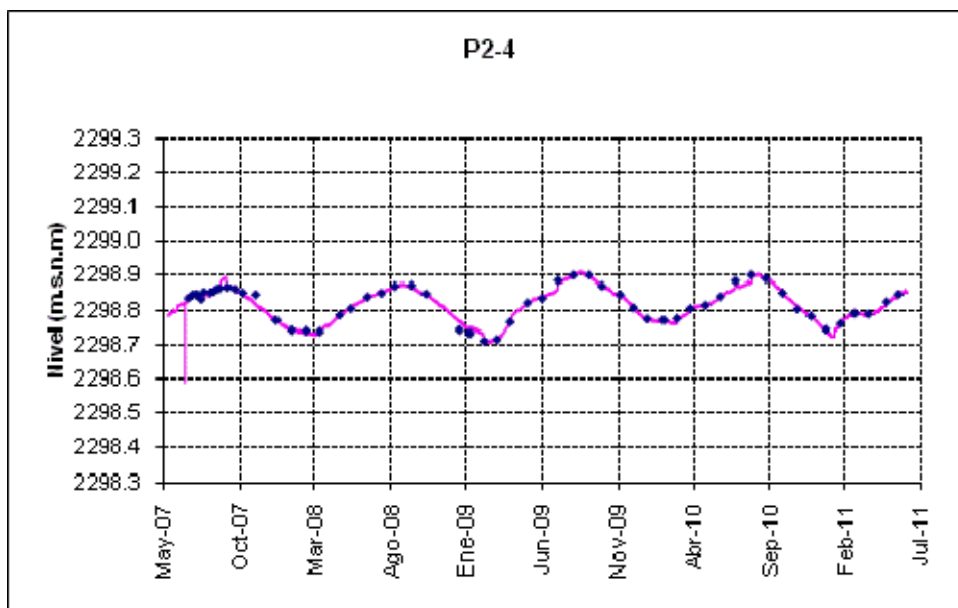


Figura 4.83. Nivel observado en el pozo P2-4, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

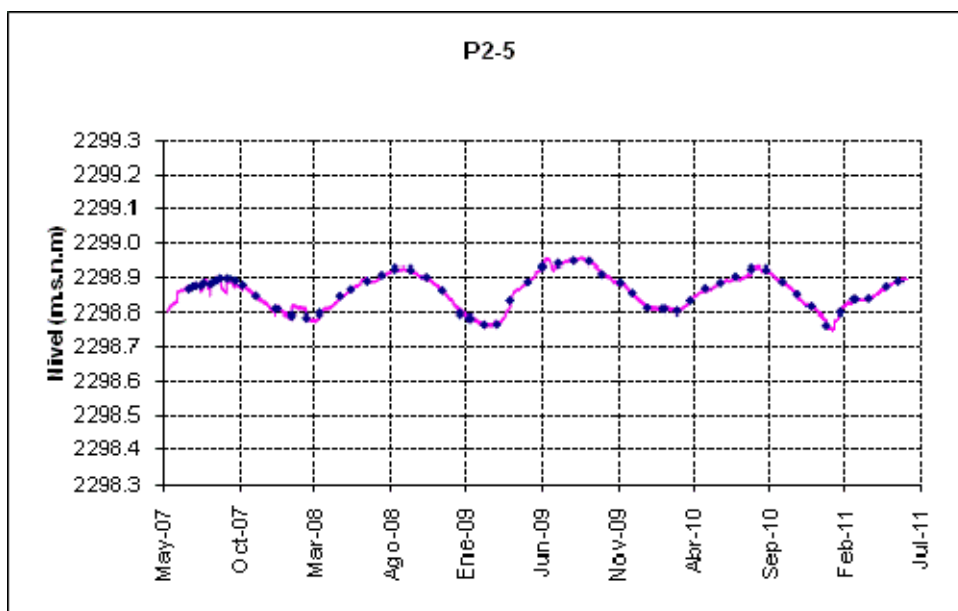


Figura 4.84. Nivel observado en el pozo P2-5, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

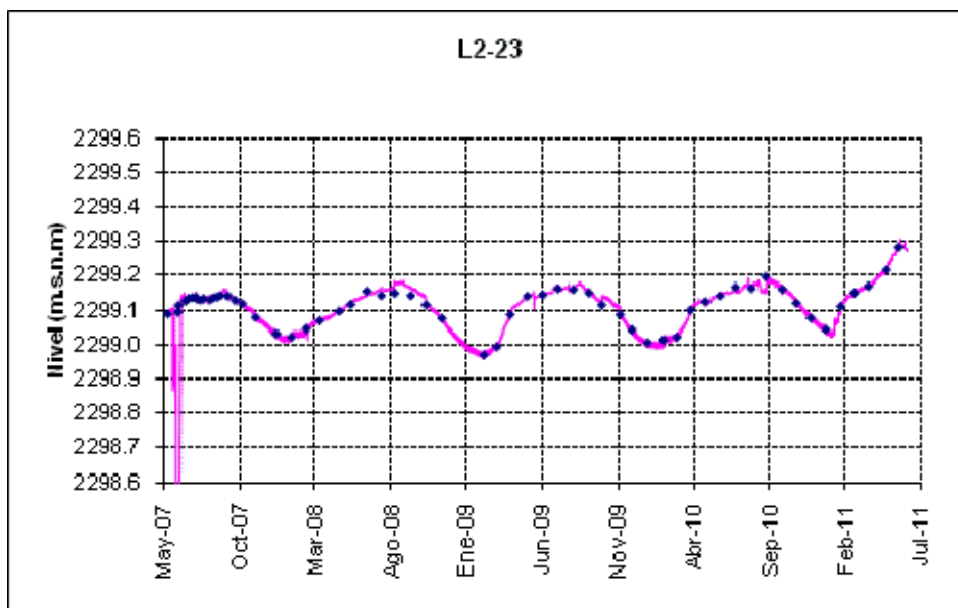


Figura 4.85. Nivel observado en el pozo L2-23, perfil D2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

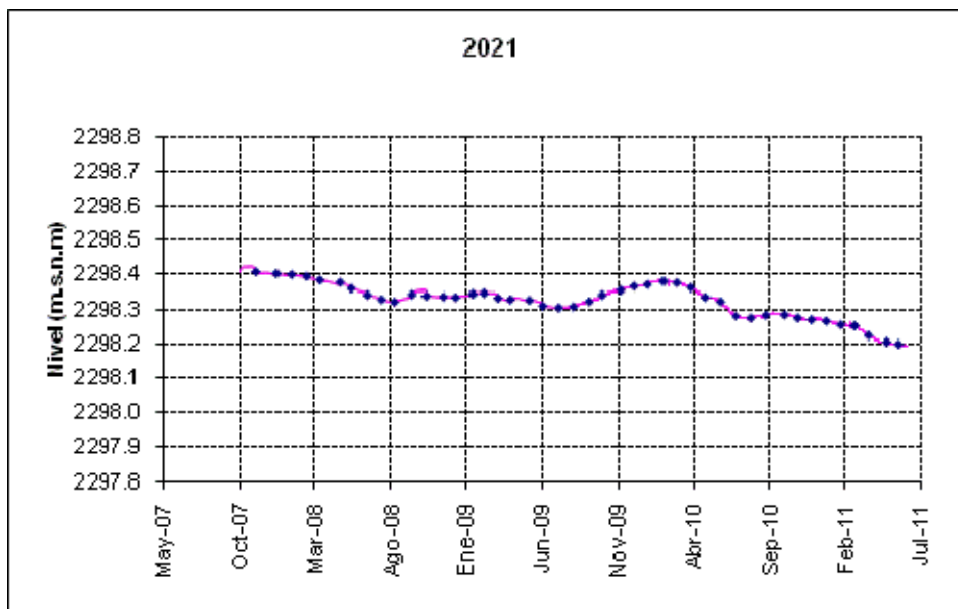


Figura 4.86. Nivel mensual observado en el pozo 2021 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

Pozos de salmuera

Durante los últimos meses de 2009 se observó un incremento en los niveles en los pozos de salmuera seguido por un descenso durante los primeros meses de 2010. El aumento se podría deber al mayor ingreso de recarga y/o precipitaciones combinado con una disminución del volumen de bombeo desde la zona de producción más cercana a estos pozos, mientras que el descenso se podría deber al cambio de estación característica de la zona.

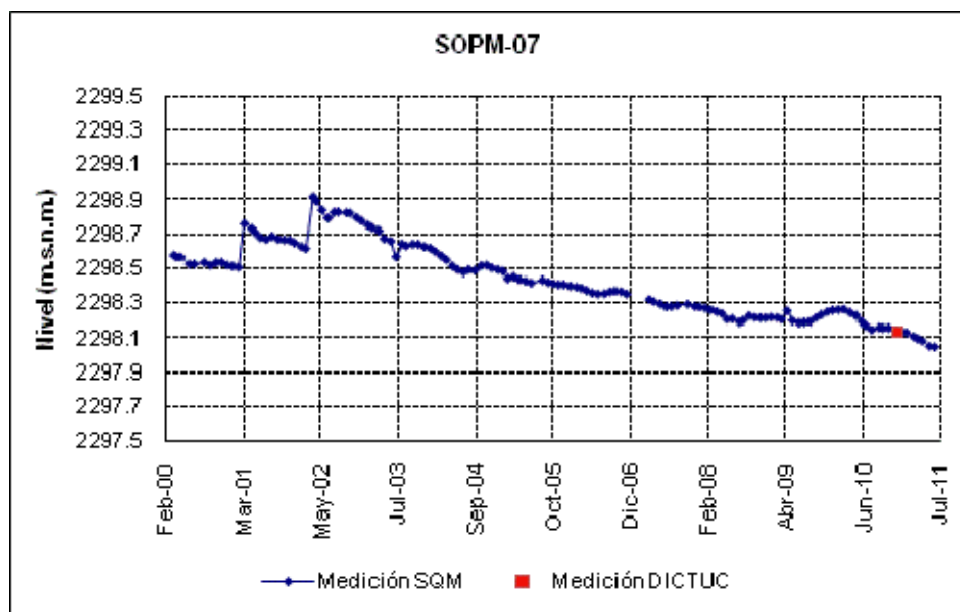


Figura 4.87. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-07 (L2-6).

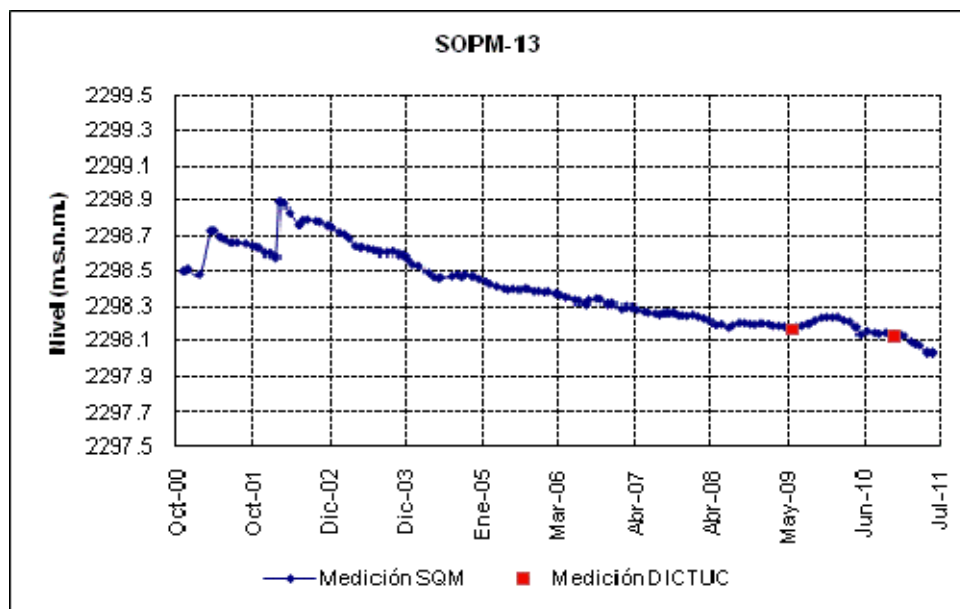


Figura 4.88. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-13.

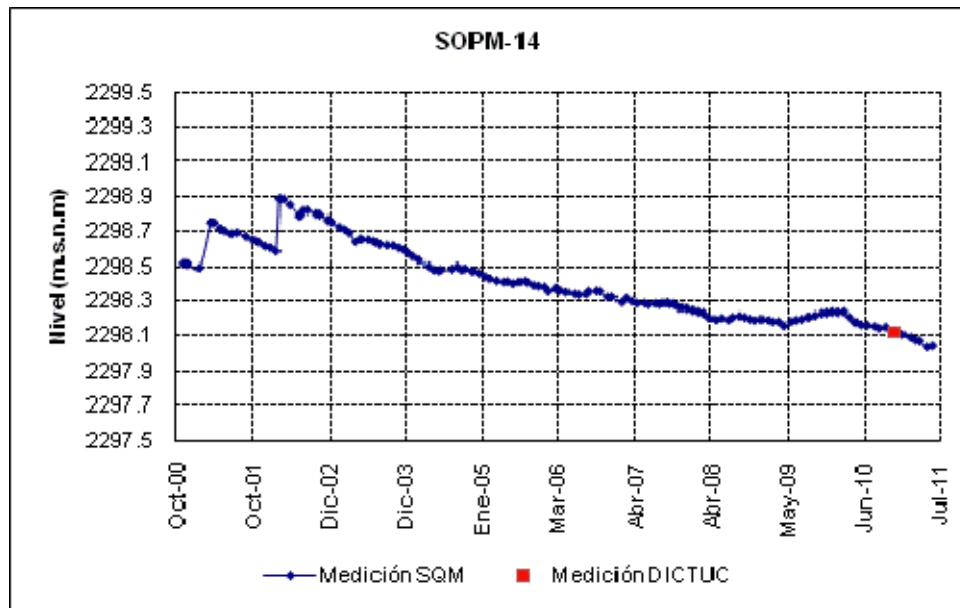


Figura 4.89. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-14.

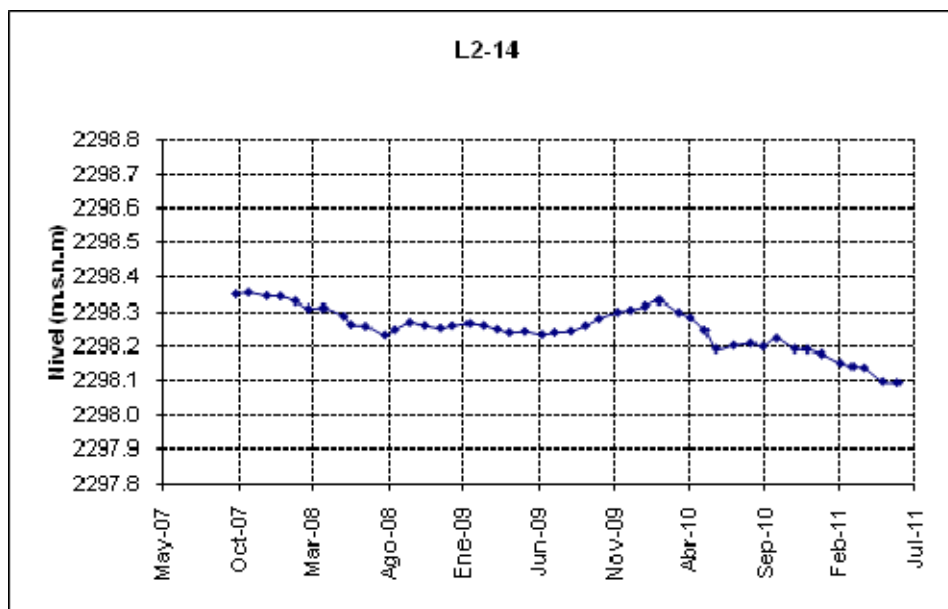


Figura 4.90. Nivel mensual observado en el pozo L2-14.

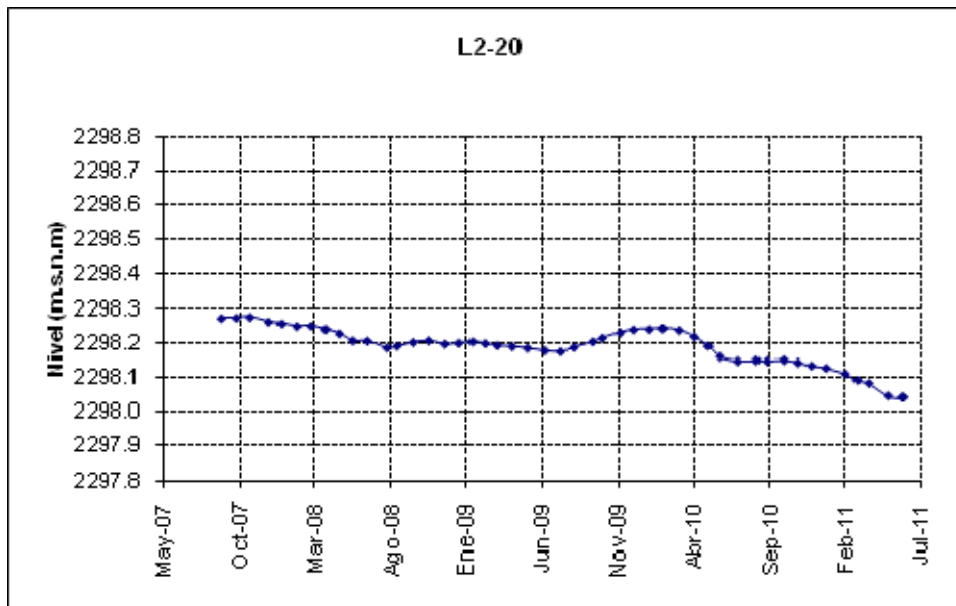


Figura 4.91. Nivel mensual observado en el pozo L2-20.

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.

Como se indicó anteriormente se unificó las mediciones que realizadas por CONAF tanto de la Reglilla como del Limnómetro, así de esta manera de ahora en adelante se llamará simplemente “Monitoreo CONAF”, entendiéndose que este monitoreo corresponde a la reglilla metálica.

Los gráficos que se presentan a continuación muestran niveles estables a través del tiempo, con una leve tendencia al alza en la laguna Barros Negros hasta diciembre del 2010, posterior a esto, se observa un ascenso brusco de nivel, el cual podría ser asociado a las precipitaciones que se dieron en la cuenca del Salar de Atacama.

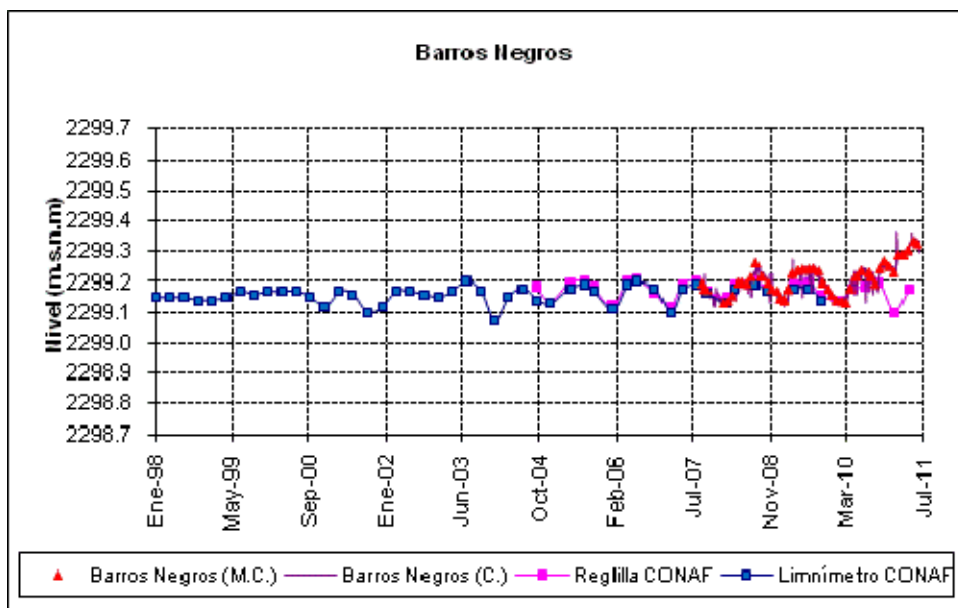


Figura 4.92. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros.

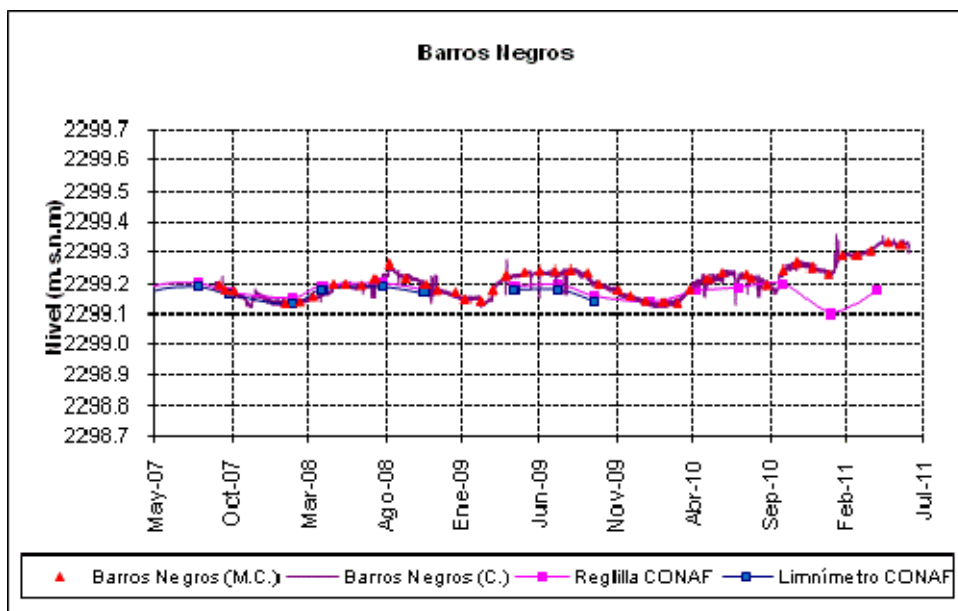


Figura 4.93. Nivel mensual observado en la reglilla Barros Negros desde el 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

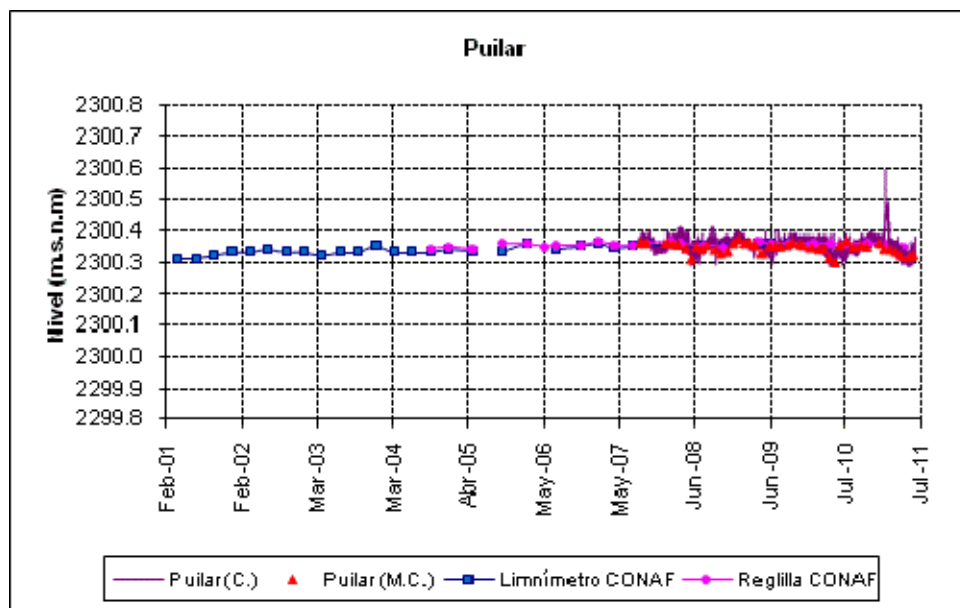


Figura 4.94. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar.

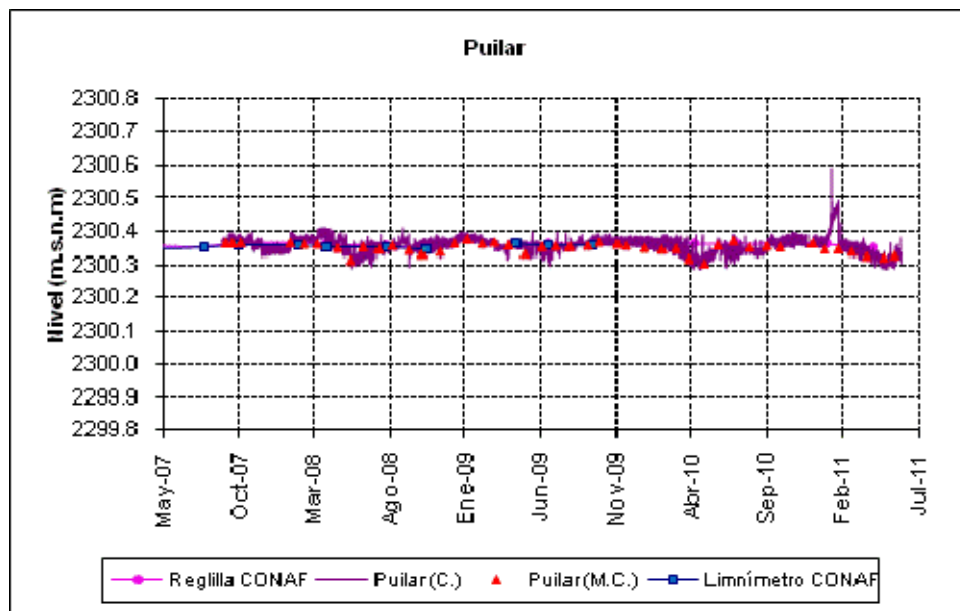


Figura 4.95. Nivel mensual observado en la reglilla Puilar desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

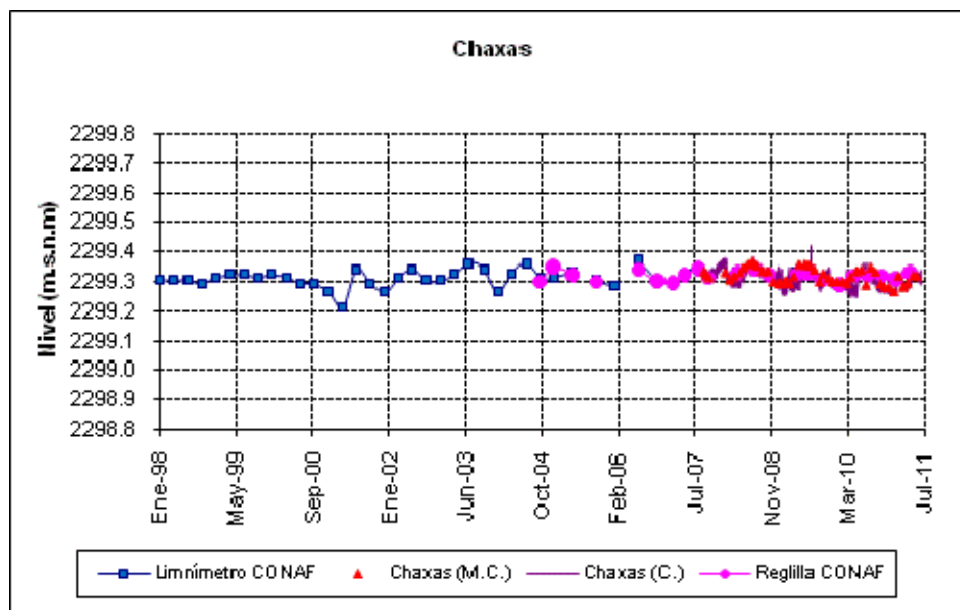


Figura 4.96. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa.

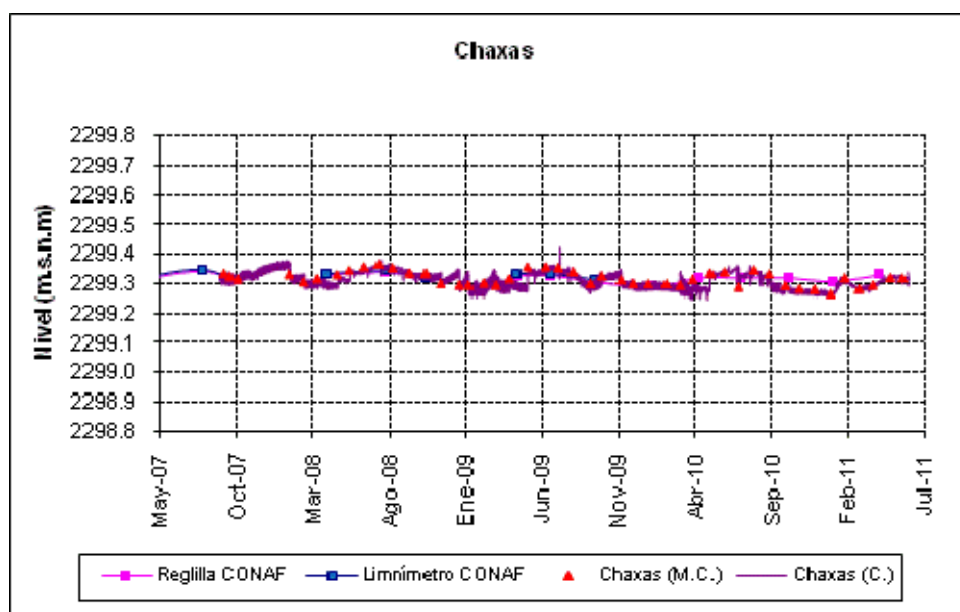


Figura 4.97. Nivel mensual observado en la reglilla Chaxa desde 13 de mayo del 2007 (fecha de inicio de medición de pozos del PC).

Meteorología

Desde la Figura 4.98 a la Figura 4.101 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Chaxa que forman parte del PSAH. Como se aprecia en la Figura 4.98, desde enero de 2005 no se habían registrado precipitaciones que sobrepasaran los 5 mm. Sin embargo, durante el mes de Febrero de 2011 se registraron tres eventos de precipitación, los días 02, 04 y 11, con precipitaciones de 9,4, 1,27 y 1,27 mm respectivamente. El efecto de esta precipitación, se puede observar en todas las reglillas y en los pozos cercanos a las superficies lacustres. Es importante mencionar que las precipitaciones en el Salar son muy locales por lo que es factible que las precipitaciones cerca de las lagunas pudieron ser levemente mayores, o bien menores.

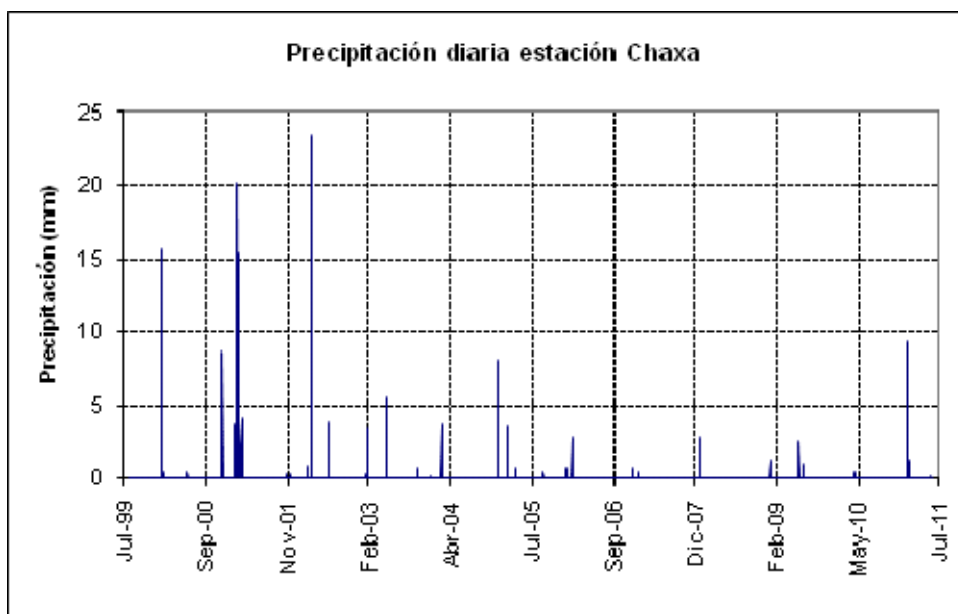


Figura 4.98. Precipitación diaria registrada en la estación Chaxa.

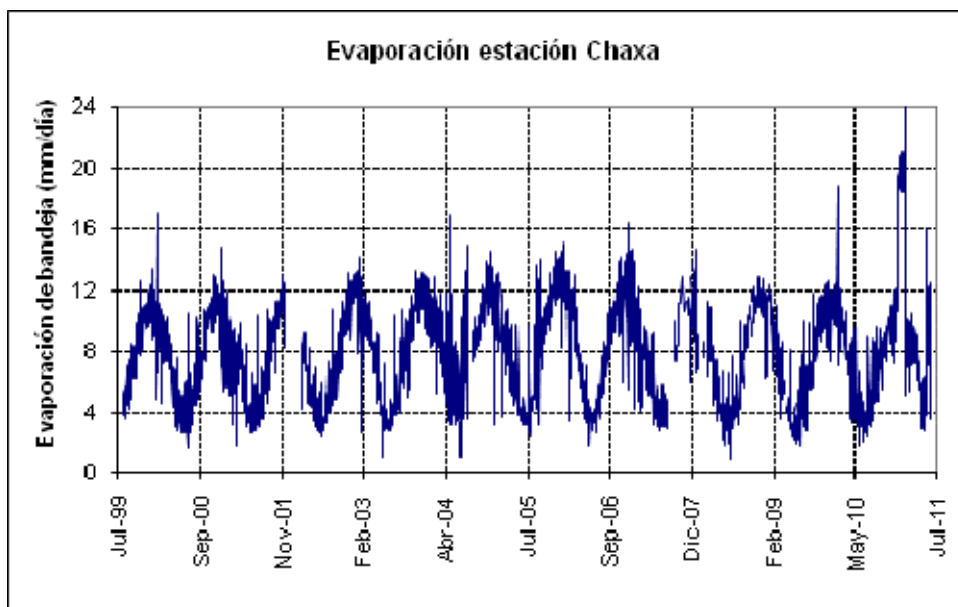


Figura 4.99. Evaporación diaria registrada en la estación Chaxa.

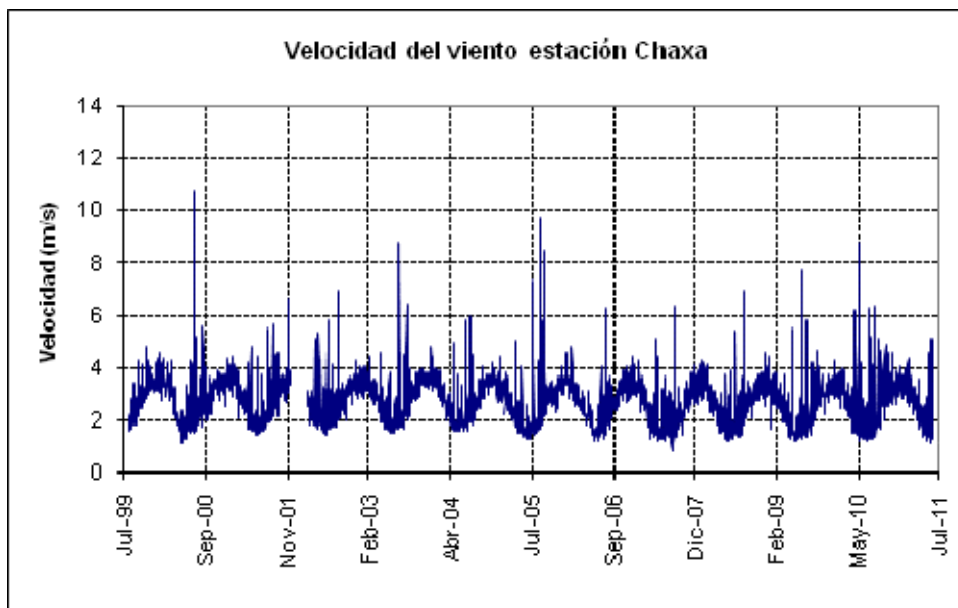


Figura 4.100. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Chaxa.

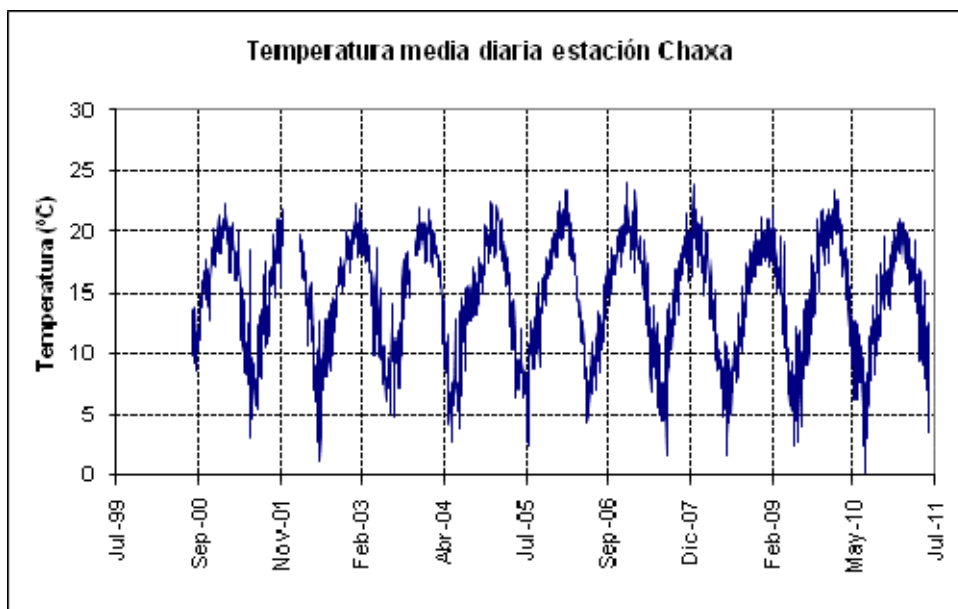


Figura 4.101. Temperatura media diaria registrada en la estación Chaxa.

Volumen bombeado

Los pozos de bombeo de agua industrial ubicados frente al Sistema Soncor (Mullay 1 y Allana) iniciaron sus operaciones el día 15 de septiembre de 2008. En la Figura 4.102 y Figura 4.103 se muestran los volúmenes bombeados de los pozos Mullay 1 y Allana respectivamente. Ambos pozos han bombeado caudales iguales o menores a los derechos otorgados (40 l/s en cada uno) desde el inicio de la operación.

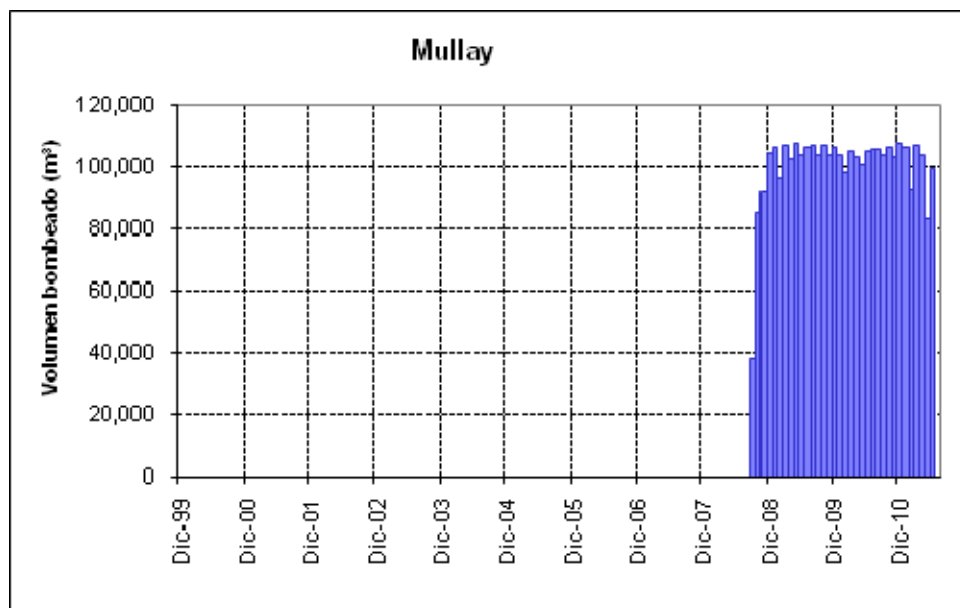


Figura 4.102. Volumen mensual bombeado desde el pozo Mullay.

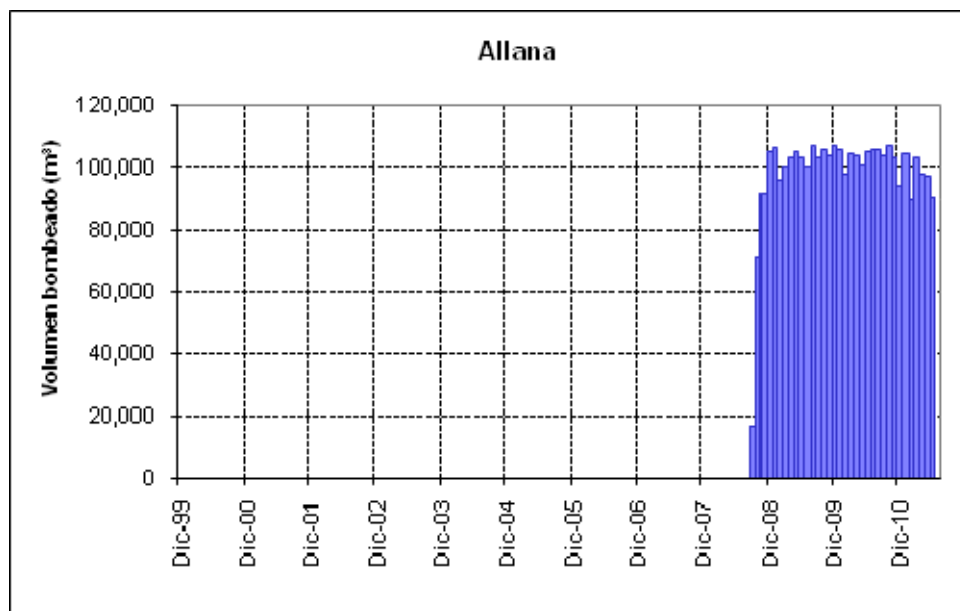


Figura 4.103. Volumen mensual bombeado desde el pozo Allana.

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-07, 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 4.2 a la Tabla 4.27 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 0 se presentan los informes de los análisis químicos reportados por ALS Environmental para dichas muestras.

Respecto del análisis químico de las lagunas, personal de SQM tomó muestras de agua desde las lagunas Chaxa y Barros Negros. 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 4.2 a la Tabla 4.31. En el Anexo 0 se presentan los informes de los análisis químicos de estas muestras reportados por ALS Environmental.

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. Desde la adquisición del equipo la tendencia de los valores reportados por ALS Environmental ha permanecido dentro de los rangos esperados.

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, las mediciones se realizan en forma trimestral. Los resultados de estos análisis se presentan de la Tabla 4.32 a la Tabla 4.39.

Muestreo de aguas realizado por SQM

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el Laboratorio ALS Environmental.

Tabla 4.2. 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
02-02-2009	242	6,53	1,223
27-04-2009	220	6,57	1,224
30-07-2009	192,4	7,18	1,227
21-10-2009	184.2	7,21	1,221
17-01-2010	256	7,69	1,220
23-04-2010	230	7,32	1,221
31-07-2010	194	6,95	1,223
26-10-2010	217	7,22	1,220
11-01-2011	238	7,26	1,222
26-04-2011	221	7,22	1,220

Tabla 4.3. 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	419000	3750	424000	7,08	1,240
31-10-2007	633	504000	735	505000	7,12	1,240
13-02-2008	687	601000	58	701000	7,10	1,250
28-04-2008	637	652000	1030	683000	7,29	1,206
31-07-2008	625	379500	22	380500	6,98	1,100
14-10-2008	227	170057	464	175099	7,27	1,100

Tabla 4.3. 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)
02-02-2009	231	197000	1108	227500	7,17	1,200
27-04-2009	230	172500	726	184000	6,87	1,200
30-07-2009	230	161000	38	170066	6,86	1,151
21-10-2009	231	185048	63	186438	7,15	1,204
17-01-2010	230	165623	58	166100	6,61	1,216
23-04-2010	206	154500	35	157420	7,2	1,212
31-07-2010	232	169500	33	174000	6,97	1,213
11-01-2011	233	185200	416	186400	7,18	1,195
26-04-2011	233	184070	274	190210	7,15	1,198

Tabla 4.4. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
13-02-2008	182	7,74	1,144
28-04-2008	159	7,68	1,123
14-07-2008	184	7,66	1,126
14-10-2008	183	8,03	1,223
02-02-2009	177	7,18	1,129
28-04-2009	153	7,19	1,109
30-07-2009	138	7,76	1,119
21-10-2009	136	7,74	1,119
17-01-2010	161	8,11	1,129
23-04-2010	155	7,73	1,110
31-07-2010	142	7,36	1,107
26-10-2010	148	7,75	1,106
11-01-2011	161	7,68	1,110
26-04-2011	153	7,60	1,108

Tabla 4.5. 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	336000	51	337000	7,36	1,210
30-10-2007	391	200000	38	236000	6,85	1,120
13-02-2008	399	222000	27	244000	7,71	1,140
28-04-2008	354	324000	500	382000	7,87	1,120
14-07-2008	350	213000	14	427000	7,65	1,120
14-10-2008	181,5	127052	21	138000	7,79	1,300
02-02-2009	189,7	98000	130	117500	7,73	1,000
28-04-2009	173,3	120010	248	123450	7,46	1,000
30-07-2009	182,5	127750	14	131582	7,38	1,108
21-10-2009	182,7	147448	15	148830	7,68	1,107
17-01-2010	168,6	119600	45	120584	7,11	1,091
23-04-2010	154,7	123200	70	124900	7,72	1,100
31-07-2010	173,6	132780	31	135400	7,47	1,102
26-10-2010	171	134800	38	138510	7,55	1,105
11-01-2011	173,8	130800	72	137302	7,65	1,085
26-04-2011	174,3	135984	147	137610	7,63	1,069

Tabla 4.6. 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
02-02-2009	202	6,74	1,147
27-04-2009	193,7	6,76	1,149
30-07-2009	188,2	7,24	1,158
21-10-2009	166,5	7,32	1,157

Tabla 4.6. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L1-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
17-01-2010	219	7,66	1,150
23-04-20-10	199	7,60	1,149
31-07-2010	186	6,71	1,156
26-10-2010	191	7,28	1,155
11-01-2011	199	7,32	1,146
26-04-2011	189	7,37	1,146

Tabla 4.7. 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	nm	nm	nm	nm	nm	nm
30-10-2007	428	319000	163	319800	7,31	1,160
14-02-2008	470	382000	88	412000	7,18	1,160
28-04-2008	485	453000	810	484000	7,33	1,166
14-07-2008	473	251000	430	271000	7,19	1,160
14-10-2008	214,2	160065	6	181110	7,39	1,200
02-02-2009	208	118500	817	151500	7,40	1,100
27-04-2009	210	121210	288	146500	7,15	1,100
30-07-2009	215	118250	21	141900	7,02	1,093
21-10-2009	215	167098	12	168598	7,22	1,157
17-01-2010	208	147605	25	147680	6,77	1,135
23-04-2010	185,4	124600	45	129700	7,37	1,137
31-07-2010	214	143700	58	147660	7,1	1,151
26-10-2010	212	169600	37	171420	7,2	1,151
11-01-2011	208	158210	158	160160	7,26	1,208
26-04-2011	208	160160	165	163200	7,31	1,110

nm: no medido

Tabla 4.8. 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
02-02-2009	160,9	6,95	1,104
28-04-2009	145,7	7,13	1,106
30-07-2009	226	7,24	1,191
21-10-2009	166,9	7,48	1,175
17-01-2010	177	8,18	1,116
23-04-2010	154,2	7,54	1,110
31-07-2010	130	7,33	1,119
26-10-2010	153	7,536	1,115
11-01-2011	155,5	7,504	1,161
26-04-2011	156,4	7,61	1,117

Tabla 4.9. 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	320000	31	320730	7,38	1,210
30-10-2007	655	445000	2680	468000	7,01	1,240
13-02-2008	433	362000	1090	632000	7,56	1,150
28-04-2008	400	384000	4540	412000	7,85	1,132
14-07-2008	648	526000	230	560000	6,94	1,220
14-10-2008	227,8	175250	310	183000	7,16	1,300
02-02-2009	164,6	78000	160	86000	7,56	1,100
28-04-2009	170,9	100832	79	109730	7,35	1,100
30-07-2009	231	127050	40	138230	7,04	1,129
21-10-2009	219	175648	76	176158	7,36	1,156

Tabla 4.9. 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)
17-01-2010	176,3	121516	59	121648	7,07	1,101
23-04-2010	156,3	125040	130	129200	7,58	1,099
31-07-2010	183,1	125000	56	126339	7,39	1,111
26-10-2010	178,1	140699	414	142210	7,51	1,110
11-01-2011	178,6	148820	582	146600	7,48	1,105
26-04-2011	182,8	140025	718	154124	7,46	1,077

Tabla 4.10. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	2,7	7,23	1,001
27-04-2008	3,3	7,31	1,001
12-07-2008	3,1	7,63	1,000
13-10-2008	3,9	7,33	1,000
01-02-2009	3,1	8,37	1,000
26-04-2009	2,9	8,78	1,000
31-07-2009	2,9	7,58	1,000
13-10-2009	2,8	7,66	1,000
14-01-2010	4,0	7,61	1,000
26-04-2010	3,2	7,80	1,000
30-07-2010	3,3	8,46	1,000
28-10-2010	3,1	7,554	1,003
12-01-2011	3,95	7,63	1,001
25-04-2011	3,04	7,56	1,000

Tabla 4.11. 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	3,0	2820	10	2910	7,82	1,020
31-10-2007	3,2	3350	50	3640	7,55	0,970
14-02-2008	3,5	2540	163	3140	7,25	1,000
27-04-2008	3,3	3100	230	3970	7,55	1,000
12-07-2008	3,1	2360	420	2650	7,64	1,000
13-10-2008	3,7	2908	77	3112	7,56	1,200
01-02-2009	3,0	2604	14	2844	7,81	s.i.
26-04-2009	2,9	2081	6	2136	7,71	s.i.
31-07-2009	2,9	2093	12	2440	7,62	1,020
13-10-2009	3,3	2662	27	2695	7,61	1,000
14-01-2010	3,4	2500	17	2616	7,24	1,005
26-04-2010	2,9	2594	9	2644	7,85	1,090
30-07-2010	3,5	3000	<3	3318	7,74	1,009
28-10-2010	3,75	2790	76	2852	7,77	1,010
12-01-2011	3,48	2900	185	3004	7,81	1,001
26-04-2011	3,1	2460	6	2476	7,75	1,002

s.i.: sin información

Tabla 4.12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	9,9	8,08	1,003
27-04-2008	8,6	8,10	1,005
12-07-2008	8,9	7,85	1,002
13-10-2008	9,7	8,46	1,002
01-02-2009	9,4	9,13	1,002
26-04-2009	9,2	9,41	1,002
31-07-2009	8,5	8,36	1,003
13-10-2009	7,1	8,14	1,020

Tabla 4.12. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L2-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-01-2010	11,0	8,37	1,000
26-04-2010	10,5	8,48	1,002
29-07-2010	9,2	8,21	1,004
28-10-2010	9,1	8,15	1,008
12-01-2011	11,0	8,72	1,012
25-04-2011	8,4	8,31	1,003

Tabla 4.13. 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	10400	20110	30600	8,04	1,040
31-10-2007	9,4	6730	5840	13100	7,9	1,000
14-02-2008	10,6	8540	2005	9260	7,98	1,010
27-04-2008	10,4	9270	370	10560	8,26	1,002
12-07-2008	8,7	5040	472	5450	7,75	0,960
13-10-2008	9,7	6120	105	6380	8,21	1,000
01-02-2009	9,9	6260	308	7300	8,24	s.i.
26-04-2009	10,0	6928	605	7142	8,08	1,000
31-07-2009	10,7	6752	153	6955	7,93	1,030
13-10-2009	10,1	6548	231	6784	8,03	1,005
14-01-2010	10,6	6810	295	7116	7,83	1,000
26-04-2010	10,2	7200	44	7630	8,41	0,995
29-07-2010	12,0	8228	23	8520	8,06	1,008
28-10-2010	10,3	6218	6473	16810	8,04	1,006
12-01-2011	9,52	7746	12305	19775	8,06	1,003
25-04-2011	10,54	6720	351	7030	8,31	1,010

s.i.: sin información

Tabla 4.14. 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
02-02-2009	219	6,73	1,181
28-04-2009	195,6	6,86	1,163
30-07-2009	167	7,47	1,165
21-10-2009	166,7	7,40	1,162
17-01-2010	225	7,85	1,163
23-04-2010	205	7,36	1,163
31-07-2010	162	7,28	1,167
26-10-2010	195	7,28	1,160
10-01-2011	228	7,32	1,176
26-04-2011	195,9	7,33	1,165

Tabla 4.15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5

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	523	401000	23	401950	7,3	1,119
31-10-2007	545	425000	780	426200	7,1	1,200
13-02-2008	472	402000	18	422000	7,4	1,160
28-04-2008	495	462000	1030	506000	7,59	1,170
14-07-2008	473	271000	60	314000	7,41	1,160
14-10-2008	215,5	108000	251	125000	7,44	1,000
02-02-2009	223	148000	131	163000	7,31	1,100
28-04-2009	216	142800	259	178025	7,15	1,100
30-07-2009	216	135000	36	167400	7,04	1,086
21-10-2009	216	190598	4	190902	7,39	1,150

Tabla 4.15. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L2-5

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
17-01-2010	214	151940	36	152020	6,85	1,158
23-04-2010	192	130400	46	134700	7,45	1,157
31-07-2010	218	150610	46	165680	7,30	1,156
26-10-2010	216	172810	37	189000	7,28	1,159
10-01-2011	222	172900	181	179820	7,29	1,149
26-04-2011	218	174400	172	175960	7,72	1,135

Tabla 4.16. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo L7-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	1,9	8,20	1,000
27-04-2008	1,8	8,18	1,001
12-07-2008	2,4	8,22	1,000
13-10-2008	2,0	8,49	1,000
01-02-2009	1,8	9,01	1,000
26-04-2009	2,0	9,37	1,000
31-07-2009	1,7	8,41	1,001
13-10-2009	1,3	8,06	1,000
14-01-2010	2,3	8,20	1,000
26-04-2010	1,9	8,20	1,000
30-07-2010	1,3	9,50	1,000
28-10-2010	2,6	7,80	1,015
12-01-2011	2,6	8,08	1,025
25-04-2011	1,5	7,83	1,001

Tabla 4.17. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L7-3

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	1,9	1400	1145	2570	8,11	1,010
31-10-2007	2,9	2060	1784	3910	7,9	1,000
14-02-2008	2,0	1900	83	1910	8,05	1,000
27-04-2008	2,1	1930	190	2170	8,12	0,990
12-07-2008	2,5	1610	10	1970	8,09	1,000
13-10-2008	2,1	1266	52	1330	8,39	1,000
01-02-2009	1,9	1272	89	1496	8,45	1,000
26-04-2009	2,0	1313	307	1700	8,13	s.i.
31-07-2009	2,5	1508	194	1748	7,98	1,001
13-10-2009	2,0	1228	47	1310	8,04	1,003
14-01-2010	2,2	1353	117	1480	8,04	1,000
26-04-2010	2,1	1544	40	1670	8,13	0,995
30-07-2010	1,9	1282	59	1473	8,22	1,000
28-10-2010	12,6	6990	11409	17480	7,75	1,020
12-01-2011	2,61	1976	21965	26530	8,06	1,009
25-04-2011	1,95	1264	425	1400	8,18	1,009

s.i.: sin información

Tabla 4.18. 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
01-02-2009	139,9	8,06	1,077
28-04-2009	190,6	7,28	1,097
30-07-2009	68,5	8,15	1,056
21-10-2009	169,8	7,48	1,129

Tabla 4.18. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Reglilla L7-G1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
16-01-2010	232	7,20	1,168
23-04-2010	196,3	7,14	1,195
01-08-2010	120,0	7,75	1,093
28-10-2010	147,0	7,40	1,163
12-01-2011	208	7,22	1,161
28-04-2011	134,1	7,84	1,077

Tabla 4.19. 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	145000	30	145630	7,96	1,110
30-10-2007	567	361000	1000	371000	7,3	1,210
02-02-2008	399	204000	1470	404000	6,99	1,210
26-04-2008	655	634000	2330	661000	7,18	1,222
14-07-2008	143	71500	70	76000	7,88	1,046
21-10-2008	224,6	127000	1975	129200	7,33	1,200
01-02-2009	138,4	56500	132	63000	7,83	1,100
28-04-2009	161,2	107198	83	112000	7,67	1,100
30-07-2009	102,1	49266	12	67012	7,89	1,000
21-10-2009	195,1	148748	297	149710	7,46	1,115
16-01-2010	220	154231	517	154810	6,82	1,158
23-04-2010	199,6	156800	522	166800	7,18	1,181
01-08-2010	156,3	104720	335	106284	7,64	1,084
28-10-2010	193,1	164135	13440	167000	7,32	1,169
12-01-2011	216	174320	2335	177120	7,19	1,121
28-04-2011	138,1	105100	169	111000	7,82	1,0628

Tabla 4.20. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo SOPM-07

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
01-02-2009	230	7,07	1,218
28-04-2009	226	6,26	1,216
30-07-2009	204	7,19	1,222
21-10-2009	185,1	7,22	1,219
19-01-2010	246	7,73	1,216
24-04-2010	220	7,29	1,216
31-07-2010	207	6,83	1,218
27-10-2010	217	7,12	1,215
11-01-2011	234	7,10	1,218
26-04-2011	221	7,09	1,216

Tabla 4.21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-07

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	434000	29	435000	7,17	1,220
31-10-2007	611	527000	232	528000	7,15	1,220
13-02-2008	635	561000	15	582000	7,23	1,260
26-04-2008	632	593000	760	635000	7,42	1,220
14-07-2008	622	353000	41	478000	7,17	1,220
14-10-2008	234	187200	207	191500	7,19	1,000
01-02-2009	234	138000	51	224500	7,2	1,100
28-04-2009	234	143520	160	169000	6,98	1,200
30-07-2009	233	145625	25	170381	6,84	1,211
21-10-2009	234	181548	17	182638	7,13	1,209
19-01-2010	233	170800	10	170900	6,63	1,205

Tabla 4.21. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-07

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
24-04-2010	204	156800	90	168000	7,21	1,204
31-07-2010	234	170810	61	173950	7,05	1,213
27-10-2010	233	184320	61	191210	7,09	1,204
11-01-2011	234	180225	157	184860	7,12	1,178
26-04-2011	234	175520	269	178060	7,1	1,192

Tabla 4.22. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Mullay

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	1,6	8,65	1,002
28-04-2008	1,5	8,49	1,000
14-07-2008	2,3	9,41	1,000
13-10-2008	1,9	8,00	1,000
03-02-2009	1,6	7,34	1,000
26-04-2009	1,7	8,18	1,000
31-07-2009	1,7	7,59	1,000
13-10-2009	1,4	7,43	1,000
18-09-2010	1,7	8,04	1,000
26-04-2010	1,7	7,29	1,000
31-07-2010	1,7	8,25	1,000
28-10-2010	1,8	7,25	1,000
12-01-2011	2,0	7,36	1,001
26-04-2011	1,6	7,28	1,000

Tabla 4.23. 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
01-02-2009	232	6,70	1,220
28-04-2009	221	6,84	1,226
30-07-2009	197,3	7,27	1,222
21-10-2009	182,8	7,29	1,220
19-01-2010	243	7,77	1,215
24-04-2010	222	7,16	1,215
31-07-2010	200	6,91	1,217
27-10-2010	208	7,23	1,216
11-01-2011	234	7,27	1,217
26-04-2011	222	7,29	1,117

Tabla 4.24. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14

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	620	388000	43	388960	7,21	1,220
30-10-2007	608	398000	33	453000	7,32	1,220
13-02-2008	625	531000	36	561000	7,32	1,240
26-04-2008	660	635000	1020	662000	7,51	1,218
14-07-2008	626	321000	36	379000	7,29	1,218
13-10-2008	233,8	163000	<3	188000	7,28	1,200
01-02-2009	234	182000	341	213500	7,28	1,200
26-04-2009	234	150930	12	183200	7,06	1,200
30-07-2009	233	155061	24	187624	6,93	1,155
21-10-2009	234	186748	25	187473	7,20	1,209

Tabla 4.24. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-14

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
19-01-2010	232	171680	4	171710	6,55	1,205
24-04-2010	203	160370	190	164400	7,28	1,206
31-07-2010	235	177320	93	178710	7,09	1,208
27-10-2010	233	198050	57	199120	7,18	1,206
11-01-2011	234	189400	120	191883	7,21	1,179
26-04-2011	235	190348	408	204727	7,2	1,181

Tabla 4.25. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo de bombeo Mulla.

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	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	1430	408	24,5	<0,01	2,1	1,000
24-10-2007	283	<1	283	6,15	31	270	<0,05	0,02	23	1,4	7,25	350	1340	383	31	0,16	2,,2	1,000
11-02-2008	190	<1	190	0,028	31	345	88,2	0,11	95	0,21	8,16	310	1720	380	26	0,06	1,9	0,985
28-04-2008	148	<1	148	0,008	20,9	325	0,17	0,26	14,5	0,01	8,46	316	1540	260	25,4	0,06	1,8	0,997
14-07-2008	<1	34	91	0,201	35	600	0,73	0,03	22	0,02	9,42	400	1620	325	37	0,62	2,8	1,000
13-10-2008	333	<1	333	6,077	45,9	315,4	<0,03	<0,005	26,59	0,9	7,82	359	1230	357	27,65	0,021	1,9	1,000
12-03-2009	258	<1	258	0,056	60,2	324,9	<0,03	<0,005	25,63	1,3	7,48	328,38	1218	378	27,25	<0,005	2,0	s.i.
26-04-2009	302	<1	302	1,595	57,0	316,9	<0,03	<0,005	25,47	1,0	7,75	271,24	1224	206	28,12	0,035	2,0	1,000
31-07-2009	289	<1	289	2,856	58,2	323,7	<0,03	<0,005	24,73	1,1	7,86	311,34	1160	203	26,93	<0,005	1,8	1,003
13-10-2009	289	<1	289	0,043	59,6	330,8	<0,03	<0,005	26,56	1,2	7,74	287,96	1192	239	24,09	<0,005	2,1	1,003

Tabla 4.25. 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	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)
18-01-2010	281	<1	281	2,956	89,6	377	<0,03	<0,005	27,1	1,1	7,68	294,72	1292	206	27,77	<0,005	2,0	1,000
26-04-2010	281	4	283	4,599	103	321,3	<0,03	<0,005	27,76	0,21	7,99	250,4	1270	212	26,63	0,006	1,8	1,000
31-07-2010	120	<1	120	3,93	113	385	0,04	<0,005	29,83	1,4	7,91	280	1324	218	29,42	0,017	2,150	1,000
28-10-2010	273	<1	273	5,13	110	394	<0,03	<0,005	26,45	1,3	7,62	330,48	1308	229	28,87	0,027	2,140	1,000
12-01-2011	294	<1	294	3,6881	103,2	392,2	0,18	<0,005	28,62	1,4	7,77	300,05	1468	218	27,36	0,005	2,160	1,000
25-04-2011	292	<1	292	4,833	109,7	417	<0,03	0,009	28,57	1,9	7,45	328	1430	277	31,89	0,013	2,19	1,004

s.i.: sin información

Tabla 4.26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	4,0	7,78	1,003
28-04-2008	4,1	7,57	1,001
12-07-2008	4,1	7,45	1,001
13-10-2008	4,1	7,62	1,000
03-02-2009	4,1	7,41	1,000
26-04-2009	4,2	8,57	1,000
31-07-2009	4,2	7,33	1,000
13-10-2009	3,6	7,34	1,000
18-01-2010	4,3	7,90	1,000
26-04-2010	4,1	7,40	1,000

Tabla 4.26. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozo Allana

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
31-07-2010	4,0	7,90	1,000
28-10-2010	4,1	7,08	1,002
12-01-2011	4,3	7,23	1,002
25-04-2011	3,9	7,28	1,000

Tabla 4.27. 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	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	1790	1570	23	<0,01	3,8	1,030
24-10-2007	77	7	84	0,006	142	356	4	0,84	177	0,5	8,73	480	3480	1690	26	0,12	4,3	1,000
11-02-2008	156	<1	156	<0,005	278	308	24,5	0,65	225	0,18	7,62	450	3960	1780	29	6,96	4,1	1,002
27-04-2008	160	<1	160	0,006	314	350	1,03	0,44	157	<0,01	7,78	403	3880	1770	26,7	4,4	4,2	1,001
12-07-2008	207	<1	207	<0,005	270	355	4,4	0,34	220	<0,01	7,42	430	3580	1725	25,5	11,3	4,2	1,000
13-10-2008	185	<1	185	0,0896	254,8	373	<0,03	<0,005	266,9	1,7	7,55	383,8	3492	1805	26,64	0,022	4,2	1,000
12-03-2009	194	<1	194	0,0515	260,4	360,8	<0,03	<0,005	241,1	1,7	7,51	469,2	3776	1801	25,11	<0,005	4,1	1,000
26-04-2009	181	<1	181	0,0258	285	355,2	0,11	<0,005	246,9	1,8	7,49	341,5	3500	1778	27,54	0,034	4,1	1,000
31-07-2009	178	<1	178	0,0363	225,2	342,3	<0,03	<0,005	232,6	2,9	7,52	352	2680	1400	28,37	<0,005	3,7	1,006
13-10-2009	172	<1	172	0,0635	281,3	317,5	<0,03	<0,005	206	1,7	7,59	356,6	2920	1477	23,98	<0,005	4,1	1,000
18-01-2010	161	<1	161	0,0385	275,0	402,3	<0,03	<0,005	231,8	1,7	7,69	379	3500	1486	27,64	<0,005	4,1	1,000
26-04-2010	181	<1	181	0,0667	331,1	340,7	0,14	0,017	255,8	,35	7,85	348,2	3602	1800	29,1	0,03	3,6	1,000

Tabla 4.27. 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	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)
31-07-2010	165	<1	165	0,0622	330,17	333,9	0,03	<0,005	244,4	1,9	7,89	386,62	3520	1582	26,71	0,012	4,14	1,000
28-10-2010	162	<1	162	0,0565	344,2	305,2	0,09	<0,005	231,38	1,9	7,41	432,04	2973	1760	26,56	0,016	4,140	1,000
12-01-2011	174	<1	174	0,0646	316,85	422,1	0,19	0,007	238,45	2,2	7,76	388,2	3914	1693	23,74	0,005	4,160	1,000
25-04-2011	172	<1	172	0,0785	325,99	372,7	0,05	0,007	225,2	1,9	7,34	429	3736	1775	28,22	0,019	4,13	1,000

Tabla 4.28. 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
03-02-2009	165	7,69	1,111
28-04-2009	122,1	7,64	1,056
30-07-2009	64,3	8,01	1,048
14-10-2009	90,4	7,93	1,060
16-01-2010	231	7,55	1,118
22-04-2010	145	7,89	1,093
01-08-2010	86,6	7,46	1,046
29-10-2010	113,7	7,81	1,071
13-01-2011	191	7,64	1,096
28-04-2011	110,4	8,02	1,056

Tabla 4.29. 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	s.i.	<2	<2	0,10	<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	0,10
06-02-2008	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	115,6	<1,8	<1,8	0,81	<2	0,09
03-02-2009	165,6	<1,8	<1,8	1,70	<2	0,11
28-04-2009	107,9	<1,8	<1,8	0,36	<10	0,05
30-07-2009	90,3	<1,8	<1,8	0,10	<10	0,1
14-10-2009	114,9	<1,8	<1,8	<0,01	<2	0,29
16-01-2010	188,1	<1,8	<1,8	0,03	<2	0,18
22-04-2010	135,7	<1,8	<1,8	<0,01	<1,8	<1,8
01-08-2010	91	<1,8	<1,8	0,18	<2	0,99
29-10-2010	126,9	<1,8	<1,8	0,61	<3	0,08
13-01-2011	159,4	<1,8	<1,8	1,85	<2	0,19
28-04-2011	109400	<1,8	<1,8	0,3	<2	0,25

s.i.: sin información

Tabla 4.30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
02-02-2008	s.i.	s.i.	s.i.
24-04-2008	159,4	7,69	1,165
14-07-2008	123,5	7,99	1,071

Tabla 4.30. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Barros Negros

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
21-10-2008	146,5	8,12	1,085
03-02-2009	238	6,77	1,218
28-04-2009	165,9	7,33	1,123
30-07-2009	81,6	8,04	1,069
14-10-2009	127,4	7,80	1,085
16-01-2010	246	7,26	1,188
22-04-2010	247	7,46	1,190
01-08-2010	126,6	7,69	1,082
29-10-2010	138	7,819	1,111
13-01-2011	233	7,28	1,174
28-04-2011	154,1	7,86	1,088

s.i.: sin información

Tabla 4.31. Resultados 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	s.i.	<2	<2	0,23	<10	0,23
27-07-2007	205	<2	<2	0,16	<10	<0,05
30-10-2007	252	<1,8	4,50	0,26	<2	0,12
06-02-2008	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	149,3	<1,8	<1,8	1,62	<2	0,11
03-02-2009	228	<1,8	<1,8	3,03	<2	0,12
28-04-2009	189,7	<1,8	<1,8	1,65	<10	0,12
30-07-2009	119,1	<1,8	<1,8	0,22	<10	0,11
14-10-2009	148,8	<1,8	<1,8	<0,01	<2	0,07
16-01-2010	223	<1,8	<1,8	0,04	<2	0,17
22-04-2010	202	<1,8	<1,8	<0,01	<1,8	<1,8

Tabla 4.31. Resultados 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)
01-08-2010	142	<1,8	<1,8	0,30	<2	<0,01
29-10-2010	169,6	<1,8	<1,8	1,76	<3	0,1
13-01-2011	224	<1,8	<1,8	5,75	<2	0,48
24-04-2011	136,8	<1,8	<1,8	0,26	<2	0,22

s.i.: sin información

Muestreo de agua realizado por CONAF

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF.

Tabla 4.32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	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
31-01-2009	1,05	7,70	28,40
25-04-2009	5,00	7,94	26,80
24-07-2009	4,60	7,85	9,10
05-11-2009	4,7	8,1	22,1
26-01-2010	0,50	7,30	24,60
28-04-2010	4,20	7,60	16,70

Tabla 4.32. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Chaxa (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
21-07-2010	8,24	8,23	15,2
28-10-2010	2,40	8,02	19,7
27-01-2011	0,2	7,88	28,6
26-04-2011	5,3	7,82	29,4

nm: no medido

Tabla 4.33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (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	151,0	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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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
31-01-2009	171,4	171,00	409	16,20	47,00	16,50	7,89	586	5,31	74,00	12,56	657	59,00	7,75	1,58	65	437
25-04-2009	82,47	82,40	67	9,36	20,30	6,83	3,66	698	2,30	41,10	6,26	588	<1	1,12	1,79	45	483
24-07-2009	74,29	73,80	488	12,20	22,60	1,01	3,38	775	2,85	66,60	3,81	625	6,00	0,68	0,44	61	523
05-11-2009	74,55	74,38	162	12,5	27	0,73	2,43	767	2,77	53,5	4,33	709	3,00	0,90	0,44	59	587
26-01-2010	163,7	162,35	1425	12,50	39,20	0,76	6,75	825	3,96	80,30	12,37	576	<1	6,28	0,70	110	472
28-04-2010	84,97	84,91	62	11,50	27,50	1,90	4,08	780	2,49	51,00	8,56	519	156,00	1,41	0,35	57	1091
21-07-2010	118,77	118,45	326	12,2	26	2,12	3,73	764	2,61	49	8,75	567	62	1,22	0,15	60	568
28-10-2010	113,69	113,51	172	11,3	29,4	1,24	3,91	650	1,16	52,1	3,82	570	48	4,56	2,27	50	548

Tabla 4.33. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Chaxa (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)
27-01-2011	124,48	123,952	534	7,3	31	1	4,92	881	3,13	56	9,63	714	98	0,92	0,33	76	510
26-04-2011	84,37	84,233	137	11,6	22,5	0,65	3,92	655	2,67	39,5	4,51	675	<1	2,3	<0,20	67	554

nm: no medido / s.i.: sin información

Tabla 4.34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	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
31-01-2009	2,98	7,90	23,20
25-04-2009	2,58	7,84	5,70

Tabla 4.34. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Canal Burro Muerto (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
24-07-2009	6,00	7,76	16,70
05-11-2009	5,90	7,87	21,7
26-01-2010	8,10	7,60	30,20
29-04-2010	5,20	7,80	18,30
22-07-2010	8,46	8,08	3,30
27-10-2010	3,50	8,07	27,0
27-01-2011	4,2	7,93	35,5
26-04-2011	7,6	7,92	20,1

nm: no medido

Tabla 4.35. 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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.

