

**“Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH)  
Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas  
de Evaporación Solar en el Salar de Atacama  
(RCA RE N°21/2016)”**

**Informe Anual N°1**



**Región de Antofagasta**

**Marzo 2017**

## **Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH), Proyecto: Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama.**

### **TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1</b>	<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>22</b>
4.1	Área de Estudio .....	22
4.2	<b>Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de medición y muestreo.</b> .....	<b>26</b>
4.2.1	Implementación del Plan de Monitoreo .....	29
4.2.2	Red de Monitoreo Meteorológica .....	33
4.2.3	Red de Monitoreo Evapotranspiración .....	35
4.2.4	Red de Monitoreo Superficie Lagunar .....	37
4.2.5	Red de Monitoreo Niveles, Altura Limnimétrica, Cuña Salina, Aforos y Calidad Química .....	39
4.2.6	Red de Monitoreo Pozos de Bombeo (salmuera y agua dulce-salobre).....	62
4.3	<b>Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis</b> .....	<b>65</b>
4.3.1	Medición de Variables Meteorológicas.....	65
4.3.2	Aforo de Caudales Superficiales.....	66
4.3.3	Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas.....	66
4.3.4	Medición del Nivel de las Lagunas.....	70
4.3.5	Medición de Niveles Freáticos .....	70
4.3.6	Medición de Evaporación y Evapotranspiración.....	72
4.3.7	Medición de la Posición de la Interface Salina .....	76
4.3.8	Muestreo y Análisis de la Composición Química del Agua.....	77
4.3.9	Medición de los Caudales de Bombeo.....	83
4.4	<b>Fechas de medición, muestro y/o análisis</b> .....	<b>84</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE</b> .....	<b>85</b>
5.1	<b>Variables Meteorológicas</b> .....	<b>85</b>
5.2	<b>Caudales Superficiales</b> .....	<b>107</b>
5.3	<b>Superficie Cubierta por Lagunas</b> .....	<b>111</b>

5.3.1	Aguas de Quelana .....	112
5.3.2	La Punta y La Brava .....	114
5.3.3	Peine .....	115
5.3.4	Soncor .....	116
<b>5.4</b>	<b>Nivel de las Lagunas .....</b>	<b>118</b>
5.4.1	Sector La Punta-La Brava.....	120
5.4.2	Sector Peine .....	122
5.4.3	Sector Norte y Borde Este .....	124
<b>5.5</b>	<b>Niveles Freáticos Acuífero y Salmuera .....</b>	<b>125</b>
5.5.1	Sector La Punta y La Brava .....	126
5.5.2	Sector Sistema Peine .....	142
5.5.3	Sector Norte y Borde Este .....	153
5.5.4	Sector Núcleo .....	154
<b>5.6</b>	<b>Evaporación y Evapotranspiración .....</b>	<b>175</b>
<b>5.7</b>	<b>Posición de la Interfase Salina .....</b>	<b>179</b>
5.7.1	Sector La Punta-La Brava.....	180
5.7.2	Sector Peine .....	212
5.7.3	Sector Norte y Borde Este .....	236
<b>5.8</b>	<b>Composición Química de las Aguas .....</b>	<b>241</b>
5.8.1	Sector La Punta – La Brava .....	267
5.8.2	Sector Peine .....	300
5.8.3	Sector Norte y Borde Este .....	341
<b>5.9</b>	<b>Bombeo de Salmuera y Agua Industrial .....</b>	<b>377</b>
5.9.1	Caudales Bombeados en Salmuera .....	377
5.9.2	Caudales Bombeados en Agua Dulce-Salobre.....	383
5.9.3	Química en Pozos de Extracción.....	387
<b>5.10</b>	<b>Límites Considerados en la Evaluación.....</b>	<b>414</b>
5.10.1	Cotas de Niveles Pozos PAT .....	414
5.10.2	Superficie de Lagunas .....	415
5.10.3	Caudales Bombeados .....	415
<b>6</b>	<b>DISCUSIONES .....</b>	<b>417</b>
<b>6.1</b>	<b>Análisis en relacion a los limites establecidos.....</b>	<b>417</b>
6.1.1	Niveles freáticos de salmuera: .....	417
6.1.2	Plan de Alerta Temprana: .....	420
6.1.3	Niveles freaticos en agua dulce-salobre .....	420
6.1.4	Posicion de la interfase salina .....	421
6.1.5	Evapotranspiracion .....	421
6.1.6	Caudales bombeados.....	421
6.1.7	Aforos de caudal.....	423
6.1.8	Nivel Limnimetrico .....	423
6.1.9	Superficie cubierta por lagunas .....	424
6.1.10	Variables Meteorológicas.....	424
6.1.11	Parámetros de calidad química en agua superficial y subterránea.....	424

<b>6.2</b>	<b>Plan de Alerta Temprana.....</b>	<b>425</b>
6.2.1	Sector de Alerta Núcleo.....	426
6.2.2	Sector de Alerta Acuífero.....	431
6.2.3	Sector de Alerta Norte .....	436
<b>6.3</b>	<b>En relacion a las incertidumbres asociadas a los métodos .....</b>	<b>438</b>
<b>6.4</b>	<b>Análisis integrado de información .....</b>	<b>439</b>
6.4.1	Análisis de año hidrológico .....	440
6.4.2	Análisis de la evolución de los niveles freáticos.....	443
6.4.3	Variables físicas asociadas a las lagunas.....	448
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>451</b>
<b>8</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>454</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>455</b>

ANEXO A. Variables Meteorológicas

ANEXO B. Caudales Aforados

ANEXO C. Superficie Cubierta por Lagunas

ANEXO D. Nivel de las Lagunas

ANEXO E. Niveles Freáticos Acuífero-Salmuera

ANEXO F. Evaporación y Evapotranspiración

ANEXO G. Posición de la Interface Salina

ANEXO H. Calidad de Aguas

ANEXO I. Volúmenes y Caudales Bombeados de Salmuera y Agua Industrial

ANEXO J. Calidad Química de Pozos de Producción

ANEXO K. Responsables y Participantes

ANEXO L. Información Campañas, Hojas de Terreno



**INDICE TABLAS**

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe.....	13
Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales que se reportan.....	14
Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs.....	16
Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSA del Anexo3 de Adenda5.....	18
Tabla 2-5. Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis.....	20
Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros .....	26
Tabla 4-2 Estaciones Meteorológicas.....	33
Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración.....	35
Tabla 4-4 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar .....	37
Tabla 4-5 Parámetros de calidad físico químicos a analizar.....	39
Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava.....	42
Tabla 4-7 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Peine.....	48
Tabla 4-8 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Norte y Borde Este.....	53
Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.....	57
Tabla 4-10 Pozos de Bombeo actuales.....	63
Tabla 4-11 Equipos de Estacion Meteorológica .....	65
Tabla 4-12 Materiales y Equipos para la medición de la EVT .....	72
Tabla 4-13 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras.....	78
Tabla 4-14 Materiales y Equipos para la medición de parámetros in situ .....	78
Tabla 4-15 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras .....	79
Tabla 4-16 Métodos analíticos de Laboratorio ALS.....	82
Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados.....	83

---

Tabla 4-18 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2016 .....	84
Tabla 5-1 Precipitación Diaria PP (mm), en Estación Rockwood año 2016.....	87
Tabla 5-2 Presión Atmosférica Diaria (mbar), en Estación Rockwood año 2016.....	88
Tabla 5-3 Temperatura Máxima Diaria (°C), en Estación Rockwood año 2016.....	89
Tabla 5-4 Temperatura Mínima Diaria (°C), en Estación Rockwood año 2016.....	90
Tabla 5-5 Evaporación Diaria (mm), en Estación Rockwood año 2016.....	91
Tabla 5-6 Precipitaciones Mensuales Históricas Estación DGA - Camar .....	98
Tabla 5-7 Precipitaciones Mensuales Estación DGA El Tatio .....	99
Tabla 5-8 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Peine .....	100
Tabla 5-9 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Río Grande .....	101
Tabla 5-10 Precipitaciones Mensuales Estación DGA San Pedro de Atacama.....	102
Tabla 5-11 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Socaire .....	103
Tabla 5-12 Precipitaciones Mensuales Estación Talabre .....	104
Tabla 5-13 Precipitaciones Medias Anuales en Estaciones Salar de Atacama .....	105
Tabla 5-14 Caudales aforados.....	108
Tabla 5-15 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades 1A y Landsat 8) y datos obtenidos en el monitoreo 2016 (invierno y verano), respecto de los registros de línea de base (Adenda 5 RWL, 2015) .....	112
Tabla 5-16 Resultados de las cotas Limnimétricas .....	119
Tabla 5-17 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava.....	127
Tabla 5-18 Pozos por zonas en Sector La Punta-La Brava.....	132
Tabla 5-19 Resultados de Niveles en Sector Peine .....	143
Tabla 5-20 Pozos por zonas en Sector Peine .....	146
Tabla 5-21 Resultados de niveles en Sector Norte y Borde Este .....	153

---

Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo .....	155
Tabla 5-23 Pozos por zona en Sector Núcleo.....	161
Tabla 5-24 Resultados de Evapotranspiración (mm/d).....	175
Tabla 5-25 Resumen de Puntos que miden Cuña Salina.....	179
Tabla 5-26 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C. Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016 .....	181
Tabla 5-27 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Mayo y Julio 2016 .....	182
Tabla 5-28 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Octubre y Noviembre 2016 .....	183
Tabla 5-29 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-03C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016 .....	184
Tabla 5-30 Perfilajes de C.E. punto MP-03C, Campañas Mayo y Julio 2016 .....	185
Tabla 5-31 Perfilajes de C.E. punto MP-03C, Campañas Octubre y Noviembre 2016. ...	186
Tabla 5-32 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016. .....	187
Tabla 5-33 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Mayo y Julio 2016. ....	188
Tabla 5-34 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Octubre y Noviembre 2016. ...	190
Tabla 5-35 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-05C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016 .....	192
Tabla 5-36 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-05C, Campañas Mayo y Julio 2016 .	193
Tabla 5-37 Perfilajes de C.E. punto MP-05C, Campañas Octubre y Noviembre 2016. ...	194
Tabla 5-38 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016 ..	196
Tabla 5-39 Perfilajes de C.E. punto MP-06C, Campañas Mayo y Julio 2016 .....	197
Tabla 5-40 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Octubre y Noviembre 2016. ....	199
Tabla 5-41 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Julio, Octubre, Noviembre y Diciembre 2016. ....	201

---

Tabla 5-42 Perfiles de C.E. punto MP-07C, Campañas Octubre y Noviembre 2016. ....	213
Tabla 5-43 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016 .	214
Tabla 5-44 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Mayo y Julio 2016. ....	215
Tabla 5-45 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Octubre, Noviembre y Diciembre 2016 .....	215
Tabla 5-46 Perfiles de C.E. punto MPS-CC, Campañas Enero, Febrero y Marzo, 2016.	217
Tabla 5-47 Perfiles de C.E. punto MPS-CC, Campañas Mayo y Julio 2016. ....	217
Tabla 5-48 Perfilajes de C.E. punto MPS-CC, Campañas Octubre y Noviembre 2016. .	218
Tabla 5-49 Perfiles de C.E. punto PP-01, Campañas Julio y Octubre 2016. ....	219
Tabla 5-50 Perfilajes de C.E. punto PP-02, Campañas Octubre y Noviembre 2016 .....	221
Tabla 5-51 Perfilajes de C.E. punto PP-03, Campañas Agosto y Octubre 2016. ....	224
Tabla 5-52 Perfilajes de C.E. punto PP-03, Campañas Noviembre y Diciembre 2016. ..	226
Tabla 5-53 Perfiles de C.E. punto MP-12C, Campañas Octubre, Noviembre, Diciembre 2016. ....	237
Tabla 5-54 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2016. ....	242
Tabla 5-55 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Mayo 2016. ....	244
Tabla 5-56 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2016. ....	248
Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016. ....	252
Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016. ....	258
Tabla 5-59 Clasificación de los tipos de agua .....	264
Tabla 5-60 Estadígrafos, pH in situ, Sector La Punta-La Brava .....	268
Tabla 5-61 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector La Punta-La Brava .....	269

---

Tabla 5-62 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava .....	271
Tabla 5-63 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava .....	272
Tabla 5-64 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava.	273
Tabla 5-65 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector La Punta-La Brava .....	277
Tabla 5-66 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector La Punta-La Brava ....	278
Tabla 5-67 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector La Punta-La Brava .....	280
Tabla 5-68 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector La Punta-La Brava ...	281
Tabla 5-69 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava	285
Tabla 5-70 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava	286
Tabla 5-71 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava...	292
Tabla 5-72 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava.	294
Tabla 5-73 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava....	297
Tabla 5-74 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava....	299
Tabla 5-75 Estadígrafos, pH in situ, Sector Peine.....	301
Tabla 5-76 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector Peine.....	303
Tabla 5-77 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector Peine.....	305
Tabla 5-78 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Peine .....	307
Tabla 5-79 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector Peine .....	309
Tabla 5-80 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector Peine .....	313
Tabla 5-81 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector Peine.....	315
Tabla 5-82 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector Peine.....	317
Tabla 5-83 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector Peine.....	319
Tabla 5-84 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Peine .....	326

Tabla 5-85 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Peine .....	327
Tabla 5-86 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector Peine (2013-2016)...	334
Tabla 5-87 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector Peine .....	336
Tabla 5-88 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Peine .....	339
Tabla 5-89 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Peine .....	340
Tabla 5-90 Estadígrafos, pH in situ, Sector Norte y Borde Este .....	342
Tabla 5-91 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector Norte y Borde Este.....	344
Tabla 5-92 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este.....	346
Tabla 5-93 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este .....	348
Tabla 5-94 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este	350
Tabla 5-95 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector Norte y Borde Este.....	353
Tabla 5-96 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector Norte y Borde Este....	355
Tabla 5-97 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector Norte y Borde Este .....	357
Tabla 5-98 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector Norte y Borde Este ...	358
Tabla 5-99 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este	364
Tabla 5-100 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este .....	365
Tabla 5-101 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este	370
Tabla 5-102 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este .....	372
Tabla 5-103 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este .	375
Tabla 5-104 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este .	376
Tabla 5-105 Caudales y Volúmenes Bombeados en Pozos de Salmuera (año 2016)....	379
Tabla 5-106: Caudales y Volúmenes Bombeados Pozos de Agua dulce-salobre (año 2016).....	384

---

Tabla 5-107 Resultados química de pozo CL-1 año 2016 (%) .....	387
Tabla 5-108 Resultados química de pozo CL-9 año 2016 (%) .....	387
Tabla 5-109 Resultados química de pozo CL-15 año 2016 (%) .....	388
Tabla 5-110 Resultados química de pozo CL-19 año 2016 (%) .....	388
Tabla 5-111 Resultados química de pozo CL-20 año 2016 (%) .....	388
Tabla 5-112 Resultados química de pozo CL-21 año 2016 (%) .....	389
Tabla 5-113 Resultados química de pozo CL-22 año 2016 (%) .....	389
Tabla 5-114 Resultados química de pozo CL-23 año 2016 (%) .....	389
Tabla 5-115 Resultados química de pozo CL-24 año 2016 (%) .....	390
Tabla 5-116 Resultados química de pozo CL-25 año 2016 (%) .....	390
Tabla 5-117 Resultados química de pozo CL-27 año 2016 (%) .....	390
Tabla 5-118 Resultados química de pozo CL-35 año 2016 (%) .....	391
Tabla 5-119 Resultados química de pozo CL-37 año 2016 (%) .....	391
Tabla 5-120 Resultados química de pozo CL-41 año 2016 (%) .....	391
Tabla 5-121 Resultados química de pozo CL-45 año 2016 (%) .....	392
Tabla 5-122 Resultados química de pozo Tilopozo año 2016 (ppm).....	392
Tabla 5-123 Resultados química de pozo Tucúcaro año 2016 (ppm) .....	392
Tabla 5-124 Resultados química de pozo Peine año 2016 (ppm) .....	393
Tabla 5-125 Resumen de Resultados química para todos los pozos del Núcleo .....	394
Tabla 5-126 Resumen de Resultados química para pozos de bombeo agua dulce-salobre .....	411
Tabla 5-127 Umbrales de activación hidrico Año 1 de explotación.....	414
Tabla 5-128 Niveles de activación hidrico en el sector de alerta Acuífero .....	414
Tabla 5-129 Cotas de Activación de SQM .....	415

---

Tabla 5-130 Superficie cubiertas por Lagunas histórico.....	415
Tabla 5-131 Regla de extracción aprobada en RCA 21/2016 .....	415
Tabla 6-1 : Regla de extracción aprobada, RCA21/2016 .....	422
Tabla 6-2 Superficie cubiertas por Lagunas histórico.....	424
Tabla 6-3 Umbrales de activación hidrico Año 1 de explotación .....	428
Tabla 6-4 Niveles de activación hidrico en el sector de alerta Acuífero .....	433
Tabla 6-5 Cotas de Activación de SQM .....	438
Tabla 6-6: Series de Precipitaciones Anuales (mm).....	441
Tabla 6-7 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia .....	442



**INDICE FIGURAS**

Figura 4-1 Ubicación General del Salar de Atacama.....	23
Figura 4-2 Zonas en el Salar de Atacama.....	24
Figura 4-3 Sectores del PSAH.....	25
Figura 4-4 Programa de Implementación de Plan de Monitoreo .....	30
Figura 4-5 Red de Monitoreo PSAH-RWL.....	32
Figura 4-6 Estaciones Meteorológicas .....	34
Figura 4-7 Red Monitoreo Lisímetros.....	36
Figura 4-8 Red Superficie Lagunar .....	38
Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava .....	41
Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Peine.....	47
Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este.....	52
Figura 4-12 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo.....	56
Figura 4-13 Ubicación Puntos de Bombeo.....	64
Figura 4-14 Esquema Multipiezómetros.....	71
Figura 4-15 Foto de Domo, Psicrómetro y Ventilador.....	74
Figura 4-16 Tasa de cambio de densidad de vapor de agua.....	75
Figura 4-17 Evolución diaria de la evaporación.....	76
Figura 5-1 Ubicación Estaciones Meteorológicas.....	86
Figura 5-2 Precipitación Diaria Histórica, 2009-2016 .....	92
Figura 5-3 Precipitación Mensual Histórica, 2002-2016 .....	93
Figura 5-4 Temperaturas Extremas Diarias, 2009 - 2016.....	94
Figura 5-5 Presión Atmosférica Diaria, 2016.....	95
Figura 5-6 Evaporación Diaria, 2009-2016.....	96
Figura 5-7 Temperaturas Extremas v/s Evaporación, 2009 - 2016.....	97

---

Figura 5-8 Isoyestas de Precipitación Anual, 2016 .....	106
Figura 5-9 Ubicación Puntos de Aforo - PSA .....	107
Figura 5-10 Variación Espacial y Diagrama de Cajas Caudales Aforados .....	109
Figura 5-11 Caudales Aforados en Sistema Peine.....	110
Figura 5-12 Sistemas Lagunares .....	111
Figura 5-13 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana.....	113
Figura 5-14 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta y La Brava .....	114
Figura 5-15 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine .....	116
Figura 5-16 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor .....	117
Figura 5-17 Cotas Limnímetros, Lagunas La Punta-La Brava.....	120
Figura 5-18 Cotas Límnímetros, Lagunas La Punta-La Brava.....	121
Figura 5-19 Cotas Limnímetros y Estacas, Lagunas Peine. ....	122
Figura 5-20 Cotas Limnímetros y Estacas, Lagunas Peine. ....	123
Figura 5-21 Cotas Limnímetros, Lagunas Sector Norte y Borde Este .....	124
Figura 5-22 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Punta-La Brava .....	126
Figura 5-23 : Variación Temporal General de Niveles en Sector La Punta-La Brava .....	131
Figura 5-24 : Zona Borde Sur – Sector La Punta-La Brava.....	132
Figura 5-25 : Variación Temporal Niveles en Pozos del Borde Sur .....	133
Figura 5-26 : Variación Temporal de Niveles en pozos del Borde Sur (2013-2016) .....	135
Figura 5-27 : Variación Temporal de Niveles en Norte y Sur Lagunas .....	138
Figura 5-28 : Variación Temporal de Niveles – Sur de las Lagunas.....	140
Figura 5-29 : Variación Temporal de Niveles en BA-27– Este Lagunas .....	141
Figura 5-30 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Peine.....	142

Figura 5-31 : Variación Temporal General de Niveles en Sector Peine.....	145
Figura 5-32 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Peine.....	146
Figura 5-33 : Variación Temporal Niveles en Borde Sur y Este– Sector Peine (2016) ...	147
Figura 5-34 : Variación Temporal de Niveles en Zona Inicio laguna Salada.....	148
Figura 5-35 : Variación Temporal de Niveles en Zona media lagunas .....	149
Figura 5-36 : Variación Temporal de Niveles Zona Laguna Interna.....	150
Figura 5-37 : Variación Temporal de Niveles en Area S-S-I– en Peine (2013-2016).....	151
Figura 5-38 : Variación Temporal de Niveles en Sector Norte y Borde Este .....	153
Figura 5-39 : Puntos de medición de Nivel en el Núcleo .....	154
Figura 5-40 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Núcleo.....	162
Figura 5-41 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Oeste: Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample 4 y, Sample 4A.....	163
Figura 5-42 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-14, CL-14-1, CL-26, CL-26-1 y CL-30.....	164
Figura 5-43 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-17 y CL-18 .....	165
Figura 5-44 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-31, CL-32 y EXP-2 .....	166
Figura 5-45 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-11, CL-12 y First Well. ....	167
Figura 5-46 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-33, CL-34, Well-IK.....	168
Figura 5-47 : Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1 .....	169
Figura 5-48 : Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29. ....	170
Figura 5-49 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo, Zona Núcleo Este .....	171
Figura 5-50 : Variación Temporal Niveles en Zona Nucleo Este (2013-2016) .....	172
Figura 5-51 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Centro Norte .....	173
Figura 5-52 Variación Temporal de las Evapotranspiraciones en Puntos de Medición... ..	178
Figura 5-53 Mapa Ubicación Puntos de medicion de Cuña en Sector La Punta-La Brava .....	180

Figura 5-54 Perfilajes de C.E. en el punto MP-01C - 2016.....	203
Figura 5-55 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-01C, 2013-2016 .....	204
Figura 5-56 Perfilajes de C.E. en el punto MP-03C - 2016.....	205
Figura 5-57 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-03C, 2013-2016 .....	205
Figura 5-58 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C, 2016.....	206
Figura 5-59 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-04C, 2013-2016 .....	207
Figura 5-60 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C, 2016.....	208
Figura 5-61 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C, 2013-2016 .....	208
Figura 5-62 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C, 2016.....	209
Figura 5-63 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C, 2013-2016 .....	210
Figura 5-64 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C, 2016.....	211
Figura 5-65 Mapa Ubicación Puntos de medición de Cuña en Sector Peine.....	212
Figura 5-66 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C, 2016.....	229
Figura 5-67 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC, 2016.....	230
Figura 5-68 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC, 2013-2016 .....	230
Figura 5-69 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC, 2016.....	231
Figura 5-70 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC, 2013-2016 .....	232
Figura 5-71 Perfiles de C.E. en el punto PP-01, 2016.....	233
Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto PP-02, 2016.....	234
Figura 5-73 Perfiles de C.E. en el punto PP-03, 2016.....	235
Figura 5-74 Mapa Ubicación Punto de medición de Cuña en Sector Norte y Borde Este	236
Figura 5-75 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C, 2016.....	240
Figura 5-76 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector La Punta-La Brava, 2013-2016.....	267
Figura 5-77 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector La Punta-La Brava.....	269
Figura 5-78 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava, 2013-2016 .....	270

Figura 5-79 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	272
Figura 5-80 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava.....	273
Figura 5-81 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava	275
Figura 5-82 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector La Punta-La Brava .....	276
Figura 5-83 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector La Punta-La Brava..	278
Figura 5-84 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector La Punta-La Brava..	279
Figura 5-85 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector La Punta-La Brava .....	281
Figura 5-86 Variación Temporal, FisicoQuimicos Laboratorio, Sector LP-LB .....	282
Figura 5-87: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector LP-LB Aniones (mg/L).....	285
Figura 5-88: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector LP-LB Cationes (mg/L).....	286
Figura 5-89 Diagrama de Piper, Campaña Mayo 2016, Sector LP-LB .....	287
Figura 5-90 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2016, Sector LP-LB.....	288
Figura 5-91 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector LP-LB .....	289
Figura 5-92 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector LP-LB.....	290
Figura 5-93: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector LP-LB .....	292
Figura 5-94: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector LP-LB .....	294
Figura 5-95: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector LP-LB .....	297
Figura 5-96: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector LP-LB .....	299
Figura 5-97 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector Peine, 2013-2016 .....	301
Figura 5-98 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector Peine..	303
Figura 5-99 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector Peine, 2013-2016.....	305
Figura 5-100 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Peine....	307
Figura 5-101 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector Peine .....	309

Figura 5-102 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector Peine (2013-2016) .....	311
Figura 5-103 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector Peine.....	313
Figura 5-104 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector Peine .....	315
Figura 5-105 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector Peine .....	317
Figura 5-106 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector Peine .....	319
Figura 5-107 Variación Temporal, FisicoQuimicos Laboratorio, Sector Peine .....	322
Figura 5-108: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Peine Aniones (mg/L).....	326
Figura 5-109: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Peine Cationes (mg/L).....	327
Figura 5-110 Diagrama de Piper, Campaña Mayo 2016, Sector Peine .....	328
Figura 5-111 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2016, Sector Peine .....	329
Figura 5-112 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector Peine.....	330
Figura 5-113 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector Peine .....	331
Figura 5-114: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector Peine (2013- 2016).....	334
Figura 5-115: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector Peine .....	336
Figura 5-116: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Peine .....	339
Figura 5-117: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Peine .....	340
Figura 5-118 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector Norte y Borde Este, 2013-2016 .....	342
Figura 5-119 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector Norte y Borde Este .....	344
Figura 5-120 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este, 2013- 2016.....	346
Figura 5-121 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este .....	348
Figura 5-122 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este.....	350

Figura 5-123 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este .....	351
Figura 5-124 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector Norte y Borde Este .....	353
Figura 5-125 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector Norte y Borde Este	355
Figura 5-126 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector Norte y Borde Este	357
Figura 5-127 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm <sup>3</sup> ), Sector Norte y Borde Este.....	358
Figura 5-128 Variación Temporal, FisicoQuimicos Laboratorio, Sector Norte y Borde Este .....	359
Figura 5-129: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este Aniones (mg/L) .....	364
Figura 5-130: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este Cationes (mg/L) .....	365
Figura 5-131 Diagrama de Piper, Campaña Octubre 2016, Sector Norte y Borde Este .	366
Figura 5-132 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector Norte y Borde Este .....	367
Figura 5-133 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector Norte y Borde Este .....	368
Figura 5-134: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector Borde y Borde Este.....	370
Figura 5-135: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este.....	372
Figura 5-136: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Norte y Borde Este.....	375
Figura 5-137: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Norte y Borde Este.....	376
Figura 5-138: Areas de Extracción A1 y A2 de Rockwood. ....	378
Figura 5-139 : Caudales Promedios Mensuales en Salmuera de Rockwood por Zona (año 2016).....	381
Figura 5-140: Extracción Promedio Mensual de Salmuera de Rockwood, entre 1983 y 2016. (Extracción Zonas A1 + A2).....	382

Figura 5-141: Volúmen Anual en Salmuera de Rockwood, entre 1983 y 2016.....	383
Figura 5-142: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tilopozo [ l/s ] .....	385
Figura 5-143: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tucúcaro (L/s) .....	385
Figura 5-144: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Peine (L/s) .....	386
Figura 5-145: Caudal Extradido desde Tilopozo y Tucucaro durante el año 2016.....	386
Figura 5-146: Variación de la Química en todos los pozos del núcleo .....	395
Figura 5-147: Variación de la Química para pozo CL-1.....	396
Figura 5-148: Variación de la Química para pozo CL-9.....	397
Figura 5-149: Variación de la Química para pozo CL-15.....	398
Figura 5-150: Variación de la Química para pozo CL-19.....	399
Figura 5-151: Variación de la Química para pozo CL-20.....	400
Figura 5-152: Variación de la Química para pozo CL-21.....	401
Figura 5-153: Variación de la Química para pozo CL-22.....	402
Figura 5-154: Variación de la Química para pozo CL-23.....	403
Figura 5-155: Variación de la Química para pozo CL-24.....	404
Figura 5-156: Variación de la Química para pozo CL-25.....	405
Figura 5-157: Variación de la Química para pozo CL-27.....	406
Figura 5-158: Variación de la Química para pozo CL-35.....	407
Figura 5-159: Variación de la Química para pozo CL-37.....	408
Figura 5-160: Variación de la Química para pozo CL-41.....	409
Figura 5-161: Variación de la Química para pozo CL-45.....	410
Figura 5-162: Variación de la Química en pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine (ppm).....	412
Figura 6-1 Comparacion niveles simulados versus observados en pozos PAT.....	419
Figura 6-2 Ubicación de pozos de PAT sector de Alerta Nucleo .....	427
Figura 6-3 Niveles de punto PN-05B.....	429
Figura 6-4 Niveles de punto PN-08A.....	429



---

Figura 6-5 Niveles de punto PN-14A.....	430
Figura 6-6 Niveles de punto PN-16B.....	430
Figura 6-7 Ubicación de pozos de PAT sector de alerta Acuífero .....	432
Figura 6-8 Niveles BA-05.....	434
Figura 6-9 Niveles BA-07 .....	434
Figura 6-10 Niveles BA-16.....	435
Figura 6-11 Niveles BA-28.....	435
Figura 6-12 Niveles BA-30.....	436
Figura 6-13 Ubicación de puntos de activación del sector de alerta Norte (mismo del PAT SQM en el núcleo).....	437
Figura 6-14 Análisis de frecuencia Precipitación Anual (mm).....	442
Figura 6-15 Niveles Freáticos versus precipitación Mensual estación Peine.....	444
Figura 6-16 Niveles Freáticos en nucleo versus precipitación Mensual estación Peine .	445
Figura 6-17 Niveles freáticos en nucleo .....	446
Figura 6-18 Niveles freáticos nucleo versus zona marginal .....	447
Figura 6-19 Niveles en Barrenos versus Precipitacion estación Meteorológica Peine....	448

## 1 RESUMEN

El presente documento corresponde al **Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH)**, que forma parte de las obligaciones ambientales de Rockwood Lithium (RWL), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 21 de fecha 20 de enero del 2016, que calificó favorablemente el proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

En específico, el PSAH da cumplimiento a lo establecido en el considerando N° 7 de la RCA N° 21 en lo relacionado con la componente hídrica; considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de otras RCA como los comprometidos en el Considerando 9, de la Resolución Ex. N°092 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la II Región de Antofagasta, del 31.05.2000, que aprobó el proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar, y a lo establecido en el Resuelvo 4° de la Res. Ex. N°3132, de fecha 28.11.2006, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondientes a las autorizaciones ambientales de Rockwood que aprobó el proyecto Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar.

Los resultados del monitoreo que se reportan en este informe, corresponden a 9 variables ambientales, las que reflejan el comportamiento hídrico, hidrogeológico y meteorológico del sistema, estas son: (1) Variables Meteorológicas; (2) Caudales superficiales (aforos); (3) Superficies cubierta por lagunas; (4) Nivel de agua en lagunas (altura limnimétrica de lagunas); (5) Niveles de agua subterránea (en Salmuera y agua dulce); (6) Evaporación y Evapotranspiración; (7) Posición de la Interface salina; (8) Composición Físico Química de aguas y (9) Caudal bombeado (de salmuera y en agua dulce).

Las variables ambientales indicadas anteriormente, se describen en su mayoría por Sector, considerando los sectores de: Sector La Punta-La Brava; Sector Peine; Sector Norte y Borde Este y Sector Núcleo

El PSAH es un compromiso ambiental, válido para las Fases de Operación y Cierre del proyecto. Con fecha 28 de septiembre del año 2016, se dió inicio a la etapa de operación del proyecto<sup>1</sup>, razón por la cual se genera este primer informe de PSAH, que contempla sólo tres meses de operación del proyecto.

En relación al periodo informado, este corresponde al año 2016, aunque, como fue señalado, solo los últimos tres meses corresponden a la etapa de operación del proyecto. Sin perjuicio de ello, los resultados y análisis que se presentan consideran la data

---

<sup>1</sup> El inicio de la etapa de operación fue informado con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA 012.2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

histórica que mantiene Rockwood Lithium, la que se adjunta y en Anexos se adjunta toda la base de datos histórica correspondiente, en formato pdf y excel.

Cabe indicar que en el numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 se señaló que: “El informe será entregado dentro del plazo de tres meses siguientes al término de cada año calendario”, y aunque el proyecto se inició a mediados del segundo semestre, se ha considerado apropiado incluir la data generada de manera voluntaria en los meses previos a septiembre (enero-septiembre). Además, resulta relevante señalar que los monitoreos realizados desde enero a finales de septiembre 2016, fueron realizadas por empresas y laboratorios acreditados y a contar de octubre 2016 (Fase operación), todas aquellas variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados<sup>2</sup> por la SMA fueron realizadas con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental.

Del PSAH, y de cada variable ambiental comprometida, se puede resumir lo siguiente:

En relación con las **Variables Meteorológicas**, se debe indicar que la estación antigua EM-SCL perteneciente a Rockwood Lithium registraba datos de Precipitación [mm], evaporación en lámina libre [mm], temperatura [°C] y humedad relativa [%]. A partir de Mayo 2016, se oficializó la nueva estación EM – Rockwood, denominada estación EM-Rockwood, la cual reemplaza a la antigua estación EM-SCL, a partir de mayo del 2016.

En cuanto a los registros monitoreados de la precipitación diaria en estación SCL y RWL (2009 - 2016), se observa que, respecto de las precipitaciones acontecidas en los años anteriores, el año 2016 fue un año particularmente seco, con una precipitación total anual 2016 de 3,3 mm. Los años 2013 y 2015 fueron años que presentaron eventos de precipitación diaria superior a 25 mm y 10 mm respectivamente. Se observa además que, los eventos de mayor magnitud ocurren durante los meses de verano (enero – marzo). Lo anterior, tiene su origen en el invierno altiplánico. Considerando la precipitación mensual histórica para la estación SCL y RWL, desde el año 2002 a la fecha, se puede apreciar que el año 2016 en una escala mensual, también corresponde a un año más bien seco.

En cuanto a las temperaturas extremas diarias, se presenta una clara oscilación estacional, siendo las máximas temperaturas en temporada de verano (diciembre a marzo) y las mínimas en invierno (junio y agosto). Las máximas temperaturas, se alcanzan en verano, con valores cercanos a los 35°C en los meses de enero a marzo. Los valores mínimos son cercanos a los -5°C en el mes de julio.

Respecto de la variable evaporación en lámina libre, evaporación diaria, se observa un claro comportamiento cíclico estacional, donde las mayores tasas de evaporación ocurren

---

<sup>2</sup> De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la Resolución Exenta N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que “Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes” (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (Res. Ex. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

durante entre los meses de diciembre y febrero, mientras que las menores tasas de evaporación se observan en el periodo entre junio y agosto, lo cual es concordante con las variaciones de las temperaturas.

De las tasas de evaporación diaria, se observa que en los meses de noviembre y diciembre 2016, se han registrado valores de tasas de evaporación mayores a los que se registraron en años previos, alcanzando tasas de hasta 17,3 mm/d el 20 de diciembre 2016.

La RCA 21/2016 en su numeral 7, no indica nivel o límite comprometido para esta variable, por cuanto lo registrado en información que permite aportar al análisis de las demás variables.

En relación con los **Caudales Superficiales**, éste se enfoca en el Sistema o Sector de Peine, el que se encuentra conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna, el que es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en cuatro puntos, desde AFP-01 hasta AFP-04 ubicados a lo largo del sistema de lagunas Peine desde aguas arriba a aguas abajo en el sentido Sur Este – Nor-Oeste. Además se monitorean los caudales en dos puntos ubicados en vertientes provenientes de la cordillera, denominados Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine.

De los resultados de los aforos, considerando los aforos históricos, esto es 2014 a 2016, se tiene que los mayores caudales aforados se presentan en la entrada del sistema de lagunas Peine, para el punto AFP-01 los caudales tienen un promedio de 52 l/s disminuyendo hacia el punto AFP-03 con promedio de 28 L/s. En el punto AFP-04 los caudales aforados aumentan en algunas ocasiones, evidenciando ciertas recuperaciones o afloramientos entre AFP-03 y AFP-04. El Punto AFP-01 y Anterepresa Tilomonte, presentan las mayores variaciones, siendo la mediana de este último punto del orden de los 40 L/s. La vertiente Peine es la que presenta los menores caudales aforados, presentando durante el 2016 valores que pueden ser considerados como estables y en torno a los 5 L/s.

En cuanto a la variación temporal de los caudales aforados en las lagunas del sistema Peine, se observa que para los puntos de aforo (AFP-01, AFP-02 y AFP-03) los caudales aforados durante el 2016 si bien son bajos la poca data existente no permite afirmar que no estén dentro de sus variaciones naturales, aspecto que se seguirá corroborando con el tiempo con las mediciones. En este punto cabe recordar que el año 2016 fue un año seco en comparación con la data de años anteriores, y la longitud de registros de aforos, es sólo desde el 2014. Mientras que en el punto AFP-04, se encuentran dentro del rango histórico, entre los 15 y 40 L/s.

En cuanto a los caudales aforados en Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se observa que en el primero de ellos, para el año 2016, los caudales tienen un comportamiento similar a los del sistema Peine, específicamente, éstos se encuentran en su mayoría por debajo de los 40 l/s. Para el caso de los caudales aforados en Vertiente

Peine, se observa que durante el año 2016 los caudales aforados se encuentran dentro del rango de la serie histórica aforada, desde febrero 2016 a diciembre 2016, con valores entre 5,1 y 9 L/s.

La RCA 21/2016 en su numeral 7 indica nivel o límite comprometido para la variable de aforo de caudal “Mantener los caudales dentro de su variación histórica”. Al respecto se puede señalar de los registros entregados para el año 2016, que si bien son algunos casos los aforos más bajos registrados entre 2014 y 2016, éstos se encuentran dentro de su variación histórica.

En relación al monitoreo de **superficie cubierta por lagunas**, estos corresponden a los 4 sistemas La Punta-La Brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana se monitorean en temporada de invierno (julio – agosto) como en temporada de verano (diciembre).

Para la campaña de invierno (Fase de construcción del Proyecto) y verano (Fase de operación del Proyecto) los meses de agosto y diciembre se cuenta con dos resultados para cada laguna, obtenidos de distintas fuentes: (1) Sensor Landsat de menor resolución, lo cual tiene como objetivo generar una correlación y continuidad con las imágenes históricas Landsat disponibles de la zona y (2) Sensor Pleiades de alta resolución (AR). Como promedio anual, la mayor cobertura lagunar de los 4 sistemas lagunares, se presenta para el Sistema Soncor, con 257,2 ha promedio desde la imagen Pleiades 1A y 251,9 ha promedio desde Landsat 8. En contraparte, Aguas de Quelana presentó la menor superficie de 26,1 ha promedio con Pleiades 1A y 49,9 ha promedio con Landsat 8.

La RCA 21/2016 en su numeral 7 indica que se medirá semestralmente el área de las lagunas con imágenes satelitales de alta definición, con apoyo en terreno. El nivel o límite comprometido para esta variable es: *“Mantener superficie sobre mínimo histórico”*. (Ref. RCA pág 55). De los resultados obtenidos para los distintos sistemas lagunares, ya sea utilizando imágenes de alta o media resolución, indican que las áreas de cada sistema analizado se encuentran sobre los mínimos históricos, tanto en la campaña de invierno (julio-agosto) como de verano (diciembre). En particular, se pueden mencionar los resultados de diciembre 2016, bajo etapa operación, con imágenes de alta resolución, se obtuvieron menores áreas en relación a la campaña de invierno 2016, corresponden a las siguientes por sistema: Aguas de Quelana, 18,8 ha (mín. histórico 11,3 ha); La Punta y La Brava, 40,9 ha (mín. histórico 31,6 ha); Peine, 50,2 ha (mín. histórico 48,9 ha); Soncor, 255,6 ha (mín. histórico 192,4 ha).

En relación con la variable **Nivel de las Lagunas**, que corresponde a altura limnimétrica de las lagunas, éstas se reportan como cota topográfica del espejo de agua en metros sobre el nivel del mar [m s.n.m.] a partir de una cota topográfica de referencia, o cota collar, para cada punto de monitoreo. Estos puntos de monitoreos corresponden a 17 limnímetros (LM), y a 4 estacas instaladas en junio 2016.

Los resultados del monitoreo para los niveles de las lagunas, se entregan y analizan por Sector. Para el Sector La Punta- La Brava, se tiene que los puntos LM-01 y LM-02 tienen cotas semejantes en cada medición y lo mismo sucede con los puntos LM-03 y LM-04, lo cual se debe a la ubicación de los mismos, ya que LM-01 y LM-02 se encuentran en la misma laguna (La Punta), mientras que LM-03 y LM-04 se encuentran en la otra (La Brava). Para todos los puntos, incluido LM-16, se observa un leve descenso de los niveles a partir del mes de octubre a diciembre.

Para el Sector de Peine, se tiene que los puntos ubicados en la misma laguna tienen cotas similares, como es el caso de LM-05 y LM-06 ubicados en la laguna Salada; LM-07 y LM-08 ubicados en la laguna Saladita; y LM-09 y LM-10 ubicados en la laguna Interna. La cotas más bajas respecto a las demás de la zona, corresponden a las de LM-17, esto se explica debido a que este limnómetro se encuentra más adentro hacia la zona del núcleo. La variación que presentan las estacas, entre los meses de junio a diciembre 2016 (en un rango de 4,6 cm, considerando el valor máximo dado por la Estaca E2, con cota 2298,902 m s.n.m. en julio del 2016 y el mínimo dado por la Estaca E4, con cota registrada de 2298,856 m s.n.m. en diciembre del 2016), muestran tendencia a la disminución para la temporada de verano.

Para el Sector de Norte y Borde Este, se observa una estabilidad de los niveles, salvo para el punto LM-14, ubicado en sector de Aguas de Quelana, el cual presentaría un leve descenso de sus niveles a partir de octubre.

La RCA 21/2016 en su numeral 7 indica nivel o límite comprometido para la variable de Nivel lagunas, que se mantengan dentro de la variación natural, sin embargo, para todo sistemas lagunares, en cuanto a la oscilación natural de los niveles de las lagunas, no es posible de observar ni concluir, debido a la corta extensión que se tienen aún de los registros.

En relación con los **Niveles Freáticos del acuífero, en Salmuera y/o en agua Salobre**, se cuenta con una red de 124 pozos de medición de niveles, los cuales se tratan y analizan por Sector: La Punta-La Brava; Peine, Norte y Borde Este y Núcleo.

Para el Sector La Punta la Brava, en particular en la zona de las lagunas, los niveles se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente. En el Borde Sur, el único pozo que muestra tendencia a la baja es el pozo MP-04B (aguas profundas), ubicado aledaño al pozo Tilopozo. En esta zona, los pozos que miden aguas someras aledañas al pozo de bombeo Tilopozo, que también es un pozo somero, no muestran descensos, sino más bien tendencias a la estabilidad de sus niveles. El pozo MP-06A, ubicado aledaño al borde Tucúcaro, muestra fluctuaciones entre el máximo y el mínimo de 40 cm, y para las aguas profundas (pozo MP-06B) fluctuaciones del orden de 4 m. Lo anterior, es concordante con la posición relativa de ellos, por cuanto se ubican en una zona aledaña al cordón de Lila, en donde es muy sensible a las recargas y extracciones que puedan existir.



Los niveles del Sector Peine, presentan en la zona de las cotas altas, entre la zona maginal y quebradas aportantes, niveles estables. Los niveles de aguas subterráneas someras, y pozos someros, presentan mayor sensibilidad y una variabilidad de hasta 50 cm. (registrada entre junio 2013 a dic 2016), en la zona más cercana al núcleo y con rápidas respuestas a las precipitaciones.

Los niveles en la zona media de las lagunas de Peine, presentan un poco menos de variabilidad de hasta 20 cm., y con tendencia a la estabilización de sus niveles.

Los niveles someros de las aguas subterráneas, en la zona de la entrada de las lagunas, se presenta con una variabilidad ciclica estacional. Para todos los puntos, los registros del 2016, en la zona de las lagunas de Peine, se observa que los niveles de aguas subterráneas se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente.

Para el Sector de Norte y Borde Este, se presentan sólo 2 pozos con niveles registrados disponibles, pozos MP-12A y MP-12C. Estos son pozos nuevos, los cuales no tienen larga data, y por lo tanto no es posible aún realizar un análisis temporal de sus evoluciones.

Para el Sector del Núcleo, se puede indicar que los pozos ubicados cerca de la zonas de producción de Salmuera, son los que presentan los mayores tasas de descensos en el tiempo. Los pozos de monitoreo de niveles que se ubican cercanos a condiciones de borde, como el cordón de Lila, presentan variaciones, descensos y recuperaciones marcadas, sujetas a las recargas del sistema.

Los pozos de monitoreo de niveles, ubicados en la zona de producción de salmuera, muestran recuperaciones (ej. CL-33, CL-34 y Well-IK), y otros tasas de descensos más bajas que los pozos ubicados al Este de la zona de producción (ej. S-4). Los pozos que presentan las cotas más bajas a Diciembre 2016, en la zona del Núcleo Este, considerando la zona sur desde la zona de extracción de Salmuera de Rockwood, corresponden a los pozos PN-06, PN-10 y PN-11, con cotas que fluctúan entre los 2.298,0 m s.n.m aproximadamente.

Los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del núcleo, desde el campo de explotación de Salmuera de Rockwood, corresponden a los pozos PN-18, PN-19 y ES-01, y son los que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM (Cotas entre 2.297,5 a 2.297,9 m s.n.m).

En relación con el nivel o límite comprometido en la RCA para la variable de niveles, se tiene que para el caso de los niveles de aguas en el núcleo (salmueras), ésta que corresponde a los descensos del modelo, y al respecto se puede señalar que la tasa de descensos observados se ajustan a los modelados, en período post evento de precipitación. Esta comparación se presenta en el capítulo de discusión de este documento, en la cual también se aborda el tema del Plan de Alerta Temprana (PAT), asociado y que le aplica a sólo a algunos puntos de medición de niveles.

Para el caso de los niveles de aguas dulce salobre (exceptuando los barrenos del PAT), no quedan en la RCA límites numéricos explícitos, sólo que deben mantenerse dentro de rangos de oscilación natural. Lo anterior se confirma con los análisis y gráficas presentadas de los registros históricos de niveles en aguas dulce salobres, en donde los pozos presentan tendencias estables en el tiempo, con oscilaciones naturales y cíclicas, con disminuciones normales de niveles en temporada de verano, y aumento de los mismos en invierno.

El **Plan de Alerta Temprana** establece de manera explícita valores numéricos de cotas freáticas que representan límites que no deben ser pasados. Estas cotas umbrales se establecen para un total de 14 puntos de observación distribuidos entre la zona marginal, y el núcleo, en un total de tres sectores de alerta:

- (1) Sector de Alerta Núcleo: Corresponde al área ubicada entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase, lo que ha sido validado mediante el uso de los modelos numéricos desarrollados. Presenta 4 puntos de alerta PAT, pozos PN-05B, PN-08A, PN-14B y PN-16B, con diferentes umbrales para cada año según los descensos previstos. De los registros del PSA se tiene que, en función de los registros del año 2016, presentados en el capítulo de resultados y en el capítulo de discusión, es posible indicar que no se ha activado ninguna de las fases del PAT en el sector de alerta núcleo.
- (2) Sector de Alerta Acuífero: Corresponde al acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava, más cercanos al proyecto de Rockwood. Los indicadores de estado son los niveles piezométricos del acuífero y, dado que no se contemplan descensos de nivel en esta área, los 5 puntos de activación definidos consideran un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el proyecto. Estos puntos corresponden a BA-05 BA-07, BA-16, BA-28 y BA-30. De los registros del PSA, en función de los registros del año 2016, presentados en el capítulo de resultados y en el capítulo de discusión, es posible indicar que las fluctuaciones que muestran los niveles en los barrenos, sigue un comportamiento estacional y que el umbral no ha sido sobrepasado en ninguno de los barrenos.
- (3) Sector de Alerta Norte: Corresponde al sector del núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, y donde SQM tiene 5 puntos de activación en su Plan de Alerta Temprana, que consideran los niveles de salmuera como indicadores de estado. Dado que el proyecto Rockwood no prevé descensos adicionales en este sector, el titular toma en cuenta los umbrales y puntos de activación de SQM. Estos pozos son el L1-5, L1-G4 Pozo, L3-9, L4-12 y L5-10. En consideración a que no se dispone de la información de los niveles en los pozos de SQM, así como tampoco se ha recibido notificación por parte de la autoridad ambiental se concluye que no ha habido activación del PAT de SQM y por consiguiente el PAT en el sector de alerta norte del PAT de Rockwood.



En relación con la variable **Evaporación y Evapotranspiración**, estas se miden en 10 puntos instalados en el área del Salar, y cuya metodología es a través de Domo, mientras se define con la autoridad la ubicación y construcción de los lisímetros, como una manera de mantener la continuidad de las mediciones.

De los resultados obtenidos durante el 2016, se tiene que, para el Sector de la Punta-La Brava, El año 2016, se observan en general valores bajos de EVT,, con tasas mínimas que varían entre los 0,09 mm/d para LS-09 y 0,27mm/d para LS-10, sin embargo éstos se encuentran dentro de los rangos históricos registrados (2013-2016), siendo septiembre del 2014, la mínima EVT registrada para este Sector de La Punta - La Brava. Para el Sector de Peine, al igual que para la Punta – La Brava, las tasas de EVT registradas en el 2016, resultan ser de las menores tasas medidas entre el 2013 al 2016.

Para el Sector Norte y Borde Este, el punto ubicado más al norte, LS-01, presenta en el año 2016 valores máximos en marzo que alcanzan a 0,37 mm/d, menor que la máxima registrada, en Enero del 2014, que corresponde a una tasa de 1,0 mm/d. Sin embargo, este valor se encuentra dentro del rango histórico para el mismo mes. El punto LS-02, presenta para la misma fecha en marzo 2016, valor mayor a LS-01, con una tasa de 1,2 mm/d. El máximo registrado también se presenta para enero 2014, con un valor de tasa EVT de 1, mm/d, siendo muy cercanos entre si. El punto LS-03, cercano al Sistema Soncor, en zona marginal, presenta una mayor tasa promedio de EVT que los puntos anteriores de este sector, siendo el valor máximo para el año 2016 de 0,57 mm/d en el mes de Marzo; y valor máximo histórico registrado de 1,7 mm/d en Marzo 2015. El punto LS-04, corresponde a un nuevo punto para el PSAH, que no tiene antecedentes previos de medición. Los valores medidos de EVT son muy similares a los del punto LS-03, con tasas entre 0,28 a 0,39 mm/d para finales del 2016.

Para el Sector del Núcleo, no se observa una variación estacional de la EVT, visualizándose que los valores más altos registrados se presentan en el verano del 2013 (diciembre 2013 a marzo 2014), llegando a valores máximos que sobrepasan levemente 1,0 mm/d. Sin embargo, este valor se midió un día después de una lluvia. Finalmente, en el núcleo se tiene que el 2016 fue el año que se registran las tasas más bajas de EVT, siendo semejantes a los registrados en septiembre del año 2014.

En relación con la **posición de la cuña**, el monitoreo de la posición de la interfase salina se realiza a través de la medición de 14 puntos con Perfilajes de conductividad eléctrica versus profundidad: 6 puntos en Sistema La Punta-La Brava, 7 puntos en sistema Peine y 1 punto en Sector Norte y Borde ESt. Además, en los resultados de las campañas de perfilajes de C.E. y profundidad, se registra Temperatura en los distintos puntos de monitoreo a sus profundidades respectivas.

Para el Sector de la Punta-La Brava y Peine, se puede indicar que, considerando todos los puntos de cada Sector, y la ubicación relativa de cada uno de ellos, se concluye que la cuña se va profundizando a medida que los puntos se alejan del núcleo. Asimismo se observa que las profundidades de la cuña, en cada pozo, no ha variado en el año 2016

respecto de los registros históricos y por lo tanto se mantiene la posición de la interfase salina. Para el Sector Norte y Borde Este, dado que sólo se tiene un punto y este es nuevo, con sólo 3 campañas, no se puede realizar una conclusión al respecto, sin embargo se puede señalar para este punto (MP-12C) que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 50 y los 70 metros de profundidad y se distingue que el cambio de conductividades ocurre de manera paulatina a lo largo de 20 metros. Lo anterior se respalda en los análisis que se entregan junto con los datos (capítulo de resultados) que indican que la interfase salina se ubica en profundidades que van desde los 3-5 metros en la zona de Peine y 90 a 120 m en la zona más alejadas del núcleo y que esta situación no ha cambiado en el año 2016.

En relación con los **Calidad Físico Química de las aguas**, y los puntos que miden calidad de aguas, se tiene un total de 40 totales (en dic 2016), incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos. Estos fueron implementados a través del tiempo, cumpliendo con el plan de implementación de la red de monitoreo comprometido en la evaluación.

Cabe señalar que, el compromiso de muestreo, medición y análisis de calidad físico-química de las aguas, como de todas las variables reportadas, comienza en la fase de operación, es decir a partir de 28 de septiembre del 2016. Considerando que a partir de Octubre del 2016 se hace exigible que los muestreos, medición y análisis se lleven a cabo con entidades ETFA, Rockwood realiza una campaña adicional a las que se habían programado para el año 2016, la cual se ejecuta en el último trimestre. Al respecto cabe indicar que Rockwood, mantuvo las campañas de calidad de aguas durante el periodo previo al inicio de la operación del proyecto, con el sólo objetivo de dar continuidad a las mediciones. Las mediciones y campañas de calidad tienen una frecuencia trimestral, según se indica en el capítulo 4.4 de este informe

Dentro de la forma de mostrar los resultados, se usó la distinción entre aguas superficiales, aguas someras y aguas profundas. Lo anterior, permitió evidenciar distintos comportamientos entre estas aguas, tanto para los parámetros in situ, como para el resto de los elementos analizados en laboratorio.

En general, para todos los sectores, se puede señalar que los pH son más neutros en las aguas superficiales, y en las profundas pH más ácidas. El alto contenido de sales en las aguas profundas, hacen que las CE sean mayores que las CE registradas en las aguas superficiales. Asimismo el oxígeno se hace muy escaso en las aguas profundas, con situaciones casi anóxicas. La densidad, parámetro analizado en laboratorio, ratifica las condiciones de aguas salobres y tipo salmueras ( $> 1,2 \text{ gr/cm}^3$ ), a diferencias de las aguas más livianas como las superficiales del sistema ( $1,0 \text{ gr/cm}^3$ ).

Respecto de la variación temporal de los diferentes parámetros de calidad, se evidencia, para todos los puntos y sectores, un mantenimiento de las condiciones y rangos históricos.

En términos generales, considerando los cationes y aniones (elementos mayoritarios disueltos) las campañas realizadas con posterioridad al inicio de la etapa de operación del proyecto, muestran que los referentes analitos no presentan cambios evidentes ni tendencias al cambio respecto de lo histórico. Lo anterior se ratifica al analizar los diagramas de piper incluidos en el capítulo de resultados, los cuales integran la información de los diversos elementos presentes en el agua, principalmente los mayoritarios disueltos, en las campañas tanto del período de operación como las anteriores.

En el sector LP-LB, tanto las aguas se clasifican como cloruradas-sódicas, manteniendo lo señalado en la Anexo 1 de la Adenda 5. Lo mismo sucede en el sector de Peine, donde las aguas también presentan características de aguas cloruradas-sódicas. Sobre la base de los resultados es posible indicar que la composición o caracterización química de las aguas se mantiene dentro de lo que se ha registrado en períodos anteriores a la entrada en operación del proyecto.

Para cada elemento en particular, se presenta su análisis respectivo, en el capítulo de resultados, los cuales si se considera su variación temporal, se tiene que para cada elemento y cada punto, los valores medidos en el 2016 y en particular después de la puesta en operación del proyecto, éstos se encuentran dentro de sus rangos de variabilidad natural histórica registrada.

En relación con los **Caudales Bombeados**, esta variable se compone de una red en la actualidad 18 pozos de extracción de Salmuera y 3 pozos de explotación de agua dulce-salobre correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine. La extracción de salmuera se realiza en el interior de dos polígonos denominados A1 y A2. La extracción total desde las áreas A1 y A2, es menor en los meses de invierno y mayor en verano, en atención a la menor y mayor tasa de evaporación que tienen los sistemas de pozas donde se procesa la salmuera.

En relación con el nivel o límite comprometido para la variable, el cual corresponde a “mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente”, se tiene que:

En cuanto a la extracción de salmuera, en relación a la operación del año 2016, es posible indicar que el inicio del bombeo, correspondiente a la RCA 0021/2016 partió el 28 de Septiembre de 2016, considerando un promedio semestral desde esta fecha de 202 L/s (142 L/s + 60 L/s). Para efectos de verificar si se cumple con el monto de extracción, es necesario indicar que considerando que los límites se han establecido como caudales medios anuales, el proyecto aún no completa un año de operación y además tiene períodos con límites distintos, se hace necesario determinar el caudal medio ponderado. Esto dado que se tiene un límite para el período enero-septiembre de 142 l/s y otro para el período octubre-diciembre de 202 l/s.

Teniendo que el caudal medio anual ponderado es 157,4 L/s, y el caudal promedio anual extraído de la zona A1 y A2 en el año 2016 corresponde a un total de 156,9 L/s, se tiene

que no se ha sobrepasado el límite aprobado en la evaluación. Lo anterior equivale a un volumen de 4.962.484 m<sup>3</sup>.

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre, esta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta, la que se rige por RCA 403/2003<sup>3</sup> por un total del 10,9 l/s entre Tilopozo y Tucucaro; y RCA 21/2016 que autorizó 6 L/s adicionales entre Tilopozo y Tucúcaro. Sobre la base de estas autorizaciones ambientales es posible indicar que el total autorizado es 16,9 l/s y de la información presentada en el capítulo de resultados, en donde se evidencia que la extracción de agua dulce no es constante en el tiempo, presentando valores altos, y valores bajos, e incluso nulos en periodos, se verifica que se cumple con el límite establecido y autorizado, sin sobrepasar dichos límites.

En relación con la **Química de los Pozos de Producción**, los pozos de bombeo del núcleo y de agua dulce salobre, tienen compromiso de análisis químico de aguas en el marco de la RCA N°92/2000, en cuyo caso, los elementos que son monitoreados en la salmuera y en el agua dulce-salobre corresponden a: sodio, litio, potasio, magnesio, calcio y sulfatos. El compromiso que quedase establecido, en el caso de los pozos de extracción de salmuera, en términos de unidades de reportabilidad corresponden a % (porcentajes) y en los pozos de extracción de agua dulce-salobre corresponde a ppm (partes por millón).

De la integración de los resultados de la química, de todos los pozos de producción del núcleo, entre año 2000 y diciembre 2016, se tiene que todos los elementos, con excepción del Sodio, presentan contenidos entre 0,014%, que se da para los Sulfatos, y de 3,78%, para el Potasio. En el caso del Sodio, se presenta un rango de contenidos mayor, entre 2,79% de mínima y 9,13% de máximo.

Considerando la química de los pozos de agua dulce, a diferencia de los pozos del núcleo, donde los % de los elementos en los pozos era muy similar, los rangos de concentración de los 6 parámetros, en ppm, que presentan los pozos de agua dulce salobre son rangos distintos para los 3 pozos, exceptuando el Sodio y el calcio, en donde para Tilopozo y Tucúcaro son rangos similares de un promedio aproximado de 600 ppm para el Sodio y entre 100 ppm y 150 ppm para el caso del Calcio.

En este documento, se presentan los capítulos de: descripción del PSA, metodologías, resultados y también un capítulo de discusión. Este último, analiza y presenta diferentes variables y sus límites, como también un análisis integrado de la información. Respecto al análisis integrado de la información, se puede resumir lo siguiente:

- Considerando que la estación meteorológica de Rockwood registró en el año 2016 una precipitación de 3,3 mm/año, y considerando el análisis de frecuencia de la estación Peine, es posible indicar que el año 2016 fue un año con probabilidad de excedencia en torno al 80%, lo que permite aseverar que fue un año seco.

---

<sup>3</sup> Resolución Exenta N° 0403/2003 que aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto "Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada.

- Si se consideran los registros de niveles de pozos y precipitaciones (1990-2016), se tiene que para el periodo registrado se han evidenciado una serie de eventos, algunos más importante que otros, sin embargo aquellos que han generado respuesta en los niveles del núcleo corresponden a las lluvias de febrero 2002, marzo 2012, y febrero 2015.
- En la zona del núcleo los pozos cercanos a la zonas de extracción de Salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descenso en el tiempo, como era de esperar, mientras que los pozos que se alejan de la zona de explotación presentan tasas de descenso más atenuadas. Dentro de los pozos que presentan menores tasas de descenso se encuentran graficados aquellos que conforman el PAT del sector de alerta acuífero.
- Dentro de la zona del núcleo, los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del núcleo, corresponden a los pozos PN-18, PN 19 y ES-01, y corresponden a los pozos que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM.
- Cuando se analizan los niveles de la zona marginal respecto de los niveles observados en el núcleo, es posible apreciar que no existe sincronía de ningún tipo entre lo que sucede en el núcleo y la zona marginal. Por un lado, en el núcleo, los niveles muestran tendencias al descenso, con diversas tasas, mientras que en la zona marginal, los barrenos no evidencian ninguna tasa al descenso, si no más bien un comportamiento estacional. Lo anterior ratifica el modelo conceptual presentado en la evaluación.
- Tanto los barrenos como los pozos en el núcleo responden a la precipitación y en ambos casos, el comportamiento post evento es a retomar la dinámica natural de cada zona.
- Al analizar la información de las superficie de las lagunas durante el año 2016, se aprecia que existe una clara diferencia para las dos épocas del año en las cuales se determinó (invierno y verano) encontrándose que la superficie de la campaña de diciembre correspondiente a verano fue menor a la de la campaña de agosto asociada a invierno. Esta situación se verifica en los 4 sistemas lagunares.
- Finalmente, un aspecto que resulta interesante es el ciclo que se observa en la evapotranspiración de las estaciones en los sectores La Punta - La Brava y Peine, la que es concordante con la evaporación de bandeja registrada en la estación meteorológica de RWL. Por otro lado, en las estaciones ubicadas en el núcleo no se observa dicha variabilidad, lo que se explicaría por la presencia de la costra salina que de alguna manera estaría sellando y dificultando el proceso de evaporación.

## 2 INTRODUCCION

El presente documento corresponde al **Informe Anual N°1 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH)**, que forma parte de las obligaciones ambientales de Rockwood Lithium, derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 21 de fecha 20 de enero del 2016, que calificó favorablemente el proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

El PSAH incluye además los puntos de monitoreo comprometidos en el Considerando 9, de la Resolución Ex. N°092 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la II Región de Antofagasta, del 31.05.2000, que aprobó el proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar, y a lo establecido en el Resuelvo 4° de la Res. Ex. N°3132, de fecha 28.11.2006, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondientes a las autorizaciones ambientales de Rockwood que aprobó el proyecto Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar. En la Tabla 2-1 se identifican las Resoluciones de Calificación Ambiental que son reportadas en el presente Informe.

**Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe.**

Proyecto	Resoluciones
Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA 92/2000 modificada por Res Ex 165/2003
Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de evaporación Solar	RCA 64/2005 modificada por RCA 3132/2006
Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama	RCA 21/2016

Fuente: elaboración propia

El PSAH da cumplimiento a lo establecido en: considerando N° 7 de la RCA N° 21 en lo relacionado con la componente hídrica; considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de otras RCA indicadas en la Tabla 2-1. Específicamente el numeral 7 de la RCA N° 21, establece los compromisos de seguimiento de variables físicas y bióticas, el presente informe (PSAH) da cuenta de las físicas relacionadas con recursos hídricos y el Informe de Plan de Manejo Biótico (PMB) entregado con fecha 03 de noviembre de 2016 da cuenta de las bióticas. Al respecto cabe indicar que la RCA establece que la frecuencia de entrega del informe del PSAH es anual<sup>4</sup> y se debe informar durante toda la etapa de operación del proyecto y continua para los 5 primeros años de la etapa de cierre del proyecto sólo para algunas de las variables, mientras que el PMB también siendo de frecuencia anual comienza en la etapa de construcción.

<sup>4</sup> Paginas desde la 53 a la 56 de la RCA



De esta manera, el PSAH entrega el reporte y análisis de resultados del monitoreo de las variables ambientales que se indican la Tabla 2-2, las que reflejan el comportamiento hídrico, hidrogeológico y meteorológico del sistema. Cabe indicar que para efectos del presente informe se ha privilegiado el uso de la nomenclatura dada en la RCA N° 21, que difiere en cuanto a los nombre a lo establecido en la Resolución Exenta N° 233 de la SMA.

Se entiende así que la componente ambiental analizada en este informe corresponde a agua, sin embargo cabe indicar que en la RCA se le llama componente ambiental a lo que en la Resolución de la SMA N° 233 se denomina a subcomponente ambiental. Dicho lo anterior, las variables ambientales indicadas en la Tabla 2-2, se describen por Sector, considerando los sectores de (ver Figura 4-3):

- Sector Norte y Borde Este
- Sector Núcleo
- Sector La Punta-La Brava
- Sector Peine

Además cabe indicar que este informe del PSAH, también incluye el análisis de la comparación de valores medidos con los umbrales de activación del Plan de Alerta Temprana del proyecto, asociado al numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5.

**Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales que se reportan.**

Componente Ambiental	Variable Ambiental
FÍSICO Hidrogeología	Niveles Freáticos en Salmuera/en Agua dulce-salobre
	Posición Interfase Salina
	Evapotranspiración
	Caudal bombeado de salmuera
	Caudal bombeado de agua dulce-salobre
FISICO Hidrología	Aforo de Caudal/Caudales superficiales
	Nivel Limnimétrico lagunas
	Superficie Cubierta por lagunas
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea

Fuente: elaboración propia

Como se señaló previamente, el PSAH es un compromiso ambiental, válido para las Fases de Operación y Cierre del proyecto, al respecto cabe indicar que con fecha **28 de septiembre del año 2016**, se da inicio a la etapa de operación del proyecto<sup>5</sup>, razón por la cual se genera este primer informe de PSAH, el que **entrega información de monitoreo del año 2016**. En relación al periodo informado, año 2016, cabe indicar que en el numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 se señaló que: “El informe será entregado dentro del plazo de tres meses siguientes al término de cada año calendario”, y aunque el proyecto se inició a mediados del segundo semestre, se ha considerado apropiado incluir la data generada de manera voluntaria en los meses previos a septiembre (enero-septiembre).

De acuerdo a lo anteriormente señalado, y dado que el compromiso de monitoreo de las variables ambientales es para la fase de operación, es que se considera relevante señalar que los monitoreos realizados desde enero a finales de septiembre 2016, fueron realizadas por empresas y laboratorios acreditados y a contar de octubre 2016 (Fase operación), todas aquellas variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados<sup>6</sup> por la SMA fueron realizadas con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental, en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental.

En la misma línea de trabajo, la elaboración de este informe se enmarca considerando las instrucciones generales sobre la elaboración de informes de seguimiento ambiental dictado por el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) en su Resolución Exenta N° 223/2015.

Dicho lo anterior, en la Tabla 2-3 se presentan los considerandos o resueltos de las Resoluciones de Calificación Ambiental reportadas en este informe y en la Tabla 2-4 aquellos compromisos que se desprenden del Anexo 3 Adenda 5 del proceso de evaluación ambiental (vinculado al numeral 10.19 de la RCA N° 21).

---

<sup>5</sup> El inicio de la etapa de operación fue informado con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA 012.2016, recepcionada con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

<sup>6</sup> De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la Resolución Exenta N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que “Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes” (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (Res. Ex. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.



**Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs**

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
RCA 92/2000	Considerando 9. Primer Bullet (pág. 6)	Realizar el monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera y entrega de dichos resultados a la Corema II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas
	Considerando 9. Segundo Bullet (pág. 6)	Realizar el monitoreo de nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a la Corema II región con copia a la Dirección Regional de Aguas
	Considerando 9. Cuarto Bullet (pág. 6)	Entregar al Secretario de Corema II Región con copia a la Dirección regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 12 pozos de producción
	Considerando 9. Quinto Bullet (pág. 7)	Entregar al Secretario de Corema II Región con copia a la Dirección regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
RCA3132/2006 que modifica a la RCA 64/2005	Resuelvo 4. Primer Bullet (pág. 11)	Ejecución de monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Segundo Bullet (pág. 11)	Ejecución de monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Cuarto Bullet (pág. 12)	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 3 pozos de producción, correspondientes al proyecto que se resuelve en el presente acto
	Resuelvo 4. Quinto Bullet (pág. 12)	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos para el proyecto desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua
Res Exenta 165/2003	Resuelvo 2.a (pág. 5)	Instalación de al menos 4 estacas perimetrales numeradas, en el borde norte y este de la mayor porción anegada de la laguna interna.
	Resuelvo 2.b (pág. 6)	Instalación de una regla limnimétrica en la desembocadura de la laguna interna, del canal aportante proveniente de la laguna Saladita.
RCA 21/2016	Considerando 7.- FISICO Hidrogeología (pág. 53, 54)	<b>Profundidad Nivel en salmuera en m.s.n.m.</b> Con procedimiento de medición manual con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos es el descenso según modelo.
		<b>Profundidad Nivel en agua dulce-salobre en m.s.n.m..</b> Con procedimiento de medición manual con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos es mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p><b>Conductividad Eléctrica vs Profundidad.</b> Con procedimiento de medición perfilado de piezómetros, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites de comprometidos es mantener la posición de la interfase salina.</p> <p><b>Flujo de evaporación en mm/día.</b> Con procedimiento de medición continua mediante lisímetros u otros equipos acordados con la DGA, con frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos no aplica.</p> <p><b>Caudal bombeado de salmuera en cada pozo en l/s.</b> Con procedimiento de medición mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos son mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p> <p><b>Caudal bombeado de agua dulce-salobre en cada pozo en [l/s].</b> Con procedimiento de medición mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos son mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p>
	Considerando 7.- FISICO Hidrología (pág. 55)	<p><b>Caudal aforado en l/s.</b> Con procedimiento de medición de aforo manual, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos son mantener los caudales dentro de su variación histórica.</p> <p><b>Nivel limnimétrico en lagunas en m.s.n.m..</b> Procedimiento de medición de mediciones de campo, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos son mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p> <p><b>Superficie cubierta por lagunas en m<sup>2</sup>.</b> Procedimiento de medición de imágenes satelitales de alta definición y apoyo en terreno, con frecuencia semestral y reporte digital semestral e informe anual. Niveles o límites comprometidos son mantener la superficie sobre mínimo histórico.</p>
	Considerando 7.- FISICO Clima y Meteorología (pág. 55)	<p><b>Variables meteorológicas en estación Planta Rockwood:</b> Precipitación diaria en mm, Evaporación en lámina libre en mm, Presión atmosférica en mbar Se recopilarán los datos de las estaciones disponibles de la cuenca. Procedimiento de medición de toma de datos en estación de Rockwood y recopilación de datos en estaciones de la cuenca, de frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos no aplican.</p>
	Considerando 7.- FISICO Calidad del Agua (pág. 56)	<p><b>Parámetros Físicos in situ:</b> pH, C.E., Ta, TDS y Oxígeno Disuelto. <b>Parámetros físico-químicos laboratorio:</b> pH, C.E., TDS y Densidad. <b>Elementos Mayoritarios:</b> Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, Ca, Mg, Na, y K. <b>Elementos minoritarios y trazas:</b> B, Li, Sr, Al, As, Fe, Si. Procedimiento de medición mediante mediciones de campo y análisis de laboratorio, frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos son mantener dentro de variabilidad natural.</p>

Nota: En el caso de la Res 21, se ha procedido a integrar los compromisos en atención a que en la RCA aludida se presentan en formato de tabla y por lo tanto no es una transcripción exacta.

**Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSA del Anexo3 de Adenda5**

Documento	Numeral	Transcripción
Adenda 5, Anexo 3	Numeral 3.2.1 (pág.20)	El <b>nivel freático o piezométrico</b> se reportará en m.s.n.m. pero se medirá como profundidad del agua en unidades de longitud en pozos y piezómetros ubicados en el Núcleo, la Zona Marginal y borde del Salar. Para ello se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Este parámetro se medirá de forma manual, con periodicidad mensual, a un total de 124 puntos que se representan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.2 (pág.20)	El monitoreo de la <b>posición de la interfase</b> salina se realizará a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportarán como gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica (m.s.n.m.) de la posición de la interfase se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, en un total de 14 puntos y se presentan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.3 (pág.20)	La medición de <b>caudales</b> se realizará mediante aforos por vadeo con la utilización de un aforador de hélice o molinete. La medida se realizará con frecuencia trimestral en un total de 6 puntos ubicados en los sectores de Peine (5) y Borde Este (1). La ubicación de estos puntos se representa en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.4 (pág.21)	La <b>calidad del agua</b> superficial de las vertientes, lagunas, y aguas subterráneas de los acuíferos del borde del Salar se determinará a partir de la medición de parámetros in situ y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio. Estos análisis se realizarán en un laboratorio certificado siguiendo los protocolos y recomendaciones de la norma NCh 411 para el muestreo de aguas y las que indique el laboratorio según sus propios requerimientos. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, a un total de 40 puntos, y su ubicación se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.5 (pág.22)	El <b>nivel de agua de las lagunas</b> se medirá como cota topográfica del espejo de agua en m.s.n.m. por lo tanto se dispondrá de la cota topográfica de referencia del punto de monitoreo. Esta medida se realizará mediante la instalación de una regla limnimétrica (limnómetro), adherida a una estaca. Este parámetro se medirá de forma manual con una frecuencia mensual, en un total de 17 puntos. La ubicación de estos puntos se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.6 (pág.22)	<b>La superficie cubierta por las lagunas</b> (área inundada) se medirá en los sistemas de Peine, y La Punta-La Brava, y en los sistemas de Soncor y Quelana donde esta variable se considera además de referencia ubicada en sectores vecinos no influenciados. Esta variable se medirá a partir del análisis de imágenes satelitales por resultar la opción menos invasiva. Se utilizarán imágenes de satelitales multiespectrales con un tamaño de pixel de máximo 4 metros que incluirán los sistemas lagunares de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. Las imágenes de alta resolución se focalizarán en aquellas áreas de mayor interés y se realizará la toma de dos imágenes al año, en julio y diciembre, con un margen de más o menos un mes para asegurar la disponibilidad de imágenes despejadas y sin nubes que pudieran perjudicar el análisis de la misma. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales LANDSAT, de menor resolución, se realizará en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del satélite LANDSAT8 o similar, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición. Para la determinación de la superficie cubierta por lagunas, en la imagen de alta resolución se utilizará metodología Modificación del Índice Normalizado de diferencias de agua (MNDWI), que determina la presencia de agua mediante la respuesta espectral del infrarrojo medio. Esta variable se medirá con una frecuencia semestral para permitir comprender la dinámica estacional, en los cuatro polígonos que se

Documento	Numeral	Transcripción
		describen en la sección 3.3.3.
	Numeral 3.2.7 (pág.23)	A partir de la <b>estación meteorológica</b> ya instalada en la planta de Rockwood, en el Salar de Atacama, se medirán los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación diaria [mm], Evaporación en lámina libre [mm], Temperatura atmosférica [°C] y Presión Atmosférica [mbar]. Estos parámetros se medirán en forma continua.
	Numeral 3.2.8 (pág.23)	El parámetro de la <b>evapotranspiración</b> se medirá en forma continua a través de lisímetros del tipo “carga constante” u otros equipos que permitan medir la evaporación real en forma continua, y que deberán ser propuestos a la DGA en un plazo máximo de 60 días después de aprobada la RCA del proyecto. Para ello, estos equipos contarán con la instrumentación e infraestructura necesaria incluyendo, si corresponde, un pequeño piezómetro con un sensor de medición de nivel continuo. Este parámetro se medirá en forma continua en un total de 10 puntos en el Núcleo y Zona Marginal del Salar.
	Numeral 3.2.9 (pág.24)	Los <b>volúmenes bombeados</b> de salmuera en el Núcleo y de agua dulce-salobre en los acuíferos del borde del Salar constituyen una salida del recurso hídrico y minero de la cuenca. Estos caudales son considerados en los modelos numéricos para determinar el efecto de esta explotación sobre los niveles freáticos del Núcleo, Zona Marginal o borde del Salar. Se medirá el volumen mensual bombeado, en m <sup>3</sup> , desde cada uno de los pozos que extraen salmuera o agua del acuífero para el presente proyecto, mediante el uso de caudalímetros o flujómetros certificados. La información estará disponible a tiempo real en línea y se remitirá de forma trimestral

Finalmente, y dando cumplimiento a lo establecido en la Res N° 233 de la SMA, en la Tabla 2-5 se identifican las instituciones que llevaron a cabo las labores de medición, muestreo y análisis según corresponda a las variables ambientales.

**Tabla 2-5. Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis**

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Medición	Muestreo	Análisis
FÍSICO Hidrogeología	Niveles Freáticos en Salmuera/en Agua dulce-salobre	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Dic. 2016)	No aplica	No aplica
	Posición Interfase Salina	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Dic. 2016)	No aplica	No aplica
	Evapotranspiración	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Dic. 2016)	No aplica	No aplica
	Caudal bombeado de salmuera	Rockwood Lithium	No aplica	No aplica
	Caudal bombeado de agua dulce-salobre	Rockwood Lithium	No aplica	No aplica
FISICO Hidrología	Aforo de Caudal/Caudales superficiales	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Dic. 2016)	No aplica	No aplica
	Nivel Limnimétrico lagunas	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Dic. 2016)	No aplica	No aplica
	Superficie Cubierta por lagunas	CEDREM Consultores y Geosoluciones Ltda (en Julio y Dic 2016) y	No aplica	CEDREM Consultores (en Julio y Dic 2016)
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Rockwood Lithium	No aplica	No aplica
FISICO Calidad del Agua	Monitoreo de Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Nov. 2016) CESMEC (Dic. 2016)	SGA (Ene.-Mar.2016) ICASS (Abr.-Nov. 2016) CESMEC (Dic. 2016)	ALS (Ene-Dic. 2016)

Fuente: elaboración propia

### 3 OBJETIVOS

El Plan de Seguimiento y Monitoreo Ambiental Hídrico es concebido como una herramienta de gestión que tiene por finalidad verificar que las variables ambientales relevantes que dieron origen al Estudio de Impacto Ambiental evolucionan según lo establecido en la evaluación respectiva, es por ello que el objetivo general del Informe Anual de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) es dar cuenta de los monitoreos periódicos y sistemáticos de la componente hídrica de la cuenca del Salar de Atacama y a partir de ellos analizar el comportamiento del sistema, y de esta manera dar cumplimiento a los considerandos pertinentes a la componente hídrica, asociado al numeral 7 de la componente ambiental “Físico” y al numeral 10.19 de la RCA 21/2016.

El monitoreo periódico permite tener a la vista las variables del sistema hidrológico e hidrogeológico que permiten verificar la respuesta del sistema y de este modo, se tienen los siguientes objetivos específicos :

- Presentar los resultados obtenidos de todos los monitoreos comprometidos de las variables que se indican en Tabla 2-3 de este Informe.
- Realizar un análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2016 con respecto a la data histórica existente.
- Aportar antecedentes hidroquímicos, hidrogeológicos e hidrológicos para robustecer las futuras actualizaciones de los modelos numéricos Modflow y Seawat, logrando con ello cada vez un mejor entendimiento del funcionamiento del Salar y permitir una explotación sustentable de litio en el Salar de Atacama.
- Verificar el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas (estadísticamente calculadas) como a los efectos de la explotación del proyecto en los puntos del PAT.
- Realizar un análisis integrado de las variables que corresponda, de manera de prever comportamiento en el sistema, tanto del núcleo, zona marginal, como acuífero y principalmente en los objetos de protección.
- Facilitar la fiscalización del proyecto entregando la información levantada en terreno y analizada, proporcionando una herramienta durante toda la operación del proyecto y durante los 5 primeros años de la etapa de cierre.

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Área de Estudio

El área de estudio se enmarca en el Salar de Atacama, Figura 4-1, y los monitoreos se circunscriben a la zona del núcleo, sector del sistema La Punta –La Brava, Sistema Peine y Sector Norte y Borde Este, éstos últimos abarcando tanto la zona marginal como el acuífero. La Figura 4-1, muestra la ubicación general de la cuenca del Salar de Atacama, en su contexto con las ciudades y centro poblados de la región de Antofagasta y su condición limítrofe con las repúblicas de Argentina y Bolivia. Las zonas del salar se presentan en la Figura 4-2 y los Sectores para el análisis del PSAH en la Figura 4-3.

La cuenca hidrológica del Salar de Atacama se encuentra administrativamente en la comuna de San Pedro de Atacama, en el extremo oriente de la Región de Antofagasta y muy cercana al límite de internación con las repúblicas de Argentina y Bolivia. El Salar de Atacama se sitúa en una zona plana con una altitud promedio de 2.300 m.s.n.m. y se ubica dentro de la denominada “Gran Fosa”, rodeada al Oeste por la Precordillera de Domeyko y al Este por la Cordillera Prealtiplánica.

La cuenca del Salar de Atacama corresponde a una cuenca endorreica, donde las precipitaciones alimentan los acuíferos situados en los bordes de la cuenca y en forma ocasional generan escorrentía superficial. El salar corresponde a un conjunto de depósitos de composición muy salina (cloruros, sulfatos, carbonatos) con intercalaciones menores de materiales detríticos. El núcleo y la formación de su costra se interpreta por efecto de la evaporación de salmuera desde una profundidad muy somera, inferior a 1 m. Los depósitos de halita del Núcleo pueden alcanzar espesores de más de 1800 m, sin embargo, es en los 50 primeros metros donde la porosidad y la conductividad hidráulica son mayores.

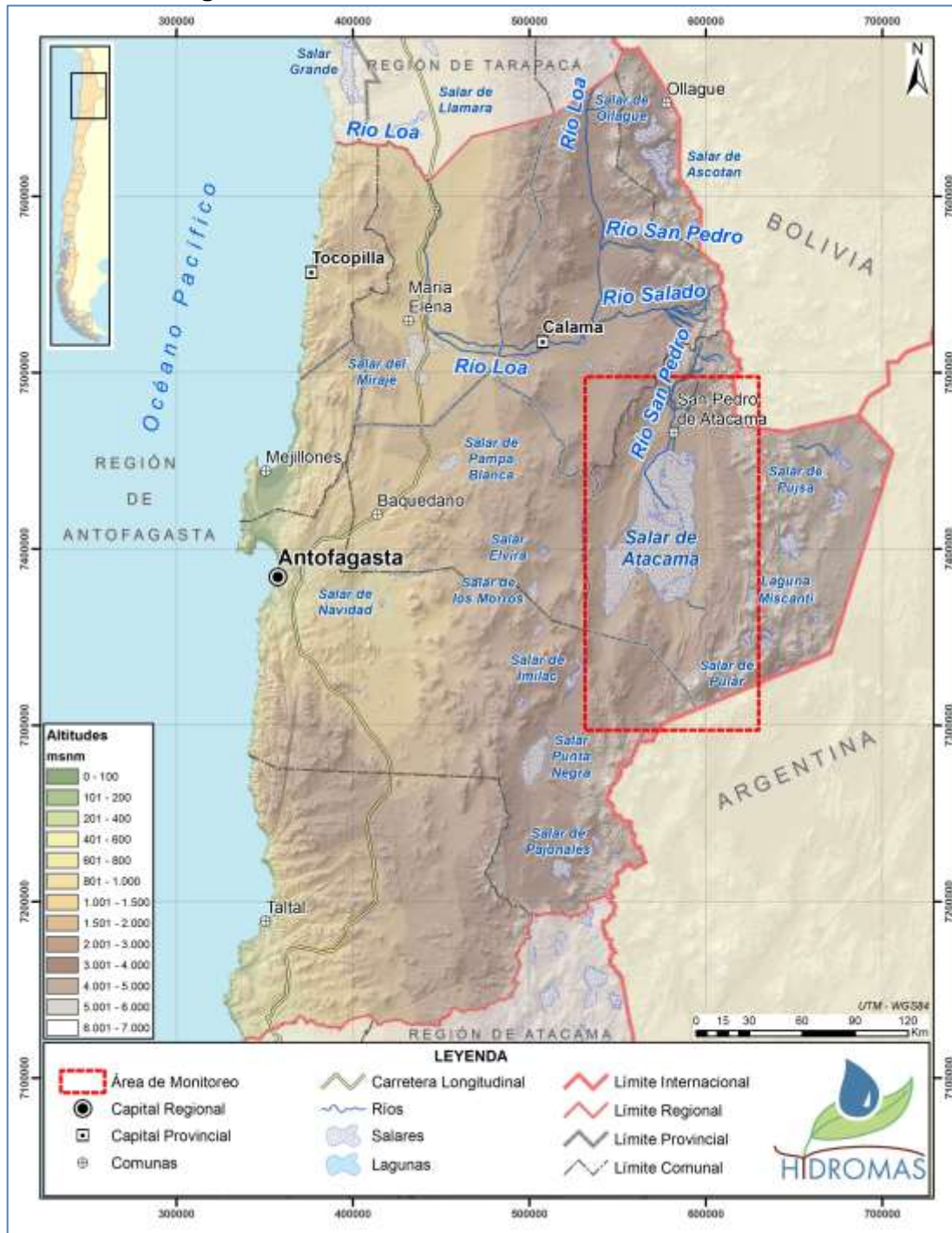
En los límites Norte, Sur y Este del Núcleo, se sitúa una banda de sedimentos evaporíticos de color más claro, lo que se denomina Zona Marginal. En la Zona Marginal Este y Sur, se sitúa la interfase salina, que separa las aguas dulces-salobres, de densidad menor ( $\approx 1 \text{ g/cm}^3$ ) procedentes de los acuíferos de estos bordes Este y Sur, de la salmuera más densa ( $\approx 1,22 \text{ g/cm}^3$ ) presente en el Núcleo. En el Norte, donde la zona Marginal es mucho más amplia, no se ha observado la presencia de una interfase salina brusca, sino una gran zona de transición, o interfase difusa, de más de 30 km de ancho, en la que las aguas procedentes de las subcuencas aportantes del Norte, así como de la infiltración de los cauces de los ríos Vilama y San Pedro, se van salinizando progresivamente, hasta convertirse en salmuera, alcanzando el Núcleo por el Norte. (Ref. Cap.2 Anexo 3 Adenda 5-RWL). En la Figura 4-2 se muestran las zonas a manera referencial.

La interfase salina del Este y Sur supone una separación hidráulica subterránea, de tal manera que el flujo procedente desde los acuíferos y por lo tanto, desde las subcuencas



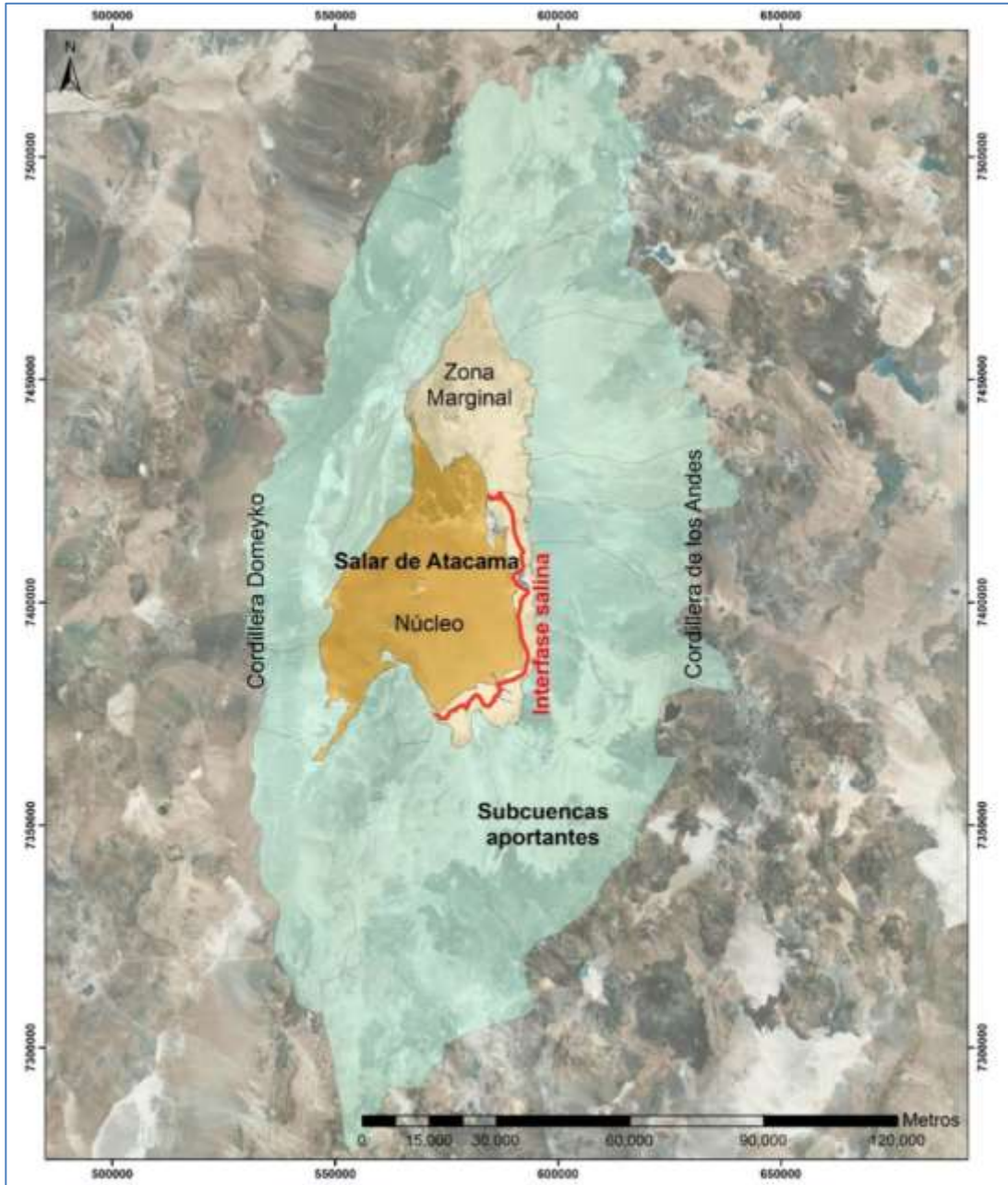
aportantes, se ve forzado a ascender, alcanzando la superficie, allí donde se forman Los Sistemas Lagunares permanentes, como es el caso de los sistemas de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor.

**Figura 4-1 Ubicación General del Salar de Atacama**



Fuente: Elaboración Propia

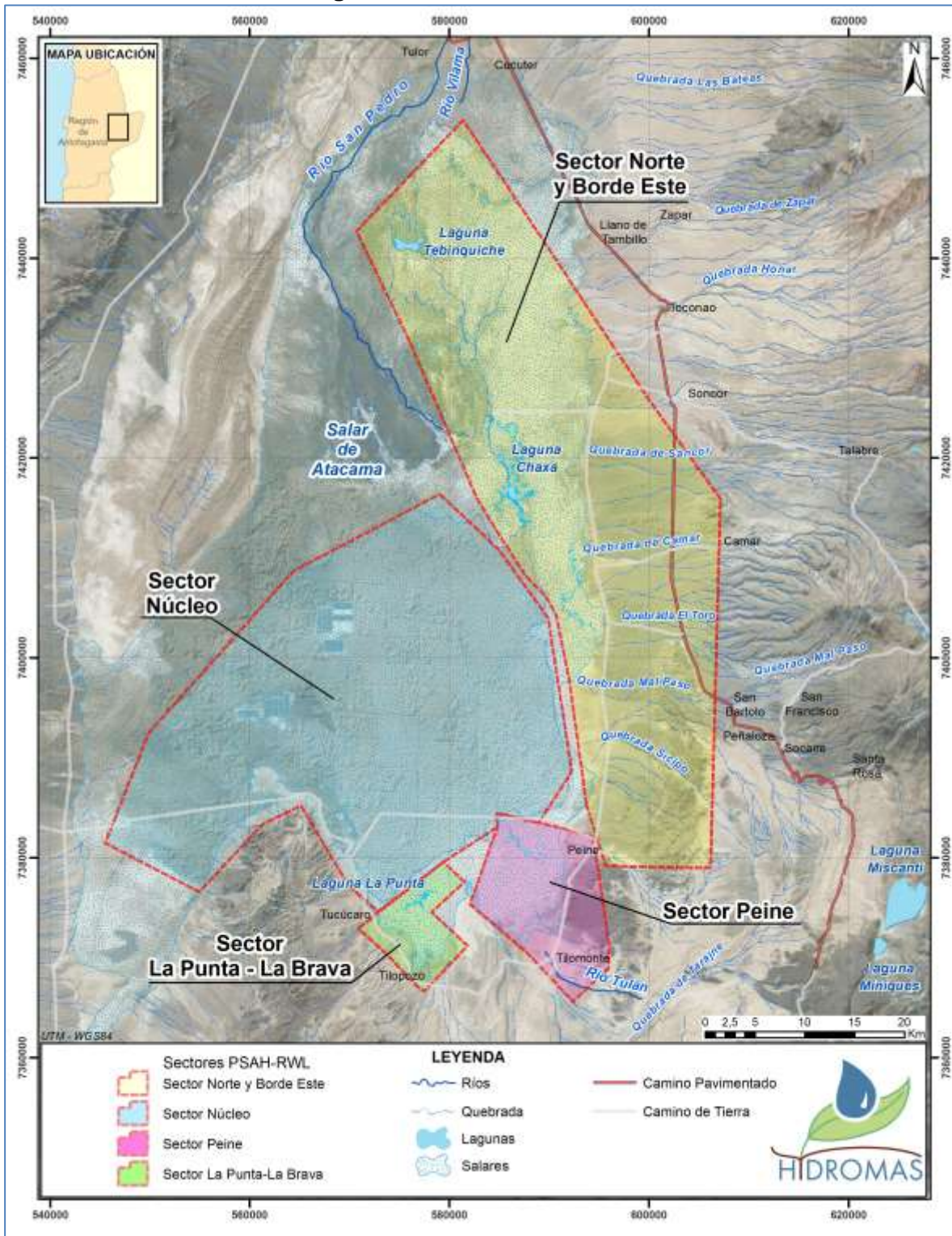
**Figura 4-2 Zonas en el Salar de Atacama.**



Fuente: Figura 2-1 del Anexo 3 PSA y PAT de la Adenda 5 – Proyecto RWL



**Figura 4-3 Sectores del PSAH**



Fuente: Elaboracion propia

## 4.2 Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de medición y muestreo.

Las variables ambientales de la componente Hídrica que se monitorean periódicamente en el área de estudio son nueve. En la Tabla 4-1 se resumen las variables, los parámetros utilizados para caracterizar el estado y evolución de las variables, el número de puntos de monitoreo para cada variable y su frecuencia de monitoreo.

**Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros**

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Parámetros	N° de puntos de Monitoreo	Frecuencia de Medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Precipitación diaria en [mm], Evaporación en lámina libre en [mm], Presión atmosférica en [mbar] (En estación Planta Rockwood)	1	Diarios (Continuo)
FISICO Hidrología	Aforo de Caudal	Caudal en [l/s]	6	Trimestral
	Superficie Cubierta por Lagunas (polígonos)	Superficie en [m <sup>2</sup> ]	4 sistemas lagunares	Semestral
	Nivel Limnimétrico Lagunas	Nivel en [m.s.n.m.]	17	Mensual
FÍSICO Hidrogeología	Niveles Freáticos en Acuífero y Salmuera	Profundidad Nivel en [m.s.n.m.]	124	Mensual
	Evaporación y Evapotranspiración	Flujo de evaporación en [mm/día]	10	Continuo
	Posición Interfase Salina	Conductividad Eléctrica v/s Profundidad	14	Trimestral
FISICO Calidad del Agua	Composición Química de las Aguas	Parámetros Físicos in situ: pH, C.E., Ta, TDS y Oxígeno Disuelto. Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. Elementos Mayoritarios: Cl, SO <sub>4</sub> , HCO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> , Ca, Mg, Na, y K. Elementos minoritarios y trazas: B, Li, Sr, Al, As, Fe, Si.	40	Trimestral
FÍSICO Hidrogeología	Bombeo de Salmuera y	Caudal en [l/s]	19 y puntos de nueva construcción	Mensual
	Agua dulce salobre	Caudal en [l/s]	2 y pozo Peine	Mensual

Fuente: Elaboración Propia

Respecto de las variables indicadas en la Tabla 4-1, cabe señalar que la medición de evapotranspiración de manera continua, durante este 2016 todavía no se ha realizado por las siguientes razones, en atención a que los instrumentos aún no han sido instalados. A continuación se entrega el contexto de la instalación de éstos y las razones por la cual aún no se encuentran construidos.

- El Anexo 3 (numeral 3.3.2) de la Adenda 5 del EIA señala que *“La evapotranspiración real se medirá a partir de lisímetros u otros equipos que se instalarán en 10 puntos de medición distribuidos en el Núcleo y la Zona Marginal del Salar. Los equipos que se instalarán y sus características serán acordados con la DGA en dos reuniones técnicas que se realizarán en hasta 60 días después de la aprobación del proyecto. Estos equipos podrán ser calibrados o ajustados, si corresponde, con las mediciones realizadas con domos.”*
- En el punto 3.4 del Anexo 3 de la Adenda 5 se indicó además que *“Posteriormente a estas reuniones se procederá a la habilitación de los puntos de control de la evaporación lo cual finalizará en un plazo máximo de 12 meses desde la aprobación del proyecto”*.
- En ORD N°15 de pronunciamiento la DGA sobre el ICSARA 5 del proyecto este servicio sugirió (“aclara”) que *“dicho plazo deberá contabilizarse a partir del Oficio que DGA envíe a la SMA, pronunciándose sobre los equipos y sus características”*.
- Los puntos anteriores fueron recogidos en la RCA con la condición específica 10.4, que dice *“Los equipos que se instalarán y sus características para las mediciones para el PSA y PAT en el Salar de Atacama, deberán ser propuestos a través de un informe escrito a presentar a la SMA, con copia a la DGA”* y la condición específica 10.5, que dice *“La ubicación de los lisímetros a instalar –u otros equipos- para el PSA y PAT en el Salar de Atacama, deberá ser propuesta por el titular con un informe escrito a presentar a la SMA (...)”*.

Conforme a lo anterior, se realizaron las dos reuniones técnicas con fecha 25 de febrero 2016 y 17 de marzo 2016, y posteriormente se ingresó formalmente a la DGA el informe con la propuesta de ubicación de los lisímetros. Posteriormente, con fecha 24 de octubre 2016 se recibieron observaciones a informe<sup>7</sup> las cuales fueron respondida mediante informe ingresado a la DGA el 17 de marzo 2017, con carta MA017/2016.

A la fecha del presente informe aún no ha sido posible concordar con la DGA la ubicación de los lisímetros, razón por la cual no han sido construidos, sin embargo para dar continuidad a las mediciones, se han realizado campañas trimestrales de mediciones con domos<sup>8</sup>, los que permitirán calibrar las mediciones con los lisímetros. Es por estos motivos que las mediciones con domos se han realizado en la ubicación de los 10 lisímetros propuestos.

<sup>7</sup> Ord DGA N° 597 de 24.10.2016

<sup>8</sup> Los domos entregan información puntual de la evapotranspiración.

Sin perjuicio de lo anterior, y con el objetivo de dar continuidad a las mediciones de evapotranspiración en el salar, se han realizado **campañas de frecuencia trimestral** para la medición de la evapotranspiración a través de **Domos**, de la misma manera que los realizados en la Adenda 5. Estas mediciones con Domos se mantendrán en el tiempo hasta la fecha que disponga la Autoridad Ambiental, por cuanto permitirán realizar la calibración de los lisímetros, una vez que estos se encuentren instalados y operando. Para la ubicación y codificación, se utilizó la misma nomenclatura que se les dará a los lisímetros.

La Tabla 4-1 señala para el caso de variables meteorológicas frecuencia de medición “continua”; al respecto cabe indicar que las mediciones se realizan continuamente, en atención a que los instrumentos así lo permiten. Sin embargo para efectos de entregar los resultados, esta información continua se integra a nivel diario generando así un valor por día. Además se debe indicar que, la información proveniente de caudales bombeados, se mantienen en línea y en tiempo real.

La Tabla 4-1 señala el número final de puntos de monitoreo para cada una de las variables, al respecto que la implementación de esta red atiende a un programa y por lo tanto considera puntos de monitoreo por construir<sup>9</sup>, por lo que la información se irá generando en la medida que ellos se encuentren construidos y operativos, de acuerdo al Plan de Implementación de la red de monitoreo que se presenta en el acápite 4.3.1 de este informe.

Para efectos de entregar los resultados de los análisis respectivos, las variables niveles piezométricos, niveles de lagunas, posición de la interfase salina, aforos y calidades químicas, se presentan agrupadas en cuatro sectores de la cuenca mostrados en la Figura 4-3, según sus características hidrológicas e hidrogeológicas, a saber:

- Sector Núcleo
- Sector Peine
- Sector La Punta-La Brava
- Sector Norte y Borde Este

Para el caso de las variables meteorología, evapotranspiración, superficie lagunar, el análisis se realiza a nivel de cuenca.

En cuanto a los bombeos de salmuera, son analizados por áreas de bombeo.

Es importante señalar que todos los monitoreos realizados en torno a las lagunas, han **cumplido con el protocolo de acceso a zonas sensibles, presentado en el Apéndice B, Anexo 3 de la Adenda 5** de manera de no generar ninguna perturbación sobre las lagunas en la época que corresponde a la nidificación de flamencos y otras aves del lugar, ni pasar por sobre los procedimientos de las comunidades administradoras de estos

---

<sup>9</sup> Señalado en el numeral 3.4 de Anexo 3 de Adenda 5 identificado como “Plan de implementación de la red de Monitoreo”



sectores de la cuenca, en particular las comunidades de Collo, Toconao y Peine. De este modo, y de acuerdo a los permisos otorgados, habrán ciertas variables, como por ejemplo altura limnimétrica y evapotranspiración, que no fueron medidas con la periodicidad deseada, de manera de respetar el protocolo.

#### **4.2.1 Implementación del Plan de Monitoreo**

El Plan de Seguimiento Ambiental contempla un total de 160 puntos de monitoreo u observación, los que incluyen los 3 pozos de bombeo de agua dulce-salobre. Al momento de aprobarse la RCA en enero del 2016, se encontraban implementados 97 puntos; la implementación total de la red de monitoreo quedó establecida en la evaluación ambiental de acuerdo al programa que se entrega en la Figura 4-4, los meses se contabilizan desde la fecha de inicio del proyecto.



**Figura 4-4 Programa de Implementación de Plan de Monitoreo**

		Meses desde inicio del proyecto																								
Etapa	Puntos PSA (1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Estado
Etapa 1	17 liminímetros	█	█	█	█	█	█	█																		Operativos
Etapa 2	10 Evaporimetranspiración	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	Por construir
Etapa 1	CS-01	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	ES-09	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	ES-10	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PN-02	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PN-15	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PN-18	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PN-19	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PP-01	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	PP-03	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
	Sample 4A	█	█	█	█	█	█	█																		Construido y Operativo
Etapa 2	ES-04								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	Construido y Operativo	
	ES-05								█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	Construido y Operativo	
	MP-08A																								Construido y Operativo	
	MP-08C																								Por construir	
	PN-03																								Construido y Operativo	
	PN-06																								Construido y Operativo	
	PN-09																								Construido y Operativo	
	PN-13																								Construido y Operativo	
Etapa 3	PP-02																								Construido y Operativo	
	ES-01																								Construido y Operativo	
	ES-03																								Construido y Operativo	
	ES-11																								Construido y Operativo	
	MP-07A																								Construido y Operativo	
	MP-07C																								Por construir	
	MP-09A																								Construido y Operativo	
	MP-09C																								Construido y Operativo	
	MP-12A																								Construido y Operativo	
MP-12C																								Construido y Operativo		
Etapa 4	ES-02																								Construido y Operativo	
	ES-06																								Construido y Operativo	
	ES-07																								Construido y Operativo	
	ES-08																								Construido y Operativo	
	PN-04																								Construido y Operativo	
	PN-07																								Construido y Operativo	
	PN-10																								Construido y Operativo	
	PN-11																								Construido y Operativo	

(1) Los puntos donde no sea posible el acceso sin que esto suponga una perturbación en los ecosistemas, destacando la nidificación de los flamencos u otras aves, serán construidos una vez pueda accederse al área

Fuente: Figura 3-10 Anexo 3 Adenda 5 EIA

Como es posible apreciar en la Figura 4-4, el programa de implementación de la infraestructura de la red de monitoreo ha sido concebido en cuatro etapas sucesivas de 6 meses cada una. A la fecha del presente documento se ha informado el cumplimiento de la primera etapa a la SMA mediante carta MA 02/2017, excluyendo lo relacionado con los lisímetros por las razones que se han indicado anteriormente.

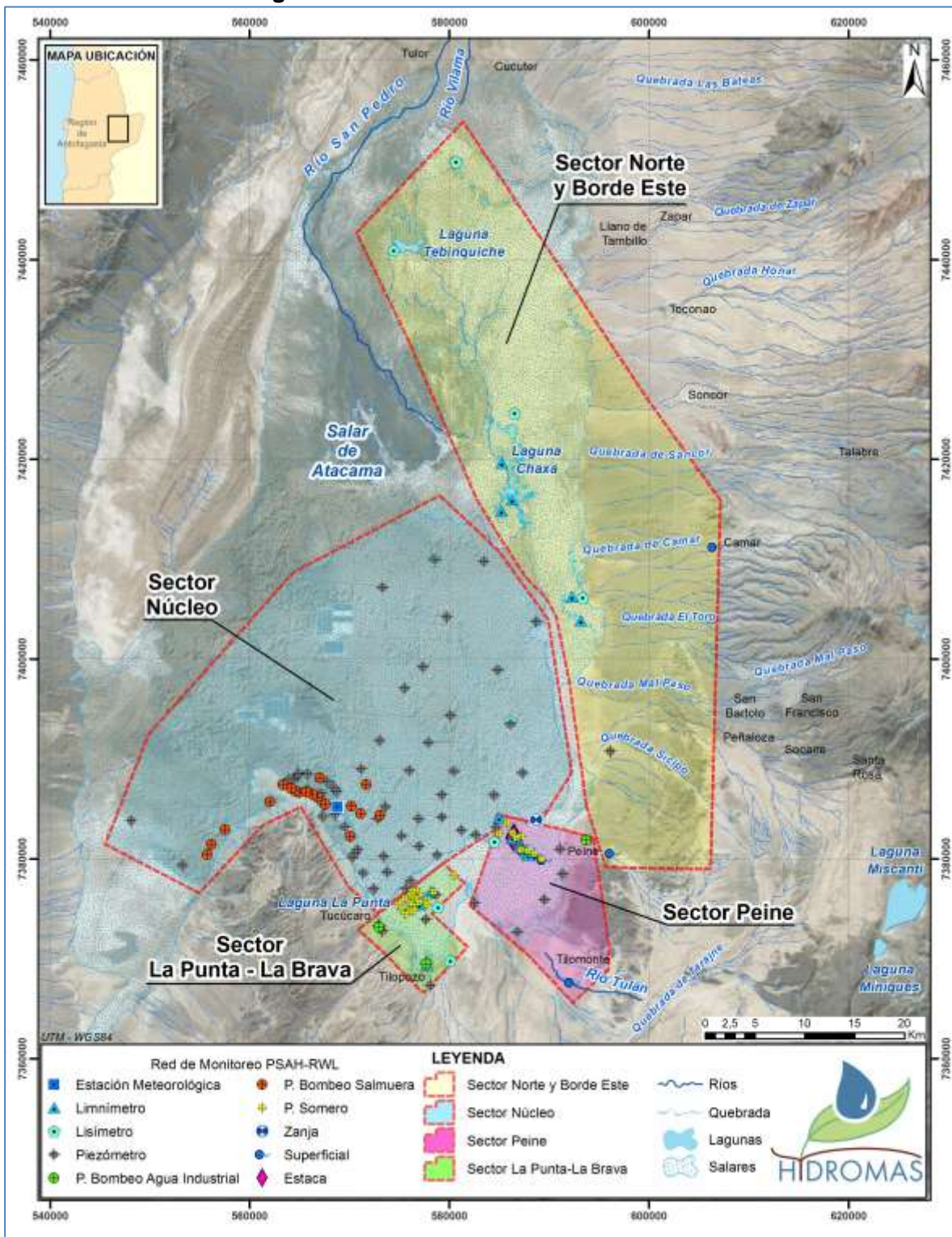
Sin perjuicio de lo anterior, si bien las otras etapas no se han concluido en su totalidad y en consecuencia no se han informado, existen puntos de estas etapas que ya se encuentran construidos y operativos, y por lo tanto, se está midiendo e incluyendo sus registro en el presente informe.

A modo de facilitar el entendimiento de los resultados y de los análisis que se presentan en los siguientes numerales, en la Figura 4-5 se muestra de manera general la red de monitoreo en los distintos sectores, donde cada sector está representado por un color diferente. En las Tabla 4-2 a la Tabla 4-10 se muestran las características de la red de monitoreo para cada sector y variable correspondiente, señalando los nombres de los puntos, sus coordenadas UTM en WGS 84 Huso 19 Sur, el tipo de instrumento y observaciones importantes.

Cabe indicar que una vez que se construye un pozo nuevo, se determinan sus coordenadas y cota topográfica mediante un levantamiento topográfico.

Respecto al levantamiento topográfico, se destaca que las coordenadas y elevaciones obtenidas actualmente y que se presentan en este informe son preliminares. Las coordenadas y elevaciones definitivas sólo se podrán obtener luego del levantamiento topográfico final que abarque y/o homologue las coordenadas y cotas de todos los puntos del PSA al mismo tiempo, y que se realizará al término de las 4 etapas de implementación del PSA. El informe completo de nivelación de precisión es solicitado por la condición específica 10.3 de la RCA 21/2016 y se entregará al término de la implementación de todo el PSA. Específicamente, para las cotas altimétricas, es importante resaltar que, dado que los métodos geodésicos -tanto los que trabajan con arrastre de coordenadas y elevaciones desde vértices IGM, como los que realizan nivelaciones geométricas y trigonométricas-, utilizan distintos números de puntos de control que permiten determinar la precisión de las medidas y de la campaña en particular, se hace necesario realizar al final una homologación de toda la red de puntos para asegurar una precisión homogénea calculada estadísticamente a través de todas las mediciones levantadas en las diferentes campañas.

**Figura 4-5 Red de Monitoreo PSAH-RWL**



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2 Red de Monitoreo Meteorológica

Las variables meteorológicas son medidas actualmente por Rockwood en la estación denominada “EM Rockwood” ubicada en las instalaciones que tiene la empresa en el núcleo del salar. Al respecto, cabe indicar que esta estación es nueva, construida con posterioridad a la aprobación de la RCA, y que reemplaza la antigua estación denominada EM-SCL (también denominada “Planta SCL” en Anexo 1 de la Adenda 5 o “ROCKWOOD” en el Anexo 3 de la Adenda 5). Las coordenadas de ambas estaciones se indican en Tabla 4-2. La fecha de inicio de las mediciones de la estación EM- Rockwood corresponde al 28 de abril de 2016, sin embargo este mismo mes la estación EM-SCL Rockwood dejó de medir las variables temperatura y precipitación y continuó con las mediciones de evaporación de bandeja hasta el día de hoy.

En relación al cambio de estación meteorológica, cabe indicar que las razones por las cuales se decidió construir una estación completamente nueva atienden a incluir la medición de la variable de presión atmosférica comprometida en la RCA N° 21 y además a la incorporación de mejoras tecnológicas.

En la Tabla 4-2 se incorporan otras estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca, las que son de propiedad de la DGA y de terceros. Estas estaciones se incluyen debido a que el análisis de las variables se realiza de manera integral, requiriendo incorporar la mayor cantidad de información disponible. Las estaciones con información se presentan en la Tabla 4-2 y se muestran en la Figura 4-6. En relación a la estación EM-Rockwood, las coordenadas y cota incluidas corresponden a las determinadas topográficamente, una vez construida la estación a través del Informe Topográfico (Javier Romo y CIA Ltda) - Marzo 2016.

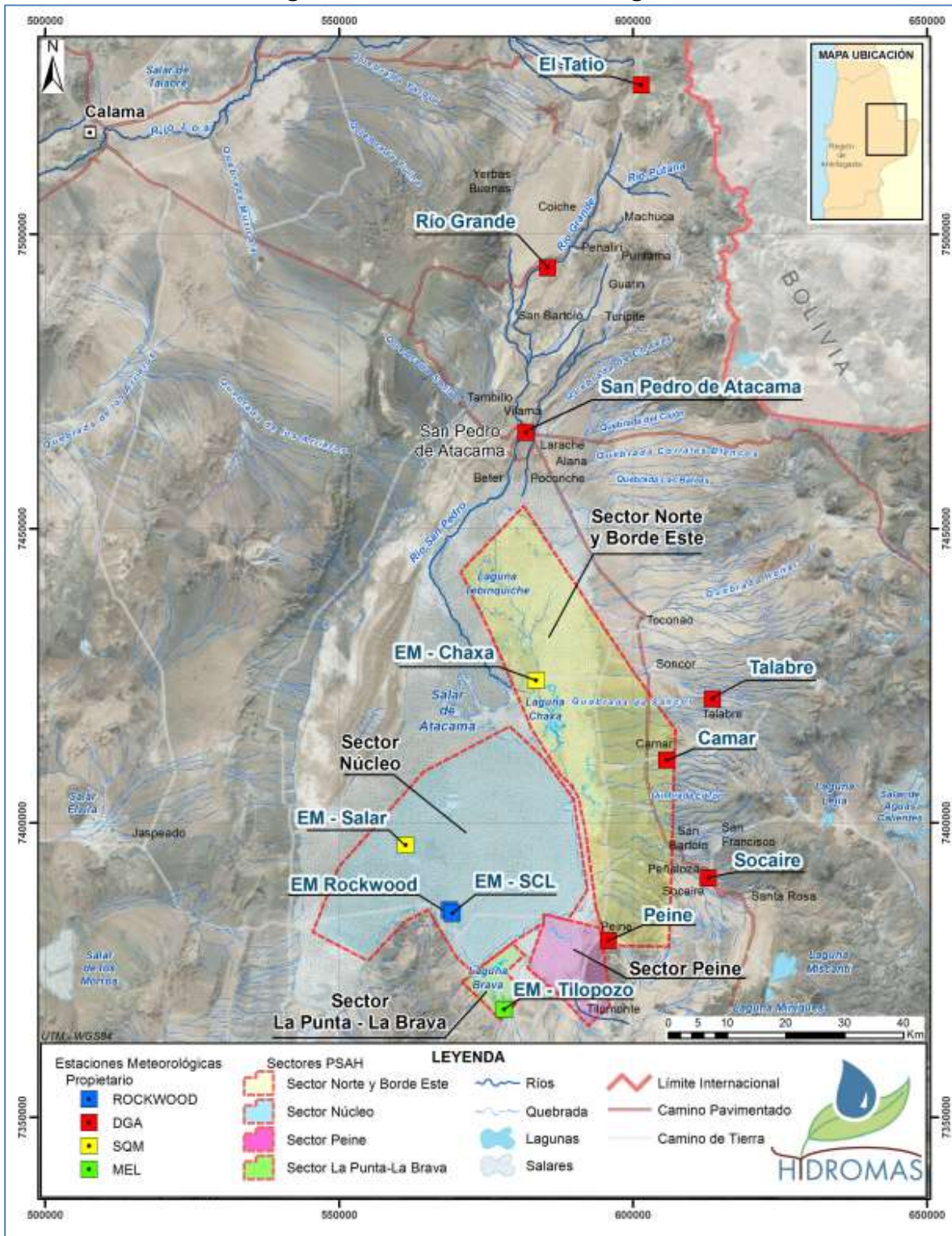
**Tabla 4-2 Estaciones Meteorológicas.**

Nombre	Coordenadas		Cota Referencia [m.s.n.m.]	Propietario
	Datum WGS 84, Huso 19S			
	Este	Norte		
EM-Rockwood	568.772	7.385.236	2.300	ROCKWOOD
EM-SCL	569.244	7.384.662	2.300	ROCKWOOD
Camar	605.746	7.410.665	2.700	DGA
El Tatio	601.377	7.525.377	4.370	DGA
Peine	595.837	7.380.038	2.460	DGA
Río Grande	585.501	7.494.353	3.250	DGA
San Pedro de Atacama	581.811	7.466.358	2.450	DGA
Socaire	612.802	7.390.681	3.251	DGA
Talabre	613.518	7.421.064	3.300	DGA
EM-Chaxa	583.508	7.424.264	2.304	SQM
EM-Salar	561.348	7.396.266	2.300	SQM
EM-Tilopozo	578.068	7.368.320	2.313	MEL

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 4-6 Estaciones Meteorológicas**



Fuente: Elaboracion Propia

### 4.2.3 Red de Monitoreo Evapotranspiración

La medición de la evapotranspiración forma parte de las variables que requieren de la construcción y habilitación de infraestructura necesaria para poder generar los datos, partiendo por la definición de la ubicación y terminando con su construcción. Como ha sido mencionado, la evaporación-evapotranspiración se medirá con lisímetros, sin embargo la ubicación de ellos aún no ha sido acordada con la DGA<sup>10</sup>. Como se mencionó anteriormente, para dar cumplimiento a lo establecido en la RCA y dar continuidad a las mediciones se han realizado campañas trimestrales de mediciones con domos<sup>11</sup>, los que permitirán calibrar las mediciones con los lisímetros. Es por estos motivos que las mediciones con domos se han realizado en la ubicación de los 10 lisímetros propuestos. La situación de la instalación de lisímetros ha sido explicada en el numeral 4.2

En la Tabla 4-3 se presenta la información de los puntos de medición con domos incluyendo su ubicación, concordante con los futuros lisímetros, sector al cual se asocia la medición y la nomenclatura utilizada.

**Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración.**

Nombre del Punto	Sector	Tipo de Instrumento	Coordenadas UTM (WGS 84/Huso 19S)		Cota ref. [m.s.n.m.]
			Este	Norte	
LS-01	Norte y Borde Este	Domo / Lisímetro	580.655	7.449.818	2.340,00
LS-02	Norte y Borde Este	Domo / Lisímetro	574.421	7.440.912	2.319,00
LS-03	Norte y Borde Este	Domo / Lisímetro	586.521	7.424.624	2.305,00
LS-04	Norte y Borde Este	Domo / Lisímetro	593.358	7.406.165	2.300,19
LS-05	Núcleo	Domo / Lisímetro	578.549	7.409.908	2.300,00
LS-06	Núcleo	Domo / Lisímetro	586.123	7.393.805	2.300,00
LS-07	Peine	Domo / Lisímetro	584.498	7.381.744	2.302,00
LS-08	Peine	Domo / Lisímetro	587.896	7.380.946	2.304,00
LS-09	La Punta La Brava	Domo / Lisímetro	580.073	7.369.821	2.310,00
LS-10	La Punta La Brava	Domo / Lisímetro	578.855	7.375.174	2.304,00

Nota: Cota Ref. y coordenadas UTM, corresponden a las presentadas en la Adenda 5

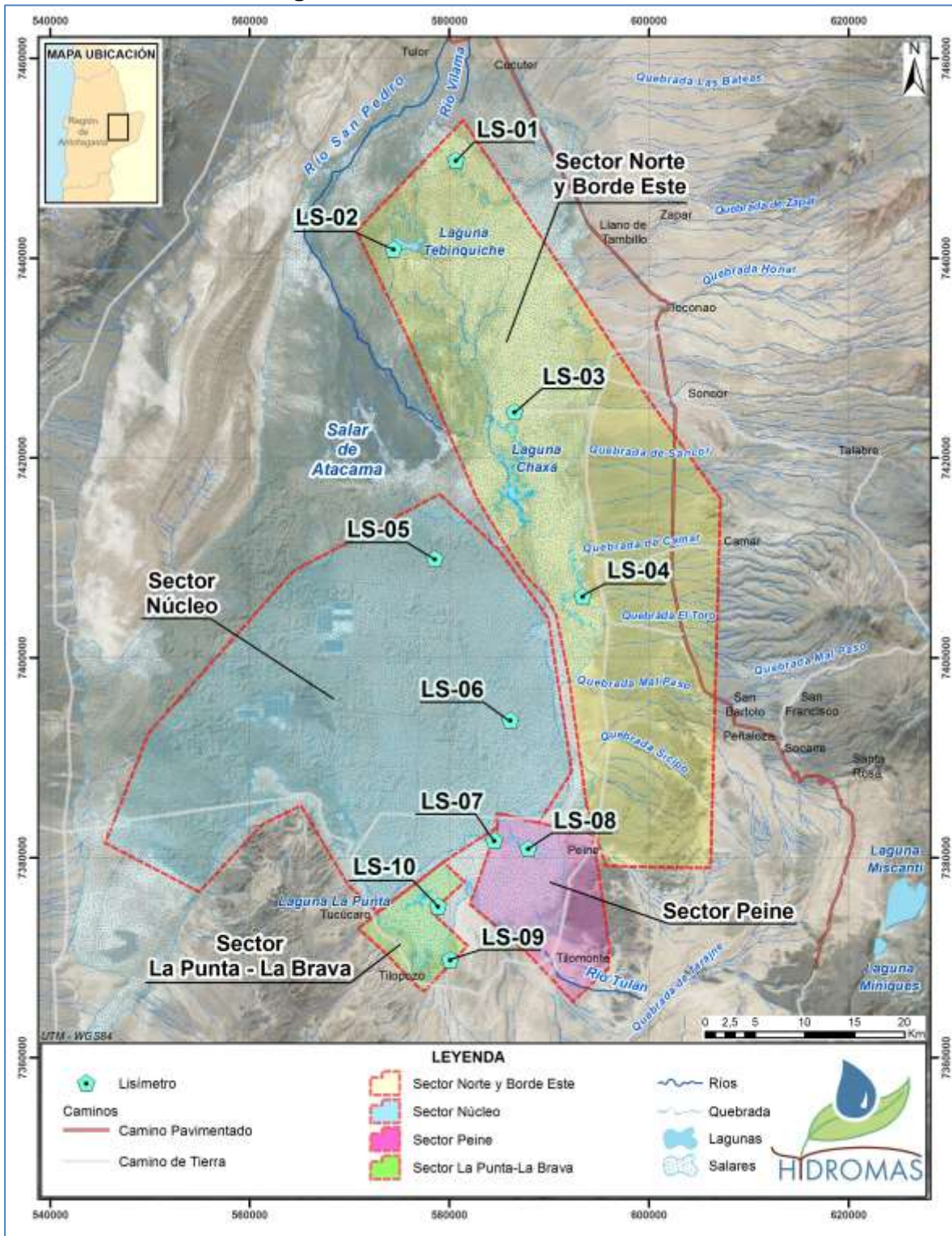
Al respecto cabe indicar que los puntos de medición con domos han sido codificados manteniendo el código de los futuros lisímetros, vale decir LS-XX. En la Figura 4-7 se muestran la ubicación de estos puntos en donde actualmente se mide la evapotranspiración a través de domo.

<sup>10</sup> En la Anexo 3 de Adenda 5 se señala “Estos equipos y sus características debían ser acordados con la DGA en dos reuniones técnicas a realizar hasta 60 días después de la aprobación del proyecto”

<sup>11</sup> Los domos entregan información puntual de la evapotranspiración.



**Figura 4-7 Red Monitoreo Lisímetros**



Fuente: Elaboración propia



#### 4.2.4 Red de Monitoreo Superficie Lagunar

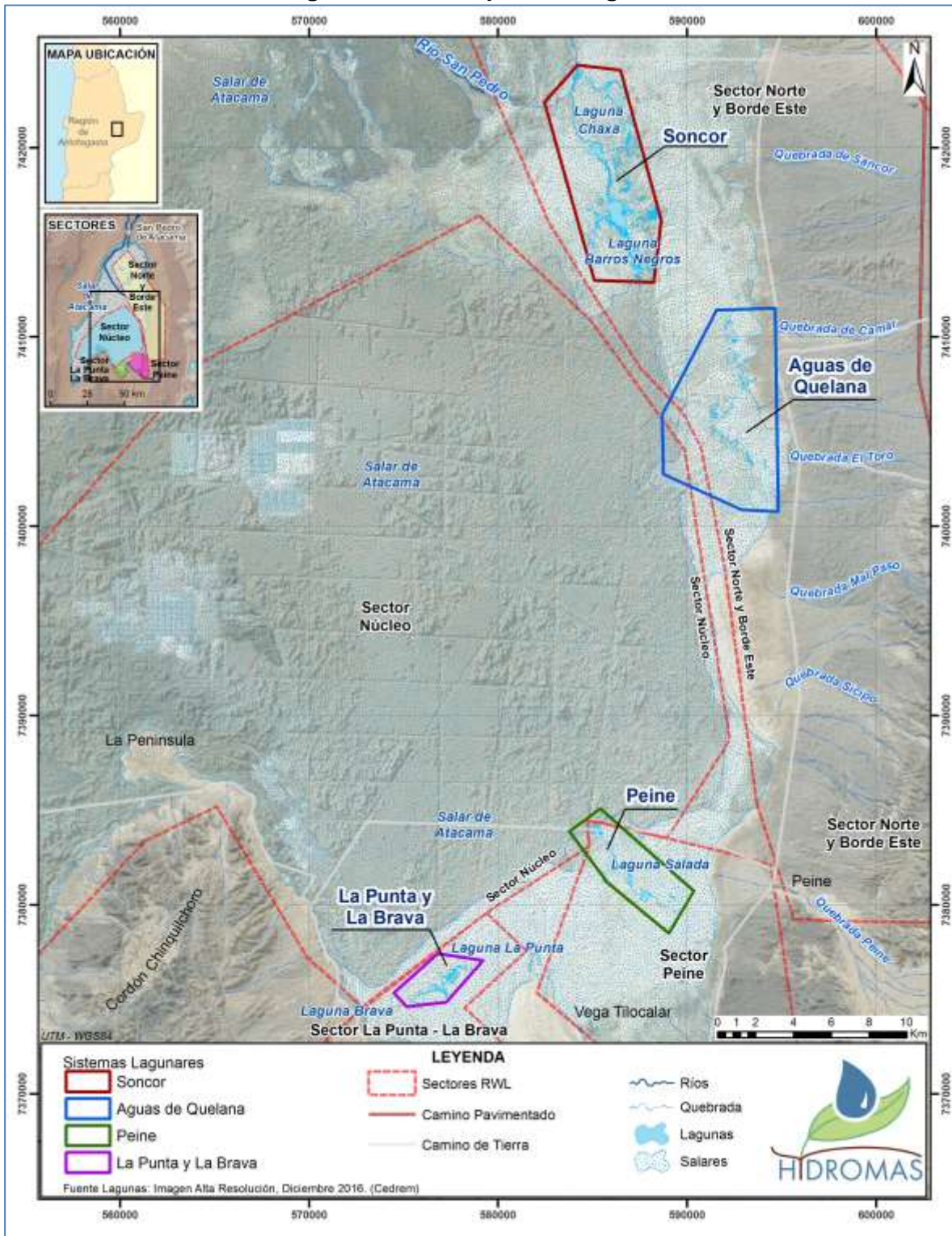
El área inundada por la superficie lagunar se mide a través de imágenes satelitales de alta definición y apoyo en terreno, considerando cuatro polígonos de evaluación, uno para cada sistema lagunar. Los vértices de los polígonos se indican en la Tabla 4-4, y su ubicación espacial en la Figura 4-8.

**Tabla 4-4 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar**

Sector	Nombre del Punto	Coordenadas UTM (Datum WGS84, huso19S)	
		Este	Norte
Sistema La Punta La Brava	Nodo 1	574.483	7.375.332
Sistema La Punta La Brava	Nodo 2	576.811	7.377.422
Sistema La Punta La Brava	Nodo 3	579.192	7.377.051
Sistema La Punta La Brava	Nodo 4	577.261	7.374.855
Sistema La Punta La Brava	Nodo 5	575.171	7.374.617
Sistema La Punta La Brava	Nodo 6	574.483	7.375.332
Sistema Peine	Nodo 1	583.770	7.383.878
Sistema Peine	Nodo 2	585.410	7.385.068
Sistema Peine	Nodo 3	590.358	7.380.729
Sistema Peine	Nodo 4	589.035	7.378.480
Sistema Peine	Nodo 5	585.648	7.381.285
Sistema Peine	Nodo 6	585.675	7.381.311
Sistema Peine	Nodo 7	583.770	7.383.878
Sistema Soncor	Nodo 1	588.234	7.412.889
Sistema Soncor	Nodo 2	585.093	7.412.988
Sistema Soncor	Nodo 3	582.447	7.422.414
Sistema Soncor	Nodo 4	584.200	7.424.366
Sistema Soncor	Nodo 5	586.482	7.424.101
Sistema Soncor	Nodo 6	588.631	7.416.164
Sistema Soncor	Nodo 7	588.234	7.412.889
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 1	591.549	7.411.420
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 2	594.658	7.411.519
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 3	594.823	7.400.770
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 4	592.872	7.400.869
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 5	588.738	7.402.754
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 6	588.672	7.405.896

Fuente: Adenda 5- EIA proyecto RWL

**Figura 4-8 Red Superficie Lagunar**



Fuente: Bases Cartográficas de Imágenes Satelitales de Alta Resolución AR- Dic 2016. RWL y Cedrem Consultores Ltda.

#### 4.2.5 Red de Monitoreo Niveles, Altura Limnimétrica, Cuña Salina, Aforos y Calidad Química

En este numeral se han agrupado las variables niveles, altura limnimétrica, cuña salina, aforos y calidad química, ya que en varios puntos se mide más de una variable; es por ello que la identificación de los puntos de monitoreo se presentan de manera conjunta, asociadas a los sectores que han sido indicados previamente, a saber núcleo, interfase, sistemas lagunares.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que en la Tabla 4-5 se especifican los parámetros de calidad físico química que son monitoreados como parte PSAH, asociados a la RCA N° 21/2016 y que se aplican sólo a los puntos de monitoreo químico de aguas. Para los pozos de bombeo, en el acápite respectivo se indican los elementos que se determinan.

**Tabla 4-5 Parámetros de calidad físico químicos a analizar**

<b>Parámetros Físico-Químicos in Situ:</b>	
pH	Sólidos Disueltos Totales (SDT)
Conductividad Eléctrica	Oxígeno Disuelto
Temperatura	
<b>Parámetros Físico-Químicos en Laboratorio:</b>	
pH	Sólidos Disueltos Totales (SDT)
Conductividad Eléctrica	Densidad
<b>Elementos mayoritarios disueltos</b>	
Cloruro	Calcio
Sulfatos	Magnesio
Bicarbonatos	Sodio
Nitrato	Potasio
<b>Elementos mayoritarios totales</b>	
Calcio	Sodio
Magnesio	Potasio
<b>Elementos minoritarios y trazas disueltos</b>	
Boro	Estroncio
Litio	
<b>Elementos minoritarios y trazas totales</b>	
Aluminio	Litio
Arsénico	Silicio
Boro	Estroncio
Hierro	

Fuente: Numeral 3.2.4 Anexo 3 -Adenda 5 Proyecto RWL

### **Sector La Punta- La Brava**

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas. La Tabla 4-6 presenta los **44 puntos** de monitoreo considerados en este sector indicando las variables que serán medidas en cada punto, mediante una 'X'. La Figura 4-9 muestra la distribución de estos puntos según su tipología.

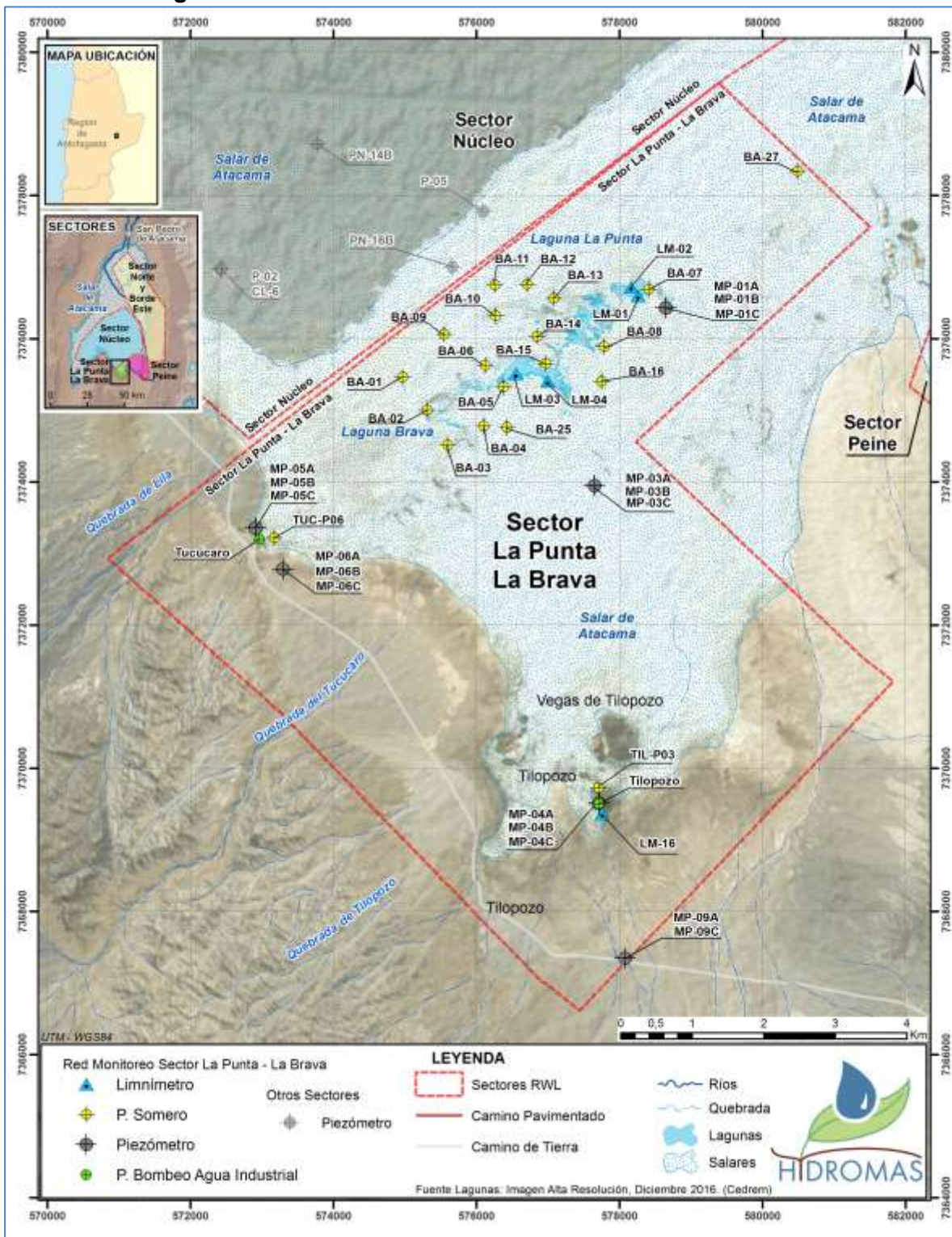
En la Tabla 4-6 se indica el estado de implementación de los puntos de monitoreo, de acuerdo al programa de implementación del PSAH. Para aquellos que se encontraban construidos durante el proceso de evaluación, siendo estos la mayoría, las coordenadas y cotas collar son las que fueron indicadas en la Adenda 5. En el caso de:

- Los limnímetros: LM-01, LM-02, LM-03, LM-04 y LM-16, que forman parte de la etapa 1 del plan de implementación de puntos a construir dentro de un plazo de 6 meses desde aprobada la RCA, se instalaron en abril del 2016, y su levantamiento topográfico fue realizado en agosto del 2016, por la empresa GTM Precision Engineering y toda la información ha sido ingresada a la SMA.
- Las coordenadas y cotas topográficas de los puntos BA-27 y TIL-P03, ambos piezómetros someros existentes al momento de aprobación del proyecto, fueron actualizadas según Informe Topográfico de la empresa Javier Romo y CIA Ltda. de octubre del 2015 (campaña de agosto 2015).
- Los piezómetros MP-09A y MP-09C, forman parte de la Etapa 3 de implementación. Sin embargo, a la fecha del presente informe, se encuentran construidos y operativos.

En relación a la topografía comprometida cabe indicar que, las coordenadas y elevaciones son preliminares. Las coordenadas y elevaciones definitivas sólo se podrán obtener luego del levantamiento topográfico final que abarque y/o homologue las coordenadas y cotas de todos los puntos del PSAH al mismo tiempo, y que se realizará al término de las 4 etapas de implementación del PSAH.



**Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava.**

Nº	Punto	Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Cali dad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
1	LM-01	578.259	7.376.599	2.300,33	Limnómetro				X	X	Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Levantamiento topográfico preliminar realizado en Agosto - 2016 (GMT Precision Engineering). Instaladas en abril 2016
2	LM-02	578.162	7.376.719	2.300,80	Limnómetro				X	X	
3	LM-03	576.553	7.375.507	2.300,58	Limnómetro				X	X	
4	LM-04	576.992	7.375.404	2.300,93	Limnómetro				X	X	
5	LM-16	577.756	7.369.364	2.307,84	Limnómetro				X	X	
6	MP-01A	578.647	7.376.429	2.301,23	Piezómetro	X			X		Punto construido a la fecha de Adenda 5; RCA 0021/2016
7	MP-01B	578.650	7.376.430	2.301,19	Piezómetro	X			X		
8	MP-01C	578.646	7.376.429	2.301,23	Piezómetro	X	X				
9	MP-03A	577.651	7.373.947	2.302,64	Piezómetro	X			X		
10	MP-03B	577.653	7.373.947	2.302,63	Piezómetro	X			X		
11	MP-03C	577.650	7.373.947	2.302,64	Piezómetro	X	X				
12	MP-04A	577.716	7.369.509	2.308,65	Piezómetro	X			X		
13	MP-04B	577.717	7.369.513	2.308,53	Piezómetro	X			X		
14	MP-04C	577.713	7.369.510	2.308,61	Piezómetro	X	X				
15	MP-05A	572.915	7.373.356	2.303,24	Piezómetro	X			X		
16	MP-05B	572.913	7.373.356	2.303,24	Piezómetro	X			X		
17	MP-05C	572.916	7.373.355	2.303,22	Piezómetro	X	X				
18	MP-06A	573.298	7.372.778	2.305,26	Piezómetro	X			X		
19	MP-06B	573.296	7.372.777	2.305,24	Piezómetro	X			X		
20	MP-06C	573.299	7.372.779	2.305,28	Piezómetro	X	X				

**Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Cali dad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
21	MP-09A	578.078	7.367.342	2.318,61	Piezómetro	X			X		Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
22	MP-09C	578.078	7.367.342	2.318,61	Piezómetro	X	X				Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
23	BA-01	574.964	7.375.461	2.300,92	P. Somero	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 ; RCA 0021/2016
24	BA-02	575.305	7.375.003	2.301,37	P. Somero	X					
25	BA-03	575.594	7.374.516	2301,46	P. Somero	X					
26	BA-04	576.096	7.374.776	2.301,35	P. Somero	X					
27	BA-05	576.373	7.375.324	2.301,09	P. Somero	X					
28	BA-06	576.120	7.375.626	2.301,41	P. Somero	X					
29	BA-07	578.406	7.376.692	2.300,88	P. Somero	X					
30	BA-08	577.783	7.375.887	2.301,15	P. Somero	X					
31	BA-09	575.545	7.376.062	2.300,79	P. Somero	X					
32	BA-10	576.268	7.376.317	2.300,79	P. Somero	X					
33	BA-11	576.254	7.376.750	2.300,93	P. Somero	X					
34	BA-12	576.707	7.376.759	2.301,00	P. Somero	X					
35	BA-13	577.081	7.376.565	2.301,08	P. Somero	X					
36	BA-14	576.842	7.376.029	2.301,38	P. Somero	X					
37	BA-15	576.968	7.375.650	2.301,13	P. Somero	X					
38	BA-16	577.746	7.375.405	2.301,78	P. Somero	X					
39	BA-25	576.424	7.374.761	2.301,47	P. Somero	X					



**Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS 84, Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
40	BA-27	580.485	7.378.338	2301,48	P. Somero	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5; RCA 0021/2016.
41	TIL-P03	577.703	7.369.729	2306,53	P. Somero	X					Se actualizan coordenadas y cota en Informe Topográfico de Javier Romo y CIA Ltda – Informe Octubre 2015 (campana agosto 2015).
42	TUC-P06	573.171	7.373.219	2.302,42	P. Somero	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5; RCA 0021/2016
43	Tilopozo	577.715	7.369.511	2.308,10	Pozo	X					
44	Tucúcaro	572.970	7.373.199	2.303,13	Zanja	X					
<b>Total Puntos en La Punta- La Brava</b>						<b>39</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	

Fuente: Elaboración Propia

## **Sector Peine**

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, Núcleo y Borde Sur alrededor del sistema lagunar de Peine, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna, en este sector el número de puntos de monitoreo es 38.

En la Tabla 4-7 se presentan todos los puntos de monitoreo considerados en este sector indicando sus coordenadas y con una 'X' las variables que se miden en cada uno de ellos; complementariamente en la Figura 4-10 se muestran espacialmente, haciendo la distinción en cuanto a las variables que se miden en cada uno de ellos.

De la misma manera que para el sector La Punta-La Brava, en la Tabla 4-7 se indica el estado de implementación de los puntos de monitoreo. Para aquellos puntos construidos antes de la RCA, que corresponde a la mayoría de ellos, las coordenadas indicadas allí son las presentadas en la Adenda 5; para los otros puntos la situación es la siguiente:

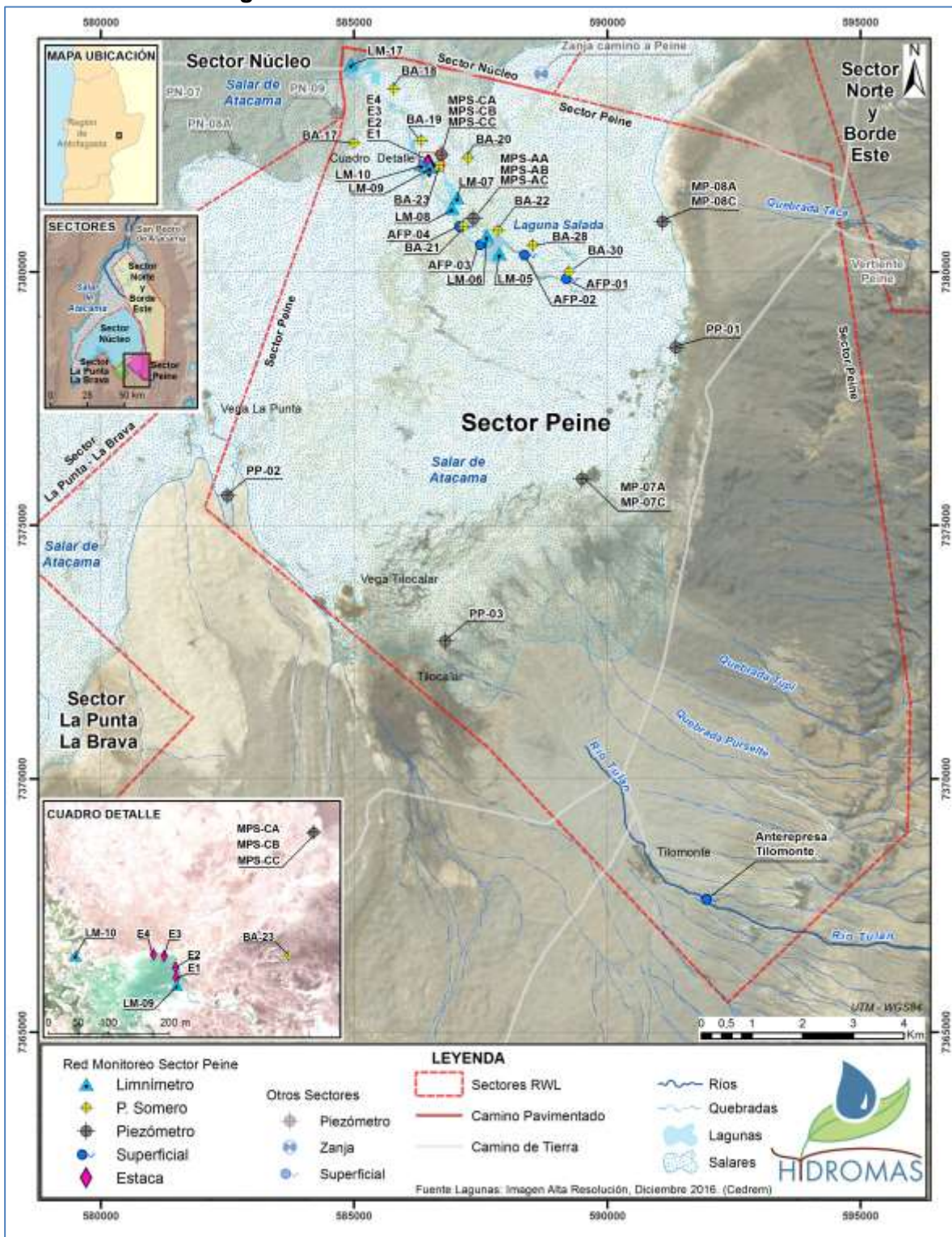
- Las coordenadas y cotas de los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03, AFP-04 y antepresa Tilomonte, fueron actualizadas en Julio 2016, por GTM Precision Engineering.
- Las coordenadas y cotas de los piezómetros someros o barrenos, BA-28 y BA-30, fueron actualizados en agosto 2015, según informe topográfico de empresa “Javier Romo y CIA Ltda” emitido en octubre 2015.
- Los Limnímetros: LM-05, LM-06, LM-07, LM-08, LM-09, LM-10 y LM-17, y los pozos PP-01 y PP-03, forman parte de la etapa 1 del plan de implementación de puntos a construir. Los 7 Limnímetros mencionados, se construyeron en abril del 2016, y su levantamiento topográfico fue realizado en agosto del 2016, por la empresa GTM Precision Engineering. En cuanto a los piezómetros, éstos se contruyeron en Julio de 2016 y también fueron levantados en Agosto de 2016 por la misma empresa por lo que las coordenadas provienen de dicho levantamiento topográfico.
- El pozo PP-02, aunque es parte de la etapa 2 del cronograma de implementación, en la actualidad se encuentra construido y operativo, y por lo tanto se registra información en él.
- El piezómetro MP-07A aunque es parte de la etapa 3, se encuentran construido y operativo, y por lo tanto se presentan resultados. En relación al pozo MP-7C, éste fue construido, sin embargo no alcanzó la posición de la cuña salina, razón por la cual se reperfilará.
- En cuanto al punto MP-08A y MP-08C, estos son parte de la Etapa 2 de implementación. Sin embargo, a la fecha el punto MP-08A se encuentra construido y operativo. El punto MP-08C, fue construido; pero resultó ser surgente por lo que hubo que sellarlo, esto fue informado a la autoridad ambiental. En la actualidad, se

---

está preparando una propuesta para presentar a la autoridad y resolver qué se realizará con el punto de monitoreo.