Tabla 4.35. 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)
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	s.i.
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
31-01-2009	103,66	103,60	55	12,30	25,00	6,74	4,07	758	2,81	48,00	9,00	450	82,00	3,98	2,58	57	500
25-04-2009	70,82	70,80	15	8,61	18,20	6,40	2,98	763	2,07	43,50	3,86	530	3,03	0,87	0,89	52	440
24-07-2009	72,23	71,92	311	10,00	26,10	0,36	2,89	191	0,62	51,50	3,88	515	3,00	0,61	0,41	57	428
05-11-2009	87,36	87,0	274	12,5	24,90	0,68	1,74	862	5,13	48,2	3,39	582	1,53	0,94	0,42	52	480
26-01-2010	105,91	105,77	145	12,50	26,90	0,54	4,55	638	2,71	53,50	9,72	644	<1	4,89	1,71	94	528
29-04-2010	70,57	70,41	150	9,71	18,60	1,31	2,86	785	2,11	30,00	5,06	409	99,00	1,18	<0,20	60	836
22-07-2010	70,862	70,712	150	8,76	16,7	2,35	2,4	719	1,64	34	6,45	485	<1	1,11	0,24	53	398
27-10-2010	88,726	88,582	144	10,9	22	1,56	3,26	707	2,87	43,9	3,86	454	50	8,58	0,79	49	455
27-01-2011	89,893	89,832	61	12,3	24	1,31	3,71	916	2,44	43	9,04	584	109	0,74	0,28	71	468
26-04-2011	76,026	72,75	276	10,6	19,6	1,57	3,33	688	2,32	34,1	4,36	515	6,18	3,16	<0,20	62	433

Tabla 4.36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	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
31-01-2009	1,43	7,75	29,30
25-04-2009	1,51	7,68	22,50
24-07-2009	4,60	7,98	6,90
05-11-2009	4,2	7,96	22,7
26-01-2010	0,70	7,00	36,40
28-04-2010	1,60	7,70	15,40
21-07-2010	7,58	8,08	9,7
28-10-2010	2,40	8,02	19,7

Tabla 4.36. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Barros Negros. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
27-01-2011	0,2	7,09	20,04
26-04-2011	4,4	7,78	22,6

nm: no medido

Tabla 4.37. 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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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 4.37. 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)
31-01-2009	189,90	189,72	182	15,10	54,00	14,00	9,40	1118	5,37	88,00	12,39	696	88,00	7,93	1,00	62	718
25-04-2009	147,13	147,10	30	16,70	36,90	10,90	7,08	864	3,87	43,50	12,96	850	1,52	1,91	1,22	55	700
24-07-2009	105,18	104,68	499	13,80	27,40	1,15	6,20	849	2,99	67,40	3,89	668	21,00	1,20	0,33	40	583
05-11-2009	91,42	91,18	243	23,00	55,00	1,12	6,27	1192	2,59	64,6	4,25	905	<1	2,02	0,22	50	743
26-01-2010	367,87	366,80	1069	23,00	76,80	1,67	13,30	728	7,51	145,00	20,54	1525	<1	12,80	0,73	123	1250
28-04-2010	238,34	237,91	430	26,00	80,80	2,67	12,80	839	11,20	163,00	21,40	1592	<1	3,19	0,56	54	2612
21-07-2010	230,88	230,11	776	16,80	34,00	3,30	5,03	1001	3,14	72,00	2,98	515	118,00	3,47	0,20	57	621
28-10-2010	138,98	138,75	227	17,60	34,00	1,16	5,70	828	4,75	74,20	3,98	528	114,00	2,53	0,82	50	620
27-01-2011	366,219	364,475	754	4,08	99	0,5	15,4	408	9,49	179	27	1,68	187	2,73	<0,2	67	1363
26-04-2011	93,549	93,388	161	12,9	24,2	1,38	4,27	673	2,86	52,1	4,6	694	<1	1,21	<0,20	66	570

s.i.: sin información

Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
-------------------	-------------------------	----	------------------

Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	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
31-01-2009	5,34	8,21	11,50
25-04-2009	4,99	8,15	10,20
24-07-2009	5,90	8,25	17,90
05-11-2009	5,60	7,97	23,70
26-01-2010	6,40	7,80	31,20
27-04-2010	6,90	8,90	25,50
22-07-2010	8,16	8,4	4,20
27-10-2010	5,9	8,43	28,6
27-01-2011	1,9	8,41	35

Tabla 4.38. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Puilar. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
26-04-2011	6,9	8,41	20,9

nm: no medido

Tabla 4.39. 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)	Silice (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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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
31-01-2009	15,06	15,04	17	2,00	3,68	2,27	0,77	84	0,44	10,50	1,84	385	39,00	0,26	2,54	84	382

Tabla 4.39. 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)	Silice (mg/L)	Alcalinidad (mg/L)
25-04-2009	18,32	18,30	23	2,20	3,73	3,86	0,82	87	0,46	7,95	1,93	471	<1	0,59	1,92	81	387
24-07-2009	42,13	42,05	78	2,44	5,39	1,46	1,19	115	0,60	23,70	1,11	400	20,00	0,18	0,63	88	360
05-11-2009	33,94	33,92	26	1,77	3,26	0,75	0,41	88	0,33	21,4	827	436	3,06	0,32	0,88	74	362
26-01-2010	18,21	18,19	18	1,77	4,41	0,85	1,50	63	0,46	13,40	1,06	457	<1	2,88	2,48	69	375
27-04-2010	18,14	18,13	11	2,80	4,67	1,99	1,01	106	0,50	7,56	1,26	320	75,00	0,31	<0,20	76	656
22-07-2010	15,49	15,47	24	2,40	4,08	2,61	0,80	171	0,46	8,24	1,14	387	21,00	0,27	0,26	77	353
27-10-2010	15,22	15,18	39	1,94	4,72	1,35	0,74	55	0,51	9,24	0,89	351	36,00	3,21	3,52	80	348
27-01-2011	16,361	16,348	13	38	4,96	2,22	0,8	66	0,4	7,7	2,85	412	66	0,18	0,34	86	349
26-04-2011	17,741	17,492	249	2,58	4,23	2,6	0,95	93,4	0,53	7,97	1,17	393	23,2	0,38	0,48	80	361

s.i.: sin información

Aforo

Como se indicó en informes anteriores, debido a que las mediciones de caudal obtenidas con los sensores no fueron del todo satisfactorias, no se realizaron mediciones de caudal entre fines de 2007 y mediados del 2008.

SQM ha realizado aforos manuales que se realizan a través del método de estimación de caudal como el producto entre la velocidad y el área de la sección pasante, para lo cual el ancho total de la sección fue dividido en diez subsecciones donde se mide profundidad y velocidad para cada una de ellas.

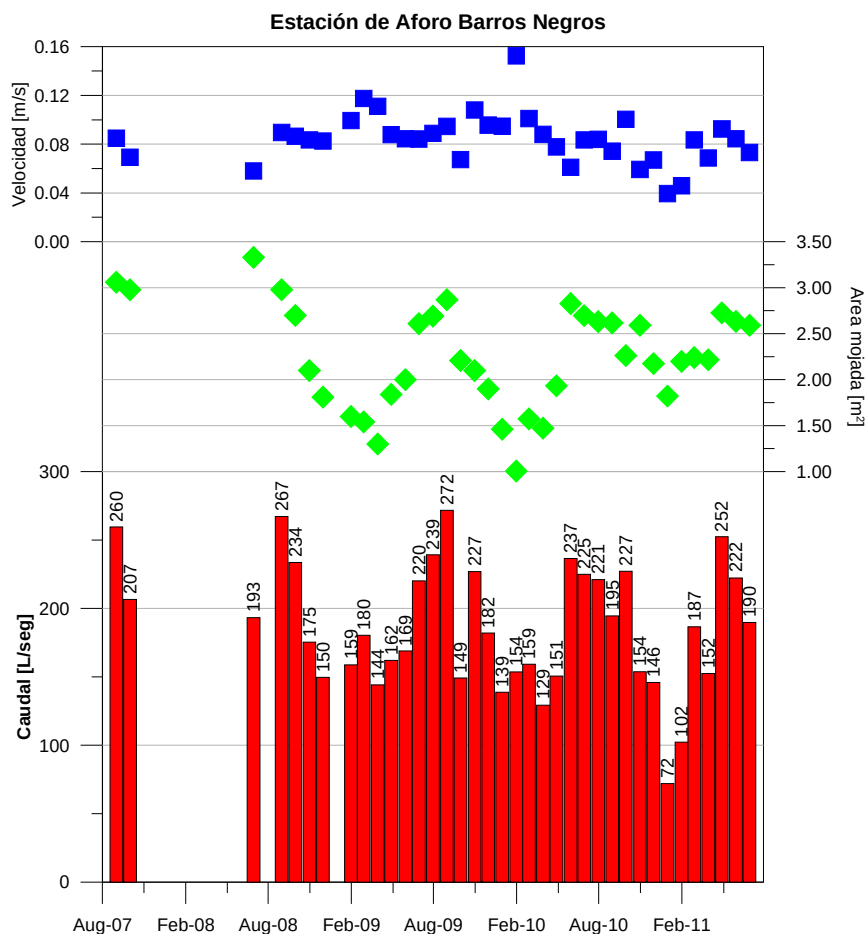


Figura 4.104. Aforo Barros Negros. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²)

La Figura 4.105 presenta el caudal monitoreado en el puente San Luis. En ella se observan los registros continuos (línea naranja), promedio diario de mediciones continuas (línea azul), mediciones manuales en punto continuo (punto celeste), mediciones manuales diarias (punto rojo) y cálculo de caudales según Reglilla Puente San Luis (punto magenta). Esta estación se encuentra ubicada aguas arriba de la laguna Chaxa.

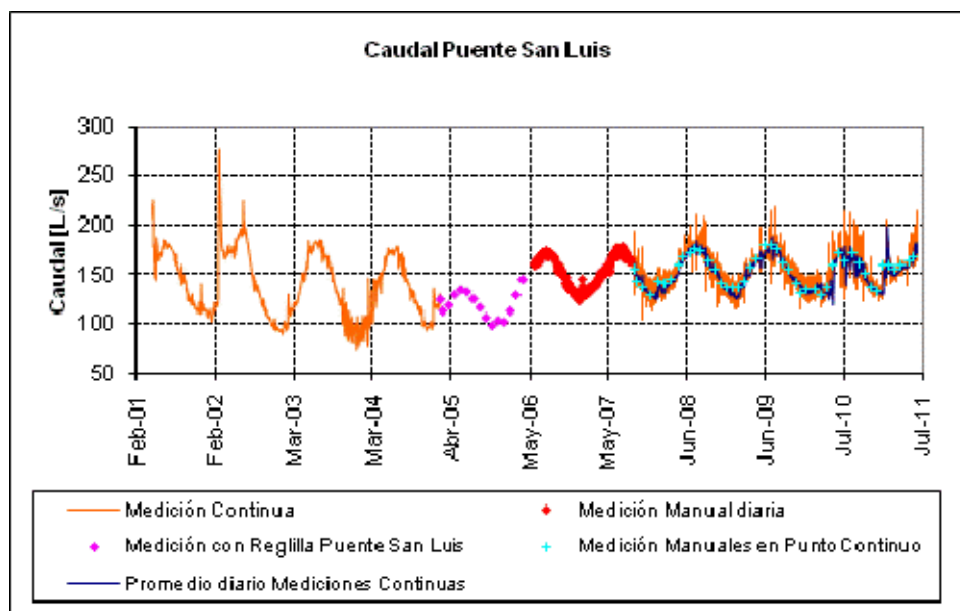


Figura 4.105. Caudal promedio diario en puente San Luis.

Superficie Lacustre

En la Figura 4.106 se presenta la evolución de la superficie lacustre de los cuerpos de agua del Sistema Soncor medidos por CONAF en forma trimestral. Las mediciones realizadas por CONAF son el resultado de las mediciones a través de estacas perimetrales, hay que señalar que las mediciones realizadas en el sector de la laguna de Puilar solo corresponde a la superficie del canal de aporte de la laguna como tal.

En la Tabla 4.40 se observan las mediciones realizadas a través de topografía y del método de imágenes satelitales, las mediciones de topografía solo se realizaron hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, queda establecido que las mediciones de Topografía solo se realizarán cada 5 años, por otro lado en la misma resolución se establece la metodología para realizar la medición a través de imagen satelital, dicha actividad se realiza en el mes de abril de cada año.

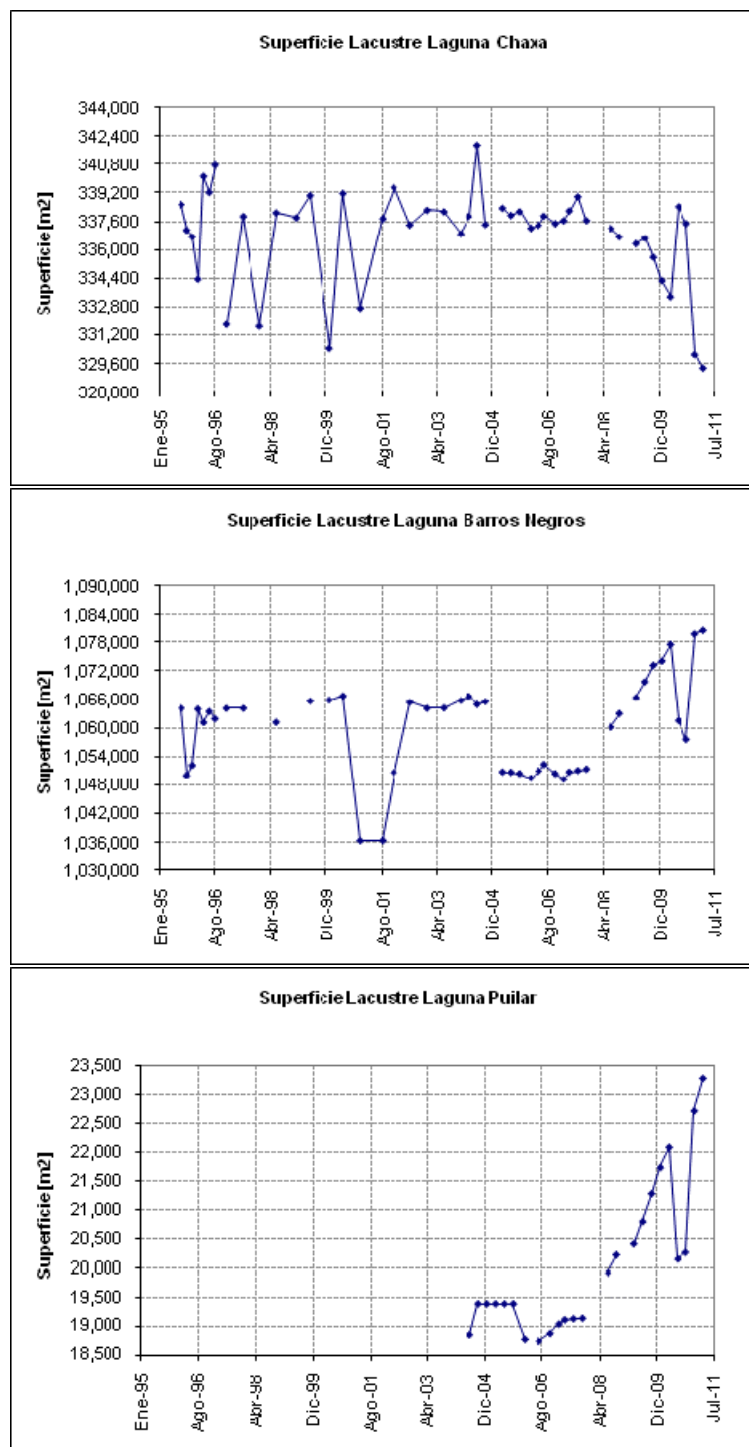


Figura 4.106. Evolución de Superficie lacustre sistema SONCOR medida por CONAF (CONAF 2009-2011, Informes de Avance de Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama)

Tabla 4.40. Medición de superficies lacustres medidas desde Abril de 2008 a Abril del 2011

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	Superficie (m ²) – 2008		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) -2009		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) - 2010		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) - 2011 Imagen satelital
		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		
Soncor	Barros Negros (cuerpo principal)	1.055.856	1.093.625	3,6	1.130.213	1.152.803	2	1.073.413	1.048.924 ¹	2,3	1.083.311
	Barros Negros (áreas aledañas)	-	-	-	-	-	-	173.986	154.737 ²	12,4	242.137
	Chaxa	313.75	329.224	5	310.739	336.644	8	309.365	308.357	0,3	305.433
	Puilar ³	65.854	63.154	4	76.857	65.439	17	71.311	69.267	3,0	70.003

¹ En años anteriores se incorporó dentro de la superficie de esta laguna lo que ahora se definió como área de inundación sector este, la que ahora fue incluida en las áreas de inundación o aledañas. Para efectos de comparación con años anteriores habría que sumar la superficie de este sector (40.084 m²) a la superficie indicada, quedando en 1.089.008 m²

² El monitoreo 2010 incluye dos áreas de inundación más que los monitoreos anteriores (2008-2009), esto se debe que así quedo establecido en la metodología aprobada a través de la resolución exenta 244/2010. La superficie de áreas de inundación (154.737 m²) corresponde al Sector conocido como Cola de Pez (104.729 m²), Sector este (40.084 m²) y sector Sur (9.924 m²).

³ En el monitoreo 2010, las superficies fueron calculados mediante límites adicionales propuestos. Conforme a lo anterior, a fin de comparar los resultados con los monitoreos pasados, los resultados según análisis satelital y topografía, considerando limites históricos, corresponderían a 68.977 m² y 70.236 m² respectivamente. La variación entre metodología sería a 1.8%

SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los puntos de monitoreo en el Sistema Aguas de Quelana se ubican 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 4.107 se muestra la distribución geográfica de los puntos de monitoreo y en la Tabla 4.41 su clasificación 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, reglilla y medición continua). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

Tabla 4.41. 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	119	L4-15	Zona marginal	Pozo somero	118
L4-3	Zona aluvial	Pozo somero	119	L5-9	Zona marginal	Pozo somero	118
L4-4	Zona aluvial	Pozo somero	120	L5-11	Zona marginal	Pozo somero	119
L5-1	Zona aluvial	Pozo profundo	111	L5-12	Zona marginal	Pozo somero	119
L5-2	Zona aluvial	Pozo profundo	112	L5-13	Zona marginal	Pozo somero	120
GD-02	Zona marginal	Pozo profundo	113	L13-5	Zona marginal	Pozo somero	121
L3-3	Zona marginal	Pozo somero	113	L5-15	Zona marginal	Pozo somero	139
L3-8	Zona marginal	Pozo somero	114	L13-6	Zona marginal	Pozo somero	121
L3-11	Zona marginal	Pozo somero	114	L13-7	Zona marginal	Pozo somero	122
L3-12	Zona marginal	Pozo somero	115	L14-1	Zona marginal	Pozo somero	122
L3-14	Zona marginal	Pozo somero	115	L14-2	Zona marginal	Pozo somero	123
L4-5	Zona marginal	Pozo somero	116	L14-3	Zona marginal	Pozo somero	123
L4-11	Zona marginal	Pozo somero	117	L14-5	Zona marginal	Pozo somero	124
L4-14	Zona marginal	Pozo somero	117	L14-6	Zona marginal	Pozo somero	124

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
L14-7	Zona marginal	Pozo somero	125	L14-4	Zona marginal	Continuo	139
L5-G3	Zona marginal	Reglilla	126	D-2	Salmuera	Pozo profundo	140
L4-10	Zona marginal	Reglilla	127	L3-4 (SOPM -08)	Salmuera	Pozo profundo	141
L3-5	Zona marginal	Continuo	128	L4-6	Salmuera	Pozo profundo	141
L3-6	Zona marginal	Continuo	129	L4-16	Salmuera	Pozo somero	142
L3-7	Zona marginal	Continuo	129	L5-4	Salmuera	Pozo profundo	142
L3-9	Zona marginal	Continuo	130	SOPM -09	Salmuera	Pozo profundo	143
L3-10	Zona marginal	Continuo	130	Camar 2	Zona aluvial	Pozo profundo	144
L3-13	Zona marginal	Continuo	131	Socaire	Zona aluvial	Pozo profundo	144
L4-7	Zona marginal	Continuo	131				
L4-8	Zona marginal	Continuo	132				
L4-9	Zona marginal	Continuo	132				
L4-12	Zona marginal	Continuo	133				
L4-13	Zona marginal	Continuo	133				
L5-3	Zona marginal	Continuo	134				
L5-6	Zona marginal	Continuo	135				
L5-7	Zona marginal	Continuo	135				
L5-8	Zona marginal	Continuo	136				
L5-10	Zona marginal	Continuo	136				
L5-14	Zona marginal	Continuo	146				
L13-1	Zona marginal	Continuo	137				
L13-2	Zona marginal	Continuo	138				
L13-3	Zona marginal	Continuo	138				
L13-4	Zona marginal	Continuo	139				



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 4.109, Figura 4.114, Figura 4.140 y Figura 4.139 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 4.164), 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.

Como se indica más adelante, el pozo Camar comenzó a bombear el mes de mayo de 2008. El inicio del bombeo produjo un cambio en el comportamiento histórico de algunos pozos de la zona aluvial. El pozo L3-2 muestra un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos de extracción de esta zona, aunque de forma posterior se observa que continua con la tendencia que presentaba antes del inicio del bombeo. Se puede observar que el efecto combinado de los pozos de bombeo de agua ubicados en el Borde Este es imperceptible en los pozos L13-2 y L5-7, los cuales se encuentran cercanos al camino Toconao-Peine en dirección aguas abajo de dichos pozos de bombeo.

Adicionalmente, dentro del periodo del correspondiente al presente informe DICTUC realizó mediciones en este sistema en los pozos L3-8, L3-11, L3-12, L3-13, L3-14, L4-14, L4-15, L5-9, L5-11, L5-12, L5-13, L5-15, L13-5, L13-6.

Pozos en zona aluvial

Los pozos L3-2, L4-3, L4-4, L5-1 y L5-2 presentados de la Figura 4.108 a la Figura 4.112 corresponden a pozos de la zona aluvial.

El pozo L3-2 (Figura 4.108) 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 probablemente del inicio del bombeo en el pozo Camar 2 que se encuentra cercano a éste.

Respecto al comportamiento del pozo L4-3 se observa que tuvo un periodo de descenso que duró hasta aproximadamente el año 2000, para posteriormente aumentar hasta el año 2007, donde nuevamente se observa una disminución de su nivel. El comportamiento de este pozo está fuertemente influenciado por las variaciones en la recarga y en menor medida por el bombeo del pozo Socaire-5B, cuyo efecto se aprecia a partir del año 2008, ya que el caudal de extracción ha sido relativamente constante durante todo el periodo de monitoreo de este pozo.

En la Figura 4.110 se puede observar el nivel del acuífero medido en el pozo L4-4, que corresponde a un pozo artesiano. 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 aumentó la altura del tubo en 120 cm adicionales, permitiendo observar el real funcionamiento del acuífero en este punto.

El pozo L5-1 presenta un descenso en el periodo de registro con una posterior tendencia a la estabilización, que no se explica por la extracción del pozo Socaire-5B debido a que está aguas arriba de él. El descenso puede atribuirse a efecto de la recarga producido por las escasas precipitaciones en el periodo que se reporta en el informe. Situación similar puede observarse en el pozo L5-2 al que aplica la misma teoría de recarga que para el pozo L5-1.

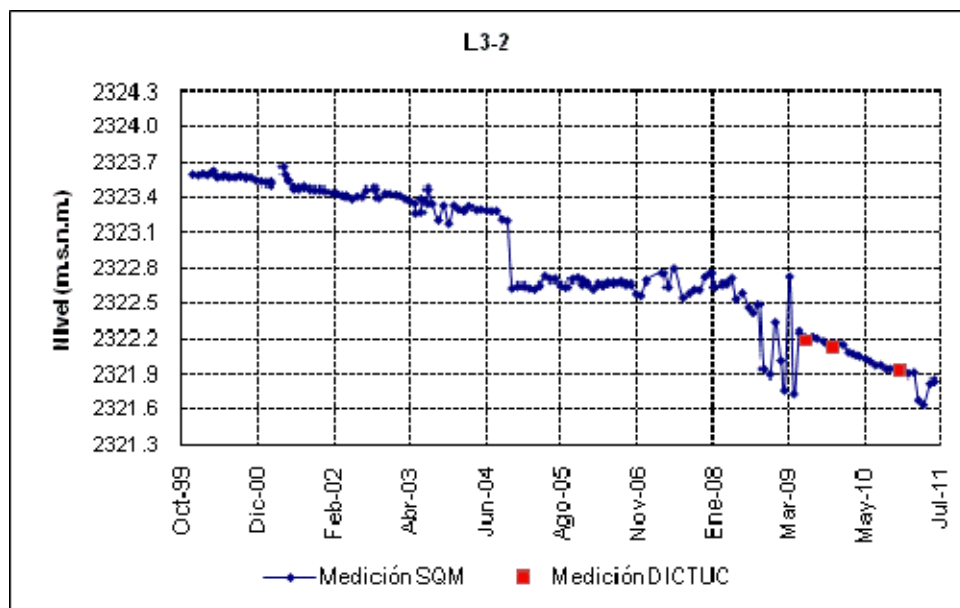


Figura 4.108. Nivel mensual observado en el pozo L3-2.

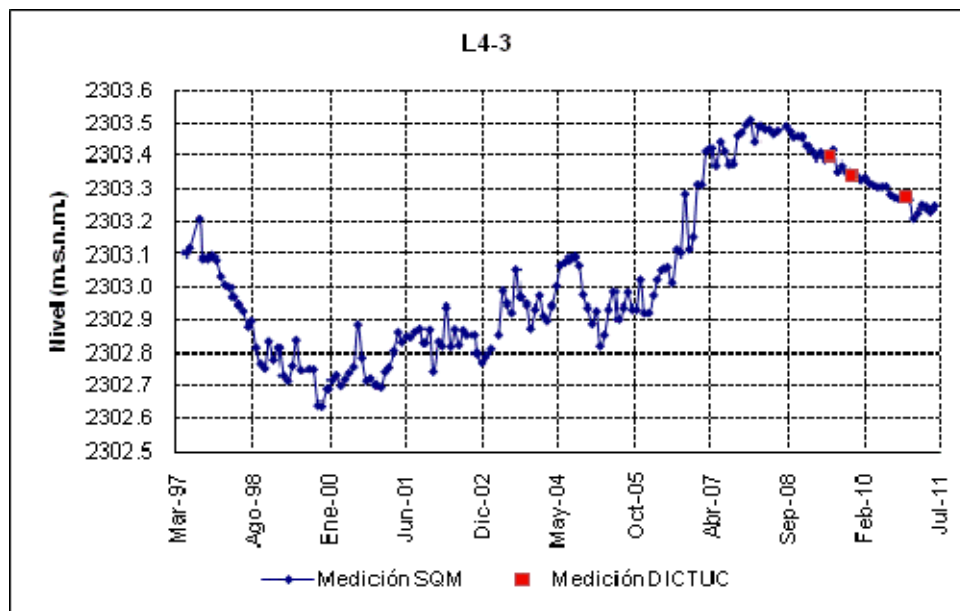


Figura 4.109. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

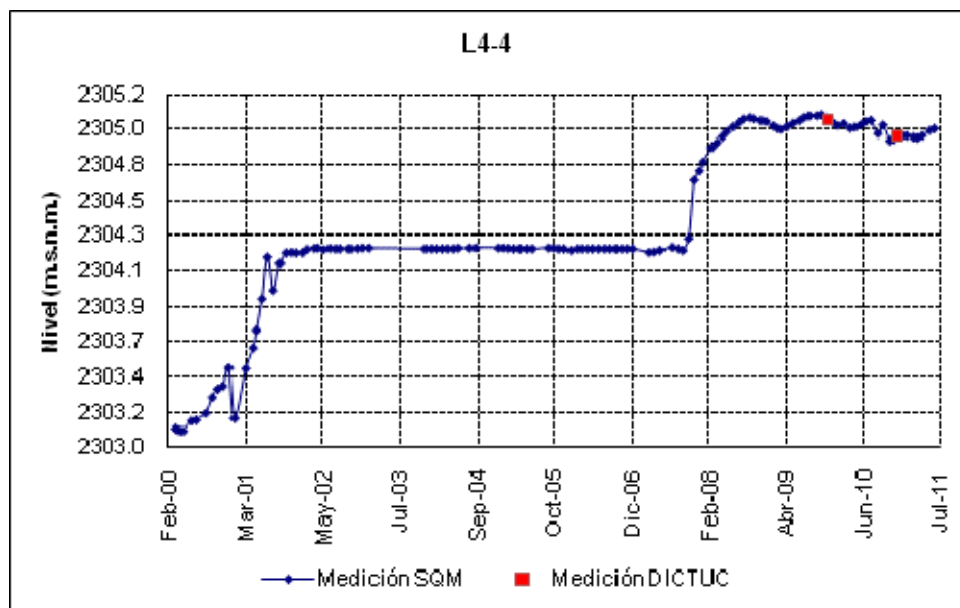


Figura 4.110. Nivel mensual observado en el pozo L4-4.

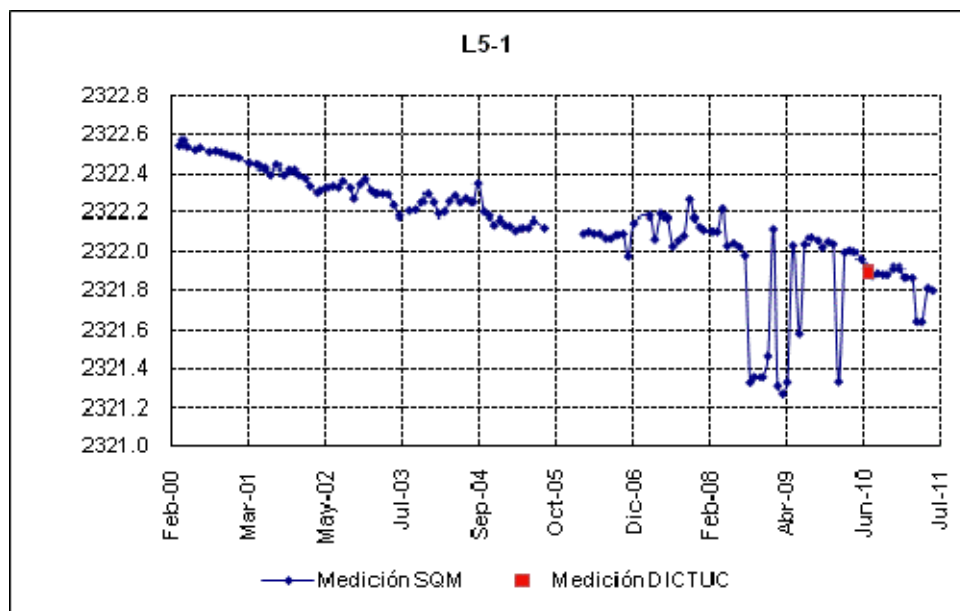


Figura 4.111. Nivel mensual observado en el pozo L5-1.

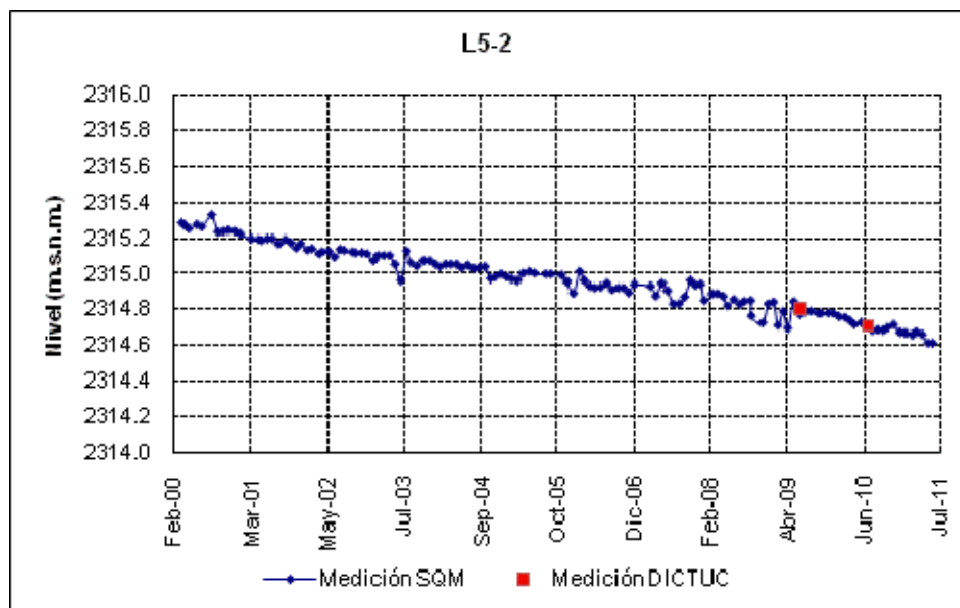


Figura 4.112. Nivel mensual observado en el pozo L5-2.

Pozos en zona marginal

En el sistema Aguas de Quelana el nivel del acuífero presenta una oscilación estacional, que es más notoria en aquellos pozos donde la napa se ubica más somera (similar a lo que ocurre en Soncor). Los pozos L3-3 y L4-5 son los únicos pozos en la zona marginal con datos anteriores a 2007. En la Figura 4.114 se aprecia que en el último año el pozo L3-3 presenta comportamiento claramente estacional, sin embargo se observa desde el inicio de los registros un leve descenso del nivel de aproximadamente 10 cm en 10 años, es decir, 1 cm/año.

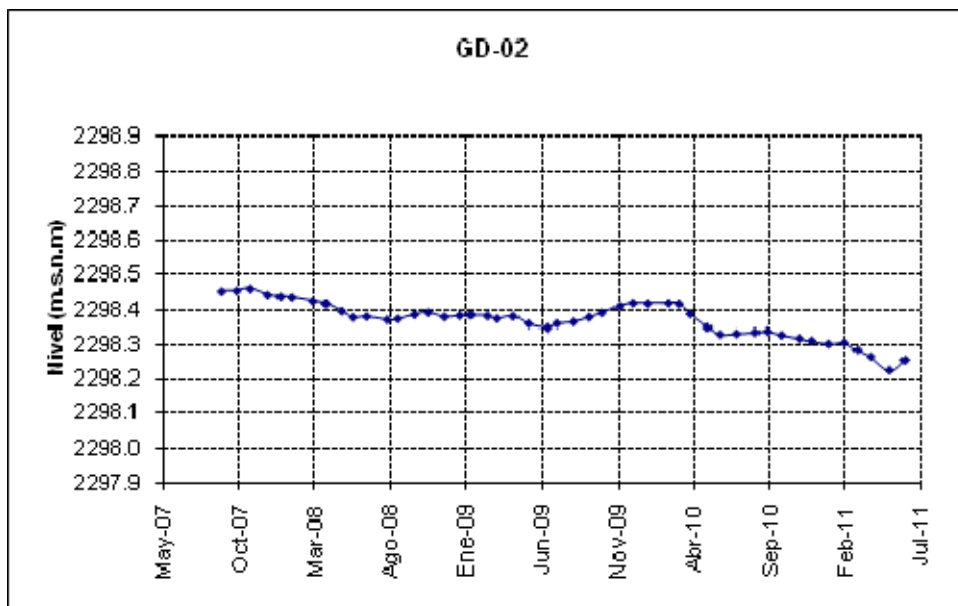


Figura 4.113. Nivel mensual observado en el pozo GD-02.

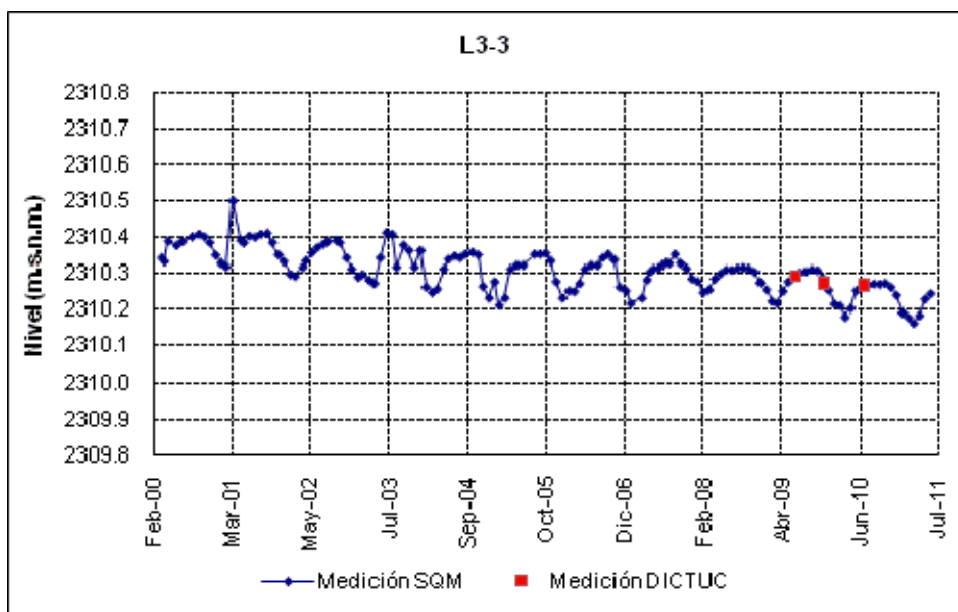


Figura 4.114. Nivel mensual observado en el pozo L3-3.

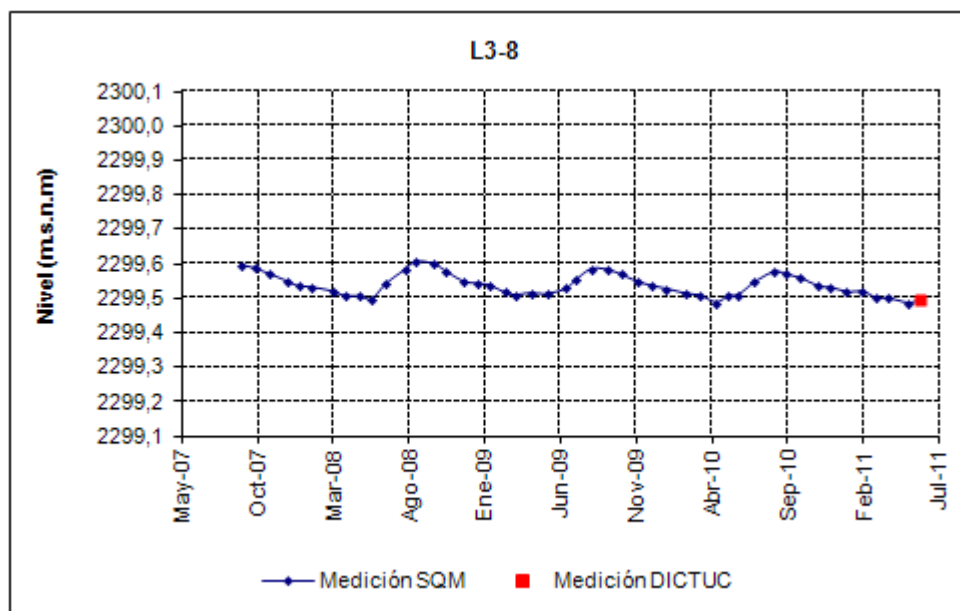


Figura 4.115. Nivel mensual observado en el pozo L3-8.

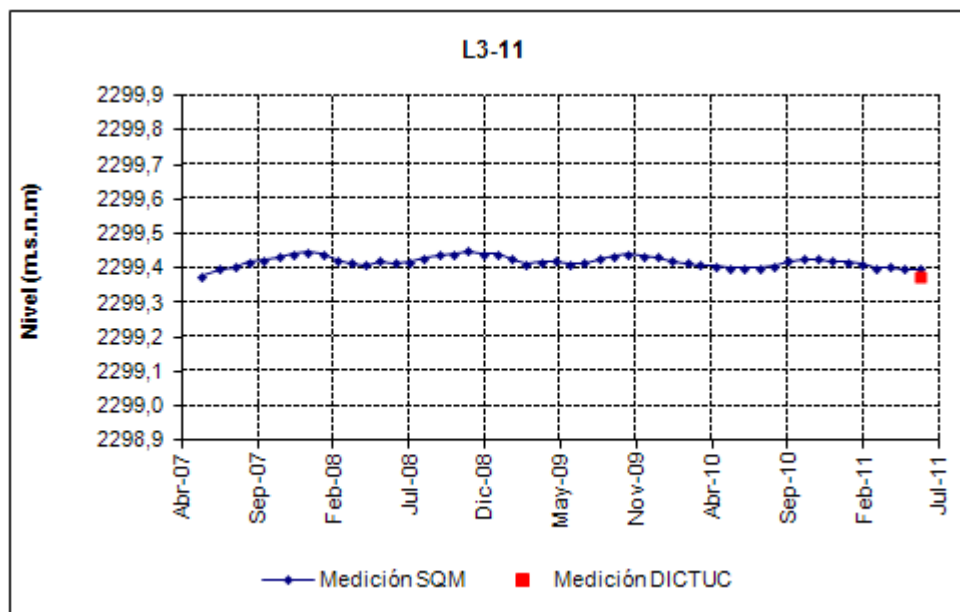


Figura 4.116. Nivel mensual observado en el pozo L3-11.

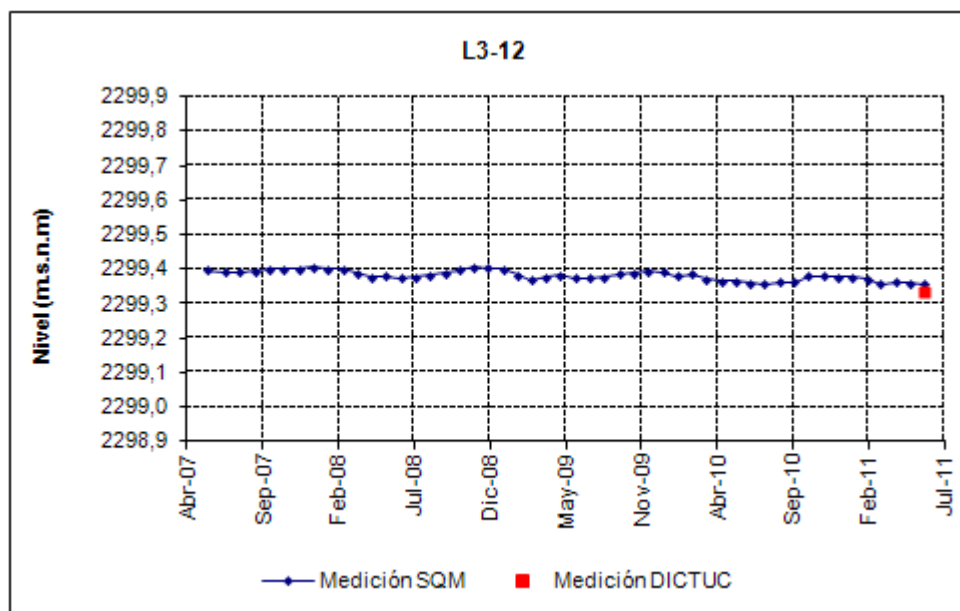


Figura 4.117. Nivel mensual observado en el pozo L3-12.

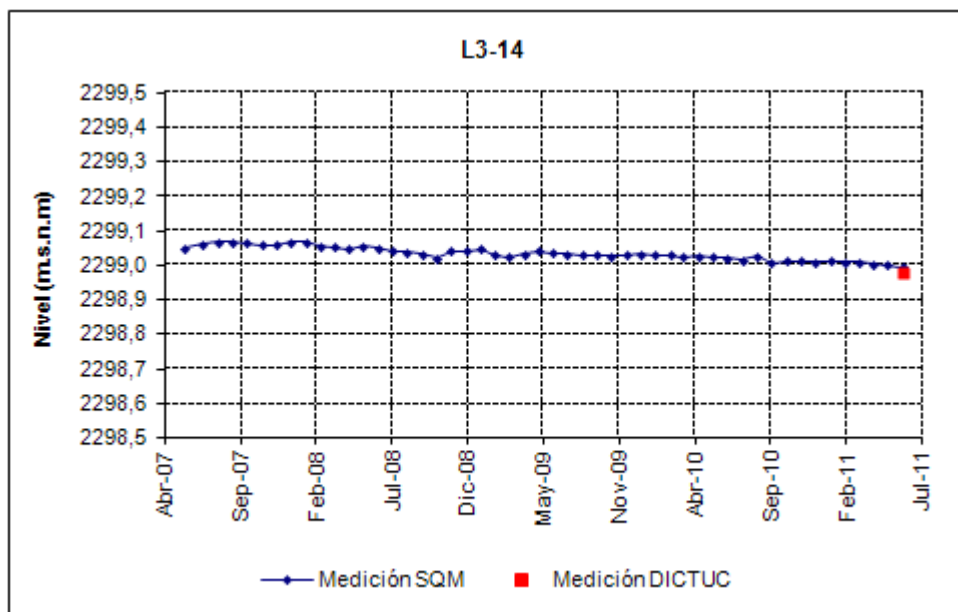


Figura 4.118. Nivel mensual observado en el pozo L3-14.

En la Figura 4.119 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 del nuevo pozo L4-5.

Los pozos L14-1, L14-2 y L14-3 son los que se encuentran más próximos a los pozos de bombeo Camar y Socaire 5. El pozo L14-1 es el que presenta el mayor descenso de los tres, es claro el efecto combinado de ambos pozos de bombeo, el descenso observado en este pozo es aproximadamente 40 cm en poco más de 3 años de registro, en tanto que el L14-2 sólo se aprecia un descenso total de 10 cm. Finalmente en el pozo L14-3 ya no se ven los efectos producto del bombeo.

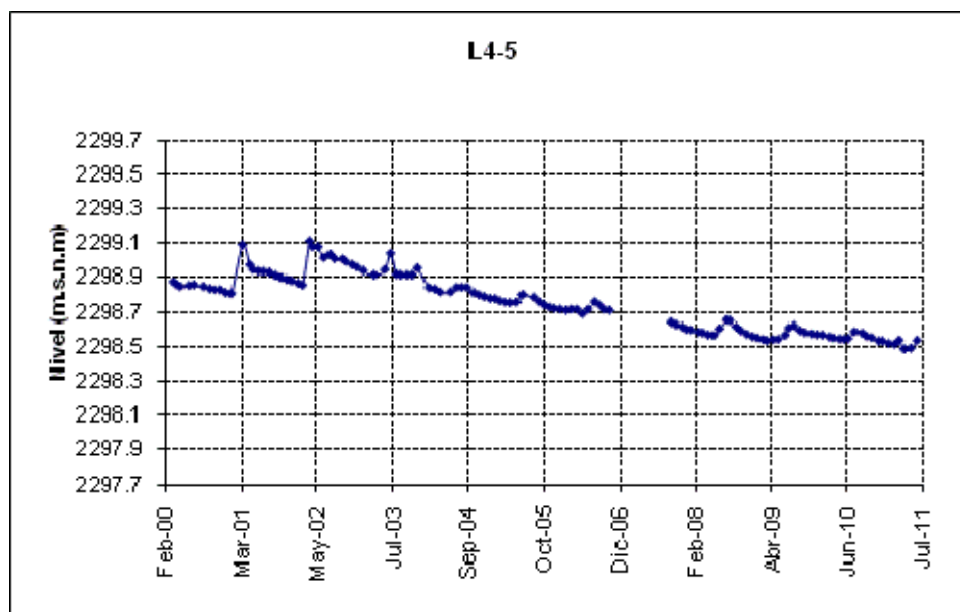


Figura 4.119. Nivel mensual observado en el pozo L4-5.

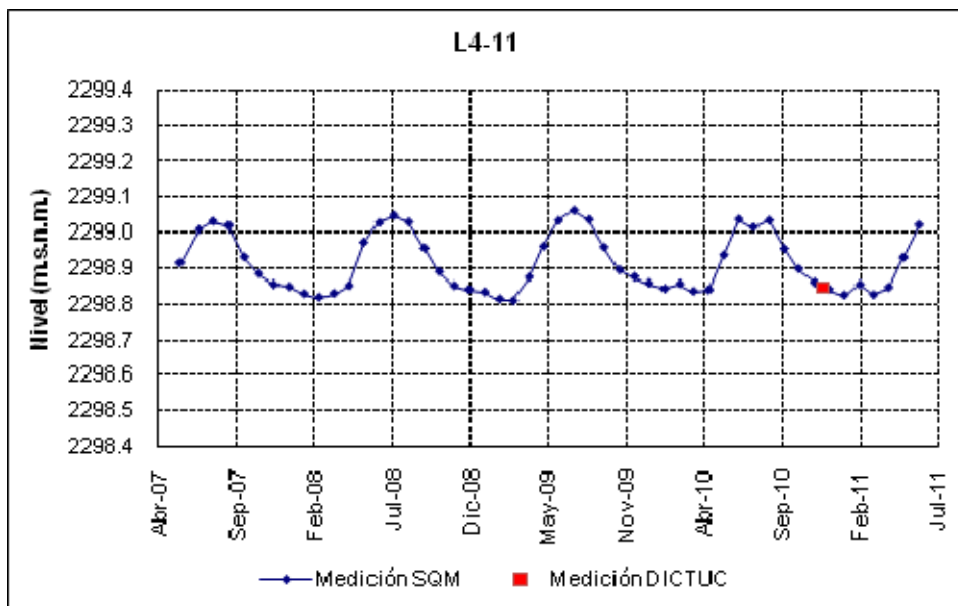


Figura 4.120. Nivel mensual observado en el pozo L4-11.

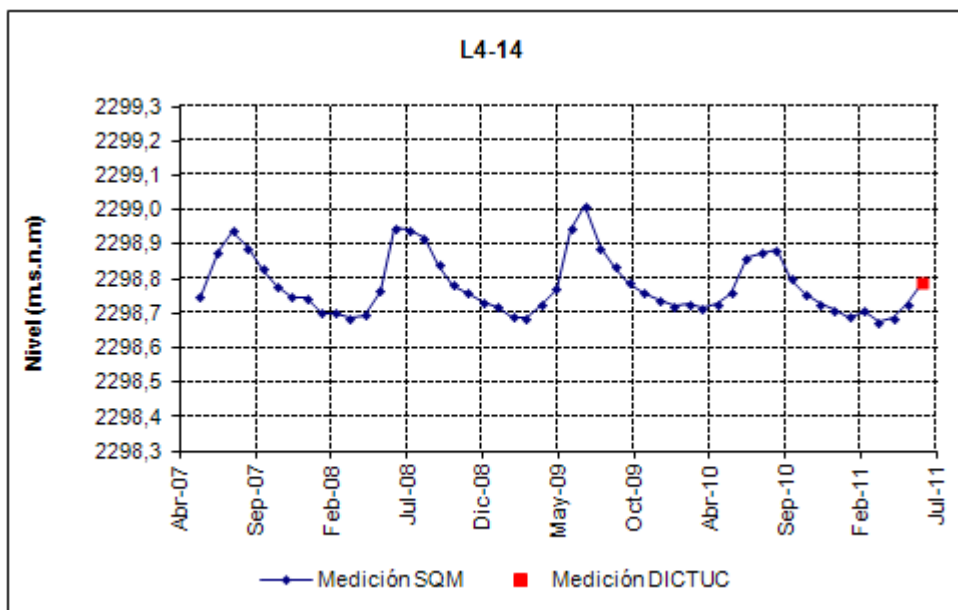


Figura 4.121. Nivel mensual observado en el pozo L4-14.

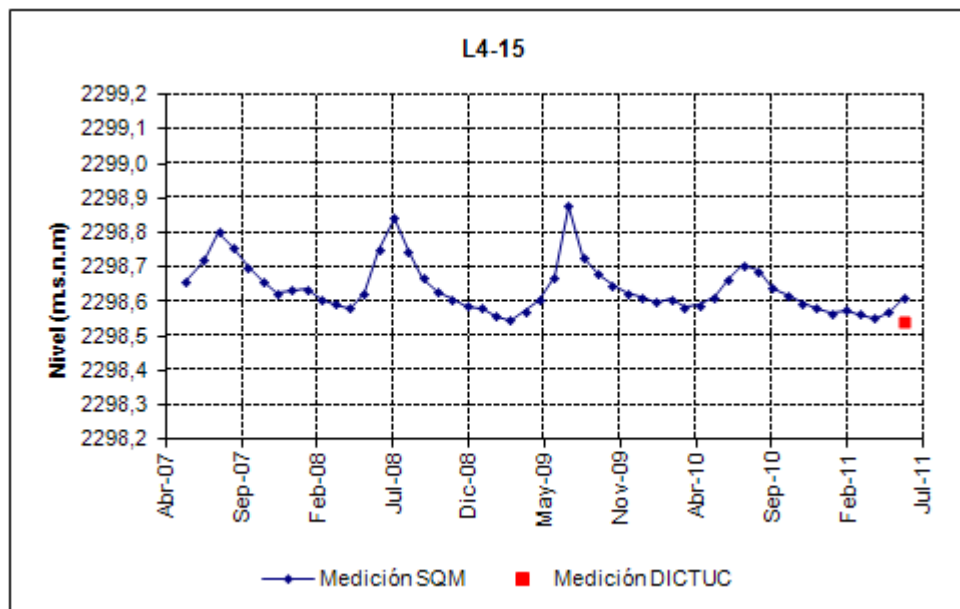


Figura 4.122. Nivel mensual observado en el pozo L4-15.

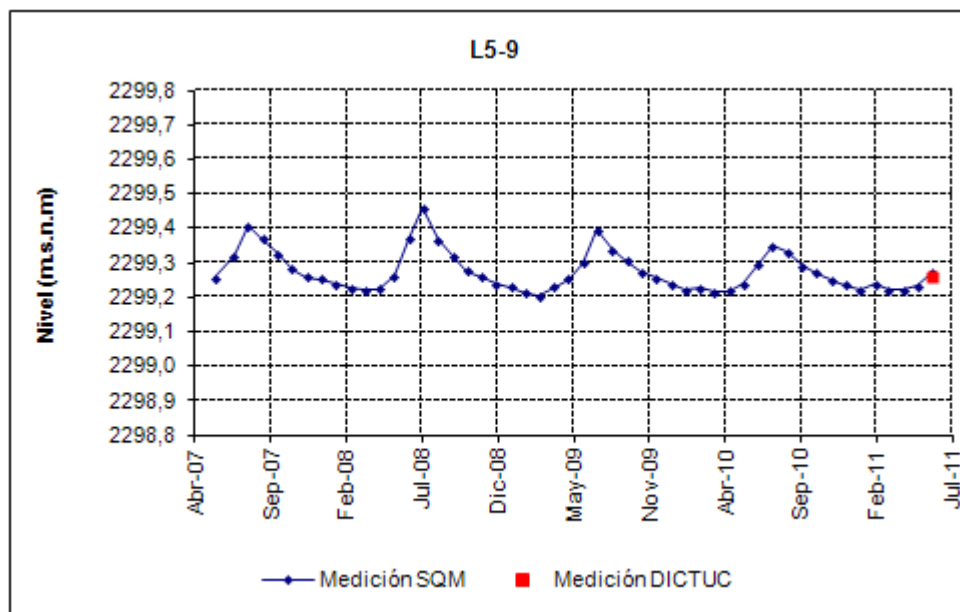


Figura 4.123. Nivel mensual observado en el pozo L5-9.

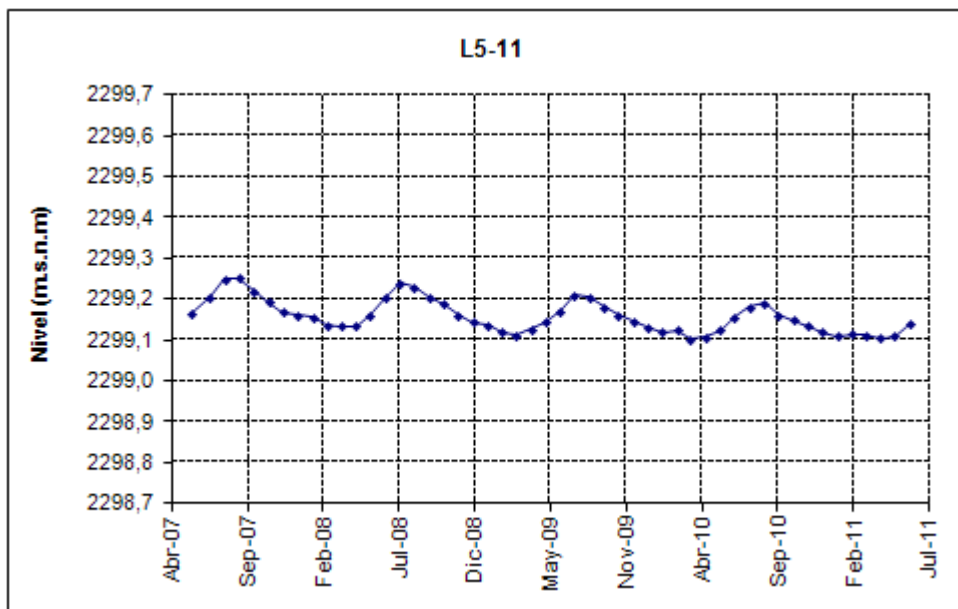


Figura 4.124. Nivel mensual observado en el pozo L5-11.

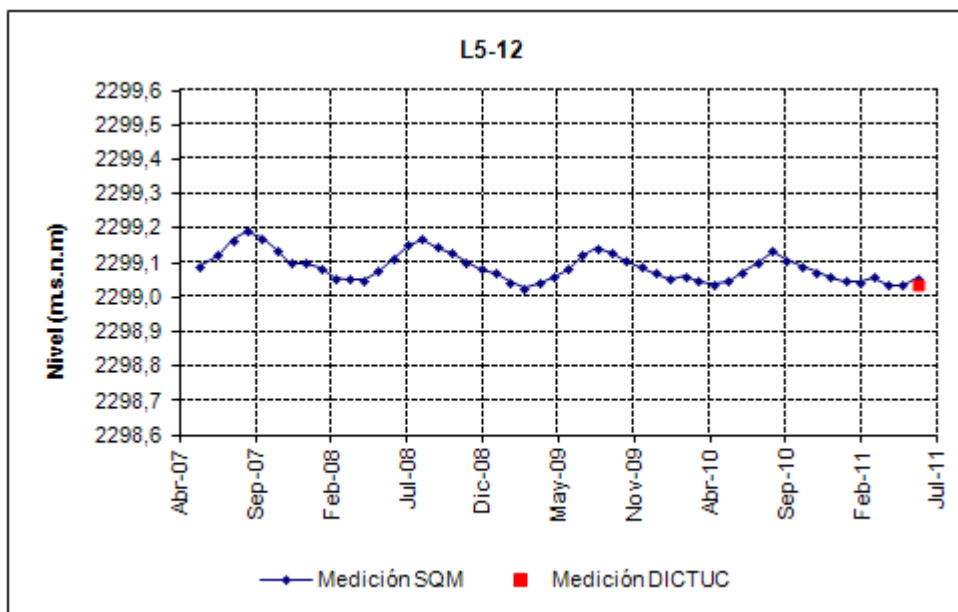


Figura 4.125. Nivel mensual observado en el pozo L5-12.

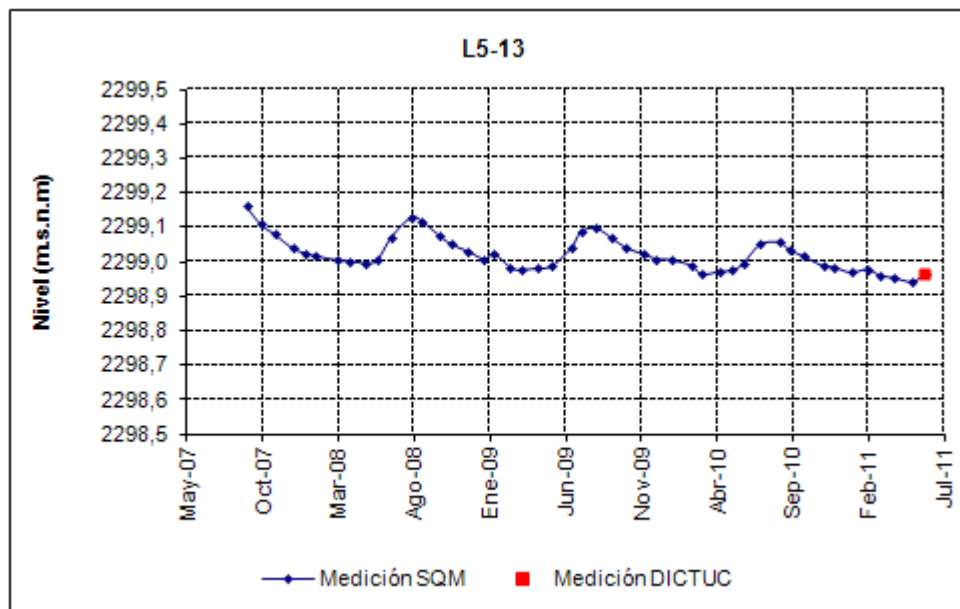


Figura 4.126. Nivel mensual observado en el pozo L5-13.

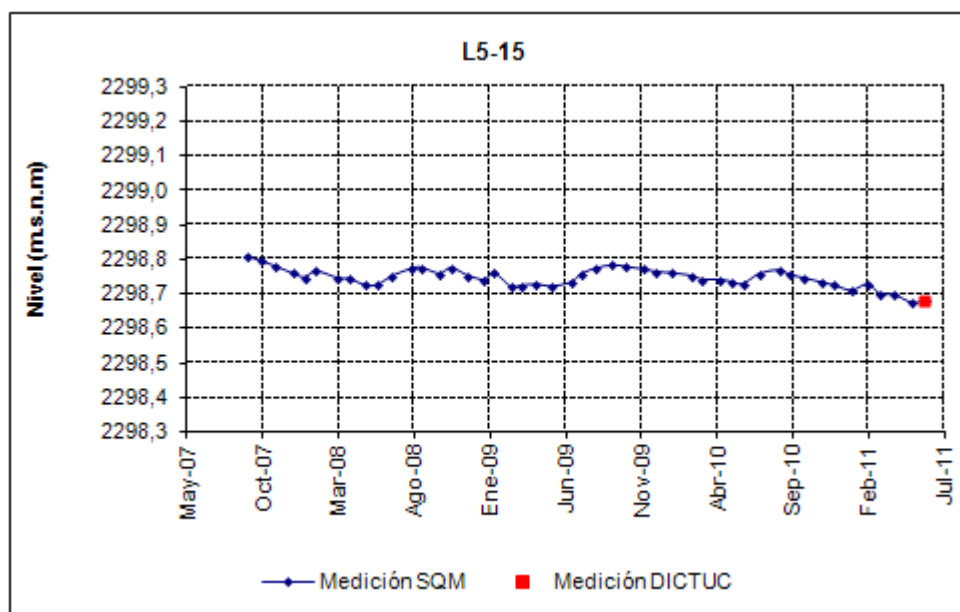


Figura 4.127. Nivel mensual observado en el pozo L5-15.

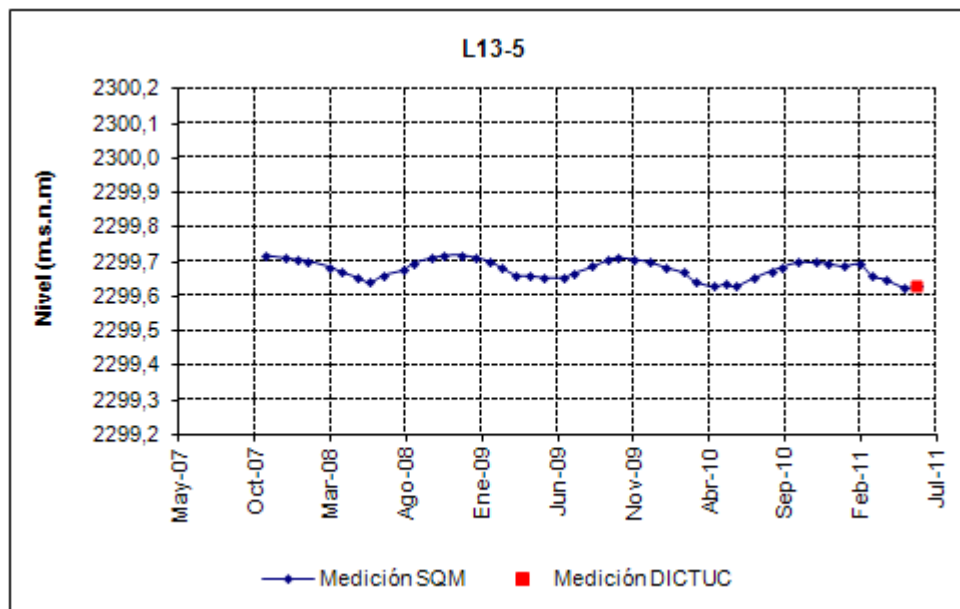


Figura 4.128. Nivel mensual observado en el pozo L13-5.

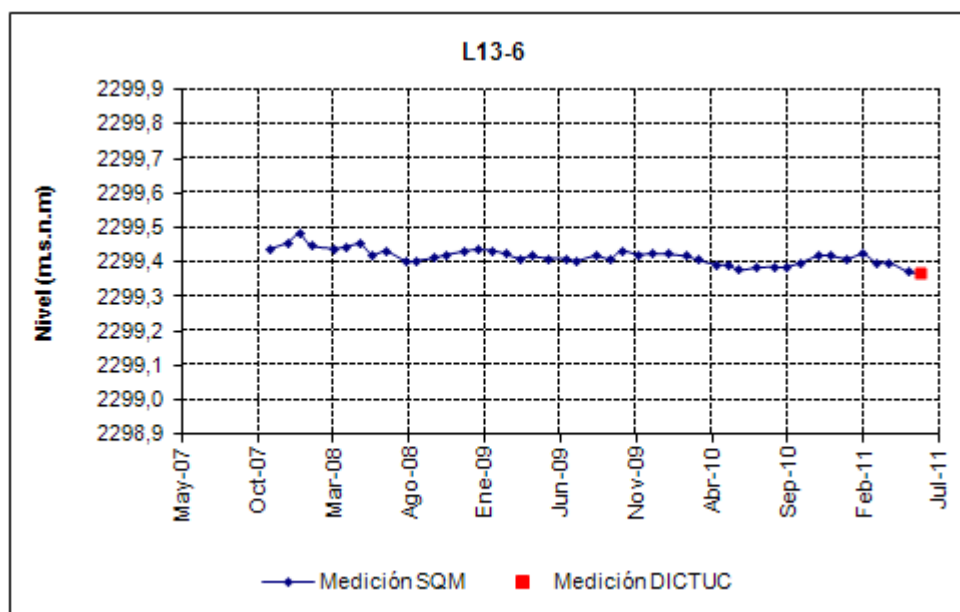


Figura 4.129. Nivel mensual observado en el pozo L13-6.

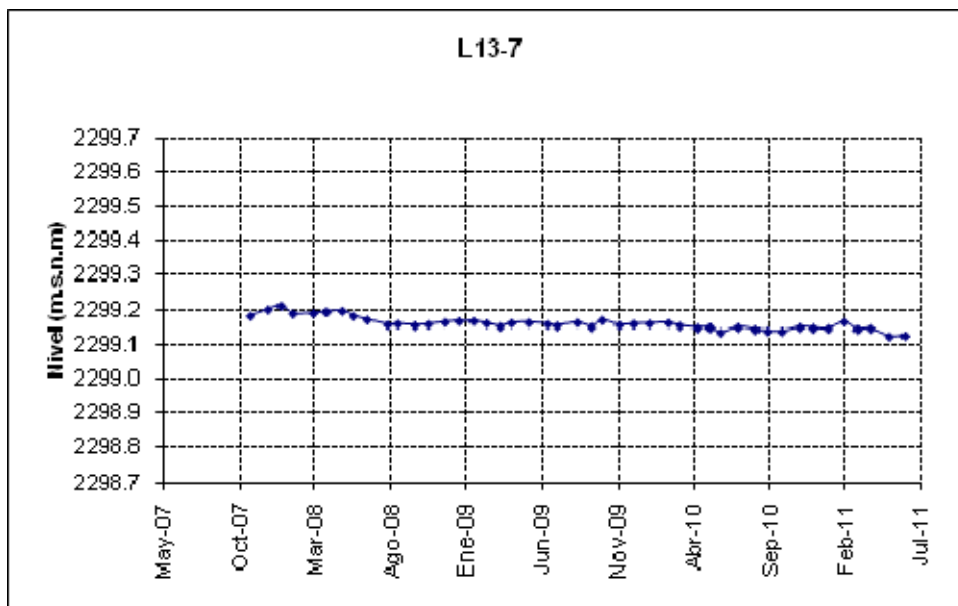


Figura 4.130. Nivel mensual observado en el pozo L13-7.

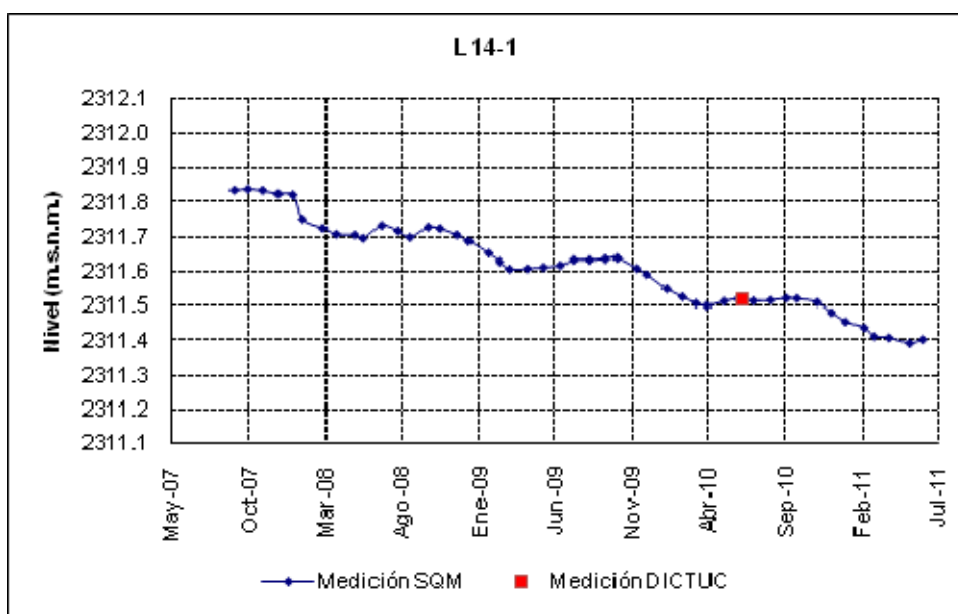


Figura 4.131. Nivel mensual observado en el pozo L14-1.

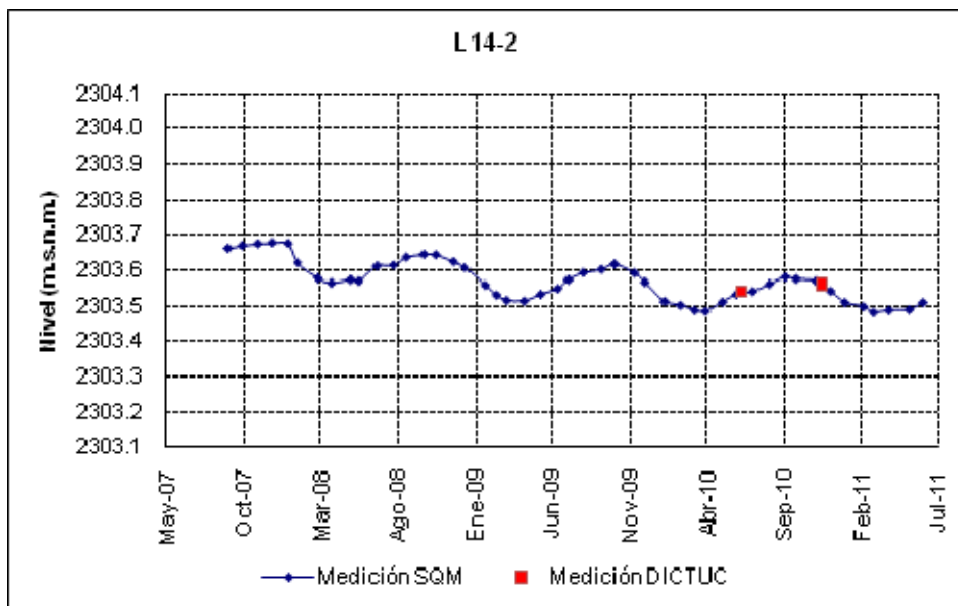


Figura 4.132. Nivel mensual observado en el pozo L14-2.

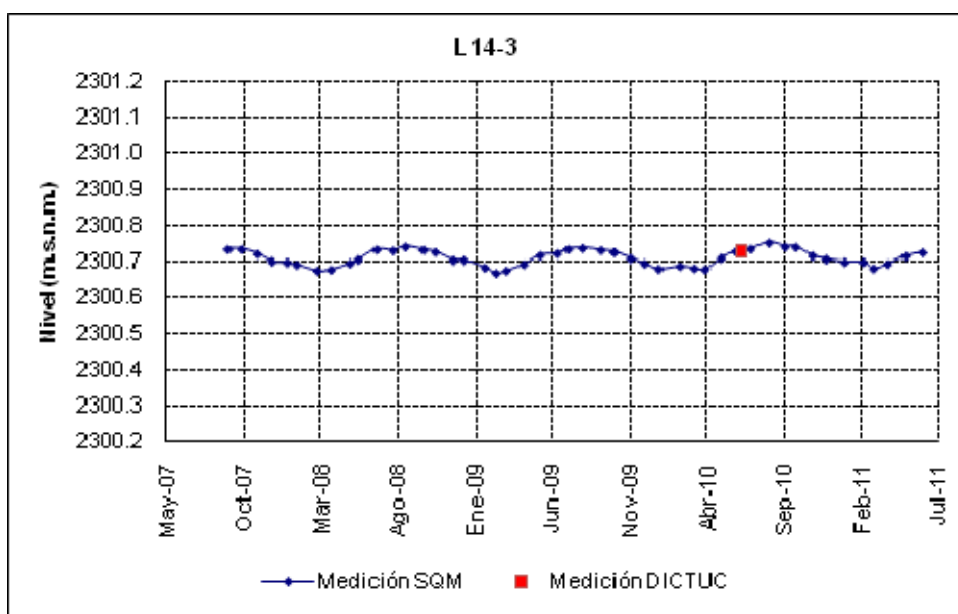


Figura 4.133. Nivel mensual observado en el pozo L14-3.

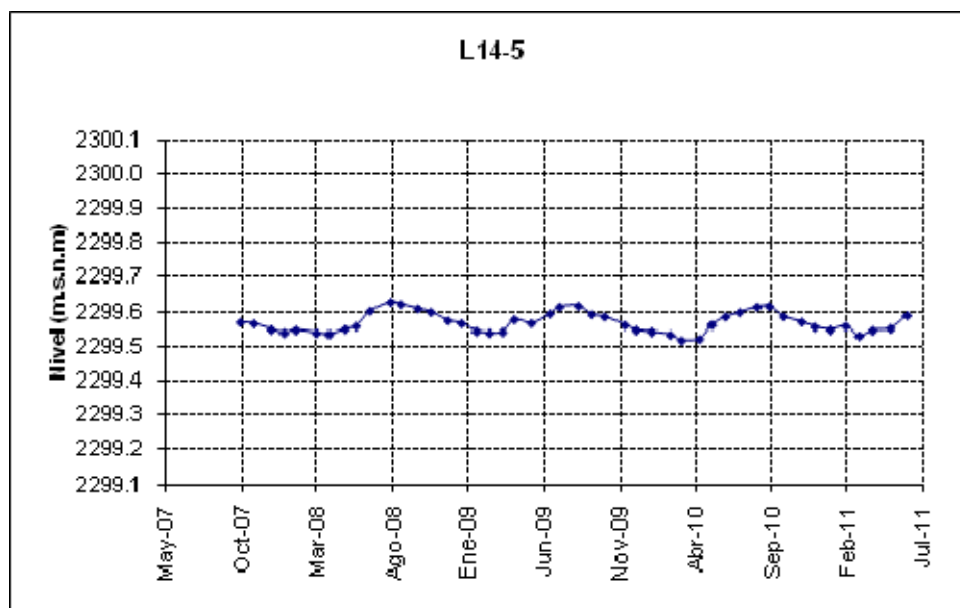


Figura 4.134. Nivel mensual observado en el pozo L14-5.

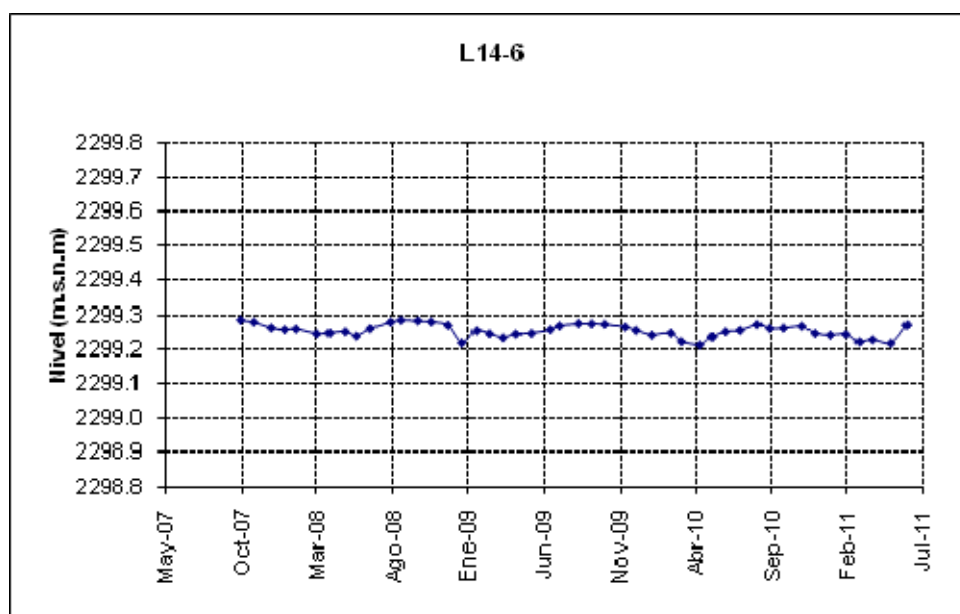


Figura 4.135. Nivel mensual observado en el pozo L14-6.

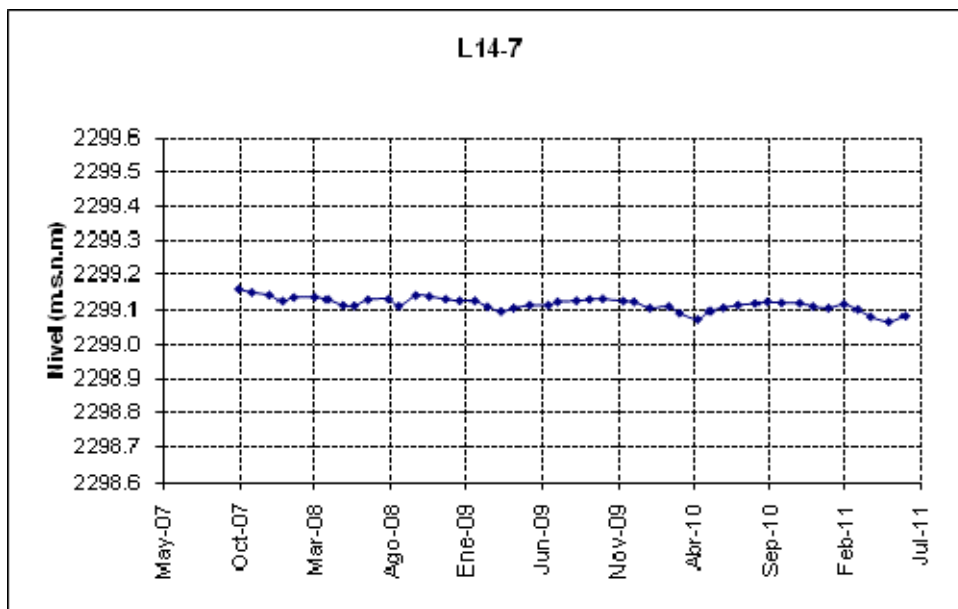


Figura 4.136. Nivel mensual observado en el pozo L14-7.

Reglillas

Desde la Figura 4.137 a la Figura 4.139 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 4.137), mientras que el segundo (Figura 4.138) muestra los datos a partir de mayo del 2007. Los gráficos muestran un comportamiento estable desde inicio de las mediciones a comienzos del año 2000.

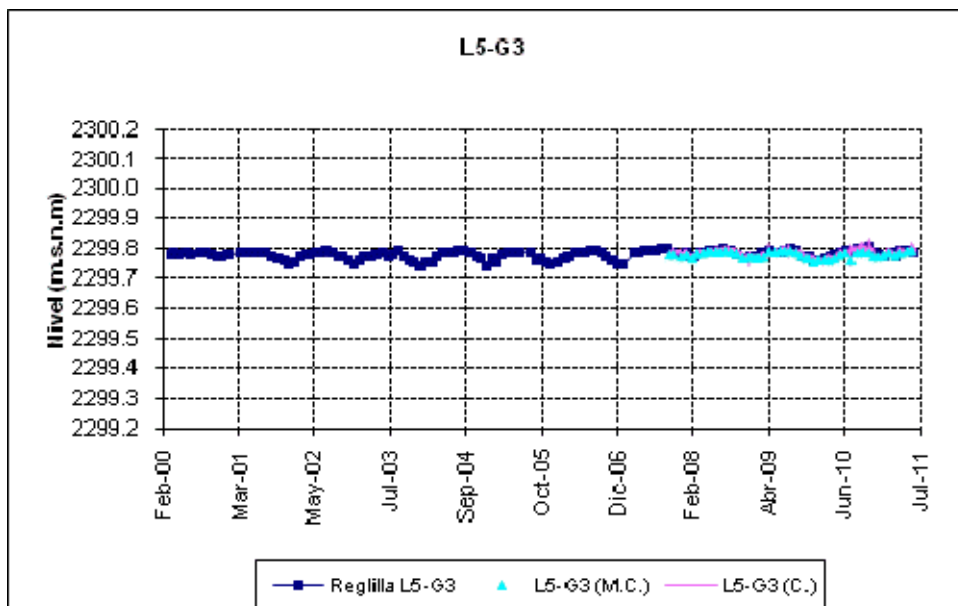


Figura 4.137. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3. (Línea azul: datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

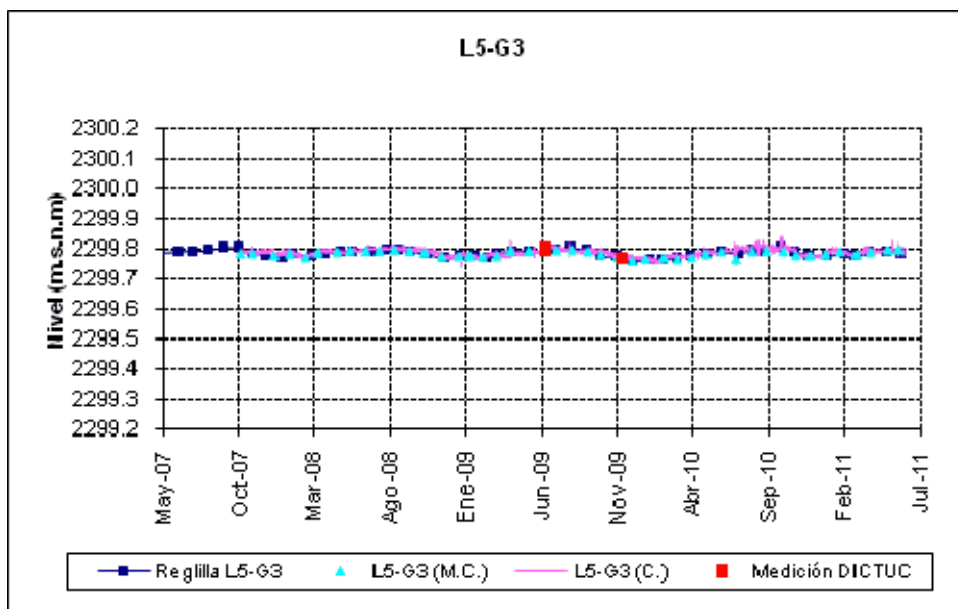


Figura 4.138. Nivel mensual observado en la reglilla L5-G3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC. (Línea azul: Datos históricos; Puntos rojos: Medición manual en reglilla con registros de datos continuos – M.C.; Línea magenta: Datos continuos).

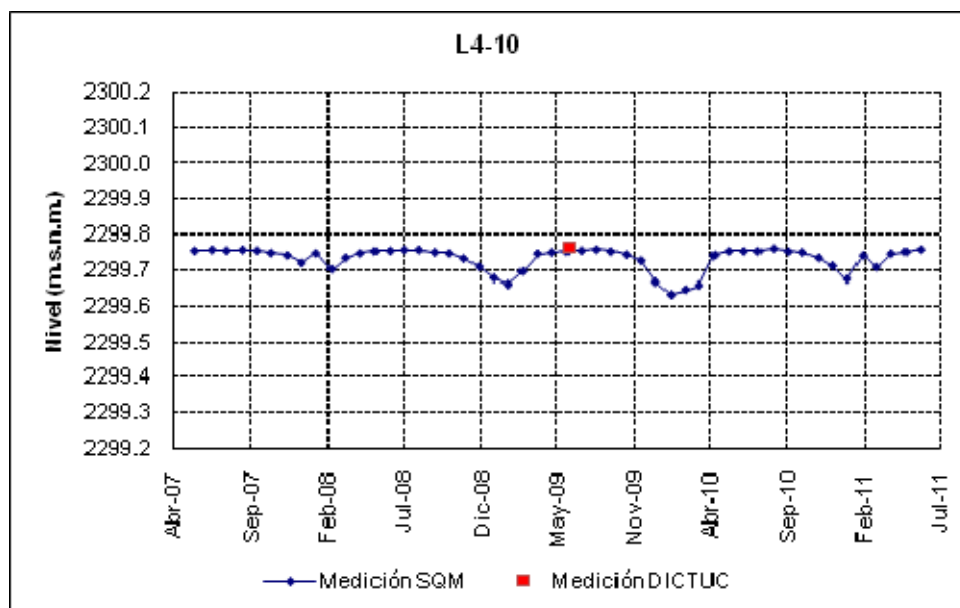


Figura 4.139. Nivel mensual observado en la reglilla L4-10.

Pozos con medición continua

En Aguas de Quelana se implementaron 22 pozos con medición continua de nivel, los cuales se presentan desde la Figura 4.140 a la Figura 4.162. Es importante recordar que aquellos pozos ubicados en sectores con densidad del agua 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.

Se observa que estos pozos presentan un claro comportamiento estacional, siendo más marcado en aquellos pozos que presentan una menor profundidad de la napa, comportamiento que se ha mantenido estable en el tiempo.

De manera general y unificando lo observado en los pozos del sistema Aguas de Quelana anteriormente mencionados, se observa descensos aguas arriba y aguas debajo de la zona lagunar, estos descenso se condicen con los descensos históricos. La zona lagunar no presenta descenso y se mantiene en el tiempo.

Cabe destacar el ascenso temporal de niveles en aquellos pozos más someros y cercano a la zona lagunar, esto producto de la precipitación ocurrida en el mes de febrero, similar a lo que se observó en el sector de Soncor.

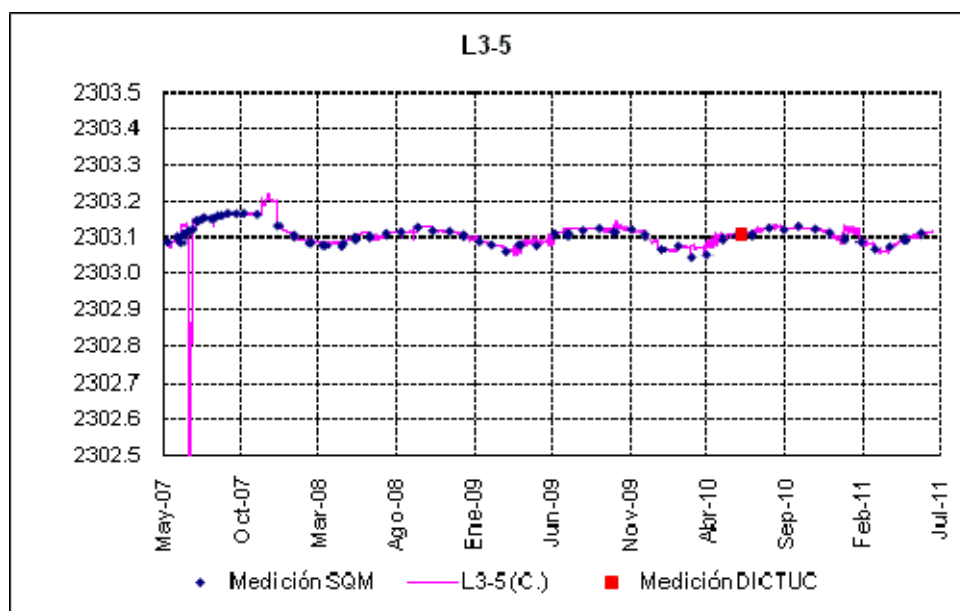


Figura 4.140. Nivel observado en el pozo L3-5 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

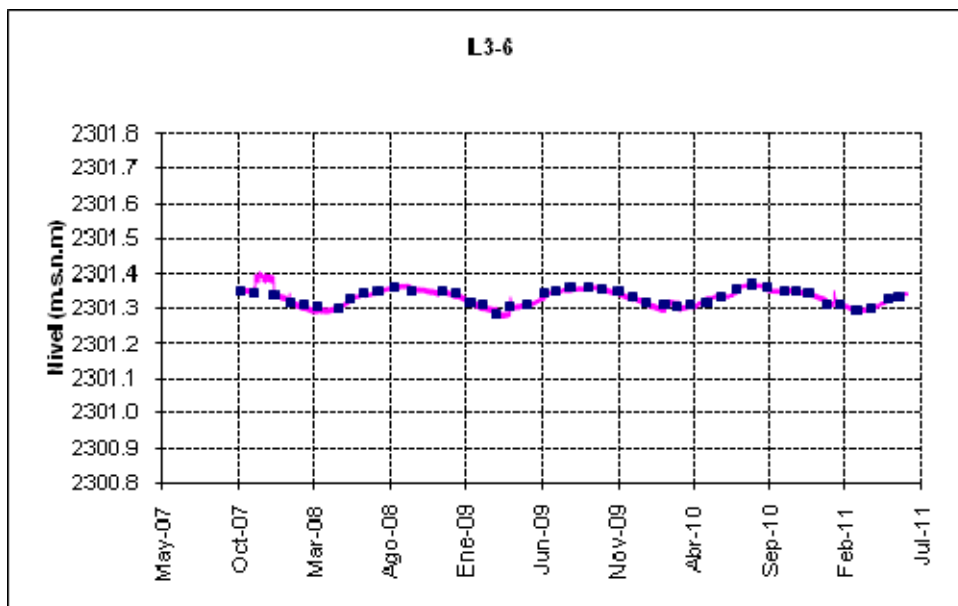


Figura 4.141. Nivel mensual observado en el pozo L3-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

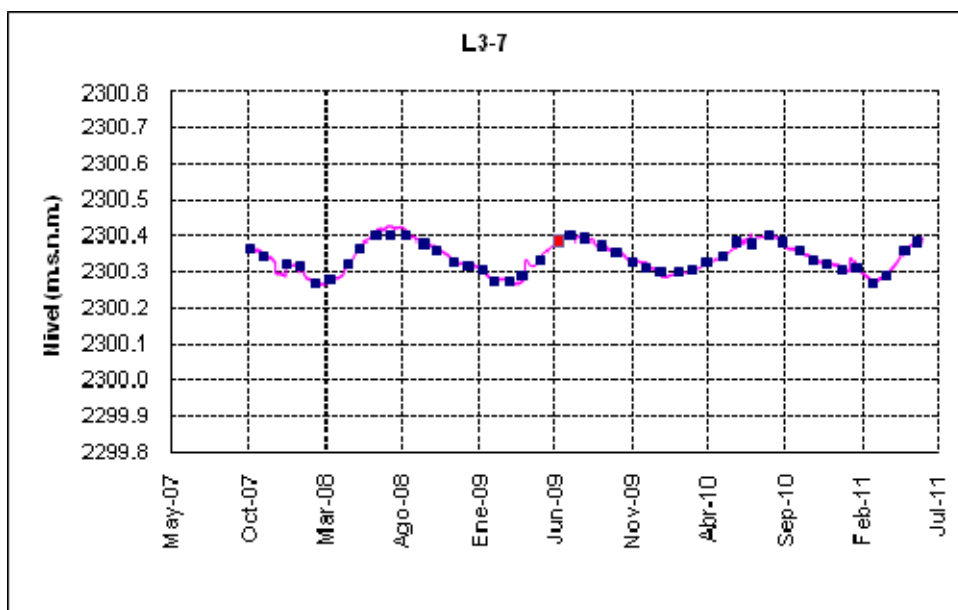


Figura 4.142. Nivel mensual observado en el pozo L3-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

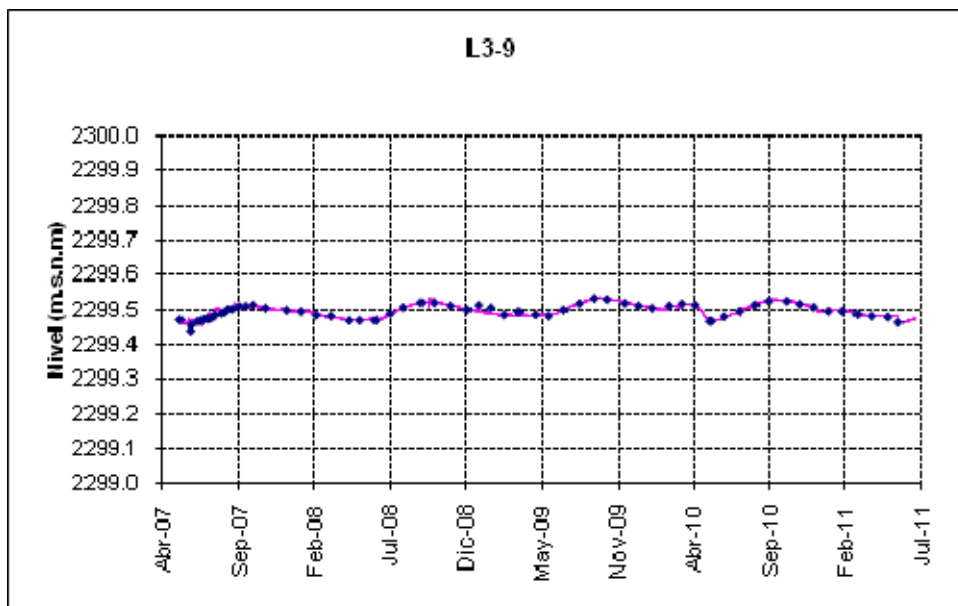


Figura 4.143. Nivel observado en el pozo L3-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

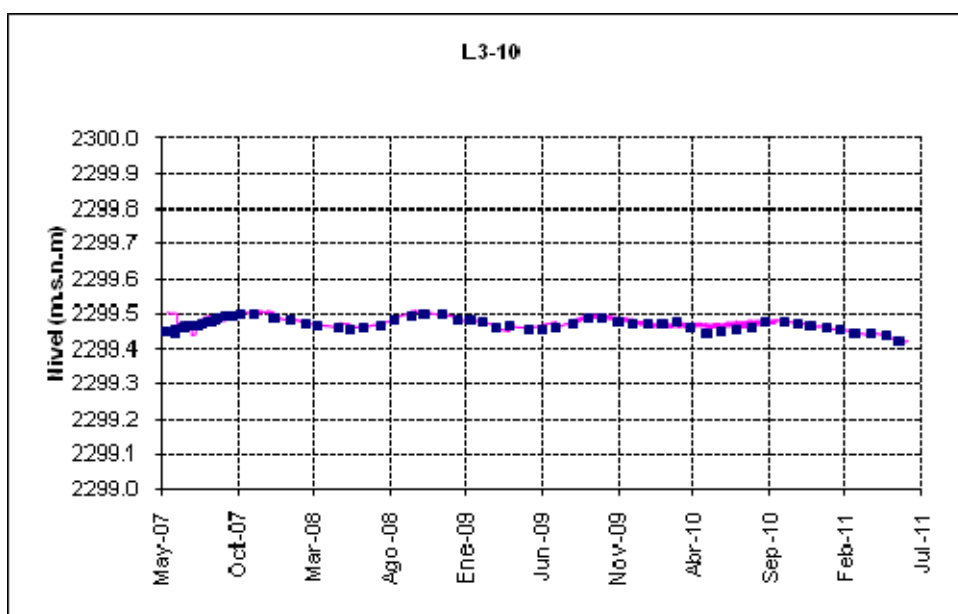


Figura 4.144. Nivel observado en el pozo L3-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

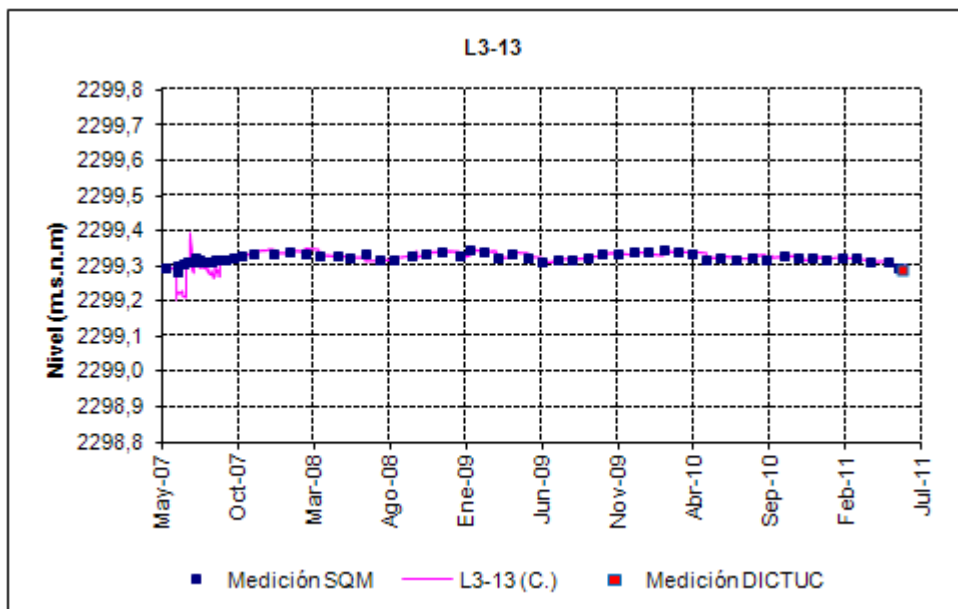


Figura 4.145. Nivel observado en el pozo L3-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

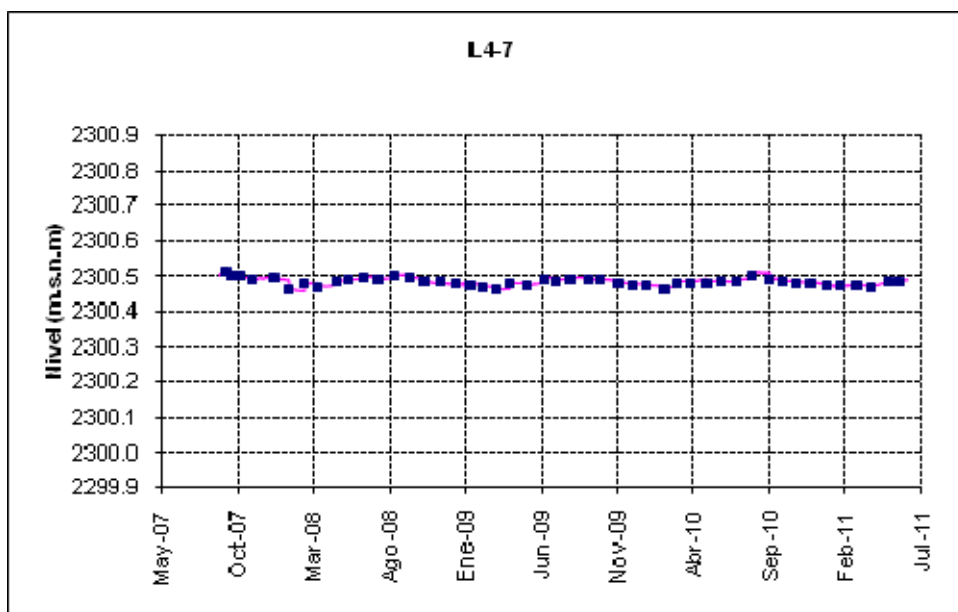


Figura 4.146. Nivel mensual observado en el pozo L4-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

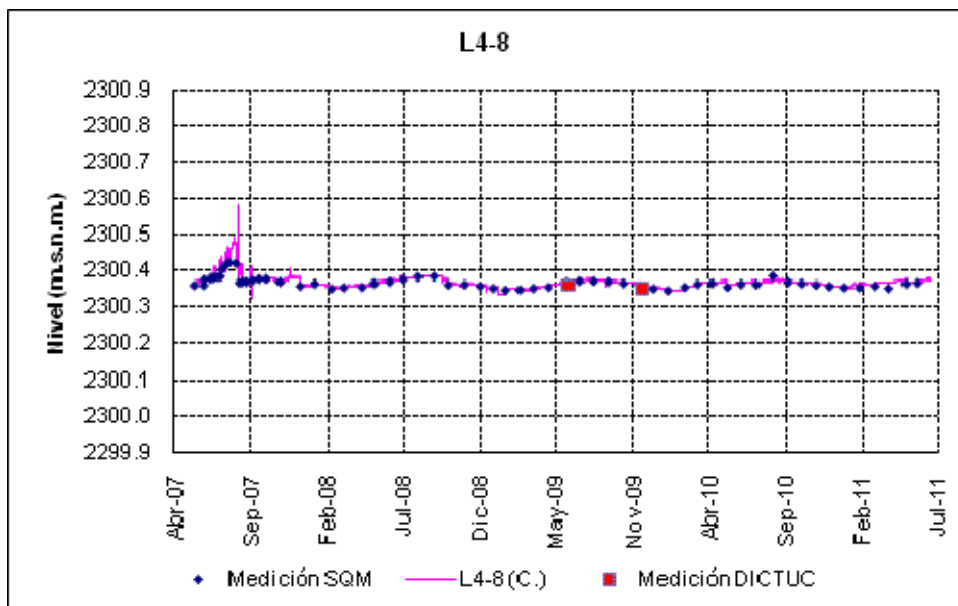


Figura 4.147. Nivel observado en el pozo L4-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

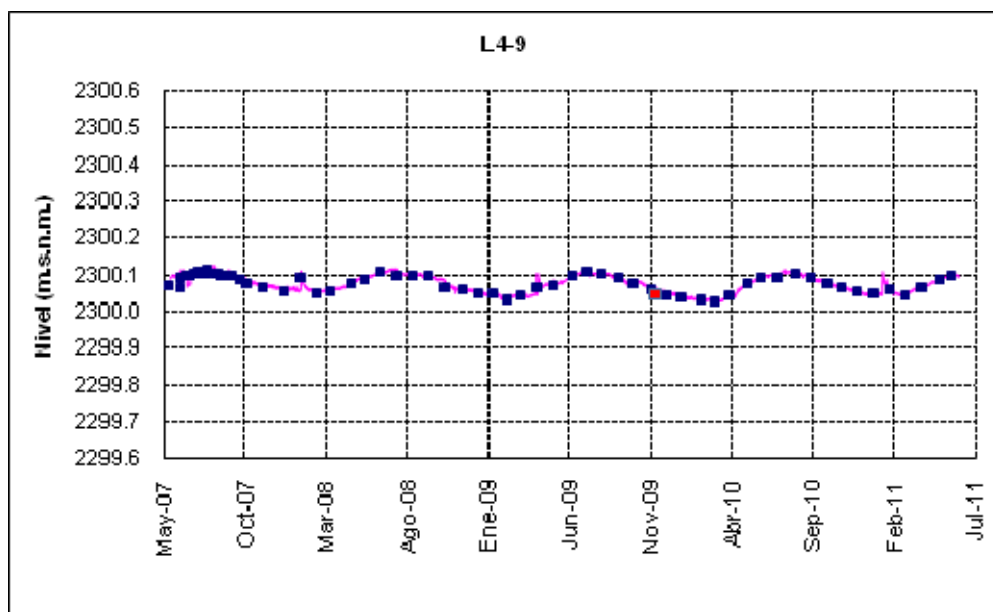


Figura 4.148. Nivel observado en el pozo L4-9 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

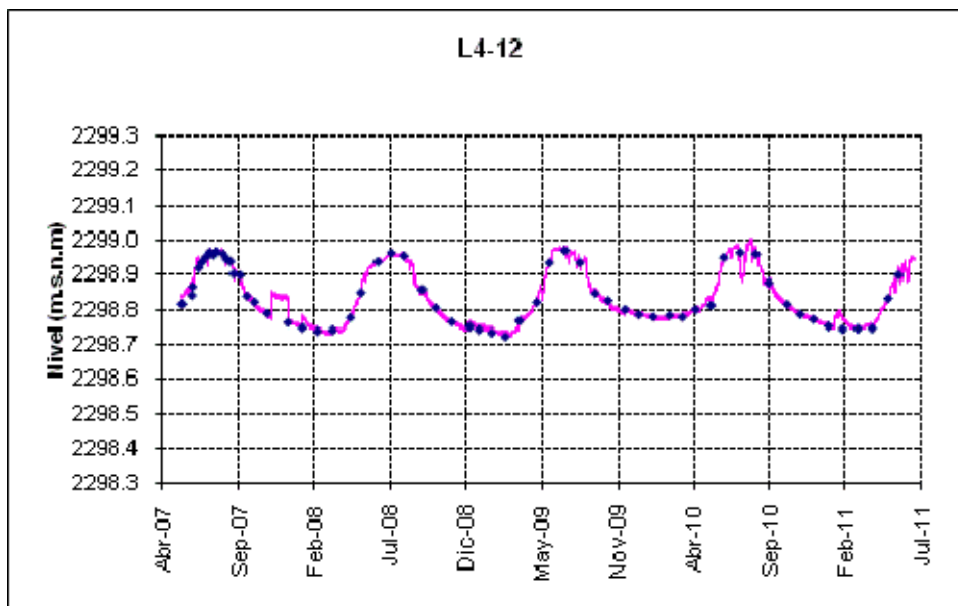


Figura 4.149. Nivel observado en el pozo L4-12 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

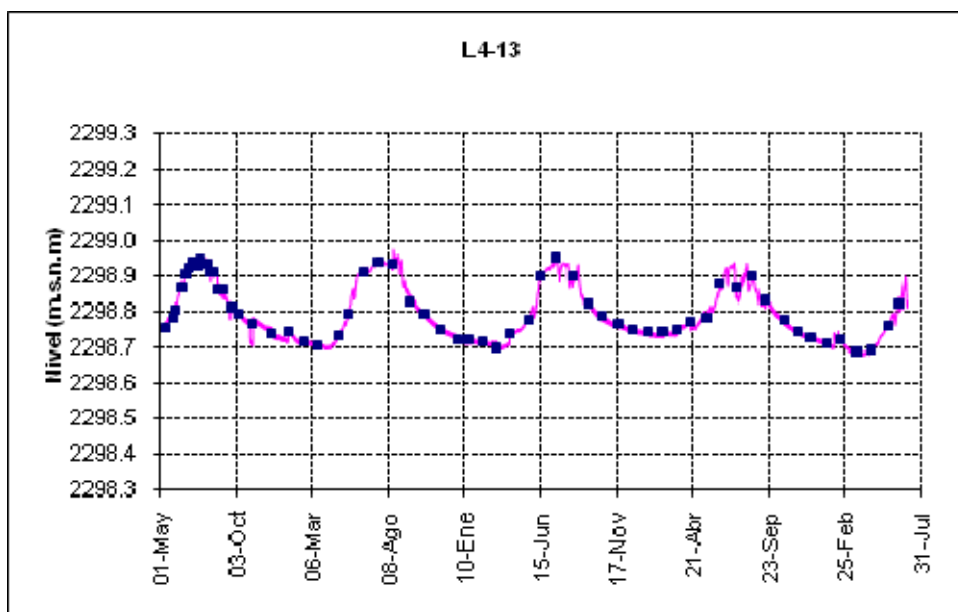


Figura 4.150. Nivel observado en el pozo L4-13 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

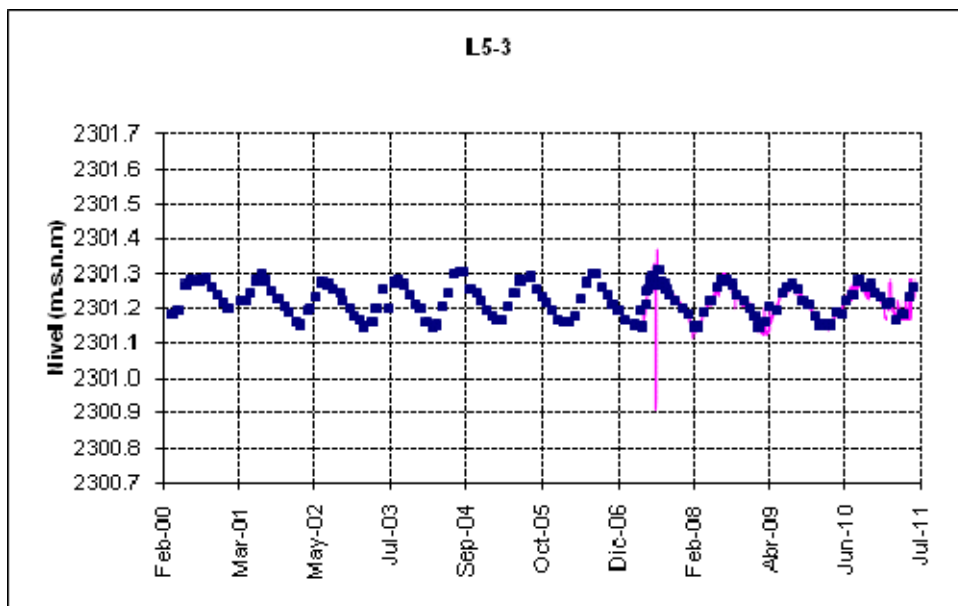


Figura 4.151. Nivel mensual observado en el pozo L5-3.

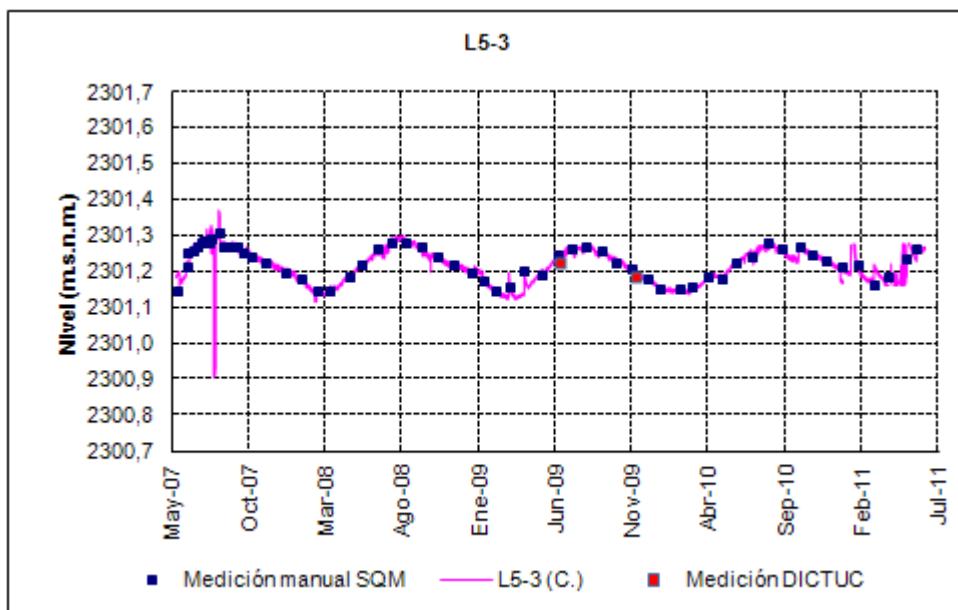


Figura 4.152. Nivel observado en el pozo L5-3 desde 13 de mayo del 2007, fecha de inicio de medición de pozos del PC (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

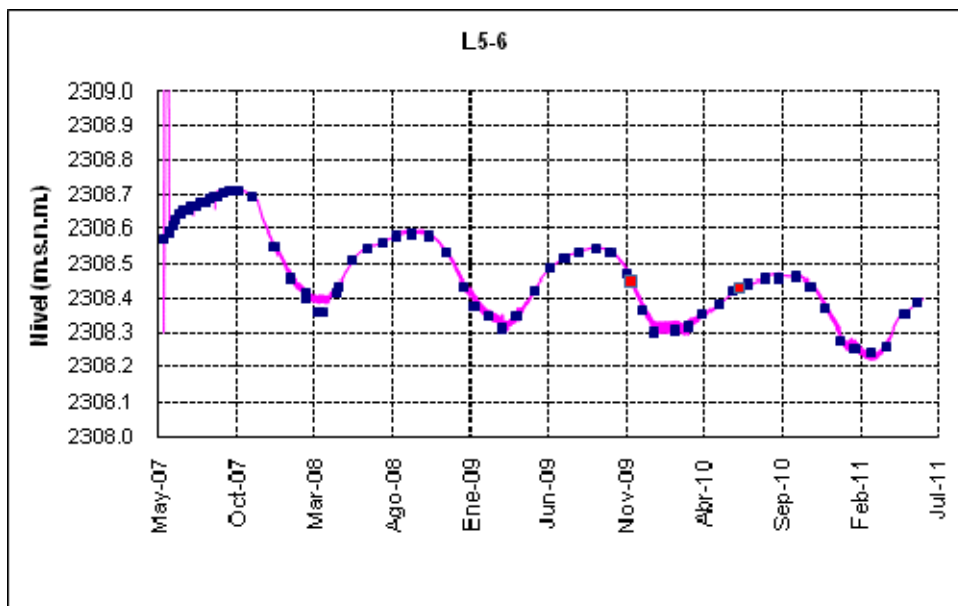


Figura 4.153. Nivel observado en el pozo L5-6 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

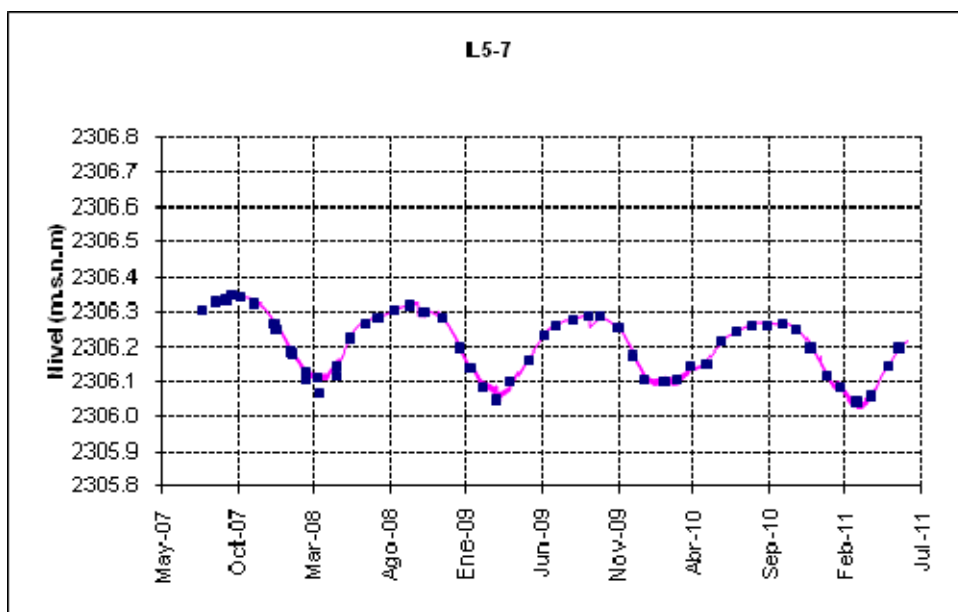


Figura 4.154. Nivel mensual observado en el pozo L5-7 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

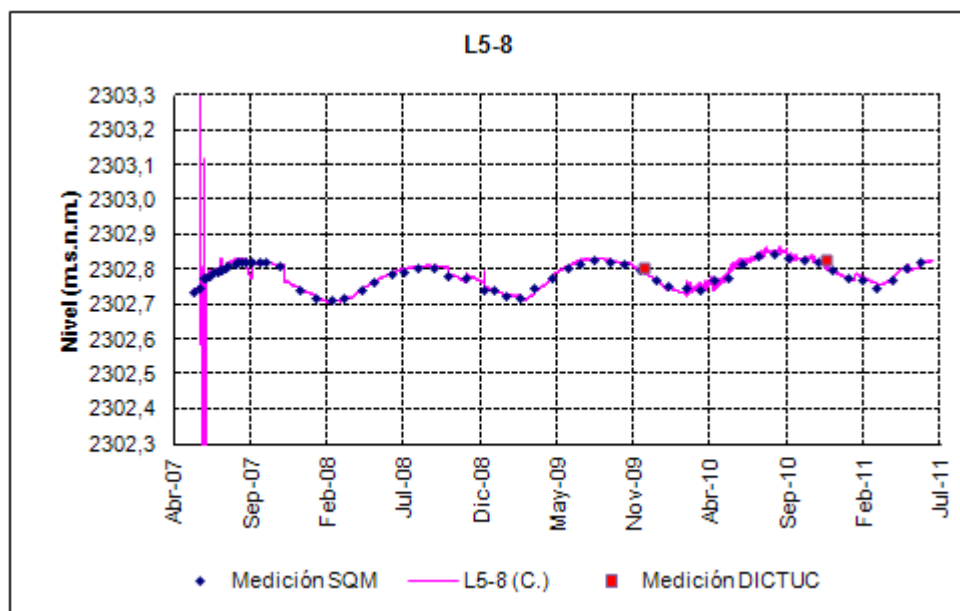


Figura 4.155. Nivel observado en el pozo L5-8 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

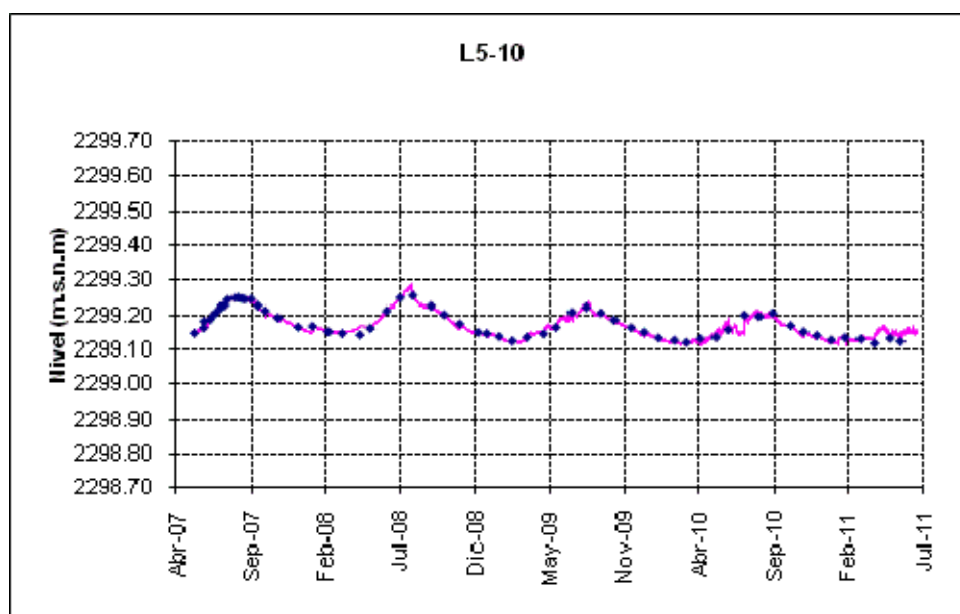


Figura 4.156. Nivel observado en el pozo L5-10 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

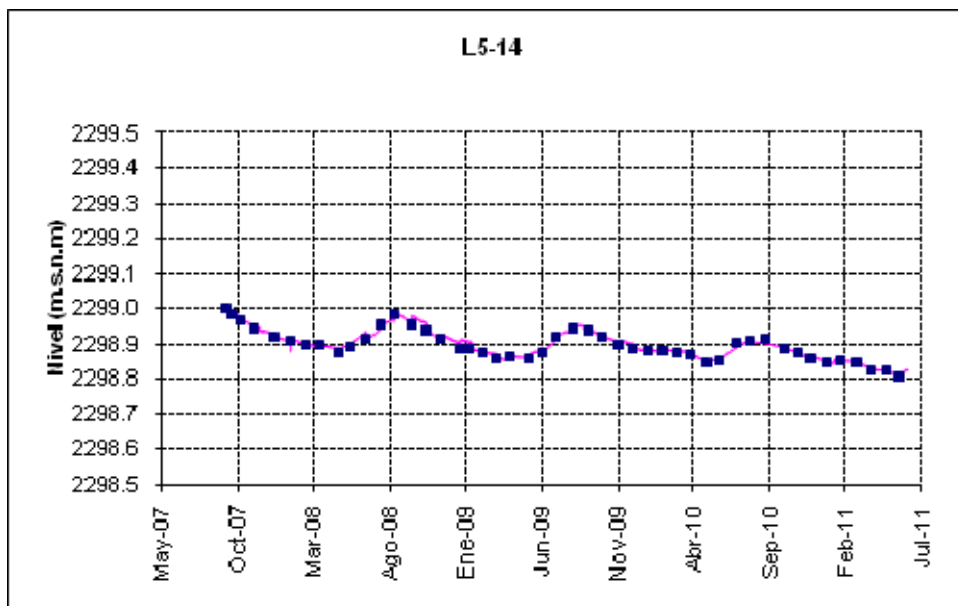


Figura 4.157. Nivel mensual observado en el pozo L5-14 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

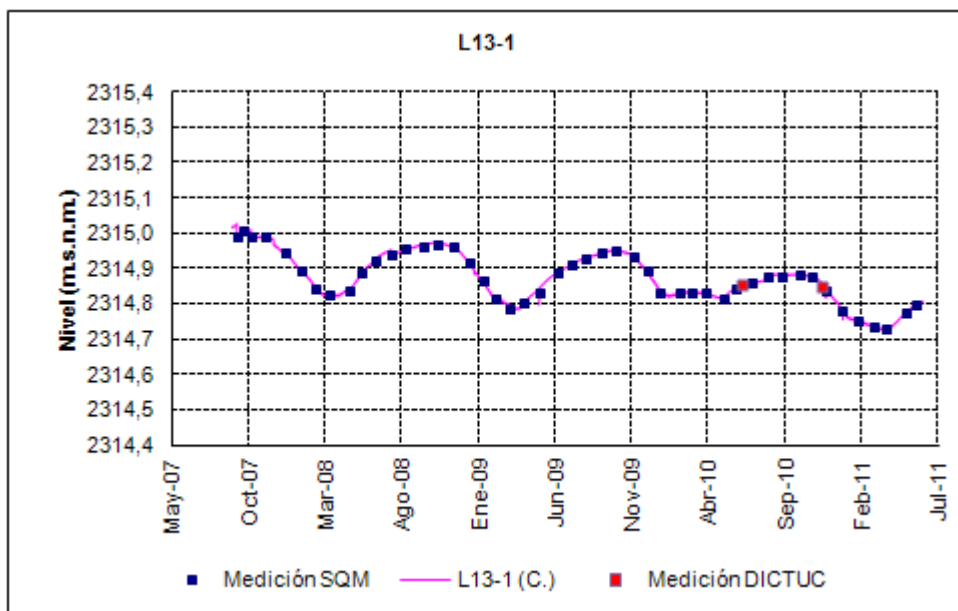


Figura 4.158. Nivel mensual observado en el pozo L13-1 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

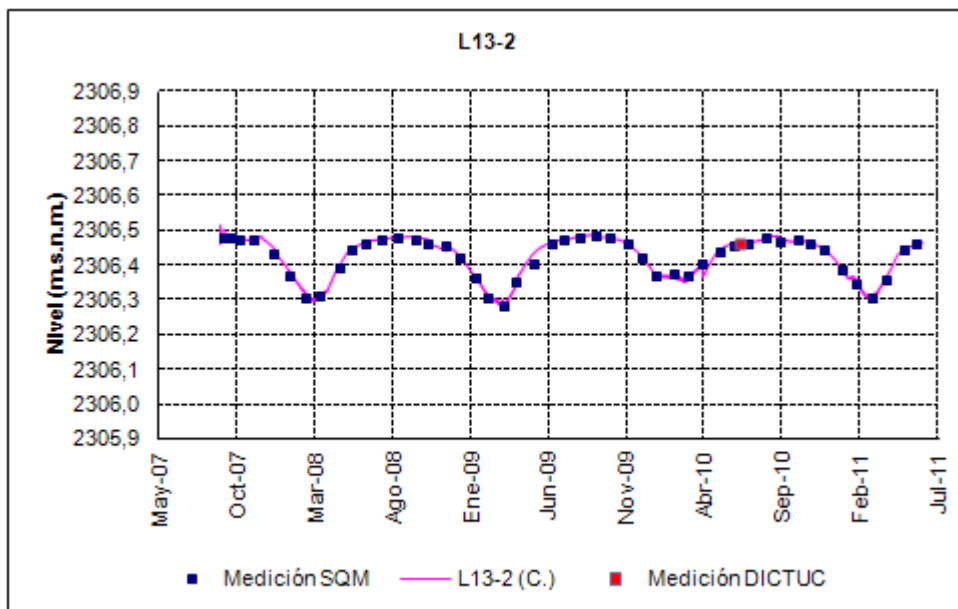


Figura 4.159. Nivel mensual observado en el pozo L13-2 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

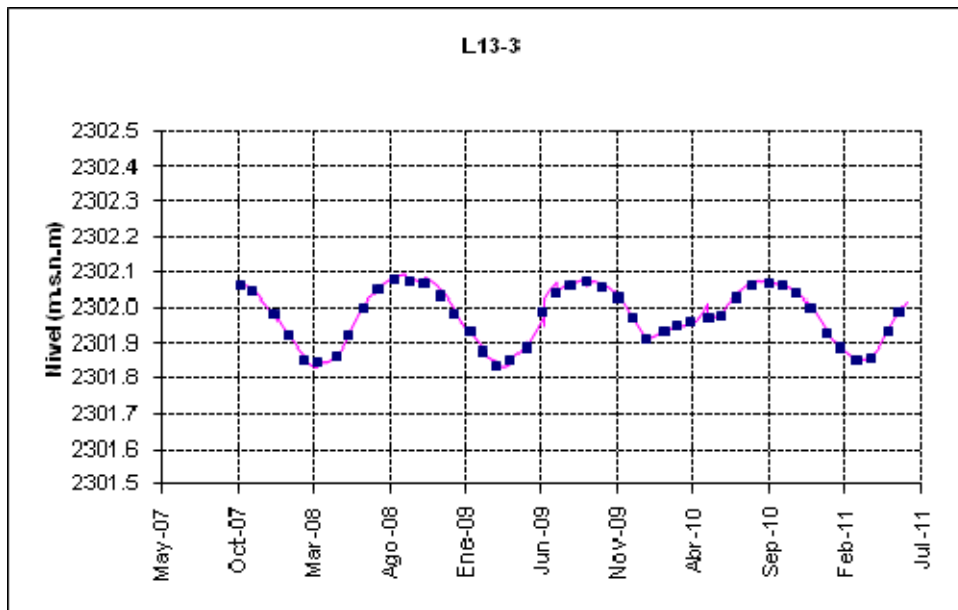


Figura 4.160. Nivel mensual observado en el pozo L13-3 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

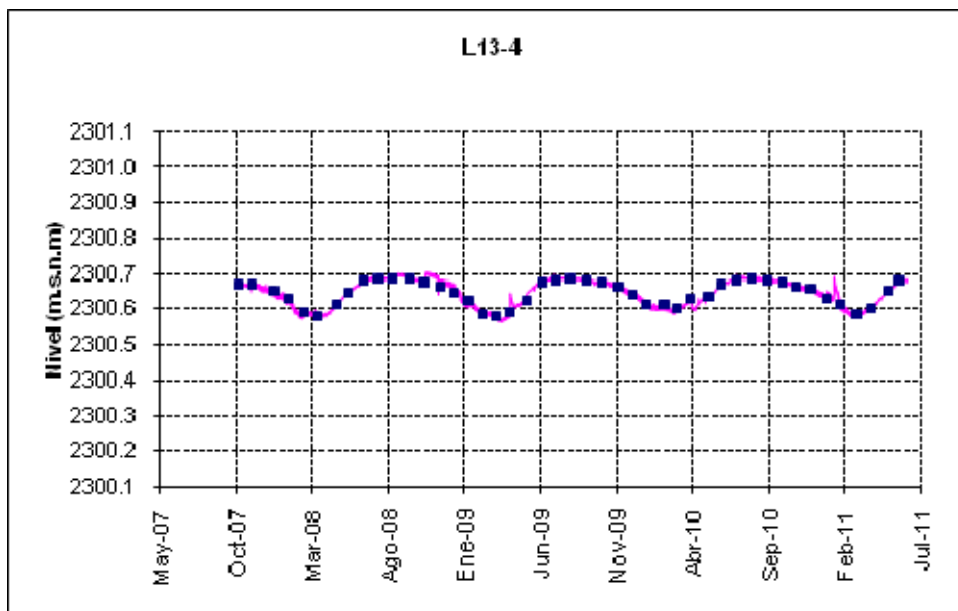


Figura 4.161. Nivel mensual observado en el pozo L13-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

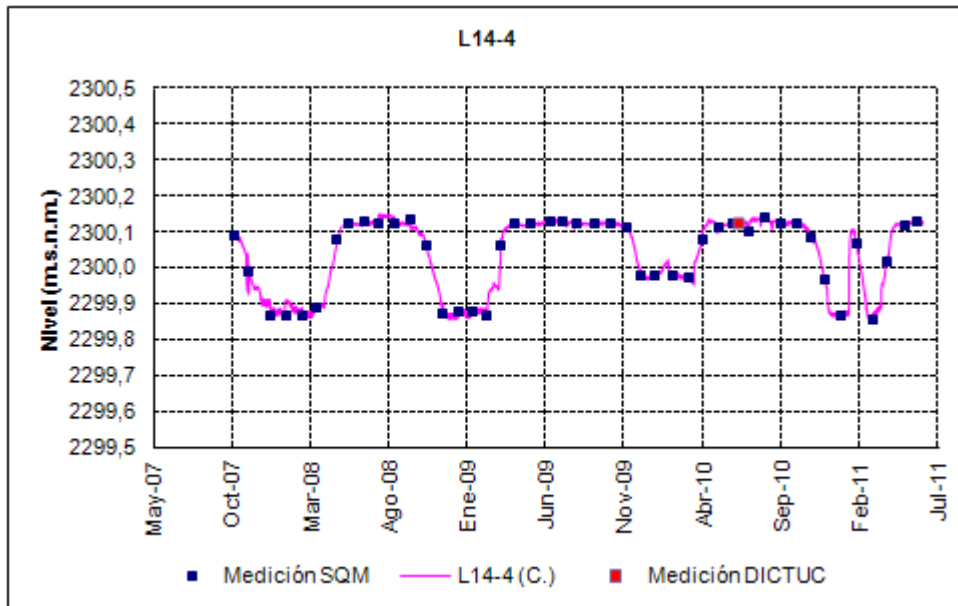


Figura 4.162. Nivel mensual observado en el pozo L14-4 (línea magenta: medición continua, puntos azules: mediciones manuales).

Pozos de salmuera

Desde la Figura 4.163 a la Figura 4.168 se presentan los pozos del PSAH del sistema Aguas de Quelana catalogados como pozos de salmuera. En general, todos aquellos pozos que cuentan con registros históricos extensos, tras años de descenso marcado, presentan estabilización a partir del año 2008, luego un incremento de nivel con respecto al año anterior, probablemente debido a la disminución del caudal de bombeo de salmuera de los pozos del sector norte (SOP) y/o con un aumento de la recarga y las precipitaciones que cayeron durante el año. Finalmente se observa una nueva caída del nivel a partir del mes de marzo de 2010, probablemente debido a la disminución de las precipitaciones y/o al comportamiento estacional de la evaporación.

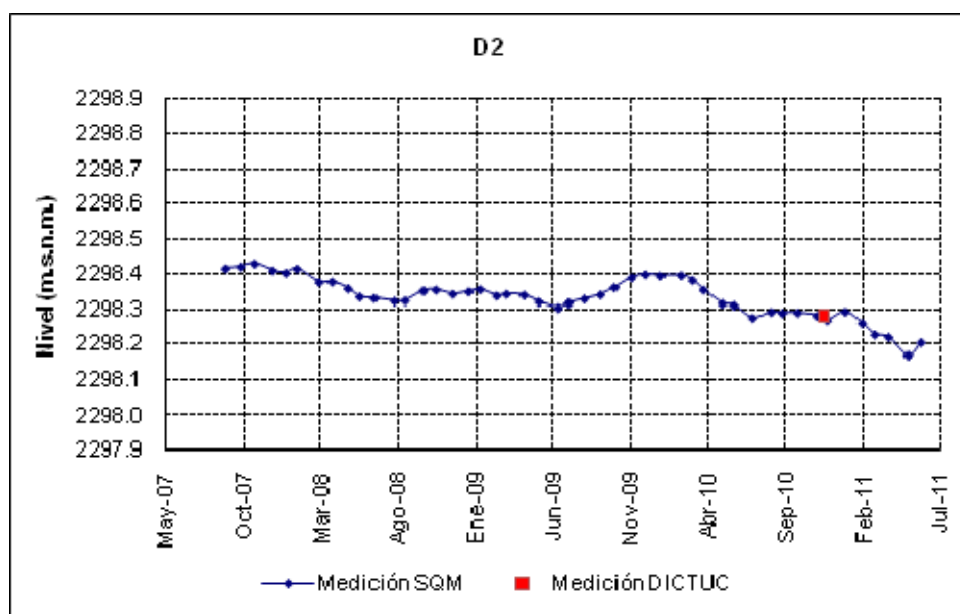


Figura 4.163. Nivel mensual observado en el pozo D2.

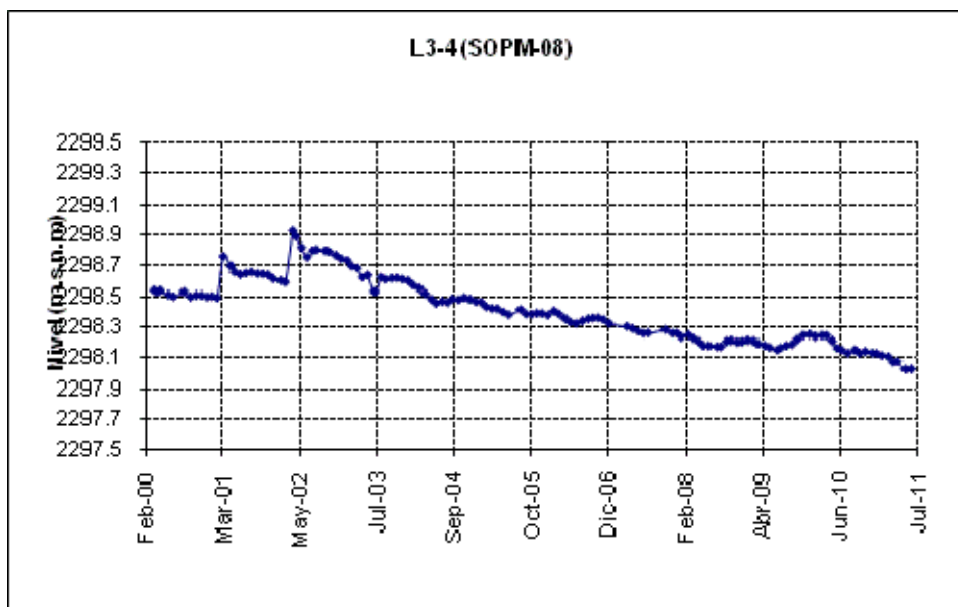


Figura 4.164. Nivel mensual observado en el pozo L3-4 (SOPM-8).

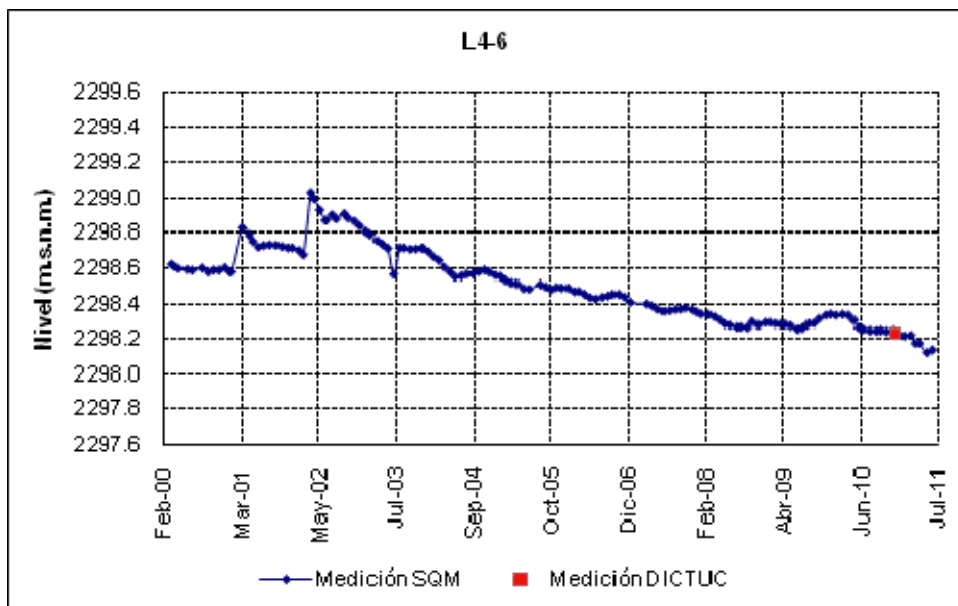


Figura 4.165. Nivel mensual observado en el pozo L4-6.

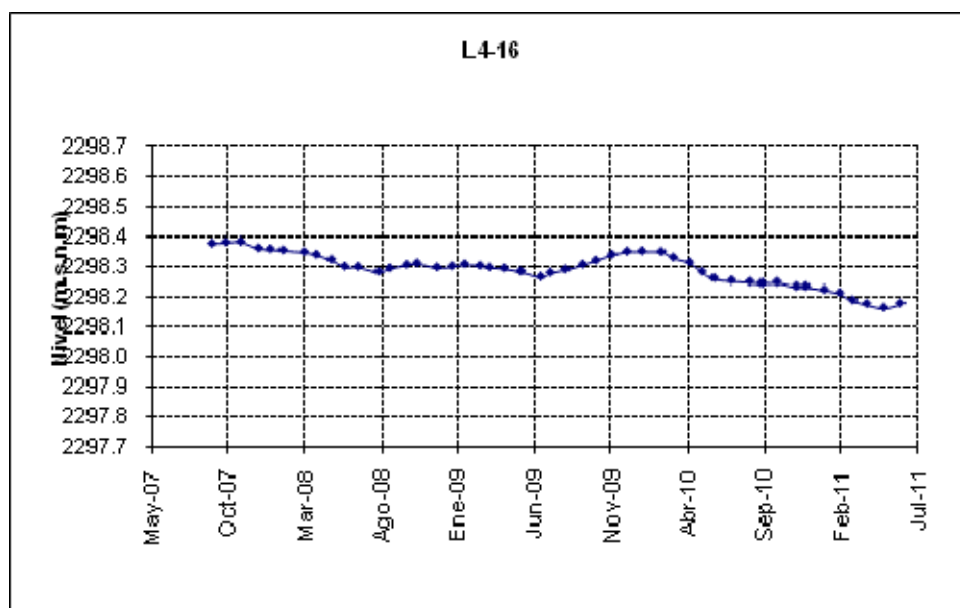


Figura 4.166. Nivel mensual observado en el pozo L4-16.

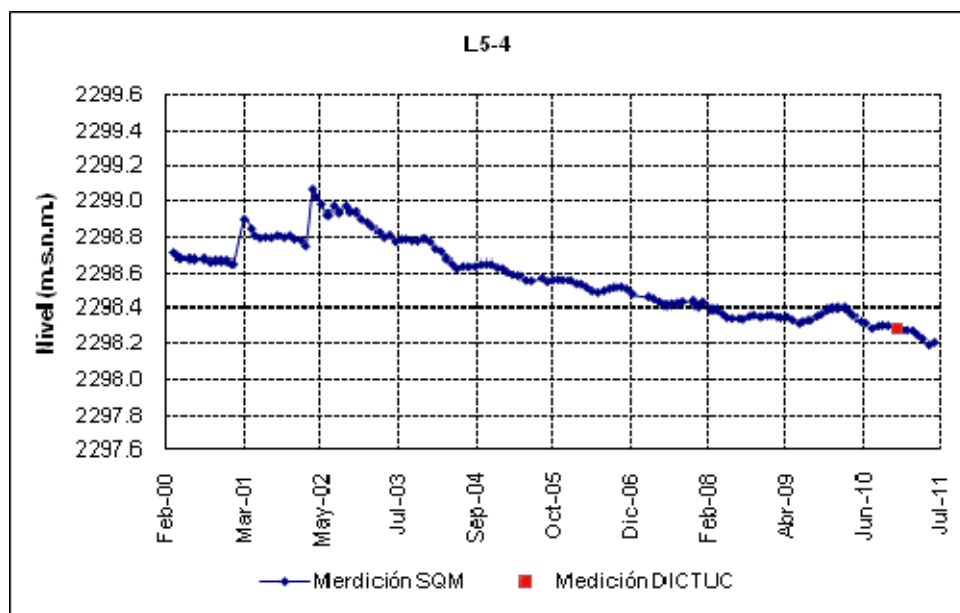


Figura 4.167. Nivel mensual observado en el pozo L5-4.

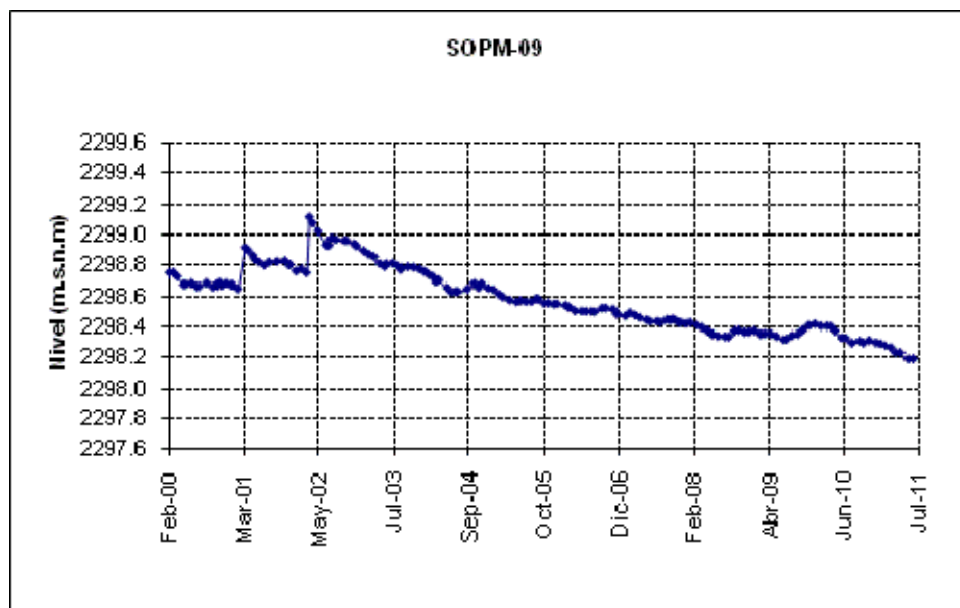


Figura 4.168. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-9.

Pozos de bombeo

En la Figura 4.169 y Figura 4.170 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.

Se puede observar la estabilización de los niveles dinámicos después de puesta en marcha de estos pozos para luego mantenerse sin mayores variaciones más que las relacionadas a la operación de los pozos.

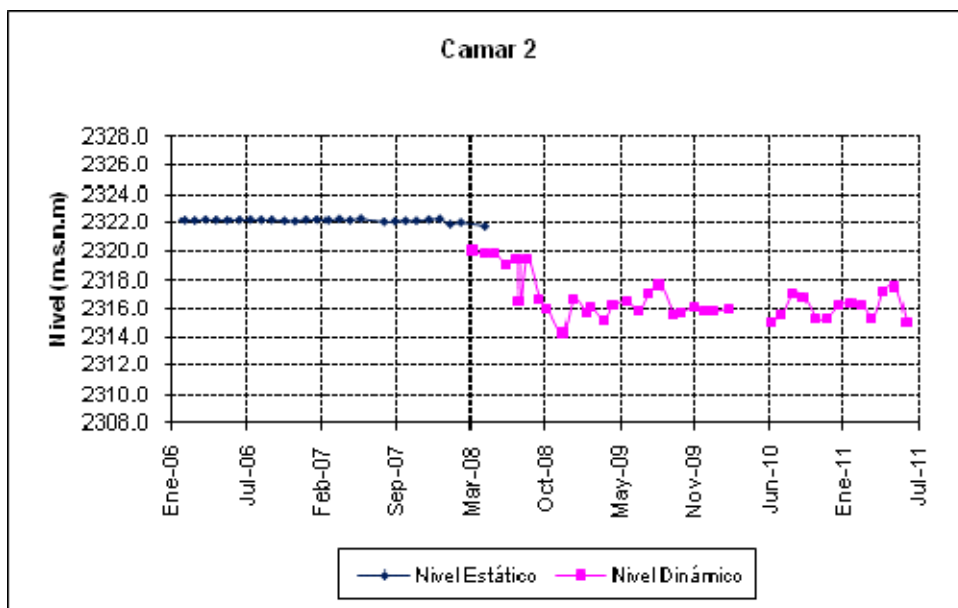


Figura 4.169. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Camar-2.

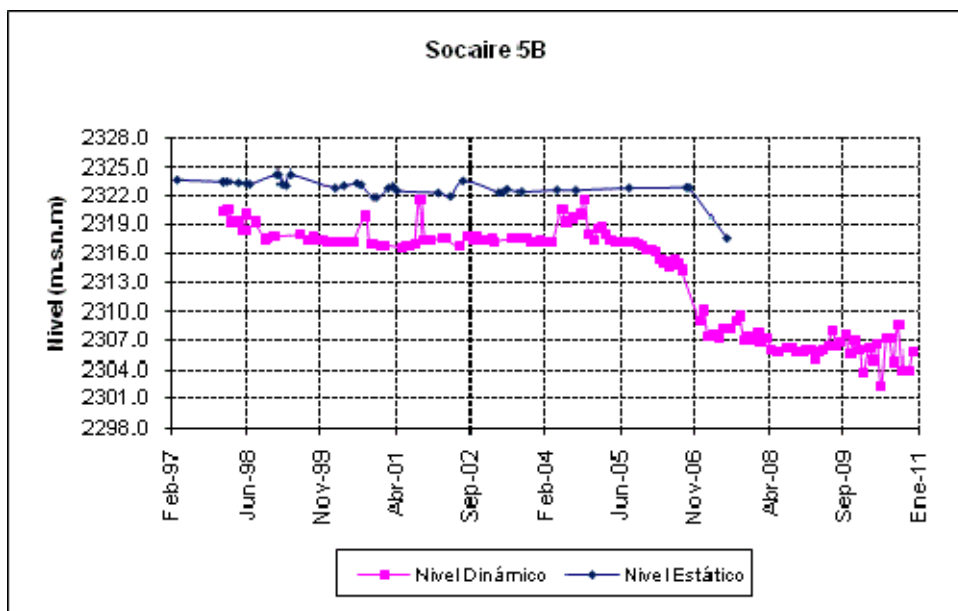


Figura 4.170. Nivel mensual observado en el pozo de bombeo Socaire 5B.

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.

Volumen bombeado

En el sector aguas arriba del sistema Aguas de Quelana se explota agua industrial desde los pozos Camar 2 y Socaire 5B, cuyos volúmenes extraídos se presentan en la Figura 4.171 y Figura 4.172, respectivamente. Cabe indicar que el pozo Camar 2 comenzó a operar el 13 de marzo de 2008. Los caudales bombeados no han sobrepasado los derechos otorgados desde el inicio de la operación que son 60 y 65 l/s para el pozo Camar 2 y Socaire 5B, respectivamente.

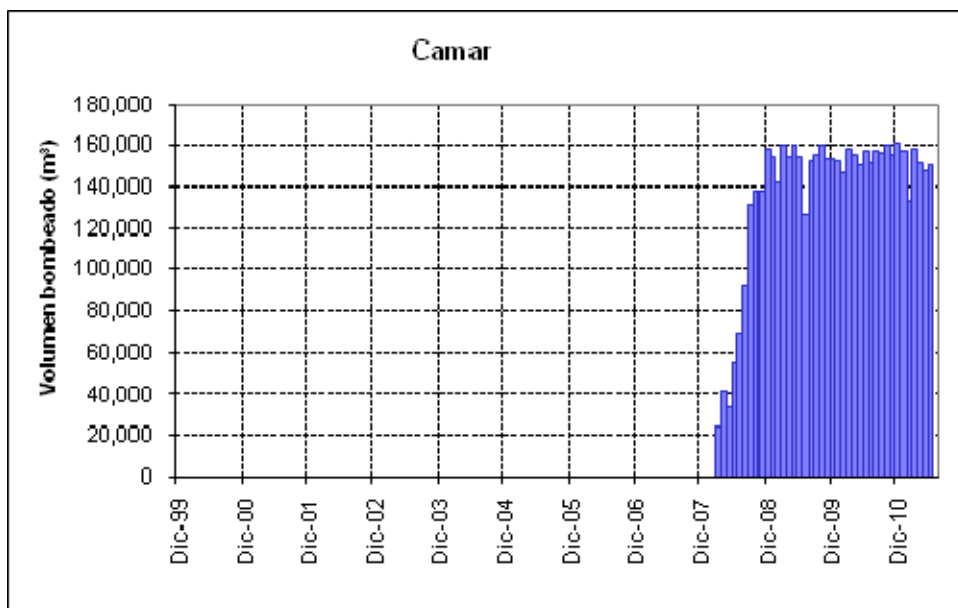


Figura 4.171. Volumen mensual bombeado desde el pozo Camar 2.

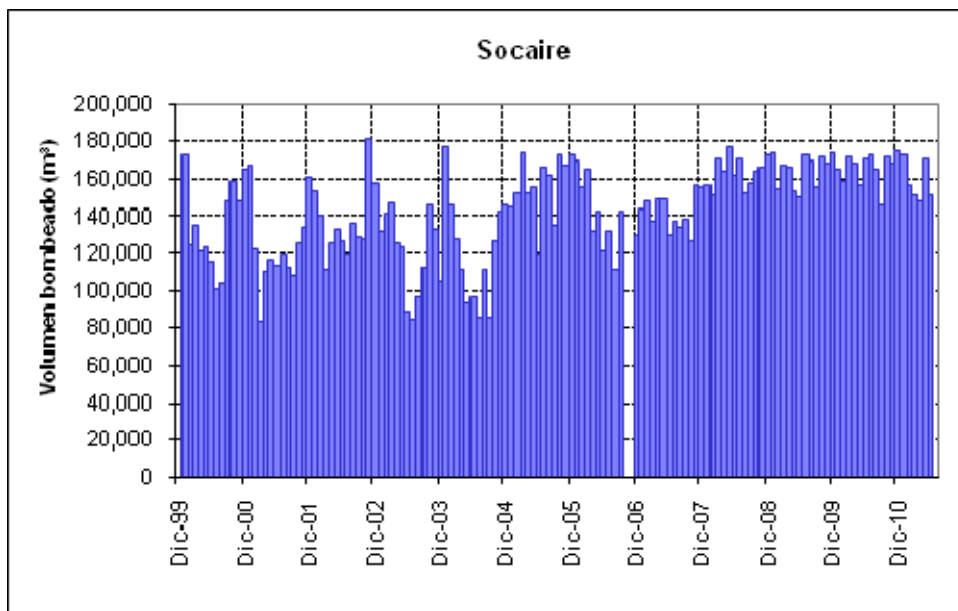


Figura 4.172. Volumen mensual bombeado desde el pozo Socaire 5B.