Aquellos puntos que forman parte de la etapa 1 de implementación de la infraestructura del PSAH, han sido informados a la SMA, como fue indicado previamente. Asimismo, se reitera que una vez se haya finalizado la totalidad del programa de implementación se realizará una topografía final y completa en una única campaña.

**Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Peine**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4-7 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Peine**

N°	Punto	Coordenadas UTM WGS84, Huso 19S		Cota Collar (m.s.n.m.)	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
1	LM-05	587.871	7.380.354	2.300,58	Limnómetro				X	X	Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Levantamiento topográfico preliminar realizado en Agosto - 2016 (GMT Precision Engineering).  Instaladas en abril 2016
2	LM-06	587.618	7.380.701	2.300,78	Limnómetro				X	X	
3	LM-07	587.038	7.381.462	2.300,45	Limnómetro				X	X	
4	LM-08	586.928	7.381.249	2.300,54	Limnómetro				X	X	
5	LM-09	586.497	7.382.059	2.299,73	Limnómetro				X	X	
6	LM-10	586.329	7.382.108	2.299,69	Limnómetro				X	X	
7	LM-17	584.939	7.384.094	2.299,61	Limnómetro				X	X	
8	AFP-01	589.192	7.379.865	2301,022	Superficial			X			Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA. Se actualizan coordenadas y cota en Julio 2016 (GMT Precision Engineering, levantamiento preliminar).
9	AFP-02	588.361	7.380.335	2300,216	Superficial			X			
10	AFP-03	587.490	7.380.535	2.300,05	Superficial			X			
11	AFP-04	587.084	7.380.894	2.299,90	Superficial			X			
12	Anterrepresa Tilomonte	591.959	7.367.623	2.425,10	Superficial			X	X		
13	MP-07A	589.498	7.375.922	2.305,86	Piezómetro	X			X		Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
14	MP-07C	589.498	7.375.922	2.305,86	Piezómetro	X	X				
15	MP-08A	591.092	7.380.990	2.302,84	Piezómetro	X			X		Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
16	MP-08C	591.092	7.380.990	2.302,84	Piezómetro	X	X				
17	MPS-AA	587.361	7.381.053	2.300,25	Piezómetro	X			X		Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
18	MPS-AB	587.360	7.381.056	2.300,19	Piezómetro	X			X		
19	MPS-AC	587.361	7.381.052	2.300,27	Piezómetro	X	X				
20	MPS-CA	586.725	7.382.313	2.299,60	Piezómetro	X					
21	MPS-CB	586.723	7.382.312	2.299,66	Piezómetro	X			X		Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
22	MPS-CC	586.726	7.382.313	2.299,62	Piezómetro	X	X				



**Tabla 4-7 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Peine**

N°	Punto	Coordenadas UTM WGS84, Huso 19S		Cota Collar (m.s.n.m.)	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
23	PP-01	591.348	7.378.507	2.305,56	Piezómetro	X	X		X		Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Levantamiento topográfico preliminar en Agosto 2016 (GMT Precision Engineering).
24	PP-02	582.502	7.375.585	2.305,01	Piezómetro	X	X		X		Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
25	PP-03	586.803	7.372.719	2.309,09	Piezómetro	X	X		X		Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Levantamiento topográfico preliminar en Agosto 2016 (GMT Precision Engineering).
26	BA-17	584.997	7.382.542	2.300,95	P. Somero	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
27	BA-18	585.778	7.383.610	2.300,30	P. Somero	X					
28	BA-19	586.321	7.382.592	2.300,50	P. Somero	X					
29	BA-20	587.247	7.382.250	2.300,54	P. Somero	X					
30	BA-21	587.159	7.380.905	2.301,39	P. Somero	X					
31	BA-22	587.837	7.380.817	2.301,12	P. Somero	X					
32	BA-23	586.684	7.382.108	2.300,51	P. Somero	X					
33	BA-28	588.525	7.380.523	2301,31	P. Somero	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA.
34	BA-30	589.239	7.380.003	2302,28	P. Somero	X					Se actualizan coordenadas y cota en Informe Topográfico de Javier Romo y CIA Ltda – Informe Octubre 2015 (campana agosto 2015)
35	E1	586.496	7.382.071	2299,47	Estaca					X	Punto instalado en Junio 2016.
36	E2	586.495	7.382.088	2299,45	Estaca					X	Levantamiento topográfico preliminar en Diciembre 2016 (GMT Precision Engineering).
37	E3	586.476	7.382.107	2299,37	Estaca					X	

**Tabla 4-7 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Peine**

N°	Punto	Coordenadas UTM WGS84, Huso 19S		Cota Collar (m.s.n.m.)	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
38	E4	586.459	7.382.110	2299,50	Estaca					X	
<b>Total de Puntos en Sector Peine</b>						<b>22</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	

Fuente: Elaboración Propia



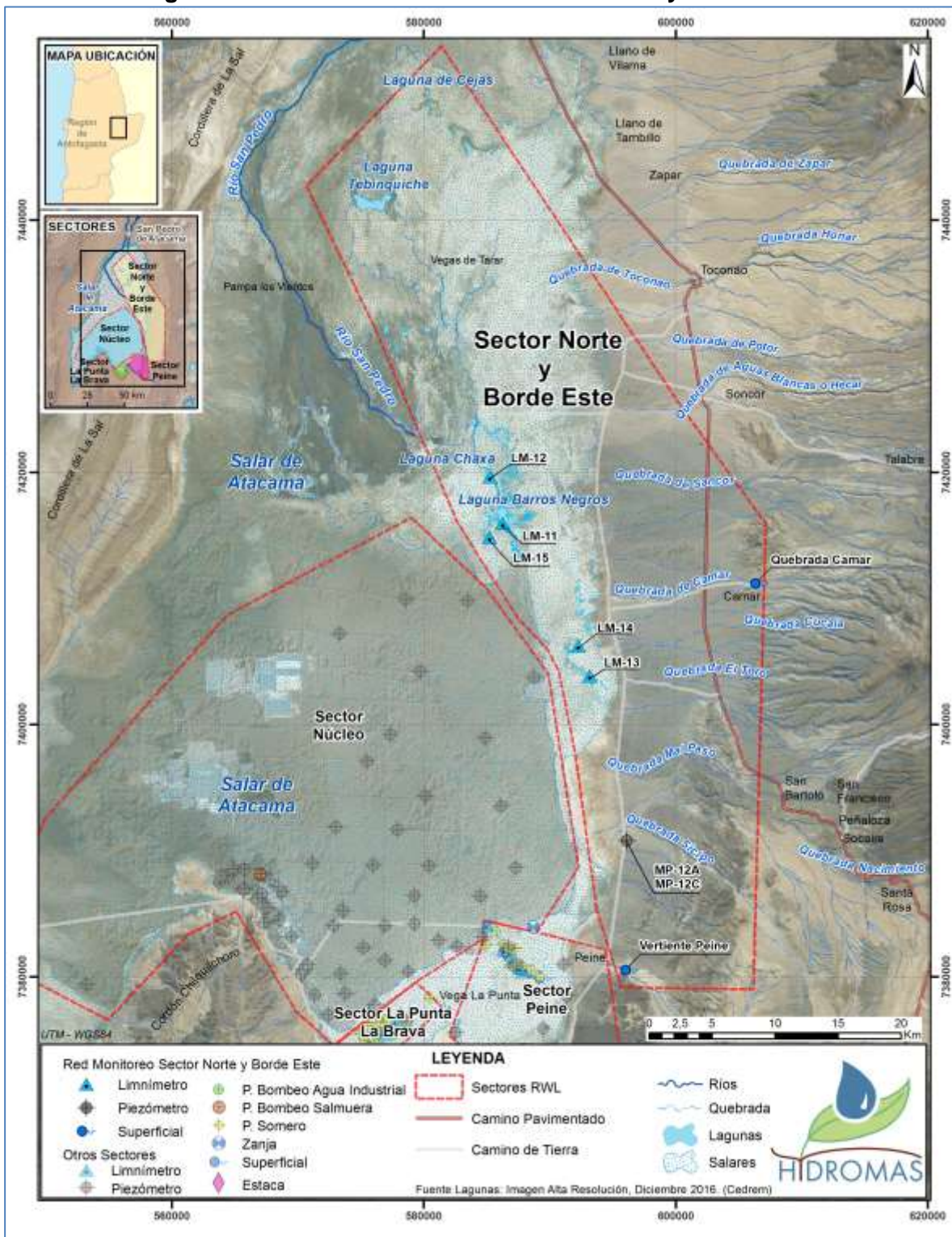
### **Sector Norte y Borde Este**

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, parte del Núcleo y Borde Este de la cuenca alrededor de los sistemas lagunares Soncor y Aguas de Quelana, que son áreas protegidas por formar parte del Parque Nacional de los Flamencos y estar incluidas en la convención Ramsar. Además del análisis de la superficie lagunar que se realiza sobre estos sistemas, se instalaron 5 limnímetros en las coordenadas que se indican en la Tabla 4-8 para la medición del nivel de las lagunas. En los mismos puntos también se toman muestras de agua para su caracterización físico-química. La ubicación de los puntos de Monitoreo de este sector, se muestran en la Figura 4-11.

En la Tabla 4-8, se indica el estado de implementación de los puntos de monitoreo. En el caso del punto de monitoreo Quebrada Camar, sus coordenadas y cota corresponden a las presentadas en la Adenda 5; en el caso de los demás, a continuación se entrega el estado de situación:

- Las coordenadas y cotas preliminares del punto en la Vertiente Peine, fueron actualizadas en Julio 2016, por GTM Precision Engineering.
- Los limnímetros LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14, al igual que los demás sectores, forman parte de la etapa 1 del plan de implementación de puntos a construir. Los Limnímetros mencionados, se construyeron en abril del 2016, y su levantamiento topográfico preliminar fue realizado en agosto del 2016, por la empresa GTM Precision Engineering, excepto el punto LM-15 , que corresponde a un piezómetro somero, y que su topografía se realizó en Diciembre de 2016 . Lo anterior, ha sido informado a la SMA.
- Los piezómetros MP-12A y MP-12C son parte de la etapa 3 del plan de implementación, sin embargo están contruidos y operativos por lo que se incluyen en los resultados.
- En este sector, se indica también que las coordenadas y elevaciones presentadas en el presente informe son preliminares; una vez se haya finalizado la totalidad del programa de implementación se realizará una topografía final y completa en una única campaña que abarque y/o homologue las coordenadas y cotas de todos los puntos del PSAH al mismo tiempo, y que se realizará al término de las 4 etapas de implementación del PSAH.

**Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 4-8 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Norte y Borde Este.**

N°	Punto	Coordenadas UTM WGS84, Huso 19S		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
1	LM-11	586.259	7.415.937	2.299,87	Limnómetro				X	X	Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Levantamiento topográfico preliminar realizado en Agosto - 2016 (GMT Precision Engineering).
2	LM-12	585.236	7.419.626	2.299,73	Limnómetro				X	X	
3	LM-13	593.159	7.403.846	2.300,38	Limnómetro				X	X	
4	LM-14	592.251	7.406.216	2.300,50	Limnómetro				X	X	
5	LM-15	585.222	7.414.817	2.298,80	Limnómetro				X	X	
6	MP-12A	596.110	7.390.790	2.300,00	Piezómetro	X			X		Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
7	MP-12C	596.110	7.390.790	2.300,00	Piezómetro	X	X				
8	Quebrada Camar	606.314	7.411.194	2.729,00	Superficial				X		Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
9	Vertiente Peine	596.008	7.380.544	2.445,48	Superficial			X	X		Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA Se actualizan coordenadas y cota preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
<b>Total Puntos Sector Norte y Borde Este</b>						<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	

Fuente: Elaboración Propia

## Sector Núcleo

El sector Núcleo constituye el núcleo del salar desde donde se extrae la salmuera y engloba los puntos de monitoreo que se encuentran en él. La red de monitoreo de este sector considera **un total de 61 puntos** y considera sólo la medición mensual de niveles, de los cuales 29 ya están comprometidos en resoluciones anteriores del titular. En la Figura 4-12 se muestra la ubicación de cada uno de los puntos de monitoreo.

La Tabla 4-9 muestra la información de todos los pozos en donde actualmente se miden niveles en el Sector del Núcleo. **Los primeros 29 pozos, corresponden a pozos que ya eran monitoreados y reportados a la autoridad en cumplimiento de autorizaciones ambientales anteriores existentes** (Res. Ex. N° 092, de fecha 31 de mayo de 2000, de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la II Región de Antofagasta, y Resolución Exenta N° 3132, de fecha 28 de noviembre de 2006, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente), y actualmente forman parte también de las obligaciones de la RCA 21/2016.

La Tabla 4-9 identifica a todos los puntos de este sector y de la misma manera que en los otros sectores descritos previamente, en la columna de observación/etapa de implementación se señala cuál es su situación. Es por lo anterior que la implementación completa del PSAH requiere de la construcción de 23 pozos (desde ES-01 a PN-19). El detalle de la situación se especifica a continuación:

- Los pozos Zanja Cordillera de la Sal (CS-01) y Sample-4 (Sample-4A), fueron reconstruidos, por estar tapado el primero y por imposibilidad de medir en el segundo (por ser un pozo de un tercero con candado). Estos trabajos fueron considerados para la Etapa 1 de la implementación del PSAH. Los nuevos pozos se construyeron a no más de 10 metros de los pozos originales<sup>12</sup>, y sus coordenadas corresponden a las incluidas en la Tabla 4-9, manteniendo su nomenclatura.
- La cota del Pozo CL-33 fue actualizada mediante levantamiento topográfico preliminar en julio 2016, por la empresa GMT Precision Engineering.
- Los Pozos CL-2, CL-14, CL-16, CL-26, CI-34, Well-IK y EXP-2, fueron reconstruidos en las cercanías a los originales de manera de mantener la representatividad de las mediciones. En estos casos, la nomenclatura utilizada fue mantener el código original agregándole “-1”, de tal manera de identificar el cambio. Las coordenadas y cota se levantaron en los meses de julio y diciembre 2016 según se indica en la Tabla 4-9.

<sup>12</sup> La distancia máxima entre los antiguos pozos y los nuevos en la coordenada Este es de 8,7 m y en la coordenada Norte es de 17,5 m.

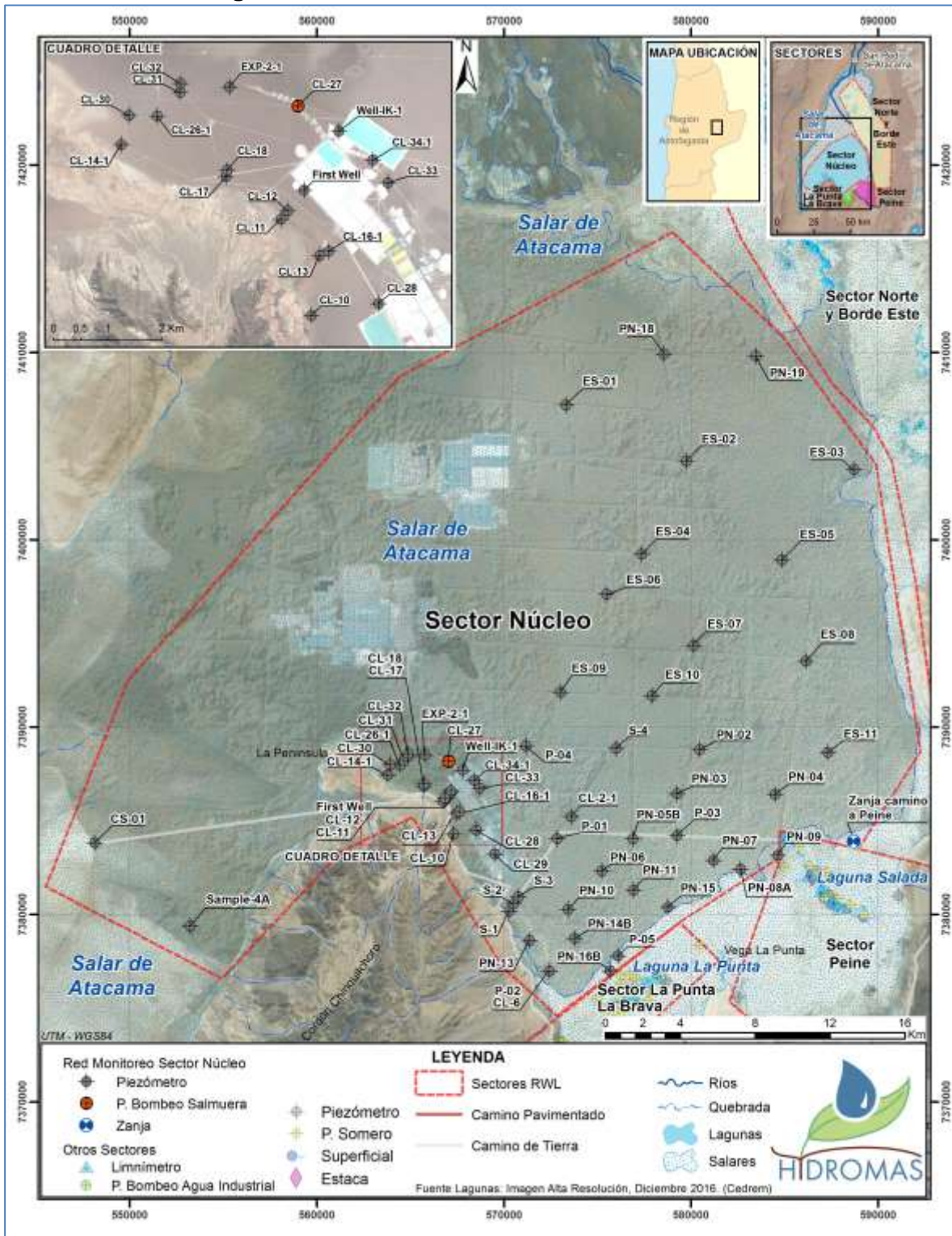
- Los pozos ES-09, ES-10, PN-02, PN-15, PN-18 y PN-19, forman parte de la etapa 1 de implementación, y se encuentran todos construidos, operativos y monitoreados. El levantamiento topográfico preliminar fue realizado por la empresa GMT Precision Engineering.
- Los pozos ES-04, ES-05, PN-03, PN-06, PN-09 y PN-13, forman parte de la etapa 2 del plan de implementación, y se encuentran construidos, por lo que se incluye la información en los resultados.
- Los pozos ES-01, ES-03 y ES-11, son parte de la etapa 3 del plan de implementación y se encuentran construidos y operativos, por lo que se incluyen en los resultados.
- Finalmente, los puntos ES-02, ES-06, ES-07, ES-08, PN-04, PN-07, PN-10 y PN-11, son parte de la etapa 4 y también se encuentran construidos y operativos.

En este sector al igual que en todos los anteriores, se indica también que una vez se haya finalizado la totalidad del programa de implementación se realizará una topografía final y completa en una única campaña.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “PN” para representar a los piezómetro del núcleo y “ES-XX”, para identificar a los puntos que forman parte de la herramienta de verificación del Efecto Sinérgico de las extracciones en el Núcleo.



**Figura 4-12 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo**





**Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
1	CL-2	573.582	7.385.213	2.300,95	Piezómetro	X					El Pozo CL-2-1 utilizado desde Julio 2016, en reemplazo de CL-2. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Julio 2016 por (GMT Precision Engineering)
	CL-2-1	573.591	7.385.223	2.300,49							
2	CL-6	572.422	7.376.975	2.300,12	Piezómetro	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
3	CL-10	567.294	7.384.280	2.300,28	Piezómetro	X					
4	CL-11	566.728	7.386.065	2.300,57	Piezómetro	X					
5	CL-12	566.856	7.386.218	2.300,16	Piezómetro	X					
6	CL-13	567.451	7.385.392	2.300,66	Piezómetro	X					
7	CL-14	563.624	7.387.299	2.300,24	Piezómetro	X					
	CL-14-1	563.769	7.387.448	2.300,75							
8	CL-16	567.641	7.385.485	2.300,30	Piezómetro	X					Pozo con profundidad total cercana a la del nivel freatico, lo que imposibilita una medicion correcta, se mide en pozo continuo de profundidad adecuada a partir de mes de Junio de 2016. Pozo original ya no se utiliza. Pozo CL-16-1 utilizado desde Julio 2016, en reemplazo de CL-16. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering)
	CL-16-1	567.614	7.385.472	2.301,26							
9	CL-17	565.711	7.386.853	2.300,26	Piezómetro	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
10	CL-18	565.732	7.386.970	2.300,23	Piezómetro	X					
11	CL-26	564.419	7.387.956	2.300,63	Piezómetro	X					Pozo CL-26 ya no se utiliza. Pozo con profundidad total cercana a la del nivel freatico, lo que imposibilita una medicion correcta, se mide en pozo continuo de profundidad adecuada a partir de mes de Junio de 2016.

**Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
	CL-26-1	564.435	7.387.975	2.300,51							Pozo CL-26-1 utilizado desde Julio 2016, en reemplazo de CL-26. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering)
12	CL-27	567.043	7.388.162	2.300,04	Piezómetro	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
13	CL-28	568.539	7.384.505	2.300,88	Piezómetro	X					
14	CL-29	569.513	7.383.212	2.300,85	Piezómetro	X					
15	CL-30	563.915	7.387.985	2.300,30	Piezómetro	X					
16	CL-31	564.860	7.388.412	2.300,28	Piezómetro	X					
17	CL-32	564.868	7.388.580	2.300,18	Piezómetro	X					
18	CL-33	568.710	7.386.741	2300,33	Piezómetro	X					
19	CL-34	568.431	7.387.167	2.300,07	Piezómetro	X					Pozo CL-34 ya no se utiliza. Pozo con profundidad total cercana a la del nivel freático, lo que imposibilita una medición correcta, se mide en pozo continuo de profundidad adecuada a partir de mes de Junio de 2016.
	CL-34-1	568.432	7.387.160	2.300,31			Pozo CL-34-1 utilizado desde Julio 2016, en reemplazo de CL-34. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering)				
20	S-1	570.270	7.380.179	2.300,51	Piezómetro	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
21	S-2	570.521	7.380.563	2.300,33	Piezómetro	X					
22	S-3	570.775	7.380.949	2.300,49	Piezómetro	X					
23	S-4	575.984	7.388.860	2.300,21	Piezómetro	X					
24	First Well	567.158	7.386.604	2.300,08	Piezómetro	X					Punto construido a la fecha de Adenda 5 del EIA aprobado por RCA 0021/2016.
25	Well IK	567.801	7.387.700	2.299,88	Piezómetro	X					Pozo Well-IK ya no se utiliza. Punto fue tapado por material, se perfora un punto contiguo al existente en el mes de Octubre 2016.
	Well-IK-1	567.801	7.387.699	2.300,42			Pozo Well-IK-1 utilizado desde Julio 2016, en reemplazo de Well-IK. Se levantan coordenadas y cota				

**Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
											preliminar en Diciembre 2016 (GMT Precision Engineering)
26	EXP-2	565.861	7.388.442	2.299,87	Piezómetro	X					Pozo EXP-2 ya no se utiliza. Pozo con profundidad total cercana a la del nivel freatico, lo que imposibilita una medicion correcta, se mide en pozo continuo de profundidad adecuada a partir de mes de Junio de 2016.
	EXP-2-1	565.777	7.388.513	2.300,60							
27	Sample-4A	553.227	7.379.388	2.301,19	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
28	CS-01	548.121	7.383.819	2.300,86	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Agosto 2016 (GMT Precision Engineering).
29	Zanja camino a Peine	588.696	7.383.905	2.300,26	Zanja	X					Construido a la fecha de Adenda 5 del EIA
30	P-01	572.834	7.384.032	2.300,63	Piezómetro	X					
31	P-02	572.433	7.376.977	2.300,44	Piezómetro	X					
32	P-03	579.260	7.384.212	2.300,71	Piezómetro	X					
33	P-04	571.158	7.389.005	2.300,55	Piezómetro	X					
34	P-05	576.091	7.377.780	2.299,84	Piezómetro	X					
35	PN-05B	576.901	7.384.044	2.300,81	Piezómetro	X					
36	PN-08A	582.633	7.382.424	2.300,72	Piezómetro	X					
37	PN-14B	573.777	7.378.721	2.300,44	Piezómetro	X					

**Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.**

N°	Punto	Coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
38	PN-16B	575.663	7.377.001	2.300,42	Piezómetro	X					
39	ES-01	573.315	7.407.190	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
40	ES-02	579.747	7.404.200	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 4, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
41	ES-03	588.716	7.403.750	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
42	ES-04	577.354	7.399.234	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
43	ES-05	584.854	7.398.928	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
44	ES-06	575.483	7.397.093	2.300,00	Piezómetro	X					
45	ES-07	580.122	7.394.359	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 4, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
46	ES-08	586.137	7.393.521	2.300,00	Piezómetro	X					
47	ES-09	573.027	7.391.861	2.300,21	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
48	ES-10	577.911	7.391.666	2.300,02	Piezómetro	X					Etapa 3, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
49	ES-11	587.314	7.388.643	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
50	PN-02	580.458	7.388.790	2.300,09	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
51	PN-03	579.257	7.386.431	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
52	PN-04	584.483	7.386.398	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 4, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
53	PN-06	575.215	7.382.305	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
54	PN-07	581.187	7.382.873	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 4, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016

**Tabla 4-9 Puntos de Monitoreo ubicados en el sector Núcleo.**

Nº	Punto	Coordenadas UTM (WGS84 Huso 19S)		Cota Collar [m.s.n.m.]	Tipo de Punto	Nivel	CE Cuña Salina	Aforo	Calidad F. Q. aguas	Nivel Lagunas	OBSERVACION /Etapa Implementación
		Este [m]	Norte [m]								
55	PN-09	584.651	7.383.143	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
56	PN-10	573.417	7.380.256	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 4, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
57	PN-11	576.927	7.381.294	2.300,00	Piezómetro	X					
58	PN-13	571.362	7.378.596	2.300,00	Piezómetro	X					Etapa 2, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016
59	PN-15	578.762	7.380.378	2.300,37	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Julio 2016 (GMT Precision Engineering).
60	PN-18	578.554	7.409.920	2.299,71	Piezómetro	X					Etapa 1, Implementación Plan de Seguimiento Ambiental (PSA), RCA 0021/2016. Se realiza levantamiento topográfico preliminar en Diciembre 2016 (GMT Precision Engineering).
61	PN-19	583.463	7.409.811	2.299,45	Piezómetro	X					

Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.6 Red de Monitoreo Pozos de Bombeo (salmuera y agua dulce-salobre)**

En la Tabla 4-10 se presentan los pozos de extracción tanto de salmuera como de agua dulce - salobre, que Rockwood opera, asimismo se entregan sus coordenadas y el estado actual de cada uno de ellos. En la Figura 4-13 se presenta su ubicación.

Cabe señalar que las coordenadas y cotas de los pozos CL-21, CL-59, CL-60, CL-69 y Pozo Peine, fueron actualizadas preliminarmente entre agosto y septiembre del 2016 según se indica en la Tabla 4-10.

Como fue mencionado al inicio de este documento, en éste informe se han incluido aquellas variables y puntos que son parte de otras resoluciones de calificación ambiental, de manera de entregar un consolidado de la información. Es por esto que en la Tabla 4-10 se indican aquellos pozos que siendo de producción, tienen la obligación de monitorear la calidad de la salmuera<sup>13</sup>.

En este punto cabe hacer la salvedad que en la Tabla 4-10 se ha marcado con (\*) la variable calidad para hacer la diferencia respecto de la calidad química de aguas comprometida en los otros puntos del PSAH (RCA N° 21). En este caso, los elementos que deben ser monitoreados en la salmuera y en el agua dulce-salobre corresponden solamente a: sodio, litio, potasio, magnesio, calcio y sulfatos, siendo diferentes a lo establecido en la RCA N° 21/2016 e indicados en la Tabla 4-5, porque atienden a la RCA N° 92/2000. En el caso de los pozos de extracción de salmuera, las unidades de reportabilidad corresponden a % y en los pozos de extracción de agua dulce-salobre corresponde a ppm.

---

<sup>13</sup> RCA 92/2000

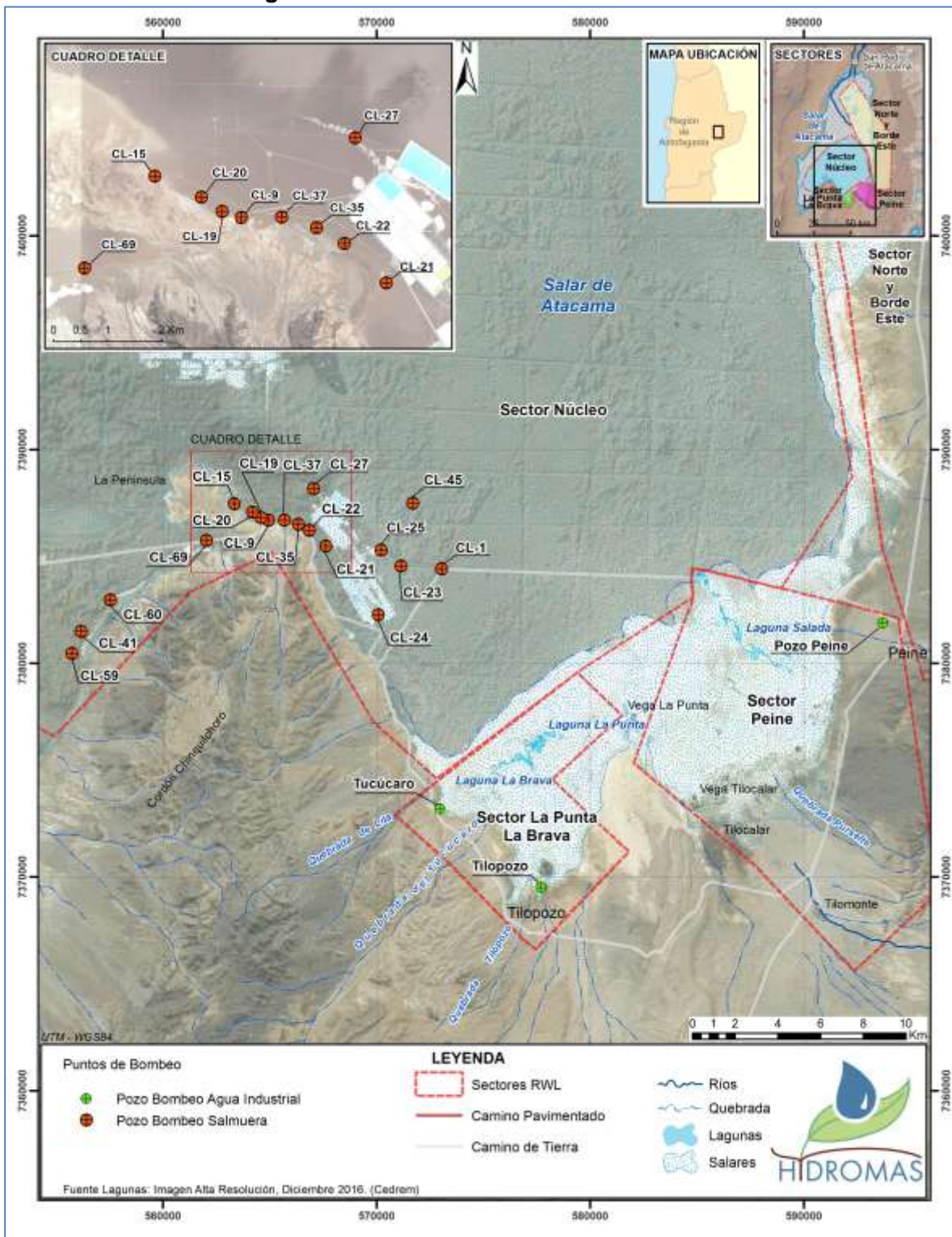


**Tabla 4-10 Pozos de Bombeo actuales.**

Punto	UTM Este [WGS84]	UTM Norte [WGS84]	Extracción	Calidad	Estado
Tilopozo	577.715	7.369.511	Agua Industrial	(*)	Pozo de bombeo histórico
Tucúcaro	572.970	7.373.199	Agua Industrial	(*)	
CL-27	567.043	7.388.162	Salmuera	(*)	
CL-1	573.049	7.384.403	Salmuera	(*)	
CL-9	564.931	7.386.684	Salmuera	(*)	
CL-15	563.329	7.387.453	Salmuera	(*)	
CL-19	564.577	7.386.801	Salmuera	(*)	
CL-20	564.190	7.387.063	Salmuera	(*)	
CL-21	567.621	7.385.473	Salmuera	(*)	Pozo de bombeo histórico. Se actualizan coordenadas y cota preliminar en Agosto 2016 (GMT Precision Engineering).
CL-22	566.843	7.386.203	Salmuera	(*)	Pozo de bombeo histórico.
CL-23	571.141	7.384.543	Salmuera	(*)	
CL-24	570.070	7.382.264	Salmuera	(*)	
CL-25	570.207	7.385.290	Salmuera	(*)	
CL-35	566.323	7.386.495	Salmuera	(*)	
CL-37	565.679	7.386.693	Salmuera	(*)	
CL-41	556.151	7.381.492	Salmuera	(*)	
CL-45	571.689	7.387.482	Salmuera	(*)	
CL-59	555.731	7.380.459	Salmuera	(*)	Pozo de bombeo histórico. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Septiembre 2016 (GMT Precision Engineering).
CL-60	557.539	7.382.967	Salmuera	(*)	Pozo de bombeo histórico. Se actualizan coordenadas preliminares en Septiembre 2016 (GMT Precision Engineering).
CL-69	562.025	7.385.746	Salmuera	(*)	Pozo de bombeo histórico. Se levantan coordenadas y cota preliminar en Septiembre 2016 (GMT Precision Engineering).
Pozo Peine	593.721	7.381.894	Agua	(*)	Pozo de bombeo histórico. Se toman coordenadas y cota preliminar en Agosto 2016 (GMT Precision Engineering).

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 4-13 Ubicación Puntos de Bombeo**



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis

A continuación, se señalan los materiales y equipos que son utilizados en las mediciones para cada una de las diversas variables, así como se describen las metodologías de medición y muestreo, esto último cuando corresponda. En aquellos casos en los cuales hay cálculo de por medio para determinar el valor de la variable, también se incluye la metodología de cálculo.

Dicho lo anterior, sólo las variables relacionadas con la caracterización de la composición química del agua tienen los procesos de muestreo y análisis y en ellas aplica señalar los métodos; para el resto solo se indican los equipos, y metodología de medición y/o cálculo.

#### 4.3.1 Medición de Variables Meteorológicas

##### Materiales y/o Equipos

La medición de las variables meteorológicas se realiza mediante la estación meteorológica, denominada EM-Rockwood, la cual se encuentra instalada en las instalaciones que tiene la empresa en el núcleo del Salar a 2.300 m.s.n.m. Los equipos que conforman esta estación meteorológica se describen en la Tabla 4-11.

**Tabla 4-11 Equipos de Estacion Meteorológica**

Variable	Equipo	Marca	Modelo	Fecha de Instalación
Precipitación	Pluviometro	Texas	TE525MM	Abril 2016
Presion Atmosférica	Barómetro	Vaisala	CS 106	Abril 2016
Evaporación	Evaporimetro y Bandeja	Novalynx	255-100	Abril 2016
Temperatura	Sensor de Temperatura	Vaisala	HMP155	Abril 2016

##### Metodología de Medición

Considerando que las variables meteorológicas corresponden a: precipitación diaria [mm]; evaporación en lámina libre o de bandeja [mm], temperatura atmosférica [°C], y presión atmosférica [mbar], y que éstas son medidas directamente por el instrumental no existiendo ni muestreo ni análisis, en el entendido de un procesamiento de una muestra, no aplica señalar las metodologías, porque no existen. Sin embargo cabe indicar que la información recopilada y almacenada en el instrumental es recolectada mediante una transmisión electrónica a la sala de control, desde donde se accede a ella a través de un computador y es descargada.

El instrumental instalado permite la medición de estas variables de manera continua, sin embargo para efectos de reportabilidad los datos se integran a nivel diario, mediante una planilla Excel, donde se determinan los valores diarios.

### **4.3.2 Aforo de Caudales Superficiales**

#### Materiales y/o Equipos

El cálculo del aforo, se realiza a través de la medición de velocidad en L/s en las secciones de aforo y se realiza mediante un aforador de hélice o molinete, de marca y modelo “Gurley Meter Manual 625D Pigmy-Digital”. Este molinete tiene una precisión del 2%.

En ocasiones, no es posible medir la velocidad con el molinete, debido a las pequeñas alturas de agua; en estos casos, se mide la velocidad por el método del flotador, es decir, se lanza un flotador al agua y se toma el tiempo con un cronómetro de lo que demora en recorrer una distancia medida previamente. Lo anterior se realiza al menos tres veces, hasta alcanzar el intervalo del 95 % de confianza. En caso contrario, se repiten las medidas, hasta lograr dicha precisión.

#### Metodología de Medición

Algunas de las secciones de aforo o puntos de aforo se encuentran provistos de estacas fijas para delimitar los cauces y tramos de medición, excepto el punto AFP-02, ya que por su complejidad de acceso y características del cauce no ha sido posible fijarlas.

Para realizar la medida del aforo, se divide el cauce en tramos, dependiendo del ancho, para obtener así secciones de profundidades y velocidades de escurrimiento uniformes. En cada sección, caracterizada por una vertical, se mide altura total de escurrimiento y la velocidad al 60% de la profundidad (cuando es posible) para determinar así el caudal pasante por cada una de los tramos en las cuales se ha subdividido el cauce. En el caso de las estaciones Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se mide una única vertical ubicada en la mitad de la sección de aforo y la velocidad a un 60% de la profundidad del agua, debido a que están canalizadas.

#### Metodología de Cálculo

En los puntos de aforos denominados AFP, el caudal pasante se calcula como la sumatoria de los caudales pasantes por cada subsección, los que quedan determinados por el producto entre el área y velocidad de escurrimiento. En el caso de las estaciones Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, el caudal se estima como el producto de la velocidad por el área mojada.

### **4.3.3 Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas**

#### Materiales y/o Equipos

Esta variable se mide a partir del análisis de imágenes satelitales con validación en terreno, por resultar la opción menos invasiva. En cuanto a las imágenes satelitales, se utilizan imágenes de satélites multiespectrales de alta y mediana resolución.

Las imágenes de alta resolución se obtuvieron del sensor Pleiades-1<sup>a</sup> (pixel de 2x2 m de resolución, resolución pancromática de 50 cm), mientras que las imágenes de mediana resolución se obtuvieron del sensor público Landsat 8 (pixel de 30x30 m resolución).

Para la validación en terreno se utilizaron receptores geodésicos GNSS/GPS, un sistema de dron tipo ala fija y una estación de control. El sistema de dron que se utilizó para la georreferenciación del mosaico, correspondió a una aeronave de referencia E382, cuyas dimensiones son 1.720 mm x 1.180 mm y un peso de 2.267 g.

La aeronave portó una cámara fotográfica Canon Powershot X230. La estación de control estuvo constituida por un computador portátil con software Mission Planner; conectado mediante radio modem para recepción telemétrica de datos. Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el software GIS Arcmap 10.0.

### Metodología de Medición

Las imágenes de alta resolución se focalizan en aquellas áreas de mayor interés y se adquieren en julio y diciembre, tal como quedase establecido en la RCA 21/2016. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales Landsat, de menor resolución, se realiza en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del sensor Landsat 8, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición.

Las etapas metodológicas empleadas durante la medición y análisis correspondieron a:

- i. Trabajo en terreno para validación del tipo de recubrimiento de suelo existente, como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”, para cada punto de validación y por sistema lagunar de estudio. Para esta validación se utilizaron: 84 puntos en Aguas de Quelana, 305 puntos en La Punta y La Brava, 191 puntos en Peine y 256 puntos en Soncor;
- ii. Obtención de las imágenes satelitales en forma paralela a la campaña de terreno y su procesamiento digital, considerando correcciones radiométricas y atmosféricas;
- iii. Desarrollo y validación del modelo de clasificación supervisada de imágenes satelitales en base a la metodología “Modificada del Índice Normalizado de Diferencia de Agua” (NDWI por su sigla en inglés), la cual fue empleada en el estudio desarrollado en la Adenda 5 del proyecto.

La clasificación supervisada de imágenes satelitales, se empleó para la identificación y delimitación de los cuerpos de agua. El método se inicia con el establecimiento, mediante criterio de experto, de los umbrales de clasificación para cada uno de los parámetros espectrales de evaluación que tienen una respuesta determinada ante la presencia de un cuerpo de agua.



Posteriormente, en un modelo de árbol de decisiones se estiman los cuerpos de agua, utilizando la combinación de los criterios definidos en el paso anterior y se evalúa el ajuste mediante la validación con los datos de terreno. Los parámetros evaluados durante la clasificación supervisada en el presente estudio fueron cinco y se indican en el siguiente Acápite (“Metodología de cálculo”).

- iv. Finalmente, se realizó una depuración cartográfica, con lo cual se obtuvieron las coberturas de lagunas por sector.

Mayor detalle de cada una de las metodologías señaladas, se presenta en **el Anexo C** del presente informe, con el Informe: **“Determinación Espacio Temporal de Cuerpos de Agua en el Salar de Atacama – PSAH”**

#### Metodología de Cálculo

Para el cálculo de los parámetros espectrales del modelo de clasificación se utilizaron las siguientes metodologías:

- i) Índice de Diferencia Normalizada de Agua –NDWI

El índice NDWI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Water Index) varía entre -1 y 1, asociando los valores positivos para las superficies con agua o húmedas y cero o negativo para el suelo y la vegetación terrestre estresada. El cálculo de este índice se realizó siguiendo la fórmula:

$$\text{NDWI} = (\text{V}-\text{NIR}) / (\text{V}+\text{NIR})$$

Dónde: **V** es la reflectancia en el verde y **NIR** es la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano.

El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1<sup>a</sup>.

- ii) Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación – NDVI

El Índice NDVI (por su sigla en inglés, Normalized Difference Vegetation Index), consiste en la comparación entre las bandas roja e infrarroja cercana, mediante la siguiente expresión:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR}-\text{R}) / (\text{NIR}+\text{R})$$

El NDVI varía entre -1 y 1 y resalta en valores positivos las áreas con presencia de vegetación, mientras que en el rango de los valores negativos, este índice detecta superficies que generalmente corresponden a nubes o cuerpos de agua. El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1<sup>a</sup>.

iii) NIR – Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

La Banda NIR (Banda 5 en Landsat 8 y Banda 4 en Pleiades-1<sup>a</sup>), posee características espectrales útiles para la detección de cuerpos de agua. Dadas las propiedades del agua de absorción de la radiación electromagnética; esta baja reflectividad en el infrarrojo resulta útil en la distinción de áreas de tierra o suelos desnudos y agua.

Para el cálculo de este parámetro, se realizó la reclasificación de esta Banda, en valores por debajo del percentil 20% en las capturas espectrales de Agosto 2016, y valores por debajo del percentil 30% en las capturas espectrales de Diciembre 2016, para la categorización de cuerpos de agua en las áreas de estudio (**ver acápite 4.5.6, Anexo C**). El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1<sup>a</sup>.

iv) Reclasificación de bandas espectrales

Este parámetro consistió en un procedimiento de clasificación binaria de los píxeles en las imágenes espectrales Pleiades-1<sup>a</sup>, en que los píxeles de las bandas espectrales de las imágenes se enfrentaron a la condición lógica de la presencia de cuerpos de agua versus otros recubrimientos, en base al segmento de longitud de onda que refleja cada banda. Para este caso se procedió el cumplimiento de la condición:

$$(B1 < B2) \text{ y } (B3 > B4)$$

Dónde las bandas corresponden a: B1 azul, B2 verde, B3 rojo y B4 infrarrojo cercano.

v) Transformación “Tasseled Cap”

La transformación “Tasseled Cap” (TCT) fue desarrollada para optimizar la visualización de la vegetación en imágenes multiespectrales (Hernández, 2005). Esta transformación produce tres nuevas bandas a partir de las originales de la imagen: Brillo (Brightness), Verdor (Greenness) y Humedad (Wetness).

En el caso de la componente de humedad es un contraste entre la reflectancia en el infrarrojo de onda corta (SWIR) y el visible/infrarrojo cercano (VNIR), proporcionando una medida del contenido de humedad del suelo. En estas bandas, el agua absorbe la radiación (con coeficientes de ponderación negativos) respecto al resto de las bandas menos afectadas por la humedad (coeficiente bajo y positivo) (Crist & Cicone, 1984; Crist, *et al.*, 1986).

Este parámetro se utilizó sólo en el caso de Landsat 8 y para su cálculo se utilizaron coeficientes que derivan estadísticamente a partir de estas imágenes y de observaciones empíricas que son específicos para cada sensor (Crist, *et al.* 1986).

#### **4.3.4 Medición del Nivel de las Lagunas**

##### Materiales y/o Equipos

Los instrumentos que se utilizan para la medición del nivel de las lagunas son limnímetros y un flexómetro. Los limnímetros instalados constan de una reglilla graduada y junto a ella una estaca o tubo de PVC dependiendo del punto.

##### Metodología de Medición

El nivel de agua de las lagunas se mide con el flexómetro, en la regla limnimétrica (limnómetro), adherida a una estaca. Se mide la distancia entre el espejo de agua y la Cota de Referencia del Limnómetro, que corresponde a la cota topográfica de referencia del punto de monitoreo o cota collar y posteriormente, se le resta dicha distancia medida a la cota collar del punto respectivo. De esta manera se obtiene la cota topográfica del espejo de agua en m.s.n.m.

La lectura se repite 3 veces y se compara con el valor del mes anterior. Se verifica que la medida de nivel no sea significativamente distinta a la medida previa indicada en la hoja de terreno, en cuyo caso se debe verificar una posible explicación e indicarla en las observaciones, lo anterior se deja registrado en la hoja de terreno.

Finalmente el nivel reportado en los informes de monitoreo mensuales corresponde al promedio de las 3 lecturas aproximado a tercer decimal en metros.

#### **4.3.5 Medición de Niveles Freáticos**

##### Materiales y/o Equipos

La medición de la profundidad del nivel del agua en los pozos y piezómetros se midió con un pozómetro marca Solinst Modelo 101 o con pozómetro Geotech, dependiendo del que estuviera disponible.

En cuanto a los tipos de instrumentos que se utilizan para monitorear las distintas variables ambientales, se observa que se cuenta con pozos, piezómetros y multipiezómetros. Los multipiezómetros están compuestos por 3 piezómetros, denominados piezómetro A, que es el más somero y está habilitado en agua salobre, el piezómetro B que está habilitado solamente en la salmuera y el piezómetro C que está totalmente ranurado (Figura 4-14). En el piezómetro C es donde se realizan los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura.



La medición se realiza desde la parte superior del pozo, identificada como boca del pozo, y que corresponde a la cota de referencia o cota collar (cota terreno + altura del stick up o brocal del pozo). De esta manera la profundidad registrada en la libreta de campo incluye además de la profundidad del agua desde el terreno, la altura desde la boca del pozo hasta el terreno<sup>14</sup>.

Por último, antes de retirarse de cada punto de monitoreo, se completa la tabla de registro de niveles en la libreta de terreno; se registran fotográficamente las condiciones de cada punto y se lava el electrodo con agua destilada y se seca con toalla de papel antes de guardarlo.

### 4.3.6 Medición de Evaporación y Evapotranspiración

#### Materiales y/o Equipos

En la Tabla 4-12 se detallan cada uno de los materiales y equipos que se utilizan para la medición de la EVT a través de la metodología del domo. En la Figura 4-15 se muestra el instrumental, el cual utiliza en su interior un sensor de humedad y medición de presión atmosférica.

**Tabla 4-12 Materiales y Equipos para la medición de la EVT**

Equipo	Parámetros
Pozómetro Geotech / Solinst	Nivel piezométrico
Sensor de humedad Vaisala HMP75	Temperatura Humedad Relativa
Visor Vaisala HM70	No aplica
Anemómetro	Velocidad del viento
Barómetro Lutron SP-82AC	Presión atmosférica
Cúpula de acrílico diámetro 101,5 [cm] (Domo A)	No aplica
Cúpula de acrílico diámetro 101 [cm] (Domo B)	No aplica
Ventilador	No aplica

Fuente: Información Informes monitoreo mensual ICASS Ltda.

#### Metodología de Medición

Las mediciones de EVT se realizan mediante el método de la cámara semiesférica o domo<sup>15</sup> propuesta por el *USGS*, el cual se considera el método que mejor determina la evaporación o evapotranspiración en un punto determinado. Este método consiste en una semiesfera o domo de acrílico, el cual es ubicado sobre suelo con vegetación

<sup>14</sup> La altura medida desde el terreno hasta la boca del pozo recibe varios nombres, como por ejemplo stick-up o brocal.

<sup>15</sup> Medición con Domo, Según Stannard (1988), se utiliza una cámara semiesférica ya que esta forma permite una mezcla eficiente del vapor de agua con el aire al interior de la cámara y minimiza la distorsión de la radiación. El material sugerido es acrílico de 5 mm de espesor.

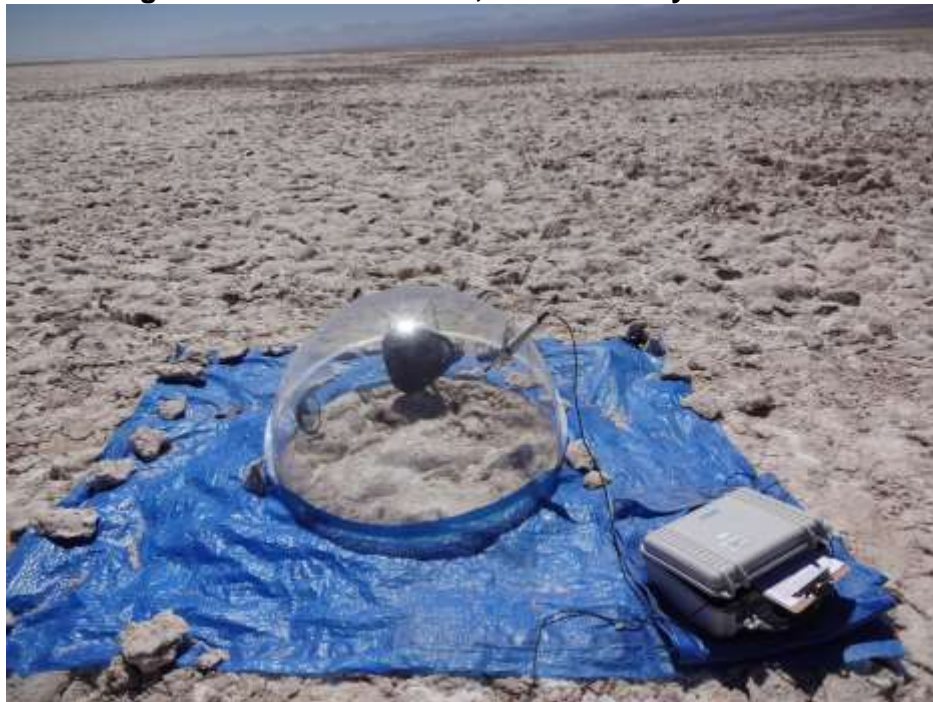


(evapotranspiración) o raso (evaporación), dependiendo de las características específicas del lugar a monitorear.

Las actividades que se realizan en terreno se pueden resumir como sigue:

- Lo primero que se realiza, es configurar el sensor de humedad relativa y temperatura para realizar mediciones en periodos fijos durante el tiempo deseado, por ejemplo mediciones cada 1 segundo durante 1 minuto o mediciones cada 5 segundos durante 5 minutos.
- Posteriormente, se coloca el domo en la superficie a monitorear y en su interior se ubican de acuerdo a un procedimiento y geometría establecida, un sistema de ventilación (1 o 2 ventiladores) y un sensor de humedad; todos estos equipos se encienden manteniendo el domo abierto para favorecer la ventilación. Ver foto de domo en Figura 4-15.
- Se observa la evolución de los parámetros en el sensor hasta que se estabilizan la humedad relativa y la presión de vapor; llegado este momento se comienza a registrar, se baja el domo a nivel de la superficie del terreno, luego se cubren los orificios entre el domo y la superficie del terreno con una lona, debido a la rugosidad del suelo) durante el tiempo que dura la medición.
- Al finalizar se levanta el domo para que se ventile hasta la siguiente medición.
- La duración de cada medición depende de la superficie sobre la que se mide, ya que para zonas con vegetación es suficiente medir durante 2 minutos mientras que en suelos secos se necesita medir por más tiempo.
- Estas mediciones se realizan cada 30 minutos, durante todo el día, por dos días consecutivos, desde el amanecer hasta el atardecer.
- Junto con lo anterior, con el anemómetro se mide la velocidad del viento fuera del domo a la altura donde se ubican los ventiladores y se mide el nivel freático del lugar según el procedimiento descrito anteriormente.
- Finalmente se registra en la hoja de terreno la hora de la medición, las condiciones de nubosidad, velocidad del viento para esa medida, profundidad del nivel freático del día, hora de amanecer y hora de atardecer del día de la medición.

**Figura 4-15 Foto de Domo, Psicrómetro y Ventilador**



Fuente: Foto “DSC03631.jpg” campaña septiembre 2016. ICASS Ltda para Rockwood Litio Ltda.

#### Metodología de Cálculo de tasa diaria

Las variables registradas en terreno sirven de input para estimar la tasa de evaporación instantánea de ese punto de medición particular. El procedimiento consiste en determinar la tasa de cambio en la evolución de la densidad de vapor de agua en el tiempo, durante 1 minuto para las mediciones. Luego la evaporación es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{86,4 \cdot M \cdot V}{A \cdot C} \left[ \frac{mm}{d} \right]$$

donde,

- E* : Tasa de evaporación instantánea en [mm/día]
- M* : Tasa de cambio de la densidad de vapor de agua en el domo [g/m<sup>3</sup>-s], calculado como la pendiente máxima de la curva de la Figura 4-16 Tasa de cambio de densidad de vapor de agua.
- V* : Volumen del domo, descontando el volumen de los accesorios en su interior [m<sup>3</sup>]
- A* : Área superficial cubierta por el domo [m<sup>2</sup>]
- C* : Factor de calibración

$$V = \frac{4}{3} \frac{\pi r^{*3}}{2}$$

donde,

$r^*$  : Radio del Domo expresado como el promedio entre el radio "r" y el alto [m]

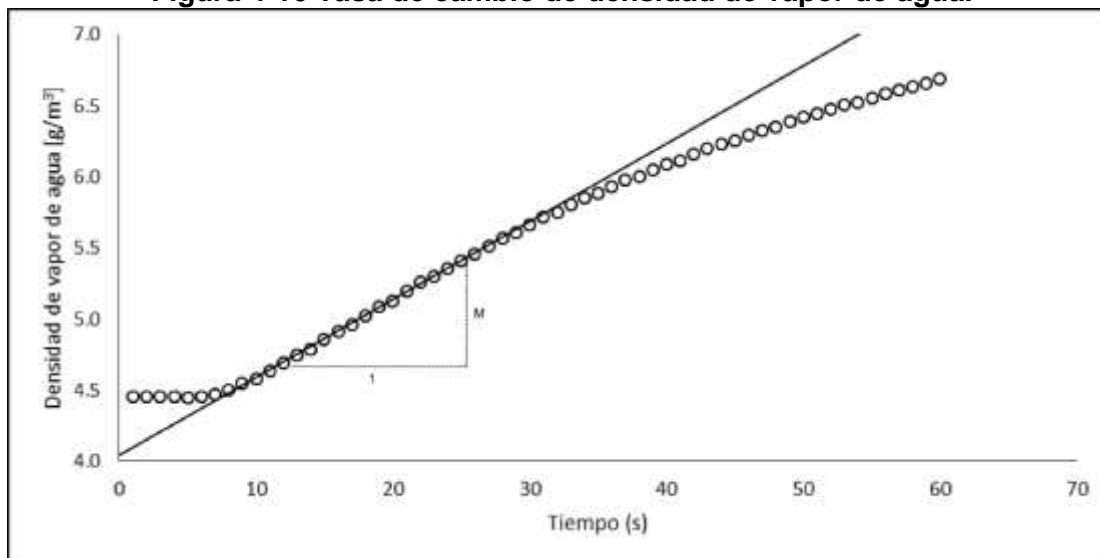
$$A = \pi r^2 \left[ \frac{mm}{d} \right]$$

El factor 86,4 de la primera de las expresiones, surge al hacer la conversión de unidades, que convierte gramos de agua por metro cúbico por segundo a milímetros por día. Las dimensiones de los domos utilizados para el monitoreo son las siguientes:

- Domo A: 101,5 [cm] de diámetro por 46 [cm] de alto
- Domo B: 101 [cm] de diámetro por 46 [cm] de alto

Respecto del factor de calibración (C) este corresponde a una comparación entre la evaporación real y la evaporación determinada según el método descrito. La calibración permite además compensar errores de medición propios del sensor y del método, así como también una posible mezcla incompleta de aire dentro del domo. El método de comparación consiste en cuantificar la pérdida de agua por evaporación desde un recipiente con agua, medida a través de una balanza de precisión. El detalle de las calibraciones realizadas en las campañas se entrega en Anexo L.

**Figura 4-16 Tasa de cambio de densidad de vapor de agua.**

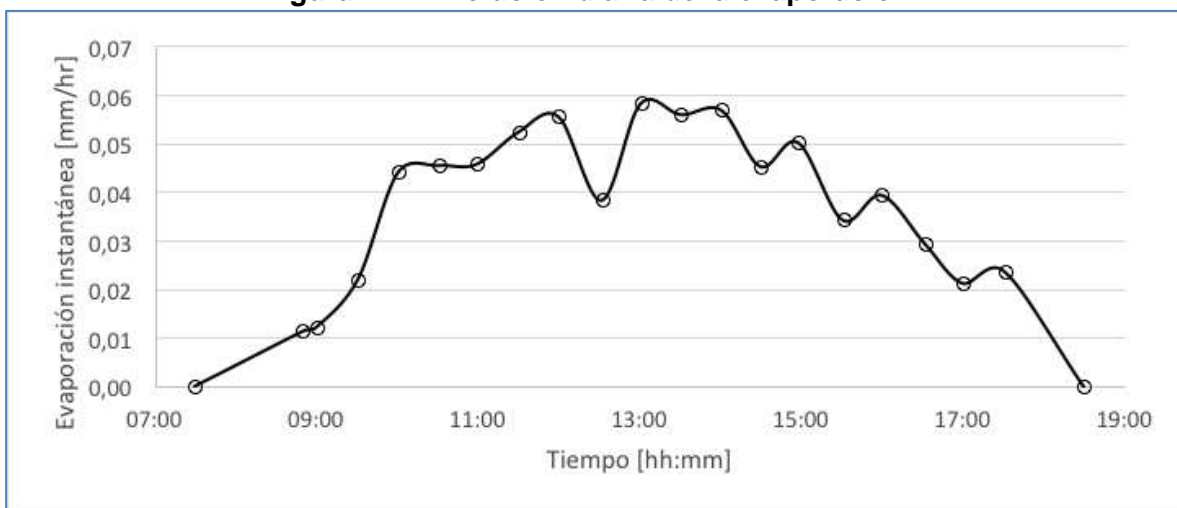


Fuente: Figura 5, Informe Campaña Sept 2016 - Monitoreo ICASS Ltda.

Las mediciones del psicrómetro reflejan el aumento de la densidad de vapor de agua al interior del instrumento, cuya tasa de incremento es proporcional a la evapotranspiración o evaporación según corresponda (Figura 4-16). El ajuste de una recta en la sección de pendiente constante entrega un valor puntual de evapotranspiración a la hora de la medición.

Finalmente, para obtener la evaporación diaria deben integrarse las mediciones realizadas a lo largo del día, donde el comienzo de la evaporación está dado por el amanecer y el final por el atardecer (figura ejemplo Figura 4-17).

**Figura 4-17 Evolución diaria de la evaporación.**



Fuente: Figura 6, Informes Campaña de Septiembre 2016 – Monitoreo ICASS Ltda para Rockwood Lito Ltda.

#### **4.3.7 Medición de la Posición de la Interface Salina**

##### Materiales y/o Equipos

Los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura se realizaron con una sonda SEBA Keller – Q2, cuya ventaja es que mide valores de conductividad de hasta 200 mS/cm un valor superior al equipo utilizado anteriormente y con una precisión de +/- 1  $\mu$ S y de +/-5% cuando la conductividad está por encima de 200 mS/cm en un rango de temperatura de entre -5 y 50 °C. Esta sonda permite obtener medidas más confiables en las aguas-salmueras que presentan conductividades altas.

### Metodología de Medición

El monitoreo de la posición de la interfase salina se realiza a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportan como datos y gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica [m.s.n.m.] de la posición de la interfase, se cuenta con la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo.

En cuanto a la metodología de medición:

- Se comienza con la calibración de la sonda, y verificación de su correcto funcionamiento.
- Luego, se inicia el descenso de la sonda por el pozo, hasta que la sonda detecte el nivel del agua dentro de la perforación, en ese punto se registra la temperatura (T) y conductividad eléctrica (CE).
- Una vez alcanzada el agua, se continúa descendiendo la sonda y se registran los valores de T y CE a intervalos de entre 20 – 50 cm y 1 metros, dependiendo de los valores de conductividad, con la finalidad de detallar lo más posible la zona de interfase.
- Finalmente, cuando se llega a la salmuera, se continúa descendiendo la sonda a intervalos de 2 metros hasta alcanzar el fondo del pozo.
- Una vez finalizada la medición se recoge la sonda, cuidando de limpiar los restos de sal que pudieran quedar adheridos al cable.
- Por último, se limpian los sensores con agua destilada.

Las lecturas realizadas por la sonda se observan en una pantalla al costado del tambor del equipo, y tardan alrededor de 1 a 3 minutos en estabilizarse cada una. Una vez estabilizadas, se procede a registrarlas en la libreta de terreno. Las medidas registradas se referencian según la cota collar de cada punto.

#### **4.3.8 Muestreo y Análisis de la Composición Química del Agua**

##### Materiales y/o Equipos

Para la variable de calidad físico química de las aguas, se realiza a) muestreo de aguas, para envío a laboratorio; b) medición de parámetros in situ y c) posteriormente análisis en laboratorio, que en el año 2016 correspondió a ALS Global.



**a) Materiales y equipos para la Toma de Muestras.**

En la Tabla 4-13 se indican los materiales necesarios para la toma de muestras.

**Tabla 4-13 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras**

Material/Equipo	Parámetros
Envases de Laboratorio	- Analitos comprometidos para muestras de aguas superficiales y subterráneas.
Bomba peristáltica para filtrado Geotech	- Para muestras de agua subterránea / superficial
Pozómetro Geotech	- Para muestras de agua subterránea
Bomba "Watterra"	- Para muestras de agua subterránea
Bailer simple	- Para muestras de agua subterránea.

Fuente: Elaboración Propia

**b) Materiales y equipos para la Medición in situ.**

En la Tabla 4-14 se indican los materiales necesarios para la medición in situ.

**Tabla 4-14 Materiales y Equipos para la medición de parámetros in situ**

Equipo	Parámetros
Multiparámetro Hanna HI9828/HI9829	- Temperatura - pH - Conductividad eléctrica - Sólidos disueltos totales - Salinidad (*)
Pozómetro Geotech	- Nivel piezométrico
Medidor de oxígeno Hanna HI9146	- Concentración de oxígeno - Saturación de oxígeno - Temperatura
Kit de filtrado Millipore	- No hay parámetro asociado
Bomba Watterra	- No hay parámetro asociado
Titulador Hanna HI84431	- Alcalinidad total (*)

Nota (\*) Estos parámetros se monitorean de manera voluntaria y no como una obligación de alguna RCA.

**c) Materiales y equipos para análisis de laboratorio.**

En la Tabla 4-15 se indican los materiales necesarios para el almacenamiento y traslado de muestras.

**Tabla 4-15 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras**

Equipo	Parámetros
Envases de plástico de 125 ml	- Metales (totales y disueltos) - Densidad - Nitrato
Envases de plástico de 250 ml	- Alcalinidad total y bicarbonatada (*)
Envases de plástico de 500 ml	- Conductividad - SDT - Bromuros (*) - Cloruros - Sulfatos - pH - Alcalinidad Carbonatada (*) - Fluoruros (*)
Preservantes HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- Metales totales y nitrato

Nota (\*) Estos parámetros se monitorean de manera voluntaria y no como una obligación de alguna RCA

Fuente: Laboratorio ALS Santiago

Todos los envases son conservados a una temperatura de 4°C hasta el momento de su análisis en el laboratorio de Antofagasta, mediante el uso de icepack. El traslado de las muestras se realiza una vez por semana, y la entrega se hace por parte del personal de terreno en la sede del laboratorio ALS en Antofagasta.

### Metodología de Medición

#### **a) Metodología para la Toma de Muestras.**

- **Aguas superficiales:** El agua es recolectada directamente con los envases que son entregados al laboratorio; éstos son enjuagados tres veces con agua del mismo punto (en caso de no llevar preservante). Los envases son debidamente etiquetados, preservados con ácido, si corresponde, y guardados en un cooler.

Previo a la toma de muestras, se etiquetan los envases estando éstos secos, indicando:

- Nombre del Punto y/o Código de muestra.
- Cliente.
- Tipo de muestra (agua superficial/subterránea).
- Fecha y hora de muestreo.
- Corresponde a muestra Filtrada/No filtrada.
- Contiene o no Preservante, y de cuál se trata.

La toma de muestra se realiza directamente desde el punto superficial, siendo en ocasiones necesario ingresar al cuerpo de agua. Se toma la muestra desde un punto lo más alejado del borde del cuerpo de agua o desde el sector que exista

una mayor circulación de agua, procurando siempre no revolver el fondo ni generar material en suspensión.

Posteriormente, el mismo día de la toma de la muestra se mide la alcalinidad (parámetro no obligatorio por RCA) y se filtra el agua para el envase correspondiente, utilizando el kit de filtrado y la bomba peristáltica. Luego todos los envases son guardados en frío hasta que son llevados al laboratorio.

- **Aguas subterráneas:** La metodología general comienza con la medición del nivel freático en el pozo y con ello se estima el volumen de agua a purgar. La purga de los pozos se realiza con el objetivo de asegurar que se está tomando una muestra representativa del agua subterránea.

Luego de purgado en el pozo, se extrae en un recipiente previamente aclimatado un volumen de agua suficiente como para llenar los envases suministrados por el laboratorio que realizará los análisis y que serán entregados al laboratorio. Los envases son debidamente etiquetados, rellenados, preservados con ácido los que corresponde y guardados en un cooler.

Posteriormente, el mismo día de la toma de la muestra, se mide la alcalinidad y se filtra el agua (utilizando el kit de filtrado y la bomba peristáltica) para el envase correspondiente de todas las muestras tomadas en ese día, las que se mantienen en frío hasta que ingresan al laboratorio.

En los pozos, el equipo utilizado para la purga y toma de muestra fueron Waterra o bailer, dependiendo de las características del pozo.

Cabe indicar que el monitoreo del mes de diciembre fue realizado por una ETFA, quienes utilizaron sus propios equipos y metodologías. Las campañas anteriores a diciembre no fueron realizadas por ETFA por ser de carácter voluntario.

#### **b) Metodología para la Medición In situ de calidad de aguas.**

En terreno se miden los parámetros in-situ: temperatura (T), conductividad eléctrica (CE), pH, sólidos disueltos totales (SDT) y concentración de oxígeno disuelto (O.D.).

Los parámetros físicos-químicos pH, CE y T, son medidos con un equipo multiparámetro Hanna, Modelo HI 9828/HI 9829. Las lecturas de conductividad del multiparámetro van desde 0 a 200.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (CE real hasta 400  $\text{mS}/\text{cm}$ ) con una precisión de  $\pm 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ . La conductividad entregada por el instrumento está automáticamente estandarizada a 25°C. El sensor de temperatura opera en un rango entre los -5°C y los +55°C y posee una precisión de  $\pm 0,15^\circ\text{C}$ .

- Aguas superficiales: En primer lugar se limpia la sonda del multiparámetro con agua destilada, luego se introduce al cuerpo de agua a medir, de tal manera que los sensores queden sumergidos completamente en el agua. Una vez estabilizada la medida en la pantalla del equipo para cada uno de los parámetros medidos, se procede a anotar estos datos en la hoja de terreno y realizada la medición se procede a lavar el equipo con agua destilada, y a secar con toalla de papel.
- Aguas subterráneas: En primer lugar se realizan las mediciones in situ (sonda previamente limpiada), intentando medirlas directamente en el agua sin “apartarla” de donde se encuentra. Es decir, si los pozos se encuentran bombeando agua, se localiza la salida de ésta se lava el envase para las mediciones in situ con el agua extraída y posteriormente se coloca debajo de ésta.

Posteriormente, se introducen las sondas de los equipos de medición in situ, esperando el tiempo necesario para la estabilización de la medida y registrando el valor obtenido en la hoja de terreno.

### **c) Metodología para Análisis de calidad de aguas en Laboratorio**

Respecto de los parámetros que deben ser analizados en laboratorio, Tabla 4-16 se indican los procedimientos analíticos o metodologías utilizadas para los respectivos elementos, identificándolos por medio de sus códigos indicados al pie de la misma.

Durante el año 2016, el laboratorio que realizó los análisis (ALS Global) varió algunas de sus metodologías debido a acreditación para ser ETFA. Es por ello que se adjuntan como Anexo H los certificados con los ensayos realizados como también de las metodologías aplicadas en cada uno de ellos durante el 2016.

**Tabla 4-16 Métodos analíticos de Laboratorio ALS**

Parámetro	Método de Referencia	Laboratorio
Metal Total ICP-MS (Agua)	EPA METHOD 6020 A - INDUCTIVELY COUPLED PLASMA – MASS SPECTROMETRY	SCL - Metales
Metales Disueltos ICP-MS (Agua)	EPA METHOD 6020 A - INDUCTIVELY COUPLED PLASMA – MASS SPECTROMETRY	SCL - Metales
(*) Densidad	Chang Raymond 2007. Ed. 9, 2007.	ANT - Inorganico
Alcalinidad Bicarbonato	QWI-IO-ALC-01, Emisión C, mod. 1 SM 2320 B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Alcalinidad Carbonato (SM)	QWI-IO-ALC-01, Emisión C, mod. 1 SM 2320 B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Alcalinidad Total (SM)	QWI-IO-ALC-01, Emisión C, mod. 1 SM 2320 B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Bromuro (SM)	QWI-IO-BROMURO-01. Emisión C, mod. 1 SM 4500-Br-B. Ed 22, 2012.	ANT - Inorganico
Cloruros, Agua (SM)	SM 4500-Cl- B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Conductividad Eléctrica (SM)	QWI-IO-COND-01, Emisión B, mod.4 SM 2510 B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Digestión Ácida de Metales, Agua	SM 3030-D: Digestión de Metales, 21 st ed, 2005	ANT - Preparación de muestras
Fluoruro (SM), Subcontratado ETFA	SM 4500 F C	ANT - Subcontratado
N-NO3, Agua (SM)	SM 4500-NO3-B. Ed 22, 2012.	ANT - Inorganico
pH, Agua (SM)	SM 4500-H+ B, 22nd Edition 2012	ANT - Inorganico
Sólidos Totales Disueltos (SM)	SM 2540 C, 22nd Edition, 2012	ANT - Inorganico
Sulfato por secado, Agua (SM)	SM 4500-SO4-D. Ed.22, 2012.	ANT - Inorganico

Fuente: Informes de Ensayo ALS Life Sciences Chile Resolución ETFA 899; - Propuesta Comercial 16485/2016.2; *Campaña Diciembre 2016, Informe ALS (20.01.17)*

Donde:

ANT: Antofagasta, Chile.

SCL: Santiago de Chile.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"Nch": Norma Chilena.

"QWI": Procedimiento interno.



#### 4.3.9 Medición de los Caudales de Bombeo

##### Materiales y/o Equipos

**Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados**

Equipo	Parámetros
Caudalímetro o Flujoímetro Arkon, modelo MAG X2	- Caudal

##### Metodología de Medición

Tal como se indicó en el Anexo 3 de la Adenda 5, los caudales de extracción están disponibles online en tiempo real desde seis meses después de la aprobación del proyecto. A la fecha del informe se ha remitido a la autoridad el link para el acceso a la información.

La información se presenta en línea, a través de la plataforma “Dezem”, donde aparecen los pozos de extracción (salmuera y agua industrial), sus coordenadas, flujo y volumen en tiempo real. Mencionar que en Julio del año 2016 se le entregó usuario y clave de acceso a la autoridad ambiental.

#### 4.4 Fechas de medición, muestro y/o análisis.

Las fechas de muestreo y/o medición que se reportan en este Informe Anual PSAH son las que se indican en la Tabla 4-18 como meses en los cuales se realizaron las campañas, y cuyas fechas exactas se presentan en las tablas de Resultados de cada una de las variables en el Capítulo 5 Resultados y Análisis por variable.

Los ítems destacados en azul en la Tabla 4-18, muestran todas aquellas campañas que son compromiso de la RCA N° 21/2016, en la etapa de Operación, la cual comenzó el 28 de septiembre 2016. Las campañas anteriores a dicha fecha fueron realizada por el titular con el fin de dar continuidad a las mediciones, sin ser una obligación establecida en la RCA y por lo tanto se consideran voluntarias.

**Tabla 4-18 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2016**

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>Estación Meteorológica</b>	Continuo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Caudales Aforos</b>	Trimestral	X	X	X			X			X			X
<b>Superficie Lagunas</b>	Semestral								X				X
<b>Nivel de las Lagunas</b>	Mensual					X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Niveles Freáticos</b>	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Evapotranspiración (EVT)</b>	Continuo			X			X			X			X
<b>Perfilajes de CE</b>	Trimestral	X	X	X		X		X			X	X	X
<b>Calidad Química</b>	Trimestral	X	X	X		X		X			X		X
<b>Bombeo Salmuera y Agua</b>	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración Propia

## 5 RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE

A continuación se presenta para cada una de las variables ambientales comprometidas y monitoreadas en el marco del PSAH, para el período reportado (**Enero-Diciembre 2016**), los resultados de manera tanto numéricos como gráficos. En este último caso se presenta de forma integrada con la información histórica de cada variable cuando corresponda. Los registros históricos para cada variable se reportan en cada uno de los Anexos respectivos indicados en los acápite siguientes.

Además, se presenta un análisis de la evolución de cada una de las variables, en algunos casos por Sector y en otros a nivel de cuenca. En el acápite de Discusiones, se presenta el análisis integrado de la información, considerando más de una variable y los sistemas que son objeto de protección.

### 5.1 Variables Meteorológicas

En la Figura 5-1 se presenta la ubicación de las estaciones meteorológicas existentes en la cuenca del Salar de Atacama.

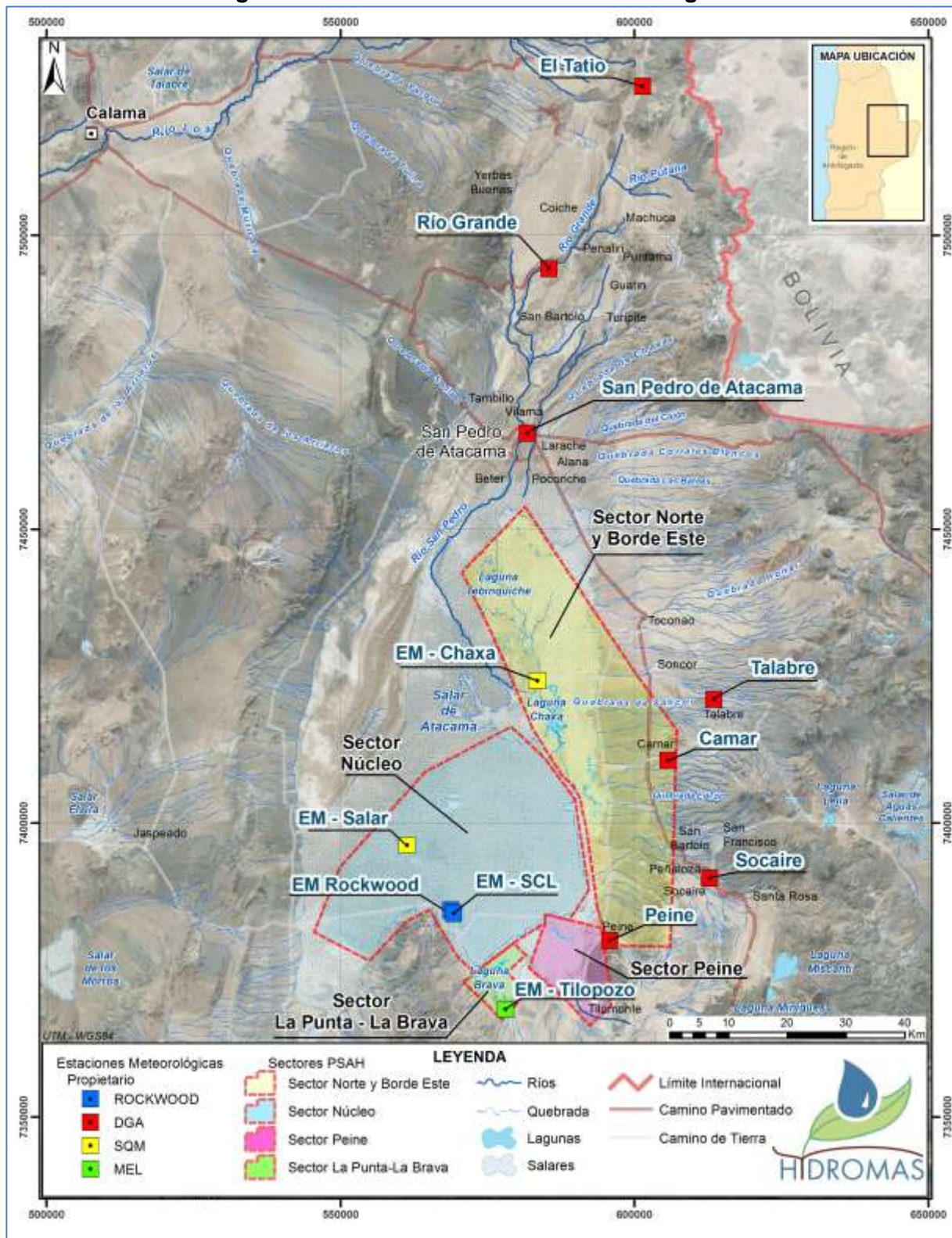
Los datos diarios de precipitación (mm), evaporación en lámina libre (mm), temperatura atmosférica extremas (°C), máximas y mínimas; y presión atmosférica (mbar), todos registradas por la estación meteorológica “EM – Rockwood”, instalada en Rockwood Lithium Planta Salar, se presentan desde la Tabla 5-1 a la Tabla 5-5. En el **Anexo A-1 y Anexo A-2**, se presentan los datos en escala diaria y mensual de Rockwood, respectivamente; y en **Anexo A-3 y Anexo A-4** de este Informe se presentan los datos a escala mensual para las diferentes estaciones de terceros recopiladas en la zona del Salar de Atacama.

Los registros de Precipitación diaria, Temperatura (máximas y mínimas) y evaporación previos a mayo 2016 provienen de la estación de RWL, EM-SCL (estación antigua, color azul en Tablas 5-1, 5-3, 5-4 y 5-5) y desde mayo 2016, de la nueva estación instalada por RWL (color negro en Tablas 5-1, 5-3, 5-4 y 5-5).

La EM-SCL registraba datos de Precipitación (mm), evaporación en lámina libre (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%). A partir de Mayo 2016, se oficializó la nueva estación EM – Rockwood, según lo indicado en **acápite 4.2.2 de este informe**, la estación EM-Rockwood reemplaza a la antigua estación EM-SCL, a partir de mayo del 2016.

Sin embargo, durante el año 2016 se mantuvo el registro de evaporación en la estación EM – SCL de manera de comparar los datos entre ambas estaciones.

**Figura 5-1 Ubicación Estaciones Meteorológicas**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-1 Precipitación Diaria PP (mm), en Estación Rockwood año 2016**

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep.	Oct	Nov	Dic	PP anual
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
18	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
19	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
30	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
31	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	
<b>PP mensual</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>1,7</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>3,3</b>

Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”



**Tabla 5-2 Presión Atmosférica Diaria (mbar), en Estación Rockwood año 2016**

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	-	-	-	-	776,4	774,1	776,7	776,1	776,7	773,9	774,4	774,5
2	-	-	-	-	776,7	776,7	775,7	776,6	776,2	775,2	775,3	774,1
3	-	-	-	-	775,3	776,7	775,3	776,8	775,5	775,2	775,1	775,2
4	-	-	-	-	776,0	777,0	774,2	776,7	775,4	775,4	775,0	774,7
5	-	-	-	-	776,1	774,8	773,4	775,8	776,5	775,2	775,5	773,9
6	-	-	-	-	775,6	775,4	778,0	774,3	776,9	773,2	775,7	773,2
7	-	-	-	-	776,6	776,9	777,3	775,7	775,9	773,8	775,2	774,3
8	-	-	-	-	775,7	777,8	778,6	776,2	778,1	774,0	774,6	773,6
9	-	-	-	-	776,1	777,6	778,5	775,7	775,7	773,5	774,0	774,1
10	-	-	-	-	776,4	778,5	777,0	775,9	776,5	775,4	773,7	774,6
11	-	-	-	-	778,7	779,7	775,5	777,9	777,8	775,7	776,3	776,1
12	-	-	-	-	776,9	777,6	776,4	776,3	775,8	775,2	775,7	775,2
13	-	-	-	-	776,4	776,7	775,5	775,1	773,5	775,4	775,0	774,2
14	-	-	-	-	777,3	778,6	777,1	775,2	775,1	774,3	775,4	775,1
15	-	-	-	-	776,7	779,3	775,3	775,1	776,7	776,1	774,5	774,7
16	-	-	-	-	775,9	779,2	777,5	775,6	776,5	775,3	774,4	776,8
17	-	-	-	-	776,6	776,0	776,1	776,4	775,0	773,3	774,7	774,3
18	-	-	-	-	776,1	776,3	776,9	776,2	775,3	773,7	773,2	772,8
19	-	-	-	-	775,3	776,0	775,8	775,7	774,2	776,2	774,8	771,8
20	-	-	-	-	776,4	775,8	777,4	776,1	774,0	774,2	774,2	773,6
21	-	-	-	-	777,5	776,6	778,5	775,9	774,8	773,0	773,7	773,1
22	-	-	-	-	776,9	777,3	778,0	775,8	774,4	773,9	773,5	772,7
23	-	-	-	-	778,3	777,0	777,7	774,9	775,3	777,0	774,3	773,6
24	-	-	-	-	778,6	774,7	775,3	775,9	775,7	776,7	774,9	773,6
25	-	-	-	-	777,1	770,3	776,2	776,1	775,5	775,6	774,9	774,0
26	-	-	-	-	775,7	772,2	776,1	775,2	774,6	774,5	775,8	774,5
27	-	-	-	-	775,5	776,1	775,2	775,0	774,0	773,3	774,8	773,1
28	-	-	-	-	777,0	776,7	775,3	773,7	774,8	772,9	774,6	773,2
29	-	-	-	-	776,4	777,6	775,1	775,6	776,5	773,6	774,4	772,9
30	-	-	-	-	775,4	776,9	774,3	777,1	775,7	774,5	774,8	773,6
31	-	-	-	-	776,5	-	774,0	776,4	-	774,9	-	774,4
<b>Presión atmosférica Media Mensual</b>					<b>776,5</b>	<b>776,5</b>	<b>776,3</b>	<b>775,8</b>	<b>775,6</b>	<b>774,6</b>	<b>774,7</b>	<b>774,0</b>

Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL "EM-Rockwood"

Previo a mayo del 2016, la Estación SCL no medía Presión atmosférica, por esa razón no existe dato en la tabla.

**Tabla 5-3 Temperatura Máxima Diaria (°C), en Estación Rockwood año 2016**

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	31,0	30,0	32,0	32,0	25,9	20,0	21,6	22,1	24,0	27,2	27,5	28,9
2	31,0	28,0	33,0	33,0	24,7	17,6	21,9	24,4	24,0	28,3	26,6	29,3
3	30,0	29,0	32,0	31,0	25,7	19,9	21,4	23,6	23,5	27,8	27,5	29,0
4	30,0	29,0	29,0	30,0	25,3	18,9	20,9	23,7	22,1	27,1	30,2	30,4
5	30,0	30,0	28,0	27,0	23,1	18,3	16,0	24,6	20,8	26,6	32,2	28,9
6	30,0	33,0	28,0	30,0	24,3	19,5	15,5	23,4	21,1	26,9	32,4	30,2
7	28,0	28,0	27,0	30,0	23,0	18,8	16,2	20,7	23,9	27,6	31,1	29,3
8	29,0	31,0	27,0	30,0	21,3	20,6	18,0	21,2	23,4	26,4	29,8	28,3
9	31,0	33,0	28,0	29,0	21,3	20,6	16,6	21,2	25,1	26,8	29,7	28,1
10	30,0	33,0	28,0	30,0	19,0	20,0	15,8	22,1	26,6	26,5	29,7	23,8
11	30,0	32,0	28,0	30,0	22,0	21,0	19,2	22,7	28,4	25,3	29,5	24,7
12	29,0	30,0	27,0	29,0	23,4	21,6	20,8	23,1	28,5	26,0	28,5	26,4
13	28,0	31,0	28,0	29,0	24,5	22,3	20,7	22,5	28,3	24,9	27,9	28,1
14	30,0	33,0	30,0	27,0	24,9	22,2	20,3	23,2	28,5	26,3	26,4	30,0
15	30,0	34,0	32,0	30,0	24,1	23,2	20,2	23,7	25,9	27,1	24,9	31,8
16	31,0	29,0	33,0	31,0	25,2	22,8	19,6	24,4	27,1	26,6	24,0	31,1
17	32,0	34,0	34,0	31,0	24,1	20,9	17,7	25,3	27,9	27,5	25,5	31,0
18	32,0	31,0	32,0	26,0	22,2	21,3	20,3	23,9	28,2	26,8	28,2	30,9
19	32,0	32,0	30,0	27,0	22,3	20,1	19,5	24,3	28,0	24,4	27,2	31,4
20	32,5	33,0	29,0	23,0	22,3	19,5	22,9	22,4	29,5	27,2	25,9	30,5
21	33,5	32,0	29,0	26,0	22,3	18,1	23,7	22,7	29,2	27,8	26,2	31,4
22	34,5	29,0	30,0	26,0	23,5	19,2	22,8	24,4	28,8	28,1	25,3	30,5
23	34,0	30,0	27,0	25,0	23,8	19,7	21,8	27,2	28,9	27,2	25,6	30,7
24	31,0	30,0	28,0	21,0	23,6	21,2	21,8	27,5	29,5	28,0	26,6	28,0
25	29,0	31,0	30,0	22,0	23,6	18,1	21,5	24,6	28,7	27,9	27,9	28,3
26	28,0	28,0	30,0	25,0	22,1	11,1	18,7	24,1	28,5	27,3	28,8	28,1
27	30,0	29,0	30,0	23,0	19,8	13,9	20,7	25,5	29,0	28,1	28,4	29,4
28	30,0	31,0	29,0	24,0	20,8	17,2	22,3	21,7	29,7	29,7	28,6	29,0
29	30,0	31,0	33,0	25,0	20,9	18,6	24,0	18,6	28,9	28,3	28,9	30,6
30	29,5	-	33,0	27,0	20,1	21,3	23,6	14,7	27,9	28,7	30,4	30,8
31	30,0	-	31,0	-	23,0	-	23,3	19,3	-	27,6	-	30,6
<b>T° MAX mensual</b>	<b>34,5</b>	<b>34,0</b>	<b>34,0</b>	<b>33,0</b>	<b>25,9</b>	<b>23,2</b>	<b>24,0</b>	<b>27,5</b>	<b>29,7</b>	<b>29,7</b>	<b>32,4</b>	<b>31,8</b>

Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

**Tabla 5-4 Temperatura Mínima Diaria (°C), en Estación Rockwood año 2016**

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	9,0	11,0	11,0	9,0	7,6	9,7	2,6	2,6	-0,2	5,6	7,2	12,3
2	9,0	11,0	11,0	9,0	7,5	3,5	2,5	3,2	1,8	6,9	7,0	11,6
3	10,0	10,0	12,0	10,0	6,4	5,7	5,6	2,4	2,7	7,8	5,9	10,4
4	9,0	9,0	11,0	10,0	6,2	2,2	8,7	0,3	2,3	8,8	6,3	10,9
5	9,0	9,0	9,0	12,0	8,0	1,9	6,6	3,5	2,6	6,2	9,4	9,8
6	10,0	11,0	9,0	10,0	12,4	0,9	0,2	5,2	2,1	6,2	11,2	10,8
7	12,0	12,0	10,0	9,0	9,8	2,2	-2,2	10,1	2,5	6,8	10,9	10,0
8	11,0	13,0	11,0	9,0	5,6	0,1	-0,7	2,5	3,5	7,2	10,0	10,6
9	10,0	11,0	10,0	9,0	9,6	0,5	5,4	2,7	2,9	7,3	9,0	10,8
10	10,0	10,0	9,0	8,0	5,8	1,1	1,7	2,3	2,5	7,0	9,8	10,5
11	11,0	11,0	10,0	8,0	11,2	5,2	5,8	0,5	4,1	6,7	10,0	9,0
12	11,0	13,0	9,0	7,0	5,6	3,1	3,1	2,2	5,2	5,9	8,9	7,0
13	12,0	11,0	10,0	6,0	5,9	4,3	2,1	2,7	5,1	7,6	8,9	8,8
14	9,0	12,0	9,0	7,0	7,0	8,3	1,1	2,5	4,9	6,1	8,6	10,0
15	10,0	11,0	10,0	7,0	4,9	5,0	-0,7	3,2	4,7	5,8	8,2	10,5
16	9,0	11,0	11,0	7,0	6,2	5,0	-1,5	3,4	5,1	6,0	7,3	12,9
17	10,0	13,0	10,0	10,0	6,0	3,1	-0,5	3,5	5,9	5,3	6,7	12,0
18	10,0	15,0	15,0	10,0	3,8	3,9	-2,4	2,4	5,8	7,0	7,0	11,1
19	12,0	14,0	12,0	9,0	3,4	1,4	-2,5	2,4	5,9	8,4	9,2	12,0
20	13,0	14,0	10,0	10,0	3,6	-1,4	0,5	2,5	8,5	5,3	9,2	11,4
21	13,0	13,0	10,0	5,0	5,3	-1,2	1,7	0,6	7,7	7,0	8,8	10,8
22	12,0	14,0	10,0	5,0	4,1	-0,2	1,9	2,1	8,4	8,0	8,0	11,2
23	13,0	14,0	9,0	5,0	4,4	-0,5	2,5	1,5	8,3	9,9	7,1	12,1
24	12,0	14,0	7,0	5,0	2,4	0,1	1,1	3,9	8,4	7,0	7,0	12,7
25	11,0	14,0	7,0	4,0	4,9	1,8	0,9	5,6	8,5	7,6	6,8	12,6
26	11,0	14,0	7,0	4,0	3,7	3,9	1,9	4,1	7,2	7,5	9,2	13,4
27	10,0	13,0	7,0	4,0	5,5	-3,2	0,8	3,8	7,2	7,0	7,9	13,3
28	11,0	12,0	8,0	6,0	3,1	-3,4	-0,5	6,7	7,7	6,7	8,4	11,7
29	11,0	12,0	9,0	6,0	7,7	-0,2	1,0	3,1	7,7	8,9	8,9	11,2
30	11,0	-	9,0	6,0	10,2	4,3	0,6	-2,6	8,2	8,7	10,5	12,0
31	11,0	-	9,0	-	6,2	-	0,3	-1,2	-	8,3	-	11,1
<b>T° MIN mensual</b>	<b>9,0</b>	<b>9,0</b>	<b>7,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,4</b>	<b>-3,4</b>	<b>-2,5</b>	<b>-2,6</b>	<b>-0,2</b>	<b>5,3</b>	<b>5,9</b>	<b>7,0</b>

Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

**Tabla 5-5 Evaporación Diaria (mm), en Estación Rockwood año 2016**

Día \ Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	11,5	11,7	11,4	9,0	8,2	6,4	5,0	4,7	7,0	10,6	10,7	12,5
2	11,5	11,7	11,4	9,0	6,2	5,2	5,1	6,6	7,5	11,0	14,7	14,8
3	12,8	12,3	10,7	8,6	6,9	6,5	6,2	5,8	9,7	10,3	13,6	13,4
4	12,8	12,3	10,7	8,6	6,9	5,7	5,4	5,1	9,6	12,7	13,0	14,2
5	12,3	12,3	9,9	9,0	6,5	6,2	8,3	6,5	9,6	12,2	15,5	12,1
6	12,3	12,3	9,9	9,0	8,2	6,7	6,2	7,4	6,9	11,9	16,3	13,7
7	11,2	11,4	9,8	8,6	7,0	6,2	3,2	7,8	7,3	12,4	11,8	14,0
8	11,2	11,4	9,8	8,6	6,4	6,1	4,0	6,5	8,9	12,6	15,4	13,7
9	12,3	13,4	9,4	8,2	9,3	5,1	0,5	6,0	8,1	11,7	13,9	12,4
10	12,3	13,4	9,4	8,2	4,7	4,2	2,3	5,7	7,6	9,8	13,9	9,9
11	13,5	12,3	9,9	7,3	12,6	4,8	4,6	5,6	10,4	10,7	14,8	14,3
12	13,5	12,3	9,9	7,3	5,1	4,5	6,4	7,1	9,6	11,4	13,7	12,4
13	12,6	12,6	10,1	7,2	6,9	6,2	4,8	5,5	8,9	11,7	12,6	12,7
14	12,6	12,6	10,1	7,2	8,3	6,1	5,9	5,8	10,4	9,7	11,7	15,1
15	12,9	12,4	9,5	7,6	6,3	5,4	4,5	5,5	10,0	12,5	10,8	15,2
16	12,9	12,4	9,5	7,6	6,3	4,7	6,0	6,5	10,1	12,5	10,8	15,5
17	13,2	11,9	11,0	6,9	7,0	4,1	3,3	7,8	8,5	10,7	12,5	14,2
18	13,2	11,9	11,0	6,9	6,0	5,7	3,1	6,3	10,2	12,5	12,5	15,2
19	14,3	12,8	11,4	7,5	6,0	3,6	4,5	8,3	8,2	9,7	13,6	s/i
20	14,3	12,8	11,4	6,7	3,9	3,5	5,9	7,9	9,8	11,6	10,6	17,3
21	13,7	10,9	8,8	6,7	6,6	3,6	5,1	6,9	10,1	11,5	12,1	16,5
22	13,7	10,9	8,8	6,7	4,7	4,0	5,8	5,3	12,7	12,7	13,1	15,9
23	13,2	11,2	9,1	5,9	5,6	4,0	5,0	5,3	12,3	15,5	14,1	16,4
24	13,2	11,2	9,1	5,9	5,3	3,7	4,1	5,3	11,6	12,7	13,0	13,9
25	12,3	11,4	8,6	6,2	5,9	6,0	6,1	8,9	11,9	10,4	11,9	13,5
26	12,3	11,4	8,6	6,2	5,9	7,3	4,4	7,2	9,3	12,9	13,7	s/i
27	11,8	11,6	8,5	6,3	5,8	7,3	4,1	8,1	13,1	13,1	13,3	16,0
28	11,8	11,6	8,5	6,6	5,5	3,3	4,8	8,5	11,7	13,4	12,1	14,5
29	12,9	11,8	8,0	6,7	8,5	4,4	5,2	11,0	11,8	13,8	14,4	14,4
30	12,9	-	8,0	8,8	7,4	4,8	5,1	5,0	11,0	13,0	15,3	16,5
31	12,2	-	8,9	-	6,4	-	5,8	5,2	-	12,3	-	14,2
<b>EV Mensual</b>	<b>393,4</b>	<b>348,1</b>	<b>300,8</b>	<b>225,0</b>	<b>206,3</b>	<b>155,3</b>	<b>150,5</b>	<b>205,4</b>	<b>293,5</b>	<b>369,3</b>	<b>395,2</b>	<b>414,3</b>

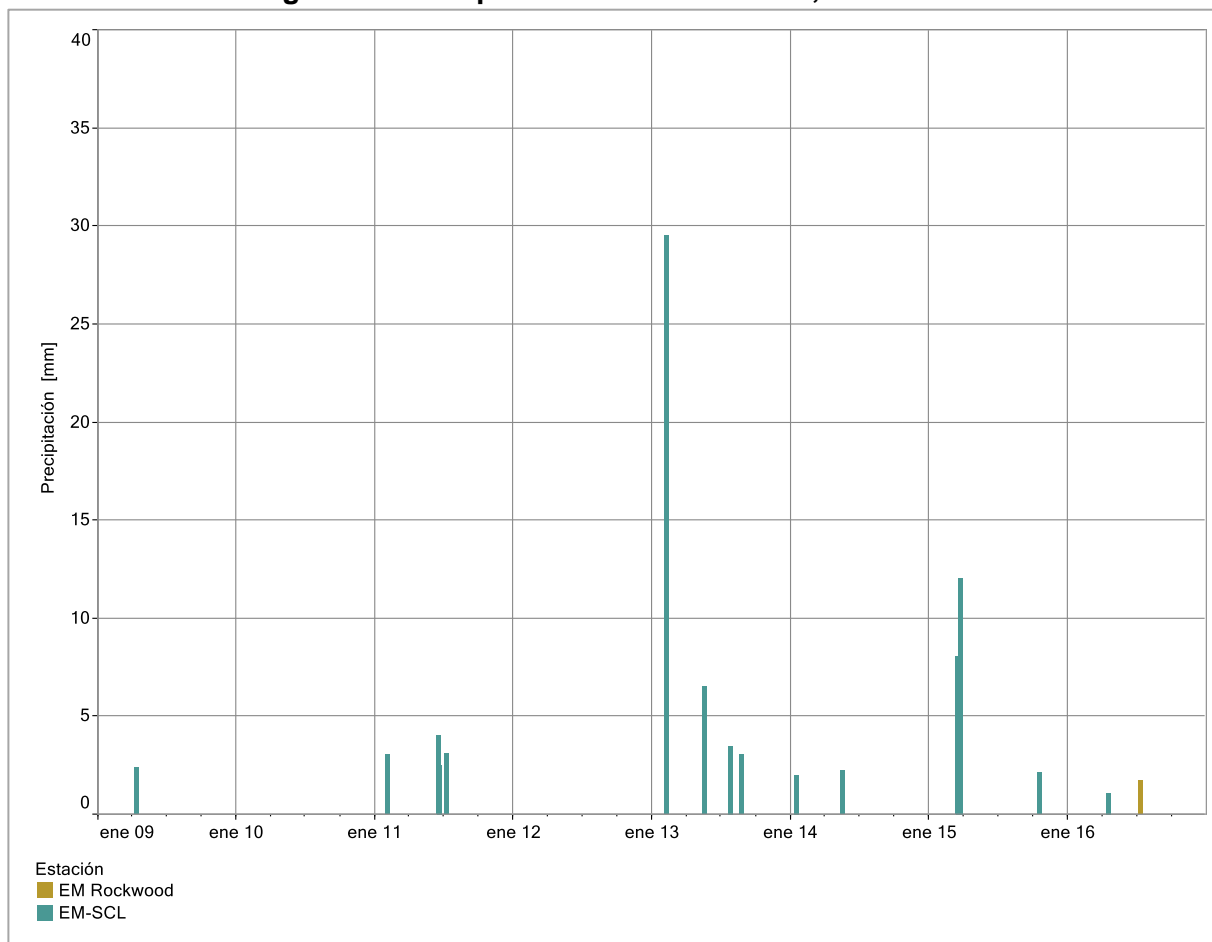
Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

Los datos registrados en “color azul” para los meses entre Mayo y Diciembre corresponden a la estación EM – SCL, debido a que a la EM – Rockwood se le realizó limpieza de bateas esos días.

En cuanto a los registros de la precipitación diaria desde el 2009 (Figura 5-2), se observa que, respecto de las precipitaciones acontecidas en los años anteriores, el año 2016 fue un año particularmente seco, con una precipitación total anual 2016 de 3,3 mm. Los años 2013 y 2015 fueron años que presentaron eventos de precipitación diaria superior a 25 mm y 10 mm respectivamente.

Se observa además que, los eventos de mayor magnitud ocurren durante los meses de verano (enero – marzo). Lo anterior, tiene su origen en el invierno altiplánico, fenómeno meteorológico en donde masas de aire caliente provenientes del Amazonas, cruzan la cordillera de los Andes originando abundantes precipitaciones.

**Figura 5-2 Precipitación Diaria Histórica, 2009-2016**

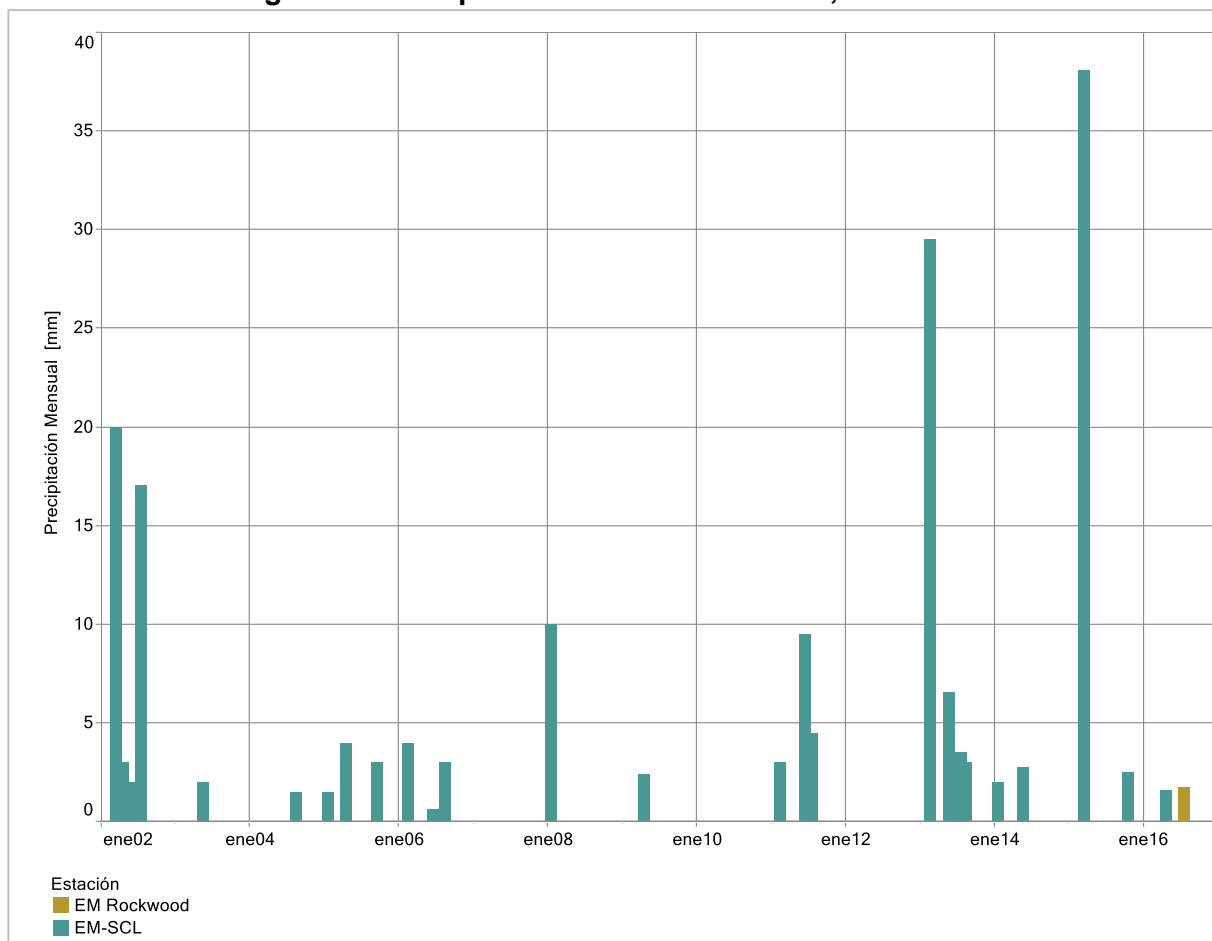


Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”



En la Figura 5-3 se presenta la precipitación mensual histórica para la estación en RWL, desde el año 2002 a la fecha, en la cual se puede apreciar que el año 2016 en una escala mensual, también corresponde a un año mas bien seco.

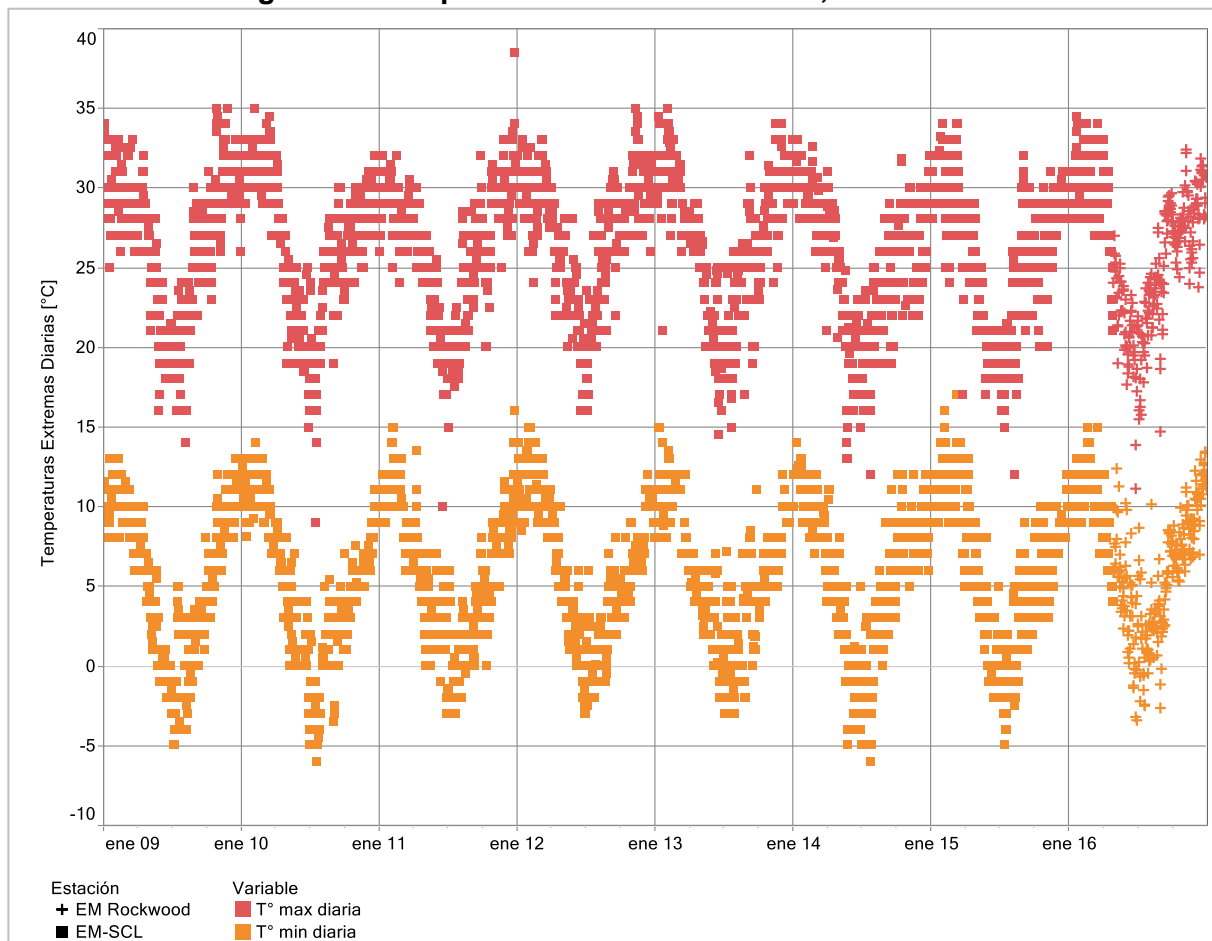
**Figura 5-3 Precipitación Mensual Histórica, 2002-2016**



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

En cuanto a las temperaturas extremas diarias, en la Figura 5-4 se observa una clara oscilación estacional, siendo las máximas temperaturas en temporada de verano (diciembre a marzo) y las mínimas en invierno (junio y agosto). Las máximas temperaturas, se alcanzan en verano, con valores cercanos a los 35°C en los meses de enero a marzo. Los valores mínimos son cercanos a los -5°C en el mes de julio. Por otro lado, la diferencia promedio entre las temperaturas máximas y mínimas diarias es de 20°C siendo prácticamente constante durante todo el año.

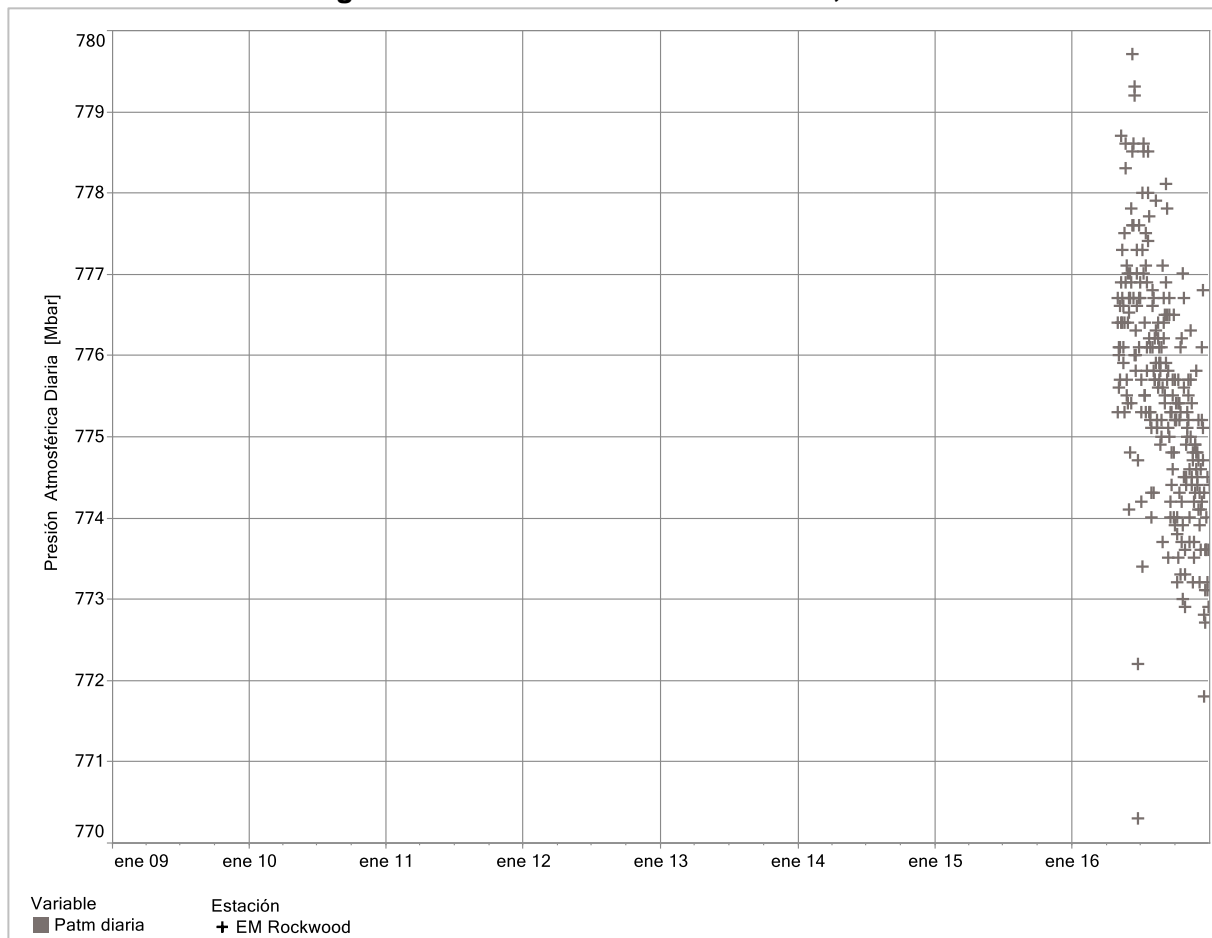
**Figura 5-4 Temperaturas Extremas Diarias, 2009 - 2016**



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

La Figura 5-5, mostrada a continuación muestra la presión atmosférica diaria solo para el período mayo - diciembre 2016, dado que esta variable comenzó a ser medida a partir de la instalación de la nueva estación. De acuerdo a los datos disponibles se observa una mayor presión atmosférica durante el mes de junio y luego un descenso constante hasta diciembre.

**Figura 5-5 Presión Atmosférica Diaria, 2016**

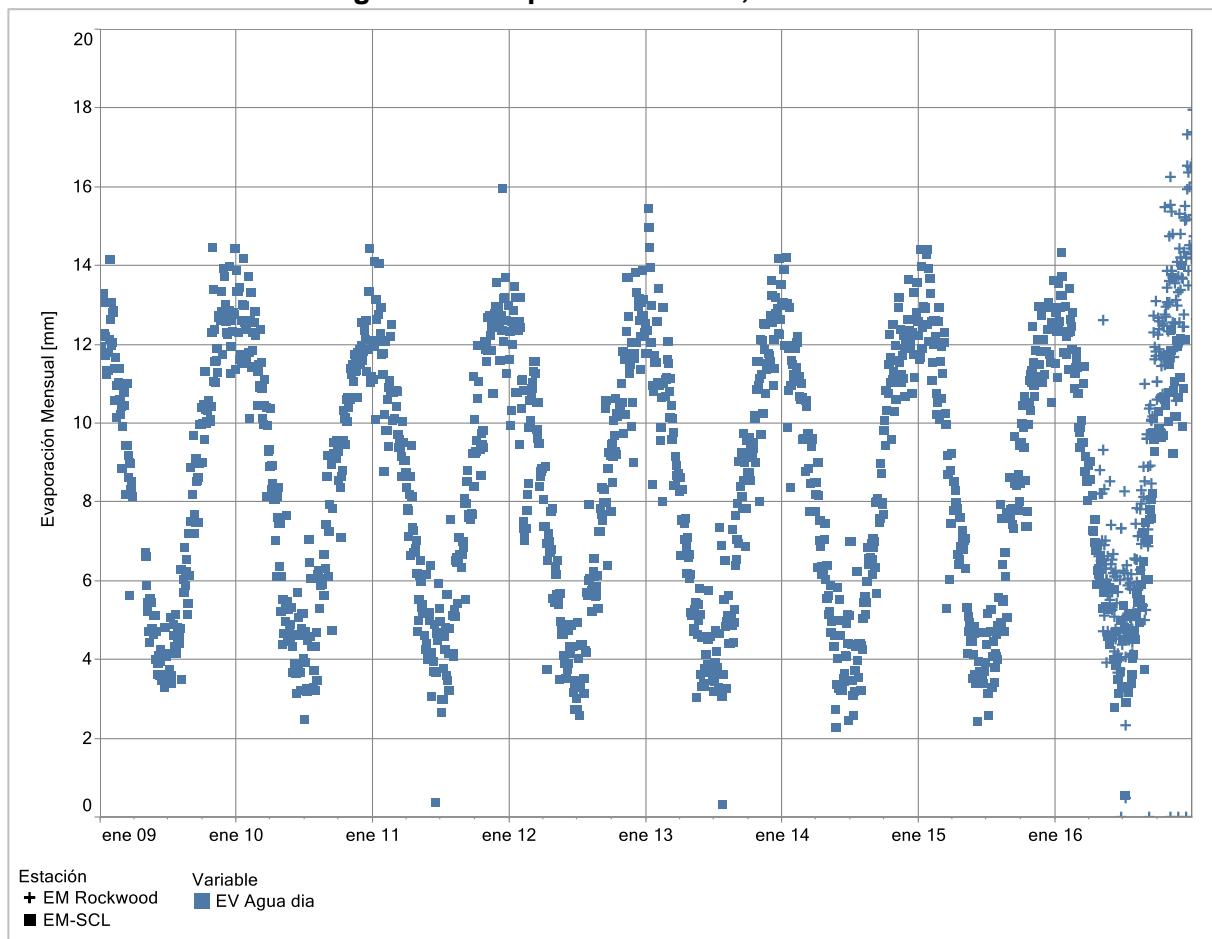


Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL "EM-Rockwood"

Respecto de la variable evaporación en lámina libre, la Figura 5-6 muestra la evaporación diaria, y se observa un claro comportamiento cíclico estacional, donde las mayores tasas de evaporación ocurren durante entre los meses de diciembre y febrero, mientras que las menores tasas de evaporación se observan en el periodo entre junio y agosto, lo cual es concordante con las variaciones de las temperaturas.

De las tasas de evaporación diaria, se observa que en los meses de noviembre y diciembre 2016, se han registrado valores de tasas de evaporación mayores a los que se registraron en años previos, alcanzando tasas de hasta 17,3 mm/d el 20 de diciembre.

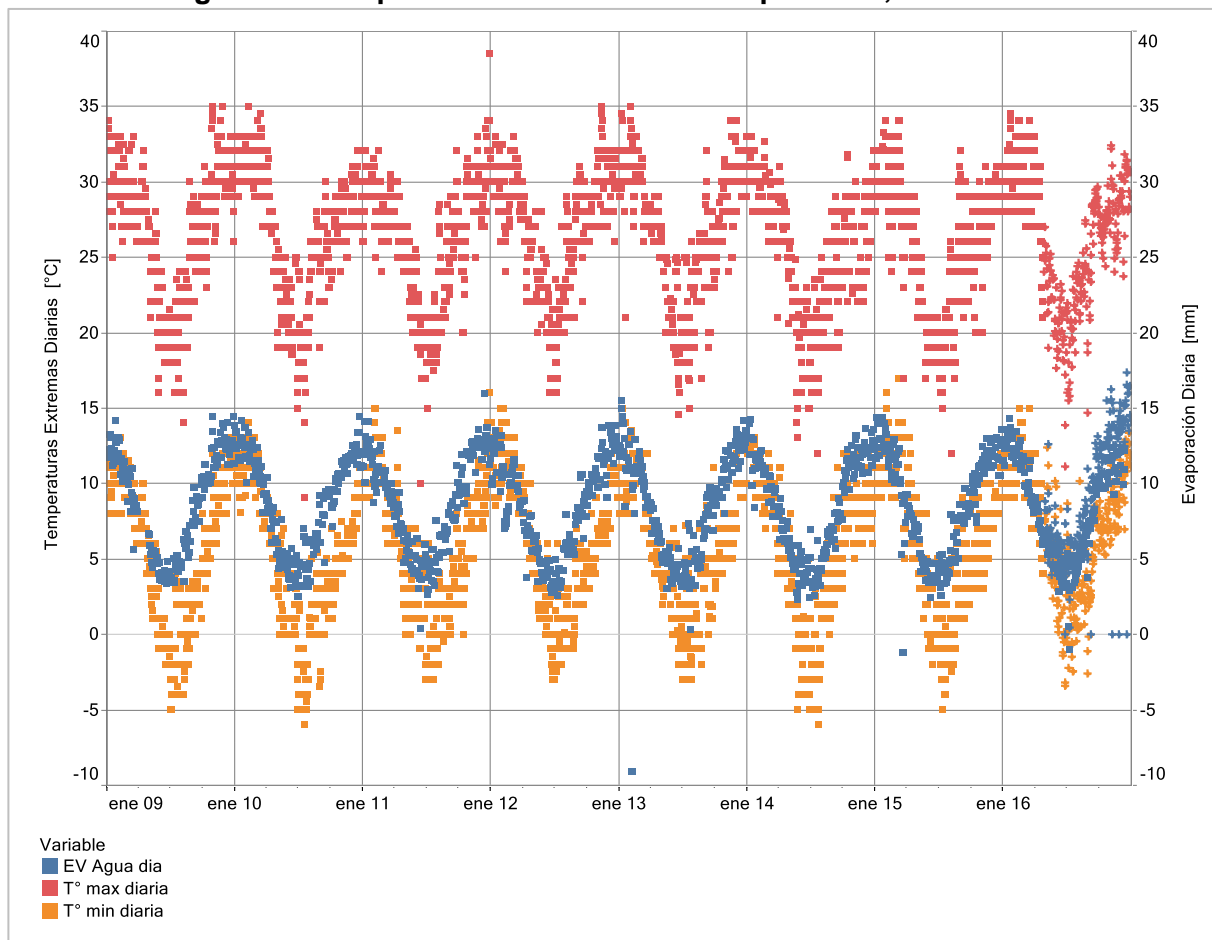
**Figura 5-6 Evaporación Diaria, 2009-2016**



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

Finalmente, en la Figura 5-7 se presentan las series de temperaturas extremas y evaporación de agua en lámina libre, donde se observa que ambas variables tienen el mismo comportamiento cíclico estacional, lo que permite concluir que los valores registrados son consistentes entre si. Además, se puede mencionar que a pesar del cambio de instrumentación, existe una buena continuidad de los datos, tanto de temperaturas extremas, como evaporación en lámina libre.

**Figura 5-7 Temperaturas Extremas v/s Evaporación, 2009 - 2016**



Fuente: Datos estación Meteorológica en Planta RWL “EM-SCL” y “EM-Rockwood”

A continuación se presentan los registros de las precipitaciones mensuales de estaciones de la Dirección General de Aguas (DGA) en el salar de Atacama, de manera de actualizar los análisis realizados en la Adenda 5. Junto con ello, en la Tabla 5-13 se presenta un resumen de las precipitaciones anuales para dichas estaciones, incluyendo algunas de terceros.

**Tabla 5-6 Precipitaciones Mensuales Históricas Estación DGA - Camar**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1979	8	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	17,0
1980	0	4	9	0	2	0	0	5	0	0	0	0	20,0
1981	0	94	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	96,0
1982	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	10,5
1983	0	4	0	0	5	65	0	0	0	0	0	0	74,0
1984	93	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	125,0
1985	0	15	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,0
1986	29	12	0	0	0	10	0	2	0	0	7,5	0	60,5
1987	14	15,1	28	0	2,5	1,5	0	0	0,3	0	0	0	60,9
1988	3	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1
1989	0	40,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,5
1990	1	0	1	0	2	0,5	1,5	0	0	0	0	20	25,5
1991	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,0
1992	1,1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	3	8,1
1993	2	6	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	20,1
1994	0	0	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	12,4
1995	22	0	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,5
1996	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16,0
1997	1	51	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60,5
1998	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2,0
1999	0	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	25,5
2000	38	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	37,9
2001	0	16	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,5
2002	0	0,1	58	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	58,8
2003	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	17,0
2004	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5,0
2005	24	0	1,5	1,5	0	0	0	0	6,5	0	0	0	33,0
2006	6	7	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0	0	13,4
2007	0,6	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,1
2008	1,2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,2
2009	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,0
2010	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2,0
2011	0	38,5	0	0,2	0	1	4	0	0	0	0	0,2	43,9
2012	14	73,8	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90,4
2013	0	25,5	0	0	13	0	2	6	0	0	0	0	46,5
2014	1,4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2,4
2015	0	24,2	63	0	0	0	0	0	0	2	0	0	89,2
2016	0	3	0	15	0	0	5	0	-	-	-	-	23,0
<b>Pp media</b>	6,9	12,3	8,4	0,5	1,1	3,0	0,3	0,9	0,5	0,1	0,2	0,7	34,8

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA.



**Tabla 5-7 Precipitaciones Mensuales Estación DGA El Tatio**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1978	38,5	29,4	13,2	0	0	2	0	0	0	6	0	2	91,1
1979	69,7	1	61,2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	142,9
1980	1,2	5,3	39	0	3,1	0	6	0	0	0	0	1,1	55,7
1981	25,1	75	3	8,5	0	0	0	7,5	7	0	0	0	126,1
1982	0	0	0	0	9,5	4	0	9,2	20	0	0	15	57,8
1983	16,1	12,1	21,2	0,1	36,5	19	0	0	15	0	0	33	152,0
1984	195	89,8	30	0	0	16	0	0	0	7,5	2,8	0	341,5
1985	6,1	131	89,5	0	0	3,4	0	0	0	0	3,5	27	259,5
1986	54	44,6	15,5	0	0	1,6	0,5	9,6	0	0	14	47	187,0
1987	160	31	77,5	0	7	7	0	0	0,6	0,2	0	0	282,9
1988	32	8,5	34,2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	75,7
1989	0	116	12	0	0	4,7	0	0	0	-	-	-	132,7
1990	10,5	6,2	15,5	0	3,5	15	4,2	2	0,6	0	0	71	128,3
1991	61	8,5	10	2,5	0	0	0	0,4	0	0	0	0	82,4
1992	37,3	0	0	0	0,3	1,5	0	0	0	0	0	5,9	45,0
1993	51	12,5	31,5	0	3,1	0,5	3,5	20	0	0	0	2,5	124,1
1994	28,6	21	50,6	0,4	0	1,5	0	5	1	0	0	8,5	116,6
1995	155	0	18	1,5	0	0	0	0	6,5	0	0	0	180,5
1996	4	4,5	10,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	20,5
1997	38	129	19	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	186,6
1998	47	26,5	0	0	0	6,4	0	0	0	0	0	0	79,9
1999	1,5	161	80,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	243,0
2000	189	32,2	17	0	6	0	0,5	0	0	0	0	0	244,7
2001	61	154	206	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0	421,7
2002	4	23,5	40,9	0	1,8	0	1,3	0	0	0	0	0	71,5
2003	4	6	2	0	20	0	4	0	-	-	-	-	36,0
2004	-	-	-	-	0	0	0	6,8	0	0	0	0	6,8
2005	58,6	28,6	17,5	0	2	0	0	0	3,5	0	0	0	110,2
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
2007	14,5	29,5	0,3	0	0	5,4	0	0	3,7	0	0	0	53,4
2008	115	0,4	6,4	0,9	0	0	0	0	0	0	-	-	123,1
2009	10	7,8	16,1	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	36,7
2010	0	8,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,8
2011	7,1	140	6,7	16	0,1	1,2	18	0	0	0	0	18	207,0
2012	74,1	192	83,2	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0,2	352,7
2013	10	66,8	2,3	0	11,9	2,9	0	0,2	0	0	0	0,1	94,2
2014	63,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	63,4
2015	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2016	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0,0
<b>Pp media</b>	44,4	44,5	28,6	1,0	2,8	2,7	1,0	1,6	1,6	0,4	0,6	6,8	126,7

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).

**Tabla 5-8 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Peine**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	
1975	11	2	0	0	7	2	0	0	2,5	0	0	0	24,0
1976	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,0
1977	0	5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5
1978	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39,0
1979	1	0	8	0	0	12	0	0	0	0	0	0	21,0
1980	0	0	19	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	21,5
1981	0	0	0	6	0	0	0	3	2,5	0	0	0	11,5
1982	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	0	6,0
1983	0	0	0	0	4	24	8	0	4,5	0	0	0	40,5
1984	36	0	1	0	0	11	0	0	0	3	0	0	50,0
1985	0	15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,2
1986	4,5	6	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	15,5
1987	6,5	26	36	0	0	1	0	0	0	0	0	0	69,5
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
1989	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,0
1990	3,1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	7	14,1
1991	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0,0
1992	0	0	0	3	7	0	1	0	0	0	0	0	11,0
1993	4	4,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,5
1994	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
1995	11	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5
1996	0	0	5	0	0	0	0	6,5	0	0	0	0	11,5
1997	1	20	0	0	5,5	0	0	0	0	0	0	0	26,5
1998	0	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9,0
1999	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	18,5
2000	3,5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5,5
2001	0	2	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,5
2002	0	0	70	0	1	0	8,5	0	0	0	0	0	79,0
2003	0	41	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	48,0
2004	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	1,5
2005	0	0	3	6	0	0	0	0	8,5	0	0	0	17,5
2006	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4,0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2009	0	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
2010	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2,0
2011	0	14	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	28,4
2012	0	38	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	38,0
2013	1,5	13	0	0	14	0	0	9	0	0	0	0	37,5
2014	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	3,5
2015	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58,5
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0,0
<b>Pp media</b>	2,3	6,3	6,2	0,5	1,4	1,6	0,5	0,6	0,5	0,1	0,0	0,2	20,0

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).

**Tabla 5-9 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Río Grande**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1977	5	154	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168,0
1978	4,4	29,6	0,4	0	0	1,5	0	0	-	-	-	0	35,9
1979	45,7	0	12	0	0	9,4	0	0	0	0	0	0	67,1
1980	0	10,1	20	-	0	0	0	0	0	0	0	1,5	31,6
1981	0	98,3	0	5,6	0	0	0	2,4	7,1	0	0	0	113,4
1982	0	0	2,7	0	0,4	1	0	0	5	0	0	0	9,1
1983	5,5	0	4,7	0	12	30	0	0	6,9	0	0	14	73,4
1984	140	8,7	6,9	0	0	62	0	0	0	3,8	0	0	220,8
1985	0	40,3	53,8	0	0	0	1	0	0	0	0	0,8	95,9
1986	70,9	25	1,9	0	0	1,6	0	4,9	0	0	8,1	3,7	116,1
1987	67,4	16,3	49,3	0	5,4	9,2	0	0	0,5	0	0	0	148,1
1988	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,0
1989	0	86,5	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,3
1990	0,6	0	13,1	0	0	7,9	3,9	0	0	0	0	39	64,0
1991	7,5	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,6
1992	5,6	0	0	0,9	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	7,5
1993	14,4	5,3	14,2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	37,9
1994	0	5,7	34,4	0	0	0	0	2,3	0	0	0	0	42,4
1995	67,6	0	13,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81,3
1996	2,4	3	0,6	0	0	0,9	0	13	0	0	0	0	20,2
1997	12,5	63,3	29,4	0	9,5	0	0	14	0	0	0	0	129,1
1998	23,5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	30,1
1999	0	50,1	20,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,2
2000	81,7	1,4	29,1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	112,7
2001	15,9	95,3	83,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194,3
2002	0,5	2	72,6	0	5,5	7,5	13	0	0	0	0	0	100,9
2003	1,9	12,3	1,9	0	5,5	0	0	0	0	0	0	0	21,6
2004	0,1	41,6	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,8
2005	45,6	0	12,5	3,1	0	0	0	0	6	0	0	0	67,2
2006	0	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5
2007	4,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	4,1
2008	30,5	5,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,6
2009	2,9	0	14,1	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	20,5
2010	5	11,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,9
2011	10,5	33	0	2,3	0	1,1	18	0	0	0	0	5,9	70,6
2012	53,7	155	8,7	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	220,7
2013	0	49,2	0	0	7,5	11	0	3,9	0	0	0	0	71,5
2014	50,2	0	2,1	1,1	2,2	0	0	0	0	0	0	0	55,6
2015	3,2	45,6	39,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88,4
2016	0	77,9	0	9,9	0	0	0	0	-	-	-	-	87,8
<b>Pp media</b>	19,6	28,4	14,1	0,8	1,2	3,6	0,9	1,1	0,7	0,1	0,2	1,7	72,2

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).

**Tabla 5-10 Precipitaciones Mensuales Estación DGA San Pedro de Atacama**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1970	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6
1972	7,6	51	3,5	0	0	0	0	0	8,9	10	0	0	81
1973	20	25	5	0	0	0	0	0	1,1	0	0	0	51,1
1974	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5
1975	6	20	5	0	2	4	0	0	1	0	0	2	40
1976	33	0,5	1,5	0	4	0	0	0	0,5	0	0	0	39
1977	7	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
1978	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
1979	8	0	7,1	0	0	8,5	0	0	0	0	0	0	23,6
1980	0	5	5,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	12,5
1981	0	21,5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	23,5
1982	0	0	0	0	4	1	0	0	3	0	0	0	8
1983	1,5	0	3	0	3,5	12	0	0	3,5	0	0	0	23
1984	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	10,5
1985	0	12,5	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	35
1986	26	-	-	-	-	-	-	1,2	0	0	13	0	40
1987	4	7	33	0	0	2,5	0	0	1	0	0	0	47,5
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	37,5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,5
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	1,5	0	0	0	1,5	4,2	0	0	0	0	0	7,2
2012	19	93,8	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	113,9
2013	0	80,1	0	0	7	5	0	4,5	0	0	0	0	96,6
2014	13	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	12,8
2015	0	14,9	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,9
2016	0	0	0	-	0	0	0	0	-	-	-	-	0
<b>Pp media</b>	<b>6,0</b>	<b>18,1</b>	<b>4,5</b>	<b>0,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>32,3</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).

Para la estación DGA, San Pedro de Atacama, no se cuenta con información, desde abril del año 1989 hasta enero del año 2011.

**Tabla 5-11 Precipitaciones Mensuales Estación DGA Socaire**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1974	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	
1975	55,5	12,5	29,1	0	22	9,5	0	0	0	0	0	0	128,1
1976	35,9	2	3	0	4,9	0	0	0	0	0	0	0	45,8
1977	13	51	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	71
1978	3	36,5	1,5	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	43,5
1979	14	0	11,5	0	0	15	0	0	0	0	0	0	40,5
1980	-	-	-	2	1	0	0,5	0	0	0	0	0	3,5
1981	0	-	8,5	12	0	0	0	5	4	0	0	0	29,5
1982	0	0	2,5	0	0	1,6	0	0	10	0	0	5	19,1
1983	0	1,5	0	4,5	15	29	8	0	3	0	0	2	62
1984	110	0	3	0	0	33	0	0	0	10	0	0	155,9
1985	0	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
1986	21	7,5	0	0	0	4	0	2,4	0	0	12	0	46,6
1987	22	21,7	39,5	0	6	3	1	0	4	0	0	0	97,2
1988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
1990	3	0	4,5	0	3	0,5	1	0	0	0	0	21	33,1
1991	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8
1992	4,5	0	0	9,5	1	0	0	0	0	0	0	1,5	16,5
1993	4	4,5	4,5	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	13,8
1994	0	0	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	10
1995	-	-	-	-	-	0	0	0	2	0	0	0	2
1996	0	0	4,5	0	0	0	0	20	0	0	0	0	24,5
1997	0	51,5	0	0	7	1,5	0	0	0,5	0	0	0	60,5
1998	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
1999	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
2000	67	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	70
2001	0	5,5	39,5	3	3,5	0	0	0,5	2	0	0	1	55
2002	0	0	29	0	0	0	5	0	0	0	0	0	34
2003	0	8	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	24
2004	1,5	6	3,5	0	0	0	0	2,5	0	0	0	0	13,5
2005	6	0	2	3	0	0	0	0	6	0	0	0	17
2006	4	3	0	0	4,7	0	0	2,5	0	0	0	0	14,2
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	2,3	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8
2009	1	0,5	1,2	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8
2010	0	0,5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,5
2011	0	83,1	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	102,9
2012	36,8	76,9	5	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	121,2
2013	18,8	33,6	0	0	15	5	1	0	0	0	0	0	73,4
2014	0	0	0,5	0,5		0	0	0	0	0	0	0	1
2015	0	13,2	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126,1
2016	0	0	0	-	0	0	-	0	-	-	-	-	0
<b>Pp media</b>	10,6	13,8	8,0	1,2	2,5	2,5	0,9	0,8	0,8	0,2	0,3	0,7	40,3

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).

**Tabla 5-12 Precipitaciones Mensuales Estación Talabre**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Pp anual
1995	-	-	-	-	-	-	-	0	4	0	0	0	
1996	0	1	4,5	0	0	0	0	42	0,5	0	0	0	48
1997	0	55	19	0	4,5	0	0	1,5	2	0	0	0	82
1998	0	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	9
1999	0	8	28	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38
2000	91,5	0	3	6	10	2	0	0	0	0	0	0	112,5
2001	7,5	53,5	96	0	4	0	0	0	0	0	0	0	161
2002	0	6	79	0	3	1	9	0	0	1	0	0	99
2003	2	30	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	50
2004	18	22	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	41,5
2005	40,7	1	2	10	0	0	0	0	5	0	0	0	58,7
2006	5,2	19	0	0	4	0	0	0,5	0	0	0	0	28,7
2007	3,5	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,9
2008	35	5	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	40
2009	-	-	2,7	-	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7
2010	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12
2011	0	-	0	2	0	7	29	0	0	0	0	3	41
2012	27	146	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	194
2013	2	90	0	0	14	3	6	18	0	0	0	0	133
2014	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2015	0	40	142	0	0	0	0	4	0	0	0	0	186
2016	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0
<b>Pp media</b>	11,62	25,84	18,58	2,21	2,79	0,76	2,10	3,21	0,38	0,05	0,00	0,25	64,52

Fuente: Elaboración propia, con datos DGA 2016 [www.dga.cl](http://www.dga.cl).



**Tabla 5-13 Precipitaciones Medias Anuales en Estaciones Salar de Atacama**

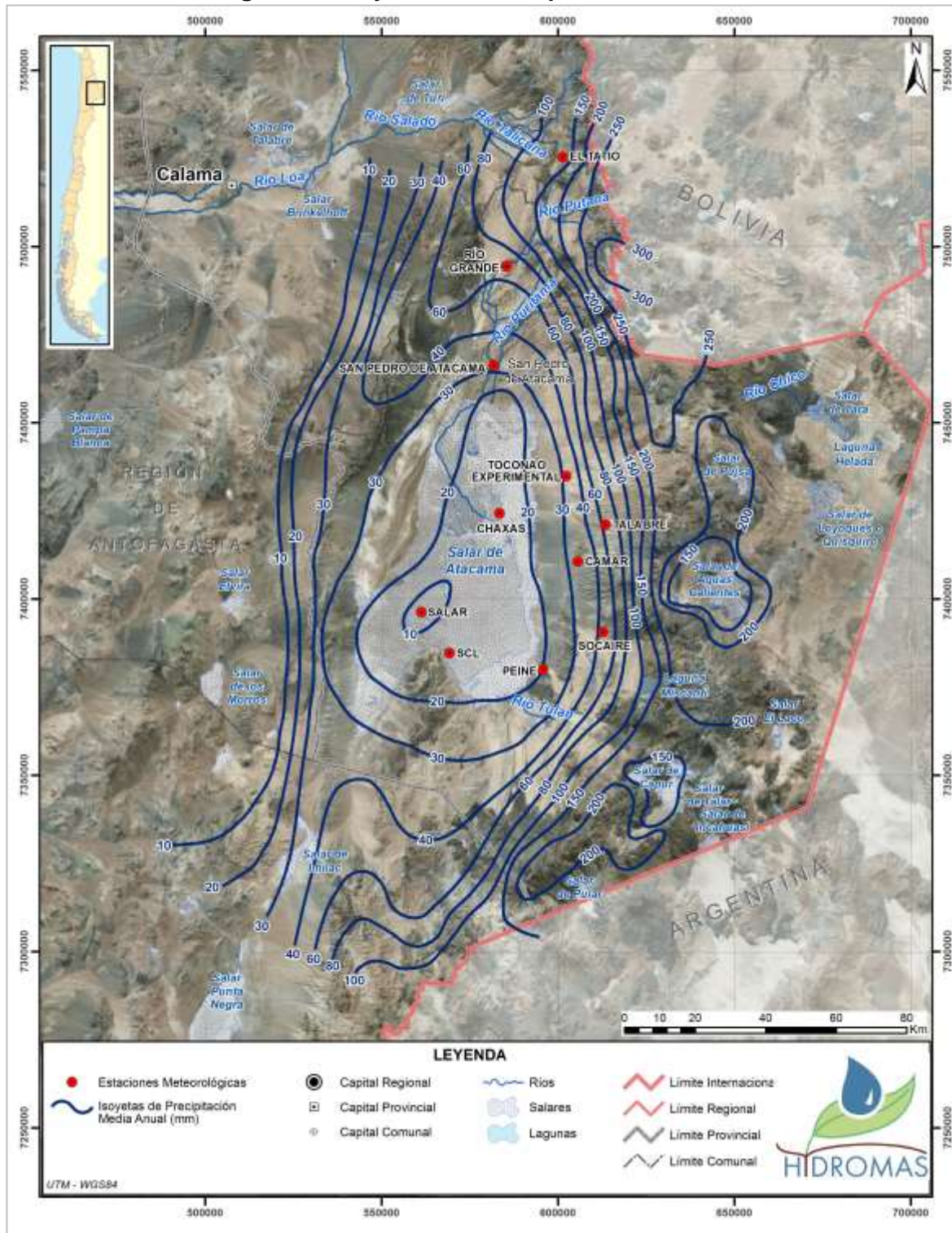
Estación	PP media anual [mm]	Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 19		Altitud (msnm)
		Este	Norte	
CAMAR	34,83	605.746	7.410.665	2700
EL TATIO	126,72	601.377	7.525.377	4370
PEINE	20,02	595.837	7.380.038	2460
RIO GRANDE	72,19	585.501	7.494.353	3250
SAN PEDRO DE ATACAMA	32,33	581.811	7.466.358	2450
SOCAIRE	40,27	612.802	7.390.681	3251
TALABRE	64,52	613.518	7.421.064	3300
SCL	12,00	569.244	7.384.662	2300
EM-SALAR	9,40	561.348	7.396.266	2300
EM-CHAXAS	12,90	583.508	7.424.264	2304

Fuente: Elaboración propia (datos DGA actualizados al 2016. Estaciones EM-Salar y EM-Chaxas es información de la Adenda 5.

Con las precipitaciones medias anuales de las estaciones indicadas en la Tabla 5-13 se ha confeccionado el mapa de isoyetas, el que actualiza la información de los años del período 2014-2016, el que se muestra en la Figura 5-8.

Al comparar este mapa con el generado en la Adenda 5 de la evaluación ambiental, es posible indicar que no se aprecia ningún tipo de cambio significativo, la diferencia se presenta en el sector de San Pedro de Atacama, donde la precipitación media anual, paso de estar entre las isoyetas 20 y 30 mm a estar entre las isoyetas 30 y 40 mm.