Calidad química

Los pozos en que se monitorea la calidad química 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 4.42 a Tabla 4.59. Los análisis fueron realizados por el laboratorio ALS Environmental, cuyos certificados 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 4.42. 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
12-07-2008	59,7	8,87	1,025
15-10-2008	57,2	8,87	1,022
01-02-2009	18,7	6,51	1,005
26-04-2009	18,7	6,07	1,004
31-07-2009	18	5,94	1,003
12-10-2009	15,7	6,29	1,000
15-01-2010	19,5	5,91	1,000
26-04-2010	17,8	5,99	1,000
29-07-2010	17,8	6,41	1,005
26-10-2010	18,0	6,60	1,003
12-01-2011	19,08	5,58	1,003
25-04-2011	16,76	5,95	1,004

Tabla 4.43. 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	46000	15	46210	9,10	1,070
31-10-2007	94,2	43800	34	44600	9,11	1,030
13-02-2008	84	59900	38	61400	9,09	1,020
27-04-2008	84	63000	230	85500	9,28	1,020
12-07-2008	85	39000	30	44000	8,9	1,028
15-10-2008	57,7	36300	24	37120	8,64	1,100
01-02-2009	18,4	9500	86	10000	4,78	1,000
26-04-2009	18,1	11941	100	12000	5,00	1,000
31-07-2009	18,1	11312	308	11730	4,68	1,062
12-10-2009	18,4	12228	82	12420	5,02	1,007
15-01-2010	17,9	12301	79	12404	4,2	1,000
26-04-2010	16,1	11000	98	11900	5,08	0,997
29-07-2010	18,42	12760	42	12858	4,47	1,009
26-10-2010	17,86	8618	24	9440	7,36	1,100
12-01-2011	17,45	11921	204	12300	4,9	1,000
26-04-2011	17,34	10856	58	11040	4,45	1,000

Tabla 4.44. 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
02-02-2009	242	6,53	1,217
27-04-2009	226	6,65	1,217
30-07-2009	189,6	7,17	1,223
22-10-2009	191,4	7,05	1,217

Tabla 4.44. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-6

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
19-01-2010	254	7,62	1,216
24-04-2010	224	7,22	1,218
30-07-2010	188,4	7,36	1,220
26-10-2010	221	6,90	1,218
11-01-2011	243	7,06	1,220
26-04-2011	221	7,06	1,217

Tabla 4.45. 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	413000	31	413450	7,09	1,230
31-10-2007	613	498000	634	498700	7,06	1,220
13-02-2008	653	578000	41	608000	7,11	1,230
28-04-2008	610	588000	2030	627000	7,33	1,220
13-07-2008	616	384000	30	426000	7,08	1,220
18-10-2008	236,6	185002	8	192210	7,15	1,200
02-02-2009	237	181500	92	225000	7,03	1,200
27-04-2009	236	172280	334	179300	6,91	1,100
30-07-2009	235	164500	57	171080	6,80	1,176
22-10-2009	237	193548	98	194480	7,10	1,208
19-01-2010	235	171496	40	171549	6,67	1,205
24-04-2010	207	157320	65	161400	7,14	1,208
30-07-2010	237	190120	35	194340	7,00	1,208
26-10-2010	235	190350	22	192100	7,05	1,211
11-01-2011	236	185100	101	187620	7,01	1,191
25-04-2011	236	173224	521	179114	7,05	1,205

Tabla 4.46. 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
01-02-2009	83,4	7,65	1,040
26-04-2009	77,6	7,43	1,041
31-07-2009	66,5	7,33	1,041
12-10-2009	63,6	7,38	1,041
15-01-2010	86,5	7,31	1,039
21-04-2010	79,3	7,36	1,041
29-07-2010	64,1	7,51	1,041
26-10-2010	73,4	7,47	1,041
11-01-2011	87,0	7,28	1,045
25-04-2011	75,2	7,14	1,041

Tabla 4.47. 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	74000	1060	76000	7,88	1,060
31-10-2007	97	59400	43	60500	7,75	1,030
14-02-2008	265	262000	93	282000	6,87	1,090
27-04-2008	127	110800	170	131200	7,51	1,040
12-07-2008	78	34000	211	36000	7,38	1,024
17-10-2008	81,4	65915	10	70101	7,45	1,300
01-02-2009	85,3	73400	<3	74800	7,51	1,000
26-04-2009	85,1	62123	58	64500	7,2	1,000
31-07-2009	85,2	59640	5	61906	7,11	1,036
12-10-2009	86,4	64521	3	64676	7,52	1,042
15-01-2010	84,5	67794	21	67916	7,00	1,030
21-04-2010	79,7	58181	5	59400	7,04	1,028

Tabla 4.47. 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)
29-07-2010	85	70000	23	76598	7,18	1,037
26-10-2010	84,2	66098	16	76800	7,45	1,027
11-01-2011	85,7	67703	111	70280	7,34	1,014
28-04-2011	85	62300	55	69600	7,23	1,039

Tabla 4.48. 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
01-02-2009	113,4	8,16	1,590
26-04-2009	97,3	8,08	1,065
31-07-2009	81,5	8,25	1,061
12-10-2009	79,7	8,18	1,060
15-01-2010	116,1	8,19	1,060
21-04-2010	99,1	8,16	1,060
29-07-2010	78,9	7,94	1,061
26-10-2010	9,60	8,124	1,060
11-01-2011	111,0	8,095	1,061
25-04-2011	98,8	8,00	1,061

Tabla 4.49. 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	96000	12	96540	8,25	1,090
31-10-2007	157	114000	10	114700	8,24	1,060
14-02-2008	284	282000	13	311000	7,17	1,090
27-04-2008	165	141000	290	169000	7,74	1,154
12-07-2008	235	105000	13	119000	7,29	1,080
15-10-2008	120,4	111000	8	125250	8,25	1,200
01-02-2009	114,8	101500	98	109000	7,99	1,000
26-04-2009	116,9	88025	60	93500	7,76	1,000
31-07-2009	111,8	78260	4	83127	7,88	1,041
12-10-2009	113,9	99480	13	99756	8,42	1,046
15-01-2010	112,8	95902	49	95996	7,56	1,048
21-04-2010	104,2	78150	23	79401	7,89	1,051
29-07-2010	112,8	90710	11	93624	7,99	1,051
26-10-2010	112,7	96498	14	98500	8,05	1,049
11-01-2011	114,3	99396	30	101800	8,04	1,028
25-04-2011	115,1	81373	158	81978	7,94	1,041

Tabla 4.50. 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	8,20	1,137
01-02-2009	181,6	7,95	1,126
27-04-2009	172,5	7,11	1,127
30-07-2009	135,5	8,07	1,221
22-10-2009	123,5	8,08	1,101

Tabla 4.50. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L4-12

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
18-01-2010	166,9	8,39	1,101
25-04-2010	151,9	7,93	1,105
30-07-2010	120,0	8,26	1,104
26-10-2010	131,8	7,91	1,091
10-01-2011	161,8	7,94	1,098
26-04-2011	142,7	7,87	1,101

Tabla 4.51. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L4-12

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspensos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
01-08-2007	415	254000	56	254300	7,82	1,160
31-10-2007	414	321000	379	321900	7,77	1,150
13-02-2008	573	442000	47	462000	7,4	1,200
28-04-2008	448	422000	730	452000	7,94	1,152
13-07-2008	459	203000	40	216000	7,72	1,160
16-10-2008	200,6	150435	4	155220	7,85	1,100
01-02-2009	189,2	99000	30	106500	7,75	1,100
27-04-2009	192,8	136888	254	142000	7,59	1,000
30-07-2009	184,8	129360	88	134190	7,6	1,025
22-10-2009	164,8	109998	45	111033	7,92	1,101
18-01-2010	164,2	119798	21	119863	7,33	1,081
25-04-2010	149,4	114580	62	119200	7,98	1,095
30-07-2010	167,1	112120	22	115299	7,80	1,097
26-10-2010	151,7	130198	13	132600	7,91	1,080
10-01-2011	157,2	126260	72	128900	7,88	1,055
25-04-2011	164,2	123643	269	131148	7,85	1,074

Tabla 4.52. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo L5-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	4,1	7,82	1,001
28-04-2008	3,2	7,86	1,001
13-07-2008	4,2	7,95	1,002
17-10-2008	4,6	8,11	1,001
01-02-2009	3,6	8,56	1,000
26-04-2009	3,2	7,86	1,000
31-07-2009	3,8	7,97	1,002
12-10-2009	3,0	7,74	1,000
13-01-2010	4,6	7,73	1,000
21-04-2010	3,2	7,81	1,000
29-07-2010	2,5	7,54	1,002
26-10-2010	3,5	7,71	1,000
11-01-2011	3,90	7,63	1,004
25-04-2011	4,76	7,81	1,000

Tabla 4.53. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3

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	4,1	2770	256	3170	8,03	1,010
31-10-2007	4,4	2470	1355	3940	7,96	0,970
14-02-2008	4,2	3790	211	3910	7,84	1,000
28-04-2008	4	3870	300	4110	8,14	0,992
13-07-2008	4,2	4080	340	4160	7,86	1,000
17-10-2008	4,2	2640	372	2696	8,09	1,000
01-02-2009	4,2	2480	21	2632	7,81	1,000
26-04-2009	4,2	2697,5	83	2832	7,82	1,000
31-07-2009	5,7	3113	24	3269	7,99	1,051
12-10-2009	4,6	3498	6	3516	7,94	1,002

Tabla 4.53. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L5-3

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
13-01-2010	5,1	3004	323	3367	7,34	1,000
21-04-2010	3,8	2468	50	2604	7,89	0,994
29-07-2010	6,13	4075	89	5093	7,73	1,000
26-10-2010	4,37	3042	343	3088	7,71	1,009
11-01-2011	4,84	3711	4072	7460	7,94	1,001
25-04-2011	5,51	3472	340	3840	7,93	1,051

Tabla 4.54. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Camar

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	2,3	7,67	1,002
29-04-2008	3,0	7,79	1,002
12-07-2008	2,4	7,38	1,000
13-10-2008	2,4	7,40	1,000
03-02-2009	2,6	7,16	1,000
26-04-2009	2,7	7,49	1,000
31-07-2009	2,7	6,93	1,000
13-10-2009	2,3	6,88	1,000
18-01-2010	2,8	7,42	1,000
26-04-2010	2,7	6,96	1,000
31-07-2010	2,7	7,68	1,000
28-10-2010	2,7	6,69	1,000
12-01-2011	2,8	6,84	1,001
25-04-2011	2,63	6,89	1,000

Tabla 4.55. 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	7420	0,29	0,43	377	0,9	8,99	3530	19500	330	350	<0,01	2,29	1,080
24-10-2007	47	24	71	0,015	123	6570	0,57	0,41	280	1,8	8,64	3300	15600	279	420	0,28	2,55	1,050
11-02-2008	510	<1	510	0,045	110	208	0,15	<0,01	99	0,77	7,81	275	2180	598	15,2	0,09	2,38	1,000
29-04-2008	525	<1	525	0,039	102	265	0,17	<0,01	49,3	0,66	7,96	325	2090	384	14,4	0,08	2,39	0,980
12-07-2008	559	<1	559	0,214	97	250	0,32	<0,01	94	0,58	7,39	302	1600	520	16	<0,01	2,38	0,980
13-10-2008	560	<1	560	0,7684	92,18	297,3	<0,03	<0,005	107,68	2,8	7,38	330	1620	559	17,32	0,014	2,46	1,000
03-02-2009	358	<1	358	0,4353	127,4	278	<0,03	<0,005	103,23	2,8	7,72	207,82	1628	613	10,37	0,035	2,41	1,000
26-04-2009	541	<1	541	0,0255	255	309,6	<0,03	<0,005	93	2,7	7,16	220	1648	379	17,02	0,04	2,49	s.i.
31-07-2009	512	<1	512	0,2195	93,69	302,2	<0,03	<0,005	95,77	1,8	7,38	277,96	1495	394	16,89	<0,005	2,29	1,003
13-10-2009	521	<1	521	0,4225	84,65	313,1	<0,03	<0,005	101,89	2,9	7,52	278,34	1532	380	15	<0,005	2,53	1,002
18-01-2010	475	<1	475	0,3306	132,26	341,8	<0,03	<0,005	102,32	2,8	7,38	285,14	1690	355	17,29	<0,005	2,52	1,000
26-04-2010	507	<1	507	0,4662	158,18	304,7	0,03	0,01	96,05	0,56	7,45	242,32	1738	394	15,35	0,013	2,25	1,000
31-07-2010	494	<1	494	0,4024	185,81	316,9	<0,03	<0,005	106,1	2,8	8,02	265,91	1724	394	16,94	0,013	2,490	1,000
28-10-2010	145	<1	145	0,2633	242,38	1220,7	0,05	<0,005	52,05	4,6	7,39	561	2580	322	37,81	0,015	4,00	1,000

Tabla 4.55. 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)
12-01-2011	156	<1	156	0.2375	164,29	447	0.3	<0.005	38.57	5.0	7.88	239.81	1698	300	14.61	0.007	2.10	1.000
25-04-2011	160	<1	160	0.2667	160,29	421.9	0.04	<0.005	38.22	6.5	7.39	249	1512	375	17.73	0.018	2.15	1.000

Tabla 4.56. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Pozos de bombeo Socaire 5B

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
11-02-2008	3,5	7,08	1,002
29-04-2008	3,6	6,91	1,001
12-07-2008	3,3	6,89	1,000
13-10-2008	3,2	7,27	1,000
01-02-2009	3,6	7,92	1,000
26-04-2009	3,6	7,10	1,000
31-07-2009	3,4	6,83	1,000
13-10-2009	3,0	6,69	1,000
18-01-2010	4,0	7,40	1,000
26-04-2010	3,3	6,90	1,000
31-07-2010	3,2	7,10	1,000
28-10-2010	3,3	6,68	1,000
12-01-2011	3,5	6,85	1,000
25-04-2011	3,1	6,72	1,000

Tabla 4.57. 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	50,9	1,6	6,9	450	2580	858	30,6	<0,01	3,51	0,999
24-10-2007	495	<1	495	8,25	85	485	<0,05	<0,01	60	1,6	7,13	590	2360	738	37	0,03	3,61	1,000
11-02-2008	620	<1	620	0,045	110	208	0,15	<0,01	99	0,77	7,81	275	2180	598	15,2	0,09	2,38	1,000
27-04-2008	390	<1	390	0,29	104	530	0,14	<0,01	31	0,38	7,44	581	2980	485	37,9	0,1	3,30	0,990
12-07-2008	522	<1	522	1,41	88	490	0,14	<0,01	53	0,34	6,97	585	2140	690	37	0,09	3,30	0,990
13-10-2008	505	<1	505	3,871	67,75	541,2	<0,03	<0,005	52,4	1,6	7,13	590	2172	600	35,25	0,012	3,30	1,000
01-02-2009	446	<1	446	3,091	117,58	497	<0,03	<0,005	52,26	1,7	7,7	502	2080	702	26,64	<0,005	3,20	s.i.
26-04-2009	501	<1	501	0,8424	124,78	543,9	<0,03	<0,005	60,21	1,9	7,21	457,04	2100	453	44,81	0,072	3,34	s.i.
31-07-2009	473	<1	473	1,4536	78,91	524,2	<0,03	<0,005	52,75	1,8	7,08	565,32	1990	450	36,82	<0,005	3,01	1,003
13-10-2009	484	<1	484	2,6575	81,75	471,8	<0,03	<0,005	52,39	1,9	7,29	517,76	1882	408	53,66	<0,005	3,18	1,002
18-01-2010	442	<1	442	1,7295	128,08	669,6	0,2	<0,005	64,22	1,8	7,19	642	2275	459	56,59	<0,005	3,58	1,000
26-04-2010	474	<1	474	2,5594	151,87	434,4	0,07	0,015	52,68	0,37	7,43	409,16	2094	454	35,36	0,009	2,8	1,000
31-07-2010	445	<1	445	2,4486	156,65	439,9	0,06	<0,005	62,5	1,9	8,02	977,16	2100	409	39,32	0,02	3,150	1,000
28-10-2010	436	<1	436	2,3192	152,01	574,9	0,24	<0,005	50,18	1,8	7,04	516,65	2020	473	36,23	0,012	3,140	1,000

Tabla 4.57. 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)
12-01-2011	464	<1	464	2,4738	136,35	1180	0,34	<0.005	140	2,4	7,49	570	3960	502	40,34	0,01	5,78	1,000
25-04-2011	464	<1	464	3,015	76,2	506,0	<0.03	<0.005	50,41	2,3	7,04	630	1992	497	37,68	0,008	3,08	1,000

s.i.: sin información

Tabla 4.58. 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	37,00	165,7	7,95	1,087
27-04-2008	4,08	91	8,28	1,053
13-07-2008	4,60	34,5	8,5	1,015
17-10-2008	1,7	46	8,79	1,020
03-02-2009	0,04	188,6	7,94	1,103
28-04-2009	nm	101,7	8,03	1,052
30-07-2009	7,40	19,1	8,69	1,015
22-10-2009	2,90	31,4	8,41	1,024
15-01-2010	4,50	21,7	7,74	1,113
27-04-2010	5,60	94,2	8,35	1,059
01-08-2010	9,3	29,2	8,54	1,014
29-10-2010	5,5	34,8	8,314	1,026
13-01-2011	nm	163	7,85	1,082
27-04-2011	nm	82,7	8,33	1,049

nm: no medido

Tabla 4.59. 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 Nitrato (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	1,75	167	12920	2737	1,06	669	1,80	<1	8,45	1100	28,80	7150	30900	12	29500	1990	9
31-10-2007	s.i.	s.i.	355	2,60	147	17600	3159	2,37	805	3,10	<1	8,26	3680	55,90	9990	42800	13	42800	2310	19
14-02-2008	837	<1	837	1,42	714	76900	18172	1,57	3980	9,60	12	7,97	6710	>100	37500	236000	33	206000	10470	20
27-04-2008	259	<1	259	1,01	334	38290	4052	0,60	928	<0,01	<1	8,37	3770	>100	22600	123000	260	143000	5130	19
13-07-2008	418	<1	418	0,79	125	13400	2906	<0,05	n.m.	<0,01	<1	8,27	1200	28	7000	29400	60	25600	2000	20
17-10-2008	93	<1	93	2,27	165,8	20970	3175,8	0,39	801,8	2,40	0,5	8,51	1564,9	45,5	9875	36560	28000	123	613	22,5
02-03-2009	775	<1	775	11,64	622,7	84997	20337,1	1,68	4561,1	8,50	<0,1	7,92	7912	>100	42938	157400	26	154000	11883	21,5
28-04-2009	478	<1	478	1,65	227,92	43766,4	109932,9	1,05	2255	5,20	1,8	8,12	4423,1	>70	21010	90400	154	85000	5480	19
30-07-2009	394	<1	394	0,84	90,03	10864	2018	0,45	678,4	1,30	0,9	8,29	1271,22	21	6128	22864	<3	21792	1310	16,5
22-10-2009	462	<1	462	1,07	208,55	19248,4	4186,9	0,64	889,75	2,60	1,5	8,14	1654,56	34,7	11714,2	36050	107	35880	1469	20,9
28-01-2010	984	<1	984	5,871	899,2	121886,7	30156,6	2,54	6778	0,01	2	7,59	10728	70	72160	171650	49	171400	14068	26,9
27-04-2010	489	<1	489	3,981	599,64	49091,5	10024,8	1,00	2070,8	<0,01	1,52	8,07	4190	>70	23800	73400	29	72170	6671	18,4
01-08-2010	358	<1	358	1,17	244,21	11296	1185,1	0,45	696,85	1,70	9,03	8,06	1279,7	22	6035,5	24975	24	27894	1852	10,6
29-10-2010	388	<1	388	1,50	288,18	20084,8	4524,4	<0,03	923,95	3,50	1,8	7,91	2147,4	34,5	10696,5	41900	19	38894	567	15,8

13-01-2011	1091	<1	1091	5,7122	581,58	63906,9	17686,7	<0.03	3942,3	<0.01	0,89	8,05	5209	>70	31682	126300	2714	120101	9874	12,3
24-04-2011	514	<1	514	3,7024	478,55	18605,6	9325,3	0,88	1918,3	4,8	4,11	8,16	1063,5	>70	12095	93300	69	84100	5764	12,7

n.m.: no medido / s.i.: sin información

SISTEMA PEINE

Los puntos de monitoreo del Sistema Peine se encuentran ubicados al sureste 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 4.173 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.60 se indican los puntos de monitoreo del Sistema Peine, clasificándolos de acuerdo a la zona donde se encuentran emplazados (zona marginal y sector de salmuera), y a su tipología (pozo profundo, pozo somero y nivel lacustre). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel de manera gráfica.

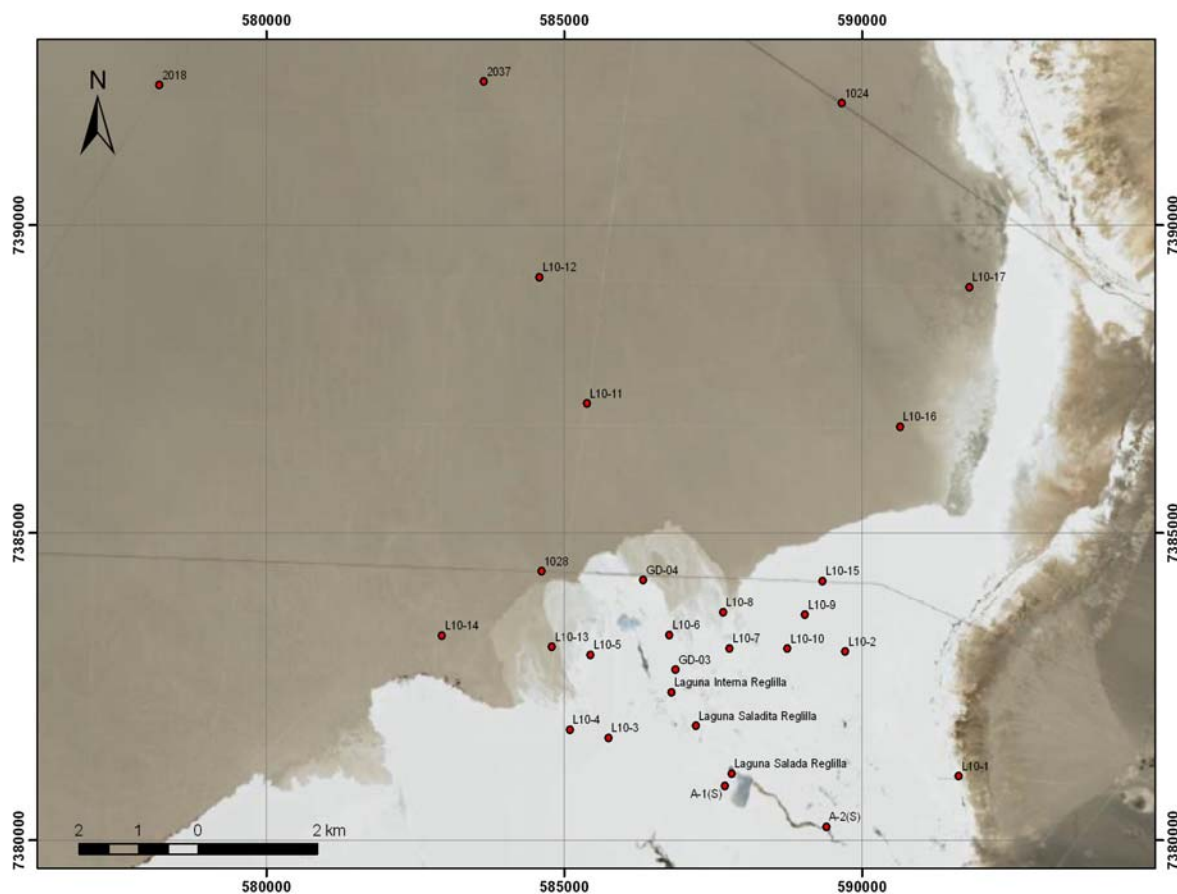


Figura 4.173. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Peine.

Tabla 4.60. 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	175	2037	Salmuera	Pozo somero	184
L10-1	Zona marginal	Pozo profundo	176	GD-03	Salmuera	Pozo profundo	184
L10-2	Zona marginal	Pozo somero	177	L10-11	Salmuera	Pozo somero	185
L10-3	Zona marginal	Pozo somero	177	L10-12	Salmuera	Pozo somero	185
L10-4	Zona marginal	Pozo somero	178	L10-13	Salmuera	Pozo somero	186
L10-5	Zona marginal	Pozo somero	178	L10-14	Salmuera	Pozo somero	186
L10-6	Zona marginal	Pozo somero	179	L10-16	Salmuera	Pozo somero	187
L10-7	Zona marginal	Pozo somero	179	L10-17	Salmuera	Pozo somero	187
L10-8	Zona marginal	Pozo somero	180	Laguna Salada Reglilla	Zona marginal	Lacustre	188
L10-9	Zona marginal	Pozo somero	180	Laguna Saladita Reglilla	Zona marginal	Lacustre	189
L10-10	Zona marginal	Pozo somero	181	Laguna Interna Reglilla	Zona marginal	Lacustre	190
L10-15	Zona marginal	Pozo somero	181				
1024	Salmuera	Pozo somero	182				
1028	Salmuera	Pozo profundo	183				
2018	Salmuera		183				

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 4.175) es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina y será presentado sólo en esta sección.

Pozos de zona marginal

La información recopilada en los primeros años de monitoreo muestra un comportamiento distinto al observado en los sistemas Soncor y Aguas de Quelana, ya que no se observa un comportamiento oscilatorio claramente estacional en el nivel del acuífero medido en estos pozos, más bien muestran tendencias bastante estables. Lo anterior indica que en este sector a pesar que la napa es relativamente somera (1 a 1,5 m de profundidad) la evaporación parece no ser importante, lo que está relacionado con la salinidad del agua y el tipo de costra salina del sector.

En términos generales se observa una leve tendencia de disminución de niveles en la mayoría de los pozos de este sistema, con un aumento de la pendiente de descenso a partir de abril del 2010 aproximadamente, salvo los pozos L10-1, L10-2 y L10-10 cuyos niveles muestran un ascenso de nivel o se mantienen estables como es el caso del L10-10. Estos descensos pueden estar asociados a la dinámica de interacción entre la zona marginal y el núcleo de salmuera que se observa especialmente activa en esta zona, como lo demuestra el avance hacia el núcleo que ha presentado la laguna Interna en el último tiempo.

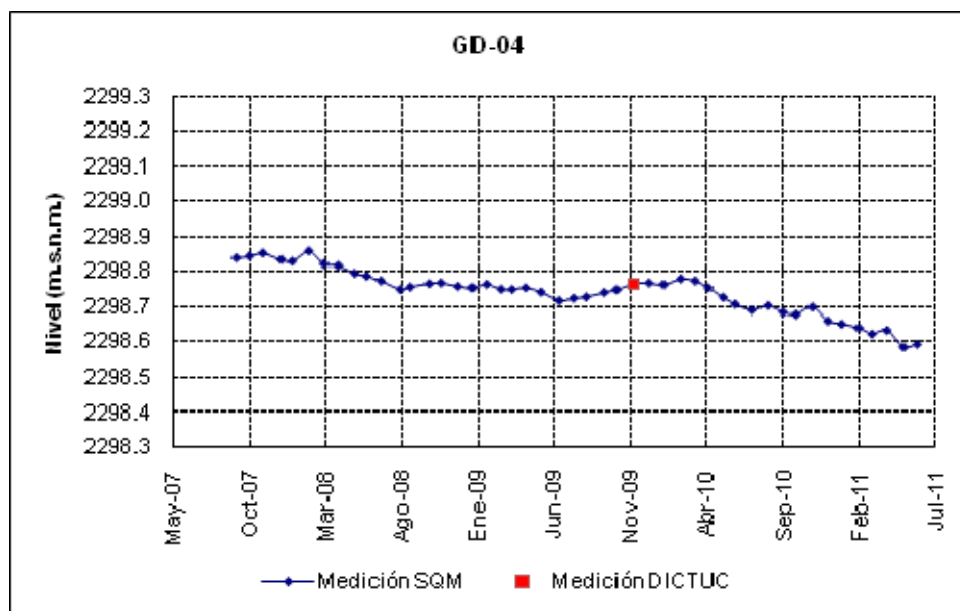


Figura 4.174. Nivel mensual observado en el pozo GD-04.

Posterior a un muestreo de agua en el pozo L10-1 (Figura 4.175), el cual se realizó con una bomba de bajo caudal, la recuperación del nivel inicial ha tardado más de lo esperado. Se puede observar que la recuperación podría estar afectada por la estacionalidad invierno/verano lo que se refleja similar a escalones de ascenso en lugar de ascenso continuo.

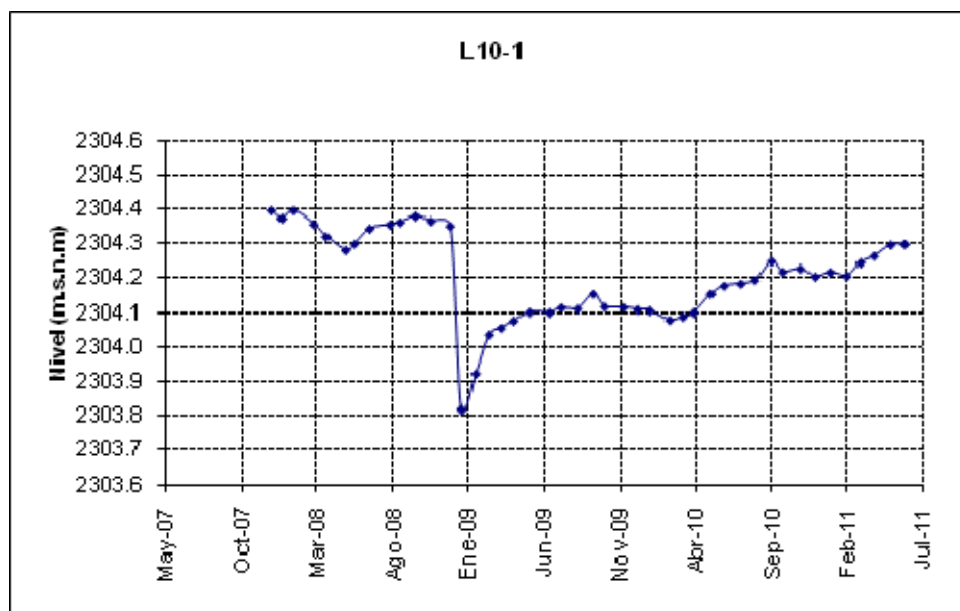


Figura 4.175. Nivel mensual observado en el pozo L10-1.

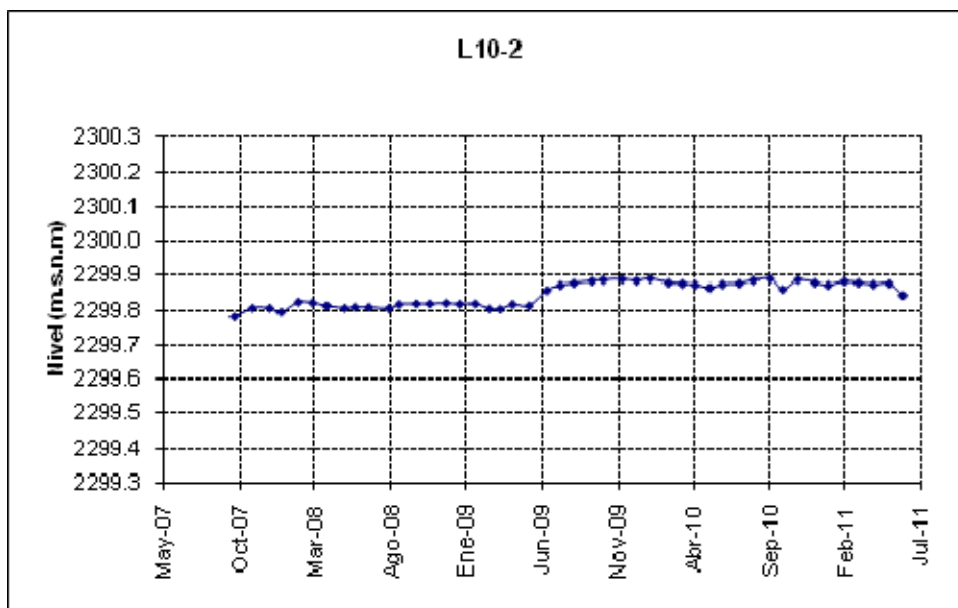


Figura 4.176. Nivel mensual observado en el pozo L10-2.

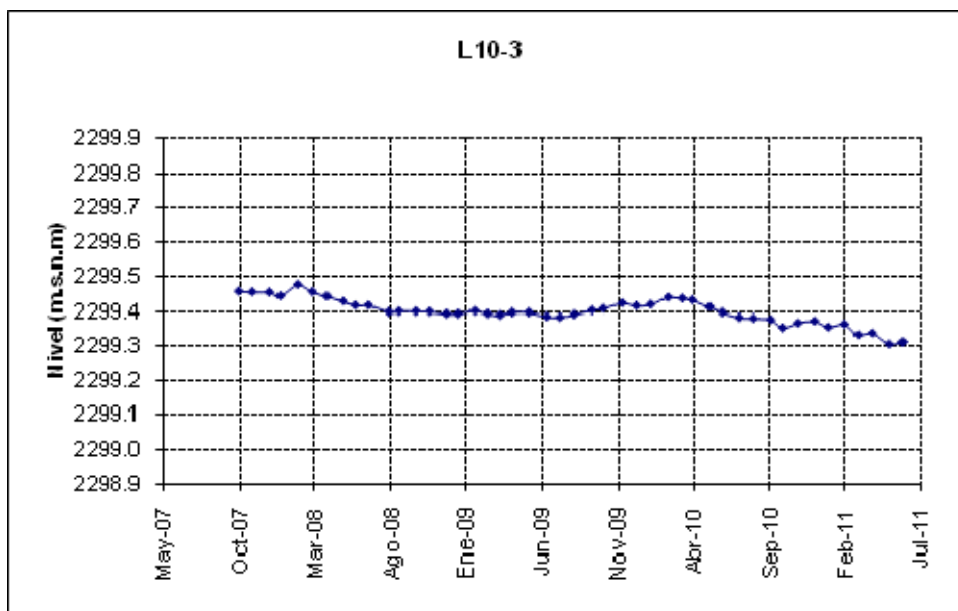


Figura 4.177. Nivel mensual observado en el pozo L10-3.

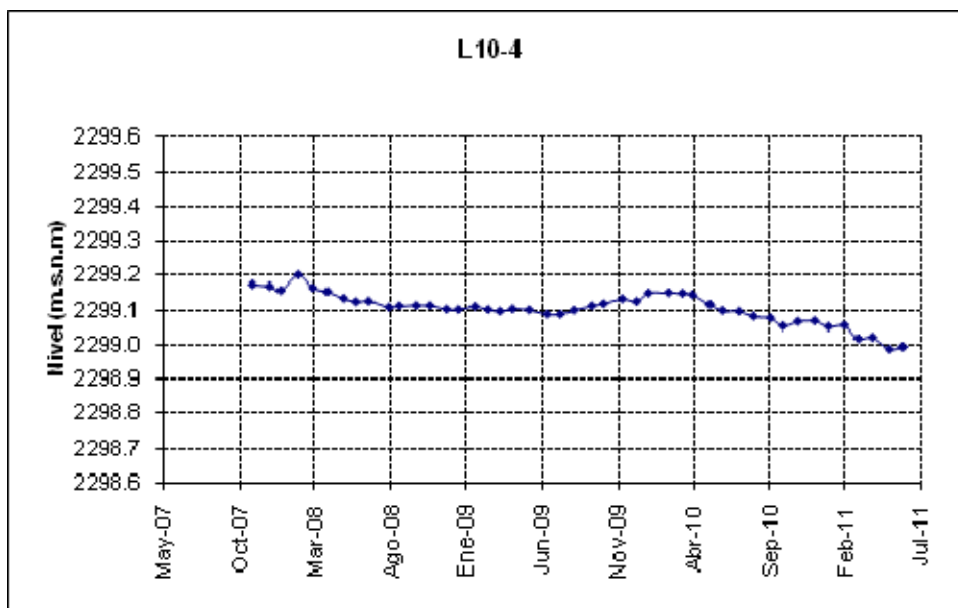


Figura 4.178. Nivel mensual observado en el pozo L10-4.

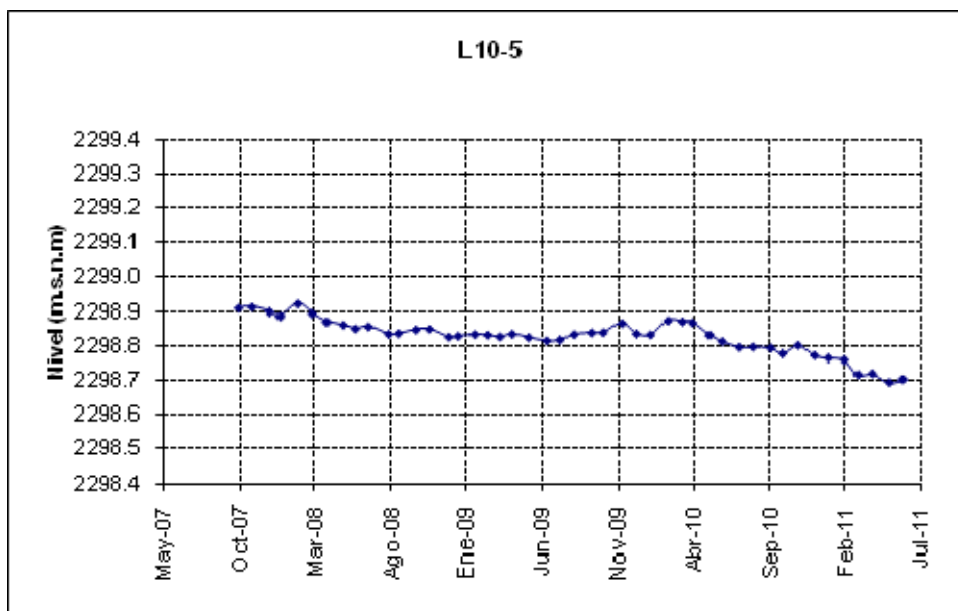


Figura 4.179. Nivel mensual observado en el pozo L10-5.

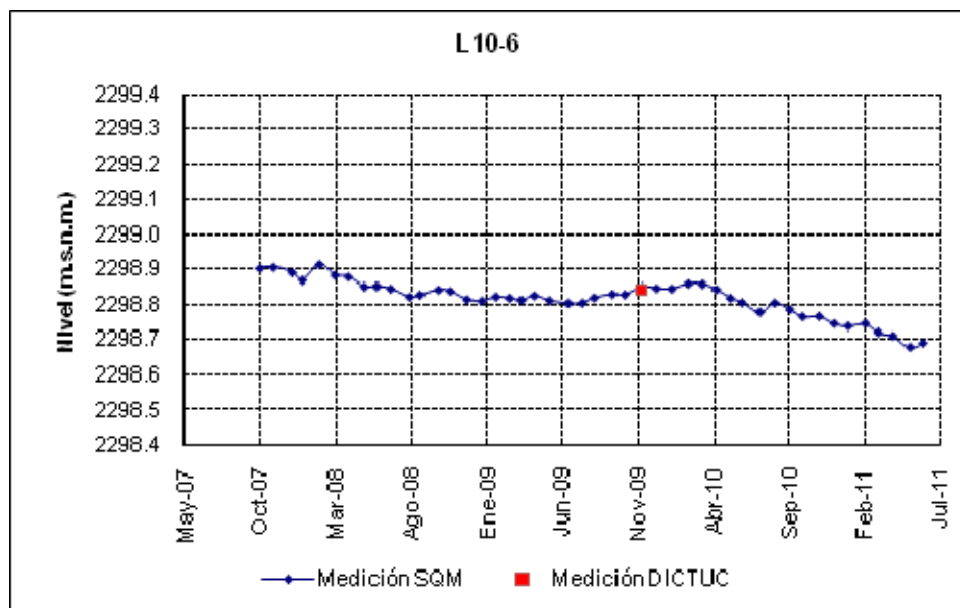


Figura 4.180. Nivel mensual observado en el pozo L10-6.

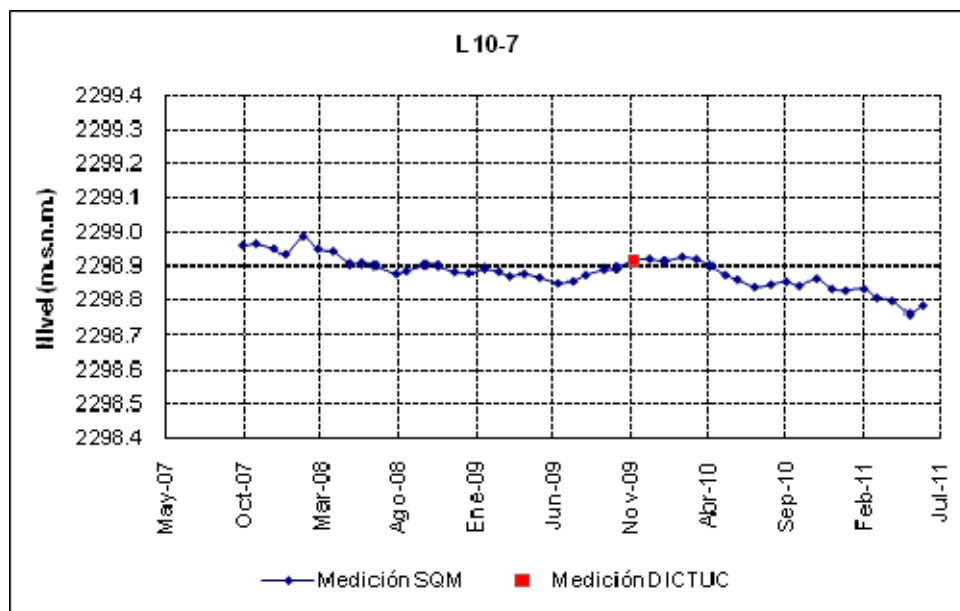


Figura 4.181. Nivel mensual observado en el pozo L10-7.

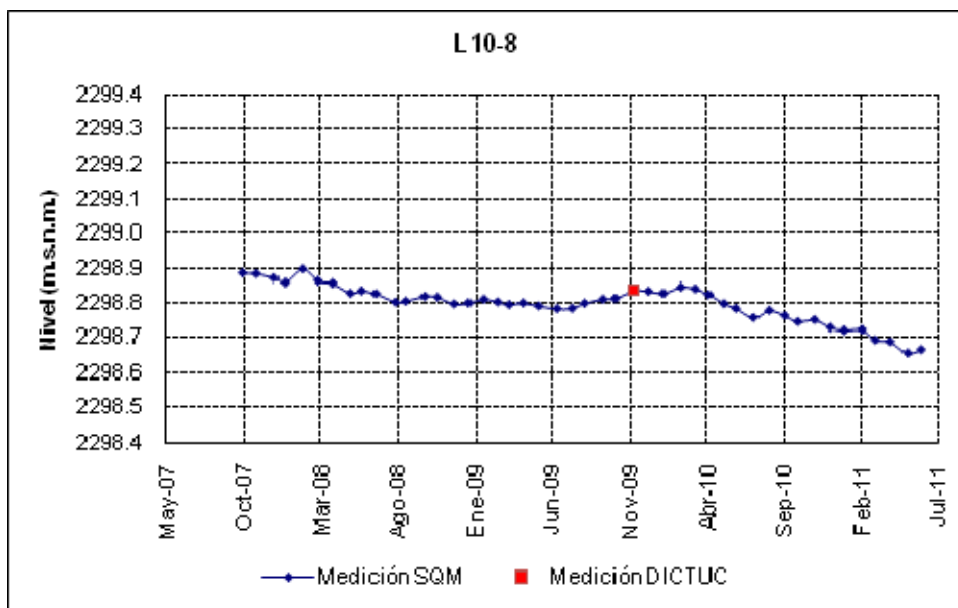


Figura 4.182. Nivel mensual observado en el pozo L10-8.

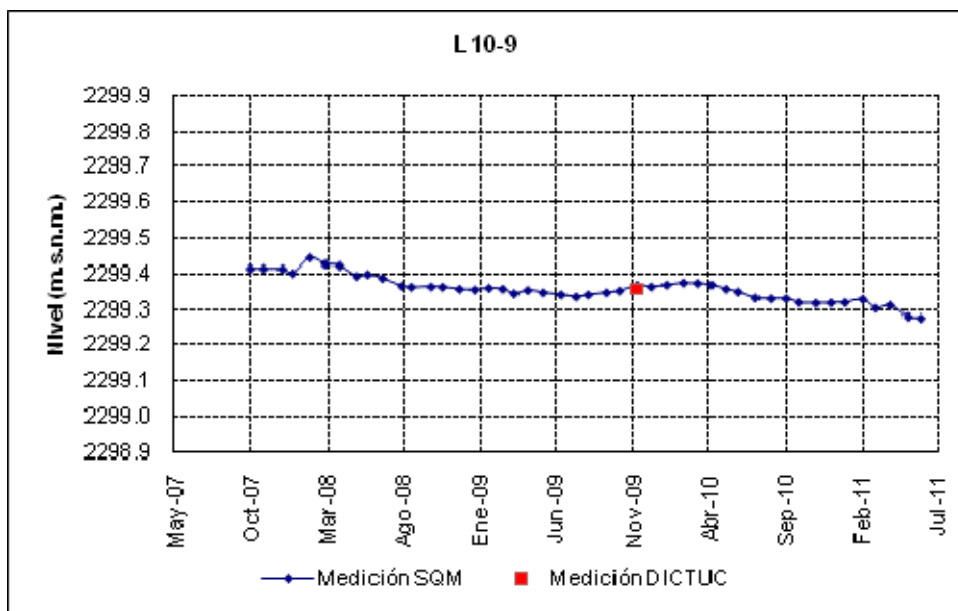


Figura 4.183. Nivel mensual observado en el pozo L10-9.

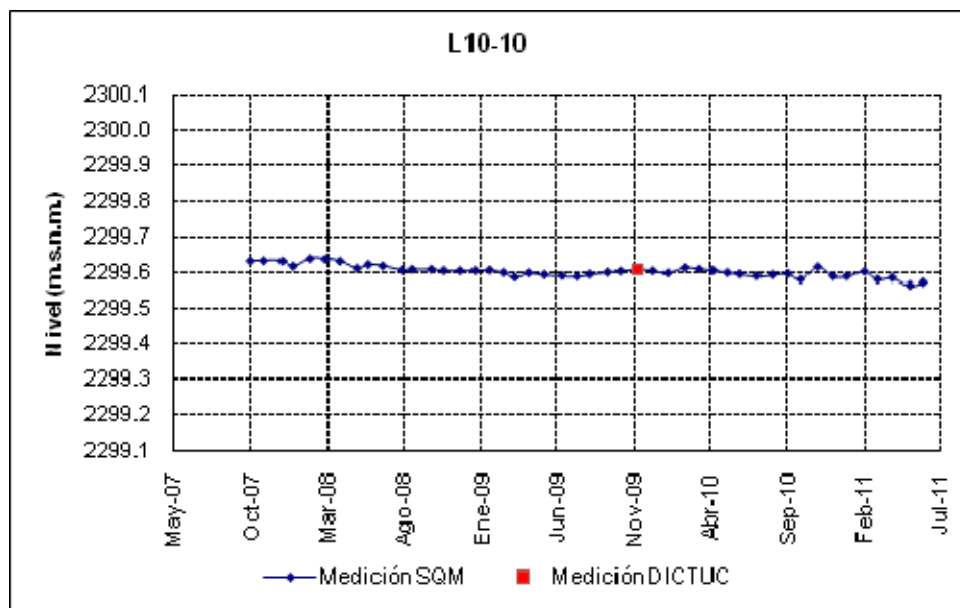


Figura 4.184. Nivel mensual observado en el pozo L10-10.

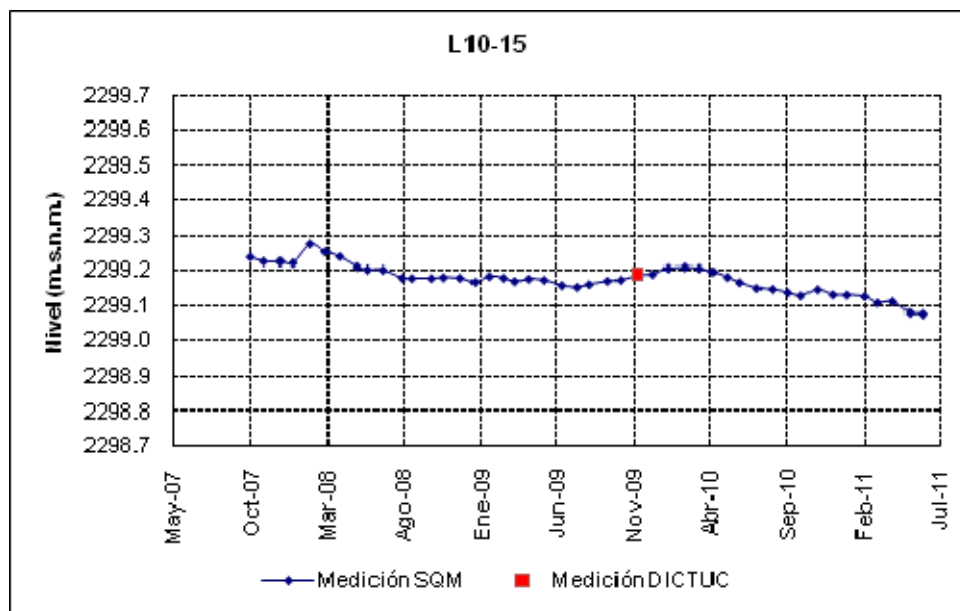


Figura 4.185. Nivel mensual observado en el pozo L10-15.

Pozos de salmuera

Los pozos 1024 y 1028 (Figura 4.187 y Figura 4.188) presentaron estabilización a partir de 2008 y durante el último periodo se observa una disminución del nivel. Para el resto de los pozos no se aprecia un claro comportamiento estacional aunque los datos históricos mostraban que los sistemas se mantenían estables hasta abril del 2010 aproximadamente en donde hay un cambio en la pendiente de descenso.



Figura 4.186. Nivel mensual observado en el pozo 1024.

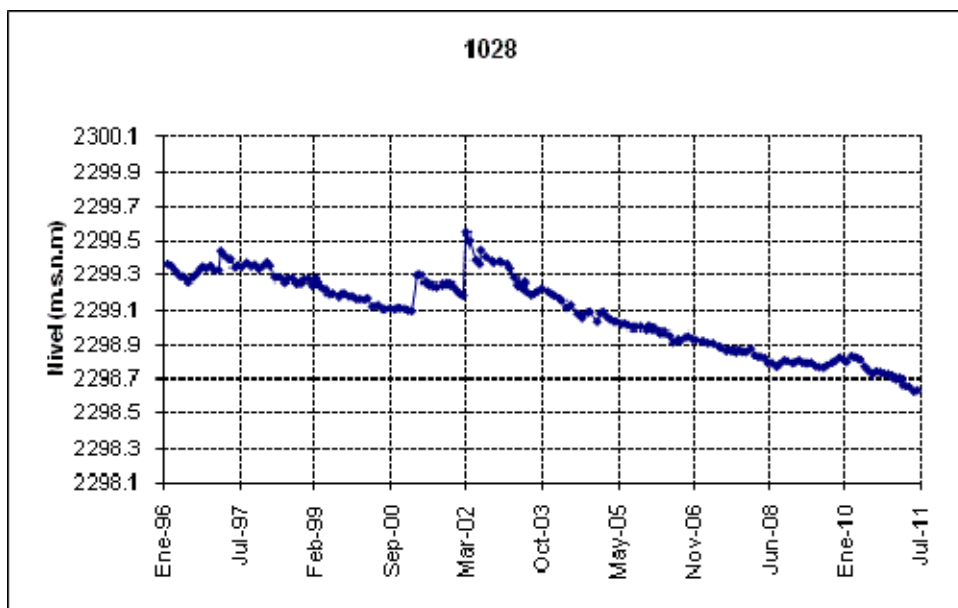


Figura 4.187. Nivel mensual observado en el pozo 1028.

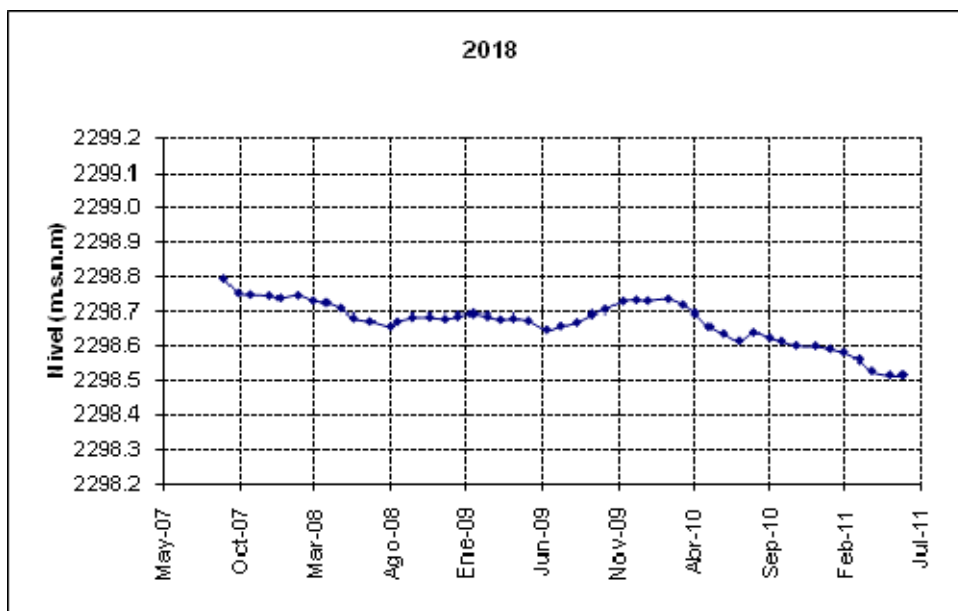


Figura 4.188. Nivel mensual observado en el pozo 2018.

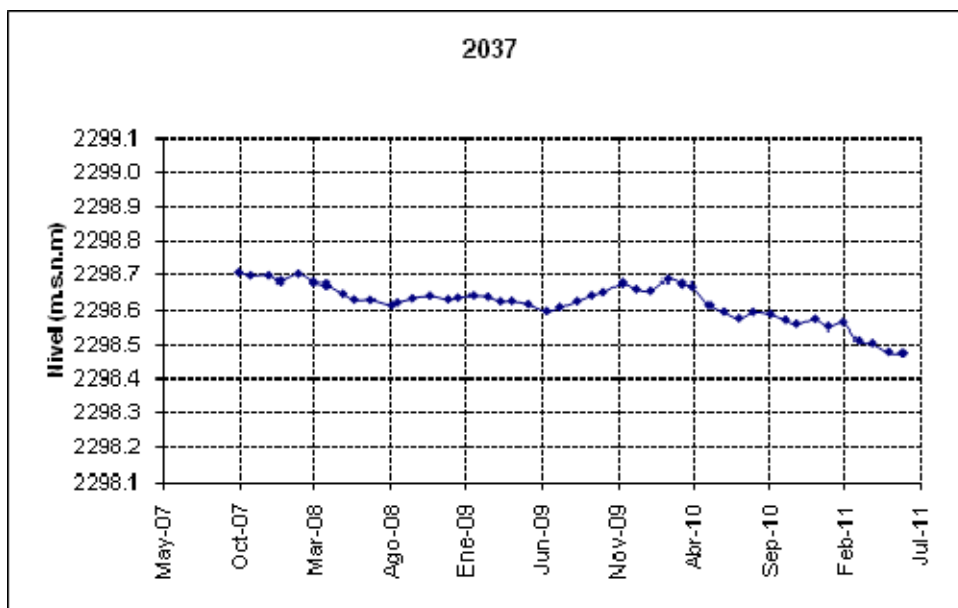


Figura 4.189. Nivel mensual observado en el pozo 2037.

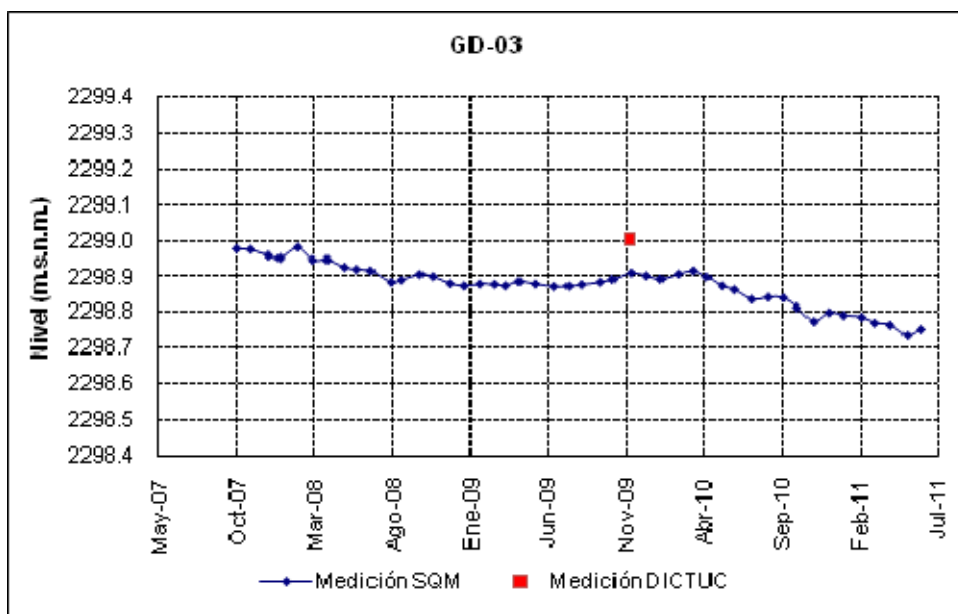


Figura 4.190. Nivel mensual observado en el pozo GD-03.³

³ Diferencia entre medición DICTUC y SQM se debe a diferencia de la cota de referencia.

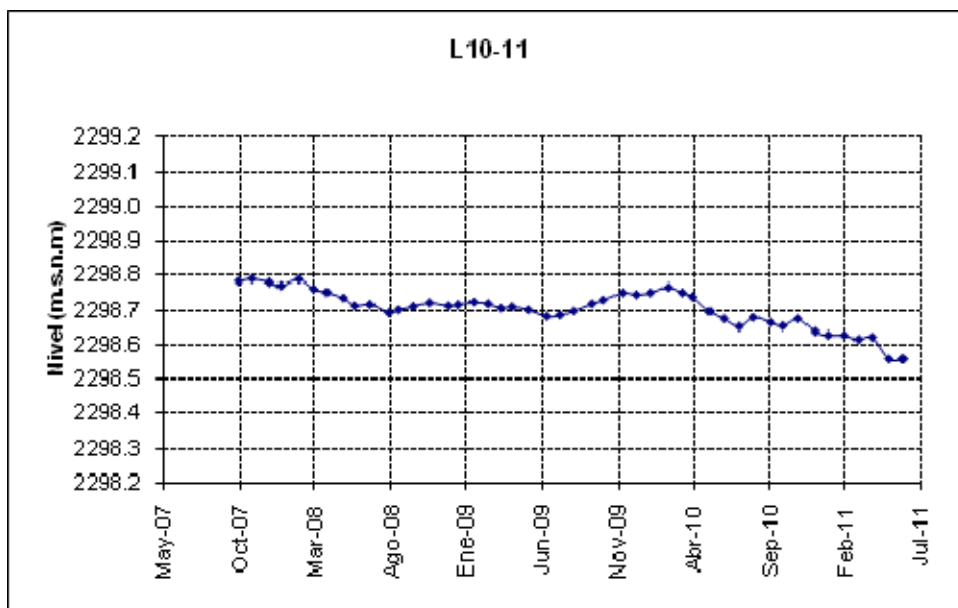


Figura 4.191. Nivel mensual observado en el pozo L10-11.

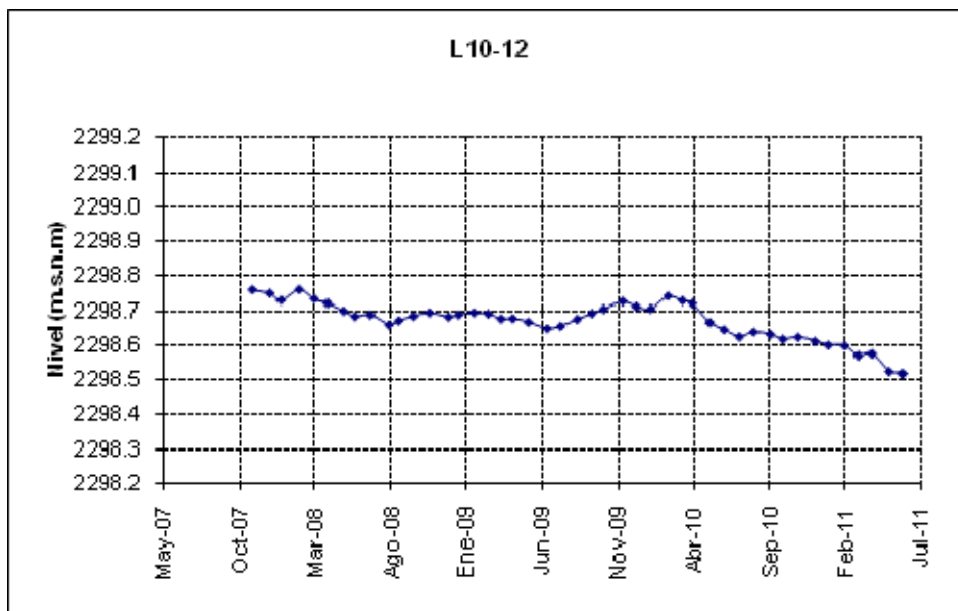


Figura 4.192. Nivel mensual observado en el pozo L10-12.

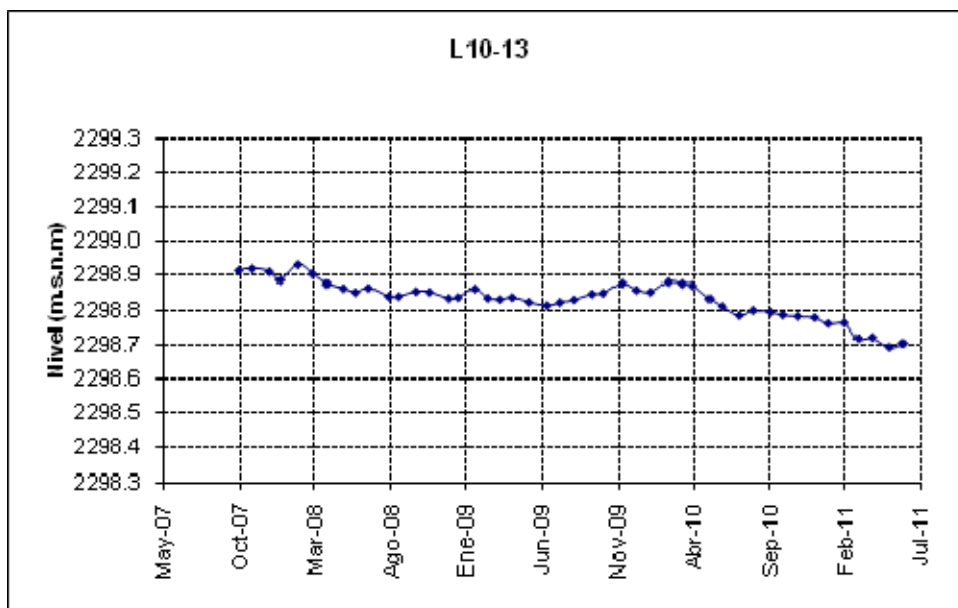


Figura 4.193. Nivel mensual observado en el pozo L10-13.

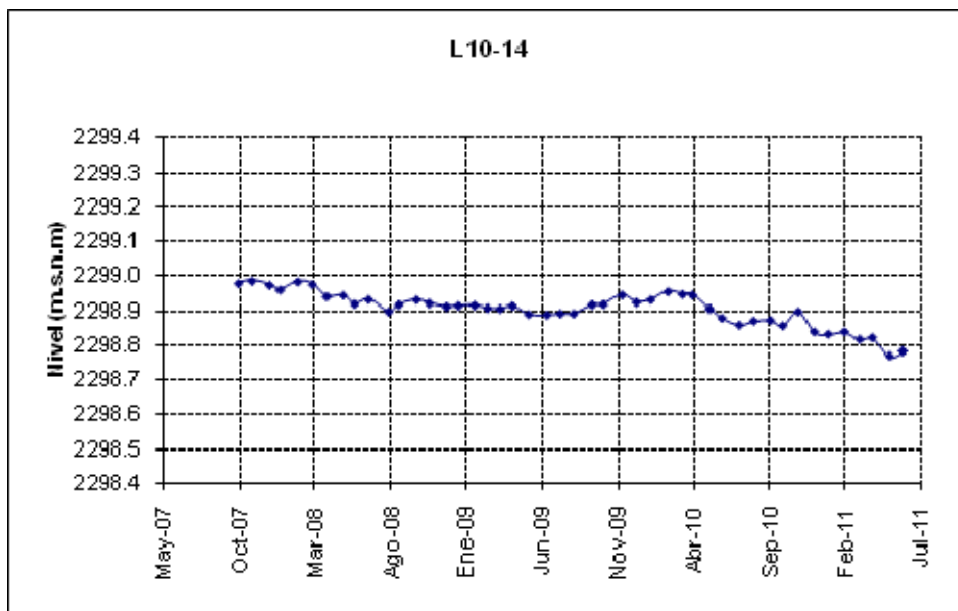


Figura 4.194. Nivel mensual observado en el pozo L10-14.

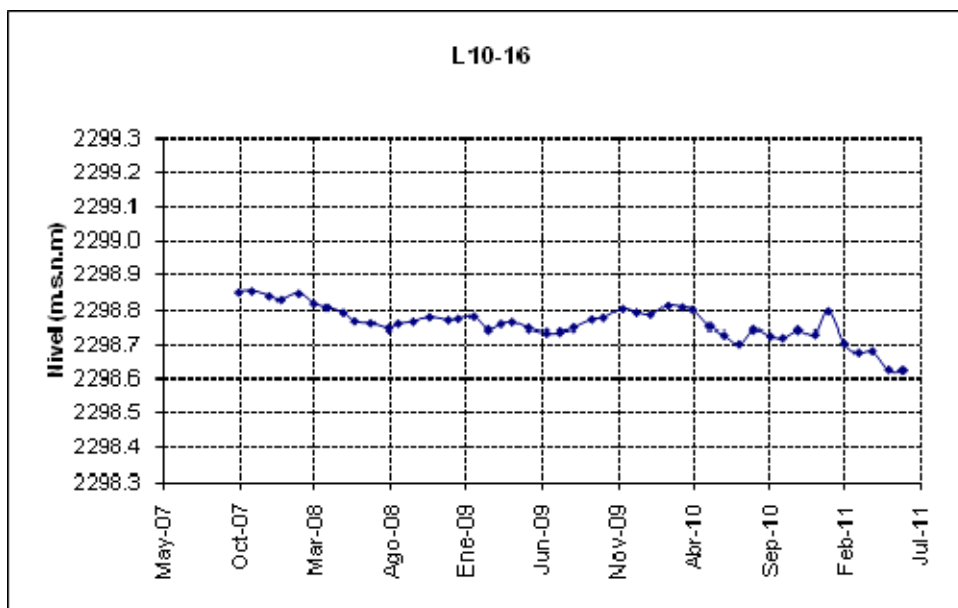


Figura 4.195. Nivel mensual observado en el pozo L10-16.

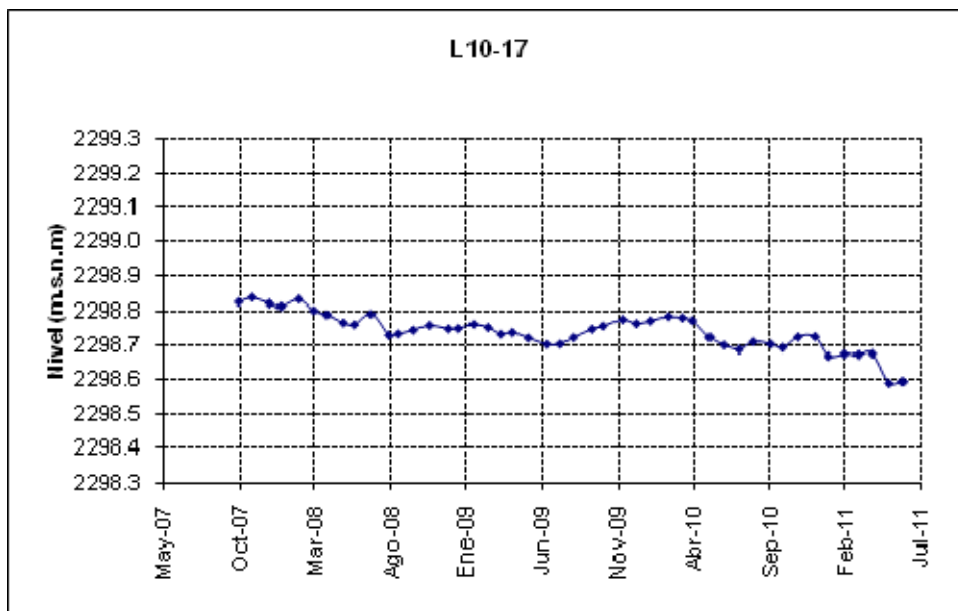


Figura 4.196. Nivel mensual observado en el pozo L10-17.

Nivel lacustre

Las lagunas Salada (Figura 4.197) y Saladita (Figura 4.198) presentan un comportamiento bastante estable a través del tiempo, a diferencia de la laguna Interna (Figura 4.199) que tuvo un descenso durante el año 2005 para luego estabilizarse en un nuevo nivel.

Cabe indicar que los dos últimos registros de nivel en la Laguna Interna según CONAF se indican secos.

La medición del nivel lacustre para el sistema Peine es realizada directamente por 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 4.197.

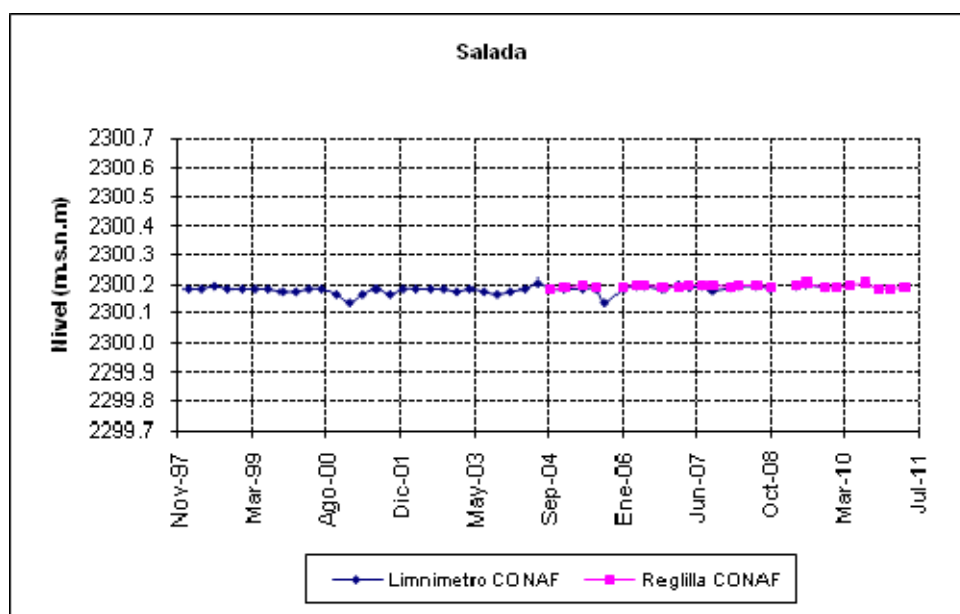


Figura 4.197. Nivel mensual observado en Salada.

El único antecedente topográfico que se tenía 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 4.198.

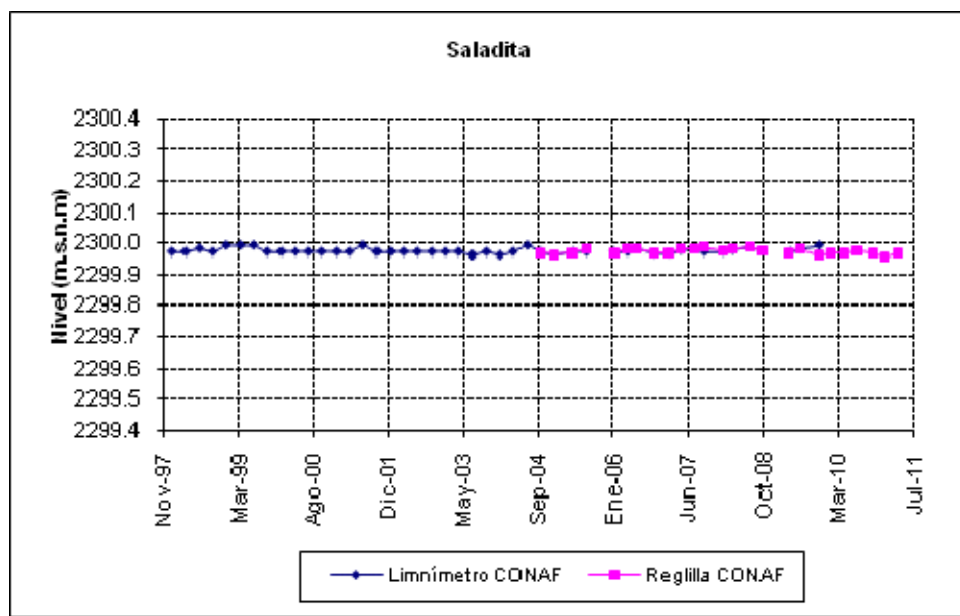


Figura 4.198. Nivel mensual observado en Saladita.

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 4.199.

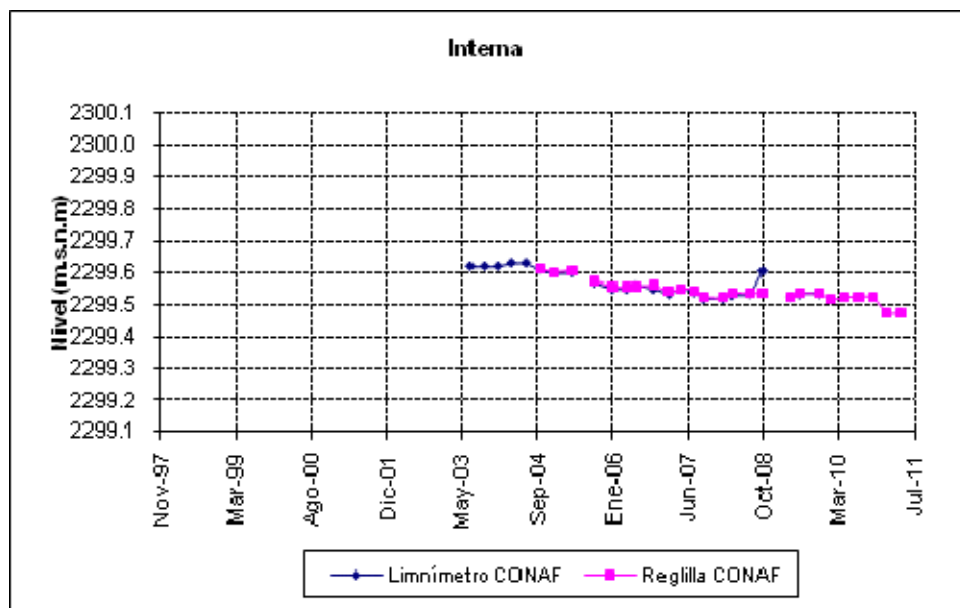


Figura 4.199. Nivel mensual observado en Interna.

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 4.61 a la Tabla 4.66 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 4.67 a la Tabla 4.72 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.

Muestreo realizado por SQM

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por SQM y analizadas por el Laboratorio ALS Environmental.

Tabla 4.61. 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
02-02-2009	235	6,42	1,209
27-04-2009	233	6,22	1,223
30-07-2009	205	6,95	1,220
12-10-2009	194,1	6,91	1,222
28-01-2010	235	6,87	1,221
25-04-2010	232	6,98	1,209
30-07-2010	205	6,58	1,211
27-10-2010	223	6,83	1,208
11-01-2011	253	6,88	1,211
26-04-2011	226	6,92	1,210

Tabla 4.62. 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	442000	23	442710	6,82	1,240
31-10-2007	563	523000	770	524100	6,83	1,230
12-02-2008	625	531000	27	545000	6,93	1,210
28-04-2008	658	634000	2120	664000	7,16	1,210
13-07-2008	614	554000	14	574000	6,89	1,210
17-10-2008	239,8	164500	<3	173109	6,97	1,000
02-02-2009	240	194500	50	234500	6,86	1,200
27-04-2009	239	169690	164	173523	6,74	1,200
30-07-2009	239	167300	26	171079	6,60	1,118
12-10-2009	238	181790	20	181836	7,80	1,203
28-01-2010	240	171600	19	171725	6,77	1,191
25-04-2010	212	156880	22	165400	6,96	1,189
30-07-2010	240	181720	87	182400	6,8	1,201

Tabla 4.62. 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)
27-10-2010	239	219880	11	220159	6,83	1,197
11-01-2011	239	201690	112	205540	6,84	1,171
26-04-2011	240	176400	543	180290	6,84	1,1863

Tabla 4.63. 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
02-02-2009	9,5	8,35	1,005
26-04-2009	8,8	8,55	1,002
30-07-2009	11,6	7,86	1,004
12-10-2009	13,8	7,87	1,006
19-01-2010	35,9	8,55	1,012
25-04-2010	35,0	7,87	1,015
30-07-2010	34,7	7,65	1,016
27-10-2010	35,5	7,77	1,015
11-01-2011	37,9	7,81	1,015
26-04-2011	14,9	8,43	1,005

Tabla 4.64. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	313	244000	442	244800	7,37	1,120
12-02-2008	20,8	17660	<10	18320	7,48	1,010
29-04-2008	21	19800	250	22100	7,80	1,006

Tabla 4.64. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-1

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
13-07-2008	24,3	19200	<10	19800	7,81	1,010
15-10-2008	28,5	19424	8	20624	7,95	1,300
02-02-2009	12,0	7900	6	8920	8,39	1,000
26-04-2009	9,9	6867,6	9	7340	8,13	s.i.
31-07-2009	14,3	8944	<3	9560	7,51	1,031
12-10-2009	18,6	13750	<3	13820	7,67	1,008
19-01-2010	34,6	25106	38	25176	7,22	1,003
25-04-2010	34	27700	8	29400	8,03	1,007
30-07-2010	40,8	30125	5	35873	7,7	1,011
27-10-2010	37,8	27665	51	29100	7,52	1,006
11-01-2011	36,3	26996	13	28400	7,82	1,008
26-04-2011	17,44	12120	11	13300	8,3	1,003

s.i.: sin información

Tabla 4.65. 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
02-02-2009	155,8	7,08	1,111
27-04-2009	141,5	6,83	1,105
30-07-2009	108	7,65	1,080
12-10-2009	100,6	7,66	1,084
19-01-2010	133,3	8,13	1,075
25-04-2010	122,3	7,65	1,076
30-07-2010	29,2	8,54	1,014
27-10-2010	34,8	8,31	1,026
11-01-2011	129,1	7,52	1,078
28-04-2011	116,7	7,59	1,076

Tabla 4.66. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo L10-4

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos (mg/L)	Sólidos Totales (mg/L)	pH	Densidad (kg/L)
31-10-2007	323	236000	109	236500	7,42	1,120
12-02-2008	328	282000	35	312000	7,50	1,110
28-04-2008	238	223000	760	244000	7,67	1,080
13-07-2008	258	216000	104	231000	7,56	1,090
17-10-2008	177,7	167000	73	171210	7,64	1,000
02-02-2009	176	162500	292	168500	7,45	1,100
27-04-2009	165,3	130833	192	142500	7,32	1,100
30-07-2009	141,2	98840	36	107654	7,07	1,071
12-10-2009	142	110568	17	110636	7,77	1,071
19-01-2010	136,4	99799	17	99872	6,87	1,065
25-04-2010	122,3	92950	72	93710	7,53	1,071
30-07-2010	139,9	104710	19	105640	7,23	1,069
27-10-2010	139	128198	18	130300	7,24	1,066
11-01-2011	138,5	109320	134	113770	7,4	1,051
28-04-2011	138,9	105425	207	112938	7,37	1,063

Muestreo realizado por CONAF

A continuación se presentan los resultados de análisis físico-químico de muestras de agua tomadas en terreno por CONAF.

Tabla 4.67. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,71	8,04	22,6
20-04-2007	5,70	8,10	11,4
24-07-2007	5,63	8,04	14,5
24-10-2007	4,04	nm	21,2
24-02-2008	4,06	8,12	19,4
24-04-2008	4,25	8,25	19,6

Tabla 4.67. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
01-08-2008	1,92	nm	11,2
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3,10	8,10	28,0
24-04-2009	3,45	8,12	17,4
25-07-2009	5,30	8,23	13,8
05-11-2009	5,40	7,94	20,3
27-01-2010	4,80	7,60	20,80
27-04-2010	3,90	7,70	17,70
22-07-2010	8,46	8,29	3,30
27-10-2010	4,40	8,34	16,80
28-01-2011	4,00	7,95	23,9
27-04-2011	4,40	8,18	20,1

nm: no medido

Tabla 4.68. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendido (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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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
01-02-2009	61,64	61,52	124	9,51	14,80	1,33	2,46	818	1,79	31,00	4,90	179	44,00	4,49	1,88	84	220
24-04-2009	37,01	37,00	6	5,60	8,06	3,54	1,39	797	0,92	23,50	3,27	243	9,09	0,91	1,33	69	215
25-07-2009	57,92	57,82	99	4,83	7,44	2,91	1,02	590	0,93	33,40	1,96	210	18,00	0,44	0,56	76	203
05-11-2009	51,19	51,03	161	8,49	13,80	1,54	1,93	1063	1,35	27,2	3,73	255	1,53	1,04	0,64	76	212
27-01-2010	59,17	59,08	99	8,49	13,10	1,02	2,55	797	1,39	40,90	3,89	322	<1	4,08	1,76	79	264
27-04-2010	30,28	30,23	50	5,10	7,79	0,90	1,26	714	0,82	15,70	2,06	204	36,00	0,57	<0,20	77	395
22-07-2010	34,31	34,20	107	5,50	7,74	1,07	1,33	667	0,79	16,6	2,6	250	12	0,77	0,36	67	225
27-10-2010	41,13	41,03	100	6,48	8,51	0,79	1,47	644	3,52	22,7	2,85	195	24	4,23	0,97	74	200

Tabla 4.68. Resultados de Análisis Físico Químico (Laboratorio). Laguna Interna. (CONAF)

Fecha de Muestreo	Sólidos totales (g/L)	Sólidos disueltos totales (g/L)	Sólidos suspendido (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)
28-01-2011	56,604	56,526	78	14	12,8	0,9	2,06	1104	1,37	24	5,59	273	80	0,85	0,25	96	224
27-04-2011	29,356	29,237	119	5,15	6,53	1,22	1,19	559	0,87	13,4	2,15	240	3,09	0,82	<0,20	77,1	202

s.i.: sin información

Tabla 4.69. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,45	8,08	23,0
20-04-2007	5,90	8,14	11,7
24-07-2007	5,33	8,07	14,6
24-10-2007	3,49	nm	20,9
24-02-2008	3,94	8,21	16,0
24-04-2008	4,63	8,25	18,3
01-08-2008	1,69	nm	10,5
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3,42	8,24	18,0
24-04-2009	4,10	8,26	21,8
25-07-2009	3,60	8,41	15,1

Tabla 4.69. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Laguna Salada. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
05-11-2009	3,60	7,49	18,9
27-01-2010	5,70	7,90	17,9
27-04-2010	5,70	7,90	21,3
22-07-2010	8,58	8,45	7,00
27-10-2010	4,6	8,40	17,4
28-01-2011	3,4	8,20	22,0
27-04-2011	5,3	8,24	18,9

nm: no medido

Tabla 4.70. 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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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

Tabla 4.70. 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)
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
01-02-2009	35,84	35,32	524	5,10	8,57	2,51	1,47	970	1,08	18,00	2,78	216	24,00	2,74	2,6	85	217
24-04-2009	25,00	24,80	201	4,35	6,15	2,81	1,10	501	0,72	14,50	2,13	237	3,03	0,75	1,66	71	200
25-07-2009	26,12	25,65	467	2,70	4,05	1,46	0,55	324	0,48	20,30	1,09	128	12,00	0,25	0,29	52	125
05-11-2009	35,19	35,02	168	5,71	9,02	0,46	1,32	684	0,96	18,7	2,48	249	13,8	0,70	0,71	71	227
27-01-2010	36,66	36,44	222	5,71	8,23	0,70	1,17	560	1,31	31,10	2,44	271	<1	2,50	2,11	207	222
27-04-2010	28,90	28,84	52	7,95	6,97	0,56	1,06	659	0,72	13,60	2,26	95	129,00	0,65	<0,20	76,00	370
22-07-2010	23,56	23,43	126	4,00	5,64	0,75	0,97	487	0,68	11,9	2,15	204	16,5	0,46	0,27	59	195
27-10-2010	33,92	33,78	137	5,46	8,43	0,64	1,29	600	1,20	18,5	2,34	203	33,0	1,70	1,24	97	198
28-01-2011	26,391	25,334	57	1,86	7,15	0,6	1,05	571	0,66	12,6	3,14	324	81	0,34	0,23	82	239
27-04-2011	28,1	27,87	230	4,85	6,03	0,59	1,11	542	0,81	13,0	2,1	259	14,7	0,68	<0,20	92,6	213

s.i.: sin información

Tabla 4.71. Resultados de Análisis Físico Químico (Terreno). Lagunas Saladita. (CONAF)

Fecha de muestreo	Oxígeno disuelto (mg/L)	pH	Temperatura (°C)
08-02-2007	3,33	8,03	22,1
20-04-2007	5,50	8,06	11,8
24-07-2007	5,59	8,06	15,9
24-10-2007	3,90	nm	19,5
24-02-2008	4,10	8,11	17,4
24-04-2008	4,34	8,22	18,5
01-08-2008	1,79	nm	11,4
06-11-2008	nm	nm	nm
01-02-2009	3,55	8,10	13,
24-04-2009	3,01	8,16	20,
25-07-2009	5,80	8,25	12,7
05-11-2009	5,6	7,83	19,4
27-01-2010	3,30	7,60	20,30
27-04-2010	6,80	7,90	18,70
22-07-2010	8,64	8,38	5,50
27-10-2010	4,20	8,55	12,80
28-01-2011	3,3	8,19	18,9
27-04-2011	4,3	8,17	16,6

nm: no medido

Tabla 4.72. 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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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	s.i.
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
01-02-2009	50,31	50,28	32	8,31	12,60	4,49	2,07	837	1,51	27,00	2,78	179	38,00	4,07	2,40	73	210
24-04-2009	21,49	21,40	88	4,75	6,81	2,94	1,22	648	0,77	21,50	1,16	209	7,58	0,92	1,25	72	174
25-07-2009	30,84	30,51	326	4,51	7,37	2,23	1,36	602	0,89	14,60	1,78	229	15,00	0,48	0,51	78	215
05-11-2009	45,65	45,52	131	7,36	12,2	0,38	1,88	921	1,26	17,8	3,20	261	<1	0,91	0,71	78	214
27-01-2010	54,35	54,00	354	7,36	12,50	0,38	2,38	745	0,86	22,40	3,68	237	<1	4,30	1,68	159	194
27-04-2010	28,00	27,97	28	5,15	7,65	0,64	1,19	686	0,79	14,80	2,19	214	27,00	0,76	<0,20	76,00	395
22-07-2010	26,91	26,83	76	4,50	6,26	0,64	1,03	657	0,32	12,20	2,00	207	19,50	0,68	<0,2	61	203
27-10-2010	39,17	39,07	98	6,28	9,80	0,70	1,48	663	1,40	22,00	2,77	198	23,00	1,05	1,29	77	213

Tabla 4.72. 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)
28-01-2011	47,808	47,74	68	11,7	11,2	0,9	1,86	1032	1,23	23	4,43	263	59	0,62	0,33	95	198
27-04-2011	28,419	28,134	285	5,1	6,4	0,6	1,17	558	0,87	12,7	2,05	248	<1	0,74	0,32	94,1	204

s.i.: sin información

Aforos

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

Salada

Al igual que para la estación Barros Negros y como una forma de contar con información confiable, a partir del 1 de enero de 2010 se eliminaron las mediciones continuas de las estaciones de aforo y se realizará la medición solo a través de un sistema manual con frecuencia mensual a modo de dar cumplimiento preciso a lo contenido en la RCA N° 226/2006. Más detalle se presenta en la sección 5.1 del Informe N°5 del PSAH.

Al igual que en Barros Negros. SQM realiza aforos manuales en la sección donde se ubica la estación de Salada. Los caudales manuales calculados son presentados en la Figura 4.200.

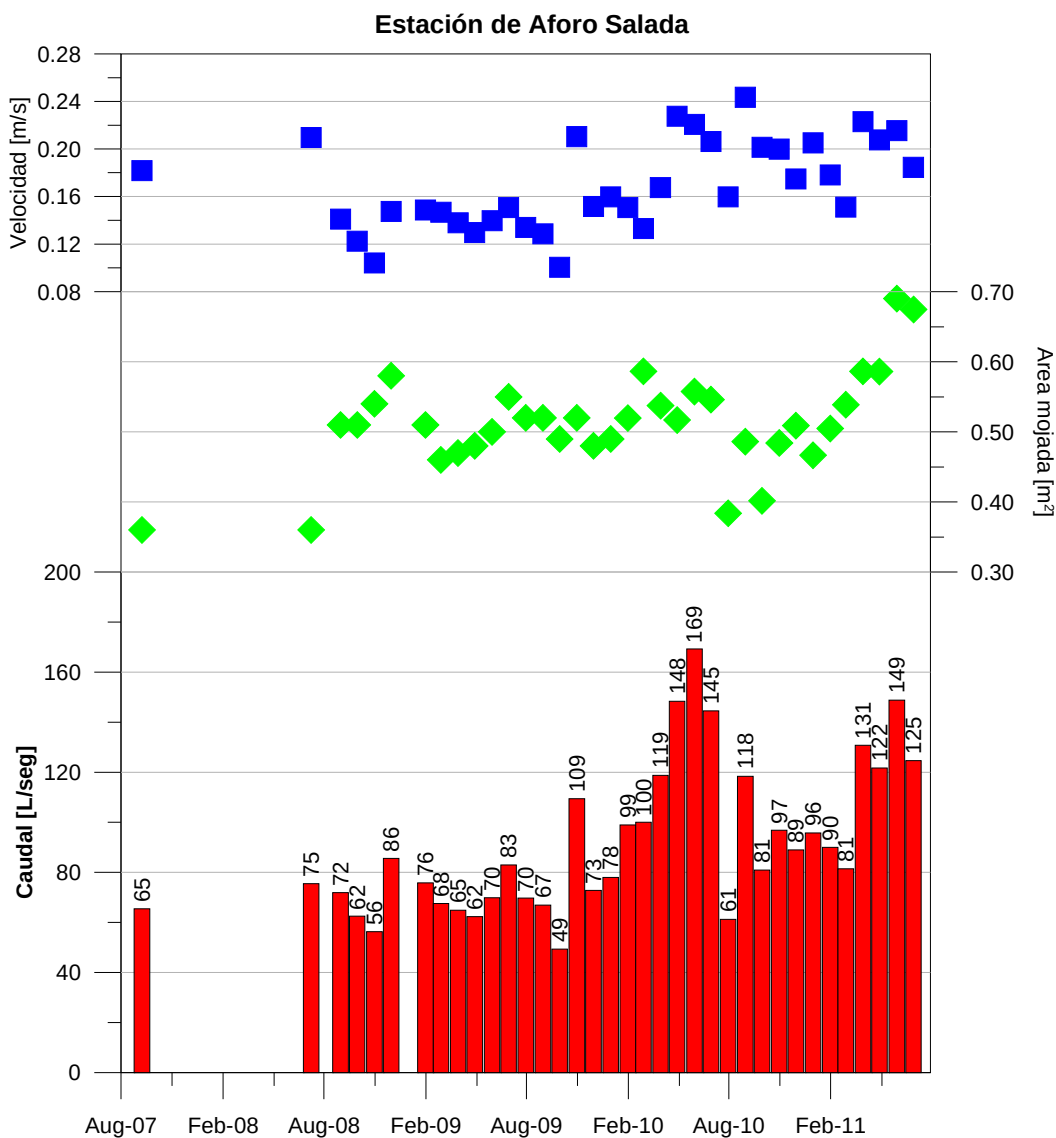


Figura 4.200. Aforo Salada. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²).

Saladita

Los registros manuales de caudal con que cuenta SQM para esta estación de aforo se presentan en la Figura 4.201.

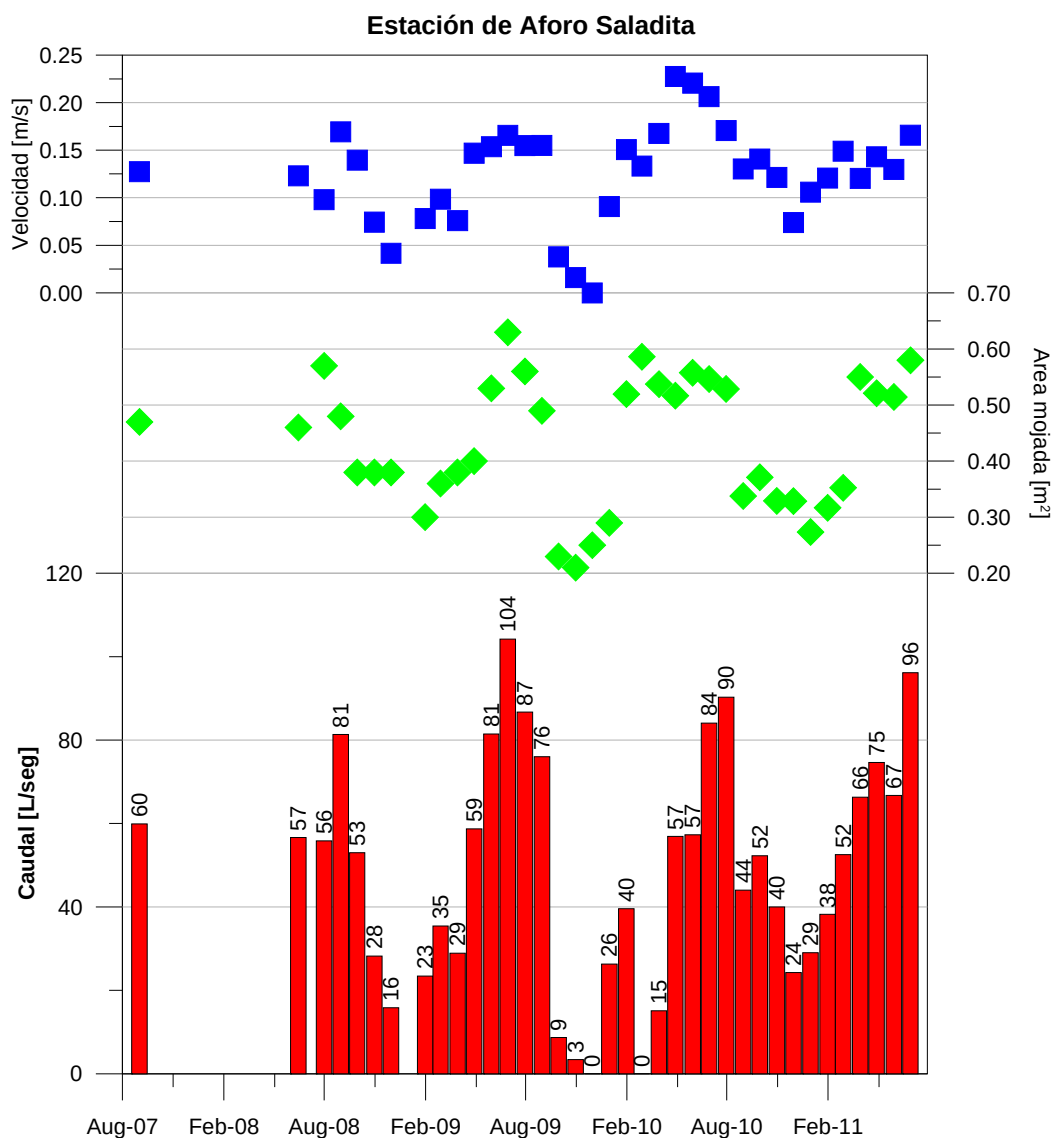


Figura 4.201. Aforo Saladita. En barra roja caudal aforado por método manual, en azul velocidad (m/s) y en verde área mojada (m²).

Superficie lacustre

En el marco del convenio específico CONAF – SQM Salar S. A. vigente para el periodo 2004-2009 y el Addendum que lo renueva hasta enero de 2014, relativo al Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama, se presentan a continuación los resultados de mediciones de perfiles de las lagunas, lecturas con estacas perimetrales. Se observa que la superficie en la laguna Salada se ha mantenido constante prácticamente desde el año 1996, mientras que la Laguna Saladita presenta un descenso durante 2009 en las mediciones realizadas por CONAF, se debe destacar que esta tendencia no es coincidente con la observada a través de imágenes satelitales presentadas en el informe N°7, éstas mediciones se presentan en la Tabla 4.73.

En la Tabla 4.73 se observan las mediciones realizadas a través de topografía y del método de imágenes satelitales, las mediciones de topografía solo se realizaron hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, queda establecido que las mediciones de Topografía solo se realizarán cada 5 años, por otro lado en la misma resolución se establece la metodología para realizar la medición a través de imagen satelital, dicha actividad se realiza en el mes de abril de cada año

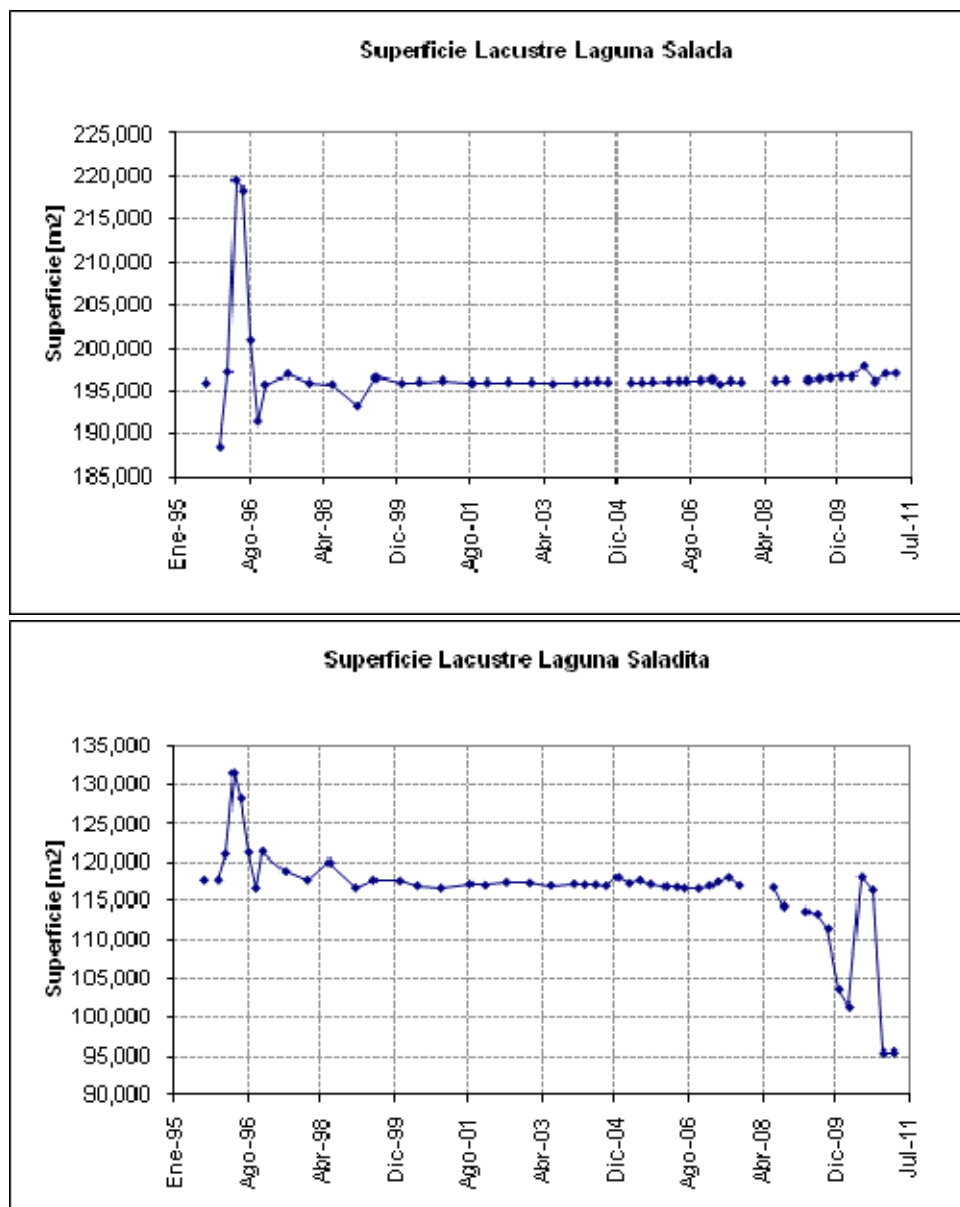


Figura 4.202. Evolución de la superficie lacustre sistema Peine medida por CONAF (CONAF 2009-2011, Informes de Avance Plan de Monitoreo Ambiental Hábitat y Avifauna del Salar de Atacama)

Tabla 4.73. Superficies lacustres medidas desde Abril de 2008 hasta 2011

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	Superficie (m ²) – 2008		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) -2009		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) - 2010		DIFERENCIA SUPERFICIE (%)	Superficie (m ²) - 2011	
		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		Topografía	Imagen satelital		Imagen satelital	
	Salada	147.500	176.126	19.4	199.394	196.616	2	199.067	198.178	0.4	199.521	
Peine	Saladita	118.284	99.665	18.7	110.502	105.274	5	107.149	108.022	0.8	110.394	
	Interna	-	-	-	246.295	199.968	23	231.590	198.838	16.5	182.616	

SISTEMA 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 4.203 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.74 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 y pozo somero). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra de manera gráfica el registro de nivel.

Tabla 4.74. 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	213	L3-16	Zona marginal	Pozo profundo	217
L1-17	Zona marginal	Pozo somero	214	L4-17	Zona marginal	Pozo somero	218
L2-25	Zona marginal	Pozo somero	215	L7-13	Zona marginal	Pozo profundo	218
L2-26	Zona marginal	Pozo profundo	215	L7-14	Zona marginal	Pozo somero	219
L2-27	Zona marginal	Pozo somero	216	L7-15	Zona marginal	Pozo profundo	219
L2-28	Zona marginal	Pozo profundo	216	L9-1	Zona marginal	Pozo profundo	220
L3-15	Zona marginal	Pozo profundo	217	L9-2	Zona marginal	Pozo profundo	220

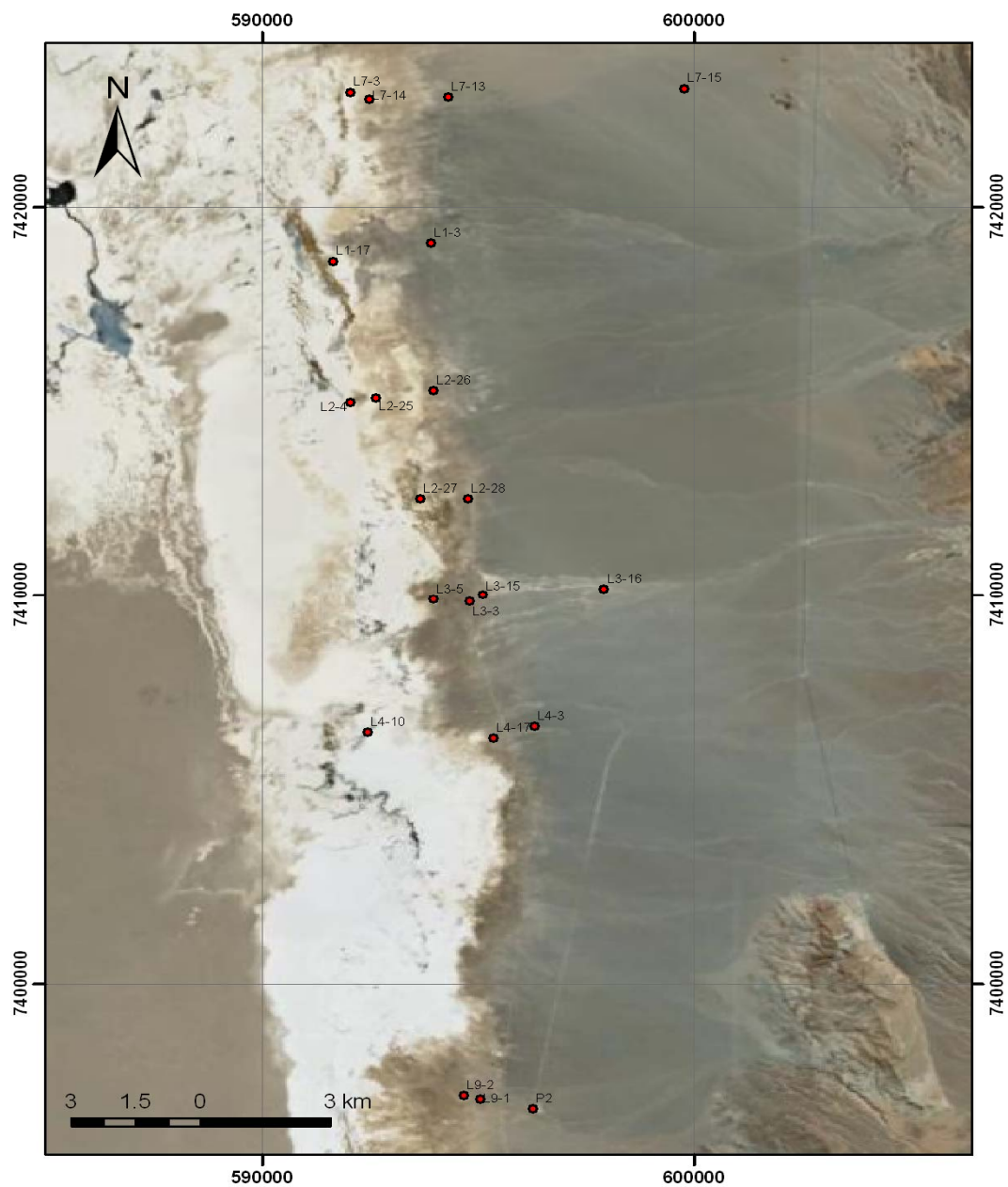


Figura 4.203. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Borde Este.

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 del Sistema Soncor y del Sistema Vegetación Borde Este, siendo presentados en la sección 4 - 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, presentándose en el subcapítulo de Aguas de Quelana. Sus gráficos pueden ser consultados en la sección 4 - Sistema Aguas de Quelana, donde también se muestra que el pozo L3-3 presenta comportamiento claramente estacional, sin embargo se observa desde el inicio de los registros un leve descenso del nivel de aproximadamente 10 cm en 10 años, es decir, 1 cm/año. No obstante, el pozo L3-5 que se encuentra muy cercano a este no presenta este descenso.

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.

Pozos en zona aluvial

En la Figura 4.204 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 4.218.

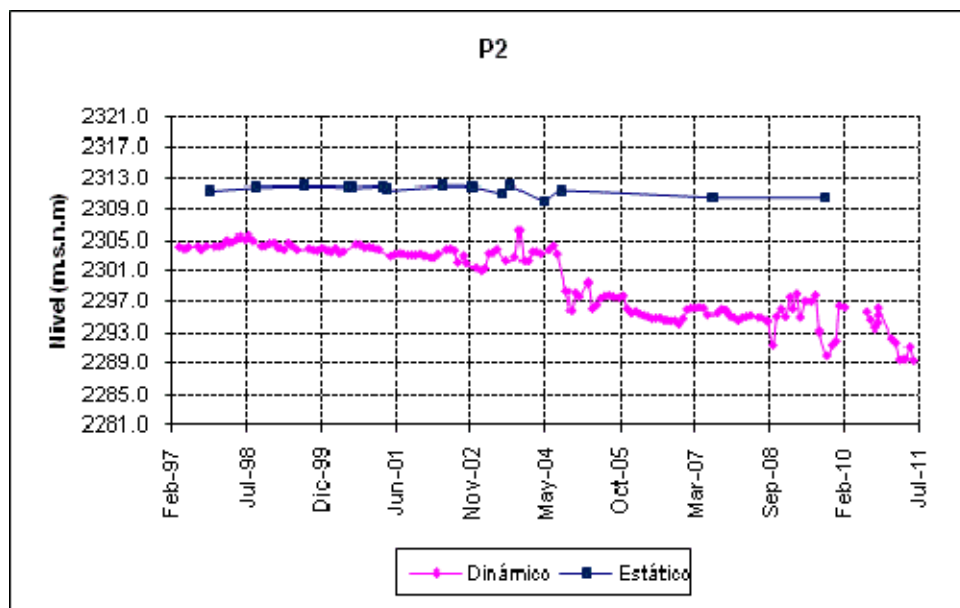


Figura 4.204. Nivel mensual estático (línea magenta) y dinámico (línea azul) observado en el pozo de bombeo P2.

Pozos en zona marginal

Los dos primeros años de monitoreo permiten calificar el comportamiento en la mayoría de los pozos.

Existen pozos en los cuales la variación de nivel está fuertemente controlada por la evaporación con claro comportamiento estacional, es decir, menor nivel en verano y mayor en invierno (L1-17, L2-25, L2-26, L2-27, L2-28, L4-17, L7-14). La magnitud de esta oscilación dependerá de la profundidad del agua subterránea.

Existen pozos que muestran el efecto del bombeo de pozos que iniciaron su bombeo dentro de los 2 últimos años, con una leve tendencia al descenso en función de la cercanía al pozo (L3-15, L3-16). En estos sectores el acuífero aún está buscando su equilibrio y se aprecia durante los últimos meses una tendencia a la estabilización especialmente en el pozo L3-16.

Existen pozos con un comportamiento mixto, donde se mezclan los 2 comportamientos anteriormente descritos, es decir, estacional y leve tendencia al descenso (L4-17, L7-15, L9-1, L9-2). En estos pozos la tasa de descenso dependerá de su cercanía al pozo de bombeo. En particular el pozo L7-15 muestra un descenso que concuerda con el inicio del bombeo de los pozos Mulla 1 que se encuentra muy cercano, sin embargo, a partir de 2010 se puede apreciar tiende a estabilizarse.

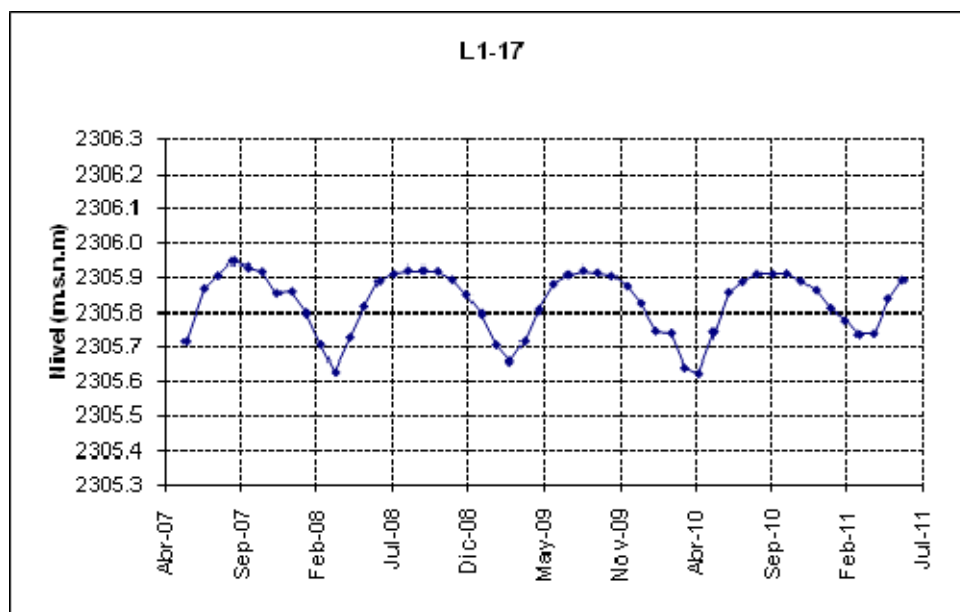


Figura 4.205. Nivel mensual observado en el pozo L1-17.

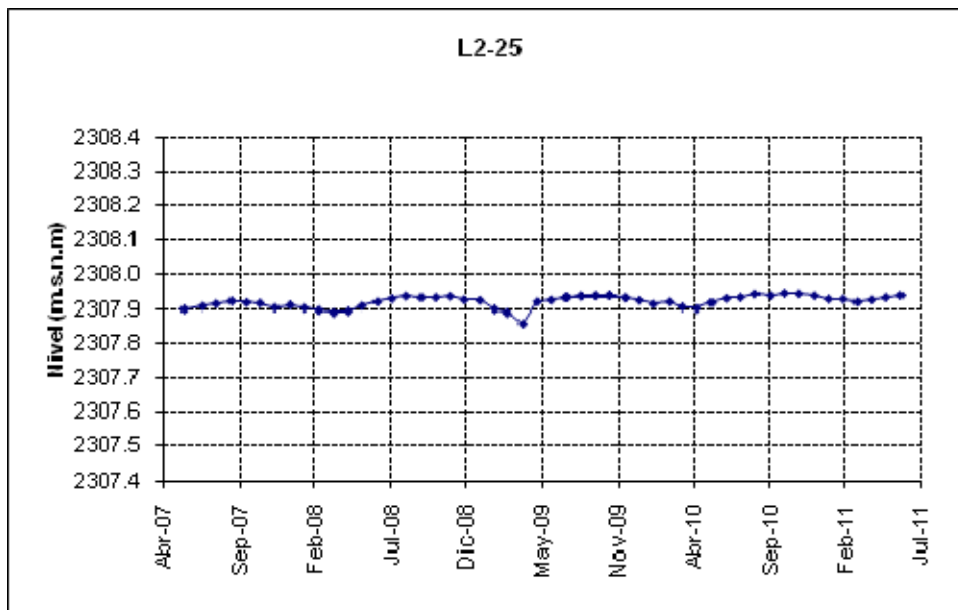


Figura 4.206. Nivel mensual observado en el pozo L2-25.

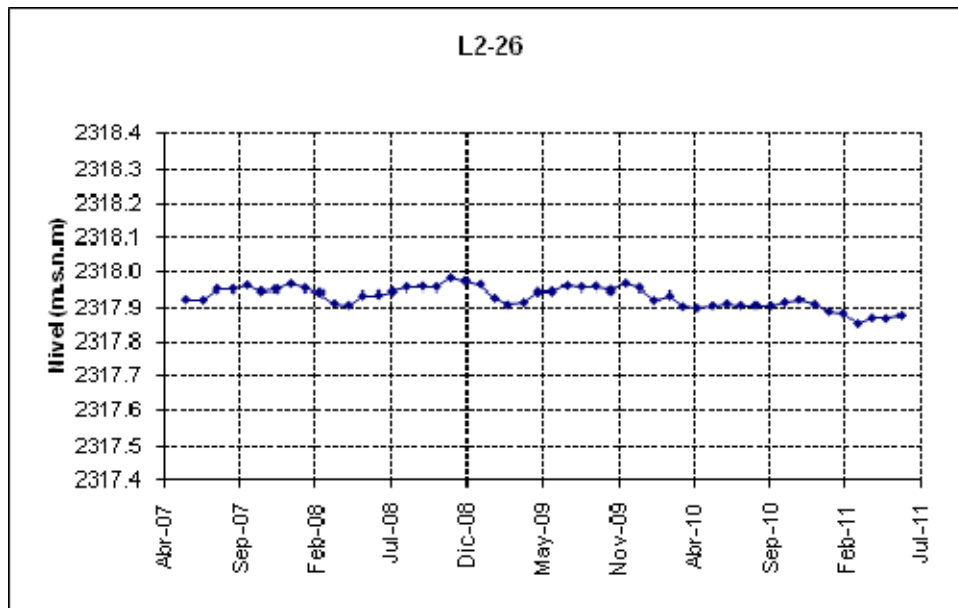


Figura 4.207. Nivel mensual observado en el pozo L2-26.

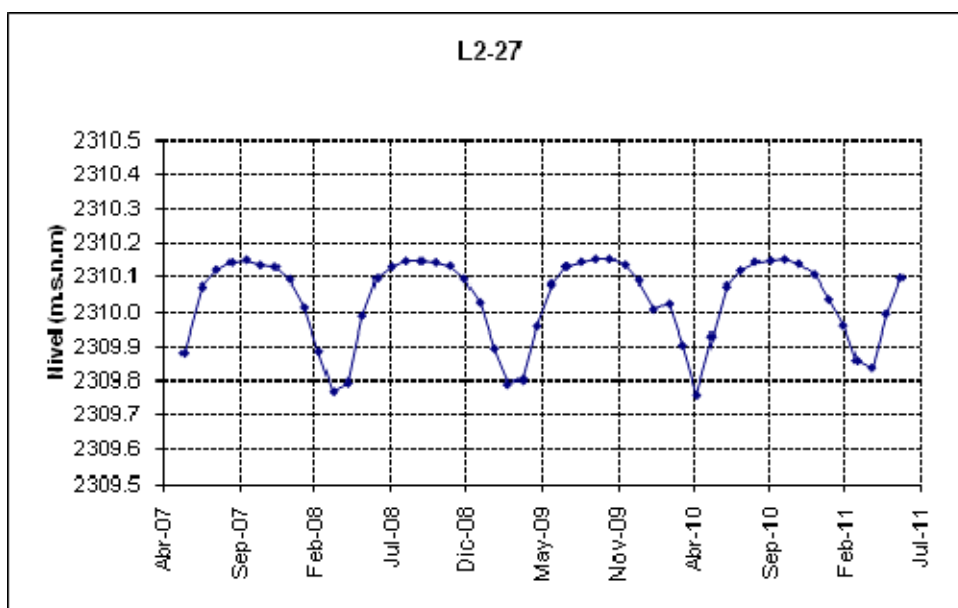


Figura 4.208. Nivel mensual observado en el pozo L2-27.

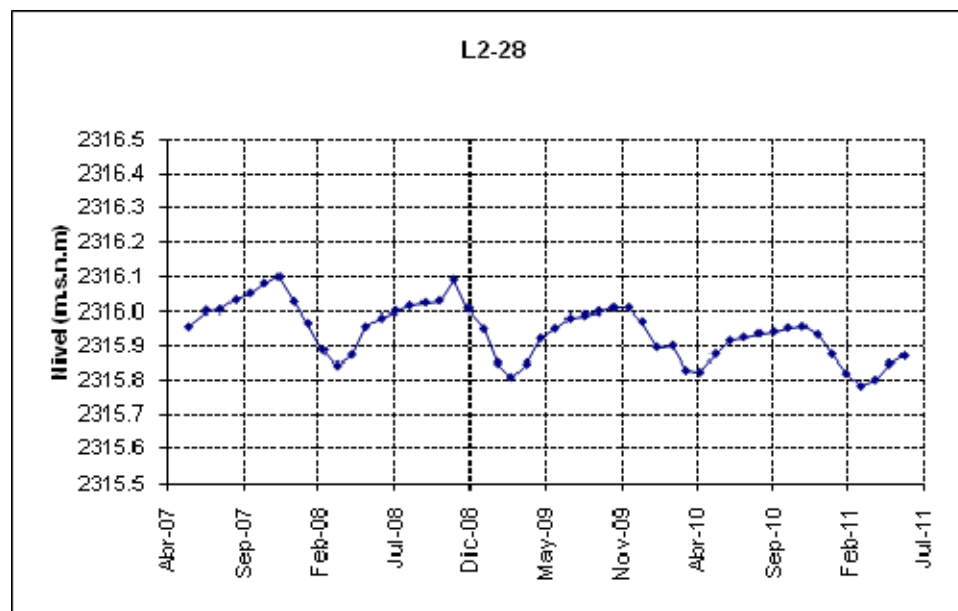


Figura 4.209. Nivel mensual observado en el pozo L2-28.

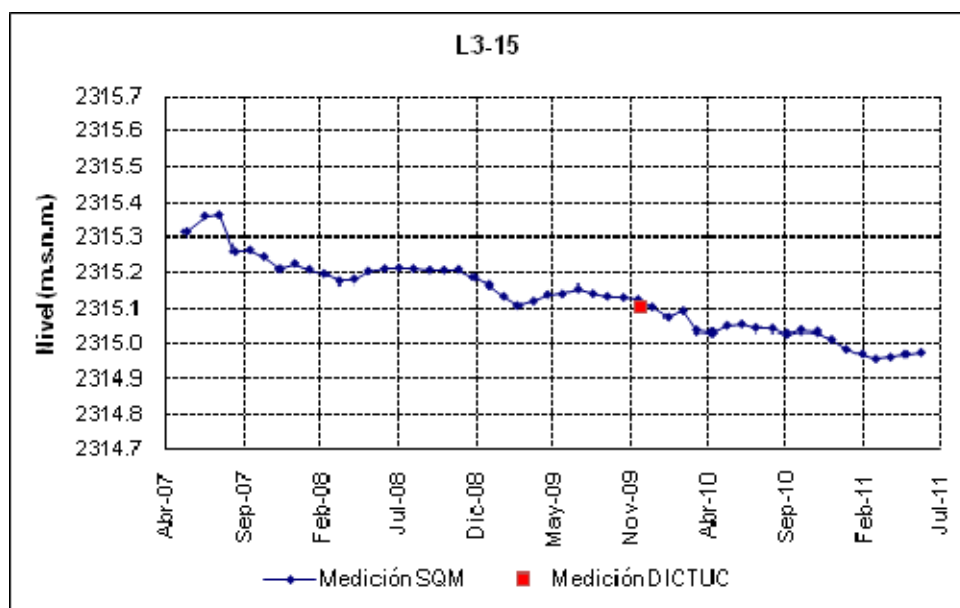


Figura 4.210. Nivel mensual observado en el pozo L3-15.

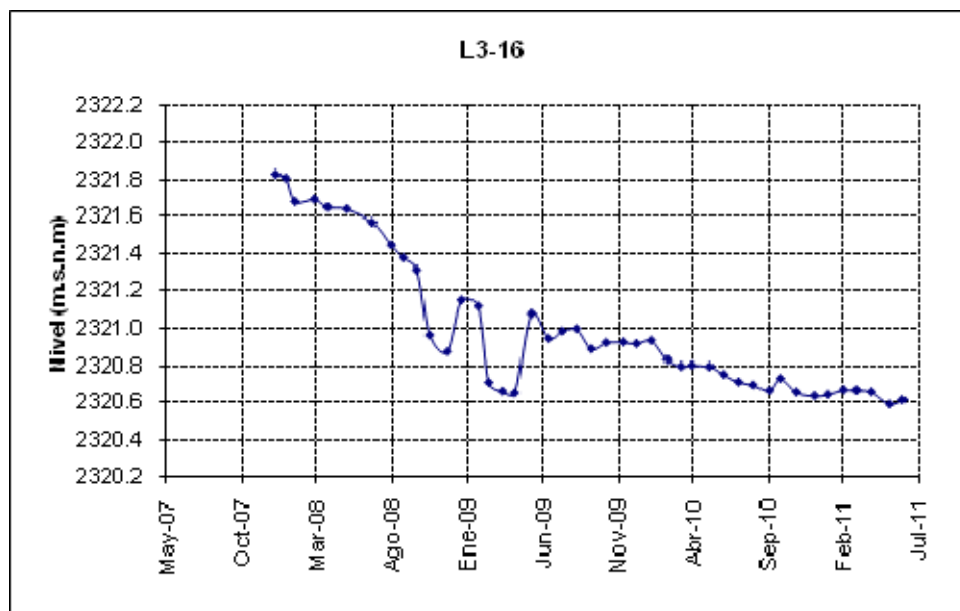


Figura 4.211. Nivel mensual observado en el pozo L3-16.

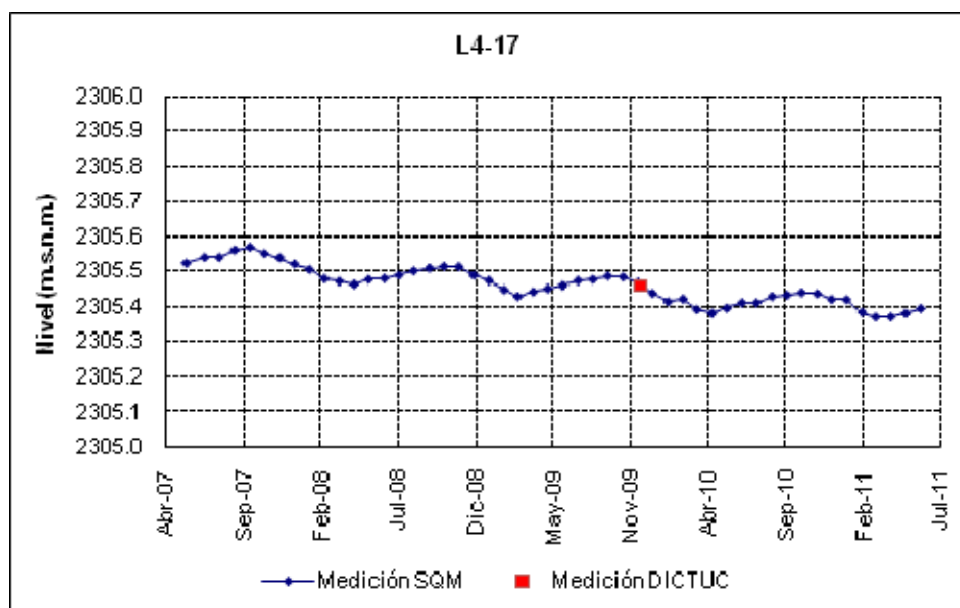


Figura 4.212. Nivel mensual observado en el pozo L4-17.

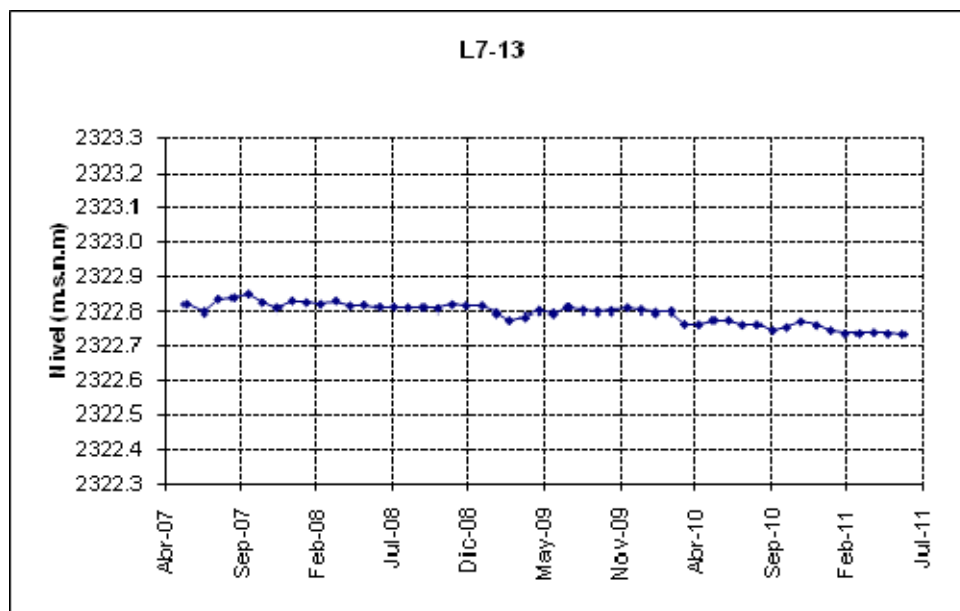


Figura 4.213. Nivel mensual observado en el pozo L7-13.

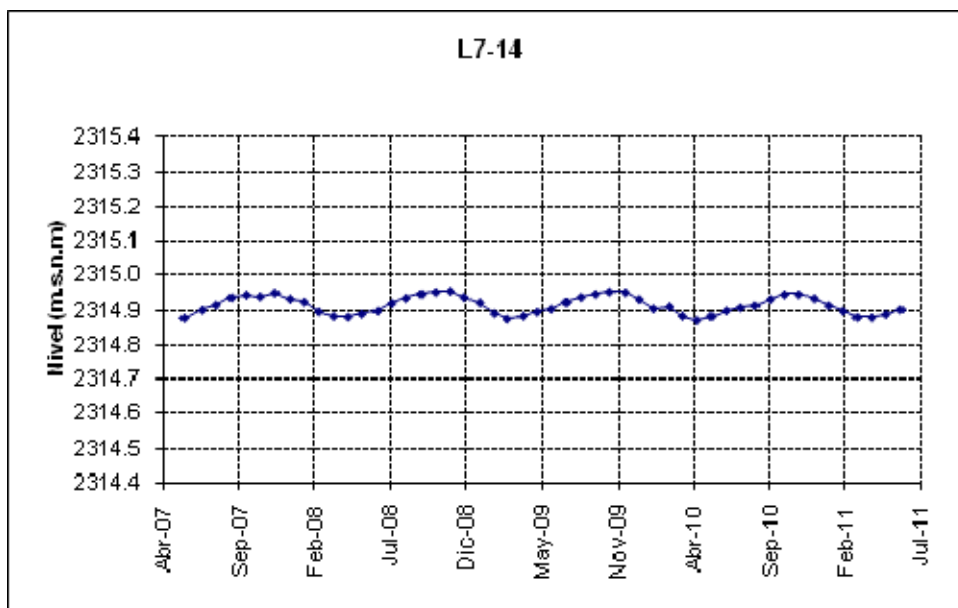


Figura 4.214. Nivel mensual observado en el pozo L7-14.

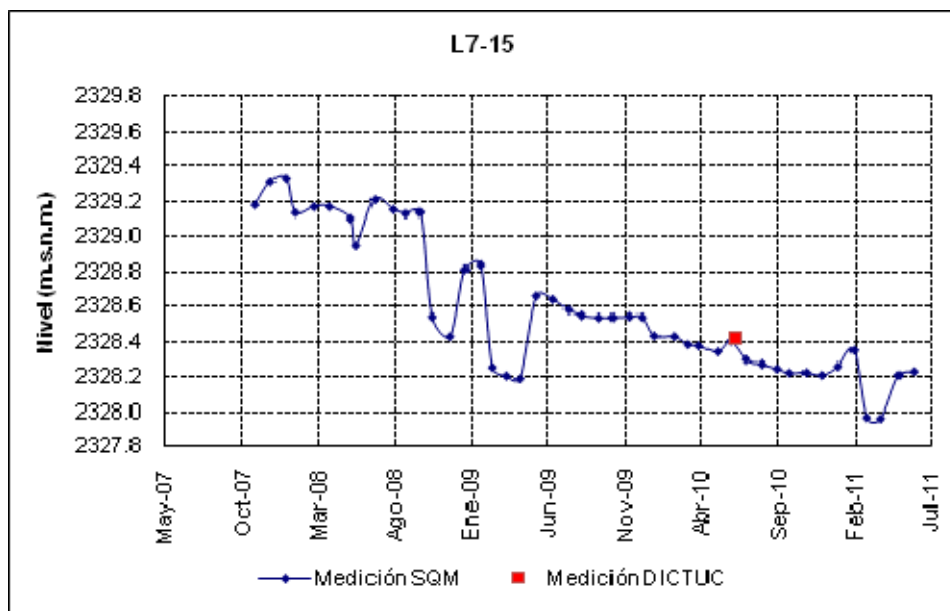


Figura 4.215. Nivel mensual observado en el pozo L7-15.

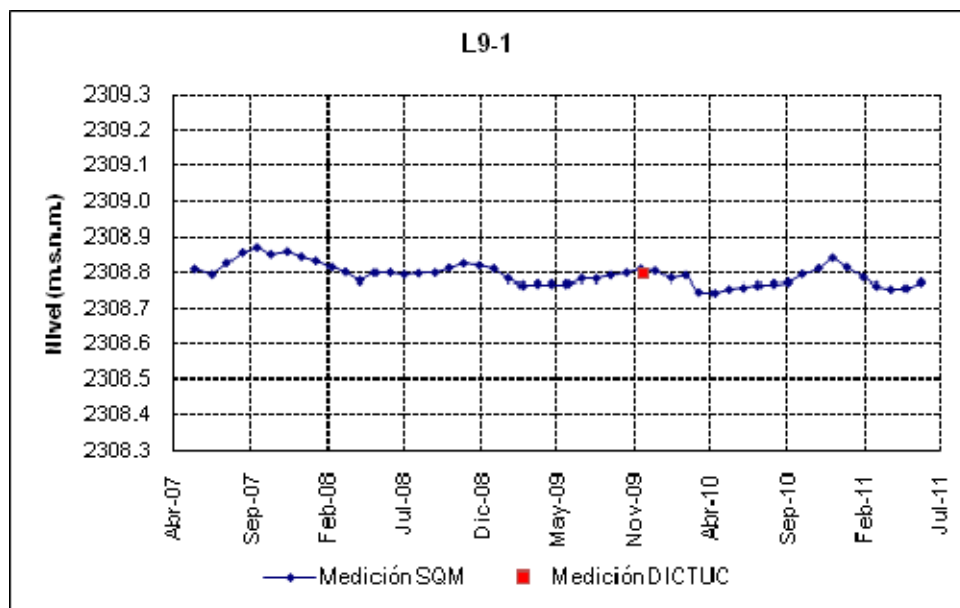


Figura 4.216. Nivel mensual observado en el pozo L9-1.

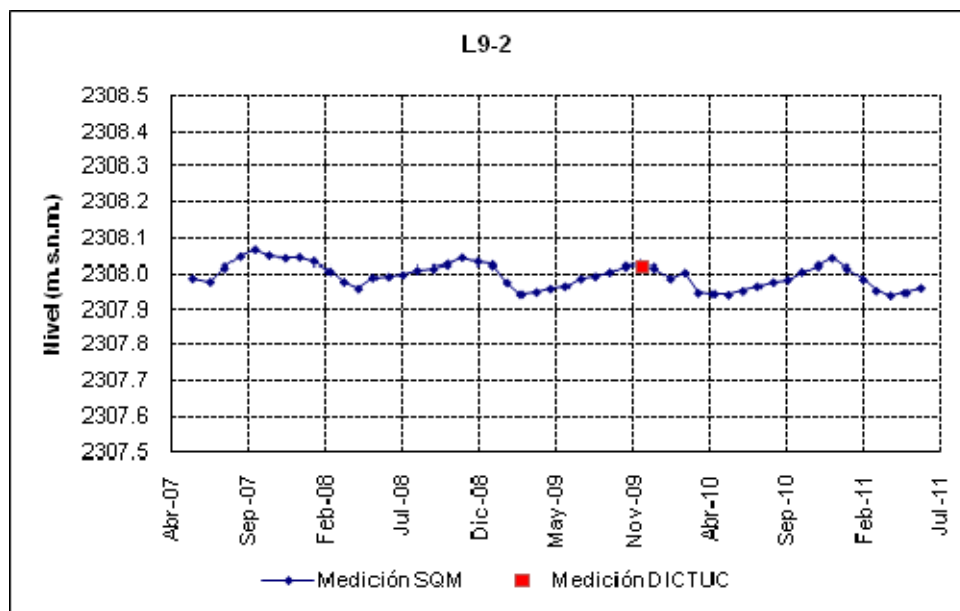


Figura 4.217. Nivel mensual observado en el pozo L9-2.

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 4.218. Los caudales extraídos no han superado los derechos otorgados a partir del inicio del PSAH (35 l/s).

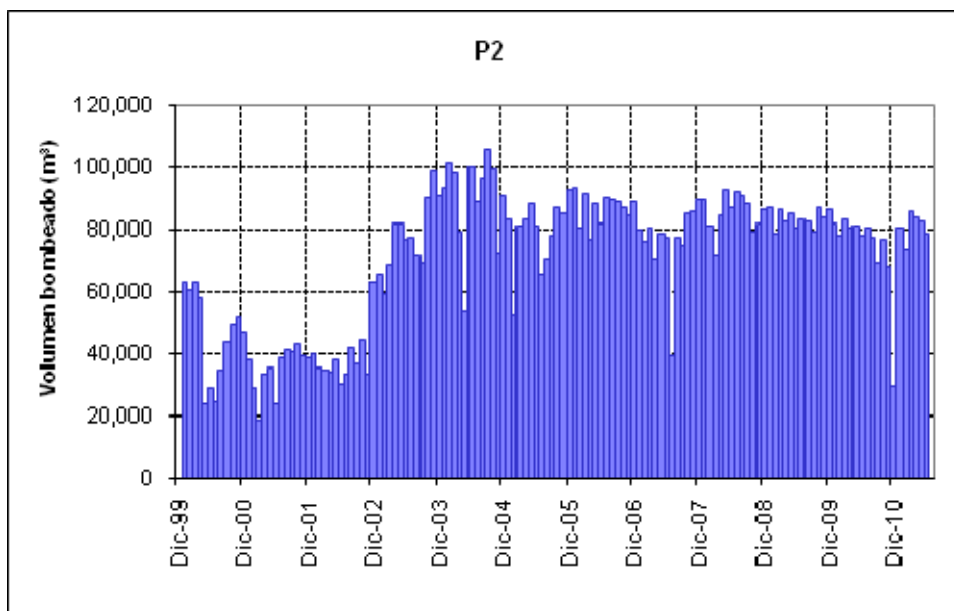


Figura 4.218. Volumen mensual bombeado desde el pozo P2.

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 4 - Sistema Soncor, mientras que los resultados del pozo L4-3 se presentan en la sección 4 - Sistema Aguas de Quelana. En la Tabla 4.75 y Tabla 4.76 se muestran los resultados de los análisis químicos realizados en el pozo de bombeo P2.

Tabla 4.75. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo P2.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
14-02-2008	3,9	7,67	1,000
28-04-2008	3,7	7,41	1,001
13-07-2008	4,0	7,34	1,000
17-10-2008	3,9	8,24	1,000
03-02-2009	3,9	7,92	1,000
27-04-2009	3,9	7,05	1,000
31-07-2009	3,9	7,40	1,000
13-10-2009	3,4	7,33	1,000
18-01-2010	4,1	7,69	1,000
26-04-2010	3,8	7,29	1,000
31-07-2010	3,7	8,03	1,000
28-10-2010	3,7	7,32	1,001
12-01-2011	2,19	7,34	1,000
25-04-2011	19,51	7,45	1,000

Tabla 4.76. 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	912	0,17	<0,01	49,4	3,3	7,43	404	3010	454	34,5	<0,01	3,9	1,000
24-10-2007	126	<1	126	0,16	150	817	<0,05	<0,01	50	3,9	7,29	560	2690	388	33	<0,01	3,9	1,000
14-02-2008	171	<1	171	0,028	171	582	0,1	<0,01	59,9	2,6	7,64	385	2450	425	34,8	<0,01	3,8	1,000
28-04-2008	152	<1	152	0,019	197	1000	<0,05	<0,01	30,3	0,87	7,81	480	3400	308	35,6	<0,01	3,8	0,996
24-07-2008	166	<1	166	0,156	165	935	<0,05	<0,01	56	0,78	7,34	510	2510	390	36	0,08	3,9	1,000
17-10-2008	160	<1	160	0,466	180,2	1026,4	<0,03	<0,005	55,95	3,7	7,85	547,5	2456	393	37,04	0,013	3,9	1,000

Tabla 4.76. 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)
03-02-2009	126	<1	126	0,221	217,3	965	<0,03	<0,005	53,16	3,9	7,98	431,8	2716	388	25,13	0,011	3,9	1,000
26-04-2009	167	<1	167	0,079	216,8	1005,1	<0,03	<0,005	60,8	4	7,53	454,7	2652	310	38,61	0,04	3,9	1,000
31-07-2009	159	<1	159	0,131	156,5	982,5	<0,03	<0,005	55,12	3,9	7,32	561,6	2590	319	37,57	0,009	3,6	1,004
13-10-2009	166	<1	166	0,262	165,1	1016,5	<0,03	<0,005	54,44	4,1	7,67	526,2	2224	300	52,67	0,014	4,1	1,001
18-01-2010	153	<1	153	0,1658	202,3	1035,3	<0,03	<0,005	55,17	4	7,76	523,0	2672	301	39,25	<0,01	3,9	1,000
26-04-2010	146	<1	146	0,2629	242,8	996,2	0,1	0,011	55,84	0,83	7,60	407,7	2704	308	36,31	0,016	3,6	1,000
31-07-2010	148	<1	148	0,2593	274,79	939,7	0,04	<0,005	64,57	4,2	7,89	1090	2700	329	36,94	0,008	4,0	1,000
28-10-2010	145	<1	145	0,2633	242,38	1220,7	0,05	<0,005	52,05	4,6	7,39	561	2580	322	37,81	0,015	4,0	1,000
12-01-2011	156	<1	156	0,2375	164,29	447	0,3	<0,005	38,57	5	7,88	239,8	1698	300	14,61	0,007	2,1	1,000
25-04-2011	160	<1	160	0,2667	160,29	421,9	0,04	<0,005	38,22	6,5	7,39	249	1512	375	17,73	0,018	2,15	1,000

SISTEMA VEGAS DE TILOPOZO

Los puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo se encuentran al sureste 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 4.219 se muestra la distribución geográfica de los puntos.

En la Tabla 4.77 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 somero y reglilla). Adicionalmente, se indica el número de página donde se muestra el registro de nivel en formato gráfico.

Tabla 4.77. Puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Tilopozo Reglilla	Zona marginal	Reglilla	226
L12-1	Zona marginal	Pozo somero	227
L12-2	Zona marginal	Pozo somero	227
L12-3	Zona marginal	Pozo somero	228
L12-4	Zona marginal	Pozo somero	228

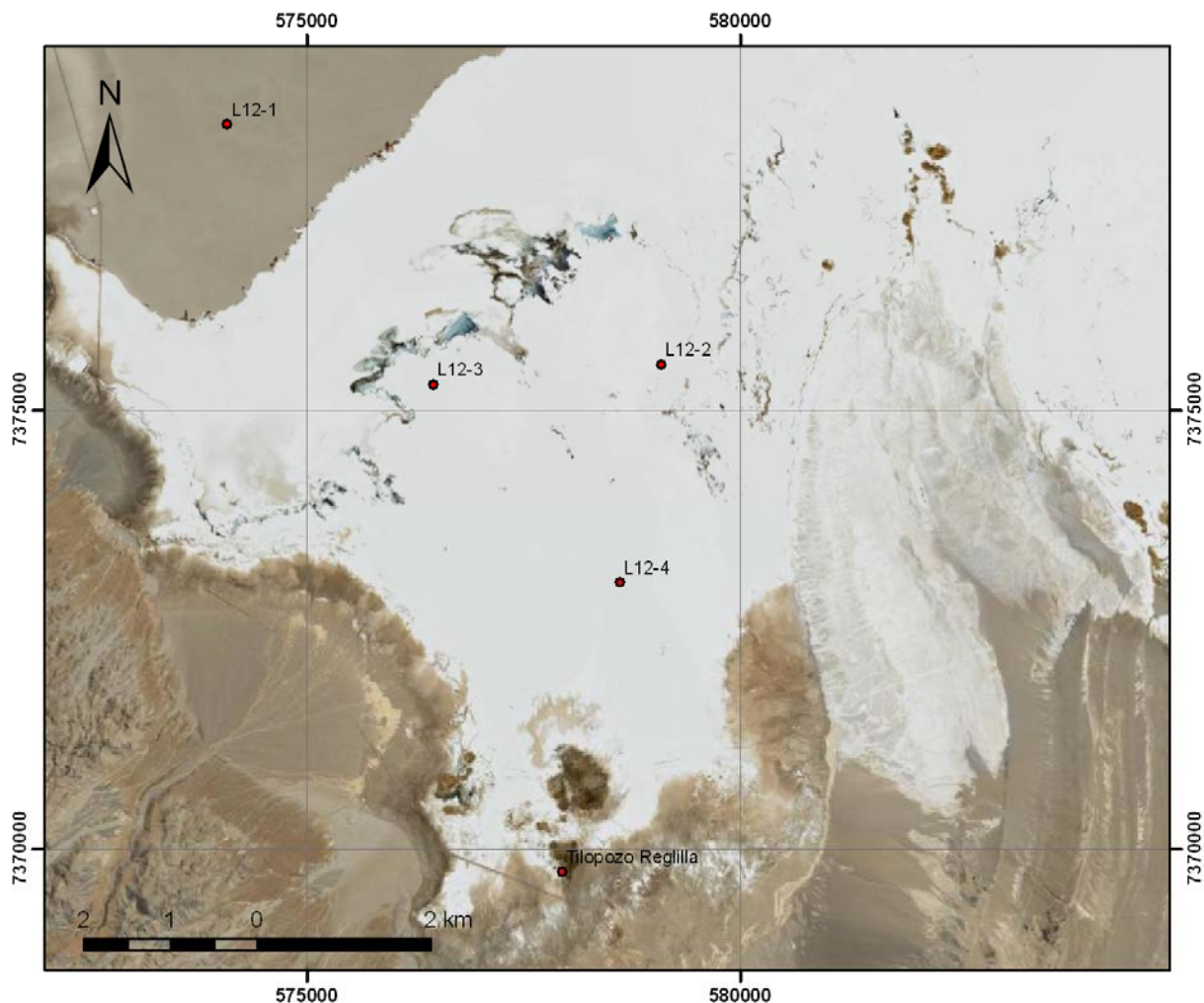


Figura 4.219. Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Vegas de Tilopozo.

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. La mayoría del resto de los pozos presenta un comportamiento estacional, determinado por el comportamiento de la evaporación y de la profundidad de la napa, alguno de ellos incluso muestran tendencia al aumento. La excepción es el pozo L12-1 que se encuentra ubicado al interior del salar y muestra una leve

tendencia al descenso probablemente producto de su cercanía al campo de pozos de la Sociedad Chilena de Litio.

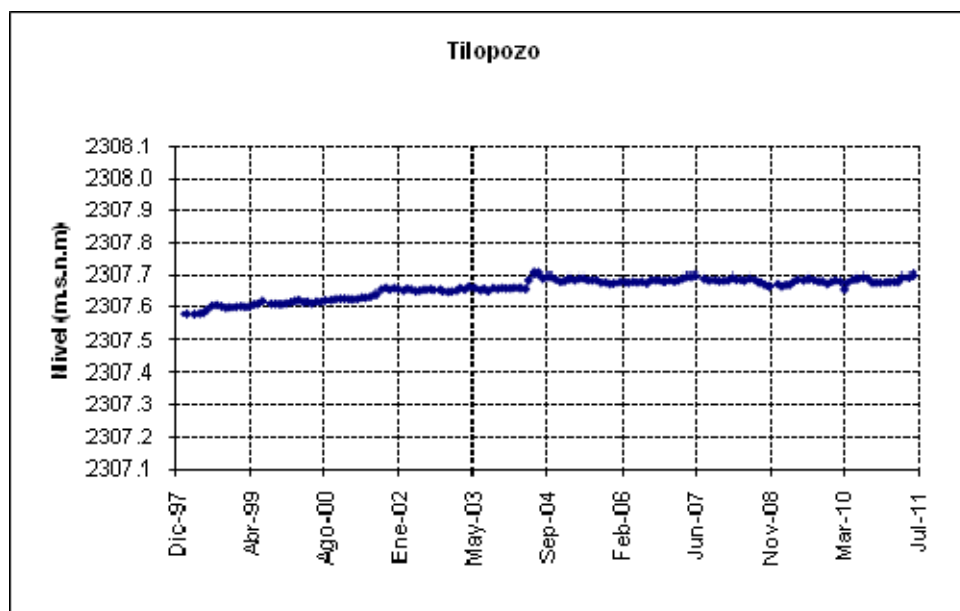


Figura 4.220. Nivel mensual observado en la reglilla de Tilopozo.