**Figura 5-8 Isoyetas de Precipitación Anual, 2016**

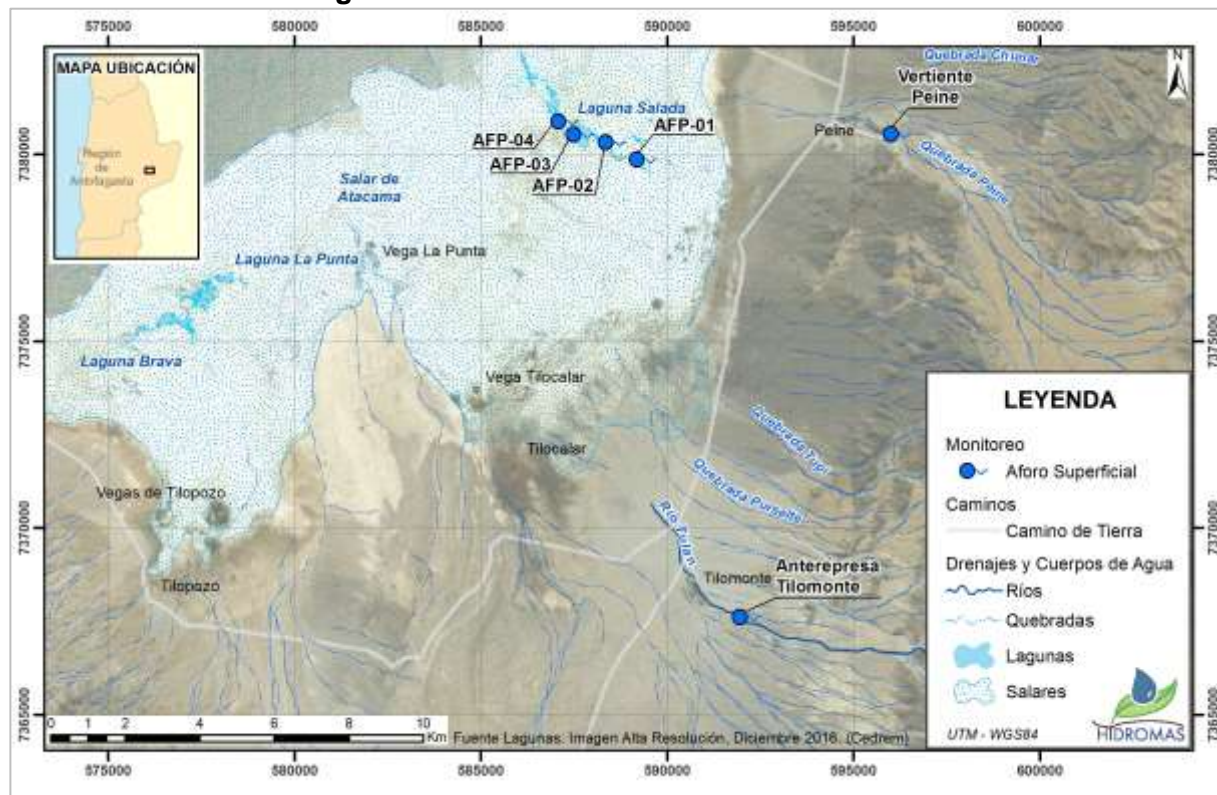


Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 Caudales Superficiales

El sistema de lagunas de Peine conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna, es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en cuatro puntos, desde AFP-01 hasta AFP-04 ubicados a lo largo del sistema de lagunas Peine desde aguas arriba a aguas abajo en el sentido Sur Este – Nor-Oeste. Además se monitorean los caudales en dos puntos ubicados en vertientes provenientes de la cordillera, denominados Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine. En la Figura 5-9 se muestra la ubicación de los puntos de aforo comprometidos.

**Figura 5-9 Ubicación Puntos de Aforo - PSA**



Fuente: Elaboración Propia

Al respecto cabe indicar que en el EIA el punto “Vertiente Peine” fue llamado “AFP-00”, por lo tanto corresponden al mismo punto, lo que se debe tener en consideración al momento del análisis integrado de la información.

Los caudales aforados en las campañas realizadas durante el 2016, para los distintos puntos de monitoreo se muestran en la Tabla 5-14. Cabe recordar que la obligación de aforar sistemáticamente comienza el 28 septiembre del 2016, mes en el cual comienza la etapa de operación del proyecto.

En el período anterior a Septiembre, en aquellos meses en los cuales no se presenta información es posible indicar que las condiciones climáticas impiden la realización de los



aforos, ya sea porque el agua esta congelada o porque la presencia de viento provoca alteraciones en las alturas de agua (olas) las que considerando la altura de escurrimiento pueden llegar a ser significativas. Es por lo anterior que en algunas fechas no se aforó previo a la campaña de septiembre 2016 en los puntos AFP-02 y AFP-03.

**Tabla 5-14 Caudales aforados**

Puntos	Ene 2016		Feb 2016		Mar 2016		Jun 2016		Sep 2016		Dic 2016	
	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s	Día	Caudal L/s
AFP-01	17	56,2	13	65,3	23	48,1	17	30,1	13	30,5	17	24,3
AFP-02	17	41,7	-	-	23	13,9	17	22,1	13	32,5	17	16,9
AFP-03	-	-	-	(*)	-	-	17	21,2	13	17,1	19	18,02
AFP-04	18	14,8	14	15,4	-	-	17	39,5	13	15	19	20,7
Ante-represa Tilomonte	20	48,7	11	36,7	08	36,5	17	19,2	12	35	20	31
Vert. Peine	14	9	18	5,1	26	5,13	19	5,9	12	5,2	20	5,6

(\*) No se puede ingresar al área por requerimiento de la Comunidad de Peine  
 Fuente: Elaboración propia

Toda la información de los registros de aforos que se tiene para el proyecto, desde el 2014 a 2016, se presentan en el **Anexo B**, de este Informe Anual.

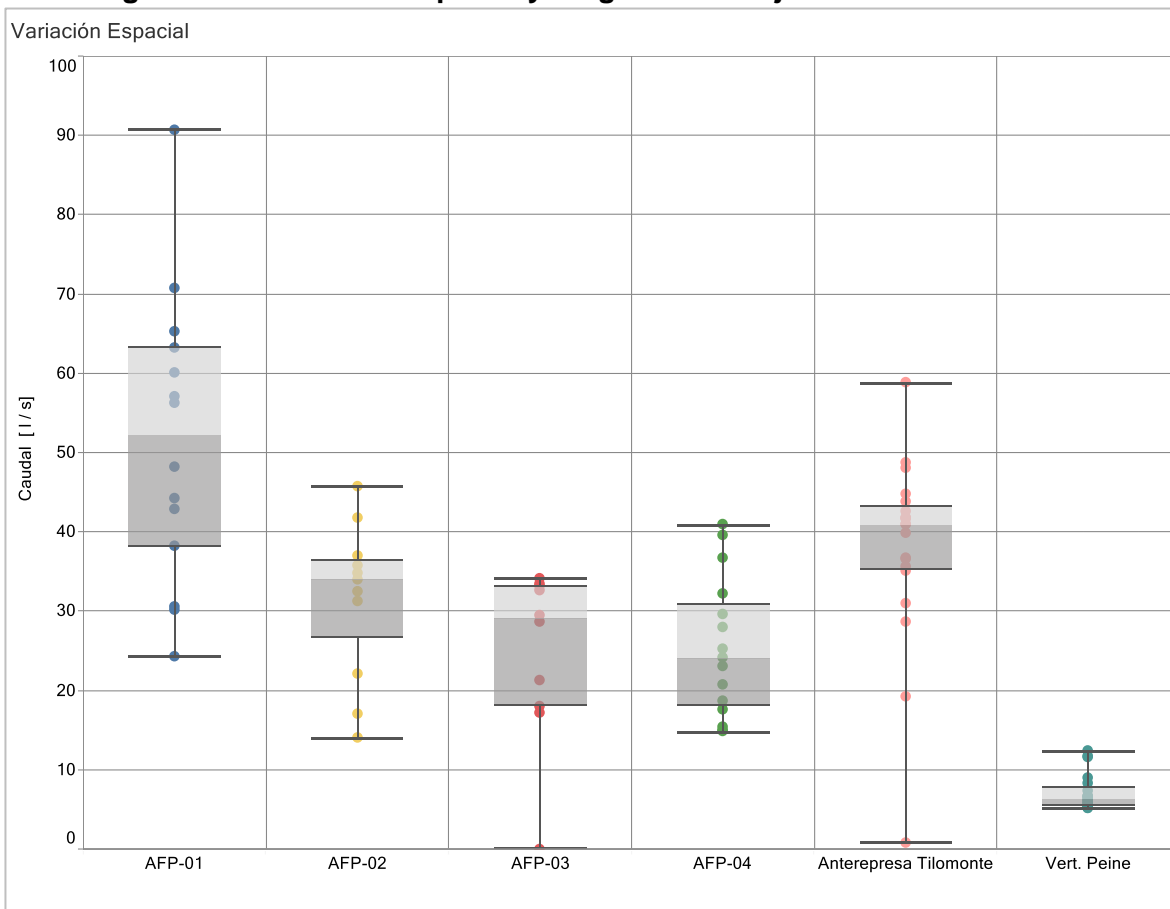
En la Figura 5-10 se muestran los aforos para todas las estaciones a través de gráficos de caja, incluyendo los caudales aforados por RWL históricos (2014-2016), aforos realizados durante el EIA y los aforos realizados para el período 2016.

En ellos se muestran en los extremos los máximos y mínimos, y dentro de las cajas los percentiles 25 y 75% respectivamente. El punto medio de la caja en colores grises, representa el valor de la mediana del caudal aforado.

Además, se puede ver que los mayores caudales aforados se presentan en la entrada del sistema de lagunas Peine, para el punto AFP-01 los caudales tienen un promedio de 52 l/s disminuyendo hacia el punto AFP-03 con promedio de 28 L/s.

En el punto AFP-04 los caudales aforados aumentan en algunas ocasiones, evidenciando ciertas recuperaciones o afloramientos entre AFP-03 y AFP-04. El Punto AFP-01 y Anterepresa Tilomonte, presentan las mayores variaciones, siendo la mediana de este último punto del orden de los 40 L/s. La vertiente Peine es la que presenta los menores caudales aforados, presentando durante el 2016 valores que pueden ser considerados como estables y en torno a los 5 L/s.

**Figura 5-10 Variación Espacial y Diagrama de Cajas Caudales Aforados**



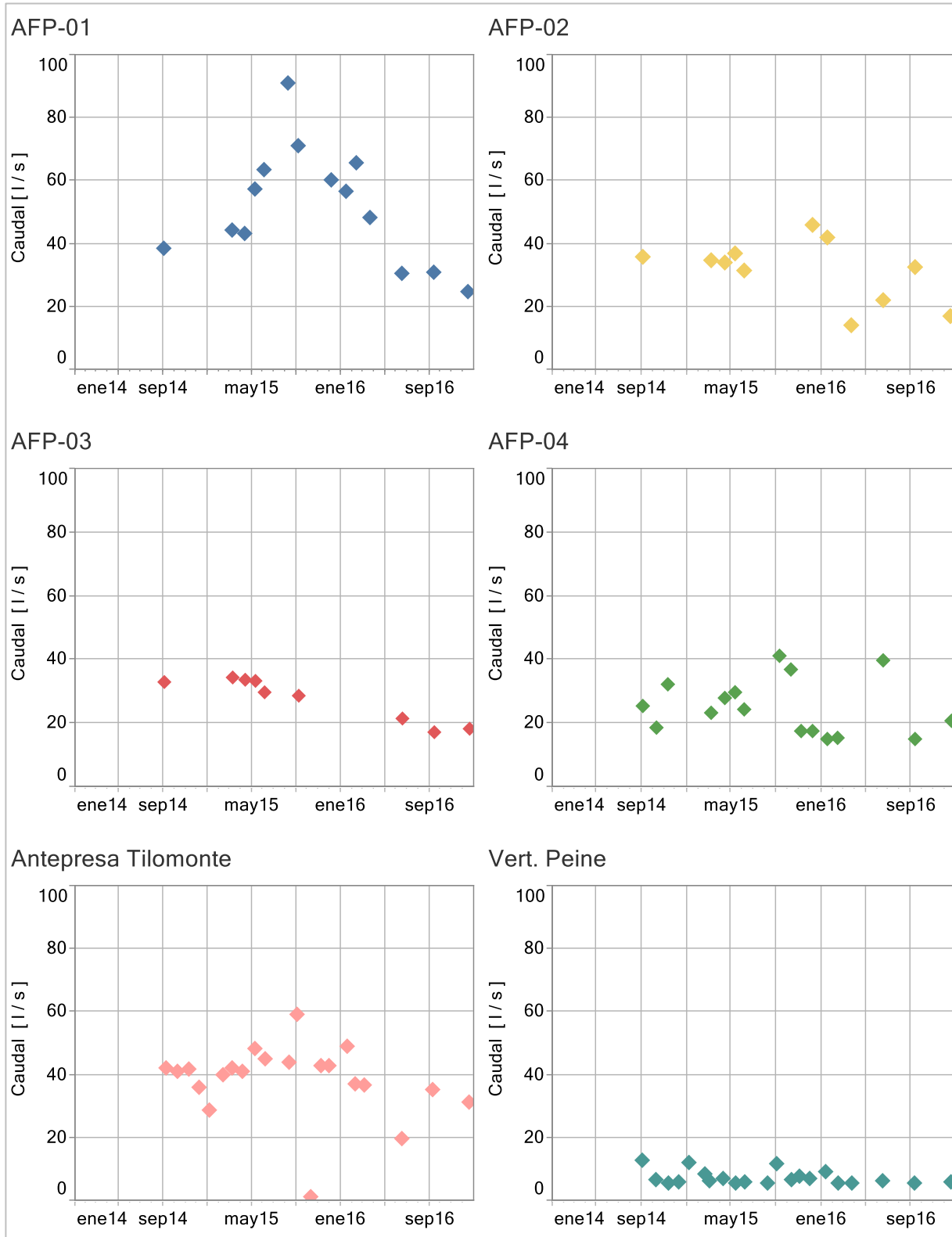
Fuente: Elaboración propia.

En las Figura 5-11, se presentan las gráficas temporales de los caudales aforados para cada punto de monitoreo de esta variable, dentro del PSAH. En cuanto a la variación temporal de los caudales aforados en las lagunas del sistema Peine, se observa que para los puntos de aforo (AFP-01, AFP-02 y AFP-03) los caudales aforados durante el 2016 registran los más bajos registrados desde el año 2014. Mientras que en el punto AFP-04, se encuentran dentro del rango histórico, entre los 15 y 40 L/s.

En cuanto a los caudales aforados en Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se observa que en el primero de ellos, para el año 2016, los caudales tienen un comportamiento similar a los del sistema Peine, específicamente, éstos se encuentran en su mayoría por debajo de los 40 l/s.

Para el caso de los caudales aforados en Vertiente Peine, se observa que durante el año 2016 los caudales aforados se encuentran dentro del rango de la serie histórica aforada, desde febrero 2016 a diciembre 2016, con valores entre 5,1 y 9 L/s.

**Figura 5-11 Caudales Aforados en Sistema Peine**



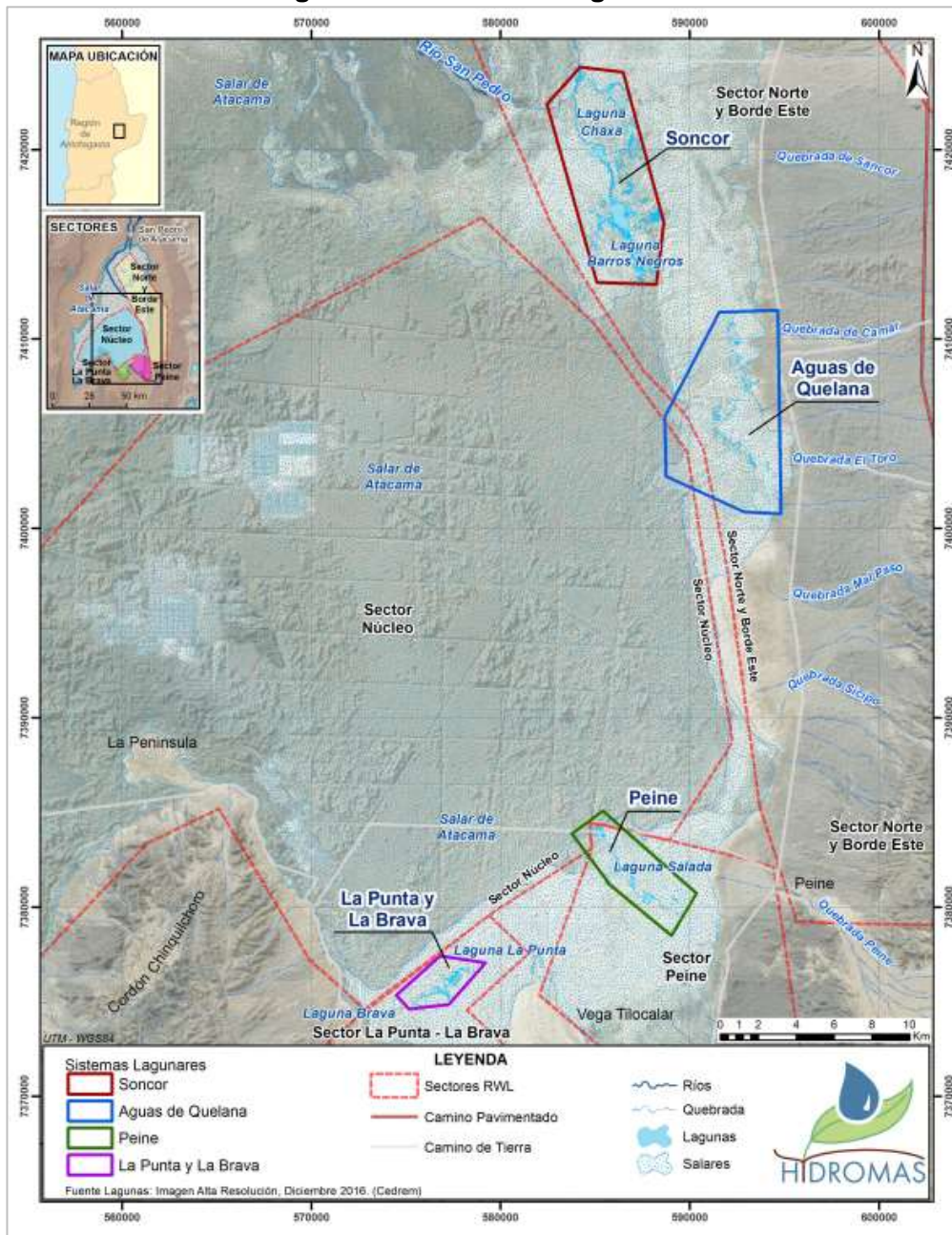
Fuente: Elaboración propia



### 5.3 Superficie Cubierta por Lagunas

La superficie cubierta por las lagunas de los sistemas La Punta-La Brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana se monitorean en temporada de invierno (julio – agosto) como en temporada de verano (diciembre). Estos Sistemas Lagunares se presentan en la Figura 5-12.

**Figura 5-12 Sistemas Lagunares**



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los monitoreos y estudios realizados se muestran en la Tabla 5-15 y en el **Anexo C** de este Informe Anual PSAH, se presenta el Reporte completo para el monitoreo y seguimiento ambiental de las “Lagunas o Cuerpos de Agua”, medición de verano, durante la Fase de Operación (diciembre 2016).

Se observa que para la campaña de invierno (Fase de construcción del Proyecto) y verano (Fase de operación del Proyecto) los meses de agosto y diciembre se cuenta con dos resultados para cada laguna, obtenidos de distintas fuentes: sensor Landsat de menor resolución y sensor Pleiades de alta resolución, lo cual tiene como objetivo generar una correlación y continuidad con las imágenes históricas Landsat disponibles de la zona. (acápite 3.2.6 del Anexo 3, Adenda 5). Los resultados y análisis para esta variable son presentados por sector.

En la Tabla 5-15 se presentan las superficies de los cuerpos de agua que fueron determinadas para las campañas de invierno y verano de 2016, en contraste con el área promedio, mínima y máxima histórica de cada sistema lagunar, según registros de línea de base (Adenda 5 RWL, 2015). Como promedio anual, la mayor cobertura lagunar de los 4 sistemas lagunares, se presenta para el Sistema Soncor, con 257,2 ha promedio desde la imagen Pleiades 1A y 251,9 ha promedio desde Landsat 8. En contraparte, Aguas de Quelana presentó la menor superficie de 26,1 ha promedio con Pleiades 1A y 49,9 ha promedio con Landsat 8.

**Tabla 5-15 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades 1A y Landsat 8) y datos obtenidos en el monitoreo 2016 (invierno y verano), respecto de los registros de línea de base (Adenda 5 RWL, 2015)**

Sistema Lagunar	Superficies (ha) de registros históricos (Adenda 5 RWL, 2015)			Superficies (ha) Pleiades 1A de alta resolución			Superficies (ha) Landsat 8 de media resolución		
	Promedio	Máx.	Mín.	Invierno	Verano	Promedio anual	Invierno	Verano	Promedio anual
Aguas de Quelana	22,2	33,1	11,3	33,4	18,8	26,1	58,2	41,6	49,9
La Punta y La Brava	33,8	35	31,6	47,4	40,9	44,2	62,6	55	58,8
Peine	64,8	73,6	48,9	74,1	50,2	62,2	114,7	110,3	112,5
Soncor	217,4	234,2	192,4	258,9	255,6	257,2	269,9	233,8	251,9

Fuente: Cedrem Consultores. Campañas 2016 (Anexo C)

### 5.3.1 Aguas de Quelana

En el sistema lagunar Aguas de Quelana, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1A en diciembre 2016, abarca una superficie de 18,8 ha (Tabla 5-15 y Figura 5-13).

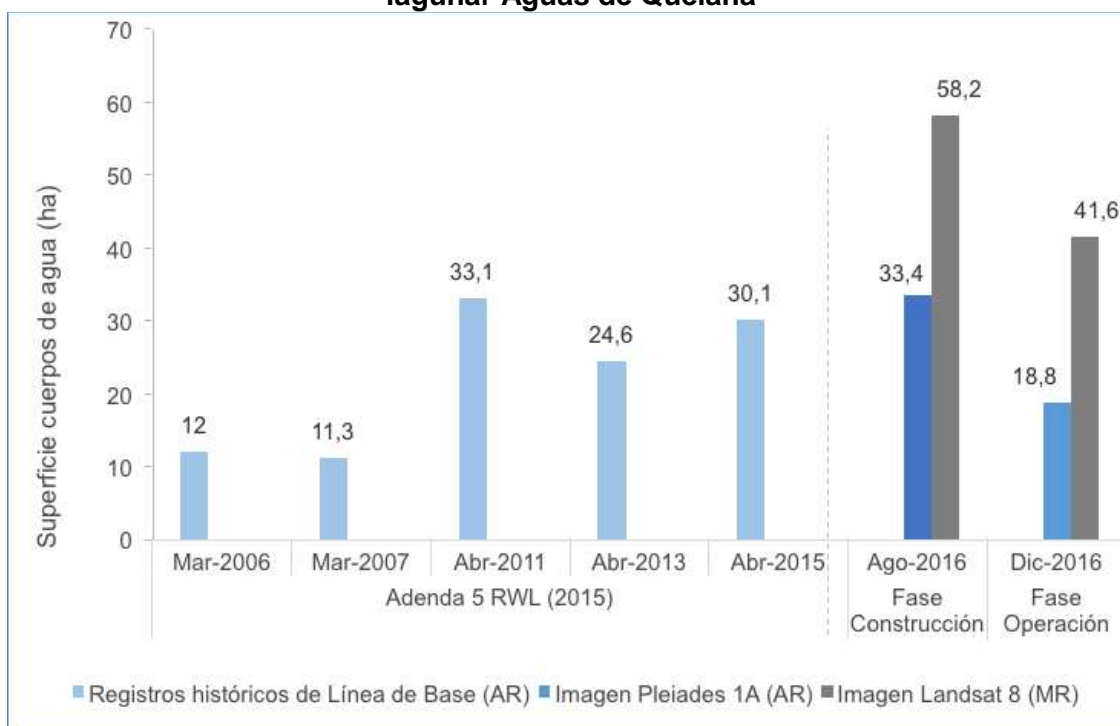
La comparación con los registros históricos de línea de base, estimados desde imágenes de alta resolución (Adenda 5 del proyecto), indica que la cobertura actual presenta un

incremento de 7,5 ha (40,0%) respecto del mínimo histórico (11,3 ha), el cual fue determinado usando únicamente imágenes del periodo marzo-abril, mientras que el área determinada en el presente estudio corresponde a una condición de “verano” (diciembre).

Por otro lado, utilizando las imágenes Landsat 8 se calculó que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 41,6 ha en diciembre de 2016, la cual representa 22,8 ha más (+54,7%) respecto a el área calculada con Pleiades-1A. El aumento de la superficie estimada por Landsat 8 es esperable, y se debe principalmente a la diferencia de resolución entre ambas imágenes, así como también a la incorporación de zonas de transición y enlace entre los cuerpos de agua que presentaban nula o parcial delimitación en los resultados con imágenes de alta resolución.

Si bien la resolución de las imágenes Landsat puede sobrestimar los cuerpos de agua, los puntos de validación en terreno confirmaron que la superficie mayor determinada mediante Landsat, corresponde a la fisonomía de la zona.

**Figura 5-13 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana**



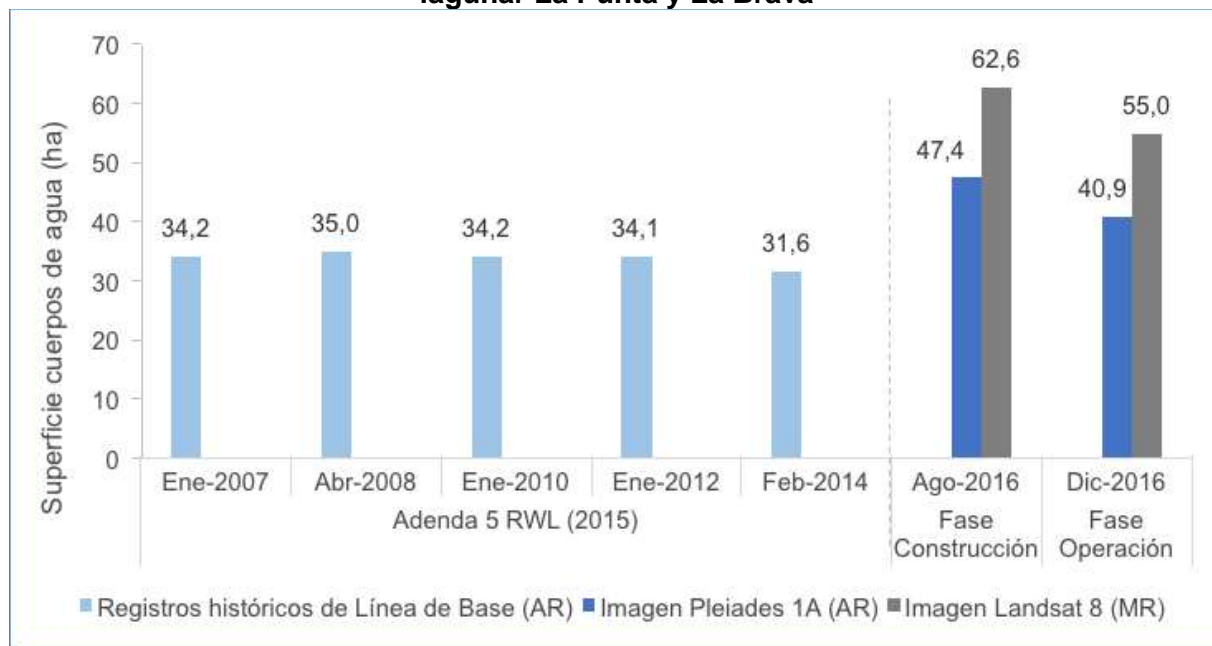
Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).  
Fuente: Cedrem Consultores a (Anexo C)

### 5.3.2 La Punta y La Brava

En el sistema lagunar La Punta y La Brava, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en diciembre 2016, abarca una superficie de 40,9 ha (Tabla 5-15 y Figura 5-14). La comparación con los registros de línea de base, estimados desde este mismo tipo de imágenes satelitales (Adenda 5 del proyecto), indica que la cobertura actual aumentó en 9,3 ha (29,4%) con respecto al mínimo histórico (31,6 ha).

En este sistema lagunar, desde las imágenes Landsat 8 la cobertura de cuerpos de agua calculada abarca una superficie de 55 ha en diciembre de 2016. La diferencia con el registro desde imágenes de alta resolución Pleiades-1A, representa 14,1 ha más (+25,7%) en la superficie desde Landsat 8 (Tabla 5-15 y Figura 5-14). La diferencia determinada entre el tipo de imágenes, es esperable y atribuible a diferencias en su resolución espacial, lo cual condujo a una estimación mayor de la superficie Landsat 8 (resolución media de 30 m) en todos los casos de estudio. No obstante, en este sector se registró la menor variación de superficie entre imágenes.

**Figura 5-14 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta y La Brava**



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).  
Fuente: Cedrem Consultores a (Anexo C)

### 5.3.3 Peine

En el sistema lagunar Peine, los resultados de la cobertura de cuerpos de agua estimada con imágenes de alta resolución Pleiades-1A, arrojaron una superficie de 50,2 ha en diciembre 2016 (Tabla 5-15 y

Figura 5-15). La comparación con las coberturas de línea de base, estimadas a partir de este tipo de imágenes satelitales (Adenda 5 del proyecto), indica que la cobertura actual aumenta 1,3 ha (2,4%) con respecto al mínimo registrado (48,9 ha). Aunque los registros históricos fueron determinados usando imágenes del periodo marzo-abril, mientras que el área determinada en el presente estudio corresponde a una condición de verano (diciembre), los valores aún se encuentran sobre los rangos mínimos y responderían condiciones estacionales.

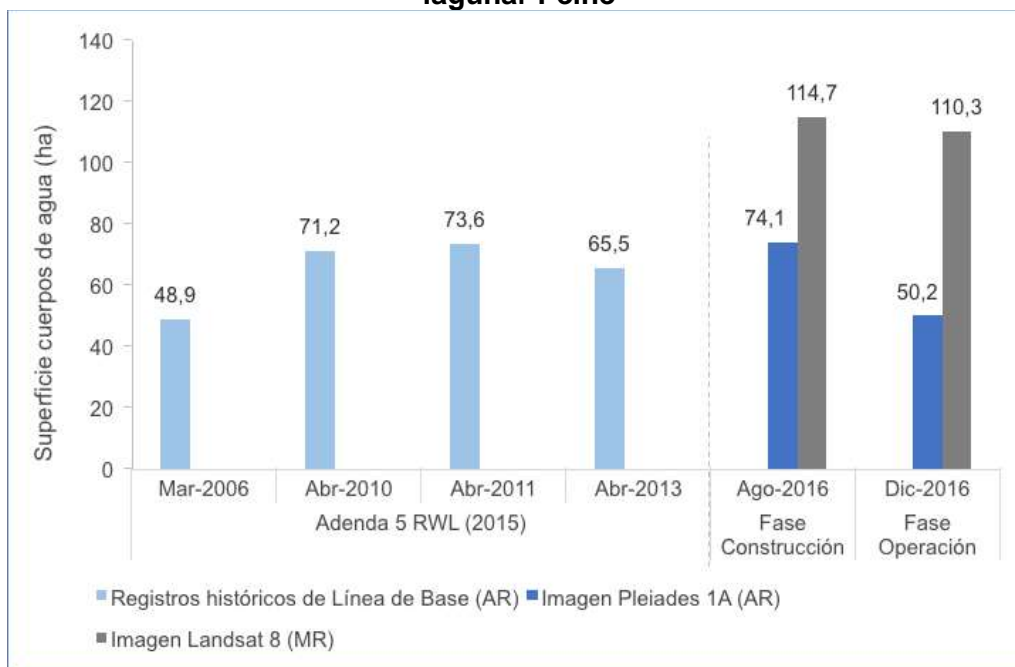
En el sistema lagunar Peine, la cobertura de cuerpos de agua calculada en base a las imágenes Landsat 8 abarca una superficie de 110,3 ha en diciembre de 2016. La diferencia con el registro desde imágenes de alta resolución Pleiades-1A, representa 60,1 ha más (54,5%) en la superficie desde Landsat 8 (Tabla 5-15 y

Figura 5-15). El aumento de la superficie estimada en el caso de Landsat 8, es esperable y se debe principalmente a su menor resolución (30m) respecto a las imágenes Pleiades-1A, conllevando con ello la incorporación de zonas húmedas, que no correspondían estrictamente a zonas inundadas (cuerpos de agua) en el sistema lagunar.

Cabe destacar que este sistema lagunar se encuentra inmerso en un sustrato salino homogéneo, que rodea completamente las lagunas y sin recubrimiento vegetal; estas características y junto a los parámetros espectrales usados en el modelo, permitieron reconocer con un alto grado de precisión las lagunas y sus canales de conexión (mayor detalle en Acápite 5 del Anexo C del presente informe).



**Figura 5-15 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine**



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).  
Fuente: Cedrem Consultores a (Anexo C)

### 5.3.4 Soncor

En el sistema lagunar Soncor, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades 1A, abarca una superficie de 255,6 ha en diciembre (Tabla 5-15 y

Figura 5-16). La comparación con los registros históricos de línea de base, estimados desde imágenes de alta resolución (Adenda 5 del proyecto), indica que la cobertura actual supera en 63,2 ha (24,7%) al mínimo histórico (192,4 ha), el cual fue determinado usando únicamente imágenes del periodo marzo-abril, mientras que el área determinada en el presente estudio corresponde a una condición de “verano” (diciembre).

En el sistema lagunar Soncor, se determinó, en base a imágenes Landsat 8, que la cobertura de cuerpos de agua abarca una superficie de 233,8 ha en diciembre de 2016 (Tabla 5-15 y

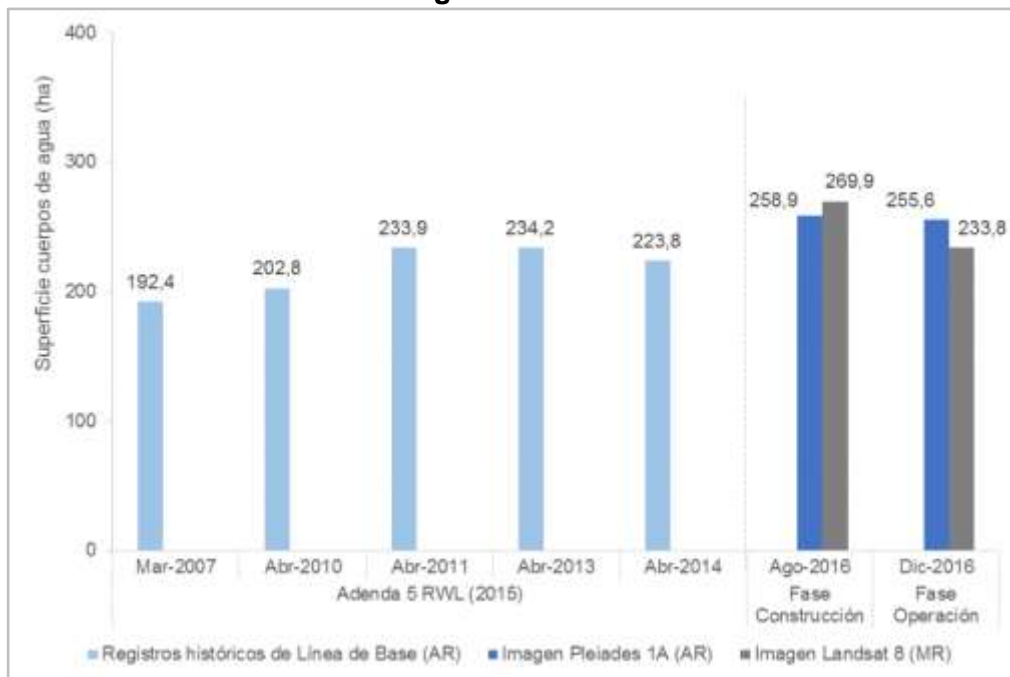
Figura 5-16). La diferencia con el registro desde imágenes de alta resolución Pleiades 1A, representa un 9,36% (21,8 ha) menos que en la superficie desde Landsat 8, lo cual es esperable debido a las diferencias de resolución entre ambas.

El sistema lagunar Soncor, al igual que el sistema lagunar Peine, presenta una fisonomía marcada dentro de un sustrato homogéneo de costra salina sin presencia de recubrimientos vegetales. Estas características permitieron obtener uno de los mejores ajustes en los



modelos de clasificación de imágenes (mayo detalle en Acápite 5, Anexo C del presente informe).

**Figura 5-16 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor**



Dónde; **MR**: Imagen de Mediana Resolución (pixel 30m); **AR**: Imágenes de alta resolución (pixel menor a 4m).  
Fuente: Cedrem Consultores a (Anexo C)

---

#### 5.4 Nivel de las Lagunas

El nivel de las lagunas se mide como cota topográfica del espejo de agua en [m s.n.m.] a partir de una cota topográfica de referencia, o cota collar, para cada punto de monitoreo. Estos puntos de monitoreos corresponden a 17 limnímetros, de ahí su código y a 4 estacas instaladas en junio 2016. Los Sistemas lagunares que se miden, se presentan en la Figura 5-12 y en en **Anexo D** de este Informe, se presenta la base de datos con cada uno de los registros medidos para el Nivel de las lagunas.

Los resultados tabulados de las mediciones realizadas se muestran en la Tabla 5-16 mientras que la Figura 5-17 hasta la Figura 5-21, muestran los resultados de manera gráfica y el análisis se presentan por Sector.

Es importante señalar que los limnímetros, forman parte de la Red de la Etapa 1 del programa de implementación de Monitoreo del PSAH, razón por la cual fueron incorporados en las mediciones en la medida que fueron quedando operativos.

**Tabla 5-16 Resultados de las cotas Limnimétricas**

Punto	Sector	Mayo [msnm]	Junio [msnm]	Julio [msnm]	Agosto [msnm]	Sept [msnm]	Octubre [msnm]	Noviembre [msnm]	Diciembre [msnm]
LM-01	La Punta-la Brava	2300,035	2300,038	2300,051	2300,043	2300,028	2300,011	2299,980	2299,964
LM-02	La Punta-la Brava	2300,027	2300,034	2300,047	2300,042	2300,011	2299,999	2299,972	2299,951
LM-03	La Punta-la Brava	2300,126	2300,173	2300,220	2300,212	2300,181	2300,167	2300,156	2300,154
LM-04	La Punta-la Brava	2300,144	2300,176	2300,192	2300,188	2300,148	2300,141	2300,097	2300,128
LM-05	Sector Peine	2299,921	2299,926	2299,931	2299,928	2299,929	2299,931	(*)	2299,928
LM-06	Sector Peine	2299,923	2299,928	2299,925	2299,919	2299,918	2299,922	(*)	2299,920
LM-07	Sector Peine	2299,704	2299,699	2299,703	2299,698	2299,689	2299,692	2299,689	2299,682
LM-08	Sector Peine	2299,892	2299,881	2299,884	2299,883	2299,875	2299,868	2299,873	2299,872
LM-09	Sector Peine	2298,876	2298,920	2298,920	2298,915	2298,906	2298,897	2298,902	2298,896
LM-10	Sector Peine	2298,711	2298,897	2298,908	2298,905	2298,905	2298,901	2298,898	2298,894
LM-11	Norte / Borde Este	-	-	-	2298,572	2298,555	2298,533	2298,524	(**)
LM-12	Norte / Borde Este	-	-	-	2298,975	2298,956	2298,942	2298,929	2298,935
LM-13	Norte / Borde Este	-	-	-	2299,456	2299,446	2299,427	2299,416	2299,417
LM-14	Norte / Borde Este	-	-	-	2299,605	2299,601	2299,549	2299,502	2299,473
LM-15	Norte / Borde Este	-	-	-	-	-	2297,825	2297,818	2297,808
LM-16	La Punta-la Brava	2307,416	2307,420	2307,424	2307,424	2307,418	2307,415	2307,400	2307,402
LM-17	Sector Peine	seco	seco	seco	2298,421	2298,382	2298,342	seco	seco
E1	Sector Peine	-	2298,879	2298,885	2298,879	2298,87	2298,867	2298,86	2298,867
E2	Sector Peine	-	2298,898	2298,902	2298,894	2298,881	2298,871	2298,865	2298,863
E3	Sector Peine	-	2298,888	2298,897	2298,890	2298,882	2298,874	2298,86	2298,858
E4	Sector Peine	-	2298,861	2298,87	2298,866	2298,866	2298,858	2298,858	2298,856

Fuente: Elaboración propia

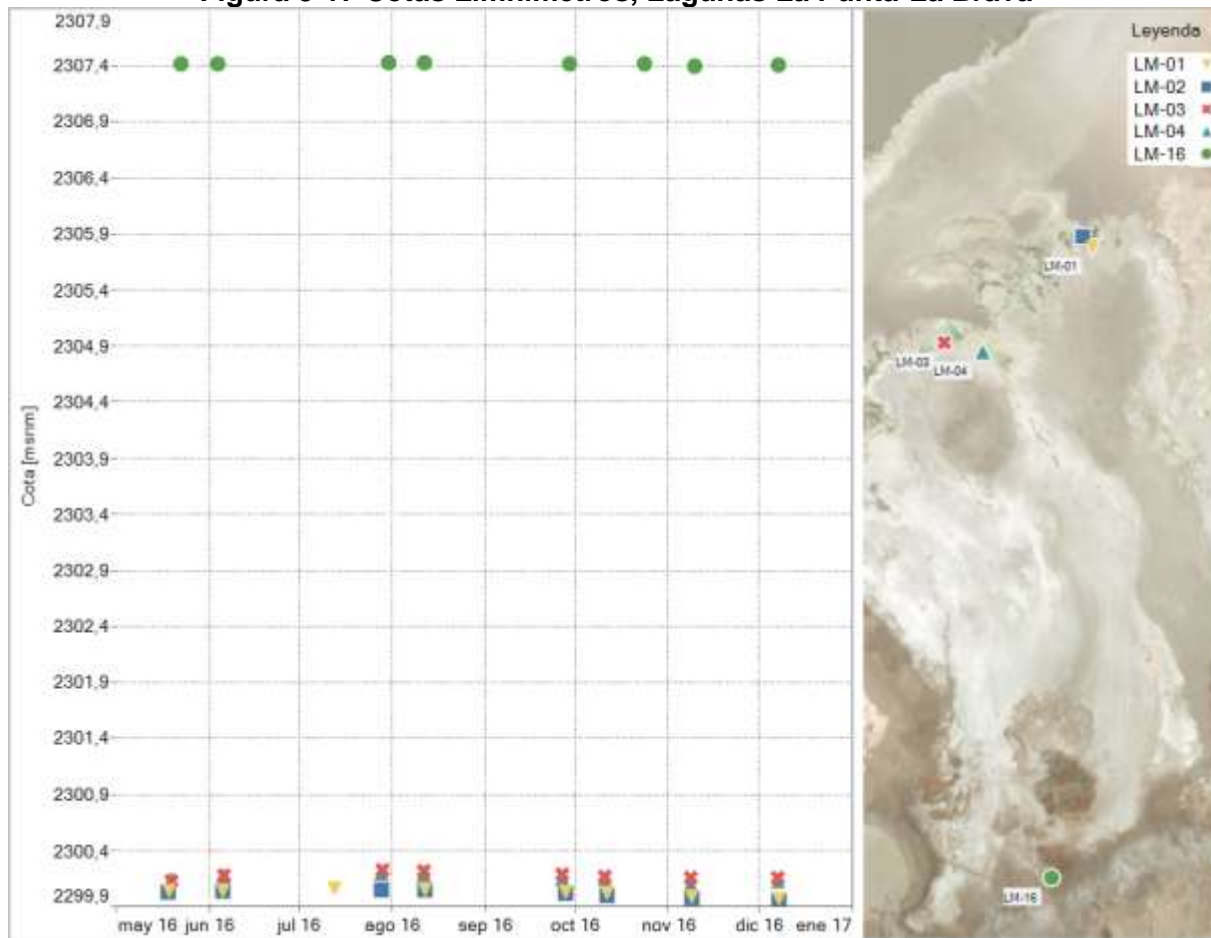
(\*) En el mes de Noviembre, para los Puntos LM-05 y LM-06, no se midió nivel, debido a la presencia de Flamencos.

(\*\*) Para el mes de Diciembre, punto LM-11, no se contó con autorización de CONAF para poder realizar la medición, debido a la presencia de Flamencos.

### 5.4.1 Sector La Punta-La Brava

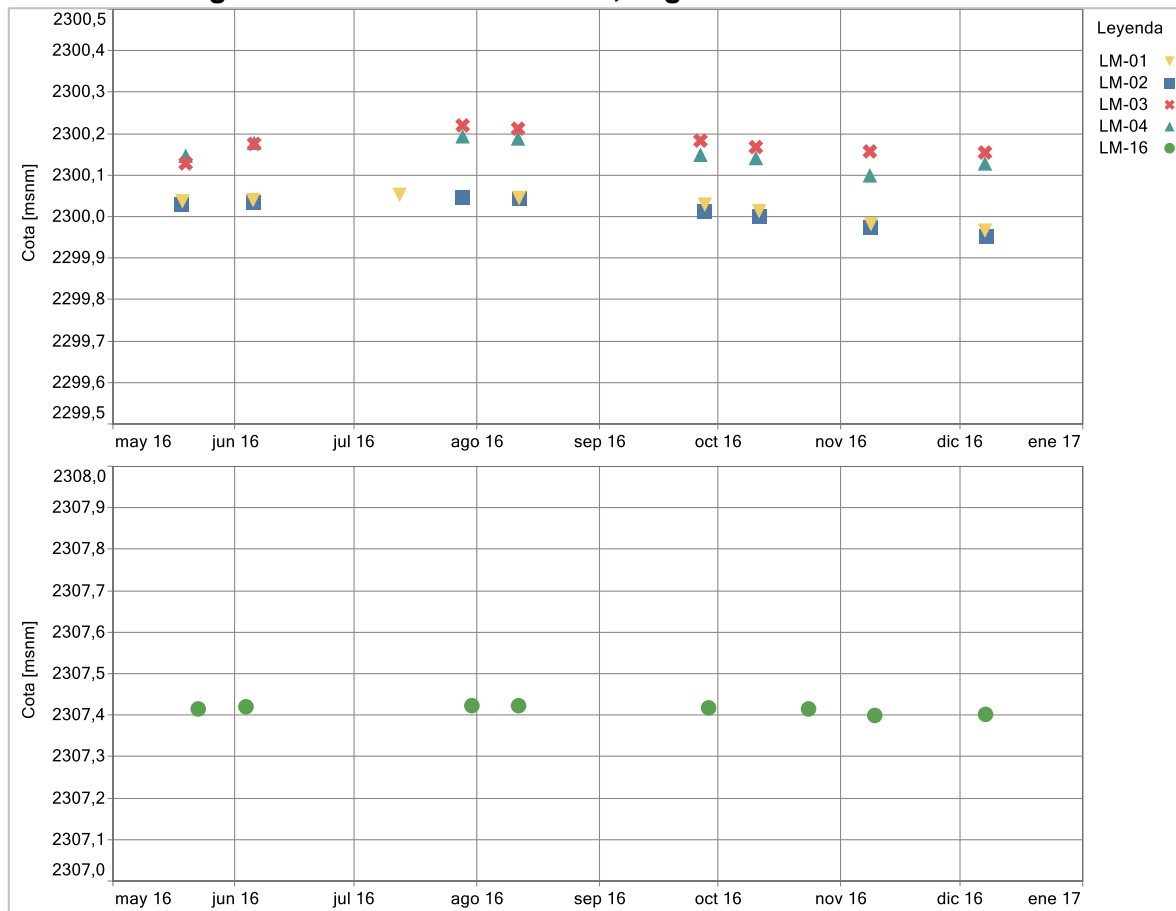
La Figura 5-17 muestra las cotas de niveles medidas en los limnímetros instalados en distintos puntos del sistema lagunar La Punta- La Brava, en donde se puede observar la diferencia de cota existente entre LM-16 y el resto de los Limnímetros. La Figura 5-18 corresponden a los mismos limnímetros, pero a una escala adecuada que permite apreciar mejor su variabilidad en el tiempo.

**Figura 5-17 Cotas Limnímetros, Lagunas La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-18 Cotas Límnímetros, Lagunas La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

De la Figura 5-18 se observa que los puntos LM-01 y LM-02 tienen cotas semejantes en cada medición y lo mismo sucede con los puntos LM-03 y LM-04, lo cual se debe a la ubicación de los mismos, ya que LM-01 y LM-02 se encuentran en la misma laguna (La Punta), mientras que LM-03 y LM-04 se encuentran en la otra (La Brava). Para los puntos LM-01 y LM-02, se observa un leve descenso de los niveles a partir del mes de octubre a diciembre.

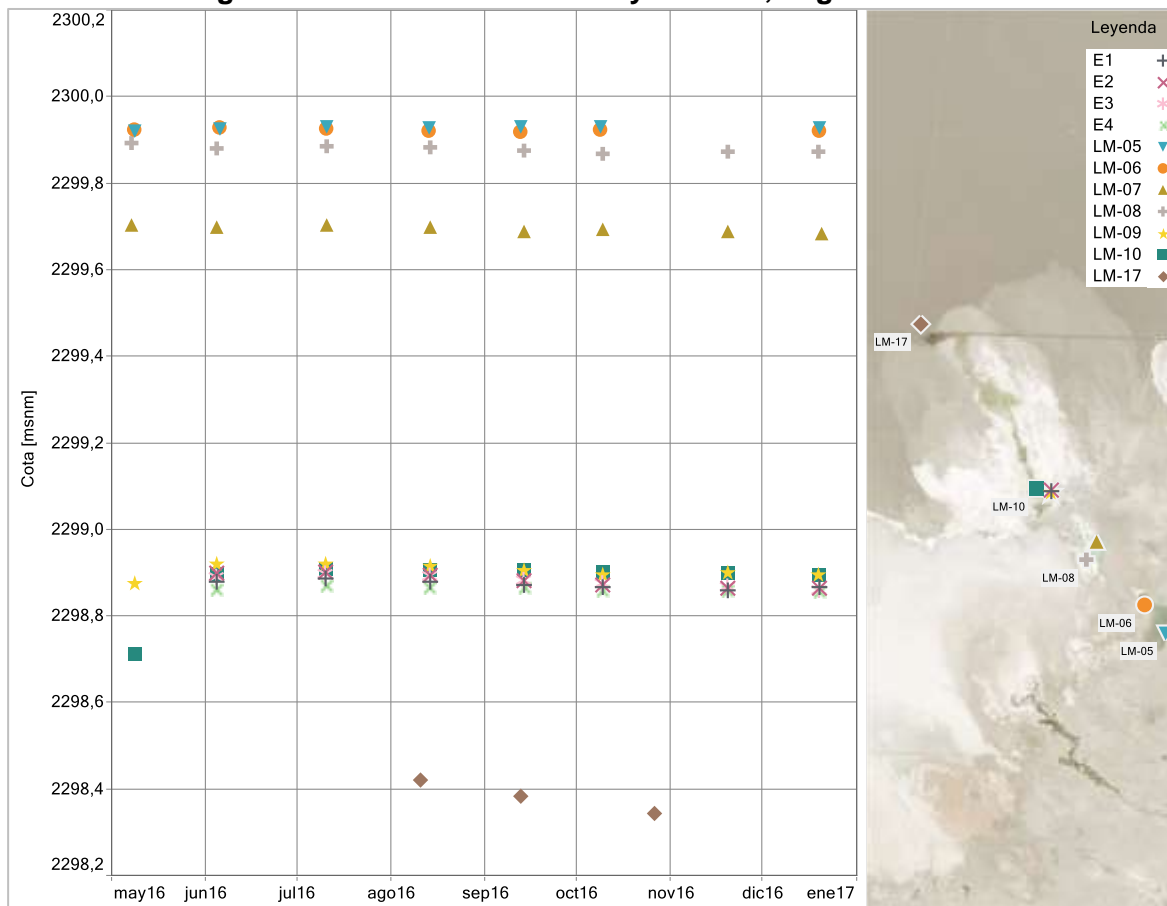
En cuanto a la oscilación natural de los niveles de las lagunas, aún no es posible de observar dado que el registro temporal aún no alcanza a un año.

### 5.4.2 Sector Peine

La Figura 5-19 muestra en primer lugar las cotas de niveles ubicadas en el sistema lagunar Peine junto a la ubicación de los limnímetros. Los puntos ubicados en la misma laguna tienen cotas similares, como es el caso de LM-05 y LM-06 ubicados en la laguna Salada; LM-07 y LM-08 ubicados en la laguna Saladita; y LM-09 y LM-10 ubicados en la laguna Interna. La cotas más bajas respecto a las demás de la zona, corresponden a las de LM-17, esto se explica debido a que este limnómetro se encuentra más adentro hacia la zona del núcleo.

Para poder mostrar de manera mas clara la variación temporal de las cotas limnimétricas del espejo de agua en las lagunas, se presenta una segunda Figura, Figura 5-20.

**Figura 5-19 Cotas Limnímetros y Estacas, Lagunas Peine.**



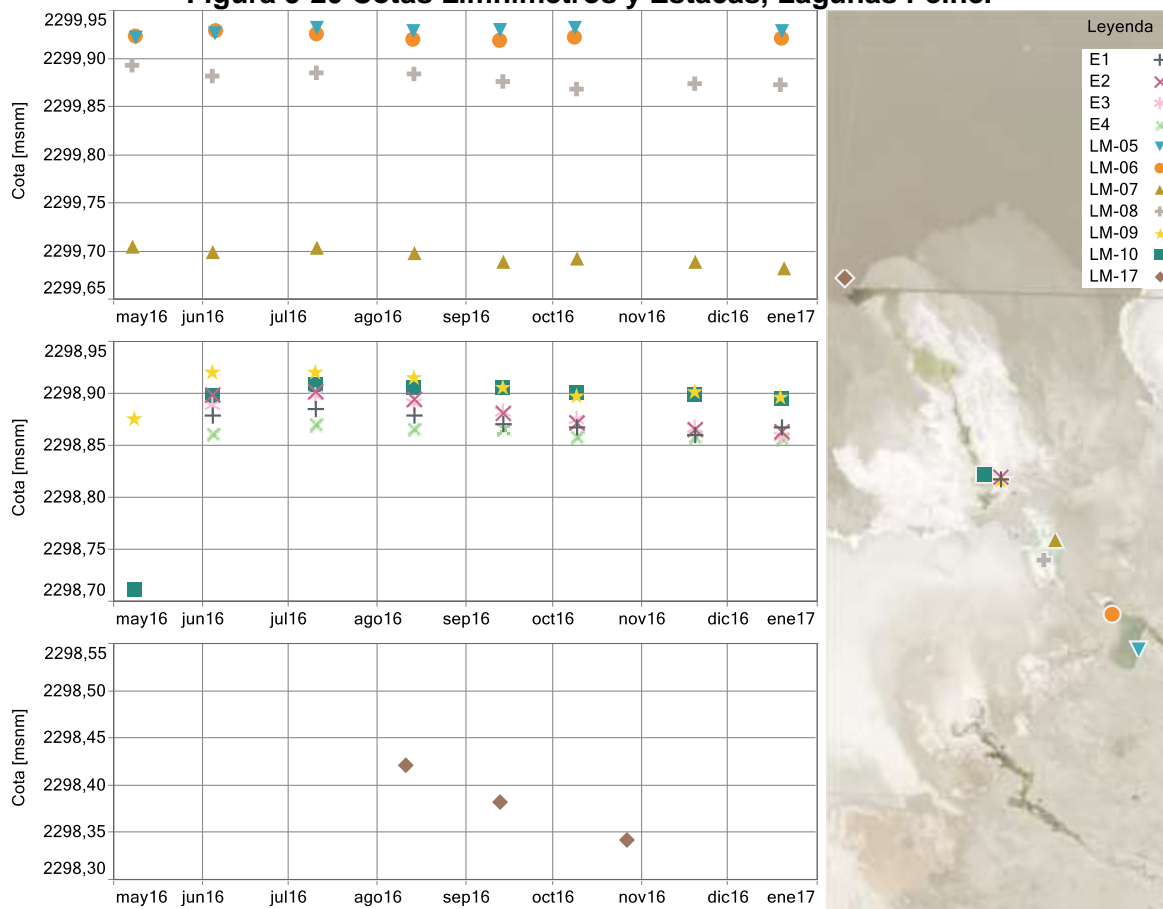
Fuente: Elaboración propia



En la Figura 5-20 se presenta particularmente para analizar las cotas de las estacas. La variación que éstas presentan, entre los meses de junio a diciembre 2016 (en un rango de 4,6 cm, considerando el valor máximo dado por la Estaca E2, con cota 2298,902 m s.n.m. en julio del 2016 y el mínimo dado por la Estaca E4, con cota registrada de 2298,856 m s.n.m. en diciembre del 2016), muestran tendencia a la disminución para la temporada de verano.

En cuanto a la oscilación natural de los niveles de las lagunas, no es posible indicar nada aún, en atención a que el registro temporal no alcanza aún un año.

**Figura 5-20 Cotas Limnímetros y Estacas, Lagunas Peine.**



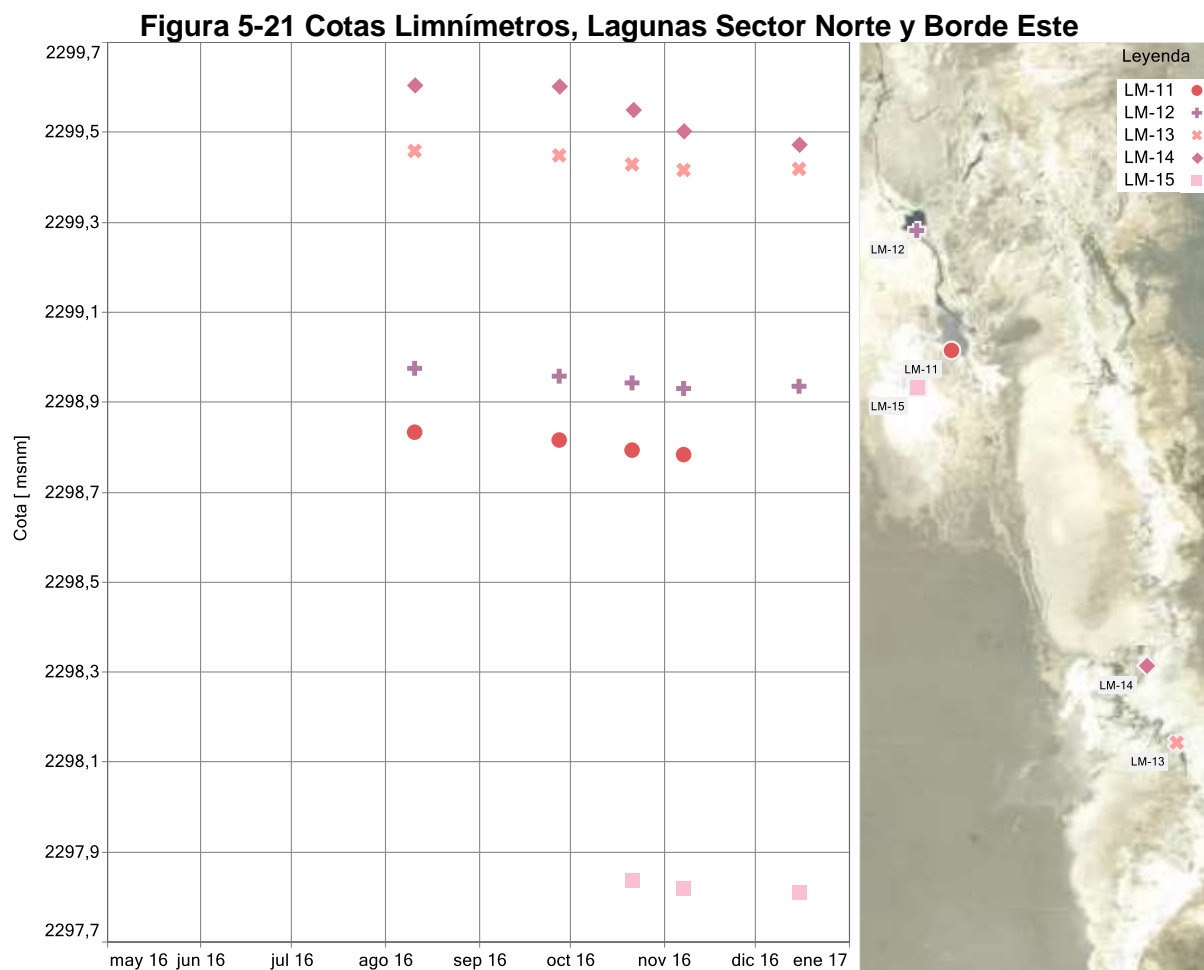
Fuente: Elaboración propia

### 5.4.3 Sector Norte y Borde Este

La Figura 5-21 muestra las cotas de niveles de los limnómetros ubicados en las lagunas del Sector Norte y Borde Este. Los puntos LM-11 y LM-12 se encuentran en el sistema lagunar Soncor, en Barros Negros y Chaxas respectivamente.

De la registros disponibles, en general, se observa una estabilidad de los niveles, salvo para el punto LM-14, ubicado en sector de Aguas de Quelana, el cual presentaría un leve descenso de sus niveles a partir de octubre.

Al igual que para los demás sectores, en cuanto a la oscilación natural de los niveles de las lagunas, no es posible de observar debido a lo corto de la extensión de los registros temporales.



## 5.5 Niveles Freáticos Acuífero y Salmuera

El análisis de los resultados de la variable niveles, tanto para el acuífero como para el núcleo, se realiza en base a la frecuencia mensual de monitoreo comprometido para esta variable, abordando los resultados y su análisis por Sector: La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y en el Núcleo.

En la Figura 4-3 se presentaron los sectores del PSAH y en el capítulo 4.2.5 Red de Monitoreo de Niveles (y otras variables), se presentan las tablas desde la Tabla 4-6 a la Tabla 4-9, con el detalle de cada uno de los 124 puntos considerados de medición de niveles en cada Sector y su etapa o estado de implementación.

Dentro de los puntos que registran niveles, es decir, nivel de agua en cota (m s.n.m), se tienen:

- Piezómetros someros, codificados como “BA”, también denominados como Barrenos.
- Multipiezómetros. Miden aguas someras, aguas profundas, o mezcla de aguas, dependiendo de la construcción del pozo, codificados por ejemplo como “MP-XX” y/o “PP-XX”
- Pozos de extracción, tanto de agua industrial como de salmuera.

En los siguientes acápite 5.4.1 a 5.4.4, se presentan para cada Sector, los resultados de las profundidades medidas en cada pozo correspondiente y la cota respectiva de nivel de aguas subterráneas, en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m), para el año 2016, Tabla 5-17 hasta la Tabla 5-22 respectivamente.

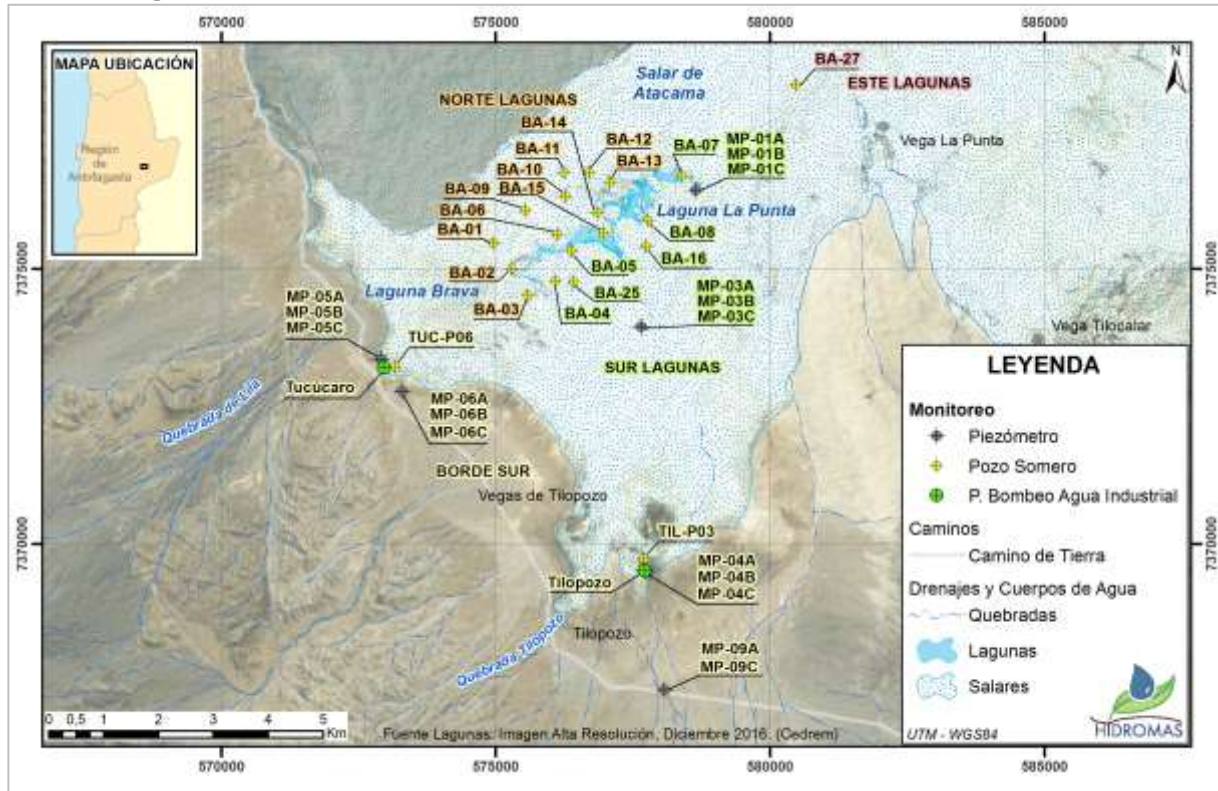
Las profundidades medidas son desde la cota collar hasta el espejo de agua.

Todos los registros históricos y actuales, para todos los pozos del PSAH se presentan en el Anexo E: Niveles Freáticos Acuífero- Salmuera de este Informe.

### 5.5.1 Sector La Punta y La Brava

En el Sector la Punta-La Brava se disponen 39 puntos de monitoreo de niveles, los que se presentan en la Figura 5-22.

**Figura 5-22 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5-17 se presentan los resultados tabulares de los niveles medidos en este Sector, en profundidades medidas en cada pozo (profundidades medidas desde la cota collar hasta el espejo de agua) y la cota respectiva de nivel de aguas subterráneas.

**Tabla 5-17 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava**

BA-01			BA-02			BA-03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
12-01-2016	1,55	2299,37	12-01-2016	1,68	2299,69	12-01-2016	1,62	2299,84
13-02-2016	1,58	2299,34	13-02-2016	1,71	2299,66	13-02-2016	1,63	2299,83
11-03-2016	1,60	2299,33	11-03-2016	1,71	2299,66	11-03-2016	1,63	2299,83
21-04-2016	1,63	2299,30	21-04-2016	1,69	2299,68	21-04-2016	1,59	2299,87
19-05-2016	1,63	2299,29	19-05-2016	1,66	2299,71	19-05-2016	1,53	2299,93
16-06-2016	1,63	2299,30	16-06-2016	1,59	2299,78	16-06-2016	1,49	2299,97
29-07-2016	1,60	2299,32	29-07-2016	1,46	2299,91	29-07-2016	1,43	2300,03
14-08-2016	1,59	2299,34	14-08-2016	1,46	2299,91	14-08-2016	1,43	2300,03
12-09-2016	1,58	2299,34	12-09-2016	1,50	2299,87	12-09-2016	1,45	2300,01
25-10-2016	1,62	2299,31	25-10-2016	1,62	2299,75	25-10-2016	1,54	2299,92
08-11-2016	1,62	2299,31	08-11-2016	1,64	2299,73	08-11-2016	1,56	2299,91
08-12-2016	1,65	2299,27	08-12-2016	1,69	2299,68	07-12-2016	1,60	2299,86
BA-04			BA-05			BA-06		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
19-01-2016	1,15	2300,21	19-01-2016	0,95	2300,13	19-01-2016	1,63	2299,78
17-02-2016	1,14	2300,21	17-02-2016	0,94	2300,14	17-02-2016	1,67	2299,74
10-03-2016	1,13	2300,22	10-03-2016	0,93	2300,15	10-03-2016	1,65	2299,75
13-04-2016	1,12	2300,23	13-04-2016	0,92	2300,17	13-04-2016	1,63	2299,78
19-05-2016	1,09	2300,26	19-05-2016	0,90	2300,19	06-05-2016	1,51	2299,90
05-06-2016	1,08	2300,27	05-06-2016	0,89	2300,20	05-06-2016	1,44	2299,97
29-07-2016	1,05	2300,30	28-07-2016	0,87	2300,22	29-07-2016	1,39	2300,02
11-08-2016	1,06	2300,29	11-08-2016	0,88	2300,22	11-08-2016	1,39	2300,02
26-09-2016	1,09	2300,26	26-09-2016	0,90	2300,19	26-09-2016	1,42	2299,99
10-10-2016	1,10	2300,25	10-10-2016	0,91	2300,18	10-10-2016	1,45	2299,95
08-11-2016	1,12	2300,23	08-11-2016	0,92	2300,16	08-11-2016	1,54	2299,86
07-12-2016	1,12	2300,23	07-12-2016	0,92	2300,16	07-12-2016	1,60	2299,80
BA-07			BA-08			BA-09		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
19-01-2016	0,88	2300,00	19-01-2016	0,79	2300,36	18-01-2016	1,47	2299,32
18-02-2016	0,89	2299,99	18-02-2016	0,78	2300,37	10-02-2016	1,49	2299,30
10-03-2016	0,88	2300,00	10-03-2016	0,76	2300,39	12-03-2016	1,52	2299,27
13-04-2016	0,86	2300,02	13-04-2016	0,74	2300,41	21-04-2016	1,54	2299,25
18-05-2016	0,83	2300,05	18-05-2016	0,71	2300,44	19-05-2016	1,54	2299,25
05-06-2016	0,82	2300,07	05-06-2016	0,71	2300,44	16-06-2016	1,53	2299,26
28-07-2016	0,80	2300,08	29-07-2016	0,69	2300,46	30-07-2016	1,49	2299,30
11-08-2016	0,80	2300,08	11-08-2016	0,70	2300,45	14-08-2016	1,48	2299,31
27-09-2016	0,83	2300,05	27-09-2016	0,72	2300,43	12-09-2016	1,47	2299,32
10-10-2016	0,84	2300,04	11-10-2016	0,73	2300,42	25-10-2016	1,50	2299,29
08-11-2016	0,87	2300,01	08-11-2016	0,75	2300,40	08-11-2016	1,51	2299,28
07-12-2016	0,88	2300,00	07-12-2016	0,75	2300,40	08-12-2016	1,54	2299,24
BA-10			BA-11			BA-12		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
18-01-2016	1,30	2299,49	18-01-2016	1,73	2299,20	20-01-2016	1,56	2299,44
10-02-2016	1,36	2299,43	10-02-2016	1,75	2299,18	10-02-2016	1,58	2299,42
12-03-2016	1,34	2299,45	12-03-2016	1,77	2299,16	12-03-2016	1,59	2299,41
21-04-2016	1,33	2299,46	21-04-2016	1,78	2299,15	21-04-2016	1,56	2299,44
19-05-2016	1,26	2299,53	19-05-2016	1,77	2299,16	22-05-2016	1,46	2299,54

**Tabla 5-17 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava**

17-06-2016	1,18	2299,61	16-06-2016	1,73	2299,20	17-06-2016	1,34	2299,66
30-07-2016	1,02	2299,77	30-07-2016	1,63	2299,30	30-07-2016	1,27	2299,73
<b>BA-10</b>			<b>BA-11</b>			<b>BA-12</b>		
14-08-2016	1,03	2299,76	14-08-2016	1,63	2299,31	14-08-2016	1,29	2299,71
12-09-2016	1,11	2299,68	12-09-2016	1,67	2299,26	12-09-2016	1,35	2299,65
25-10-2016	1,22	2299,57	25-10-2016	1,76	2299,17	25-10-2016	1,53	2299,47
08-11-2016	1,24	2299,55	08-11-2016	1,77	2299,16	08-11-2016	1,55	2299,45
08-12-2016	1,31	2299,48	08-12-2016	1,82	2299,12	08-12-2016	1,61	2299,39
<b>BA-13</b>			<b>BA-14</b>			<b>BA-15</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
20-01-2016	1,37	2299,71	12-01-2016	s/i	s/i	12-01-2016	1,17	2299,96
10-02-2016	1,37	2299,72	18-02-2016	1,43	2299,94	18-02-2016	1,18	2299,96
12-03-2016	1,35	2299,73	10-03-2016	1,42	2299,96	10-03-2016	1,16	2299,97
21-04-2016	1,28	2299,80	13-04-2016	1,37	2300,01	13-04-2016	1,14	2300,00
22-05-2016	1,22	2299,86	18-05-2016	1,34	2300,04	18-05-2016	1,13	2300,00
17-06-2016	1,18	2299,90	05-06-2016	1,33	2300,05	05-06-2016	1,11	2300,02
30-07-2016	1,17	2299,91	29-07-2016	1,31	2300,07	29-07-2016	1,09	2300,04
14-08-2016	1,18	2299,90	11-08-2016	1,31	2300,07	11-08-2016	1,09	2300,04
12-09-2016	1,22	2299,86	27-09-2016	1,33	2300,05	27-09-2016	1,12	2300,01
25-10-2016	1,33	2299,76	10-10-2016	1,35	2300,02	10-10-2016	1,13	2300,00
08-11-2016	1,34	2299,75	08-11-2016	1,38	2299,99	08-11-2016	1,14	2299,99
08-12-2016	1,38	2299,71	07-12-2016	1,40	2299,97	07-12-2016	1,15	2299,98
<b>BA-16</b>			<b>BA-25</b>			<b>BA-27</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
19-01-2016	0,94	2300,84	19-01-2016	1,19	2300,28	17-01-2016	1,19	2300,29
18-02-2016	0,94	2300,84	17-02-2016	1,19	2300,28	17-02-2016	1,22	2300,26
10-03-2016	0,93	2300,85	10-03-2016	1,19	2300,28	11-03-2016	1,23	2300,24
13-04-2016	0,92	2300,86	13-04-2016	1,13	2300,35	21-04-2016	1,25	2300,23
18-05-2016	0,90	2300,88	06-05-2016	1,18	2300,29	21-05-2016	1,25	2300,23
05-06-2016	0,89	2300,90	05-06-2016	1,17	2300,30	08-06-2016	1,26	2300,23
29-07-2016	0,87	2300,91	28-07-2016	1,17	2300,30	31-07-2016	1,19	2300,29
11-08-2016	0,87	2300,91	11-08-2016	1,17	2300,30	12-08-2016	1,16	2300,32
27-09-2016	0,90	2300,88	13-09-2016	1,18	2300,29	09-09-2016	1,14	2300,34
11-10-2016	0,91	2300,87	10-10-2016	1,18	2300,29	26-10-2016	1,16	2300,32
08-11-2016	0,91	2300,87	08-11-2016	1,18	2300,29	09-11-2016	1,17	2300,30
07-12-2016	0,92	2300,87	07-12-2016	1,18	2300,29	18-12-2016	1,22	2300,26
<b>MP-01A</b>			<b>MP-01B</b>			<b>MP-01C</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
12-01-2016	0,53	2300,70	13-01-2016	0,39	2300,80	12-01-2016	0,59	2300,64
15-02-2016	0,53	2300,70	15-02-2016	0,46	2300,73	09-02-2016	0,59	2300,64
10-03-2016	0,53	2300,70	10-03-2016	0,40	2300,79	08-03-2016	0,58	2300,65
13-04-2016	0,52	2300,71	13-04-2016	0,42	2300,78	13-04-2016	0,58	2300,66
18-05-2016	0,49	2300,74	18-05-2016	0,35	2300,84	06-05-2016	0,57	2300,67
05-06-2016	0,47	2300,76	05-06-2016	0,44	2300,75	05-06-2016	0,57	2300,66
12-07-2016	0,45	2300,78	12-07-2016	0,41	2300,78	12-07-2016	0,56	2300,67
11-08-2016	0,45	2300,78	11-08-2016	0,34	2300,85	11-08-2016	0,56	2300,67
26-09-2016	0,48	2300,75	26-09-2016	0,33	2300,86	26-09-2016	0,57	2300,66



**Tabla 5-17 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava**

10-10-2016	0,49	2300,74	10-10-2016	0,33	2300,86	10-10-2016	0,57	2300,66
08-11-2016	0,51	2300,72	08-11-2016	0,36	2300,84	08-11-2016	0,58	2300,65
07-12-2016	0,51	2300,72	07-12-2016	0,35	2300,84	07-12-2016	0,57	2300,66
MP-03A			MP-03B			MP-03C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
12-01-2016	0,84	2301,80	13-01-2016	0,70	2301,93	12-01-2016	0,66	2301,98
15-02-2016	0,84	2301,80	16-02-2016	0,70	2301,93	09-02-2016	0,66	2301,98
09-03-2016	0,82	2301,82	09-03-2016	0,70	2301,93	08-03-2016	0,66	2301,99
13-04-2016	0,78	2301,86	13-04-2016	0,68	2301,95	13-04-2016	0,63	2302,01
19-05-2016	0,71	2301,93	19-05-2016	0,63	2302,00	06-05-2016	0,59	2302,05
05-06-2016	0,67	2301,97	05-06-2016	0,61	2302,02	05-06-2016	0,57	2302,07
12-07-2016	0,64	2302,00	12-07-2016	0,56	2302,07	12-07-2016	0,53	2302,11
11-08-2016	0,66	2301,98	11-08-2016	0,58	2302,05	11-08-2016	0,54	2302,10
26-09-2016	0,69	2301,95	26-09-2016	0,60	2302,03	26-09-2016	0,56	2302,08
10-10-2016	0,72	2301,92	10-10-2016	0,62	2302,01	10-10-2016	0,58	2302,06
08-11-2016	0,75	2301,89	08-11-2016	0,65	2301,98	08-11-2016	0,61	2302,03
07-12-2016	0,75	2301,89	07-12-2016	0,65	2301,98	07-12-2016	0,61	2302,03
MP-04A			MP-04B			MP-04C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
14-01-2016	1,04	2307,61	14-01-2016	9,34	2299,19	14-01-2016	1,13	2307,48
16-02-2016	1,04	2307,61	16-02-2016	9,33	2299,20	16-02-2016	1,15	2307,46
09-03-2016	1,07	2307,58	09-03-2016	9,34	2299,19	09-03-2016	1,15	2307,46
14-04-2016	1,06	2307,59	22-04-2016	9,35	2299,18	14-04-2016	1,15	2307,46
05-05-2016	1,04	2307,61	05-05-2016	9,33	2299,20	05-05-2016	1,13	2307,48
03-06-2016	1,04	2307,61	03-06-2016	9,41	2299,12	03-06-2016	1,13	2307,48
11-07-2016	1,05	2307,61	11-07-2016	9,31	2299,23	11-07-2016	1,10	2307,51
11-08-2016	1,01	2307,64	11-08-2016	9,55	2298,98	11-08-2016	1,10	2307,51
09-09-2016	1,00	2307,65	09-09-2016	9,47	2299,06	09-09-2016	1,10	2307,51
23-10-2016	1,01	2307,64	23-10-2016	9,39	2299,14	23-10-2016	1,10	2307,51
09-11-2016	1,01	2307,64	09-11-2016	9,51	2299,03	09-11-2016	1,10	2307,51
07-12-2016	1,02	2307,63	07-12-2016	9,42	2299,11	07-12-2016	1,12	2307,49
MP-05A			MP-05B			MP-05C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
19-01-2016	1,58	2301,66	16-01-2016	1,93	2301,31	16-01-2016	1,28	2301,94
15-02-2016	1,45	2301,79	15-02-2016	1,93	2301,31	09-02-2016	1,13	2302,09
09-03-2016	1,50	2301,74	09-03-2016	1,94	2301,30	09-03-2016	1,14	2302,08
19-04-2016	1,52	2301,72	19-04-2016	1,96	2301,28	19-04-2016	1,17	2302,06
21-05-2016	1,55	2301,69	21-05-2016	1,97	2301,27	04-05-2016	1,26	2301,96
08-06-2016	1,54	2301,70	08-06-2016	2,81	2300,43	08-06-2016	1,19	2302,03
11-07-2016	1,48	2301,76	11-07-2016	2,82	2300,42	11-07-2016	1,15	2302,07
14-08-2016	1,39	2301,85	14-08-2016	2,87	2300,37	14-08-2016	1,03	2302,20
09-09-2016	1,43	2301,81	09-09-2016	2,88	2300,36	09-09-2016	1,11	2302,11
22-10-2016	1,45	2301,79	22-10-2016	2,86	2300,38	22-10-2016	1,12	2302,10
07-11-2016	1,46	2301,78	07-11-2016	2,94	2300,30	07-11-2016	1,10	2302,12
07-12-2016	1,48	2301,76	07-12-2016	2,96	2300,28	07-12-2016	1,18	2302,04
MP-06A			MP-06B			MP-06C		
Fecha	Prof. Medida	Cota Nivel Agua	Fecha	Prof. Medida	Cota Nivel Agua	Fecha	Prof. Medida	Cota Nivel Agua

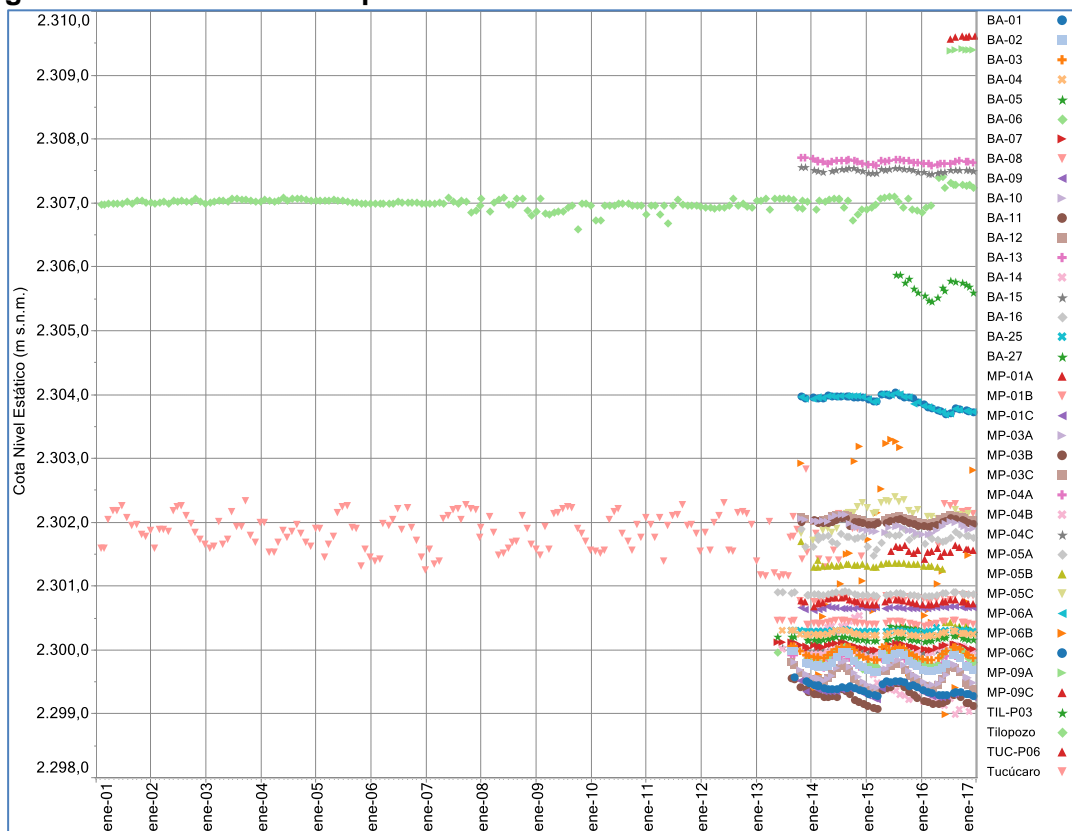
**Tabla 5-17 Resultados de Niveles en Sector La Punta-La Brava**

	(m)	(msnm)		(m)	(msnm)		(m)	(msnm)
16-01-2016	1,44	2303,82	20-01-2016	4,70	2300,54	16-01-2016	1,44	2303,84
15-02-2016	1,47	2303,79	15-02-2016	4,62	2300,62	09-02-2016	1,48	2303,80
09-03-2016	1,49	2303,77	09-03-2016	4,81	2300,43	08-03-2016	1,50	2303,78
MP-06A			MP-06B			MP-06C		
14-04-2016	1,52	2303,74	14-04-2016	4,21	2301,03	14-04-2016	1,53	2303,75
21-05-2016	1,54	2303,72	21-05-2016	4,02	2301,22	06-05-2016	1,54	2303,74
08-06-2016	1,58	2303,68	08-06-2016	6,26	2298,98	08-06-2016	1,59	2303,69
11-07-2016	1,56	2303,70	11-07-2016	5,49	2299,76	11-07-2016	1,57	2303,71
14-08-2016	1,49	2303,77	14-08-2016	5,84	2299,40	14-08-2016	1,50	2303,78
09-09-2016	1,50	2303,76	09-09-2016	5,02	2300,22	09-09-2016	1,51	2303,77
22-10-2016	1,52	2303,74	22-10-2016	4,49	2300,75	22-10-2016	1,53	2303,75
07-11-2016	1,53	2303,73	07-11-2016	3,76	2301,48	07-11-2016	1,54	2303,74
07-12-2016	1,55	2303,71	07-12-2016	2,43	2302,81	07-12-2016	1,55	2303,73
MP-09A			MP-09C			TIL-P03		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
12-07-2016	9,24	2309,37	12-07-2016	9,05	2309,56	20-01-2016	0,98	2305,55
11-08-2016	9,23	2309,38	11-08-2016	9,02	2309,59	16-02-2016	1,07	2305,46
28-09-2016	9,21	2309,40	28-09-2016	9,01	2309,60	09-03-2016	1,07	2305,46
23-10-2016	9,22	2309,39	23-10-2016	9,01	2309,60	14-04-2016	1,01	2305,52
09-11-2016	9,22	2309,39	09-11-2016	9,01	2309,60	22-05-2016	0,86	2305,67
07-12-2016	9,23	2309,38	22-12-2016	9,01	2309,60	03-06-2016	0,90	2305,63
						11-07-2016	0,75	2305,78
						11-08-2016	0,77	2305,76
						28-09-2016	0,78	2305,75
						23-10-2016	0,82	2305,71
						09-11-2016	0,84	2305,69
						07-12-2016	0,94	2305,59
Tilopozo			TUC-P06			Tucúcaro		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	1,26	2306,84	20-01-2016	1,00	2301,42	01-01-2016	1,11	2302,03
01-02-2016	1,18	2306,92	13-02-2016	0,90	2301,52	01-02-2016	1,12	2302,02
01-03-2016	1,15	2306,95	09-03-2016	0,89	2301,53	01-03-2016	1,07	2302,07
21-04-2016	0,71	2307,39	14-04-2016	0,83	2301,59	21-04-2016	1,49	2301,64
20-05-2016	0,70	2307,41	06-05-2016	0,96	2301,46	20-05-2016	1,17	2301,96
03-06-2016	0,87	2307,24	03-06-2016	0,89	2301,53	03-06-2016	0,85	2302,28
11-07-2016	0,78	2307,32	12-07-2016	0,89	2301,53	11-07-2016	0,88	2302,25
11-08-2016	0,81	2307,29	14-08-2016	0,79	2301,63	14-08-2016	0,85	2302,28
28-09-2016	0,82	2307,29	09-09-2016	0,83	2301,59	28-09-2016	0,97	2302,16
23-10-2016	0,83	2307,27	22-10-2016	0,85	2301,57	22-10-2016	0,99	2302,14
09-11-2016	0,83	2307,28	07-11-2016	0,85	2301,57	07-11-2016	0,95	2302,18
07-12-2016	0,87	2307,23	07-12-2016	0,87	2301,55	07-12-2016	1,01	2302,12

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5-23, muestra los niveles históricos registrados para todos los pozos del Sector LP-LB, con el objetivo de mostrar el registro completo de cotas y la extensión temporal de los monitoreos, dependiendo del pozo. En el sector La Punta - La Brava, se observa un amplio rango de cotas, que se asocian a la ubicación relativa de las diferentes zonas.

**Figura 5-23 : Variación Temporal General de Niveles en Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

Los pozos que presentan los registros más extensos – históricos, corresponden a: Tilopozo, con registros desde enero del año 2001 y cota promedio de 2307,1 m s.n.m.; y pozo Tucúcaro, con registros desde enero 2001, y variación de cota entre 2300,8 m s.n.m. (octubre del 2013) y 2302,8 m s.n.m.(noviembre de 2013).

Para facilitar la comprensión de los resultados gráficos y el análisis del Sector La Punta-La Brava, se presentan los pozos por áreas o zonas dentro del Sector. Los pozos que miden niveles en este Sector, corresponden a los pozos indicados en la tabla siguiente.

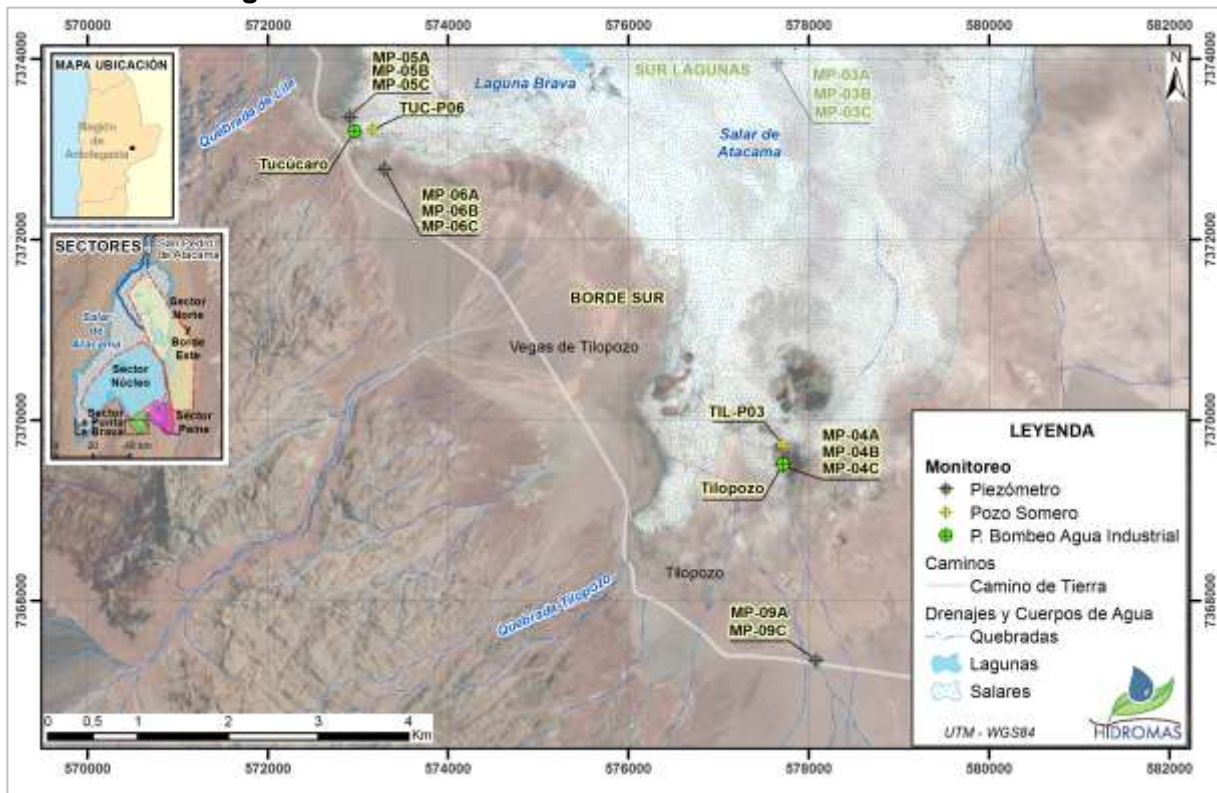
**Tabla 5-18 Pozos por zonas en Sector La Punta-La Brava**

Zonas del Sector			
Borde Sur	Norte de las Lagunas	Sur de las Lagunas	Este Lagunas
MP-04A	BA-01	MP-01A	BA-27
MP-04B	BA-02	MP-01B	
MP-04C	BA-03	MP-01C	
MP-05A	BA-06	MP-03A	
MP-05B	BA-09	MP-03B	
MP-05C	BA-10	MP-03C	
MP-06A	BA-11	BA-04	
MP-06B	BA-12	BA-05	
MP-06C	BA-13	BA-07	
MP-09A	BA-14	BA-08	
MP-09C	BA-15	BA-16	
Tilopozo		BA-25	
Tucúcaro			
TIL-P03			
TUC-P06			

Fuente: Elaboración propia

Sector Borde Sur.

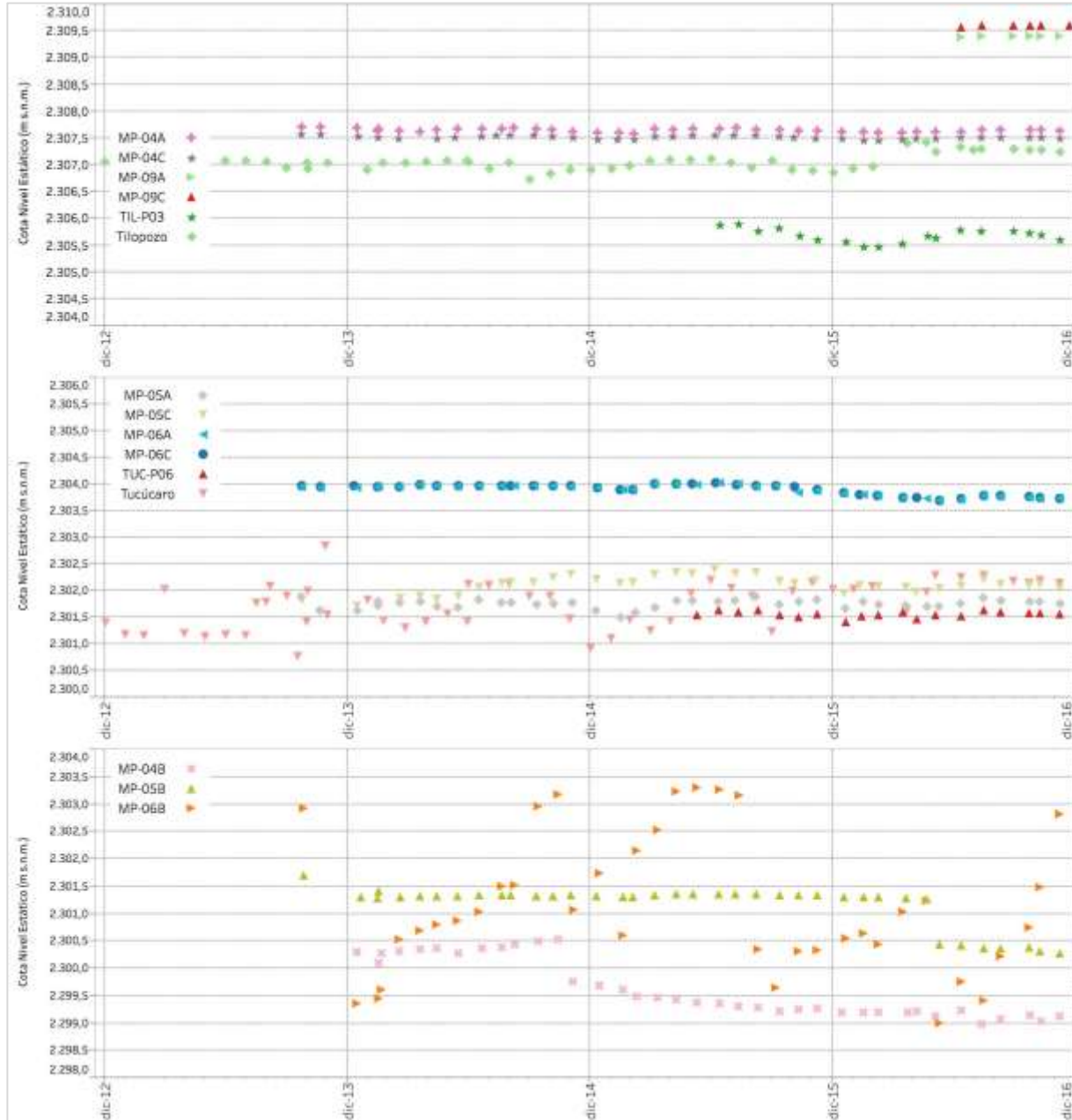
**Figura 5-24 : Zona Borde Sur – Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5-25 presenta las gráficas para los puntos ubicados en el Borde Sur que corresponden a MP-04A, MP-04B, MP-04C, MP-05A, MP-05B, MP-05C, MP-06A, MP-06B, MP-06C, MP-09A, MP-09C, TIL-P03, pozo Tilopozo, TUC-P06 y Tucúcaro.

**Figura 5-25 : Variación Temporal Niveles en Pozos del Borde Sur**



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 5-25, se tiene que para el pozo Tilopozo, se observa una tendencia estable en el tiempo, considerando su amplitud de variación de los niveles históricos de 80 cm, en todo el período registrado (2001 – 2016).

El multipiezómetro MP-09 cuenta con poco datos, registros desde julio 2016, lo que imposibilita concluir que existe alguna tendencia. Sin embargo se observa que, el nivel piezométrico del pozo MP-09C es superior a MP-09A, por cuanto está a mayor presión.

Los pozos MP-04A y MP-04C presentan un comportamiento estable de sus niveles, con cotas del orden de 2307,6 y 2307,5 m s.n.m. respectivamente y con una leve estacionalidad, aumentando sus niveles en invierno y disminuyendo en verano. El pozo MP-04B, que registra niveles profundos, acusa niveles más bajos en comparación a las demás cotas del subsector de Tilopozo y con tendencia al descenso. Lo anterior se vincula a que todos los demás pozos miden aguas someras y el pozo MP-04B aguas más profundas.

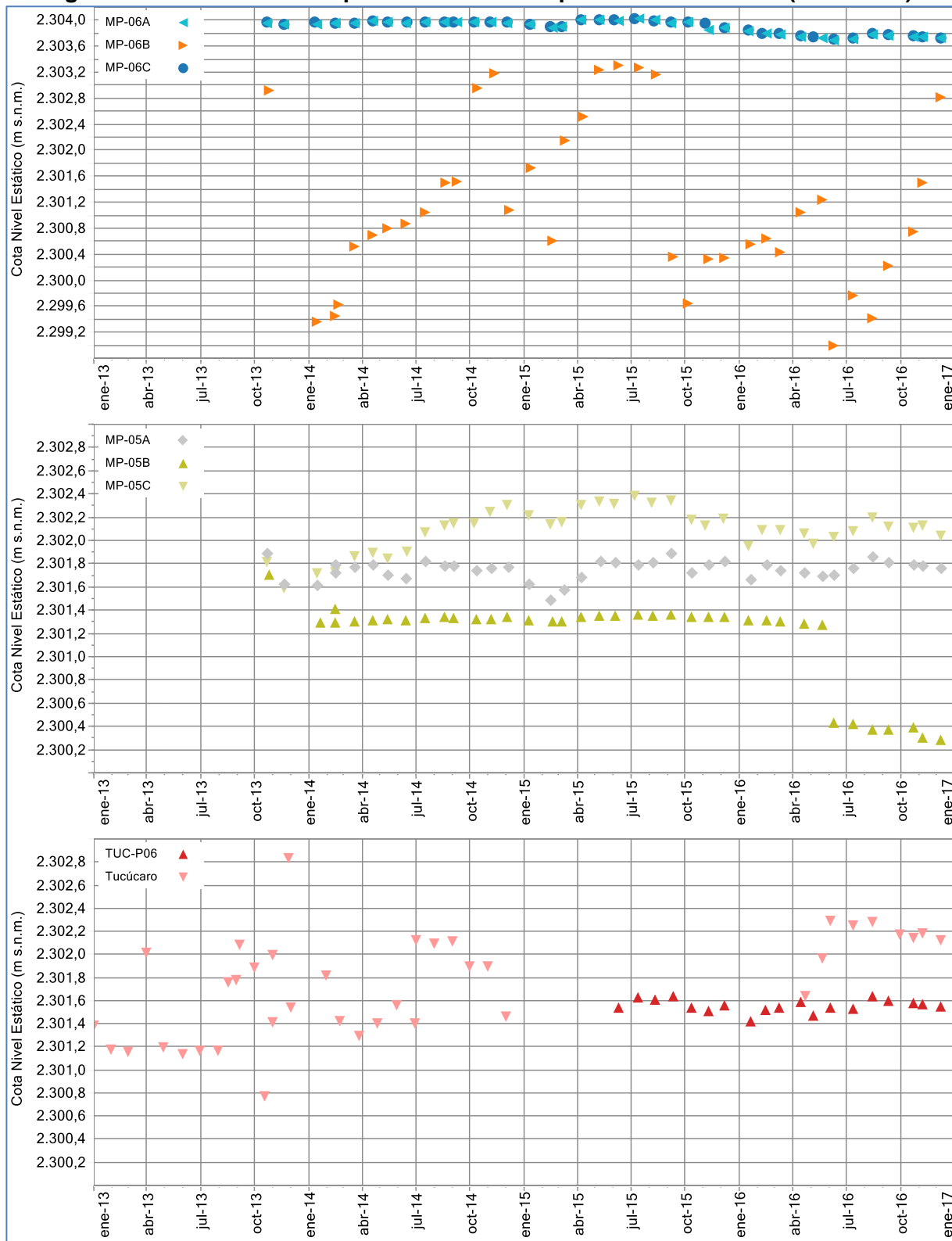
El pozo TIL-P03, pozo somero ubicado un poco más al norte que MP-04, muestra una variabilidad estacional, con tendencia estable.

El Pozo Tucúcaro, muestra niveles dinámicos a lo largo de los años, los cuales presentan una tendencia cíclica, con disminución de niveles en verano y aumento en invierno. Los registros históricos de este pozo, desde enero 2001, muestran una variabilidad con amplitud de aproximadamente 1,2 m., correspondientes a niveles dinámicos ya que es un pozo de extracción de agua dulce-salobre de RWL.

Se observan para el resto de los pozos, un rango amplio de cotas, a pesar de estar cercanos entre sí, por lo que para facilitar su lectura se presenta en la Figura 5-26 los registros a una escala temporal mas reducida, desde el 2013 al 2016, para los distintos rangos de cotas.



**Figura 5-26 : Variación Temporal de Niveles en pozos del Borde Sur (2013-2016)**



Fuente: Elaboración Propia

Los puntos MP-06A y MP-06C presentan un nivel somero con poca variabilidad en comparación con las aguas de nivel más profundas, pozo MP-06B. Desde octubre 2015, se observa para MP-06A y MP-06C una leve tendencia al descenso de los niveles. Los niveles del pozo MP-06B, presenta comportamiento muy variado, de descenso y recuperación.

De observa en general que el multipiezómetro MP-05 registra cotas menores a MP-06, dada su ubicación. Los pozos MP-05A y MP-05C presentan una tendencia estable de sus niveles a lo largo del tiempo y bastante sincrónicos entre sí. El pozo MP-05B, se observa estable hasta mayo 2016, presentando un quiebre en sus mediciones en junio 2016. A partir de esa fecha se observa una tendencia al descenso.

En el caso del pozo TUC-P06, este registra niveles estables durante el período registrado, entre 2.301,4 y 2.301,6 m.s.n.m, similar a la variabilidad de MP-05A y MP-05C y durante el año 2016, los registros se encuentran en el comportamiento histórico. Por otro lado el pozo Tucúcaro presenta una fluctuación entre la cota 2300,8 y 2.304,2 m s.n.m. con una clara variación relacionado con las extracciones que se realizan desde él. En los últimos meses del año 2016, los registros se muestran estables.

### Zona Norte y Sur Lagunas

A continuación, se presentan los barrenos en las zonas de las lagunas, en el Norte y Sur de éstas, se tienen los puntos BA-01, BA-02, BA-03, BA-04, BA-05, BA-06, BA-08, BA-09, BA-10, BA-11, BA-12, BA-13, BA-14, BA-15, BA-16 y BA-25, que se grafican de Norte a Sur en la Figura 5-27. En esta figura, en las dos gráficas superiores se presentan los registros de los barrenos existentes al norte de las lagunas La Punta – La Brava, identificados como: BA-01, BA-02, BA-03, BA-06, BA-09, BA-10, BA-11, BA-12, BA-13, BA-14 y BA-15.

En la gráfica superior de la Figura 5-17 se observa que los niveles de las aguas más cercanas al núcleo (al norte de las lagunas), en la zona marginal, presentan una alta variabilidad, con descensos y recuperaciones marcadas, y con amplitudes entre los niveles máximos y mínimos registrados que varían desde 30 cm en BA-09 hasta 45 cm en BA-12. Se puede observar que los datos del año 2016 se enmarcan dentro del registro histórico.

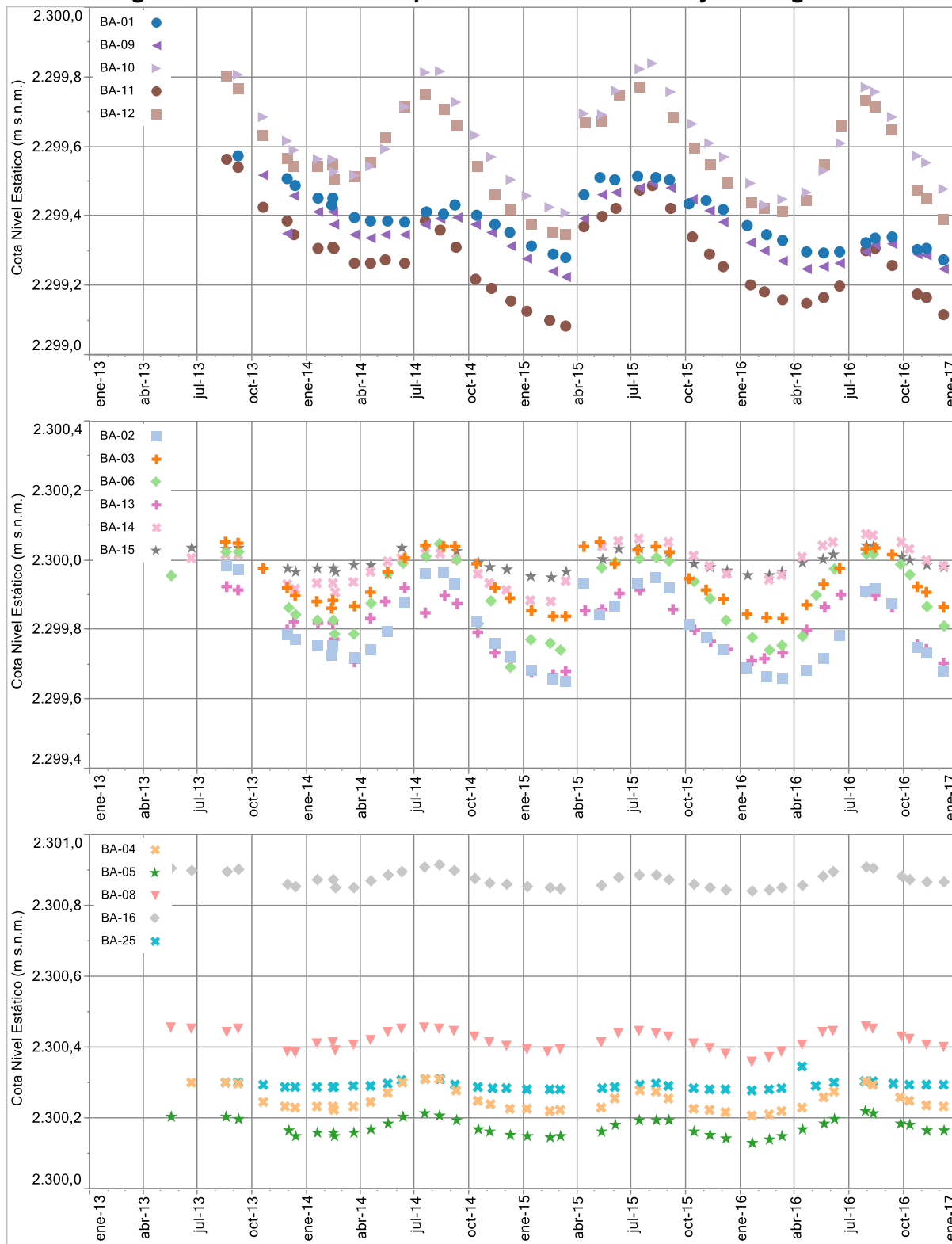
En la segunda gráfica, se muestran los que se encuentran un poco más alejados del núcleo, en la zona misma de las lagunas. Se observan de estos niveles con una amplitud más pequeña, que van desde los 10 cm. en BA-15 hasta los 30 cm. en BA-02. Se aprecia una tendencia general de los niveles estable en el tiempo y el año 2016 continuidad respecto a lo registrado histórico.

De las dos gráficas anteriores, se observa un desfase en los niveles registrados. Como se verá más adelante en el Capítulo 6 de Discusión, este desfase y aumento de los niveles obedecen a la presencia de lluvias ocurridas en marzo del 2015, y a ello se debe dicha respuesta del sistema.

El tercer y último grupo de barrenos corresponden a los ubicados hacia el sur de las lagunas, identificados como BA-04, BA-05, BA-08, BA-16 y BA-25. Estos pozos presentan niveles

mucho menos variables, y con amplitudes de variación de sus niveles más pequeñas, siendo en promedio de 10 cm o menores. La diferencias de cotas se deben a la cota de referencia de ubicación de los pozos.

**Figura 5-27 : Variación Temporal de Niveles en Norte y Sur Lagunas**



Fuente: Elaboración Propia

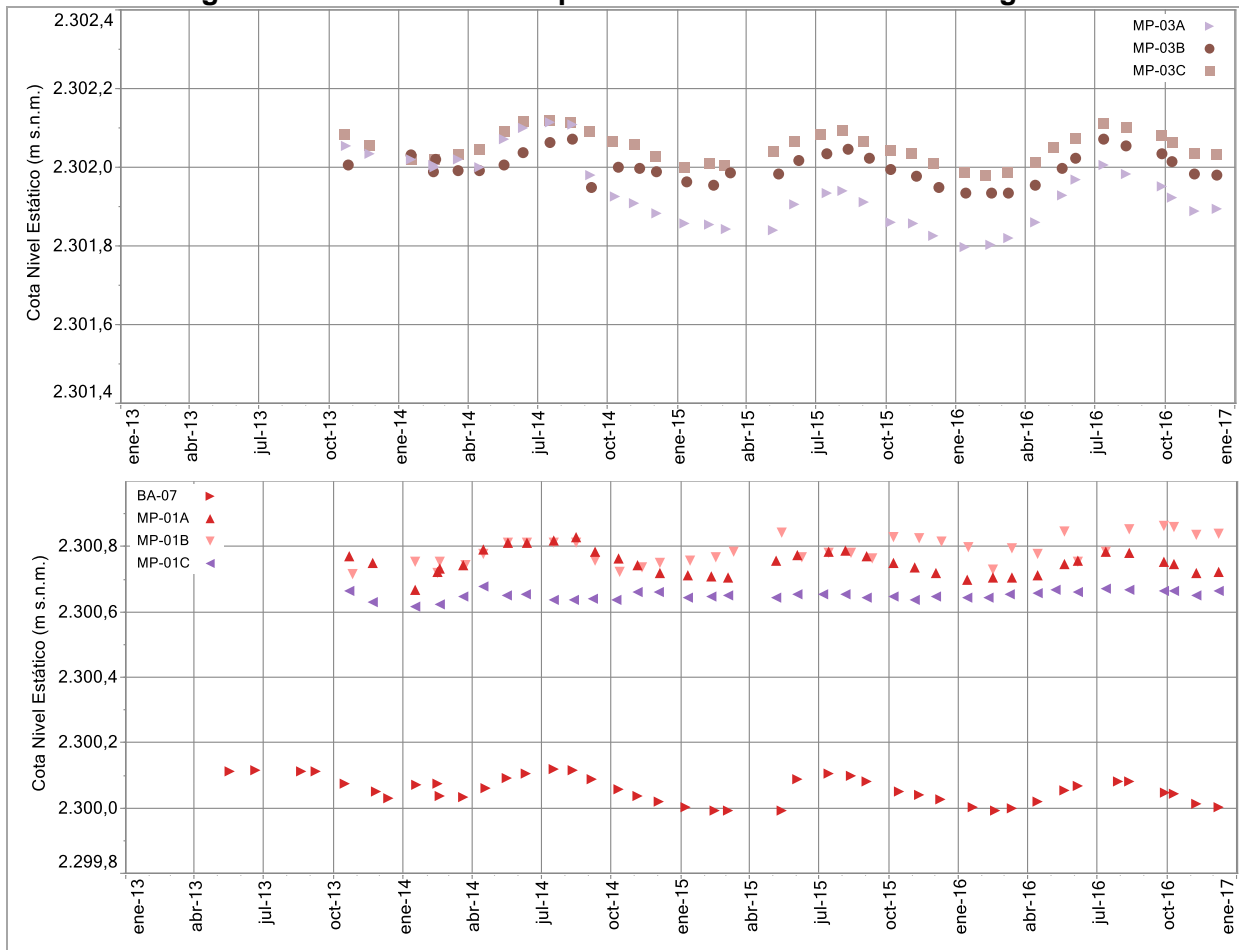
En resumen, de la variabilidad que presentan los barrenos en la zona de las lagunas, se puede indicar que los niveles de las aguas someras, son más sensibles a la evaporación y presentan mayor variabilidad estacional en la medida que están más cerca del núcleo, al norte de las lagunas, y menos sensibles a las variaciones estacionales a medida que se alejan del núcleo, ubicados al sur de las lagunas. Todos los registros muestran la variabilidad estacional sin tendencias ni al descenso ni al aumento, lo que también se observa de los datos del año 2016.

Al sur de las lagunas, también se encuentran los pozos MP-03, MP-01 y BA-07, los cuales se presentan en la Figura 5-28.

El MP-03A y MP-3C registran niveles de aguas somera y MP-03B los niveles de aguas profundas. Este pozo se ubica al Sur del sistema Lagunar La Punta-La Brava, y muestra una variación estacional en donde aumentan los niveles en invierno y bajan en temporada de verano. La amplitud de la variación de los niveles de aguas someras es mayor que las aguas profundas, con variaciones de hasta 20 cm. entre temporadas. Las aguas profundas alcanzan sólo una variación de 10 cm. De los registros históricos, se observa una tendencia estable tanto para aguas someras como profundas, lo que se mantiene en el año 2016.

Se observa que los niveles del barreno BA-07 son muy similares a la variabilidad que presentan los niveles del pozo MP-01A, en tanto a que aumentan y descienden en las mismas temporadas, como a la amplitud total que presenta dicha variación, de aproximadamente 10 cm para ambos. El nivel de las aguas profundas, representado por el pozo MP-01B, pesenta un poco más de variabilidad y el pozo MP-01C es más parejo debido a que mide mezcla de aguas. De los registros se observa una tendencia a la estabilidad de los niveles en el tiempo, siendo el año 2016 la continuidad de lo que se viene observando desde el 2013.

**Figura 5-28 : Variación Temporal de Niveles – Sur de las Lagunas**

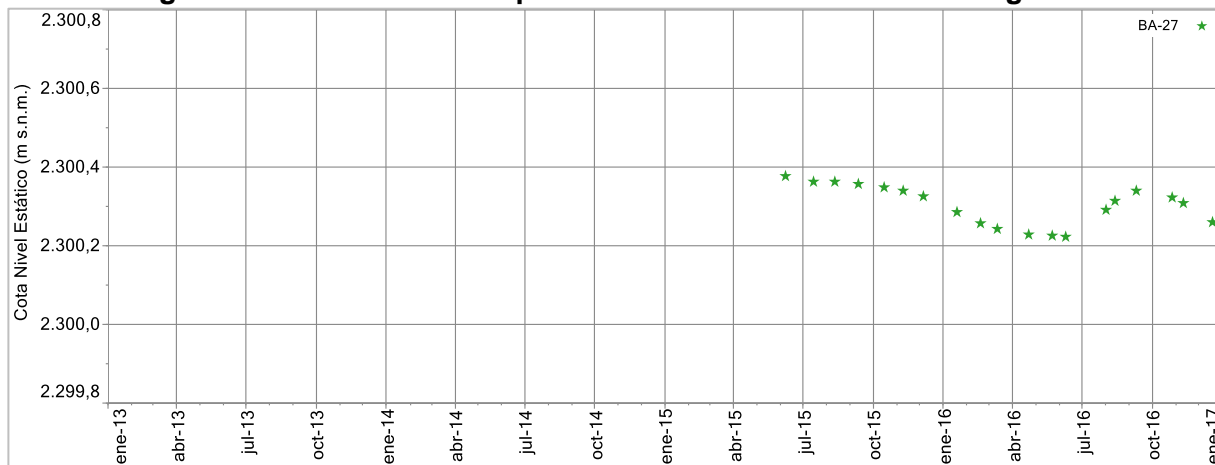


Fuente: Elaboración Propia



Para finalizar con los niveles del Sector La Punta-La Brava, se presenta en la Figura 5-29, los niveles de aguas someras del pozo BA-27 ubicado en la zona Este de las Lagunas LP-LB. Para este pozo se muestran los registros desde junio 2015 a diciembre 2016 y tiene una cota de terreno semejante a los barrenos ubicados al sur de las lagunas. Los registros de este pozo presentan una variabilidad semejante al segundo grupo de barrenos, con una amplitud, entre los máximos y mínimos, de 20 cm. En los años que se cuenta con registros se observa una tendencia a la estabilidad de los niveles.

**Figura 5-29 : Variación Temporal de Niveles en BA-27– Este Lagunas**



Fuente: Elaboración Propia

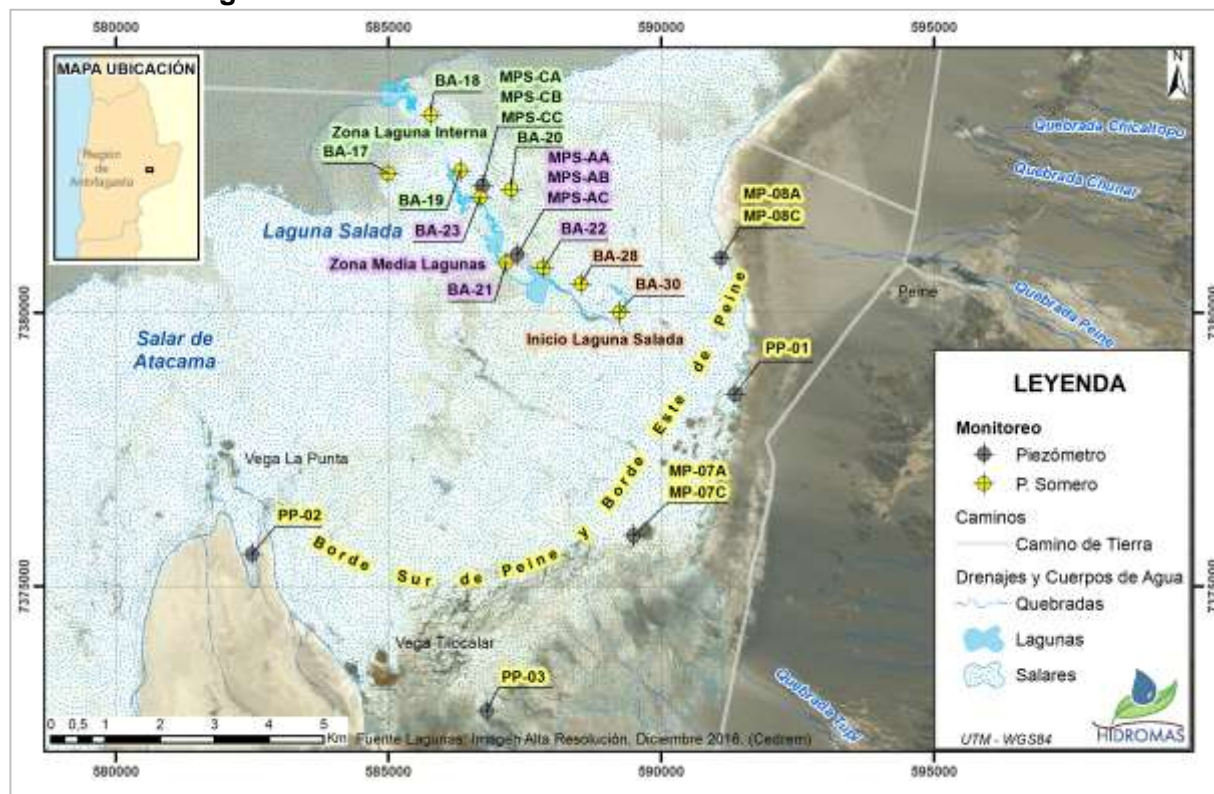
A modo de resumen para este Sector, se puede decir que:

- Los niveles en el Sector La Punta La Brava, en particular en la zona de las lagunas, los niveles se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente.
- En el Borde Sur, el único pozo que muestra tendencia a la baja es el pozo MP-04B (aguas profundas), ubicado al lado del pozo Tilopozo. En esta zona, los pozos que miden aguas someras al lado del pozo de bombeo Tilopozo, que también es un pozo somero, no muestran descensos, sino más bien tendencias a la estabilidad de sus niveles.
- El pozo MP-06A, ubicado al lado del borde Tucúcaro, muestra fluctuaciones entre el máximo y el mínimo de 40 cm, y para las aguas profundas (pozo MP-06B) fluctuaciones del orden de 4 m. Lo anterior, es concordante con la posición relativa de ellos, por cuanto se ubican en una zona al lado del cordón de Lila, en donde es muy sensible a las recargas y extracciones que puedan existir.

### 5.5.2 Sector Sistema Peine

En el Sector de Peine se cuenta con 22 puntos de monitoreo de niveles distribuidos en la zona marginal y borde acuifero. Los pozos se presentan en la Figura 5-30.

**Figura 5-30 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Peine**



Fuente: elaboración propia

En la Tabla 5-19 se presentan los resultados tabulares de los niveles medidos en Sector Peine, en profundidades medidas en cada pozo (profundidades medidas desde la cota collar hasta el espejo de agua) y la cota respectiva de nivel de aguas subterráneas.

Los resultados y el análisis que se presentan a continuación, se han ordenado por zonas dentro del Sector, comenzando por la zona más alejada de las lagunas de Peine, y que se encuentran a cotas más altas, denominadas Borde Este y Sur Peine; y luego por pozos que miden niveles en las zonas cercanas a las lagunas Salada - Saladita e Interna, hacia las cercanías del núcleo.

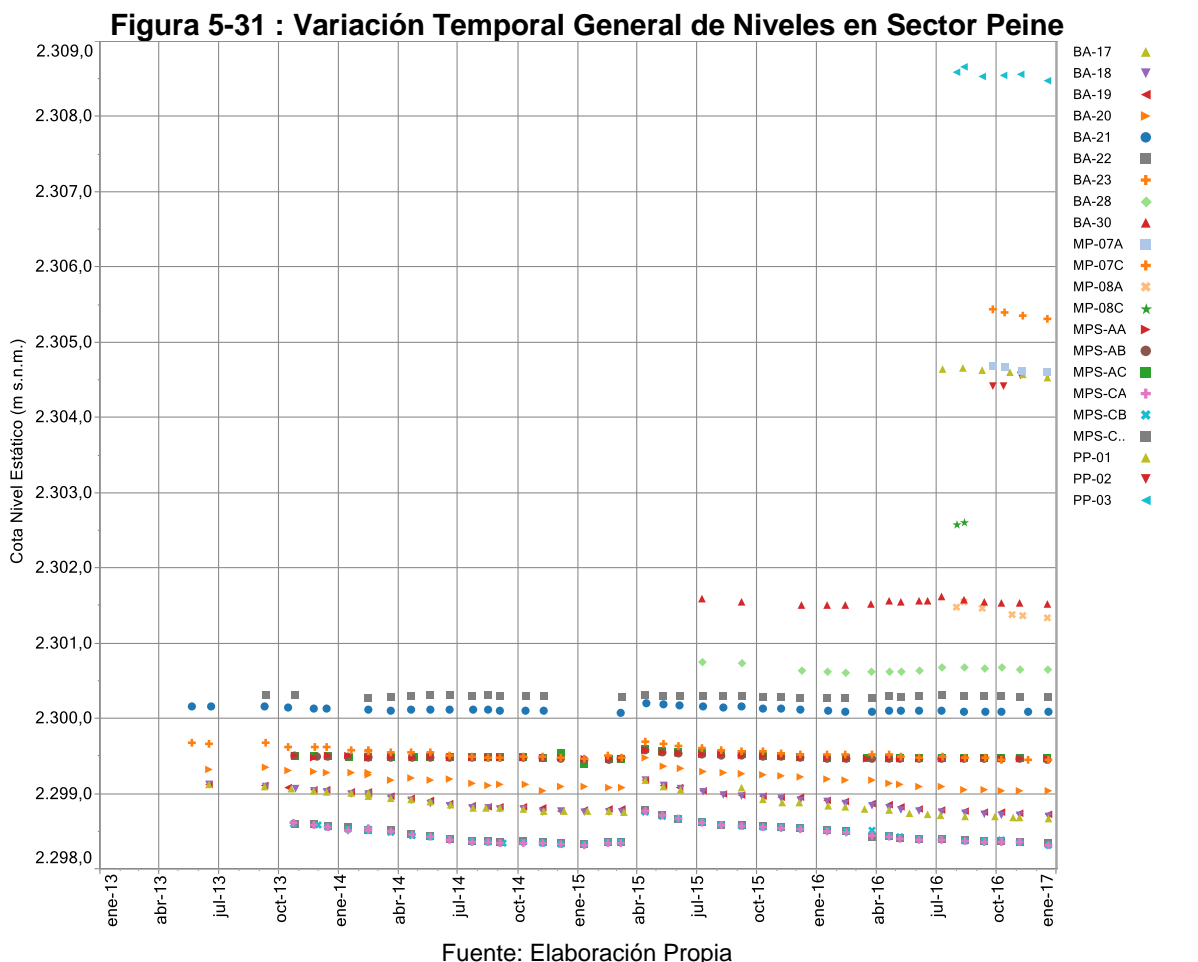
**Tabla 5-19 Resultados de Niveles en Sector Peine**

BA-17			BA-18			BA-19		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
18-01-2016	2,12	2298,83	16-01-2016	1,42	2298,88	16-01-2016	1,60	2298,91
13-02-2016	2,13	2298,82	13-02-2016	1,44	2298,86	13-02-2016	1,61	2298,89
13-03-2016	2,16	2298,79	24-03-2016	1,47	2298,83	24-03-2016	1,64	2298,86
20-04-2016	2,17	2298,78	20-04-2016	1,50	2298,80	19-04-2016	1,66	2298,84
21-05-2016	2,22	2298,73	07-05-2016	1,52	2298,78	07-05-2016	1,68	2298,82
18-06-2016	2,24	2298,71	04-06-2016	1,54	2298,76	04-06-2016	1,71	2298,79
08-07-2016	2,25	2298,70	09-07-2016	1,56	2298,74	09-07-2016	1,72	2298,78
14-08-2016	2,26	2298,69	13-08-2016	1,56	2298,74	13-08-2016	1,74	2298,77
28-09-2016	2,27	2298,68	12-09-2016	1,58	2298,72	12-09-2016	1,75	2298,75
27-10-2016	2,28	2298,67	09-10-2016	1,59	2298,71	09-10-2016	1,76	2298,74
05-11-2016	2,27	2298,68	05-11-2016	1,60	2298,70	05-11-2016	1,77	2298,73
20-12-2016	2,30	2298,65	19-12-2016	1,62	2298,68	19-12-2016	1,79	2298,72
BA-20			BA-21			BA-22		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
16-01-2016	1,35	2299,19	18-01-2016	1,29	2300,10	16-01-2016	0,85	2300,27
13-02-2016	1,37	2299,17	13-02-2016	1,30	2300,09	13-02-2016	0,86	2300,26
24-03-2016	1,37	2299,17	24-03-2016	1,30	2300,09	24-03-2016	0,85	2300,27
20-04-2016	1,41	2299,13	20-04-2016	1,30	2300,09	20-04-2016	0,83	2300,29
07-05-2016	1,43	2299,12	07-05-2016	1,30	2300,09	08-05-2016	0,84	2300,28
04-06-2016	1,45	2299,09	05-06-2016	1,30	2300,09	04-06-2016	0,83	2300,29
09-07-2016	1,46	2299,08	09-07-2016	1,30	2300,09	09-07-2016	0,81	2300,31
12-08-2016	1,49	2299,05	12-08-2016	1,30	2300,09	13-08-2016	0,82	2300,30
12-09-2016	1,49	2299,05	13-09-2016	1,31	2300,09	13-09-2016	0,83	2300,29
09-10-2016	1,50	2299,04	08-10-2016	1,31	2300,08	08-10-2016	0,83	2300,29
05-11-2016	1,51	2299,03	19-11-2016	1,31	2300,08	05-11-2016	0,84	2300,28
19-12-2016	1,52	2299,02	19-12-2016	1,32	2300,07	19-12-2016	0,84	2300,28
BA-23			BA-28			BA-30		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
16-01-2016	1,00	2299,51	17-01-2016	0,70	2300,61	17-01-2016	0,79	2301,49
13-02-2016	1,00	2299,51	13-02-2016	0,71	2300,60	13-02-2016	0,78	2301,50
24-03-2016	1,00	2299,51	23-03-2016	0,70	2300,61	23-03-2016	0,76	2301,52
19-04-2016	1,00	2299,51	19-04-2016	0,69	2300,62	19-04-2016	0,73	2301,55
08-05-2016	1,03	2299,49	08-05-2016	0,69	2300,62	08-05-2016	0,73	2301,55
04-06-2016	1,03	2299,48	04-06-2016	0,68	2300,63	04-06-2016	0,73	2301,55
10-07-2016	1,03	2299,48	09-07-2016	0,64	2300,68	09-07-2016	0,67	2301,61
13-08-2016	1,04	2299,47	13-08-2016	0,64	2300,67	13-08-2016	0,71	2301,57
13-09-2016	1,04	2299,47	13-09-2016	0,65	2300,67	13-09-2016	0,74	2301,54
09-10-2016	1,06	2299,45	08-10-2016	0,64	2300,67	08-10-2016	0,76	2301,52
19-11-2016	1,07	2299,44	05-11-2016	0,67	2300,64	05-11-2016	0,75	2301,53
19-12-2016	1,07	2299,44	17-12-2016	0,67	2300,65	17-12-2016	0,76	2301,52
MP-07A			MP-07C			MP-8A		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
						01-08-2016	1,36	2301,48
						12-08-2016	1,30	2301,54
25-09-2016	1,18	2304,68	25-09-2016	0,44	2305,43	09-09-2016	1,38	2301,46
13-10-2016	1,20	2304,66	13-10-2016	0,47	2305,39	25-10-2016	1,47	2301,37
09-11-2016	1,25	2304,61	09-11-2016	0,51	2305,35	09-11-2016	1,49	2301,35
18-12-2016	1,26	2304,60	18-12-2016	0,56	2305,30	18-12-2016	1,51	2301,33

**Tabla 5-19 Resultados de Niveles en Sector Peine**

MP-08C			MPS-AA			MPS-AB		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
			16-01-2016	0,79	2299,46	16-01-2016	0,73	2299,46
			14-02-2016	0,79	2299,46	14-02-2016	0,74	2299,45
			17-03-2016	0,79	2299,46	25-03-2016	0,73	2299,46
			20-04-2016	0,79	2299,46	20-04-2016	0,73	2299,46
			07-05-2016	0,79	2299,46	07-05-2016	0,73	2299,46
			04-06-2016	0,79	2299,46	04-06-2016	0,73	2299,46
			09-07-2016	0,79	2299,46	09-07-2016	0,73	2299,46
01-08-2016	0,26	2302,58	12-08-2016	0,79	2299,46	12-08-2016	0,74	2299,45
12-08-2016	0,24	2302,60	12-09-2016	0,79	2299,47	12-09-2016	0,73	2299,46
			08-10-2016	0,79	2299,46	08-10-2016	0,74	2299,46
			05-11-2016	0,79	2299,46	05-11-2016	0,74	2299,45
			17-12-2016	0,80	2299,45	17-12-2016	0,75	2299,44
MPS-AC			MPS-CA			MPS-CB		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
16-01-2016	0,80	2299,47	16-01-2016	1,11	2298,49	16-01-2016	1,15	2298,51
14-02-2016	0,80	2299,47	14-02-2016	1,13	2298,47	14-02-2016	1,17	2298,49
17-03-2016	0,81	2299,47	25-03-2016	1,16	2298,44	25-03-2016	1,15	2298,51
20-04-2016	0,80	2299,47	19-04-2016	1,18	2298,42	19-04-2016	1,23	2298,43
07-05-2016	0,80	2299,47	07-05-2016	1,21	2298,39	07-05-2016	1,25	2298,41
04-06-2016	0,80	2299,47	04-06-2016	1,23	2298,37	04-06-2016	1,27	2298,39
09-07-2016	0,80	2299,48	09-07-2016	1,23	2298,37	09-07-2016	1,28	2298,39
12-08-2016	0,80	2299,47	13-08-2016	1,24	2298,36	13-08-2016	1,29	2298,37
12-09-2016	0,80	2299,47	12-09-2016	1,25	2298,35	12-09-2016	1,29	2298,37
08-10-2016	0,80	2299,47	08-10-2016	1,25	2298,35	08-10-2016	1,29	2298,37
05-11-2016	0,81	2299,47	05-11-2016	1,26	2298,34	05-11-2016	1,31	2298,35
17-12-2016	0,81	2299,46	20-12-2016	1,29	2298,31	20-12-2016	1,35	2298,31
MPS-CC			PP-01			PP-02		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
16-01-2016	1,12	2298,50						
14-02-2016	1,13	2298,49						
25-03-2016	1,20	2298,42						
19-04-2016	1,18	2298,44						
07-05-2016	1,21	2298,41						
04-06-2016	1,23	2298,39						
09-07-2016	1,24	2298,39	11-07-2016	0,92	2304,64			
13-08-2016	1,25	2298,37	10-08-2016	0,91	2304,65			
12-09-2016	1,26	2298,36	09-09-2016	0,94	2304,62	25-09-2016	0,61	2304,40
08-10-2016	1,26	2298,36	22-10-2016	0,97	2304,59	11-10-2016	0,60	2304,41
05-11-2016	1,27	2298,35	09-11-2016	1,00	2304,56	06-11-2016	0,47	2304,54
20-12-2016	1,29	2298,33	18-12-2016	1,03	2304,53	18-12-2016	0,46	2304,55
PP-03								
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)						
01-08-2016	0,51	2308,59						
12-08-2016	0,45	2308,65						
09-09-2016	0,57	2308,52						
12-10-2016	0,55	2308,54						
07-11-2016	0,54	2308,56						
18-12-2016	0,62	2308,47						

En la Figura 5-31 se presentan todos los niveles registrados disponibles para los pozos del Sector Peine. Como se puede observar de la gráfica, en este sector se observa un amplio rango de cotas, que se asocian a la ubicación relativa de los diferentes áreas. Es así como hacia el Sur del Sector Peine, se presentan cotas del orden de los 2.309 m s.n.m. y en las cercanías al núcleo son del orden de 2.298 m s.n.m.



Los pozos que presentan los registros más extensos o históricos, corresponden a: BA-17, BA-18, BA-19, BA-20, BA-21 y BA-23, con registros desde mayo 2013 y variación de cota entre 2298 m s.n.m. a 2300,2 m s.n.m. aproximadamente. Los puntos BA-28 y BA-30 ubicados en las cercanías de la Laguna Salada, comenzaron a medir en julio 2015; y los pozos más nuevos, que son los ubicados a cotas más altas hacia el Sur, comenzaron a medir en julio 2016, estos son: PP-01, PP-02, PP-03, MP-07A, MP-07C, MP-08A y MP-08C. Estos últimos se presentan con cotas entre los 2301 m s.n.m hasta los 2309 m s.n.m aprox.

Para facilitar la comprensión de los resultados gráficos y el análisis del Sector Peine, se presentan los pozos por áreas o zonas dentro del Sector.

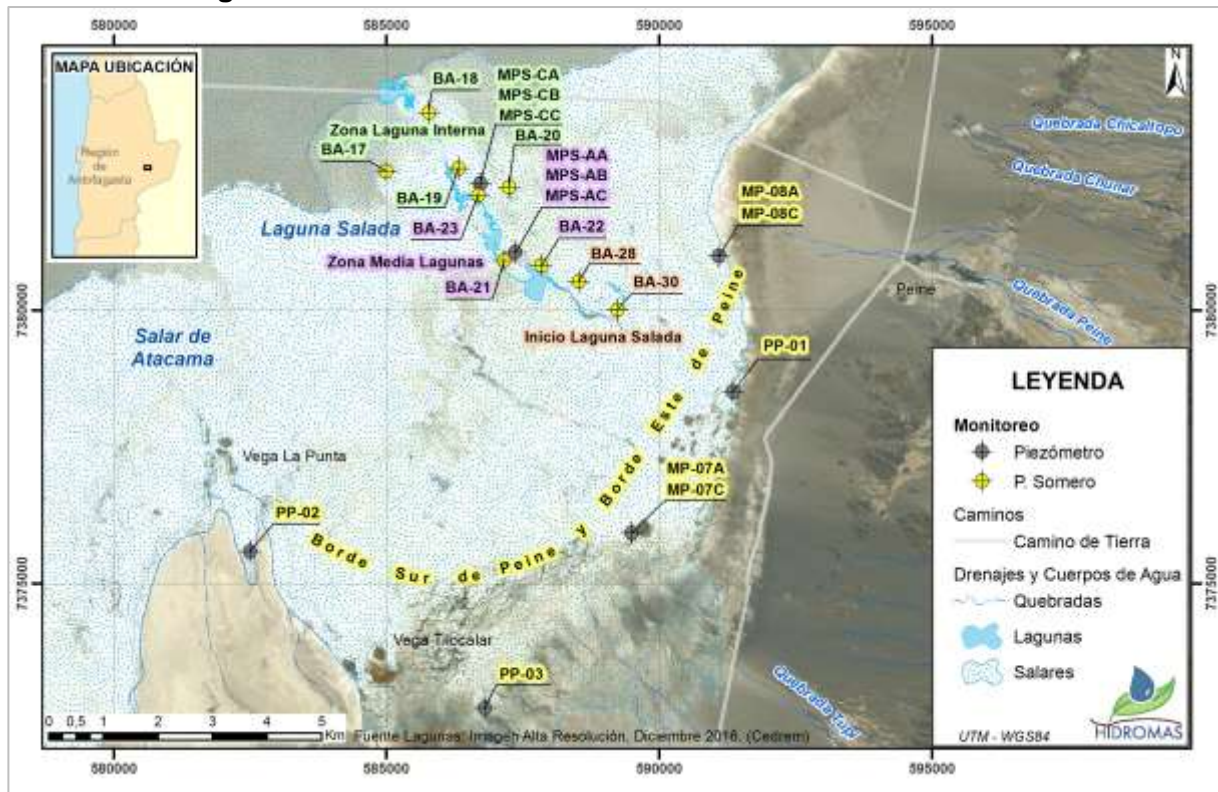


**Tabla 5-20 Pozos por zonas en Sector Peine**

Zonas del Sector			
Borde Este y Sur de Peine	Inicio Laguna Salada	Zona Media Lagunas	Zona laguna Interna
MP-07A	BA-28	MPS-AA	MPS-CA
MP-07C	BA-30	MPS-AB	MPS-CB
MP-08A		MPS-AC	MPS-CC
PP-01		BA-21	BA-17
PP-02		BA-22	BA-18
PP-03		BA-23	BA-19
			BA-20

Fuente: elaboración propia

**Figura 5-32 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Peine**



Fuente: elaboración propia



En la Figura 5-33, se presentan los registros de niveles de agua en los pozos de la zona Borde Sur y Este de Peine. Estos pozos se presentan con pocos registros (fines del año 2016), lo cual impide poder realizar alguna conclusión de sus tendencias. Estos pozos son: PP-01, PP-02, PP-03, MP-07A, MP-07C, MP-08A y MP-08C y se ubican en el borde entre la zona marginal y aporte de las quebradas, por lo que son sensibles a las recargas que puedan recibir desde el lado Sur.

**Figura 5-33 : Variación Temporal Niveles en Borde Sur y Este– Sector Peine (2016)**



Fuente: elaboración propia

En la zona al inicio de la Laguna Salada, representada por los pozos BA-28, BA-30, Figura 5-34, los valores muestran una tendencia ciclica para estos barrenos, con ascensos de nivel en invierno (julio 2015 y julio 2016) y descensos en temporada de verano (diciembre a febrero).

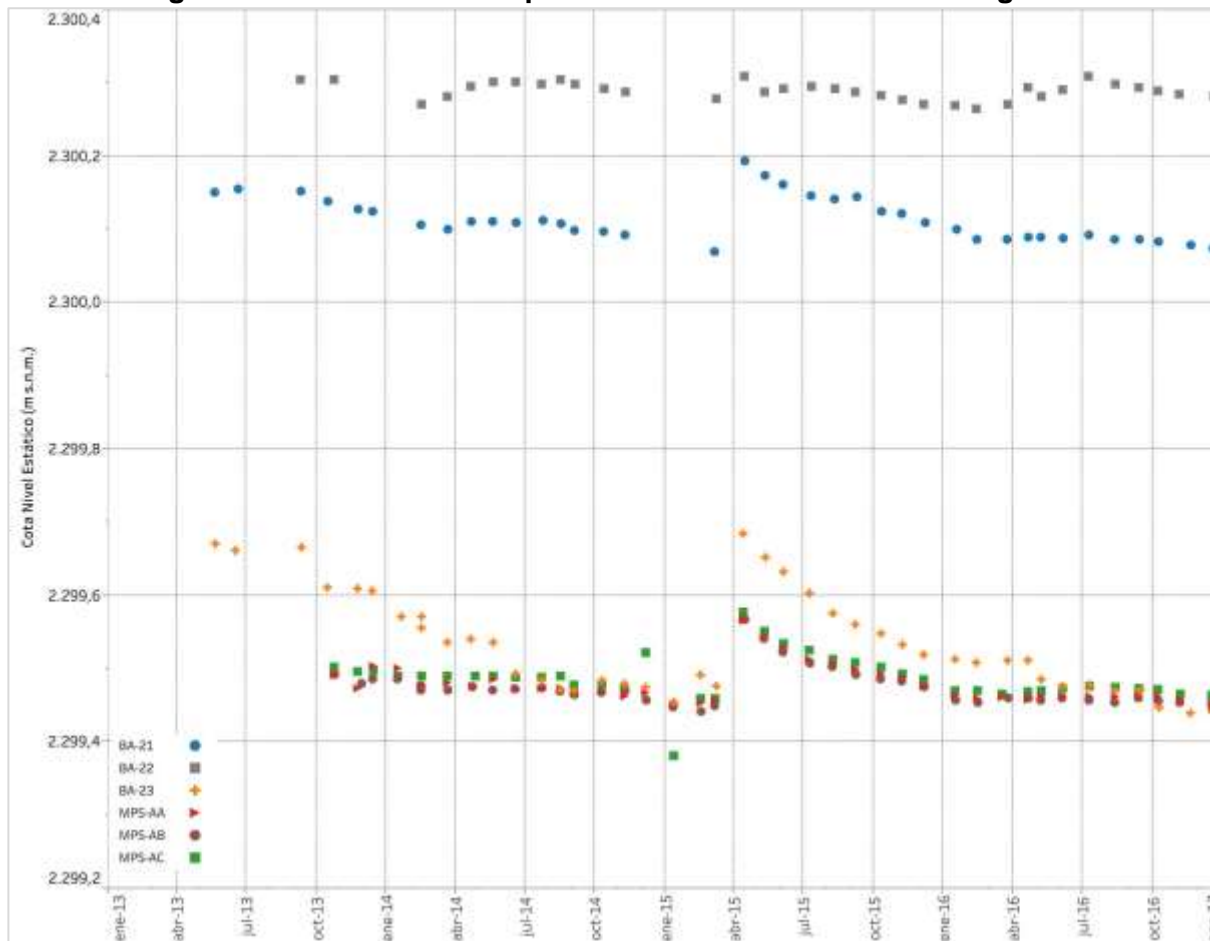
**Figura 5-34 : Variación Temporal de Niveles en Zona Inicio laguna Salada**



Fuente: elaboración propia

Hacia la zona media de las lagunas, se encuentran los pozos MPS-AA, MPS-AB, MPS-AC, y los pozos someros o barrenos BA-21, BA-22 y BA-23, niveles que se presentan en Figura 5-35.