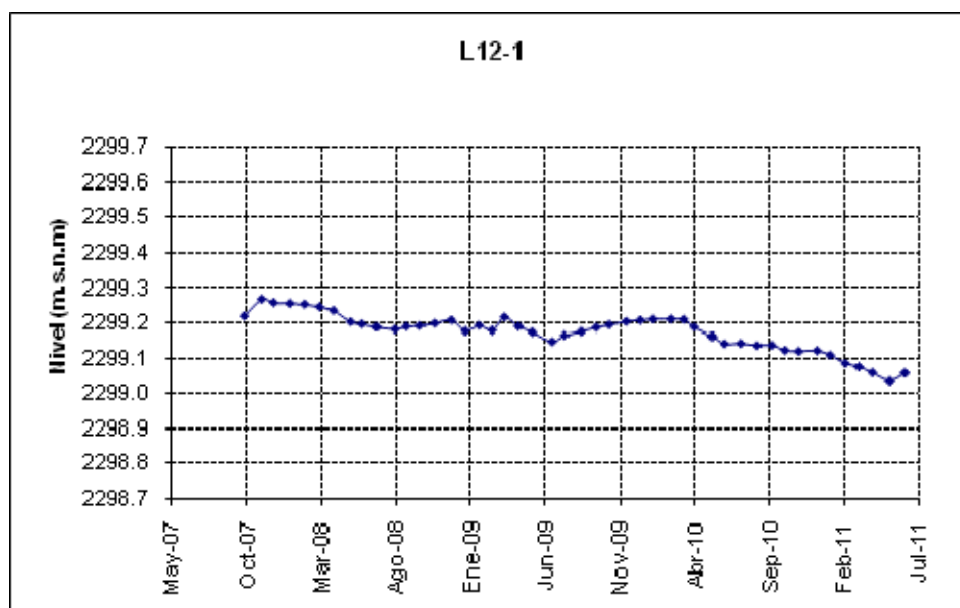


Figura 4.221. Nivel mensual observado en el pozo L12-1.

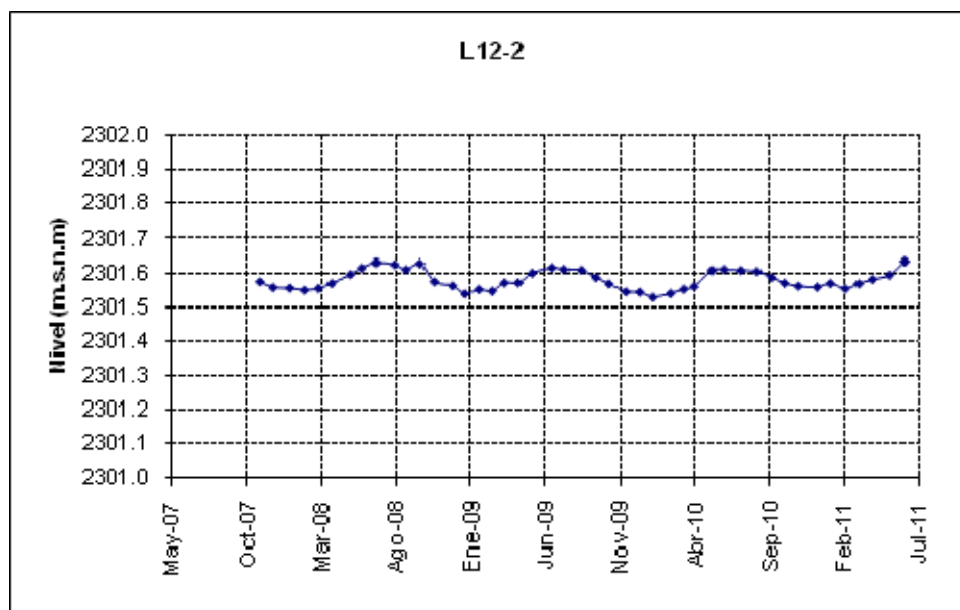


Figura 4.222. Nivel mensual observado en el pozo L12-2.

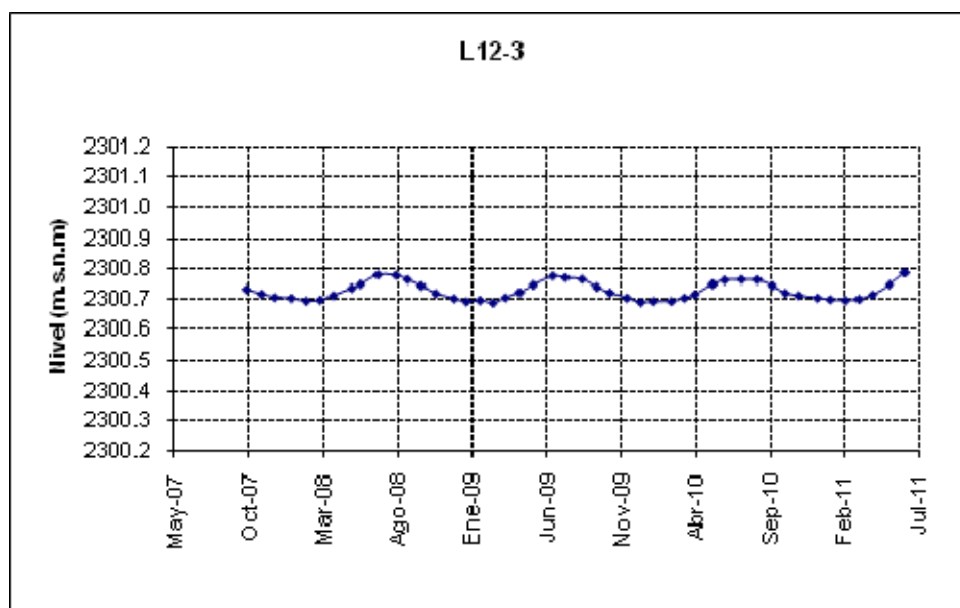


Figura 4.223. Nivel mensual observado en el pozo L12-3.

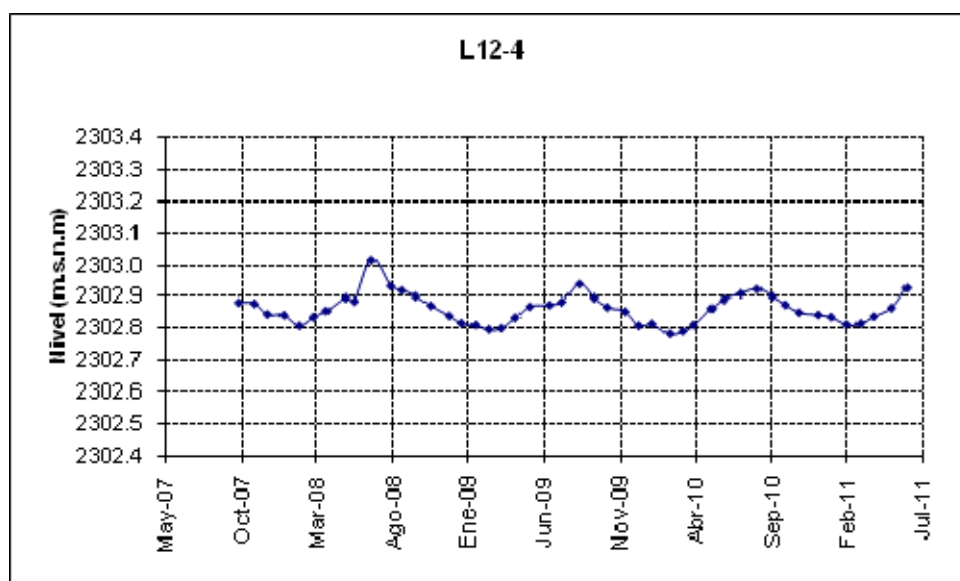


Figura 4.224. Nivel mensual observado en el pozo L12-4.

NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

Los puntos de monitoreo del 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 4.225 se muestra la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 4.78 se indican los puntos de monitoreo del 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.

Tabla 4.78. Puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.	Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Pág.
1001	Salmuera	Pozo profundo	231	Sample-4	Salmuera	Pozo somero	237
1906	Salmuera	Pozo profundo	232	SOPE-6	Salmuera	Pozo profundo	238
2028	Salmuera	Pozo profundo	232	SOPM -02	Salmuera	Pozo profundo	238
2040	Salmuera	Pozo profundo	233	SOPM -04	Salmuera	Pozo profundo	239
E-101	Salmuera	Pozo profundo	236	SOPM -05	Salmuera	Pozo profundo	239
E-324	Salmuera	Pozo profundo	236	SOPM-10	Salmuera	Pozo profundo	240
EIA-5	Salmuera	Pozo profundo	237	SOPM -11	Salmuera	Pozo somero	240
M1-C	Salmuera	Pozo profundo	234	SOPM -12C	Salmuera	Pozo profundo	241
M2-C	Salmuera	Pozo profundo	234	Zar-C-S	Salmuera	Pozo somero	241
M7	Salmuera	Pozo profundo	235	C4-B	Salmuera	Pozo somero	233

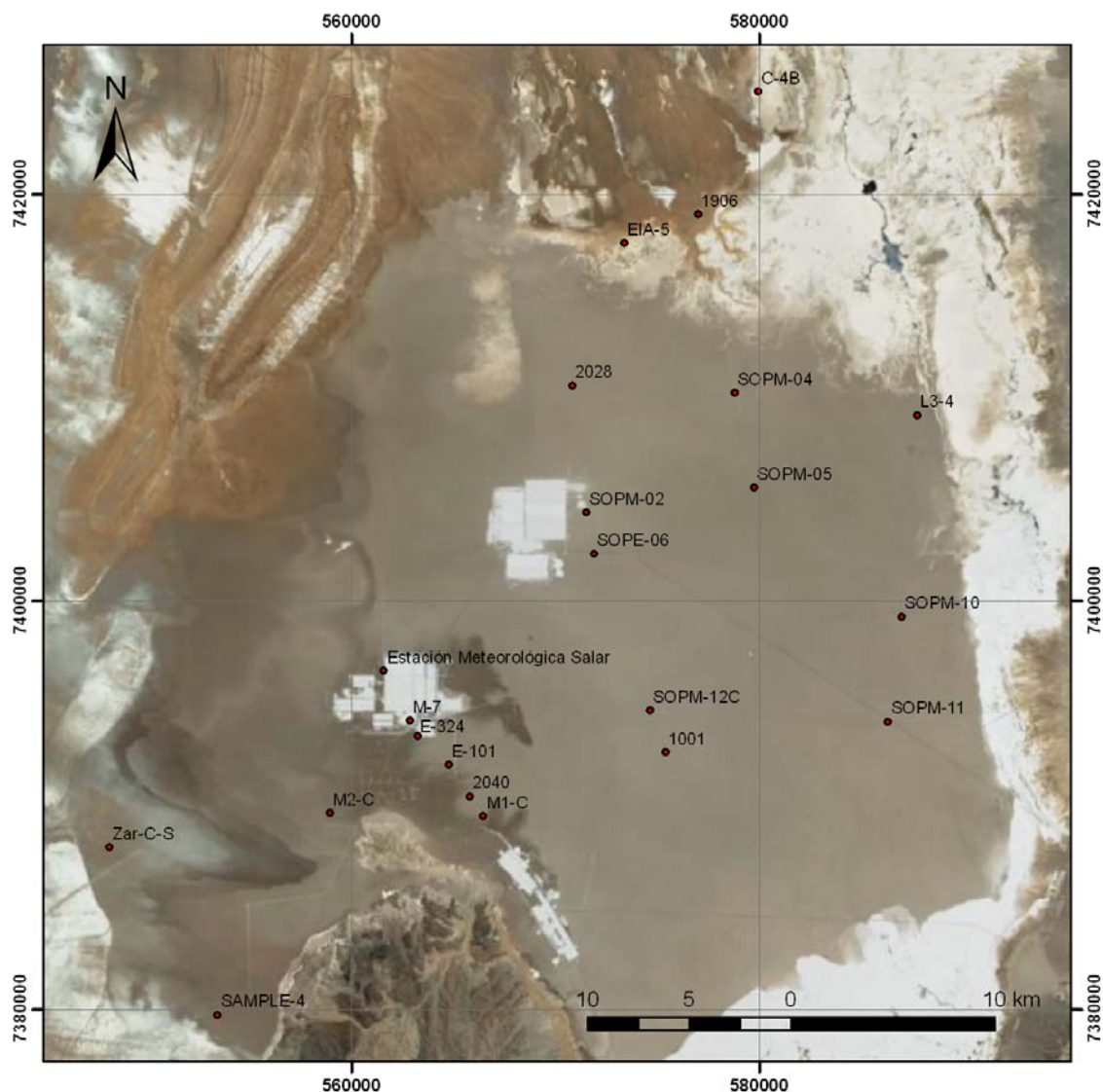


Figura 4.225. Distribución geográfica de puntos de monitoreo en el Núcleo del Salar de Atacama.

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 4 Sistema Aguas de Quelana.

Se puede observar en los gráficos que, en general, para los últimos meses los pozos mantienen la tendencia a estabilizarse durante el 2008 y presentan aumento de nivel durante el último periodo del 2009, especialmente los pozos SOPM, esto debido a la disminución del caudal de bombeo de salmuera de los pozos ubicados en el sector norte del núcleo del Salar, otra posible explicación es un aumento de la recarga o las precipitaciones ocurridas durante el año 2009. Existen otros pozos que muestran tendencia a la disminución especialmente los que se ubican cercanos a sectores de bombeo (2040, M1-C, M2-C, M7). La napa en el sector suroeste (Sample-4 y Zar-C-S) ha disminuido sin tendencia a la estabilización, esto se explica por las nuevas extracciones que se están realizando en este sector. En el sector norte el nivel de la napa se ha mantenido constante con una muy leve tendencia a la disminución (EIA-5, C4-B, 1906).

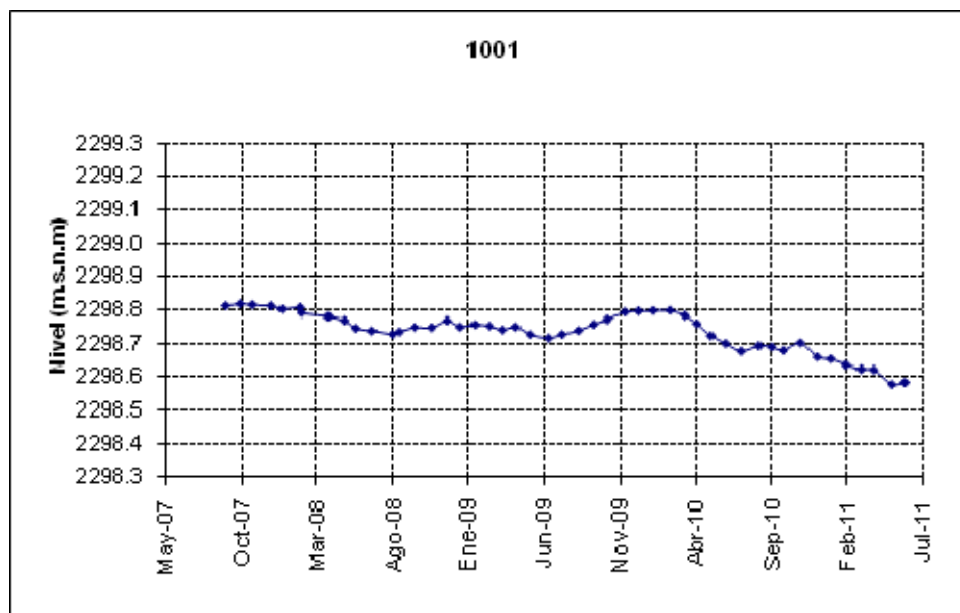


Figura 4.226. Nivel mensual observado en el pozo 1001.

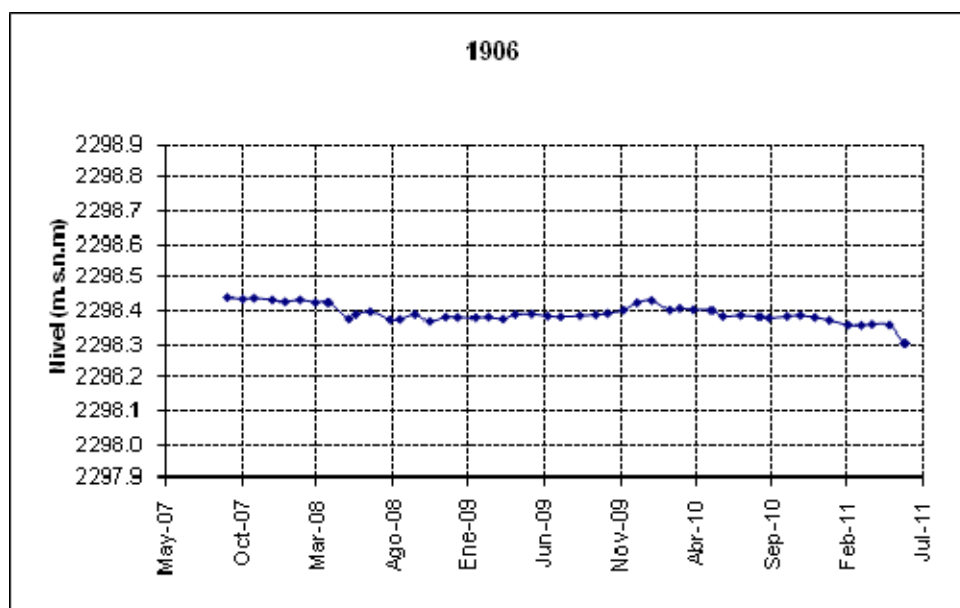


Figura 4.227. Nivel mensual observado en el pozo 1906.

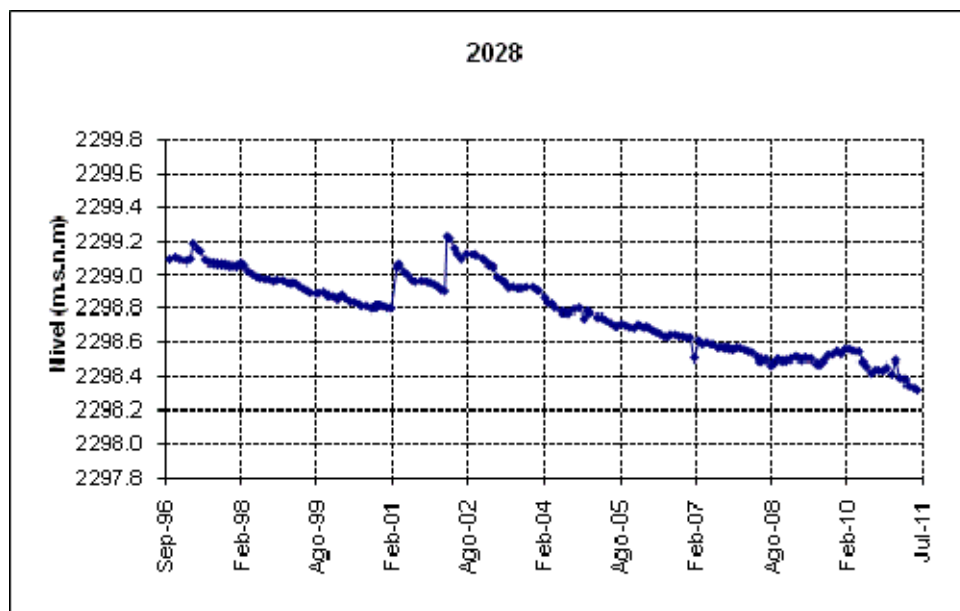


Figura 4.228. Nivel mensual observado en el pozo 2028.

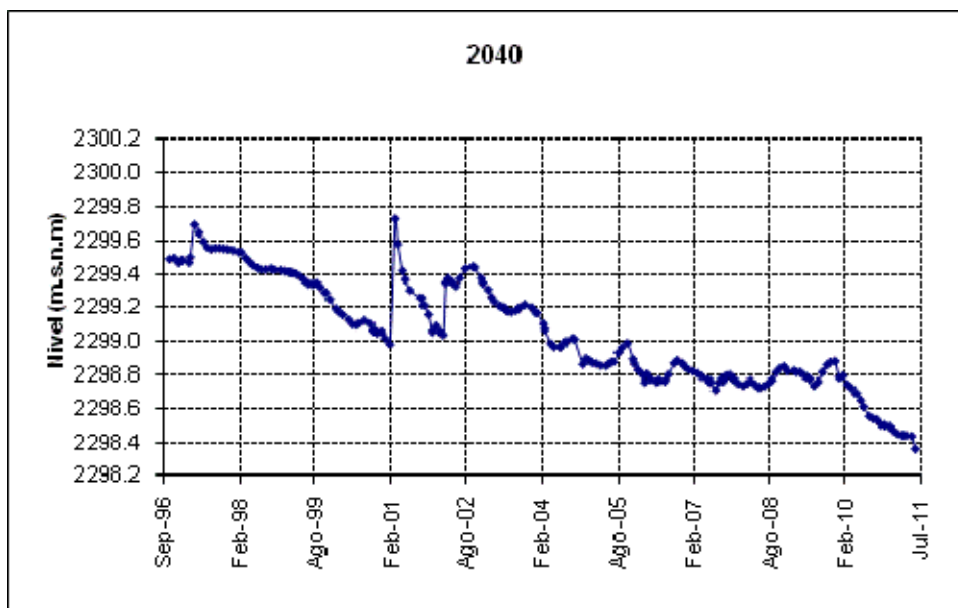


Figura 4.229. Nivel mensual observado en el pozo 2040.

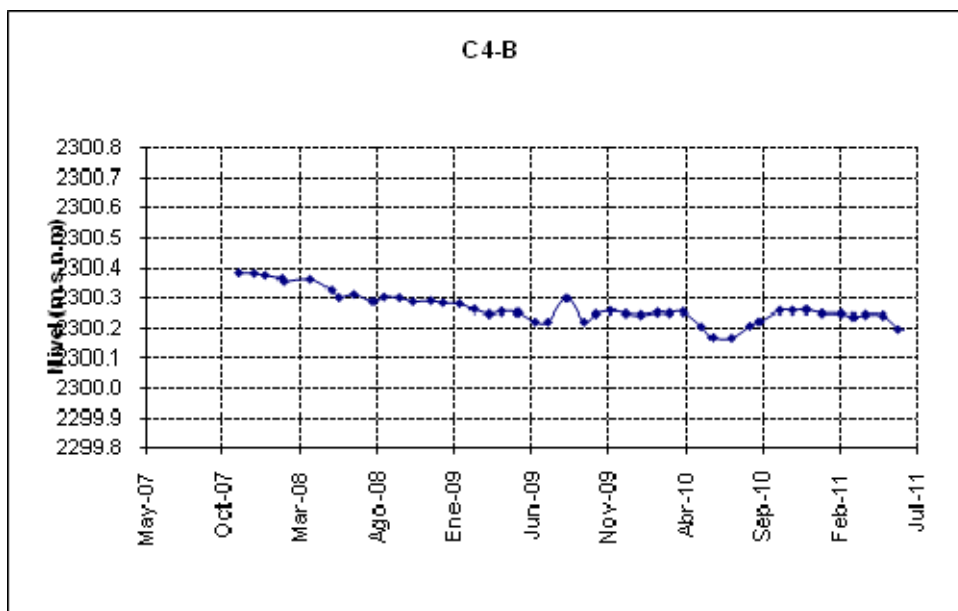


Figura 4.230. Nivel mensual observado en el pozo C4-B.

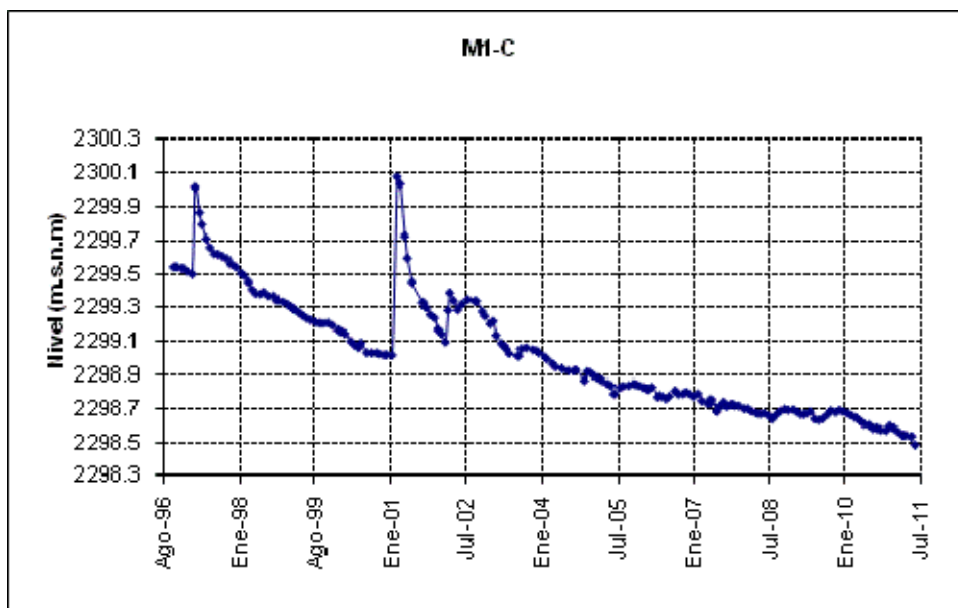


Figura 4.231. Nivel mensual observado en el pozo M1-C.

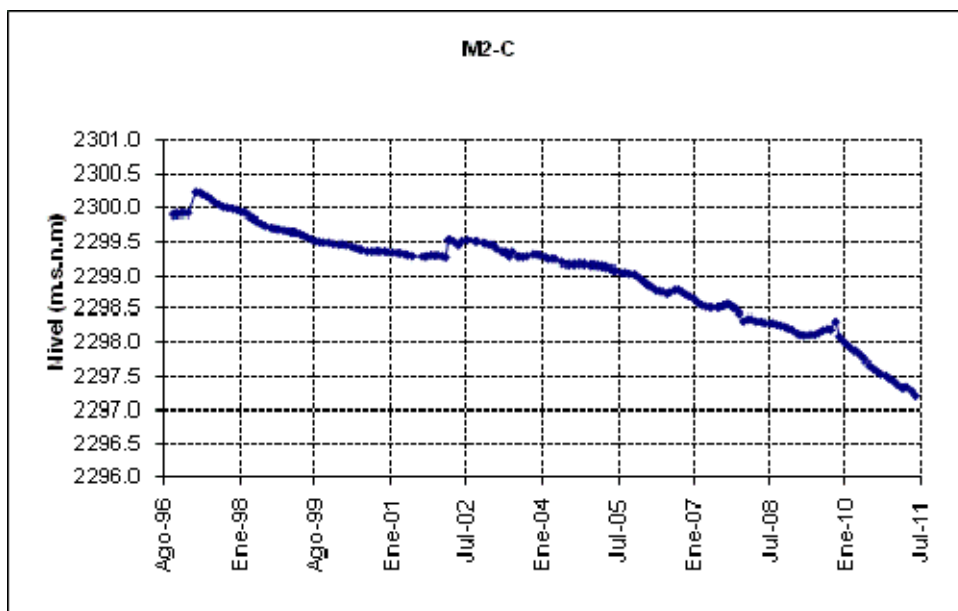


Figura 4.232. Nivel mensual observado en el pozo M2-C.

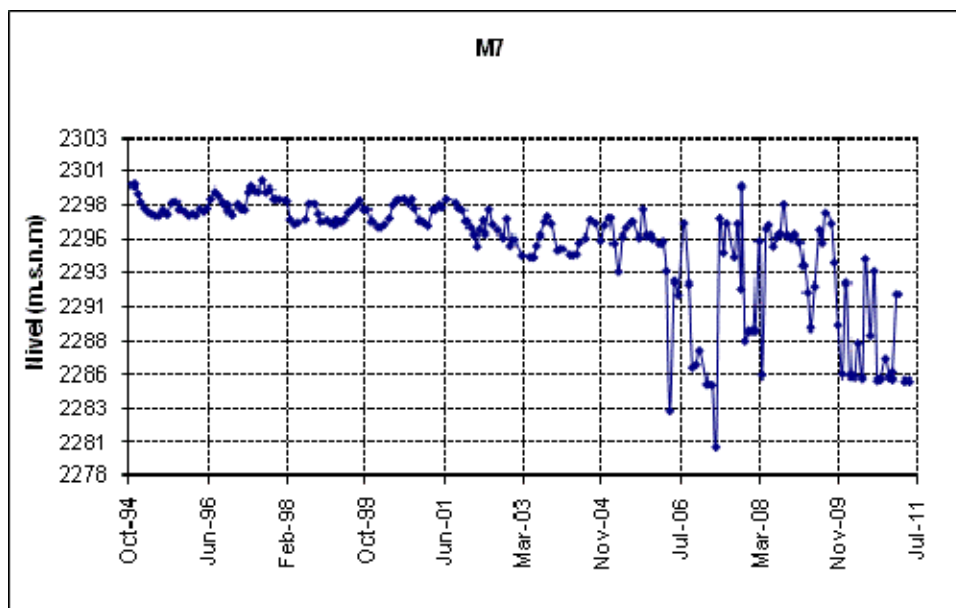


Figura 4.233. Nivel mensual observado en el pozo M7.

Cabe señalar que las fuertes variaciones de nivel del pozo M7 es producto de que se encuentra dentro del cono de depresión del pozo de bombeo de producción WM-7, el cual se encuentra a 1.5 metros de distancia.

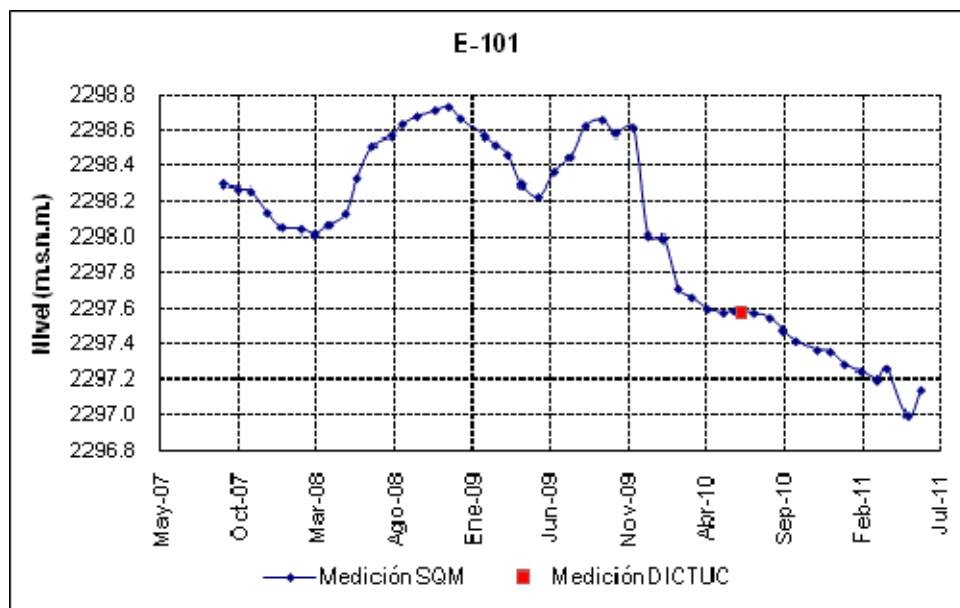


Figura 4.234. Nivel mensual observado en el pozo E-101.

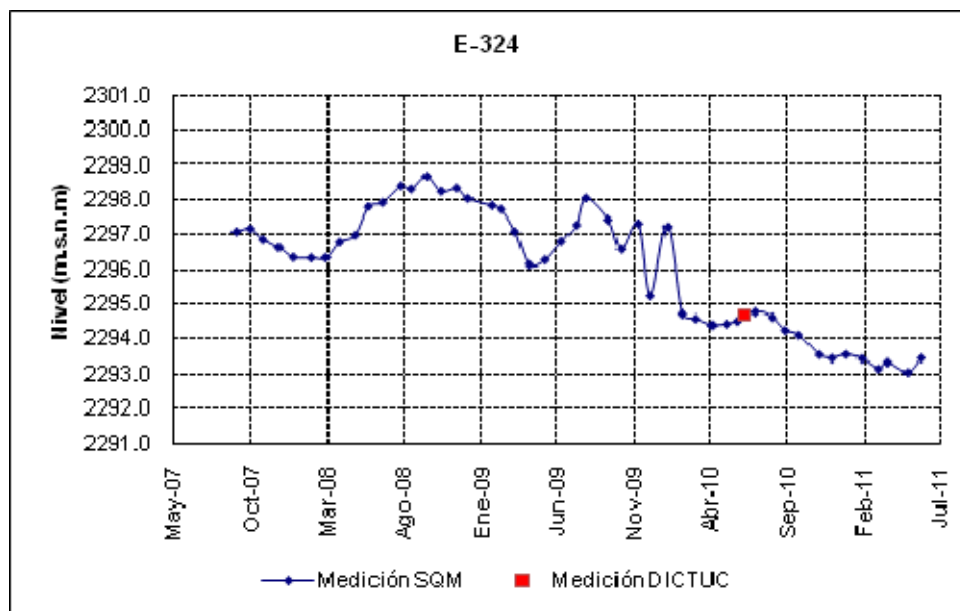


Figura 4.235. Nivel mensual observado en el pozo E-324.

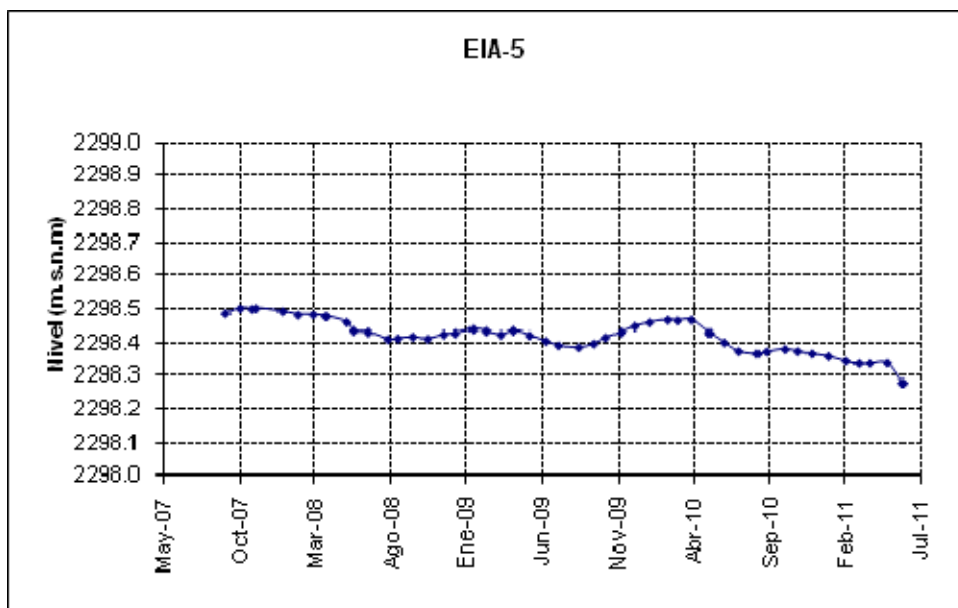


Figura 4.236. Nivel mensual observado en el pozo EIA-5.

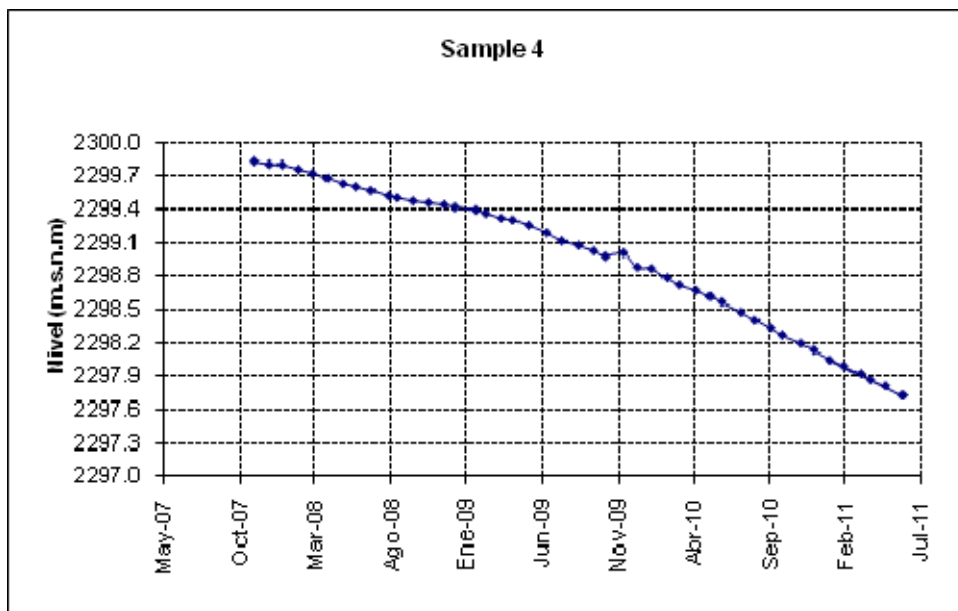


Figura 4.237. Nivel mensual observado en el pozo Sample4.

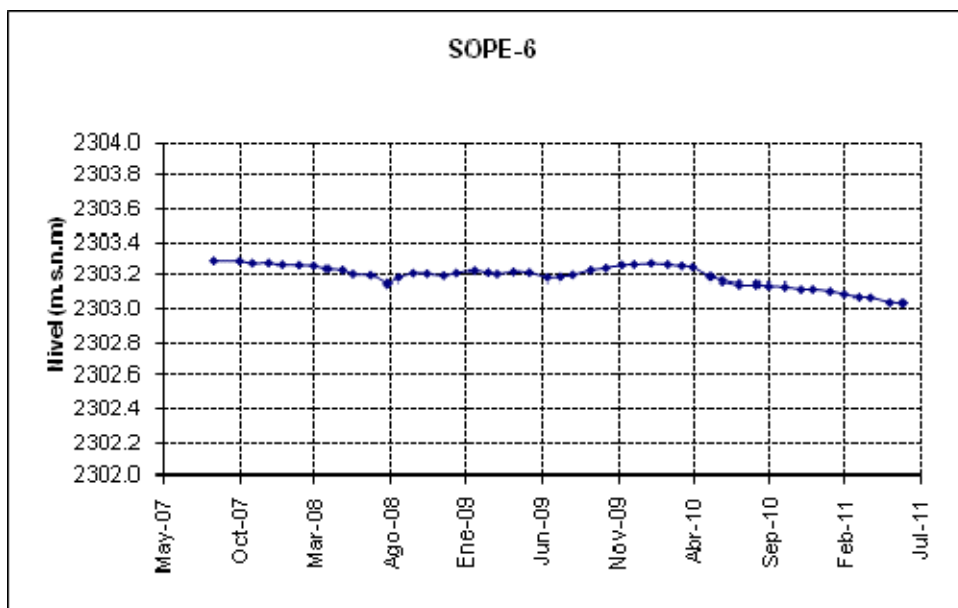


Figura 4.238. Nivel mensual observado en el pozo SOPE-6.

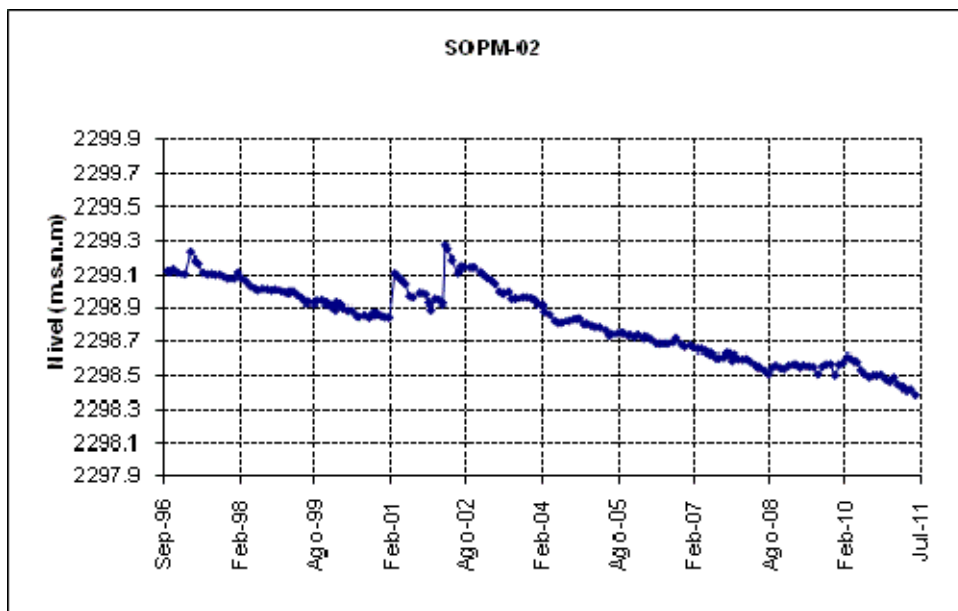


Figura 4.239. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-2.

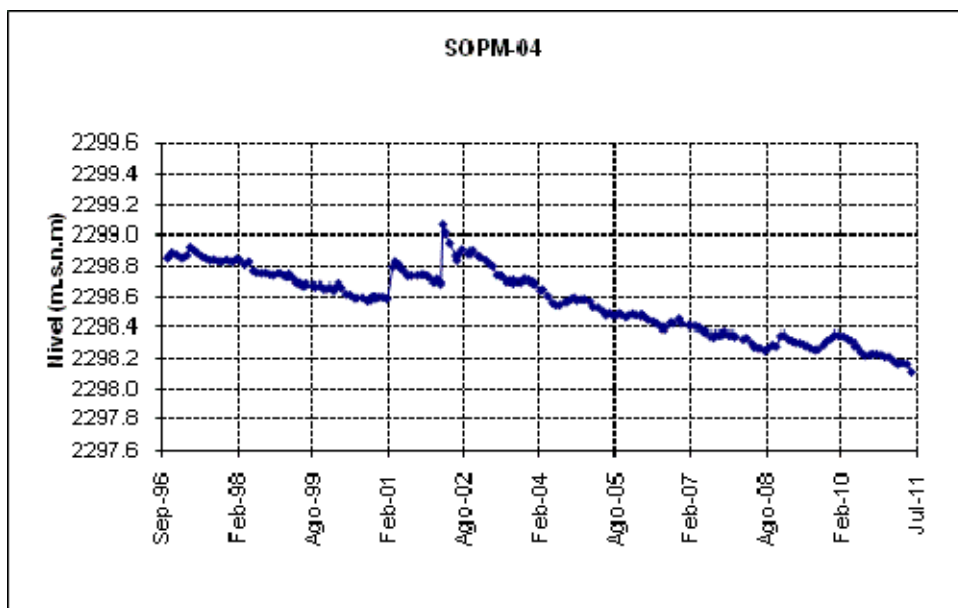


Figura 4.240. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-4.

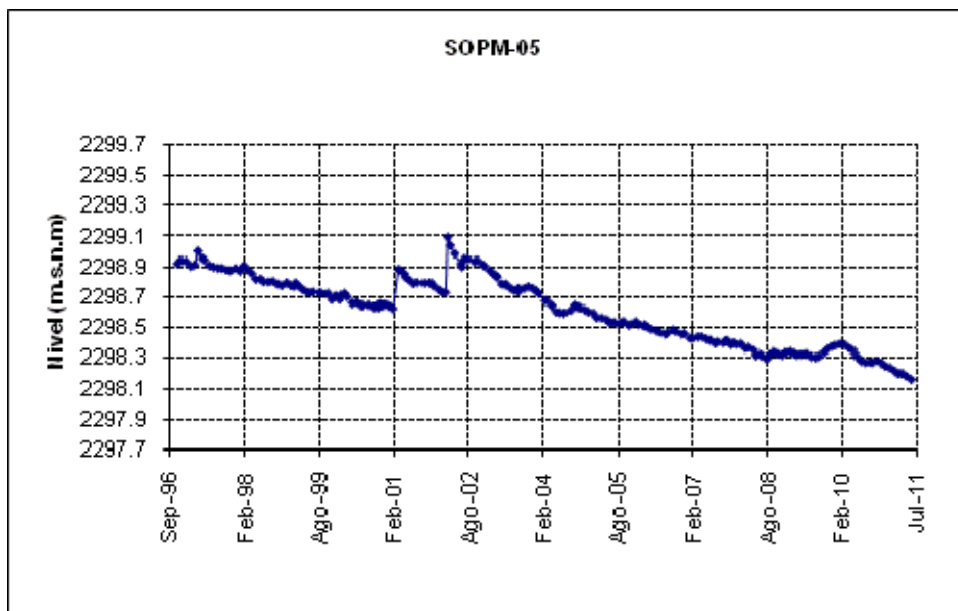


Figura 4.241. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-5.

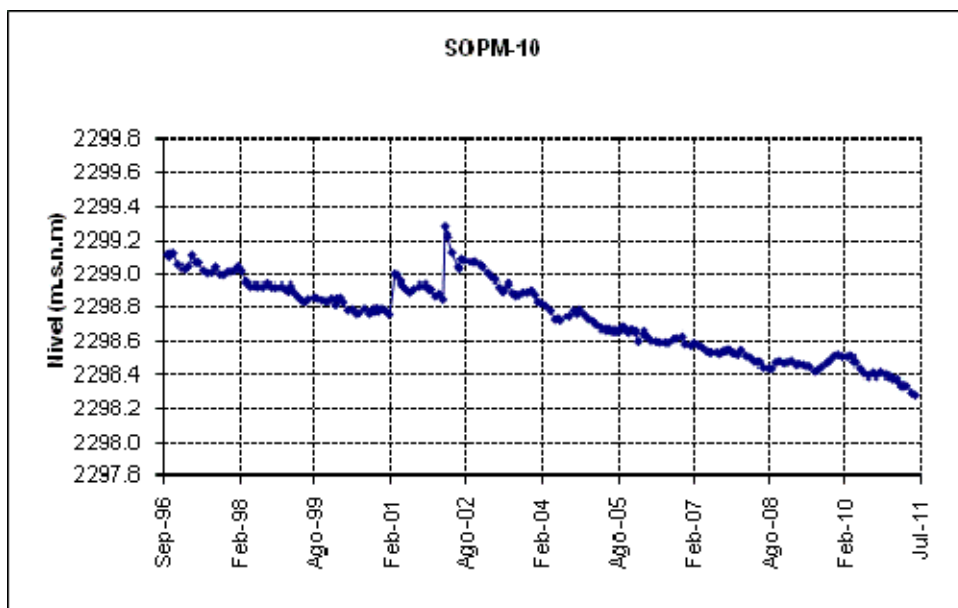


Figura 4.242. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-10.

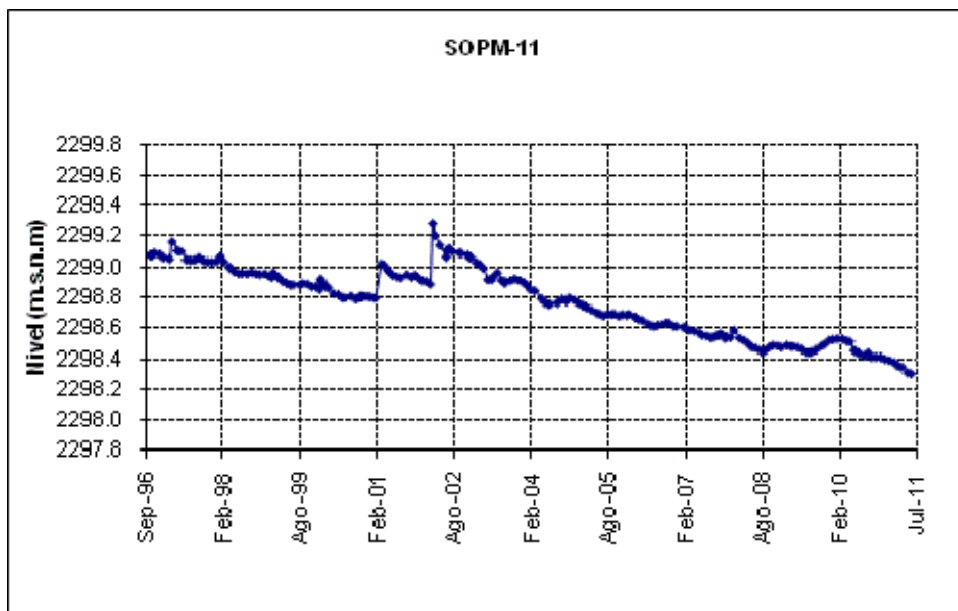


Figura 4.243. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-11.

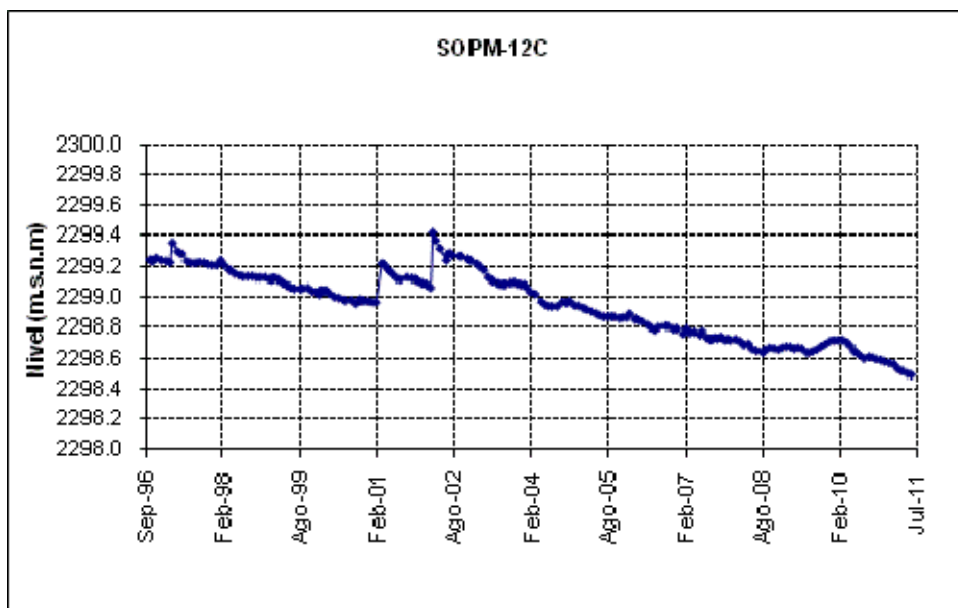


Figura 4.244. Nivel mensual observado en el pozo SOPM-12C.

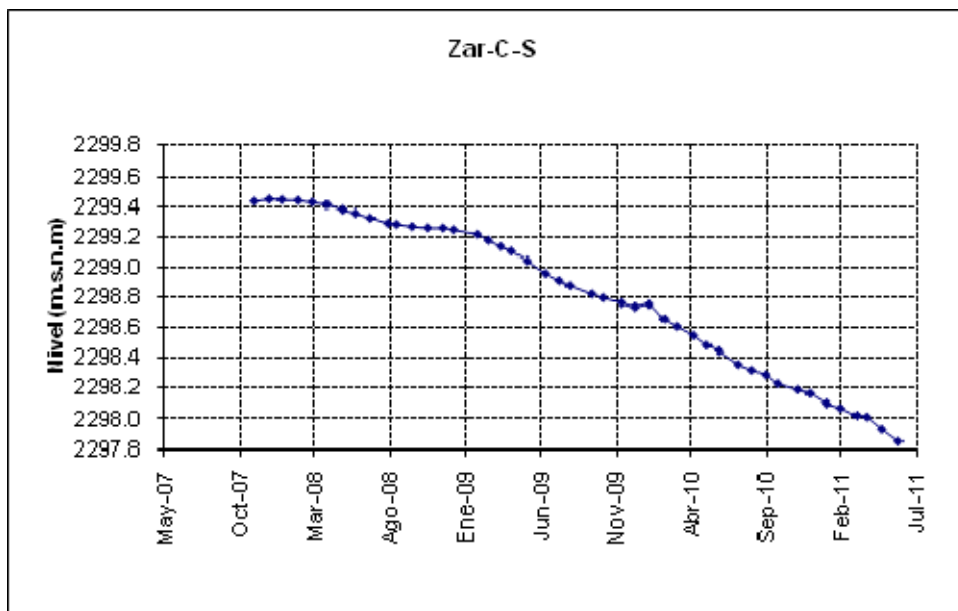


Figura 4.245. Nivel mensual observado en el pozo Zar-C-S.

Meteorología

Entre la Figura 4.246 y la Figura 4.249 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica Salar que son parte del PSAH. Se puede observar que las últimas precipitaciones registradas son inferiores a los 6 mm. Las tres últimas precipitaciones ocurridas durante el primer semestre del año 2011 se dieron los días 2 de febrero, 25 de febrero y 18 de junio, siendo esta última la más importante registrándose 3,8 mm de lluvia.

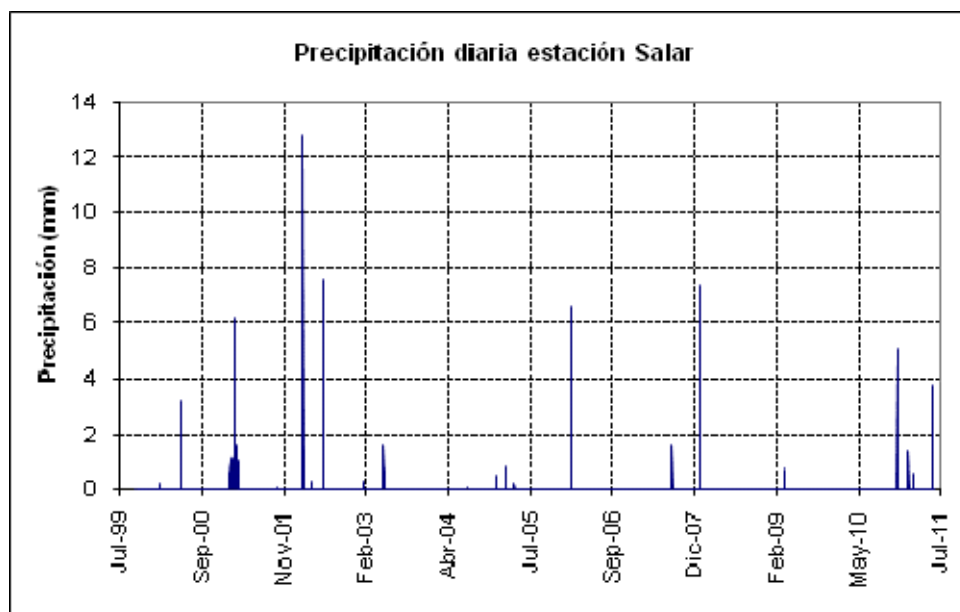


Figura 4.246. Precipitación diaria registrada en la estación Salar.

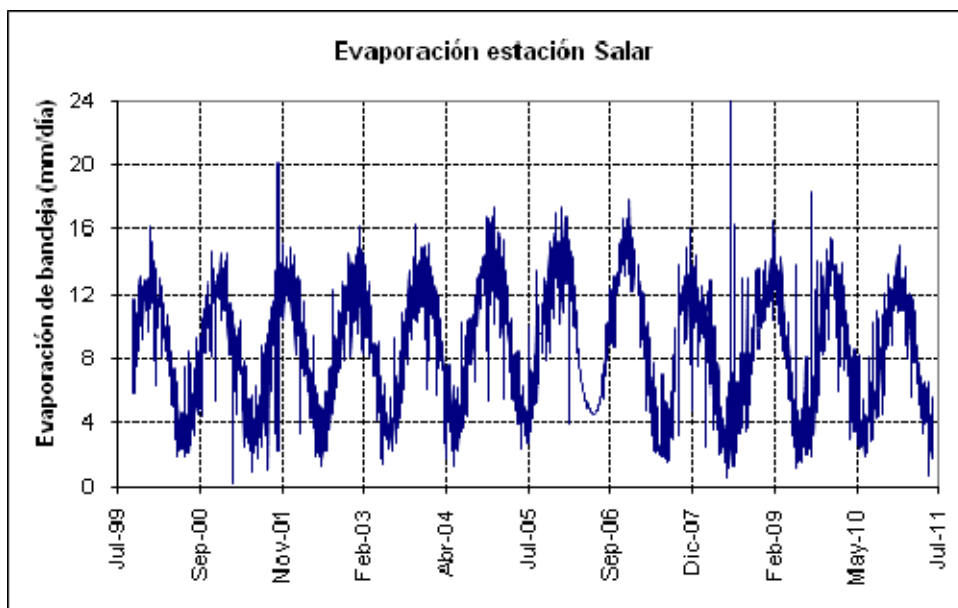


Figura 4.247. Evaporación diaria registrada en la estación Salar.

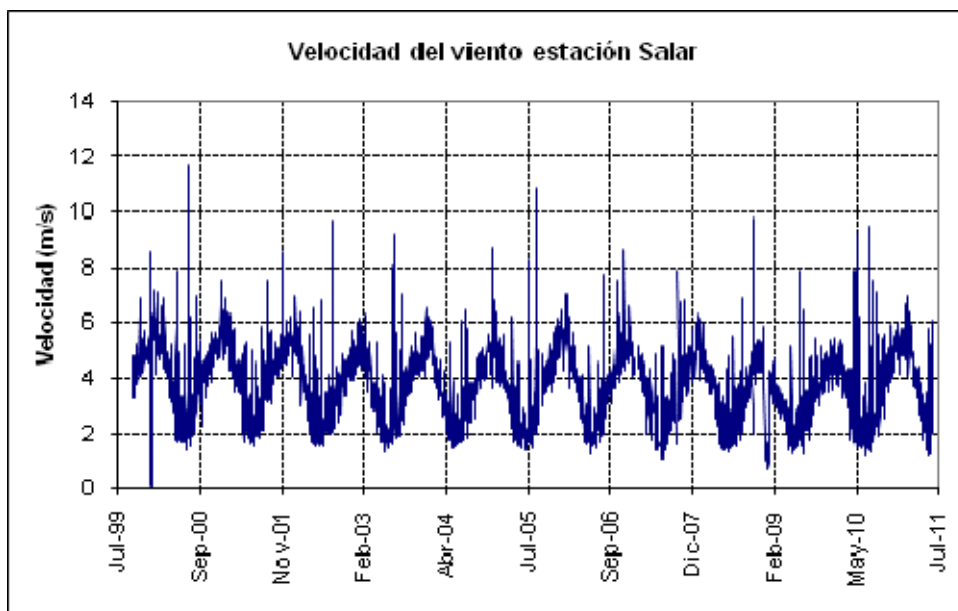


Figura 4.248. Velocidad del viento diaria registrada en la estación Salar.

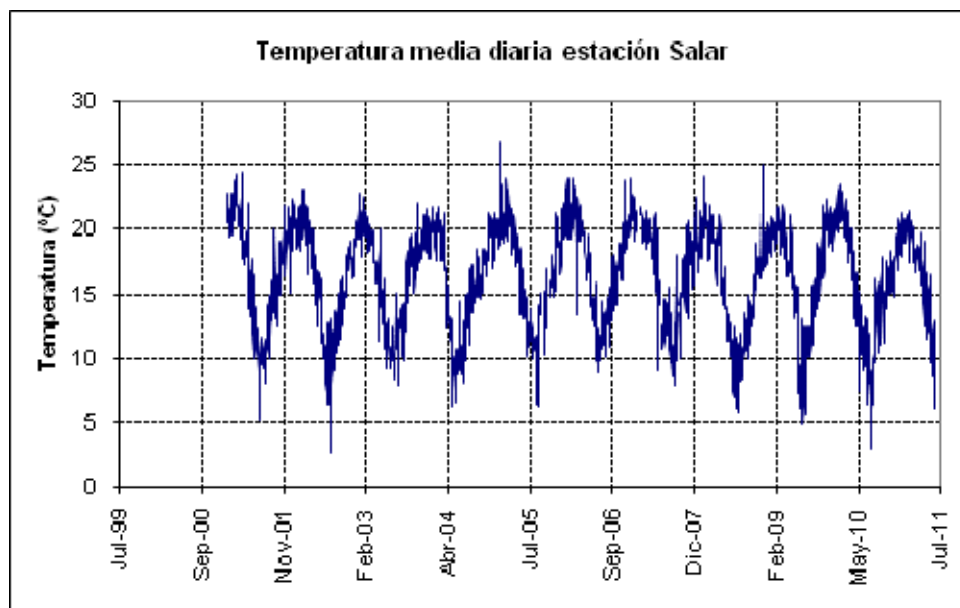


Figura 4.249. Temperatura media diaria registrada en la estación Salar.

Calidad química

Los pozos existentes que monitorean la calidad del agua subterránea en el Sistema Núcleo del Salar de Atacama son SOPM-12C y 1001, las cuales 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 4.79 a la Tabla 4.82.

Tabla 4.79. 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
02-02-2009	230	6,14	1,222
27-04-2009	226	6,83	1,224

Tabla 4.79. Resultados de Análisis Físico-Químico (Terreno). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Conductividad (mS/cm)	pH	Densidad (kg/L)
30-07-2009	208	6,94	1,227
12-10-2009	185.8	6,92	1,224
19-01-2010	252	7,48	1,220
24-04-2010	228	7,09	1,221
30-07-2010	208	6,01	1,225
28-10-2010	223	6,87	1,222
12-01-2011	233	6,91	1,224
26-04-2011	222	6,91	1,223

Tabla 4.80. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo SOPM-12C.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (kg/L)
01-08-2007	439000	1,240
31-10-2007	578000	1,240
02-02-2008	372000	1,221
29-04-2008	601000	1,233
13-07-2008	178000	1,220
17-10-2008	418000	1,300
02-02-2009	177000	1,100
27-04-2009	158450	1,200
30-07-2009	149100	1,107
12-10-2009	169440	1,200
12-01-2010	164880	1,214
24-04-2010	144900	1,214
30-07-2010	164312	1,212
28-10-2010	186400	1,216
12-01-2011	186400	1,201
26-04-2011	201240	1,113

Tabla 4.81. 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
02-02-2009	245	6,10	1,221
27-04-2009	229	6,18	1,222
30-07-2009	196,8	6,94	1,226
12-10-2009	188,7	6,96	1,210
19-01-2010	260	7,47	1,218
24-04-2010	236	6,93	1,220
30-07-2010	201	6,45	1,222
28-10-2010	216	6,80	1,222
12-01-2011	248	6,87	1,220
26-04-2011	214	6,96	1,217

Tabla 4.82. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (kg/L)
01-08-2007	444000	1,240
31-10-2007	601000	1,240
02-02-2008	351000	1,222
29-04-2008	616000	1,248
13-07-2008	224000	1,218
17-10-2008	419000	1,300
02-02-2009	192000	1,200
27-04-2009	165800	1,200
30-07-2009	151900	1,154
12-10-2009	170800	1,185
19-01-2010	167900	1,212
24-04-2010	163020	1,205
30-07-2010	168750	1,214
28-10-2010	181700	1,221
12-01-2011	183300	1,187

Tabla 4.82. Resultados de Análisis Físico-Químico (Laboratorio). Pozo 1001.

Fecha de muestreo	Sólidos Disueltos (mg/L)	Densidad (kg/L)
26-04-2011	187230	1,126

SISTEMA CUÑA SALINA

Los puntos de monitoreo de la Cuña Salina 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 4.251 se aprecia la distribución geográfica de dichos puntos.

En la Tabla 4.83 se indican los puntos de monitoreo de la 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.

Tabla 4.83. Puntos de monitoreo del Sistema Cuña Salina.

Nombre Punto de Monitoreo	Clasificación	Tipología	Página
Cuña 1	Zona marginal	Pozo cuña	252 y 254
Cuña 2	Zona marginal	Pozo cuña	253 y 254
Cuña 3	Zona marginal	Pozo cuña	253 y 254
Cuña 4	Zona marginal	Pozo cuña	255 y 257
Cuña 5	Zona marginal	Pozo cuña	255 y 257
L4-3	Zona marginal	Pozo cuña	257
Cuña 6	Zona marginal	Pozo cuña	258 y 259
Cuña 7	Zona marginal	Pozo cuña	258 y 259
L10-1	Zona marginal	Pozo cuña	259

El sector de la Cuña Salina presenta la particularidad de estar conformado por un acuífero superior de agua dulce proveniente de las zonas de recarga ubicadas al oriente del salar y

un acuífero inferior denominado 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 (2001⁴) para clasificar aguas de acuerdo a su salinidad. Cabe señalar que para la primera categoría (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 4.84). 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 4.84). Los valores utilizados se presentan además expresados en unidades de conductividad eléctrica en la Tabla 4.85.

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 4.250.

⁴ Fetter, C.W. 2001 *Applied Hydrogeology 4th Edition*. Prentice Hall

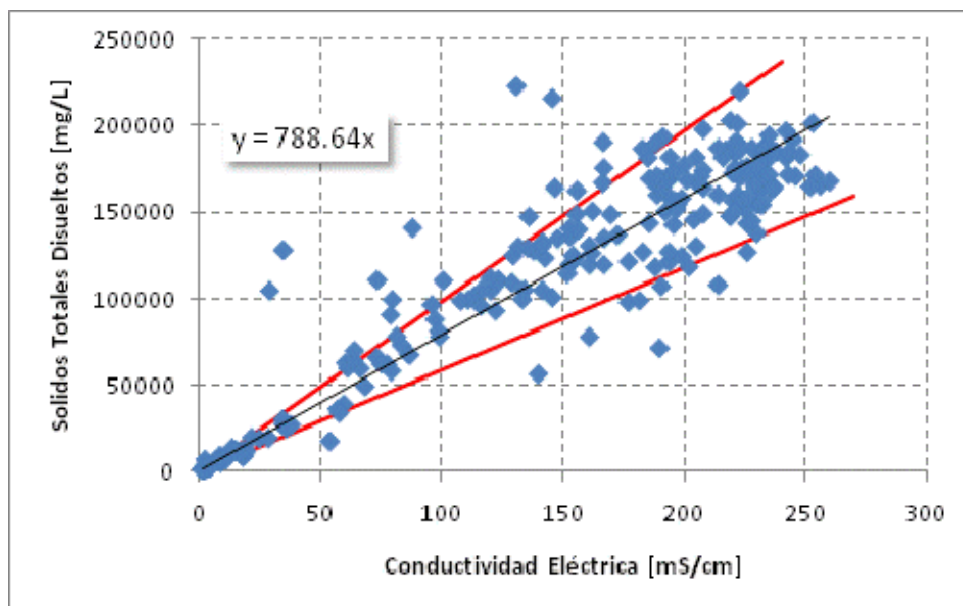


Figura 4.250. Relación empírica entre la conductividad eléctrica del agua subterránea y la concentración de sólidos totales disueltos para el Salar de Atacama (línea negra: regresión lineal; línea roja: intervalos de confianza equivalentes a $\pm 75\%$ del valor estimado en la regresión).

Tabla 4.84. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de TDS.

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

Tabla 4.85. Criterios para clasificación de aguas de acuerdo a salinidad en unidades de conductividad.

Categoría	Rango [mS/cm]
Agua fresca	0 – 2,3
Zona de transición	2.3 – 78,9
Salmuera	> 78,9

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 L10-1 es parte del monitoreo de nivel del sistema Peine, razón por la cual sus niveles no se presentan en este subcapítulo. El gráfico del pozo L10-1 puede ser consultado en la sección 0. En la Tabla 4.86 se indican las profundidades de los pozos cuñas. Nótese que los pozos Cuña 3 y Cuña 4 presentan un comportamiento artesiano.

Tabla 4.86. 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

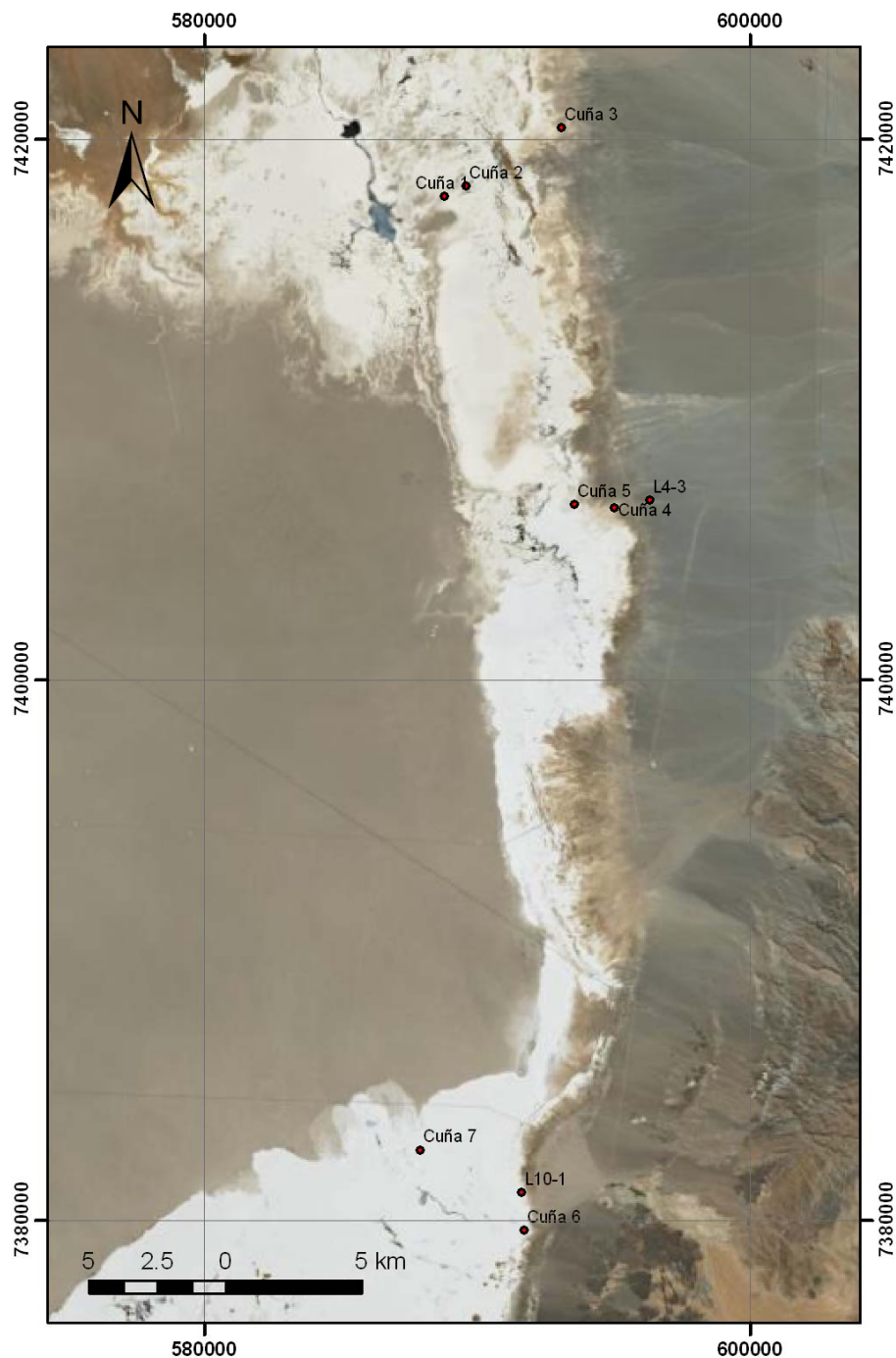


Figura 4.251. Distribución geográfica de puntos de monitoreo de la Cuña Salina.

SQM Salar realizó mediciones del perfil de conductividad y temperatura en todos los pozos listados en la Tabla 4.83. Estos perfiles se presentan en la Figura 4.255, Figura 4.259 y Figura 4.262.

Los registros de nivel de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se muestran en la Figura 4.252, Figura 4.253 y Figura 4.254, respectivamente.

Los perfiles de conductividad de los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 se presentan en la Figura 4.255. Los pozos Cuña 1 y Cuña 2 están emplazados directamente en la cuña salina, registrando valores mayores al límite de la categoría definido en 78,9 mS/cm. mientras que el pozo Cuña 3 atraviesa la denominada zona de transición en sus primeros 77 metros (conductividades entre 8 y 78,9 mS/cm), para luego internarse en la zona de salmuera por los 65 metros restantes.

El nivel de la napa medido en los pozos utilizados para realizar el seguimiento de la Cuña Salina en general presenta un comportamiento estable, con algún comportamiento estacional dependiendo de la profundidad de la napa. La excepción son los pozos Cuña 3 y Cuña 4 cuyos niveles se ven influenciados por la toma de muestras para análisis químico.

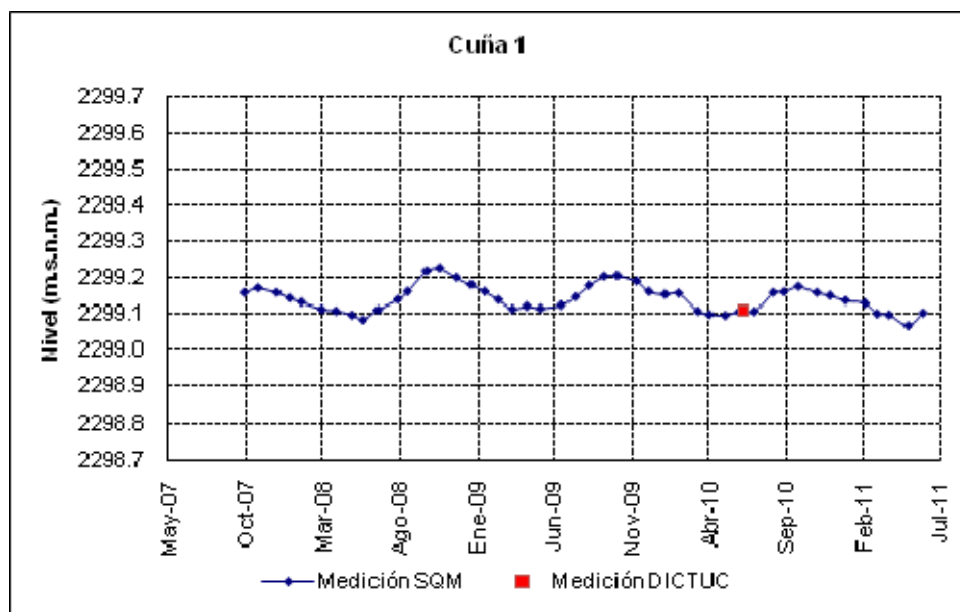


Figura 4.252. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 1.

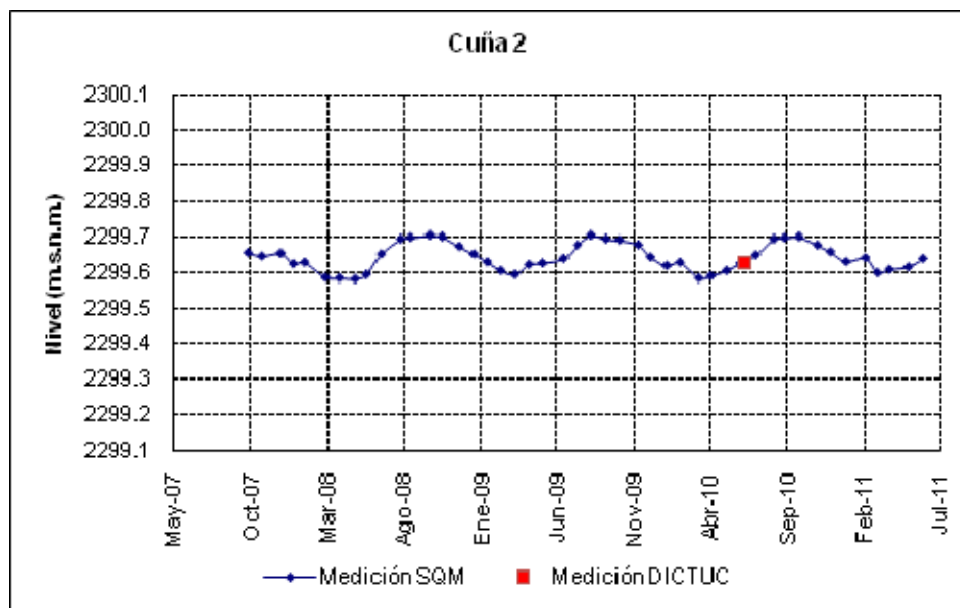


Figura 4.253. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 2.

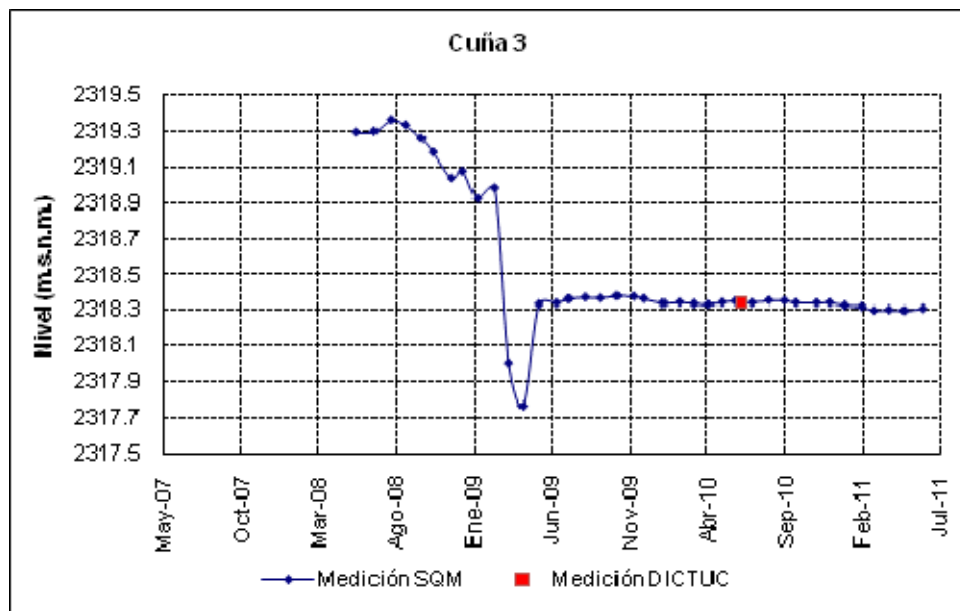


Figura 4.254. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 3.

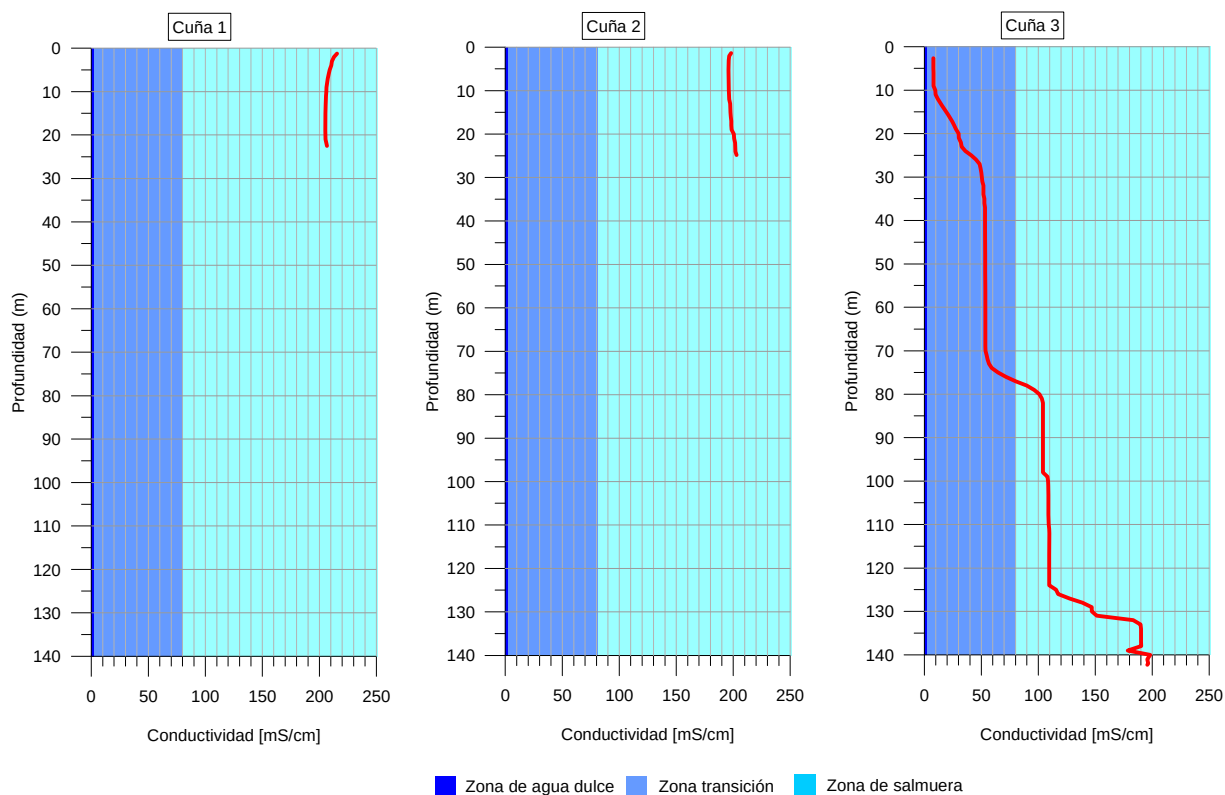


Figura 4.255. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina en los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2010

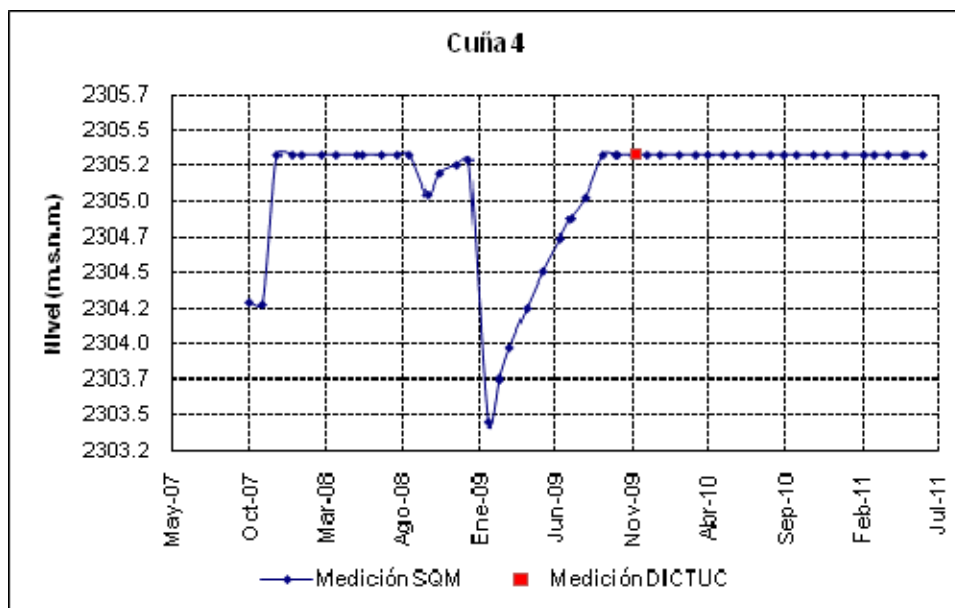


Figura 4.256. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 4 (Inicialmente reportaba afloramiento).

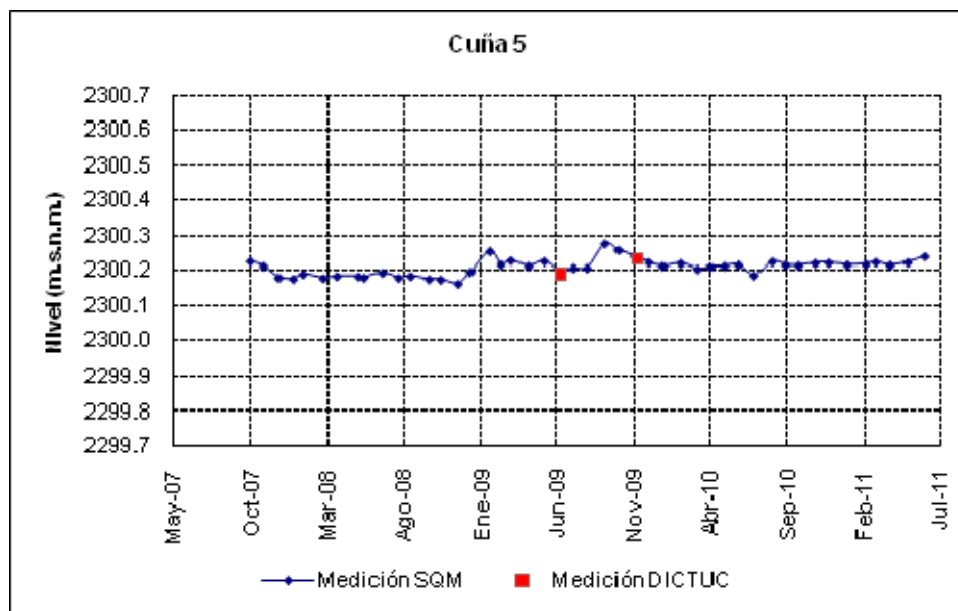


Figura 4.257. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 5.

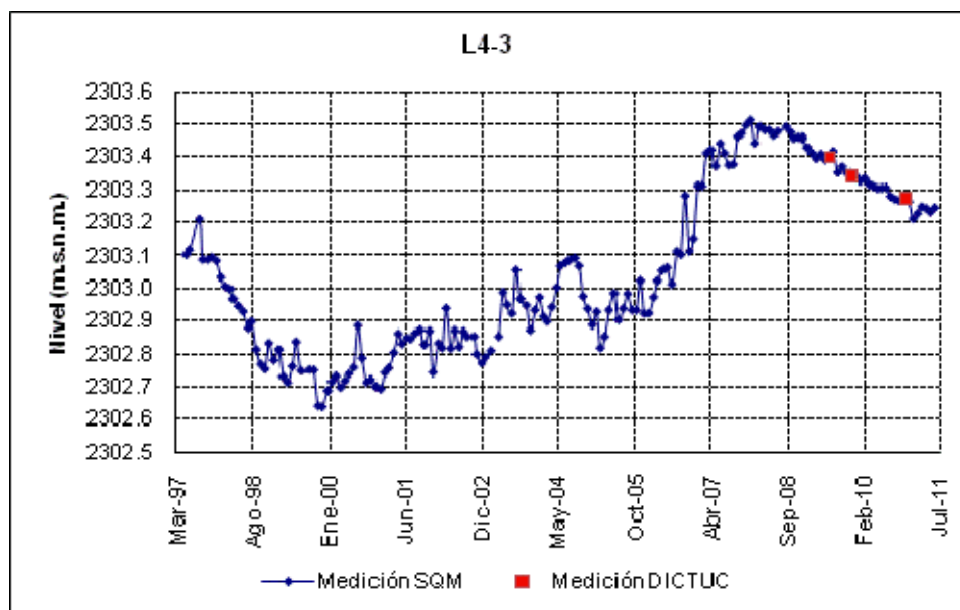


Figura 4.258. Nivel mensual observado en el pozo L4-3.

La Figura 4.259 presenta los perfiles de conductividad eléctrica para los pozos Cuña 4, Cuña 5 y L4-3. Se aprecia que el pozo Cuña 4 y Cuña 5 se ubican totalmente dentro de la zona de salmuera y el pozo L4-3 inicialmente se encontraba en una zona de transición (hasta los 40 m de profundidad aproximadamente) para posteriormente ubicarse dentro de la zona de salmuera.

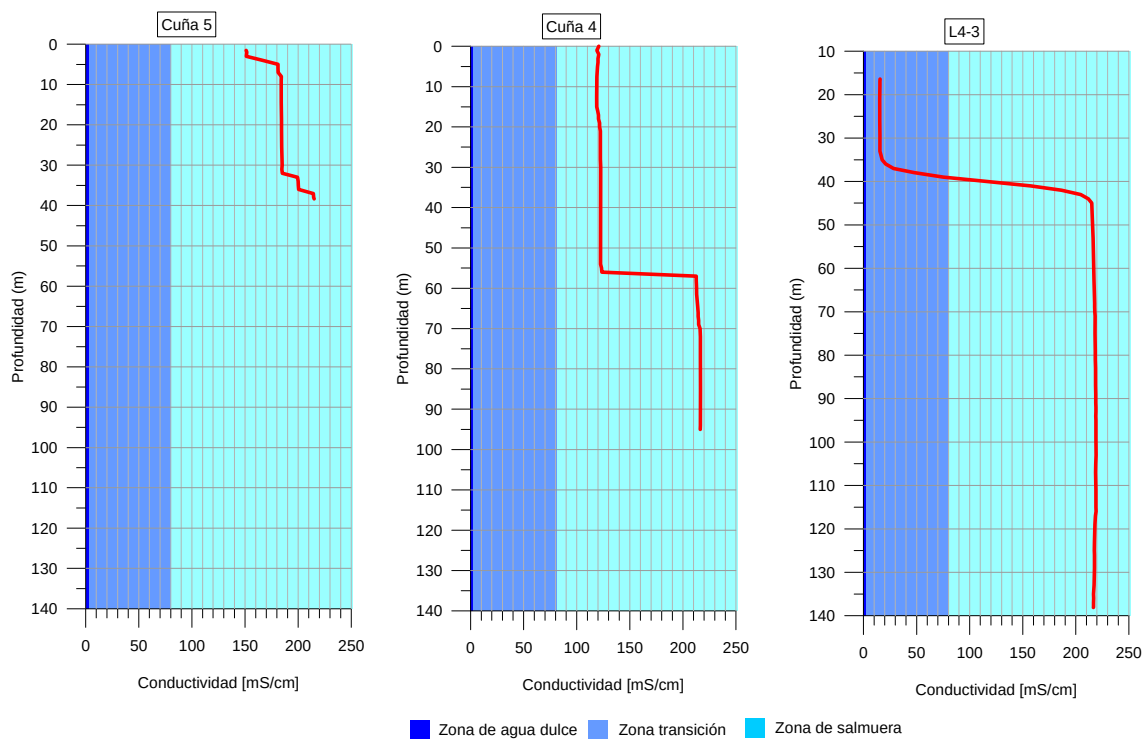


Figura 4.259. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 a junio de 2010.

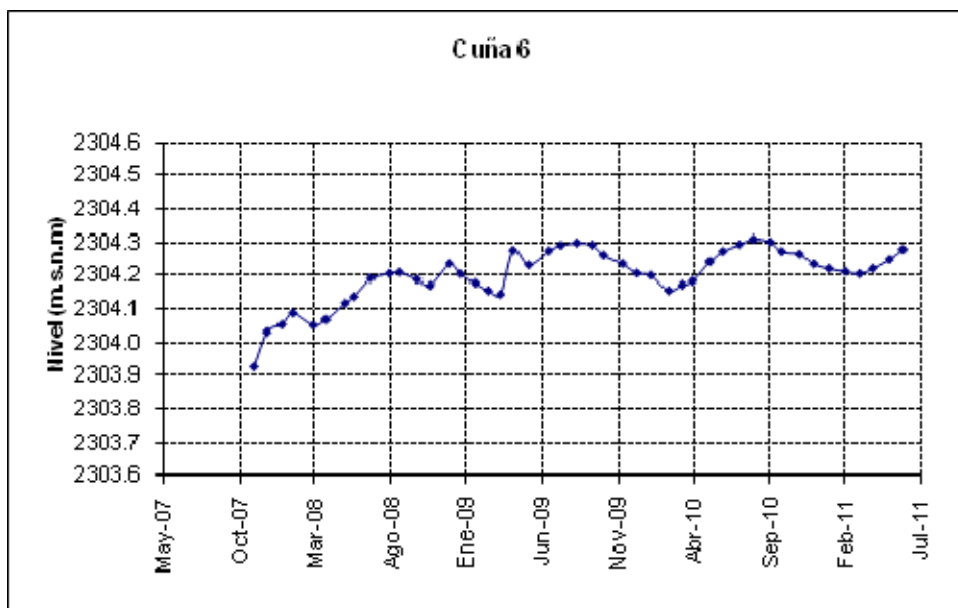


Figura 4.260. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 6.

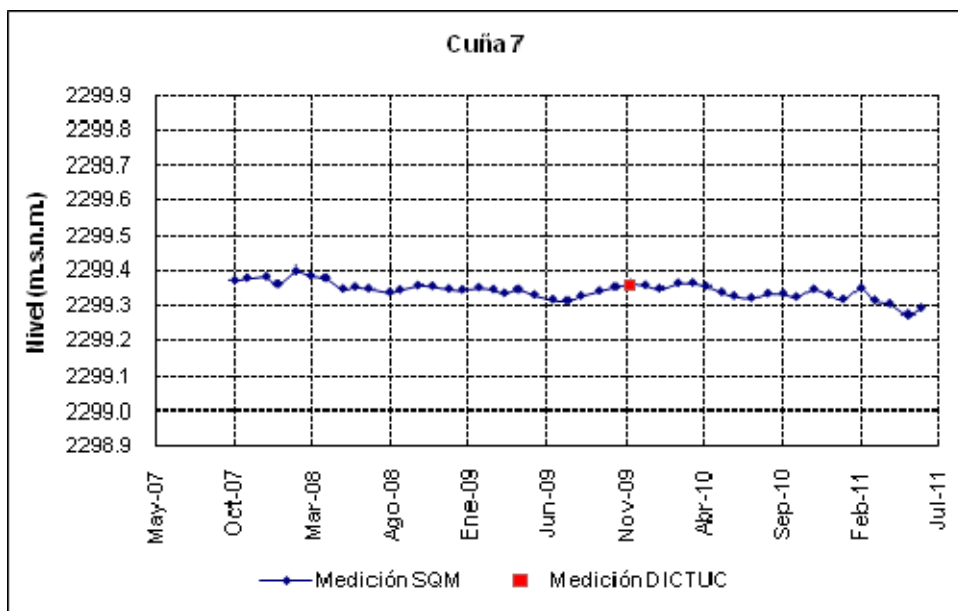


Figura 4.261. Nivel mensual observado en el pozo Cuña 7.

La Figura 4.262 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 50 metros, luego de lo cual se supera el umbral de 78,9 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.

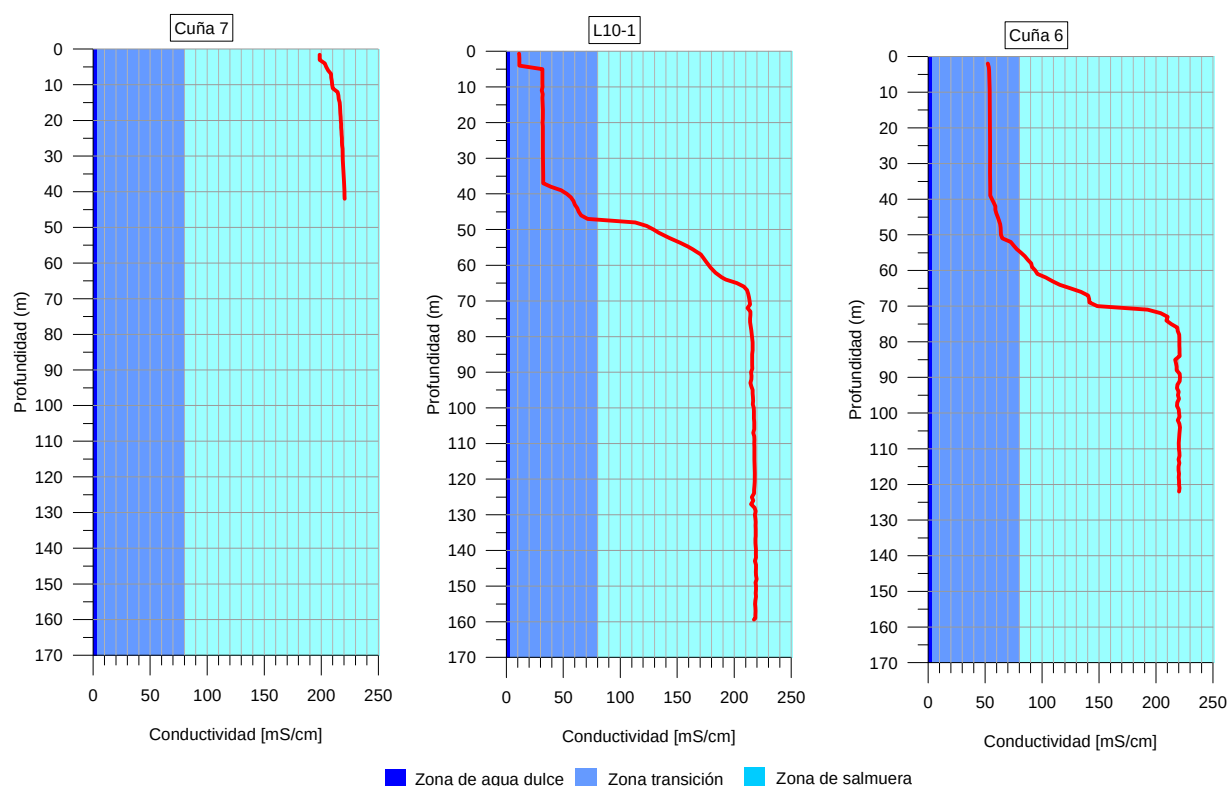


Figura 4.262. Perfil de conductividad eléctrica y representación gráfica de cuña salina para los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 a junio de 2010

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: Solución altamente concentrada en sales, puede estar presente de manera superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos mayores a 100.000 mg/L. o análogamente de acuerdo a lo definido en este informe para el Salar de Atacama, con conductividades mayores a 142,9 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 2,2 y 142,9 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

INFORMES DE ANÁLISIS QUÍMICOS

INFORME DE ENSAYO

AE1100103



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 26-Jan-11
Fecha de Recepción : 14-Jan-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad, ST, SST, SDT, pH y Conductividad
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. (10,11,12 Enero)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel:(56 2)6546192

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-4	L1-5	L1-6
Fecha de Muestreo				11-Jan-11	11-Jan-11	11-Jan-11
Hora de Muestreo				10:31	12:20	10:50
Código ALS				AE1100103-001	AE1100103-002	AE1100103-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	233000	173800	208000
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.195	1.085	1.208
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.18	7.65	7.26
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	186400	137302	160160
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	185200	130800	158210
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	416	72	158

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L7-3	L2-3	L2-4
Fecha de Muestreo				12-Jan-11	12-Jan-11	12-Jan-11
Hora de Muestreo				15:05	15:50	16:40
Código ALS				AE1100103-004	AE1100103-005	AE1100103-006
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	2610	3480	9520
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.009	1.001	1.003
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	8.06	7.81	8.06
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	26530	3004	19975
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	1976	2900	7746
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	21965	185	12305

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L2-5	SOPM-7	SOPM-14
Fecha de Muestreo				10-Jan-11	11-Jan-11	11-Jan-11
Hora de Muestreo				17:10	11:40	12:00
Código ALS				AE1100103-007	AE1100103-008	AE1100103-009
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	222000	234000	234000
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.149	1.178	1.179
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.29	7.12	7.21
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	179820	184860	191883
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	172900	180225	189400
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	181	157	120

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-G4	L7-G1	L4-8
Fecha de Muestreo				11-Jan-11	12-Jan-11	11-Jan-11
Hora de Muestreo				12:50	11:40	18:00
Código ALS				AE1100103-010	AE1100103-011	AE1100103-012
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	178600	216000	85700
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.105	1.121	1.014
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.48	7.19	7.34
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	146600	177120	70280
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	142820	174320	67703
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	5820	2335	111

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-9	L4-12	L4-3
Fecha de Muestreo				11-Jan-11	10-Jan-11	12-Jan-11
Hora de Muestreo				18:30	15:50	17:10
Código ALS				AE1100103-013	AE1100103-014	AE1100103-015
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	114300	157200	17450
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.028	1.055	1.000
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	8.04	7.88	4.90
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	101800	128900	12300
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	99396	126260	11921
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	30	72	204

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-6	L5-3	L10-1
Fecha de Muestreo				11-Jan-11	11-Jan-11	11-Jan-11
Hora de Muestreo				14:10	17:15	16:35
Código ALS				AE1100103-016	AE1100103-017	AE1100103-018
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	236000	4840	36300
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.191	1.001	1.008
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.01	7.94	7.82
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	187620	7460	28400
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	185100	3711	26996
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	101	4072	13

AE1100103

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L10-4	1028
Fecha de Muestreo				11-Jan-11	11-Jan-11
Hora de Muestreo				15:20	14:50
Código ALS				AE1100103-019	AE1100103-020
Tipo de Muestra				AT	AT
Parámetro / LD					

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
PARAMETROS FISICOQUIMICOS					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	138500	239000
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.051	1.171
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.40	6.84
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	113770	205540
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	109320	201690
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	134	112

PARAMETRO CRITICO

pH Hora análisis: 13:00

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L7-3

12-Jan-11

15:05

AE1100103-004

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	----	----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	----
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	----	----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	----	----
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	21965	23640

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L2-4

12-Jan-11

16:40

AE1100103-006

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	----	----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	----
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	----	----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	----	----
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	12305	13840

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

SOPM-7

11-Jan-11

11:40

AE1100103-008

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	----	----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	----
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	184860	185110
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	----	----
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L1-G4

11-Jan-11

12:50

AE1100103-010

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	178600	178700
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.48	7.46
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	----	----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	----	----
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L4-6

11-Jan-11

14:10

AE1100103-016

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AT	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	----		----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----		----
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	----		----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	185100		186020
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	----		----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

1028

11-Jan-11

14:50

AE1100103-020

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	239000	239000
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	6.84	6.84
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	205540	205840
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	201690	202320
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	----	----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100103

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	<2	111400	111800	100	80-120	Pt-CE-1-9
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	<10	2022	2000	101	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	24-Jan-11	<10	2010	2000	101	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	17-Jan-11	<3	1041	1000	104	80-120	Pt-SST-1-3

AE1100103

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 20 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1100103

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1100104r



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 25-Mar-11
Fecha de Recepción : 14-Jan-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad y SDT.
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. (12-01-11)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100104r

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				SOPM12-C	1001
Fecha de Muestreo				12-Jan-11	12-Jan-11
Hora de Muestreo				09:59	10:28
Código ALS				AE1100104-001	AE1100104-002
Tipo de Muestra				AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.201	1.1867
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	22-Jan-11	186400	183300

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100104r

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación					1001	
Fecha de Muestreo					12-Jan-11	
Hora de Muestreo					10:28	
Código ALS					AE1100104-002	
Tipo de Muestra					AT	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG		DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>						
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	22-Jan-11	183300		184010

AE1100104r

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	22-Jan-11	<10	2018	2000	101	80-120	Pt-STD-1-6

AE1100104r

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Se reemplaza informe AE100104 por AE100104r, ya que se modificó el resultado de Densidad de la muestra AE1100104-002

Referencias de Métodos

- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

AE1100104r

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EOA-DEN778	Densidad
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetría

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

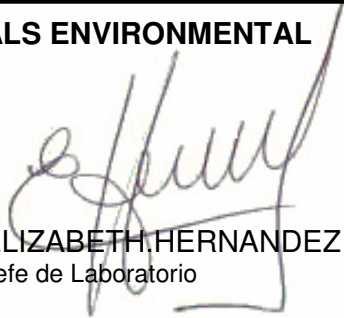
AE1100105r



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 25-Mar-11
Fecha de Recepción : 14-Jan-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. (13-01-11)

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100105r

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación	L4-10
Fecha de Muestreo	13-Jan-11
Hora de Muestreo	14:20
Código ALS	AE1100105-001
Tipo de Muestra	AS
Parámetro / LD	
Analito	
Unidades	
Fecha de Análisis	

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	1091
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	27-Jan-11	1091
EDURT-CAL756 / 0.5	Dur Total	mg CaCO3/L	28-Jan-11	17686.7
EOA-MD758 / 0.1	Temp.	°C	14-Jan-11	12.3
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	8.05
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	126300
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	120101
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	19-Jan-11	2714

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	63906.9
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	9874

Fosfatos

EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	24-Jan-11	<0.03
------------------	---------	------	-----------	-------

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	18.3

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	5.7122
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	581.58
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	5209.00
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	3942.30
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	31682.00

OTROS

EOD-VOL311 / 0.1	O2D	mg/L	14-Jan-11	0.89
SALINIDAD	Salinidad	%	14-Jan-11	>70

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 11:30
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 12:20
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 12:20
Oxígeno Disuelto	Hora análisis: 12:00

AE1100105r

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L4-10

13-Jan-11

14:20

AE1100105-001

AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AS	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	1091		1086
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	<1		<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	27-Jan-11	1091		1086
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	8.05		8.03
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	126300		127000
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	120101		119200
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	19-Jan-11	2714		2814

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	63906.9		63658
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	9874		10467

Fosfatos

EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	24-Jan-11	<0.03		<0.03
------------------	---------	------	-----------	-------	--	-------

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01		<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	18.3		18.2

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	5.7122		5.7396
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	581.58		582.18
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	5209.00		5200.00
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	3942.30		3958.00
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	31682.00		31679.00

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100105r

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	<75-125>	99.5	AE1100105-001
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	24-Jan-11	<75-125>	108.0	AE1100105-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<75-125>	80.0	AE1100105-001
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	<75-125>	98.0	AE1100105-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	<85-115>	88.8	AE1100105-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	98.3	AE1100105-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	<85-115>	90.6	AE1100105-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	92.9	AE1100105-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	<85-115>	97.3	AE1100105-001

AE1100105r

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
PARAMETROS FISICOQUIMICOS									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	----	1188	1000	119	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	27-Jan-11	----	1188	1000	119	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	27-Jan-11	----	1188	1000	119	80-120	Pt-Alc-1-3
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	19-Jan-11	<10	2032	2000	102	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	<10	2018	2000	101	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	19-Jan-11	<3	1041	1000	104	80-120	Pt-SST-1-3
PARAMETROS INORGANICOS									
Aniones									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	<0.5	103.5	100.0	104	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	<10	101	100	101	80-120	Pt-SO4-1-8
Fosfatos									
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	24-Jan-11	<0.03	6.91	7.00	99	80-120	Pt-PO4-1-6
Nitrógeno									
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01	0.14	0.15	93	80-120	Pt-NO2-1-4
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	<0.1	4.4	4.0	110	90-110	Pt-NO3-1-6
METALES TOTALES									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	<0.0005	0.0048	0.0050	96	80-120	Pt-As-1-3
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	<0.05	4.89	5.00	98	80-120	Pt-Ca-1-2
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	<0.01	5.01	5.00	100	80-120	Pt-K-1-3
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	<0.01	4.86	5.00	97	80-120	Pt-Mg-1-3
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	<0.01	10.54	10.00	105	80-120	Pt-Na-1-1

AE1100105r

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 1 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Se reemplaza informe AE1100105 por AE1100105r, ya que incluye análisis de Salinidad

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005., Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EDURT-CAL756 (Dur Total)** : Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO₂-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO₃-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-MD758 (Temp.)** : Temperature - Laboratory and Field Methods. APHA 2550-B, page 2-61 to 2-62, 21st ed.
- ✚ **EP-COL110 (P-Total)** : APHA 4500-P-B: Sample Preparation. Perchloric Acid Digestion., Ascorbic Acid Method. APHA 4500-P-E, page 4-153 to 4-155, 21st ed.2005.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.
- ✚ **EOD-VOL311 (Oxígeno Disuelto)** : Azide Modification. APHA 4500 O-C, page 4-138 to 4-140, 21st ed.2005

AE1100105r

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EDURT-CAL756	Dureza Total Cálculo
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrógeno Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrógeno Nitrito por Colorimetria
EOA-MD758	Temperatura en líquidos
EP-COL110	Fósforo Total, Colorimetria
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria
EOD-VOL311	Oxígeno Disuelto

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1100106



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 23-Feb-11
Fecha de Recepción : 14-Jan-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. (12-01-11)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100106

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Mullay	Allana	Camar
Fecha de Muestreo				12-Jan-11	12-Jan-11	12-Jan-11
Hora de Muestreo				14:00	13:20	12:40
Código ALS				AE1100106-001	AE1100106-002	AE1100106-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	294	174	507
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	<1	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	28-Jan-11	294	174	507
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	2160	4160	2590
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.0	1.0	1.0
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.77	7.76	7.54
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	1468	3914	2466
PARAMETROS INORGANICOS						
Aniones						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	392.2	422.1	300.0
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	218	1693	386
Nitrógeno						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	1.4	2.2	3.2
METALES TOTALES						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	3.6881	0.0646	0.3484
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	103.27	316.85	145.80
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	0.18	0.19	<0.03
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	27.36	23.74	14.22
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	28.62	238.45	40.23
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	<0.005	0.007	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	300.05	388.20	297.47
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	0.005	0.005	<0.005

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100106

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación	Socaire 5	P2
Fecha de Muestreo	12-Jan-11	12-Jan-11
Hora de Muestreo	11:50	11:10
Código ALS	AE1100106-004	AE1100106-005
Tipo de Muestra	AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
PARAMETROS FISICOQUIMICOS					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	464	156
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	28-Jan-11	464	156
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	5780	2100
EOA-DEN778 / 0.1	Dens.	g/cc	21-Jan-11	1.0	1.0
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.49	7.88
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	3960	1698
PARAMETROS INORGANICOS					
Aniones					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	1180.0	447.0
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	502	300
Nitrógeno					
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	2.4	5.0
METALES TOTALES					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	2.4738	0.2375
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	136.35	164.29
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	0.34	0.30
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	40.34	14.61
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	140.00	38.57
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	<0.005	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	570.00	239.81
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	0.010	0.007

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 12:00
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 14:45
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 13:00

AE1100106

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

Camar

12-Jan-11

12:40

AE1100106-003

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AT	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----		----
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----		----
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	----		----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----		----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	----		----

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	300		312
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	----		----

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	----		----
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	----		----

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	----		----
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	----		----
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	----		----
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	----		----
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	----		----
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	----		----
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	----		----
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	----		----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100106

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

Socaire 5

12-Jan-11

11:50

AE1100106-004

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AT	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----		----
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----		----
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	----		----
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----		----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	3960		4108

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	----		----
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	----		----

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	----		----
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	----		----

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	----		----
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	----		----
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	----		----
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	----		----
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	----		----
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	----		----
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	----		----
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	----		----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100106

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

P2

12-Jan-11

11:10

AE1100106-005

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	156	155
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	<1	<1
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	2100	2110
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	7.88	7.90
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	----	----

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	----	----
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	300	327

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	5.0	5.0

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	0.2375	0.2375
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	164.29	161.91
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	0.30	0.30
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	14.61	14.63
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	38.57	38.63
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	<0.005	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	239.81	239.56
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	0.007	0.007

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100106

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	<75-125>	119.4	AE1100106-004
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<75-125>	100.0	AE1100106-003
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	<75-125>	88.6	AE1100106-005
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	<85-115>	103.9	AE1100106-005
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	107.1	AE1100106-001
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	94.3	AE1100106-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	<85-115>	86.0	AE1100106-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	103.0	AE1100106-001
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	100.6	AE1100106-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	<85-115>	106.0	AE1100106-004
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	<85-115>	97.9	AE1100106-001

AE1100106

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----	1068	1000	107	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	28-Jan-11	----	1068	1000	107	80-120	Pt-Alc-1-3
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	17-Jan-11	<2	1405	1413	99	80-120	Pt-CE-1-4
EPH-POT403 / 0.01	pH		14-Jan-11	----	7.01	7.00	100	80-120	Pt-pH-1-2
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	21-Jan-11	<10	2018	2000	101	80-120	Pt-STD-1-6
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	31-Jan-11	<0.5	103.5	100.0	104	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	19-Jan-11	<10	101	100	101	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Nitrógeno</u>									
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	14-Jan-11	<0.01	0.14	0.15	93	80-120	Pt-NO2-1-4
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	14-Jan-11	<0.1	4.1	4.0	103	90-110	Pt-NO3-1-6
<u>METALES TOTALES</u>									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	19-Jan-11	<0.0005	0.0048	0.0050	96	80-120	Pt-As-1-3
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	20-Jan-11	<0.05	5.44	5.00	109	80-120	Pt-Ca-1-2
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	20-Jan-11	<0.03	0.05	0.05	100	80-120	Pt-Fe-1-10
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	21-Jan-11	<0.01	5.01	5.00	100	80-120	Pt-K-1-3
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	20-Jan-11	<0.01	4.86	5.00	97	80-120	Pt-Mg-1-3
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	20-Jan-11	<0.005	0.048	0.050	96	80-120	Pt-Mn-1-7
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	21-Jan-11	<0.01	10.54	10.00	105	80-120	Pt-Na-1-1
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	20-Jan-11	<0.005	0.048	0.050	96	80-120	Pt-Zn-1-9

AE1100106

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005., Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EFE-AAS4 (Fe)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EMN-AAS4 (Mn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO₂-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO₃-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **EZN-AAS4 (Zn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.

AE1100106

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EFE-AAS4	Hierro total por FAAS
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
EMN-AAS4	Manganeso total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrógeno Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrógeno Nitrato por Colorimetria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
EZN-AAS4	Zinc total por FAAS

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

AE1100107



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 31-Jan-11
Fecha de Recepción : 14-Jan-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis SAAM, HC Totales, NH3, Cond y Coliformes
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. (13-01-11)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100107

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Chaxa	Barros Negros
Fecha de Muestreo				13-Jan-11	13-Jan-11
Hora de Muestreo				12:15	12:00
Código ALS				AE1100107-001	AE1100107-002
Tipo de Muestra				AS	AS
Parámetro / LD					

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
PARAMETROS FISICOQUIMICOS					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	159400	224000
PARAMETROS ORGANICOS					
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	14-Jan-11	0.19	0.48
PARAMETROS SUB CONTRATADOS					
ESUBC-513 / 1.8	Colif Fec	NMP/100 mL	14-Jan-11	<1.8	<1.8
ESUBC-514 / 1.8	Colif Tot	NMP/100 mL	14-Jan-11	<1.8	<1.8
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	20-Jan-11	1.85	5.75
EHT-GRA215 / 2	HT	mg/L	17-Jan-11	<2	<2

PARAMETRO CRITICO

Detergente	Hora análisis: 15:00
Coliformes Fecales	Hora análisis: 13:25
Coliformes Totales	Hora análisis: 13:25

AE1100107

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

Chaxa

13-Jan-11

12:15

AE1100107-001

AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AS	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	----	----	----
----------------	----	-------	-----------	------	------	------

PARAMETROS ORGANICOS

ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	14-Jan-11	0.19		0.19
---------------------	------	------	-----------	------	--	------

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100107

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación				Barros Negros	
Fecha de Muestreo				13-Jan-11	
Hora de Muestreo				12:00	
Código ALS				AE1100107-002	
Tipo de Muestra				AS	
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	224000	223000
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>					
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	14-Jan-11	----	----

AE1100107

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	14-Jan-11	<75-125>	115.0	AE1100107-001

AE1100107

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	18-Jan-11	<2	12830	12880	100	80-120	Pt-CE-1-6
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
EHT-GRA215 / 2	Hid Fijos	mg/L	18-Jan-11	<2	----	----	----	----	----
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	14-Jan-11	<0.01	0.16	0.15	107	80-120	Pt-SAAM-1-3

AE1100107

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de Coliformes es Subcontratado en otro Laboratorio Acreditado por ISO 17025
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Hidrocarburos Totales y Nitrógeno Amoniacal fueron subcontratados por ALS Santiago
- ✚ Análisis de Conductividad fue realizado a 25 °C

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EHT-GRA215 (Hid Fijos)** : Hydrocarbons, APHA 5520-F, page 2-41 to 2-42, 21st ed. 2005. Hidrocarburos Volátiles (HV). Cromatografía Gaseosa, CG-MS con sistema de Purga y Trampa. US EPA SW-846, Adaptación Método 8260, 5035. v2, 1997 (también llamados TPHs rango C6 - C10).
- ✚ **ESAAM-COL117 (SAAM)** : Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-52, 21st ed. 2005.

Referencias de Métodos - Parámetros Subcontratados

- ✚ **ESUBC-513 (Colif Fec)** : Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st ed. 2005..
- ✚ **ESUBC-514 (Colif Tot)** : Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.
- ✚ **ENH3-COL143 (N-NH3)** : APHA 4500-NH3-H, page 4-116 to 4-117, 21st ed. 2005.

AE1100107

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EHF-GRA215	Hidrocarburos Fijos
ESAAM-COL117	Surfactantes Aniónicos por Colorimetria
ESUBC-513	Coliformes Fecales por Tubos Multiples
ESUBC-514	Coliformes Totales por Tubos Multiples
ENH3-COL143	Nitrógeno Amoniacal
EHT-GRA215	Hidrocarburos Totales

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

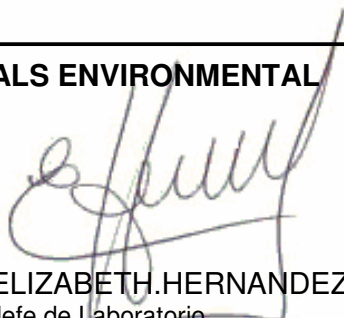
AE1100961



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 12-May-11
Fecha de Recepción : 29-Apr-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad, ST, SST, SDT, pH y Cond.
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 25,26 y 28 Abril

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-4	L1-5	L1-6
Fecha de Muestreo				26-Apr-11	26-Apr-11	26-Apr-11
Hora de Muestreo				13:17	14:52	13:33
Código ALS				AE1100961-001	AE1100961-002	AE1100961-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	233000	174300	208000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.1983	1.0699	1.1100
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.15	7.63	7.31
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	190210	137610	163200
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	184070	135954	160160
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	274	147	165

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L7-3	L2-3	L2-4
Fecha de Muestreo				25-Apr-11	25-Apr-11	25-Apr-11
Hora de Muestreo				16:43	14:31	15:23
Código ALS				AE1100961-004	AE1100961-005	AE1100961-006
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	1954	3100	10740
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.0090	1.0020	1.0100
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	8.18	7.75	8.31
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	1400	2476	7030
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	1264	2460	6720
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	425	6	351

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L2-5	SOPM-7	SOPM-14
Fecha de Muestreo				26-Apr-11	26-Apr-11	26-Apr-11
Hora de Muestreo				14:03	15:30	15:14
Código ALS				AE1100961-007	AE1100961-008	AE1100961-009
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	218000	234000	235000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.1350	1.1927	1.1810
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.32	7.10	7.20
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	175960	178060	204727
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	174400	175520	190348
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	192	269	408

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L1-G4	L7-G1	L4-8
Fecha de Muestreo				26-Apr-11	28-Apr-11	28-Apr-11
Hora de Muestreo				14:31	13:55	13:33
Código ALS				AE1100961-010	AE1100961-011	AE1100961-012
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	182800	138100	85000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.0770	1.0628	1.0395
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.46	7.82	7.23
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	154124	111000	69600
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	140025	105100	62300
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	718	169	55

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-9	L4-12	L4-3
Fecha de Muestreo				25-Apr-11	25-Apr-11	26-Apr-11
Hora de Muestreo				13:50	15:56	13:04
Código ALS				AE1100961-013	AE1100961-014	AE1100961-015
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	115100	164200	17340
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.0411	1.0740	1.0000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.94	7.85	4.45
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	81978	131148	11040
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	81373	123643	10856
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	158	269	58

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				L4-6	L5-3	L10-1
Fecha de Muestreo				25-Apr-11	25-Apr-11	26-Apr-11
Hora de Muestreo				16:24	12:10	11:19
Código ALS				AE1100961-016	AE1100961-017	AE1100961-018
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	236000	5510	17440
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.2050	1.0510	1.0030
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.05	7.93	8.30
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	179114	3840	13300
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	173224	3472	12120
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	521	340	11

AE1100961

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L10-4

28-Apr-11

11:10

AE1100961-019

AT

1028

26-Apr-11

10:45

AE1100961-020

AT

Analito

Unidades

Fecha de
Análisis

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	138900	240000
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	05-May-11	1.0630	1.1863
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.37	6.84
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	112938	180290
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	105425	176400
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	207	543

PARAMETROS CRITICOS

pH

Hora análisis: 16:00

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100961

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L1-G4

26-Apr-11

14:31

AE1100961-010

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	182800	182800
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.46	7.46
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	154124	153210
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	140025	NA
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	718	671

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100961

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

1028

26-Apr-11

10:45

AE1100961-020

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>					
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	240000	241000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	6.84	6.84
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	180290	NA
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	176400	173600
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	543	510

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100961

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
PARAMETROS FISICOQUIMICOS									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	<2	114300	111800	102	80-120	Pt-CE-1-9
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	----	7.05	7.00	101	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	05-May-11	<10	2022	2000	101	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	05-May-11	<10	2172	2000	109	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	05-May-11	<3	168	150	112	80-120	Pt-SST-1-2

AE1100961

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 20 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Densidad se encuentra fuera del alcance de acreditación

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.

AE1100961

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

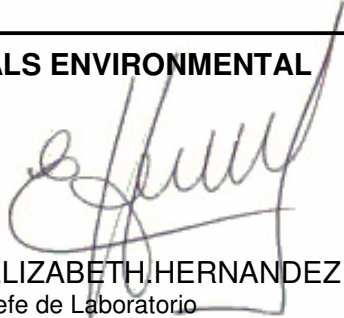
AE1100962



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 12-May-11
Fecha de Recepción : 29-Apr-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis Densidad y SDT
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA. Muestreo 26-04-11

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100962

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación

SOPM12-C

1001

Fecha de Muestreo

26-Apr-11

26-Apr-11

Hora de Muestreo

09:27

10:10

Código ALS

AE1100962-001

AE1100962-002

Tipo de Muestra

AT

AT

Parámetro / LD

Analito

Unidades

Fecha de
Análisis

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EOA-DEN778 / 0.1000

Dens.

g/cc

06-May-11

1.113

1.126

ESTD-GRA203 / 10

STD

mg/L

09-May-11

201240

187230

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100962

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

1001

26-Apr-11

10:10

AE1100962-002

AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	201240	203450
------------------	-----	------	-----------	--------	--------

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100962

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	<10	1996	2000	100	80-120	Pt-STD-1-6

AE1100962

Anexo 3 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Densidad se encuentra fuera del alcance de acreditación

Referencias de Métodos

- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

AE1100962

Anexo 4

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EOA-DEN778	Densidad
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetría

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

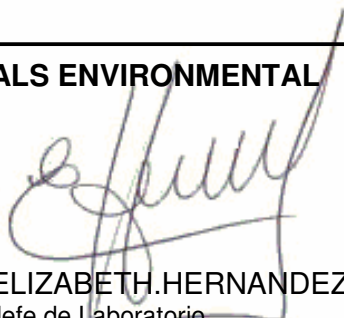
AE1100963



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 13-May-11
Fecha de Recepción : 29-Apr-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis varios
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA (28-04-11)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100963

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación L4-10
Fecha de Muestreo 28-Apr-11
Hora de Muestreo 12:20
Código ALS AE1100963-001
Tipo de Muestra AS
Parámetro / LD

Analito	Unidades	Fecha de Análisis
---------	----------	----------------------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	514
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	514
EDURT-CAL756 / 0.5	Dur Total	mg CaCO3/L	12-May-11	9325.3
EOA-MD758 / 0.1	Temp.	°C	29-Apr-11	12.7
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	8.16
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	09-May-11	93300
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	84100
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	04-May-11	69

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	04-May-11	18605.6
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	5764

Fosfatos

EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	04-May-11	0.88
------------------	---------	------	-----------	------

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	4.8

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	3.7024
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	478.55
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	1063.50
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	1918.30
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	12095.00

OTROS

EOD-VOL311 / 0.1	O2D	mg/L	29-Apr-11	4.11
SALINIDAD	Salinidad	%	29-Apr-11	>70

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 14:00
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 14:15
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 16:00
Oxígeno Disuelto	Hora análisis: 13:10

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100963

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

L4-10

28-Apr-11

12:20

AE1100963-001

AS

DUPL

ORIG

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	514	514
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	514	514
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	8.16	8.17
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	09-May-11	93300	94000
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	84100	81700
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	04-May-11	69	NA

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	04-May-11	18605.6	18212.3
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	5764	5392

Fosfatos

EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	04-May-11	0.88	0.96
------------------	---------	------	-----------	------	------

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	4.8	4.8

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	3.7024	3.7099
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	478.55	481.30
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	1063.50	1018.40
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	1918.30	1908.30
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	12095.00	11992.00

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100963

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	04-May-11	<75-125>	118.0	AE1100963-001
<u>Fosfatos</u>						
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	04-May-11	<75-125>	110.0	AE1100963-001
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<75-125>	88.0	AE1100963-001
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	<75-125>	110.0	AE1100963-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	<85-115>	95.4	AE1100963-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	<85-115>	95.0	AE1100963-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	<85-115>	100.2	AE1100963-001
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	<85-115>	99.0	AE1100963-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	<85-115>	99.9	AE1100963-001

AE1100963

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	----	7.05	7.00	101	80-120	Pt-pH-1-2
EST-GRA203 / 10	ST	mg/L	09-May-11	<10	1998	2000	100	80-120	Pt-ST-1-5
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	<10	2000	2000	100	80-120	Pt-STD-1-6
ESTS-GRA203 / 3	STS	mg/L	04-May-11	<3	153	150	102	80-120	Pt-SST-1-2
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>									
<u>Aniones</u>									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	04-May-11	<0.5	96.4	100.0	96	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	<10	95	100	95	80-120	Pt-SO4-1-8
<u>Fosfatos</u>									
EP-COL110 / 0.03	P-Total	mg/L	04-May-11	<0.03	6.86	7.00	98	80-120	Pt-PO4-1-6
<u>Nitrógeno</u>									
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	0.15	0.15	100	80-120	Pt-NO2-1-4
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	<0.1	2.0	2.0	100	90-110	Pt-NO3-1-5
<u>METALES TOTALES</u>									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	<0.0005	0.0096	0.0100	96	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	<0.05	9.91	10.00	99	80-120	Pt-Ca-1-4
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	<0.01	2.97	3.00	99	80-120	Pt-K-1-10
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	<0.01	10.06	10.00	101	80-120	Pt-Mg-1-6
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	<0.01	4.93	5.00	99	80-120	Pt-Na-1-4

AE1100963

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 1 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Salinidad se encuentra fuera del alcance de acreditación

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005., Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EDURT-CAL756 (Dur Total)** : Hardness by Calculation. APHA 2340-B, page 2-37, 21st ed.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO₂-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO₃-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-MD758 (Temp.)** : Temperature - Laboratory and Field Methods. APHA 2550-B, page 2-61 to 2-62, 21st ed.
- ✚ **EP-COL110 (P-Total)** : APHA 4500-P-B: Sample Preparation. Perchloric Acid Digestion., Ascorbic Acid Method. APHA 4500-P-E, page 4-153 to 4-155, 21st ed.2005.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **EST-GRA203 (ST)** : Total Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-B, page 2-56, 21st ed.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.
- ✚ **ESTS-GRA203 (STS)** : Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C. APHA 2540-D, page 2-58 to 2-59, 21st ed.
- ✚ **EOD-VOL311 (Oxígeno Disuelto)** : Azide Modification. APHA 4500 O-C, page 4-138 to 4-140, 21st ed.2005

AE1100963

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EDURT-CAL756	Dureza Total Cálculo
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-MD758	Temperatura en líquidos
EP-COL110	Fósforo Total, Colorimetria
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
EST-GRA203	Sólidos Totales por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
ESTS-GRA203	Sólidos Totales Suspendidos, gravimetria
EOD-VOL311	Oxígeno Disuelto

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

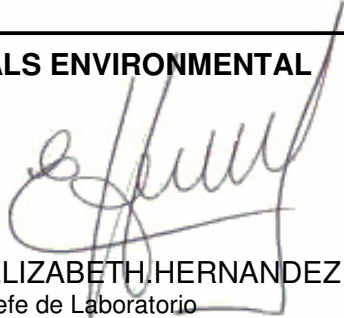
AE1100964



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 12-May-11
Fecha de Recepción : 29-Apr-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis varios.
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA (25-04-11)

ALS ENVIRONMENTAL



ELIZABETH HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100964

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Mullay	Allana	Camar
Fecha de Muestreo				25-Apr-11	25-Apr-11	25-Apr-11
Hora de Muestreo				17:18	17:46	18:19
Código ALS				AE1100964-001	AE1100964-002	AE1100964-003
Tipo de Muestra				AT	AT	AT
Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis			
PARAMETROS FISICOQUIMICOS						
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	292	172	517
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	<1	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	292	172	517
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	2190	4130	2620
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	06-May-11	1.0038	1.0000	1.0000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.45	7.34	7.14
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	1430	3736	1756
PARAMETROS INORGANICOS						
Aniones						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	417.0	372.7	392.4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	277	1775	540
Nitrógeno						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	1.9	1.9	3.0
METALES TOTALES						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	4.833	0.0785	0.5146
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	109.73	325.99	157.23
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	<0.03	0.05	0.04
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	31.89	28.22	16.70
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	28.57	225.20	101.07
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	0.009	0.007	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	328.00	429.00	329.00
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	0.013	0.019	0.014

<= Menor que el límite de detección Indicado
AT (Agua Subterránea)
NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100964

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación	Socaire 5	P2
Fecha de Muestreo	25-Apr-11	25-Apr-11
Hora de Muestreo	18:43	11:11
Código ALS	AE1100964-004	AE1100964-005
Tipo de Muestra	AT	AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
PARAMETROS FISICOQUIMICOS					
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	464	160
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	464	160
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	3080	2150
EOA-DEN778 / 0.1000	Dens.	g/cc	06-May-11	1.0000	1.0000
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.04	7.39
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	1992	1512
PARAMETROS INORGANICOS					
Aniones					
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	506.0	421.9
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	497.0	375
Nitrógeno					
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	2.3	6.5
METALES TOTALES					
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	3.015	0.2667
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	76.20	160.29
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	<0.03	0.04
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	37.68	17.73
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	50.41	38.22
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	<0.005	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	630.00	249.00
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	0.008	0.018

PARAMETROS CRITICOS

pH	Hora análisis: 16:00
Nitrógeno Nitrito	Hora análisis: 17:50
Nitrógeno Nitrato	Hora análisis: 16:45

AE1100964

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

Mullay
25-Apr-11
17:18
AE1100964-001
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AT	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----		----
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----		----
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	----		----
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	----		----
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	----		----
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	----		----

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	417.0		421.9
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	----		----

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	----		----
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	----		----

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	----		----
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	----		----
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	----		----
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	----		----
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	----		----
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	----		----
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	----		----
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	----		----

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100964

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

P2
25-Apr-11
11:11
AE1100964-005
AT

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	160	161
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	<1	<1
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	160	161
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	2150	2150
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	7.39	7.39
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	1512	NA

PARAMETROS INORGANICOS

Aniones

ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	----	----
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	375	381

Nitrógeno

ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	<0.01
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	6.5	6.6

METALES TOTALES

EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	0.2667	0.2696
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	160.29	161.64
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	0.04	0.04
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	17.73	17.16
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	38.22	38.27
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	<0.005	<0.005
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	249.00	240.8
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	0.018	0.020

<= Menor que el límite de detección Indicado

AT (Agua Subterránea)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100964

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS INORGANICOS</u>						
<u>Aniones</u>						
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	<75-125>	93.4	AE1100964-005
<u>Nitrógeno</u>						
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<75-125>	76.0	AE1100964-001
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	<75-125>	108.0	AE1100964-001
<u>METALES TOTALES</u>						
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	<85-115>	88.3	AE1100964-001
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	<85-115>	92.0	AE1100964-004
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	<85-115>	107.0	AE1100964-001
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	<85-115>	104.5	AE1100964-002
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	<85-115>	94.0	AE1100964-003
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	<85-115>	96.2	AE1100964-001
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	<85-115>	105.5	AE1100964-001
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	<85-115>	98.0	AE1100964-001

AE1100964

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
PARAMETROS FISICOQUIMICOS									
EALCB-VOL304 / 1	Alc HCO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCC-VOL304 / 1	Alc CO3	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
EALCT-VOL304 / 1	Alc Total	mg CaCO3/L	06-May-11	----	1096	1000	110	80-120	Pt-Alc-1-3
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	<2	12880	12880	100	80-120	Pt-CE-1-6
EPH-POT403 / 0.01	pH		29-Apr-11	----	7.05	7.00	101	80-120	Pt-pH-1-2
ESTD-GRA203 / 10	STD	mg/L	09-May-11	<10	2000	2000	100	80-120	Pt-STD-1-6
PARAMETROS INORGANICOS									
Aniones									
ECL-VOL309 / 0.5	Cl	mg/L	05-May-11	<0.5	97.4	100.0	97	80-120	Pt-Cl-1-4
ESO4-GRA205b / 10	SO4	mg/L	06-May-11	<10	95	100	95	80-120	Pt-SO4-1-8
Nitrógeno									
ENO2-COL115 / 0.01	NO2	mg/L	29-Apr-11	<0.01	0.15	0.15	100	80-120	Pt-NO2-1-4
ENO3-COL123 / 0.1	NO3	mg/L	29-Apr-11	<0.1	2.0	2.0	100	90-110	Pt-NO3-1-5
METALES TOTALES									
EAS-GH64 / 0.0005	As	mg/L	06-May-11	<0.0005	0.0098	0.0100	98	80-120	Pt-As-1-8
ECA-AAS3 / 0.05	Ca	mg/L	03-May-11	<0.05	9.91	10.00	99	80-120	Pt-Ca-1-4
EFE-AAS4 / 0.03	Fe	mg/L	02-May-11	<0.03	0.05	0.05	100	80-120	Pt-Fe-1-10
EK-EA10 / 0.01	K	mg/L	06-May-11	<0.01	2.97	3.00	99	80-120	Pt-K-1-10
EMG-AAS4 / 0.01	Mg	mg/L	03-May-11	<0.01	10.06	10.00	101	80-120	Pt-Mg-1-6
EMN-AAS4 / 0.005	Mn	mg/L	05-May-11	<0.005	0.052	0.050	104	80-120	Pt-Mn-1-7
ENA-EA10 / 0.01	Na	mg/L	09-May-11	<0.01	4.93	5.00	99	80-120	Pt-Na-1-4
EZN-AAS4 / 0.005	Zn	mg/L	05-May-11	<0.005	0.050	0.050	100	80-120	Pt-Zn-1-9

AE1100964

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 5 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.
- ✚ Análisis de Densidad se encuentra fuera del alcance de acreditación

Referencias de Métodos

- ✚ **EALCB-VOL304 (Alc HCO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCC-VOL304 (Alc CO₃)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EALCT-VOL304 (Alc Total)** : Titration Method. APHA 2320-B, page 2-27 to 2-29, 21st ed.
- ✚ **EAS-GH64 (As)** : Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005., Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. APHA 3114-C, page 3-37 to 3-38, 21st ed.2005.
- ✚ **ECA-AAS3 (Ca)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method, APHA 3111-D, page 3-20 to 3-22, 21st ed.
- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **ECL-VOL309 (Cl)** : Argentometric Method. APHA 4500-Cl-B, page.4-70 to 4-71, 21st ed.2005.
- ✚ **EFE-AAS4 (Fe)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EK-EA10 (K)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Photometric Method. APHA 3500-K-B, page 3-88 to 3-89, 21st ed.2005.
- ✚ **EMG-AAS4 (Mg)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **EMN-AAS4 (Mn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.
- ✚ **ENA-EA10 (Na)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Flame Emission Photometric. APHA 3500-Na-B, page 3-99 to 3-100, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO2-COL115 (NO₂)** : Colorimetric Method. APHA 4500-NO₂-B, page 4-118 to 4-119, 21st ed.2005.
- ✚ **ENO3-COL123 (NO₃)** : Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method. APHA 4500-NO₃-B, page 4-120 to 4-121, 21st ed.
- ✚ **EOA-DEN778 (Dens.)** : Chang Raymond. 2007. 9ª Edición. Química. Editorial: McGraw- Hill. Interamericana de México S.A. de C.V.
- ✚ **EPH-POT403 (pH)** : Electrometric Method. APHA 4500-H-B, page 4-90 to 4-94, 21st ed.
- ✚ **ESO4-GRA205b (SO₄)** : Gravimetric Method with Drying of Residue. APHA 4500-SO₄-D, page 4-187 to 4-188, 21st ed.2005.
- ✚ **ESTD-GRA203 (STD)** : Total Dissolved Solids Dried at 180 °C. APHA 2540-C, page 2-57, 21st ed.

✚ **EZN-AAS4 (Zn)** : APHA 3030-D: Digestion for Metals, Direct Air-Acetylene Flame Method, APHA 3111-B, page 3-17 to 3-19, 21st ed.2005.

AE1100964

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
EALCB-VOL304	Alcalinidad Bicarbonato por volumetria
EALCC-VOL304	Alcalinidad Carbonato por volumetria
EALCT-VOL304	Alcalinidad Total por volumetria
EAS-GH64	Arsénico Total por HGAAS
ECA-AAS3	Calcio total por FAAS
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
ECL-VOL309	Cloruro por Volumetria
EFE-AAS4	Hierro total por FAAS
EK-EA10	Potasio total por FAES
EMG-AAS4	Magnesio total por FAAS
EMN-AAS4	Manganeso total por FAAS
ENA-EA10	Sodio total por FAES
ENO2-COL115	Nitrito por Colorimetria
ENO3-COL123	Nitrato por Colorimetria
EOA-DEN778	Densidad
EPH-POT403	pH por potenciometria
ESO4-GRA205b	Sulfato por gravimetria
ESTD-GRA203	Sólidos Totales Disueltos, gravimetria
EZN-AAS4	Zinc total por FAAS

**** FIN DEL REPORTE ****

INFORME DE ENSAYO

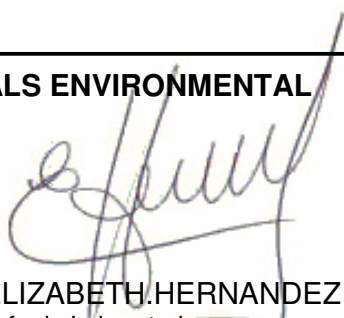
AE1100965



Alcance acreditación LE 277, 279

Informe para : **SQM SALAR S.A.**
Dirección : LOS MILITARES 4290
SANTIAGO
Atención : **PABLO MOLINA**
Fecha de Informe : 12-May-11
Fecha de Recepción : 29-Apr-11
Muestreado por : SQM SALAR S.A.
Referencia : Análisis SAAM, HC Totales, NH3, Cond y Coliformes
Proyecto : Muestreo Trimestral PSA (28-04-11)

ALS ENVIRONMENTAL


ELIZABETH.HERNANDEZ
Jefe de Laboratorio

Juan Gutemberg # 438 Galpón 9 y 10 - Antofagasta
Tel: (56 2) 6546192

AE1100965

RESULTADOS DE ANALISIS

Identificación				Chaxa	Barros Negros
Fecha de Muestreo				28-Apr-11	28-Apr-11
Hora de Muestreo				16:00	15:00
Código ALS				AE1100965-001	AE1100965-002
Tipo de Muestra				AS	AS
Parámetro / LD					

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis		
----------------	---------	----------	----------------------	--	--

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	109400	136800
----------------	----	-------	-----------	--------	--------

PARAMETROS ORGANICOS

EHT-GRA215 / 2	Hid Totales	mg/L	02-May-11	<2	<2
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-11	0.25	0.22

PARAMETROS SUB CONTRATADOS

ESUBC-513 / 1.8	Colif Fec	NMP/100 mL	29-Apr-11	<1.8	<1.8
ESUBC-514 / 1.8	Colif Tot	NMP/100 mL	29-Apr-11	<1.8	<1.8
ENH3-COL143 / 0.01	N-NH3	mg/L	04-May-11	0.30	0.26

PARAMETROS CRITICOS

Detergente	Hora análisis: 09:30
Coliformes Fecales	Hora análisis: 15:56
Coliformes Totales	Hora análisis: 15:56

AE1100965

Anexo 1 - CONTROL DE CALIDAD - Duplicados

Identificación

Fecha de Muestreo

Hora de Muestreo

Código ALS

Tipo de Muestra

Parámetro / LD

Barros Negros

28-Apr-11

15:00

AE1100965-002

AS

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	ORIG	AS	DUPL
----------------	---------	----------	----------------------	------	----	------

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	136800		136700
----------------	----	-------	-----------	--------	--	--------

PARAMETROS ORGANICOS

ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-11	0.22		0.23
---------------------	------	------	-----------	------	--	------

<= Menor que el límite de detección Indicado

AS (Agua Superficial)

NA: No Analizada, IM: Insuficiente Muestra

AE1100965

Anexo 2 - CONTROL DE CALIDAD - Adiciones

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Rango(%)	%Recup.	Código ALS
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>						
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-11	<75-125>	110.0	AE1100965-001

AE1100965

Anexo 3 - CONTROL DE CALIDAD - Blancos y Estándares

Parámetro / LD	Analito	Unidades	Fecha de Análisis	Blanco	Valor STD	Valor Nominal	% Recup.	Limites	Nombre STD
<u>PARAMETROS FISICOQUIMICOS</u>									
ECE-POT401 / 2	CE	uS/cm	29-Apr-11	<2	114300	111800	102	80-120	Pt-CE-1-9
<u>PARAMETROS ORGANICOS</u>									
EHT-GRA215 / 2	Hid Totales	mg/L	02-May-11	<2	----	----	----	----	----
ESAAM-COL117 / 0.01	SAAM	mg/L	30-Apr-11	<0.01	0.15	0.15	100	80-120	Pt-SAAM-1-3

AE1100965

Anexo 4 - COMENTARIOS

Condiciones de Recepción de Muestras

- ✚ Se recibieron 2 muestras.
- ✚ La muestra fue tomada por el cliente quien se responsabiliza por su correcta identificación y preservación.
- ✚ Análisis de pH y Conductividad fueron realizados a 25°C
- ✚ Análisis de Coliformes es Subcontratado en otro Laboratorio Acreditado por ISO 17025.
- ✚ La información contenida en este informe no podrá ser reproducida total o parcialmente para usos publicitarios sin la autorización previa de ALS Patagonia S.A.
- ✚ Los resultados contenidos en este Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras analizadas.

Referencias de Métodos

- ✚ **ECE-POT401 (CE)** : Laboratory Method. APHA 2510-B, page 2-47 to 2-48, 21st ed.
- ✚ **EHT-GRA215 (Hid Totales)** : Hydrocarbons, APHA 5520-F, page 2-41to 2-42, 21st ed.2005. .
- ✚ **ESAAM-COL117 (SAAM)** : Anionic Surfactants as MBAS. APHA 5540-C, page 5-50 to 5-52, 21st ed.2005.

Referencias de Métodos - Parámetros Subcontratados

- ✚ **ESUBC-513 (Colif Fec)** : Fecal Coliform Procedure. APHA 9221-E, page 9-56 to 9-57, 21st ed.2005..
- ✚ **ESUBC-514 (Colif Tot)** : Standard Total Coliform Fermentation Technique, APHA 9221-B, page 9-49 to 9-52, 21st ed. 2005.

AE1100965

Anexo 5

Procedimientos Analíticos

CODIGO METODO	DESCRIPCION
ECE-POT401	Conductividad por potenciometria
EHT-GRA215	Hidrocarburos Totales
ESAAM-COL117	Surfactantes Aniónicos por Colorimetria
ESUBC-513	Coliformes Fecales por Tubos Multiples
ESUBC-514	Coliformes Totales por Tubos Multiples

**** FIN DEL REPORTE ****

CARTA CONAF



**CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA
DIRECCIÓN REGIONAL ANTOFAGASTA
IVV/NAP**

CARTA OFICIAL N° 46/2010

ANTOFAGASTA, 21/12/2010

A : Señor Pablo Pisani Gerente de Medio Ambiente SQM Salar S.A.
DE : Director Regional Dirección Regional Antofagasta Or. II

De mi consideración:

Junto con saludarlo muy cordialmente, comunico a usted que a partir de enero de este año se hizo efectiva la decisión de reemplazar definitivamente los antiguos limnímetros de madera por perfiles metálicos, como protocolo para la medición de la altura superficial de la columna de agua en las lagunas de monitoreo (Puillar, Burro Muerto, Chaxa, Barros Negros, Salada, Saladita e Interna).

Cabe recordar que dicha decisión estaba pendiente desde el año 2004, cuando por el mal estado en que se encontraba la pintura y los caracteres de medición grabados en los limnímetros, se procedió a la instalación de perfiles metálicos en todas las lagunas monitoreadas, con la finalidad de evaluar experimentalmente la resistencia de éstos a las severas condiciones ambientales de salinidad y humedad, como paso previo a un eventual reemplazo de los limnímetros antiguos.

Desde entonces y hasta octubre de 2009, se continuó registrando la altura de la superficie del agua con ambos protocolos de medición, para determinar el grado de compatibilidad entre ellos. Los gráficos limnímetros v/s perfil generados a partir de 2005 mostraron diferentes grados de ajuste, desde buenos como en el caso de Puillar, Barros Negros y Burro Muerto, hasta muy malos como en Chaxa, Salada y Saladita.

Los mejores ajustes empezaron a ocurrir luego de medir con un flexómetro, la distancia entre el pelo del agua y una marca todavía reconocible de la regleta por sobre éste, es decir, en forma idéntica a como se medía en los perfiles metálicos. Tal situación permitió establecer claramente la pérdida de utilidad práctica de los limnímetros y la falta de sentido de mantenerlos instalados. Los perfiles metálicos por su parte, permitirán mantener el monitoreo de la variable en particular, y realizar sin problema, los análisis integrados entre los datos futuros y la data histórica disponible.

Saluda atentamente a usted,



Jorge Retamal Valenzuela
Director Regional

Dirección Regional Antofagasta

CC:

- Ivonne Valenzuela Vergara Jefe Departamento de Areas Protegidas y Medio Ambiente Or.II
- Maria de las Mercedes Alvarez Vidal Enc. Of. Partes Dirección Regional Antofagasta Or.II
- Claudia Ormeño Díaz Secretaria Departamento de Areas Protegidas y Medio Ambiente Or.II



INFORME DE SUPERFICIES LACUSTRES

PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL SALAR DE ATACAMA



Medición de superficies de cuerpos Lacustres Campaña Abril 2011



Santiago, Junio de 2011
SQM-INF-146-REV-0



CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ÁREA DE ESTUDIO	1
3	METODOLOGÍA	3
3.1	ANÁLISIS DE IMAGENES SATELITALES	4
3.2	DIGITALIZACIÓN DE CONTORNOS	7
3.3	CONTROL DE TERRENO	8
3.4	DELIMITACIÓN DE SUPERFICIES LACUSTRES	9
3.5	ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS	10
4	RESULTADOS.....	12
4.1	SISTEMA SONCOR	12
4.2	SISTEMA PEINE.....	19
5	CONCLUSIONES	27
6	REFERENCIAS	28

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto exponer el trabajo realizado para la medición de superficies de los cuerpos lacustres del Borde Este del Salar de Atacama, que se realiza anualmente como parte de las actividades del Plan de Seguimiento Ambiental (PSA) del EIA "Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama", aprobado ambientalmente por la Resolución exenta N°226/2006 de la Comisión Regional del Medio Ambiente Región de Antofagasta.

Conforme a lo indicado en dicha resolución N°226/2006, el PSA considera efectuar una medición anual de la superficie lacustre de las principales lagunas de los sistemas Soncor (Puilar, Chaxa y Barros Negros) y Peine (Salada, Saladita e Interna), mediante análisis de imágenes satelitales de alta resolución y levantamiento topográfico.

Posteriormente, la Resolución exenta N°244/2010 de la COREMA Región de Antofagasta, modifica la frecuencia de la medición topográfica, fijándola en 5 años, y acoge la nueva propuesta metodológica para la medición de las superficies lacustres mediante imágenes satelitales en forma anual, la cual incorpora el uso de la imagen satelital con mejoras en su procesamiento, el uso de diversos índices espectrales para la delimitación de contornos y el uso de puntos de terreno como control y corrección de límites. El presente informe fue elaborado conforme a la metodología aceptada en la Resolución exenta N° 224/2010.

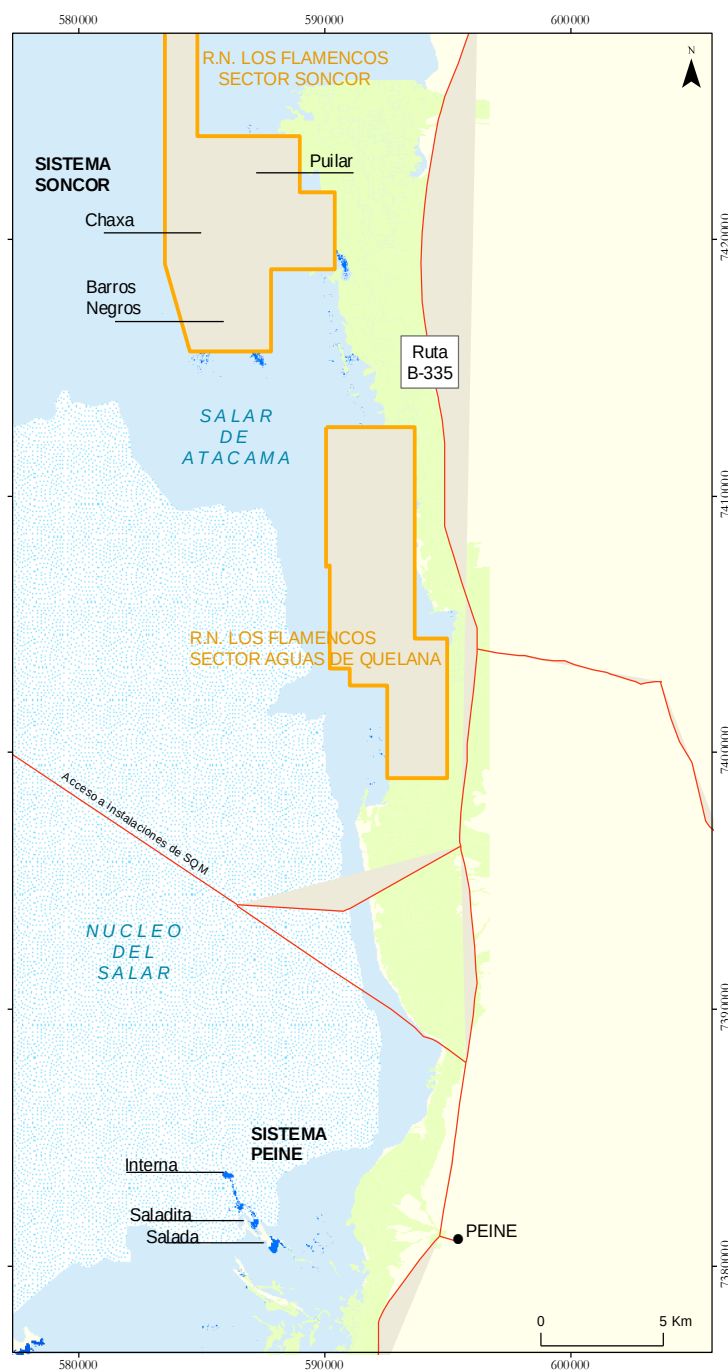
2 ÁREA DE ESTUDIO

Se estudió un total de seis (6) lagunas ubicadas en el Borde Este del Salar de Atacama, pertenecientes a dos sistemas lacustres: Soncor y Peine (Figura 3.1).