**Figura 5-35 : Variación Temporal de Niveles en Zona media lagunas**

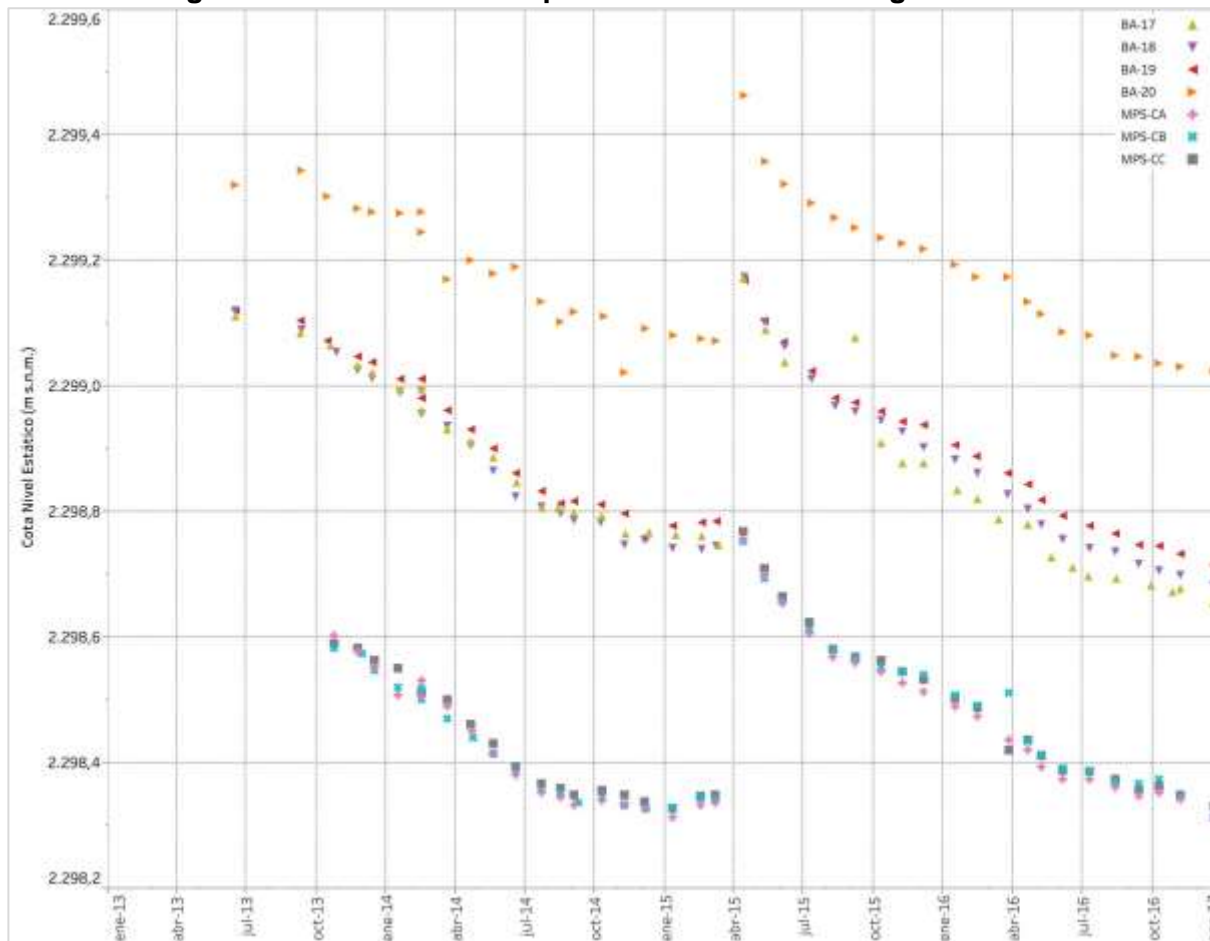


Fuente: Elaboración Propia

Los niveles en la zona media de las lagunas Salada, Saladita e Interna, las que cuentan con una mayor cantidad de registros Figura 5-35 evidencian una variabilidad en los BA-21 y BA-22 de no más de 15 cm entre los valores máximos y mínimos medidos, y con ascensos de éstos en abril del 2015 (producto de las lluvias de marzo 2015). En el caso de BA-23, ubicado a una cota más baja, se comporta un poco más sensible a los niveles percibidos por MPS-AA y MPS-AB, pero siguiendo la misma tendencia a la estabilización de los valores.

Hacia la zona Laguna Interna y más cercana a la zona del núcleo, Figura 5-36, se tiene que los puntos allí ubicados: BA-17, BA-18, BA-19, BA-20, MPS-CA, MPS-CB y MPS-CC son los que presentan la respuesta más sensible al Sistema en el Sector de Peine. Como se puede observar de los registros, la variación que estos puntos presentan en el rango de los años 2013 a 2016, desde los 40 cm a los 50 cm de variación natural. De esta variación se infiere, dados los registros de precipitaciones, Cap 5.1 de este informe, que hubo alta precipitación en marzo 2015, por eso los ascensos de nivel.

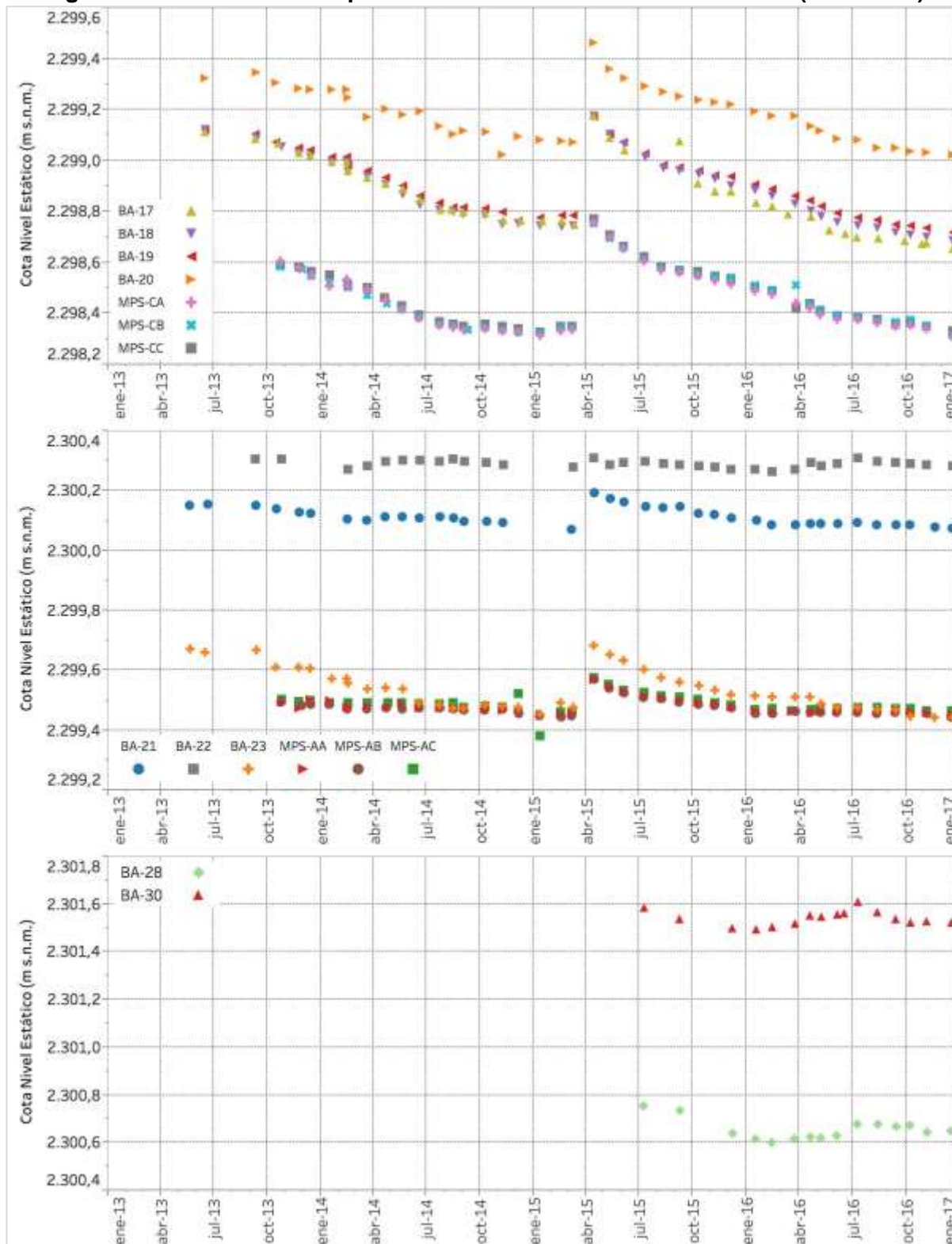
**Figura 5-36 : Variación Temporal de Niveles Zona Laguna Interna**



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5-37, se presenta un resumen de los registros y del análisis realizado para las 3 zonas identificadas en el área de las Lagunas de Peine. Los gráficos se han dispuesto en el orden de Norte a Sur, es decir, la gráfica superior son los puntos ubicados más cercanos al núcleo, y la gráfica inferior los puntos ubicados en la entrada de la zona de las lagunas.

**Figura 5-37 : Variación Temporal de Niveles en Area S-S-I- en Peine (2013-2016)**



Fuente: Elaboración Propia

Considerando todos los registros y análisis presentados, a modo de resumen para este Sector Peine, se puede decir que:

- Los niveles en el Sector Peine, presentan en la zona de las cotas altas, entre la zona maginal y quebradas aportantes, niveles estables, con pocos registros aún.
- Los niveles de aguas subterráneas someras, y pozos someros, presentan mayor sensibilidad y una variabilidad de hasta 50 cm. (registrada entre junio 2013 a dic 2016), en la zona más cercana al núcleo y con rápidas respuestas a las precipitaciones.
- Los niveles en la zona media de las lagunas, presentan un poco menos de variabilidad de hasta 20 cm., y con tendencia a la estabilización de sus niveles.
- Los niveles someros de las aguas subterráneas, en la zona de la entrada de las lagunas, se presenta con una variabilidad ciclica estacional, de máx. aproximadamente de 18 cm. y para niveles profundos con mayores descensos hasta la fecha.
- Para todos los puntos, los registros del 2016, en la zona de las lagunas de Peine, se observa que los niveles de aguas subterráneas se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente.



### 5.5.3 Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte-Borde Este se compone de tan sólo 2 puntos de monitoreo de niveles de aguas subterráneas. Los puntos corresponden a MP-12A y MP-12C, y se ubican en la zona sur del Sector Norte-Borde Este.

En la Figura 4-11 y Tabla 4-8 se presenta la ubicación y el detalle de los puntos de monitoreo de niveles de este sector. En la Tabla 5-21, se presentan los resultados de los registros monitoreados para las fechas correspondientes.

**Tabla 5-21 Resultados de niveles en Sector Norte y Borde Este**

MP-12A			MP-12C		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
25-09-2016	9,33	2290,68	25-09-2016	9,65	2290,35
24-10-2016	9,32	2290,68	12-10-2016	9,64	2290,36
09-11-2016	9,33	2290,67	09-11-2016	9,62	2290,38
07-12-2016	9,33	2290,67	07-12-2016	9,60	2290,40

Fuente: elaboración propia

En la Figura 5-38 siguiente, se presentan los niveles registrados disponibles para los pozos MP-12A y MP-12C. Estos son pozos nuevos, los cuales no tienen larga data, y por lo tanto no es posible aún realizar un análisis temporal de sus evoluciones. Si se observa, que en los 4 meses de datos existentes (septiembre a diciembre 2016), el pozo somero MP-12A indica descensos hacia la temporada de verano, y el pozo MP-12C (ranurado en toda su longitud) indica aumento de los niveles en 10 cm en este período de 4 meses.

**Figura 5-38 : Variación Temporal de Niveles en Sector Norte y Borde Este**

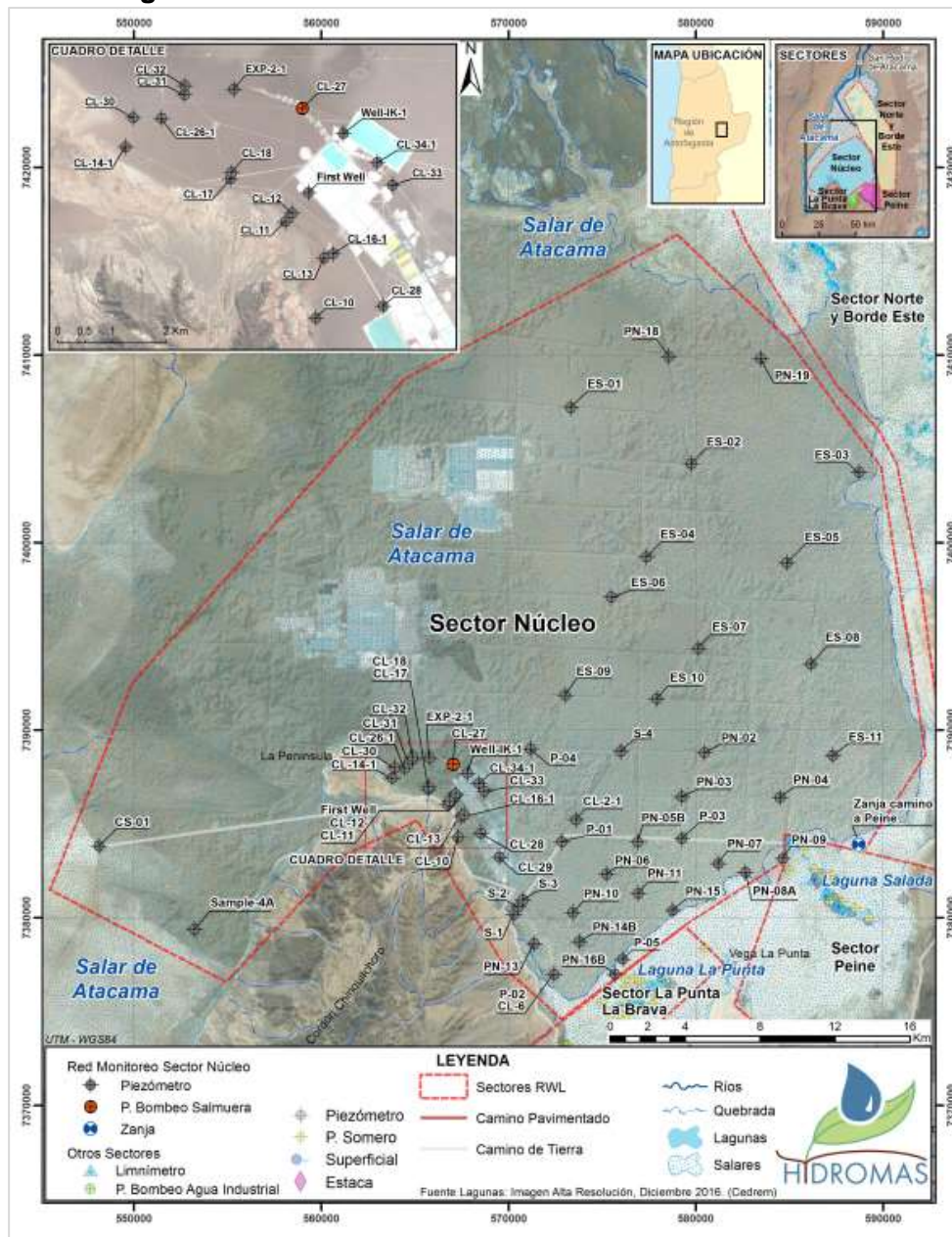


Fuente: Elaboración Propia

### 5.5.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo se dispone de 61 pozos de monitoreo de niveles distribuidos en todo el núcleo. En la Figura 5-39 se presenta la ubicación de los puntos de monitoreo de este Sector. En la Tabla 5-22 se presentan los resultados tabulares de los niveles medidos en Sector Núcleo para el 2016, en profundidades medidas en cada pozo (profundidades medidas desde la cota collar hasta el espejo de agua) y la cota respectiva de nivel de aguas subterráneas.

**Figura 5-39 : Puntos de medición de Nivel en el Núcleo**



Fuente: elaboración propia

**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

CL-2			CL-2-1			CL-6		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	2,25	2298,70				19-01-2016	1,41	2298,71
01-02-2016	2,28	2298,67				10-02-2016	1,46	2298,66
01-03-2016	2,32	2298,63				13-03-2016	1,48	2298,64
12-04-2016	2,34	2298,61				25-04-2016	1,51	2298,61
20-05-2016	2,37	2298,58				20-05-2016	1,49	2298,63
02-06-2016	2,38	2298,57				18-06-2016	1,56	2298,56
						02-08-2016	1,58	2298,54
			14-08-2016	1,97	2298,52	14-08-2016	1,57	2298,55
			28-09-2016	1,97	2298,52	12-09-2016	1,58	2298,54
			25-10-2016	2,00	2298,50	26-10-2016	1,56	2298,56
			07-11-2016	2,00	2298,50	09-11-2016	1,56	2298,56
			18-12-2016	2,01	2298,48	07-12-2016	1,60	2298,52
CL-10			CL-11			CL-12		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	1,97	2298,31	01-01-2016	3,26	2297,31	01-01-2016	3,50	2296,66
01-02-2016	2,05	2298,23	01-02-2016	3,32	2297,25	01-02-2016	3,50	2296,66
01-03-2016	2,10	2298,18	01-03-2016	3,34	2297,23	01-03-2016	3,54	2296,62
22-04-2016	2,12	2298,17	22-04-2016	s/i	s/i	22-04-2016	s/i	s/i
20-05-2016	2,15	2298,13	20-05-2016	3,52	2297,05	20-05-2016	4,43	2295,73
03-06-2016	2,17	2298,11	08-06-2016	3,54	2297,03	08-06-2016	4,34	2295,82
07-07-2016	2,21	2298,07	07-07-2016	3,57	2297,00	07-07-2016	4,37	2295,79
15-08-2016	2,24	2298,04	15-08-2016	3,59	2296,98	15-08-2016	4,37	2295,79
25-09-2016	2,28	2298,00	25-09-2016	3,48	2297,09	25-09-2016	3,12	2297,04
26-10-2016	2,24	2298,04	26-10-2016	3,31	2297,26	26-10-2016	2,91	2297,25
04-11-2016	2,20	2298,07	04-11-2016	3,40	2297,17	04-11-2016	3,90	2296,26
08-12-2016	2,23	2298,05	08-12-2016	3,57	2297,00	08-12-2016	4,18	2295,98
CL-13			CL-14-1			CL-16		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	3,04	2297,62						
01-02-2016	3,18	2297,48						
01-03-2016	3,16	2297,50				01-03-2016	3,78	2296,52
22-04-2016	3,21	2297,45						
20-05-2016	3,26	2297,40						
08-06-2016	3,28	2297,38	02-06-2016	8,01	2292,73			
07-07-2016	3,30	2297,36	07-07-2016	8,02	2292,73			
15-08-2016	3,33	2297,33	15-08-2016	7,97	2292,78			
25-09-2016	3,34	2297,32	25-09-2016	8,11	2292,64			
26-10-2016	3,21	2297,45	07-10-2016	8,15	2292,60			
04-11-2016	3,20	2297,46	04-11-2016	8,19	2292,56			
08-12-2016	3,31	2297,35	08-12-2016	8,23	2292,52			
CL-16-1			CL-17			CL-18		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
			01-01-2016	4,80	2295,46	01-01-2016	4,75	2295,48
			01-02-2016	4,90	2295,36	01-02-2016	4,84	2295,39

**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

			01-03-2016	5,01	2295,25	01-03-2016	4,87	2295,36
			22-04-2016	5,09	2295,17	22-04-2016	4,33	2295,90
<b>CL-16-1</b>			<b>CL-17</b>			<b>CL-18</b>		
			20-05-2016	5,17	2295,09	20-05-2016	5,05	2295,18
02-06-2016	4,51	2296,75	02-06-2016	5,21	2295,05	02-06-2016	5,04	2295,19
07-07-2016	4,45	2296,81	07-07-2016	5,24	2295,02	07-07-2016	5,08	2295,15
15-08-2016	6,89	2294,37	15-08-2016	5,40	2294,87	15-08-2016	5,23	2295,00
25-09-2016	6,59	2294,67	25-09-2016	5,52	2294,74	25-09-2016	5,35	2294,88
26-10-2016	6,20	2295,06	26-10-2016	5,56	2294,70	26-10-2016	5,38	2294,85
04-11-2016	5,91	2295,35	04-11-2016	5,43	2294,83	04-11-2016	5,34	2294,89
08-12-2016	5,49	2295,76	08-12-2016	5,47	2294,79	08-12-2016	5,31	2294,92
<b>CL-26</b>			<b>CL-26-1</b>			<b>CL-27</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	6,32	2294,31				01-01-2016	3,40	2296,64
01-02-2016	6,33	2294,30				01-02-2016	3,25	2296,79
01-03-2016	6,35	2294,28				01-03-2016	3,09	2296,95
22-04-2016	6,39	2294,24				22-04-2016	3,21	2296,83
20-05-2016	6,93	2293,70				20-05-2016	3,43	2296,61
02-06-2016	6,46	2294,17				02-06-2016	3,22	2296,82
						07-07-2016	2,55	2297,49
			15-08-2016	6,34	2294,17	15-08-2016	3,32	2296,72
			25-09-2016	6,38	2294,13	09-09-2016	3,33	2296,71
			07-10-2016	6,38	2294,13	07-10-2016	3,03	2297,01
			04-11-2016	6,41	2294,10	04-11-2016	3,00	2297,04
			08-12-2016	6,44	2294,07	08-12-2016	2,80	2297,24
<b>CL-28</b>			<b>CL-29</b>			<b>CL-30</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	2,06	2298,82	01-01-2016	1,80	2299,05	01-01-2016	6,80	2293,50
01-02-2016	2,12	2298,76	01-02-2016	1,86	2298,99	01-02-2016	6,87	2293,43
01-03-2016	1,98	2298,90	01-03-2016	1,82	2299,03	01-03-2016	6,91	2293,39
22-04-2016	2,07	2298,81	22-04-2016	1,86	2298,99	22-04-2016	6,95	2293,35
20-05-2016	1,97	2298,91	20-05-2016	1,96	2298,89	20-05-2016	6,97	2296,33
02-06-2016	2,10	2298,78	02-06-2016	1,94	2298,91	02-06-2016	6,99	2293,31
07-07-2016	2,21	2298,67	07-07-2016	1,44	2299,41	07-07-2016	7,03	2293,27
15-08-2016	2,08	2298,80	15-08-2016	1,54	2299,31	15-08-2016	7,06	2293,25
25-09-2016	2,08	2298,80	25-09-2016	1,82	2299,03	25-09-2016	7,09	2293,21
26-10-2016	2,01	2298,87	26-10-2016	1,91	2298,94	07-10-2016	7,10	2293,20
04-11-2016	1,98	2298,90	04-11-2016	1,94	2298,91	04-11-2016	7,13	2293,17
08-12-2016	2,00	2298,88	08-12-2016	1,97	2298,88	08-12-2016	7,16	2293,14
<b>CL-31</b>			<b>CL-32</b>			<b>CL-33</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
01-01-2016	3,64	2296,64	01-01-2016	3,21	2296,97			
01-02-2016	3,68	2296,60	01-02-2016	3,26	2296,92			
01-03-2016	3,72	2296,56	01-03-2016	3,30	2296,88			
22-04-2016	3,77	2296,51	22-04-2016	3,35	2296,83			
20-05-2016	3,82	2296,46	20-05-2016	3,37	2296,81			
02-06-2016	3,83	2296,45	02-06-2016	3,37	2296,81			
07-07-2016	3,83	2296,45	07-07-2016	3,37	2296,81	07-07-2016	1,48	2298,85
15-08-2016	3,84	2296,44	15-08-2016	3,37	2296,81	15-08-2016	1,30	2299,03
25-09-2016	3,85	2296,43	25-09-2016	3,34	2296,84	09-09-2016	1,23	2299,10

**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

07-10-2016	3,82	2296,46	07-10-2016	3,33	2296,84	26-10-2016	1,46	2298,87
04-11-2016	3,82	2296,46	04-11-2016	3,33	2296,85	04-11-2016	1,43	2298,90
08-12-2016	3,82	2296,46	08-12-2016	3,34	2296,83	08-12-2016	1,50	2298,83
<b>CL-34</b>			<b>CL_34-1</b>			<b>CS-01</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
02-06-2016	1,31	2298,76				02-08-2016	6,93	2293,93
			15-08-2016	0,92	2299,39	15-08-2016	6,92	2293,94
			26-09-2016	1,30	2299,01	26-09-2016	6,89	2293,97
			26-10-2016	1,47	2298,84	26-10-2016	6,85	2294,01
			04-11-2016	1,49	2298,83	04-11-2016	6,86	2294,01
			08-12-2016	1,50	2298,81	18-12-2016	6,86	2294,01
<b>ES-01</b>			<b>ES-02</b>			<b>ES-03</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
17-11-2016	2,13	2297,87	17-11-2016	2,03	2297,97	17-11-2016	1,76	2298,25
05-12-2016	2,16	2297,85	05-12-2016	2,05	2297,95	05-12-2016	1,77	2298,23
<b>ES-04</b>			<b>ES-05</b>			<b>ES-06</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
17-11-2016	2,02	2297,98	17-11-2016	1,93	2298,07	17-11-2016	2,06	2297,94
05-12-2016	2,02	2297,98	05-12-2016	1,94	2298,06	05-12-2016	2,07	2297,93
<b>ES-07</b>			<b>ES-08</b>			<b>ES-09</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
						02-08-2016	1,96	2298,25
						14-08-2016	1,96	2298,25
						28-09-2016	1,97	2298,24
						26-10-2016	1,99	2298,22
17-11-2016	2,00	2298,00	17-11-2016	1,94	2298,06	07-11-2016	2,00	2298,21
05-12-2016	2,02	2297,99	05-12-2016	1,95	2298,05	18-12-2016	2,02	2298,19
<b>ES-10</b>			<b>ES-11</b>			<b>Exp-2</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
02-08-2016	1,86	2298,16	08-07-2016	1,77	2298,23	01-01-2016	2,63	2297,24
14-08-2016	1,86	2298,16	13-08-2016	1,78	2298,22			
28-09-2016	1,87	2298,15	28-09-2016	1,79	2298,21			
26-10-2016	1,89	2298,13	25-10-2016	1,81	2298,19			
07-11-2016	1,89	2298,12	05-11-2016	1,80	2298,21			
18-12-2016	1,91	2298,11	05-12-2016	1,81	2298,19			
<b>EXP-2-1</b>			<b>First Well</b>			<b>P-01</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
			01-01-2016	2,28	2297,80	20-01-2016	1,85	2298,78
			01-02-2016	2,37	2297,71	10-02-2016	1,88	2298,75
			01-03-2016	2,40	2297,68	11-03-2016	1,92	2298,71



**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

			22-04-2016	2,40	2297,68	20-04-2016	1,96	2298,68
			20-05-2016	2,41	2297,67	22-05-2016	1,99	2298,64
			08-06-2016	2,43	2297,65	06-06-2016	2,00	2298,63
			07-07-2016	2,44	2297,64	02-08-2016	2,02	2298,61
<b>EXP-2-1</b>			<b>First Well</b>			<b>P-01</b>		
			15-08-2016	2,46	2297,63	14-08-2016	2,02	2298,61
25-09-2016	3,34	2297,26	09-09-2016	2,46	2297,62	29-09-2016	2,02	2298,61
07-10-2016	3,33	2297,27	26-10-2016	2,34	2297,74	27-10-2016	2,04	2298,59
04-11-2016	3,33	2297,27	04-11-2016	2,34	2297,74	09-11-2016	2,05	2298,58
08-12-2016	3,33	2297,27	08-12-2016	2,54	2297,54	18-12-2016	2,06	2298,57
<b>P-02</b>			<b>P-03</b>			<b>P-04</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
18-01-2016	1,66	2298,78	19-01-2016	1,90	2298,81	18-01-2016	1,94	2298,61
10-02-2016	1,68	2298,75	11-02-2016	1,91	2298,80	10-02-2016	1,97	2298,58
13-03-2016	1,72	2298,72	08-03-2016	1,94	2298,77	11-03-2016	1,99	2298,56
14-04-2016	1,74	2298,70	12-04-2016	1,98	2298,74	12-04-2016	2,02	2298,53
20-05-2016	1,76	2298,68	22-05-2016	2,03	2298,68	22-05-2016	2,07	2298,48
18-06-2016	1,79	2298,65	16-06-2016	2,04	2298,67	16-06-2016	2,09	2298,46
02-08-2016	1,82	2298,62	31-07-2016	2,06	2298,65	31-07-2016	2,10	2298,45
14-08-2016	1,81	2298,63	14-08-2016	2,06	2298,65	14-08-2016	2,10	2298,45
12-09-2016	1,81	2298,63	29-09-2016	2,07	2298,64	29-09-2016	2,11	2298,44
26-10-2016	1,80	2298,64	27-10-2016	2,09	2298,62	26-10-2016	2,15	2298,40
09-11-2016	1,80	2298,64	07-11-2016	2,09	2298,62	07-11-2016	2,13	2298,42
07-12-2016	1,83	2298,61	18-12-2016	2,11	2298,60	18-12-2016	2,15	2298,40
<b>P-05</b>			<b>PN-02</b>			<b>PN-03</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
18-01-2016	1,12	2298,73						
10-02-2016	1,13	2298,72						
11-03-2016	1,14	2298,70						
21-04-2016	1,17	2298,67						
19-05-2016	1,18	2298,66						
17-06-2016	1,19	2298,65						
30-07-2016	1,21	2298,63	08-07-2016	1,88	2298,21	08-07-2016	1,97	2298,03
14-08-2016	1,21	2298,63	13-08-2016	1,89	2298,20	13-08-2016	1,98	2298,02
12-09-2016	1,22	2298,63	28-09-2016	1,90	2298,19	28-09-2016	1,98	2298,02
26-10-2016	1,24	2298,61	25-10-2016	1,92	2298,17	25-10-2016	2,01	2298,00
08-11-2016	1,23	2298,62	05-11-2016	1,91	2298,18	05-11-2016	2,00	2298,00
08-12-2016	1,26	2298,59	18-12-2016	1,93	2298,16	18-12-2016	2,02	2297,98
<b>PN-04</b>			<b>PN-05B</b>			<b>PN-06</b>		
Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)	Fecha	Prof. Medida (m)	Cota Nivel Agua (msnm)
			16-01-2016	1,95	2298,86			
			13-02-2016	1,97	2298,84			
			11-03-2016	2,01	2298,81			
			12-04-2016	2,04	2298,77			
			22-05-2016	2,08	2298,73			
			16-06-2016	2,10	2298,71			
08-07-2016	1,91	2298,09	31-07-2016	2,12	2298,69	02-08-2016	2,02	2297,98
13-08-2016	1,91	2298,09	14-08-2016	2,12	2298,69	14-08-2016	2,01	2297,99
28-09-2016	1,92	2298,08	29-09-2016	2,12	2298,69	29-09-2016	2,02	2297,98



**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

25-10-2016	1,94	2298,06	25-10-2016	2,14	2298,67	25-10-2016	2,04	2297,96
05-11-2016	1,93	2298,07	07-11-2016	2,14	2298,67	09-11-2016	2,05	2297,95
18-12-2016	1,94	2298,06	17-12-2016	2,15	2298,66	18-12-2016	2,06	2297,94
<b>PN-07</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
			18-01-2016	1,90	2298,82			
			13-02-2016	1,90	2298,81			
			13-03-2016	1,95	2298,77			
			20-04-2016	1,97	2298,75			
			21-05-2016	2,00	2298,72			
			18-06-2016	2,02	2298,70			
02-08-2016	1,96	2298,04	08-07-2016	2,05	2298,67	08-07-2016	1,67	2298,33
13-08-2016	1,96	2298,04	14-08-2016	2,04	2298,68	14-08-2016	1,67	2298,33
28-09-2016	1,97	2298,03	28-09-2016	2,06	2298,67	28-09-2016	1,69	2298,31
25-10-2016	1,99	2298,01	26-10-2016	2,06	2298,65	27-10-2016	1,71	2298,29
09-11-2016	1,98	2298,02	05-11-2016	2,06	2298,66	05-11-2016	1,70	2298,30
18-12-2016	2,00	2298,00	17-12-2016	2,07	2298,64	20-12-2016	1,72	2298,28
<b>PN-10</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
02-08-2016	1,92	2298,08	02-08-2016	1,91	2298,09	02-08-2016	1,80	2298,20
14-08-2016	1,93	2298,08	14-08-2016	1,90	2298,11	14-08-2016	1,80	2298,21
09-09-2016	1,94	2298,06	29-09-2016	1,91	2298,09	09-09-2016	1,81	2298,19
25-10-2016	1,94	2298,06	25-10-2016	1,93	2298,07	25-10-2016	1,78	2298,22
09-11-2016	1,95	2298,05	09-11-2016	1,93	2298,07	09-11-2016	1,80	2298,20
17-12-2016	1,95	2298,05	18-12-2016	1,94	2298,07	17-12-2016	1,87	2298,13
<b>PN-11</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
18-01-2016	1,97	2298,48				18-01-2016	1,49	2298,93
13-02-2016	1,99	2298,46				15-02-2016	1,50	2298,91
13-03-2016	2,02	2298,42				12-03-2016	1,52	2298,90
14-04-2016	2,06	2298,38				21-04-2016	1,55	2298,88
22-05-2016	2,09	2298,35				19-05-2016	1,56	2298,86
18-06-2016	2,10	2298,34				17-06-2016	1,57	2298,85
30-07-2016	2,12	2298,32	02-08-2016	1,87	2298,50	30-07-2016	1,57	2298,85
14-08-2016	2,12	2298,32	13-08-2016	1,86	2298,51	14-08-2016	1,54	2298,88
09-09-2016	2,14	2298,30	28-09-2016	1,87	2298,50	12-09-2016	1,57	2298,85
26-10-2016	2,14	2298,30	25-10-2016	1,88	2298,49	26-10-2016	1,60	2298,82
09-11-2016	2,14	2298,30	09-11-2016	1,88	2298,49	08-11-2016	1,59	2298,82
17-12-2016	2,15	2298,29	18-12-2016	1,89	2298,48	08-12-2016	1,62	2298,80
<b>PN-14B</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
18-01-2016	1,97	2298,48				18-01-2016	1,49	2298,93
13-02-2016	1,99	2298,46				15-02-2016	1,50	2298,91
13-03-2016	2,02	2298,42				12-03-2016	1,52	2298,90
14-04-2016	2,06	2298,38				21-04-2016	1,55	2298,88
22-05-2016	2,09	2298,35				19-05-2016	1,56	2298,86
18-06-2016	2,10	2298,34				17-06-2016	1,57	2298,85
30-07-2016	2,12	2298,32	02-08-2016	1,87	2298,50	30-07-2016	1,57	2298,85
14-08-2016	2,12	2298,32	13-08-2016	1,86	2298,51	14-08-2016	1,54	2298,88
09-09-2016	2,14	2298,30	28-09-2016	1,87	2298,50	12-09-2016	1,57	2298,85
26-10-2016	2,14	2298,30	25-10-2016	1,88	2298,49	26-10-2016	1,60	2298,82
09-11-2016	2,14	2298,30	09-11-2016	1,88	2298,49	08-11-2016	1,59	2298,82
17-12-2016	2,15	2298,29	18-12-2016	1,89	2298,48	08-12-2016	1,62	2298,80
<b>PN-15</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
18-01-2016	1,97	2298,48				18-01-2016	1,49	2298,93
13-02-2016	1,99	2298,46				15-02-2016	1,50	2298,91
13-03-2016	2,02	2298,42				12-03-2016	1,52	2298,90
14-04-2016	2,06	2298,38				21-04-2016	1,55	2298,88
22-05-2016	2,09	2298,35				19-05-2016	1,56	2298,86
18-06-2016	2,10	2298,34				17-06-2016	1,57	2298,85
30-07-2016	2,12	2298,32	02-08-2016	1,87	2298,50	30-07-2016	1,57	2298,85
14-08-2016	2,12	2298,32	13-08-2016	1,86	2298,51	14-08-2016	1,54	2298,88
09-09-2016	2,14	2298,30	28-09-2016	1,87	2298,50	12-09-2016	1,57	2298,85
26-10-2016	2,14	2298,30	25-10-2016	1,88	2298,49	26-10-2016	1,60	2298,82
09-11-2016	2,14	2298,30	09-11-2016	1,88	2298,49	08-11-2016	1,59	2298,82
17-12-2016	2,15	2298,29	18-12-2016	1,89	2298,48	08-12-2016	1,62	2298,80
<b>PN-16B</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
18-01-2016	1,97	2298,48				18-01-2016	1,49	2298,93
13-02-2016	1,99	2298,46				15-02-2016	1,50	2298,91
13-03-2016	2,02	2298,42				12-03-2016	1,52	2298,90
14-04-2016	2,06	2298,38				21-04-2016	1,55	2298,88
22-05-2016	2,09	2298,35				19-05-2016	1,56	2298,86
18-06-2016	2,10	2298,34				17-06-2016	1,57	2298,85
30-07-2016	2,12	2298,32	02-08-2016	1,87	2298,50	30-07-2016	1,57	2298,85
14-08-2016	2,12	2298,32	13-08-2016	1,86	2298,51	14-08-2016	1,54	2298,88
09-09-2016	2,14	2298,30	28-09-2016	1,87	2298,50	12-09-2016	1,57	2298,85
26-10-2016	2,14	2298,30	25-10-2016	1,88	2298,49	26-10-2016	1,60	2298,82
09-11-2016	2,14	2298,30	09-11-2016	1,88	2298,49	08-11-2016	1,59	2298,82
17-12-2016	2,15	2298,29	18-12-2016	1,89	2298,48	08-12-2016	1,62	2298,80
<b>PN-18</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
						01-01-2016	1,72	2298,79
						01-02-2016	1,75	2298,76
						01-03-2016	1,80	2298,71
						19-04-2016	1,82	2298,69
						20-05-2016	1,85	2298,66
						03-06-2016	1,86	2298,65
						28-07-2016	1,89	2298,62
<b>PN-19</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
						01-01-2016	1,72	2298,79
						01-02-2016	1,75	2298,76
						01-03-2016	1,80	2298,71
						19-04-2016	1,82	2298,69
						20-05-2016	1,85	2298,66
						03-06-2016	1,86	2298,65
						28-07-2016	1,89	2298,62
<b>S-1</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
						01-01-2016	1,72	2298,79
						01-02-2016	1,75	2298,76
						01-03-2016	1,80	2298,71
						19-04-2016	1,82	2298,69
						20-05-2016	1,85	2298,66
						03-06-2016	1,86	2298,65
						28-07-2016	1,89	2298,62

**Tabla 5-22 Resultados de Niveles en Sector Núcleo**

						14-08-2016	1,89	2298,62
						09-09-2016	1,91	2298,60
25-10-2016	2,01	2297,70	25-10-2016	1,86	2297,59	27-10-2016	1,91	2298,61
17-11-2016	2,02	2297,69	17-11-2016	1,95	2297,50	09-11-2016	1,91	2298,60
05-12-2016	2,04	2297,68	05-12-2016	1,97	2297,48	17-12-2016	1,91	2298,60
<b>S-2</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
01-01-2016	1,56	2298,77	01-01-2016	1,75	2298,74	01-01-2016	1,75	2298,46
01-02-2016	1,60	2298,73	01-02-2016	1,78	2298,71	01-02-2016	1,75	2298,46
01-03-2016	1,63	2298,70	01-03-2016	1,82	2298,67	01-03-2016	1,61	2298,60
19-04-2016	1,71	2299,62	12-04-2016	1,88	2298,61	12-04-2016	1,68	2298,53
20-05-2016	1,69	2298,64	20-05-2016	1,88	2298,61	20-05-2016	1,67	2298,54
03-06-2016	1,75	2298,58	03-06-2016	1,93	2298,56	16-06-2016	1,75	2298,46
28-07-2016	1,78	2298,55	28-07-2016	1,95	2298,54	31-07-2016	1,76	2298,45
14-08-2016	1,77	2298,56	14-08-2016	1,96	2298,53	14-08-2016	1,76	2298,45
09-09-2016	1,79	2298,55	09-09-2016	1,98	2298,51	29-09-2016	1,77	2298,44
27-10-2016	1,79	2298,54	27-10-2016	1,98	2298,51	26-10-2016	1,79	2298,42
09-11-2016	1,80	2298,54	09-11-2016	1,98	2298,51	07-11-2016	1,80	2298,42
17-12-2016	1,80	2298,53	17-12-2016	1,99	2298,51	18-12-2016	1,81	2298,40
<b>Sample-4A</b>			<b>Well IK</b>			<b>Well IK-1</b>		
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>	<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>
			01-01-2016	1,30	2298,58			
			01-02-2016	1,45	2298,43			
			01-03-2016	1,46	2298,42			
			20-04-2016	s/i	s/i			
			20-05-2016	1,39	2298,49			
			02-06-2016	1,39	2298,49			
			07-07-2016	1,37	2298,52			
			15-08-2016	1,30	2298,58			
26-09-2016	6,21	2294,98	09-09-2016	1,28	2298,60			
26-10-2016	6,24	2294,95				07-10-2016	1,69	2298,73
04-11-2016	6,24	2294,95				04-11-2016	1,80	2298,61
08-12-2016	6,27	2294,92				20-12-2016	2,03	2298,39
<b>Zanja Camino a Peine</b>								
<b>Fecha</b>	<b>Prof. Medida (m)</b>	<b>Cota Nivel Agua (msnm)</b>						
01-01-2016	0,87	2299,39						
01-02-2016	0,87	2299,39						
01-03-2016	0,89	2299,37						
01-04-2016	0,97	2299,29						
01-05-2016	0,94	2299,32						
01-06-2016	0,97	2299,29						
01-07-2016	0,99	2299,27						
01-08-2016	1,00	2299,26						
01-09-2016	1,02	2299,24						
01-10-2016	1,02	2299,24						
01-11-2016	1,04	2299,22						
01-12-2016	1,05	2299,21						

Al igual que los demás sectores, el Núcleo se ha trabajado por zonas, para facilitar la comprensión de las gráficas y los análisis. En la Tabla 5-23, se presentan los pozos y zonas del Sector Núcleo.

**Tabla 5-23 Pozos por zona en Sector Núcleo**

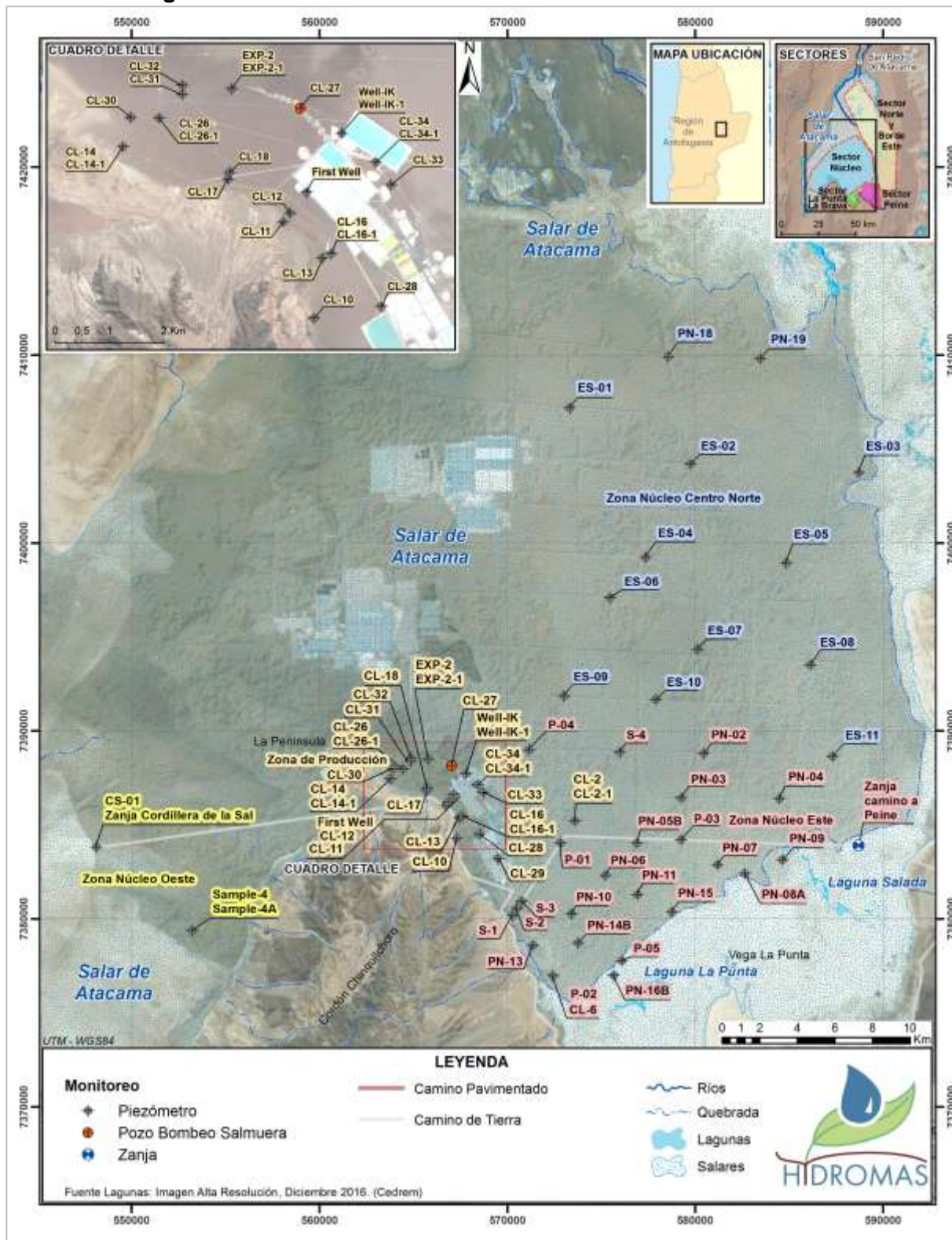
Zonas del Sector Núcleo			
Zona Núcleo Oeste	Zona de Producción	Zona Núcleo Este	Zona Núcleo Centro Norte
Sample -4	CL-2-1	S-1	ES-01
Sample-4A	CL-2	S-2	ES-02
CS-01	CL-10	S-3	ES-03
Zanja Cordillera de la Sal	CL-11	S-4	ES-04
	CL-12	Zanja Camino a Peine	ES-05
	CL-13	P-01	ES-06
	CL-14	P-02	ES-07
	CL-14-1	P-03	ES-08
	CL-16	P-04	ES-09
	CL-16-1	P-05	ES-10
	CL-17	PN-05B	ES-11
	CL-18	PN-08A	PN-18
	CL-26	PN-14B	PN-19
	CL-26-1	PN-16B	
	CL-27	PN-02	
	CL-28	PN-03	
	CL-29	PN-04	
	CL-30	PN-06	
	CL-31	PN-07	
	CL-32	PN-09	
	CL-33	PN-10	
	CL-34	PN-11	
	CL-34-1	PN-13	
	First Well	PN-15	
	Well-IK	CL-6	
	Well-IK-1		
	Exp-2		
	Exp-2-1		

Fuente: elaboración propia

Los resultados y el análisis que se presentan a continuación, se han ordenado por zonas dentro del Sector Núcleo, comenzando primero por zona oeste, luego en la zona de los pozos de producción, que se ubican en el área de extracción de Salmuera de Rockwood, y se sigue avanzando por la zona Este y finalmente abordando la zona plena del núcleo Centro Norte del núcleo, en puntos más alejados de la zona de producción. Ver Figura 5-40.

Desde las Figuras 5-41 a la Figura 5-51 se presentan los gráficos de variación temporal de niveles de los pozos del núcleo, con su análisis respectivo.

**Figura 5-40 : Puntos de medición de Nivel en la Sector Núcleo**



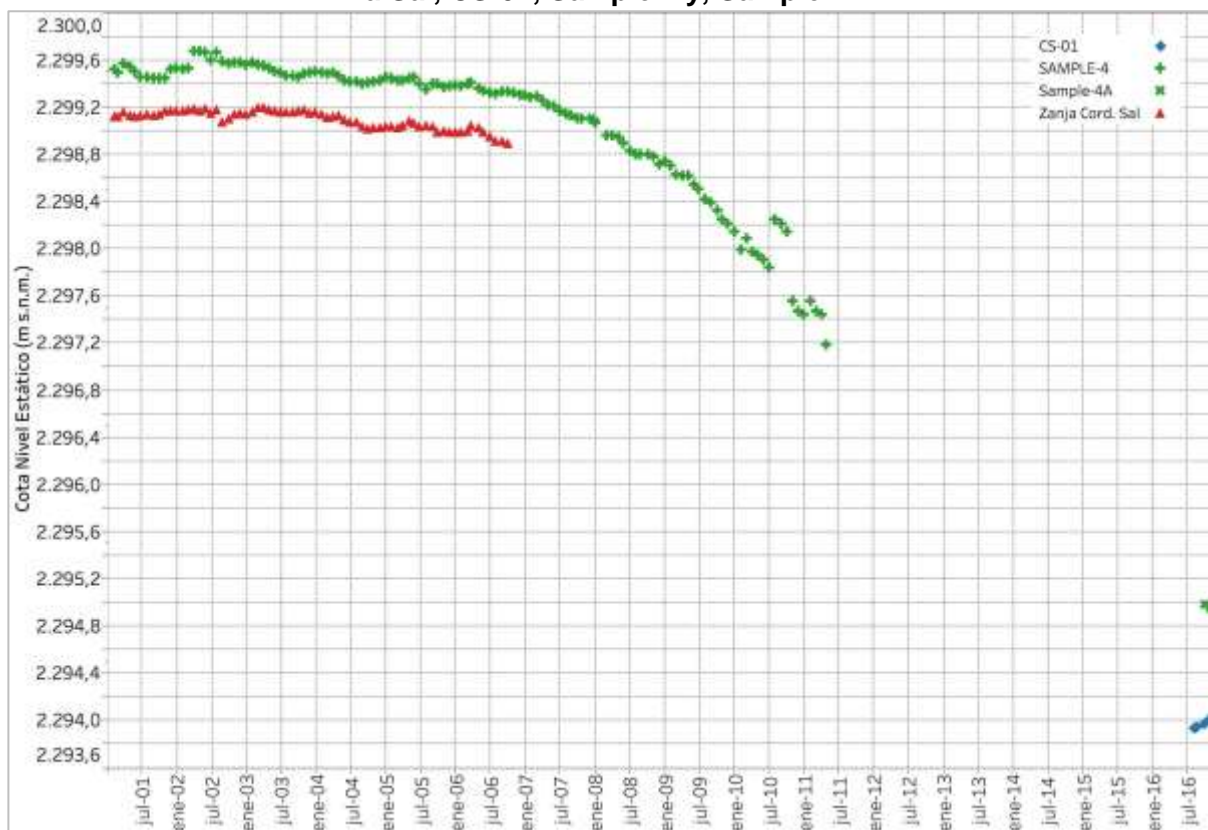
Fuente: elaboración propia



En la Figura 5-41 se presenta la variación de los puntos en la zona Núcleo Oeste: puntos Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample 4 y Sample 4A. Cabe recordar que los pozos CS-01 y Sample 4A reemplazan los antiguos pozos Zanja Cordillera de la Sal y Sample 4 respectivamente, por lo que los registros monitoreados se retomaron en agosto y septiembre 2016.

Si se analizan los registros de estos pozos CS-01 y Sample 4, dándole una continuidad en el tiempo tomando los últimos monitoreos 2016, se tiene que muestran descensos totales de aproximadamente 5 metros en 16 años (2001 al 2016). Durante el 2016, el pozo Sample 4A sigue en tendencia al descenso, sin embargo el pozo CS-01, muestra todo lo contrario, las medidas indican en el 2016 recuperaciones desde agosto a diciembre, llegando a cotas de 2294,0 m s.n.m. en diciembre 2016.

**Figura 5-41 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Oeste: Zanja Cordillera de la Sal, CS-01, Sample 4 y Sample 4A**



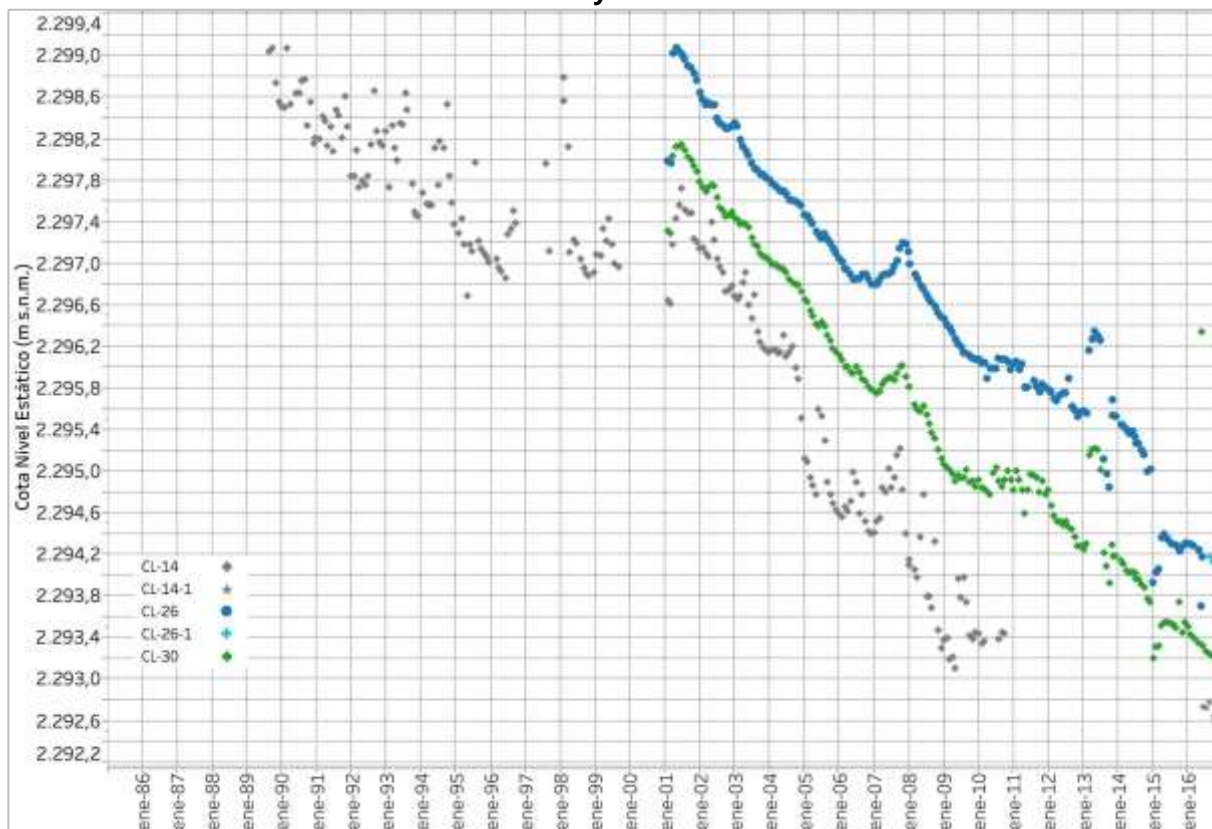
Fuente: Elaboración Propia

Analizando la zona de producción, desde la Figura 5-42 a la Figura 5-48 se presenta la variación temporal de los niveles de los pozos de esta zona de producción. Estos pozos se ubican por sobre el Cordón de Lila, hacia la zona de las pozas de evaporación.

Los niveles de los pozos CL-14-1 y CL-30, Figura 5-42, son los que presentan los registros de cotas más bajas, con mínimos registrados en diciembre 2016 de 2.293,1 m s.n.m. para

CL-30 y 2.292,5 m s.n.m. para CL-14-1. Para los pozos CL-30 y CL-26 se observa la misma tasa de descenso en los últimos 16 años, sin embargo para CL-14, se observa de la gráfica que la tasa habría disminuido haciéndose más suave.

**Figura 5-42 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-14, CL-14-1, CL-26, CL-26-1 y CL-30**

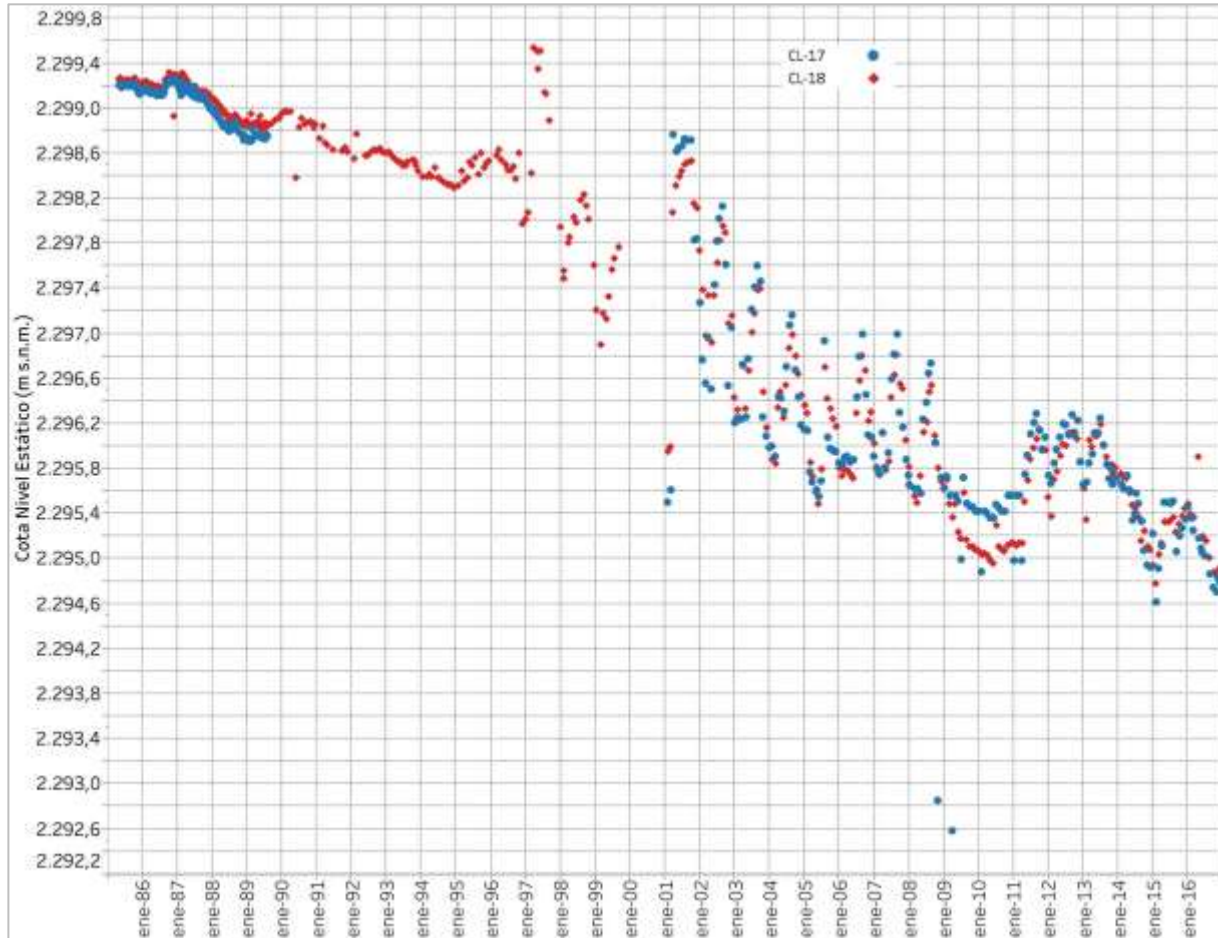


Fuente: Elaboración Propia



En la Figura 5-43 se presentan los niveles registrados para los pozos CL-17 y CL-18, con data histórica desde 1985 a diciembre 2016 (30 años). Estos pozos se ubican más cerca de las pozas, y cercanos a condición de borde de roca. Se observan variaciones anuales, y tendencia al descenso en el tiempo.

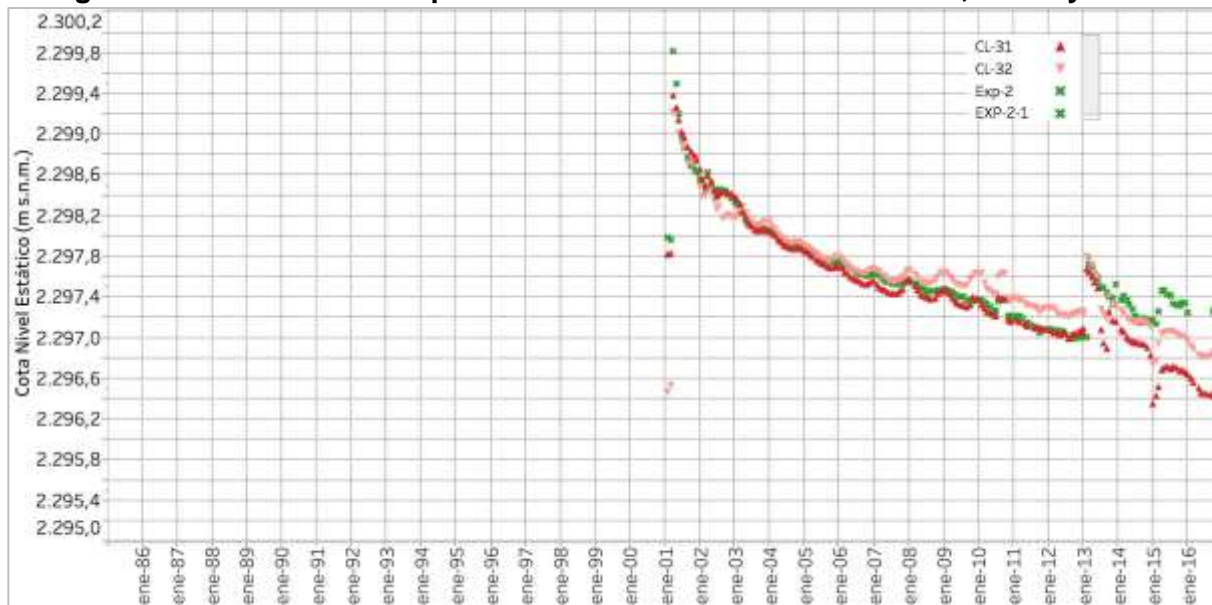
**Figura 5-43 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-17 y CL-18**



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5-44, se presenta las variaciones temporales de los niveles de los pozos CL-31, CL-32, Exp-2 y Exp-2-1. Estos pozos se ubican un poco más al norte de los pozos CL-17 y CL-18 y de la gráfica se observa que presentan la misma tendencia, solo diferenciándose en los valores de sus cotas. Se observa una tendencia al descenso que se hace más leve en el año 2008 para terminar el 2015 con tendencias casi estables en cuanto a los descensos, y con variaciones estacionales entre 2015 y 2016.

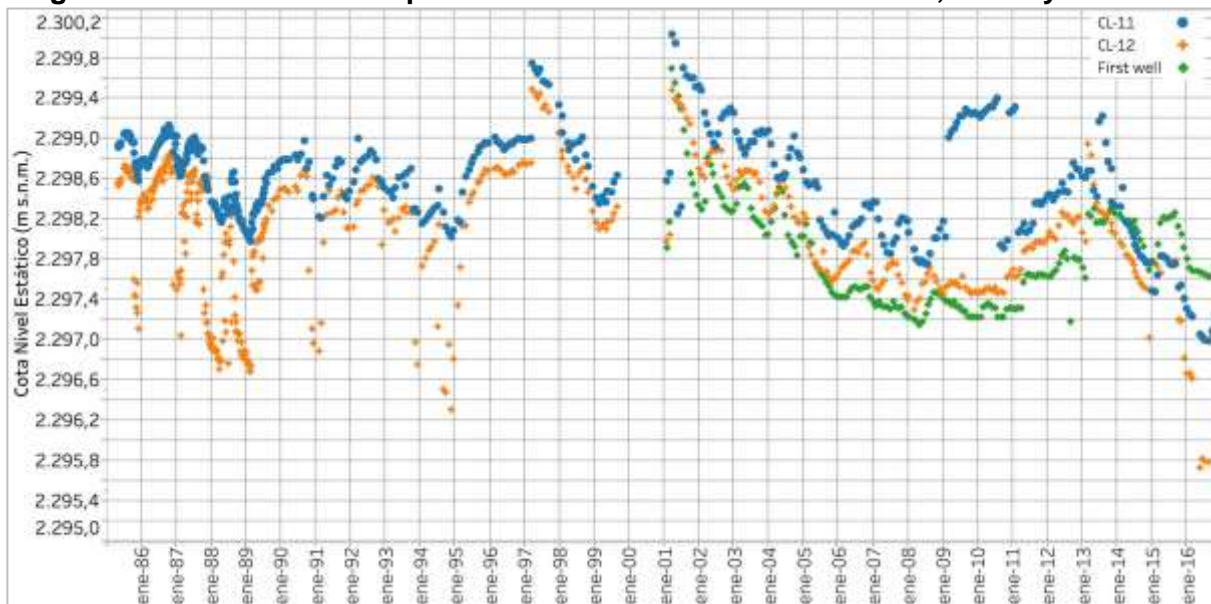
**Figura 5-44 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-31, CL-32 y EXP-2**



Fuente: Elaboración Propia

La Figura 5-45 muestra la gráfica para los pozos CL-11, CL-12 y First Well, los cuales son pozos de observación antiguos y aún vigentes. CL-11 y CL-12 se ubican cercano a condición de borde, entre las pozas de evaporación y el Cordón de Lila. Se observa en estos pozos grandes variaciones anuales, en respuesta de los bombeos y recuperaciones del sector, como también variaciones estacionales. A partir del año 2001 hasta febrero del 2010 se observa una tendencia al descenso de los niveles. Después de ello, se observa una clara recuperación de éstos en los 3 pozos, hasta febrero del 2013, desde donde comienzan nuevamente a registrarse descensos. Estos pozos al estar más cercanos a una condición de borde muestran mayor variabilidad que el pozo First Well. Este último no muestra tendencia al descenso como los anteriores.

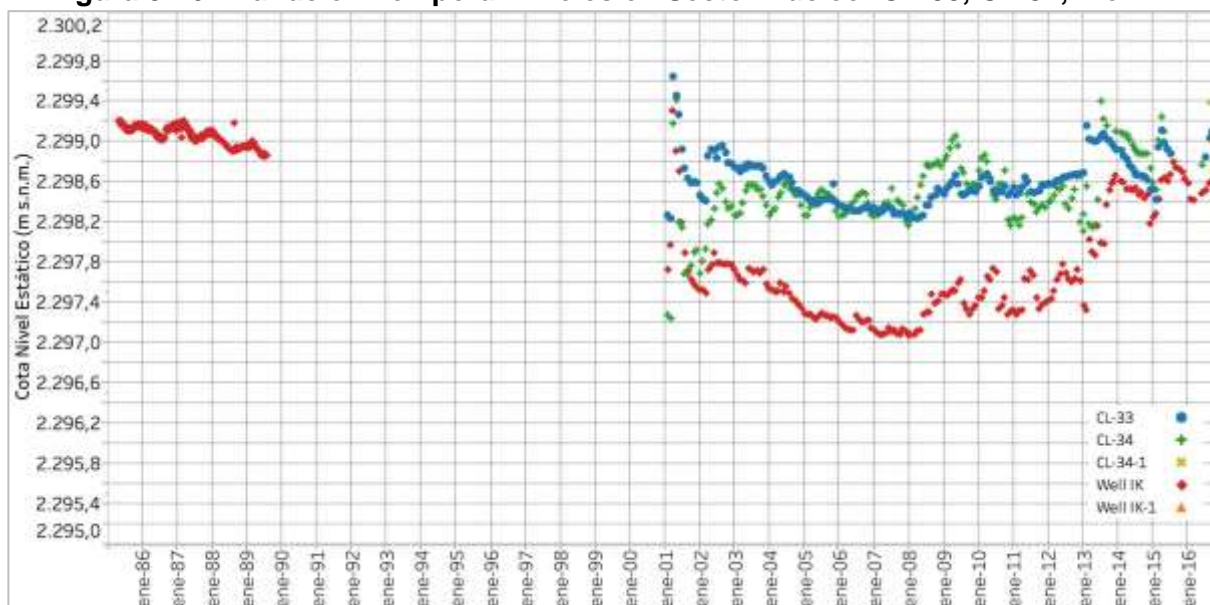
**Figura 5-45 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-11, CL-12 y First Well**



Fuente: Elaboración Propia

La Figura 5-46 muestra la gráfica para los pozos CL-33, CL-34, CL-34-1, Well-IK y Well-IK-1. El pozo Well-IK presenta registros históricos antiguos, desde 1985, y se retomaron sus mediciones en el año 2001. Junto con ello, en el 2016 se vuelve a construir y se denomina Well-IK-1, dándole continuidad a los registros. De la gráfica temporal, se observa que los pozos CL-33, CL-34 (y CL-34-1), Well-IK (y Well-IK-1) muestran tendencia a la recuperación de sus niveles, siendo para Well-IK desde el año 2008 una tendencia más fuerte al ascenso de sus niveles, registrando para diciembre 2016 una cota de 2.298,4 m s.n.m.

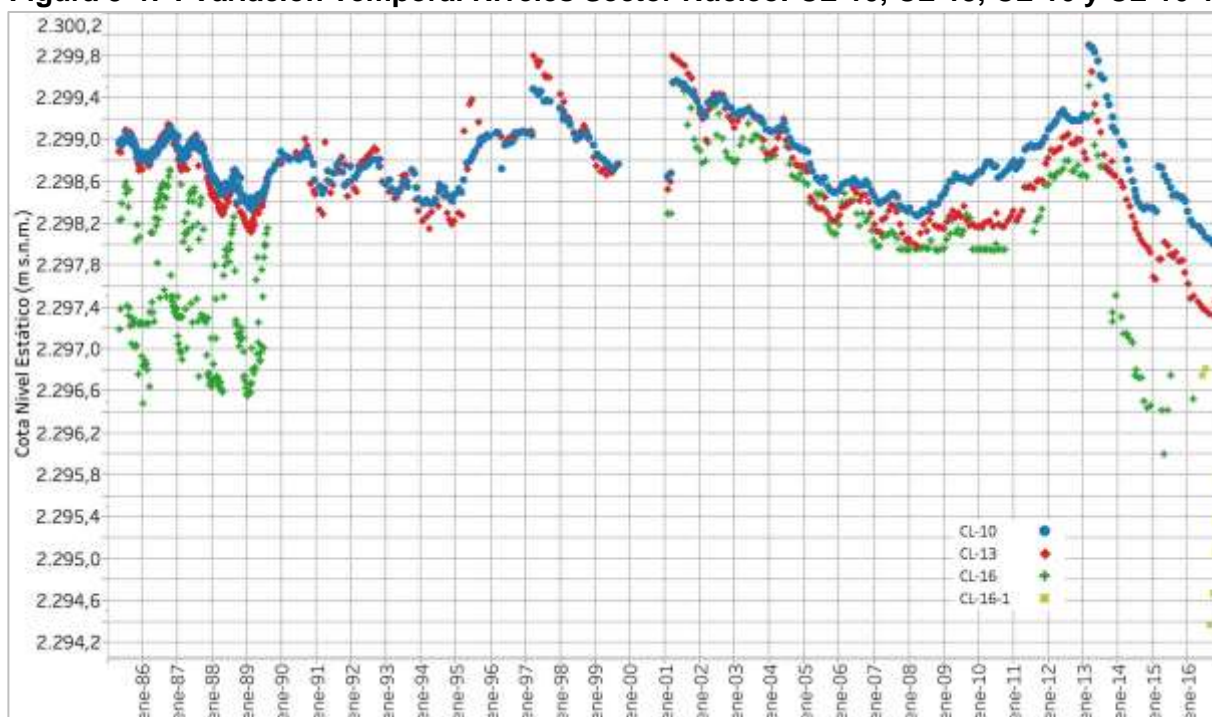
**Figura 5-46 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo: CL-33, CL-34, Well-IK**



Fuente: Elaboración Propia

Los pozos CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1, se presentan en la Figura 5-47. Estos se ubican entre el Cordon de Lila y las pozas de evaporación de Rockwood. Los registros del pozo CL-16 se complementan con los del pozo CL-16-1, por cuanto como fue mencionado en este documento, el primero es reemplazado por el segundo. Este pozo refleja los regimenes de explotación, por cuanto presenta periodos de descenso sostenido para continuar con periodo de recuperación. Por otro lado los pozos CL-10 y CL-13, presentan un comportamiento sincrónico entre ellos y el pozo CL-16. Se evidencia descensos y recuperaciones, siendo el periodo del año 2016 uno en el cual se presenta descensos.

**Figura 5-47 : Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-10, CL-13, CL-16 y CL-16-1**

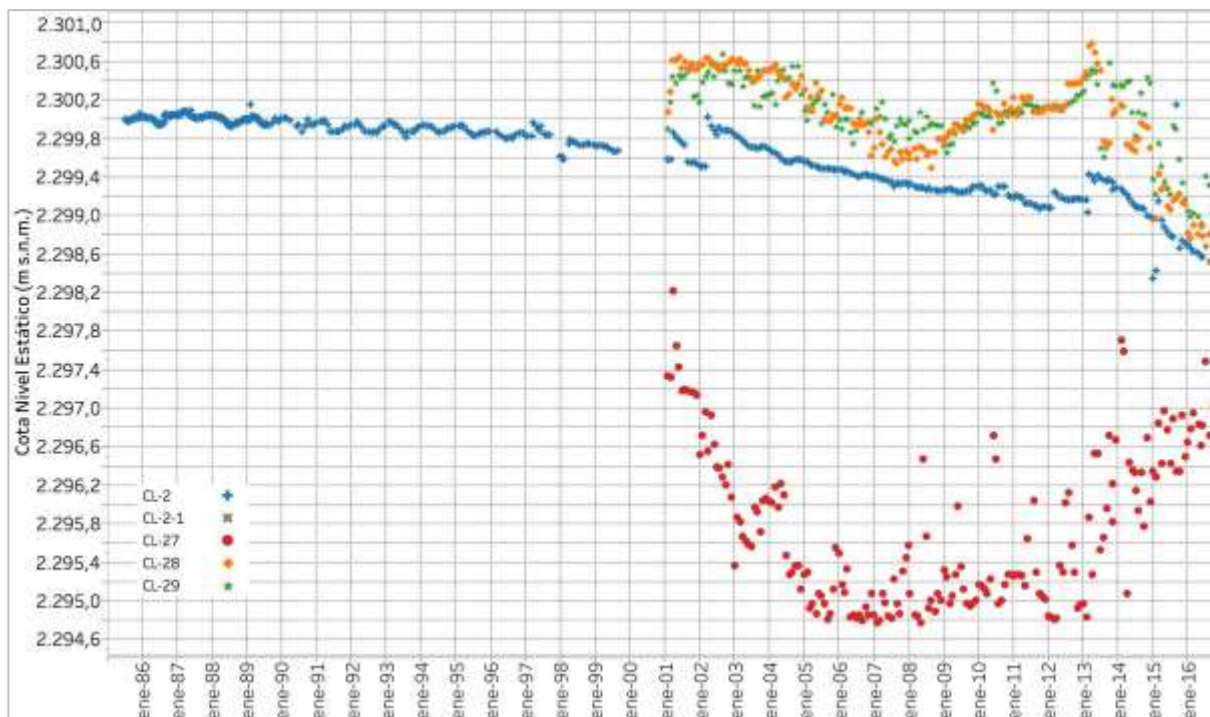


Fuente: Elaboración Propia



Finalizando la zona de producción, en la Figura 5-48, se muestran los niveles de los pozos CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29. Los pozos CL-28 y CL-29 muestran una tendencia a la recuperación marcada a partir de enero 2009 hasta 2013 y a partir de esa fecha un nuevo descenso. El pozo CL-2, también muestra la recuperación en el 2013 en menor magnitud, y con menor tendencia a la baja que CL-28 y CL-29. En cuanto al punto CL-27, este corresponde a un nivel dinámico; ya que es un pozo de bombeo.

**Figura 5-48 : Variación Temporal Niveles Sector Núcleo: CL-2, CL-2-1, CL-27, CL-28 y CL-29.**



Fuente: Elaboración Propia

Pasando a la zona del núcleo Este, en la Figura 5-49 se presentan todos los puntos de esta zona: Zanja camino a Peine, S-1, S-2, S-3, S-4, P-01 al P-05, PN-05B, PN-08A, PN-14B, PN-16B, PN-02 al PN-15 y CL-6. Ver ubicación de los puntos en Figura 5-40.

A pesar de estar todos en el núcleo, se observan diferencias de cotas, con la mayor en punto Zanja camino a Peine, cercano a la cota 2300 m s.n.m; y la mas baja en puntos PN-06 y PN-03, con cotas de 2297,9 y 2298,0 respectivamente.



**Figura 5-49 Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo, Zona Núcleo Este**



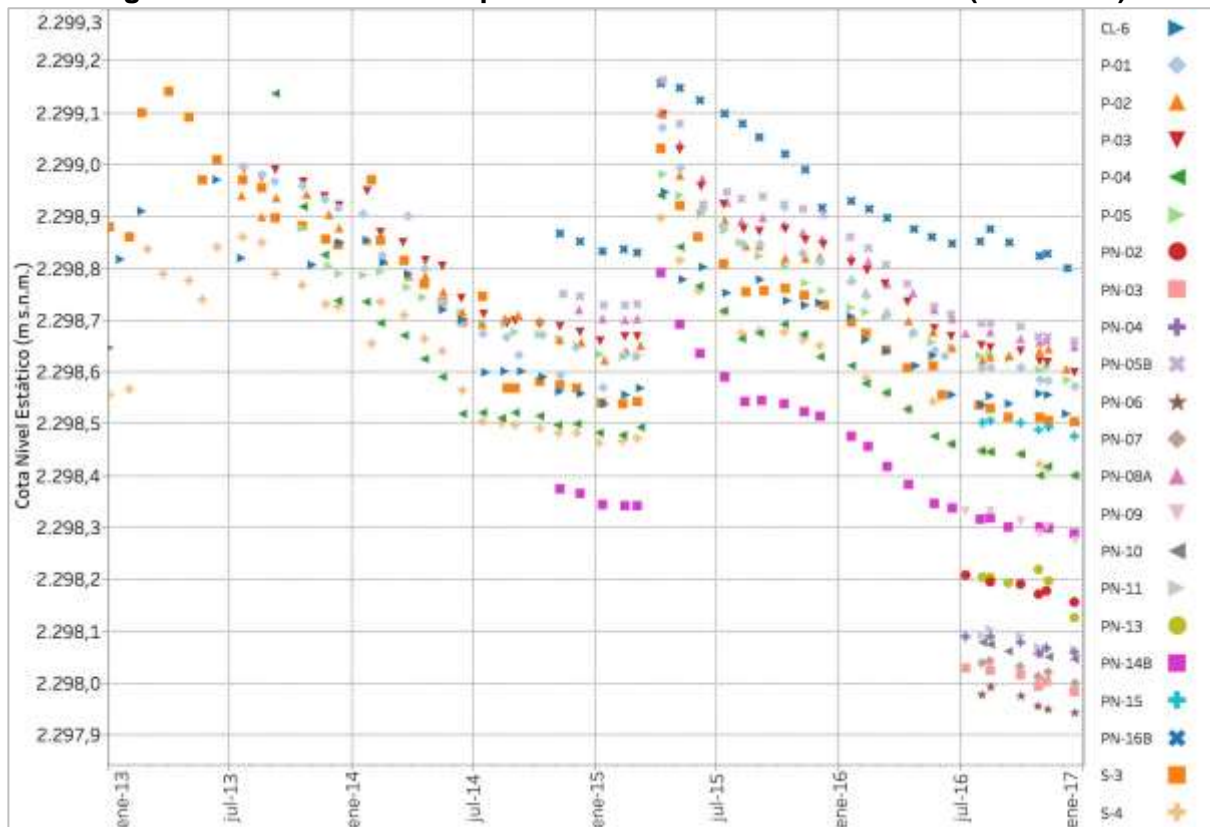
Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, se tiene que los niveles de los pozos S-1, S-2, S-3, S-4, presentan un comportamiento sincronizado, observándose una tendencia al descenso sostenido, con recuperaciones puntuales, asociados probablemente a eventos de precipitación. De la figura en cuestión se observa también que el descenso marcado comienza en el año 2001 y en el año 2013 se aprecia un cambio en la tasa de descenso.

Junto con lo anterior se aprecia que el punto Zanja camino a Peine, se comporta de manera similar a los pozos S-1 al S-4, tendencias de descensos y de recuperaciones, a la vez que se encuentra más alejado de éstos. El pozo CL-6, que es otro de los pozos con mayor data histórica, también se encuentra dentro del rango de las variaciones de los pozos S-1 a S-4.

Para poder visualizar con mayor detalle las variaciones de los pozos que presentan información con data mas reciente, desde el 2013 en adelante, se presenta la Figura 5-50.

**Figura 5-50 : Variación Temporal Niveles en Zona Nucleo Este (2013-2016)**



Fuente: elaboración propia

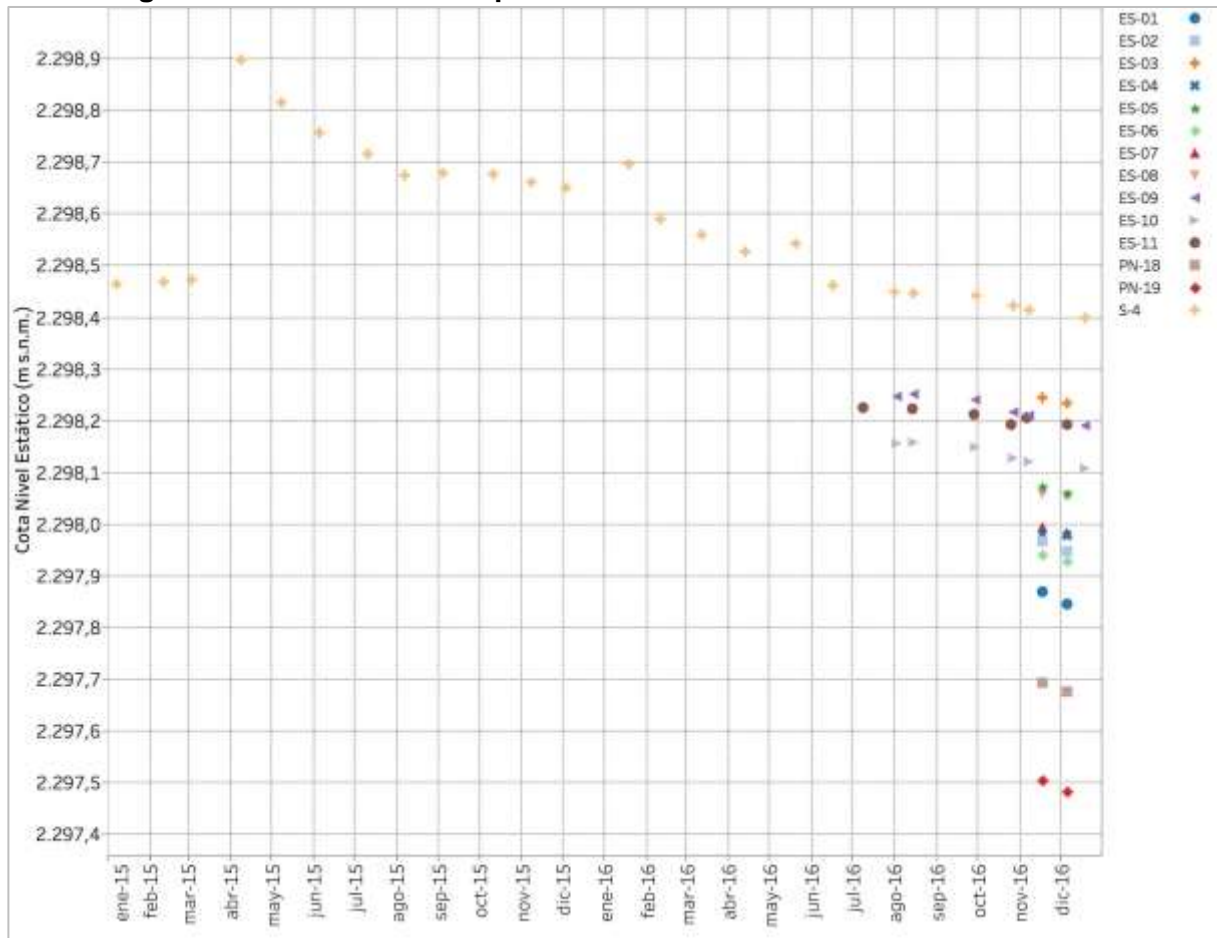
Como se puede observar, los pozos del sector Núcleo Este, muestran un comportamiento muy similar entre ellos, los cuales indican una tendencia al descenso desde 2002 hasta el 2013, con respuesta a eventos de precipitación que generan ascensos abruptos y seguidos con el descenso respectivo. También se aprecia que los pozos con pocos registros muestran la misma tendencia que los pozos con mayor número de registros.

Todos los pozos muestran en general un comportamiento sincronizado, e incluso aquellos que tienen poca data.

Por último, se tiene la **zona núcleo Centro Norte**, cuyos niveles se presentan en Figura 5-51. Se presentan con los registros de los pozos ES-06 al ES-11, PN-18, PN19, y se incluye el pozo S-4 sólo a modo de referencia de manera de apreciar las tendencias. Todos los pozos de la zona Centro Norte, tienen datos desde 2016, por lo que no es posible hacer un análisis del comportamiento histórico. Sin embargo se visualiza que existe una tendencia al descenso, similar al del pozo S-4.

En este sector llama la atención que los pozos que presentan las cotas más bajas corresponden a PN-18, PN-19 y ES-01, y son los que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM.

**Figura 5-51 : Variación Temporal Niveles en Sector Núcleo Centro Norte**



Fuente: elaboración propia

Considerando todos los registros y análisis presentados para la zona del Núcleo, a modo de resumen se puede decir que:

- Los pozos ubicados cerca de la zonas de producción de Salmuera, son los que presentan los mayores tasas de descensos en el tiempo.
- Los pozos de monitoreo de niveles que se ubican cercanos a condiciones de borde, como el cordón de Lila, presentan variaciones, descensos y recuperaciones marcadas, sujetas a las recargas del sistema.
- Los pozos de monitoreo de niveles, ubicados en zonas mas alejadas del campo de extracción de salmuera, muestran recuperaciones (ej. CL-33, CL-34 y Well-1K), y otros tasas de descensos mas bajas que los pozos ubicados en las zonas de producción (ej. S-4).

- Los pozos que presentan las cotas mas bajas a Diciembre 2016, en la zona del Núcleo Este, considerando la zona sur desde la zona de extracción de Salmuera de Rockwood, corresponden a los pozos PN-06, PN-10 y PN-11, con cotas que fluctúan entre los 2.298,0 m s.n.m aproximadamente.
- Los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del núcleo, desde el campo de explotación de Salmuera de Rockwood, corresponden a los pozos PN-18, PN-19 y ES-01, y son los que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM (Cotas entre 2.297,5 a 2.297,9 m s.n.m).

## 5.6 Evaporación y Evapotranspiración

En la Tabla 5-24 se presentan los resultados de la mediciones de EVT realizadas en las campañas del año 2016. Como se mencionó en el capítulo 4.3.6, estas mediciones se realizaron mediante la metodología del Domo, mientras se define con la autoridad la ubicación y construcción de los lisímetros, como una manera de mantener la continuidad de las mediciones.

**Tabla 5-24 Resultados de Evapotranspiración (mm/d)**

Punto EVT en PSAH	COD punto en Ad5	zona de EVT	Zona SDA	Sector SDA	Campañas 2016 – Tasa Promedio EVT mm/d			
					mar-16	jun-16	sept-16	dic-16
LS-01	EVT-3	A5	Acuífero	Norte y Borde Este	0,37	0,07	0,07	0,20
LS-02	EVT-4	A4	Acuífero	Norte y Borde Este	1,20	s/i	s/i	s/i
LS-03	EVT-6	A2	Acuífero	Norte y Borde Este	0,57	s/i	0,43	0,29
LS-04	EVT-sn	A3	Intermedia	Norte y Borde Este	s/i	s/i	0,39	0,28
LS-05	EVT-9	A13	Núcleo	Núcleo	0,18	s/i	s/i	0,03
LS-06	EVT-10	A13	Núcleo	Núcleo	0,17	s/i	s/i	0,02
LS-07	EVT-17	A9-1	Intermedia	Peine	0,24	0,06	0,11	0,13
LS-08	EVT-23	A9-2	Acuífero	Peine	1,22	0,32	0,37	0,31
LS-09	EVT-22	A12	Acuífero	La Punta La Brava	1,18	0,09	0,09	0,16
LS-10	EVT-20	A10-1	Acuífero	La Punta La Brava	0,82	0,44	0,27	0,42
P-01(*)	EVT-13	A13	Núcleo	Núcleo	0,20	0,04	0,04	-

s/i : Sin Información

Fuente: Elaboración Propia

De los datos que se reportan, se tiene que existen meses en los cuales no hay información, indicados como “s/i” y las razones se exponen a continuación:

- Para la campaña de junio, el punto LS-02 no se pudo medir, por no contar con la autorización de la comunidad de Collo, y por lo tanto no fue posible ingresar y acceder al punto. Lo anterior tiene relación con cumplir con el protocolo de acceso a las comunidades, protocolo presentado en la Adenda 5 Anexo 3, Apéndice B. Protocolo Ingreso Areas Sensibles.
- En el mismo mes de junio, los puntos LS-03 y LS-04, no se pudieron medir por no contar con la autorización de CONAF.
- En junio, los puntos LS-05 y LS-06, ubicados en el núcleo, pero en área OMA<sup>16</sup> de SQM, no pudieron ser medidos, por no contar con la autorización de SQM para el ingreso. Debido a lo anterior, se decidió medir otro punto al interior del núcleo que representara la EVT del núcleo, seleccionando para ello el punto codificados como

<sup>16</sup> Pertenencias mineras en el Salar de Atacama.

EVT-13 de la Adenda 5, y se denomina para efectos del informe PSAH, como punto “P-01” indicado en la Tabla 5-24. De este modo se mide en el punto P-01 la EVT en los meses de junio y septiembre, como dato representativo del núcleo.

- En el mes de septiembre, no se pudo acceder a los puntos LS-02, LS-05 y LS-06, por las mismas razones que para la campaña de junio, vale decir no se contó con la autorización de SQM, por lo que se procede a medir nuevamente en el punto de reemplazo alternativo P-01.
- Finalmente, para la campaña de diciembre 2016, el único punto al cual no se pudo acceder fue LS-02, por no contar con la autorización de la comunidad de Collo, quienes administran el sector de la laguna de Tebenquiche, y el objetivo es siempre cumplir con el protocolo de acceso a las áreas sensibles.

En la Figura 5-52 se presenta la evolución histórica (2013 – 2016) que han tenido las mediciones de EVT (Tasa de EVT en mm/d) para cada uno de los puntos de monitoreo del PSAH.

#### **Sector La Punta-La Brava:**

- En el período registrado, la tasa de EVT, no responderían a una variación estacional, sino que se observa que en el verano del año 2015 (diciembre-2015 para LS-10 y marzo-2016 para LS-09), se han presentado las máximas tasas de EVT, aspecto que debe ser corroborado con el tiempo.
- El año 2016, se observan en general valores bajos de EVT, con tasas mínimas que varían entre los 0,09 mm/d para LS-09 y 0,27 mm/d para LS-10, sin embargo éstos se encuentran dentro de los rangos históricos registrados (2013-2016), siendo septiembre del 2014, la mínima EVT registrada para este Sector de La Punta - La Brava.
- Finalmente, se observa que para una misma campaña, el punto LS-10 que se encuentra más cercano a la zona marginal, es el que presenta los mayores valores de EVT, y a medida que se aleja de la zona marginal, LS-09 se registran tasas de EVT menores.

#### **Sector de Peine:**

- Para el punto LS-07, se observa un aumento de EVT en el veranos de 2013, lo que es debido a que la medición fue realizada al día siguiente de una lluvia. En cuanto al punto LS-08, se observan las mayores tasas de evaporación en el verano de 2015.
- En general, al igual que para la Punta – La Brava, las tasas de EVT registradas en el 2016, resultan ser de las menores tasas medidas desde el 2013 al 2016.



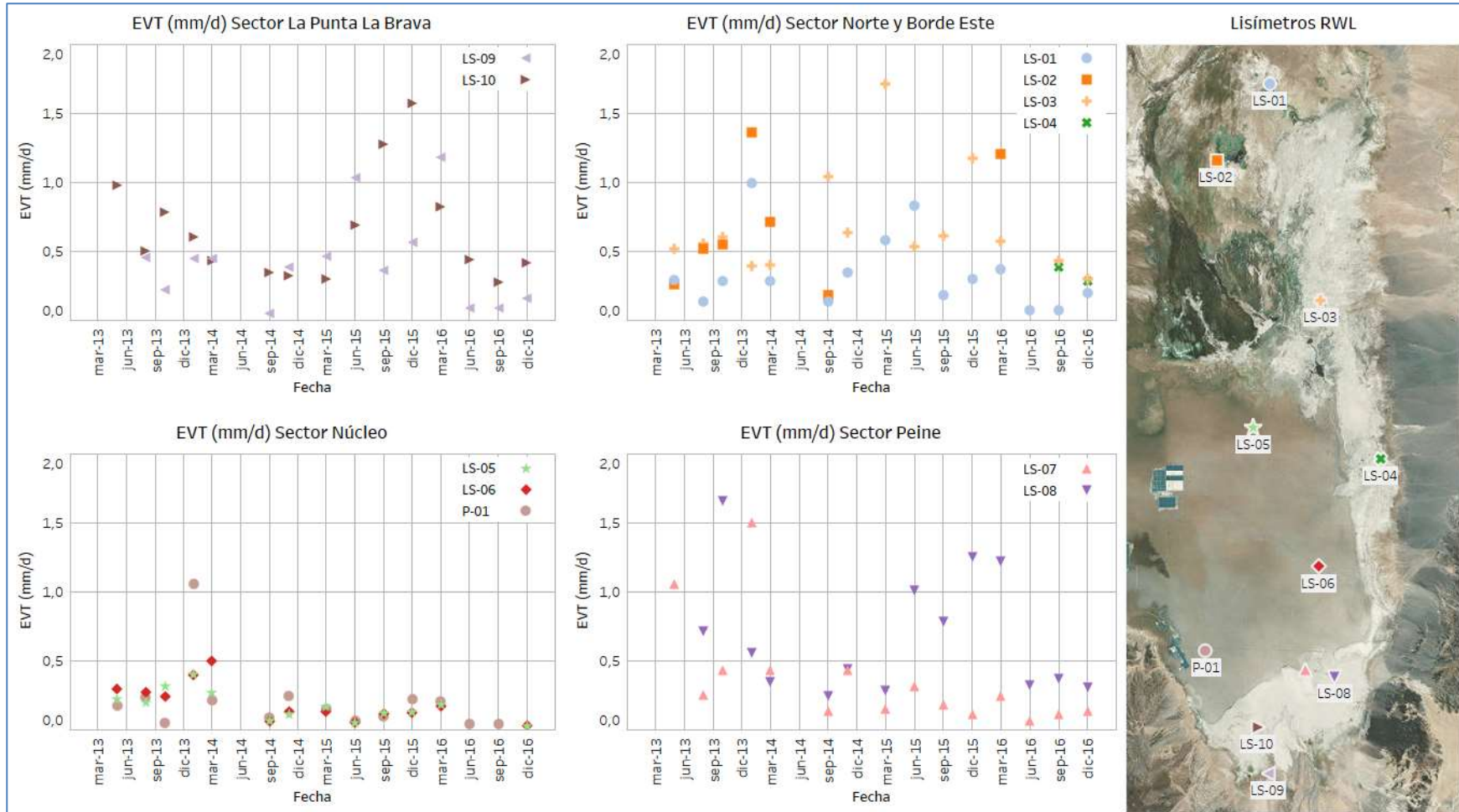
**Sector Norte y Borde Este:**

- En este sector, el punto ubicado más al norte, LS-01, presenta en el año 2016 valores máximos en marzo que alcanzan a 0,37 mm/d, menor que la máxima registrada, en Enero del 2014, que corresponde a una tasa de 1,0 mm/d. Igualmente, este valor se encuentra dentro del rango histórico para el mismo mes.
- El punto LS-02, presenta para la misma fecha en marzo 2016, valor mayor a LS-01, con una tasa de 1,2 mm/d. El máximo registrado también se presenta para enero 2014, con un valor de tasa EVT de 1,36 mm/d, siendo muy cercanos entre si.
- El punto LS-03, cercano al Sistema Soncor, en zona marginal, presenta una mayor tasa promedio de EVT que los puntos anteriores de este sector, siendo el valor máximo para el año 2016 de 0,57 mm/d en el mes de Marzo; y valor máximo histórico registrado de 1,7 mm/d en Marzo 2015.
- El punto LS-04, corresponde a un nuevo punto del PSAH, que no tiene antecedentes previos de medición. Los valores medidos de EVT son muy similares a los del punto LS-03, con tasas entre 0,28 a 0,39 mm/d para finales del 2016.

**Sector del Núcleo:**

- En este sector no se observa una variación estacional de la EVT, visualizándose que los valores más altos registrados se presentan en el verano del 2013 (diciembre 2013 a marzo 2014), llegando a valores máximos que sobrepasan levemente 1,0 mm/d. Sin embargo, este valor se midió un día después de una lluvia.
- Finalmente, en el núcleo se tiene que el 2016 fue el año que se registran las tasas mas bajas de EVT, siendo semejantes a los registrados en septiembre del año 2014.

**Figura 5-52 Variación Temporal de las Evapotranspiraciones en Puntos de Medición**



Fuente: Elaboración propia

## 5.7 Posición de la Interfase Salina

El monitoreo de la posición de la interfase salina se realiza a través de la medición de Perfilajes de conductividad eléctrica versus profundidad. Además, en los resultados de las campañas de perfilajes de C.E., se mide Temperatura en los distintos puntos de monitoreo. Los resultados se entregan desde la Tabla 5-26 hasta la Tabla 5-53.

**Tabla 5-25 Resumen de Puntos que miden Cuña Salina.**

Punto o Estacion	Sector PSA	Fecha de Construcción
MP-01C	La Punta-la Brava	Septiembre 2013
MP-03C	La Punta-la Brava	Septiembre 2013
MP-04C	La Punta-la Brava	Septiembre 2013
MP-05C	La Punta-la Brava	Septiembre 2013
MP-06C	La Punta-la Brava	Agosto 2013
MP-09C	La Punta-la Brava	Agosto 2016
MP-07C	Sector Peine	Agosto 2016
MPS-AC	Sector Peine	Septiembre 2013
MPS-CC	Sector Peine	Septiembre 2013
PP-01	Sector Peine	Julio 2016
PP-02	Sector Peine	Agosto 2016
PP-03	Sector Peine	Julio 2016
MP-12C	Sector Norte y Borde Este	Agosto 2016

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en aquellos casos en los cuales el pozo haya estado construido con anterioridad y por lo tanto contaba con mediciones anteriores se han graficado tanto los perfilajes realizados en las campañas del 2016, como los históricos. En el caso de los pozos de monitoreo MP-07C, MP-09C, MP-12C, PP-01, PP-02 y PP-03, estos fueron habilitados en el año 2016 como parte de la Implementación de la Red de Monitoreo del PSAH y por lo tanto no cuentan con perfilajes históricos.

Los análisis, se presentan por Sector, y la información disponible depende de la Etapa de construcción del piezómetro.

### 5.7.1 Sector La Punta-La Brava

En la Figura 5-53 se presentan los puntos que registran medición de la Cuña salina en este Sector, y que corresponde a 6 puntos: MP-01C, MP-03C, MP-04C, MP-05C, MP-06C y MP-09C.

**Figura 5-53 Mapa Ubicación Puntos de medición de Cuña en Sector La Punta-La Brava**



Fuente:Elaboración propia

En las Tablas siguientes, se presentan los registros de Conductividad Eléctrica, vs profundidad y Temperatura medida en los puntos comprometidos, para las campañas registradas durante el 2016. En **Anexo G de este Informe**, se presentan todos los registros históricos y actuales, en formato pdf y excel, de la medición de esta variable.

## Punto MP-01C

**Tabla 5-26 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C. Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016**

Fecha Campaña	21/01/2016			09/02/2016			08/03/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-01C	0,7	54.866	15,26	0,7	55.618	15,28	0,7	53.710	15,29
MP-01C	1,0	55.265	15,25	1,0	55.335	15,27	1,0	53.910	15,28
MP-01C	3,0	55.427	15,25	3,0	55.713	15,27	3,0	53.890	15,28
MP-01C	4,0	56.827	15,26	4,0	57.154	15,27	4,0	55.120	15,28
MP-01C	5,0	57.059	15,26	5,0	57.692	15,27	5,0	55.280	15,28
MP-01C	7,0	57.551	15,26	7,0	57.891	15,26	7,0	55.760	15,27
MP-01C	9,0	58.331	15,25	9,0	58.458	15,26	9,0	56.170	15,27
MP-01C	9,5	61.264	15,24	9,5	62.028	15,25	9,5	58.140	15,27
MP-01C	10,0	63.688	15,23	10,0	63.651	15,23	10,0	58.430	15,26
MP-01C	10,2	64.564	15,22	10,2	65.341	15,23	10,2	60.200	15,26
MP-01C	10,4	67.378	15,21	10,4	67.339	15,22	10,4	61.990	15,25
MP-01C	10,6	68.528	15,20	10,6	69.208	15,21	10,6	62.590	15,25
MP-01C	10,8	70.179	15,19	10,8	71.213	15,20	10,8	64.360	15,23
MP-01C	11,0	73.371	15,17	11,0	73.085	15,18	11,0	66.590	15,22
MP-01C	11,2	78.247	15,15	11,2	78.632	15,15	11,2	71.670	15,20
MP-01C	11,4	83.452	15,10	11,4	87.931	15,10	11,4	76.300	15,13
MP-01C	11,6	105.469	15,00	11,6	103.668	15,01	11,6	98.710	15,03
MP-01C	11,8	148.934	14,86	11,8	150.637	14,86	11,8	150.300	14,86
MP-01C	12,0	238.356	15,16	12,0	240.356	15,17	12,0	241.300	15,16
MP-01C	14,0	238.936	15,19	14,0	244.034	15,20	14,0	241.600	15,20
MP-01C	16,0	238.982	15,19	16,0	244.034	15,20	16,0	241.600	15,21
MP-01C	18,0	238.037	15,17	18,0	243.049	15,18	18,0	240.600	15,18
MP-01C	20,0	238.019	15,17	20,0	243.025	15,18	20,0	240.800	15,17
MP-01C	22,0	238.060	15,13	22,0	243.117	15,14	22,0	240.600	15,15
MP-01C	24,0	238.003	15,12	24,0	243.055	15,12	24,0	240.700	15,12
MP-01C	26,0	237.937	15,09	26,0	243.075	15,08	26,0	240.800	15,08
MP-01C	28,0	238.029	15,05	28,0	243.111	15,06	28,0	240.900	15,05
MP-01C	29,8	117.611	15,06	29,8	153.147	15,07	29,8	157.300	15,05

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5-27 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Mayo y Julio 2016**

Fecha Campaña	06/05/2016			12/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-01C	0,7	57.110	15,23	0,7	54.900	15,24
MP-01C	1,0	56.830	15,24	1,0	54.600	15,25
MP-01C	2,0	56.900	15,24	1,5	54.990	15,24
MP-01C	3,0	57.290	15,23	2,0	54.820	15,24
MP-01C	4,0	58.670	15,22	3,0	54.850	15,24
MP-01C	5,0	58.580	15,22	4,0	56.550	15,22
MP-01C	6,0	58.810	15,22	4,5	56.460	15,22
MP-01C	7,0	58.970	15,22	5,0	56.660	15,22
MP-01C	8,0	59.470	15,21	6,0	56.480	15,22
MP-01C	9,0	59.570	15,21	7,0	56.730	15,21
MP-01C	10,0	61.380	15,21	8,0	57.340	15,21
MP-01C	11,0	66.980	15,19	8,5	56.600	15,21
MP-01C	11,5	72.710	15,14	9,0	57.360	15,21
MP-01C	12,0	82.610	15,06	10,0	59.270	15,20
MP-01C	12,3	237.200	15,19	10,5	60.630	15,20
MP-01C	12,5	237.300	15,20	11,0	65.750	15,18
MP-01C	12,8	237.400	15,19	11,3	66.360	15,16
MP-01C	13,0	237.500	15,15	11,5	74.210	15,13
MP-01C	14,0	237.500	15,19	11,8	81.150	15,09
MP-01C	16,0	237.500	15,18	12,0	96.920	15,00
MP-01C	18,0	236.700	15,16	12,3	180.500	14,94
MP-01C	20,0	236.800	15,15	12,5	228.800	15,16
MP-01C	22,0	236.700	15,12	12,8	228.800	15,19
MP-01C	24,0	236.600	15,09	13,0	228.700	15,21
MP-01C	29,0	236.600	15,04	13,5	228.800	15,19
MP-01C	29,8	163.900	15,04	14,0	228.700	15,19
MP-01C				15,0	228.700	15,19
MP-01C				16,0	228.600	15,19
MP-01C				18,0	228.000	15,18
MP-01C				20,0	228.000	15,16
MP-01C				25,0	227.800	15,09
MP-01C				28,7	176.100	15,05

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 5-28 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C, Campañas Octubre y Noviembre 2016**

Fecha Campaña	10/10/2016			18/11/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MP-01C	0,7	55.168	15,27	0,7	55.760	15,28
MP-01C	2,0	55.275	15,27	1,0	55.750	15,28
MP-01C	3,0	55.732	15,27	2,0	55.770	15,27
MP-01C	4,0	56.168	15,26	3,0	56.210	15,27
MP-01C	5,0	56.620	15,26	4,0	56.800	15,27
MP-01C	6,0	56.836	15,26	5,0	57.430	15,27
MP-01C	7,0	56.345	15,26	6,0	57.140	15,27
MP-01C	8,0	57.061	15,26	7,0	57.040	15,27
MP-01C	9,0	56.522	15,26	8,0	57.290	15,27
MP-01C	10,0	58.682	15,25	9,0	57.880	15,27
MP-01C	10,2	59.161	15,25	10,0	59.530	15,26
MP-01C	10,4	57.475	15,25	10,2	59.730	15,26
MP-01C	10,6	60.060	15,25	10,4	60.620	15,25
MP-01C	10,8	61.779	15,24	10,6	61.800	15,25
MP-01C	11,0	62.781	15,24	10,8	62.700	15,24
MP-01C	11,2	65.079	15,21	11,0	64.410	15,24
MP-01C	11,4	69.312	15,21	11,2	64.470	15,23
MP-01C	11,6	75.383	15,18	11,4	67.930	15,21
MP-01C	11,8	82.896	15,13	11,6	74.440	15,18
MP-01C	12,0	98.976	15,03	11,8	78.230	15,15
MP-01C	12,2	159.134	14,88	12,0	102.700	15,04
MP-01C	12,4	236.164	15,20	12,2	143.200	14,94
MP-01C	12,6	236.664	15,21	12,4	235.600	15,13
MP-01C	12,8	236.796	15,22	12,6	235.400	15,21
MP-01C	13,0	236.837	15,21	12,8	235.600	15,21
MP-01C	13,5	236.776	15,23	13,0	235.400	15,21
MP-01C	14,0	236.861	15,23	13,5	235.700	15,21
MP-01C	15,0	236.900	15,21	14,0	235.400	15,21
MP-01C	16,0	236.922	15,21	16,0	235.300	15,21
MP-01C	18,0	236.141	15,20	18,0	234.700	15,19
MP-01C	20,0	236.141	15,20	20,0	234.500	15,19
MP-01C	22,0	236.192	15,14	22,0	234.500	15,15
MP-01C	24,0	236.142	15,12	24,0	234.500	15,11
MP-01C	26,0	236.216	15,07	26,0	234.600	15,07
MP-01C	28,0	236.193	15,06	28,0	234.600	15,05
MP-01C	29,7	208.607	15,06	29,7	212.200	15,06

Fuente: Elaboración propia

**Punto MP-03C**

**Tabla 5-29 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-03C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016**

Fecha Campaña	12/01/2016			09/02/2016			08/03/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MP-03C	0,8	8.118	14,3	1,0	8.339	14,45	1,0	8.198	14,25
MP-03C	1,0	8.092	14,19	3,0	8.239	14,17	3,0	8.161	14,17
MP-03C	3,0	8.067	14,16	5,0	8.238	14,15	5,0	8.161	14,16
MP-03C	5,0	8.061	14,14	7,0	8.238	14,16	7,0	8.164	14,19
MP-03C	7,0	8.062	14,15	9,0	8.236	14,20	9,0	8.161	14,21
MP-03C	9,0	8.067	14,18	11,0	8.232	14,23	11,0	8.153	14,25
MP-03C	11,0	8.063	14,22	13,0	8.232	14,26	13,0	8.154	14,26
MP-03C	13,0	8.062	14,22	15,0	8.233	14,35	15,0	8.155	14,31
MP-03C	15,0	8.062	14,27	17,0	30.974	14,89	17,0	13.560	14,53
MP-03C	17,0	8.062	14,38	17,2	35.878	15,02	17,2	35.480	14,92
MP-03C	17,2	10.306	14,55	17,4	36.043	15,05	17,4	35.790	15,02
MP-03C	17,4	34.821	14,92	17,6	36.078	15,07	17,6	35.810	15,06
MP-03C	17,6	35.074	15,00	17,8	36.140	15,08	17,8	35.910	15,08
MP-03C	17,8	35.177	15,05	18,0	36.805	15,10	18,0	36.290	15,10
MP-03C	18,0	35.545	15,08	18,2	40.377	15,11	18,2	41.010	15,11
MP-03C	18,2	38.652	15,09	18,4	55.283	15,11	18,4	52.210	15,11
MP-03C	18,4	51.031	15,10	18,6	115.847	15,11	18,6	110.100	15,11
MP-03C	18,6	108.657	15,10	18,8	138.478	15,11	18,8	135.200	15,11
MP-03C	18,8	135.316	15,10	19,0	144.503	15,11	19,0	143.000	15,10
MP-03C	19,0	141.512	15,10	19,5	144.683	15,10	19,2	143.100	15,12
MP-03C	20,0	141.745	15,10	20,0	144.767	15,10	19,4	143.200	15,11
MP-03C	20,5	142.481	15,09	20,5	146.191	15,10	19,6	143.200	15,11
MP-03C	21,0	187.938	15,09	21,0	193.041	15,09	19,8	143.200	15,10
MP-03C	21,5	226.238	15,09	21,5	230.419	15,09	20,0	143.300	15,10
MP-03C	22,0	230.771	15,08	22,0	236.449	15,08	20,2	143.300	15,01
MP-03C	24,0	240.134	15,06	24,0	244.765	15,05	20,4	143.300	15,10
MP-03C	26,0	240.260	15,04	26,0	245.267	15,05	20,6	150.500	15,10
MP-03C	28,0	242.544	15,03	28,0	247.681	15,04	20,8	169.500	15,09
MP-03C	28,3	145.479	15,04	28,3	140.765	15,04	21	190.600	15,09
MP-03C							21,2	213.400	15,09
MP-03C							21,4	225.700	15,08
MP-03C							22	232.700	15,08
MP-03C							24	242.700	15,06
MP-03C							26	242.900	15,04

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-30 Perfilajes de C.E. punto MP-03C, Campañas Mayo y Julio 2016**

Fecha Campaña	06/05/2016			12/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-03C	0,7	8.032	14,53	0,7	7.733	14,61
MP-03C	1,0	8.014	14,27	1,0	7.712	14,48
MP-03C	2,0	8.013	14,23	2,0	7.710	14,38
MP-03C	3,0	8.007	14,24	3,0	7.700	14,38
MP-03C	4,0	8.003	14,22	4,0	7.707	14,38
MP-03C	5,0	8.003	14,22	5,0	7.707	14,38
MP-03C	6,0	8.003	14,22	6,0	7.707	14,38
MP-03C	8,0	8.006	14,22	7,0	7.711	14,38
MP-03C	10,0	8.004	14,26	8,0	7.709	14,38
MP-03C	12,0	8.003	14,27	9,0	7.706	14,41
MP-03C	14,0	8.004	14,27	10,0	7.705	14,42
MP-03C	16,0	8.002	14,38	11,0	7.706	14,42
MP-03C	17,0	8.003	14,38	12,0	7.708	14,42
MP-03C	18,0	35.580	14,98	12,0	7.705	14,42
MP-03C	18,5	88.930	15,06	13,0	7.705	14,43
MP-03C	18,8	144.800	15,07	14,0	7.704	14,45
MP-03C	19,0	140.200	15,09	15,0	7.704	14,52
MP-03C	19,3	140.400	15,08	16,0	7.705	14,54
MP-03C	19,5	140.400	15,08	18,0	34.380	15,04
MP-03C	20,0	140.400	15,09	18,3	39.640	15,07
MP-03C	20,5	143.700	15,08	18,5	86.400	15,09
MP-03C	21,0	188.300	15,07	18,8	133.600	15,09
MP-03C	21,3	215.040	15,07	19,0	135.400	15,09
MP-03C	21,5	225.800	15,06	19,3	135.500	15,09
MP-03C	21,8	226.300	15,06	19,5	135.400	15,09
MP-03C	22,0	228.100	15,06	19,8	135.500	15,08
MP-03C	22,5	233.900	15,06	20,0	135.500	15,09
MP-03C	23	235.300	15,05	20,5	138.400	15,08
MP-03C	23,5	239.900	15,04	21,0	180.200	15,08
MP-03C	24	236.300	15,04	21,3	207.100	15,07
MP-03C	25	237.300	15,04	21,5	215.900	15,06
MP-03C	26	238.100	15,02	22,0	221.000	15,06
MP-03C	27	238.700	15,01	23	226.900	15,05
MP-03C	28	240.500	15,01	24	227.300	15,06
MP-03C	28,3	141.100	15,01	26	229.700	15,02
MP-03C				28	232.200	15
MP-03C				28,28	130.400	15,02

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-31 Perfilajes de C.E. punto MP-03C, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña	10/10/2016			08/11/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MP-03C	0,7	7.891	14,36	1,0	7.996	14,33
MP-03C	1,0	7.881	14,34	2,0	7.811	14,36
MP-03C	2,0	7.824	14,42	3,0	7.796	14,37
MP-03C	3,0	7.808	14,43	4,0	7.793	14,37
MP-03C	4,0	7.805	14,42	5,0	7.797	14,37
MP-03C	5,0	7.803	14,42	6,0	7.796	14,38
MP-03C	6,0	7.804	14,43	7,0	7.794	14,37
MP-03C	7,0	7.802	14,43	8,0	7.791	14,38
MP-03C	8,0	7.797	14,43	9,0	7.790	14,41
MP-03C	9,0	7.798	14,46	10,0	7.789	14,44
MP-03C	10,0	7.797	14,47	11,0	7.786	14,45
MP-03C	11,0	7.798	14,48	12,0	7.788	14,45
MP-03C	12,0	7.797	14,49	13,0	7.788	14,44
MP-03C	13,0	7.796	14,50	14,0	7.787	14,46
MP-03C	14,0	7.796	14,50	15,0	7.788	14,47
MP-03C	15,0	7.797	14,53	16,0	7.784	14,50
MP-03C	16,0	7.798	14,57	16,2	7.786	14,52
MP-03C	16,2	7.796	14,58	16,4	7.785	14,53
MP-03C	16,4	7.796	14,60	16,6	7.786	14,55
MP-03C	16,6	7.796	14,61	16,8	7.785	14,56
MP-03C	16,8	7.795	14,62	17,0	7.796	14,56
MP-03C	17,0	7.795	14,63	17,2	7.785	14,57
MP-03C	17,2	34.226	14,95	17,4	33.960	14,87
MP-03C	17,4	34.247	15,03	17,6	34.260	15,00
MP-03C	17,6	34.325	15,07	17,8	34.370	15,05
MP-03C	17,8	34.436	15,09	18,0	34.670	15,08
MP-03C	18,0	34.986	15,10	18,2	40.230	15,09
MP-03C	18,2	37.573	15,11	18,4	53.290	15,10
MP-03C	18,4	56.499	15,12	18,6	122.400	15,11
MP-03C	18,6	126.344	15,11	18,8	135.500	15,10
MP-03C	18,8	136.509	15,12	19,0	138.800	15,10
MP-03C	19,0	138.610	15,11	19,2	138.900	15,10
MP-03C	19,2	138.706	15,11	19,4	139.000	15,11
MP-03C	19,4	138.805	15,11	19,6	139.100	15,10
MP-03C	19,6	139.095	15,11	19,8	139.100	15,10
MP-03C	19,8	139.173	15,11	20,0	139.100	15,10
MP-03C	20	139.228	15,11	20,2	139.200	15,09
MP-03C	20,2	139.284	15,10	20,4	139.200	15,09
MP-03C	20,4	139.348	15,10	20,6	144.900	15,08
MP-03C	20,6	145.770	15,09	20,8	163.500	15,08
MP-03C	20,8	164.437	15,10	21	184.800	15,09
MP-03C	21	186.413	15,09	21,2	208.300	15,08
MP-03C	21,2	209.110	15,09	21,4	220.900	15,08
MP-03C	21,4	220.996	15,09	21,6	225.700	15,08
MP-03C	21,6	225.563	15,08	21,8	227.300	15,07
MP-03C	21,8	227.126	15,09	22	229.600	15,07
MP-03C	22	228.919	15,08	22,2	232.800	15,07
MP-03C	22,2	232.535	15,08	22,4	234.900	15,06
MP-03C	22,4	235.047	15,07	22,6	235.800	15,07
MP-03C	22,6	236.044	15,08	22,8	236.800	15,05
MP-03C	22,8	236.627	15,07	23	237.000	15,06
MP-03C	23	236.651	15,08	24	238.400	15,05
MP-03C	23,2	236.908	15,06	25	239.200	15,04
MP-03C	23,4	237.233	15,06	26	239.500	15,03
MP-03C	23,6	237.666	15,06	27	239.900	15,02
MP-03C	23,8	238.013	15,06	28	241.900	15,02
MP-03C	24	238.188	15,07	28,4	139.000	15,02
MP-03C	24,2	238.468	15,06			
MP-03C	24,4	238.662	15,06			
MP-03C	24,6	238.833	15,05			
MP-03C	24,8	238.985	15,05			
MP-03C	25	238.986	15,05			
MP-03C	26	239.331	15,04			
MP-03C	27	239.785	15,03			
MP-03C	28	241.540	15,03			
MP-03C	28,29	130.132	15,03			

Fuente: Elaboración propia

**Punto MP-04C**

**Tabla 5-32 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016.**

Fecha Campaña	14/01/2016			16/02/2016			09/03/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	2,0	4.117	25,76	2,0	4.201	25,68	2,0	4.155	25,39
MP-04C	1,5	4.166	25,79	1,2	4.246	25,02	1,2	4.198	24,71
MP-04C	4,0	4.114	25,75	4,0	4.202	25,74	4,0	4.153	25,44
MP-04C	6,0	4.115	25,76	6,0	4.202	25,74	6,0	4.151	25,57
MP-04C	8,0	4.139	25,75	8,0	4.213	25,75	8,0	4.154	25,73
MP-04C	10,0	4.167	25,75	10,0	4.261	25,74	10,0	4.156	25,74
MP-04C	12,0	4.170	25,75	12,0	4.263	25,74	12,0	4.171	25,75
MP-04C	14,0	4.211	25,75	14,0	4.286	25,75	14,0	4.208	25,74
MP-04C	16,0	4.635	25,75	16,0	4.844	25,74	16,0	4.210	25,74
MP-04C	18,0	5.072	25,75	18,0	5.244	25,75	18,0	4.243	25,75
MP-04C	20,0	6.380	25,75	20,0	6.496	25,75	20,0	4.713	25,75
MP-04C	22,0	7.147	25,75	22,0	7.309	25,75	22,0	5.144	25,75
MP-04C	24,0	7.339	25,76	24,0	7.591	25,75	24,0	6.497	25,75
MP-04C	26,0	7.362	25,77	26,0	7.622	25,76	26,0	7.214	25,75
MP-04C	28,0	8.115	25,78	28,0	8.465	25,77	28,0	7.475	25,76
MP-04C	30,0	8.979	25,79	30,0	9.286	25,78	30,0	7.515	25,76
MP-04C	32,0	9.088	25,79	32,0	9.401	25,79	32,0	8.326	25,77
MP-04C	34,0	9.260	25,81	34,0	9.642	25,80	34,0	9.101	25,78
MP-04C	36,0	10.606	25,82	36,0	10.900	25,81	36,0	9.175	25,79
MP-04C	38,0	10.932	25,83	38,0	11.204	25,83	38,0	9.520	25,80
MP-04C	40,0	12.380	25,85	40,0	12.943	25,85	40,0	10.663	25,82
MP-04C	41,0	14.953	25,86	41,0	15.470	25,86	41,0	10.981	25,83
MP-04C	42,0	15.426	25,87	42,0	15.799	25,87	42,0	12.928	25,85
MP-04C	43,0	16.188	25,88	43,0	16.540	25,88	43,0	15.554	25,87
MP-04C	44,0	17.011	25,89	44,0	17.470	25,89	44,0	17.135	25,89
MP-04C	45,0	17.258	25,91	45,0	17.858	25,90	45,0	18.450	25,91
MP-04C	46	18.051	25,92	46	18.826	25,91	46	20.620	25,93
MP-04C	47	19.513	25,93	47	21.263	25,93	47	22.413	25,94
MP-04C	47,2	20.905	25,94	47,2	22.225	25,94	47,2	24.719	25,94
MP-04C	47,4	23.708	25,94	47,4	25.547	25,94	47,4	32.096	25,95
MP-04C	47,6	27.676	25,95	47,6	31.165	25,94	47,6	35.466	25,95
MP-04C	47,8	30.845	25,95	47,8	34.171	25,94	47,8	37.293	25,95
MP-04C	48	34.759	25,95	48	37.212	25,95	48	37.989	25,95
MP-04C	48,2	36.287	25,95	48,2	37.472	25,95	48,2	40.568	25,96
MP-04C	48,4	37.083	25,96	48,4	38.042	25,95	48,4	44.723	25,96
MP-04C	48,6	39.888	25,96	48,6	40.990	25,96	48,6	48.969	25,96
MP-04C	48,8	45.859	25,96	48,8	45.350	25,96	48,8	53.453	25,97
MP-04C	49	49.153	25,97	49	49.723	25,96	49	53.419	25,96
MP-04C	49,2	52.886	25,97	49,2	53.951	25,97	49,2	62.134	25,97
MP-04C	49,4	61.535	25,97	49,4	61.614	25,97	49,4	73.487	25,97
MP-04C	49,6	72.829	25,97	49,6	75.181	25,97	49,6	82.824	25,97
MP-04C	49,8	81.823	25,97	49,8	84.116	25,97	49,8	92.167	25,97
MP-04C	50	90.854	25,98	50	93.749	25,97	50	100.600	25,98
MP-04C	50,2	99.094	25,98	50,2	101.674	25,97	50,2	108.843	25,98
MP-04C	50,4	108.057	25,98	50,4	111.201	25,98	50,4	117.384	25,98
MP-04C	50,6	116.740	25,98	50,6	120.660	25,98	50,6	126.022	25,99
MP-04C	50,8	126.953	25,99	50,8	130.220	25,99	50,8	135.485	25,99
MP-04C	51	132.746	25,99	51	137.765	25,99	51	143.407	25,99
MP-04C	51,2	141.009	25,99	51,2	146.897	25,99	51,2	151.211	25,99
MP-04C	51,4	148.997	25,99	51,4	153.903	25,99	51,4	158.563	26,00
MP-04C	51,6	156.728	26,00	51,6	162.819	26,00	51,6	168.080	26,00
MP-04C	51,8	167.694	26,00	51,8	173.361	26,00	51,8	176.593	26,01
MP-04C	52	174.033	26,00	52	179.778	26,00	52	185.275	26,01
MP-04C	52,5	194.540	26,01	52,2	187.387	26,00	52,2	192.980	26,01
MP-04C	53	202.765	26,02	52,4	196.765	26,01	52,4	198.548	26,01
MP-04C	54	218.450	26,03	52,6	200.978	26,01	52,6	201.617	26,02
MP-04C	55	233.355	26,08	52,8	200.915	26,01	52,8	205.601	26,03
MP-04C	57	236.990	26,12	53	203.773	26,01	53	209.909	26,03
MP-04C	59	237.911	26,15	53,4	211.854	26,02	53,4	211.630	26,03
MP-04C	61	238.210	26,18	53,6	214.201	26,03	53,6	215.210	26,03
MP-04C	63	238.479	26,22	53,8	217.364	26,03	54	220.523	26,04
MP-04C	65	238.529	26,26	54	220.522	26,03	55	235.572	26,06
MP-04C	67	238.690	26,3	55	223.345	26,04	56	239.291	26,1
MP-04C	69	238.562	26,34	56	229.218	26,05	58	240.225	26,15
MP-04C	71	238.359	26,38	58	233.153	26,05	60	240.447	26,19
MP-04C	73	237.667	26,45	60	238.422	26,07	62	240.744	26,22
MP-04C	75	237.654	26,52	62	241.959	26,11	64	240.755	26,26
MP-04C	77	237.678	26,53	64	242.915	26,14	66	240.883	26,3
MP-04C	79	237.617	26,54	66	243.082	26,19	68	240.839	26,33
MP-04C	81	237.627	26,55	68	243.558	26,2	70	240.688	26,37
MP-04C	83	237.645	26,55	70	243.480	26,26	72	240.019	26,42
MP-04C	85	237.597	26,56	72	243.300	26,38	74	239.907	26,5
MP-04C	87	237.133	26,65	74	242.618	26,44	76	239.801	26,53
MP-04C	89	236.610	26,71	76	242.548	26,48	78	239.817	26,54
MP-04C	91	236.581	26,73	78	242.549	26,51	80	239.786	26,55

Fecha Campaña	14/01/2016			16/02/2016			09/03/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	93	236.274	26,77	80	242.576	26,52	82	239.758	26,56
MP-04C	95	235.452	26,82	82	242.500	26,53	84	239.843	26,55
MP-04C	97	233.967	26,86	84	242.521	26,54	86	239.194	26,64
MP-04C	99	233.132	26,9	86	242.473	26,59	88	238.858	26,69
MP-04C	100	233.087	26,93	88	241.984	26,66	90	238.762	26,72
MP-04C				90	241.492	26,7	92	238.432	26,78
MP-04C				92	241.358	26,73	94	237.705	26,82
MP-04C				94	241.117	26,77	96	236.046	26,85
MP-04C				96	240.322	26,82	98	235.349	26,9
MP-04C				98	238.642	26,86	100	235.268	26,92
MP-04C				100	238.016	26,89			
MP-04C				101,5	237.930	26,91			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-33 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Mayo y Julio 2016.**

Fecha Campaña	05/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	1,2	4.067	25,31	1,2	3.916	25,57
MP-04C	2,0	4.063	25,68	2,0	3.900	25,73
MP-04C	3,0	4.060	25,72	3,0	3.900	25,75
MP-04C	4,0	4.063	25,74	4,0	3.900	25,76
MP-04C	5,0	4.064	25,74	5,0	3.900	25,76
MP-04C	6,0	4.064	25,74	6,0	3.901	25,76
MP-04C	7,0	4.064	25,74	7,0	3.900	25,75
MP-04C	8,0	4.088	25,74	8,0	3.915	25,76
MP-04C	9,0	4.102	25,74	9,0	3.935	25,76
MP-04C	10,0	4.102	25,74	10,0	3.936	25,76
MP-04C	11,0	4.104	25,74	11,0	3.937	25,76
MP-04C	12,0	4.103	25,74	12,0	3.939	25,76
MP-04C	13,0	4.104	25,74	13,0	3.949	25,75
MP-04C	14,0	4.164	25,74	14,0	3.994	25,76
MP-04C	15,0	4.261	25,74	15,0	4.180	25,75
MP-04C	16,0	4.473	25,74	16,0	4.469	25,75
MP-04C	17,0	4.569	25,74	17,0	4.651	25,75
MP-04C	18,0	4.583	25,74	18,0	4.810	25,75
MP-04C	19,0	5.250	25,74	19,0	5.837	25,75
MP-04C	20,0	6.142	25,74	20,0	6.201	25,76
MP-04C	20,5	6.648	25,74	21,0	6.559	25,76
MP-04C	21,0	6.758	25,74	22,0	6.699	25,76
MP-04C	21,5	6.793	25,74	23,0	6.828	25,77
MP-04C	22,0	6.881	25,74	24,0	6.856	25,77
MP-04C	22,5	6.930	25,74	25,0	6.893	25,77
MP-04C	23,0	7.011	25,74	26,0	7.029	25,78
MP-04C	24,0	7.097	25,74	27,0	7.394	25,79
MP-04C	25,0	7.121	25,75	28,0	7.596	25,79
MP-04C	26,0	7.162	25,75	29,0	7.975	25,79
MP-04C	27,0	7.306	25,76	30,0	8.160	25,80
MP-04C	28,0	7.667	25,77	31,0	8.232	25,80
MP-04C	29,0	8.094	25,78	32,0	8.287	25,81
MP-04C	30,0	8.425	25,78	33,0	8.455	25,81
MP-04C	31,0	8.514	25,79	34,0	8.853	25,82
MP-04C	32,0	8.659	25,79	35,0	9.311	25,82
MP-04C	33,0	8.741	25,79	36,0	9.748	25,83
MP-04C	34,0	9.059	25,80	37,0	9.873	25,83
MP-04C	35,0	9.388	25,81	38,0	9.957	25,85
MP-04C	36,0	10.040	25,81	39,0	10.140	25,86
MP-04C	36,5	10.160	25,82	40,0	11.770	25,87
MP-04C	37,0	10.240	25,82	41,0	13.980	25,87
MP-04C	37,5	10.330	25,83	41,5	14.080	25,89
MP-04C	38,0	10.400	25,83	42,0	14.330	25,89
MP-04C	39,0	10.650	25,84	42,5	14.520	25,89
MP-04C	40,0	11.530	25,84	43,0	14.980	25,90
MP-04C	40,5	13.460	25,85	43,5	15.320	25,90
MP-04C	40,7	13.820	25,85	44,0	15.750	25,90
MP-04C	40,9	13.930	25,86	44,5	15.800	25,91
MP-04C	41,1	14.150	25,86	45,0	15.960	25,91
MP-04C	41,3	14.340	25,86	45,5	16.340	25,92



Fecha Campaña	05/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	41,5	14.430	25,86	46,0	16.500	25,93
MP-04C	41,7	14.680	25,86	46,5	16.610	25,94
MP-04C	41,9	14.840	25,87	47,0	17.970	25,95
MP-04C	42,1	14.890	25,87	47,5	23.820	25,95
MP-04C	42,3	14.900	25,87	47,8	29.000	25,96
MP-04C	42,5	15.020	25,87	48,0	31.220	25,96
MP-04C	42,7	15.140	25,87	48,3	32.850	25,97
MP-04C	42,9	15.540	25,88	48,5	35.400	25,97
MP-04C	43,1	15.740	25,88	48,8	41.080	25,97
MP-04C	43,3	15.860	25,88	49,0	46.260	25,98
MP-04C	43,5	15.970	25,88	49,3	52.650	25,98
MP-04C	43,7	16.110	25,89	49,5	60.680	25,98
MP-04C	43,9	16.220	25,89	49,8	72.750	25,99
MP-04C	44,1	16.310	25,89	50,0	84.050	25,99
MP-04C	44,3	16.360	25,89	50,3	95.140	26,00
MP-04C	45,5	16.400	25,89	50,5	104.500	26,00
MP-04C	45,7	16.420	25,89	50,8	115.000	26,00
MP-04C	45,9	16.470	25,90	51,0	124.300	26,00
MP-04C	46,1	16.560	25,90	51,3	135.000	26,01
MP-04C	46,3	16.670	25,90	51,5	143.500	26,02
MP-04C	46,5	16.760	25,91	51,8	154.700	26,02
MP-04C	46,7	16.930	25,91	52,0	164.300	26,02
MP-04C	46,9	17.000	25,91	52,3	174.300	26,02
MP-04C	47,1	17.060	25,91	52,5	182.400	26,03
MP-04C	47,3	17.050	25,91	52,8	187.500	26,03
MP-04C	47,5	17.110	25,92	53,0	191.500	26,04
MP-04C	48,0	17.460	25,93	53,3	197.400	26,04
MP-04C	48,5	21.900	25,94	53,5	200.700	26,05
MP-04C	48,8	28.100	25,90	53,8	204.300	26,05
MP-04C	49,0	33.040	25,95	54,0	208.000	26,05
MP-04C	49,3	49.190	25,96	54,5	213.200	26,06
MP-04C	49,5	63.430	25,96	55,0	217.300	26,07
MP-04C	49,8	76.460	25,97	55,5	220.400	26,08
MP-04C	50,0	87.850	25,97	56,0	222.500	26,09
MP-04C	50,3	99.260	25,98	56,5	223.900	26,11
MP-04C	50,5	109.300	25,98	57,0	225.000	26,11
MP-04C	50,8	119.800	25,98	58,0	226.100	26,13
MP-04C	51,0	130.200	25,99	59,0	226.800	26,14
MP-04C	51,3	141.000	25,99	60,0	227.100	26,17
MP-04C	51,5	150.000	26,00	61,0	227.300	26,18
MP-04C	51,8	160.700	26,00	65,0	227.900	26,26
MP-04C	52,0	171.200	26,00	70,0	228.000	26,32
MP-04C	52,3	181.400	26,01	75,0	227.000	26,48
MP-04C	52,5	189.400	26,01	80,0	227.000	26,54
MP-04C	52,8	195.100	26,01	85,0	226.900	26,55
MP-04C	53,0	199.000	26,02	90,0	226.100	26,70
MP-04C	53,3	204.700	26,02	95,0	225.600	26,73
MP-04C	53,5	208.700	26,03	100,0	222.900	26,89
MP-04C	54,0	216.000	26,04			
MP-04C	54,5	221.400	26,05			
MP-04C	55,0	225.600	26,05			
MP-04C	56,0	230.800	26,08			
MP-04C	57,0	233.400	26,09			
MP-04C	58,0	234.500	26,10			
MP-04C	60,0	235.400	26,15			
MP-04C	62,0	235.600	26,19			
MP-04C	65,0	236.000	26,23			
MP-04C	70,0	236.100	26,32			
MP-04C	75,0	235.200	26,46			
MP-04C	80,0	235.200	26,52			
MP-04C	85,0	235.100	26,54			
MP-04C	90,0	234.200	26,69			
MP-04C	95,0	233.700	26,79			
MP-04C	100,0	230.900	26,87			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-34 Perfilajes de C.E. punto MP-04C, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña	23/10/2016			19/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	1,2	3.966	25,60	1,2	4.009	25,57
MP-04C	2,0	3.966	25,72	2,0	4.006	25,70
MP-04C	3,0	3.965	25,77	4,0	4.004	25,72
MP-04C	4,0	3.949	25,78	6,0	4.005	25,72
MP-04C	5,0	3.942	25,78	8,0	4.017	25,72
MP-04C	6,0	3.951	25,78	10,0	4.048	25,72
MP-04C	7,0	3.946	25,78	12,0	4.048	25,72
MP-04C	8,0	3.967	25,78	14,0	4.081	25,72
MP-04C	9,0	3.978	25,78	16,0	4.542	25,72
MP-04C	10,0	3.977	25,78	18,0	4.805	25,72
MP-04C	11,0	3.977	25,78	19,0	5.937	25,72
MP-04C	12,0	3.977	25,78	20,0	6.367	25,72
MP-04C	13,0	3.983	25,78	21,0	6.940	25,72
MP-04C	14,0	3.985	25,78	22,0	7.026	25,73
MP-04C	15,0	4.353	25,78	23,0	7.315	25,73
MP-04C	16,0	4.771	25,78	24,0	7.397	25,74
MP-04C	17,0	4.870	25,78	25,0	7.525	25,74
MP-04C	18,0	4.898	25,78	26,0	7.633	25,75
MP-04C	19,0	5.894	25,78	27,0	7.645	25,75
MP-04C	20,0	6.258	25,78	28,0	7.661	25,75
MP-04C	21,0	6.799	25,79	29,0	8.370	25,76
MP-04C	22,0	6.856	25,78	30,0	8.620	25,76
MP-04C	23,0	7.099	25,79	31,0	8.629	25,77
MP-04C	24,0	7.106	25,79	32,0	8.784	25,77
MP-04C	25,0	7.444	25,79	33,0	8.834	25,77
MP-04C	26,0	7.520	25,81	34,0	9.754	25,78
MP-04C	27,0	7.532	25,80	35,0	10.030	25,79
MP-04C	28,0	7.552	25,81	36,0	10.420	25,79
MP-04C	29,0	8.291	25,81	37,0	10.630	25,80
MP-04C	30,0	8.550	25,82	38,0	10.800	25,81
MP-04C	31,0	8.599	25,82	39,0	11.210	25,82
MP-04C	32,0	8.663	25,82	40,0	11.990	25,83
MP-04C	33,0	8.697	25,83	40,2	12.820	25,84
MP-04C	34,0	9.372	25,84	40,4	13.280	25,84
MP-04C	35,0	9.840	25,84	40,6	13.380	25,84
MP-04C	36,0	10.045	25,85	40,8	13.400	25,84
MP-04C	37,0	10.169	25,87	41,0	13.450	25,84
MP-04C	38,0	10.266	25,88	41,2	13.670	25,85
MP-04C	39,0	10.500	25,88	41,4	13.710	25,85
MP-04C	40,0	12.052	25,98	41,6	14.070	25,85
MP-04C	40,5	14.276	25,89	41,8	14.160	25,85
MP-04C	41,0	14.476	25,89	42,0	14.230	25,85
MP-04C	41,5	14.518	25,90	42,2	14.310	25,86
MP-04C	42,0	14.623	25,90	42,4	14.510	25,86
MP-04C	42,5	14.682	25,91	42,6	15.430	25,86
MP-04C	43,0	15.454	25,92	42,8	15.660	25,86
MP-04C	43,5	16.037	25,92	43,0	16.510	25,86
MP-04C	44,0	16.491	25,93	43,2	16.520	25,87
MP-04C	44,5	16.640	25,93	43,4	16.530	25,87
MP-04C	45,0	16.738	25,94	43,6	16.540	25,87
MP-04C	45,5	17.454	25,95	43,8	16.690	25,88
MP-04C	46,0	17.570	25,96	44,0	16.870	25,88
MP-04C	46,5	17.759	25,96	44,2	16.960	25,88
MP-04C	47,0	19.501	25,98	44,4	17.050	25,88
MP-04C	47,2	22.142	25,98	44,6	17.130	25,88
MP-04C	47,4	26.268	25,98	44,8	17.340	25,88
MP-04C	47,6	29.728	25,98	45,0	17.560	25,88
MP-04C	47,8	31.740	25,98	45,2	17.910	25,88
MP-04C	48,0	33.869	25,98	45,4	18.230	25,89
MP-04C	48,2	34.819	25,99	45,6	18.550	25,89
MP-04C	48,4	35.358	26,00	45,8	18.800	25,90
MP-04C	48,6	38.699	26,00	46,0	19.830	25,90
MP-04C	48,8	43.473	26,00	46,2	19.210	25,90
MP-04C	49,0	47.964	26,01	46,4	19.400	25,90
MP-04C	49,2	51.159	26,00	46,6	19.600	25,91
MP-04C	49,4	58.862	26,00	46,8	19.820	25,91
MP-04C	49,6	68.108	26,01	47,0	20.020	25,92
MP-04C	49,8	79.351	26,02	47,2	20.210	25,92

Fecha Campaña	23/10/2016			19/11/2016		
	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-04C	50,0	88.456	26,01	47,4	22.460	25,92
MP-04C	50,2	97.489	26,01	47,6	25.890	25,93
MP-04C	50,4	104.645	26,02	47,8	29.580	25,93
MP-04C	50,6	112.780	26,02	48,0	31.710	25,93
MP-04C	50,8	121.701	26,02	48,2	34.470	25,94
MP-04C	51,0	130.766	26,02	48,4	36.360	25,94
MP-04C	51,2	139.000	26,03	48,6	41.970	25,94
MP-04C	51,4	146.600	26,03	48,8	45.420	25,94
MP-04C	51,6	153.777	26,04	49,0	49.020	25,95
MP-04C	51,8	163.930	26,04	49,2	51.610	25,95
MP-04C	52,0	172.803	26,03	49,4	58.210	25,95
MP-04C	52,2	181.051	26,04	49,6	69.890	25,95
MP-04C	52,4	189.154	26,05	49,8	80.800	25,96
MP-04C	52,6	194.132	26,05	50,0	89.540	25,96
MP-04C	52,8	196.992	26,05	50,2	97.380	25,96
MP-04C	53,0	201.055	26,05	50,4	104.400	25,97
MP-04C	53,2	205.970	26,07	50,6	113.100	25,97
MP-04C	53,4	208.329	26,06	50,8	122.700	25,97
MP-04C	53,6	211.415	26,06	51,0	131.200	25,97
MP-04C	53,8	214.730	26,09	51,2	138.700	25,98
MP-04C	54,0	217.512	26,07	51,4	145.400	25,98
MP-04C	54,2	220.413	26,08	51,6	154.200	25,98
MP-04C	54,4	222.114	26,07	51,8	164.900	25,99
MP-04C	54,6	224.165	26,08	52,0	171.300	25,98
MP-04C	54,8	225.881	26,10	52,2	180.000	25,99
MP-04C	55,0	227.324	26,09	52,4	188.200	25,99
MP-04C	55,5	230.736	26,10	52,6	192.800	26,00
MP-04C	56,0	234.100	26,11	52,8	195.800	26,00
MP-04C	57,0	235.469	26,12	53,0	199.600	26,00
MP-04C	58,0	236.700	26,12	53,2	204.200	26,01
MP-04C	60,0	237.682	26,19	53,4	206.100	26,01
MP-04C	65,0	238.663	26,28	53,6	209.500	26,01
MP-04C	70,0	238.808	26,37	53,8	212.300	26,01
MP-04C	75,0	238.229	26,50	54,0	215.400	26,02
MP-04C	80,0	238.387	26,50	54,2	218.200	26,02
MP-04C	85,0	238.535	26,58	54,4	219.900	26,03
MP-04C	90,0	237.958	26,70	54,6	222.100	26,03
MP-04C	95,0	237.100	26,82	54,8	223.500	26,04
MP-04C	100,0	234.596	26,92	55,0	225.000	26,04
MP-04C				55,5	228.200	26,04
MP-04C				56,0	230.300	26,05
MP-04C				56,5	231.600	26,06
MP-04C				57,0	232.700	26,07
MP-04C				58,0	233.800	26,09
MP-04C				59,0	234.500	26,11
MP-04C				60,0	234.900	26,12
MP-04C				62,0	235.100	26,16
MP-04C				64,0	235.500	26,20
MP-04C				66,0	235.700	26,22
MP-04C				68,0	235.700	26,26
MP-04C				70,0	235.600	26,30
MP-04C				75,0	234.800	26,44
MP-04C				80,0	234.600	26,52
MP-04C				85,0	234.500	26,54
MP-04C				90,0	233.700	26,67
MP-04C				95,0	233.400	26,73
MP-04C				100,0	230.300	26,86
MP-04C				105,0	229.700	26,95
MP-04C				110,0	229.000	27,06
MP-04C				115,0	229.000	27,12
MP-04C				118,2	149.600	27,22

Fuente: Elaboración propia

## Punto MP-05C

**Tabla 5-35 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-05C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016**

Fecha Campaña	16/01/2016			09/02/2016			09/03/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MP-05C	1,3	79.372	20,74	1,2	73.791	20,24	1,2	73.961	21,10
MP-05C	2,0	79.208	18,98	2,0	73.608	19,05	2,0	74.043	18,97
MP-05C	4,0	79.257	18,85	4,0	73.492	18,89	4,0	74.003	18,86
MP-05C	6,0	79.126	18,84	6,0	73.445	18,87	6,0	73.966	18,86
MP-05C	8,0	81.403	18,83	8,0	75.371	18,86	8,0	75.647	18,85
MP-05C	10,0	83.250	18,83	10,0	77.118	18,85	10,0	77.216	18,85
MP-05C	12,0	86.004	18,82	12,0	79.625	18,84	12,0	79.449	18,84
MP-05C	14,0	89.257	18,81	14,0	82.712	18,84	14,0	82.268	18,84
MP-05C	16,0	93.300	18,81	16,0	86.580	18,83	16,0	85.650	18,83
MP-05C	18,0	97.573	18,79	18,0	90.682	18,82	18,0	89.135	18,82
MP-05C	20,0	102.923	18,78	20,0	95.518	18,80	20,0	93.479	18,80
MP-05C	21,0	105.149	18,75	21,0	97.553	18,79	21,0	95.209	18,79
MP-05C	21,5	108.274	18,75	21,5	100.829	18,78	21,5	97.913	18,78
MP-05C	22,0	112.036	18,74	22,0	104.418	18,77	22,0	101.268	18,77
MP-05C	22,5	116.700	18,74	22,5	108.718	18,76	22,5	105.227	18,76
MP-05C	23,0	125.157	18,74	23,0	119.283	18,75	23,0	114.826	18,75
MP-05C	23,5	133.070	18,74	23,5	125.457	18,74	23,5	120.567	18,74
MP-05C	24,0	136.979	18,73	24,0	129.524	18,74	24,0	124.440	18,73
MP-05C	24,5	140.023	18,73	24,5	132.612	18,73	24,5	128.058	18,73
MP-05C	25,0	147.222	18,73	25,0	140.174	18,73	25,0	136.810	18,73
MP-05C	25,5	161.328	18,76	25,5	155.958	18,74	25,5	154.024	18,74
MP-05C	26,0	198.577	18,95	26,0	194.357	18,89	26,0	193.785	18,89
MP-05C	26,5	211.142	19,09	26,5	209.973	19,05	26,5	208.914	19,05
MP-05C	27,0	216.527	19,19	27,0	214.492	19,12	27,0	213.117	19,12
MP-05C	29,0	227.956	19,29	29,0	230.616	19,24	29,0	228.571	19,25
MP-05C	31,0	231.854	19,42	31,0	236.116	19,36	31,0	233.897	19,38
MP-05C	33,0	232.022	19,48	33,0	236.392	19,46	33,0	234.190	19,46
MP-05C	35,0	231.987	19,49	35,0	236.389	19,46	35,0	234.146	19,48
MP-05C	37,0	231.972	19,49	37,0	236.376	19,49	37,0	234.171	19,48
MP-05C	39,0	231.969	19,49	39,0	236.415	19,49	39,0	234.174	19,49
MP-05C	41,0	231.982	19,50	41,0	236.383	19,50	41,0	234.109	19,51
MP-05C	43,0	231.991	19,53	43,0	236.447	19,50	43,0	234.164	19,52
MP-05C	45,0	232.740	19,61	45,0	236.467	19,52	45,0	234.620	19,58
MP-05C	47,0	233.051	19,70	47,0	236.701	19,58	47,0	234.843	19,63
MP-05C	49,0	232.984	19,76	49,0	237.027	19,65	49,0	234.813	19,73
MP-05C	51,0	233.090	19,78	51,0	237.051	19,72	51,0	234.773	19,78
MP-05C	53,0	233.058	19,83	53,0	237.046	19,78	53,0	234.844	19,81
MP-05C	55,0	233.093	19,83	55,0	237.086	19,82	55,0	234.822	19,83
MP-05C	57,0	233.082	19,84	57,0	237.104	19,81	57,0	234.772	19,84
MP-05C	59,0	233.050	19,85	59,0	237.085	19,84	59,0	234.793	19,84
MP-05C	61,0	233.077	19,85	61,0	237.091	19,84	61,0	234.820	19,85
MP-05C	63,0	233.074	19,89	63,0	237.077	19,89	63,0	234.800	19,87
MP-05C	65,0	233.035	19,96	65,0	237.021	20,01	65,0	234.712	19,98
MP-05C	67,0	233.082	20,03	67,0	237.108	20,07	67,0	234.765	20,05
MP-05C	69,0	232.990	20,11	69,0	237.022	20,16	69,0	234.762	20,14
MP-05C	71,0	233.020	20,18	71,0	237.018	20,23	71,0	234.711	20,21
MP-05C	73,0	232.989	20,23	73,0	236.940	20,30	73,0	234.734	20,28
MP-05C	75,0	233.025	20,31	75,0	236.976	20,36	75,0	234.704	20,35
MP-05C	77,0	233.013	20,34	77,0	236.988	20,39	77,0	234.733	20,38
MP-05C	77,6	211.471	20,36	77,6	235.147	20,42	77,6	223.758	20,41

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-36 Resultados Perfiles de C.E. punto MP-05C, Campañas Mayo y Julio 2016**

Fecha Campaña	04/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-05C	1,3	78.810	19,13	1,2	71.840	18,33
MP-05C	2,0	78.630	18,88	2,0	71.760	18,53
MP-05C	3,0	79.020	18,84	3,0	71.680	18,79
MP-05C	4,0	79.070	18,83	4,0	71.670	18,82
MP-05C	5,0	79.070	18,82	5,0	71.680	18,82
MP-05C	6,0	79.090	18,82	6,0	71.700	18,83
MP-05C	7,0	79.330	18,81	7,0	72.080	18,83
MP-05C	8,0	80.170	18,81	8,0	72.670	18,83
MP-05C	9,0	80.900	18,80	9,0	73.220	18,83
MP-05C	10,0	81.310	18,81	10,0	73.680	18,83
MP-05C	10,5	81.720	18,81	11,0	74.260	18,83
MP-05C	11,0	82.010	18,81	12,0	75.130	18,82
MP-05C	11,5	82.550	18,81	13,0	76.260	18,82
MP-05C	12,0	82.940	18,80	14,0	77.230	18,82
MP-05C	12,5	83.620	18,80	15,0	78.390	18,82
MP-05C	13,0	84.420	18,80	16,0	79.740	18,82
MP-05C	13,5	84.820	18,80	17,0	81.020	18,81
MP-05C	14,0	85.280	18,80	18,0	82.400	18,81
MP-05C	15,0	86.540	18,80	19,0	83.510	18,80
MP-05C	16,0	87.950	18,79	20,0	85.570	18,79
MP-05C	16,5	88.620	18,79	20,5	86.530	18,79
MP-05C	17,0	89.390	18,79	21,0	87.160	18,79
MP-05C	17,5	89.970	18,78	21,5	89.480	18,77
MP-05C	18,0	90.670	18,79	22,0	92.480	18,76
MP-05C	18,5	91.330	18,78	22,5	95.910	18,75
MP-05C	19,0	91.930	18,78	23,0	105.600	18,74
MP-05C	19,5	92.570	18,78	23,5	110.900	18,74
MP-05C	20,0	94.100	18,77	24,0	113.500	18,73
MP-05C	20,5	95.140	18,77	24,5	116.400	18,72
MP-05C	21,0	96.280	18,76	25,0	125.300	18,70
MP-05C	22,0	101.950	18,74	25,3	129.600	18,70
MP-05C	22,5	105.030	18,74	25,5	139.800	18,71
MP-05C	23,0	115.100	18,72	25,8	169.100	18,79
MP-05C	23,5	120.640	18,72	26,0	178.500	18,85
MP-05C	24,0	123.970	18,71	26,3	187.900	18,94
MP-05C	24,5	128.730	18,69	26,5	199.000	19,04
MP-05C	25,0	138.260	18,69	26,8	202.200	19,13
MP-05C	25,5	153.900	18,71	27,0	203.200	19,14
MP-05C	26,0	196.280	18,90	27,3	205.900	19,16
MP-05C	26,2	203.300	18,99	27,5	208.300	19,20
MP-05C	26,5	210.600	19,09	27,8	210.000	19,20
MP-05C	27,0	213.500	19,17	28,0	211.000	19,23
MP-05C	27,5	218.700	19,22	28,3	215.900	19,24
MP-05C	28,0	221.000	19,25	28,5	216.800	19,27
MP-05C	29,0	225.900	19,30	28,8	216.900	19,28
MP-05C	30,0	229.100	19,39	29,0	216.800	19,28
MP-05C	32,0	229.400	19,46	29,5	218.900	19,29
MP-05C	34,0	229.300	19,46	30,0	220.900	19,37
MP-05C	36,0	229.300	19,48	30,5	221.000	19,39
MP-05C	38,0	229.300	19,48	31,0	221.000	19,40
MP-05C	40,0	229.300	19,48	32,0	221.200	19,46
MP-05C	42,0	229.300	19,50	33,0	221.200	19,48
MP-05C	44,0	229.700	19,56	34,0	221.200	19,48
MP-05C	46,0	230.500	19,80	35,0	221.200	19,48
MP-05C	48,0	230.500	19,82	40,0	221.200	19,49
MP-05C	50,0	230.500	19,84	45,0	221.800	19,50
MP-05C	52,0	230.600	19,85	50,0	222.100	19,69
MP-05C	54,0	230.500	19,85	55,0	222.000	19,81
MP-05C	56,0	230.500	19,86	60,0	222.100	19,89
MP-05C	58,0	230.500	19,88	65,0	222.100	20,02
MP-05C	60,0	230.500	19,89	70,0	222.000	20,10
MP-05C	62,0	230.600	19,90	75,0	222.100	20,30
MP-05C	64,0	230.500	19,95	77,6	216.100	20,35
MP-05C	66,0	230.500	20,00			
MP-05C	68,0	230.400	20,06			
MP-05C	70,0	230.500	20,12			
MP-05C	72,0	230.500	20,17			
MP-05C	74,0	230.400	20,24			

Fecha Campaña	04/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-05C	76,0	230.400	20,29			
MP-05C	77,5	229.000	20,30			

**Tabla 5-37 Perfilajes de C.E. punto MP-05C, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña	22/10/2016			07/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-05C	1,2	75.092	19,57	1,2	74.140	20,56
MP-05C	2,0	75.162	18,96	2,0	74.180	19,30
MP-05C	3,0	75.229	18,86	3,0	74.150	18,86
MP-05C	4,0	75.221	18,85	4,0	74.130	18,84
MP-05C	6,0	75.227	18,85	5,0	74.130	18,85
MP-05C	8,0	75.885	18,85	6,0	74.110	18,84
MP-05C	10,0	76.909	18,84	7,0	74.260	18,84
MP-05C	11,0	77.394	18,84	8,0	74.810	18,84
MP-05C	12,0	78.052	18,84	9,0	75.150	18,85
MP-05C	13,0	79.036	18,84	10,0	75.570	18,84
MP-05C	14,0	79.708	18,84	11,0	76.020	18,84
MP-05C	15,0	80.738	18,83	12,0	76.590	18,86
MP-05C	16,0	81.802	18,83	13,0	77.330	18,83
MP-05C	17,0	82.986	18,83	13,5	77.920	18,83
MP-05C	17,5	83.485	18,83	14,0	78.270	18,83
MP-05C	18,0	84.131	18,82	14,5	78.690	18,83
MP-05C	18,5	84.497	18,82	15,0	79.360	18,83
MP-05C	19,0	84.876	18,82	15,5	79.900	18,83
MP-05C	19,5	85.541	18,82	16,0	80.370	18,83
MP-05C	20,0	86.719	18,82	16,5	80.820	18,83
MP-05C	20,5	87.425	18,81	17,0	81.300	18,82
MP-05C	20,7	87.472	18,81	17,5	81.780	18,83
MP-05C	21,0	87.705	18,80	18,0	82.170	18,83
MP-05C	21,2	88.071	18,80	18,2	82.440	18,82
MP-05C	21,4	89.224	18,79	18,4	82.470	18,83
MP-05C	21,6	90.256	18,80	18,6	82.610	18,82
MP-05C	21,8	91.169	18,79	18,8	82.910	18,81
MP-05C	22,0	92.135	18,79	19,0	82.860	18,82
MP-05C	22,2	93.314	18,79	19,5	83.410	18,82
MP-05C	22,4	94.787	18,78	20,0	84.640	18,81
MP-05C	22,6	97.125	18,78	20,2	84.810	18,81
MP-05C	22,8	99.419	18,77	20,4	85.040	18,81
MP-05C	23,0	103.593	18,77	20,6	85.280	18,81
MP-05C	23,2	106.860	18,76	20,9	85.390	18,81
MP-05C	23,4	107.608	18,76	21,0	85.800	18,80
MP-05C	23,6	108.299	18,76	21,2	86.360	18,80
MP-05C	23,8	108.813	18,75	21,4	87.300	18,81
MP-05C	24,0	109.670	18,74	21,6	88.300	18,79
MP-05C	24,2	110.688	18,74	21,8	88.840	18,79
MP-05C	24,4	111.648	18,76	22,0	89.470	18,78
MP-05C	24,6	113.700	18,76	22,2	90.020	18,79
MP-05C	24,8	117.468	18,73	22,4	91.830	18,78
MP-05C	25,0	120.770	18,73	22,6	93.960	18,77
MP-05C	25,2	126.403	18,72	22,8	96.190	18,77
MP-05C	25,4	132.338	18,72	23,0	100.400	18,76
MP-05C	25,6	148.613	18,74	23,2	103.800	18,75
MP-05C	25,8	170.732	18,78	23,4	104.400	18,75
MP-05C	26,0	175.302	18,80	23,6	105.400	18,75
MP-05C	26,2	187.744	18,86	23,8	106.000	18,75
MP-05C	26,4	202.668	18,95	24,0	107.300	18,74
MP-05C	26,6	211.449	19,06	24,2	108.400	18,73
MP-05C	26,8	212.380	19,13	24,4	108.400	18,72
MP-05C	27,0	213.389	19,15	24,6	109.000	18,73
MP-05C	27,2	215.123	19,16	24,8	113.300	18,73
MP-05C	27,4	216.100	19,19	25,0	116.900	18,72
MP-05C	27,6	218.029	19,22	25,2	122.600	18,72
MP-05C	27,8	220.631	19,23	25,4	129.900	18,72
MP-05C	28,0	221.259	19,24	25,6	147.800	18,74
MP-05C	28,5	227.316	19,28	25,8	167.200	18,77
MP-05C	29,0	227.380	19,28	26,0	171.000	18,79
MP-05C	30,0	231.512	19,38	26,2	184.900	18,84
MP-05C	31,0	231.666	19,41	26,4	205.200	18,99
MP-05C	32,0	231.700	19,46	26,6	210.500	19,06
MP-05C	34,0	231.842	19,47	26,8	210.700	19,13



Fecha Campaña	22/10/2016			07/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-05C	36,0	231.824	19,48	27,0	211.700	19,16
MP-05C	38,0	231.769	19,48	27,2	213.800	19,16
MP-05C	40,0	231.775	19,49	27,4	214.500	19,18
MP-05C	45,0	232.465	19,60	27,6	218.800	19,20
MP-05C	50,0	232.933	19,73	27,8	219.100	19,22
MP-05C	55,0	232.922	19,81	28,0	219.700	19,23
MP-05C	60,0	232.813	19,86	28,2	224.800	19,24
MP-05C	65,0	232.911	19,96	28,4	225.800	19,27
MP-05C	70,0	232.751	20,15	28,6	226.000	19,27
MP-05C	75,0	232.715	20,32	28,8	225.900	19,28
MP-05C	77,5	231.570	20,37	29,0	225.900	19,29
MP-05C				29,5	228.000	19,30
MP-05C				30,0	230.200	19,38
MP-05C				30,5	230.300	19,41
MP-05C				31,0	230.400	19,40
MP-05C				32,0	230.600	19,44
MP-05C				33,0	230.600	19,47
MP-05C				35,0	230.600	19,48
MP-05C				40,0	230.600	19,48
MP-05C				45,0	231.200	19,58
MP-05C				50,0	231.600	19,69
MP-05C				55,0	231.600	19,83
MP-05C				60,0	231.600	19,88
MP-05C				65,0	231.600	19,97
MP-05C				70,0	231.500	20,14
MP-05C				75,0	231.600	20,34
MP-05C				77,5	226.500	20,36

Fuente: Elaboración propia

**Punto MP-06C**

**Tabla 5-38 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016**

Fecha Campaña	16/01/2016			09/02/2016			08/03/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MP-06C	1,5	22.617	20,82	1,5	23.261	20,76	1,5	22.920	20,97
MP-06C	2,0	22.550	20,59	2,0	23.220	20,68	2,0	22.880	20,75
MP-06C	4,0	22.576	20,30	4,0	23.208	20,34	4,0	22.870	20,37
MP-06C	6,0	22.584	20,24	6,0	23.213	20,25	6,0	22.890	20,26
MP-06C	8,0	22.587	20,24	8,0	23.222	20,23	8,0	22.900	20,25
MP-06C	10,0	22.587	20,24	10,0	23.243	20,23	10,0	22.920	20,24
MP-06C	12,0	22.548	20,23	12,0	23.180	20,23	12,0	22.920	20,24
MP-06C	13,0	27.880	20,24	14,0	33.984	20,25	14,0	33.210	20,26
MP-06C	13,5	30.289	20,25	16,0	37.606	20,26	16,0	36.430	20,27
MP-06C	14,0	33.069	20,25	18,0	37.750	20,26	18,0	36.570	20,27
MP-06C	15,0	35.207	20,26	20,0	37.660	20,27	20,0	36.530	20,28
MP-06C	17,0	36.294	20,26	20,5	38.995	20,28	22,0	71.010	20,30
MP-06C	19,0	36.268	20,27	21,0	44.846	20,28	24,0	123.700	20,33
MP-06C	21,0	41.379	20,29	21,5	52.145	20,29	26,0	163.300	20,37
MP-06C	21,5	49.424	20,30	22,0	66.421	20,30	27,0	163.400	20,39
MP-06C	22,0	60.166	20,30	22,5	72.885	20,30	28,0	163.400	20,44
MP-06C	22,2	60.557	20,30	23,0	106.639	20,30	29,0	163.400	20,45
MP-06C	22,4	64.383	20,31	23,5	118.463	20,32	30,0	163.400	20,46
MP-06C	22,6	75.839	20,30	24,0	119.974	20,32	31,0	163.400	20,47
MP-06C	22,8	84.443	20,31	24,5	124.712	20,33	32,0	163.500	20,49
MP-06C	23,0	94.962	20,31	25,0	138.054	20,34	33,0	164.300	20,49
MP-06C	23,2	106.482	20,32	25,5	162.782	20,37	34,0	172.600	20,51
MP-06C	23,4	110.626	20,32	26,0	164.911	20,41	35,0	172.800	20,52
MP-06C	23,6	111.536	20,33	28,0	164.954	20,42	36,0	193.100	20,55
MP-06C	23,8	112.413	20,33	30,0	164.923	20,44	37,0	197.600	20,57
MP-06C	24,0	113.310	20,34	32,0	164.924	20,46	38,0	215.800	20,59
MP-06C	24,2	114.916	20,34	33,0	165.558	20,49	40,0	228.200	20,61
MP-06C	24,4	116.678	20,34	34,0	174.140	20,51	41,0	231.200	20,65
MP-06C	24,6	121.446	20,34	35,0	177.612	20,52	42,0	231.000	20,62
MP-06C	24,8	127.057	20,35	36,0	195.250	20,54	44,0	231.300	20,70
MP-06C	25,0	132.934	20,35	37,0	199.101	20,56	46,0	235.100	20,73
MP-06C	25,2	142.867	20,35	38,0	218.180	20,58	48,0	235.900	20,76
MP-06C	25,4	158.091	20,35	39,0	230.529	20,61	50,0	236.400	20,80
MP-06C	25,6	161.893	20,36	40,0	233.293	20,62	52,0	236.600	20,85
MP-06C	25,8	161.931	20,37	42,0	233.346	20,65	54,0	237.200	20,93
MP-06C	26,0	161.939	20,37	44,0	233.622	20,69	56,0	237.300	21,00
MP-06C	28,0	162.048	20,44	46,0	237.361	20,72	58,0	237.300	21,02
MP-06C	30,0	162.025	20,46	48,0	238.226	20,75	60,0	237.200	21,04
MP-06C	32,0	162.067	20,48	50,0	238.669	20,80	62,0	237.300	21,08
MP-06C	33,0	162.746	20,49	52,0	238.873	20,84	64,0	237.200	21,14
MP-06C	34,0	171.174	20,52	54,0	239.680	20,97	66,0	237.200	21,20
MP-06C	35,0	174.750	20,52	56,0	239.625	21,00	68,0	237.200	21,25
MP-06C	36,0	191.736	20,54	58,0	239.573	21,01	70,0	237.300	21,30
MP-06C	37,0	195.633	20,57	60,0	239.574	21,03	71,5	90.090	21,36
MP-06C	38,0	213.980	20,59	62,0	239.567	21,07			
MP-06C	40,0	228.999	20,63	64,0	239.603	21,13			
MP-06C	42,0	229.130	20,66	66,0	239.515	21,19			
MP-06C	44,0	229.360	20,70	68,0	239.562	21,24			
MP-06C	46,0	233.131	20,73	70,0	239.522	21,30			
MP-06C	48,0	233.837	20,76	71,5	89.394	21,37			
MP-06C	50,0	234.251	20,81						
MP-06C	52,0	234.507	20,85						
MP-06C	54,0	235.137	21,00						
MP-06C	56,0	235.204	21,00						
MP-06C	58,0	235.139	21,02						
MP-06C	60,0	235.154	21,04						
MP-06C	62,0	235.177	21,08						
MP-06C	64,0	235.172	21,14						
MP-06C	66,0	235.132	21,21						
MP-06C	68,0	235.118	21,26						
MP-06C	70,0	235.152	21,29						
MP-06C	71,5	116.189	21,37						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-39 Perfilajes de C.E. punto MP-06C, Campañas Mayo y Julio 2016**

Fecha Campaña	06/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-06C	1,6	23.270	20,44	1,6	25.240	19,70
MP-06C	2,0	23.280	20,53	2,0	25.140	20,00
MP-06C	3,0	23.280	20,45	3,0	25.140	20,25
MP-06C	4,0	23.320	20,34	4,0	25.160	20,27
MP-06C	5,0	23.300	20,26	5,0	25.160	20,25
MP-06C	6,0	23.310	20,24	6,0	25.180	20,24
MP-06C	7,0	23.310	20,24	7,0	25.180	20,25
MP-06C	8,0	23.320	20,23	8,0	25.180	20,25
MP-06C	9,0	23.320	20,23	9,0	25.200	20,24
MP-06C	10,0	23.340	20,23	10,0	25.240	20,24
MP-06C	11,0	23.380	20,23	11,0	25.280	20,24
MP-06C	12,0	23.200	20,23	12,0	25.200	20,25
MP-06C	13,0	28.760	20,24	13,0	31.080	20,25
MP-06C	14,0	33.770	20,25	14,0	35.470	20,26
MP-06C	14,5	34.180	20,25	14,5	36.530	20,26
MP-06C	15,0	36.080	20,25	15,0	37.980	20,26
MP-06C	15,5	36.780	20,25	15,5	38.710	20,26
MP-06C	16,0	36.920	20,25	16,0	38.830	20,26
MP-06C	16,5	36.990	20,26	16,5	38.890	20,26
MP-06C	17,0	37.010	20,26	17,0	38.920	20,27
MP-06C	17,5	37.030	20,26	18,0	38.900	20,27
MP-06C	18,0	37.050	20,26	19,0	38.800	20,27
MP-06C	19,0	36.950	20,26	20,0	38.780	20,27
MP-06C	20,0	36.930	20,27	21,0	41.830	20,28
MP-06C	21,0	41.240	20,27	21,5	53.410	20,29
MP-06C	21,5	57.930	20,28	21,8	103.500	20,28
MP-06C	21,8	82.190	20,29	22,0	104.200	20,28
MP-06C	22,0	82.720	20,29	22,3	106.200	20,28
MP-06C	22,3	86.160	20,29	22,5	112.700	20,29
MP-06C	22,5	92.580	20,28	22,8	121.500	20,29
MP-06C	22,8	111.300	20,28	23,0	126.700	20,30
MP-06C	23,0	123.500	20,29	23,3	127.500	20,31
MP-06C	23,3	129.100	20,30	23,5	127.700	20,31
MP-06C	23,5	129.800	20,30	23,8	128.000	20,32
MP-06C	23,8	130.500	20,31	24,0	128.700	20,33
MP-06C	24,0	131.300	20,31	24,5	130.400	20,33
MP-06C	24,3	132.800	20,32	24,8	131.800	20,34
MP-06C	24,5	135.500	20,32	25,0	133.700	20,34
MP-06C	24,8	139.500	20,32	25,3	138.200	20,34
MP-06C	25,0	143.800	20,33	25,5	143.400	20,36
MP-06C	25,3	152.200	20,33	25,8	145.200	20,38
MP-06C	25,5	159.500	20,36	26,0	147.800	20,42
MP-06C	25,8	160.900	20,38	26,3	147.900	20,42
MP-06C	26,0	160.100	20,38	26,5	147.900	20,42
MP-06C	26,3	160.100	20,39	27,0	147.900	20,42
MP-06C	26,5	160.100	20,39	27,5	147.900	20,42
MP-06C	26,8	160.100	20,39	28,0	147.900	20,43
MP-06C	27,0	160.100	20,40	29,0	147.900	20,43
MP-06C	27,3	160.100	20,40	30,0	147.900	20,43
MP-06C	27,5	160.000	20,40	31,0	147.900	20,43
MP-06C	28,0	160.100	20,41	31,5	147.800	20,44
MP-06C	28,5	160.100	20,40	32,0	147.900	20,43
MP-06C	29,0	160.100	20,41	33,0	148.900	20,47
MP-06C	30,0	160.100	20,43	33,5	156.200	20,49
MP-06C	31,0	160.100	20,44	33,8	157.800	20,50
MP-06C	32,0	160.100	20,46	34,0	158.500	20,50
MP-06C	33,0	160.900	20,47	34,3	158.700	20,51
MP-06C	34,0	169.100	20,50	34,8	161.300	20,51
MP-06C	34,5	169.600	20,50	35,0	162.700	20,51
MP-06C	35,0	172.800	20,51	35,3	165.300	20,51
MP-06C	35,5	177.200	20,51	35,5	168.100	20,51
MP-06C	36,0	189.500	20,53	35,8	171.000	20,52
MP-06C	36,3	191.400	20,53	36,0	184.700	20,53
MP-06C	36,5	192.200	20,54	36,3	187.600	20,54
MP-06C	36,8	192.700	20,55	36,5	188.700	20,56
MP-06C	37,0	193.500	20,54	36,8	189.600	20,55

Fecha Campaña	06/05/2016			11/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-06C	37,3	194.300	20,55	37,0	190.400	20,56
MP-06C	37,5	200.100	20,55	37,3	191.000	20,56
MP-06C	37,8	207.600	20,55	37,5	198.900	20,56
MP-06C	38,0	211.700	20,57	37,8	208.700	20,58
MP-06C	38,3	219.200	20,58	38,0	213.800	20,59
MP-06C	38,5	221.500	20,58	38,3	217.800	20,58
MP-06C	38,8	222.100	20,58	38,5	218.800	20,59
MP-06C	39,0	223.800	20,59	38,8	219.000	20,59
MP-06C	40,0	226.400	20,60	39,0	219.300	20,59
MP-06C	41,0	226.400	20,62	39,5	219.500	20,60
MP-06C	42,0	226.400	20,64	40,0	219.500	20,61
MP-06C	44,0	226.700	20,68	45,0	221.000	20,71
MP-06C	46,0	230.500	20,71	50,0	222.600	20,75
MP-06C	48,0	231.300	20,75	55,0	223.500	20,92
MP-06C	50,0	231.700	20,79	60,0	223.600	21,04
MP-06C	55,0	232.700	20,98	65,0	223.600	21,14
MP-06C	60,0	232.700	21,02	70,0	223.800	21,34
MP-06C	65,0	232.700	21,15	71,4	106.700	21,38
MP-06C	70,0	232.600	21,28			
MP-06C	71,4	105.200	21,33			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-40 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña	22/10/2016			07/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-06C	1,6	22.620	20,14	1,6	22.330	20,47
MP-06C	2,0	22.643	20,21	2,0	20.280	20,33
MP-06C	3,0	22.631	20,23	4,0	22.260	20,25
MP-06C	4,0	22.633	20,23	6,0	22.290	20,27
MP-06C	6,0	22.612	20,27	8,0	22.260	20,27
MP-06C	8,0	22.630	20,27	10,0	22.310	20,26
MP-06C	10,0	22.670	20,27	12,0	22.280	20,26
MP-06C	12,0	22.612	20,27	14,0	33.470	20,26
MP-06C	13,0	28.725	20,27	15,0	36.560	20,27
MP-06C	14,0	33.588	20,27	16,0	37.870	20,29
MP-06C	14,5	34.067	20,28	17,0	37.990	20,28
MP-06C	15,0	36.400	20,28	18,0	37.980	20,28
MP-06C	15,5	37.345	20,28	19,0	37.850	20,29
MP-06C	16,0	37.461	20,28	20,0	37.830	20,29
MP-06C	16,5	37.519	20,28	21,0	38.080	20,29
MP-06C	17,0	37.555	20,28	21,2	39.200	20,29
MP-06C	18,0	37.552	20,29	21,4	45.510	20,30
MP-06C	19,0	37.430	20,29	21,6	82.310	20,30
MP-06C	19,5	37.397	20,29	21,8	92.580	20,30
MP-06C	20,0	37.395	20,29	22,0	93.750	20,30
MP-06C	20,5	37.560	20,30	22,2	95.630	20,29
MP-06C	21,0	39.701	20,30	22,4	99.330	20,29
MP-06C	21,2	40.219	20,30	22,6	112.600	20,30
MP-06C	21,4	44.690	20,30	22,8	122.400	20,30
MP-06C	21,6	80.310	20,30	23,0	134.500	20,31
MP-06C	21,8	96.420	20,30	23,2	139.200	20,32
MP-06C	22,0	97.988	20,30	23,4	139.900	20,32
MP-06C	22,2	99.412	20,30	23,6	140.300	20,34
MP-06C	22,4	105.432	20,29	23,8	140.800	20,34
MP-06C	22,6	121.342	20,29	24,0	141.500	20,34
MP-06C	22,8	130.000	20,30	24,2	142.400	20,35
MP-06C	23,0	142.171	20,31	24,4	142.900	20,34
MP-06C	23,2	147.118	20,31	24,6	146.100	20,33
MP-06C	23,4	147.200	20,32	24,8	147.900	20,34
MP-06C	23,6	148.204	20,33	25,0	150.400	20,35
MP-06C	23,8	148.554	20,33	25,2	154.300	20,34
MP-06C	24,0	149.254	20,34	25,4	158.800	20,35
MP-06C	24,2	150.362	20,34	25,6	159.500	20,36
MP-06C	24,4	151.169	20,35	25,8	159.600	20,36
MP-06C	24,6	153.345	20,35	26,0	159.600	20,37
MP-06C	24,8	154.270	20,35	26,2	159.500	20,37
MP-06C	25,0	155.613	20,37	26,4	159.600	20,37
MP-06C	25,2	158.003	20,37	27,0	159.800	20,38
MP-06C	25,4	158.895	20,40	27,5	159.800	20,42
MP-06C	25,6	159.002	20,42	28,0	159.800	20,44
MP-06C	25,8	159.016	20,42	28,5	159.800	20,46
MP-06C	26,0	158.985	20,43	29,0	159.800	20,45
MP-06C	26,2	158.997	20,42	29,5	159.800	20,47
MP-06C	26,4	159.005	20,43	30,0	159.800	20,47
MP-06C	26,6	159.012	20,43	30,5	159.800	20,49
MP-06C	26,8	159.024	20,43	31,0	159.800	20,48
MP-06C	27,0	159.008	20,44	31,5	159.800	20,49
MP-06C	27,2	158.993	20,43	32,0	159.800	20,50
MP-06C	27,4	159.000	20,43	32,5	160.000	20,49
MP-06C	27,6	159.000	20,43	33,0	160.300	20,51
MP-06C	27,8	158.957	20,44	33,2	162.400	20,51
MP-06C	28,0	158.984	20,44	33,4	165.000	20,51
MP-06C	28,2	159.015	20,44	33,6	165.700	20,51
MP-06C	28,4	159.015	20,44	33,8	166.800	20,52
MP-06C	28,6	158.996	20,44	34,0	167.100	20,52
MP-06C	28,8	158.991	20,45	34,2	167.200	20,51
MP-06C	29,0	158.991	20,45	34,4	167.400	20,52
MP-06C	29,5	158.975	20,46	34,6	167.900	20,53
MP-06C	30,0	159.011	20,45	34,8	169.300	20,52
MP-06C	30,5	159.014	20,46	35,0	169.300	20,52
MP-06C	31,0	158.975	20,46	35,2	171.500	20,52

Fecha Campaña	22/10/2016			07/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-06C	31,5	158.998	20,47	35,4	173.100	20,52
MP-06C	32,0	159.084	20,50	35,6	175.100	20,53
MP-06C	32,5	159.199	20,50	35,8	179.500	20,53
MP-06C	33,0	159.644	20,51	36,0	186.300	20,54
MP-06C	33,5	164.321	20,51	36,2	187.900	20,56
MP-06C	33,7	165.258	20,52	36,4	188.800	20,55
MP-06C	33,9	165.668	20,52	36,6	189.300	20,55
MP-06C	34,1	165.817	20,53	36,8	189.900	20,55
MP-06C	34,5	166.060	20,52	37,0	190.300	20,56
MP-06C	35,0	168.667	20,53	37,5	197.800	20,57
MP-06C	35,5	172.803	20,53	37,7	203.500	20,58
MP-06C	35,7	174.577	20,53	37,9	208.000	20,59
MP-06C	35,9	182.324	20,54	38,1	214.300	20,59
MP-06C	36,1	186.052	20,55	38,3	219.400	20,60
MP-06C	36,3	187.311	20,56	38,5	221.900	20,61
MP-06C	36,5	187.854	20,56	38,7	223.100	20,60
MP-06C	36,7	188.488	20,56	39,0	225.200	20,61
MP-06C	36,9	189.179	20,56	40,0	228.900	20,62
MP-06C	37,1	189.299	20,57	41,0	228.900	20,64
MP-06C	37,5	196.220	20,56	42,0	229.800	20,65
MP-06C	37,7	203.801	20,57	44,0	229.100	20,68
MP-06C	37,9	207.936	20,58	46,0	230.800	20,74
MP-06C	38,1	214.820	20,59	48,0	231.400	20,76
MP-06C	38,3	220.735	20,60	53,0	232.400	20,87
MP-06C	38,5	223.769	20,60	58,0	232.700	21,00
MP-06C	38,7	224.772	20,61	64,0	232.800	21,10
MP-06C	38,9	225.429	20,61	69,0	232.800	21,30
MP-06C	39,1	228.977	20,61	71,4	97.870	21,30
MP-06C	39,3	229.452	20,61			
MP-06C	39,5	229.590	20,61			
MP-06C	40,0	230.136	20,63			
MP-06C	40,5	230.179	20,63			
MP-06C	41,0	230.272	20,63			
MP-06C	42,0	230.251	20,66			
MP-06C	43,0	230.492	20,67			
MP-06C	44,0	230.492	20,70			
MP-06C	46,0	232.479	20,73			
MP-06C	48,0	232.977	20,76			
MP-06C	50,0	233.365	20,80			
MP-06C	52,0	233.830	20,85			
MP-06C	54,0	234.173	20,88			
MP-06C	56,0	234.228	20,95			
MP-06C	58,0	234.218	20,96			
MP-06C	63,0	234.328	21,12			
MP-06C	68,0	234.349	21,29			
MP-06C	71,4	111.941	21,37			

Fuente: Elaboración propia



**Punto MP-09C**

**Tabla 5-41 Perfiles de C.E. punto MP-06C, Campañas Julio, Octubre, Noviembre y Diciembre 2016.**

Fecha Campaña	12/07/2016			23/10/2016			18/11/2016			21/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-09C	9,1	4.598	23,56	9,1	4.210	23,42	9,1	4.234	23,80	9,5	4.246	23,45
MP-09C	10	4.588	23,80	10	4.198	23,75	10	4.228	23,84	10	4.231	23,67
MP-09C	11	4.588	24,06	11	4.194	23,94	11	4.228	23,97	12	4.234	23,92
MP-09C	12	4.581	24,13	12	4.189	23,99	12	4.227	24,00	14	4.233	24,01
MP-09C	13	4.581	24,14	13	4.190	24,00	14	4.226	24,00	16	4.234	24,01
MP-09C	14	4.581	24,17	14	4.188	24,00	16	4.226	24,00	18	4.235	24,01
MP-09C	15	4.583	24,18	16	4.187	24,01	18	4.226	24,00	20	4.235	24,01
MP-09C	16	4.584	24,18	18	4.188	24,01	20	4.226	24,00	22	4.235	24,03
MP-09C	17	4.584	24,18	20	4.187	24,01	22	4.226	24,02	24	4.236	24,03
MP-09C	18	4.584	24,17	22	4.187	24,00	24	4.225	24,02	26	4.236	24,06
MP-09C	19	4.585	24,16	24	4.186	24,02	26	4.227	24,04	28	4.234	24,09
MP-09C	20	4.584	24,17	26	4.185	24,05	28	4.226	24,08	30	4.235	24,13
MP-09C	21	4.584	24,17	28	4.186	24,09	30	4.226	24,12	32	4.236	24,19
MP-09C	22	4.584	24,18	30	4.185	24,13	32	4.225	24,17	34	4.233	24,51
MP-09C	23	4.585	24,19	32	4.183	24,21	34	4.225	24,46	36	4.233	25,09
MP-09C	24	4.584	24,20	34	4.181	24,53	36	4.215	25,12	38	4.227	25,17
MP-09C	25	4.584	24,22	36	4.173	25,14	38	4.214	25,15	40	4.228	25,19
MP-09C	26	4.584	24,23	38	4.173	25,18	40	4.213	25,18	42	4.228	25,23
MP-09C	27	4.583	24,26	40	4.172	25,19	42	4.214	25,22	44	4.228	25,24
MP-09C	28	4.582	24,28	41	4.171	25,22	44	4.215	25,22	46	4.228	25,25
MP-09C	29	4.582	24,31	42	4.172	25,24	46	4.214	25,26	48	4.227	25,33
MP-09C	30	4.583	24,33	43	4.172	25,25	48	4.214	25,31	50	4.227	25,33
MP-09C	31	4.582	24,34	44	4.172	25,25	50	4.213	25,32	52	4.227	25,35
MP-09C	32	4.581	24,37	45	4.171	25,26	52	4.214	25,33	54	4.227	25,37
MP-09C	33	4.580	24,40	46	4.172	25,27	54	4.213	25,36	56	4.223	25,4
MP-09C	34	4.577	24,49	47	4.171	25,33	56	4.208	25,48	58	4.213	25,7
MP-09C	35	4.574	24,59	48	4.171	25,34	58	4.197	25,68	60	4.215	25,73
MP-09C	36	4.574	24,59	49	4.171	25,34	60	4.198	25,72	62	4.218	25,77
MP-09C	37	4.576	24,60	50	4.174	25,34	62	4.192	25,77	64	4.218	25,79
MP-09C	38	4.575	24,59	51	4.172	25,34	64	4.191	25,79	66	4.219	25,81
MP-09C	39	4.574	24,60	52	4.170	25,36	66	4.191	25,8	68	4.815	25,82
MP-09C	40	4.572	24,64	53	4.170	25,38	68	5.146	25,82	68,5	9.890	25,83
MP-09C	41	4.570	24,65	54	4.171	25,39	68,2	6.170	25,82	68,7	11.890	25,83
MP-09C	42	4.568	24,70	55	4.171	25,40	68,4	8.417	25,82	68,9	15.190	25,83
MP-09C	43	4.568	24,71	56	4.163	25,52	68,6	10.800	25,83	69,1	18.240	25,83
MP-09C	44	4.568	24,70	57	4.155	25,65	68,8	13.970	25,82	69,3	24.210	25,84
MP-09C	45	4.567	24,71	58	4.151	25,74	69	18.120	25,83	69,5	28.350	25,81
MP-09C	46	4.561	24,76	59	4.151	25,76	69,2	23.220	25,83	69,7	33.210	25,85
MP-09C	47	4.554	24,82	60	4.149	25,77	69,4	26.060	25,83	69,9	38.670	25,85
MP-09C	48	4.553	24,84	61	4.149	25,79	69,6	32.180	25,83	70,1	45.950	25,85
MP-09C	49	4.553	24,85	62	4.142	25,81	69,8	37.500	25,84	70,3	60.800	25,85
MP-09C	50	4.554	24,85	63	4.138	25,83	70,0	43.580	25,84	70,5	74.650	25,85
MP-09C	51	4.558	24,84	64	4.138	25,84	70,2	58.280	25,85	70,7	89.470	25,85
MP-09C	52	4.551	24,86	65	4.139	25,84	70,4	75.910	25,85	70,9	104.200	25,86
MP-09C	53	4.542	24,89	66	4.139	25,85	70,6	88.370	25,85	71,1	115.700	25,86
MP-09C	54	4.552	24,89	67	4.139	25,86	70,8	101.700	25,85	71,3	130.400	25,87
MP-09C	55	4.548	24,91	68	4.308	25,87	71,0	113.100	25,85	71,5	143.700	25,87
MP-09C	56	4.484	25,16	68,2	5.142	25,88	71,2	126.000	25,86	71,7	154.900	25,87
MP-09C	57	4.374	25,45	68,4	7.249	25,88	71,4	139.700	25,86	71,9	155.100	25,88
MP-09C	58	4.344	25,60	68,6	11.028	25,88	71,6	148.200	25,87	72,1	179.600	25,89
MP-09C	59	4.341	25,64	68,8	14.972	25,88	71,8	159.300	25,87	72,3	191.800	25,89
MP-09C	60	4.322	25,68	69	19.522	25,88	72,0	170.500	25,87	72,5	210.100	25,89
MP-09C	61	4.296	25,70	69,2	24.475	25,88	72,2	182.300	25,88	72,7	220.500	25,89
MP-09C	62	4.292	25,70	69,4	29.942	25,88	72,4	198.100	25,88	72,9	220.500	25,89
MP-09C	63	4.308	25,71	69,6	34.348	25,89	72,6	212.400	25,88	73,1	227.200	25,89
MP-09C	64	4.383	25,72	69,8	39.198	25,89	72,8	221.900	25,89	73,3	232.400	25,9
MP-09C	65	4.395	25,71	70	45.753	25,89	73,0	227.500	25,89	73,5	232.700	25,91
MP-09C	66	4.496	25,71	70,2	60.671	25,89	73,5	230.800	25,91	73,7	233.000	25,91
MP-09C	66,5	4.494	25,72	70,4	81.570	25,90	74	231.500	25,9	73,9	233.400	25,91
MP-09C	67,0	4.702	25,73	70,6	94.703	25,90	75	232.300	25,93	74,1	233.700	25,92
MP-09C	67,5	4.708	25,73	70,8	104.959	25,90	76	232.800	25,96	74,3	234.000	25,92

Fecha Campaña	12/07/2016			23/10/2016			18/11/2016			21/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-09C	68,0	10.790	25,71	71	116.090	25,91	77	232.800	25,98	74,5	234.200	25,92
MP-09C	68,3	18.370	25,70	71,2	127.415	25,91	78	233.000	26	75	234.400	25,94
MP-09C	68,5	24.040	25,69	71,4	139.346	25,91	80	229.000	26,04	75,5	234.700	25,95
MP-09C	68,8	26.310	25,69	71,6	150.715	25,91	85	228.900	26,15	76	234.800	25,96
MP-09C	69,0	33.640	25,68	71,8	160.969	25,92	90	228.900	26,26	77	234.800	25,97
MP-09C	69,3	41.350	25,69	72	170.149	25,93	95	228.900	26,39	78	234.900	25,99
MP-09C	69,5	54.410	25,71	72,2	180.496	25,93	100	228.900	26,46	80	230.800	26,04
MP-09C	69,8	66.270	25,72	72,4	196.592	25,93	100,4	126.300	26,47	82	230.800	26,09
MP-09C	70,0	74.630	25,73	72,6	214.650	25,94				84	230.800	26,14
MP-09C	70,3	90.260	25,74	72,8	225.746	25,94				86	230.800	26,17
MP-09C	70,5	103.800	25,78	73	230.980	25,95				88	230.800	26,22
MP-09C	70,8	111.100	25,78	73,2	233.097	25,94				90	230.800	26,26
MP-09C	71,0	119.400	25,79	73,4	234.079	25,95				92	230.800	26,3
MP-09C	71,3	130.300	25,80	73,6	234.000	25,95				94	230.800	26,36
MP-09C	71,5	142.700	25,82	73,8	234.891	25,97				96	230.700	26,4
MP-09C	71,8	150.500	25,84	74	235.169	25,98				98	230.800	26,42
MP-09C	72,0	157.100	25,86	74,5	235.752	25,98				100	230.800	26,45
MP-09C	72,3	160.700	25,87	75	235.993	25,99				100,4	129.600	26,46
MP-09C	72,5	167.100	25,87	76	236.400	26,01						
MP-09C	72,8	189.900	25,88	77	236.444	26,03						
MP-09C	73,0	210.900	25,90	78	236.511	26,06						
MP-09C	73,3	220.300	25,91	80	232.578	26,10						
MP-09C	73,5	220.600	25,92	82	232.507	26,15						
MP-09C	73,8	221.200	25,92	84	232.448	26,19						
MP-09C	74	221.400	25,92	86	232.347	26,25						
MP-09C	75	222.800	25,94	90	232.414	26,33						
MP-09C	76	223.800	25,97	95	232.321	26,45						
MP-09C	78	223.200	26,04	100	232.348	26,50						
MP-09C	80	221.700	26,09									
MP-09C	85	221.700	26,19									
MP-09C	90	221.700	26,29									
MP-09C	95	221.700	26,42									
MP-09C	100	221.700	26,47									
MP-09C	100,4	117.000	26,49									

Fuente: Elaboración propia

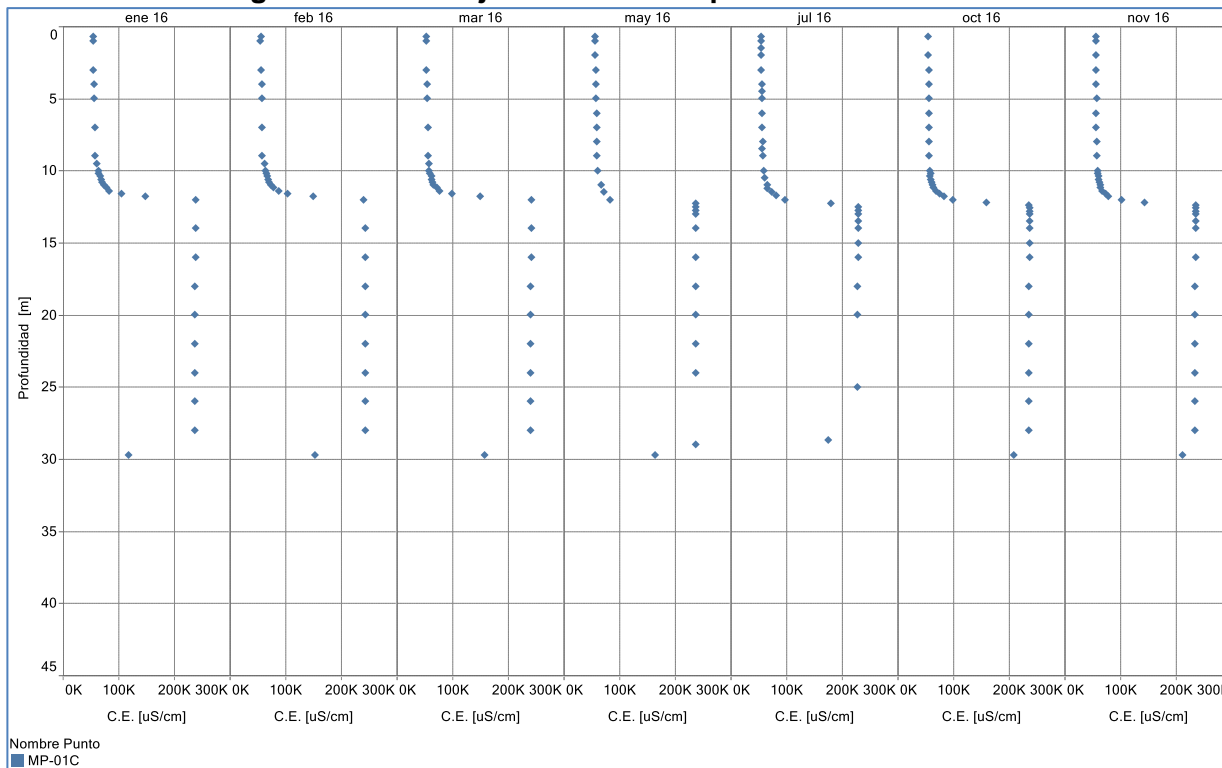
Presentados los datos para este sector, a continuación se muestran de manera gráfica y se realiza el análisis de ellos.

**En relación al Punto MP-01C**

De la Figura 5-54 es posible observar que durante el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina, dado que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas alrededor de los 12 metros de profundidad.

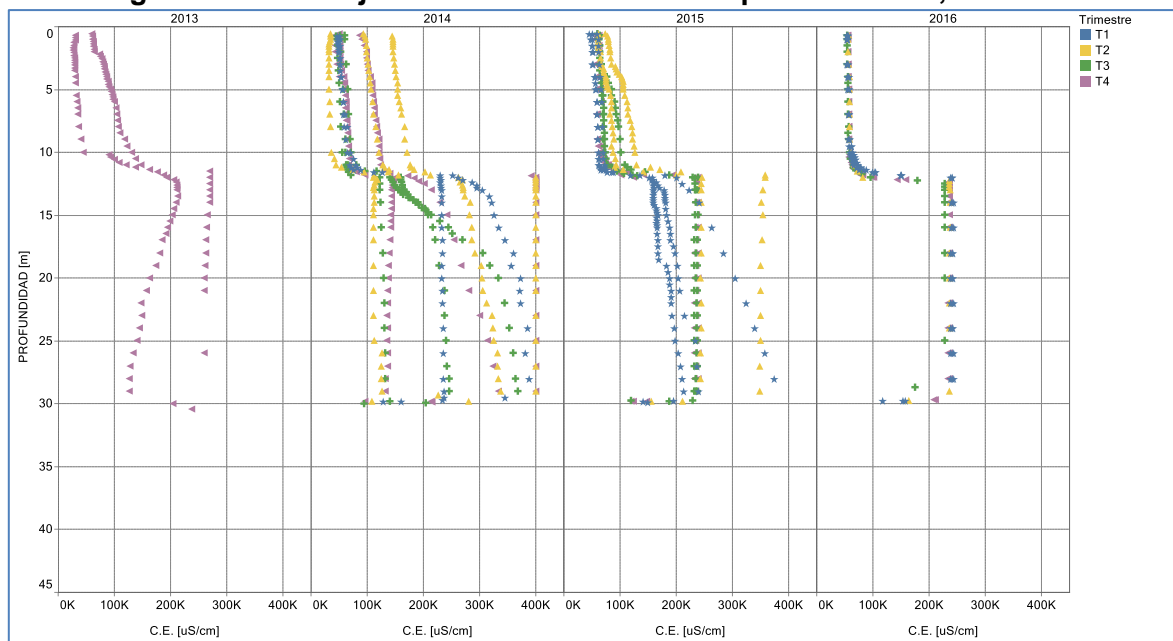
Con respecto a los perfilajes históricos (Figura 5-55), se observa una gran dispersión de la conductividad en los años 2014 y 2015 a diferencia del año 2016. La dispersión en las medidas de C.E. se debe a cambios de instrumento de medición, mejorados a través del tiempo, sin embargo a pesar de la mayor dispersión de C.E., la posición de la interfase salina se encuentra alrededor de los 11 y 12 metros de profundidad para todos los años, en otras palabras se observa que la posición de la cuña en este punto no ha variado en el 2016 respecto de los registros anteriores.

**Figura 5-54 Perfilajes de C.E. en el punto MP-01C - 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-55 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-01C, 2013-2016**



Fuente: Elaboración propia

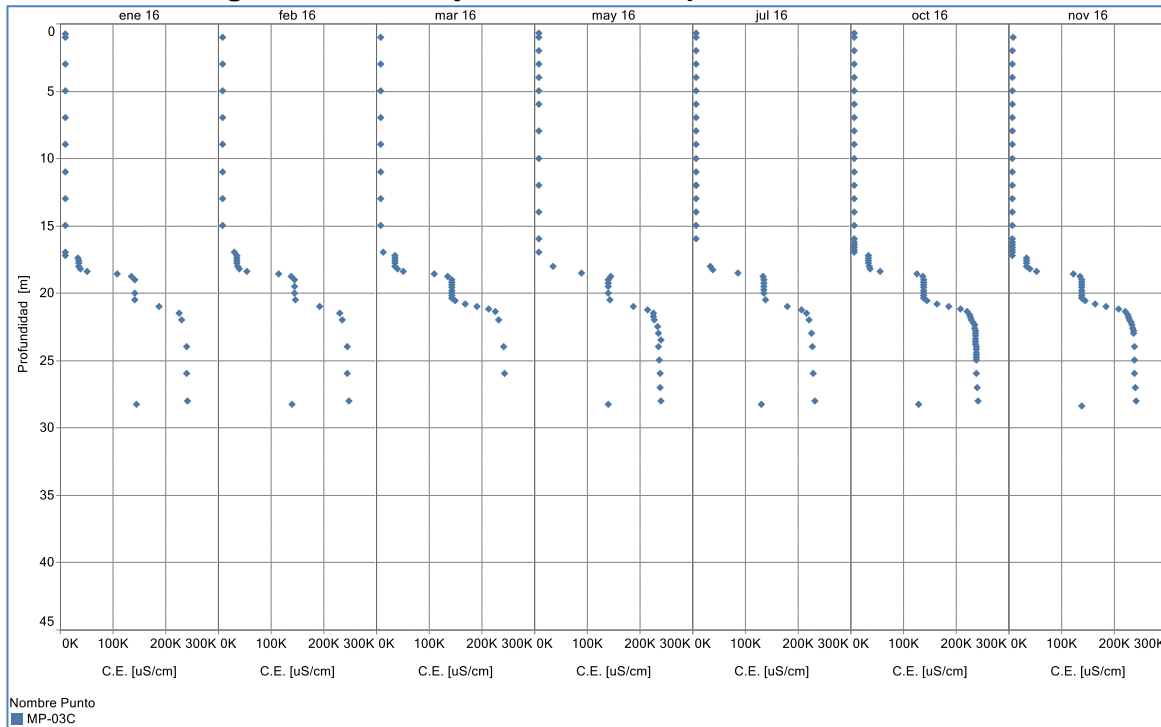
### **En relación al punto MP-03C**

De la Figura 5-56 es posible observar que durante el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina, dado que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 17 y 21 metros de profundidad y se distingue que el cambio se produce de manera escalonada y paulatina.

Con respecto a los perfilajes históricos, Figura 5-57, al igual que para el punto MP-01C, se observa una gran dispersión de la conductividad en los años 2014 y 2015 a diferencia del año 2016.

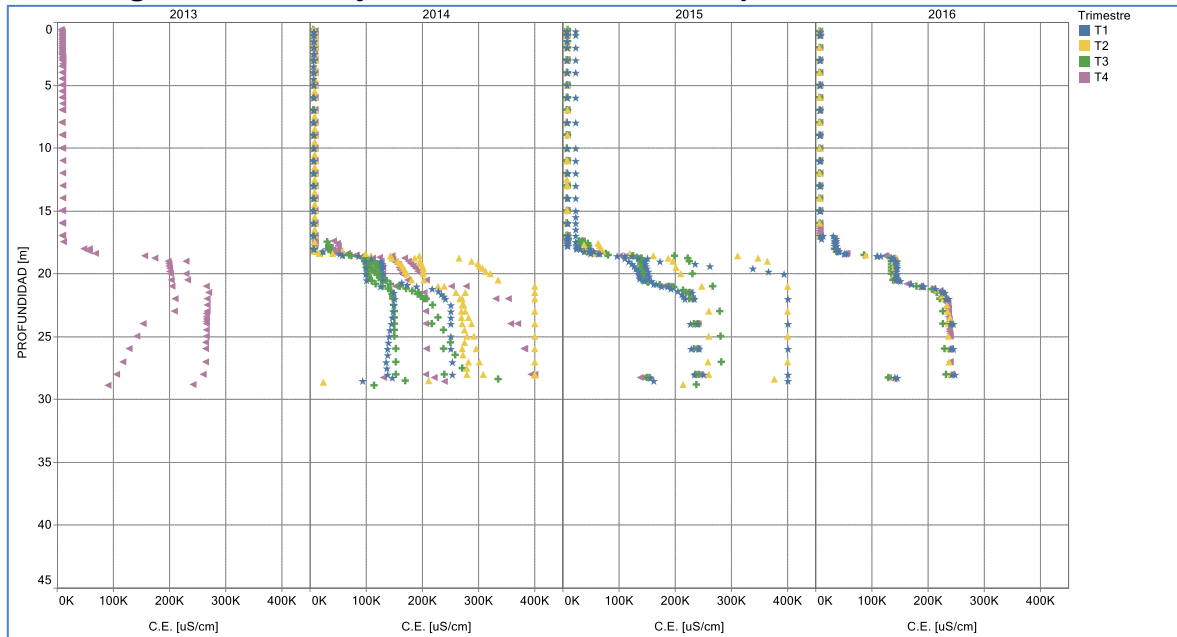
La posición de la interfase salina se encuentra de manera sistemática entre los 17 y 21 metros de profundidad para todos los años.

**Figura 5-56 Perfilajes de C.E. en el punto MP-03C - 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-57 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-03C, 2013-2016**



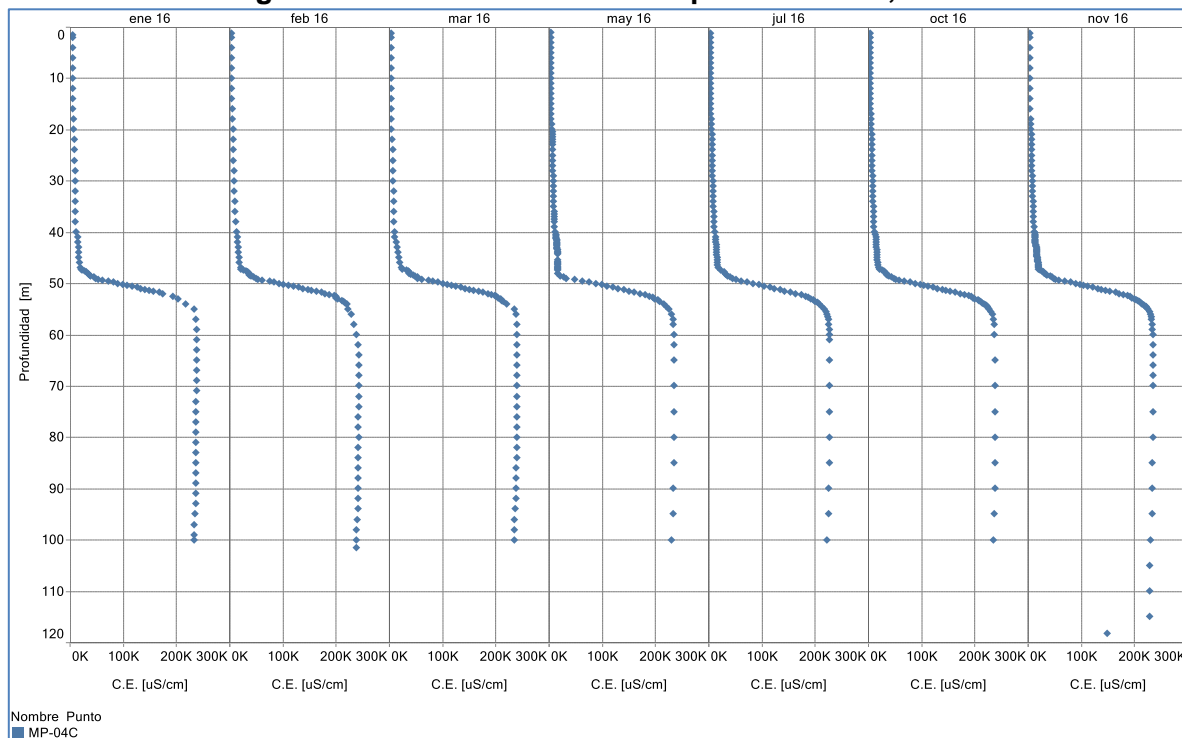
Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto MP-04C**

A partir de la Figura 5-58, es posible observar que durante el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina, dado que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 50 y 55 metros de profundidad y de manera suave a lo largo de aprox. 5 metros y no brusca como es el caso del punto MP-01C.

Con respecto a los perfilajes históricos, Figura 5-59, al igual que para los puntos MP-01C y MP-03C, se observa una gran dispersión de la conductividad en los años 2014 y 2015, que como ya se mencionó se debe a cambio en la mejora del instrumento de medición.

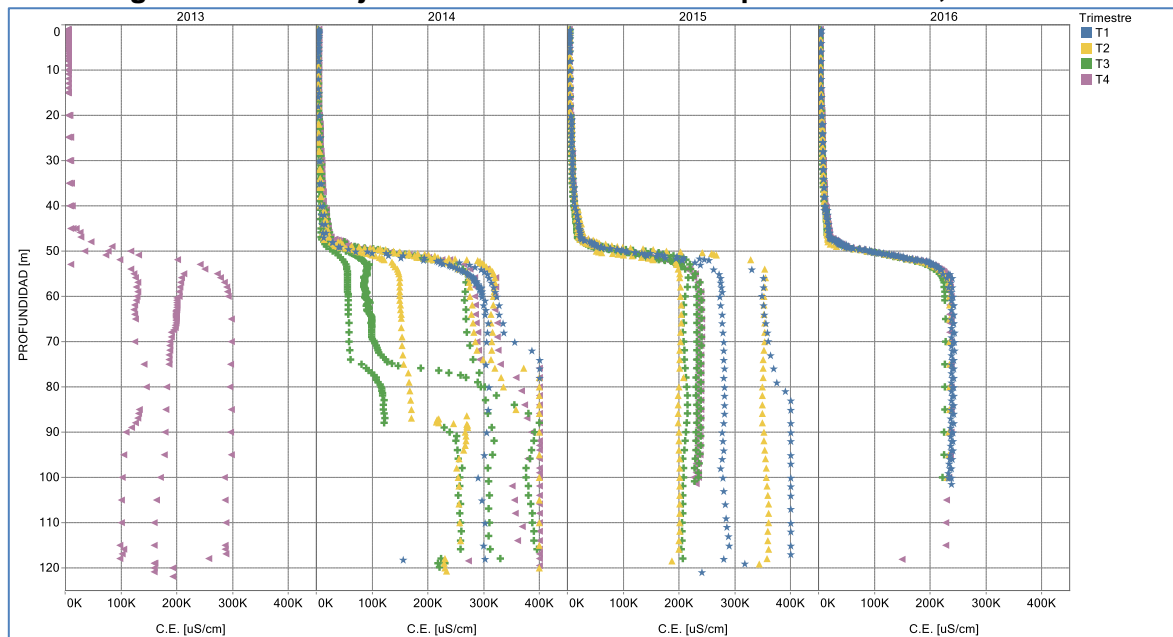
**Figura 5-58 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C, 2016**



Fuente: Elaboración propia



**Figura 5-59 Perfilajes Históricos de C.E. en el punto MP-04C, 2013-2016**



Fuente: Elaboración propia

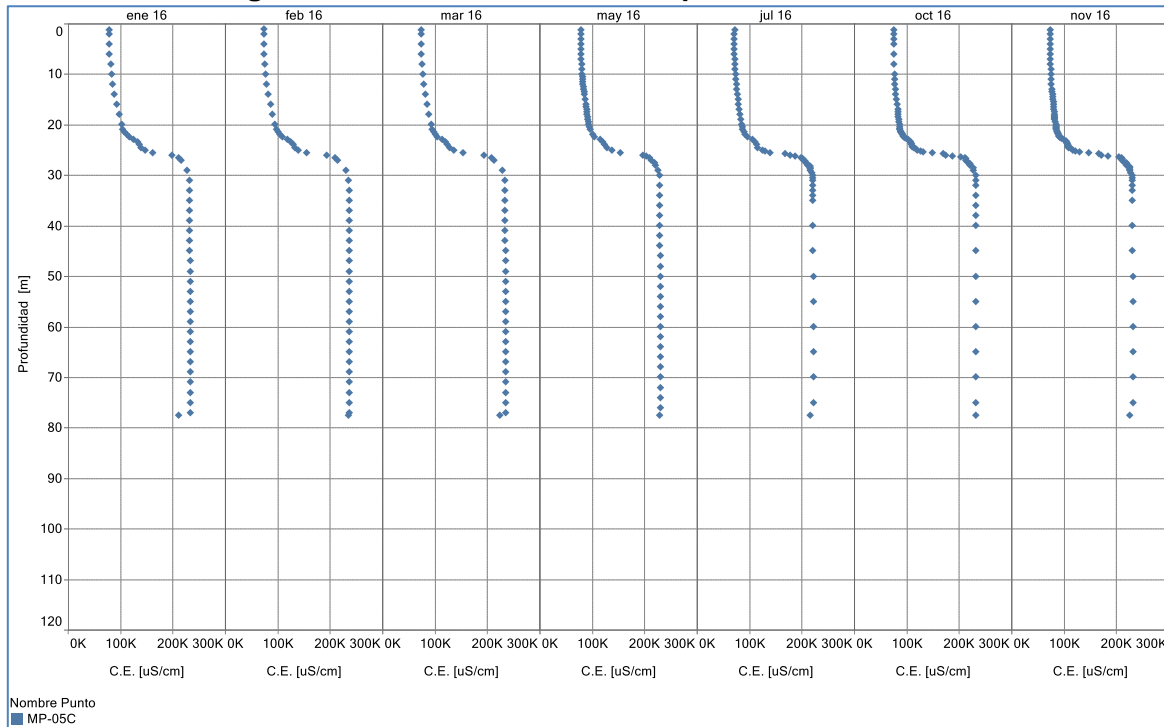
### **En relación al Punto MP-05C**

A partir de la Figura 5-60, es posible observar que durante el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina, dado que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 24 y 30 metros de profundidad y de manera suave a lo largo de 6 metros y no brusca como es el caso del punto MP-01C.

Con respecto a los perfilajes históricos, Figura 5-61, al igual que para los puntos MP-01C a MP-04C, se observa una gran dispersión de la conductividad en los años 2014 y 2015, que como ya se mencionó se debe a cambio en la mejora del instrumento de medición.

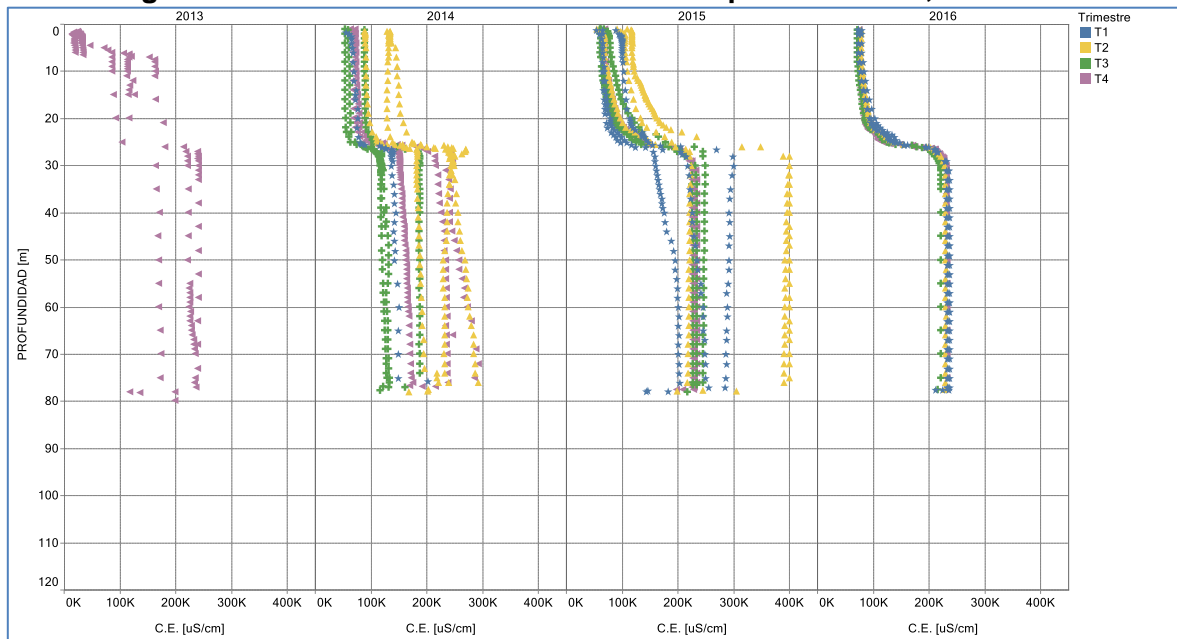
La posición de la interfase salina se encuentra entre los 24 y 30 metros de profundidad para todos los años.

**Figura 5-60 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C, 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-61 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C, 2013-2016**



Fuente: Elaboración propia

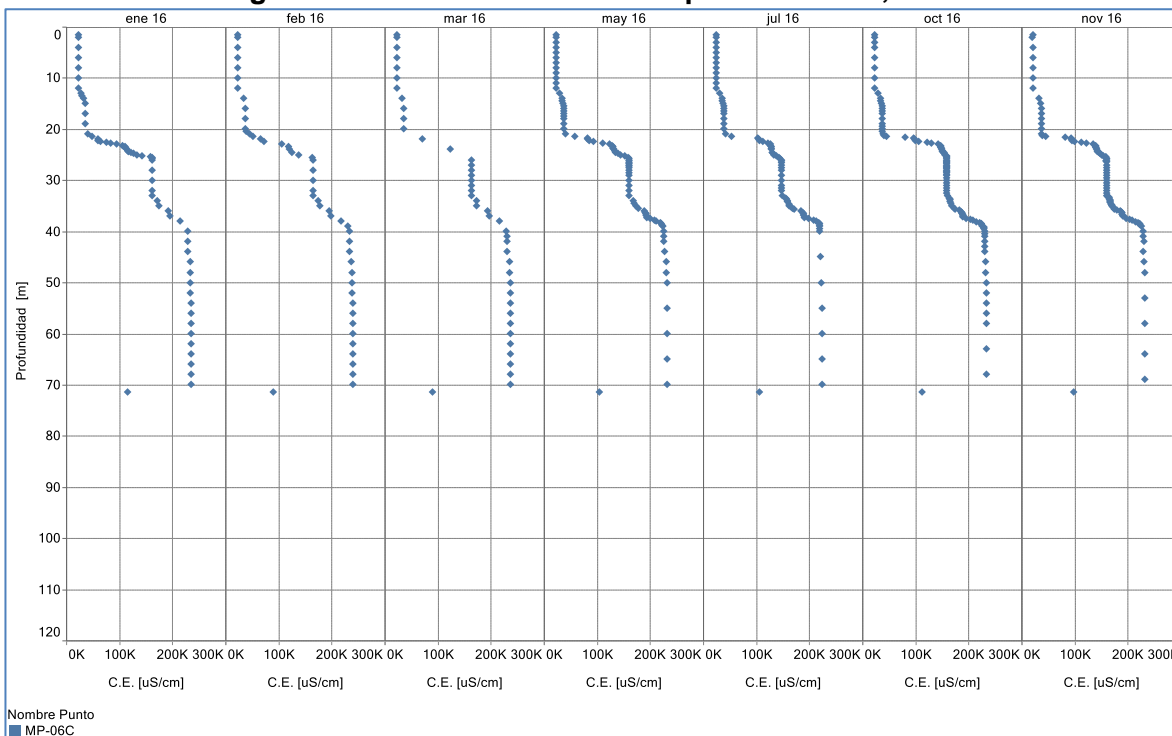
**En relación al punto MP-06C,**

A partir de la Figura 5-62, es posible observar que durante el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina, dado que el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 20 y 40 metros de profundidad y se distingue que el cambio de conductividades ocurre de manera escalonada a lo largo de 20 metros.

Con respecto a los perfilajes históricos, Figura 5-63, al igual que para el punto MP-01C y MP-03C, se observa una dispersión de la conductividad en los años 2014 y 2015 a diferencia del año 2016, donde se alcanzan conductividades de hasta 400.000 [uS/cm] para el segundo trimestre del 2014 mientras que las conductividades medidas el 2016 no superan los 300.000 [uS/cm]. Como se mencionó lo anterior se debe a cambio y mejora en el instrumento de medición.

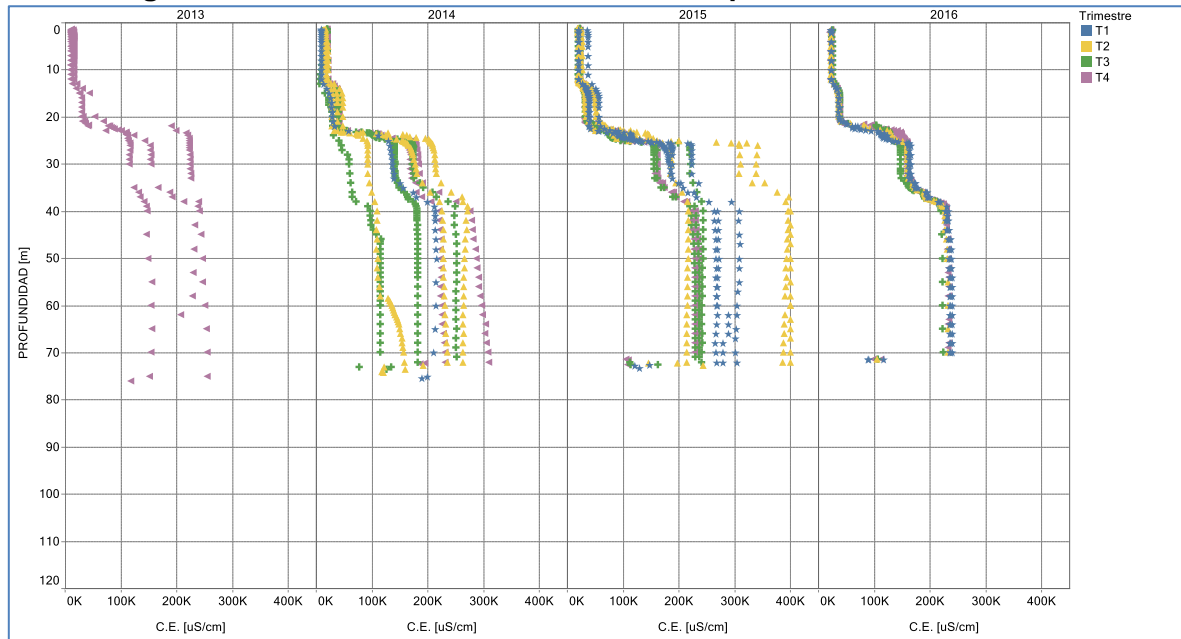
La posición de la interfase salina se encuentra entre los 20 y 40 metros de profundidad para todos los años.

**Figura 5-62 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C, 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-63 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C, 2013-2016**

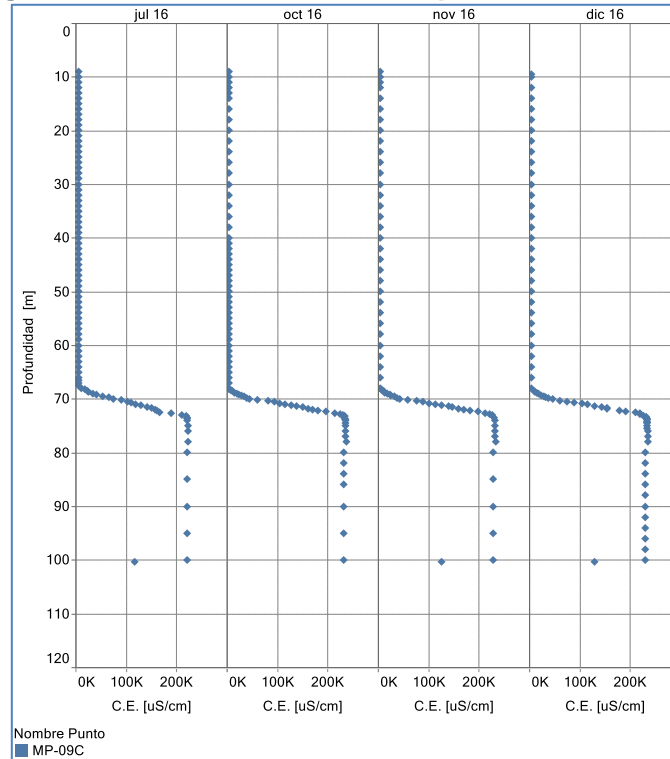


Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto MP-09C,**

A partir de la Figura 5-66, es posible observar que desde julio del 2016, que es desde cuando se tiene información de la Cuña (CE vs Prof.) el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 70 y 74 metros de profundidad y se observa que esta es escalonada a lo largo de 4 metros.

**Figura 5-64 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C, 2016**



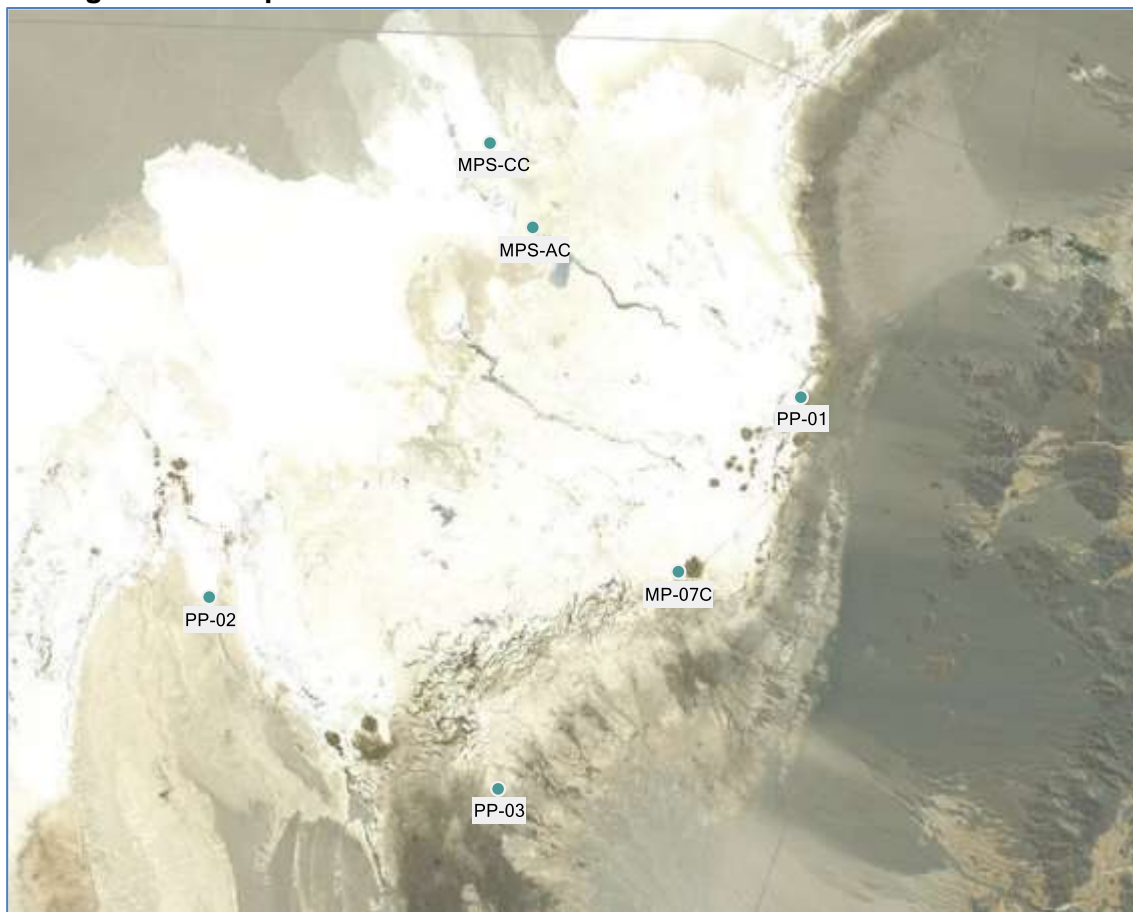
Fuente: Elaboración propia

En resumen, para el Sector de la Punta-La Brava se puede indicar que, considerando todos los puntos de este Sector, y la ubicación relativa de cada uno de ellos, se puede concluir que la cuña se va profundizando a medida que los puntos se alejan del núcleo. Asimismo se observa que las profundidades de la cuña, en cada pozo, no ha variado en el año 2016 respecto de los registros históricos y por lo tanto se mantiene la posición de la interfase en este Sector La Punta-La Brava.

### 5.7.2 Sector Peine

En la Figura 5-65 se presentan los puntos que registran medición de la Cuña salina en este Sector, y que corresponde a 7 puntos: PP-01, PP-02, PP-03, MP-07C, MP-08C, MPS-AC y MPS-CC.

**Figura 5-65 Mapa Ubicación Puntos de medición de Cuña en Sector Peine.**



Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas siguientes, se presentan los registros de Conductividad Eléctrica, vs profundidad y Temperatura medida en los puntos comprometidos, para las campañas registradas durante el 2016. En **Anexo G de este Informe**, se presentan todos los registros históricos y actuales, en formato pdf y excel, de la medición de esta variable.



**Tabla 5-42 Perfiles de C.E. punto MP-07C, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña	13/10/2016			20/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-07C	0,7	20.935	21,62	0,7	20.780	21,68
MP-07C	2,0	21.043	22,61	2,0	21.710	22,53
MP-07C	3,0	21.026	22,69	4,0	21.700	22,56
MP-07C	4,0	21.026	22,71	6,0	21.780	22,62
MP-07C	6,0	21.025	22,74	8,0	21.690	22,64
MP-07C	8,0	21.029	22,78	10,0	21.710	22,64
MP-07C	10,0	21.027	22,79	12,0	21.700	22,64
MP-07C	12,0	21.024	22,79	14,0	21.700	22,64
MP-07C	14,0	21.024	22,78	16,0	21.730	22,64
MP-07C	16,0	21.023	22,78	18,0	21.700	22,63
MP-07C	18,0	21.024	22,78	20,0	21.970	22,70
MP-07C	20,0	21.038	22,88	22,0	21.890	22,70
MP-07C	22,0	21.031	22,81	24,0	22.330	22,76
MP-07C	24,0	21.037	22,80	26,0	22.310	22,76
MP-07C	26,0	21.035	22,80	28,0	22.320	22,76
MP-07C	28,0	21.030	22,81	30,0	22.320	22,76
MP-07C	30,0	21.035	22,81	32,0	22.310	22,76
MP-07C	32,0	21.033	22,81	34,0	22.300	22,77
MP-07C	34,0	21.029	22,81	36,0	22.330	22,76
MP-07C	36,0	21.028	22,81	38,0	22.310	22,76
MP-07C	38,0	21.024	22,81	40,0	22.300	22,77
MP-07C	40,0	21.025	22,81	42,0	22.320	22,77
MP-07C	42,0	21.026	22,81	44,0	22.290	22,77
MP-07C	44,0	21.021	22,82	46,0	22.290	22,77
MP-07C	46,0	21.021	22,82	48,0	22.290	22,77
MP-07C	48,0	21.013	22,82	50,0	22.290	22,77
MP-07C	50,0	21.013	22,82	52,0	22.270	22,77
MP-07C	52,0	21.016	22,82	54,0	22.280	22,78
MP-07C	54,0	21.015	22,82	56,0	22.280	22,78
MP-07C	56,0	21.002	22,83	58,0	22.260	22,78
MP-07C	58,0	21.010	22,82	60,0	22.250	22,78
MP-07C	60,0	21.010	22,82	62,0	22.250	22,78
MP-07C	62,0	21.004	22,82	64,0	22.280	22,78
MP-07C	64,0	20.991	22,82	66,0	22.230	22,78
MP-07C	66,0	20.954	22,82	68,0	22.040	22,78
MP-07C	68,0	20.934	22,83	70,0	22.420	22,78
MP-07C	70,0	20.557	22,83	72,0	21.320	22,80
MP-07C	72,0	19.904	22,85	74,0	20.770	22,81
MP-07C	74,0	19.432	22,85	76,0	20.370	22,81
MP-07C	76,0	19.286	22,85	78,0	20.000	22,82
MP-07C	78,0	18.799	22,86	80,0	19.820	22,82
MP-07C	80,0	18.583	22,87	82,0	19.370	22,83
MP-07C	82,0	18.385	22,87	84,0	19.140	22,83
MP-07C	84,0	17.929	22,88	86,0	19.010	22,83
MP-07C	86,0	17.615	22,88	88,0	18.880	22,84
MP-07C	88,0	17.651	22,88	90,0	19.060	22,84
MP-07C	90,0	18.030	22,88	92,0	19.780	22,84
MP-07C	91,0	18.189	22,89	94,0	21.620	22,83
MP-07C	92,0	18.303	22,89	96,0	23.100	22,83
MP-07C	93,0	18.450	22,89	98,0	26.920	22,81
MP-07C	94,0	19.519	22,88	100,0	33.660	22,78
MP-07C	95,0	19.586	22,88	101,0	33.740	22,78
MP-07C	96,0	20.274	22,88	101,8	14.010	22,78
MP-07C	97,0	22.606	22,87			
MP-07C	97,5	22.752	22,87			
MP-07C	98,0	23.404	22,87			
MP-07C	98,5	26.914	22,86			
MP-07C	98,7	27.259	22,86			
MP-07C	98,9	27.714	22,85			
MP-07C	99,1	28.746	22,85			
MP-07C	99,3	28.495	22,84			
MP-07C	99,5	29.019	22,84			
MP-07C	99,7	29.146	22,84			
MP-07C	100,0	29.148	22,84			

Fuente:Elaboración propia

## Punto MPS-AC

**Tabla 5-43 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Enero, Febrero y Marzo 2016**

Fecha Campaña	16/01/2016			14/02/2016			17/03/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MPS-AC	0,9	60.097	21,6	0,9	59.760	21,8	1,1	59.855	21,0
MPS-AC	1,5	67.532	19,6	1,5	67.766	19,7	1,5	61.544	19,7
MPS-AC	2,0	90.327	17,6	2,0	92.214	18,1	2,0	110.930	17,7
MPS-AC	2,5	108.656	16,6	2,5	112.038	17,2	2,5	149.512	17,1
MPS-AC	3,0	146.424	16,1	3,0	182.291	16,1	3,0	178.996	16,6
MPS-AC	3,5	178.057	15,7	3,5	196.149	15,8	3,5	193.592	16,1
MPS-AC	4,0	192.170	15,4	4,0	199.742	15,5	4,0	196.939	15,9
MPS-AC	4,5	194.657	15,3	4,5	209.295	15,4	4,5	197.052	15,8
MPS-AC	5,0	205.159	15,2	5,0	213.582	15,4	5,0	206.922	15,6
MPS-AC	7,0	209.485	15,4	7,0	226.166	15,5	7,0	211.564	15,4
MPS-AC	9,0	222.056	15,5	9,0	226.198	15,5	9,0	224.234	15,4
MPS-AC	11,0	229.890	15,4	11,0	234.420	15,4	11,0	232.567	15,4
MPS-AC	13,0	235.957	15,4	13,0	240.317	15,4	13,0	238.999	15,4
MPS-AC	15,0	237.796	15,4	15,0	242.332	15,4	15,0	241.115	15,4
MPS-AC	17,0	238.797	15,4	17,0	243.456	15,4	17,0	242.258	15,4
MPS-AC	19,0	238.957	15,4	19,0	243.640	15,4	19,0	242.601	15,4
MPS-AC	21,0	238.925	15,4	21,0	243.626	15,4	21,0	242.588	15,4
MPS-AC	23,0	239.009	15,4	23,0	243.585	15,4	23,0	242.593	15,4
MPS-AC	25,0	238.997	15,4	25,0	243.599	15,4	25,0	242.659	15,4
MPS-AC	27,0	239.002	15,4	27,0	243.546	15,5	27,0	242.555	15,5
MPS-AC	29,0	238.890	15,5	29,0	243.521	15,5	29,0	242.775	15,5
MPS-AC	31,0	238.886	15,6	31,0	243.530	15,6	31,0	242.664	15,6
MPS-AC	33,0	238.921	15,7	33,0	243.603	15,6	33,0	242.738	15,7
MPS-AC	35,0	238.982	15,7	35,0	243.341	15,8	35,0	242.658	15,7
MPS-AC	37,0	238.817	15,8	37,0	243.425	15,8	37,0	242.703	15,8
MPS-AC	39,0	238.922	15,9	39,0	243.452	15,9	39,0	242.649	15,9
MPS-AC	41,0	238.896	15,9	41,0	237.631	15,9	41,0	242.672	15,9
MPS-AC	41,1	165.644	16,0	41,1	164.841	16,0	41,1	167.059	16,0

Fuente:Elaboración propia

**Tabla 5-44 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Mayo y Julio 2016.**

Fecha Campaña	07/05/2016			09/07/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MPS-AC	0,9	58.850	16,1	0,9	58.100	11,1
MPS-AC	1,0	59.110	16,4	1,0	57.930	11,1
MPS-AC	1,5	59.600	16,4	1,5	57.870	11,1
MPS-AC	2,0	88.450	17,1	2,0	84.920	13,0
MPS-AC	2,5	103.300	17,2	2,5	103.300	14,7
MPS-AC	3,0	142.100	17,1	2,8	115.700	15,2
MPS-AC	3,3	162.400	17,0	3,0	133.000	15,5
MPS-AC	3,5	173.700	16,8	3,3	155.400	15,8
MPS-AC	3,8	183.200	16,7	3,5	166.100	15,9
MPS-AC	4,0	188.300	16,5	3,8	175.500	16,0
MPS-AC	4,3	190.300	16,4	4,0	180.000	16,1
MPS-AC	4,5	190.900	16,2	4,5	182.800	16,1
MPS-AC	4,8	199.800	16,1	5,0	194.900	16,0
MPS-AC	5,0	202.500	16,0	5,5	197.800	15,9
MPS-AC	5,3	204.300	15,9	6,0	198.600	15,9
MPS-AC	5,5	205.600	15,8	7,0	199.000	15,7
MPS-AC	6,0	206.600	15,7	8,0	199.100	15,5
MPS-AC	7,0	206.900	15,5	9,0	211.800	15,4
MPS-AC	8,0	207.000	15,4	10,0	215.500	15,4
MPS-AC	9,0	219.400	15,4	12,0	222.900	15,4
MPS-AC	10,0	224.000	15,4	14,0	226.400	15,4
MPS-AC	12,0	231.100	15,4	16,0	227.500	15,4
MPS-AC	14,0	234.700	15,3	20,0	228.100	15,4
MPS-AC	16,0	235.900	15,3	25,0	228.100	15,4
MPS-AC	18,0	236.400	15,3	30,0	228.000	15,5
MPS-AC	20,0	236.400	15,4	35,0	228.100	15,7
MPS-AC	22,0	236.400	15,4	40,0	228.000	15,9
MPS-AC	25,0	236.400	15,4	41,0	159.900	16,0
MPS-AC	30,0	236.200	15,5			
MPS-AC	35,0	236.300	15,7			
MPS-AC	40,0	236.200	15,9			
MPS-AC	41,0	168.700	16,0			

Fuente:Elaboración propia

**Tabla 5-45 Perfiles de C.E. punto MPS-AC, Campañas Octubre, Noviembre y Diciembre 2016**

Fecha Campaña	08/10/2016			06/11/2016			20/12/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
MPS-AC	0,9	60.335	16,6	0,85	60.070	18,78	0,9	54.550	20,7
MPS-AC	1,0	60.389	16,5	1,00	60.540	18,32	1,0	54.760	19,4
MPS-AC	1,5	60.421	15,2	1,20	61.030	17,46	1,2	55.230	19,6
MPS-AC	2,0	82.985	14,1	1,40	61.290	16,63	1,4	56.510	18,3
MPS-AC	2,2	90.265	13,9	1,60	61.380	15,59	1,6	60.970	17,2
MPS-AC	2,4	99.139	13,9	1,80	69.790	15,06	1,8	67.580	16,5
MPS-AC	2,6	108.375	13,9	2,00	84.010	14,81	2,0	82.860	16,1
MPS-AC	2,8	116.881	14,0	2,20	91.710	14,65	2,2	91.830	15,8
MPS-AC	3,0	130.959	14,1	2,40	100.700	14,55	2,4	100.400	15,7
MPS-AC	3,2	153.690	14,2	2,60	109.200	14,50	2,6	109.100	15,5
MPS-AC	3,4	165.228	14,3	2,80	119.100	14,47	2,8	118.300	15,3
MPS-AC	3,6	172.595	14,5	3,00	130.600	14,47	3,0	133.200	15,2
MPS-AC	3,8	180.419	14,6	3,20	153.300	14,50	3,2	155.000	15,1
MPS-AC	4,0	184.092	14,8	3,40	165.400	14,55	3,4	166.100	15,1
MPS-AC	4,2	187.938	14,9	3,60	174.100	14,61	3,6	173.900	15,0
MPS-AC	4,4	188.139	15,0	3,80	180.200	14,67	3,8	180.900	15,0
MPS-AC	4,6	188.179	15,1	4,00	184.100	14,74	4,0	184.600	15,0
MPS-AC	4,8	199.508	15,2	4,20	187.800	14,81	4,2	188.400	15,0
MPS-AC	5,0	201.349	15,3	4,40	187.900	14,86	4,4	188.400	15,0
MPS-AC	5,2	202.643	15,4	4,60	188.300	14,95	4,6	189.700	15,0
MPS-AC	5,4	203.947	15,4	4,80	199.900	15,04	4,8	200.700	15,0
MPS-AC	5,6	204.375	15,4	5,00	201.500	15,11	5,0	202.300	15,1
MPS-AC	5,8	204.684	15,5	5,20	202.600	15,18	5,2	203.500	15,1

Fecha Campaña	08/10/2016			06/11/2016			20/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MPS-AC	6,0	204.871	15,5	5,40	203.900	15,24	5,4	204.700	15,1
MPS-AC	6,5	205.149	15,6	5,60	204.300	15,25	5,6	205.400	15,2
MPS-AC	7,0	205.110	15,6	5,80	204.800	15,29	5,8	205.800	15,2
MPS-AC	7,5	205.128	15,6	6,00	204.900	15,33	6,0	205.900	15,2
MPS-AC	8,0	205.049	15,6	6,50	205.200	15,45	6,2	206.100	15,3
MPS-AC	8,5	205.076	15,5	7,00	205.200	15,48	6,4	206.200	15,4
MPS-AC	9,0	217.876	15,5	7,50	205.100	15,49	6,6	206.400	15,4
MPS-AC	9,2	218.675	15,5	8,00	204.900	15,51	6,8	206.300	15,4
MPS-AC	9,4	219.108	15,5	10,00	222.200	15,45	7,0	206.400	15,4
MPS-AC	9,6	219.521	15,5	12,00	230.100	15,40	7,5	206.700	15,4
MPS-AC	9,8	219.100	15,4	14,00	233.800	15,37	8,0	206.600	15,4
MPS-AC	10,0	221.891	15,4	16,00	235.200	15,37	8,5	206.800	15,4
MPS-AC	10,2	221.960	15,5	18,00	235.800	15,37	9,0	219.000	15,5
MPS-AC	10,4	222.572	15,4	20,00	235.900	15,37	9,5	221.400	15,5
MPS-AC	10,6	224.857	15,4	25,00	235.800	15,42	10,0	224.300	15,5
MPS-AC	10,8	225.201	15,4	30,00	235.800	15,55	10,5	226.800	15,4
MPS-AC	11,0	225.478	15,4	35,00	235.700	15,74	11,0	227.800	15,4
MPS-AC	11,5	226.809	15,4	40,00	235.700	15,89	11,5	229.400	15,4
MPS-AC	12,0	229.464	15,4	41,00	234.700	15,90	12,0	231.900	15,4
MPS-AC	13,0	231.823	15,4				12,5	232.500	15,4
MPS-AC	14,0	233.073	15,4				13,0	234.200	15,4
MPS-AC	15,0	233.820	15,4				13,5	235.200	15,4
MPS-AC	16,0	234.363	15,4				14,0	235.500	15,4
MPS-AC	17,0	234.899	15,4				15,0	236.300	15,4
MPS-AC	18,0	235.050	15,4				16,0	236.800	15,4
MPS-AC	20,0	235.138	15,4				18,0	237.300	15,4
MPS-AC	22,0	235.125	15,4				20,0	237.500	15,4
MPS-AC	24,0	235.090	15,4				22,0	237.300	15,4
MPS-AC	26,0	235.203	15,5				24,0	237.500	15,4
MPS-AC	28,0	235.109	15,5				26,0	237.400	15,4
MPS-AC	30,0	235.168	15,5				28,0	237.500	15,5
MPS-AC	32,0	235.150	15,6				30,0	237.300	15,6
MPS-AC	34,0	235.193	15,7				32,0	237.300	15,6
MPS-AC	36,0	235.055	15,8				34,0	237.400	15,7
MPS-AC	38,0	235.181	15,9				36,0	237.300	15,8
MPS-AC	40,0	235.214	15,9				38,0	237.400	15,9
MPS-AC	41,1	202.319	16,0				40,0	237.300	15,9
MPS-AC							41,0	237.400	15,9

Fuente: Elaboración propia

## Punto MPS-CC

**Tabla 5-46 Perfiles de C.E. punto MPS-CC, Campañas Enero, Febrero y Marzo, 2016.**

Fecha Campaña	16/01/2016			14/02/2016			17/03/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MPS-CC	1,2	154.732	22,8	1,2	157.252	22,7	1,2	165.115	22,9
MPS-CC	1,5	155.226	21,6	1,5	156.998	22,4	1,5	166.418	22,7
MPS-CC	2,0	156.914	20,0	2,0	158.564	20,9	2,0	166.492	21,1
MPS-CC	2,5	166.816	18,9	2,5	170.532	19,7	2,5	179.059	19,9
MPS-CC	3,0	170.399	18,0	3,0	172.702	18,7	3,0	179.610	18,9
MPS-CC	3,5	176.834	17,2	4,0	234.646	17,1	4,0	246.378	17,2
MPS-CC	4,0	229.036	16,6	6,0	243.916	16,3	6,0	256.112	16,4
MPS-CC	6,0	239.205	16,2	8,0	243.971	16,3	8,0	253.730	16,4
MPS-CC	8,0	239.140	16,3	10,0	243.667	16,4	10,0	255.850	16,5
MPS-CC	10,0	239.024	16,3	12,0	243.626	16,4	12,0	255.807	16,6
MPS-CC	12,0	239.104	16,4	14,0	242.900	16,5	14,0	257.474	16,7
MPS-CC	14,0	238.324	16,5	16,0	242.840	16,5	16,0	254.982	16,7
MPS-CC	16,0	238.240	16,5	18,0	242.581	16,7	18,0	254.710	16,8
MPS-CC	18,0	238.036	16,7	20,0	242.815	16,8	20,0	254.956	16,9
MPS-CC	20,0	238.528	16,8	22,0	242.872	16,9	22,0	255.016	17,0
MPS-CC	22,0	238.560	16,9	24,0	242.785	16,9	24,0	254.924	17,1
MPS-CC	24,0	238.179	17,0	26,0	242.489	17,0	26,0	257.038	17,2
MPS-CC	26,0	237.889	17,1	28,0	242.393	17,1	28,0	253.301	17,3
MPS-CC	28,0	237.932	17,1	30,0	242.431	17,2	30,0	254.553	17,3
MPS-CC	30,0	237.909	17,2	32,0	242.402	17,2	32,0	254.522	17,4
MPS-CC	32,0	237.855	17,2	34,0	242.469	17,2	34,0	254.592	17,4
MPS-CC	34,0	237.833	17,3	36,0	242.576	17,3	36,0	254.705	17,4
MPS-CC	36,0	237.901	17,3	37,0	242.423	17,3	37,0	254.544	17,5
MPS-CC	37,0	237.851	17,3	37,2	106.857	17,3	37,2	112.200	17,5
MPS-CC	37,2	118.568	17,3						

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-47 Perfiles de C.E. punto MPS-CC, Campañas Mayo y Julio 2016.**

Fecha Campaña	07/05/2016			09/07/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MPS-CC	1,3	151.000	19,1	1,3	145.000	14,4
MPS-CC	1,5	151.300	19,2	2,0	145.200	14,4
MPS-CC	2,0	151.500	19,5	2,5	149.500	15,9
MPS-CC	2,5	161.000	19,6	3,0	156.400	16,8
MPS-CC	3,0	166.300	19,2	3,5	164.700	17,1
MPS-CC	3,5	173.500	18,6	3,8	175.900	17,2
MPS-CC	4,0	229.200	17,8	4,0	217.000	17,2
MPS-CC	4,5	239.300	17,4	4,3	229.800	17,1
MPS-CC	5,0	239.200	17,0	4,5	229.800	17,1
MPS-CC	5,5	238.000	16,8	5,0	229.900	17,0
MPS-CC	6,0	236.800	16,6	10,0	227.100	16,5
MPS-CC	7,0	236.800	16,5	15,0	226.900	16,6
MPS-CC	8,0	236.900	16,4	20,0	226.700	16,7
MPS-CC	10,0	236.800	16,4	25,0	226.400	16,9
MPS-CC	12,0	236.600	16,4	30,0	226.400	16,9
MPS-CC	14,0	236.300	16,5	35,0	226.300	17,1
MPS-CC	16,0	236.200	16,8	37,1	117.000	17,2
MPS-CC	20,0	236.500	16,7			
MPS-CC	25,0	235.700	16,9			
MPS-CC	30,0	235.700	17,0			
MPS-CC	35,0	235.700	17,1			
MPS-CC	37,2	109.600	17,2			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-48 Perfilajes de C.E. punto MPS-CC, Campañas Octubre y Noviembre 2016.**

Fecha Campaña NOMBRE	09/10/2016			06/11/2016		
	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MPS-CC	1,3	144.755	17,1	1,4	142.100	18,4
MPS-CC	1,6	145.387	16,6	1,6	142.300	18,0
MPS-CC	1,8	146.033	16,1	1,8	142.700	17,5
MPS-CC	2,0	147.051	15,8	2,0	143.300	17,1
MPS-CC	2,2	148.235	15,6	2,2	143.900	16,8
MPS-CC	2,4	151.288	15,4	2,4	146.300	15,5
MPS-CC	2,6	156.196	15,3	2,6	151.000	16,3
MPS-CC	2,8	158.847	15,3	2,8	155.700	16,2
MPS-CC	3,0	160.178	15,3	3,0	157.700	16,0
MPS-CC	3,2	162.634	15,4	3,2	159.200	16,0
MPS-CC	3,4	168.215	15,5	3,4	163.800	15,9
MPS-CC	3,6	172.107	15,6	3,6	168.600	15,9
MPS-CC	3,8	185.645	15,7	3,8	179.600	15,9
MPS-CC	4,0	224.486	15,8	4,0	212.800	15,9
MPS-CC	4,2	240.723	15,9	4,2	238.000	15,9
MPS-CC	4,4	240.418	16,0	4,4	238.200	15,9
MPS-CC	4,6	240.646	16,0	4,6	238.300	15,9
MPS-CC	4,8	240.666	16,0	4,8	238.400	15,9
MPS-CC	5,0	240.584	16,0	5,0	238.300	15,9
MPS-CC	5,5	238.098	16,3	5,5	236.900	16,2
MPS-CC	6,0	237.811	16,4	6,0	235.600	16,4
MPS-CC	6,5	237.754	16,5	7,0	235.600	16,4
MPS-CC	7,0	237.775	16,5	8,0	235.700	16,4
MPS-CC	8,0	237.784	16,5	10,0	235.700	16,5
MPS-CC	9,0	237.745	16,5	12,0	235.600	16,5
MPS-CC	10,0	237.745	16,6	14,0	235.300	16,6
MPS-CC	12,0	237.723	16,5	16,0	235.200	16,6
MPS-CC	14,0	237.431	16,6	18,0	235.000	16,6
MPS-CC	16,0	237.416	16,6	20,0	235.000	16,7
MPS-CC	18,0	237.247	16,6	22,0	235.100	16,8
MPS-CC	20,0	237.124	16,7	24,0	234.800	16,8
MPS-CC	22,0	237.336	16,8	26,0	234.600	16,9
MPS-CC	24,0	237.102	16,8	28,0	234.500	16,9
MPS-CC	26,0	236.863	16,9	30,0	234.600	17,0
MPS-CC	28,0	236.829	16,8	32,0	234.600	17,0
MPS-CC	30,0	236.811	17,0	34,0	234.600	17,0
MPS-CC	32,0	236.878	17,0	36,0	234.600	17,1
MPS-CC	34,0	236.819	17,0	37,1	172.200	17,2
MPS-CC	36,0	236.883	17,1			
MPS-CC	37,1	122.874	17,2			

Fuente: Elaboración propia



**Punto PP-01**

**Tabla 5-49 Perfiles de C.E. punto PP-01, Campañas Julio y Octubre 2016.**

Fecha Campaña	11/07/2016			22/10/2016			
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
	PP-01	1,0	17.990	17,3	1,0	16.656	20,0
	PP-01	2,0	18.100	17,5	2,0	23.976	19,7
	PP-01	3,0	28.700	19,4	3,0	28.905	20,3
	PP-01	3,5	28.950	19,8	4,0	28.930	20,3
	PP-01	4,0	28.980	19,8	5,0	28.956	20,3
	PP-01	4,5	28.980	19,8	6,0	28.939	20,3
	PP-01	5,0	28.980	19,8	7,0	28.944	20,3
	PP-01	6,0	29.000	19,8	8,0	28.944	20,3
	PP-01	7,0	28.980	19,8	9,0	28.946	20,3
	PP-01	8,0	29.000	19,8	10,0	28.948	20,3
	PP-01	9,0	28.980	19,8	11,0	28.948	20,3
	PP-01	10,0	28.990	19,8	12,0	28.939	20,3
	PP-01	11,0	28.980	19,8	13,0	28.961	20,3
	PP-01	12,0	29.000	19,8	14,0	28.969	20,3
	PP-01	13,0	28.970	19,8	15,0	28.935	20,3
	PP-01	14,0	28.960	19,8	16,0	28.958	20,3
	PP-01	15,0	28.970	19,9	17,0	28.960	20,3
	PP-01	16,0	28.980	19,9	18,0	28.935	20,3
	PP-01	17,0	28.980	19,9	19,0	28.958	20,4
	PP-01	18,0	28.990	19,9	20,0	28.964	20,4
	PP-01	19,0	29.000	19,9	21,0	28.979	20,4
	PP-01	20,0	29.000	19,9	22,0	28.977	20,4
	PP-01	21,0	29.000	19,9	23,0	29.009	20,4
	PP-01	22,0	28.990	19,9	24,0	29.026	20,4
	PP-01	23,0	28.990	19,9	25,0	29.043	20,4
	PP-01	24,0	28.970	19,9	26,0	29.022	20,4
	PP-01	25,0	28.930	20,0	27,0	29.041	20,4
	PP-01	26,0	28.840	20,0	28,0	29.092	20,4
	PP-01	27,0	28.880	20,1	28,2	29.451	20,4
	PP-01	28,0	28.810	20,3	28,4	31.045	20,4
	PP-01	29,0	44.000	20,1	28,6	52.096	20,5
	PP-01	29,3	44.680	20,1	28,8	52.199	20,5
	PP-01	29,5	44.980	20,1	29,0	52.610	20,5
	PP-01	30,0	45.150	20,1	29,5	55.074	20,5
	PP-01	30,5	45.270	20,0	30,0	55.307	20,5
	PP-01	31,0	45.360	20,0	30,5	55.551	20,6
	PP-01	31,5	46.830	20,1	31,0	55.703	20,6
	PP-01	32,0	47.070	20,1	31,5	56.082	20,6
	PP-01	32,5	47.750	20,1	32,0	57.210	20,6
	PP-01	33,0	48.110	20,1	32,5	57.941	20,7
	PP-01	33,5	48.470	20,0	33,0	57.915	20,7
	PP-01	34,0	48.950	20,0	34,0	57.860	20,7
	PP-01	35,0	52.200	20,5	35,0	57.891	20,7
	PP-01	35,5	52.230	20,6	36,0	57.874	20,7
	PP-01	36,0	52.260	20,6	37,0	57.879	20,7
	PP-01	37,0	52.260	20,6	38,0	57.872	20,8
	PP-01	38,0	52.280	20,6	39,0	57.855	20,8
	PP-01	39,0	52.270	20,6	40,0	57.800	20,8
	PP-01	40,0	52.270	20,6	41,0	57.836	20,8
	PP-01	41,0	52.260	20,6	42,0	57.851	20,8
	PP-01	42,0	52.260	20,6	43,0	57.865	20,8
	PP-01	43,0	52.260	20,6	44,0	57.867	20,8
	PP-01	44,0	52.270	20,6	45,0	57.893	20,9
	PP-01	45,0	52.280	20,6	46,0	57.865	20,9
	PP-01	46,0	52.300	20,6	47,0	57.884	20,9
	PP-01	47,0	52.280	20,6	48,0	57.891	20,9
	PP-01	48,0	52.280	20,6	49,0	57.891	20,9
	PP-01	49,0	52.270	20,6	49,2	58.597	20,9
	PP-01	50,0	59.380	20,6	49,4	58.716	20,9
	PP-01	50,5	59.540	20,6	49,6	60.078	20,9
	PP-01	51,0	59.510	20,6	49,8	77.324	21,1
	PP-01	52,0	59.710	20,6	50,0	77.491	21,1
	PP-01	53,0	97.660	20,4	50,2	77.758	21,1
	PP-01	53,3	100.400	20,4	50,4	77.796	21,1
	PP-01	53,5	102.100	20,5	50,6	77.802	21,1
	PP-01	54,0	102.400	20,6	50,8	77.766	21,1

Fecha Campaña	11/07/2016			22/10/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
PP-01	54,5	102.400	20,6	51,0	77.791	21,1
PP-01	55,0	102.400	20,6	51,5	77.804	21,1
PP-01	55,5	102.400	20,6	52,0	77.798	21,1
PP-01	56,0	102.400	20,6	52,5	77.787	21,1
PP-01	57,0	102.400	20,6	53,0	77.781	21,1
PP-01	58,0	102.400	20,6	53,5	77.781	21,1
PP-01	59,0	102.400	20,6	54,0	77.787	21,1
PP-01	60,0	112.700	20,7	54,5	77.776	21,1
PP-01	60,5	112.900	20,8	55,0	77.776	21,1
PP-01	61,0	113.100	20,8	56,0	77.783	21,1
PP-01	61,5	115.600	20,9	57,0	77.802	21,1
PP-01	62,0	115.700	20,9	58,0	77.834	21,1
PP-01	63,0	125.000	21,0	58,5	77.853	21,1
PP-01	63,5	125.600	21,1	59,0	78.215	21,1
PP-01	64,0	126.400	21,1	59,2	78.323	21,1
PP-01	65,0	129.000	21,1	59,4	78.412	21,2
PP-01	66,0	131.500	21,2	59,6	78.438	21,2
PP-01	67,0	133.500	21,2	59,8	78.463	21,2
PP-01	68,0	133.900	21,3	60,0	78.487	21,2
PP-01	69,0	133.900	21,3	60,2	78.482	21,2
PP-01	70,0	133.900	21,3	60,4	78.463	21,2
PP-01	71,0	133.900	21,3	60,6	78.501	21,2
PP-01	72,0	133.900	21,3	60,8	78.544	21,2
PP-01	73,0	133.900	21,3	61,0	78.520	21,2
PP-01	74,0	133.900	21,3	61,5	78.576	21,2
PP-01	75,0	146.700	21,4	62,0	95.751	21,2
PP-01	75,0	147.100	21,5	62,2	103.281	21,2
PP-01	76,0	147.900	21,5	62,4	107.694	21,2
PP-01	77,0	149.300	21,5	62,6	119.502	21,2
PP-01	78,0	149.500	21,5	62,8	124.235	21,2
PP-01	79,0	226.500	22,0	63,0	128.775	21,2
PP-01	79,5	226.600	22,1	63,2	133.380	21,2
PP-01	80,0	226.600	22,0	63,4	143.475	21,2
PP-01	82,0	226.600	22,0	63,6	150.984	21,3
PP-01	84,0	226.600	22,1	63,8	153.474	21,3
PP-01	89,0	226.600	22,2	64,0	153.758	21,3
PP-01	94,0	226.600	22,3	64,2	153.837	21,4
PP-01	99,0	226.700	22,3	64,4	153.913	21,4
PP-01	99,7	118.600	22,4	64,6	153.939	21,4
PP-01				64,8	154.011	21,4
PP-01				65,0	154.007	21,4
PP-01				65,5	154.105	21,4
PP-01				66,0	154.102	21,4
PP-01				66,5	154.091	21,4
PP-01				67,0	154.110	21,4
PP-01				67,5	154.054	21,4
PP-01				68,0	154.087	21,4
PP-01				68,5	154.076	21,4
PP-01				69,0	154.061	21,4
PP-01				69,5	154.065	21,4
PP-01				70,0	154.046	21,4
PP-01				70,5	154.095	21,4
PP-01				71,0	154.046	21,4
PP-01				71,5	154.084	21,4
PP-01				72,0	154.035	21,4
PP-01				72,5	154.050	21,4
PP-01				73,0	154.061	21,4
PP-01				73,5	154.069	21,4
PP-01				74,0	154.322	21,4
PP-01				74,2	154.440	21,4
PP-01				74,4	154.440	21,5
PP-01				74,6	154.671	21,5
PP-01				74,8	154.754	21,5
PP-01				75,0	154.724	21,5
PP-01				75,5	155.405	21,6
PP-01				76,0	157.175	21,7
PP-01				76,2	158.800	21,7
PP-01				76,4	159.800	21,7
PP-01				76,6	160.096	21,8
PP-01				76,8	160.639	21,8
PP-01				77,0	161.322	21,8

Fecha Campaña	11/07/2016			22/10/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-01				77,2	161.858	21,9
PP-01				77,4	162.800	21,9
PP-01				77,6	162.107	21,9
PP-01				77,8	164.189	22,0
PP-01				78,0	166.707	22,0
PP-01				78,2	214.188	22,2
PP-01				78,4	237.275	22,4
PP-01				78,6	237.359	22,4
PP-01				78,8	237.503	22,4
PP-01				79,0	237.456	22,4
PP-01				79,5	237.460	22,4
PP-01				80,0	237.530	22,4
PP-01				81,0	237.530	22,4
PP-01				82,0	237.545	22,4
PP-01				84,0	237.512	22,4
PP-01				86,0	237.533	22,4
PP-01				90,0	237.543	22,5
PP-01				95,0	237.563	22,5
PP-01				99,6	134.759	22,6

Fuente: Elaboración propia

### Punto PP-02

**Tabla 5-50 Perfilajes de C.E. punto PP-02, Campañas Octubre y Noviembre 2016**

Fecha Campaña	11/10/2016			06/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-02	0,7	63.404	21,2	0,7	46.610	21,0
PP-02	2,0	63.325	21,2	2,0	46.550	20,9
PP-02	3,0	63.317	21,3	3,0	46.550	20,9
PP-02	4,0	63.289	21,3	4,0	48.510	21,0
PP-02	5,0	63.242	21,3	5,0	48.510	21,0
PP-02	7,0	63.237	21,3	6,0	48.530	21,0
PP-02	9,0	63.228	21,3	7,0	48.560	21,0
PP-02	11,0	63.167	21,3	8,0	48.620	21,0
PP-02	12,0	63.214	21,3	9,0	48.870	21,0
PP-02	13,0	63.224	21,3	10,0	49.280	21,0
PP-02	14,0	63.210	21,3	11,0	49.540	21,0
PP-02	15,0	63.214	21,3	12,0	49.510	21,0
PP-02	16,0	63.116	21,3	13,0	49.450	21,0
PP-02	17,0	63.163	21,3	14,0	49.390	21,0
PP-02	18,0	63.252	21,3	15,0	49.310	21,0
PP-02	19,0	63.397	21,3	16,0	49.310	21,0
PP-02	20,0	63.996	21,4	17,0	49.290	21,0
PP-02	21,0	64.089	21,4	18,0	49.570	21,1
PP-02	22,0	65.223	21,4	19,0	49.830	21,0
PP-02	23,0	65.522	21,4	20,0	63.000	21,3
PP-02	24,0	67.019	21,6	21,0	64.950	21,4
PP-02	25,0	67.236	21,6	22,0	64.980	21,4
PP-02	26,0	67.286	21,6	23,0	65.050	21,4
PP-02	27,0	67.305	21,6	24,0	66.570	21,5
PP-02	28,0	67.397	21,6	25,0	67.130	21,6
PP-02	29,0	67.598	21,7	26,0	67.190	21,6
PP-02	30,0	67.815	21,7	27,0	67.180	21,6
PP-02	31,0	68.601	21,7	28,0	67.310	21,6
PP-02	32,0	69.569	21,8	29,0	67.500	21,7
PP-02	33,0	72.124	21,9	30,0	67.660	21,7
PP-02	34,0	80.779	22,4	31,0	68.200	21,8
PP-02	34,5	80.841	22,4	32,0	69.400	21,8
PP-02	35,0	80.842	22,4	33,0	72.380	22,1
PP-02	36,0	80.946	22,4	34,0	80.980	22,4
PP-02	37,0	80.940	22,4	35,0	81.040	22,4
PP-02	38,0	80.947	22,4	36,0	81.050	22,4
PP-02	39,0	81.020	22,4	37,0	81.070	22,5
PP-02	40,0	81.081	22,4	38,0	81.090	22,4
PP-02	41,0	81.081	22,4	39,0	81.110	22,4
PP-02	42,0	81.099	22,4	40,0	81.130	22,4
PP-02	43,0	81.044	22,4	41,0	81.160	22,4
PP-02	45,0	82.228	22,4	42,0	81.160	22,4

Fecha Campaña	11/10/2016			06/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-02	46,0	84.284	22,4	43,0	81.190	22,4
PP-02	47,0	84.546	22,4	44,0	81.300	22,4
PP-02	48,0	84.692	22,4	45,0	82.100	22,4
PP-02	50,0	84.897	22,3	46,0	84.060	22,4
PP-02	52,0	84.938	22,2	47,0	84.230	22,4
PP-02	54,0	85.199	22,1	48,0	88.310	22,4
PP-02	55,0	92.971	22,1	49,0	84.400	22,3
PP-02	55,5	93.770	22,1	50,0	84.410	22,3
PP-02	56,0	95.068	22,1	51,0	84.470	22,2
PP-02	56,2	95.222	22,1	52,0	84.530	22,2
PP-02	56,5	95.252	22,1	53,0	84.580	22,2
PP-02	57,0	95.505	22,1	54,0	93.790	22,1
PP-02	58,0	96.245	22,0	54,5	93.890	22,1
PP-02	58,5	96.489	22,0	55,0	94.490	22,1
PP-02	59,0	101.069	22,0	55,5	94.970	22,1
PP-02	59,2	101.817	22,0	56,0	95.740	22,1
PP-02	59,4	108.622	22,0	56,5	95.910	22,0
PP-02	59,6	108.740	22,0	57,0	95.990	22,0
PP-02	59,8	110.298	22,0	57,5	96.070	22,0
PP-02	60,0	110.327	22,0	58,0	96.430	22,0
PP-02	60,2	119.997	22,0	58,5	98.880	22,0
PP-02	60,4	122.633	22,0	59,0	101.700	22,0
PP-02	60,6	124.918	22,0	59,2	106.200	22,0
PP-02	60,8	124.991	22,0	59,4	108.000	22,0
PP-02	61,0	131.854	22,0	59,6	109.000	22,0
PP-02	61,2	131.946	22,0	59,8	110.300	22,0
PP-02	61,4	138.218	22,0	60,0	117.400	22,0
PP-02	61,6	140.908	22,0	60,2	118.800	22,0
PP-02	61,8	141.055	22,0	60,4	120.200	22,0
PP-02	62,0	141.201	22,0	60,6	124.300	22,0
PP-02	62,2	141.579	22,0	60,8	126.200	22,0
PP-02	62,4	141.618	22,0	61,0	130.300	22,0
PP-02	62,6	146.074	22,0	61,2	130.400	22,0
PP-02	62,8	147.814	22,0	61,4	137.400	22,0
PP-02	63,0	147.924	22,0	61,6	142.300	22,0
PP-02	63,2	147.922	22,0	61,8	142.400	22,0
PP-02	63,4	147.898	22,0	62,0	142.500	22,0
PP-02	63,6	151.921	22,0	62,2	142.700	22,0
PP-02	63,8	151.940	22,0	62,4	144.200	22,0
PP-02	64,0	152.024	22,0	62,6	146.700	22,0
PP-02	64,2	152.006	22,0	62,8	147.300	22,0
PP-02	64,4	157.676	22,0	63,0	148.800	22,0
PP-02	64,6	158.822	22,0	63,2	148.800	22,0
PP-02	64,8	159.087	22,0	63,4	148.800	22,0
PP-02	65,0	161.906	22,0	63,6	151.200	22,0
PP-02	65,2	161.779	22,0	63,8	152.800	22,1
PP-02	65,4	168.065	22,0	64,0	152.900	22,0
PP-02	65,6	168.071	22,0	64,2	155.100	22,0
PP-02	65,8	168.053	22,0	64,4	157.100	22,0
PP-02	66,0	177.588	22,0	64,6	159.600	22,0
PP-02	66,2	178.993	22,0	64,8	160.000	22,1
PP-02	66,4	179.048	22,0	65,0	162.000	22,1
PP-02	66,6	188.069	22,1	65,2	165.300	22,1
PP-02	66,8	188.188	22,1	65,4	167.600	22,1
PP-02	67,0	192.447	22,1	65,6	167.800	22,1
PP-02	67,2	195.683	22,1	65,8	169.800	22,1
PP-02	67,4	199.727	22,1	66,0	177.300	22,1
PP-02	67,6	199.697	22,1	66,2	178.400	22,1
PP-02	67,8	204.053	22,1	66,4	182.000	22,1
PP-02	68,0	204.086	22,1	66,6	187.700	22,1
PP-02	68,2	203.998	22,1	66,8	188.100	22,1
PP-02	68,4	208.070	22,1	67,0	193.900	22,1
PP-02	68,6	212.277	22,1	67,2	197.300	22,1
PP-02	68,8	213.985	22,1	67,4	202.700	22,1
PP-02	69,0	214.102	22,1	67,6	202.700	22,1
PP-02	69,2	216.371	22,1	67,8	207.700	22,1
PP-02	69,4	216.423	22,1	68,0	207.900	22,1
PP-02	69,6	218.974	22,1	68,2	210.000	22,1
PP-02	69,8	219.069	22,1	68,4	212.900	22,1
PP-02	70,0	219.134	22,1	68,6	216.100	22,1
PP-02	70,2	219.128	22,1	68,8	216.700	22,1

Fecha Campaña	11/10/2016			06/11/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-02	70,4	219.100	22,1	69,0	217.900	22,1
PP-02	70,6	219.066	22,1	69,2	218.100	22,1
PP-02	70,8	219.134	22,1	69,4	220.300	22,1
PP-02	71,0	219.097	22,1	69,6	220.000	22,1
PP-02	71,5	221.428	22,1	69,8	220.200	22,1
PP-02	72,0	221.547	22,1	70,0	220.300	22,1
PP-02	72,2	221.547	22,1	70,5	220.300	22,1
PP-02	72,4	221.526	22,1	71,0	220.300	22,1
PP-02	72,6	221.531	22,1	71,5	222.000	22,1
PP-02	72,8	221.500	22,1	72,0	222.200	22,1
PP-02	73,0	221.500	22,1	72,5	222.200	22,1
PP-02	74,0	221.759	22,1	73,0	222.200	22,1
PP-02	75,0	221.804	22,1	74,0	222.500	22,1
PP-02	76,0	222.287	22,2	75,0	223.000	22,2
PP-02	77,0	222.754	22,2	77,0	224.000	22,2
PP-02	78,0	223.728	22,2	79,0	225.500	22,2
PP-02	79,0	224.160	22,2	80,4	80.300	22,2
PP-02	80,0	224.107	22,2			
PP-02	80,6	102.303	22,2			

Fuente: Elaboración propia

**Punto PP-03**

**Tabla 5-51 Perfilajes de C.E. punto PP-03, Campañas Agosto y Octubre 2016.**

Fecha Campaña	01/08/2016			12/10/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-03	0,7	26.640	25,4	0,7	24.964	25,1
PP-03	1,0	24.630	25,5	2,0	25.088	25,6
PP-03	2,0	24.660	25,5	4,0	25.087	25,6
PP-03	3,0	24.660	25,5	6,0	25.101	25,7
PP-03	4,0	25.640	25,5	8,0	25.102	25,7
PP-03	5,0	24.660	25,5	10,0	25.102	25,7
PP-03	6,0	24.660	25,5	12,0	25.102	25,7
PP-03	7,0	24.650	25,5	14,0	25.102	25,7
PP-03	8,0	24.640	25,5	16,0	25.116	25,7
PP-03	9,0	24.650	25,5	18,0	25.102	25,7
PP-03	10,0	24.650	25,5	20,0	25.101	25,7
PP-03	12,0	24.650	25,5	22,0	25.097	25,7
PP-03	14,0	24.650	25,5	24,0	25.116	25,7
PP-03	16,0	24.650	25,5	26,0	25.099	25,7
PP-03	18,0	24.650	25,5	28,0	25.094	25,7
PP-03	20,0	24.650	25,5	30,0	25.096	25,7
PP-03	22,0	24.640	25,5	32,0	25.106	25,7
PP-03	24,0	24.660	25,5	34,0	25.092	25,7
PP-03	26,0	24.650	25,5	36,0	25.091	25,7
PP-03	28,0	24.650	25,5	38,0	25.101	25,7
PP-03	30,0	24.650	25,5	40,0	25.100	25,7
PP-03	32,0	24.650	25,5	45,0	25.147	25,7
PP-03	34,0	24.670	25,5	50,0	25.210	25,7
PP-03	36,0	24.670	25,5	55,0	25.410	25,7
PP-03	38,0	24.660	25,5	60,0	25.740	25,7
PP-03	40,0	24.640	25,6	65,0	25.575	25,8
PP-03	42,0	24.640	25,6	70,0	25.841	25,8
PP-03	44,0	24.630	25,6	71,0	25.982	25,8
PP-03	46,0	24.630	25,6	72,0	26.084	25,8
PP-03	48,0	24.620	25,6	72,5	25.965	25,8
PP-03	50,0	24.620	25,6	73,0	26.099	25,8
PP-03	52,0	24.620	25,6	74,0	26.130	25,8
PP-03	54,0	24.630	25,6	75,0	26.216	25,8
PP-03	56,0	24.670	25,6	76,0	26.150	25,8
PP-03	58,0	24.920	25,6	77,0	26.064	25,8
PP-03	59,0	24.900	25,6	78,0	26.267	25,8
PP-03	60,0	24.910	25,7	79,0	26.300	25,8
PP-03	61,0	24.870	25,6	80,0	26.486	25,8
PP-03	62,0	24.810	25,6	81,0	26.617	25,8
PP-03	63,0	24.820	25,7	82,0	26.686	25,8
PP-03	64,0	24.880	25,7	83,0	26.602	25,8
PP-03	65,0	24.740	25,7	84,0	26.887	25,8
PP-03	66,0	24.740	25,7	85,0	27.763	25,8
PP-03	67,0	24.760	25,7	85,5	28.018	25,8
PP-03	68,0	24.770	25,7	86,0	28.842	25,8
PP-03	70,0	24.810	25,7	86,5	29.113	25,8
PP-03	71,0	24.850	25,7	87,0	29.927	25,8
PP-03	72,0	24.830	25,9	87,2	30.063	25,8
PP-03	73,0	25.000	25,7	87,4	29.976	25,8
PP-03	74,0	25.100	25,7	87,6	29.891	25,8
PP-03	75,0	24.870	25,7	87,8	29.997	25,8
PP-03	76,0	24.980	25,7	88,0	30.555	25,8
PP-03	77,0	24.980	25,7	88,2	30.837	25,8
PP-03	78,0	25.360	25,7	88,4	30.939	25,8
PP-03	79,0	25.280	25,7	88,6	30.971	25,8
PP-03	80,0	25.280	25,7	88,8	30.954	25,8
PP-03	81,0	25.490	25,7	89,0	31.089	25,8
PP-03	82,0	25.480	25,7	89,2	31.176	25,8
PP-03	83,0	25.390	25,7	89,4	31.223	25,8
PP-03	84,0	25.390	25,7	89,6	31.394	25,8
PP-03	85,0	25.930	25,7	89,8	31.380	25,8
PP-03	86,0	26.350	25,7	90,0	59.954	25,9
PP-03	86,5	27.160	25,7	90,2	68.729	25,9
PP-03	87,0	28.300	25,7	90,4	68.902	25,9
PP-03	87,5	28.300	25,7	90,6	69.084	25,9
PP-03	88,0	28.280	25,7	90,8	69.147	25,9



Fecha Campaña	01/08/2016			12/10/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-03	89,0	28.380	25,7	91,0	69.126	25,9
PP-03	90,0	29.290	25,7	91,2	69.109	25,9
PP-03	91,0	62.620	25,5	91,4	69.121	25,9
PP-03	91,5	63.220	25,5	91,6	69.112	25,9
PP-03	92,0	63.380	25,5	91,8	69.100	25,9
PP-03	92,5	63.520	25,5	92,0	69.125	25,9
PP-03	93,0	64.050	25,5	92,2	69.134	25,9
PP-03	93,5	66.950	25,6	92,4	69.188	25,9
PP-03	94,0	67.680	25,6	92,6	69.243	25,9
PP-03	95,0	69.180	25,5	92,8	69.582	25,9
PP-03	95,5	70.930	25,6	93,0	71.385	25,9
PP-03	96,0	74.870	25,6	93,2	72.007	25,9
PP-03	96,5	77.530	25,6	93,4	72.573	25,9
PP-03	97,0	78.870	25,7	93,6	72.764	25,9
PP-03	98,0	80.930	25,8	93,8	72.776	25,9
PP-03	99,0	85.490	25,8	94,0	73.030	25,9
PP-03	100,0	111.100	25,8	94,5	73.398	26,0
PP-03				95,0	74.092	26,0
PP-03				95,5	75.347	26,0
PP-03				95,7	76.560	26,0
PP-03				95,9	79.862	26,0
PP-03				96,1	81.854	26,0
PP-03				96,3	82.937	26,0
PP-03				96,5	83.530	26,0
PP-03				96,7	84.370	26,0
PP-03				96,9	86.491	26,0
PP-03				97,1	87.026	26,0
PP-03				97,3	87.246	26,0
PP-03				97,5	87.432	26,0
PP-03				98,0	87.979	26,0
PP-03				98,5	90.791	26,0
PP-03				98,7	92.408	26,0
PP-03				98,9	94.409	26,0
PP-03				99,1	95.959	26,0
PP-03				99,3	97.102	26,0
PP-03				99,5	97.468	26,0
PP-03				100,0	110.597	26,0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-52 Perfilajes de C.E. punto PP-03, Campañas Noviembre y Diciembre 2016.**

Fecha Campaña	07/11/2016			20/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-03	0,7	25.040	25,7	0,7	25.450	25,5
PP-03	2,0	24.990	25,7	1,0	25.420	25,6
PP-03	3,0	24.990	25,7	2,0	25.440	25,6
PP-03	4,0	24.970	25,7	4,0	25.440	25,6
PP-03	5,0	24.970	25,7	6,0	25.420	25,6
PP-03	6,0	24.980	25,7	8,0	25.440	25,6
PP-03	7,0	24.970	25,7	10,0	25.420	25,6
PP-03	8,0	24.970	25,7	12,0	25.420	25,6
PP-03	9,0	24.970	25,7	14,0	25.420	25,6
PP-03	10,0	24.970	25,7	16,0	25.420	25,6
PP-03	11,0	24.970	25,7	18,0	25.440	25,6
PP-03	12,0	24.970	25,7	20,0	25.440	25,6
PP-03	13,0	24.970	25,7	22,0	25.430	25,6
PP-03	14,0	24.970	25,7	24,0	25.440	25,6
PP-03	15,0	24.970	25,7	26,0	25.420	25,6
PP-03	16,0	24.970	25,7	28,0	25.430	25,6
PP-03	17,0	24.980	25,6	30,0	25.460	25,6
PP-03	18,0	24.960	25,7	32,0	25.460	25,6
PP-03	19,0	24.960	25,6	34,0	25.460	25,6
PP-03	20,0	24.960	25,7	36,0	25.440	25,6
PP-03	21,0	24.970	25,7	38,0	25.440	25,6
PP-03	22,0	24.970	25,7	40,0	25.470	25,6
PP-03	23,0	24.970	25,7	42,0	25.490	25,6
PP-03	24,0	24.970	25,7	44,0	25.520	25,7
PP-03	25,0	24.970	25,7	46,0	25.500	25,7
PP-03	26,0	24.980	25,7	48,0	25.520	25,7
PP-03	27,0	24.970	25,7	50,0	25.540	25,6
PP-03	28,0	24.970	25,7	52,0	25.550	25,7
PP-03	29,0	24.970	25,7	54,0	25.550	25,7
PP-03	30,0	24.980	25,7	56,0	25.530	25,7
PP-03	31,0	24.980	25,7	58,0	25.890	25,7
PP-03	32,0	24.960	25,7	60,0	25.900	25,7
PP-03	33,0	24.970	25,7	62,0	25.880	25,7
PP-03	34,0	24.980	25,7	64,0	25.940	25,7
PP-03	35,0	24.980	25,7	66,0	25.870	25,7
PP-03	36,0	24.980	25,7	68,0	26.010	25,7
PP-03	37,0	24.990	25,7	70,0	26.180	25,7
PP-03	38,0	24.970	25,7	72,0	26.320	25,7
PP-03	39,0	24.980	25,7	74,0	26.410	25,8
PP-03	40,0	24.990	25,7	76,0	26.340	25,8
PP-03	41,0	24.980	25,7	78,0	26.570	25,8
PP-03	42,0	25.030	25,7	80,0	26.670	25,8
PP-03	43,0	25.040	25,7	82,0	26.940	25,8
PP-03	44,0	25.040	25,7	84,0	27.070	25,8
PP-03	45,0	25.040	25,7	85,0	27.560	25,8
PP-03	46,0	25.030	25,7	86,0	28.350	25,8
PP-03	47,0	25.030	25,7	87,0	30.270	25,8
PP-03	48,0	25.040	25,7	88,0	30.490	25,8
PP-03	49,0	25.040	25,7	88,2	31.310	25,8
PP-03	50,0	25.070	25,7	88,4	31.520	25,8
PP-03	51,0	25.080	25,7	88,6	31.500	25,8
PP-03	52,0	25.050	25,7	88,8	31.510	25,8
PP-03	53,0	25.070	25,7	89,0	31.710	25,8
PP-03	54,0	25.090	25,7	89,2	32.180	25,8
PP-03	55,0	25.010	25,7	89,4	32.470	25,8
PP-03	56,0	25.290	25,7	89,6	33.100	25,8
PP-03	57,0	25.290	25,8	89,8	34.770	25,8
PP-03	58,0	25.430	25,7	90,0	67.270	25,9
PP-03	59,0	25.450	25,7	90,2	68.740	25,7
PP-03	60,0	25.420	25,8	90,4	68.880	25,9
PP-03	61,0	25.450	25,7	90,6	69.120	25,9
PP-03	62,0	25.410	25,7	90,8	69.290	25,9
PP-03	63,0	25.430	25,7	91,0	69.340	25,9
PP-03	64,0	25.460	25,8	92,0	69.470	25,9
PP-03	65,0	25.470	25,8	93,0	71.840	25,9
PP-03	66,0	25.460	25,8	94,0	73.460	25,9
PP-03	67,0	25.470	25,8	95,0	74.820	25,9
PP-03	68,0	25.530	25,8	95,5	75.920	25,9

Fecha Campaña	07/11/2016			20/12/2016		
	NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]
PP-03	69,0	25.590	25,8	96,0	81.480	25,9
PP-03	70,0	25.640	25,8	96,5	83.190	25,9
PP-03	71,0	25.770	25,8	97,0	86.180	26,0
PP-03	72,0	25.930	25,8	97,5	86.810	26,0
PP-03	73,0	25.790	25,8	98,0	87.250	26,0
PP-03	74,0	25.880	25,8	98,5	89.280	26,0
PP-03	75,0	26.030	25,8	99,0	91.630	26,0
PP-03	76,0	25.950	25,8	99,2	92.210	26,0
PP-03	77,0	26.070	25,8	99,4	92.700	26,0
PP-03	78,0	26.100	25,8	99,6	92.930	26,0
PP-03	79,0	26.180	25,8	99,8	93.490	26,0
PP-03	80,0	26.320	25,8	100,0	99.740	26,0
PP-03	81,0	26.180	25,8	100,2	111.700	26,0
PP-03	82,0	26.480	25,8	100,4	114.000	26,0
PP-03	83,0	26.460	25,8	100,6	115.600	26,0
PP-03	84,0	26.570	25,8	100,8	119.400	26,0
PP-03	85,0	27.250	25,8	101,0	120.400	26,0
PP-03	85,5	27.390	25,8	101,2	120.700	26,0
PP-03	86,0	28.010	25,8	101,4	120.800	26,0
PP-03	86,5	28.960	25,8	101,6	120.900	26,0
PP-03	87,0	29.610	25,8	101,8	120.800	26,0
PP-03	87,2	29.490	25,8	102,0	120.800	26,0
PP-03	87,4	29.770	25,8	102,2	120.900	26,0
PP-03	87,6	29.770	25,8	102,4	120.900	26,0
PP-03	87,8	29.520	25,8	102,6	120.900	26,0
PP-03	88,0	30.280	25,8	102,8	121.100	26,0
PP-03	88,2	31.310	25,8	103,0	121.400	26,0
PP-03	88,4	31.190	25,8	103,2	125.600	26,0
PP-03	88,6	31.810	25,8	103,4	132.800	26,0
PP-03	88,8	31.870	25,8	103,6	136.500	26,0
PP-03	89,0	32.080	25,8	103,8	138.000	26,0
PP-03	89,2	33.360	25,8	104,0	139.900	26,0
PP-03	89,4	34.210	25,8	104,2	141.300	26,1
PP-03	89,6	35.270	25,9	104,4	142.700	26,1
PP-03	89,8	37.700	25,8	104,6	147.100	26,1
PP-03	90,0	68.440	25,9	104,8	155.100	26,1
PP-03	90,2	68.460	25,9	105,0	165.500	26,1
PP-03	90,4	68.530	25,9	105,2	173.300	26,1
PP-03	90,6	68.840	25,9	105,4	181.400	26,1
PP-03	90,8	69.070	25,9	105,6	187.400	26,1
PP-03	91,0	69.050	25,9	105,8	188.900	26,1
PP-03	91,5	69.090	25,9	106,0	189.200	26,1
PP-03	92,0	69.120	25,9	106,2	189.900	26,1
PP-03	93,0	71.490	25,9	106,4	190.900	26,1
PP-03	94,0	73.080	25,9	106,6	193.700	26,1
PP-03	95,0	74.240	26,0	106,8	196.600	26,1
PP-03	95,2	75.080	26,0	107,0	199.500	26,1
PP-03	95,4	75.370	26,0	107,2	201.900	26,1
PP-03	95,6	76.090	26,0	107,4	205.100	26,1
PP-03	95,8	77.610	26,0	107,6	207.100	26,1
PP-03	96,0	81.240	26,0	107,8	207.600	26,1
PP-03	96,2	82.290	26,0	108,0	208.900	26,1
PP-03	96,4	82.650	26,0	108,2	211.400	26,1
PP-03	96,6	83.460	26,0	108,4	212.100	26,1
PP-03	96,8	84.940	26,0	108,6	212.400	26,1
PP-03	97,0	86.140	26,0	108,8	212.400	26,1
PP-03	98,0	87.030	26,0	109,0	212.400	26,1
PP-03	98,5	89.190	26,0	109,2	212.500	26,2
PP-03	99,0	92.000	26,0	109,4	212.400	26,2
PP-03	99,5	93.560	26,0	109,6	212.500	26,2
PP-03	100,0	104.800	26,0	109,8	212.700	26,2
PP-03				110,0	213.300	26,2
PP-03				110,2	213.800	26,2
PP-03				110,4	214.400	26,2
PP-03				110,6	214.600	26,2
PP-03				110,8	214.800	26,2
PP-03				111,0	214.900	26,2
PP-03				111,2	215.100	26,2
PP-03				111,4	215.200	26,2
PP-03				111,6	215.300	26,2
PP-03				111,8	215.300	26,2

Fecha Campaña	07/11/2016			20/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
PP-03				112,0	215.400	26,2
PP-03				112,2	215.400	26,2
PP-03				112,4	215.400	26,2
PP-03				112,6	215.500	26,2
PP-03				112,8	215.500	26,2
PP-03				113,0	215.500	26,3
PP-03				113,2	215.600	26,3
PP-03				113,4	215.500	26,3
PP-03				113,6	215.400	26,3
PP-03				113,8	215.300	26,3
PP-03				114,0	215.200	26,3
PP-03				114,2	215.100	26,3
PP-03				114,4	215.000	26,3
PP-03				114,6	214.800	26,3
PP-03				114,8	214.700	26,3
PP-03				115,0	214.700	26,3
PP-03				115,2	214.600	26,3
PP-03				115,4	214.500	26,3
PP-03				115,6	214.500	26,3
PP-03				115,8	214.400	26,3
PP-03				116,0	214.300	26,3
PP-03				116,2	214.300	26,3
PP-03				116,4	214.300	26,4
PP-03				116,6	214.500	26,4
PP-03				116,8	216.600	26,4
PP-03				117,0	217.000	26,4
PP-03				117,2	217.100	26,4
PP-03				117,4	219.000	26,4
PP-03				117,6	220.100	26,4
PP-03				117,8	220.100	26,4
PP-03				118,0	220.100	26,4
PP-03				118,2	135.400	26,4
PP-03				118,4	119.200	26,4
PP-03				118,6	119.900	26,4

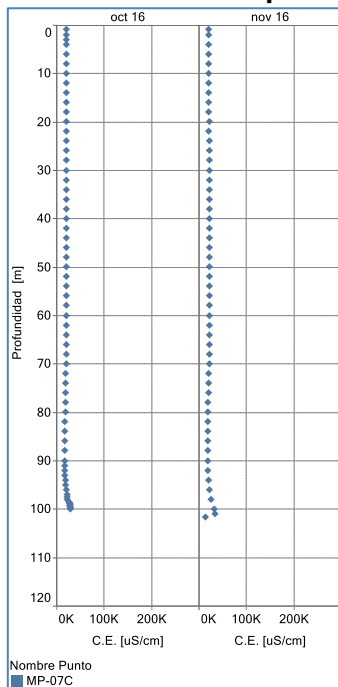
Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan gráficos y un análisis de los datos registrados.

**En relación al punto MP-07C,**

De la Figura 5-66, es posible observar que el punto MP-07C, hasta la profundidad monitoreada, 101,8 m, no muestra cambios importantes en la C.E., por lo que en esta zona no observa la presencia de la interfase salina sobre dichos metros, es decir, la interfase estaría ubicada más profunda. Cabe mencionar que para este punto se ha decidido perforarlo nuevamente a una mayor profundidad.

**Figura 5-66 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C, 2016**

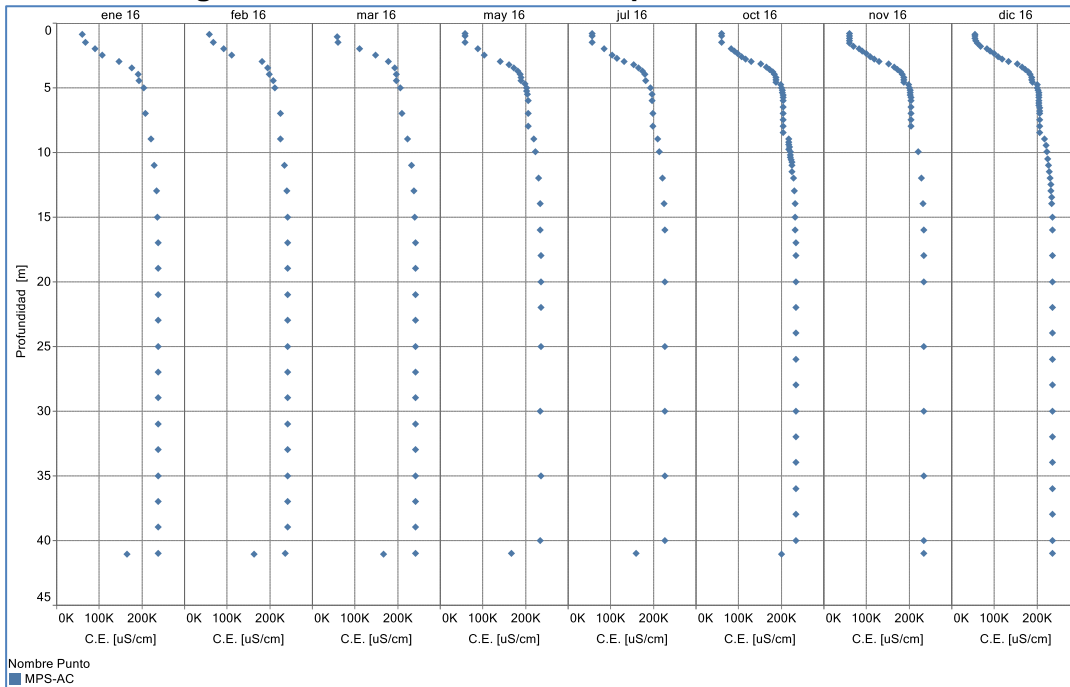


Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto MPS-AC,**

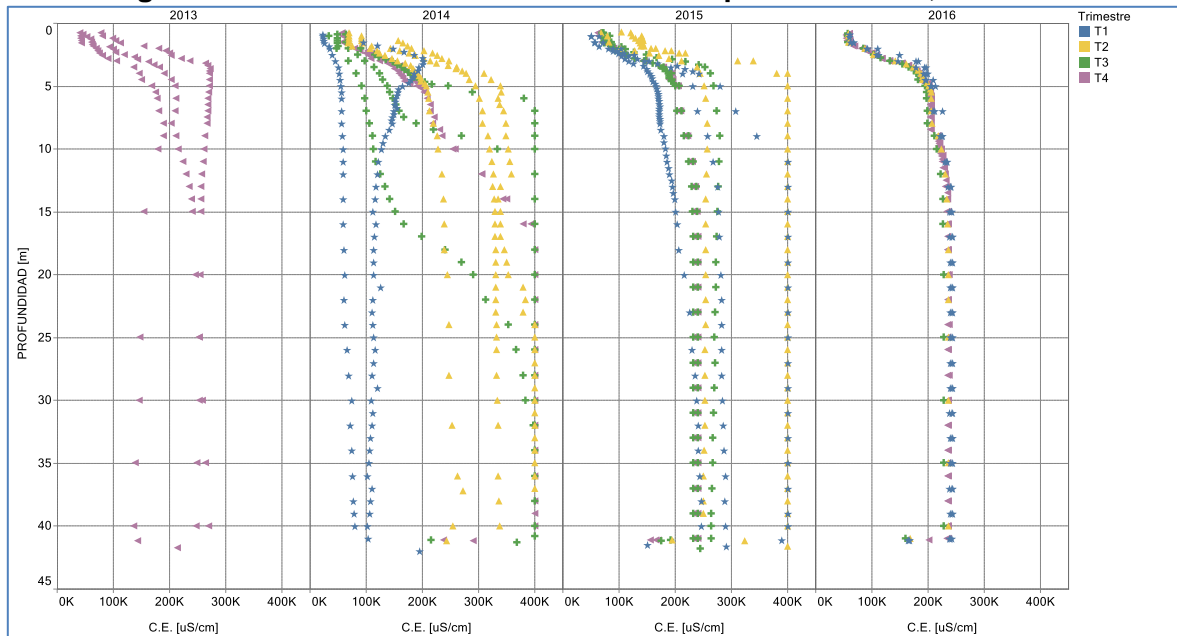
El punto MPS-AC, se ubica en el entorno del Sistema Peine, el perfil de conductividad se muestra en la Figura 5-67, en ella se aprecia que entre los 3 y 5 metros de profundidad se produce el cambio. A excepción del año 2014 donde se observa una gran variación en la suposición de las curvas, alcanzando los 20 m de profundidad. Lo anterior, se debe al cambio de equipo de medición por uno más preciso a altas conductividades, por ende este fenómeno no se vuelve a observar. Por lo que se considera que no hay desplazamiento de la cuña en el tiempo para este punto.