Las lagunas del sistema Soncor forman parte de la Reserva Nacional Los Flamencos, y está conformado por las lagunas Barros Negros, Chaxa y Puilar, además del Canal Burro Muerto. La laguna de mayor tamaño de este sistema es Barros Negros. La laguna de Barros Negros se conecta hacia el norte con la laguna Chaxa mediante el Canal Burro Muerto. La laguna Puilar se ubica al noreste de las lagunas mencionadas anteriormente y constituye la más pequeña del sistema, no obstante, existe un gran número de cuerpos de agua pequeños y someros que acompañan a estas lagunas.

El sistema lacustre Peine está formado por tres (3) lagunas conectadas entre sí por un canal. La más septentrional del sistema es la laguna Interna. Ésta está conformada por pequeños cuerpos de agua sin poseer uno principal. Hacia el sur de esta laguna se encuentra la laguna Saladita. En la misma dirección y conectada con Saladita a través de un canal se ubica la laguna Salada.

FIGURA 3.1
LAGUNAS DE LOS SISTEMAS SONCOR Y PEINE

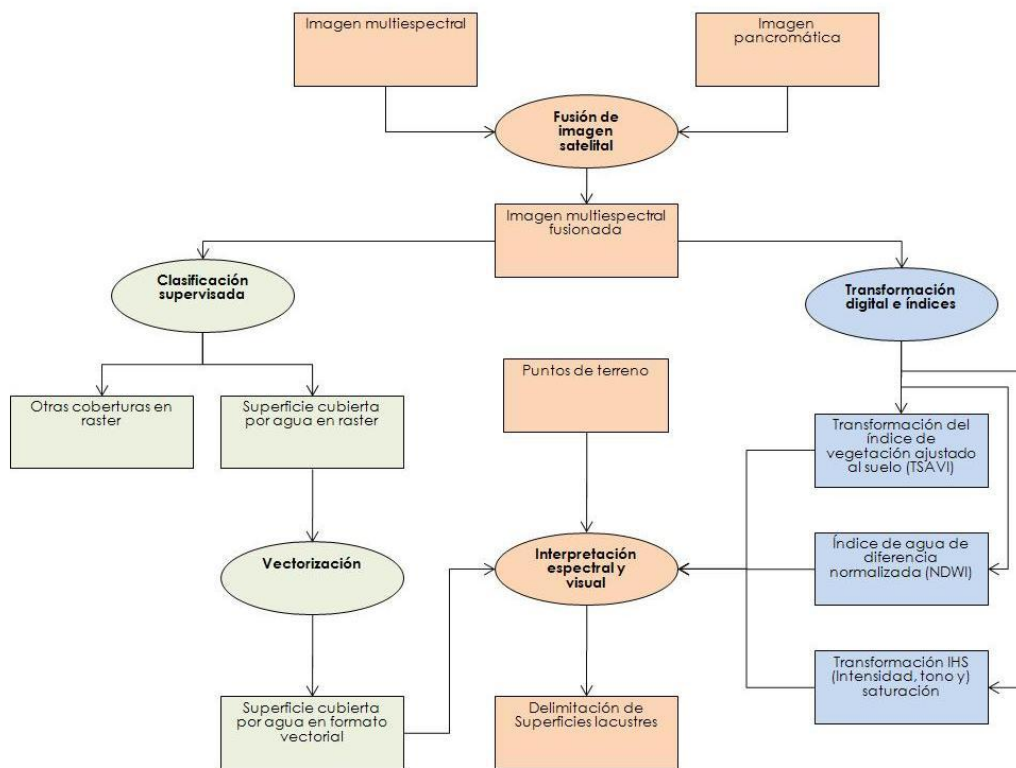


3 METODOLOGÍA

La medición de las superficies lacustres se realizó según la metodología establecida en la RCA 244/2010. En ella se señala la utilización de imágenes de alta resolución, aplicándose índices y transformaciones espectrales, posterior a la fusión de la imagen pancromática y la multiespectral. En forma paralela, se realizó un control de terreno en aquellos puntos definidos en la campaña de terreno 2010. En cada uno de ellos se describió las propiedades fisonómicas de las lagunas y se realizó un respaldo mediante registro fotográfico.

La metodología descrita en la RCA 244/2010 señala una serie de diferencias al método utilizado en las la determinación de superficies lacustres los años 2008 y 2009 (RCA 226/2006). En la Figura 4.1 se muestra un diagrama general respecto a la metodología empleada en el cálculo de superficie lacustre.

FIGURA 4.1
ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL CÁLCULO DE SUPERFICIE DE SISTEMAS LACUSTRES



A continuación se detallan las etapas de la metodología.

3.1 ANÁLISIS DE IMAGENES SATELITALES

La primera etapa contempló la obtención de la imagen satelital de alta resolución para el área de interés, la cual corresponde a una imagen del satélite WorldView-II en modalidad Bundle. Ésta incluye una imagen pancromática de 1 banda con una resolución espacial de 0,5 metros y una imagen multiespectral de 4 bandas con una resolución espacial de 2 metros. La imagen satelital fue capturada por el satélite el 9 abril de 2011.

A continuación se detallan los principales pasos del procesamiento de la imagen satelital para la obtención de la superficie lacustre:

a) Georreferenciación de la imagen satelital

Para posicionar geográficamente la imagen satelital se utilizó un sistema de coordenadas UTM 19 Sur y Datum WGS 84. Este es un Datum global, utilizado como sistema nativo en GPS y en gran parte de las imágenes satelitales existentes en el mercado. El uso de la imagen satelital en este sistema de georreferenciación permite obtener una mayor precisión y mayor compatibilidad con los datos obtenidos mediante GPS, que si se utilizara la imagen en otro sistema. Esto debido a que al utilizar otro sistema de referencia geográfica es necesario realizar transformaciones que implica un aumento en la fuente error o de reducción de la precisión geográfica.

b) Fusión de Imágenes

Con el fin mejorar la resolución espacial, de modo de obtener un mayor detalle en la imagen multiespectral, ésta se combinó con la imagen pancromática mediante el método modificado de fusión de imágenes satelitales IHS1 (Siddiqui, 2003), con lo cual la imagen multiespectral alcanza la resolución espacial de la imagen pancromática (0,5 m).

Esta técnica corresponde a una modificación del tradicional método de fusión IHS, que consiste en una transformación de los colores elementales RGB (rojo, verde y azul, en sus siglas en inglés) al sistema IHS (Intensidad, tono y saturación en sus siglas en inglés). Posteriormente se realiza una transformación inversa (IHS a RGB), reemplazando la componente intensidad por la imagen pancromática, dado que ambos se relacionan con las variables espaciales del albedo, presentando una buena correlación (Chuvieco, 2002).

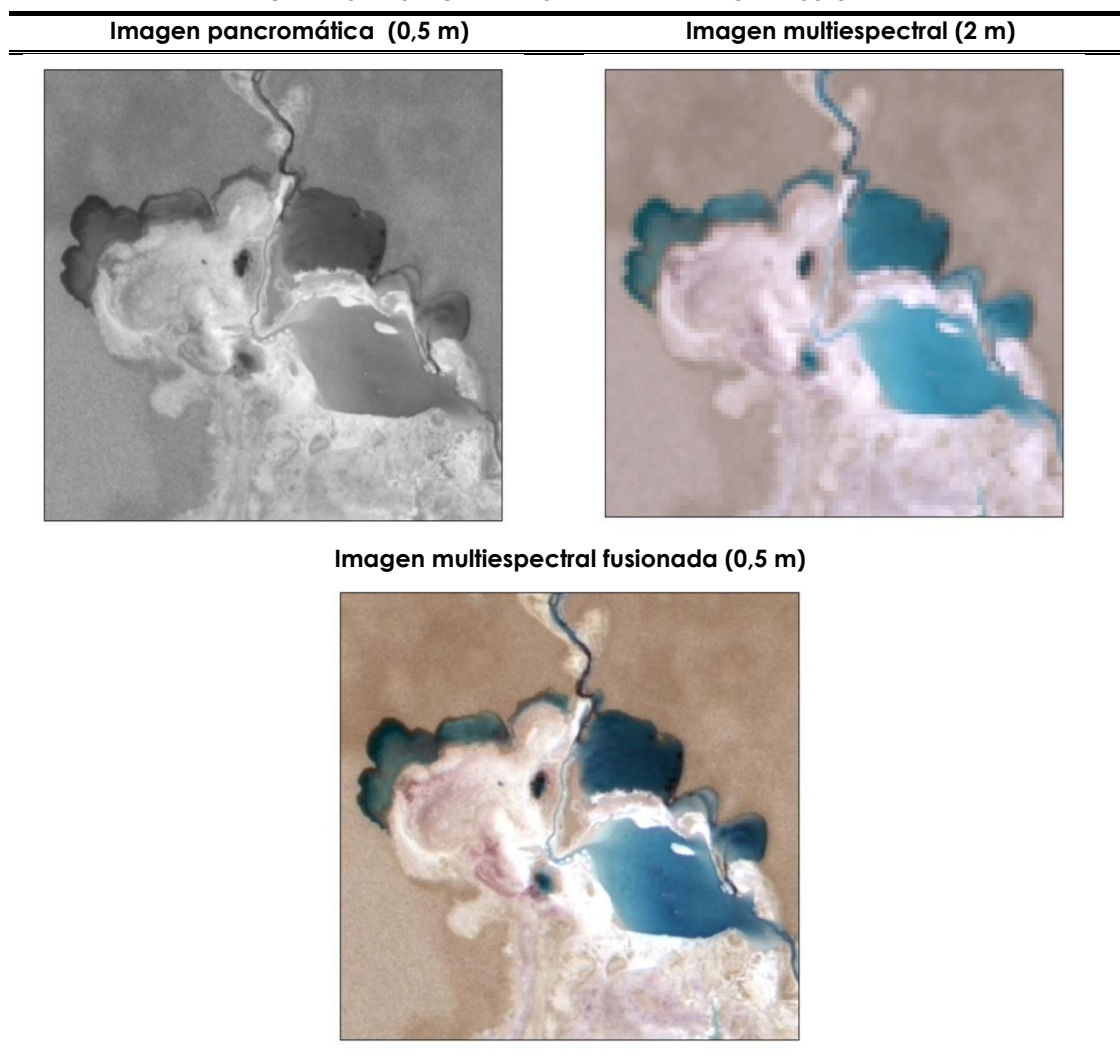
Dado que la imagen pancromática no siempre se correlaciona de buena forma con la componente intensidad, se incluye una serie de modificaciones al modelo, debido a que la imagen fusionada con el tradicional método no se asemeja a la original (Siddiqui, 2003). Para corregir este problema se superpone espectralmente cada banda multiespectral con la imagen pancromática, modificando la intensidad de esta última a partir de una

¹ Método IHS modificado para fundir imágenes de satélite.

ponderación, la cual se realiza en base a las longitudes de onda sobre cada banda (Siddiqui, 2003).

FIGURA 4.2

IMAGEN MULTIESPECTRAL WORLDVIEW E IMAGEN FUSIONADA



c) Transformaciones multispectrales.

Con el fin de apoyar la fase de corrección y la delimitación de las superficies lacustres se realizaron las siguientes transformaciones digitales: Índice de agua de diferencia normalizada (MNDWI), la transformación del índice de vegetación ajustado al suelo (TSAVI) y la transformación IHS, los que se presentan en detalle a continuación (Figura 4.3):

- Modificación del índice de agua de diferencia normalizada (MNDWI)

El índice MNDWI corresponde a un índice para la discriminación de aguas abiertas, cuya elaboración fue realizada para sensores de mayor resolución espectral, especialmente para sensores que capturan información entre 0,76-0,9 micras (infrarrojo cercano) y las 1,55-1,75 micras (infrarrojo medio). Dada la ausencia del infrarrojo medio en la mayoría de los sensores de mayor resolución espacial como Worldview-2, McFeeters (1996) realizó una modificación a este índice, calculándose a través de una diferencia normalizada entre la banda verde (ND_v) y el infrarrojo cercano (ND_{irc}), considerando la respuesta espectral del agua en dichas bandas, como se observa en la ecuación:

$$MNDWI = \frac{ND_v - ND_{irc}}{ND_v + ND_{irc}}$$

- Transformación del índice de vegetación ajustado al suelo (TSAVI)

Éste pertenece a una familia de curvas que modifican el índice de vegetación NDVI, cuyo inconveniente principal es su sensibilidad a las propiedades ópticas del suelo. Las modificaciones del TSAVI se contextualizan en la introducción de parámetros radiométricos del suelo (Factores a y b en la ecuación), minimizando la sensibilidad a estos efectos (Gilabert *et al*, 1997), como se puede observar en la siguiente ecuación:

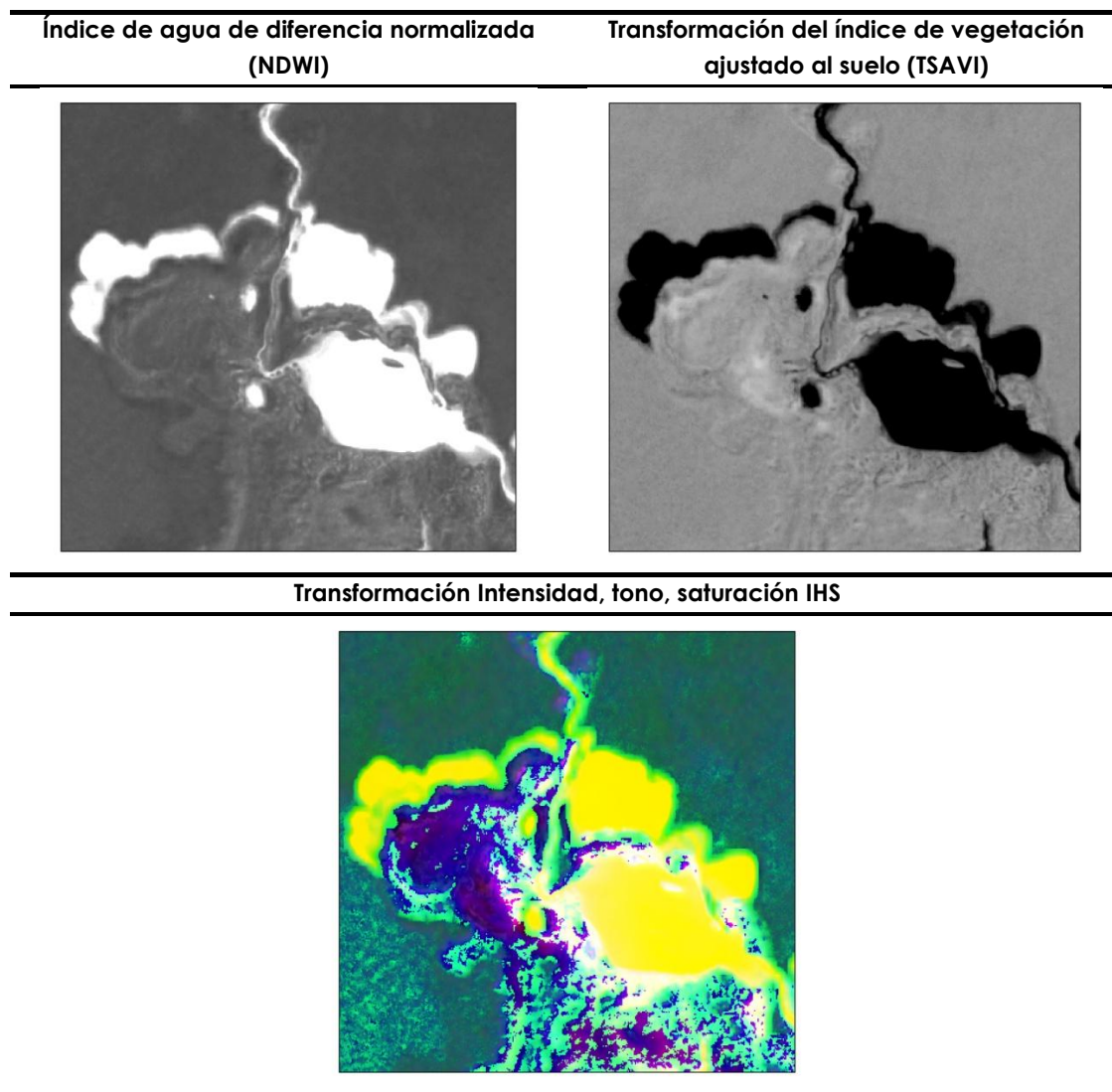
$$TSAVI = \frac{a ND_{irc} - a ND_r - b}{ND_r + a ND_{irc} - ab + 0,08 \ 1 + a^2}$$

Debido a los antecedentes planteados, para este monitoreo no se utilizó como herramienta de apoyo el NDVI (Índice de diferencia normalizada de vegetación)

- Transformación IHS

Como se mencionó en el método de fusión, básicamente transforma los valores de una composición de RGB (Bandas verde, roja e infrarroja para el caso de este estudio) en una forma alternativa de representar el color basado en sus propiedades. Se trata de la transformación intensidad, tono y saturación (IHS; del inglés intensity, hue and saturation). Su uso para la discriminación de agua, se basa en su potencialidad para la discriminación de algunos rasgos de carácter cromático (Chuvieco, 2002).

FIGURA 4.3
TRANSFORMACIONES DIGITALES DE LA IMAGEN SATELITAL



3.2 DIGITALIZACIÓN DE CONTORNOS

La identificación de coberturas se realizó mediante clasificación supervisada de imágenes satelitales fusionadas. Dada la resolución espacial y espectral de estas imágenes es posible realizar clasificaciones detalladas y de forma efectiva.

La clasificación supervisada implica una serie de procedimientos diseñados para categorizar automáticamente todos los píxeles de una imagen en distintas clases de cobertura de suelo. En términos generales, estos procesos corresponden a la creación de áreas de entrenamiento y la clasificación propiamente tal.

La creación de áreas de entrenamientos con el fin de identificar superficies lacustres consistió en la identificación y selección de píxeles representativas tanto para las lagunas como para las coberturas presentes en la superficie perimetral de cada laguna. Para aquello se requirió la identificación de patrones de cobertura en la imagen a través de un software de análisis de imágenes.

La segunda etapa corresponde a la clasificación propiamente tal utilizando el método de máxima similitud, con el cual, los píxeles de la imagen fueron clasificados de acuerdo a las categorías asignadas a los Niveles digitales (ND) de las zonas de muestreo. Esto se realizó mediante iteraciones a fin de ajustar estadísticamente los valores digitales al interior de cada categoría. Una vez calculada la desviación típica y la matriz de covarianza, se realizó un proceso de frontera espectral mediante un clasificador de mínima distancia. Este paso consiste en asignar el píxel a la clase más cercana. Una vez efectuado este proceso, se analizó y clasificó cada una de las categorías identificadas, las que fueron agrupadas en cuerpos de aguas y otras coberturas.

Producto del análisis de la imagen satelital se obtuvo información digital en formato raster (píxeles de resolución 0,5x0,5 m) de superficies cubierta con agua y de otras coberturas.

Para efectos de revisión y posterior delimitación, se seleccionaron las coberturas correspondientes a cuerpos de agua. Éstas, fueron sometidas a un proceso de vectorización de sus contornos, identificando finalmente aquellos cuerpos lacustres de los sistemas.

3.3 CONTROL DE TERRENO

En forma concomitante a la toma de la imagen satelital se efectuó una campaña de terreno entre los días 22 y 25 de abril de 2011, con el propósito de demarcar y obtener información necesaria para la caracterización de las superficies lacustres. Los sectores prospectados son aquellos de difícil delimitación tanto en terreno como en la imagen satelital, dado que son zonas cuyos límites son difusos.

Es así como se visitó cada una de las lagunas, excepto laguna Interna del Sistema Lacustre Peine. La exclusión de esta laguna se debe a su compleja estructura, la cual se encuentra constituida por un conjunto de cientos de cuerpos de agua someros que dificultan la identificación de sus bordes en terreno, delimitándose únicamente a través del análisis de la imagen.

La demarcación en terreno se realizó mediante un GPS cartográfico Trimble® Nomad® 900G especial para aplicaciones SIG con el fin de identificar los píxeles correspondientes en la imagen.

Los puntos evaluados en terreno correspondieron a aquellos definidos en la campaña de terreno 2010, de manera que se mantuvo el número y la ubicación aproximada. No obstante, dada la dinámica superficial de algunas lagunas fue necesario desplazar algunos puntos y agregar otros, especialmente en superficies de aguas someras y/o difusas que pudiesen presentar alguna dificultad en la delimitación con la imagen satelital.

El total de descripciones en terreno de los puntos de control de esta campaña se pueden apreciar en la Tabla 4.1, mientras que su localización en las figuras 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 5.10 y 5.11.

TABLA 4.1
NÚMERO DE PUNTOS DE TERRENO POR LAGUNA

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	Nº DE PUNTOS DE TERRENO SEGÚN RESOLUCIÓN 244/2010	Nº DE PUNTOS ADICIONALES	TOTAL
Soncor	Barros Negros	22	7	29
	Chaxa	9	-	9
	Puilar	16	1	17
Peine	Salada	4	-	4
	Saladita	16	1	17
	Interna	-	-	-
Total		66	9	75

En terreno se describieron las propiedades fisonómicas de las lagunas, considerando las características sedimentarias y de borde, más el espesor de la película de agua. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de cada punto de control, respaldando la identificación de agua libre y suelo.

3.4 DELIMITACIÓN DE SUPERFICIES LACUSTRES

Una vez realizado el control de terreno, en un sistema de información geográfico (SIG) se procedió a la revisión y delimitación de los contornos de las lagunas.

Los procedimientos de delimitación se efectuaron mediante una superposición digital, que incluyó los contornos provenientes de la clasificación supervisada, puntos de control de terreno y las transformaciones espectrales extraídas de la imagen multispectral fusionada. A través de éstas se verificó el calce uno a uno mediante identificación visual y rectificándose vectorialmente el contorno de las superficies lacustres en los casos que fuese necesario.

Para efectos del monitoreo de las superficies, la delimitación consideró aspectos que faciliten la evaluación de los cuerpos de aguas, las que se señalan a continuación:

- a) Definición de límites de cada laguna según criterio CONAF.

Para efectos de evaluar variaciones superficiales en el tiempo, se estableció como límite aquellos sectores definidos históricamente por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), expuestos en los informes monitoreo efectuados en el marco del convenio SQM-CONAF "Hábitat y Poblaciones de Avifauna del Salar de Atacama"². Cabe señalar, que para laguna Interna que no presenta límite CONAF se utilizó el límite señalado en el Monitoreo 2010.

² Informe Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama. CONAF - SQM Salar S.A. 2005.

b) Identificación áreas de inundación.

El análisis incorporó la identificación de áreas de inundación, con el fin de reconocer sectores que potencialmente podrían sufrir modificaciones perimetrales en el tiempo. La categorización requirió analizar los monitoreos anteriores y antecedentes hidrológicos.

En teoría las áreas de inundación corresponden a sectores de lagunas que, debido a su dinámica histórica, potencialmente presenten una variación sostenida y significativa en su contorno. Para tales efectos no se consideró sectores cuyos cambios efímeros (probables dinámicas diarias de la laguna) impliquen cambios marginales en los contornos de las lagunas.

3.5 ANÁLISIS DE METODOLOGÍAS

La metodología señalada en este estudio plantea una serie de diferencias técnicas con respecto al método utilizado en las campañas 2008 y 2009 (RCA 226/2006).

La clasificación supervisada de la imagen satelital, ha sido la metodología empleada en la determinación de superficies lacustres desde la campaña 2008. Sin embargo este método se aplicó en imágenes satelitales con una resolución espacial menor en los años 2008 y 2009 (Imagen satelital multiespectral de 2,4 metros de resolución espacial), que la de las imágenes utilizadas en los años 2010 y 2011 (imágenes satelitales fusionadas, con una resolución espacial de 0,5 metros).

Para el apoyo en la delimitación, se agrega como transformación analítica el índice TSAVI y el NDWI en el método señalado en la RCA 244/2010. Este último es de gran importancia por cuanto está diseñado para la discriminación de cuerpo de agua en forma efectiva.

En ambos casos se utilizó como definición de límites los sectores asignados por CONAF. No obstante, para la campaña 2010 se establecieron algunos límites extras dada la condiciones hidrogeológicas de algunas lagunas. Esto implica, agregar nuevos sectores que anteriormente no habían sido considerados como parte de la laguna, como es el caso de Barros negros, y restringir algunos sectores como en el caso de Puilar.

En la campaña 2010, también se diferenció del cuerpo principal las áreas probables de inundación y otros sectores, mientras que en las campañas anteriores al 2010, no se diferenciaban sectores.

Los puntos de terreno para las campañas 2009 se utilizaron como factor para la validación de las delimitaciones producidas por la imagen satelital. Mientras que para las campañas posteriores, los puntos de terrenos permiten la corrección y revisión de la delimitación de las superficies lacustres.

En la tabla 4.2 se expone en forma sintética las diferencias metodológicas con las que se ha determinado las superficies de las lagunas a partir del año 2008.

TABLA 4.2
ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS

	Método Campaña 2008-2009	Método Campaña 2010-2011 (RCA 244/2010)
Método de digitalización de contornos	Clasificación supervisada	Clasificación supervisada
Imagen base	Imagen multiespectral de 2,4 m	Imagen multiespectral fusionada de 0,5 m.
Transformaciones analíticas de la imagen satelital	IHS y NDVI	IHS, NDWI y TSAVI
Uso de límites	Definición de límites según criterios CONAF	Definición de límites según criterios CONAF + límites extras
Objetivo de puntos de control	Validación de la delimitación de las superficies lacustres	Corrección y revisión para la delimitación de las superficies

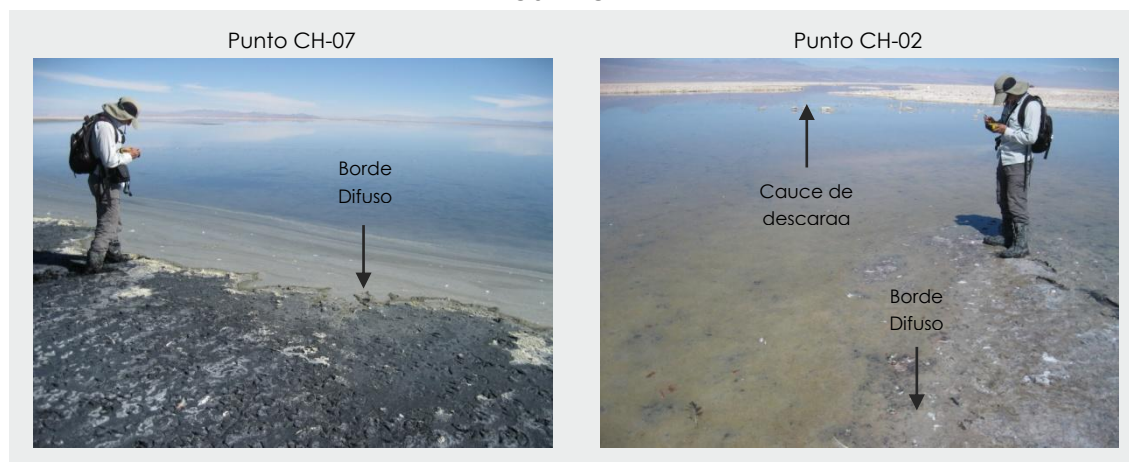
4 RESULTADOS

4.1 Sistema Soncor

4.1.1 Laguna Chaxa

Laguna Chaxa se encuentra constituida por un cuerpo principal cuyo contorno mayoritariamente se encuentra bien definido, a partir de una costra salina blanquecina. No obstante, en casi todo el segmento Este (Figura 5.1. Cuadro CH-07) y en el sector Sur inmediatamente al oeste del cauce de descarga, se presenta un contorno difuso y de compleja delimitación producto de un sedimento barroso oscuro que se encuentra anegado de agua (Figura 5.1. Cuadro CH-02). Dicho contorno en algunos sectores presentan una lámina de agua milimétrica y en otras simplemente corresponde a suelo saturado.

FIGURA 5.1
FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA CHAXA



La Laguna Chaxa en esta campaña presentó una superficie de 305.433 m², disminuyendo escasamente (1,0%) con respecto a la medición del año anterior (308.357 m²). Dichas diferencias se concentran en sectores difusos del Sector Este de la Laguna (Figura 5.1 CH-07).

Si se compara la medición actual con las mediciones 2008 y 2009 se observa una disminución del 7,8% y 10,2% respectivamente.

En el análisis espacio temporal de Chaxa, se observa una disminución de la superficie de la laguna. Sin embargo, esta disminución no presenta una tendencia clara y no necesariamente se debe a la disminución de la superficie de la laguna, sino que a una posible sobreestimación de las superficies en los periodos 2008-2009, debido a las diferencias metodológicas expuestas en el acápite 4.5, particularmente a que los puntos de control de terreno fueron utilizados sólo para estimar el error de asignación y no para la modificación de los contornos de la laguna.

FIGURA 5.2
LAGUNA CHAXA

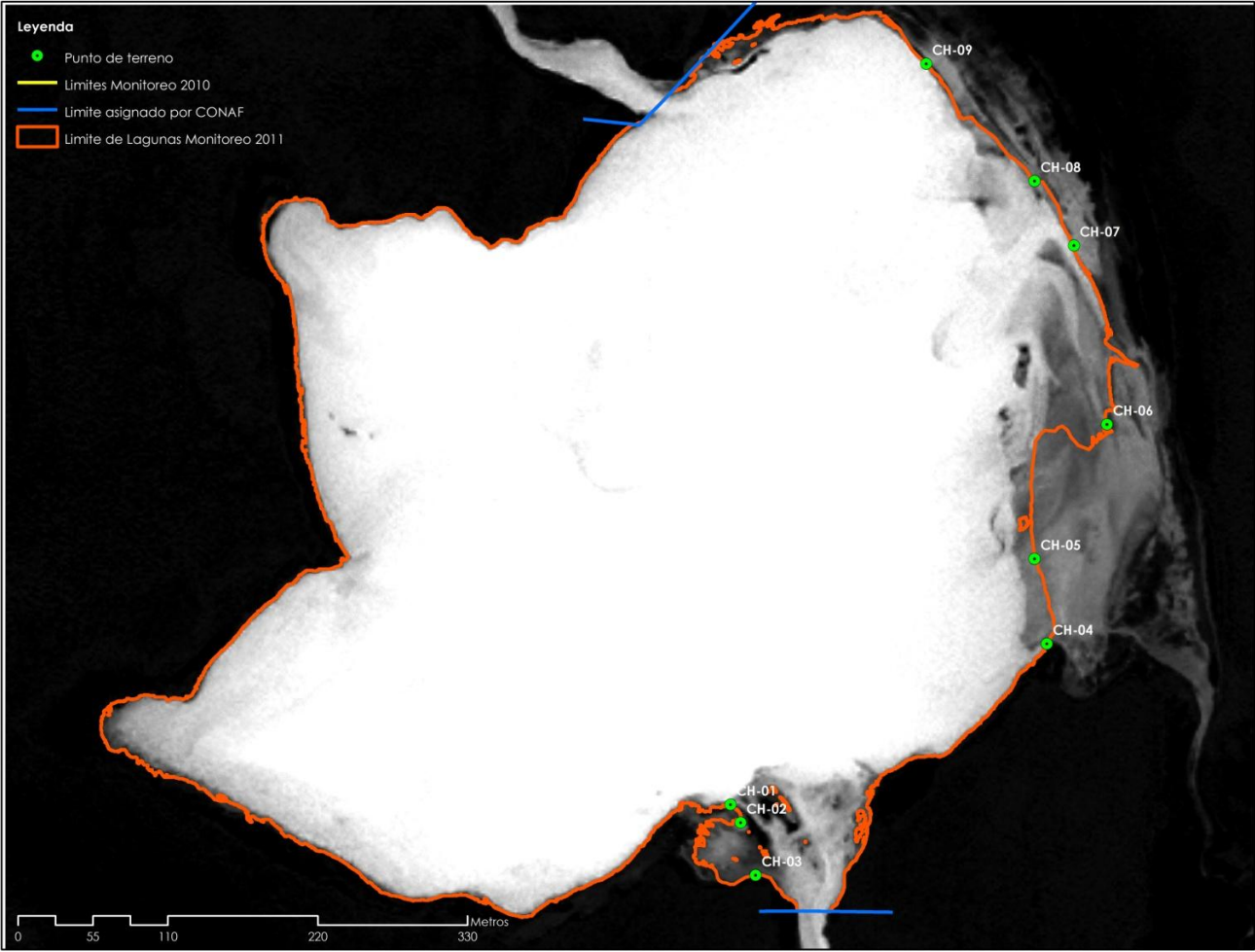


Imagen multiespectral

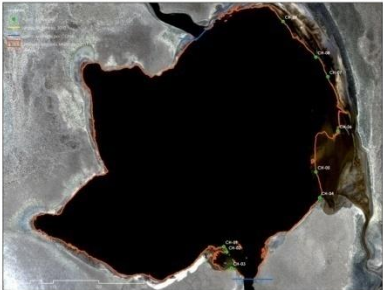


Imagen TSAVI

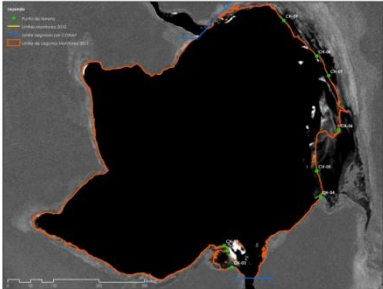
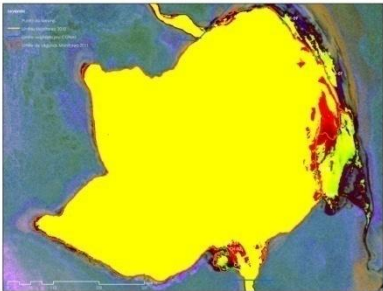


Imagen IHS



4.1.2 Laguna Barros Negros

Barros Negros está constituida de un cuerpo principal y tres (3) áreas de inundación. El cuerpo principal presenta contornos mayoritariamente bien definidos. No obstante, también presenta sectores muy irregulares, especialmente en el sector Sur y Noreste donde se observan cuerpos de agua menores que se conectan al cuerpo principal. Estos cuerpos afloran entre el sedimento con una lámina de agua superficial, que en la mayoría de los casos posee profundidades milimétricas (Ver figura, 5.3, Punto BN-15).

La primera de las áreas de inundación (área de inundación I) asignada como “Cola de pez” se ubica en el sector Suroeste de la laguna. Su contorno es definido en gran parte del perímetro, con excepción de determinados sectores de compleja delimitación (Figura 4.3, Punto BN-22). Dicha zona se comenzó a evaluar como parte de la laguna desde el monitoreo 2010, dado que en anteriores monitoreos correspondía a un límite asignado por CONAF.

La segunda área de inundación (área de inundación II) se ubica en el segmento Este de la laguna. Presenta una configuración muy compleja, observándose afloramientos de agua que se conectan entre sí, cubriendo en ocasiones tan solo unos milímetros de agua (Figura 5.3, Punto BN-07).

La más pequeña de las áreas de inundación (área de inundación III) se ubica en el sector Sur. Corresponde a un cuerpo menor de agua de baja profundidad, el cual se conecta al cuerpo principal entre múltiples afloramientos sedimentarios (Figura 5.3, BN-14).

FIGURA 5.3
FOTOGRAFIAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA BARROS NEGROS



FIGURA 5.3
FOTOGRAFIAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA BARROS NEGROS



La superficie que presenta Barros Negros en esta campaña de monitoreo es 1.325.448 m². En el desglose por sectores, el cuerpo principal corresponde al 81,7% de la laguna (1.083.311 m²). El área de inundación más grande corresponde a la Área de inundación I - Cola de Pez (152.349 m²) correspondiente al 11,5%. Le sigue el área de inundación II, correspondiente a un 4,0% (53.035 m²) y la más pequeña, el áreas de inundación III correspondiente al 2,8% (36.753 m²) de la laguna.

Para este año se observó un aumento del 9,2% en la superficie con respecto a la medición anterior (2010). Este aumento se debe principalmente a la extensión de todas las áreas de inundación, especialmente la zona "Cola de Pez". También se observó la aparición de pequeños apéndices del cuerpo principal aunque participando en menor medida.

Si se comparan con las superficies de los monitoreos 2008 y 2009 se observa un aumento del 17,5%, y 13,0%, respectivamente. Tal como se señaló en la metodología en la sección 4.5, estas diferencias se deben a la incorporación de nuevos sectores (áreas de inundación). También se debe a que efectivamente se observó que Barros Negros en esta campaña aumentó su superficie.

FIGURA 5.4
LAGUNA BARROS NEGROS

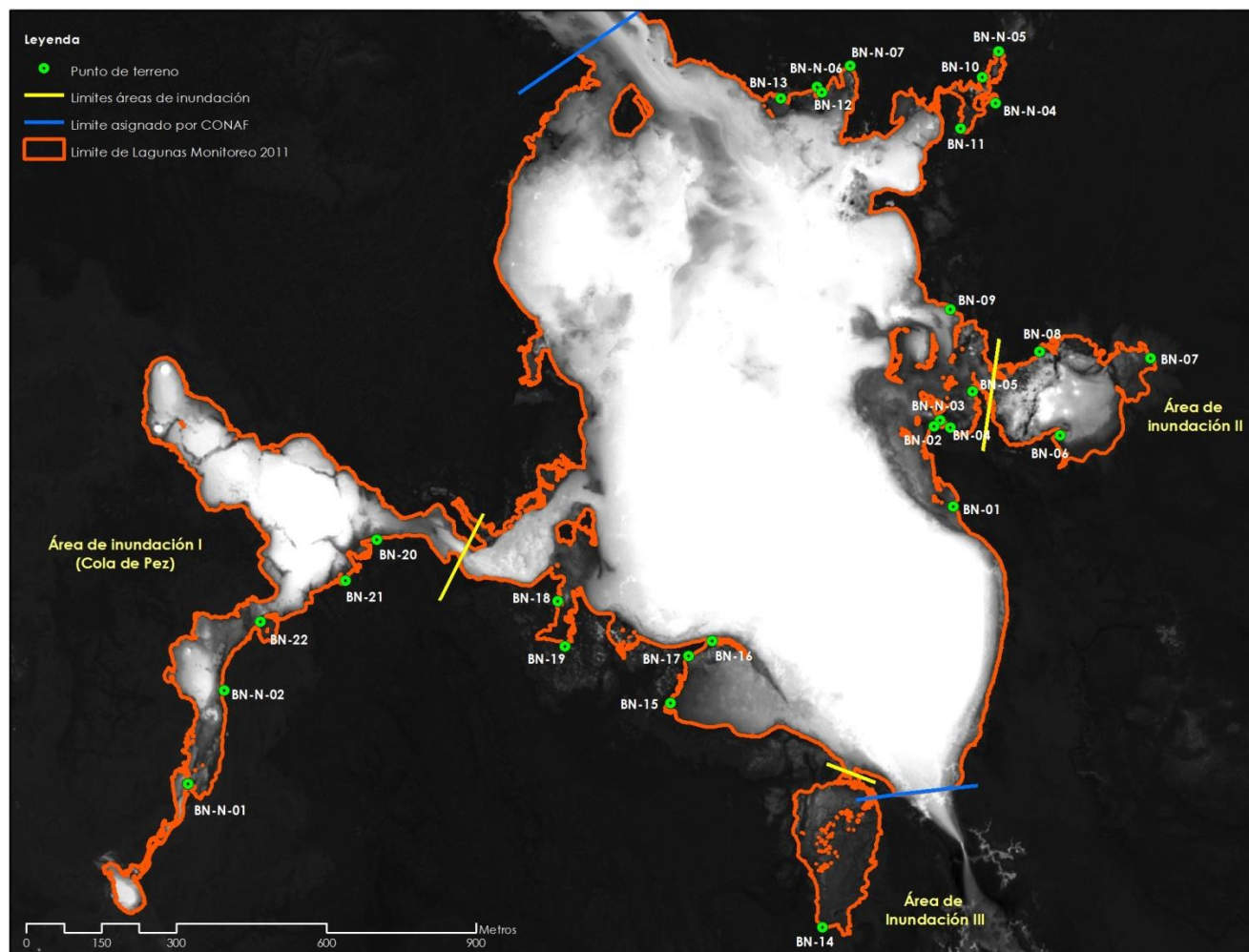


Imagen multispectral

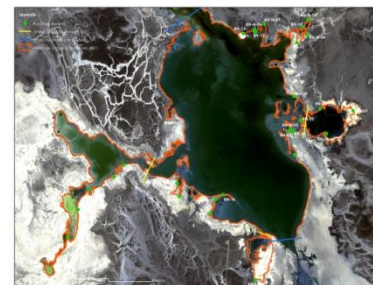


Imagen TSAVI

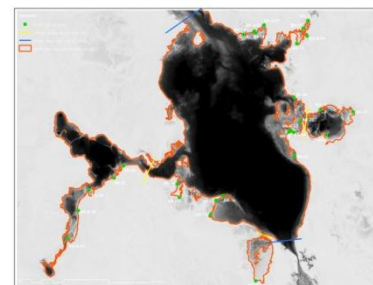
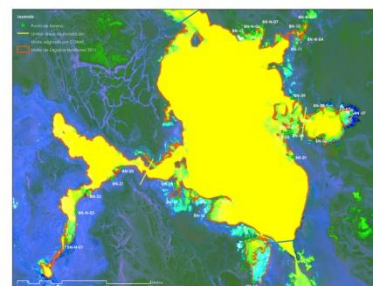


Imagen IHS



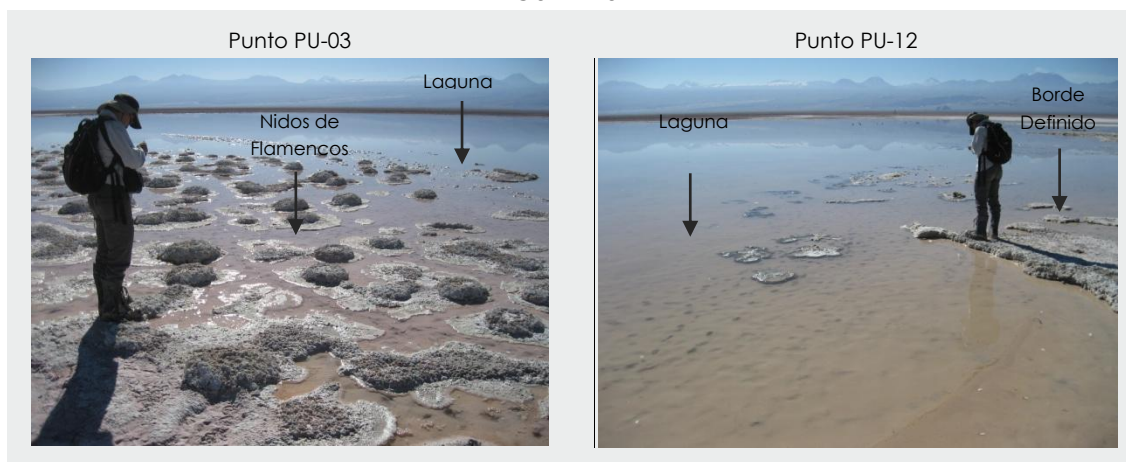
4.1.3 Laguna Puilar

La laguna Puilar está constituida por un cuerpo principal sin presentar áreas de inundación. Los bordes de la laguna se observan bien definidos en el segmento Este, mientras que en los segmentos Norte, Oeste y Sur se presentan bordes muy difusos, constituidos principalmente por un barro muy húmedo y afloramientos rocosos, correspondiente a nidos de flamencos utilizados en los periodos de nidificación (Ver figura 5.5, punto PU-03).

En el límite Sur se observa un canal de descarga con flujo Norte-Sur cuyo borde es difuso en gran parte de su recorrido debido a la presencia de barro muy húmedo y la existencia de afloramientos rocosos. Dada la condición de canal se propuso un límite constante en la entrada, de modo que no se considere parte de la laguna.

Al este del canal de descarga, se observan dos entradas de agua, complejas en su configuración y que se unen entre sí hacia el Sur. Los bordes de ambas áreas son muy similares a lo que ocurre en gran parte la laguna, presentándose bordes definidos y difusos. En este sector no se observó flujo, sin embargo, se asignó un límite fijo considerando la configuración que posee hacia el sureste que sugiere la posibilidad que conforme un canal de descarga a partir de ciertas condiciones hidrológicas.

FIGURA 5.5
FOTOGRAFIAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA PUILAR



La laguna Puilar presentó en esta campaña una superficie de 70.003 m², lo que implica un escaso aumento del 1,1% con respecto a la medición 2010. Si se comparan con las superficies de los monitoreos 2008 y 2009 se observa un aumento del 9,8%, y 6,5% respectivamente. Este aumento se produce por las diferencias metodológicas implementadas en el año 2010, referidas especialmente a la asignación de nuevos límites.

FIGURA 5.6
LAGUNA PUILAR

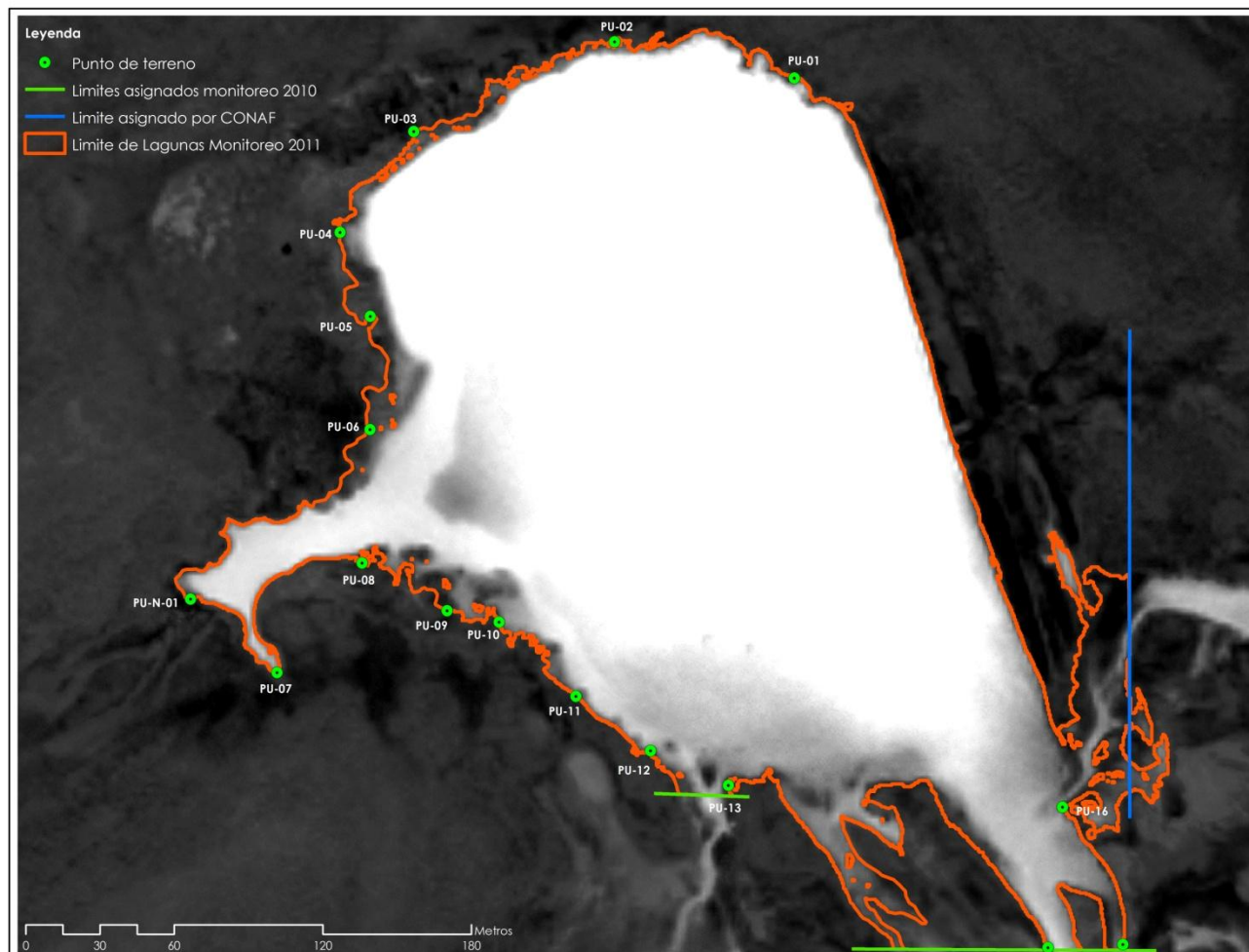


Imagen multiespectral

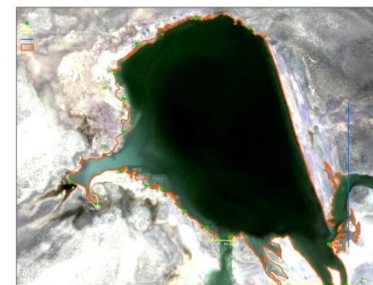


Imagen TSAVI

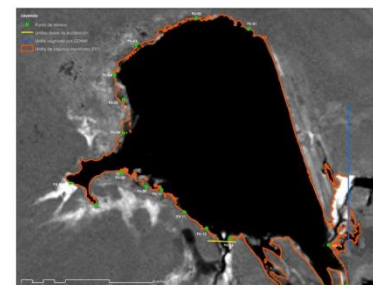
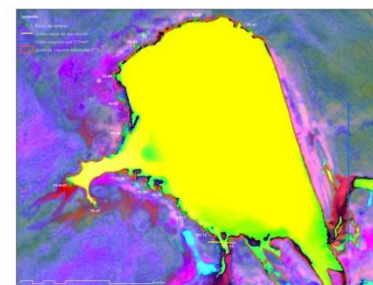


Imagen IHS



4.2 Sistema Peine

4.2.1 Laguna Salada

Laguna Salada está compuesta por un cuerpo principal y dos canales superficiales. El cuerpo principal posee contornos definidos en gran parte de su perímetro, constituido en su mayoría por una costra salina y en menor medida por una cubierta abundante en materia orgánica. En el sector Suroeste se observan afloramientos rocosos correspondiente a nidos de flamencos abandonados (Ver Figura 5.7 Punto SA-01).

El canal de recarga se ubica en el sector Este de la laguna, presentando contornos definidos excepto en el borde Sur, donde son difusos. (Ver figura 5.7, punto SA-04). El canal de descarga ubicado en la medianía de la laguna en el sector Oeste, presenta contornos definidos de forma muy similar al cuerpo de agua principal.

FIGURA 5.7
FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA SALADA



La laguna Salada presentó una superficie de 199.521 m². Como se señala en la descripción, Salada se encuentra compuesta por tres sectores: el cuerpo principal, cuya superficie es de 170.524 m², conformando el 85,5% de la laguna; el canal de recarga con 22.951 m², representando el 11,5% de la laguna y finalmente, el canal de descarga con 6.046 m² conformando el 3,0% de la laguna.

Respecto a la medición realizada el 2010, la superficie de la laguna Salada en 2011 aumentó en 0,7%.

Si se comparan con las superficies de los monitoreos 2008 y 2009 se observa un aumento del 11,7% y 1,5% respectivamente. Este aumento se debe a las diferencias metodológicas señaladas en la sección 4.5, fundamentalmente en la utilización puntos de control de terreno.

FIGURA 5.8
LAGUNA SALADA

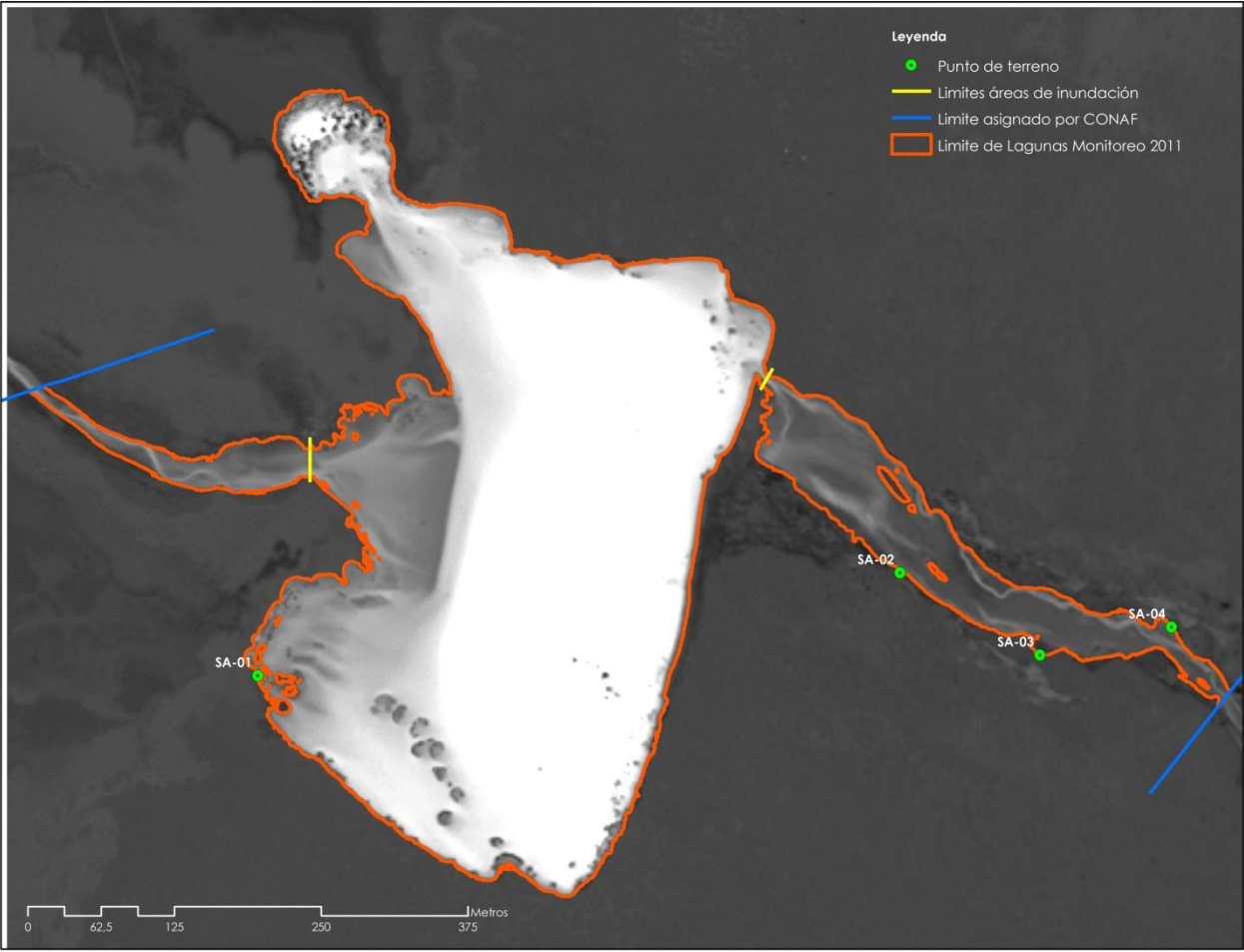


Imagen multiespectral



Imagen TSAVI

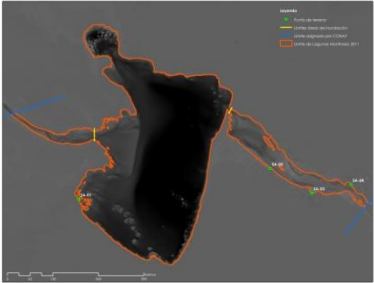
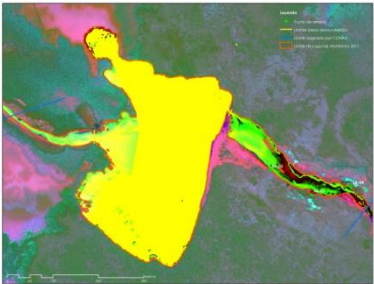


Imagen IHS

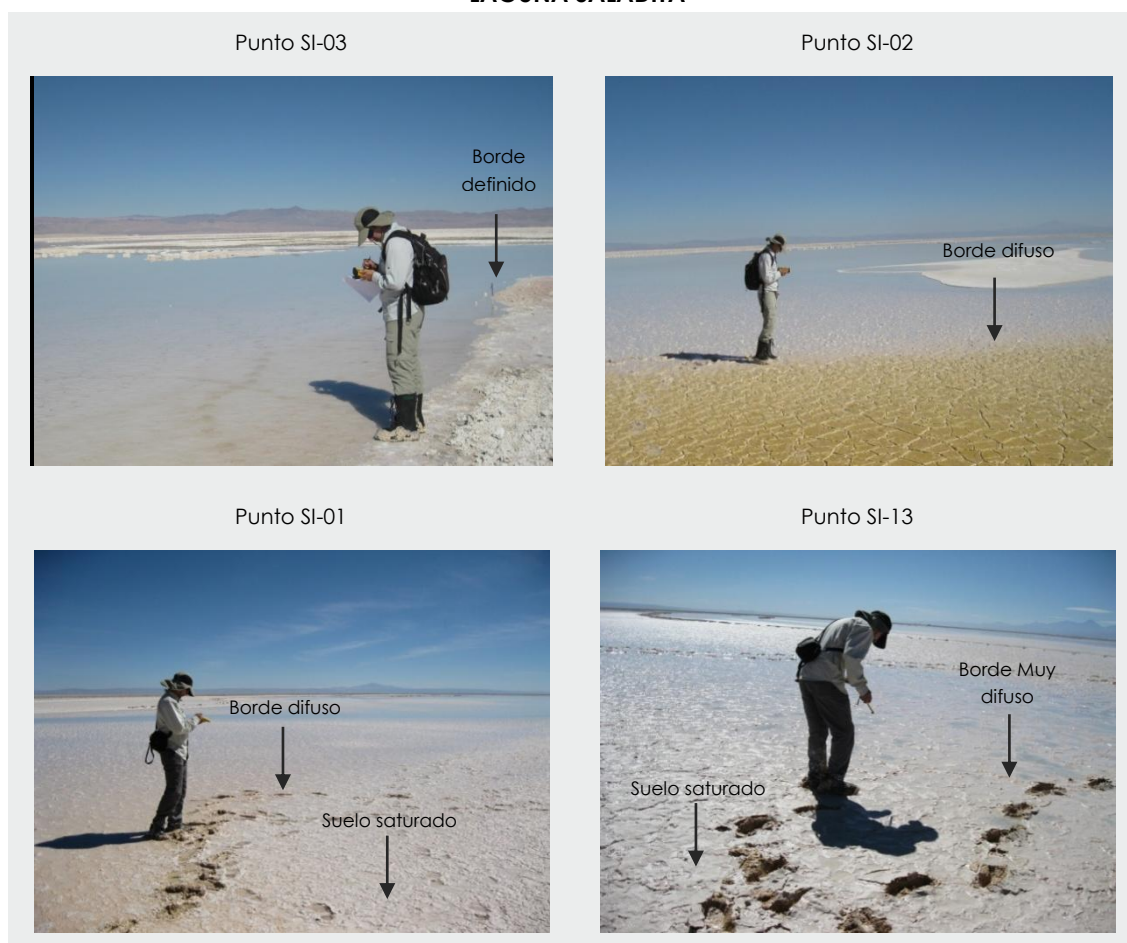


4.2.2 Laguna Saladita

Laguna Saladita está compuesta de un cuerpo principal sin áreas de inundación evidentes. En líneas generales los bordes de laguna son muy difusos, a excepción de los segmentos ubicados al Este, Noreste y segmentos del sector Norte que presenta un borde bien definido producto de una costra salina (Ver figura 4.9, Punto SI-03). El resto de las secciones se encuentra constituidos por un barro húmedo (Ver figura 4.9, Punto SI-05) y/o muchas entradas de sedimento al interior de la laguna. En la mayoría de los casos estos afloramientos sedimentarios, correspondientes a nidos de flamencos utilizados en los periodos de nidificación.

Es notable la presencia de dos sectores muy difusos, uno ubicado en el sector Suroeste y otro en el sector Sureste (Ver figura 5.10). Ambos corresponden a sectores cubiertos por milímetros de agua, aledaños a un suelo muy saturado (Ver figura 5.9, Puntos SI-01 y SI-13). Lo anterior implicó una compleja delimitación de sus contornos tanto en terreno como en la imagen satelital.

FIGURA 5.9
FOTOGRAFÍAS DE PUNTOS DE CONTROL DE TERRENO
LAGUNA SALADITA



Laguna Salada en la campaña 2011 presentó una superficie de 110.394 m², aumentando en 2,1% con respecto a la medición del año anterior (108.022 m²). Dichas diferencias se concentran en sectores difusos del Sector Este de la Laguna (Figura 5.10).

Si se compara la medición 2011 con las mediciones 2008 y 2009 se observa un aumento del 9,7% y 4,6% respectivamente. Este aumento se debe a las diferencias metodológicas señaladas en la sección 4.5, especialmente en la utilización de puntos de control de terreno.

FIGURA 5.10
LAGUNA SALADITA

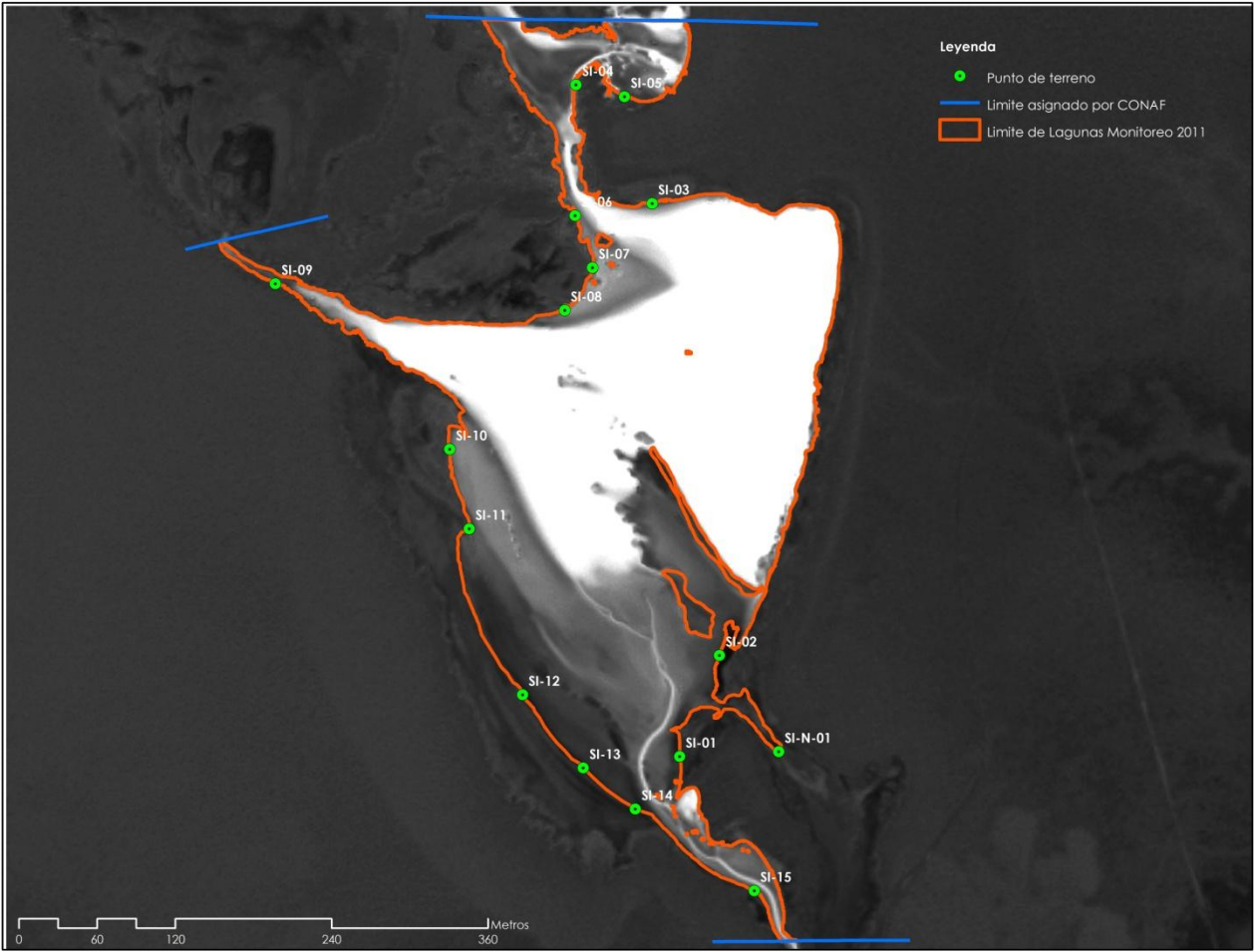


Imagen multiespectral

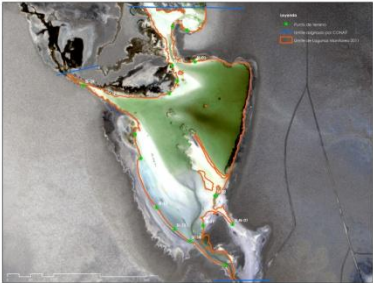


Imagen TSAVI

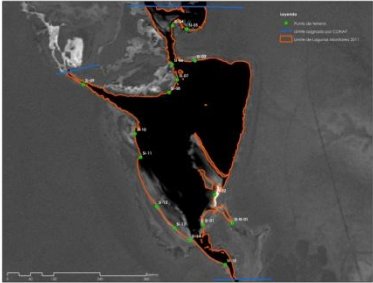
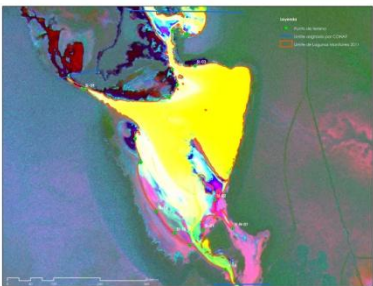


Imagen IHS



4.2.3 Laguna Interna

Tal como se señala en la validación de superficies lacustres del 2009, Interna no conforma un cuerpo lacustre de superficie continua, como es el caso del resto de las lagunas analizadas. En efecto, no es posible distinguir un cuerpo de agua principal que se mantenga estable en el tiempo. Laguna Interna está constituida por un conjunto de cientos de cuerpos de agua someros y un gran cantidad de pequeñas áreas sin agua, señaladas como Islas de sedimento.

Para este monitoreo Interna presentó una superficie de 182.616 m². En términos de comparación, se observa un descenso del 8,9% con respecto a la medición del año 2010. Mientras que la comparación con el año 2009, muestra la misma tendencia en un 9,5%.

FIGURA 5.11
LAGUNA INTERNA

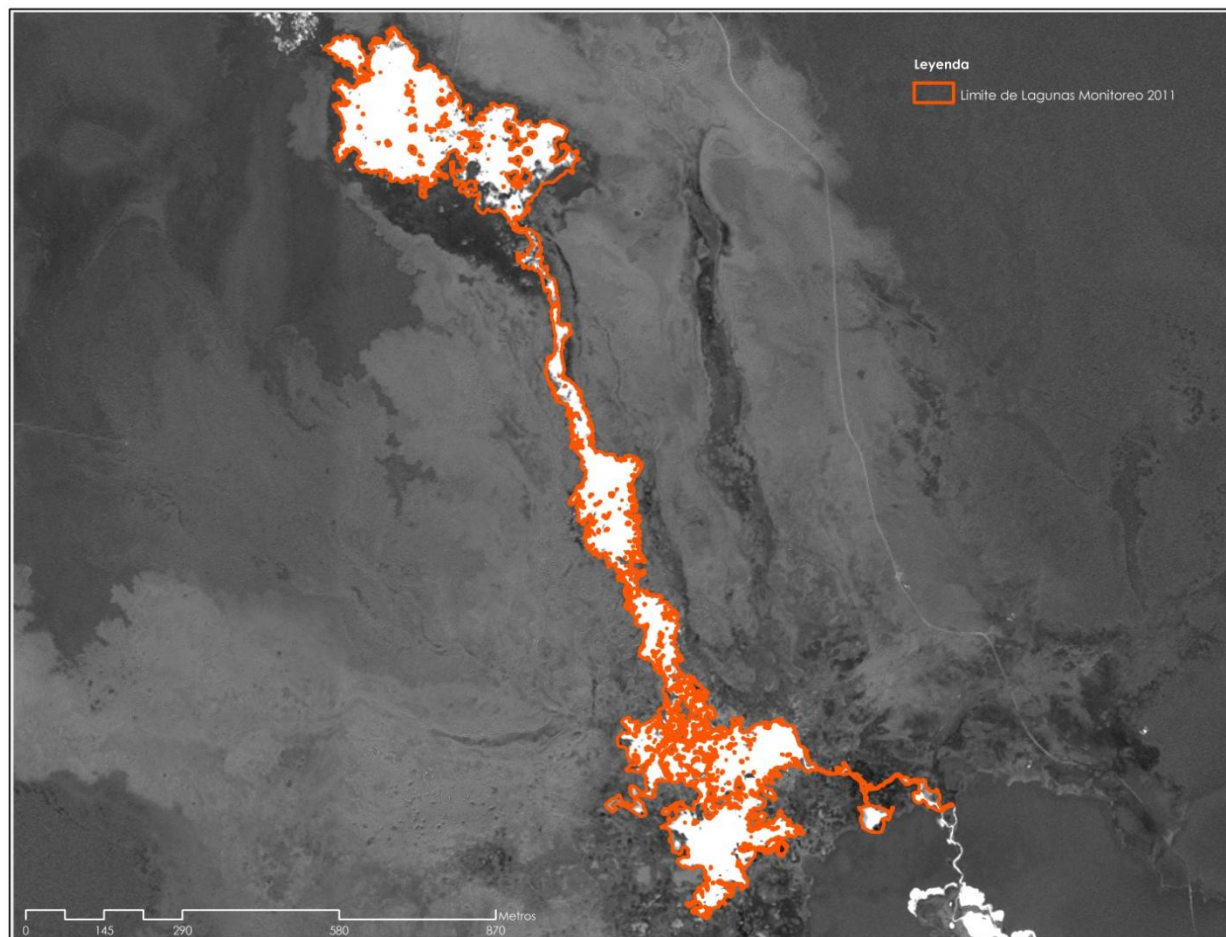


Imagen multiespectral



Imagen TSAVI

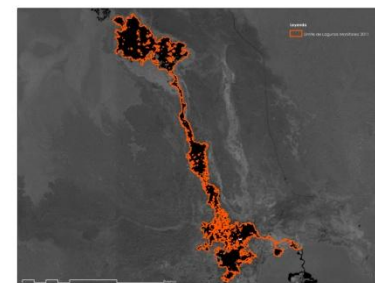
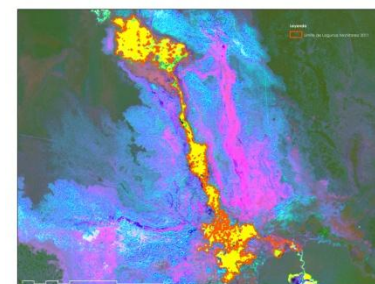


Imagen IHS



En la tabla 5.1 se exponen los resultados de las superficies de los cuerpos lacustres analizados, desde al año 2008 hasta el 2011.

TABLA 5.1
SUPERFICIES DE CUERPOS LACUSTRES MEDIDAS EN ABRIL DE 2008, 2009, 2010 Y 2011
MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN SATELITAL

SISTEMA LACUSTRE	LAGUNA	SUPERFICIE (m ²)			
		2008 ³	2009 ³	2010	2011
SONCOR	CHAXA				
	Cuerpo principal	329.224	336.644	308.357	305.433
	Total Chaxa	329.224	336.644	308.357	305.433
	BARROS NEGROS				
	Cuerpo principal	1.093.625 ⁴	1.152.803 ⁴	1.048.924	1.083.311
	Área de inundación I (Cola de pez)	-	-	104.729	152.349
	Área de inundación II	-	-	40.084	53.035
	Área de inundación III	-	-	9.924	36.753
	Total Barros Negros	1.093.625	1.152.803	1.203.662	1.325.448
	PUILAR				
	Cuerpo principal	63.154	65.439	69.267	70.003
	Total Puilar	63.154	65.439	69.267	70.003
PEINE	SALADA				
	Cuerpo principal	176.126	196.616	169.635	170.524
	Canal de recarga	-	-	22.662	22.951
	Canal de descarga	-	-	5.881	6.046
	Total Salada	176.126	196.616	198.178	199.521
	SALADITA				
	Cuerpo principal	99.665	105.274	108.022	110.394
	Total Saladita	99.665	105.274	108.022	110.394
	INTERNA				
	Cuerpo principal	-	199.968	198.838	182.616
	Total Interna	-	199.968	198.838	182.616

³ Medición realizada según método señalado en RCA 226/2006

⁴ El monitoreo de estos años no consideró el área de inundación I (Cola de pez) por cuanto esta correspondía a un límite CONAF. La superficie presentadas en el cuerpo principal incluye las áreas de inundación II y III, desglosadas en los monitoreos posteriores.

5 CONCLUSIONES

- Se confirma que el uso de imágenes satelitales de alta resolución fusionadas, el apoyo de índices alternativos (IHS, TSAVI, NDWI) y especialmente los puntos de control en terreno, representan una herramienta adecuada y necesaria para la definición de límites en los bordes difusos e irregulares de las superficies de las lagunas analizadas.
- El complemento, en algunos cuerpos lacustres, de los puntos de control de terreno comprometidos en la Resolución Exenta N° 244/2010, fue necesario para la adecuada definición de sus bordes. En efecto se agregaron siete puntos de control en la laguna Barros negros, uno en laguna Puilar y uno en laguna Saladita.
- Se identificó 3 áreas de inundación, definidas como sectores de lagunas que debido a su dinámica histórica presentan variaciones sostenidas y significativas en su contorno, ubicadas en su totalidad en laguna Barros negros. Una de éstas, conocida como "Cola de Pez", no fue considerada en los cálculos de la superficie de la laguna los años 2008 y 2009, marcando así diferencias con los resultados de las mediciones posteriores.
- Se observó que Chaxa, Puilar, Salada y Saladita presentan bajas diferencias en su superficie respecto al año 2010 (<3%).
- La superficie de la laguna Barros Negros aumentó en un 9,2%. Esto se explica, en parte, por la identificación y el crecimiento de las tres áreas de inundación y la aparición de pequeños apéndices.
- Por otro lado, laguna Interna disminuyó su superficie en un 8,9%. En esta laguna existen sectores donde la clasificación y el resultado de las transformaciones de las imágenes multiespectrales no es determinante, dada la muy baja profundidad del agua.
- Las diferencias observadas en los resultados de los distintos años del monitoreo (2008 a 2011), no reflejan necesariamente una tendencia de la dinámica de la superficie lacustre en este periodo de tiempo, sino más bien obedecen a limitaciones y diferencias metodológicas que se han producido, especialmente a partir del año 2010, con el propósito de mejorar el método de medición.

6 REFERENCIAS

Chuvieco, E., 2002. Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Ediciones Ariel. 578p.

McFeeters S.K., 1996. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing. 17(7):1425-1432.

Siddiqui, Y. 2003. The modified IHS method for fusing satellite imagery. ASPRS 2003 Annual Conference Proceedings, May 5-9, 2003