**Figura 5-67 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC, 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-68 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC, 2013-2016**



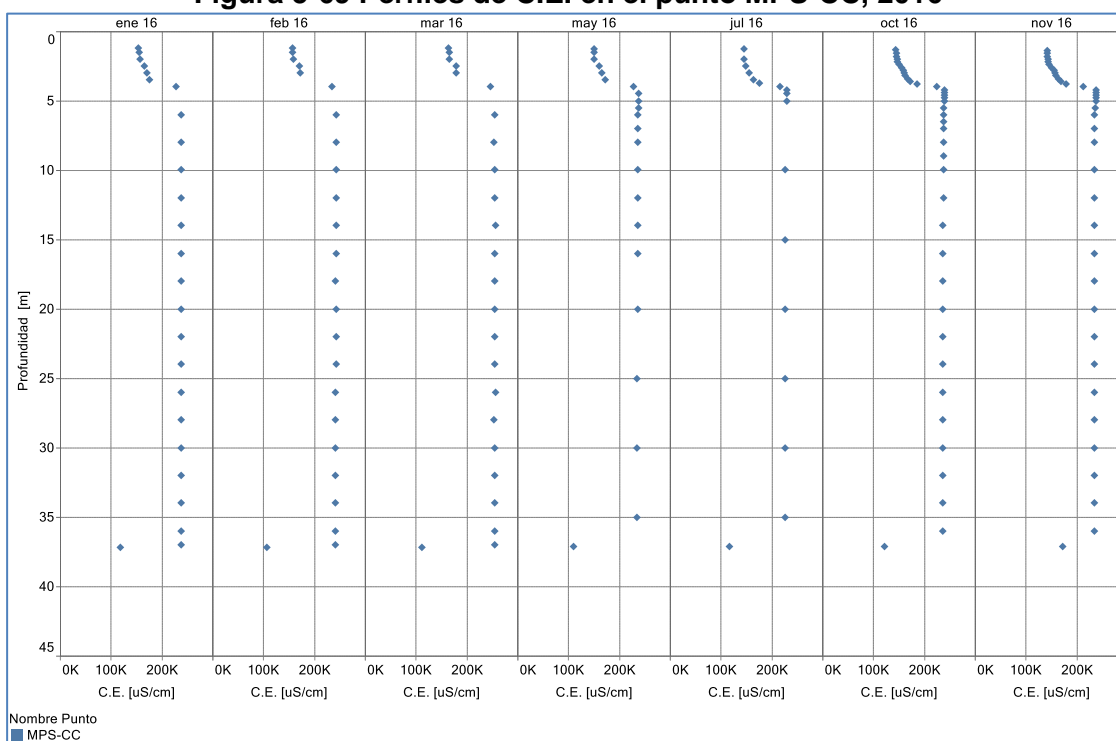
Fuente: Elaboración propia



**En relación al punto MPS-CC,**

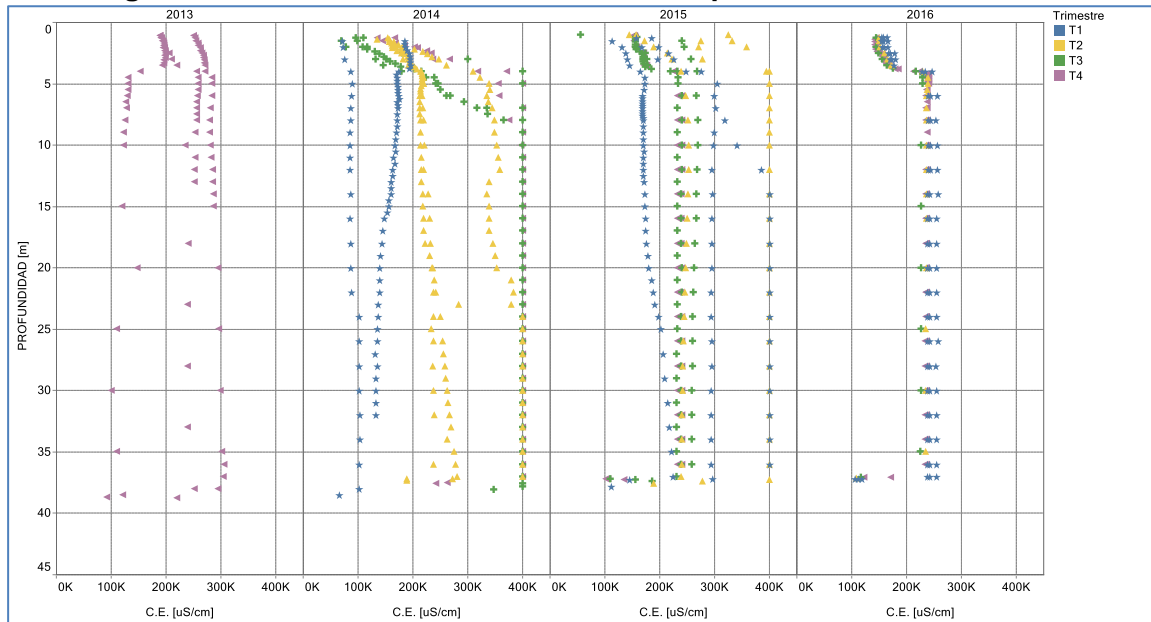
Igual que para el punto MPS-AC, para el punto MPS-CC, Figura 5-69, la posición del cambio de CE, Cuña Salina, se produce entre los 3 y los 4 metros de profundidad, un poco mas somero que el punto MPS-AC, lo cual es consistente con la ubicación relativas de estos puntos, por encontrarse MPS-CC más cercano al núcleo. De los registros históricos, Figura 5-70, se tiene que el año 2016 no ha habido cambios en la posición de la interfase salina y la posición de la cuña se ha mantenido. Sin embargo, se observa en mismo fenómeno que en el año 2014 para el punto MPS-AC.

**Figura 5-69 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC, 2016**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-70 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC, 2013-2016**

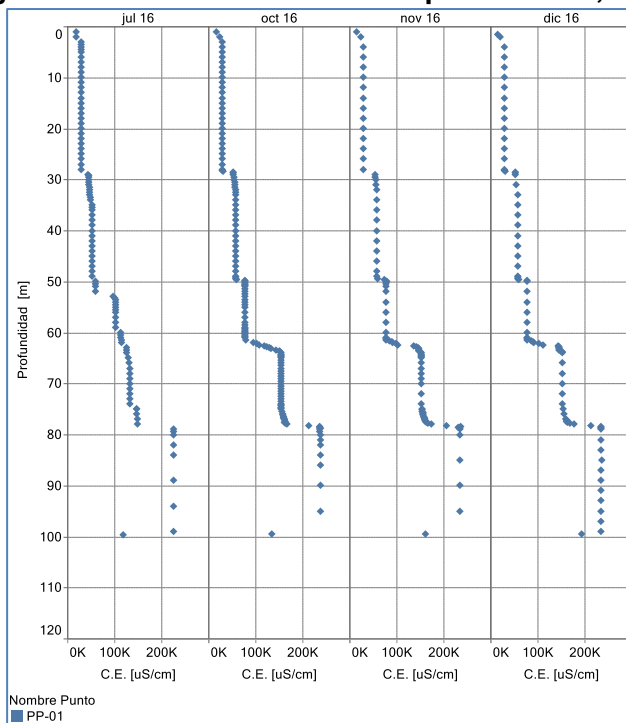


Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto PP-01,**

Lo que se observa para el punto PP-01, Figura 5-71, es muy interesante ya que la interfase de los cambios de la CE es escalonada a través de varios metros, y no en forma brusca. Entre los 30 a los 100 metros, se observa en varias profundidades varios cambios de CE, es decir, se produce en forma paulatina en 70 [m]. de transición. El punto PP-01 es un punto nuevo, por lo que no se cuenta con registros históricos.

**Figura 5-71 Perfiles de C.E. en el punto PP-01, 2016**

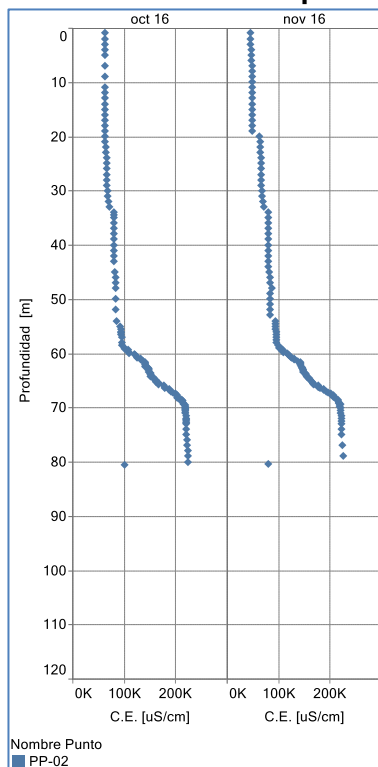


Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto PP-02,**

El punto PP-02, ubicado más cerca al núcleo Figura 5-72, presenta el cambio de CE o la interfase de CE, entre los 60 y los 80 metros de profundidad. El punto PP-02 es un punto nuevo, por lo que no se cuenta con registros históricos.

**Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto PP-02, 2016**

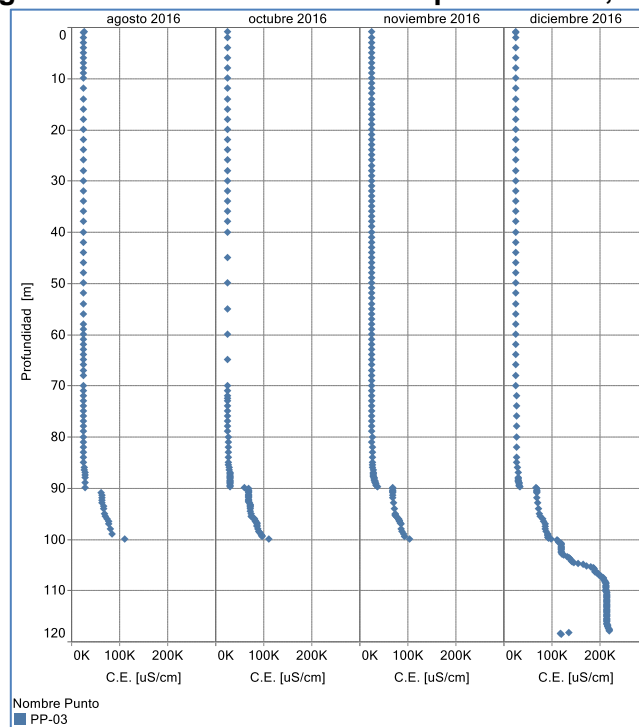


Fuente: Elaboración propia

**En relación al punto PP-03,**

Finalmente, el punto PP-03, se comenzó a medir en agosto del 2016, Figura 5-73 presenta el inicio del cambio de CE a los 90 metros. Se observa en las primeras campañas que hasta los 100 m, aún no era claro el cambio de la interfase. Por lo anterior, en la campaña de diciembre se realiza el perfil hasta los 120 m y con ello, se logra detectar que el cambio de la interfase se produce en forma paulatina entre los 90 hasta los 120 m. A esta altura, ubicado en la misma línea referencial que MP-07C, se puede confirmar que en el punto MP-07C la interfase está bajo los 100 m.

**Figura 5-73 Perfiles de C.E. en el punto PP-03, 2016**



Fuente: Elaboración propia

En resumen, para el Sector Peine se puede indicar que, considerando todos los puntos de este Sector, y la ubicación relativa de cada uno de ellos, se puede concluir que la cuña se va profundizando a medida que los puntos se alejan del núcleo. Asimismo se observa que las profundidades de la cuña, en cada pozo, no ha variado en el año 2016 respecto de los registros históricos y por lo tanto se mantiene la posición de la interfase en este Sector.

### 5.7.3 Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-74 se muestra la ubicación relativa del punto que mide cuña salina en este Sector, y que corresponde al punto MP-12C. Se muestran también los demás puntos de medición en Peine y LP-LB sólo para referencia de ubicación.

**Figura 5-74 Mapa Ubicación Punto de medición de Cuña en Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-75 se presentan graficados los datos del perfil para las campañas del año 2016.

En la Tabla 5-53 siguiente, se presentan los registros de Conductividad Eléctrica, vs profundidad y Temperatura medida en el punto MP-12C, para las campañas que se tiene información, que corresponden a Octubre, Noviembre y Diciembre de 2016.



## Punto MP-12C

**Tabla 5-53 Perfiles de C.E. punto MP-12C, Campañas Octubre, Noviembre, Diciembre 2016.**

Fecha Campaña	12/10/2016			18/11/2016			21/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-12C	9,7	18.208	22,8	9,7	14.360	21,7	10,0	12.370	22,8
MP-12C	11,0	18.160	22,7	11,0	14.280	22,7	12,0	12.370	22,7
MP-12C	12,0	18.149	22,8	12,0	14.270	22,7	14,0	12.370	22,7
MP-12C	14,0	18.107	22,8	13,0	14.260	22,7	16,0	12.360	22,7
MP-12C	16,0	18.048	22,8	14,0	14.250	22,7	18,0	12.360	22,8
MP-12C	18,0	18.000	22,9	15,0	14.220	22,7	20,0	13.310	22,8
MP-12C	20,0	18.339	22,9	16,0	14.210	22,8	20,5	14.310	22,8
MP-12C	21,0	24.105	22,9	18,0	14.180	22,8	21,0	16.270	22,8
MP-12C	22,0	33.548	22,9	20,0	14.170	22,8	21,5	20.290	22,8
MP-12C	22,5	33.869	22,9	20,5	15.050	22,8	22,0	23.990	22,8
MP-12C	23,0	33.903	22,9	21,0	17.370	22,8	22,5	24.230	22,8
MP-12C	23,5	34.595	22,9	21,5	22.570	22,8	23,0	24.260	22,9
MP-12C	24,0	35.606	22,9	22,0	27.540	22,8	23,5	26.350	22,9
MP-12C	24,5	37.004	22,9	22,5	27.600	22,8	24,0	28.120	22,9
MP-12C	25,0	38.833	23,0	23,0	27.650	22,9	24,5	30.260	22,9
MP-12C	25,5	40.078	23,0	23,5	29.190	22,9	25,0	32.380	22,9
MP-12C	26,0	42.954	23,0	24,0	30.990	22,9	25,5	33.800	22,9
MP-12C	26,5	44.435	23,0	24,5	33.030	22,9	26,0	35.220	22,9
MP-12C	27,0	47.845	23,0	25,0	35.800	22,9	27,0	38.800	22,9
MP-12C	27,5	48.786	23,0	25,5	36.230	22,9	28,0	42.310	23,0
MP-12C	28,0	49.626	23,0	26,0	37.090	22,9	29,0	43.290	23,0
MP-12C	28,5	50.033	23,0	26,5	39.690	22,9	30,0	46.580	23,0
MP-12C	29,0	50.206	23,0	27,0	42.420	23,0	31,0	47.400	23,0
MP-12C	29,5	50.664	23,1	27,5	43.440	23,0	32,0	47.900	23,1
MP-12C	30,0	50.794	23,1	28,0	44.980	23,0	34,0	56.940	23,1
MP-12C	31,0	51.057	23,1	28,5	45.030	23,0	36,0	58.990	23,1
MP-12C	32,0	52.064	23,1	29,0	45.110	23,0	38,0	61.880	23,2
MP-12C	32,5	52.916	23,1	30,0	48.460	23,0	40,0	64.610	23,3
MP-12C	33,0	54.072	23,1	31,0	49.510	23,0	42,0	66.020	23,3
MP-12C	33,5	55.203	23,2	32,0	50.590	23,1	44,0	67.520	23,4
MP-12C	34,0	55.307	23,2	33,0	55.470	23,1	46,0	69.670	23,4
MP-12C	34,5	55.820	23,2	34,0	57.560	23,1	48,0	72.010	23,5
MP-12C	35,0	56.615	23,2	35,0	58.100	23,1	49,0	73.920	23,5
MP-12C	35,5	57.143	23,2	36,0	58.490	23,2	50,0	76.300	23,5
MP-12C	36,0	57.719	23,2	37,0	59.580	23,2	50,5	77.650	23,5
MP-12C	36,5	58.299	23,2	38,0	60.810	23,2	51,0	78.470	23,5
MP-12C	37,0	58.677	23,2	39,0	62.000	23,2	51,5	79.480	23,5
MP-12C	37,5	59.163	23,3	40,0	62.760	23,3	52,0	82.110	23,6
MP-12C	38,0	59.590	23,3	41,0	63.340	23,3	52,5	84.260	23,6
MP-12C	38,5	60.075	23,3	42,0	63.960	23,3	53,0	86.630	23,6
MP-12C	39,0	60.166	23,3	43,0	64.580	23,3	53,5	89.400	23,6
MP-12C	40,0	60.280	23,3	44,0	65.160	23,4	54,0	96.320	23,6
MP-12C	41,0	60.801	23,3	45,0	65.890	23,4	54,2	97.620	23,6
MP-12C	41,5	61.403	23,4	46,0	66.920	23,4	54,4	101.500	23,6
MP-12C	42,0	61.452	23,4	47,0	67.890	23,5	54,6	106.500	23,7
MP-12C	43,0	62.071	23,4	48,0	69.000	23,5	54,8	108.600	23,6
MP-12C	44,0	62.599	23,4	49,0	70.540	23,5	55,0	110.700	23,6
MP-12C	45,0	63.185	23,5	50,0	72.730	23,5	55,2	112.500	23,6
MP-12C	46,0	63.689	23,5	51,0	74.650	23,5	55,4	115.000	23,6
MP-12C	47,0	64.318	23,5	51,5	76.430	23,5	55,6	116.100	23,6
MP-12C	48,0	65.071	23,5	52,0	79.720	23,6	55,8	117.100	23,6
MP-12C	49,0	66.059	23,6	52,2	80.040	23,6	56,0	117.700	23,6
MP-12C	50,0	67.305	23,6	52,4	81.340	23,6	56,2	118.700	23,6
MP-12C	51,0	68.407	23,6	52,6	82.740	23,6	56,4	119.900	23,6
MP-12C	51,5	70.959	23,6	52,8	83.540	23,6	56,6	120.200	23,6
MP-12C	52,0	76.474	23,6	53,0	84.360	23,6	56,8	120.600	23,6
MP-12C	52,2	76.712	23,6	53,2	85.560	23,6	57,0	122.400	23,7
MP-12C	52,4	78.841	23,6	53,4	86.300	23,6	57,2	123.800	23,7
MP-12C	52,6	79.642	23,6	53,6	87.210	23,6	57,4	124.000	23,7
MP-12C	52,8	80.236	23,6	53,8	90.810	23,6	57,6	125.900	23,7
MP-12C	53,0	81.742	23,6	54,0	97.500	23,6	57,8	127.100	23,7
MP-12C	53,2	83.491	23,6	54,2	97.240	23,6	58,0	128.700	23,7
MP-12C	53,4	83.989	23,6	54,4	100.400	23,6	58,2	129.400	23,7
MP-12C	53,6	84.635	23,6	54,6	104.900	23,6	58,4	131.600	23,7

Fecha Campaña	12/10/2016			18/11/2016			21/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-12C	53,8	90.923	23,6	54,8	107.000	23,6	58,6	133.100	23,7
MP-12C	54,0	94.308	23,6	55,0	109.400	23,6	58,8	134.800	23,7
MP-12C	54,2	96.133	23,6	55,2	112.000	23,6	59,0	138.900	23,7
MP-12C	54,4	99.849	23,6	55,4	115.500	23,6	59,2	142.400	23,7
MP-12C	54,6	103.053	23,6	55,6	116.600	23,6	59,4	144.300	23,6
MP-12C	54,8	104.931	23,7	55,8	117.500	23,6	59,6	147.200	23,6
MP-12C	55,0	106.808	23,7	56,0	118.100	23,6	59,8	150.900	23,7
MP-12C	55,2	110.272	23,6	56,2	118.800	23,6	60,0	155.500	23,7
MP-12C	55,4	114.950	23,7	56,4	120.100	23,6	60,2	156.400	23,7
MP-12C	55,6	116.647	23,7	56,6	121.000	23,6	60,4	157.500	23,7
MP-12C	55,8	118.407	23,7	56,8	122.000	23,6	60,6	158.100	23,7
MP-12C	56,0	119.893	23,7	57,0	122.600	23,6	60,8	160.600	23,7
MP-12C	56,2	122.115	23,7	57,2	123.200	23,6	61,0	162.600	23,7
MP-12C	56,4	124.169	23,7	57,4	124.600	23,6	61,2	165.700	23,8
MP-12C	56,6	125.573	23,7	57,6	126.500	23,6	61,4	167.200	23,8
MP-12C	56,8	127.493	23,7	57,8	127.600	23,7	61,6	171.100	23,8
MP-12C	57,0	128.507	23,7	58,0	128.600	23,6	61,8	173.400	23,7
MP-12C	57,2	129.662	23,7	58,2	129.100	23,7	62,0	175.600	23,8
MP-12C	57,4	132.561	23,7	58,4	131.500	23,7	62,2	178.200	23,8
MP-12C	57,6	134.064	23,6	58,6	133.500	23,7	62,4	180.400	23,8
MP-12C	57,8	135.451	23,6	58,8	136.300	23,7	62,6	183.100	23,8
MP-12C	58,0	136.624	23,6	59,0	139.400	23,7	62,8	184.300	23,8
MP-12C	58,2	137.159	23,6	59,2	141.600	23,7	63,0	185.400	23,8
MP-12C	58,4	140.092	23,6	59,4	144.000	23,7	63,2	186.600	23,8
MP-12C	58,6	140.894	23,6	59,6	146.400	23,7	63,4	187.300	23,8
MP-12C	58,8	141.356	23,6	59,8	150.600	23,7	63,6	187.500	23,8
MP-12C	59,0	142.912	23,6	60,0	153.900	23,7	63,8	187.700	23,9
MP-12C	59,2	144.218	23,6	60,2	154.700	23,7	64,0	187.900	23,9
MP-12C	59,4	145.608	23,7	60,4	155.500	23,7	64,2	188.100	23,9
MP-12C	59,6	147.777	23,7	60,6	156.800	23,7	64,4	188.900	23,9
MP-12C	59,8	151.234	23,7	60,8	159.100	23,7	64,6	189.800	23,9
MP-12C	60,0	154.509	23,7	61,0	161.600	23,7	64,8	191.500	23,9
MP-12C	60,2	155.419	23,7	61,2	164.900	23,7	65,0	192.800	23,9
MP-12C	60,4	156.065	23,7	61,4	166.700	23,8	65,2	196.600	23,9
MP-12C	60,6	157.899	23,7	61,6	169.700	23,8	65,4	199.900	23,9
MP-12C	60,8	160.235	23,7	61,8	172.600	23,8	65,6	201.700	23,9
MP-12C	61,0	162.678	23,7	62,0	175.400	23,8	65,8	203.900	23,9
MP-12C	61,2	167.260	23,7	62,2	176.800	23,8	66,0	205.500	23,9
MP-12C	61,4	170.190	23,8	62,4	180.800	23,8	66,2	206.700	23,9
MP-12C	61,6	174.750	23,8	62,6	182.600	23,8	66,4	207.400	23,9
MP-12C	61,8	177.409	23,8	62,8	184.000	23,8	66,6	208.100	23,9
MP-12C	62,0	179.820	23,8	63,0	185.400	23,8	66,8	209.000	24,0
MP-12C	62,2	181.266	23,8	63,2	186.800	23,8	67,0	210.000	23,9
MP-12C	62,4	183.194	23,8	63,4	187.900	23,8	67,2	211.400	24,0
MP-12C	62,6	184.463	23,8	63,6	188.500	23,8	67,4	212.100	24,0
MP-12C	62,8	185.533	23,8	63,8	188.900	23,8	67,6	212.400	24,0
MP-12C	63,0	186.353	23,9	64,0	189.600	23,9	67,8	213.000	24,0
MP-12C	63,2	187.369	23,9	64,2	190.000	23,9	68,0	213.200	24,0
MP-12C	63,4	188.398	23,9	64,4	190.100	23,9	68,2	213.600	24,0
MP-12C	63,6	189.575	23,9	64,6	190.100	23,9	68,4	213.800	24,0
MP-12C	63,8	189.956	23,9	64,8	190.900	23,9	68,6	213.800	24,0
MP-12C	64,0	190.841	23,9	65,0	191.100	23,9	68,8	214.100	24,0
MP-12C	64,2	191.749	23,9	65,2	194.400	23,9	69,0	214.900	24,1
MP-12C	64,4	192.364	23,9	65,4	196.800	23,9	69,2	216.200	24,0
MP-12C	64,6	193.094	23,9	65,6	199.800	23,9	69,4	217.400	24,0
MP-12C	64,8	193.646	23,9	65,8	201.800	23,9	69,6	218.300	24,0
MP-12C	65,0	194.964	23,9	66,0	203.600	23,9	69,8	219.700	24,0
MP-12C	65,2	196.581	23,9	66,2	204.600	23,9	70,0	220.700	24,0
MP-12C	65,4	198.123	23,9	66,4	205.500	23,9	70,2	221.600	24,0
MP-12C	65,6	200.673	23,9	66,6	206.400	23,9	70,4	222.700	24,0
MP-12C	65,8	202.191	24,0	66,8	207.300	23,9	70,6	223.500	24,1
MP-12C	66,0	203.785	24,0	67,0	208.600	24,0	70,8	224.300	24,1
MP-12C	66,2	205.800	24,0	67,2	209.600	24,0	71,0	224.800	24,1
MP-12C	66,4	205.913	24,0	67,4	210.000	24,0	71,2	225.600	24,1
MP-12C	66,6	206.528	24,0	67,6	210.400	24,0	71,4	226.200	24,1
MP-12C	66,8	207.641	24,0	67,8	211.000	24,0	71,6	227.000	24,1
MP-12C	67,0	208.760	24,0	68,0	211.000	24,0	71,8	227.700	24,1
MP-12C	67,2	209.509	24,0	68,5	212.000	24,0	72,0	228.000	24,1
MP-12C	67,4	209.728	24,0	69,0	213.200	24,0	72,2	228.200	24,1
MP-12C	67,6	209.879	24,0	69,5	215.900	24,0	72,4	228.300	24,1

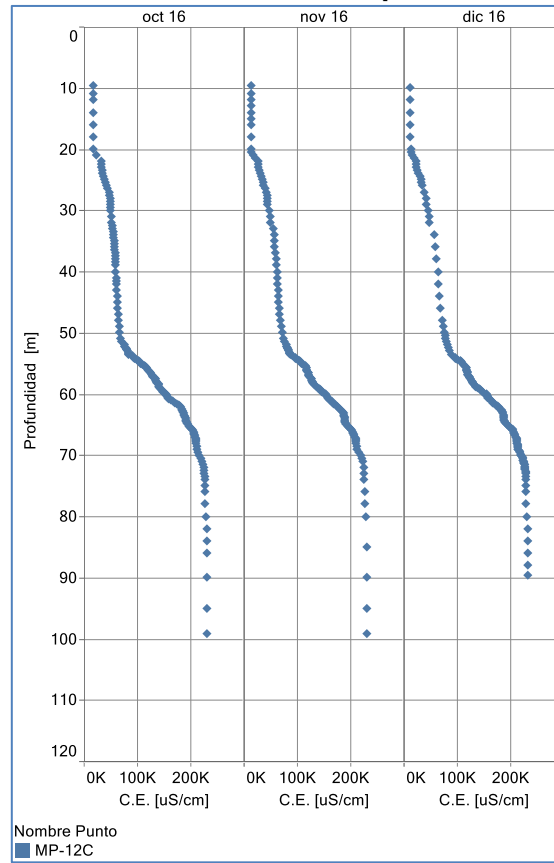
Fecha Campaña	12/10/2016			18/11/2016			21/12/2016		
NOMBRE	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]	Prof. [m]	Cond. [uS/cm]	Temp. [°C]
MP-12C	67,8	210.130	24,0	70,0	219.000	24,0	72,6	228.400	24,1
MP-12C	68,0	210.648	24,0	70,5	221.500	24,1	72,8	228.500	24,1
MP-12C	68,5	211.370	24,0	71,0	222.800	24,1	73,0	228.500	24,1
MP-12C	69,0	212.230	24,0	72,0	225.600	24,1	73,5	228.700	24,1
MP-12C	69,5	214.406	24,1	73,0	226.100	24,1	74,0	228.800	24,2
MP-12C	70,0	216.640	24,1	74,0	226.200	24,2	75,0	229.100	24,2
MP-12C	70,5	219.628	24,1	76,0	226.500	24,2	76,0	229.200	24,2
MP-12C	71,0	221.341	24,1	78,0	226.700	24,3	78,0	229.200	24,3
MP-12C	71,5	223.900	24,1	80,0	228.900	24,3	80,0	231.200	24,3
MP-12C	72,0	225.713	24,1	85,0	230.600	24,5	82,0	233.100	24,4
MP-12C	72,5	226.112	24,1	90,0	230.700	24,6	84,0	233.000	24,5
MP-12C	73,0	226.400	24,2	95,0	230.600	24,7	86,0	233.000	24,6
MP-12C	73,5	226.482	24,2	99,2	230.600	24,8	88,0	233.000	24,6
MP-12C	74,0	226.618	24,2				89,7	233.000	24,6
MP-12C	75,0	226.990	24,2						
MP-12C	76,0	226.990	24,2						
MP-12C	78,0	227.025	24,3						
MP-12C	80,0	229.702	24,4						
MP-12C	82,0	230.238	24,4						
MP-12C	84,0	230.338	24,5						
MP-12C	86,0	230.970	24,6						
MP-12C	90,0	231.030	24,6						
MP-12C	95,0	231.012	24,8						
MP-12C	99,2	230.991	24,8						

Fuente: Elaboración propia

### En relación al punto MP-12C.

A partir de la Figura 5-75 es posible observar que desde octubre del 2016, que es desde cuando se tiene información de la Cuña (CE vs Prof.) el cambio de conductividades eléctricas se produce para todas las campañas entre los 50 y los 70 metros de profundidad y se distingue que el cambio de conductividades ocurre de manera paulatina a lo largo de 20 metros. Este punto no cuenta con información histórica.

**Figura 5-75 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C, 2016**



Fuente: Elaboración propia

## 5.8 Composición Química de las Aguas

El análisis de los resultados de la calidad de las aguas en puntos del PSAH, se realiza en base al monitoreo comprometido de frecuencia trimestral, abordando el análisis de los resultados por los Sectores señalados en este documento.

Como se menciona en el Capítulo 4.2.5, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas medidas y analizadas se realiza a través de la medición de parámetros in situ y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio, indicados en la Tabla 4-5 de este documento.

El total de puntos que se consideran como parte de esta subcomponente, son 40, incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos. Como se ha comentado a lo largo del informe, la implementación de la red de monitoreo ha sido por etapas, por lo cual en un comienzo no se encuentran la totalidad de los puntos construidos, sino que, se tienen los resultados a medida que se encontraban operativos.

Cabe señalar que, el compromiso de muestreo, medición y análisis de calidad fisico-química de las aguas, como de todas las variables reportadas, comienza en la fase de operación, es decir a partir de 28 de septiembre del 2016. Considerando que a partir de Octubre del 2016 se hace exigible que los muestreos, medición y análisis se lleven a cabo con entidades ETFA, Rockwood realiza una campaña adicional a las que se habían programado para el año 2016, la cual se ejecuta en el último trimestre. Al respecto cabe indicar que Rockwood, mantuvo las campañas de calidad de aguas durante el periodo previo al inicio de la operación del proyecto, con el sólo objetivo de dar continuidad a las mediciones.

En el **Anexo H** de este Informe se presentan todos los respaldos, certificados e informes elaborados y/o recibidos por RWL que tienen relación con la componente de Calidad de aguas. Además, se presentan todos los registros históricos de todas las campañas que se han realizado en el marco del proyecto RWL hasta el 31 de diciembre de 2016, en formato excel. Las Hojas de Campo y los respaldos de Actas de terreno, para las campañas 2016 se presentan en **Anexo L** de este Informe.

A continuación se presentan los resultados de monitoreo de la calidad de las aguas realizadas en el año 2016, el cual considera medición mensual hasta marzo 2016 y trimestral desde abril hasta diciembre 2016, según se indica en el Capítulo 4.4 de este Informe, con las Fechas de medición, muestreo y/o análisis. Desde la Tabla 5-54 a la tabla 5-58 se entregan los resultados o registros de las campañas trimestrales 2016, indicando el punto, la fecha de muestreo y medición, parámetros in situ y los parámetros de laboratorio comprometidos como parte del PSAH. A continuación de éstas, se presentan los resultados gráficos, estadígrafos y gráficas temporales para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros.

**Tabla 5-54 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Marzo 2016.**

Punto	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A		
N° Proceso ALS	---	---	---	---	---	---	---		
Codigo Lab ALS	99326/2016-1.0	99325/2016-1.0	99337/2016-1.0	99334/2016-1.0	99338/2016-1.0	99331/2016-1.0	99335/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	10-03-2016	10-03-2016	09-03-2016	09-03-2016	09-03-2016	09-03-2016	09-03-2016		
Hora de Muestreo	11:00	11:45	11:40	11:20	09:30	09:45	15:35		
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea		
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		7,49	6,48	7,56	6,34	7,14	6,11	7,35
Conductividad Eléctrica	µS/cm		24.050	200.000	9.311	200.000	4.767	200.000	30.300
Temperatura	° C		16,08	16,49	14,65	15,44	25,18	25,46	20,51
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		12.000	122.800	4.609	126.400	2.396	125.900	15.150
Oxígeno Disuelto	%		0,58	0,29	1,97	s/i	s/i	s/i	s/i
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	---	8,32	6,88	8,23	6,73	8,09	6,35	8,06
Conductividad Eléctrica	µS/cm	---	21.700	244.000	8.100	243.000	4.350	250.000	28.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	21.350	242.700	7.700	241.650	3.568	214.480	21.470
Densidad	g/cm3	---	1,00	1,20	1,00	1,20	1,00	1,20	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	---	7.007,15	150.188	2.245,26	150.831	961,05	183.627	9.134,6
Sulfato	mg/l	---	800,01	4204,2	711,54	10.949,49	367,72	8162,24	803,29
Bicarbonato	mg/l	---	388,936	351,604	395,89	360,876	357,338	214,354	409,432
Nitrato	mg/l	---	0,70823	15,40397	0,35411	14,8728	3,49688	10,80049	2,03616
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	204,27	625,45	133,69	943,02	127,16	513,77	179,24
Magnesio Disuelto	mg/l	---	301,823	4.914,768	139,813	5283,779	43,196	6807,965	419,993
Sodio Disuelto	mg/l	---	3.808,96	72.110,33	1.375,55	77.020,81	563,9	91.200,83	4.696,64
Potasio Disuelto	mg/l	---	576,178	11.658,897	226,275	13.307,976	15,817	17.902,904	873,113
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	3,6735	15,2173	1,1999	23,2155	0,9538	5,8999	1,7534
Litio Disuelto	mg/l	---	37,1765	978,8235	10,3785	1.197,9147	<0,0003	1.661,8159	59,5126
Boro Disuelto	mg/l	---	31,996	603,288	10,615	778,49	8,962	991,731	39,947
<b>Balance Iónico</b>	%	---	2,05	-1,71	2,14	0,86	-4,25	1,64	1,58
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	210,11	633,35	151,89	972,91	136,08	515,69	207,66
Magnesio Total	mg/l	---	319,409	5.108,908	148,316	5.563,187	49,135	7.084,74	429,333
Sodio Total	mg/l	---	4.048,76	74.843,95	1.451,94	80.950,84	592,42	94.249,39	4.834,98
Potasio Total	mg/l	---	622,693	12.367,847	237,029	13.581,197	19,521	18.363,163	898,295
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	<0,010	<0,010	0,481	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Arsénico Total	mg/l	---	0,6801	14,9069	0,4598	15,8595	0,3916	3,237	0,6688
Boro Total	mg/l	---	34,898	622,077	17,22	785,293	9,966	1.069,694	40,555
Estroncio Total	mg/l	---	3,9289	15,713	1,3275	23,2241	1,0259	5,9932	1,97
Hierro Total	mg/l	---	<0,006	<0,006	0,016	<0,006	<0,006	<0,006	0,674
Litio Total	mg/l	---	41,497	1003,141	13,880	1202,799	<0,0003	1.805,936	61,464
Silicio Total	mg/l	---	112,24	<0,03	122,23	<0,03	30,02	<0,03	20,42



**Tabla 5-54 Resultados Físico Química de Aguas para Campaña Marzo 2016 – Continuación**

Punto	MP-06B	Quebrada Camar	Vert. Peine	Anterempresa Tilomonte	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB		
N° Proceso ALS	---	11081/2016	11955/2016	9510/2016	---	11955/2016	11955/2016		
Codigo Lab ALS	99336/2016-1.0	116793/2016-1.0	126291/2016-1.0	99322/2016-1.0	116800/2016-1.0	126292/2016-1.0	126293/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	09-03-2016	15-03-2016	26-03-2016	08-03-2016	17-03-2016	25-03-2016	25-03-2016		
Hora de Muestreo	16:15	11:15	18:00	16:30	18:10	16:00	18:41		
Sector	La Punta La Brava	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		6,44	8,02	7,38	8,35	7,93	6,82	6,70
Conductividad Eléctrica	µS/cm		200.000	2822	4502	6127	69.110	200.000	200.000
Temperatura	° C		21,08	24,05	24,25	20,86	20,92	17,07	18,24
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		120.900	1.437	2.252	3.423	34.600	128.000	127.000
Oxígeno Disuelto	%		s/i	5,53	4,79	s/i	0,25	s/i	s/i
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	---	6,71	8,08	8,08	8,43	7,83	6,93	6,80
Conductividad Eléctrica	µS/cm	---	240.000	2.550	4.150	6.290	62.700	240.000	243.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	234.020	1.992	2.844	4.170	46.550	220.040	220.160
Densidad	g/cm3	---	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	---	151.690	258,74	927,71	1.715,44	23.253	172.124,38	208.350,29
Sulfato	mg/l	---	15.343,6	702,89	630,41	648,03	4.634,94	9.470,02	17.833,26
Bicarbonato	mg/l	---	384,91	484,462	134,078	208,376	148,352	484,218	561,688
Nitrato	mg/l	---	4.16084	3,49688	7,61346	269,12686	41,96254	18,28115	20,18451
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	451,89	120,91	309,53	275	1389,19	813,73	427,8
Magnesio Disuelto	mg/l	---	7366,644	125,184	85,119	142,48	1122,674	7330,866	9213,937
Sodio Disuelto	mg/l	---	75.592,57	253,48	448,2	839,65	12.357,85	70.667,75	86.705,7
Potasio Disuelto	mg/l	---	15.789,041	17,095	24,844	62,087	1.848,682	13.003,557	21.631,224
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	2,5224	0,6136	2,6512	2,0633	14,5606	14,8197	5,183
Litio Disuelto	mg/l	---	1.455,8514	0,6065	0,4235	0,8413	95,0551	660,8904	898,0811
Boro Disuelto	mg/l	---	863,707	4,619	9,395	7,615	46,67	353,247	388,685
<b>Balance Iónico</b>	%	---	1,82	-1,27	4,30	-2,90	1,23	-8,72	-7,84
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	462,58	123,04	339,1	304,14	1448,9	1007,25	485,64
Magnesio Total	mg/l	---	7.644,95	127,895	91,991	155,292	1.153,346	9.223,002	10.193,91
Sodio Total	mg/l	---	78.025,33	269,43	482,29	950,93	12.504,37	90.311,57	88.211,75
Potasio Total	mg/l	---	16.362,705	17,696	26,586	75,138	1.926,264	16.555,325	24.187,767
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	<0,010	<0,010	0,288	<0,010	<0,010	12,877	14,164
Arsénico Total	mg/l	---	1,5883	0,4658	0,0973	0,1109	1,0615	5,3941	10,8793
Boro Total	mg/l	---	871,556	5,37	10,464	8,512	47,051	419,72	412,914
Estroncio Total	mg/l	---	2,6092	0,6143	2,9409	2,1486	15,0435	18,5971	5,7238
Hierro Total	mg/l	---	<0,006	0,038	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
Litio Total	mg/l	---	1.499,540	0,654	0,431	1,398	98,287	787,009	952,351
Silicio Total	mg/l	---	<0,03	40,79	40,93	108,15	35,21	0,91	1,45

**Tabla 5-55 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Mayo 2016.**

Punto	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	
N° Proceso ALS	18441/2016	18441/2016	18440/2016	18440/2016	18442/2016	18441/2016	18441/2016	
Código Lab ALS	194401/2016-1.0	194400/2016-1.0	194395/2016-1.0	194392/2016-1.0	194404/2016-1.1	194403/2016-1.0	194402/2016-1.0	
Fecha de Muestreo	18-05-2016	18-05-2016	19-05-2016	19-05-2016	22-05-2016	18-05-2016	18-05-2016	
Hora de Muestreo	15:05	10:55	10:50	10:25	12:10	09:20	09:15	
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>								
pH	UpH		8,37	8,36	8,12	8,15	7,06	6,24
Conductividad Eléctrica	µS/cm		56.260	54.590	107.600	102.200	4.372	22.370
Temperatura	° C		13,95	15,49	7,87	7,77	24,25	15,27
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		28.130	27.300	53.810	51.100	2.186	11.190
Oxígeno Disuelto	%		6,09	6,56	s/í	s/í	2,32	0,56
<b>Físicos Laboratorio</b>								
pH	UpH	0,01	8,17	8,11	7,86	7,89	7,21	7,36
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	38.400	54.800	71.300	49.000	4.250	21.410
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	34.325	33.600	41.550	47.400	2.556	13.820
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,10	1,10	1,10	1,00	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>								
<b>Aniones</b>								
Cloruros	mg/l	10	17.583,7	17.413,2	41.280,3	40.062,6	1.071,6	6.624,3
Sulfato	mg/l	10	3.172	2.516	6.503	7.398	441	977
Bicarbonato	mg/l	1	491,5	481,3	522,2	460,8	378,9	378,9
Nitrato	mg/l	0,1	3,27579	3,49712	3,85126	4,471	5,40062	0,88535
<b>Cationes</b>								
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	411,22	415,55	652,6	879,25	158,26	212,58
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	764,55	770,8	1.804	1.785,1	82,3	309,71
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	8.269,5	7.939	19.172	18.350	539,38	3.075,7
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	1.460,45	1.471,5	3.256,4	3.222,7	52,16	605,66
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>								
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	7,69	8,93	11,6	13,02	1,77	6,58
Litio Disuelto	mg/l	0,05	106,05	108,8	226	217,3	2,78	41,55
Boro Disuelto	mg/l	0,05	91,85	90,75	189,52	226,48	11,38	36,53
<b>Balace Iónico</b>	%	---	4,42	4,05	4,91	4,97	4,14	2,96
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>								
Calcio Total	mg/l	0,05	416,25	423,53	699,4	886,45	173,93	219,8
Magnesio Total	mg/l	0,05	767,05	784,15	1.824,3	1.862,3	90,51	316,11
Sodio Total	mg/l	0,05	10.392	10.309	21.198,5	19.142,5	576,61	3.746
Potasio Total	mg/l	0,05	1.498,2	1483,65	3.350,8	3.247,5	56,9	608,28
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>								
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	0,15	0,33	0,35	< 0,10	< 0,10
Arsénico Total	mg/l	0	2,9027	2,4804	10,951	7,392	0,534	0,9515
Boro Total	mg/l	---						
Estroncio Total	mg/l	0,02	9,99	9,87	12,48	14,06	1,82	7,4
Hierro Total	mg/l	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,07	< 0,03
Litio Total	mg/l	0,05	109,2	113,4	234,2	218,8	3,06	42,62
Silicio Total	mg/l	1	48,700	55,200	42,400	43,700	57,100	43,100

**Tabla 5-55 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Mayo 2016- Continuación**

Punto			MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A
N° Proceso ALS			18440/2016	18440/2016	16625/2016	16625/2016	18442/2016	18442/2016	18442/2016
Código Lab ALS			194393/2016-1.0	194394/2016-1.0	175033/2016-1.1	175034/2016-1.1	194408/2016-1.0	194406/2016-1.0	194409/2016-1.0
Fecha de Muestreo			19-05-2016	19-05-2016	05-05-2016	05-05-2016	21-05-2016	21-05-2016	21-05-2016
Hora de Muestreo			08:55	09:00	09:28	09:25	10:20	10:25	11:35
Sector			La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		7,54	6,16	7,23	6,16	7,26	7,18	7,22
Conductividad Eléctrica	µS/cm		82.560	250.000	5.880	250.000	32.390	250.000	27.350
Temperatura	° C		14,01	26,44	25,15	26,44	18,94	19,48	20,27
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		4.128	119.900	2.915	119.900	16.200	101.800	13.680
Oxígeno Disuelto	%		0,68	s/i	s/i	s/i	2,31	s/i	4,98
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	7,45	6,13	7,3	6,01	7,29	6,53	7,22
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	7.990	260.000	5.440	226.100	34.800	235.000	27.180
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	4.935	315.200	3.100	344.400	23.160	291.000	17.320
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,20	1,00	1,20	1,00	1,20	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	2.201,6	182.169,0	1.240,3	185.794,9	11.982,2	167.556,6	9.352,0
Sulfato	mg/l	10	557	10.072	473	12.820	1.577	13.499	1.232
Bicarbonato	mg/l	1	389,1	378,9	393,3	196,7	399,4	123,5	368,6
Nitrato	mg/l	0,1	0,88535	7,92386	4,73661	8,23373	19,25631	8,01239	11,42098
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	150,95	805,45	149,6	539,5	211,92	318,25	217,49
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	133,31	5.746,5	91,3	6.024	520,7	4.830,5	438,31
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	1.204	82.975	588,16	83.200	5.651,8	78.900	3.802,6
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	196,41	13.714,5	109,96	16.585	1.079,5	10.590,5	850,04
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	2,41	21,29	1,58	2,16	3,03	2,79	2,18
Litio Disuelto	mg/l	0,05	13	1.050,5	6,72	1.251,5	79,1	808	68,2
Boro Disuelto	mg/l	0,05	75,81	713,38	10,65	804	58,46	541,12	43,22
<b>Balance Iónico</b>	%	---	10,40	5,07	5,20	4,99	3,16	6,41	7,24
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	0,05	163,34	896,18	193,3	549,5	423,84	378,37	377,87
Magnesio Total	mg/l	0,05	134,94	5.858	93,6	6.085,5	540,55	6.226	572,8
Sodio Total	mg/l	0,05	114,99	93.685	749,88	89.079	6.137,5	79.980	3.934,4
Potasio Total	mg/l	0,05	234,4	14.037,5	112,93	16.738	1.124,4	12.750,5	966
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	1,15	0,6	0,65	3,22	0,92	236
Arsénico Total	mg/l	0	0,7159	37,282	0,5289	7,582	1,4646	0,7253	0,8182
Boro Total	mg/l	---							
Estroncio Total	mg/l	0,02	2,48	23,86	1,73	2,4	3,24	2,95	2,52
Hierro Total	mg/l	0,03	0,11	0,04	1,01	2,33	6,54	332,8	21,15
Litio Total	mg/l	0,05	13,66	1.055	7,15	1.268,5	82,35	928	70,95
Silicio Total	mg/l	1	43,400	6,500	47,600	7,800	56,800	3,000	35,800

2/4

**Tabla 5-55 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Mayo 2016- Continuación**

Punto	MP-06B	Quebrada Camar	Vert. Peine	Anterepresa Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07		
N° Proceso ALS	18442/2016	18440/2016	18442/2016	18440/2016	16625/2016	16604/2016	16604/2016		
Código Lab ALS	194407/2016-1.0	194397/2016-1.0	194405/2016-1.0	194396/2016-1.0	175031/2016-1.0	175028/2016-1.1	175029/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	21-05-2016	21-05-2016	22-05-2016	19-05-2016	08-05-2016	08-05-2016	07-05-2016		
Hora de Muestreo	11:40	00:00	00:00	00:00	16:00	15:15	15:15		
Sector	La Punta La Brava	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial		
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		6,39	8,08	7,42	8,38	8,27	8,35	8,25
Conductividad Eléctrica	µS/cm		250.000	3.452	4.284	7.267	38.700	39.870	44.670
Temperatura	° C		20,31	22,01	24,33	10,52	16,94	22,01	17,87
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		117.700	1.726	2.142	3.633	19.350	19.940	22.340
Oxígeno Disuelto	%		s/í	6,54	5,6	8,31	5,74	8,23	6,06
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	6,25	8,04	7,59	8,19	8,08	8,17	8,03
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	236.000	2.335	3.650	6.140	39.800	41.300	45.600
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	339.200	1.866	2.748	4.010	23.300	25.050	28.950
Densidad	g/cm3	0,1	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	180.181,7	238,7	1.022,9	1.636,6	12.597,1	15.077,6	14.348,0
Sulfato	mg/l	10	18.004	702	763	666	1.841	1.969	2.206
Bicarbonato	mg/l	1	358,4	491,5	121,4	215	238,4	217,4	207
Nitrato	mg/l	0,1	6,28597	1,06242	4,95795	0,97388	2,21337	2,61178	2,43471
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	488,82	145,13	311,59	299,04	512,3	541	592,3
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	8.155	131,24	80,03	130,87	547,7	592,1	645,6
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	78.302	242,61	401,47	709	5.483,3	6.680	6.036,2
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	15.519	18,46	24,7	58,8	930,25	958,45	1.101,45
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	1,45	0,91	3,42	3,55	7,23	7,9	8,34
Litio Disuelto	mg/l	0,05	1.207	0,68	0,48	1,03	61,35	65,6	74,8
Boro Disuelto	mg/l	0,05	671,15	27,26	10,22	49,48	38,05	53,75	49,25
<b>Balace Iónico</b>	%	---	5,72	8,99	4,20	6,38	6,01	6,10	6,52
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	0,05	600,92	147,56	327,17	307,51	518,2	582,4	657,5
Magnesio Total	mg/l	0,05	8.465	132,61	83,19	135,19	548,8	627,9	716,9
Sodio Total	mg/l	0,05	93.142	267,81	458,17	733,78	6.222,5	6.810	7.055,7
Potasio Total	mg/l	0,05	17.444	18,66	25,6	59,46	980,95	984,35	1.122,2
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	0,1	113,8	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Arsénico Total	mg/l	0	3,3255	0,6822	0,0757	0,1224	0,3606	0,5153	0,4415
Boro Total	mg/l	---							
Estroncio Total	mg/l	0,02	1,47	0,94	3,44	3,64	8	8,11	8,88
Hierro Total	mg/l	0,03	87,57	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Litio Total	mg/l	0,05	1.320	0,73	0,54	1,05	64,25	67,15	79,35
Silicio Total	mg/l	1	55,100	43,300	37,100	36,100	37,200	35,200	35,400

3/4

**Tabla 5-55 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Mayo 2016- Continuación**

Punto			LM-08	LM-09	LM-10	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB
N° Proceso ALS			16604/2016	16604/2016	16604/2016	16625/2016	16604/2016	16625/2016
Código Lab ALS			175030/2016-1.0	175024/2016-1.0	175027/2016-1.0	175035/2016-1.0	175023/2016-1.1	175032/2016-1.1
Fecha de Muestreo			07-05-2016	08-05-2016	08-05-2016	07-05-2016	07-05-2016	07-05-2016
Hora de Muestreo			14:40	12:00	12:25	09:42	09:44	09:00
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>								
pH	UpH		8,26	8,28	8,25	7,87	6,8	6,69
Conductividad Eléctrica	µS/cm		42.080	44.360	40.470	66.770	250.000	250.000
Temperatura	° C		21,34	11,85	13,21	16,93	15,74	17,46
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		21.040	22.180	23.700	33.390	120.600	122.400
Oxígeno Disuelto	%		6,29	6,76	5,66	3,14	s/i	s/i
<b>Físicos Laboratorio</b>								
pH	UpH	0,01	8,06	8,07	8,02	7,82	6,62	6,52
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	42.800	45.700	49.500	63.500	221.000	224.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	27.000	29.900	33.000	40.100	311.600	363.600
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>								
<b>Aniones</b>								
Cloruros	mg/l	10	14.639,9	16.634,0	17.849,9	23.443,2	177.526,5	187.254,0
Sulfato	mg/l	10	2.021	2.238	2.512	4.452	9.025	15.465
Bicarbonato	mg/l	1	207	208,9	207	132,6	434,7	517,5
Nitrato	mg/l	0,1	2,61178	2,0363	2,83311	2,43471	7,08278	8,01239
<b>Cationes</b>								
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	551,3	606,5	690,8	1.427	893,7	407,2
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	611,6	648,9	730,1	1.018,3	7.057	6.810
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	6.480	7.087,5	7.773,3	10.133,5	76.040	81.420
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	913,65	976,1	1.169,45	1.605,2	14.464	17.882
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>								
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	7,86	9,23	10,25	18,99	6,02	1,25
Litio Disuelto	mg/l	0,05	67,8	69,75	80,45	112,1	1.002,5	1.251,5
Boro Disuelto	mg/l	0,05	41,25	44,7	54,5	66,5	532	664
<b>Balance Iónico</b>	%	---	6,23	8,27	6,59	5,82	6,09	6,23
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>								
Calcio Total	mg/l	0,05	570,4	631,2	717,1	1.430	1059,9	454
Magnesio Total	mg/l	0,05	627,6	683,3	739,1	1.022,7	7.115	7.929
Sodio Total	mg/l	0,05	7.287,2	7.905,7	8.463,7	11.059,5	94.267	82.660
Potasio Total	mg/l	0,05	1.023,2	1.074,4	1.202,2	1.701,25	14.804	21.059,5
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>								
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	0,25	0,3	0,58
Arsénico Total	mg/l	0	0,4731	0,5106	1,6196	1,0425	5,753	2,2548
Boro Total	mg/l	---						
Estroncio Total	mg/l	0,02	8,09	9,49	10,84	20,86	8,73	1,33
Hierro Total	mg/l	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,12	3,48	< 0,03
Litio Total	mg/l	0,05	68,9	74,2	84,45	118,05	1.039,5	1438
Silicio Total	mg/l	1	36,200	32,700	34,100	19,200	17,700	< 1,0

**Tabla 5-56 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2016.**

Punto	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B		
N° Proceso ALS	25373/2016	27956/2016	27957/2016	27957/2016	27962/2016	27957/2016	27957/2016		
Código Lab ALS	259067/2016-1.0	282709/2016-1.0	282715/2016-1.0	282714/2016-1.0	282722/2016-1.0	282713/2016-1.0	282712/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	12-07-2016	28-07-2016	28-07-2016	28-07-2016	30-07-2016	29-07-2016	29-07-2016		
Hora de Muestreo	14:30	10:20	11:50	11:20	13:00	17:33	17:30		
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		8,42	8,44	8,24	8,27	7,05	7,31	6,23
Conductividad Eléctrica	µS/cm		39.160	37.220	78.560	78.190	5.200	22.810	>200.000
Temperatura	° C		11,55	7,01	9,47	7,97	24,48	15,55	15,3
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		19.580	18.610	39.280	39.100	2.600	11.410	122.900
Oxígeno Disuelto	%		6,63	6,53	5,28	4,51	2,51	0,66	s/í
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,18	8,15	7,98	8,01	7,65	7,38	6,21
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	38.400	36.500	77.800	78.000	4.320	22.750	235.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	23.900	25.325	55.650	58.800	2.524	15.775	368.400
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	14.043,2	14.769,5	24.333,4	30.265,4	1.365,6	7.844,8	177.234,4
Sulfato	mg/l	10	2.010	1.960	4.580	5.599	435	995	10.693
Bicarbonato	mg/l	1	358,4	337,9	358,4	348,2	307,2	307,2	266,2
Nitrato	mg/l	0,1	2,47897	2,12483	3,01018	3,54139	4,2054	0,75255	7,70252
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	276,28	280,55	531,37	610,17	153,29	201,13	810,49
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	564,2	537	977	1.495,9	84,23	316,46	6.018
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	6.465,8	6.152	10.184	13.351	494,54	3.349,2	74.499
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	1.100,50	1.000,4	1.670,6	2.404,5	68,12	550,73	13.010
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	6,33	15,14	21,28	22,85	3,7	17,53	43,93
Litio Disuelto	mg/l	0,05	68,31	70,48	128,9	171,3	4,22	42,21	983
Boro Disuelto	mg/l	0,05	59,16	68,49	140,7	115,05	39,11	40,94	748,54
<b>Balance Iónico</b>	%	---	5,68	9,67	9,36	6,65	3,40	7,25	7,74
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	0,05	285,16	288,85	708,54	632,79	156,69	206,89	832,82
Magnesio Total	mg/l	0,05	574,1	551,85	1.356,0	1.505,4	87,29	323,5	7.008,5
Sodio Total	mg/l	0,05	6.758	6.276	12.823,0	13.367,0	523,6	3.450	90.363
Potasio Total	mg/l	0,05	1.144,1	1006,9	2.413,2	2.471,6	75,82	590,2	14.481
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	2,98	< 0,10	< 0,10	0,98
Arsénico Total	mg/l	0	2,3156	2,6048	4,76	6,1555	0,4055	2,1585	0,004
Boro Total	mg/l	---							
Estroncio Total	mg/l	0,02	7,44	15,21	22,32	23,69	3,83	17,56	46,83
Hierro Total	mg/l	0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,08
Litio Total	mg/l	0,05	75,03	78,88	167,6	171,7	4,42	46,05	987
Silicio Total	mg/l	1	46,700	41,000	37,000	37,700	52,000	39,400	7,600



**Tabla 5-56 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2016 – Continuación**

Punto	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A
N° Proceso ALS	27956/2016	27956/2016	27962/2016	27962/2016	27962/2016	27962/2016	27956/2016
Código Lab ALS	282706/2016-1.0	282705/2016-1.0	282724/2016-1.0	282723/2016-1.0	282720/2016-1.0	282721/2016-1.0	282708/2016-1.0
Fecha de Muestreo	29-07-2016	29-07-2016	30-07-2016	30-07-2016	30-07-2016	30-07-2016	29-07-2016
Hora de Muestreo	16:45	16:43	14:22	14:18	10:55	11:00	11:25
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava
Parámetros	Unidad	Limite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>							
pH	UpH		7,46	6,54	7,12	6,07	7,21
Conductividad Eléctrica	µS/cm		8.828	>200.000	48.540	>200.000	37.870
Temperatura	° C		15,26	15,23	25,5	26,46	19
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		4.414	108.100	24.270	123.000	18.940
Oxígeno Disuelto	%		0,79	s/i	3,57	s/i	2,17
<b>Físicos Laboratorio</b>							
pH	UpH	0,01	7,5	6,51	7,27	6,05	7,48
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	8.260	202.000	42.900	235.000	38.500
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	4.900	212.800	29.800	318.400	25.675
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,10	1,00	1,20	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>							
<b>Aniones</b>							
Cloruros	mg/l	10	2.460,0	135.104,9	15.495,9	215.005,7	14.527,4
Sulfato	mg/l	10	563	8.952	1.398	12.438	1.661
Bicarbonato	mg/l	1	276,5	266,2	327,7	153,9	322,6
Nitrato	mg/l	0,1	0,79681	9,20761	8,278	9,34042	5,17928
<b>Cationes</b>							
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	148,12	1080,1	234,91	568,94	198,32
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	141,84	4.335,0	770	6.466	629
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	1.012	56.431	6071,5	90.617	6.143,4
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	207,65	9.042,7	1180	17.012	1.230,7
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>							
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	5,1	99,32	5,28	18,15	5,72
Litio Disuelto	mg/l	0,05	14,28	756,9	93,63	1.260,0	88,43
Boro Disuelto	mg/l	0,05	18,07	579,55	246,27	948,52	82,49
<b>Balance Iónico</b>	%	---	6,57	8,42	1,72	7,87	6,24
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>							
Calcio Total	mg/l	0,05	149,87	1165,5	282,3	589,91	202,5
Magnesio Total	mg/l	0,05	147,5	4.545	785	7.143,0	651,55
Sodio Total	mg/l	0,05	1047,1	58.813	7195,8	90.783	6.535,3
Potasio Total	mg/l	0,05	208,29	9.482,6	1323	17.101	1.283,3
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>							
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	0,72	0,73	0,81	< 0,10
Arsénico Total	mg/l	0	0,8804	< 0,0005	1,0699	0,1189	0,8734
Boro Total	mg/l	---					
Estroncio Total	mg/l	0,02	5,31	102,14	5,31	18,55	5,74
Hierro Total	mg/l	0,03	< 0,03	< 0,03	0,61	0,05	0,08
Litio Total	mg/l	0,05	17,06	812	94	1.341,0	90,05
Silicio Total	mg/l	1	39,400	12,700	44,000	6,300	37,500

**Tabla 5-56 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2016 – Continuación**

Punto			MP-06B	MP-09A	Anterempresa Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08
N° Proceso ALS			27956/2016	27957/2016	27962/2016	25373/2016	25373/2016	25373/2016	25373/2016
Código Lab ALS			282707/2016-1.0	282718/2016-1.0	282725/2016-1.0	259075/2016-1.0	259076/2016-1.0	259069/2016-1.0	259068/2016-1.0
Fecha de Muestreo			29-07-2016	01-08-2016	30-07-2016	10-07-2016	10-07-2016	10-07-2016	10-07-2016
Hora de Muestreo			11:30	09:45	00:00	15:10	14:25	16:10	16:35
Sector			La Punta La Brava	La Punta La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		6,49	7,07	8,4	8,24	8,35	8,27	8,34
Conductividad Eléctrica	µS/cm		>200.000	5.161	6.338	36.310	37.680	38.210	37.610
Temperatura	° C		21,21	23,8	10,51	14,26	18,23	14,01	14,54
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		117.400	2.580	3.169	18.160	18.840	19.110	18.810
Oxígeno Disuelto	%		s/í	1,68	8,51	6,58	7,74	6,75	7,1
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	6,39	7,46	8,16	8,05	8,17	8,05	8,12
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	228.000	5.110	5.910	35.100	35.900	36.800	37.200
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	315.200	3.080	3.868	21.750	20.950	23.350	23.300
Densidad	g/cm3	0,1	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	184.013,9	1.152,5	1.549,6	12.106,2	12.009,3	12.299,9	12.009,3
Sulfato	mg/l	10	16.208	482	653	1.613	1.721	1.742	1.717
Bicarbonato	mg/l	1	266,2	307,2	175	215	204,8	191,4	193,9
Nitrato	mg/l	0,1	16,51173	1,72643	0,88535	1,50509	2,1691	1,9035	1,63789
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	418,63	158,81	267,65	428,29	446,7	459,84	443,47
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	7.838	92,64	133,84	550,55	582,95	601,9	587,4
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	71.477	698,58	568,24	5943,3	6.086,7	6.332	5.871,1
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	15.217	100,06	50,15	899,8	901,78	948,11	940,70
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	2,54	4,34	6,25	6,98	7,2	7,86	7,59
Litio Disuelto	mg/l	0,05	1.176	6,17	0,91	58,47	61,35	64,34	61,74
Boro Disuelto	mg/l	0,05	799,51	9,42	11,08	31,32	30,86	30,91	34,62
<b>Balance Iónico</b>	%	---	9,50	3,58	6,00	1,78	0,32	0,48	1,21
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	0,05	462,43	160,72	273,1	438,05	449,76	468,29	459,69
Magnesio Total	mg/l	0,05	8.100	95,89	139,3	574	605,65	602,65	593
Sodio Total	mg/l	0,05	71.863	722,78	802,94	6103	6.190,7	6.351	6.619,4
Potasio Total	mg/l	0,05	16.655	103,84	54,06	942,42	923,07	980,94	946,2
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	0,1	3,11	0,39	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Arsénico Total	mg/l	0	3,1181	0,3384	0,0804	0,5573	0,5141	0,5746	0,5961
Boro Total	mg/l	---							
Estroncio Total	mg/l	0,02	2,61	4,42	6,29	8,08	8,47	8,86	8,49
Hierro Total	mg/l	0,03	0,92	0,33	< 0,03	< 0,03	0,06	< 0,03	< 0,03
Litio Total	mg/l	0,05	1.405	6,4	1,02	63,03	61,49	64,6	66,27
Silicio Total	mg/l	1	12,200	47,800	34,000	35,300	36,500	35,000	34,700

3/4

**Tabla 5-56 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Julio 2016 – Continuación**

Punto			LM-09	LM-10	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-03
N° Proceso ALS			25373/2016	25373/2016	25373/2016	25373/2016	25373/2016	27957/2016	27956/2016
Código Lab ALS			259071/2016-1.0	259070/2016-1.0	259072/2016-1.0	259073/2016-1.0	259066/2016-1.0	282717/2016-1.0	282711/2016-1.0
Fecha de Muestreo			10-07-2016	10-07-2016	10-07-2016	10-07-2016	10-07-2016	01-08-2016	01-08-2016
Hora de Muestreo			12:00	12:35	14:08	14:12	16:12	16:40	15:40
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		8,28	8,24	7,92	6,84	6,71	6,91	7,14
Conductividad Eléctrica	µS/cm		39.130	39.050	66.780	>200.000	>200.000	31.410	25.810
Temperatura	° C		14,11	13,47	13,42	16,21	16,87	20,36	25,19
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		19.570	19.530	33.390	122.300	124.500	15.710	12.910
Oxígeno Disuelto	%		6,58	6,56	4,33	s/i	s/i	2,99	1,94
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,03	7,97	7,8	6,65	6,48	7,14	7,42
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	37.800	38.100	60.900	237.000	238.000	32.200	26.270
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	24.100	24.750	42.950	320.800	338.400	21.550	17.775
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20	1,00	1
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	12.299,9	12.493,6	20.919,5	184.982,4	214.037,2	12.590,4	9.684,9
Sulfato	mg/l	10	1.810	1.836	4.251	9.095	15.121	1.230	779
Bicarbonato	mg/l	1	197,7	200,3	125,2	378,9	512	276,5	175,8
Nitrato	mg/l	0,1	2,08057	1,68216	2,1691	6,72864	8,89774	3,32005	2,12483
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	0,05	466,98	476,58	1271,3	873	393,35	373,27	270,78
Magnesio Disuelto	mg/l	0,05	606,5	603,55	997,25	7.759,0	9.288	534	357,21
Sodio Disuelto	mg/l	0,05	6.322	6.550,1	10.852,0	80.683,0	92.500	5.295	4.025,8
Potasio Disuelto	mg/l	0,05	953	994,75	1.586,66	14.355,0	21.527	916	611,53
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	0,02	8,16	8,4	21,58	24,28	2,67	13,25	7,58
Litio Disuelto	mg/l	0,05	61,99	64,84	52,29	1104,5	1.408,5	68,4	48,47
Boro Disuelto	mg/l	0,05	32,68	35,38	44,96	480,64	632,64	38,58	37,6
<b>Balance Iónico</b>	%	---	0,32	1,16	0,11	5,38	5,06	6,66	7,50
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	0,05	478,1	480,14	1321,7	946	396	386,23	281,77
Magnesio Total	mg/l	0,05	609,4	646	1121,15	8.145,0	9.460	535	359,17
Sodio Total	mg/l	0,05	6.625,8	6.637,4	11.817,6	85.482,0	93.800	5.379	4.184,8
Potasio Total	mg/l	0,05	977,0	998,0	1.772,5	14.806,00	21.733	934,9	636,37
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	0,1	< 0,10	< 0,10	< 0,10	1,76	0,82	< 0,10	< 0,10
Arsénico Total	mg/l	0	1,1541	1,0654	0,9605	0,008	0,5158	0,3708	0,5775
Boro Total	mg/l	---							
Estroncio Total	mg/l	0,02	9,47	9,86	21,76	25,36	2,67	13,38	7,95
Hierro Total	mg/l	0,03	< 0,03	< 0,03	0,54	3,31	0,06	< 0,03	0,05
Litio Total	mg/l	0,05	63,54	65,94	111,84	1128	1.563,5	70,29	55,25
Silicio Total	mg/l	1	33,700	32,500	21,000	9,700	1,800	38,700	34,2

**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016.**

Punto	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B		
N° Proceso ALS	37847/2016	37847/2016	37847/2016	37847/2016	39630/2016	37729/2016	37729/2016		
Código Lab ALS	375374/2016-1.0	375373/2016-1.0	375375/2016-1.0	375372/2016-1.0	396411/2016-1.0	375327/2016-1.0	375324/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	11-10-2016	11-10-2016	10-10-2016	10-10-2016	23-10-2016	11-10-2016	11-10-2016		
Hora de Muestreo	11:40	10:50	13:45	13:10	16:30	15:05	15:08		
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		8,38	8,4	8,12	8,02	6,93	7,4	6,25
Conductividad Eléctrica	µS/cm		41.450	43.130	191.400	>200.000	4.319	23.020	>200.000
Temperatura	° C		16,57	16,07	20,07	23,94	25,82	16,06	15,41
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		20.730	21.570	95.700	115.300	2.160	11.510	122.500
Oxígeno Disuelto	%		5,58	5,5	s/i	s/i	3,12	2,8	s/i
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,22	8,21	7,91	7,86	7,23	7,38	6,12
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	42.900	44.100	96.300	116.100	3.980	23.590	229.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	24.700	24.900	63.700	79.500	2.492	13.940	274.000
Densidad	g/cm3	0,1	1,02	1,03	1,05	1,07	1,00	1,02	1,20
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	14.480,6	14.480,6	37.669,2	48.676,4	900,1	8.120,9	196.662,4
Sulfato	mg/l	10	2.243	2.371	2.274	8.128	428	906	8.140
Bicarbonato	mg/l	1	421,3	421,3	481,4	491,5	280,8	260,8	240,7
Nitrato	mg/l	0,1	3,85126	3,40859	4,0726	6,81718	4,2054	0,70828	7,56972
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	275,75	247,9	493,88	743,87	153,48	216,87	728,44
Magnesio Disuelto	mg/l	---	621,758	565,018	1561,054	2.156,95	88,883	336,152	6.632,754
Sodio Disuelto	mg/l	---	7.998,26	7.248,23	18.778,83	24.808,18	584,54	4.054,15	92.385,02
Potasio Disuelto	mg/l	---	1.168,87	1.060,001	2.770,622	3.688,468	77,678	606,467	15.666,769
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	4,8165	4,3319	6,8247	9,5061	1,3809	5,4498	16,9537
Litio Disuelto	mg/l	---	80,5538	75,9	192,9546	239,6692	4,6302	42,2513	834,3047
Boro Disuelto	mg/l	---	59,682	55,314	136,376	173,477	11,811	33,089	476,813
<b>Balance Iónico</b>	%	---	0,92	4,19	0,45	2,56	7,61	1,34	4,17
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	277,93	275	531	756,85	156,2	237,96	783,8
Magnesio Total	mg/l	---	631,609	638,661	1.688,842	2.255,331	89,064	341,729	7.040,072
Sodio Total	mg/l	---	8.095,87	8.127,24	20.267,98	26.098,47	591,17	4.193,7	104.301,34
Potasio Total	mg/l	---	1.170,647	1.178,17	2.957,133	3.820,228	77,683	630,136	15.963,582
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,062	< 0,010	27,881
Arsénico Total	mg/l	---	2,317	2,3933	6,2326	8,2346	0,417	0,8605	19,2069
Boro Total	mg/l	---	60,654	61,359	143,723	181,295	12,141	33,222	499,166
Estroncio Total	mg/l	---	4,943	5,0023	7,0445	9,8414	1,3824	5,4832	17,15
Hierro Total	mg/l	---	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Litio Total	mg/l	---	82,1296	82,6183	201,249	249,131	4,7275	44,1297	866,0604
Silicio Total	mg/l	---	42,17	41,94	37,53	52,64	53,5	45	3,28

**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016 – Continuación**

Punto	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A		
N° Proceso ALS	37729/2016	37729/2016	39629/2016	39629/2016	39629/2016	39629/2016	39629/2016		
Código Lab ALS	375326/2016-1.0	375325/2016-1.0	396425/2016-1.0	396423/2016-1.0	396416/2016-1.0	396417/2016-1.0	396424/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	10-10-2016	10-10-2016	23-10-2016	23-10-2016	24-10-2016	24-10-2016	24-10-2016		
Hora de Muestreo	09:10	09:13	11:15	11:10	09:00	08:55	11:48		
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea		
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		7,46	6,55	6,89	6,23	6,93	6,46	6,99
Conductividad Eléctrica	µS/cm		20.220	>200.000	23.510	>200.000	40.910	>200.000	27.310
Temperatura	° C		16,32	15,61	26,22	27,33	19,18	20,07	20,14
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		10.110	222.700	11.760	125.300	20.460	121.300	13.660
Oxígeno Disuelto	%		2,23	s/i	4,09	s/i	4,33	s/i	2,53
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	7,57	6,46	7,2	6,03	7,41	6,48	7,27
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	8.650	202.000	22.100	235.000	37.500	227.000	24.700
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	4.720	168.800	13.960	337.200	24.650	311.200	15.500
Densidad	g/cm3	0,1	1,01	1,14	1,00	1,20	0,41	1,20	1,01
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	2.504,8	141.870,9	8.707,9	185.899,8	15.654,7	181.007,7	8.929,7
Sulfato	mg/l	10	557	8.915	855	12.423	1.695	19.499	1.139
Bicarbonato	mg/l	1	270,8	230,7	290,9	176,6	270,8	230,7	280,8
Nitrato	mg/l	0,1	0,88535	5,93183	6,33023	8,4108	5,40062	6,3745	13,76715
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	152,74	1.030,76	173,67	533,06	199,67	350,29	198,58
Magnesio Disuelto	mg/l	---	157,475	4.518,031	328,546	7.246,798	651,693	8.594,868	448,284
Sodio Disuelto	mg/l	---	1.468,44	66.658,75	3.967,65	84.161,34	6.994,91	82.592,32	4.325,17
Potasio Disuelto	mg/l	---	236,141	9.717,23	753,64	18.985,847	1.319,087	16.630,162	905,544
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	1,883	32.6579	1,605	6.5212	2,272	4,5042	1,5812
Litio Disuelto	mg/l	---	15,4641	647,0066	42,938	888,4198	82,4728	805,1275	51,9552
Boro Disuelto	mg/l	---	17,362	398,598	31,677	520,885	48,833	469,914	33,433
<b>Balance Iónico</b>	%	---	5,48	5,12	5,09	4,28	5,95	4,89	1,05
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	158,26	1.165,68	209,52	536,94	208,71	362,97	390,67
Magnesio Total	mg/l	---	161,74	5.032,707	333,468	7.366,347	671,618	8.722,856	545,349
Sodio Total	mg/l	---	1.490,44	73.578,67	4.029,27	98.182,64	7.183,76	87.389,11	4.347,38
Potasio Total	mg/l	---	238,984	10.705,94	764,876	19.073,799	1.364,197	16.811,868	933,58
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,010	< 0,010	1,441	< 0,010	0,415	< 0,010	82,917
Arsénico Total	mg/l	---	0,6366	13,7196	0,5956	2,6019	0,8536	0,3425	1,0804
Boro Total	mg/l	---	17,391	433,84	32,693	530,917	49,255	477,566	34,576
Estroncio Total	mg/l	---	1,9239	37,8876	1,6188	6,558	2,3978	4,778	1,9447
Hierro Total	mg/l	---	< 0,006	< 0,006	2,922	< 0,006	1,462	104,428	71,41
Litio Total	mg/l	---	15,6169	696,7008	43,9717	904,2257	83,0165	823,2955	52,04
Silicio Total	mg/l	---	48,04	4,49	58,82	21,8	45,46	12,94	125

**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016 – Continuación**

Punto			MP-06B	MP-09A	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	MP-12A
N° Proceso ALS			39629/2016	39629/2016	39630/2016	39630/2016	39630/2016	39630/2016	39626/2016
Código Lab ALS			396418/2016-1.0	396422/2016-1.0	396408/2016-1.0	396409/2016-1.0	396413/2016-1.0	396412/2016-1.0	396426/2016-1.0
Fecha de Muestreo			24-10-2016	23-10-2016	21-10-2016	21-10-2016	21-10-2016	21-10-2016	24-10-2016
Hora de Muestreo			10:44	09:05	11:30	10:30	13:10	16:40	14:00
Sector			La Punta La Brava	La Punta La Brava	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		6,39	6,94	7,83	7,87	7,18	8,32	8,41
Conductividad Eléctrica	µS/cm		>200.000	5.009	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	97.690
Temperatura	° C		21,69	23,17	18,92	20,24	26,29	24,83	28,28
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		115.700	2.505	165.800	114.200	>400.000	102.300	48.850
Oxígeno Disuelto	%		s/i	3,13	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	6,45	7,27	7,75	7,82	7,09	8,33	7,5
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	220.000	4.610	161.200	111.200	231.000	99.200	15.220
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	266.400	2.768	151.000	92.200	308.400	72.000	9.110
Densidad	g/cm3	0,1	1,17	1,00	1,10	1,06	1,20	1,05	1,00
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	152.633,5	1.056,7	73.381,5	51.856,3	172.201,9	47.942,6	5.185,6
Sulfato	mg/l	10	14.759	434	13.530	8.290	21.172	5.378	498
Bicarbonato	mg/l	1	260,8	280,8	521,6	551,7	892,7	531,6	187,3
Nitrato	mg/l	0,1	27,71138	2,78884	9,03054	4,42674	10,75697	6,81718	5,93183
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	447,91	156,98	1.222,03	865,27	479,2	354,94	176,75
Magnesio Disuelto	mg/l	---	6.897,946	92,787	3.938,384	2.661,43	9.544,635	2.061,275	256,423
Sodio Disuelto	mg/l	---	70.818,31	673,78	43.501,2	27.358,87	93.409,84	22.414,86	3.194,28
Potasio Disuelto	mg/l	---	14.612,678	95,69	6.308,118	4.279,247	20.824,289	3.977,512	562,847
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	2,4607	1,5171	23,2442	14,8642	14,0132	3,4014	4,3341
Litio Disuelto	mg/l	---	768,5275	5,343	357,9681	313,4196	1767,9495	244,5785	26,9247
Boro Disuelto	mg/l	---	442,331	10,756	289,883	233,591	797,881	142,151	12,513
<b>Balance Iónico</b>	%	---	3,71	7,01	4,36	0,93	5,20	4,72	8,67
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	585,25	157,52	1.263,43	870,98	537,61	363,12	178,72
Magnesio Total	mg/l	---	7.163,684	93,237	4.056,389	2.737,528	10.044,834	2.066,909	259,981
Sodio Total	mg/l	---	72.160,12	682,61	44963,4	27.833,65	97.042,28	22.547,82	3.196,31
Potasio Total	mg/l	---	15.101,044	96,152	6.546,164	4401,99	21.363,172	4.018,53	565,091
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	68,697	0,092	1,173	1,55	2,575	1,078	5,296
Arsénico Total	mg/l	---	2,1766	0,3469	3,1267	1,7022	9,865	3,7869	0,2172
Boro Total	mg/l	---	446,136	11,022	305,898	245,207	810,448	148,851	12,986
Estroncio Total	mg/l	---	2,8886	1,5285	24,0142	14,8753	14,3017	3,4534	4,3715
Hierro Total	mg/l	---	90,28	2,187	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	6,529
Litio Total	mg/l	---	778,27	5,5453	364,5028	326,812	1.823,8017	247,3783	27,0287
Silicio Total	mg/l	---	66,88	51,47	32,71	28,13	28,94	25,41	66,07



**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016 – Continuació**

Punto			Quebrada Camar	Vert. Peine	Anterrepresa Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08
N° Proceso ALS			39630/2016	39629/2016	37729/2016	37847/2016	37847/2016	37847/2016	37847/2016
Código Lab ALS			396410/2016-1.0	396420/2016-1.0	375330/2016-1.0	375364/2016-1.0	375363/2016-1.0	375367/2016-1.0	375376/2016-1.0
Fecha de Muestreo			21-10-2016	25-10-2016	11-10-2016	08-10-2016	08-10-2016	09-10-2016	09-10-2016
Hora de Muestreo			00:00	00:00	00:00	15:45	15:15	10:00	09:30
Sector			Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		7,82	6,74	8,35	8,29	8,41	8,25	8,35
Conductividad Eléctrica	µS/cm		6.470	5.284	6.120	85.070	97.690	54.440	46.400
Temperatura	° C		25,47	24,19	17,52	24,01	28,28	9,94	9,19
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		3.235	2.642	3.060	42.540	45.850	27.220	23.200
Oxígeno Disuelto	%		4,81	5,38	7,54	4,67	s/í	4,94	5,03
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,14	7,68	8,16	8,01	8,12	7,96	8,04
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	2.530	3.980	6.250	41.700	47.800	54.900	47.500
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	1.838	2.716	3.348	24.750	27.900	34.100	29.700
Densidad	g/cm3	0,1	1,00	0,99	1,01	1,02	1,02	1,03	1,02
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	217,2	851,2	1.741,6	14.089,2	15.850,4	18.883,5	15.948,2
Sulfato	mg/l	10	692	735	654	1.955	2.230	2.731	5.645
Bicarbonato	mg/l	1	361,1	115,1	205,9	180,5	180,5	208	190,6
Nitrato	mg/l	0,1	0,66401	4,64807	1,19522	1,81496	2,39044	2,92165	1,99203
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	128,62	296,25	288,98	521,25	631,69	678,45	696,67
Magnesio Disuelto	mg/l	---	131,992	83,126	150,961	638,77	758,917	870,037	854,22
Sodio Disuelto	mg/l	---	266,59	474,73	910,72	7.139,66	8.491,74	9.697,78	9.327,23
Potasio Disuelto	mg/l	---	18,506	26,465	72,109	948,638	1.132,234	1.305,699	1.277,147
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	0,673	2,6516	2,718	5,8809	7,1024	7,8506	7,1021
Litio Disuelto	mg/l	---	0,7231	0,2164	2,1996	67,6414	79,6996	88,5156	83,2271
Boro Disuelto	mg/l	---	6,215	9,875	11,08	35,567	42,059	46,646	45,496
<b>Balance Iónico</b>	%	---	5,94	4,24	3,26	0,90	1,91	0,52	0,18
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	134,06	304,32	316,46	522,27	643,99	794,19	727,16
Magnesio Total	mg/l	---	135,664	85,133	169,451	656,513	786,647	908,115	904,947
Sodio Total	mg/l	---	273,83	483,11	1.103,91	7.284,44	8.760,89	10.077,92	9.931,37
Potasio Total	mg/l	---	18,818	27,149	99,262	973,632	1.170,829	1.355,454	1.366,988
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	0,027	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,428
Arsénico Total	mg/l	---	0,5213	0,0871	0,1118	0,5495	0,5953	0,6878	0,7133
Boro Total	mg/l	---	6,551	9,901	11,905	36,84	42,289	48,29	48,559
Estroncio Total	mg/l	---	0,6881	2,7271	3,0695	6,1256	7,3561	8,9689	7,8175
Hierro Total	mg/l	---	0,028	0,597	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Litio Total	mg/l	---	0,7379	0,2319	4,1472	69,4299	79,7532	91,5059	88,7378
Silicio Total	mg/l	---	45,98	37,81	37,69	33,54	35,05	35,3	48,53

**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016 – Continuación**

Punto			LM-09	LM-10	LM-17	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB
N° Proceso ALS			37847/2016	37847/2016	39630/2016	39630/2016	39629/2016	37729/2016	37729/2016	37729/2016
Código Lab ALS			375370/2016-1.0	375369/2016-1.0	396415/2016-1.0	396407/2016-1.0	396419/2016-1.0	375319/2016-1.0	375320/2016-1.0	375322/2016-1.0
Fecha de Muestreo			09-10-2016	09-10-2016	26-10-2016	26-10-2016	25-10-2016	09-10-2016	09-10-2016	09-10-2016
Hora de Muestreo			12:00	11:05	14:20	09:20	10:15	11:52	11:55	16:51
Sector			Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>										
pH	UpH		8,32	8,18	7,13	6,93	6,56	8	6,82	6,85
Conductividad Eléctrica	µS/cm		55.010	59.070	>200.000	15.980	18.340	64.490	>200.000	>200.000
Temperatura	° C		17,75	16,12	22,9	21,98	16,2	16,22	18,13	18,27
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		27.510	29.540	122.800	7.991	9.171	32.250	121.100	123.000
Oxígeno Disuelto	%		6,22	4,74	s/l	3,05	1,51	2,83	s/l	s/l
<b>Físicos Laboratorio</b>										
pH	UpH	0,01	7,95	7,94	7,05	7,31	7,16	7,68	6,58	6,45
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	56.200	60.700	240.000	15.030	13.910	65.800	228.000	226.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	34.050	38.350	305.200	9.840	9.860	41.950	295.600	352.400
Densidad	g/cm3	0,1	1,03	1,03	0,48	1,00	1,00	1,03	1,20	1,23
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>										
<b>Aniones</b>										
Cloruros	mg/l	10	19.666,2	19.861,9	166.331,4	5.332,4	4305	24.264,8	187.856,6	200.576,1
Sulfato	mg/l	10	2.891	3.133	6.438	796	1.174	4.433	9.013	15.191
Bicarbonato	mg/l	1	160,5	170,5	210,6	200,6	240,7	147,5	310,9	391,2
Nitrato	mg/l	0,1	2.74458	3.18725	3.89553	4.55954	5.66622	1.77069	7.30412	8.98628
<b>Cationes</b>										
Calcio Disuelto	mg/l	---	684,5	893,96	843,77	317,35	651,52	1.474,23	964,25	415,96
Magnesio Disuelto	mg/l	---	844,274	1.088,066	568,031	322,155	282,863	1.184,19	7.867,981	9.533,685
Sodio Disuelto	mg/l	---	9.417,86	11.842,42	83.663,32	2.593,64	2.020,08	13.320,62	84.441,3	81.431,59
Potasio Disuelto	mg/l	---	1.259,011	1.626,084	11.214,766	402,152	217,785	1.776,864	14.470,684	22.597,461
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>										
Estroncio Disuelto	mg/l	---	8,3179	10,0433	35,3611	3,1017	7,0182	14,8382	14,7662	3,4682
Litio Disuelto	mg/l	---	87,3503	103,3114	442,27	24,4377	16,6775	112,8102	815,3868	1066,6276
Boro Disuelto	mg/l	---	46,165	57,516	251,058	18,228	19,662	57,357	422,716	447,84
<b>Balance Iónico</b>	%	---	3,87	6,97	7,52	0,98	2,20	3,10	4,87	6,88
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>										
Calcio Total	mg/l	---	730,73	899,39	910,22	379,76	657,81	1.479,85	981,99	569,53
Magnesio Total	mg/l	---	919,296	1.090,976	576,515	326,524	286,113	1.216,663	8.314,797	10.173,311
Sodio Total	mg/l	---	10.240,2	11.971,9	94.640,81	2.609,26	2.046,19	13.662,05	84.829,98	106012,8
Potasio Total	mg/l	---	1.353,334	1.637,748	12.358,051	407,135	217,8	1.825,374	15.081,431	24.110,837
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>										
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,010	0,505	0,551	0,884	3,655	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Arsénico Total	mg/l	---	0,8869	1,2163	11,6225	0,2783	0,6389	1,1643	3,4834	5,1036
Boro Total	mg/l	---	48,864	57,536	252,428	19,29	19,723	59,105	435,183	469,376
Estroncio Total	mg/l	---	8,9629	10,4324	36,5556	3,2503	7,0508	15,7564	17,2038	3,7093
Hierro Total	mg/l	---	< 0,006	< 0,006	< 0,006	1,204	5,137	< 0,006	< 0,006	149,137
Litio Total	mg/l	---	90,8916	103,9805	475,83	24,884	17,0638	116,316	839,4194	1.112,1014
Silicio Total	mg/l	---	32,83	49,13	21,13	49,22	61,02	31,98	9,87	0,2

**Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Octubre 2016 – Continuación**

Punto			PP-01	PP-02	PP-03
N° Proceso ALS			39630/2016	39629/2016	39630/2016
Código Lab ALS			396414/2016-1.0	396421/2016-1.0	396406/2016-1.0
Fecha de Muestreo			26-10-2016	25-10-2016	26-10-2016
Hora de Muestreo			14:40	14:15	09:30
Sector			Peine	Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>					
pH	UpH		6,7	7,26	6,72
Conductividad Eléctrica	µS/cm		30.060	90.240	27.100
Temperatura	° C		21,64	24,67	23,75
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		15.030	45.120	13.550
Oxígeno Disuelto	%		1,78	0,58	2,97
<b>Físicos Laboratorio</b>					
pH	UpH	0,01	7,11	7,32	7,26
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	29.100	66.100	25.300
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	18.975	49.050	16.950
Densidad	g/cm3	0,1	1,01	1,03	1,01
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>					
<b>Aniones</b>					
Cloruros	mg/l	10	9.392,8	29.603,9	8.120,9
Sulfato	mg/l	10	1.175	1.923	777
Bicarbonato	mg/l	1	310,9	188,5	164,7
Nitrato	mg/l	0,1	3,49712	3,89553	1,99203
<b>Cationes</b>					
Calcio Disuelto	mg/l	---	371,02	502,46	270,05
Magnesio Disuelto	mg/l	---	512,373	934,024	377,92
Sodio Disuelto	mg/l	---	5.286,95	14.070,09	4.728,48
Potasio Disuelto	mg/l	---	974,663	2.384,241	754,834
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>					
Estroncio Disuelto	mg/l	---	4,4049	5,7688	3,0581
Litio Disuelto	mg/l	---	57,2533	135,2177	47,0054
Boro Disuelto	mg/l	---	34,726	72,861	27,408
<b>Balance Iónico</b>	%	---	6,13	3,69	6,76
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>					
Calcio Total	mg/l	---	394,46	556,31	279,16
Magnesio Total	mg/l	---	541,854	950,381	389,301
Sodio Total	mg/l	---	5.517,12	14.186,83	4.859,13
Potasio Total	mg/l	---	987,59	2.384,886	771,488
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>					
Aluminio Total	mg/l	---	0,456	2,053	0,143
Arsénico Total	mg/l	---	0,3456	1,5257	0,4931
Boro Total	mg/l	---	41,351	74,253	28,533
Estroncio Total	mg/l	---	4,6045	5,9394	3,2028
Hierro Total	mg/l	---	< 0,006	0,634	< 0,006
Litio Total	mg/l	---	62,9829	136,7845	47,2004
Silicio Total	mg/l	---	53,13	42,66	37,59

**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016.**

Punto			LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B
N° Proceso ALS			48025/2016	48025/2016	48025/2016	48025/2016	48040/2016	48025/2016	48025/2016
Código Lab ALS			473829/2016-1.0	473830/2016-1.0	473839/2016-1.0	473838/2016-1.0	473988/2016-1.0	473836/2016-1.0	473833/2016-1.2
Fecha de Muestreo			16-12-2016	16-12-2016	16-12-2016	16-12-2016	17-12-2016	16-12-2016	16-12-2016
Hora de Muestreo			13:30	14:40	11:00	10:45	10:00	14:54	14:57
Sector			La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		8,44	8,32	8,21	8,47	7,29	8,45	6,45
Conductividad Eléctrica	µS/cm		57.100	55.300	125.600	139.900	4.200	21.900	>200.000
Temperatura	° C		18,24	18,8	23,21	20,5	25,6	18,2	15,9
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		28.600	27.600	62.800	70.050	2.121	11.020	122.000
Oxígeno Disuelto	%		1,63	1,62	1,08	0,93	1,72	1,96	0,53
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,37	8,39	7,99	7,9	7,34	7,54	6,16
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	56.800	55.600	125.400	138.100	4.240	22.430	227.000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	36.550	35.250	103.500	113.000	2.512	13.040	369.200
Densidad	g/cm3	0,1	1,03	1,03	1,07	1,09	1,01	1,01	1,21
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	18.927,1	19.169,8	54.840,1	53.869,5	1145,3	7.862,0	165.005,6
Sulfato	mg/l	10	3.316	3.183	8.034	10.123	439	912	9.318
Bicarbonato	mg/l	1	411,2	361,1	621,9	631,9	341	351,1	310,9
Nitrato	mg/l	0,1	5,22355	5,48915	5,88756	8,36653	4,29394	1,01815	8,278
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	322,6	314,2	719,3	886,4	141,7	200	700
Magnesio Disuelto	mg/l	---	736,1	718,3	2177	2.534,00	74,38	319,6	6.227,000
Sodio Disuelto	mg/l	---	9.257,00	8.764,00	24.276,00	24.509,00	540,4	3.676,00	106.193,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	1.330,00	1.365,000	2.919,000	3.330,000	74,38	620,7	8.088,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	5,239	5,054	7,985	9,092	1,31	5,604	10,92
Litio Disuelto	mg/l	---	96,91	95,4	232,5	247,7	4,639	39,25	610,9
Boro Disuelto	mg/l	---	73,42	72,29	173,6	203,6	7,931	29,5	453,3
<b>Balance Iónico</b>	%	---	5,33	7,71	9,35	7,46	7,43	4,46	7,10
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	322,7	335,8	723,6	887,6	145,4	206,8	711,6
Magnesio Total	mg/l	---	736,7	766	2.195,000	2.579,000	74,38	324,8	6.267,000
Sodio Total	mg/l	---	9.334,00	9.359,00	24.417,00	25.292,00	540,4	3.676,0	107.353,00
Potasio Total	mg/l	---	1.376,000	1.465,00	2.946,000	3.362,000	74,38	620,7	8.152,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,01	< 0,01	0,29	< 0,01	0,04	0,03	0,03
Arsénico Total	mg/l	---	2,83	2,95	7,6	8,34	0,395	0,7044	26,88
Boro Total	mg/l	---	74,38	76,74	179,1	205,7	9,217	29,58	455
Estroncio Total	mg/l	---	5,244	5,455	8,043	9,114	1,333	5,695	11,25
Hierro Total	mg/l	---	0,463	0,567	0,415	0,348	0,063	0,212	0,39
Litio Total	mg/l	---	97,51	102,1	233	252,5	4,639	40,86	641,6
Silicio Total	mg/l	---	70,49	70,23	93,88	95,01	50,2	39,2	20,04

**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016 – Continuación**

Punto	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A
Nº Proceso ALS	48025/2016	48025/2016	48040/2016	48040/2016	48040/2016	48040/2016	48040/2016
Código Lab ALS	473840/2016-1.0	473841/2016-1.0	473987/2016-1.1	473986/2016-1.0	473983/2016-1.0	473982/2016-1.0	473985/2016-1.0
Fecha de Muestreo	16-12-2016	16-12-2016	17-12-2016	17-12-2016	17-12-2016	17-12-2016	17-12-2016
Hora de Muestreo	10:22	10:25	09:40	09:43	08:36	08:33	09:04
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava	La Punta La Brava
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>							
pH	UpH		8,43	6,56	7,17	6,22	7,29
Conductividad Eléctrica	µS/cm		8.347	>200.000	10.400	>200.000	39.800
Temperatura	° C		15,8	18,6	26,4	26,7	19,4
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		4.168	123.600	5.224	122.500	19.900
Oxígeno Disuelto	%		2,17	0,69	1,68	0,46	1,73
<b>Físicos Laboratorio</b>							
pH	UpH	0,01	7,73	6,55	7,43	6,1	7,45
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	8.360	201.000	10.070	231.000	39.900
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	4.984	232.400	6.170	358.400	26.500
Densidad	g/cm3	0,1	1,01	1,15	1,01	1,22	1,02
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>							
<b>Aniones</b>							
Cloruros	mg/l	10	2.310,1	105.312,4	3.931,0	164.034,9	13.879,9
Sulfato	mg/l	10	551	17.697	541	12.526	1.774
Bicarbonato	mg/l	1	351,1	280,8	351,1	200,6	371,1
Nitrato	mg/l	0,1	1,19522	6,33023	4,91368	8,18946	4,64807
<b>Cationes</b>							
Calcio Disuelto	mg/l	---	140,8	970,30	165,7	576,8	197,9
Magnesio Disuelto	mg/l	---	147,1	3.913,000	145,104	6.672,000	674,2
Sodio Disuelto	mg/l	---	1.292,00	75.597,00	1.631,01	106.180,00	6.684,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	228,1	5.237,00	277,291	9.515,000	1.364,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>							
Estroncio Disuelto	mg/l	---	1,816	24,3	1,614	4,48	2,303
Litio Disuelto	mg/l	---	14,09	450,7	28,44	742,8	86,04
Boro Disuelto	mg/l	---	13,26	334,7	20,07	537,8	55,78
<b>Balance Iónico</b>	%	---	2,04	8,39	8,78	7,70	1,85
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>							
Calcio Total	mg/l	---	142,4	1.065,00	177,6	588,2	204,9
Magnesio Total	mg/l	---	147,1	4.342,000	151,426	6.679,000	685,4
Sodio Total	mg/l	---	1.292,00	91.852,00	1.745,50	107.239,00	6.700,00
Potasio Total	mg/l	---	228,1	5.727,00	282,752	9.619,000	1.380,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>							
Aluminio Total	mg/l	---	0,02	0,39	0,65	0,39	0,1
Arsénico Total	mg/l	---	0,5866	15,78	0,4696	3,95	0,7872
Boro Total	mg/l	---	13,26	361,6	20,07	553,5	60,06
Estroncio Total	mg/l	---	1,816	26,84	1,63	4,587	2,369
Hierro Total	mg/l	---	0,188	0,379	1,357	6,974	0,816
Litio Total	mg/l	---	14,09	487,9	28,44	768,6	86,04
Silicio Total	mg/l	---	40,6	37,28	52,4	23,19	43,8

**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016 – Continuación**

Punto	MP-06B	MP-09A	LM-12	LM-13	LM-14	LM-15	MP-12A		
N° Proceso ALS	48040/2016	48040/2016	48021/2016	48021/2016	48021/2016	48021/2016	48021/2016		
Código Lab ALS	473984/2016-1.0	473989/2016-1.0	473622/2016-1.0	473624/2016-1.0	473625/2016-1.0	473623/2016-1.0	473627/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	17-12-2016	17-12-2016	15-12-2016	15-12-2016	15-12-2016	15-12-2016	15-12-2016		
Hora de Muestreo	09:07	16:00	10:20	12:40	13:25	11:25	16:50		
Sector	La Punta La Brava	La Punta La Brava	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		6,47	7,13	7,8	6,68	7,61	7,18	7,37
Conductividad Eléctrica	µS/cm		>200.000	5.022	135.400	190.000	>200000	181.600	15.090
Temperatura	° C		21,26	24,55	21,5	27,4	33,2	22,8	23,81
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		109.200	2.508	63.700	75.600	105.300	90.800	7.561
Oxígeno Disuelto	%		0,61	1,75	0,66	0,34	0,28	0,35	1,1
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	6,38	7,42	7,65	6,57	7,42	7,22	7,7
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	217.000	4.850	137.100	194.000	211.000	215.000	16.270
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	290.800	3.060	109.600	448.800	262.800	226.000	10.620
Densidad	g/cm3	0,1	1,19	1,01	1,08	1,26	1,18	1,17	1,01
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	139.769,4	1.174,5	55.568,1	175.682,4	132.004,5	123.268,9	5.435,5
Sulfato	mg/l	10	15.956	463	10.280	46.609	19.304	19.837	382
Bicarbonato	mg/l	1	331	341	451,4	2507,5	782,3	541,6	162,7
Nitrato	mg/l	0,1	16,37893	3,58566	1,9035	23,86012	52,89951	6,64011	5,53342
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	450,8	142,1	937,30	74,78	717,4	628,4	144,4
Magnesio Disuelto	mg/l	---	6.713,000	85,44	2.714,000	23.859,00	7.192,000	5.946,000	198
Sodio Disuelto	mg/l	---	91.462,40	617,2	25.426,0	83.977,00	90.323,00	78.870,00	2.326,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	7.501,000	95,14	3.219,000	30.207,000	7.186,000	6.335,000	410,4
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	1,733	1,404	14,07	0,4719	6,436	12,29	4,388
Litio Disuelto	mg/l	---	628	5,879	264,7	2558	586,3	470,2	22,5
Boro Disuelto	mg/l	---	434,2	8,068	196,7	1305	353,2	417	9,161
<b>Balance Iónico</b>	%	---	7,40	3,05	7,01	8,96	8,68	4,93	7,65
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	601,9	143,2	1.032,00	75,64	794,4	805,7	157,5
Magnesio Total	mg/l	---	6.721,000	94,01	2.990,000	24.831,000	7.228,000	6.589,000	201,7
Sodio Total	mg/l	---	91.630,46	662,7	25578	88.247,00	91.254,00	98.692,00	2.386,00
Potasio Total	mg/l	---	7.673,000	101,3	3.329,000	32607	7.391,000	6.431,00	427,3
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	73,09	0,05	0,4	0,38	0,46	8,62	6,45
Arsénico Total	mg/l	---	1,8	0,3327	1,93	21,72	10,9	9,82	0,2223
Boro Total	mg/l	---	436,2	8,834	217,3	1333	354	452,8	10,43
Estroncio Total	mg/l	---	1,86	1,448	15,56	0,4837	7,325	24,79	5,087
Hierro Total	mg/l	---	69,72	0,571	3,025	0,316	0,355	12,95	7,825
Litio Total	mg/l	---	655	6,259	280,7	2581	592,3000	492,3	22,95
Silicio Total	mg/l	---	88	49,1	50,5	56,2	69,3	97,83	49,6



**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016 – Continuación**

Punto	Quebrada Camar	Vert. Peine	Antrepresa Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08		
N° Proceso ALS	48021/2016	48021/2016	48021/2016	48236/2016	48236/2016	48207/2016	48236/2016		
Código Lab ALS	473626/2016-1.1	473629/2016-1.0	473628/2016-1.0	476733/2016-1.0	476734/2016-1.0	476438/2016-1.0	476732/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	15-12-2016	15-12-2016	15-12-2016	19-12-2016	19-12-2016	20-12-2016	19-12-2016		
Hora de Muestreo	00:00	00:00	00:00	16:30	17:00	10:15	11:30		
Sector	Norte y Borde Este	Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
<b>Parámetros In Situ</b>									
pH	UpH		8,2	7,36	8,48	8,36	8,82	8,65	8,3
Conductividad Eléctrica	µS/cm		2.550	3.950	5.678	44.900	54.700	73.100	54.100
Temperatura	° C		25,6	24,03	22,5	28,3	30,3	16,7	22,9
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		1.278	1.974	2.977	22.400	27.450	36.600	27.070
Oxígeno Disuelto	%		0,84	1,13	1,18	1,32	1,2	1,88	1,2
<b>Físicos Laboratorio</b>									
pH	UpH	0,01	8,34	7,68	8,51	8,19	8,29	8,02	8,16
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	2.657	4.150	6.330	43.600	55.600	72.200	55.100
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	1.870	2.392	4.070	27.750	35.800	44.950	36.200
Densidad	g/cm3	0,1	1,01	1,01	1,01	1,02	1,03	1,04	1,03
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>									
<b>Aniones</b>									
Cloruros	mg/l	10	281,5	922,1	1.582,1	15.627,0	19.048,4	29.603,9	19.655,1
Sulfato	mg/l	10	707	751	660	2.126	2.796	3.801	2.775
Bicarbonato	mg/l	1	321	111,5	132,1	230,7	220,7	210,6	220,7
Nitrato	mg/l	0,1	0,84108	4,82514	1,50509	2,74458	3,85126	6,46304	3,23152
<b>Cationes</b>									
Calcio Disuelto	mg/l	---	83,3	281,3	271,1	620,1	730	953,3	686,6
Magnesio Disuelto	mg/l	---	123,355	77,13	132	683,2	755,4	1107	716,8
Sodio Disuelto	mg/l	---	241,45	419,2	723,5	7.022,00	8.634,00	13.041,00	8.859,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	19,971	26	60,28	1092	1.186,000	1.659,000	1.112,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>									
Estroncio Disuelto	mg/l	---	0,7367	2,547	2,722	7,248	7,445	9,49	6,748
Litio Disuelto	mg/l	---	0,6126	0,6522	1,25	59,63	77,79	116,3	73,06
Boro Disuelto	mg/l	---	6,863	7,574	7,332	39,78	42,46	61,33	38,55
<b>Balance Iónico</b>	%	---	2,92	2,66	1,02	5,21	6,33	7,92	7,63
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>									
Calcio Total	mg/l	---	97,59	283,3	271,1	632,1	730	1119	686,6
Magnesio Total	mg/l	---	128,629	83,42	139,9	711,3	755,4	1110	716,8
Sodio Total	mg/l	---	267,87	445,5	740,80	7.326,00	8.634,00	13.152,00	8.859,00
Potasio Total	mg/l	---	20,509	26	60,28	1144	1.186,000	1.661,000	1.112,000
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>									
Aluminio Total	mg/l	---	0,02	0,08	0,24	0,12	0,3	< 0,01	< 0,01
Arsénico Total	mg/l	---	0,5108	0,0798	0,0861	0,6623	0,49	0,85	0,43
Boro Total	mg/l	---	8,196	7,676	9,536	40,18	42,46	62,39	38,55
Estroncio Total	mg/l	---	0,7385	2,548	2,722	7,326	7,445	10,78	6,748
Hierro Total	mg/l	---	0,328	0,077	0,149	0,326	0,379	0,606	0,334
Litio Total	mg/l	---	0,7289	0,6522	1,25	61,15	77,79	117,2	73,06
Silicio Total	mg/l	---	46,3	37,2	33	41	63,19	67,34	57,69

**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016 – Continuación**

Punto	LM-09	LM-10	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01		
N° Proceso ALS	48207/2016	48207/2016	48019/2016	48019/2016	48207/2016	48236/2016	48207/2016	48019/2016		
Código Lab ALS	476434/2016-1.1	476436/2016-1.0	473466/2016-1.0	473468/2016-1.0	476439/2016-1.0	476735/2016-1.0	476437/2016-1.0	473467/2016-1.0		
Fecha de Muestreo	20-12-2016	20-12-2016	18-12-2016	18-12-2016	20-12-2016	19-12-2016	20-12-2016	18-12-2016		
Hora de Muestreo	10:30	16:55	14:20	16:00	14:05	14:08	09:40	14:55		
Sector	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
<b>Parámetros In Situ</b>										
pH	UpH		8,09	8	7,68	7,16	8	7	6,8	7,31
Conductividad Eléctrica	µS/cm		69.900	91.800	14.910	10.200	63.600	>200.000	>200.000	28.400
Temperatura	° C		11,9	12,2	22,5	19,2	19,05	29,3	22,3	25,69
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		35.300	45.700	7.454	5.118	31.900	122.600	119.500	14.200
Oxígeno Disuelto	%		1,36	4,78	2,05	2,35	1,41	0,37	0,44	1,83
<b>Físicos Laboratorio</b>										
pH	UpH	0,01	7,89	7,93	7,37	7,16	7,87	6,67	6,54	7,18
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	75.000	95.500	14.960	10.370	64.500	227.000	245.000	28.210
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	51.850	66.400	9.630	6.925	43.700	342.800	384.400	14.980
Densidad	g/cm3	0,1	1,04	1,05	1,01	1,01	1,03	1,21	1,23	1,02
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>										
<b>Aniones</b>										
Cloruros	mg/l	10	30.574,6	37.854,2	4.804,6	3.445,7	23537,6	159.181,8	195.094,8	10.094,5
Sulfato	mg/l	10	4.199	5.644	739	864	4.301	9.310	15.306	1.149
Bicarbonato	mg/l	1	210,6	250,8	200,6	240,7	76,2	451,4	501,5	280,8
Nitrato	mg/l	0,1	4.69234	5.62196	3.76273	5.48915	2.12483	8.05666	10.88977	3.40859
<b>Cationes</b>										
Calcio Disuelto	mg/l	---	1106,2	1406	287,3	483,3	1329	728,40	447,5	365,9
Magnesio Disuelto	mg/l	---	1549,13	1.534,000	261	171,8	948,2	7.818,00	8.651,000	423,100
Sodio Disuelto	mg/l	---	14.304,80	15.726,00	2.128,00	1.312,00	10.968,00	103.051,00	101.920,0	4.132,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	1.947,220	2.070,000	342,100	124,7	1476	8.678,000	20.558,000	763,800
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>										
Estroncio Disuelto	mg/l	---	14,3121	14,8	2,939	5,557	12,42	8,115	2,73	4,621
Litio Disuelto	mg/l	---	108,444	149,1	25,21	8,876	93,05	688,6	868,5	47,07
Boro Disuelto	mg/l	---	82,148	81,95	13,97	12,47	48,87	418,8	462	25,34
<b>Balance Iónico</b>	%	---	3,18	9,71	3,34	7,39	4,68	8,88	1,02	8,18
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>										
Calcio Total	mg/l	---	1186,06	1457	339,7	517,2	1331	751,40	449,3	373,2
Magnesio Total	mg/l	---	1575,75	1.585,000	275,4	176,1	951,5	7.914,000	8.986,000	426,000
Sodio Total	mg/l	---	14.897,4	16.626,0	2.196,00	1.448,00	10.981,00	103.872,60	106.028,00	4132
Potasio Total	mg/l	---	1.982,580	2.220,000	353,900	135,8	1485	8.874,000	21.923,000	781,100
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>										
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,01	< 0,01	0,73	4,6	0,48	0,6	< 0,01	0,19
Arsénico Total	mg/l	---	1,9296	1,8	0,2444	0,3563	0,86	6,28	9,22	0,3258
Boro Total	mg/l	---	83,871	84,17	15,82	14,62	49,3	424,2	502,6	30,75
Estroncio Total	mg/l	---	14,3548	15,24	3,36	6,012	12,66	8,496	2,844	4,798
Hierro Total	mg/l	---	0,089	0,384	1,161	4,37	0,715	7,236	0,384	0,276
Litio Total	mg/l	---	109,517	151,5	25,93	9,118	94,59	735,7	929,8	50,3500
Silicio Total	mg/l	---	77,77	72,11	49,2	58,7	41,05	10,53	4,83	42,9

**Tabla 5-58 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña Diciembre 2016 – Continuación**

Punto			PP-02	PP-03
N° Proceso ALS			48019/2016	48019/2016
Código Lab ALS			473465/2016-1.0	473464/2016-1.0
Fecha de Muestreo			18-12-2016	18-12-2016
Hora de Muestreo			13:00	11:20
Sector			Peine	Peine
Parámetros	Unidad	Límite de detección	Agua Subterránea	Agua Subterránea
<b>Parámetros In Situ</b>				
pH	UpH		7,15	7
Conductividad Eléctrica	µS/cm		52.350	26.500
Temperatura	° C		24,7	26,1
Sólidos Disueltos Totales	mg/l		26.200	13.270
Oxígeno Disuelto	%		1,71	1,25
<b>Físicos Laboratorio</b>				
pH	UpH	0,01	7,21	7,19
Conductividad Eléctrica	µS/cm	2	53.400	26.720
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	10	36.000	16.950
Densidad	g/cm3	0,1	1,03	1,01
<b>Elementos Mayoritarios Disueltos</b>				
<b>Aniones</b>				
Cloruros	mg/l	10	16.015,2	9.415,0
Sulfato	mg/l	10	1.240	762
Bicarbonato	mg/l	1	165,5	128,6
Nitrato	mg/l	0,1	2,43471	1,99203
<b>Cationes</b>				
Calcio Disuelto	mg/l	---	324,7	264,5
Magnesio Disuelto	mg/l	---	564,6	343,1
Sodio Disuelto	mg/l	---	7.039,00	4.006,00
Potasio Disuelto	mg/l	---	1094	665,800
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos</b>				
Estroncio Disuelto	mg/l	---	3,65	3,209
Litio Disuelto	mg/l	---	95,94	45,54
Boro Disuelto	mg/l	---	45,43	25,69
<b>Balance Iónico</b>	%	---	6,25	6,97
<b>Elementos Mayoritarios Totales</b>				
Calcio Total	mg/l	---	332,9	274,1
Magnesio Total	mg/l	---	566	353,8
Sodio Total	mg/l	---	7.148,00	4.117,00
Potasio Total	mg/l	---	1100	685,800
<b>Elementos Minoritarios y Trazas Totales</b>				
Aluminio Total	mg/l	---	< 0,01	0,02
Arsénico Total	mg/l	---	0,76	0,4734
Boro Total	mg/l	---	45,58	28
Estroncio Total	mg/l	---	3,685	3,248
Hierro Total	mg/l	---	0,414	0,125
Litio Total	mg/l	---	96,09	47,5
Silicio Total	mg/l	---	47,49	34,7

De las campañas anteriores, se tiene que para las de Enero y Febrero 2016, éstas se presentan en conjunto con todo el resto de los registros de calidad de aguas histórico, lo cual se puede encontrar en el Anexo H de este documento.

En relación a la Conductividad Eléctrica en el salar de Atacama

La conductividad eléctrica ha sido un parámetro, de clasificación del tipo de agua, utilizado en la evaluación ambiental, para poder hacer la distinción entre aguas que son parte del núcleo (salmuera) y las aguas que se encuentran en las cuencas aportantes (agua dulce salobre). Para facilitar el entendimiento del análisis que se presenta a continuación se entrega en la Tabla siguiente, los rangos de conductividad frente a las cuales se encuentran en las muestras, la cual también fue utilizada en la evaluación ambiental.

**Tabla 5-59 Clasificación de los tipos de agua**

Tipo de Agua	SDT [mg/L]	CE [uS/cm]
Dulce	0 – 4.200	0 – 4.500
Salobre	4.200 – 200.000	4.500 – 200.000
Salmuera	> 200.000	>200.000

Fuente: Tabla 7-6 Anexo 1 Adenda 5

En relación al Balance Iónico de las muestras

En relación al balance iónico (B.I) de las muestras, y a lo señalado en el considerando 10.8 de la RCA 21/2016, en donde se indica textual: “10.8. Monitoreo físico- químico de las aguas: en los respectivos Informes de Seguimiento se deberán presentar los resultados de los balances iónicos de los muestras ejecutados. Al respecto, se deberán considerar los lineamientos de la “Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), para efectos de contar con referencias vigentes sobre los valores de errores admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua. Además, deberán cumplirse los lineamientos que dicte la SMA respecto al organismo que analice las muestras (laboratorio).” Se tiene que, respecto de las referencias vigentes de errores admisibles para altas conductividades, como lo son las aguas del Salar de Atacama, aguas tipo dulces-salobres y salmueras, éstas en su mayoría corresponden a aguas con CE > 10.000 uS/cm y en Salmueras con CE>200.000 uS/cm.

Por lo anterior, y considerando los lineamientos que cumple el laboratorio ALS Global, que es una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFSA) y es quien estuvo encargado de los análisis de laboratorio durante el 2016, se tiene que el % de admisibilidad de las muestras, es para errores menores al 10% en el B.I. Esto se fundamenta en lo siguiente:

La fórmula de cálculo utilizada para el % de error, consiste en:

$$\% = 100 \times \frac{((\text{Suma cationes} - \text{suma de aniones}))}{(\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones})}$$

Para ello, los cationes y aniones utilizados para el balance iónico corresponden a:

Aniones:

- Bicarbonato
- Sulfato
- Cloruro
- Nitratos
- Bromuros
- Fluoruros

Cationes:

- Sodio disuelto
- Potasio Disuelto
- Calcio Disuelto
- Magnesio Disuelto
- Aluminio Disuelto
- Boro Disuelto
- Cobre disuelto
- Estroncio Disuelto
- Hierro Disuelto
- Litio Disuelto
- Manganeso Disuelto

Con todos los elementos indicados anteriormente, los balances de las muestras, reportan % de errores entre -10% y 10%, todas ellas verificadas y analizadas con su respectivo procedimiento de control de calidad, por parte de RWL<sup>17</sup>.

Es importante destacar que, la cantidad de sales presentes en aguas del tipo encontradas en el Salar, pueden presentar precipitados y modificar la estabilidad iónica de las muestras. Es por esta razón que se hace necesario para el Balance, incluir aniones y cationes adicionales a los indicados en la Guía SEA 2012. Además, las salmueras escasamente cumplen con errores menores al 2% en sus Balances Iónicos, que es lo que se interpreta recomendaría la Guía del SEA, 2012. Sin embargo, la Tabla que se indica en la Guía con valores de error admisible, considera CE entre 50 uS/cm hasta mayores de 2.000 uS/cm, lo que cae en la categoría de aguas dulces, dado que ésta llega hasta 4.000 uS/cm, según la Tabla 5-59 antes indicada. Además, se considera que dicha guía, es una guía de “carácter indicativo y referencial” (Ref. Guía SEA 2012, pág 14), aplicable a aguas de acuíferos sedimentarios, y que no consideraría salmueras.

De esta manera, se quiere dejar de manifiesto, que los errores de BI que se indican en las Tablas de las Campañas anteriormente mostradas, han tenido un completo análisis de calidad, y debido al contenido de sales presentes en las muestras, dichas % de error, bajo el criterio de <10%, todas cumplen el criterio de aceptabilidad.

<sup>17</sup> El cálculo del Balance iónico realizado por Rockwood, considera los elementos que se señalan sin embargo éstos no forman parte de los elementos reportados como parte de la obligación de informar.

### En relación con la visualización de los datos de calidad de aguas

A continuación se presenta la variabilidad de los datos, a través de diagramas o gráficos de caja. Junto con ellos, para los parámetros insitu, se presentan tablas con estadígrafos que permiten visualizar los valores característicos de la serie de datos. Finalmente, también se presentan gráficos temporales que permiten ver las tendencias a través del tiempo.

Para los elementos mayoritarios y minoritarios, cationes y aniones se presentan diagramas de Piper, con el objetivo de caracterizar el tipo de aguas, y visualizar si han variado respecto a las tendencias naturales o históricas.

### Descripción de los Diagramas de Caja

Los diagramas de caja que se presentan a continuación se han generado por parámetro y por sector de análisis, representando los puntos del PSAH de aguas superficiales en color naranja y de aguas subterráneas en color azul.

Los bigotes de los diagramas, que corresponden a las líneas iniciales y finales de cada caja, corresponden a los valores mínimos y máximos de toda la serie histórica registrada para la química de aguas (2013 – 2016); y la caja interior en tonos grises, representa los percentiles 25% y 75%, indicado como “P25” y “P75” respectivamente en las tablas de estadígrafos. La línea entre los tonos grises de cada caja, corresponde a la mediana de la serie de datos.

### Descripción de las Tablas con Estadígrafos.

Las tablas de estadígrafos que se presentan para los valores in situ, tienen por objetivo mostrar por un lado la cantidad de registros totales (N° Reg) que se tienen para cada punto, y por otros los valores representativos de los diagramas de caja, vale decir: mínimo (Min), Percentil 25% (P25), mediana, Percentil 75% (P75) y máximo de la serie (Max.)

A continuación, se presentan los resultados gráficos, estadígrafos, resultados tabulares y gráficas temporales para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros, siguiendo el orden de lo indicado en la Tabla 4-5 de Parámetros de calidad físico químicos a analizar, del capítulo 4 de este documento.

Los Sectores que se presentan, son La Punta-La Brava, Peine y Norte y Borde Este. La Química del Núcleo, es tratada en el capítulo 5.9 de los caudales bombeados, ya que es una química de diferente categoría, y que sólo se aplica en el núcleo y/o acuífero a los pozos de producción.



## 5.8.1 Sector La Punta – La Brava

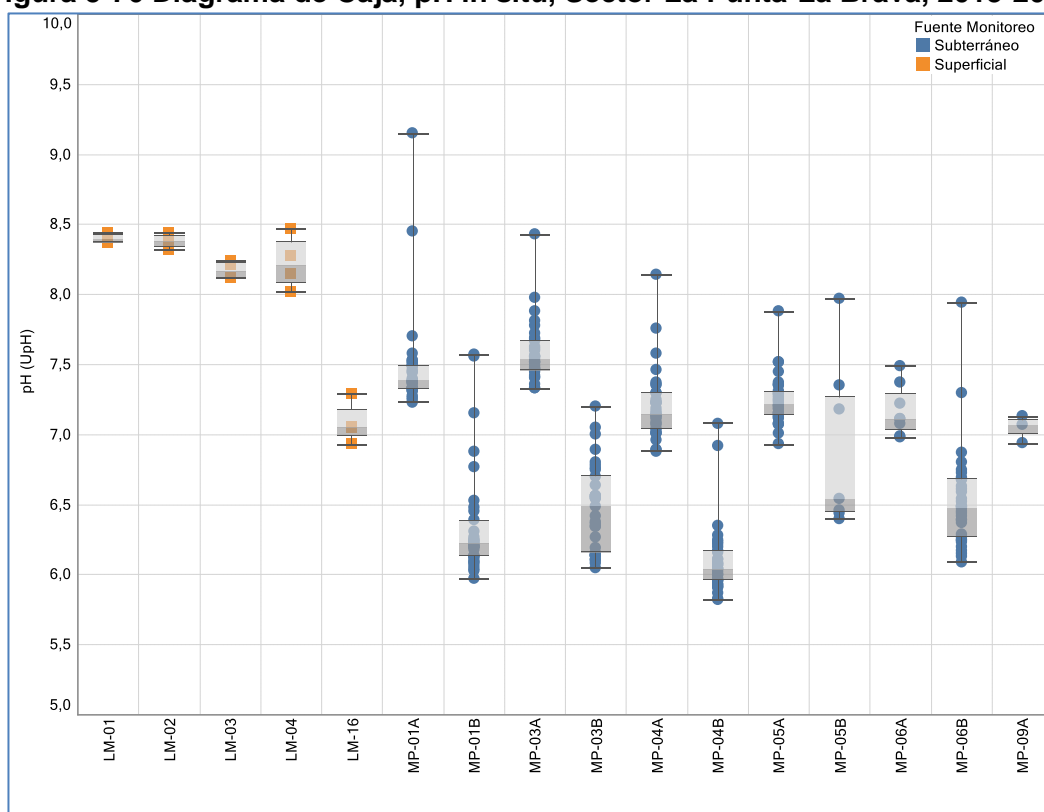
### 5.8.1.1 Parámetros Físico Químicos, in situ

#### En relación al pH

Para el pH, en este Sector LP-LB, se presenta la Figura 5-76. La variabilidad histórica que este parámetro ha tenido en las aguas superficiales (color naranja “LM”), muestra valores de pH, en términos generales, entre 7,0 y 8,5 upH; y para las aguas subterráneas (puntos “MP” color azul) con rango de pH más amplio, variando entre un mínimo de 5,82 upH para MP-04B hasta un máximo de 9,15 upH para MP-01A. Se aprecia que en aguas más profundas y salobres el valor de pH es menor en relación a los aguas más someras, así por ejemplo los puntos “MP-XA”, que miden el estrato superior, presentan en general valores de pH más neutros que los “MP-XB”, que miden aguas más profundas o más salobres, con medianas que tienden a estar en un valor de pH bajo los 6,5 upH.

El punto LM-16, mide en Tilopozo, donde el agua es más salobre que las aguas superficiales, y es por ello que su valor de pH es más bajo que los demás puntos LM.

**Figura 5-76 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector La Punta-La Brava, 2013-2016**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-60 Estadígrafos, pH in situ, Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-01	4	8,37	8,38	8,40	8,43	8,44
LM-02	4	8,32	8,35	8,38	8,41	8,44
LM-03	4	8,12	8,12	8,17	8,22	8,24
LM-04	4	8,02	8,12	8,21	8,32	8,47
LM-16	4	6,93	7,02	7,06	7,12	7,29
MP-01A	33	7,23	7,33	7,39	7,49	9,15
MP-01B	33	5,97	6,13	6,22	6,39	7,57
MP-03A	33	7,33	7,46	7,54	7,67	8,43
MP-03B	33	6,05	6,16	6,49	6,70	7,20
MP-04A	34	6,88	7,05	7,15	7,29	8,14
MP-04B	34	5,82	5,96	6,04	6,17	7,08
MP-05A	34	6,93	7,14	7,22	7,31	7,88
MP-05B	7	6,40	6,45	6,54	7,27	7,97
MP-06A	8	6,98	7,06	7,11	7,26	7,49
MP-06B	34	6,09	6,28	6,48	6,67	7,94
MP-09A	3	6,94	7,01	7,07	7,10	7,13

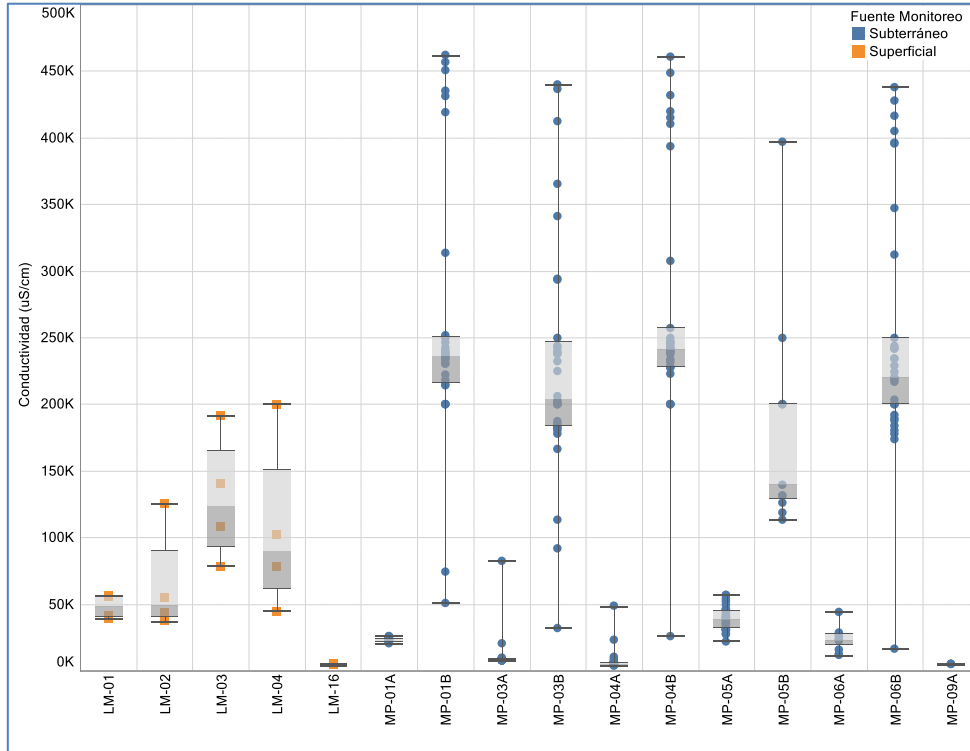
Fuente: Elaboración propia

### **En relacion a la Conductividad Eléctrica**

En el caso de la Conductividad Eléctrica (CE) del sector La Punta La Brava, en la Figura 5-77 se aprecia que la aguas subterráneas profundas (registradas por los pozos “MP-XB”) presentan mayor variabilidad que las aguas superficiales y que las aguas subterráneas más someras (registradas por los pozos “MP-XA”). En el caso de las aguas subterráneas profundas la variabilidad de CE esta en el rango de mínimos de 16.000 uS/cm y 460.000 uS/cm, mientras que en el caso de aguas subterráneas más someras este rango esta dado por mínimo de 4.000 uS/cm (MP-04A) y 82.000 us/cm. este rango es consistente con la presencia de aguas más salobres a medida que se profundiza la medición, por cuanto se acerca a la interfase salina. Los valores sobre 400.000 uS/cm obedecen a utilización de instrumental que registra hasta un cierto valor, muy sensible en aguas con alto contenido de sales, como lo son las aguas profundas, y por lo tanto no se han eliminado de la base de datos.

Todas las aguas de las lagunas La Punta-La Brava, representado por los puntos LM-01 hasta LM-04, registran valores mayores a 37.000 uS/cm y menores a 200.000 uS/cm, lo que indica que son aguas salobres.

**Figura 5-77 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-61 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-01	4	39.160	40.878	48.375	55.540	56.260
LM-02	4	37.220	41.653	48.860	72.343	125.600
LM-03	4	78.560	100.340	123.750	152.775	191.400
LM-04	4	44.900	69.868	90.195	126.650	200.000
LM-16	3	4.319	4.346	4.372	4.786	5.200
MP-01A	32	20.400	22.525	23.185	24.168	26.160
MP-01B	32	50.930	217.175	236.450	250.375	462.000
MP-03A	34	7.509	7.936	8.079	8.560	82.560
MP-03B	32	32.220	184.775	204.200	245.125	439.600
MP-04A	33	4.003	4.322	5.486	6.075	48.540
MP-04B	33	26.100	228.200	241.500	257.300	460.800
MP-05A	33	22.150	32.390	39.310	44.950	56.970
MP-05B	11	113.300	128.850	139.500	200.000	396.920
MP-06A	11	11.720	19.200	23.180	27.330	44.300
MP-06B	33	16.630	200.000	220.400	250.000	438.000
MP-09A	3	5.009	5.016	5.022	5.092	5.161

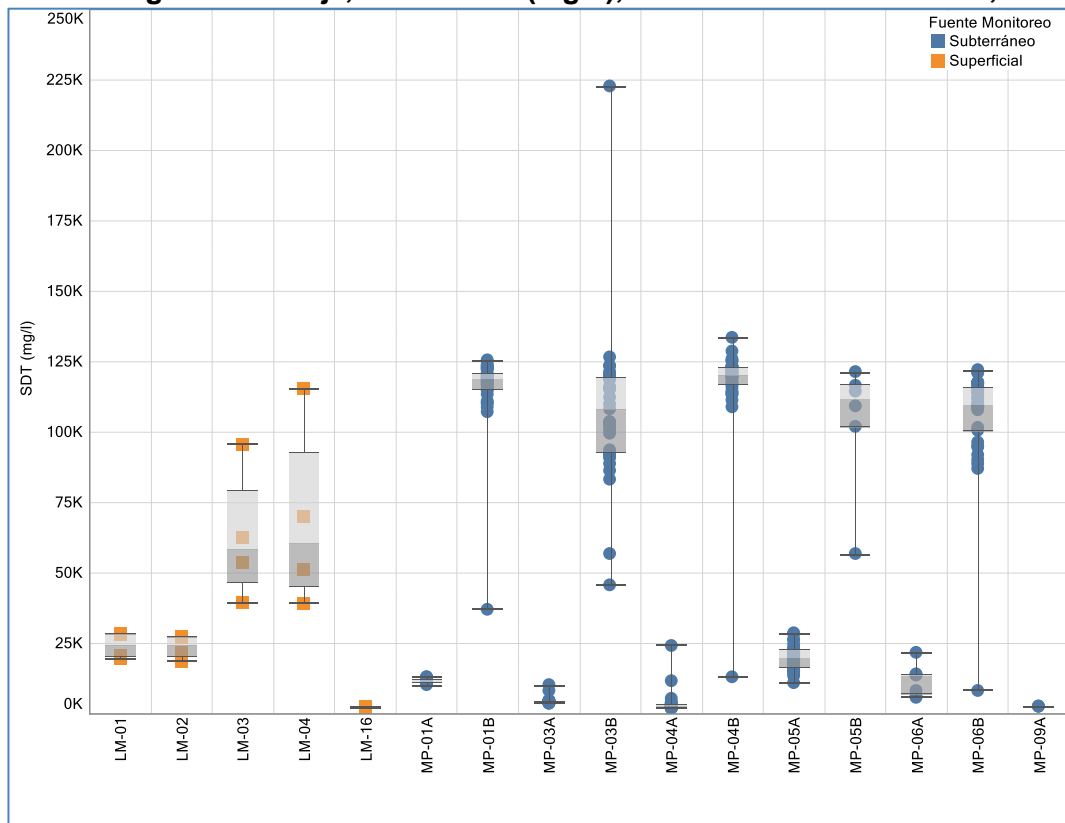
Fuente: Elaboración propia

**En relacion a la Sólidos Disueltos Totales**

En el caso de los Sólidos Disueltos Totales (STD), Figura 5-78, dada la correlación natural que existe entre los STD y la CE, la situación que se observa para los puntos LM de las lagunas LP-LB, en comparación con los pozos “MP-XA” o “MP-XB” es la misma, es decir, pozos “MP-XA”, que miden aguas más someras, presenta STD más bajos, con valores máximos de 28,48 mg/L, dado por el punto MP-05A; y para los puntos “MP-XB”, se tienen valores que por lo general están por sobre los 45.000 uS/cm y bajo los 150.000 mg/L, indicando que son aguas más profundas.

Se observa que para el caso de los puntos LM-01 y LM-02, los valores registrados se encuentra entre 18.000 mg/L y 29.000 mg/L, con valores menores que los puntos del otro extremo del sistema lagunar, LM-03 y LM-04, que presentan valores mayores a 39.000 mg/L.

**Figura 5-78 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava, 2013-2016**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-62 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-01	4	19.580	20.443	24.430	28.248	28.600
LM-02	4	18.610	20.830	24.435	27.375	27.600
LM-03	4	39.280	50.178	58.305	71.025	95.700
LM-04	4	39.100	48.100	60.575	81.363	115.300
LM-16	4	2.121	2.150	2.173	2.290	2.600
MP-01A	33	10.200	11.190	11.530	12.070	13.090
MP-01B	33	37.090	115.100	118.900	120.800	125.500
MP-03A	33	3.741	3.964	4.066	4.271	10.110
MP-03B	33	45.780	92.670	108.100	119.200	222.700
MP-04A	34	2.005	2.198	2.841	3.074	24.270
MP-04B	34	13.040	116.925	120.200	122.875	133.400
MP-05A	34	11.070	16.408	19.765	22.473	28.480
MP-05B	6	56.660	103.625	111.750	115.975	121.300
MP-06A	7	5.860	7.050	13.660	13.905	21.630
MP-06B	34	8.311	100.775	109.650	115.675	121.900
MP-09A	3	2.505	2.507	2.508	2.544	2.580

Fuente: Elaboración propia

### **En relacion a Oxígeno Disuelto**

El contenido de Oxígeno Disuelto (O.D.), Figura 5-79, es inverso a los contenidos de CE y SDT, ya que mientras más sales se presentan, menor es la concentración de O.D. que se registra.

Los puntos LM-01 y LM-02, presentan en general medianas del orden de los 6 mg/L, y los puntos LM-03 y LM-04, medianas del orden de 3 mg/L. Los pozos que miden aguas profundas, presentan menor contenido de O.D., con valores de mediana que se encuentran bajo los 0,5 mg/L, versus que aquellos que monitorean aguas someras, con valores de medianas del orden de los 1,8 mg/L. Este comportamiento es consistente con la condición de poca aireación de las aguas.

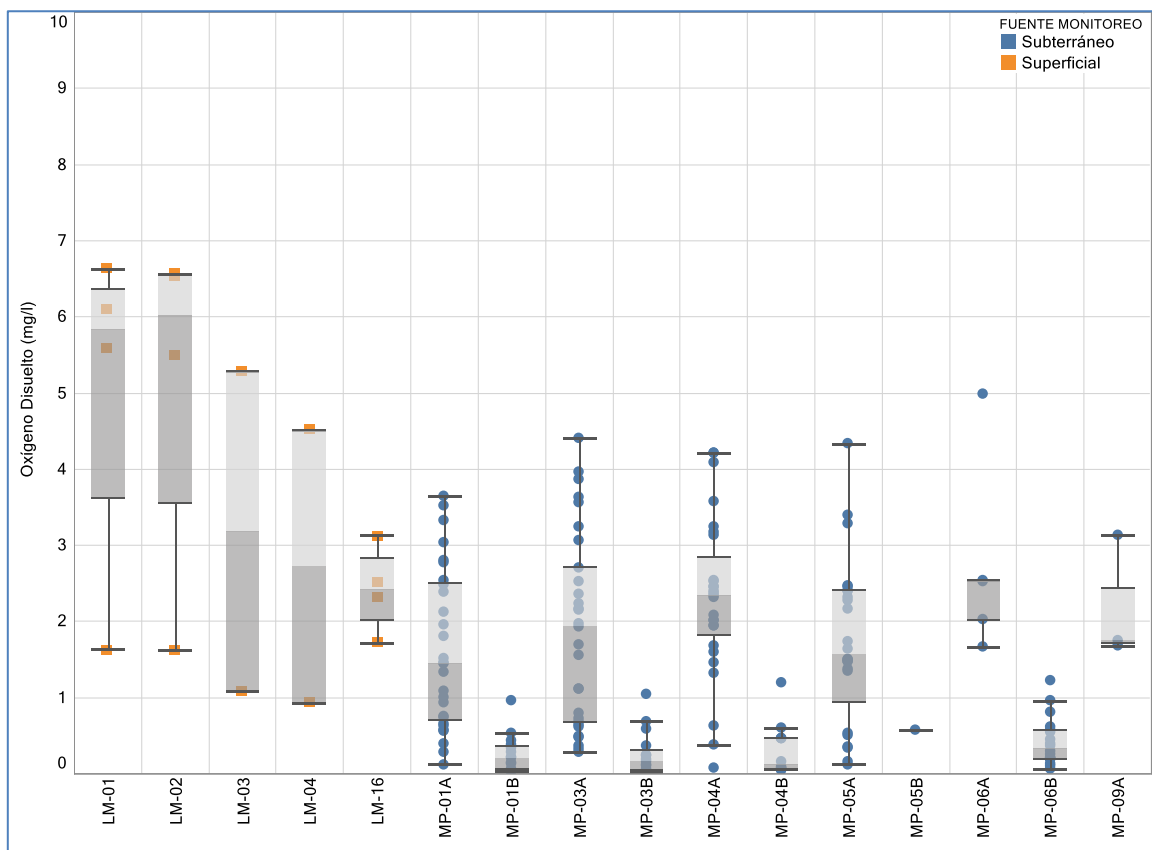
### **En relacion a la Temperatura**

Para la temperatura del agua (T°C), en el sector de LP-LB, se tiene que las aguas subterráneas y de los pozos someros, presentan temperaturas mayores a las de las lagunas.

Para la Punta y la Brava, si bien existe un amplio rango de T°C, entre 7°C y 24 °C, las medianas son muy similares, y están en el rango de los 15 °C.

Para las aguas subterráneas, los rangos de variación de las temperaturas van desde los 13,6°C hasta 33,1°C para el mismo punto MP-03A.

**Figura 5-79 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

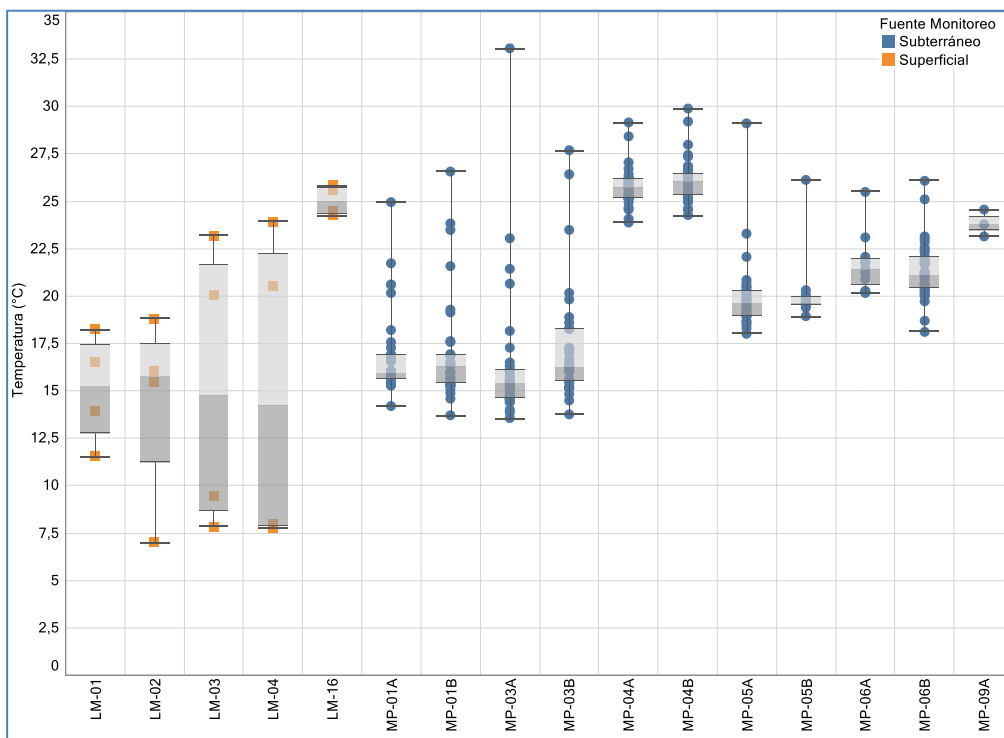
**Tabla 5-63 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-01	4	1,63	4,59	5,84	6,23	6,63
LM-02	4	1,62	4,53	6,02	6,54	6,56
LM-03	2	1,08	2,13	3,18	4,23	5,28
LM-04	2	0,93	1,83	2,72	3,62	4,51
LM-16	4	1,72	2,17	2,42	2,66	3,12
MP-01A	28	0,12	0,72	1,46	2,50	3,64
MP-01B	15	0,03	0,06	0,21	0,36	0,96
MP-03A	29	0,28	0,68	1,93	2,71	4,40
MP-03B	15	0,01	0,05	0,16	0,31	1,05
MP-04A	27	0,08	1,81	2,34	2,84	4,21
MP-04B	12	0,05	0,06	0,13	0,47	1,20
MP-05A	24	0,12	1,15	1,57	2,40	4,33
MP-05B	1	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
MP-06A	5	1,66	2,02	2,53	2,54	4,98
MP-06B	18	0,06	0,20	0,33	0,56	1,22
MP-09A	3	1,68	1,72	1,75	2,44	3,13

Fuente: Elaboración propia



**Figura 5-80 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-64 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-01	4	11,6	13,4	15,3	17,0	18,2
LM-02	4	7,0	13,4	15,8	16,8	18,8
LM-03	4	7,9	9,1	14,8	20,9	23,2
LM-04	4	7,8	7,9	14,2	21,4	23,9
LM-16	4	24,3	24,4	25,0	25,7	25,8
MP-01A	33	14,2	15,6	15,9	16,9	25,0
MP-01B	33	13,7	15,4	16,3	16,9	26,6
MP-03A	35	13,6	14,6	15,4	16,1	33,1
MP-03B	33	13,8	15,6	16,3	18,3	27,7
MP-04A	35	23,9	25,2	25,7	26,1	29,2
MP-04B	34	24,3	25,4	26,1	26,5	29,9
MP-05A	34	18,0	19,0	19,7	20,3	29,1
MP-05B	11	18,9	19,5	19,7	19,9	26,1
MP-06A	11	20,1	20,6	21,4	21,9	25,5
MP-06B	34	18,1	20,4	21,1	22,0	26,1
MP-09A	3	23,2	23,5	23,8	24,2	24,6

Fuente: Elaboración propia

Otra manera de analizar el comportamiento de estas variables, es a través de su comportamiento temporal, vale decir cual ha sido la variación en el tiempo, para ello a continuación se presentan los gráficos desde 2013 a 2016.

En la Figura 5-81, se presenta la gráfica para los 5 parámetros in situ comprometidos, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales, y para todos los puntos del Sector La Punta-La Brava.

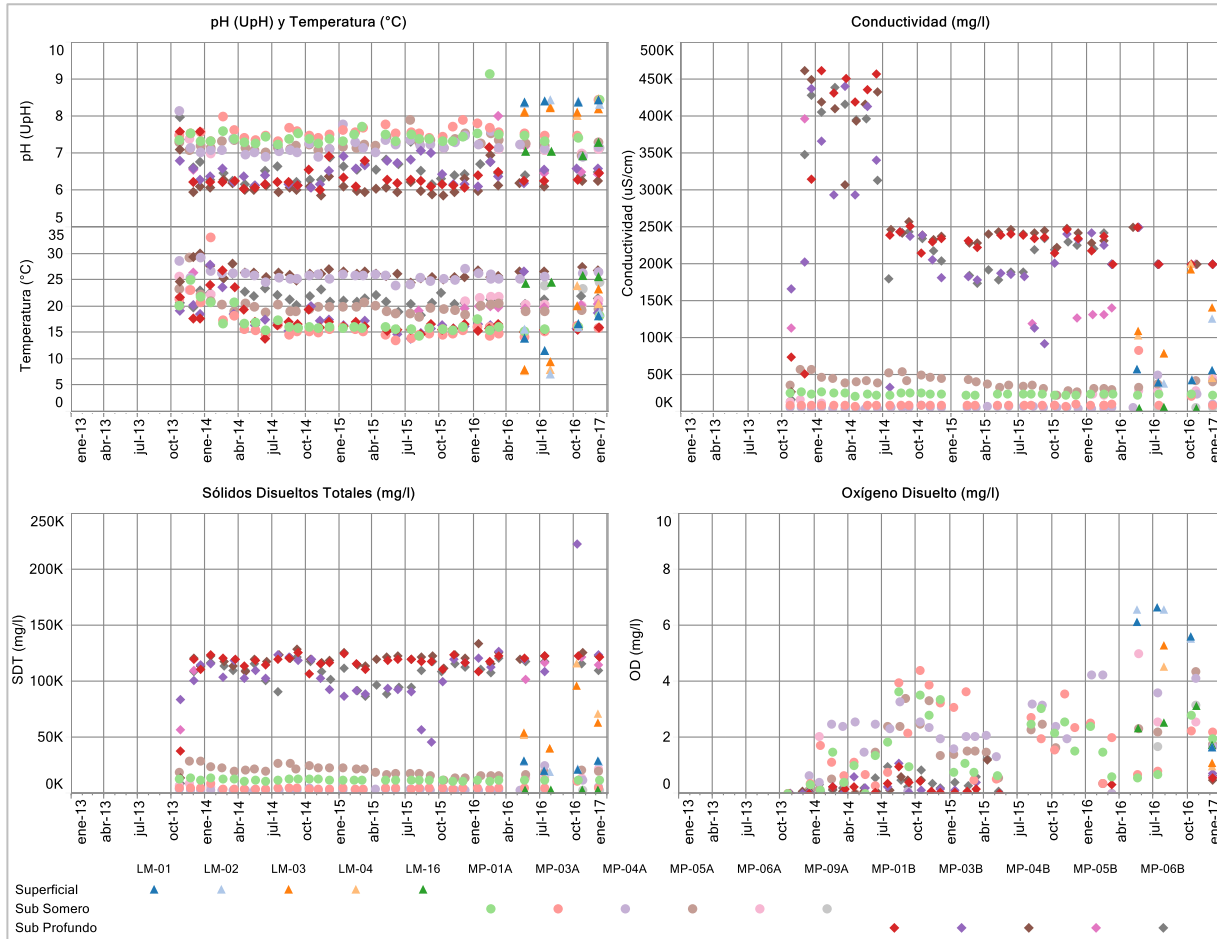
Los datos de las aguas superficiales, LM-01, LM-02, LM-03 y LM-04, tienen muy corta data, por lo cual no es posible aún concluir tendencia.

La variación temporal de los datos de pozos, permite indicar que para el pH, temperatura, SDT, los registros muestran estabilidad en los valores.

En relación a la CE, se observan para las aguas profundas concentraciones entre los años 2013 a julio 2014, desde un orden de magnitud de los 300.000 uS/cm, hasta los 460.000 uS/cm aproximadamente, sin embargo, como ya se mencionó, estos valores de CE obedecen a mediciones con un instrumento altamente sensible al contenido de sales, por lo que, estos instrumentos fueron reemplazados con los años, y los valores representativos de CE para las aguas profundas, son lo que se observan desde julio 2014 a la actualidad, que están en el orden entre 200.000 uS/cm a 250.000 uS/cm. Para el caso de los pozos someros, las CE en general son del orden de bajo los 50.000 uS/cm.

Para el caso del O.D. se observa un aumento en la dispersión de los valores y una leve tendencia al aumento de éstos, a partir de julio del año 2015.

**Figura 5-81 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

### 5.8.1.2 Parámetros Físico Químicos, en laboratorio

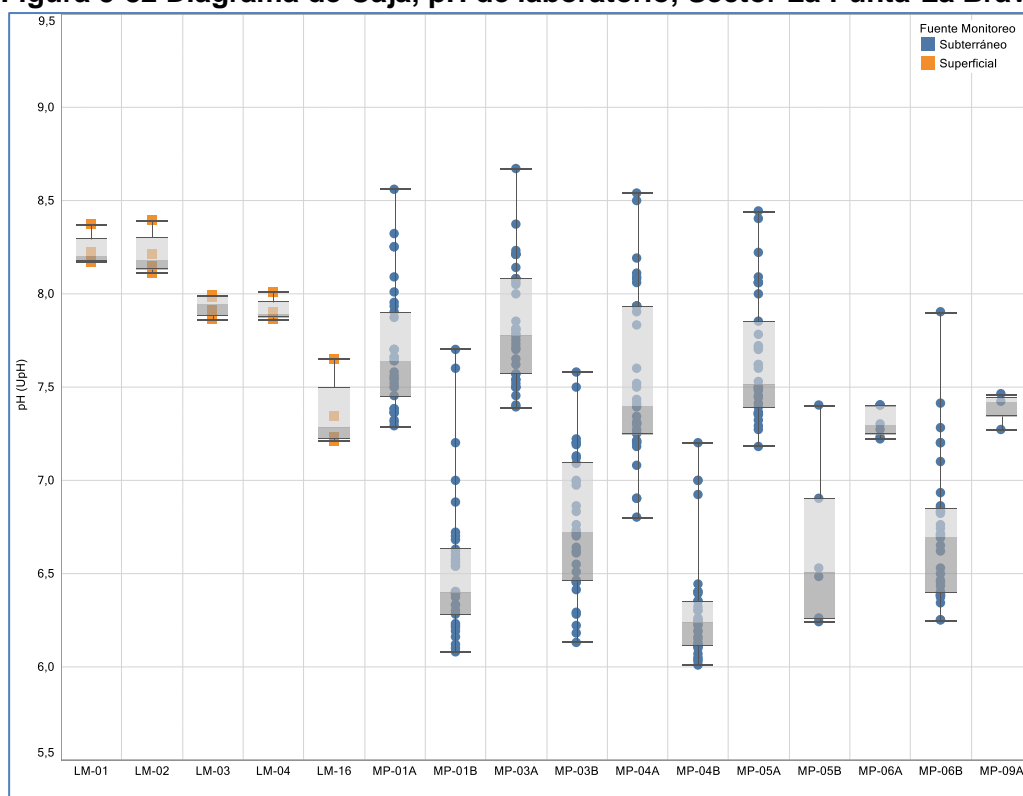
A continuación, al igual que para los parámetros comprometidos in situ, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físicos comprometidos para análisis en Laboratorio, en el sector de La Punta- La Brava.

#### En relación al pH

Los resultados de pH medidos en laboratorio, Figura 5-82 y Tabla5-65, presentan la misma tendencia que los medidos in situ, pero levemente menores en magnitud. Lo anterior es normal, ya que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros, respecto de los realizados in situ, al simular el estado del ambiente en que estaba la muestra al momento de realizar el análisis.

Las concentraciones de pH, varían entre 7,86 y 8,39 upH, para las aguas de las lagunas, mientras que para los pozos someros, varían entre pH 6,8 (para MP-04A) hasta pH 8,67 (MP-03A). En general las aguas superficiales y las del acuífero somero, se presentan neutras a levemente básicas. Para los pozos profundos en cambio, son aguas levemente más ácidas, con rangos que varían entre pH 6,01 en MP-04B hasta pH 7,9 en MP-06B.

**Figura 5-82 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector La Punta-La Brava**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-65 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-01	4	8,17	8,18	8,20	8,26	8,37
LM-02	4	8,11	8,14	8,18	8,26	8,39
LM-03	4	7,86	7,90	7,95	7,98	7,99
LM-04	4	7,86	7,88	7,90	7,93	8,01
LM-16	4	7,21	7,23	7,29	7,42	7,65
MP-01A	33	7,29	7,45	7,64	7,90	8,56
MP-01B	33	6,08	6,28	6,40	6,63	7,70
MP-03A	39	7,39	7,57	7,78	8,08	8,67
MP-03B	33	6,13	6,46	6,72	7,09	7,58
MP-04A	37	6,80	7,25	7,40	7,93	8,54
MP-04B	34	6,01	6,11	6,24	6,35	7,20
MP-05A	34	7,18	7,40	7,52	7,83	8,44
MP-05B	6	6,24	6,32	6,51	6,81	7,40
MP-06A	7	7,22	7,25	7,30	7,40	7,40
MP-06B	34	6,25	6,41	6,70	6,85	7,90
MP-09A	3	7,27	7,35	7,42	7,44	7,46

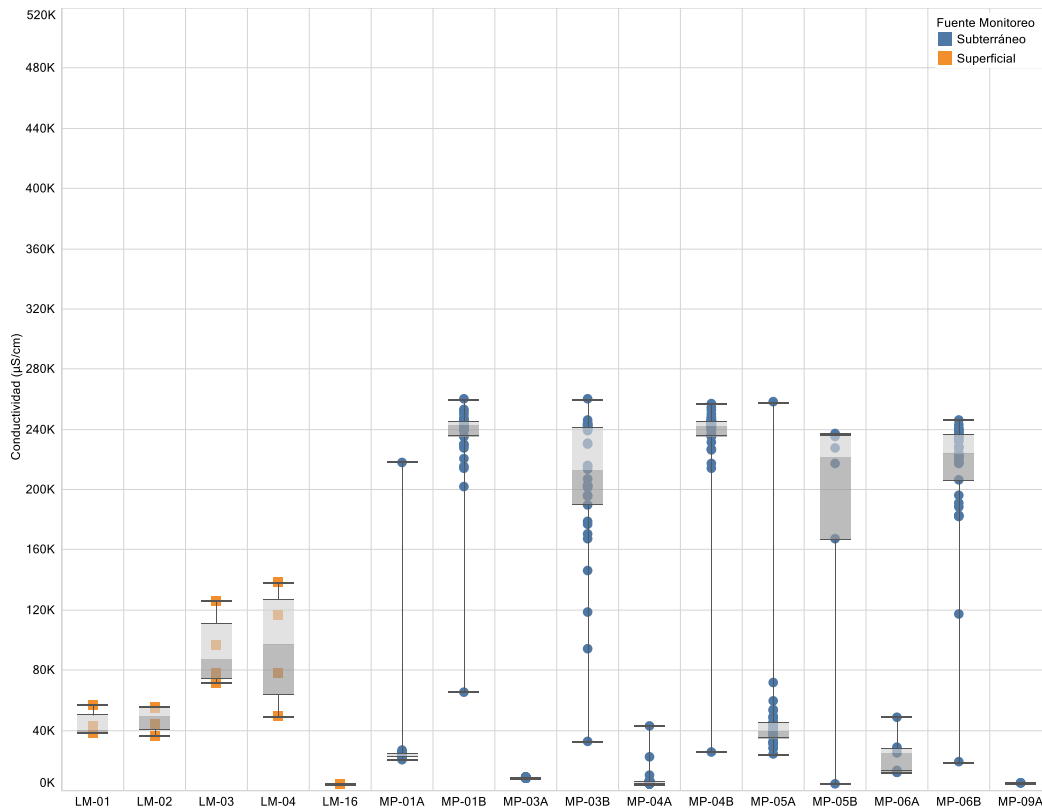
Fuente: Elaboración propia

### **En relacion a la Conductividad Eléctrica**

En relación con la Conductividad, Figura 5-83 y Tabla 5-66, los resultados de laboratorio entregan valores de CE mucho más bajos que las medidas en terreno, para las mismas campañas, con valores máximos para los pozos profundos que alcanzan los 260.000 uS/cm, en comparación con lo medido en terreno de máximos de 462.000 uS/cm. Ambos valores se presentan para MP-01B.

La conductividad de las lagunas La Punta y La Brava, presentan rangos de CE, que se encuentran entre los valores de CE de los pozos someros y los pozos profundos. Lo anterior se puede atribuir al proceso de evaporación a las que estan expuestas las lagunas.

**Figura 5-83 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector La Punta-La Brava**



**Tabla 5-66 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-01	4	38.400	38.400	40.650	46.375	56.800
LM-02	4	36.500	42.200	49.450	55.000	55.600
LM-03	4	71.300	76.175	87.050	103.575	125.400
LM-04	4	49.000	70.750	97.050	121.600	138.100
LM-16	4	3.980	4.175	4.245	4.268	4.320
MP-01A	33	20.500	22.200	22.900	24.600	218.000
MP-01B	33	65.400	235.000	243.000	245.000	260.000
MP-03A	39	7.700	7.980	8.110	8.315	8.650
MP-03B	33	32.100	189.700	213.000	241.000	260.000
MP-04A	37	4.120	4.260	5.440	5.780	42.900
MP-04B	34	25.600	235.950	242.500	245.000	257.000
MP-05A	34	24.000	35.000	39.650	45.025	258.000
MP-05B	6	4.300	179.425	222.150	233.000	237.000
MP-06A	7	11.780	12.555	24.700	27.740	48.500
MP-06B	34	18.890	208.750	223.500	235.750	246.000
MP-09A	3	4.610	4.730	4.850	4.980	5.110

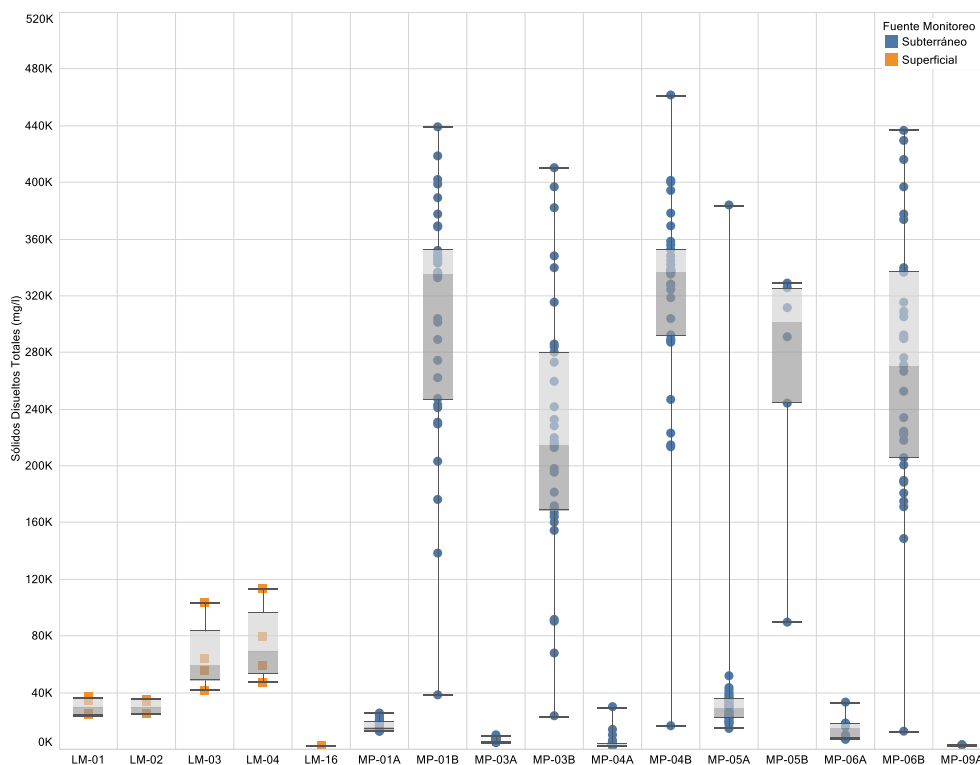
Fuente: Elaboración propia



### En relación a los Sólidos Disueltos Totales

En las Figura 5-84 y Tabla 5-67, se entregan los datos históricos, y se observa a partir de ellos que se produce exactamente lo contrario, es decir, los análisis de laboratorio muestran concentraciones de SDT mayores en relación a las medidas en terreno, con valores que llegan casi al doble. Para las lagunas se tienen valores de medianas que son en promedio de 30.000 mg/l; en los pozos someros los valores de las medianas varían entre 3.060 a 29.000 mg/l; y en los pozos profundos son en promedio de 320.000 mg/l, en términos de los valores de las medianas.

**Figura 5-84 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector La Punta-La Brava**



**Tabla 5-67 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-01	4	23.900	24.500	29.513	34.881	36.550
LM-02	4	24.900	25.219	29.463	34.013	35.250
LM-03	4	41.550	52.125	59.675	73.650	103.500
LM-04	4	47.400	55.950	69.150	87.875	113.000
LM-16	4	2.492	2.507	2.518	2.532	2.556
MP-01A	33	12.518	14.380	16.207	19.006	25.450
MP-01B	33	38.210	246.990	335.482	351.720	438.994
MP-03A	39	4.550	4.918	5.190	5.445	9.860
MP-03B	33	23.334	168.800	215.080	279.792	410.192
MP-04A	37	2.320	2.812	3.520	3.920	29.800
MP-04B	34	16.360	294.981	336.870	351.251	461.194
MP-05A	34	14.640	22.620	29.588	34.874	383.640
MP-05B	6	89.530	255.960	301.100	321.700	328.800
MP-06A	7	7.010	8.510	15.500	17.710	32.850
MP-06B	34	12.215	208.680	270.649	331.171	436.392
MP-09A	3	2.768	2.914	3.060	3.070	3.080

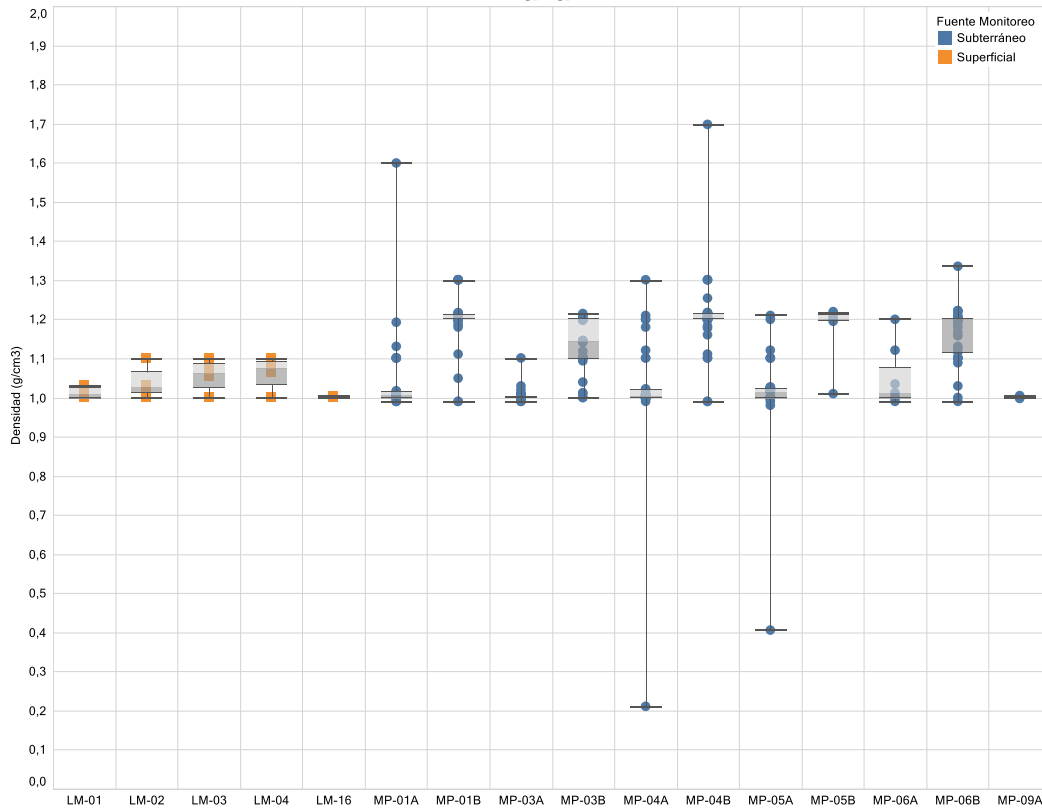
Fuente: Elaboración propia

### **En relación a la Densidad**

Por último, en relación con la Densidad, Figura 5-85 y Tabla 5-68, se tiene una clara diferenciación entre los rangos de ésta, que es la que además permite poder diferenciar, junto con SDT y la CE, los tipos de agua. Para las lagunas, la densidad varía entre mínimos de 1,0 gr/cm<sup>3</sup> hasta máximo 1,1 gr/cm<sup>3</sup>; y para los pozos, se tiene que, los someros muestran rangos de mínimos y máximos de 0,99 gr/cm<sup>3</sup> hasta 1,60 gr/cm<sup>3</sup> y los profundos entre 0,99 gr/cm<sup>3</sup> hasta máximos de 1,7 gr/cm<sup>3</sup>. Estos dos máximos, estarían fuera de rango. Las aguas superficiales son más dulces y más livianas en contraste con aguas profundas y más salinas, tipo salmueras. Entre los valores mínimos, se distinguen los valores de 0,21 gr/cm<sup>3</sup> (MP-04A) y de 0,41 gr/cm<sup>3</sup> (MP-05A) de la serie, considerados valores fuera de rango, en consecuencia, no se consideran representativos de la serie de datos de densidad.

En la Figura 5-86, se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio. A partir de éstos, se observa para los 4 elementos, que los valores medidos en el año 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural.

**Figura 5-85 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector La Punta-La Brava**



**Tabla 5-68 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector La Punta-La Brava**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-01	4	1,00	1,00	1,01	1,03	1,03
LM-02	4	1,00	1,02	1,03	1,05	1,10
LM-03	4	1,00	1,04	1,06	1,08	1,10
LM-04	4	1,00	1,05	1,08	1,09	1,10
LM-16	4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01
MP-01A	31	0,99	1,00	1,01	1,02	1,60
MP-01B	32	0,99	1,20	1,20	1,21	1,30
MP-03A	38	0,99	1,00	1,00	1,00	1,10
MP-03B	32	1,00	1,10	1,14	1,20	1,22
MP-04A	37	0,21	1,00	1,00	1,02	1,30
MP-04B	33	0,99	1,20	1,20	1,21	1,70
MP-05A	34	0,41	1,00	1,02	1,02	1,21
MP-05B	6	1,01	1,20	1,20	1,21	1,22
MP-06A	7	0,99	1,00	1,01	1,08	1,20
MP-06B	34	0,99	1,12	1,20	1,20	1,34
MP-09A	3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-86 Variación Temporal, FisicoQuimicos Laboratorio, Sector LP-LB**



### 5.8.1.3 Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos divididos en aniones y cationes, se presentan en la Figura 5-87 y Figura 5-88 respectivamente. Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) y Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), y junto a la figura se incluye la Tabla 5-69, la que contiene los estadígrafos representativos de la serie histórica, de manera de facilitar la comprensión de las figuras. A continuación se presenta el análisis de la información.

Los registros de Cloruros, muestran un comportamiento distinto para las aguas superficiales de las lagunas, para los pozos someros y para los profundos. Las lagunas, representadas por los puntos LM, registran valor entre un mínimo de 14.043 mg/L en LM-01 y máximo de 54.840 mg/L (LM-03). Por otro lado los pozos someros presentan valores un poco menores a las aguas de las lagunas, con rango entre mínimo 818 mg/L para MP-04A y máximo de 26.799 mg/L en MP-05A. Los pozos profundos por su parte presentan las mayores concentraciones de cloruros, con valores que van desde los 5.614 mg/L para MP-06B hasta los 215.006 mg/L para MP-04B, lo que resulta ser consistente con la presencia de la salmuera en profundidad.

En el caso de los Sulfatos, al igual que en el caso de los Cloruros, también se observa claramente la diferencia de concentración para los pozos someros y para los pozos profundos, con rangos que varían entre 45 mg/L ( en MP-04A) hasta 5.120 mg/L ( en MP-05A) para el caso de los pozos someros; y entre 761 mg/L (para MP-04B) hasta 19.499 mg/L (en MP-05B) para los profundos. Las lagunas se encuentran en un rango intermedio, en donde LM-01 y LM-02 presentan una mediana promedio de  $\text{SO}_4$  de 2.500 mg/L, y los puntos LM-03 y LM-04 medianas promedio de  $\text{SO}_4$  de 6.500 mg/L.

De la gráfica del Bicarbonato, se observa más bien un rango similar entre las 3 fuentes de aguas, tanto en las lagunas, como en los pozos someros y profundos. El rango completo de las series de datos, se presenta entre un mínimo de 124 mg/L en MP-05B, hasta máximo de 654 mg/L en MP-01B. Los valores de las medianas se encuentra entre 218 mg/L para MP-04B hasta 502 mg/L en LM-03. Cabe indicar que en el punto MP-03B se observa un valor que se escapa de la serie, y define el valor máximo de la serie, sin embargo puede ser considerado outlier.

Por su parte los Nitratos, en el caso de los pozos profundos, presentan dispersión en sus valores más que en las otras fuentes, con valores mínimos de 0,07 mg/L y un máximo de 133,68 mg/L. En el caso de las lagunas, los valores se registran entre 2,12 mg/L a 8,37 mg/L; y en los pozos someros entre 0,07 mg/L y 133,68 mg/L.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que para los 4 aniones analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores se mantienen dentro de la variación natural.

De la misma manera que para los aniones analizados, para los cationes se presenta la figura de manera conjunta con la tabla de sus estadígrafos. Los cationes que se analizan corresponden a: Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Sodio ( $\text{Na}^{+}$ ) y Potasio ( $\text{K}^{+}$ ), y la Figura 5-88 muestra la variación temporal de estos elementos y la tabla asociada corresponde a la Tabla 5-70.

Una característica común a los 4 cationes considerados es que los pozos profundos presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que los pozos someros presentan valores semejantes a las concentraciones de las lagunas, y en algunos casos estos son superados por los de las aguas de las lagunas.

Para el caso del Calcio, los rangos en los que se mueven las aguas son: para las lagunas entre 248 mg/L a 886 mg/L; para las aguas someras entre 110 mg/L a 1.382 mg/L; y para las aguas profundas entre 159 a 1.400 mg/L. En promedio, las aguas de los pozos someros son las que tienen las aguas con los menores contenidos de calcio, con una concentración media de 173 mg/L; luego le siguen las aguas de las lagunas (aguas superficiales), con concentraciones promedio de Ca de 500 mg/L, en donde los puntos LM-03 y LM-04 son los que aportan con el mayor contenido de Ca; y finalmente los pozos profundos presentan valores promedio mayores que alcanza a 555 mg/L.

Las concentraciones de Magnesio presentan un comportamiento muy similar a la del calcio, con los valores más bajos para los pozos someros, de mínimas de 43 mg/L y máximas de 1.318 mg/L. Las lagunas un poco mayores, entre 537 mg/L a 2.534 mg/L. Finalmente los pozos profundos, pueden llegar a 12.495 mg/L, con un promedio de 6.266 mg/L en todo el periodo registrado.

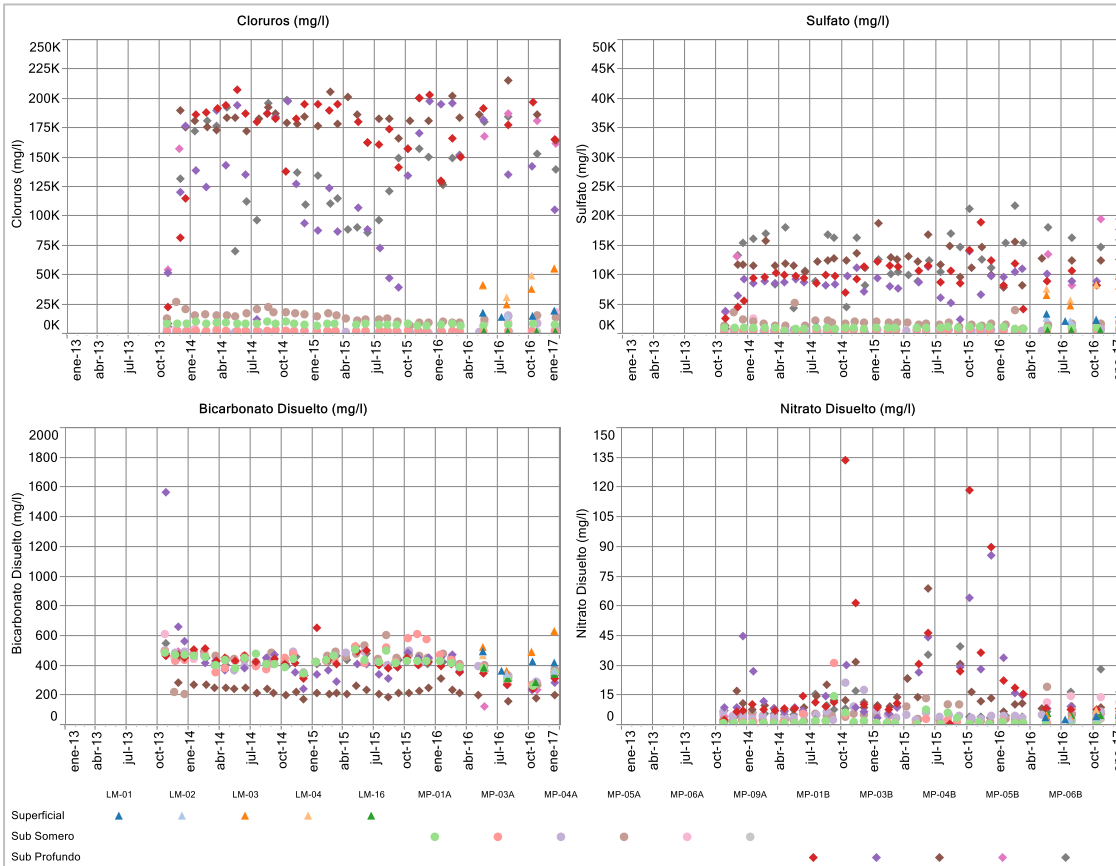
El Sodio es el elemento que se presenta en los mayores contenidos dentro de los cationes. Idem a los anterior, los pozos someros son los que presentan los menores concentraciones, en rangos que varían entre 552 mg/L a 17.237 mg/L. Le siguen las lagunas, con variaciones entre 6.152 mg/L hasta 24.808 mg/L y finalmente los pozos profundos, con valores entre 3.563 mg/L hasta llegar a 131.663 mg/L.

El Potasio, se presenta estable a lo largo del tiempo de manera similar al magnesio, con valor promedio de las medianas de 528 mg/L para la aguas someras; las lagunas presentan, por su parte, un promedio de las medianas de 2.146 mg/L y los pozos profundos de 13.918 mg/L. Los valores máximos de estos últimos, pueden llegar hasta 21.459 mg/L.

De la evolución temporal, se observa que para los 4 cationes analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores, que se mantuvieron dentro de la variación natural.



**Figura 5-87: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector LP-LB Aniones (mg/L)**



**Tabla 5-69 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava**

Cloruros (Cl-) mg/L					Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	14.043	16.032	18.927	LM-01	4	2.010	2.708	3.316
LM-02	4	14.481	16.091	19.170	LM-02	4	1.960	2.444	3.183
LM-03	4	24.333	39.475	54.840	LM-03	4	2.274	5.542	8.034
LM-04	4	30.265	44.370	53.870	LM-04	4	5.599	7.763	10.123
LM-16	4	900	1.108	1.366	LM-16	4	428	437	441
MP-01A	33	6.608	8.075	9.855	MP-01A	33	453	977	1.219
MP-01B	33	22.784	182.250	207.301	MP-01B	33	2.480	9.786	19.005
MP-03A	39	982	2.214	2.710	MP-03A	39	231	546	841
MP-03B	33	12.023	134.918	197.908	MP-03B	33	1.190	8.796	17.697
MP-04A	37	818	1.281	15.496	MP-04A	37	45	451	1.398
MP-04B	34	8.605	182.322	215.006	MP-04B	34	761	12.324	18.736
MP-05A	34	6.570	14.506	26.799	MP-05A	34	803	1.713	5.120
MP-05B	6	54.152	164.340	186.919	MP-05B	6	3.663	13.269	19.499
MP-06A	7	3.550	8.930	17.762	MP-06A	7	745	1.232	2.621
MP-06B	34	5.614	144.631	198.805	MP-06B	34	1.277	14.020	21.740
MP-09A	3	1.057	1.153	1.175	MP-09A	3	434	463	482

Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) mg/L					Nitrate dis (NO <sub>3</sub> ) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	358	416	492	LM-01	4	2,48	3,56	5,22
LM-02	4	338	391	481	LM-02	4	2,12	3,45	5,49
LM-03	4	358	502	622	LM-03	4	3,01	3,96	5,89
LM-04	4	348	476	632	LM-04	4	3,54	5,64	8,37
LM-16	4	281	324	379	LM-16	4	4,21	4,25	5,40
MP-01A	33	261	430	508	MP-01A	33	0,07	0,92	14,61
MP-01B	33	241	418	654	MP-01B	33	0,07	10,18	133,68
MP-03A	39	271	436	612	MP-03A	39	0,07	0,89	30,99
MP-03B	33	231	394	1.565	MP-03B	33	0,07	8,85	85,43
MP-04A	37	291	425	504	MP-04A	37	2,21	4,69	21,25
MP-04B	34	154	218	478	MP-04B	34	0,07	10,09	68,61
MP-05A	34	203	449	600	MP-05A	34	1,50	3,73	19,26
MP-05B	6	124	329	491	MP-05B	6	3,91	5,89	8,01
MP-06A	7	281	369	610	MP-06A	7	4,42	11,07	14,52
MP-06B	34	261	422	545	MP-06B	34	0,07	6,11	39,40
MP-09A	3	281	307	341	MP-09A	3	1,73	2,79	3,59

**Figura 5-88: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector LP-LB Cationes (mg/L)**



**Tabla 5-70 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava**

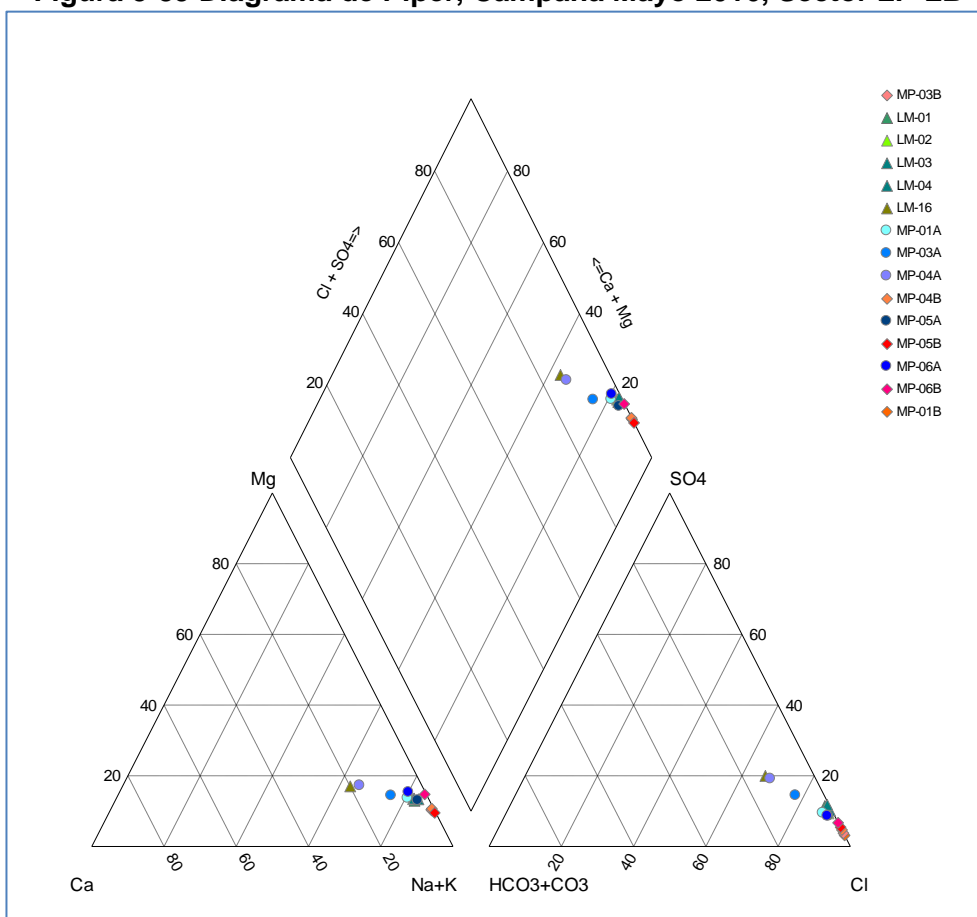
Calcio (Ca) mg/L					Magnesio (Mg) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	276	299	411	LM-01	4	564	679	765
LM-02	4	248	297	416	LM-02	4	537	642	771
LM-03	4	494	592	719	LM-03	4	977	1.683	2.177
LM-04	4	610	812	886	LM-04	4	1.496	1.971	2.534
LM-16	4	142	153	158	LM-16	4	74	83	89
MP-01A	33	150	203	253	MP-01A	33	269	317	549
MP-01B	33	362	643	810	MP-01B	33	1.305	6.521	8.167
MP-03A	39	110	135	236	MP-03A	39	119	135	267
MP-03B	33	244	825	1.400	MP-03B	33	444	4.518	8.628
MP-04A	37	127	148	290	MP-04A	37	43	96	770
MP-04B	34	159	517	670	MP-04B	34	313	6.673	12.495
MP-05A	34	175	195	1.382	MP-05A	34	168	645	1.318
MP-05B	6	276	358	382	MP-05B	6	4.620	7.205	8.595
MP-06A	7	146	199	356	MP-06A	7	204	438	1.108
MP-06B	34	291	433	665	MP-06B	34	425	6.413	10.822
MP-09A	3	142	157	159	MP-09A	3	85	93	93

Sodio disuelto (Na) mg/L					Potasio Disuelto (K) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	6.466	8.134	9.257	LM-01	4	1.101	1.249	1.460
LM-02	4	6.152	7.594	8.764	LM-02	4	1.000	1.213	1.472
LM-03	4	10.184	18.975	24.276	LM-03	4	1.671	2.845	3.256
LM-04	4	13.351	21.430	24.808	LM-04	4	2.405	3.276	3.688
LM-16	4	495	540	585	LM-16	4	52	71	78
MP-01A	33	3.076	3.970	6.238	MP-01A	33	29	613	766
MP-01B	33	13.356	86.900	131.663	MP-01B	33	2.417	13.800	21.459
MP-03A	39	777	1.194	1.523	MP-03A	39	97	201	236
MP-03B	33	5.820	68.700	102.373	MP-03B	33	974	9.820	18.035
MP-04A	37	552	756	6.072	MP-04A	37	16	110	1.180
MP-04B	34	3.563	85.675	119.141	MP-04B	34	647	16.994	19.555
MP-05A	34	3.639	7.202	17.237	MP-05A	34	695	1.300	2.255
MP-05B	6	17.470	81.669	101.699	MP-05B	6	8.956	15.124	16.630
MP-06A	7	2.089	3.803	8.485	MP-06A	7	252	850	2.314
MP-06B	34	3.671	70.428	96.488	MP-06B	34	31	13.853	19.400
MP-09A	3	617	674	699	MP-09A	3	95	96	100

Desde las Figura 5-89 a la Figura 5-92 se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de mayo, julio, diciembre 2016, finalizando con un diagrama de Piper que contiene todas las campañas del 2016.

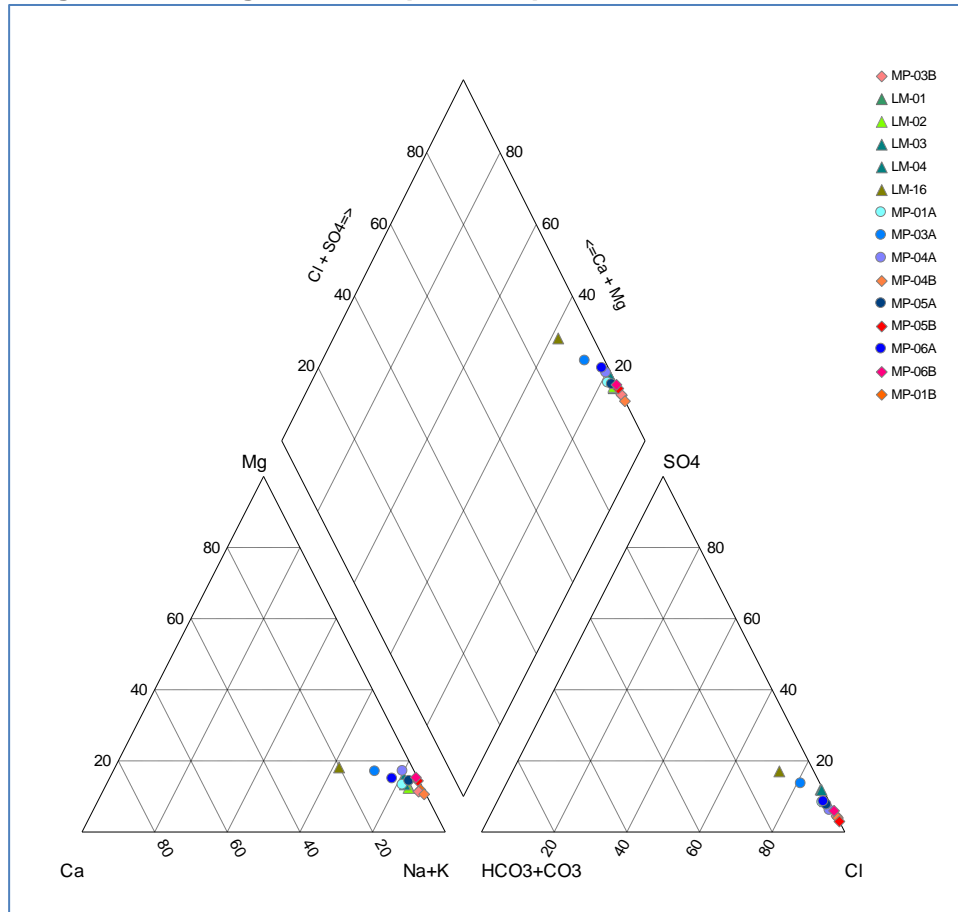
Como se puede apreciar en la Figura 5-92, en la cual se han representado todas las campañas del 2016, no se aprecia cambio significativos en la composición de las aguas, es decir, que para este sector todos los registros de todos los puntos indican que las aguas se clasifican del mismo tipo, aguas Cloruradas- Sódicas, y la variación de los contenidos entre una campaña y otra ha sido muy pequeña.

**Figura 5-89 Diagrama de Piper, Campaña Mayo 2016, Sector LP-LB**



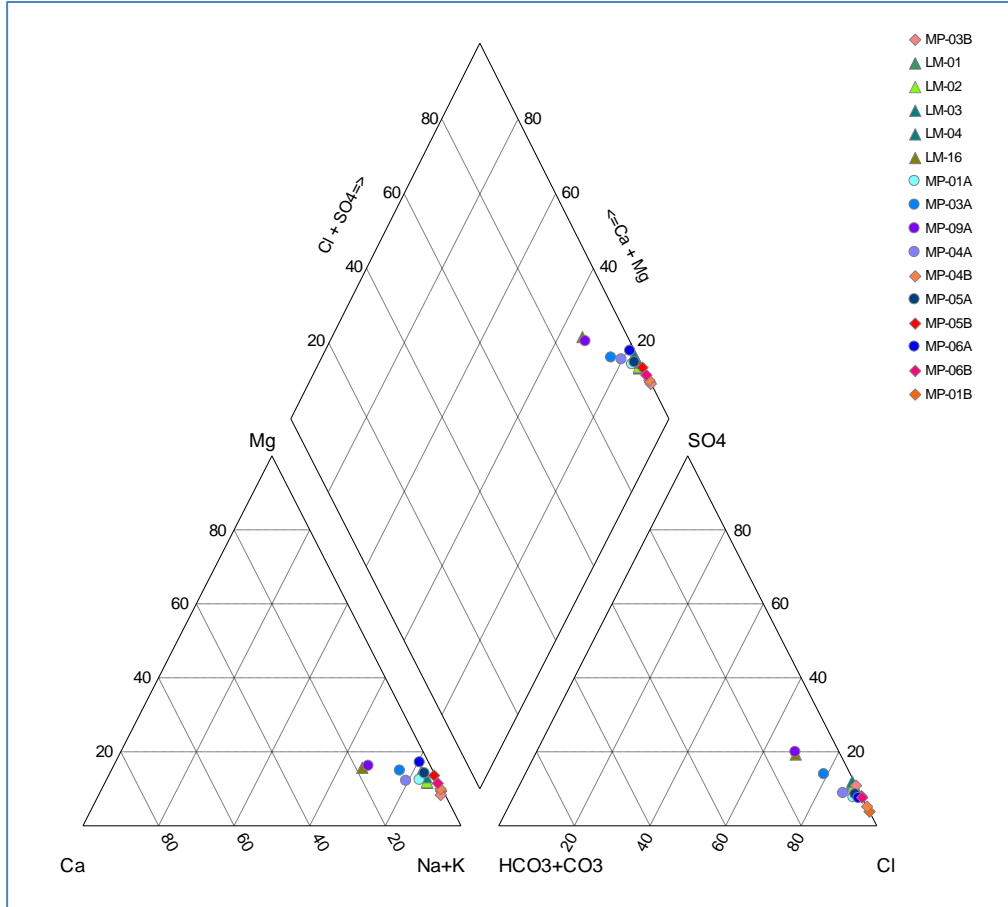
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-90 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2016, Sector LP-LB**



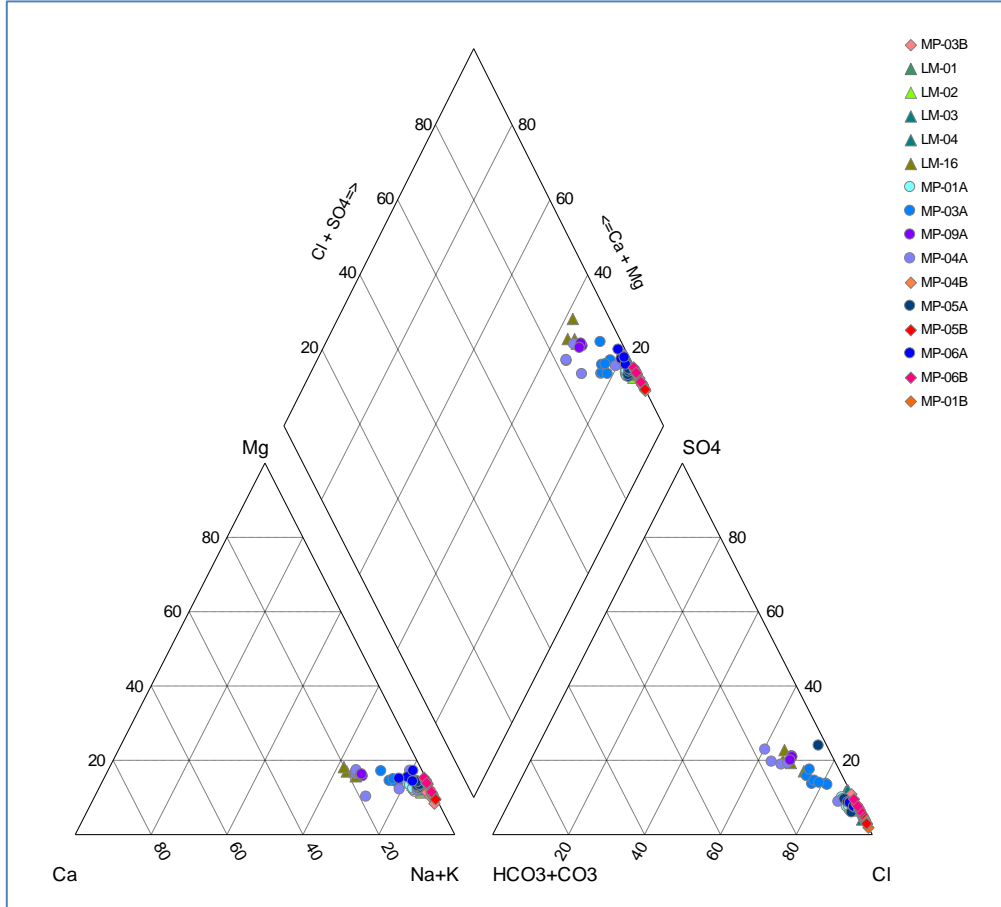
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-91 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector LP-LB**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-92 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector LP-LB**



Fuente: Elaboración Propia



#### 5.8.1.4 Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en la Figura 5-93 y Tabla 5-71 se presentan, la evolución temporal en el periodo 2013-2016 y los estadígrafos de la serie, respectivamente. En términos generales se aprecia que el comportamiento de ellos en el periodo con información muestran tendencias muy estables.

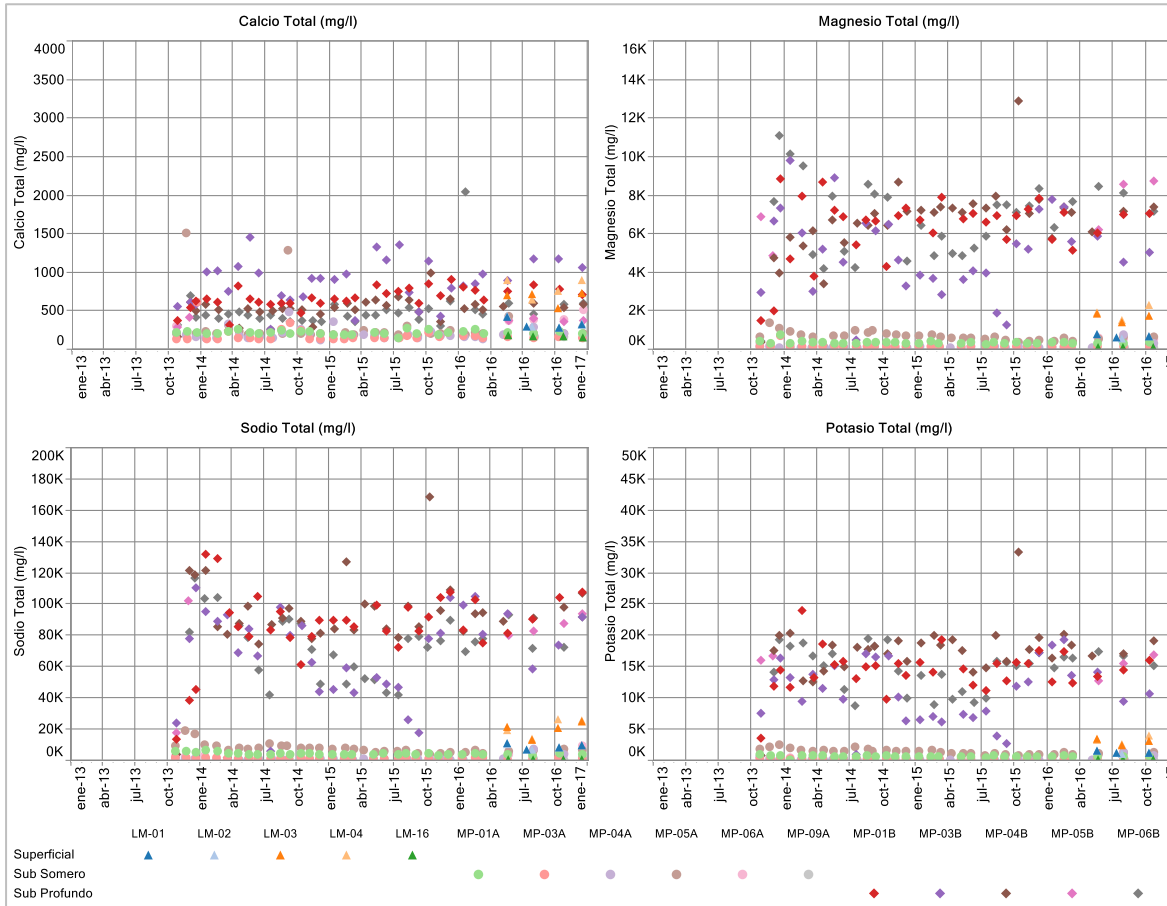
Los valores mínimos para el Calcio total para las 3 fuentes de aguas, son muy similares, siendo de 126 mg/L en los pozos someros; 275 mg/L en las lagunas y 143 mg/L en los pozos profundos. Los valores máximos, caracterizan las diferencias, con concentraciones máximas de 888 mg/L en las lagunas, 1.511 mg/L en los pozos someros, y 2.038 mg/L en los pozos profundos.

Para el Magnesio total, las menores concentraciones las tienen los pozos someros, con valores mínimos de 49 mg/L y máximos de 1.364 mg/L; y las mayores concentraciones se presentan en los pozos profundos, llegando a presentar concentraciones de hasta 12.882 mg/L. Para este elemento se registró un valor de hasta 69.400 mg/L en el pozo MP-06B, sin embargo este valor es considerado outlayer, o fuera de rango, razón por la cual no incluyó en el gráfico .

Para el caso del Sodio total, ocurre lo mismo que para el magnesio, esto es que, los menores contenidos se presentan en los pozos someros, con mínimas de 115 mg/L y máximas de 18.759 mg/L; y los valores más altos se registran en los pozos profundos, con valores que llegan hasta los 168.182 mg/L.

Para el caso del Potasio total, los valores mínimos se presentan para las aguas someras, con mínimos de 20 mg/L, y en el caso de las máximas concentraciones, ocurren tanto para las aguas someras como para las lagunas, con rangos de valores máximos del orden de los 2.500 mg/L hasta los 3.800 mg/L. La diferencia ocurre para las aguas profundas, con valores que llegan hasta los 33.251 mg/L, observado para el punto MP-04B.

**Figura 5-93: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector LP-LB**



**Tabla 5-71 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava**

Calcio Total, mg/L					Magnesio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	278	304	416	LM-01	4	574	684	767
LM-02	4	275	312	424	LM-02	4	552	702	784
LM-03	4	531	704	724	LM-03	4	1.356	1.757	2.195
LM-04	4	633	822	888	LM-04	4	1.505	2.059	2.579
LM-16	4	145	156	174	LM-16	4	74	88	91
MP-01A	33	154	211	273	MP-01A	33	269	335	736
MP-01B	33	315	656	906	MP-01B	33	1.469	6.746	8.867
MP-03A	39	132	152	615	MP-03A	39	122	147	694
MP-03B	33	256	900	1.450	MP-03B	33	466	5.033	9.779
MP-04A	37	126	171	486	MP-04A	37	49	100	785
MP-04B	34	167	529	989	MP-04B	34	349	7.043	12.882
MP-05A	34	182	206	1.511	MP-05A	34	168	656	1.364
MP-05B	6	293	377	410	MP-05B	6	4.829	7.537	8.723
MP-06A	7	149	378	508	MP-06A	7	211	545	1.174
MP-06B	34	301	449	2.038	MP-06B	34	432	7.236	69.400
MP-09A	3	143	158	161	MP-09A	3	93	94	96

Sodio Total, mg/L					Potasio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	6.758	8.715	10.392	LM-01	4	1.144	1.273	1.498
LM-02	4	6.276	8.743	10.309	LM-02	4	1.007	1.322	1.484
LM-03	4	12.823	20.733	24.417	LM-03	4	2.413	2.952	3.351
LM-04	4	13.367	22.217	26.098	LM-04	4	2.472	3.305	3.820
LM-16	4	524	559	591	LM-16	4	57	75	78
MP-01A	33	3.399	4.090	6.332	MP-01A	33	36	632	868
MP-01B	33	13.631	89.700	131.698	MP-01B	33	3.592	14.481	23.978
MP-03A	39	115	1.263	1.779	MP-03A	39	185	211	260
MP-03B	33	6.110	77.922	110.068	MP-03B	33	1.020	10.706	19.253
MP-04A	37	542	777	7.196	MP-04A	37	20	113	1.323
MP-04B	34	3.700	90.842	168.182	MP-04B	34	697	17.723	33.251
MP-05A	34	3.856	7.332	18.759	MP-05A	34	727	1.400	2.493
MP-05B	6	17.559	84.970	101.763	MP-05B	6	9.195	15.718	16.812
MP-06A	7	2.492	3.934	9.187	MP-06A	7	353	934	2.453
MP-06B	34	1.474	74.222	116.654	MP-06B	34	858	15.162	19.500
MP-09A	3	663	683	723	MP-09A	3	96	101	104

### 5.8.1.5 Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear, se encuentra: el Boro (B), el Litio (Li) y el Estroncio (Sr). En la Figura 5-94 y Tabla 5-72 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada. Los elementos Boro y Litio, en general, son considerados elementos minoritarios, ya que en la mayoría de las aguas se encuentra en concentraciones muy pequeñas. Sin embargo, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero como en la salmuera, contenidos considerables de Boro y de Litio, que juntos (cationes), conforman un 5% del total del balance iónico.

Para el Boro disuelto, de la gráfica temporal, se aprecia que los pozos profundos muestran una gran variabilidad histórica de los registros, presentando un rango dado por mínimo de 29 mg/L en MP-04B y un máximo registrado de 1.097,3 mg/L también en pozo MP-04B. Si bien los últimos 2 meses las concentraciones de Boro para los pozos profundos se encuentran cerca del orden de los 500 mg/L, estos valores son similares a la mediana de toda la serie, de un valor promedio de 562,3 mg/L.

Los pozos someros son los que presentan los valores más bajos de Boro, con medianas que varían entre 9,4 y 51,2 mg/L. Las Lagunas en cambio, presentan rangos intermedios, siendo marcada la diferencia de los puntos LM-01 y LM-02 con valores entre los 55,3 a los 91,9 mg/L; y los LM-03 y LM-04 en cambio, con rangos un poco más altos entre mínimas de 115,1 mg/L a máxima de 226,5 mg/L. Este comportamiento distinto entre los registros de los puntos de las lagunas se presenta para las 4 medidas realizadas en el 2016.

En el caso del Litio disuelto, ocurre algo similar a lo del Boro, esto es marcadas concentraciones altas para los pozos profundos, versus concentraciones menores en los pozos someros y lagunas. Las concentraciones para los pozos profundos varían entre mínimas de 0,47 mg/L (MP-04B) hasta máximas de 2.142 mg/L en el mismo pozo. Este pozo es que presenta mayor variabilidad de todos los del sector, sin embargo no se observa variación estacional. Las lagunas y pozos someros en cambio, presentan concentraciones mucho menores, así por ejemplo en los pozos someros no superan los 720,3 mg/L en toda la serie registrada. Para las lagunas, se observa que LM-01 y LM-02 tienen menor contenido de Litio disuelto que LM-04 y LM-04, en donde en estos 2 últimos puntos la concentración es más del doble que en los dos primeros, con valores de medianas del orden de los 220 mg/L.

Para el Estroncio Disuelto, lo observado de las series histórica de los puntos en LP-LB, es un poco distinta, ya que todos los puntos, tanto de lagunas, como de pozos someros y profundos, registran valores similares, con valores de sus mediadas variando entre 1,3 hasta 11,26 mg/L. La situación especial es de los pozos profundos MP-01B y MP-03B, que se presentan valores más altos que los demás series, con valores que llegan a alcanzar hasta los 99,32 mg/L en el punto MP-03B. Se observa una tendencia estable de los datos. En esta serie se presenta un valor anómalo, (0,002 mg/L) que es considerado un outlier.

**Figura 5-94: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector LP-LB**



**Tabla 5-72 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector La Punta-La Brava**

**Boro disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	59,2	66,6	91,9
LM-02	4	55,3	70,4	90,8
LM-03	4	136,4	157,2	189,5
LM-04	4	115,1	188,5	226,5
LM-16	4	7,9	11,6	39,1
MP-01A	33	21,1	35,1	159,6
MP-01B	33	105,0	601,1	1.076,2
MP-03A	39	10,6	16,6	75,8
MP-03B	33	65,0	449,5	778,5
MP-04A	37	4,1	11,2	246,3
MP-04B	34	29,0	740,1	1.097,3
MP-05A	34	28,8	51,2	112,4
MP-05B	6	166,0	477,7	777,5
MP-06A	7	17,3	33,4	90,8
MP-06B	34	32,3	543,4	954,2
MP-09A	3	8,1	9,4	10,8

**Litio Disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	68,31	88,7	106,1
LM-02	4	70,48	85,7	108,8
LM-03	4	128,90	209,5	232,5
LM-04	4	171,30	228,5	247,7
LM-16	4	2,78	4,4	4,6
MP-01A	33	23,80	45,2	82,4
MP-01B	33	141,00	983,4	1.625,8
MP-03A	39	9,30	13,7	29,7
MP-03B	33	12,20	674,0	1.529,9
MP-04A	37	0,0003	6,7	93,6
MP-04B	34	0,47	1.270,0	2.142,8
MP-05A	34	42,20	89,5	720,3
MP-05B	6	447,00	806,6	1.140,0
MP-06A	7	4,66	52,0	174,2
MP-06B	34	31,60	1.012,4	1.510,4
MP-09A	3	5,34	5,9	6,2

**Estroncio disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	4,82	5,78	7,69
LM-02	4	4,33	6,99	15,14
LM-03	4	6,82	9,79	21,28
LM-04	4	9,09	11,26	22,85
LM-16	4	1,31	1,58	3,70
MP-01A	33	3,67	5,27	17,53
MP-01B	33	7,26	14,90	43,93
MP-03A	39	0,50	1,69	6,70
MP-03B	33	0,17	24,49	99,32
MP-04A	37	0,50	1,30	5,60
MP-04B	34	1,00	6,14	18,15
MP-05A	34	1,75	2,27	49,00
MP-05B	6	2,79	3,38	4,50
MP-06A	7	1,58	2,20	4,90
MP-06B	34	0,0002	2,49	11,00
MP-09A	3	1,40	1,52	4,34

### 5.8.1.6 Elementos minoritarios y trazas totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran: Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio(Si) y Estroncio(Sr). A continuación se presenta los resultados de cada uno de ellos, en 2 grupos.

#### Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe)

En la Figura 5-95 y Tabla 5-73, se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada y mostrada en Figura antes mencionada.

Para el Aluminio total, se tiene que las concentraciones registradas más altas, se presentan en los pozos profundos, destacando el pozo MP-06B con una concentración máxima de 886,85 mg/L, valor que no se muestra en la gráfica temporal, por considerarse fuera de rango; y en algunos pozos someros con valores puntuales altos. Sin perjuicio de ello, el pozo MP-06B y en general los pozos que miden en el acuífero profundo, registran Percentiles 75% del orden de los 20 a 25 mg/L; y los pozos someros en cambio P75 de máximo 3,81 mg/L, lo que respalda que los valores altos corresponden a situaciones puntuales y no a tendencias. La excepción la registra el pozo MP-06A, con un P75 de 87 mg/L, lo que estaría indicando valores de altos contenidos de Al total para el acuífero superior en esta zona, que corresponde al borde en la zona de Tucúcaro, en este punto el valor máximo registrado corresponde a 236 mg/L (mayo 2016), siendo un valor alto dentro de la serie, que también pudiera considerarse un outlayer.

La zona de las lagunas, en comparación con las aguas someras de los pozos en este sector, en general presentan bajos contenidos de Aluminio total, con valores máximos bajo los 2,98 mg/L y valores promedio de 0,12 mg/L.

Para el Arsénico total, se tiene que los pozos profundos son los que presentan las mayores concentraciones, destacando los pozos MP-01B y MP-03B que se encuentran en el área de la zona marginal, más cercanos a las lagunas La Punta – La Brava. Los valores máximos registrados son 60 y 42 mg/L respectivamente, sin embargo los valores promedios llegan a la mitad de dichas concentraciones, haciéndose similares a los demás pozos profundos, en el rango de los 20 mg/L. Destaca dentro de los pozos profundos, MP-05B con valores muy bajos, alcanzando máximas de tan sólo 1,11 mg/L. De la gráfica se observa una tendencia estable y no denota variación estacional.

Para el caso de las lagunas, se tiene que los puntos LM-01 y LM-02 presentan concentraciones medias y máximas del orden de los 2,9 mg/L, menores que los puntos LM-03 y LM-04 de promedios 8,4 mg/L.

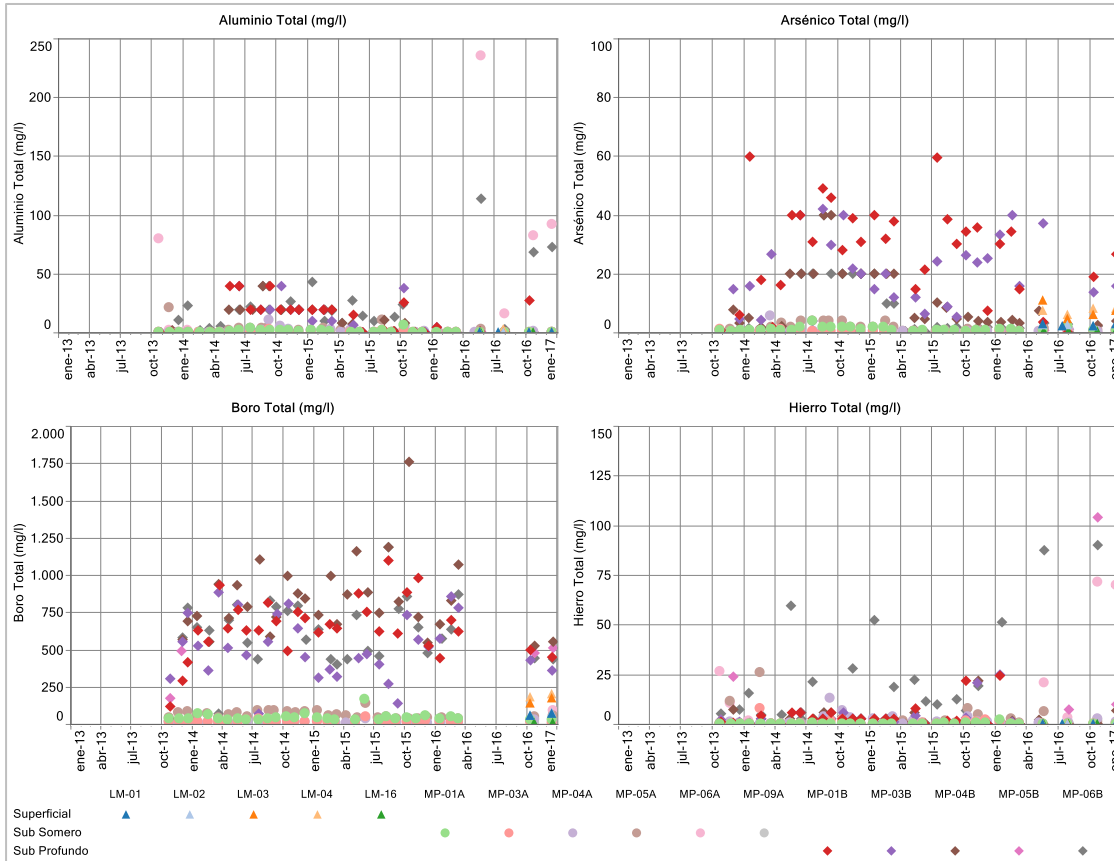
Respecto del Boro total, se tiene que, al igual que para las concentraciones disueltas, se presentan en altos contenidos en el sector. De la variación temporal de los datos, se observa una alta variabilidad en las concentraciones de los pozos profundos, con mínimos desde 32,5 mg/L en MP-04B y máximos de 1.760,45 mg/L en el mismo pozo, estando todos por sobre los valores de las aguas de los pozos someros. Para las campañas de octubre y diciembre se observa que los valores medidos están dentro de los rangos históricos.

Analizando los estadígrafos, se tiene que para las lagunas, las concentraciones de Boro Total en los puntos LM-01 y LM-02 son menores que los puntos LM-03 y LM-04, presentando estos últimos valores de hasta 205,7 mg/L, más del doble de las concentraciones medidas en los primeros puntos. Las lagunas concentran más contenido de Boro que las aguas someras, debido al proceso de evaporación a la que se ven expuestas. Esto se puede observar de las registros de octubre y diciembre 2016, en las lagunas LM-01 y LM-02 de hasta 76,74 mg/L, y las aguas someras del pozo aledaño a estos puntos, MP-01A, con valores de promedios de tan sólo 37,27 mg/L.

En relación con el Hierro total, se tiene que de la serie registrada, el pozo MP-06B es el que presenta las mayores concentraciones la mayoría del tiempo, llegando hasta 90,28 mg/L en los últimos meses. El pozo MP-05B, presenta valores que se escapan de la serie (hasta 332,8 mg/L), sin embargo el promedio de registros de ese punto presenta valores de tan sólo 16,99 mg/L, lo que indica que dichas máximas son valores puntuales. El resto de los pozos someros muestran concentraciones mucho más bajas, concentraciones promedio que varían entre 0,10 mg/L, para MP-03A, hasta 0,66 mg/L en MP-04A. La excepción la presentan las aguas someras del pozo MP-06A, con máximas de 71,41 mg/L registradas en los últimos meses.



**Figura 5-95: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector LP-LB**



**Tabla 5-73 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava**

Aluminio total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	0,01	0,06	0,10
LM-02	4	0,01	0,06	0,15
LM-03	4	0,01	0,20	0,33
LM-04	4	0,01	0,18	2,98
LM-16	4	0,04	0,08	0,10
MP-01A	33	0,01	0,50	6,91
MP-01B	33	0,01	1,49	40,00
MP-03A	39	0,01	0,40	2,86
MP-03B	33	0,01	0,50	40,00
MP-04A	37	0,01	0,50	10,70
MP-04B	34	0,01	0,73	40,00
MP-05A	34	0,01	1,25	21,00
MP-05B	6	0,01	0,50	0,92
MP-06A	7	2,20	80,00	236,00
MP-06B	34	0,01	16,71	886,85
MP-09A	3	0,05	0,09	0,39

Arsénico total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	2,316	2,57	2,90
LM-02	4	2,393	2,54	2,95
LM-03	4	4,760	6,92	10,95
LM-04	4	6,156	7,81	8,34
LM-16	4	0,395	0,41	0,53
MP-01A	33	0,575	0,98	4,00
MP-01B	32	0,004	30,61	60,00
MP-03A	39	0,460	0,62	1,28
MP-03B	33	0,001	15,86	42,00
MP-04A	37	0,200	0,42	5,93
MP-04B	34	0,0003	4,94	40,00
MP-05A	34	0,600	1,08	4,00
MP-05B	6	0,180	0,60	1,11
MP-06A	7	0,415	0,82	1,32
MP-06B	34	0,0003	1,83	400,00
MP-09A	3	0,333	0,34	0,35

Boro Total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	2	60,65	67,52	74,38
LM-02	2	61,36	69,05	76,74
LM-03	2	143,72	161,41	179,10
LM-04	2	181,30	193,50	205,70
LM-16	2	9,22	10,68	12,14
MP-01A	31	28,48	37,27	167,60
MP-01B	31	122,00	634,00	1.096,81
MP-03A	37	13,26	17,22	53,68
MP-03B	31	71,30	516,00	886,00
MP-04A	35	6,12	12,90	37,92
MP-04B	32	32,50	769,60	1.760,45
MP-05A	32	35,65	59,22	140,90
MP-05B	4	178,00	485,78	512,60
MP-06A	5	17,60	27,00	91,84
MP-06B	32	33,90	634,25	1.188,81
MP-09A	2	8,83	9,93	11,02

Hierro Total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	0,01	0,03	0,46
LM-02	4	0,01	0,03	0,57
LM-03	4	0,01	0,03	0,42
LM-04	4	0,01	0,03	0,35
LM-16	4	0,01	0,05	0,07
MP-01A	33	0,01	0,15	2,57
MP-01B	33	0,01	1,56	24,81
MP-03A	39	0,01	0,10	8,20
MP-03B	33	0,01	1,11	25,24
MP-04A	37	0,01	0,66	13,30
MP-04B	34	0,01	1,30	21,81
MP-05A	34	0,01	0,60	26,30
MP-05B	6	2,16	16,99	332,80
MP-06A	7	1,85	21,15	71,41
MP-06B	34	0,01	6,37	90,28
MP-09A	3	0,33	0,57	2,19

### Litio (Li), Silicio(Si), Estroncio(Sr)

En la Figura 5-96 y Tabla 5-74, se presentan los gráficos de variación temporal, para los elementos de Litio total, Silicio Total y Estroncio total, y las tablas con los valores de sus estadígrafos correspondientes para la serie de datos registrada (2013-2016).

Así como el Boro, el Litio total se encuentra presente en la cuenca en altos contenidos. De la variación temporal, se aprecia que son los pozos profundos los que presentan aguas con concentraciones elevadas, que ascienden hasta un máximo de 3.128 mg/L para el punto MP-04B. El valor medio de las concentraciones de Litio total en las aguas profundas, varían entre 756 mg/L hasta los 1.320 mg/L.

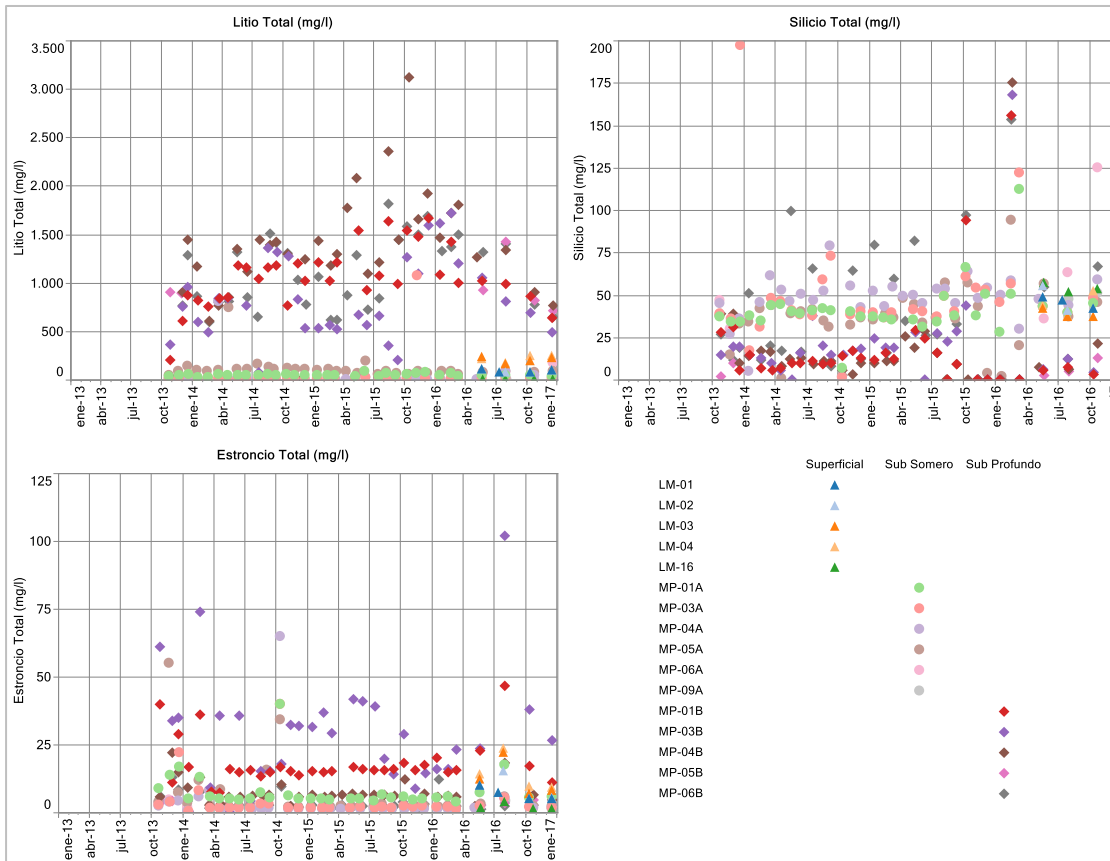
Las aguas someras y las aguas de las lagunas, presentan concentraciones muy por debajo de los contenidos de las aguas profundas, con valores medios que varían entre 4,53 en LM16 hasta un promedio de 233 mg/L en LM-04. Se observa una diferencia entre las concentraciones de los puntos LM-01 y LM-02 en comparación con las concentraciones de LM-03 y L-04, en donde en estas últimas las concentraciones duplican los valores de las primeras.

En el caso del Silicio total, considerando la serie histórica, son las aguas someras las que presentaban los mayores contenidos de ese elemento, con valores promedio de la serie entre 37,15 mg/L y 52,75 mg/L. En términos de los valores de las medianas, se observa de la Tabla 5-74 que estos son del mismo orden entre las aguas someras y las lagunas. Para las aguas profundas se presentan valores puntuales en febrero 2016 para los pozos profundos MP-04B y MP-06B.

Las aguas de las lagunas, presentan concentraciones homogéneas entre ellas, con valores máximos que no superan los 95 mg/L.

Para el Estroncio total, se tiene que los pozos MP-03B, y MP-01B, son los que presentan las concentraciones más altas del período registrado para las aguas profundas, con valores que ascienden hasta los 102,14 mg/L. En promedio los valores de Estroncio total en aguas profundas se mueven entre los 2,61 mg/L y los 28,98 mg/L. Las aguas de los pozos someros, en general presentan concentraciones más bien estables, con promedio total entre los 2,5 mg/L a los 9,05 mg/L, pero de alta variabilidad en sus registros debido a valores puntuales altos registrados, entre rango de mínimo 0,5 mg/L hasta máximo 64,9 mg/L, marcado por el pozo MP-04A, en la zona de Tilopozo.

**Figura 5-96: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector LP-LB**



**Tabla 5-74 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector La Punta-La Brava**

Litio total, mg/L					Silicio total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	75,03	89,82	109,20	LM-01	4	42,17	47,70	70,49
LM-02	4	78,88	92,36	113,40	LM-02	4	41,00	48,57	70,23
LM-03	4	167,60	217,12	234,20	LM-03	4	37,00	39,97	93,88
LM-04	4	171,70	233,97	252,50	LM-04	4	37,70	48,17	95,01
LM-16	4	3,06	4,53	4,73	LM-16	4	50,20	52,75	57,10
MP-01A	33	28,60	46,05	85,24	MP-01A	33	6,87	39,10	112,24
MP-01B	33	206,00	1.027,00	1.674,18	MP-01B	33	0,03	10,00	156,14
MP-03A	39	10,50	14,60	1.072,21	MP-03A	39	1,80	43,40	198,00
MP-03B	33	11,60	756,00	1.720,59	MP-03B	33	0,03	16,00	167,99
MP-04A	37	0,0003	7,15	811,10	MP-04A	37	1,43	50,21	78,90
MP-04B	34	0,48	1.320,50	3.128,12	MP-04B	34	0,03	11,00	175,52
MP-05A	34	47,50	93,08	748,00	MP-05A	34	0,64	37,15	94,54
MP-05B	6	711,40	901,00	1.425,00	MP-05B	6	2,00	7,45	15,63
MP-06A	7	4,69	52,04	176,50	MP-06A	7	30,00	47,00	125,00
MP-06B	34	35,40	1.050,00	1.819,69	MP-06B	34	0,03	23,36	153,69
MP-09A	3	5,55	6,26	6,40	MP-09A	3	47,80	49,10	51,47

Estroncio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-01	4	4,94	6,34	9,99
LM-02	4	5,00	7,66	15,21
LM-03	4	7,04	10,26	22,32
LM-04	4	9,11	11,95	23,69
LM-16	4	1,33	1,60	3,83
MP-01A	33	3,93	5,56	40,00
MP-01B	33	7,48	15,78	46,83
MP-03A	39	0,50	2,12	40,00
MP-03B	33	0,16	28,98	102,14
MP-04A	37	0,50	1,41	64,90
MP-04B	34	1,18	6,41	22,00
MP-05A	34	1,89	2,47	55,00
MP-05B	6	2,90	3,84	4,78
MP-06A	7	1,94	2,52	5,05
MP-06B	34	0,0006	2,61	13,00
MP-09A	3	1,45	1,53	4,42

## **5.8.2 Sector Peine**

Para este sector, es importante señalar que el punto LM-17, es un limnómetro que se instaló en pleno núcleo, gran parte del año está seco, solo mide cuando hay lluvia o cuando la laguna Interna genera inundación. Este punto presentó registros en el mes de octubre.

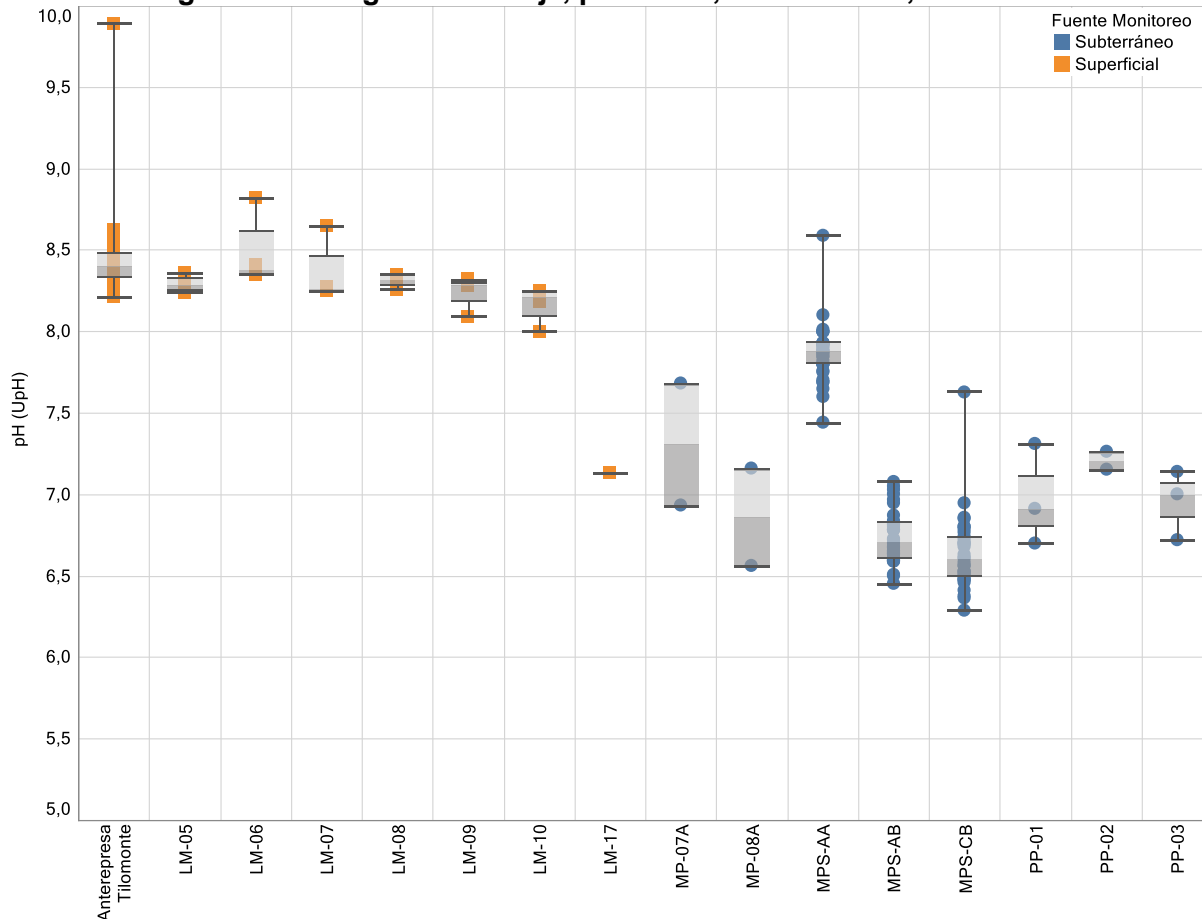
El período de información que se analiza a continuación es desde el año 2013 a diciembre 2016.

### **5.8.2.1 Parámetros Físico Químicos, in situ**

#### **En relación al pH**

Para el pH, en este Sector Peine, en la Figura 5-97, se presenta diagrama de caja, y en la Tabla 5-75 datos con los estadígrafos de toda la serie datos, años 2013 a 2016. De la gráfica y datos, se observa de la serie de datos históricos que las aguas superficiales (puntos LM y antrepresa Tilomonte) presentan pH superior a 8,0 upH, aguas neutras a básicas; y para el caso de las aguas subterráneas, menores a pH 8,59, llegando hasta pH mínimos de 6,29, aguas desde neutras para las aguas someras, y un poco mas ácidas para las aguas profundas.

**Figura 5-97 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector Peine, 2013-2016**



**Tabla 5-75 Estadígrafos, pH in situ, Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
Anterempresa Tilomonte	23	8,21	8,33	8,40	8,48	9,89
LM-05	4	8,24	8,26	8,28	8,31	8,36
LM-06	4	8,35	8,35	8,38	8,51	8,82
LM-07	4	8,25	8,25	8,26	8,37	8,65
LM-08	4	8,26	8,29	8,32	8,34	8,35
LM-09	4	8,09	8,23	8,28	8,29	8,32
LM-10	4	8,00	8,14	8,21	8,24	8,25
LM-17	1	7,13	7,13	7,13	7,13	7,13
MP-07A	2	6,93	7,12	7,31	7,49	7,68
MP-08A	2	6,56	6,71	6,86	7,01	7,16
MPS-AA	36	7,44	7,80	7,88	7,93	8,59
MPS-AB	34	6,45	6,62	6,71	6,83	7,08
MPS-CB	34	6,29	6,50	6,61	6,74	7,63
PP-01	3	6,70	6,81	6,91	7,11	7,31
PP-02	2	7,15	7,18	7,21	7,23	7,26
PP-03	3	6,72	6,86	7,00	7,07	7,14

Fuente: Elaboración propia

---

### **En relación a la Conductividad Eléctrica**

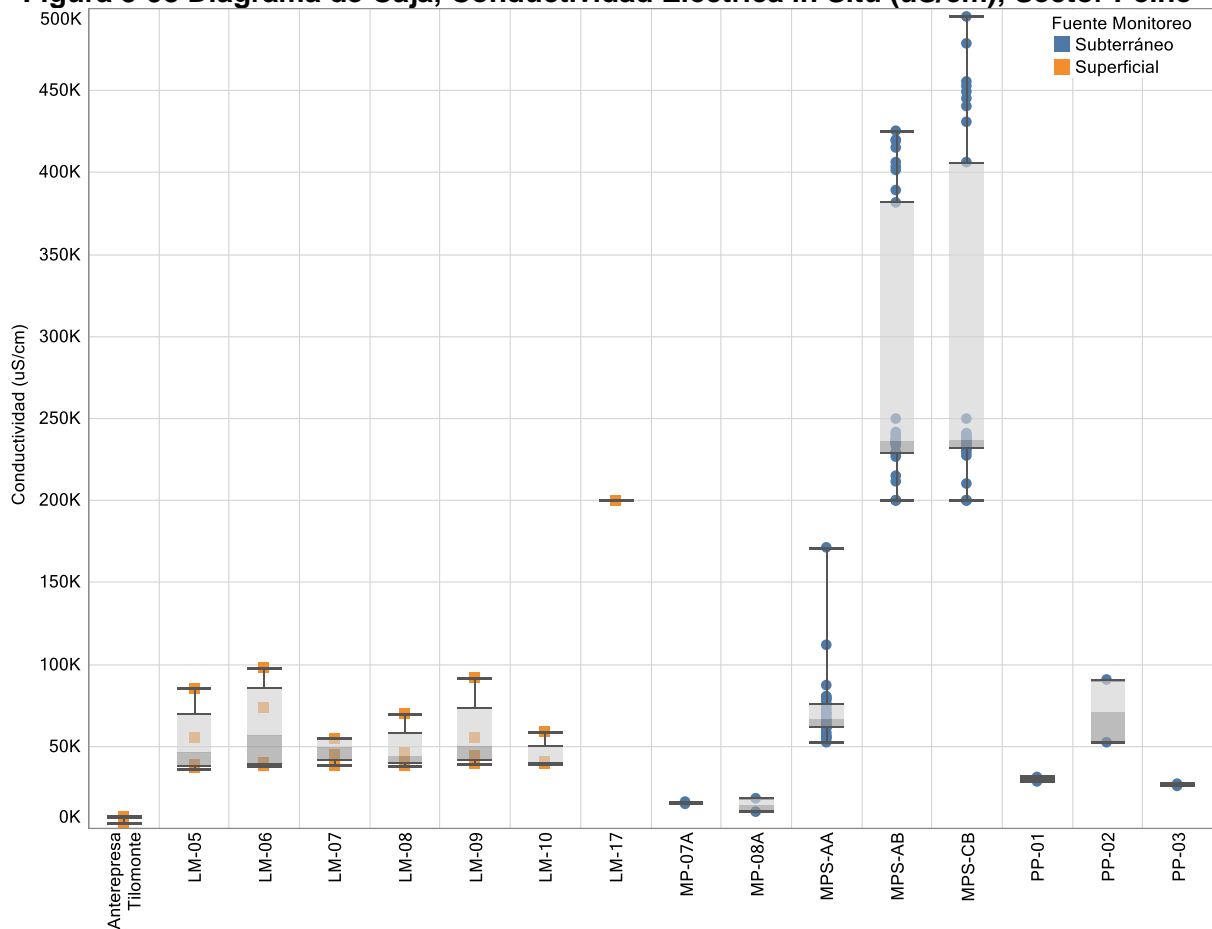
En el caso de la Conductividad Eléctrica (CE) del sector Peine, y de acuerdo a las gráficas del Diagrama de Caja Figura 5-98 y Tabla 5-76 con estadígrafos, se tiene para las aguas superficiales, que la conductividad eléctrica se mueve entre rangos de mediana de 6.091 uS/cm para antrepresa Tilomonte, que es agua dulce; y entre mínimas de 36.310 uS/cm hasta 97.690 uS/cm para los limnímetros, puntos LM-05 y LM-06 respectivamente. La excepción es LM-17, que como se ha informado anteriormente corresponde a un pozo ubicado entre la laguna interna y el núcleo, y de ahí sus niveles de CE > 200.000 uS/cm.

Las aguas de las lagunas, presentan mayores CE que las aguas someras, puntos “MP-XXA” y PP-01 y PP-03, debido a los procesos básicamente de evaporación. Las aguas someras presentan en general conductividades eléctricas máximas de 31.410 uS/cm dado por PP-01.

Para el caso de las aguas profundas, en donde aparecen valores sobre 300.000 uS/cm obedecen a utilización de instrumental que registra hasta un cierto valor, muy sensible en aguas con alto contenido de sales, como lo son las aguas profundas, y si bien no se han eliminado de la base de datos, éstos no son valores representativos de la serie, sino que corresponden a los indicados por las medianas de ellos, del orden de los 236.000 uS/cm.



**Figura 5-98 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector Peine**



**Tabla 5-76 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
Antrepresa Tilomonte	22	2.550	5.882	6.091	6.237	7.267
LM-05	4	36.310	38.103	46.700	62.293	85.070
LM-06	4	37.680	39.323	56.485	79.248	97.690
LM-07	4	38.210	43.055	49.385	54.185	54.440
LM-08	4	37.610	40.963	44.240	52.275	69.900
LM-09	4	39.130	43.053	49.685	64.208	91.800
LM-10	3	39.050	39.760	40.470	49.770	59.070
LM-17	1	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
MP-07A	2	14.910	15.178	15.445	15.713	15.980
MP-08A	2	10.200	12.235	14.270	16.305	18.340
MPS-AA	35	52.500	61.180	66.780	75.650	171.000
MPS-AB	33	200.000	228.800	236.200	381.680	425.200
MPS-CB	33	200.000	231.500	236.800	406.000	495.200
PP-01	3	28.400	29.230	30.060	30.735	31.410
PP-02	2	52.350	61.823	71.295	80.768	90.240
PP-03	3	25.810	26.155	26.500	26.800	27.100

Fuente: Elaboración propia

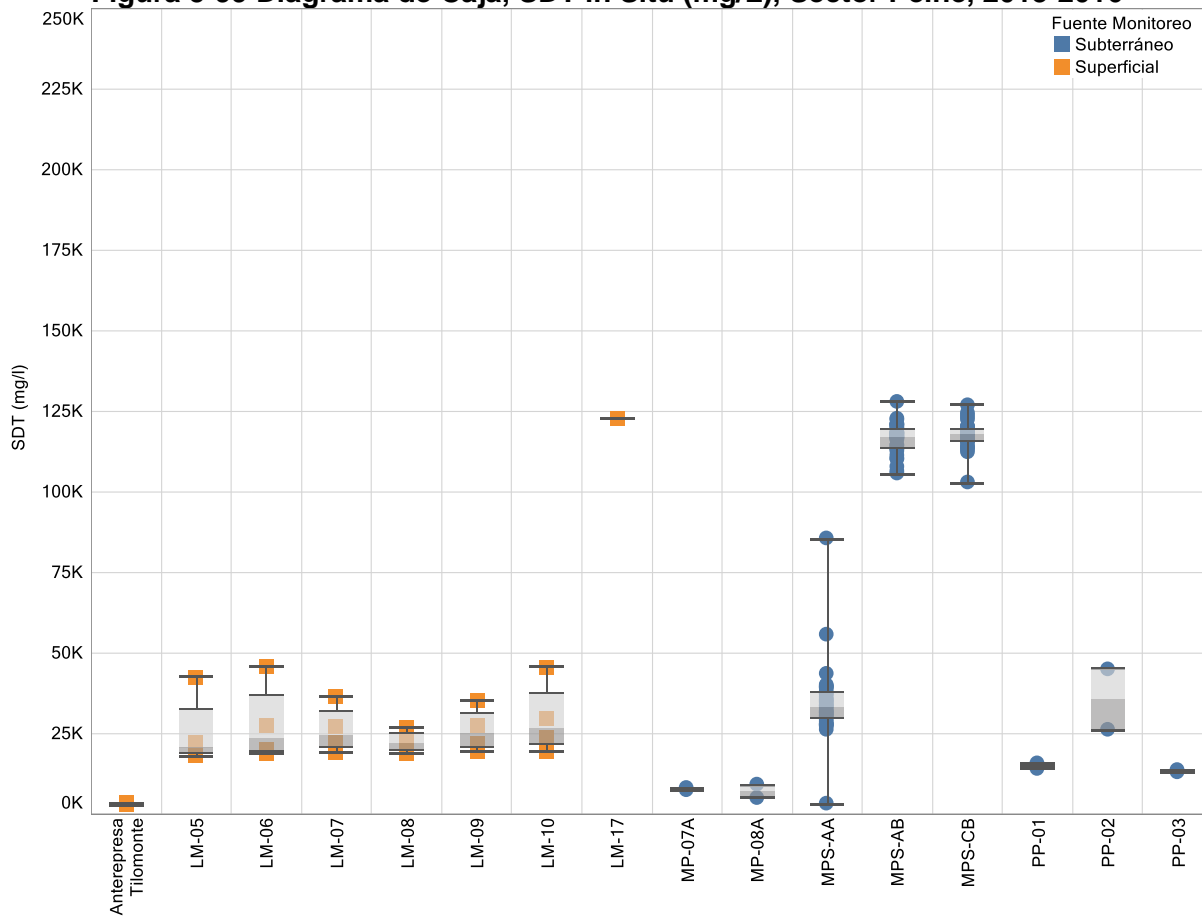
---

**En relación a la Sólidos Disueltos Totales**

En el caso de los Sólidos Disueltos Totales (STD), se presenta la Figura 5-99 con el diagrama de caja y la Tabla 5-77 con los datos estadígrafos, para el sector de Peine. En general para las lagunas (LM-5 a LM\_10), se presentan valores de STD entre mínimas de 18.160 mg/L hasta máximas de 45.850 mg/L. Antepresa tilomonte, al ser agua corriente y dulce, presenta valores STD menores con máximas de sólo 3.633 mg/L. Para LM-17, que se encuentra en el núcleo, presenta altas concentraciones de 122.800 mg/L en la campaña de octubre realizada.

Para las aguas someras, representadas por los puntos MP-07A, MP-08A, PP-01 y PP-03, se presentan concentraciones de STD menores que en las lagunas, con máximas de hasta 15.710 mg/L. Las aguas profundas en cambio, son las que tienen las STD mayores, con valores máximos de hasta 128.000 mg/L obtenido en pozo.

**Figura 5-99 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector Peine, 2013-2016**



**Tabla 5-77 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
Anterempresa Tilomonte	23	2.838	2.976	3.060	3.148	3.633
LM-05	4	18.160	19.053	20.875	27.435	42.540
LM-06	4	18.840	19.665	23.695	32.050	45.850
LM-07	4	19.110	21.533	24.780	29.565	36.600
LM-08	4	18.810	20.483	22.120	24.168	27.070
LM-09	4	19.570	21.528	24.845	29.458	35.300
LM-10	4	19.530	22.658	26.620	33.580	45.700
LM-17	1	122.800	122.800	122.800	122.800	122.800
MP-07A	2	7.454	7.588	7.723	7.857	7.991
MP-08A	2	5.118	6.131	7.145	8.158	9.171
MPS-AA	36	3.200	30.040	33.390	37.643	85.420
MPS-AB	34	105.700	113.650	117.150	119.350	128.000
MPS-CB	34	102.900	115.750	118.000	119.450	127.000
PP-01	3	14.200	14.615	15.030	15.370	15.710
PP-02	2	26.200	30.930	35.660	40.390	45.120
PP-03	3	12.910	13.090	13.270	13.410	13.550

Fuente: Elaboración propia

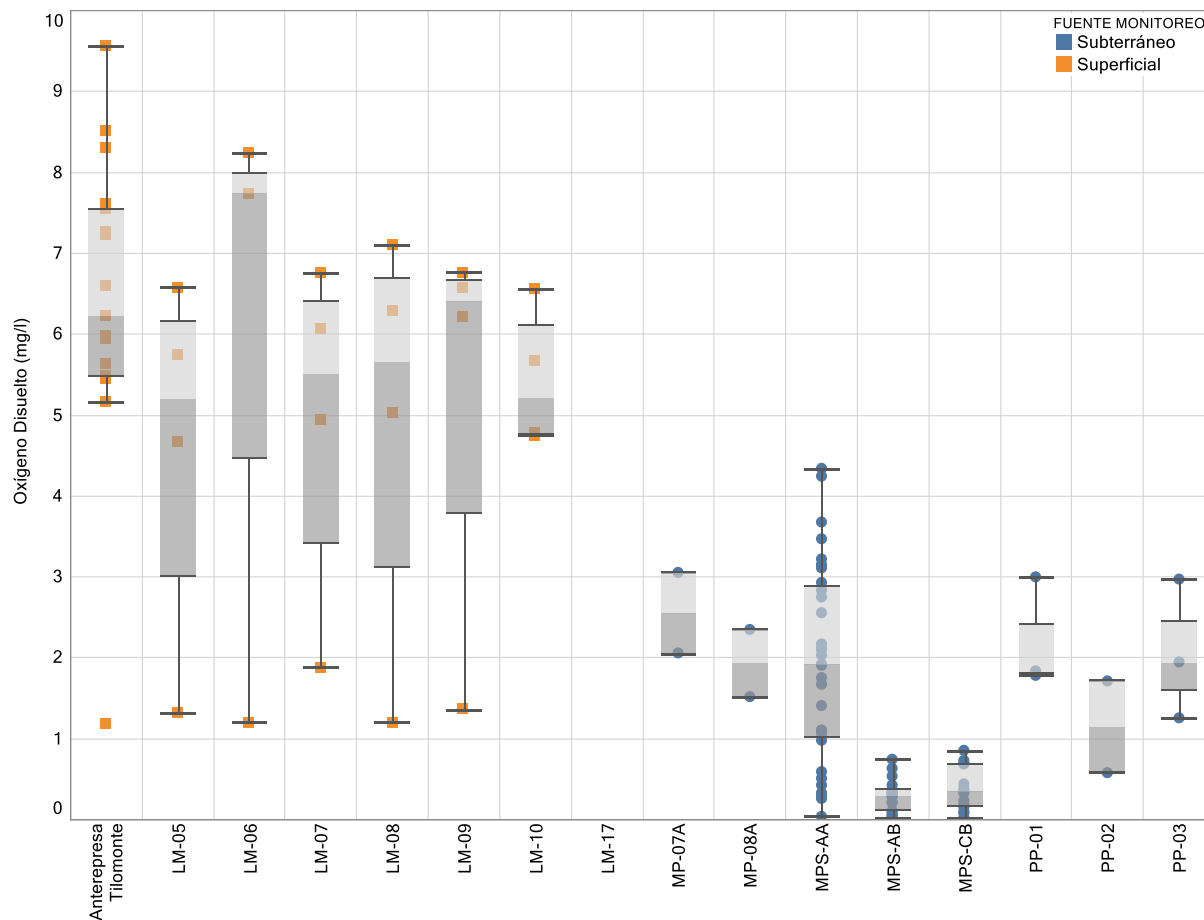
---

**En relación a Oxígeno Disuelto**

En la Figura 5-100 se presenta la gráfica de cajas para el Oxígeno Disuelto (O.D.) y en la Tabla 5-78 los datos con los estadígrafos de este elemento.

A primera vista se puede observar que el contenido de O.D. es mayor en las aguas de las lagunas y guas superficiales (Percentil75% entre 5,89 a 7,99), pero de todas maneras se presentan campañas en las cuales se han presentado bajas concentraciones, con mínimas puntuales de 1,18 mg/L. Para el caso de las aguas profundas, se presentan contenidos aún menores que los anteriores, con aguas anóxicas dada la alta concentración de sales, con mínimas de O.D. de 0,02 mg/L y máximas de tan sólo 0,85 mg/L, en un total de 17 campañas registradas. Las aguas someras, presentan concentraciones intermedias a las mencionadas anteriormente.

**Figura 5-100 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Peine**



**Tabla 5-78 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
Anterepresa Tilomonte	17	1,18	5,48	6,23	7,54	9,56
LM-05	4	1,32	3,83	5,21	5,95	6,58
LM-06	3	1,20	4,47	7,74	7,99	8,23
LM-07	4	1,88	4,18	5,50	6,23	6,75
LM-08	4	1,20	4,07	5,66	6,49	7,10
LM-09	4	1,36	5,01	6,40	6,63	6,76
LM-10	4	4,74	4,77	5,22	5,89	6,56
LM-17	0	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
MP-07A	2	2,05	2,30	2,55	2,80	3,05
MP-08A	2	1,51	1,72	1,93	2,14	2,35
MPS-AA	31	0,04	1,02	1,92	2,88	4,33
MPS-AB	17	0,02	0,11	0,29	0,37	0,74
MPS-CB	15	0,02	0,17	0,34	0,68	0,85
PP-01	3	1,78	1,81	1,83	2,41	2,99
PP-02	2	0,58	0,86	1,15	1,43	1,71
PP-03	3	1,25	1,60	1,94	2,46	2,97

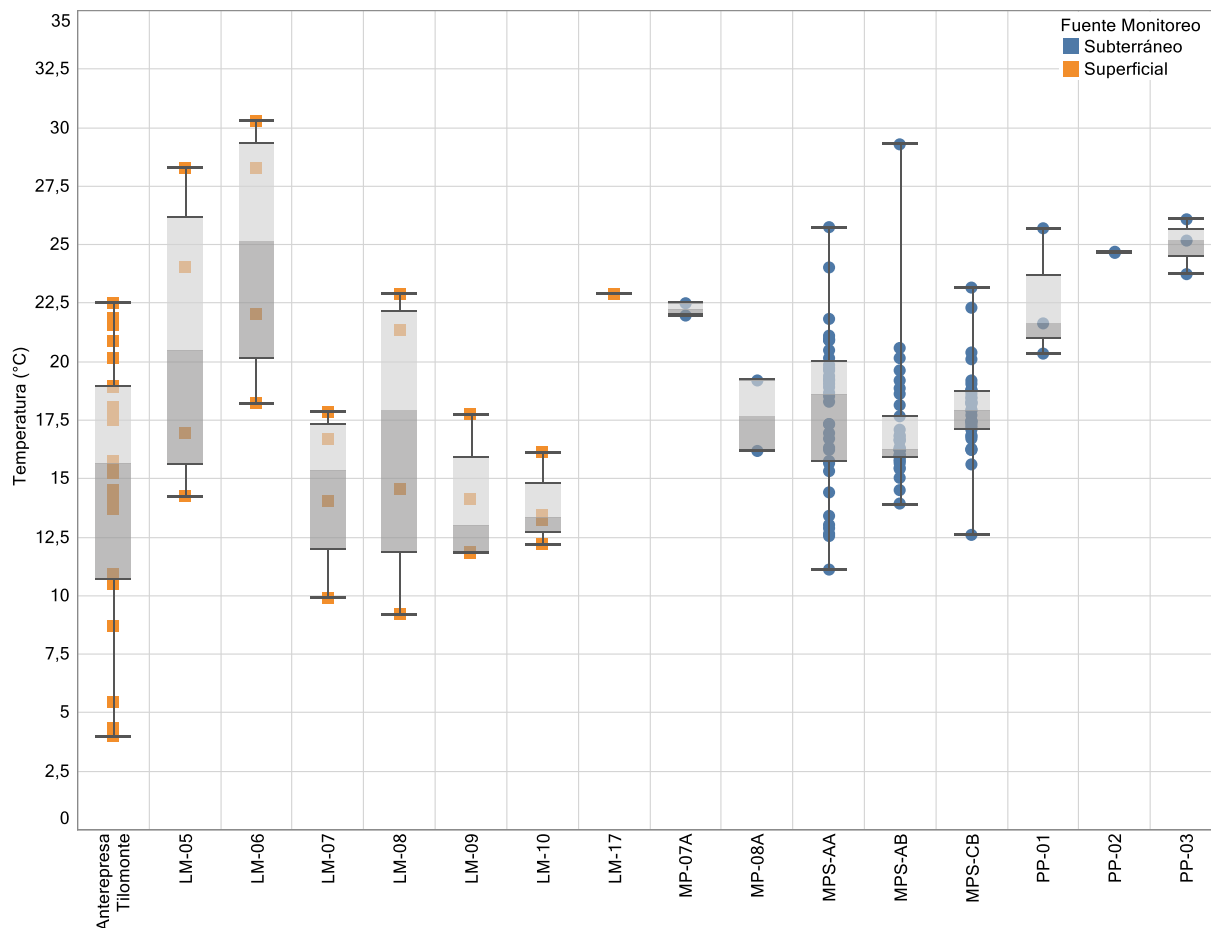
Fuente: Elaboración propia

---

### **En relación a la Temperatura**

Para la temperatura del agua (T°C), en el sector Peine, se presenta la Figura 5-101 en diagrama de cajas y la Tabla 5-79 con los datos estadígrafos de la T°C. De la gráfica y registros históricos, se puede señalar que los rangos tanto de las aguas profundas con las aguas superficiales y someras, son del mismo orden e magnitud y con alta variabilidad en el tiempo, con mínimas de 9,2 °C y máximas de 30,3 °C. La excepción es la estación Antepresa Tilomonte, con mínimas registradas de hasta 4,0 °C.

**Figura 5-101 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector Peine**



**Tabla 5-79 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
Anterepresa Tilomonte	23	4,0	10,7	15,6	18,9	22,5
LM-05	4	14,3	16,3	20,5	25,1	28,3
LM-06	4	18,2	21,1	25,1	28,8	30,3
LM-07	4	9,9	13,0	15,4	17,0	17,9
LM-08	4	9,2	13,2	17,9	21,7	22,9
LM-09	4	11,9	11,9	13,0	15,0	17,8
LM-10	4	12,2	13,0	13,3	14,1	16,1
LM-17	1	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9
MP-07A	2	22,0	22,1	22,2	22,4	22,5
MP-08A	2	16,2	17,0	17,7	18,5	19,2
MPS-AA	36	11,1	15,7	18,6	19,9	25,7
MPS-AB	34	13,9	15,9	16,3	17,5	29,3
MPS-CB	34	12,6	17,1	17,9	18,7	23,2
PP-01	3	20,4	21,0	21,6	23,7	25,7
PP-02	2	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7
PP-03	3	23,8	24,5	25,2	25,6	26,1

Fuente: Elaboración propia



Para los parámetros in situ analizados en Sector Peine, se presenta en la Figura 5-102, la gráfica con la variación temporal de las concentraciones registradas que se tienen en el período 2013 a 2016.

El pH muestra en el tiempo una tendencia sin mayores variaciones de los valores registrados en cada punto, tanto para los pozos profundos, como para los someros y lagunas.

La Temperatura, evidencia un comportamiento estacional muy marcado para los pozos someros, profundos y Antrepresa Tilomonte. En el caso de las lagunas existen aun pocos datos para poder concluir.

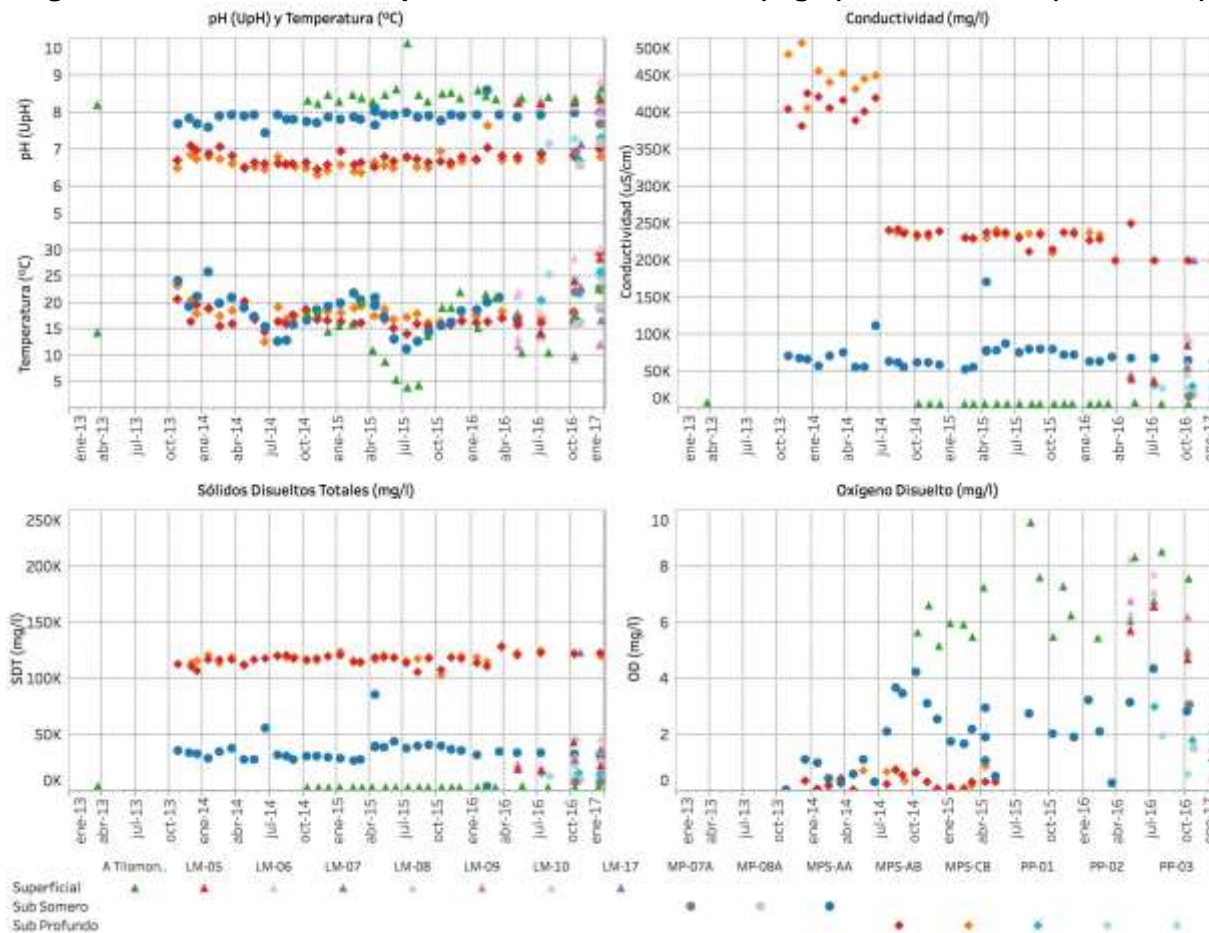
Para la Conductividad Eléctrica (CE), en el caso de las aguas profundas, como se mencionó antes, entre 2013 a julio 2014 aparecen valores sobre 350.000 uS/cm, estos valores obedecen a utilización de instrumental que registra hasta un cierto valor, muy sensible en aguas con alto contenido de sales, como lo son las aguas profundas, y por lo tanto no se han eliminado de la base de datos, pero los valores representativos, corresponden a los indicados después de julio 2014, del orden de los 236.000 uS/cm. En el caso de los pozos someros, se observa una cierta variación estacional.

Los STD muestran comportamiento similar a la CE, dada la correlación existente entre estos 2 elementos, y tendencia estable para cada uno de los puntos analizados.

Finalmente, el O.D. se presenta con mucha dispersión para la estación Tilomonte, con la mayor variabilidad de todos los puntos, y una tendencia a aumentar esta dispersión después de julio 2014. Los puntos nuevos construidos, no permiten aun realizar conclusiones acerca de sus variaciones.

En general se puede decir que, los parámetros in situ medidos en el 2016, para aquellos puntos que poseen monitoreo previo, registran valores que se encuentran dentro del rango de variación natural de ellos.

**Figura 5-102 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector Peine (2013-2016)**



Fuente: Elaboración propia

### **5.8.2.2 Parámetros Físico Químicos, en laboratorio**

A continuación, al igual que para los parámetros comprometidos in situ, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físicos comprometidos para análisis en Laboratorio, en el Sector Peine.

Se debe tener presente que, el punto LM-17, es un limnómetro que se instaló en pleno núcleo, todo el año está seco, solo mide cuando hay lluvia o cuando la laguna Interna genera inundación. Sólo presentó registros en el mes de octubre.

El período de información que se analiza es desde el año 2013 a diciembre 2016.

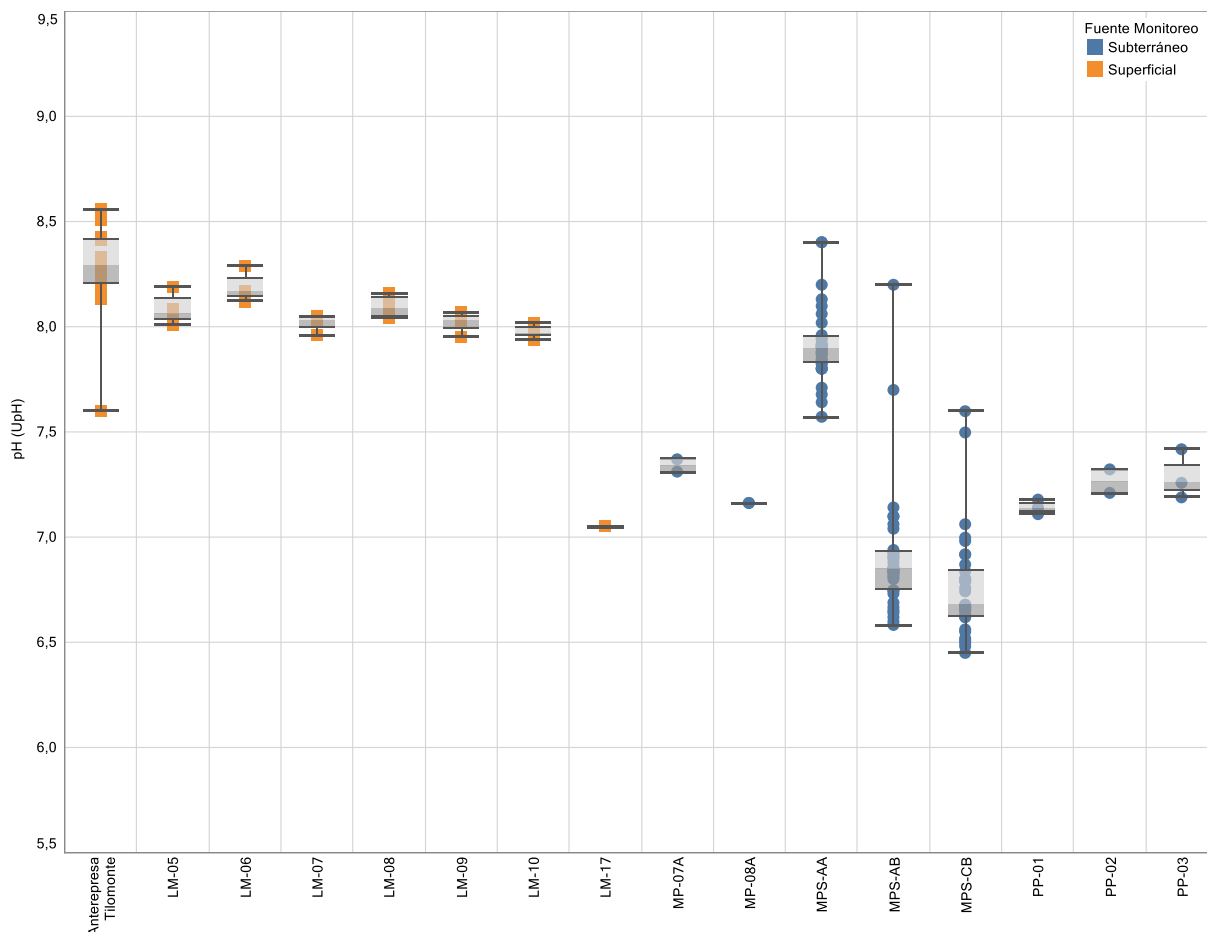
#### **En relación al pH**

Los resultados de pH medidos en laboratorio para el Sector Peine, Figura 5-103 y Tabla 5-79, en cuanto a las lagunas, son un poco menores a los medidos in situ, ya que la muestra se mantiene bajo condiciones similares a las reales, pero no son las reales. Por lo tanto, el pH en laboratorio y todos los parámetros físicos en laboratorio, se deben considerar sólo como una referencia. Los valores se mueven en los rangos de mínimo pH 7,94 hasta máximo pH de 8,29.

Para Antrepresa Tilomonte, dado que es agua corriente, se tienen pH más variados, entre 7,6 a 8,56 upH. LM-17, presenta pH más bajos dado que está cerca del núcleo.

Los pH de los pozos someros y profundos, en laboratorio se obtienen resultados dentro de los rangos de la medición de pH de terreno, pero más acotados, es decir, con menos variación en cada punto. Los pozos profundos presentan pH más bajos, entre min pH 6,45 y máx pH 8,20 y los pozos someros entre min pH 7,11 y máx pH 8,4.

**Figura 5-103 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector Peine**



**Tabla 5-80 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
Antepresa Tilomonte	24	7,60	8,22	8,29	8,41	8,56
LM-05	4	8,01	8,04	8,07	8,11	8,19
LM-06	4	8,12	8,16	8,17	8,20	8,29
LM-07	3	7,96	8,00	8,03	8,04	8,05
LM-08	4	8,04	8,06	8,09	8,13	8,16
LM-09	3	7,95	7,99	8,03	8,05	8,07
LM-10	3	7,94	7,96	7,97	8,00	8,02
LM-17	1	7,05	7,05	7,05	7,05	7,05
MP-07A	2	7,31	7,33	7,34	7,36	7,37
MP-08A	2	7,16	7,16	7,16	7,16	7,16
MPS-AA	33	7,57	7,83	7,90	7,95	8,40
MPS-AB	34	6,58	6,75	6,85	6,93	8,20
MPS-CB	33	6,45	6,62	6,68	6,84	7,60
PP-01	3	7,11	7,13	7,14	7,16	7,18
PP-02	2	7,21	7,24	7,27	7,29	7,32
PP-03	3	7,19	7,23	7,26	7,34	7,42

Fuente: Elaboración propia

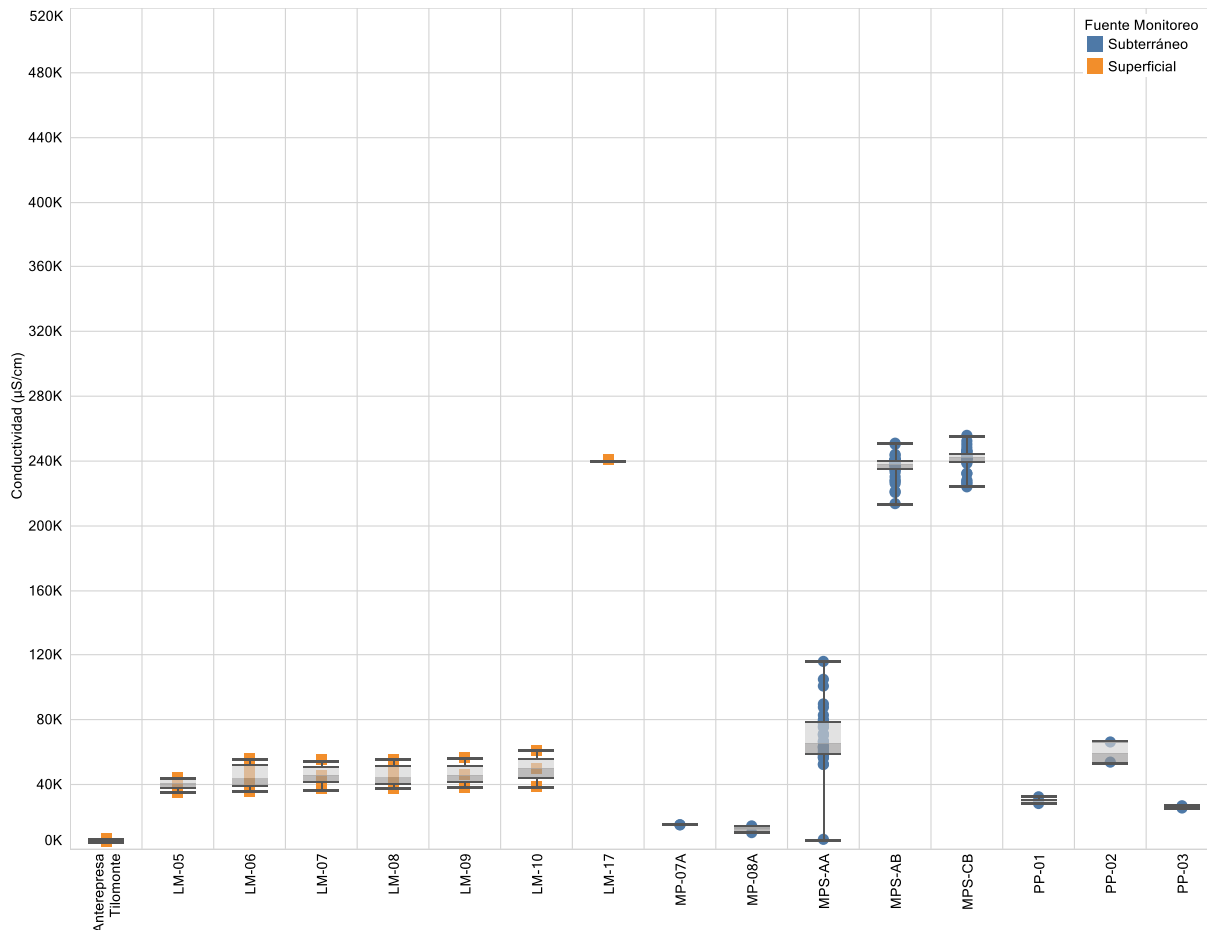
---

**En relación a la Conductividad Eléctrica**

En relación con la Conductividad Eléctrica, Figura 5-104 y Tabla 5-81, la CE obtenida tras los análisis de laboratorio es mas ajustada que la de terreno. Las lagunas presentan medianas promedio de 45.208 uS/cm y la estación A.Tilomonte es la que presenta las CE mas bajas con una mediana de 6.100 uS/cm.

En el caso de los pozos profundos y LM-17, donde en la medición in situ sólo se puede indicar si la CE es mayor que 200.000 uS/cm, debido al instrumental, en laboratorio se puede determinar el valor mas específico. En este caso, LM-17 indica un valor de 240.000 uS/cm en la única campaña medida (octubre 2016); y los pozos profundos, indican máximas hasta 255.200 uS/cm, dado por el pozo MPS-CB. Los pozos someros, se mueven entre el rango de los pozos profundos y las lagunas.

**Figura 5-104 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector Peine**



**Tabla 5-81 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
Antepresa Tilomonte	24	4.160	5.968	6.100	6.226	6.370
LM-05	4	35.100	38.625	40.750	42.175	43.600
LM-06	4	35.900	39.950	44.550	49.750	55.600
LM-07	3	36.800	41.200	45.600	50.250	54.900
LM-08	4	37.200	41.400	45.150	49.400	55.100
LM-09	3	37.800	41.750	45.700	50.950	56.200
LM-10	3	38.100	43.800	49.500	55.100	60.700
LM-17	1	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
MP-07A	2	14.960	14.978	14.995	15.013	15.030
MP-08A	2	10.370	11.255	12.140	13.025	13.910
MPS-AA	33	5.580	59.100	65.800	77.900	115.900
MPS-AB	34	213.200	234.325	238.000	240.000	250.700
MPS-CB	33	224.000	239.000	242.000	244.000	255.200
PP-01	3	28.210	28.655	29.100	30.650	32.200
PP-02	2	53.400	56.575	59.750	62.925	66.100
PP-03	3	25.300	25.785	26.270	26.495	26.720

Fuente: Elaboración propia

---

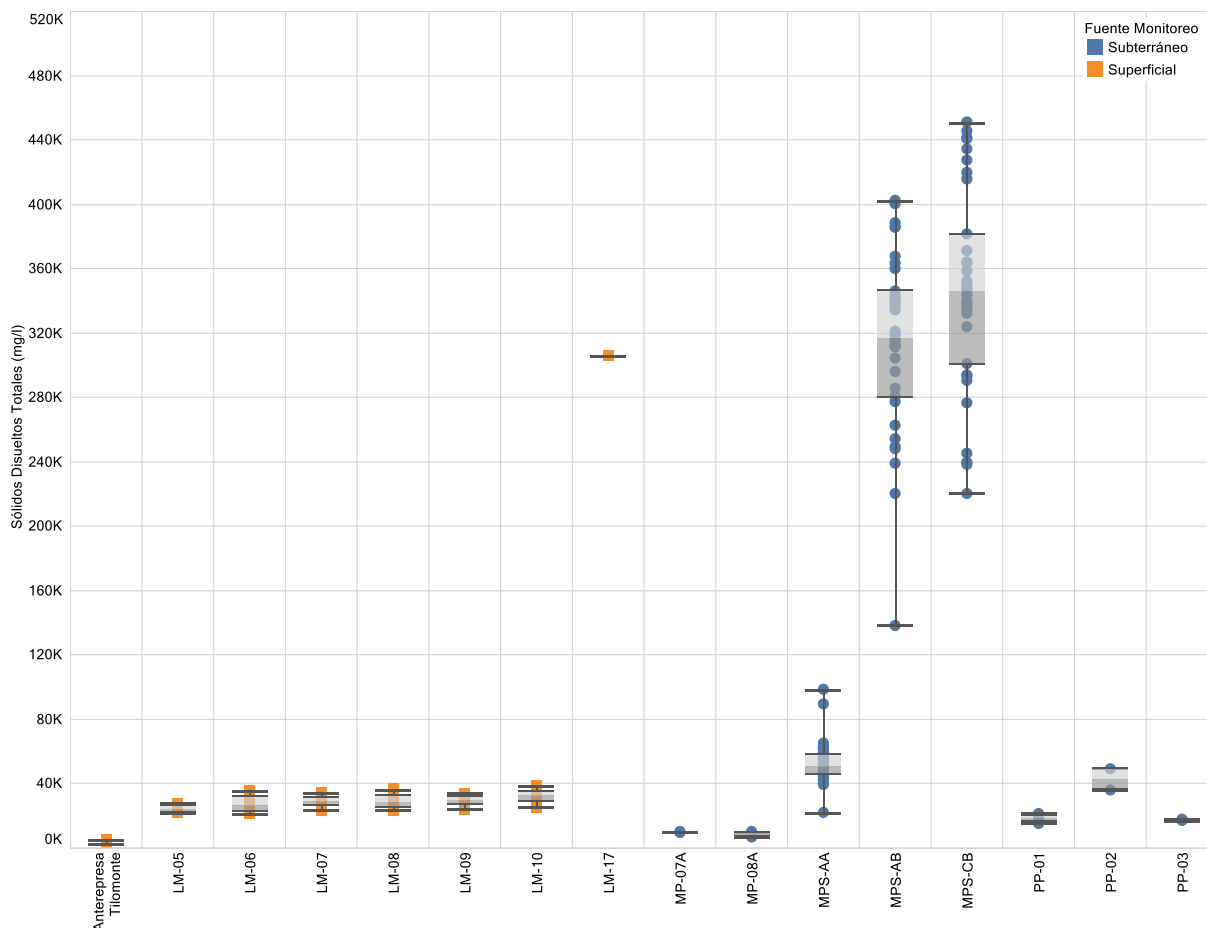
**En relación a los Sólidos Disueltos Totales**

Para el caso de los Sólidos Disueltos Totales (SDT), Figura 5-105 y Tabla 5-82, se obtienen resultados mas acotados para el caso de las lagunas y agua dulce, y valores mayores para el caso de LM-17 y pozos someros y profundos.

En el caso de las lagunas, dado por los LM-05 a LM-10, se tiene valores de SDT que no sobrepasan los 40.000 mg/L. Para los pozos profundos, se obtienen, mínimas un poco mayores que las in situ, de 138.278 mg/L medido en MPS-AB; siendo las máximas mayores y muy superiores a las medidas in situ. Los valores máximos de SDT en los pozos profundos (MPS-AB y MPS-CB), llegan hasta 450.794 mg/L y con Percentil 75 de 381.000 mg/L. El punto LM-17 al estar cerca del núcleo, y ser por lo tanto aguas muy salobres, también presenta SDT altos, de 305.200 mg/L en octubre 2016.



**Figura 5-105 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector Peine**



**Tabla 5-82 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
Antepresa Tilomonte	24	2.180	3.861	4.243	4.657	5.130
LM-05	4	21.750	22.913	24.025	25.500	27.750
LM-06	4	20.950	24.025	26.475	29.875	35.800
LM-07	3	23.350	26.150	28.950	31.525	34.100
LM-08	4	23.300	26.075	28.350	31.325	36.200
LM-09	3	24.100	27.000	29.900	31.975	34.050
LM-10	3	24.750	28.875	33.000	35.675	38.350
LM-17	1	305.200	305.200	305.200	305.200	305.200
MP-07A	2	9.630	9.683	9.735	9.788	9.840
MP-08A	2	6.925	7.659	8.393	9.126	9.860
MPS-AA	33	21.801	46.144	50.794	58.646	98.280
MPS-AB	34	138.278	281.488	317.060	345.200	401.992
MPS-CB	33	220.160	300.650	346.420	381.000	450.794
PP-01	3	14.980	16.978	18.975	20.263	21.550
PP-02	2	36.000	39.263	42.525	45.788	49.050
PP-03	3	16.950	16.950	16.950	17.363	17.775

Fuente: Elaboración propia

---

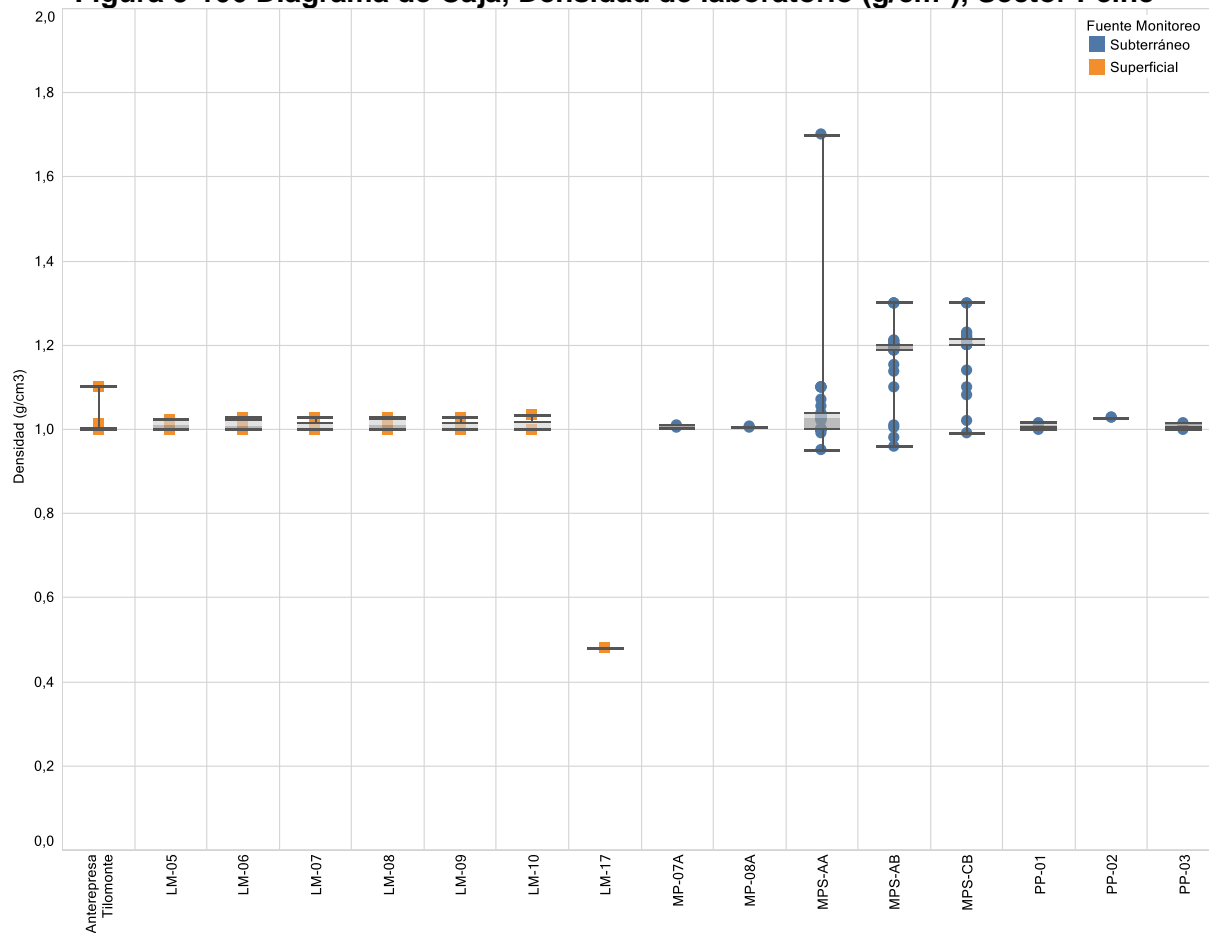
**En relación a la Densidad**

Por último, en relación con la densidad, Figura 5-106 y Tabla 5-83, se puede indicar que, tanto la estación A. Tilomonte, como las lagunas, y los pozos someros, tienen menor densidad y rangos de densidades menores, entre  $0,99 \text{ g/cm}^3$  y  $1,04 \text{ g/cm}^3$  ya que son aguas más dulces o dulces-salobres, pero menos densas que las aguas subterráneas profundas.

Las aguas profundas, presentan densidades más altas, entre mínimas de  $0,96 \text{ g/cm}^3$  y máximas de  $1,3 \text{ g/cm}^3$  representados por el pozo MPS-AB.

El valor analizado por el laboratorio para LM-17 de  $0,48 \text{ g/cm}^3$  se considera fuera de rango.

**Figura 5-106 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector Peine**



**Tabla 5-83 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector Peine**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
Antepresa Tilomonte	24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,10
LM-05	4	1,00	1,00	1,01	1,02	1,02
LM-06	4	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03
LM-07	3	1,00	1,00	1,00	1,01	1,03
LM-08	4	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03
LM-09	3	1,00	1,00	1,00	1,01	1,03
LM-10	3	1,00	1,00	1,00	1,02	1,03
LM-17	1	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
MP-07A	2	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
MP-08A	2	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
MPS-AA	33	0,95	1,00	1,03	1,04	1,70
MPS-AB	34	0,96	1,19	1,20	1,20	1,30
MPS-CB	31	0,99	1,20	1,20	1,21	1,30
PP-01	3	1,00	1,01	1,01	1,01	1,02
PP-02	2	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
PP-03	3	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01

Fuente: Elaboración propia

### En relación con la Variación Temporal de los parámetros

Para el análisis temporal de los datos de laboratorio: pH, CE, SDT y Densidad, parámetros comprometidos en el PSAH, se presenta Figura 5-107, con la variación en el tiempo de éstos, entre los años que se tiene registros 2013 -2016.

De las gráficas representadas en la Figura 5-107, con la variación temporal de las variables físicas, se observa que:

El **pH**, presenta una leve variación estacional, principalmente en A. Tilomonte. En el 2016, se presenta entre pH 8,16 en octubre y pH 8,5 en diciembre, rangos que se encuentran dentro de la variación histórica. Para las Lagunas, aun existen pocos registros para concluir tendencia.

Para los pozos someros con registros históricos, se encuentran representados por el pozo MPS-AA. La variación temporal de este pozo indica una tendencia pareja o estable en el tiempo, sin tendencias a la baja ni a alzas, cercano a un promedio de 7,9 de pH. Los valores medidos de MP-7A y MP-8A, si bien son un poco menores, se debe recordar la ubicación de éstos, la cual es de una cota muy superior, en la parte superior del Sector Peine, hacia el Sur. El pH es un poco mas bajo, pero siempre dentro de aguas neutras sobre 7,0 upH y bajo 8,0 upH.

El pH para las aguas profundas, muestran una variación en genera entre los 6,4 a los 7,3 upH, siendo las mediciones del 2016 bajo los 7,0 upH y sobre los 6,45 upH, esto es dentro de la variación natural.

Para la **Conductividad Eléctrica**, y su variación en el tiempo, se tiene que no presenta una variabilidad estacional marcada, y para el caso de los CE en aguas profundas, se tiene una tendencia estable, con rangos en general entre los 210.000 uS/cm y los 255.000 uS/cm. Los valores medidos durante el año 2016, se presentan entre la variación natural indicada.

Para las aguas mas someras, se tiene mayor dispersión de los datos, a un menor rango de valores, entre los 120.000 uS/cm, llegando a mínimas de 5.000 uS/cm aproximadamente. Los valores analizados en el 2016, se encuentran entre esta variación natural.

Para la estación A. Tilomonte, se presenta una variación muy estrecha, con valores entre 4.160 uS/cm y en general bajo los 7.000 uS/cm.

Para los **SDT**, la variación natural observada de los datos de laboratorio, entre los años 2013 a 2015, se observa una tendencia a la disminución de sus concentraciones, desde rangos cercanos en general a los 400.000 mg/L, a valores en el 2015 entorno s los 350.000 mg/L y bajo éstos, llegando a 130.000 mg/L aproximadamente. Lo anterior, podría tener su origen en la variación de las técnicas de análisis usados por el laboratorio, y en el ajuste a mejorar dichas tecnicas en el tiempo. Los valores del 2016, arrojan resultados mas ajustados, siempre con altas SDT, entre 200.000 mg/L hasta 360.000 mg/L aproximadamente y en

---

particular en diciembre del 2016 (analizado con ALS laboratorio ETFA) se tienen valores bajo los 350.000 mg/L.

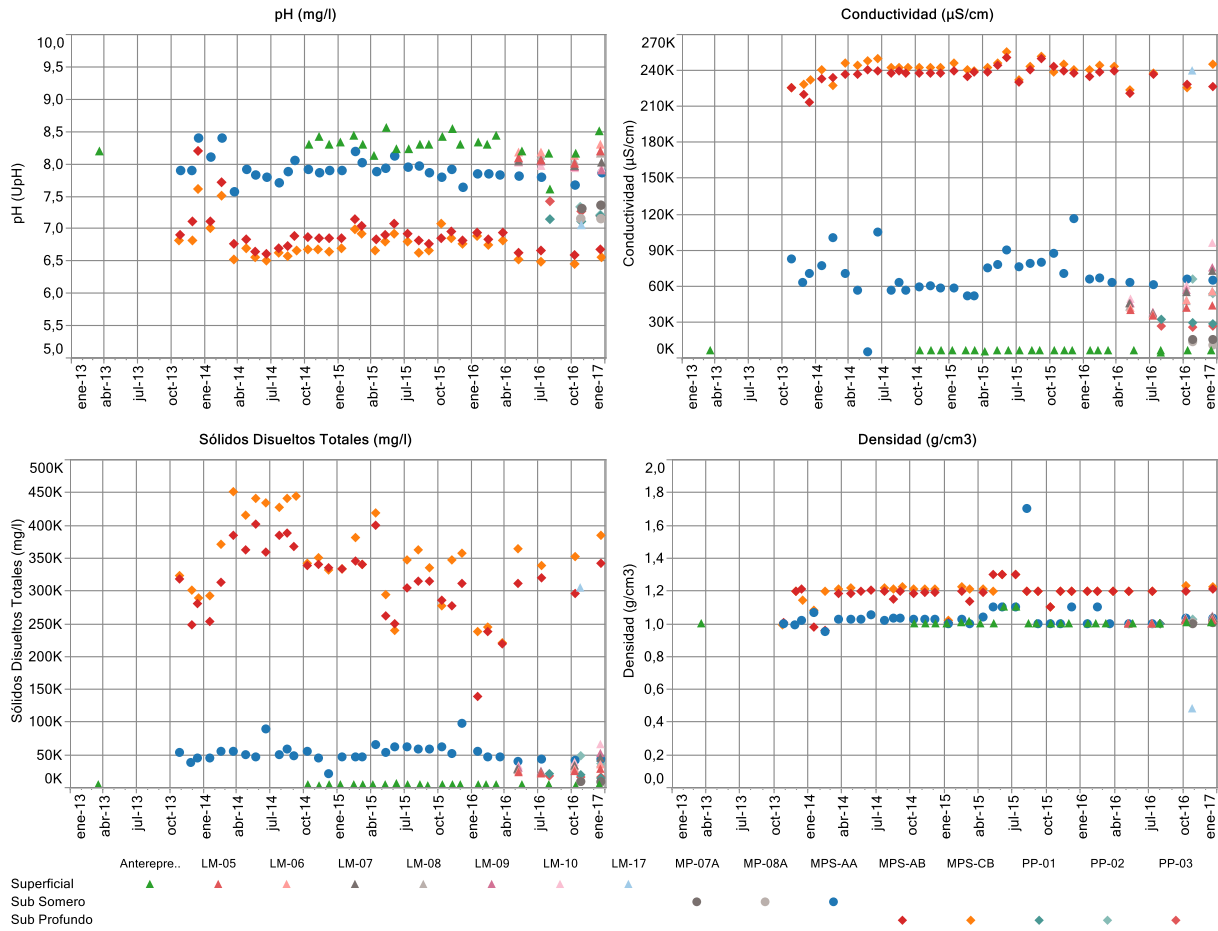
La variación histórica de aguas someras (MPS-AA), muestra una tendencia muy similar a la CE, en el mismo punto, dada la correlación que existe entre estos 2 elementos. Con una tendencia observada a la estabilidad de sus valores, pero con cierta dispersión entre ellos. Entre concentraciones de SDT de 20.000 mg/L y bajo los 100.000 mg/L.

Los valores analizados para los puntos someros nuevos del PSAH, indican concentraciones un poco más bajas que el pozo MPS-AA, pero hay que seguir teniendo presente la ubicación de estos puntos, dentro del Sector Peine, que se ubican en cotas más altas y no cercanos a las lagunas de Peine.

La estación A. Tilomonte presenta **SDT** con muy poca variabilidad, con valores entre 2.000 mg/L y en general bajo los 6.000 mg/L. Durante el 2016, se registraron valores entre los 3.000 y los 4.000 mg/L.

Finalmente, para la variación temporal de la Densidad, ésta se presenta con valores con poca variabilidad considerando la fuente de las aguas, aguas profundas con mayor densidad, mayores a  $1,1 \text{ g/cm}^3$  (más densas y pesadas); y aguas someras y superficiales con densidad menores, bajo los  $1,04 \text{ g/cm}^3$ .

**Figura 5-107 Variación Temporal, FisicoQuimicos Laboratorio, Sector Peine**



### 5.8.2.3 Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos divididos en aniones y cationes, se presentan en la Figura 5-108 y Figura 5-109 respectivamente.

Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) y Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), y junto a la figura se incluye la Tabla 5-84, la que contiene los estadígrafos representativos de la serie histórica, de manera de facilitar la comprensión de las figuras. A continuación se presenta el análisis de la información para los aniones.

Los registros de Cloruros históricos (2013-2016), permiten evidenciar un comportamiento distinto, con rangos distintos en magnitud, para las aguas profundas (MPS-AB y MPS-CB) con concentraciones de cloruros mayores que 125.000 mg/L, someras (MPS-AA) valores en entre 15.000 mg/L y menores a 50.000 mg/L; y aguas dulces de quebradas como es el caso de estación antepresa Tilomonte, con concentraciones menores a 2.000 mg/L aproximadamente.

En el caso de la vertiente A. Tilomonte, los cloruros presentan poca variación en el tiempo, con mínimas registradas de 881 mg/L y máximas de 1.888 mg/L, presenta una tendencia estable en el tiempo.

Para el caso de las aguas someras, representado históricamente por el pozo MPS-AA, este presenta una variación un poco mas holgada, con mínimas de 17.890 mg/L y una máxima de 50.652 mg/L, pero una variabilidad estable a través del tiempo. Los pozos someros que midieron durante el 2016, son pozos nuevos, pero están ubicados en cotas superiores, no en la laguna como MPS-AA, sino que aguas arriba del sector, al sur de las Lagunas. Es por ello, que las concentraciones son distintas, con menores concentraciones de Cloruros. Si se observa la Tabla de estadígrafos, se puede notar que los pozos MP-07A, MP-08A, PP-01 y PP-03, presentan variaciones que van desde los 3.446 mg/L como mínima en MP-08A hasta un máximo de 12.590 mg/L en PP-01. Sin perjuicio de lo anterior, las mediciones de Cloruros registradas para el pozo MP-AA, inserto en la zona de las lagunas durante el 2016, se encuentran todas dentro de la variación natural de cloruros en dicho pozo, entre los 20.000 y los 25.000 mg/L.

Las mediciones de cloruros en las lagunas durante el 2016, se encuentran todas bajo los 20.000 mg/L. Cabe recordar que el punto LM-17, quedó implementado casi dentro del núcleo, y es por eso que sus concentraciones escapan al resto de las lagunas, con valores de 166.331 mg/L en la única campaña que pudo ser medida.

En el caso de los Sulfatos, en la zona de las lagunas, se tiene que a medida que se profundizan las aguas, éstas se hacen mas sulfatadas. Lo anterior, resulta de observar las tendencias y concentraciones históricas de las lagunas LM-05 a LM-10, los pozos MPS-AA, MPS-AB y MPS-CB, y los registros durante todo el periodo medido 2013 al 2016.



Si se analizan los valores de las medianas, se tiene que las lagunas presentan en promedio el 2016 medianas de 2.225 mg/L; el pozo MP-AA para todo el período una mediana de 4.488 mg/L; MPS-AB una mediana de 8.758 mg/L y finalmente el MPS-CB una mediana de 14.694 mg/L.

Respecto a la variación temporal y tendencias presentadas para el Sulfato, se tiene que los valores registrados históricamente presentan leve variaciones que podrían ser estacionales y que los valores medidos en el 2016 continúan siendo dentro de la variación natural.

De la gráfica del Bicarbonato, a diferencia de la LP-LB, en donde se observa más bien un rango similar entre las 3 fuentes de aguas, tanto en las lagunas, como en los pozos someros y profundos, en el caso del Sector de Peine, se presenta claramente una diferenciación en 2 rangos de Bicarbonatos presentes en las aguas del Sector. En primer lugar, un rango para las aguas profundas entre 300 y 800 mg/L aproximadamente, y otro rango para las aguas de pozo someros en la zona de las lagunas similares a los Bicarbonatos que se registran para la estación A. Tilomonte, que varían entre 100 y 400 mg/L. En la tabla de los estadígrafos si bien se observan máximas de 3.405 mg/L para MPS-AB este se considera un dato fuera de rango, ya que las medianas son de 509 mg/L y su P75 de 548 mg/L. Lo mismo sucede con el valor máximo de 2.117 mg/L para A. Tilomonte, donde las medianas son de 223 mg/L y P75 de 254 mg/L, claramente valores máximos outliers que no deben ser considerados como representativos de la serie para dichos puntos.

Por su parte los Nitratos, en el caso de los pozos profundos, presentan dispersión en sus valores de las series más que en las otras fuentes, con valores mínimos registrados de 0,07 mg/L y un máximo de 81,9 mg/L para el pozo MPS-CB. En el caso de las lagunas, durante el 2016, presentan mínimas de 1,51 mg/L y máximas de 3,85 mg/L. Para el caso de A, Tilomonte, éste presenta un valor máximo en la serie de 269,13 mg/L considerado outlier por estar fuera de rango ya que la mediana de 24 campañas entrega un valor de tan sólo 1,33 mg/L y un P75 de 2,46 mg/L, lo cual si es representativo de la serie.

Para el caso de los Pozos Someros, los Nitratos se presentan entre los rangos de las lagunas y de los pozos profundos, representados por MPS-AA de valores mínimos de 0,07 mg/L hasta máximas de 41,96 mg/L. Los nuevos pozos implementados, también se encuentran entre esta variación.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que para los 4 aniones analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores se mantienen dentro de la variación natural.

De la misma manera que para los aniones analizados, los cationes que se analizan corresponden a: Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Sodio ( $\text{Na}^{+}$ ) y Potasio ( $\text{K}^{+}$ ), para ellos se presenta la Figura 5-109 de manera conjunta con la Tabla 5-85 con sus estadígrafos respectivos.

Para el caso del Calcio, el pozo somero MPS-AA es el que presenta los mayores contenidos de todas las fuentes, con medianas en el rango de 1340 mg/L. Luego le siguen las aguas más profundas, con medianas de 812 mg/L. Finalmente se encuentran las lagunas, con medianas promedio de 612 mg/L, para terminar con la estación A. Tilomonte con una mediana en todo el periodo registrado de 284 mg/L. La variación en el tiempo muestra una tendencia estable en sus concentraciones para todos los puntos, con algunas bajas importantes pero puntuales en el caso de las aguas someras, pero todas encontrándose dentro del rango de la variabilidad natural de ellos mismos. Se aprecia que para el Calcio disuelto en el punto MPS-AB, existe un valor que se escapa de la tendencia, siendo un valor puntual y por lo tanto se puede considerar como outlayer.

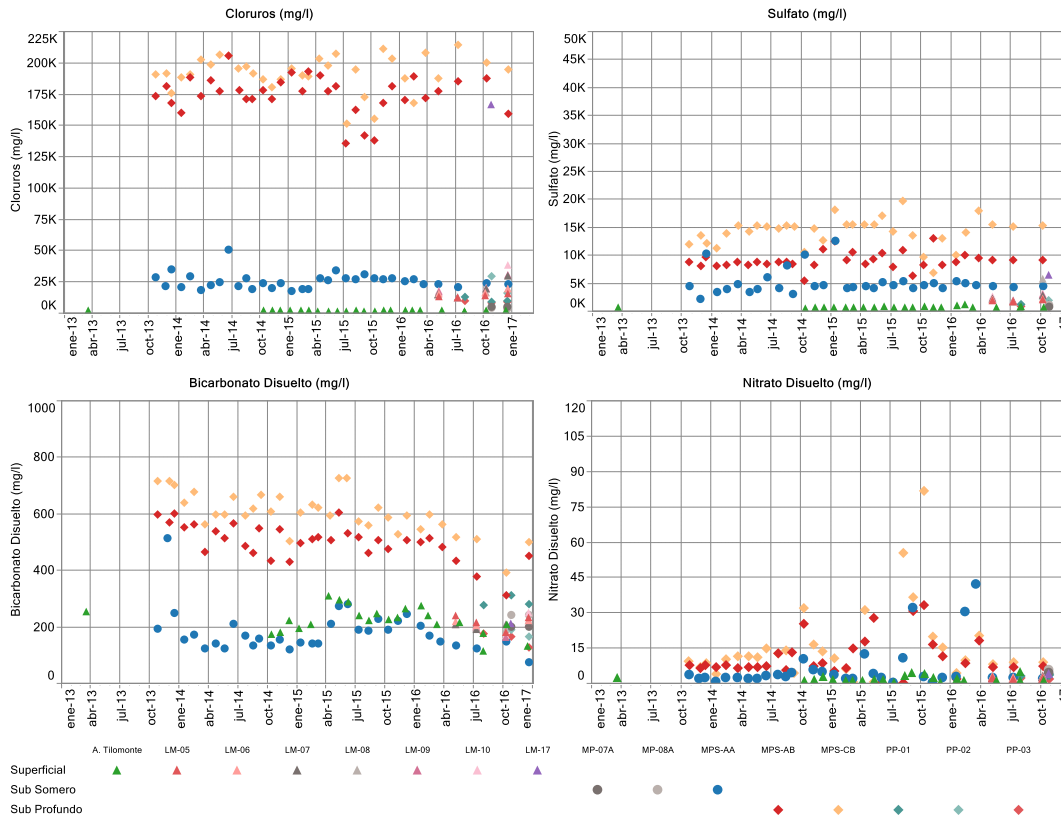
El Magnesio, Sodio y Potasio disueltos, muestran en los 3 casos, que las aguas profundas son las que tienen las más altas concentraciones, luego los pozos someros, para llegar a presentar concentraciones más bajas las lagunas y las aguas superficiales. En el caso del potasio disuelto, existe de la misma manera que para el calcio un valor puntual muy distinto a lo registrado, por lo que se puede considerar que es un outlayer.

En el caso del Sodio, para las aguas profundas, se observa que entre octubre 2013 a octubre 2014, se tenían concentraciones en promedio de 100.000 mg/L, pero después de octubre 2014 a la fecha, se han mantenido en un promedio cercano a los 80.000 mg/L.

En todos los casos, se observa que LM-17, al estar cercano al núcleo, presenta concentraciones de Calcio, Sodio y Potasio, de concentraciones cercanas al rango de los pozos profundos, es decir, altas concentraciones, más que las lagunas y las aguas superficiales.

De la evolución temporal, se observa que para los 4 cationes analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores, que se mantuvieron dentro de la variación natural.

**Figura 5-108: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Peine Aniones (mg/L)**



**Tabla 5-84 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Peine**

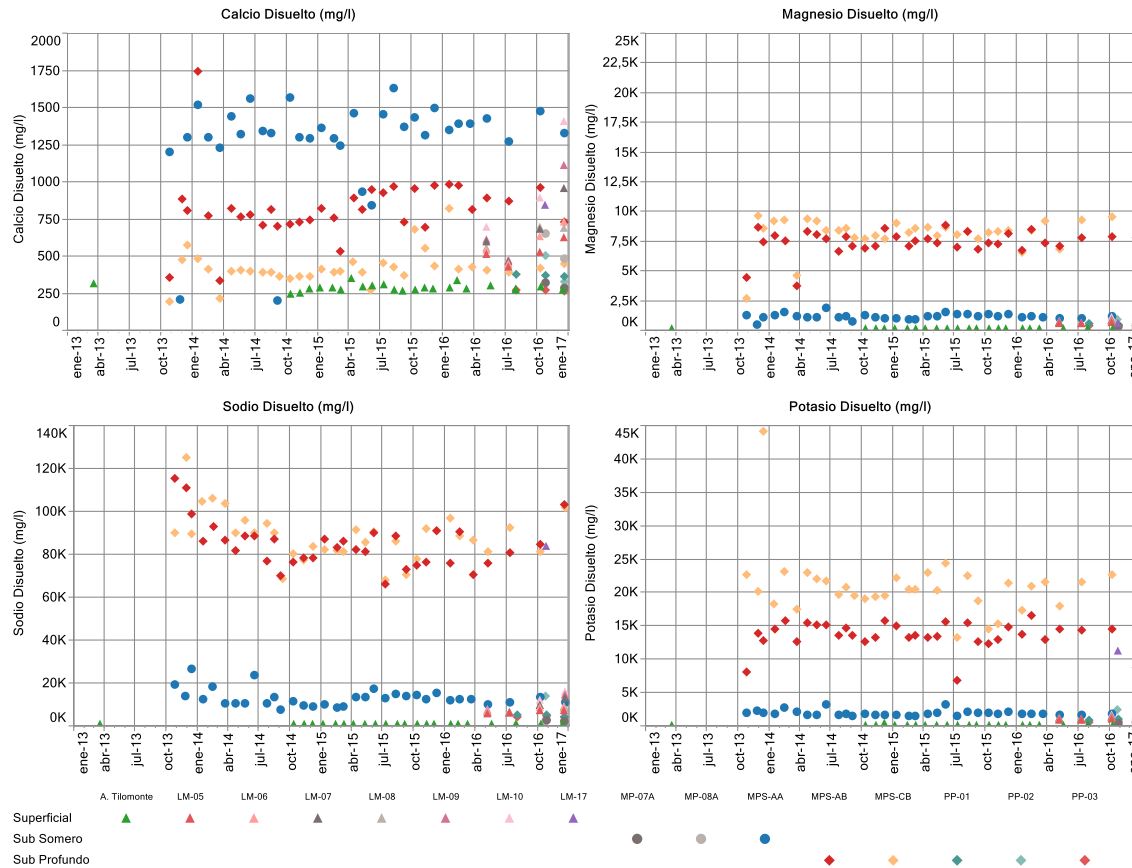
Cloruros (Cl-) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	881	1.635	1.888
LM-05	4	12.106	13.343	15.627
LM-06	4	12.009	15.464	19.048
LM-07	3	12.300	14.348	18.884
LM-08	4	12.009	15.294	19.655
LM-09	3	12.300	16.634	19.666
LM-10	3	12.494	17.850	19.862
LM-17	1	166.331	166.331	166.331
MP-07A	2	4.805	5.069	5.332
MP-08A	2	3.446	3.875	4.305
MPS-AA	33	17.890	24.620	50.652
MPS-AB	34	135.632	177.441	205.823
MPS-CB	33	151.358	191.643	214.037
PP-01	3	9.393	10.095	12.590
PP-02	2	16.015	22.810	29.604
PP-03	3	8.121	9.415	9.685

Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilomon	24	518	652	1.194
LM-05	4	1.613	1.898	2.126
LM-06	4	1.721	2.100	2.796
LM-07	3	1.742	2.206	2.731
LM-08	4	1.717	2.398	5.645
LM-09	3	1.810	2.238	2.891
LM-10	3	1.836	2.512	3.133
LM-17	1	6.438	6.438	6.438
MP-07A	2	739	768	796
MP-08A	2	864	1.019	1.174
MPS-AA	33	2.226	4.488	12.636
MPS-AB	34	5.332	8.758	12.874
MPS-CB	33	6.695	14.694	19.675
PP-01	3	1.149	1.175	1.230
PP-02	2	1.240	1.582	1.923
PP-03	3	762	777	779

Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilomonte	24	114	223	2.117
LM-05	4	181	223	238
LM-06	4	181	211	221
LM-07	3	191	207	208
LM-08	4	191	200	221
LM-09	3	161	198	209
LM-10	3	171	200	207
LM-17	1	211	211	211
MP-07A	2	201	201	201
MP-08A	2	241	241	241
MPS-AA	33	121	170	515
MPS-AB	34	311	509	3.405
MPS-CB	33	391	598	726
PP-01	3	277	281	311
PP-02	2	166	177	189
PP-03	3	129	165	176

Nitrato dis (NO <sub>3</sub> ) mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,07	1,33	269,13
LM-05	4	1,51	2,01	2,74
LM-06	4	2,17	2,50	3,85
LM-07	3	1,90	2,43	2,92
LM-08	4	1,64	2,30	3,23
LM-09	3	2,04	2,08	2,74
LM-10	3	1,68	2,83	3,19
LM-17	1	3,90	3,90	3,90
MP-07A	2	3,76	4,16	4,56
MP-08A	2	5,49	5,58	5,67
MPS-AA	33	0,07	2,61	41,96
MPS-AB	34	0,07	7,60	33,20
MPS-CB	33	0,07	10,62	81,89
PP-01	3	3,32	3,41	3,50
PP-02	2	2,43	3,17	3,90
PP-03	3	1,99	1,99	2,12

**Figura 5-109: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Peine Cationes (mg/L)**



**Tabla 5-85 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Peine**

**Calcio Dis(Ca) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	242	284	348
LM-05	4	428	517	620
LM-06	4	447	586	730
LM-07	3	460	592	678
LM-08	4	443	619	697
LM-09	3	467	607	685
LM-10	3	477	691	894
LM-17	1	844	844	844
MP-07A	2	287	302	317
MP-08A	2	483	567	652
MPS-AA	33	199	1.340	1.628
MPS-AB	34	338	812	1.741
MPS-CB	33	192	403	821
PP-01	3	366	371	373
PP-02	2	325	414	502
PP-03	3	265	270	271

**Magnesio Dis (Mg) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	80	135	168
LM-05	4	548	595	683
LM-06	4	583	674	759
LM-07	3	602	646	870
LM-08	4	587	664	854
LM-09	3	607	649	844
LM-10	3	604	730	1.088
LM-17	1	568	568	568
MP-07A	2	261	292	322
MP-08A	2	172	227	283
MPS-AA	33	527	1.161	1.890
MPS-AB	34	3.784	7.517	8.884
MPS-CB	33	2.649	8.406	9.663
PP-01	3	423	512	534
PP-02	2	565	749	934
PP-03	3	343	357	378

**Sodio disuelto (Na) mg/L**

Nombre	Min	Med	Max
A. Tilom	403	738	959
LM-05	5.483	6.483	7.140
LM-06	6.087	7.586	8.634
LM-07	6.036	6.332	9.698
LM-08	5.871	7.670	9.327
LM-09	6.322	7.088	9.418
LM-10	6.550	7.773	11.842
LM-17	83.663	83.663	83.663
MP-07A	2.128	2.361	2.594
MP-08A	1.312	1.666	2.020
MPS-AA	7.780	12.358	26.462
MPS-AB	66.159	83.871	115.492
MPS-CB	68.254	89.626	125.235
PP-01	4.132	5.287	5.295
PP-02	7.039	10.555	14.070
PP-03	4.006	4.026	4.728

**Potasio Disuelto (K) mg/L**

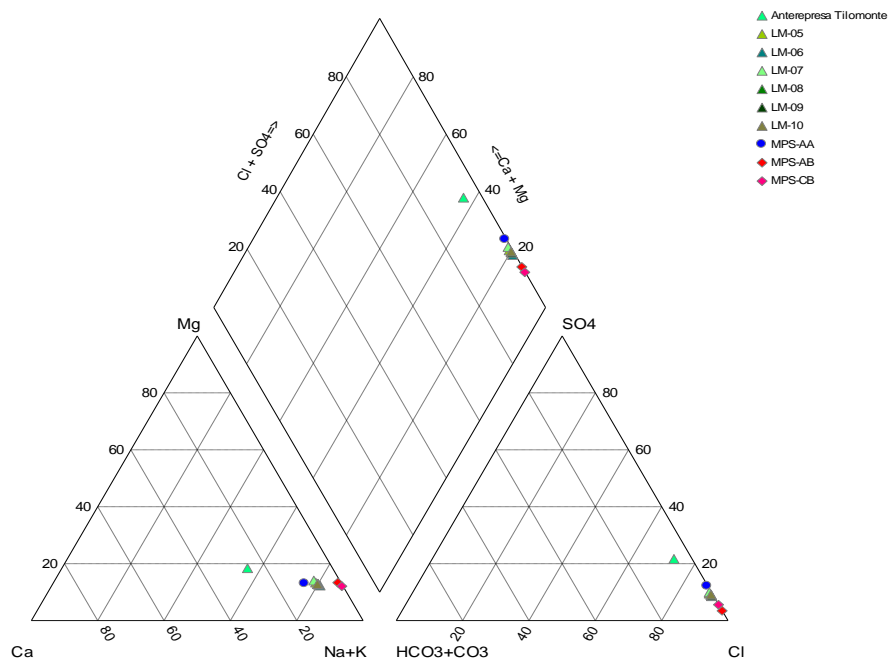
Nombre	Min	Med	Max
A. Tilom	24	56	400
LM-05	900	939	1.092
LM-06	902	1.045	1.186
LM-07	948	1.101	1.306
LM-08	914	1.026	1.277
LM-09	953	976	1.259
LM-10	995	1.169	1.626
LM-17	11.215	11.215	11.215
MP-07A	342	372	402
MP-08A	125	171	218
MPS-AA	1.430	1.849	3.210
MPS-AB	6.809	13.648	16.527
MPS-CB	13.175	20.500	44.088
PP-01	764	916	975
PP-02	1.094	1.739	2.384
PP-03	612	666	755

Desde la Figura 5-110 hasta la Figura 5-113 se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de mayo, julio, diciembre 2016, en el Sector de Peine, finalizando con un diagrama de Piper que contiene todas las campañas del 2016.

Como se puede apreciar en estas figuras, no se aprecian cambios significativos en la composición de las aguas, es decir, que para este sector todos los registros de todos los puntos indican que las aguas se clasifican del mismo tipo, aguas Cloruradas- Sódicas, con contenidos de Cloruros más del 80% y de Sodio más del 75% (Calcio < 20%).

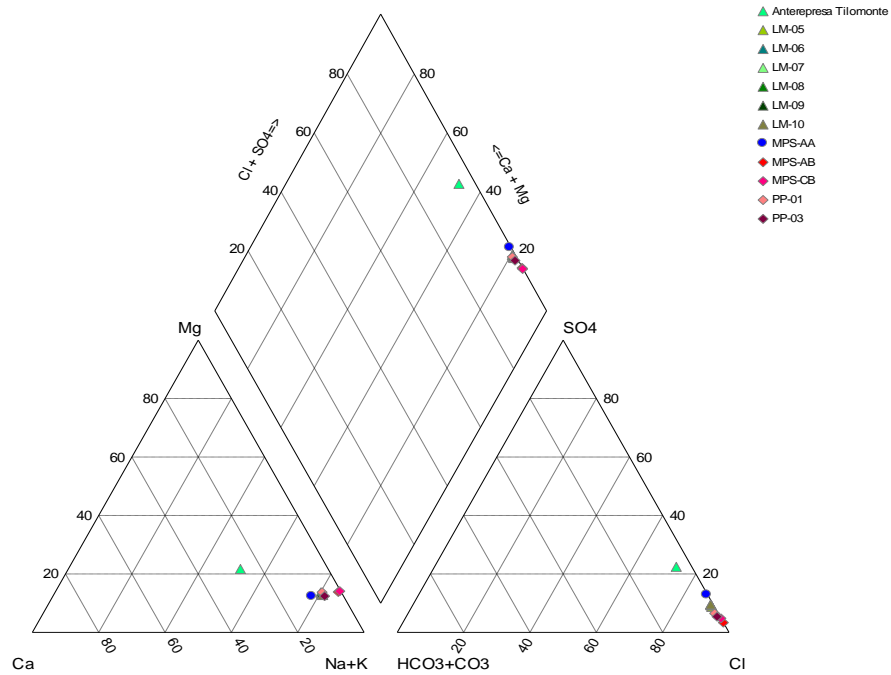
La excepción a la regla, ha sido el punto A. Tilomonte, que si bien en todas las campañas presenta contenidos altos de Cloruros (> 60%), su contenido de Calcio (>20%) hace la diferencia, siendo mayor que los demás puntos de seguimiento del Sector. De esta manera, las aguas que vienen por A. Tilomonte, si bien también son aguas Cloruradas – Sódicas, son más sódicas y menos cloruradas que el resto.

**Figura 5-110 Diagrama de Piper, Campaña Mayo 2016, Sector Peine**



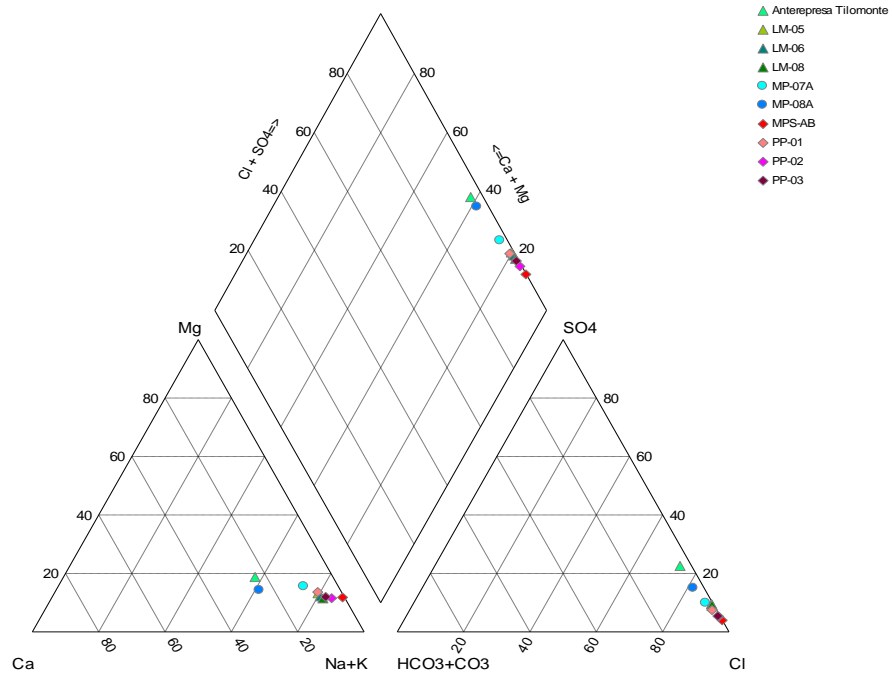
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-111 Diagrama de Piper, Campaña Julio 2016, Sector Peine**



Fuente: Elaboración Propia

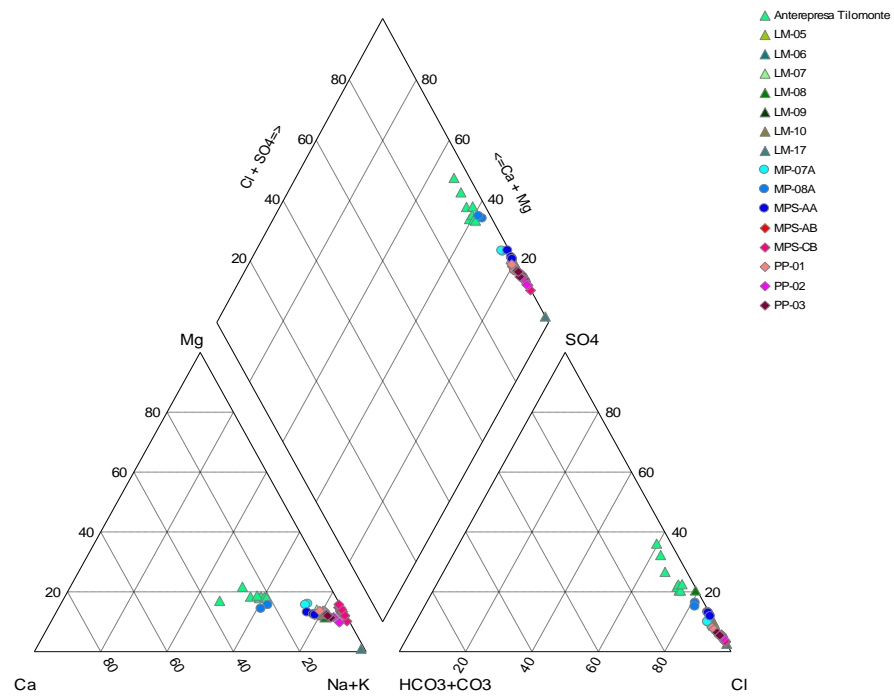
**Figura 5-112 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector Peine**



Fuente: Elaboración Propia



**Figura 5-113 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector Peine**



Fuente: Elaboración Propia

#### 5.8.2.4 Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en la Figura 5-114 y Tabla 5-86 se presentan, la evolución temporal en el período 2013-2016 y los estadígrafos de la serie, respectivamente. En términos generales se aprecia que el comportamiento de ellos en el período con información muestran tendencias muy estables, es decir, rangos de valores sin tendencias a las bajas ni a las alzas, sino a comportarse en forma estable en el tiempo.

Al igual que para los cationes disueltos, en el caso de los totales, el Calcio es el único elemento que se encuentra en mayores concentraciones en las aguas someras, para el resto de los parámetros de Magnesio, Sodio y Potasio, ocurre que las mayores concentraciones se presenta en las aguas mas profundas.

En el caso particular del Calcio, se tiene para las aguas someras, representado por MPS-AA, concentraciones promedio de 1.500 mg/L aproximadamente, llegando a máximas de 3.596 mg/L, valor que se apreciar como outlayer. Luego le siguen las aguas profundas, con mediana de 837 mg/L en el punto MPS-AB. Las lagunas, presentan en el período medido, 2016, concentraciones de medianas promedio de 628 mg/L, y Anterepresa Tilomonte es la que presenta el mas bajo contenido de Calcio Total con una mediana de 297 mg/L. En la Tabla 5-86 con los estadígrafos, si bien aparece un mínimo de 0,00002 mg/L para MPS-AB, este valor se obtuvo en el 2015, y se considera fuera de rango, como outlier, no representativo de la serie de datos. Lo mismo sucede con puntos altos registrados en las estaciones MPS-CB Y MPS-AB, los que no son representativos de serie, por ser valores puntales y por lo tanto se consideran outlayers.

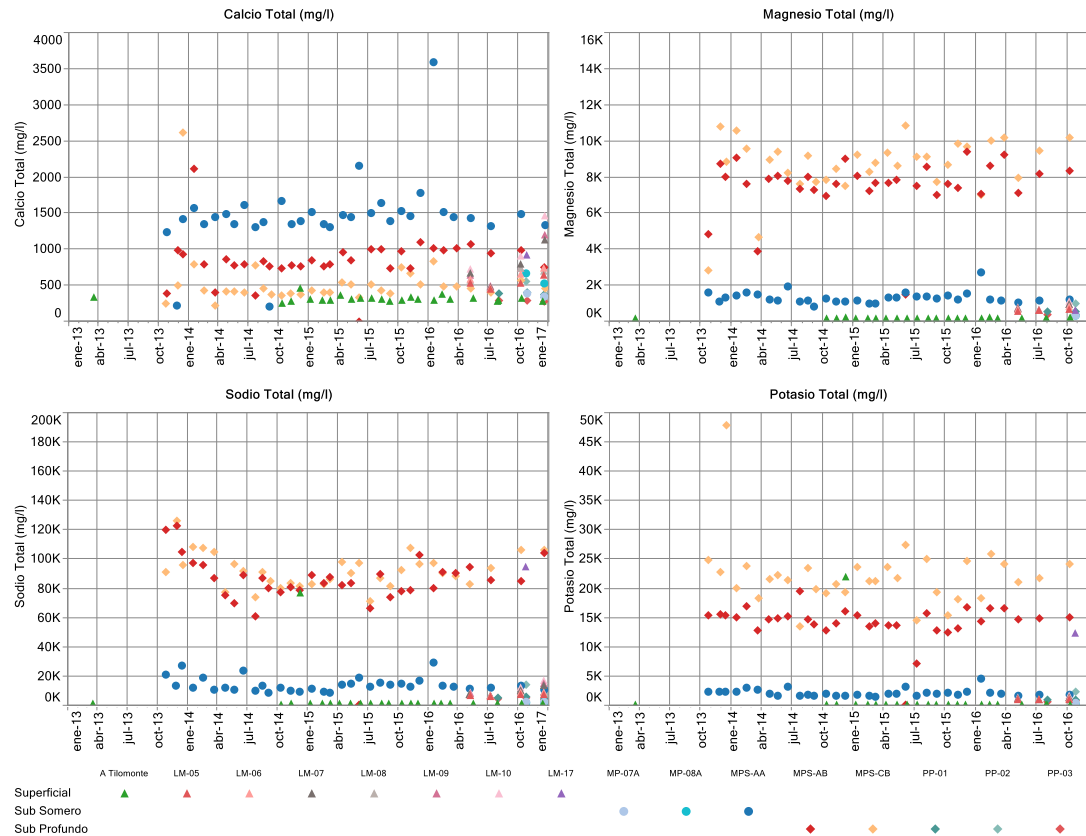
Para el Magnesio, se presentan concentraciones bien marcadas en 2 rangos. Una para los pozos profundos, y otra para los someros y aguas superficiales. Las aguas profundas registran valores en general entre los 6.000 y los 10.000 mg/L, y en el 2016 continúa en el mismo rango. Para las aguas someras y superficiales, éstas se mueven más bajas, entre mínimas representadas por Tilomonte, con medianas de 141 mg/L, y para las aguas someras, representadas por MPS-AA con medianas de 1.223 mg/L. Durante el 2016 las lagunas muestran valores entre este ultima rango, con con valores entre los 500 y los 1.100 mg/L.

El comportamiento del Sodio total es de las mismas características que el magnesio, con 2 rangos bien marcados. Aguas profundas con rangos entre 60.000 hasta los 130.000 mg/L. El punto LM-17 medido en octubre 2016, presenta concentraciones similares a los contenidos de las aguas profundas, con una concentración de 94.641 mg/L. Las aguas someras y superficiales, varían entre 400 hasta los 15.000 mg/L. El valor de 76.600 mg/L registrado para Tilomonte en diciembre 2014, es claramente un valor fuera de rango, y no se considera representativo de la serie de datos. Junto con lo anterior, el valor mínimo para MPS-AB de 0,00002 mg/L, también se considera outlier, es decir, valor fuera de rango.

---

Por último, el Potasio total, presenta concentraciones sobre los 7.000 mg/L, para las aguas profundas; y bajo 5.000 para las aguas superficiales, lagunas y Tilomonte, con tendencias estables durante todo el período 2013-2016. En esta figura se aprecia un valor alejado de la tendencia por lo que es considerado como un outlier. Las mediciones realizadas en el 2016, se encuentran dentro de los rangos de variación natural.

**Figura 5-114: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector Peine (2013-2016)**



**Tabla 5-86 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector Peine (2013-2016)**

**Calcio Total, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	244	297	450
LM-05	4	438	520	632
LM-06	4	450	613	730
LM-07	3	468	658	794
LM-08	4	460	629	727
LM-09	3	478	631	731
LM-10	3	480	717	899
LM-17	1	910	910	910
MP-07A	2	340	360	380
MP-08A	2	517	588	658
MPS-AA	33	206	1.444	3.596
MPS-AB	34	2E-5	837	2.109
MPS-CB	33	220	430	2.615
PP-01	3	373	386	394
PP-02	2	333	445	556
PP-03	3	274	279	282

**Magnesio Total, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	82	141	190
LM-05	4	549	615	711
LM-06	4	606	692	787
LM-07	3	603	717	908
LM-08	4	593	672	905
LM-09	3	609	683	919
LM-10	3	646	739	1.091
LM-17	1	577	577	577
MP-07A	2	275	301	327
MP-08A	2	176	231	286
MPS-AA	33	830	1.223	2.676
MPS-AB	34	1.468	7.711	9.412
MPS-CB	33	2.842	8.950	10.849
PP-01	3	426	535	542
PP-02	2	566	758	950
PP-03	3	354	359	389

**Sodio Total, mg/L**

Nombre	Min	Med	Max
A. Tilom	444	778	76.600
LM-05	6.103	6.753	7.326
LM-06	6.191	7.722	8.761
LM-07	6.351	7.056	10.078
LM-08	6.619	8.073	9.931
LM-09	6.626	7.906	10.240
LM-10	6.637	8.464	11.972
LM-17	94.641	94.641	94.641
MP-07A	2.196	2.403	2.609
MP-08A	1.448	1.747	2.046
MPS-AA	8.490	12.942	29.108
MPS-AB	2E-5	85.156	122.998
MPS-CB	71.141	90.820	126.120
PP-01	4.132	5.379	5.517
PP-02	7.148	10.667	14.187
PP-03	4.117	4.185	4.859

**Potasio Total, mg/L**

Nombre	Min	Med	Max
A. Tilom	24	59	21.900
LM-05	942	977	1.144
LM-06	923	1.078	1.186
LM-07	981	1.122	1.355
LM-08	946	1.068	1.367
LM-09	977	1.074	1.353
LM-10	998	1.202	1.638
LM-17	12.358	12.358	12.358
MP-07A	354	381	407
MP-08A	136	177	218
MPS-AA	1.470	1.926	4.598
MPS-AB	0,091	14.688	19.500
MPS-CB	13.500	21.502	47.860
PP-01	781	935	988
PP-02	1.100	1.742	2.385
PP-03	636	686	771

### 5.8.2.5 Elementos minoritarios y trazas disueltos

Dentro de los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear, se encuentra: el Boro (B), el Litio (Li) y el Estroncio (Sr). En la Figura 5-115 y Tabla 5-87 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada

Los elementos Boro y Litio, en general son considerados elementos minoritarios, ya que en la mayoría de las aguas se encuentra en concentraciones muy pequeñas, sin embargo, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero como en la salmuera, contenidos considerables de Boro y de Litio, que juntos (cationes), conforman un 5% del total del balance iónico.

Para estos dos elementos, la evolución temporal que se observa es muy similar. Altos contenidos de Boro y Litio disueltos en las aguas profundas, y en menor grado presentes en las aguas someras y superficiales. Hubieron alzas entre abril y diciembre del 2015, pero que se consideran parte de la variación natural de estos elementos.

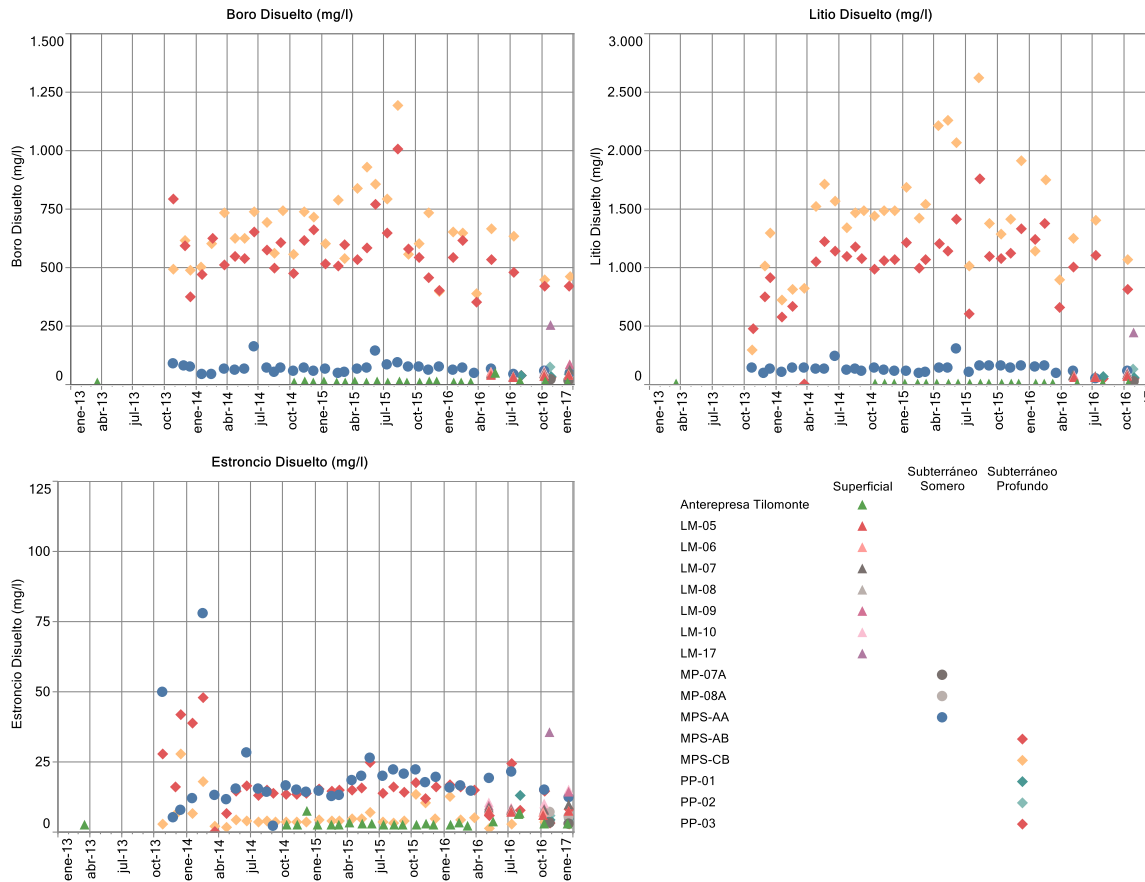
Los rangos de Boro disuelto en las aguas profundas van desde los 350 mg/L hasta los 1.200 mg/L aprox. En el caso de las aguas someras y superficiales, están se encuentran bajo los 200 mg/L. LM-17 se comporta en forma especial, dado que está inserto en núcleo, con concentración medida en octubre 2016 de 251 mg/L. Las lagunas presentan todas valores bajo los 60 mg/L en el 2016.

Los rangos de Litio disuelto, en el caso de las aguas profundas, se encuentran sobre los 291 mg/L, hasta llegar a los 2.621 mg/L (Existe dato mínimo de 0,5 mg/L para MPS-AB en marzo 2014, considerado outlier). En el caso de las aguas someras y superficiales, éstas se presentan en este sector bajo los 310 mg/L, donde las lagunas presentan valores máximos de 103,3 mg/L durante el 2016.

El estroncio disuelto, en menor cantidad se presenta de un comportamiento distinto a los dos elementos anteriores, en general las aguas someras son las que presentan mayor contenido de estroncio disueltos en las aguas, con concentraciones entre los 2,2 a los 78 mg/L. Las aguas profundas se mueven bajo los 48 mg/L y las aguas de las lagunas en el 2016 se mueven entre los rangos de mínimas 5,9 mg/L hasta los 10,3 mg/L de máxima. El punto LM-17, presenta la mayor concentración de octubre 2016 para este sector, con una concentración de 35,4 mg/L, dada su cercanía e implementación en el núcleo (El valor mínimo registrado de 0,005 mg/L para MPS-AB es en marzo 2014, considerado outlier).

Tal como para las demás variables, Boro, Litio y Estroncio disuelto, se presentan durante el 2016 dentro de los rangos de variación natural de estos elementos.

**Figura 5-115: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector Peine**



**Tabla 5-87 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector Peine**

**Boro disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	6,9	8,9	49,5
LM-05	4	31,3	36,8	39,8
LM-06	4	30,9	42,3	53,8
LM-07	3	30,9	46,6	49,3
LM-08	4	34,6	39,9	45,5
LM-09	3	32,7	44,7	46,2
LM-10	3	35,4	54,5	57,5
LM-17	1	251,1	251,1	251,1
MP-07A	2	14,0	16,1	18,2
MP-08A	2	12,5	16,1	19,7
MPS-AA	33	41,0	66,5	160,0
MPS-AB	34	353,2	542,5	1.006,3
MPS-CB	33	388,7	632,6	1.192,6
PP-01	3	25,3	34,7	38,6
PP-02	2	45,4	59,1	72,9
PP-03	3	25,7	27,4	37,6

**Litio Disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,5	1,1	5,4
LM-05	4	58,5	60,5	67,6
LM-06	4	61,4	71,7	79,7
LM-07	3	64,3	74,8	88,5
LM-08	4	61,7	70,4	83,2
LM-09	3	62,0	69,8	87,4
LM-10	3	64,8	80,5	103,3
LM-17	1	442,3	442,3	442,3
MP-07A	2	24,4	24,8	25,2
MP-08A	2	8,9	12,8	16,7
MPS-AA	33	52,3	132,4	300,8
MPS-AB	34	0,5	1.073,3	1.756,2
MPS-CB	33	291,0	1.420,0	2.621,4
PP-01	3	47,1	57,3	68,4
PP-02	2	95,9	115,6	135,2
PP-03	3	45,5	47,0	48,5

**Estroncio disuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	2,1	2,7	7,2
LM-05	4	5,9	7,1	7,2
LM-06	4	7,1	7,3	7,9
LM-07	3	7,9	7,9	8,3
LM-08	4	6,7	7,3	7,9
LM-09	3	8,2	8,3	9,2
LM-10	3	8,4	10,0	10,3
LM-17	1	35,4	35,4	35,4
MP-07A	2	2,9	3,0	3,1
MP-08A	2	5,6	6,3	7,0
MPS-AA	33	2,2	15,6	78,0
MPS-AB	34	0,005	14,8	48,0
MPS-CB	33	1,3	4,2	28,0
PP-01	3	4,4	4,6	13,3
PP-02	2	3,7	4,7	5,8
PP-03	3	3,1	3,2	7,6

### 5.8.2.6 Elementos minoritarios y trazas totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran: Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio(Si) y Estroncio(Sr). A continuación se presenta los resultados de cada uno de ellos, en 2 grupos.

En la Figura 5-116 y Tabla 5-88 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada y mostrada en Figura antes mencionada.

El Aluminio total, el Arsénico total y el Hierro total, son elementos que se encuentran en bajas concentraciones en comparación con el Boro total y el Litio total. El aluminio total, para los pozos profundos, existen ciertos valores entre julio 2014 a marzo 2015, que se registran concentraciones de 20 mg/L, y luego de dicha fecha, vuelven a marcar concentraciones bajas, llegando incluso a 0,01 mg/L en el 2015. Lo anterior, se debe a cambios de laboratorios ocurridos y a la dilución que se usa para los análisis. Durante el 2016 se puso especial cuidado en las técnicas procurando que los límites de detección fueran menores. Las aguas someras, presentan concentraciones de mediana 4,0 mg/L. La aguas de las lagunas y de la A. Tilomonte, presentan concentraciones máximas de 0,51 mg/L y 1,1 mg/L respectivamente. Se observa un valor máximo para Tilomonte de 40 mg/L, pero es considerado un valor outlier y no representativo de la serie de datos de dicha estación. Los valores medidos durante el 2016, continúan los rangos de las series medidas históricas.

Para el arsénico total, para el caso de las aguas profundas, también se repiten concentraciones iguales de 20 mg/L, desde julio 2014 a marzo 2015. El resto de los valores, después de esa fecha son concentraciones menores, con máximos en 13,94 mg/L, dado para el punto MPS-CB. En este punto se tiene registrado valor de 5.875 mg/L en noviembre 2013, y valor de 0,0003 mg/L, valores que se consideran outliers, y por ende, fuera del rango de la serie. Para las aguas someras, se presentan medianas máximas de 2 mg/L, representado por el punto MPS-AA. Para este mismo punto, se tiene registrado valor de 1.950 mg/L en noviembre 2013, valor que se considera outlier, por estar fuera del rango de la serie.

El Boro total, presenta el mismo comportamiento que el Boro disuelto, con un alto contenido respecto a los demás elementos minoritarios totales, y con las mayores concentraciones en las aguas profundas. El rango de variación de las aguas profundas, se encuentra principalmente entre los 400 mg/L y los 1250 mg/L, presentando el pozo MPS-CB, con un máximo de boro total de 1590 mg/L en agosto 2015. Durante el 2016, los valores de Boro total en los pozos profundos indican valores de mínimos 420 mg/L, los que se sitúan dentro de los rangos naturales para este elemento (No se considera como mínimo el valor de 2E-5 mg/L registrado para MPS-AB por estar muy lejos de la serie de datos, pero se ha mantenido de la base de datos). Las aguas someras presentan menores concentraciones, representadas por el punto MPS-AA, y con rangos entre 42 y 172 mg/L. Los puntos implementados durante el 2016, y que se encuentran mas arriba en cota, MP-07A, MP-08A,



PP-01, PP-02 y PP-03 presentan menores concentraciones de Boro total, con valores entre los 14,62 y los 74,25 mg/L.

La Lagunas, presentan durante el 2016, valores entre 36 mg/L y los 60 mg/L. El punto LM-17, presenta mayor concentración de Boro Total debido a la ubicación en el núcleo, con un valor de 252,43 mg/L.

El Hierro total, es el elemento que menos contenidos se observa en relación a los demás elementos minoritarios analizados para el Sector. El valor máximo lo presenta el punto MPS-AB, en octubre 2015. Si bien se tiene un valor máximo de 149,14 mg/L para MPS-CB, este valor se considera outlier por lo que no representa los valores de la serie completa, donde la mediana para el mismo punto es de 1,7 mg/L. Tanto los pozos someros como las aguas superficiales, presentan valores por debajo de los 40 mg/L. Las Lagunas presentan valores todos bajo los 0,4 mg/L y los puntos ubicados mas aguas arriba, al sur de las lagunas, presentan concentraciones bajo los 5 mg/L.

El análisis del Litio, Silicio y Estroncio total, se presenta la Figura 5-117 y la Tabla 5-89. DE la variación temporal, en el caso del Litio total, se puede señalar que presenta el mismo comportamiento que el Litio Disuelto, con máximas entre abril 2015 y febrero 2016. Son las aguas profundas las que presentan los contenidos mayores de este elemento, con rangos que varían entre los 489 mg/L hasta los 3.046 mg/L (Valor de concentración mínimo 0,0004 mg/L en punto MPS-AB no se considera representativo, outlier). Las aguas someras, presentan menos dispersión, con rangos que varían entre los 98,29 mg/L hasta los 380 mg/L.

Las aguas de las lagunas, se ubican según el contenido de Litio total, con mayores concentraciones que A. Tilomonte, pero menores concentraciones que las aguas someras, con valores que varían entre los 104 mg/L, hasta mínimas de 9,11 mg/L.

El Silicio total se encuentra en mayores contenidos en las aguas someras, aguas de Tilomonte y aguas de lagunas, mayores concentraciones que en las aguas profundas. Se observan ciertos eventos puntuales, en donde el pozo profundo MPS-AB y MPS-CB presentó concentraciones de 126 mg/L y 148 mg/L respectivamente, en febrero 2016. En general se observa una tendencia estable de sus valores históricos.

El Estroncio total, al igual que el Silicio total, se presenta en mayores concentraciones en las aguas someras, y en menor presencia en las aguas profundas, y lagunas. Las aguas someras se presentan con una mediana de 18,9 mg/L (MPS-AA) y las aguas de las lagunas para el año 2016 con una mediana promedio de 46,52 mg/L. El punto LM-17 presenta concentración igual a 36,56 mg/L en octubre 2016.

En general se observa para todos los elementos minoritarios totales, tendencias estables durante la data histórica y durante el 2016 los registros de estos elementos de mantienen dentro de la variación natural.

Figura 5-116: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Peine

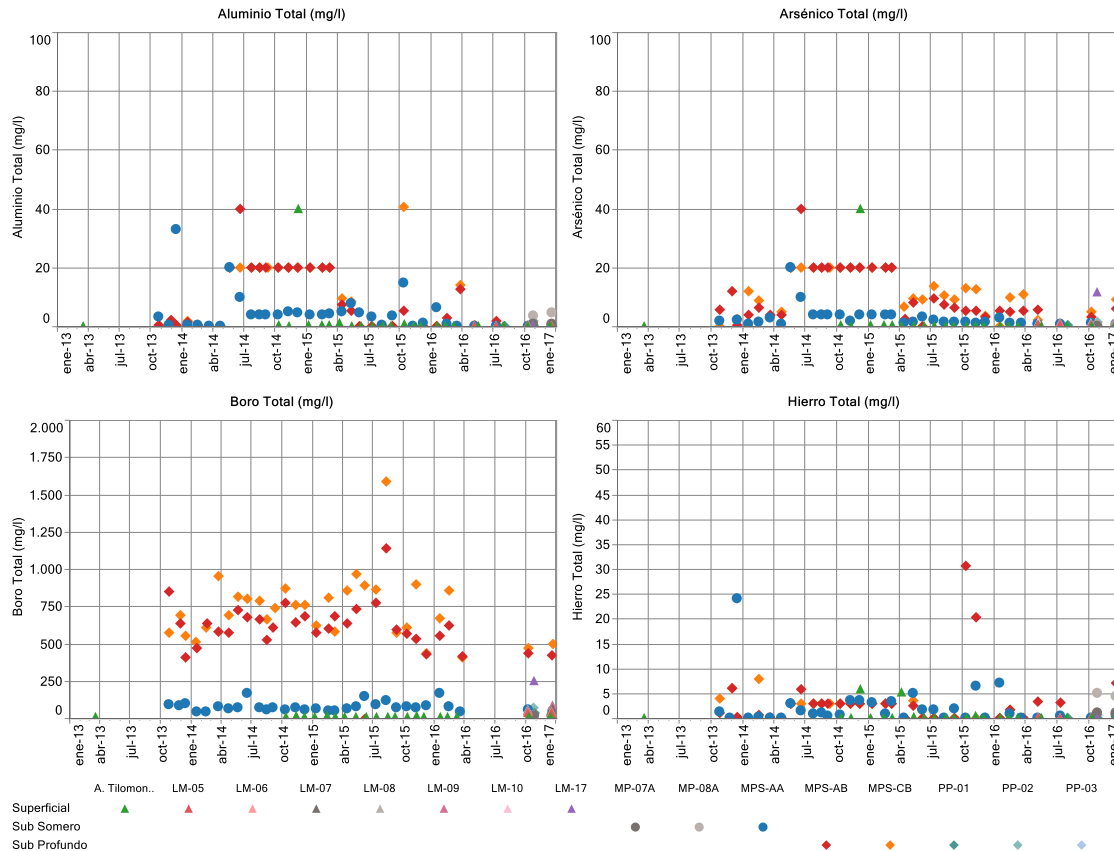


Tabla 5-88 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Peine

Aluminio total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,010	0,123	40,00
LM-05	4	0,010	0,100	0,12
LM-06	4	0,010	0,100	0,30
LM-07	3	0,010	0,100	0,10
LM-08	4	0,010	0,100	0,43
LM-09	3	0,010	0,100	0,10
LM-10	3	0,100	0,100	0,51
LM-17	1	0,551	0,551	0,55
MP-07A	2	0,730	0,807	0,88
MP-08A	2	3,655	4,128	4,60
MPS-AA	33	0,010	4,000	33,00
MPS-AB	34	0,001	1,930	40,00
MPS-CB	33	0,010	0,820	40,78
PP-01	3	0,100	0,190	0,46
PP-02	2	0,010	1,032	2,05
PP-03	3	0,020	0,100	0,14

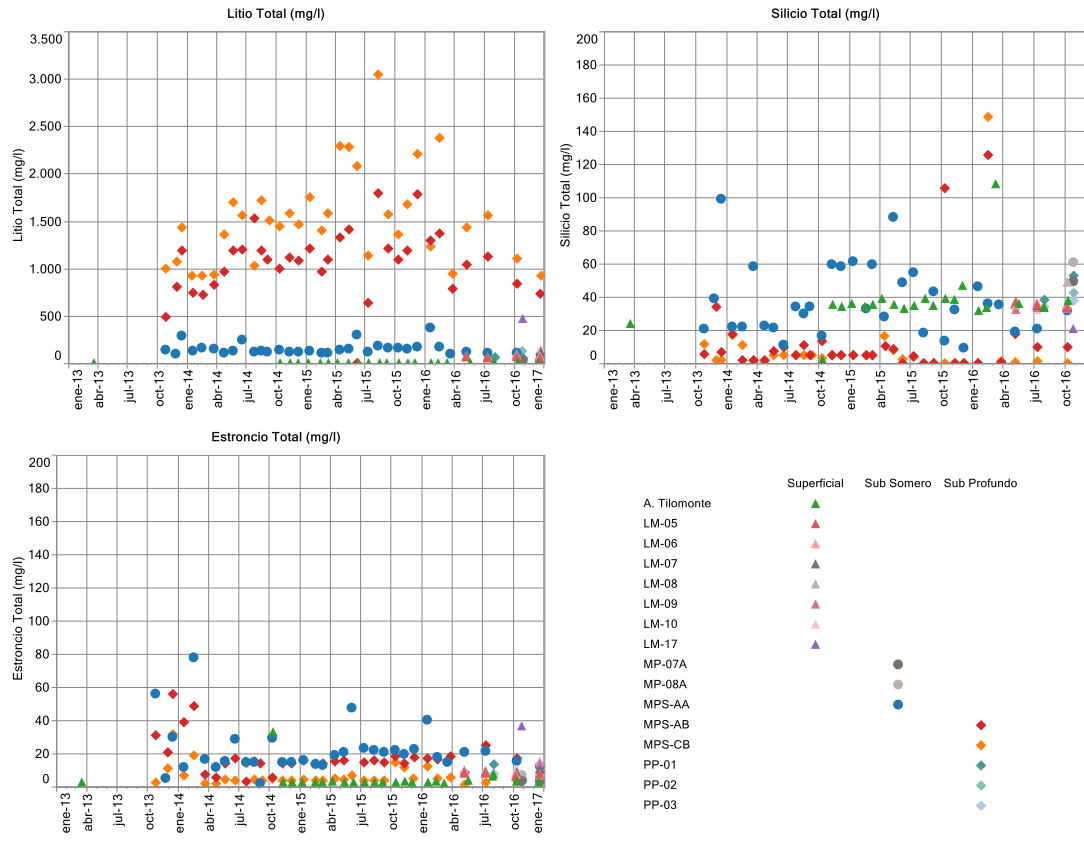
Arsénico total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,0003	0,121	40,00
LM-05	4	0,36	0,553	0,66
LM-06	4	0,49	0,515	0,60
LM-07	3	0,44	0,575	0,69
LM-08	4	0,43	0,535	0,71
LM-09	3	0,51	0,887	1,15
LM-10	3	1,07	1,216	1,62
LM-17	1	11,62	11,62	11,62
MP-07A	2	0,24	0,26	0,28
MP-08A	2	0,36	0,50	0,64
MPS-AA	33	0,76	2,00	1,950
MPS-AB	34	2E-4	6,39	40,0
MPS-CB	33	3E-4	10,88	5,875
PP-01	3	0,33	0,35	0,37
PP-02	2	0,76	1,14	1,53
PP-03	3	0,47	0,49	0,58

Boro Total, mg/L			
Nombre	Min	Med	Max
A. Tilom	7,81	9,78	17,49
LM-05	36,84	38,51	40,18
LM-06	42,29	42,37	42,46
LM-07	48,29	48,29	48,29
LM-08	38,55	43,55	48,56
LM-09	48,86	48,86	48,86
LM-10	57,54	57,54	57,54
LM-17	252,43	252,43	252,43
MP-07A	15,82	17,56	19,29
MP-08A	14,62	17,17	19,72
MPS-AA	42,00	74,22	172,00
MPS-AB	2E-5	607,16	1.140,74
MPS-CB	412,91	741,80	1.590,40
PP-01	30,75	36,05	41,35
PP-02	45,58	59,92	74,25
PP-03	28,00	28,27	28,53

Hierro Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,006	0,051	6,00
LM-05	4	0,006	0,030	0,33
LM-06	4	0,006	0,045	0,38
LM-07	3	0,006	0,030	0,03
LM-08	4	0,006	0,030	0,33
LM-09	3	0,006	0,030	0,03
LM-10	3	0,006	0,030	0,03
LM-17	1	0,006	0,006	0,01
MP-07A	2	1,161	1,183	1,20
MP-08A	2	4,370	4,754	5,14
MPS-AA	33	0,006	0,944	24,10
MPS-AB	34	0,006	2,813	30,80
MPS-CB	33	0,006	1,710	149,14
PP-01	3	0,006	0,030	0,28
PP-02	2	0,414	0,524	0,63
PP-03	3	0,006	0,050	0,13

Figura 5-117: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Peine

Tabla 5-89 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Peine



Lito total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	0,51	1,19	5,30
LM-05	4	61,15	63,64	69,43
LM-06	4	61,49	72,47	79,75
LM-07	3	64,60	79,35	91,51
LM-08	4	66,27	70,98	88,74
LM-09	3	63,54	74,20	90,89
LM-10	3	65,94	84,45	103,98
LM-17	1	475,83	475,83	475,83
MP-07A	2	24,88	25,41	25,93
MP-08A	2	9,12	13,09	17,06
MPS-AA	33	98,29	135,00	380,56
MPS-AB	34	4E-4	1,101	1,796
MPS-CB	33	925,00	1,470	3,046
PP-01	3	50,35	62,98	70,29
PP-02	2	96,09	116,44	136,78
PP-03	3	47,20	47,50	55,25

Silicio total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	2,38	35,14	108,15
LM-05	4	33,54	36,25	41,00
LM-06	4	35,05	35,85	63,19
LM-07	3	35,00	35,30	35,40
LM-08	4	34,70	42,37	57,69
LM-09	3	32,70	32,83	33,70
LM-10	3	32,50	34,10	49,13
LM-17	1	21,13	21,13	21,13
MP-07A	2	49,20	49,21	49,22
MP-08A	2	58,70	59,86	61,02
MPS-AA	33	9,37	33,30	99,00
MPS-AB	34	0,02	5,00	126,00
MPS-CB	33	0,03	4,02	148,53
PP-01	3	38,70	42,90	53,13
PP-02	2	42,66	45,08	47,49
PP-03	3	34,20	34,70	37,59

Estroncio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
A. Tilom	24	2,15	2,74	33,30
LM-05	4	6,13	7,66	8,08
LM-06	4	7,36	7,78	8,47
LM-07	3	8,86	8,88	8,97
LM-08	4	6,75	7,95	8,49
LM-09	3	8,96	9,47	9,49
LM-10	3	9,86	10,43	10,84
LM-17	1	36,56	36,56	36,56
MP-07A	2	3,25	3,31	3,36
MP-08A	2	6,01	6,53	7,05
MPS-AA	33	2,31	18,90	78,00
MPS-AB	34	3,49	15,82	90,780
MPS-CB	33	1,33	4,43	32,00
PP-01	3	4,60	4,80	13,38
PP-02	2	3,69	4,81	5,94
PP-03	3	3,20	3,25	7,95

---

### **5.8.3 Sector Norte y Borde Este**

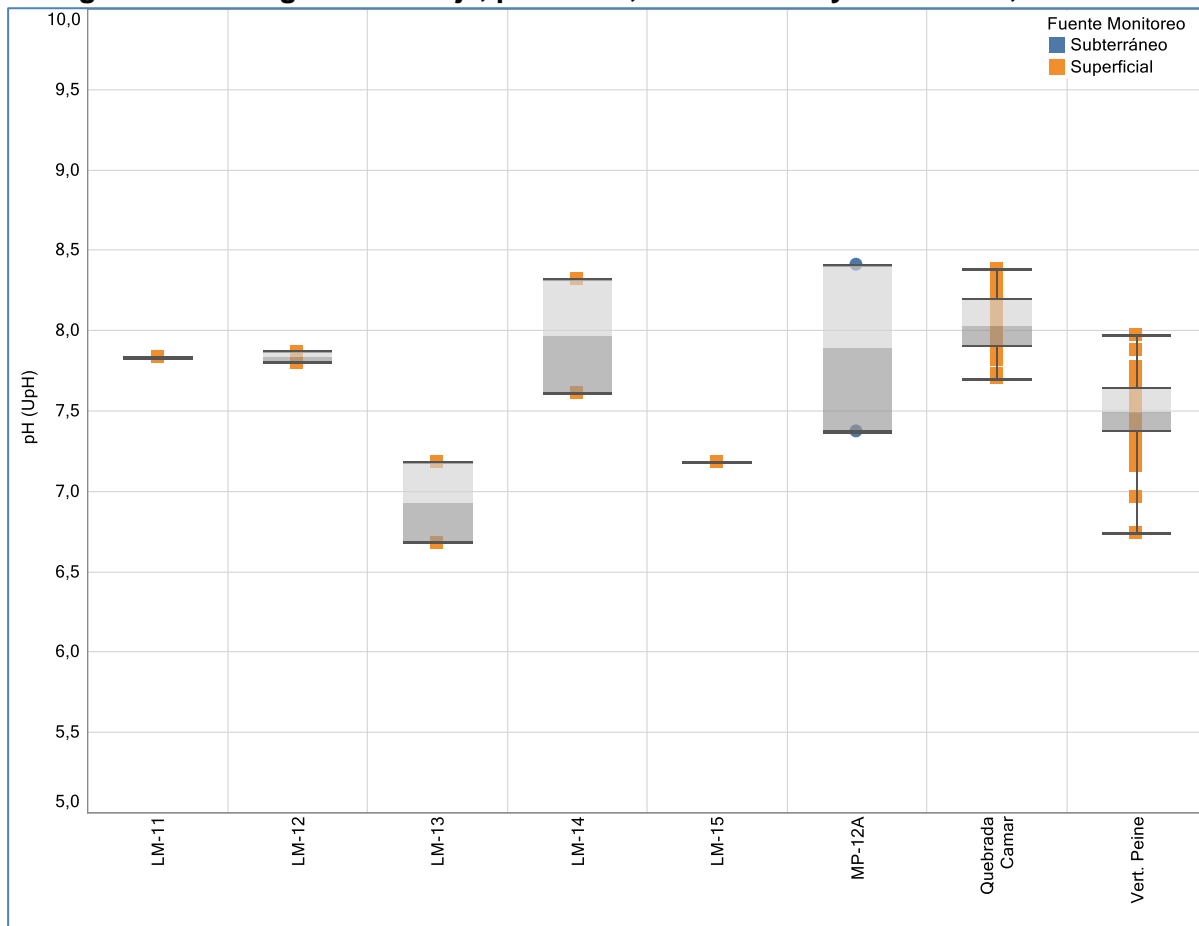
#### **5.8.3.1 Parámetros Físico Químicos, in situ**

##### **En relación al pH**

En la Figura 5-118 se presenta la variación espacial del pH, medido in-situ, tanto para los puntos que miden aguas superficiales, puntos LM, como para el que mide aguas subterráneas, MP-12A. Cabe recordar que en el caso de LM-15, si bien tiene codificación de agua superficial corresponde a un pozo.

En este sector, no se aprecia diferencia significativa de pH entre aguas superficiales y subterráneas (ver Tabla 5-90), por cuanto todas se presentan, en términos de las medianas, en el rango entre 6,93 y 8,03. Concordante con esto, son los valores mínimos y máximos de 6,68 upH (LM-13) y 8,41 upH (MP-12A), respectivamente. En relación a estos registros, se debe tener en consideración que sólo la Quebrada de Camar y la Vertiente Peine son los puntos que cuentan con mayor número de datos y que el resto sólo tiene 1 o dos campañas. Este comportamiento se verificará con el tiempo con nuevas mediciones.

**Figura 5-118 Diagrama de Caja, pH in situ, Sector Norte y Borde Este, 2013-2016**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-90 Estadígrafos, pH in situ, Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-11	1	7,83	7,83	7,83	7,83	7,83
LM-12	2	7,80	7,82	7,84	7,85	7,87
LM-13	2	6,68	6,81	6,93	7,06	7,18
LM-14	2	7,61	7,79	7,97	8,14	8,32
LM-15	1	7,18	7,18	7,18	7,18	7,18
MP-12A	2	7,37	7,63	7,89	8,15	8,41
Quebrada Camar	39	7,70	7,90	8,03	8,20	8,38
Vert. Peine	40	6,74	7,37	7,50	7,62	7,97

Fuente: Elaboración propia

---

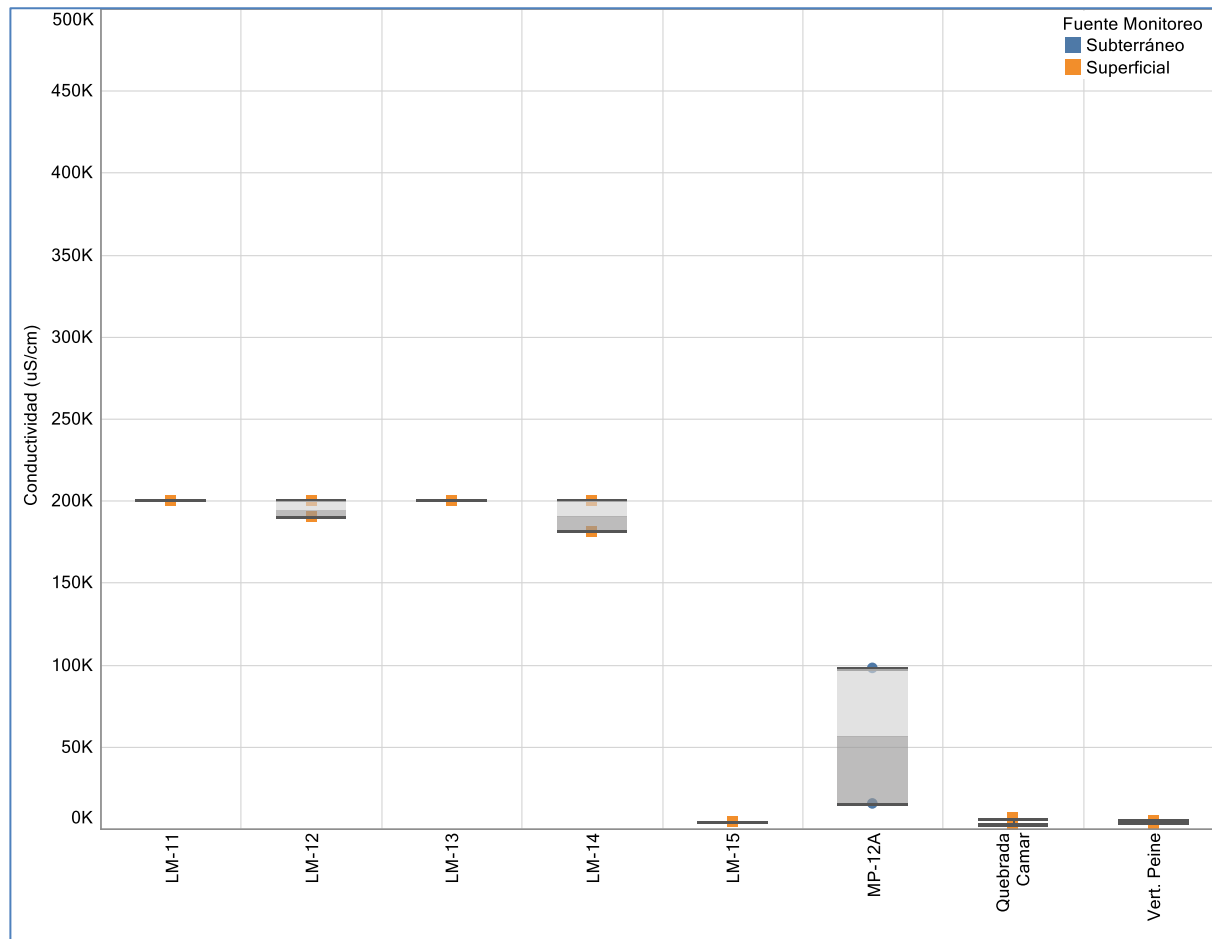
**En relacion a la Conductividad Eléctrica**

A diferencia del pH, la Conductividad Eléctrica muestra una marcada diferencia entre las aguas de las lagunas y las de las vertientes, e incluso con las aguas subterráneas. En la Figura 5-119 y Tabla 5-91, se aprecia que el mínimo de este parámetro es del orden de 180.000 uS/cm, mientras que las de la Quebradas Camar y la Vertiente Peine los registros máximos no superan los 10.000 uS/cm. En el caso de la aguas subterránea somera (MP-12A) estas estarían entre el valor de la vertiente y de las lagunas.

Las aguas de las lagunas al presentar conductividad eléctrica más altas en relación a las otras muestreas en este sector, aunque sean pocos los datos, indican mayores contenidos de sales, lo que resulta ser concordante con el proceso de evaporación, el cual concentra las sales presentes en el agua.

Las comparaciones presentadas se deberán ir corroborando con el tiempo dado que el número de registros es más bien escaso, excepto para la quebrada y vertiente, los que tienen mucha mayor cantidad de información.

**Figura 5-119 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in Situ (uS/cm), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-91 Estadígrafos CE in Situ (uS/cm), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-11	1	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
LM-12	2	190.000	192.500	195.000	197.500	200.000
LM-13	2	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
LM-14	2	181.600	186.200	190.800	195.400	200.000
LM-15	1	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
MP-12A	2	15.090	35.740	56.390	77.040	97.690
Quebrada Camar	38	2.169	2.535	2.579	2.652	6.470
Vert. Peine	38	3.228	3.853	4.027	4.239	5.284

Fuente: Elaboración propia



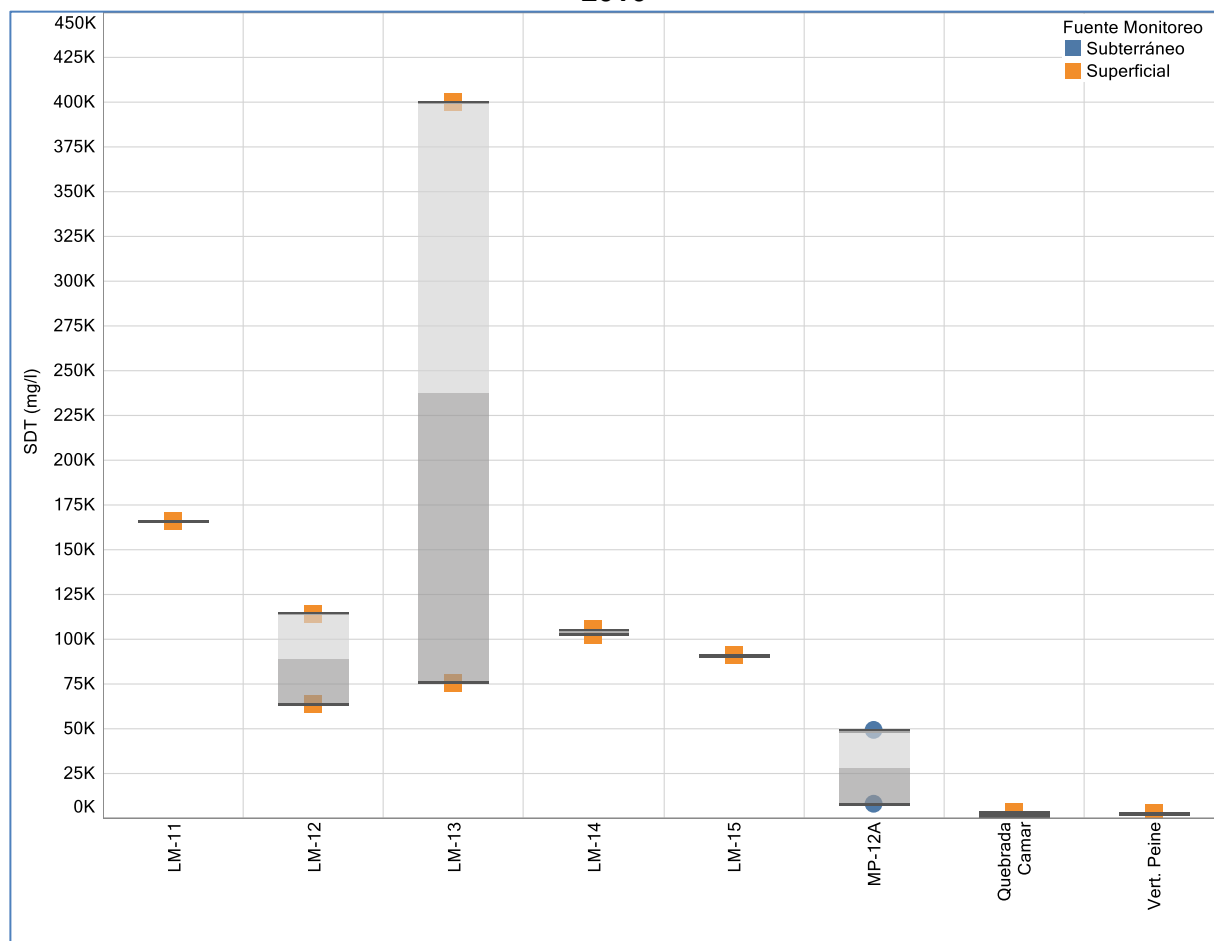
---

**En relacion a la Sólidos Disueltos Totales**

El comportamiento de los sólidos disueltos totales es similar al de la conductividad eléctrica en cuanto a que las aguas de las lagunas presentan valores significativamente más altos que el de la quebrada Camar y Vertiente Peine. Se aprecia en la Figura 5-120 y en la Tabla 5-91 que el rango de sólidos disueltos totales va entre 63.700 mg/L (LM-12) y 400.00 mg/L (LM-13) para las aguas de las lagunas y entre 1.205 mg/L y 3.235 mg/L (ambos en la Quebrada Camar).

Las concentraciones de este elemento en aguas de la Quebrada Camar y Vertiente Peine es bastante constante, no existiendo mayor diferencia entre los valores de los percentiles 25 y 75, lo que se refleja en la figura, en el tamaño de las cajas.

**Figura 5-120 Diagrama de Caja, SDT in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este, 2013-2016**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-92 Estadígrafos SDT in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-11	1	165.800	165.800	165.800	165.800	165.800
LM-12	2	63.700	76.325	88.950	101.575	114.200
LM-13	2	75.600	156.700	237.800	318.900	400.000
LM-14	2	102.300	103.050	103.800	104.550	105.300
LM-15	1	90.800	90.800	90.800	90.800	90.800
MP-12A	2	7.561	17.883	28.206	38.528	48.850
Quebrada Camar	39	1.205	1.270	1.291	1.324	3.235
Vert. Peine	38	1.614	1.940	2.029	2.119	2.642

Fuente: Elaboración propia

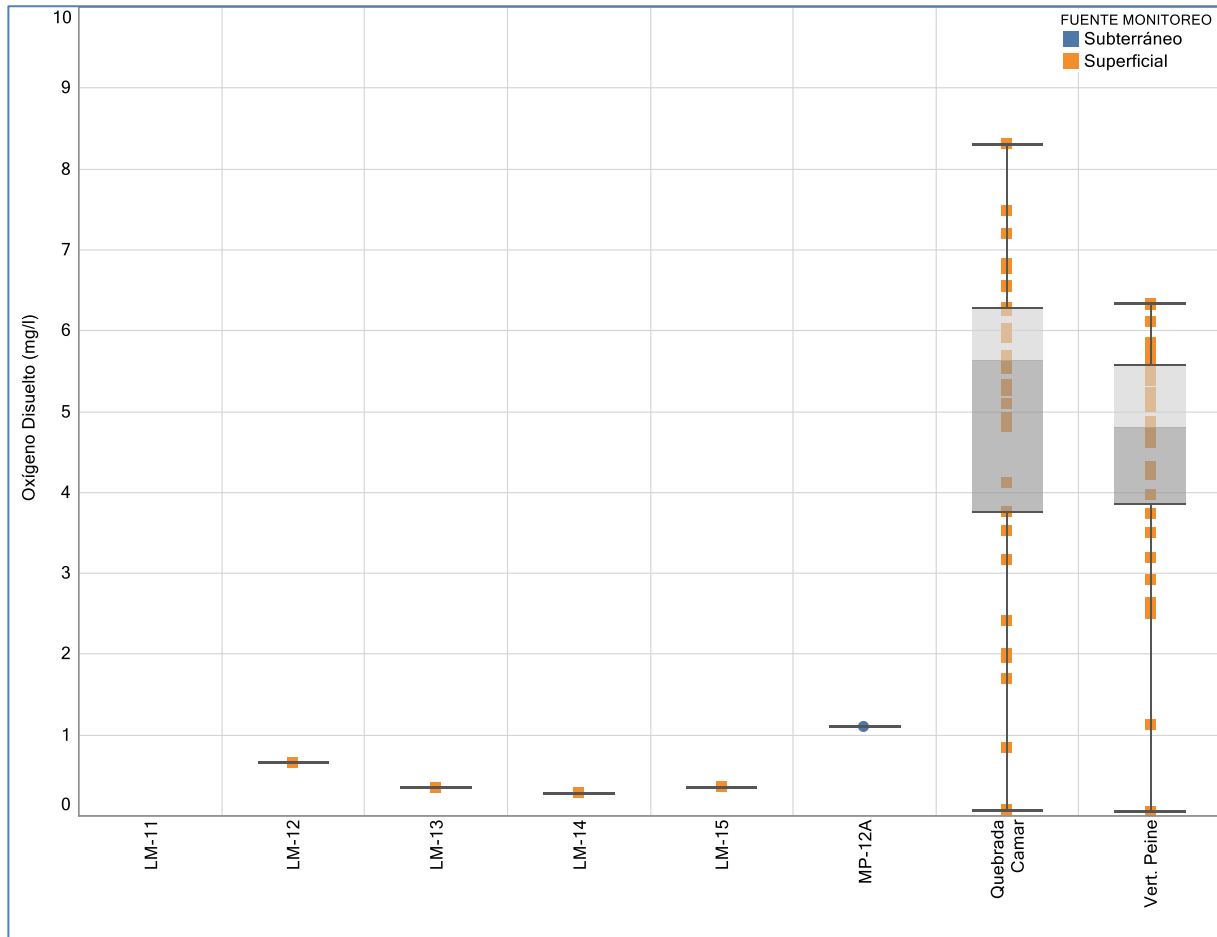
---

**En relacion a Oxigeno Disuelto**

Los registros de Oxigeno Disuelto se entregan en la Figura 5-121 y los estadígrafos respectivos en la Tabla 5-93. Respecto de este parámetro cabe indicar que las mediciones de él se realizan en las lagunas a partir de diciembre de 2016, razón por la cual sólo presentan un único registro, lo mismo sucede con el pozo MP-12A. Para estos puntos de monitoreo, el oxígeno disuelto medido en terreno en diciembre es bastante bajo, lejos de la concentración de saturación de agua.

En el caso de Quebrada Carmar y Vertiente Peine, que cuentan con mayor cantidad de información, el oxígeno disuelto varía entre 0,05 mg/L (Vert. Peine) y 8,3 mg/L (Qda Camar), mostrando una gran dispersión entre los valores. En términos de los valores de las medianas, estas se encuentran en torno a 5 mg/L, siendo un valor aceptable en a los valores de concentración de saturación.

**Figura 5-121 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-93 Estadígrafos Oxígeno Disuelto O.D. in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-11	0	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
LM-12	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
LM-13	1	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
LM-14	1	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
LM-15	1	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
MP-12A	1	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Quebrada Camar	33	0,07	3,75	5,63	6,28	8,30
Vert. Peine	36	0,05	3,90	4,81	5,57	6,33

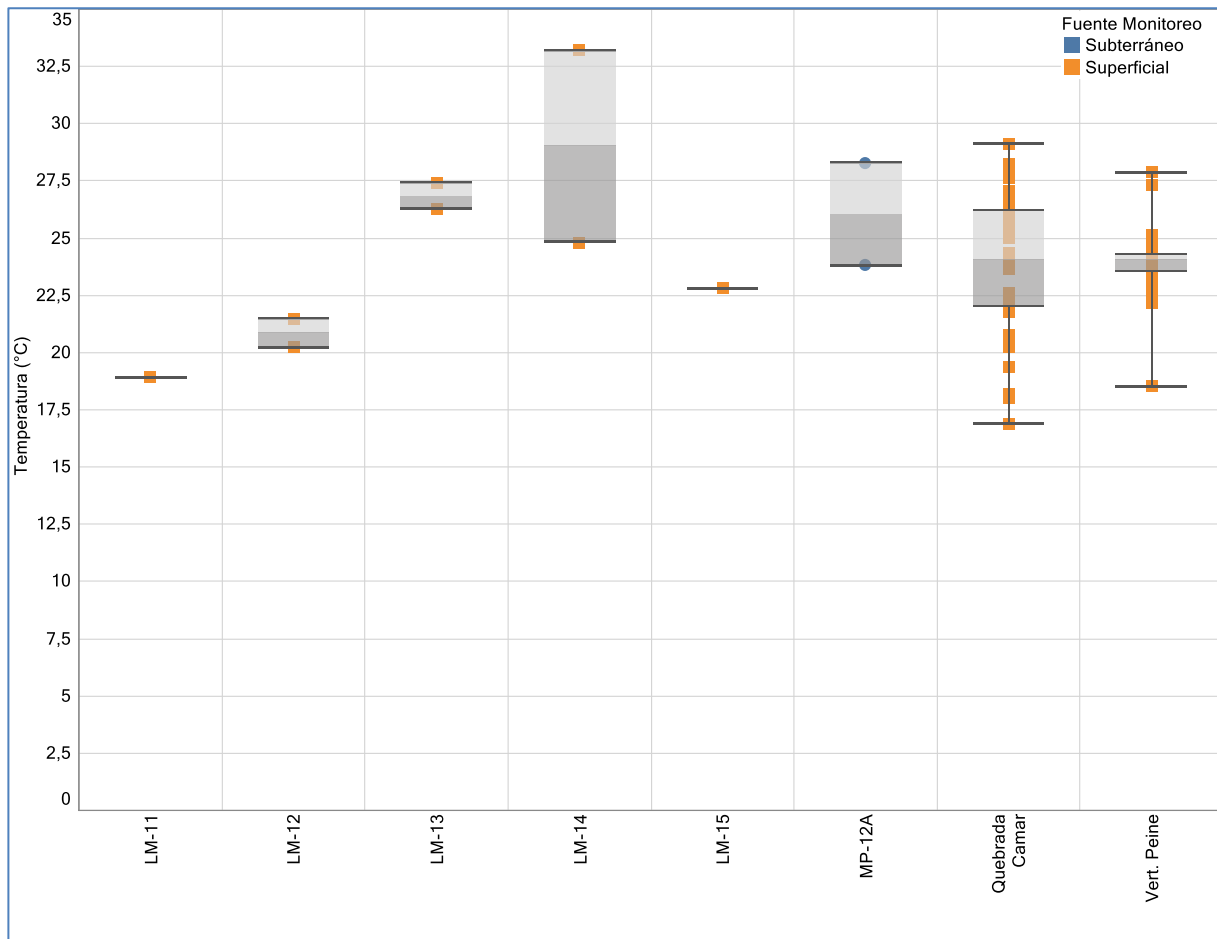
Fuente: Elaboración propia

**En relación a la Temperatura**

En cuanto a la temperatura del agua se aprecia en la Figura 5-122 y Tabla 5-94, que el rango de variación esta entre 16,9 °C y 33,2 °C, siendo aguas bastante templadas. De la misma manera que en otras variables, para esta se cuenta con pocos registros, excepto para las aguas superficiales de la quebrada y vertiente.

Con la información disponible es posible indicar que para el caso de las aguas superficiales el rango de variación es del orden de 20 °C.

**Figura 5-122 Diagrama de Caja, Temperatura (T°C) in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 5-94 Estadígrafos Temperatura (T°C), in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Mediana	P75	Max
LM-11	1	18,9	18,9	18,9	18,9	18,9
LM-12	2	20,2	20,6	20,9	21,2	21,5
LM-13	2	26,3	26,6	26,8	27,1	27,4
LM-14	2	24,8	26,9	29,0	31,1	33,2
LM-15	1	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
MP-12A	2	23,8	24,9	26,0	27,2	28,3
Quebrada Camar	39	16,9	22,0	24,1	26,2	29,1
Vert. Peine	40	18,5	23,6	24,0	24,3	27,9

Fuente: Elaboración propia

Otra manera de analizar el comportamiento de estas variables, es a través de su desarrollo temporal, vale decir cual ha sido la variación en el tiempo, para ello a continuación se presentan los gráficos del periodo 2013 a 2016.

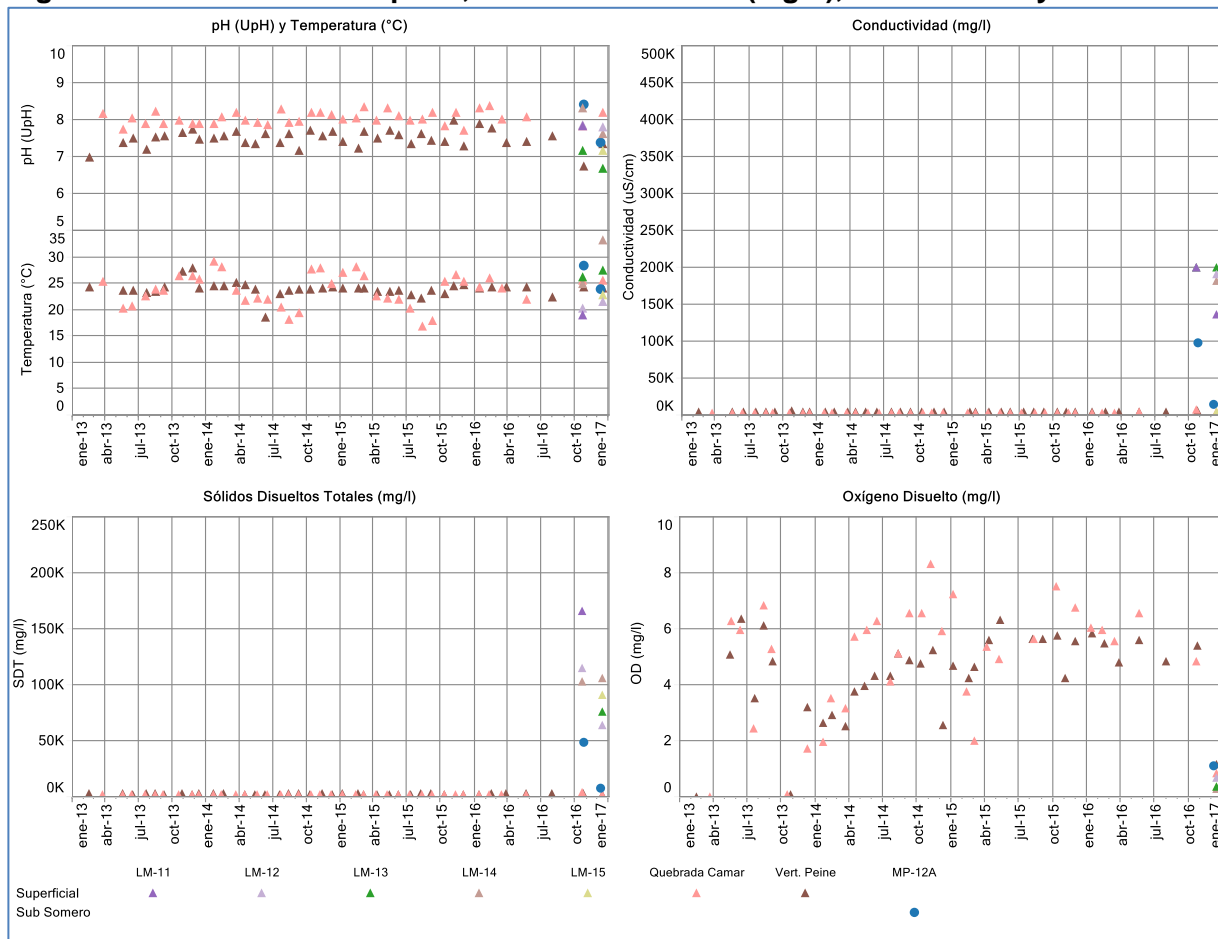
En la Figura 5-123 se presenta la gráfica para los 5 parámetros in situ comprometidos, pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto y Sólidos Disueltos Totales, y para todos los puntos del Sector Norte y Borde Este.

Los datos de las aguas superficiales, LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14 y, tienen muy corta data, por lo cual no es posible aún concluir tendencia, lo mismo sucede con las aguas subterráneas, MP-12A y LM-15.

En el caso de la Vertiente Peine y Quebrada Camar, con datos suficientes para analizar tendencias, es posible apreciar que el pH es estable en el tiempo no observándose ningún tipo de estacionalidad. En el caso de la temperatura, los registros de la Quebrada Camar muestran la estacionalidad con temperaturas máximas en los meses diciembre-febrero y mínimas en los meses junio-agosto, concordante con las épocas del año.

En relación a la CE y los Sólidos Disueltos Totales, estos no muestran estacionalidad en el tiempo, sin embargo los valores máximos de la serie se registran en octubre 2016. Para el caso del O.D. se observan registros más bien dispersos en torno a 5 mg/L, no mostrando ningún tipo de tendencia. En este último parámetro, los valores registrados en las lagunas están más por debajo a lo de la vertiente y qda, mostrando la poca aieración que tienen.

**Figura 5-123 Variación Temporal, Parámetros in Situ (mg/L), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia



### **5.8.3.2 Parámetros Físico Químicos, en laboratorio**

A continuación, al igual que para los parámetros registrados in situ, se presenta un breve análisis junto con diagramas de caja, tablas de estadígrafos y variación temporal de los parámetros físicos comprometidos para análisis en Laboratorio, en el sector de Norte y Borde Este.

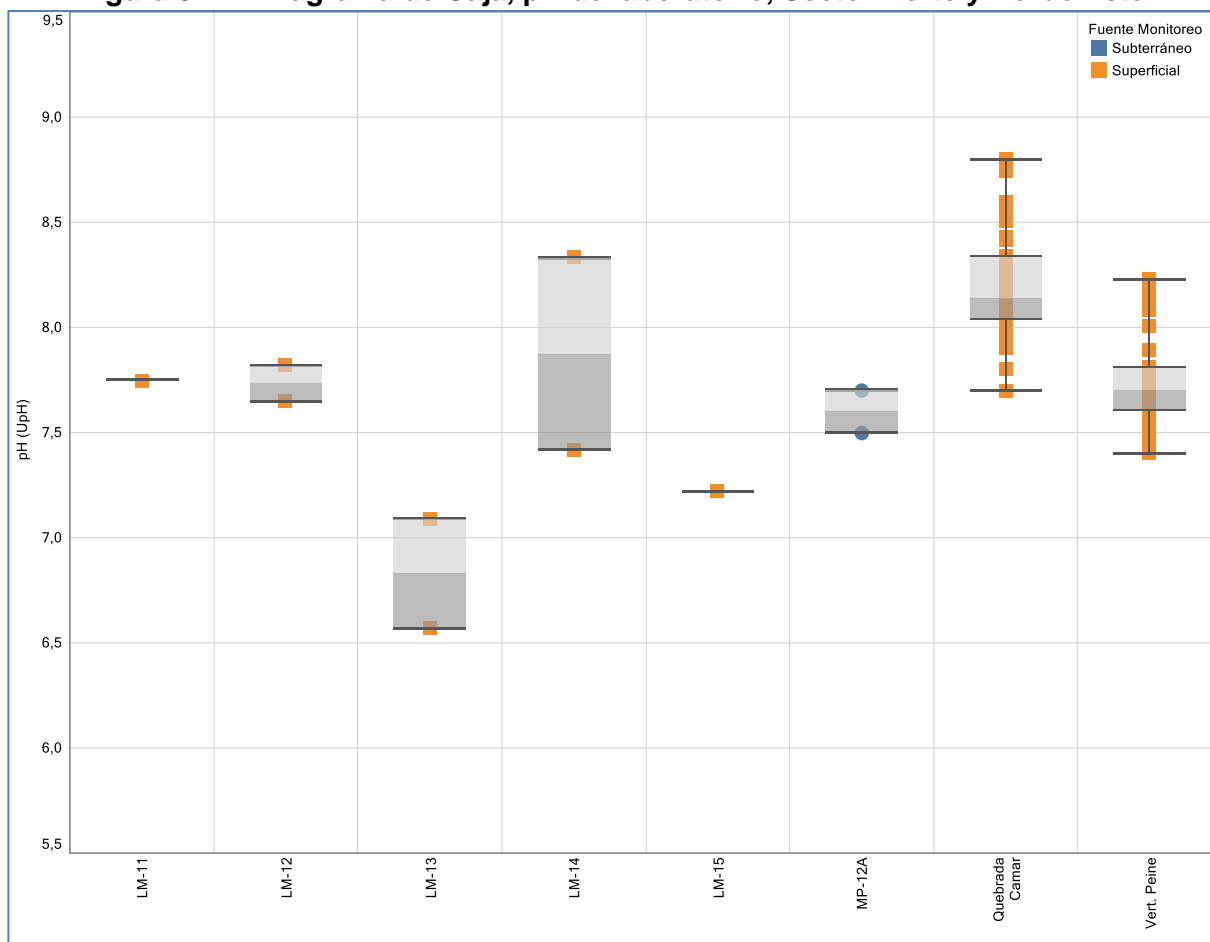
#### **En relación al pH**

Los resultados de pH medidos en laboratorio, Figura 5-124 y Tabla 5-95, presentan la misma tendencia que los medidos in situ, pero levemente menores en magnitud.

Las concentraciones de pH, varían entre 6,57 y 8,33 upH, para las aguas de las lagunas, mientras que para las aguas subterráneas someras (LM-15 y MP-12A), varían entre 7,22 y 7,70 upH. Ahora bien este análisis debe ser tomado de manera cuidadosa, por cuanto tanto en las lagunas como en las aguas subterráneas someras, los registros son escasos, lo que se robustecerá con el tiempo.

Los registros de la Quebrada Camar y Vertiente Peine son más extensos y por lo tanto el análisis que se puede hacer de ellos puede ser considerado representativo. El pH de laboratorio es similar a lo registrado in-situ, así por ejemplo la diferencia entre ellos no supera 0,2 upH en términos de mediana. En base a los valores de laboratorio el agua superficial es más bien neutra.

**Figura 5-124 Diagrama de Caja, pH de laboratorio, Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-95 Estadígrafos para pH de laboratorio, Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-11	1	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75
LM-12	2	7,65	7,69	7,74	7,78	7,82
LM-13	2	6,57	6,70	6,83	6,96	7,09
LM-14	2	7,42	7,65	7,88	8,10	8,33
LM-15	1	7,22	7,22	7,22	7,22	7,22
MP-12A	2	7,50	7,55	7,60	7,65	7,70
Quebrada Camar	39	7,70	8,04	8,14	8,34	8,80
Vert. Peine	39	7,40	7,61	7,70	7,81	8,23

Fuente: Elaboración propia

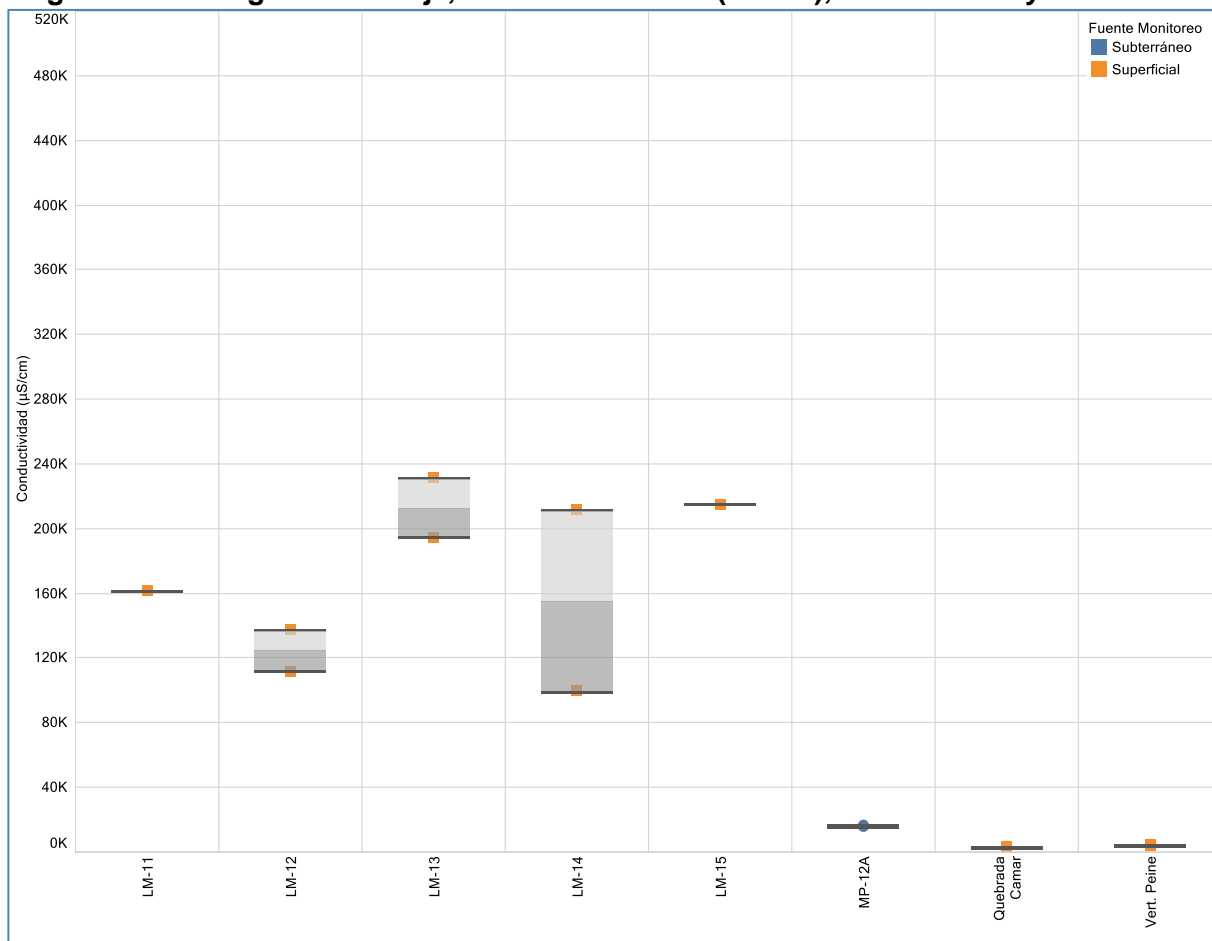
---

**En relacion a la Conductividad Eléctrica**

En relación con la Conductividad Eléctrica, Figura 5-125 y Tabla 5-96 los resultados de laboratorio entregan en general valores de CE más bajos que las medidas in-situ, pero en el mismo orden de magnitud. Sin embargo, el punto LM-15 que corresponde a un pozo somero, muestra un comportamiento anómalo por cuanto el valor in-situ se encuentran en el mismo rango que el de las aguas de la Quebrada Camar y Vertiente Peine, 4.000 uS/cm, y el valor de laboratorio está en el orden de magnitud de las lagunas, 215.000 uS/cm. Esta situación se presenta en diciembre de 2016, campaña que fue realizada por una ETFA y que será analizada con mayores campañas.

Las aguas de las lagunas muestra mayor variabilidad, sin embargo se debe tener presente que corresponde a sólo dos campañas. Lo que se presenta tanto en los datos de laboratorio como en terreno es que las aguas de las lagunas tienen conductividad eléctrica mayores que la de las Quebrada Camar y Vertiente Peine, lo que es concordante con la exposición al proceso de evaporación.

**Figura 5-125 Diagrama de Caja, CE de laboratorio (uS/cm), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-96 Estadígrafos para CE de laboratorio (uS/cm), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-11	1	161.200	161.200	161.200	161.200	161.200
LM-12	2	111.200	117.675	124.150	130.625	137.100
LM-13	2	194.000	203.250	212.500	221.750	231.000
LM-14	2	99.200	127.150	155.100	183.050	211.000
LM-15	1	215.000	215.000	215.000	215.000	215.000
MP-12A	2	15.220	15.483	15.745	16.008	16.270
Quebrada Camar	39	2.290	2.535	2.600	2.659	2.840
Vert. Peine	39	3.650	3.925	4.030	4.160	4.328

Fuente: Elaboración propia

---

### **En relación a los Sólidos Disueltos Totales**

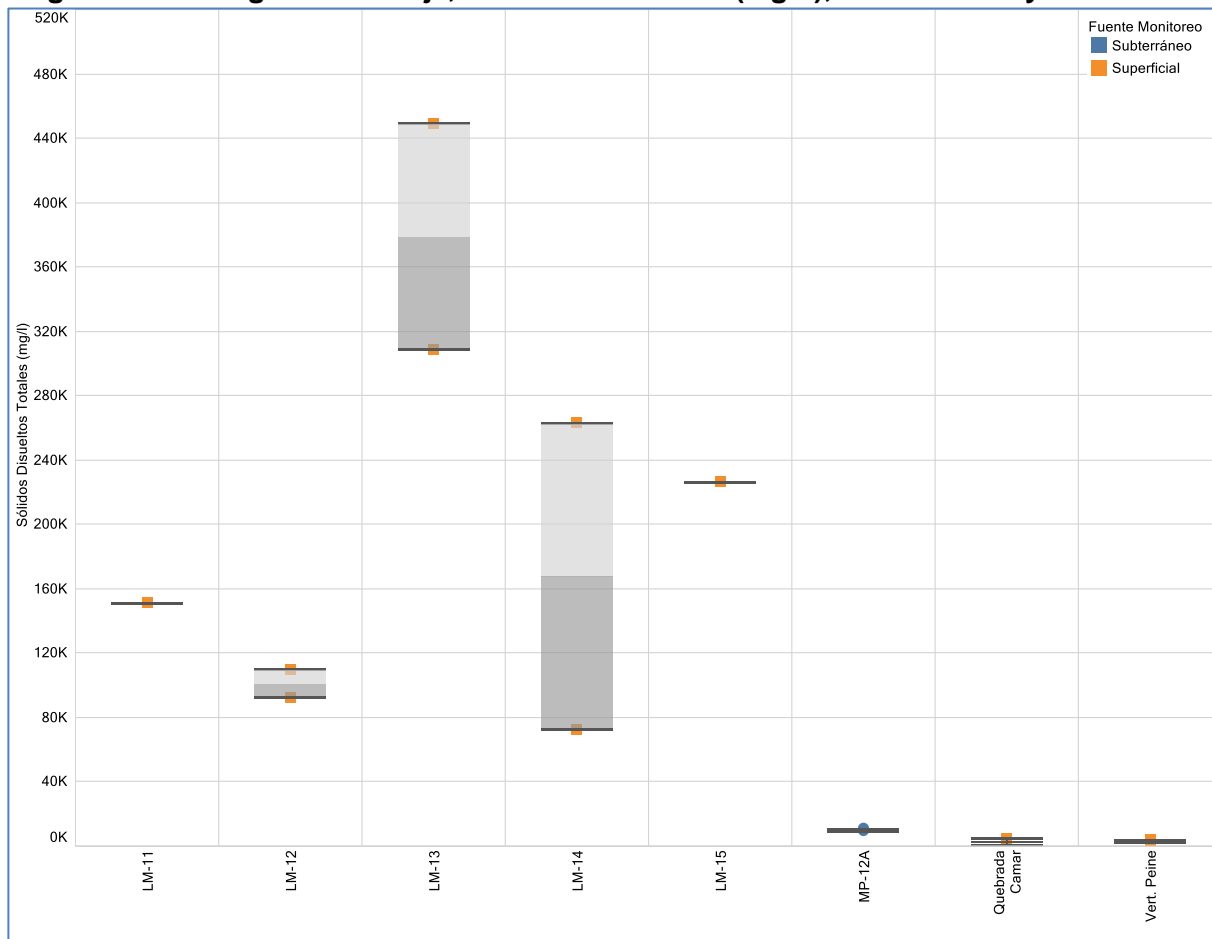
Los registros de sólidos disueltos totales son más escasos para las lagunas y el agua subterráneas someras, en atención a que corresponden a puntos de monitoreo que han sido implementados a raíz de los compromisos establecidos en la evaluación ambiental reciente. Distinta es la situación de Quebrada Camar y Vertiente Peine que cuentan con información desde el año 2013.

El comportamiento de los registros de sólidos disueltos totales, Figura 5-126 y Tabla 5-97, determinados en laboratorio es consistente con los registros in-situ, sólo para los puntos LM-11, LM-12, LM14, Quebrada Camar y Vertiente Peine, esto en el sentido que los valores de las medianas se encuentran en el mismo orden de magnitud.

En el caso de los registros de los puntos LM-13, LM-15, MP-12A los valores entregados por el laboratorio son diametralmente distintos a los registrados in-situ, así por ejemplo para LM-13 el valor del laboratorio es de 378.600 mg/L mientras que el medido in-situ fue de 75.600 mg/L, para LM-15 el valor del laboratorio es de 226.00 mg/L y el medido in situ fue de 90.800 mg/L. En atención a que esta situación se presenta en la única medida disponible, la cual realizada por una ETFA, será necesario verificar el comportamiento en las campañas sucesivas.

Más allá de los valores propiamente tales, si se comparan los registros de las aguas de las lagunas en relación a las aguas subterráneas someras y de las quebrada y vertiente, es posible indicar que las primeras presentan valores mayores de SDT respecto de las segundas, comportamiento que también se presenta en las mediciones in-situ.

**Figura 5-126 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio (mg/L), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-97 Estadígrafos SDT de laboratorio (mg/L), Sector Norte y Borde Este**

Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-11	1	151.000	151.000	151.000	151.000	151.000
LM-12	2	92.200	96.550	100.900	105.250	109.600
LM-13	2	308.400	343.500	378.600	413.700	448.800
LM-14	2	72.000	119.700	167.400	215.100	262.800
LM-15	1	226.000	226.000	226.000	226.000	226.000
MP-12A	2	9.110	9.488	9.865	10.243	10.620
Quebrada Camar	39	928	1.874	1.992	2.130	4.548
Vert. Peine	39	2.040	2.691	2.840	3.126	3.702

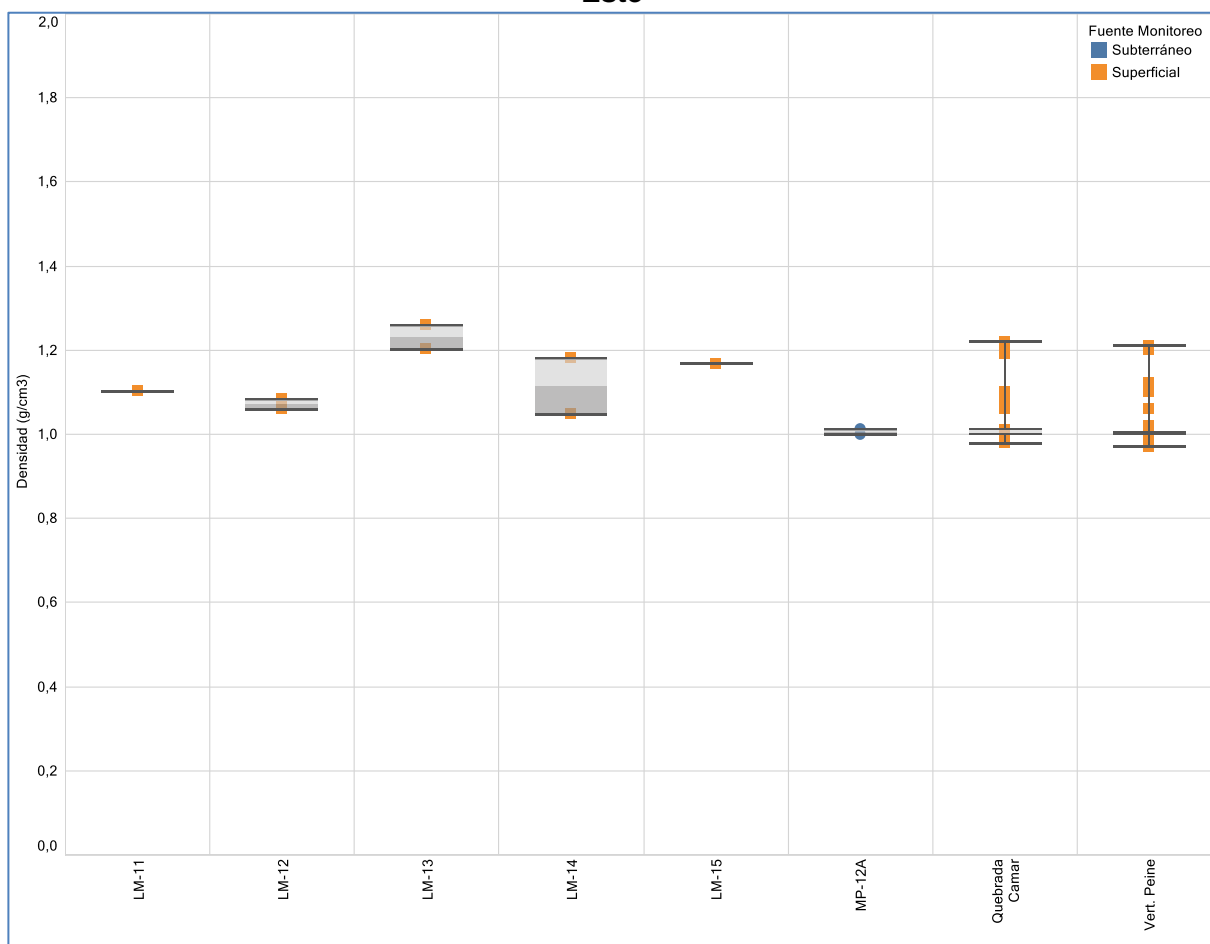
Fuente: Elaboración propia

**En relación a la Densidad**

Por último, en relación con la Densidad, parámetro que sólo es medido en laboratorio, se aprecia en la Figura 5-127 y en la Tabla 5-98 que las aguas de las lagunas presentan densidades entre 1,05 g/cm<sup>3</sup> y 1,26 g/cm<sup>3</sup>, mientras que la quebrada Camar y vertiente Peine presentan densidades en el rango de 0,98 y 1,22, con mediana de 1 g/cm<sup>3</sup>.

Este comportamiento, el de tener aguas de densidades mayores en las lagunas que en las vertiente y quebrada, resulta concordante con lo mostrado por las conductividad eléctrica, y con el proceso de evaporación a las cuales se ven expuestas las primeras.

**Figura 5-127 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-98 Estadígrafos Densidad de laboratorio (g/cm<sup>3</sup>), Sector Norte y Borde Este**

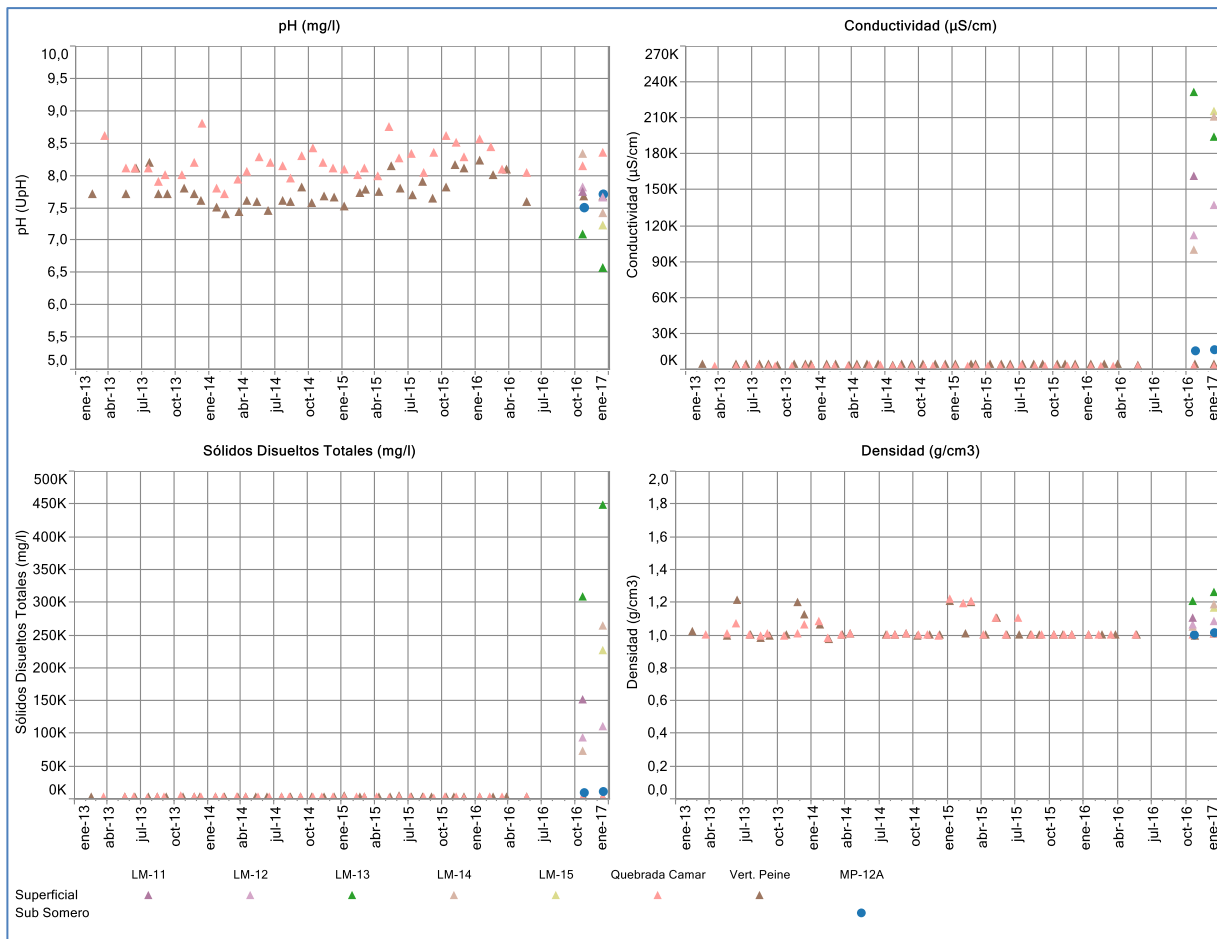
Nombre	N° Reg	Min	P25	Med	P75	Max
LM-11	1	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
LM-12	2	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08
LM-13	2	1,20	1,22	1,23	1,25	1,26
LM-14	2	1,05	1,08	1,12	1,15	1,18
LM-15	1	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
MP-12A	2	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
Quebrada Camar	37	0,98	1,00	1,00	1,01	1,22
Vert. Peine	37	0,97	1,00	1,00	1,01	1,21

Fuente: Elaboración propia



En la Figura 5-128 se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio. A partir de éstos, se observa para los 4 elementos, que los valores medidos en diciembre de 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural, para aquellos puntos en los cuales se cuenta con dato histórico. Los puntos sin historia deberán ser analizados en términos de tendencias una vez se cuente con información que lo permita.

**Figura 5-128 Variación Temporal, FísicoQuímicos Laboratorio, Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

### 5.8.3.3 Elementos mayoritarios disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos divididos en aniones y cationes, se presentan en la Figura 5-129 y Figura 5-130 respectivamente. Los aniones que se analizan corresponden a Cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) y Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), y junto a la figura se incluye la Tabla 5-99, la que contiene los estadígrafos representativos de la serie histórica, de manera de facilitar la comprensión de las figuras. A continuación se presenta el análisis de la información.

Los registros de Cloruros muestran claramente que las aguas de las lagunas tienen altos contenidos de este anion, respecto de lo que muestran las aguas de la quebrada y de la vertiente, lo que resulta ser totalmente concordante con el comportamiento mostrado por la conductividad eléctrica.

Si se observan los estadígrafos, las lagunas presentan valores que superan los 45.000 mg/L, siendo que la quebrada y la vertiente superan levemente 1.000 mg/L. De la misma manera que en los análisis realizados del sector Norte y Borde Este hasta este punto, las lagunas tienen un número reducido de registros, en atención a que se comenzó a medir a fines del 2016.

Si se observa la variación temporal de cloruro los registros histórico de la Vertiente Peine y Qda Camar, estos son mas bien valores estables en el tiempo, sin mayor dispersión. En el caso de la Qda. Camar se aprecia que el valor de la mediana es similar al mínimo, lo que se interpreta en que los valores se encuentran cercanos entre si, y si además se observa el valor máximo, se aprecia una mayor diferencia entre ellos, lo que significa que el valor máximo es un valor puntual más que una tendencia. El valor máximo se registró en el año 2014, y los valores del año 2016 se encuentran dentro de la tendencia histórica.

En relación a los otros puntos, en atención a lo poco de los registros no es posible identificar tendencia o variación estacional, lo que se verificará en el tiempo.

En cuanto al Sulfato, de la misma manera que los cloruros las lagunas presentan concentraciones más altas, respecto de la quebrada y la vertiente. El agua del pozo somero, presenta una concentración más cercana a la Vertiente Peine. En el caso de la quebrada Camar el valor máximo es un valor puntual y no representativo de condiciones permanentes en el tiempo.

Con la información de los puntos de las lagunas, que si bien solo cuentan con 1 o 2 registros, es posible indicar que LM-13 es la que presenta la mayor concentración, con un máximo que supera 46.000 mg/L y LM-14 es la que presenta el mínimo valor que supera levemente 5.000 mg/L.

Llaman la atención los registros de MP-12A y LM-15, por cuanto el primero corresponde a un pozo somero, lo mismo que el segundo, sin embargo los registros de sulfatos son diametralmente distintos, mientras que el registro de MP-12A es del orden de magnitud de la quebrada y vertiente, el pozo LM-15 es más cercana a la concentración de sulfatos de las lagunas, siendo el segundo más alto, situación que también se evidencia en los cloruros. Lo anterior puede explicarse al decir que las aguas que registra LM-15 estarían influenciadas por el proceso de evaporación.

La variación de sulfatos en el tiempo, sólo se puede analizar para las aguas de la vertiente y quebrada, en atención a lo extenso a sus registros. Los datos de las lagunas deberán ser analizados en el tiempo, una vez que se cuente con información. En relación al comportamiento en el tiempo, esta es estable presentado el valor máximo en el año 2014, para el año 2016, los valores se encuentran dentro de la variación histórica.

En cuanto a la concentración de bicarbonatos, a diferencia de los cloruros y sulfatos, donde las lagunas muestran concentraciones muy distintas de las aguas superficiales de quebrada y vertiente, en este caso la mayoría de los puntos muestran concentraciones entre 400 mg/L y 800 mg/L, excepto el punto vertiente Peine que no supera 600 mg/L, muy cercanas a las primeras.

En este punto cabe indicar que el LM-13 registra un valor máximo de 2508 mg/L lo que es muy distinto, por lo que se ha procedido a no graficarlo, sin embargo se mantiene en la base de datos a la espera de nueva información.

Para aquellos puntos que tienen información histórica, es posible indicar que no se observa variación estacional y que los datos presentan una dispersión menor, los registros obtenidos en el año 2016 se presentan dentro de la serie histórica.

En cuanto a los nitratos disueltos, es posible indicar que entre los puntos de las lagunas, LM-14 es aquel que presenta el valor más alto con 52,9 mg/L y que el punto LM-12 el valor más bajo con 1,9 mg/L. Las aguas de las lagunas son muy distintas que las de la quebrada y la vertiente de Peine, por cuanto estas últimas presentan valores muy estables en el tiempo, excepto en las cercanías de octubre de 2014 donde se registra el valor máximo. EL dato del año 2016 los valores se encuentran dentro de los valores históricamente registrado. Para vertiente Peine, existe un valor fuera de rango, correspondiente a 230,9 mg/, dada la mediana de 5,1 mg/L de su serie histórica.

En cuanto a la evolución temporal, se observa que para los 4 aniones analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores se mantienen dentro de la variación natural. Para aquellos puntos que no tienen data histórica, por haber sido recientemente construidos, los valores son relativamente altos, y requerirán de más cantidad de datos para analizar comportamiento en el tiempo.

De los cuatro aniones mayoritarios analizados, los cloruros son los predominantes, particularmente en el agua de las lagunas, lo que es totalmente concordante con la ubicación de estos puntos.

De la misma manera que para los aniones analizados, para los cationes se presenta la figura de manera conjunta con la tabla de sus estadígrafos. Los cationes que se analizan corresponden a: Calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{+2}$ ), Sodio ( $\text{Na}^{+}$ ) y Potasio ( $\text{K}^{+}$ ), y la Figura 5-130 muestra la variación temporal de estos elementos y la tabla asociada corresponde a la Tabla 5-100.

Una característica común a los 4 cationes considerados y que también se observa en los aniones es que las lagunas presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que la vertientes y quebrada presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas subterráneas someras.

Para el caso del Calcio las aguas de las lagunas muestran un rango bastante amplio que va desde 75 mg/L a 1.222 mg/L, sin embargo en estos puntos sólo se cuenta con 1 o 2 campañas, dependiendo del punto, por lo que con un número mayor de registros será posible caracterizar de mejor manera el comportamiento de este elementos en las lagunas.

La situación de la quebrada Camar y Vertiente Peine es distinta por cuanto se dispone de información desde 2013, por lo que es posible señalar que para la primera el rango de variación esta entre 68 mg/L y 154 mg/L y en el segundo es de 228 mg/L y 314 mg/L.

En la Figura 5-130, se aprecia que la variación temporal del calcio es estable sin evidencia de comportamiento estacional. El pozo de aguas someras (MP-12A) tiene un registro que lo ubica más cercano a las aguas superficiales de la quebrada.

En el caso de Magnesio, la situación no es distinta en cuanto a la cantidad de registros y al comportamiento de estos, el rango para las lagunas es de 2.661 mg/L y 23.859 mg/L, mientras que para las aguas de la quebrada y vertiente es de 64 mg/L y 149 mg/L. Al observar estos rangos es posible indicar que las aguas de las lagunas presentan una mayor dispersión de los registros en comparación a la quebrada y vertiente. Comportamiento que se irá verificando en la medida que se realicen más campañas. Las aguas subterráneas registradas por el pozo MP-12A, se encuentra más cercano a las aguas de la quebrada y vertiente que de las lagunas. Sin embargo el punto LM-15, que también registra aguas subterráneas presenta un comportamiento opuesto, vale decir más cercano a las aguas de las lagunas que de las subterráneas.

El comportamiento del sodio no es diferente a la del magnesio en cuanto a que las lagunas presentan mayores concentraciones que la quebrada y la vertiente y que el agua subterránea somera presenta un comportamiento dispar, uno dado por el pozo MP12-A y otro dado por el punto LM-15. El rango en el cual se mueven las aguas de las lagunas, incluido el LM-15, va desde 22.415 mg/L y 93.410 mg/L, en cambio la quebrada y vertiente va desde 183 mg/L a 704 mg/L, observándose claramente la diferencia entre ellas.

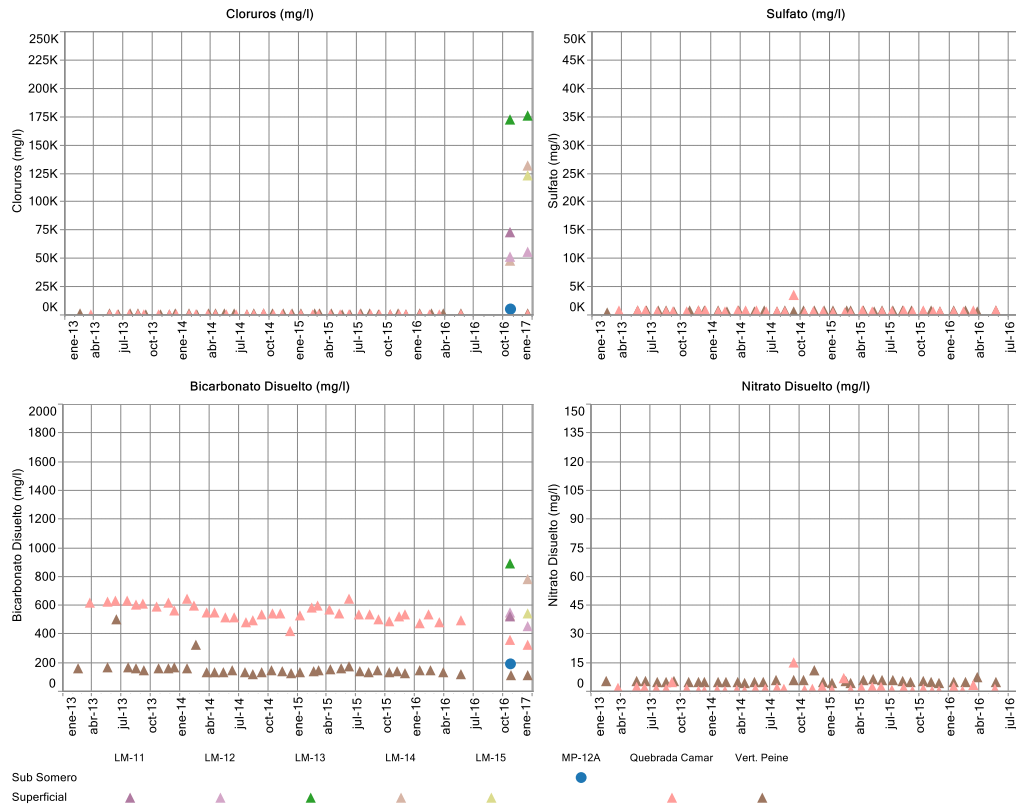
---

Finalmente el potasio disuelto, presenta el mismo comportamiento que el de los otros cationes mayoritarios analizados, esto es, mayores concentraciones en las lagunas y menores en la vertiente y quebrada. Siendo en todos los elementos el punto LM-13 el que presenta la mayor concentración. El rango de las lagunas es de 2.061 mg/L y 23.859 mg/L y el de la vertiente es 39 mg/L y 127 mg/L.

En todos los elementos mayoritarios las aguas de las lagunas presentan mayores concentraciones lo que resulta concordante con el proceso de evaporación a la cual se ven expuestas las aguas de dichos cuerpos de agua. El elemento que es predominante en todas las aguas monitoreadas en este sector es el sodio.

De la evolución temporal, se observa que para los 4 cationes analizados, los valores medidos en el 2016, en relación a los rangos registrados en años anteriores, se encuentran en el comportamiento histórico.

**Figura 5-129: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este Aniones (mg/L)**



**Tabla 5-99 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este**

**Cloruros (Cl-) mg/L**

Nomb	Min	Med	Max
LM-11	73.382	73.382	73.382
LM-12	51.856	53.712	55.568
LM-13	172.202	173.942	175.682
LM-14	47.943	89.974	132.005
LM-15	123.269	123.269	123.269
MP-12A	5.186	5.186	5.186
Qda Camar	205	259	936
Vert. Peine	716	915	1.104

**Sulfatos (SO<sub>4</sub>) mg/L**

Nombre	N°	Min	Med	Max
LM-11	1	13.530	13.530	13.530
LM-12	2	8.290	9.285	10.280
LM-13	2	21.172	33.891	46.609
LM-14	2	5.378	12.341	19.304
LM-15	1	19.837	19.837	19.837
MP-12A	1	498	498	498
Qda Camar	39	420	683	3.464
Vert. Peine	39	438	725	840

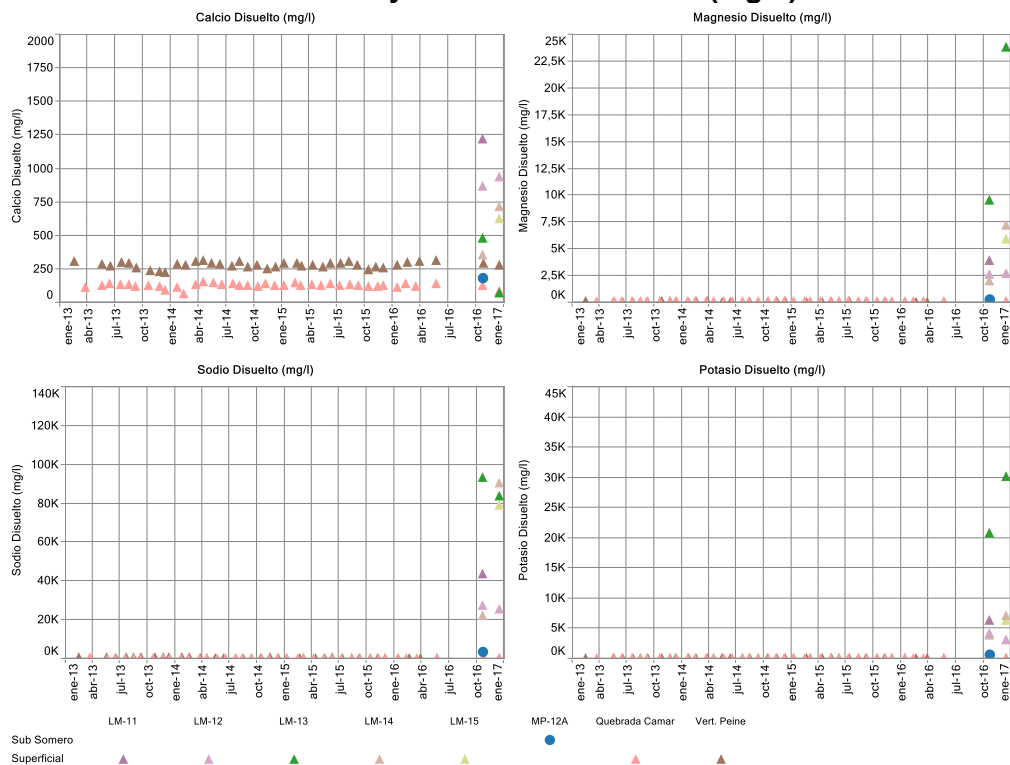
**Bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	522	522	522
LM-12	2	451	502	552
LM-13	2	893	1.700	2.508
LM-14	2	532	657	782
LM-15	1	542	542	542
MP-12A	1	187	187	187
Qda Camar	39	321	540	645
Vert. Peine	39	112	144	504

**Nitrato dis (NO<sub>3</sub>) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	9,0	9,0	9,0
LM-12	2	1,9	3,2	4,4
LM-13	2	10,8	17,3	23,9
LM-14	2	6,8	29,9	52,9
LM-15	1	6,6	6,6	6,6
MP-12A	1	5,9	5,9	5,9
Qda Camar	39	0,01	1,3	15,0
Vert. Peine	39	4,2	5,1	230,2

**Figura 5-130: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este Cationes (mg/L)**



**Tabla 5-100 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este**

**Calcio (Ca) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	1.222	1.222	1.222
LM-12	2	865	901	937
LM-13	2	75	277	479
LM-14	2	355	536	717
LM-15	1	628	628	628
MP-12A	1	177	177	177
Qda. Camar	39	68	130	154
Vert. Peine	39	226	283	314

**Magnesio (Mg) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	3.938	3.938	3.938
LM-12	2	2.661	2.688	2.714
LM-13	2	9.545	16.702	23.859
LM-14	2	2.061	4.627	7.192
LM-15	1	5.946	5.946	5.946
MP-12A	1	256	256	256
Qda. Camar	39	111	126	149
Vert. Peine	39	64	79	127

**Sodio disuelto (Na) mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	43.501	43.501	43.501
LM-12	2	25.426	26.392	27.359
LM-13	2	83.977	88.693	93.410
LM-14	2	22.415	56.369	90.323
LM-15	1	78.870	78.870	78.870
MP-12A	1	3.194	3.194	3.194
Qda. Camar	39	183	264	498
Vert. Peine	39	387	452	704

**Potasio Disuelto (K) mg/L**

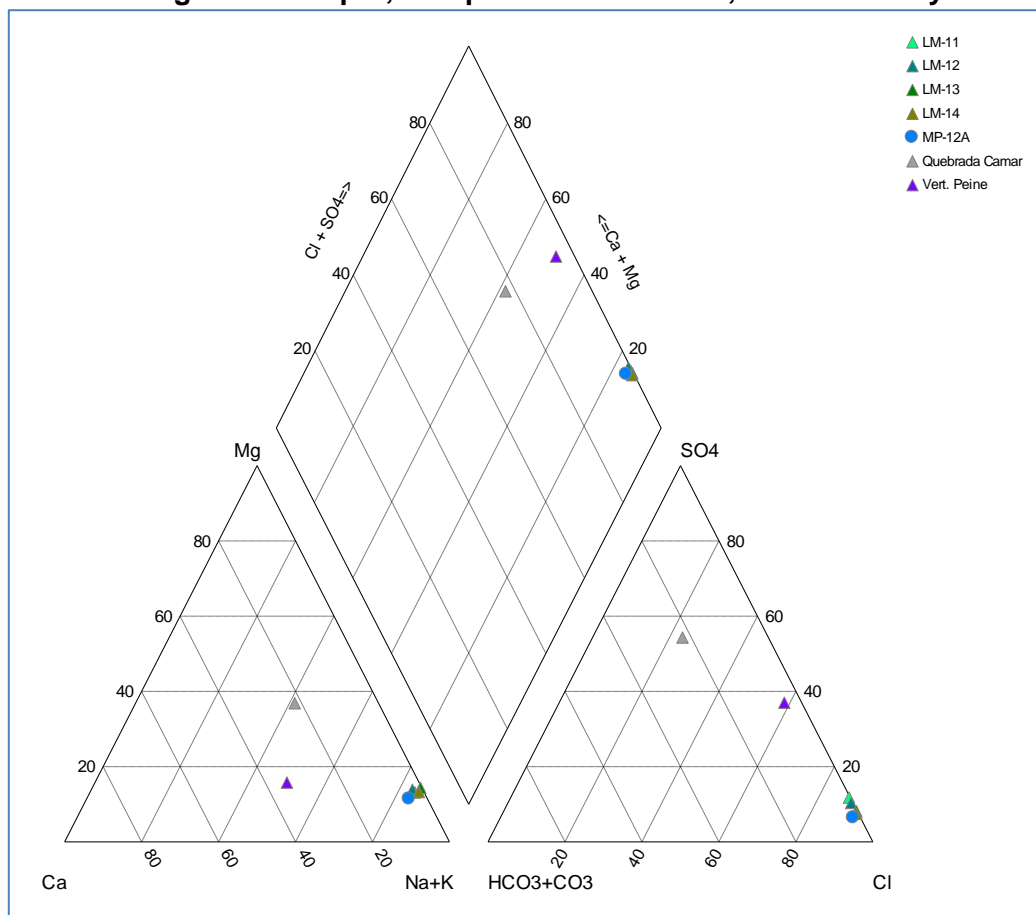
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	6.308	6.308	6.308
LM-12	2	3.219	3.749	4.279
LM-13	2	20.824	25.516	30.207
LM-14	2	3.978	5.582	7.186
LM-15	1	6.335	6.335	6.335
MP-12A	1	563	563	563
Qda. Camar	39	12	18	39
Vert. Peine	39	0,27	25	54



Desde las Figura 5-131 a la Figura 5-133 se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de octubre y diciembre 2016, finalizando con un diagrama de Piper que contiene todas las campañas del 2016.

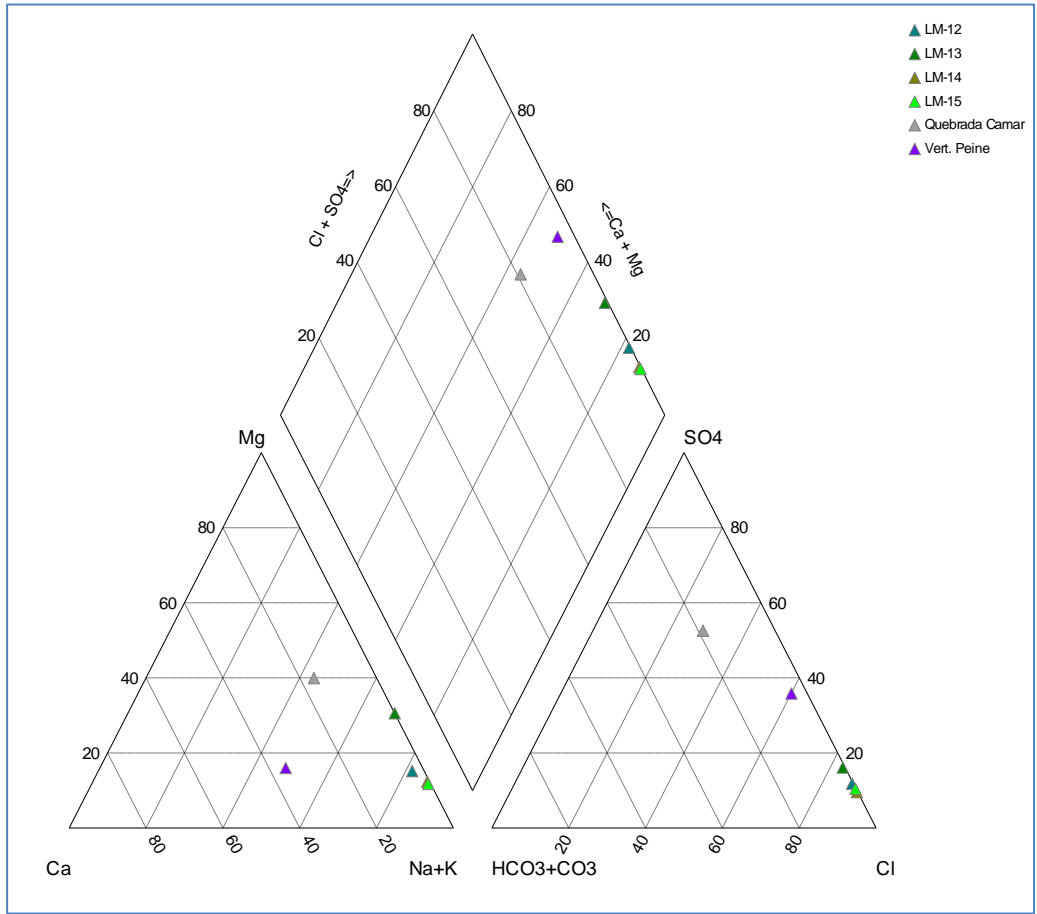
Como se puede apreciar en la Figura 5-133, en la cual se han representado todas las campañas del 2016, se aprecian dos tipos de aguas, por un lado la vertiente Peine y Quebrada Camar y por otro lado las lagunas y el agua subterránea somera. En el caso de las primera las aguas son Cloruradas-Cálcicas, sin embargo se aprecia diferencia entre la vertiente y la quebrada, por cuanto la vertiente de Peine es más sulfatada que la de la Quebrada Camar. Las lagunas junto con las subterráneas someras se presentan Cloruradas-Sódicas.

**Figura 5-131 Diagrama de Piper, Campaña Octubre 2016, Sector Norte y Borde Este**



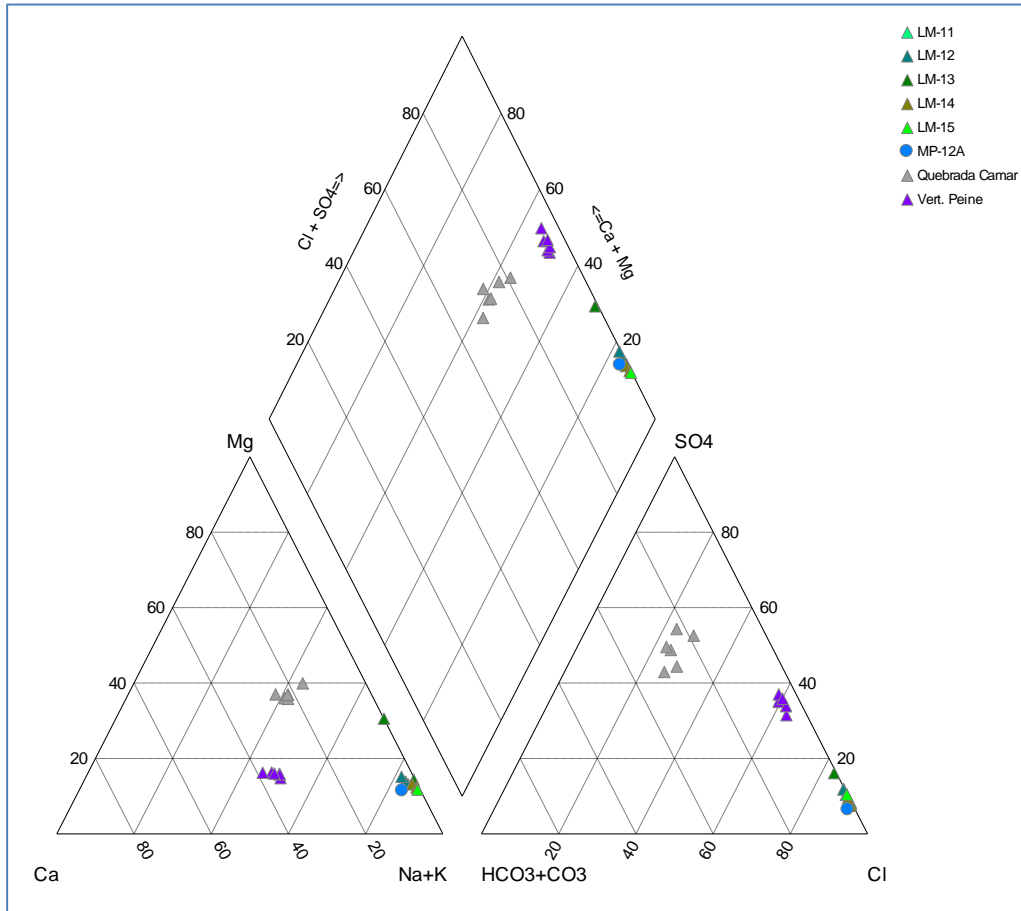
Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-132 Diagrama de Piper, Campaña Diciembre 2016, Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-133 Diagrama de Piper, Todas las campañas 2016, Sector Norte y Borde Este**



Fuente: Elaboración Propia

#### 5.8.3.4 Elementos mayoritarios totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K), y en la Figura 5-134 y Tabla 5-101 se presentan, la evolución temporal en el periodo 2013-2016 y los estadígrafos de la serie, respectivamente. En términos generales se aprecia que el comportamiento de aquellos que cuentan con información en dicho periodo muestran tendencias muy estables.

Los valores de Calcio total en las aguas de las lagunas tienen un rango bastante amplio, que va desde 76 mg/L en LM-13 y 1.263 mg/L en LM-11, en este rango incluso caen las aguas de la Qda. Camar, la Vertiente Peine y aguas subterráneas someras. Por lo indicado no se aprecia una diferenciación clara de las aguas, respecto de este elemento.

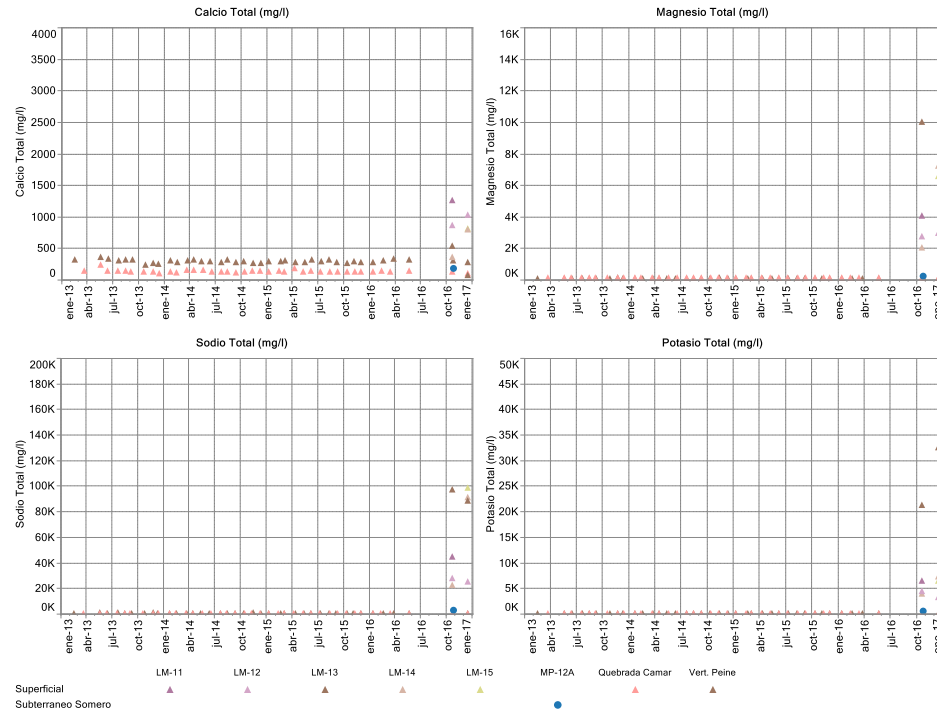
El magnesio total presenta un comportamiento más disperso que el del calcio total, y más diferenciador también, por cuanto las aguas de las lagunas van entre 2.500 mg/L y 24.831 mg/L y la de la vertiente y quebrada están entre 72 mg/L y 153 mg/L. El agua subterránea somera representada por el pozo MP-12A es más cercana a la característica de la quebrada y el punto LM-15, que también es un pozo, es más cercano a el agua de las lagunas. El punto LM-13, de la misma manera que en otros elementos, presenta registros muy distintos a los otros.

En cuanto al sodio, la dinámica que muestran los datos es concordante con lo que muestran todos los otros elementos que han sido comentados en este sector, esto es, que los puntos que cuentan con información desde el 2013 al 2016, muestran un comportamiento estable y que los registros del año 2016 se encuentran dentro de dicho comportamiento histórico. Los registros de las lagunas y del agua subterránea presentan valores muy altos respecto de los históricos de los otros puntos, sin embargo en atención a que solo se cuentan con 1 o 2 datos, no es posible indicar si existe un comportamiento específico o si corresponden a valores puntuales. Las aguas de la Qda. Camar y de la Vertiente Peine, presentan concentraciones en el rango de 202 mg/L y 774 mg/L, mientras que las lagunas presentan el rango de 22.500 mg/L y 97.000 mg/L (valores aproximados).

En cuanto al potasio total, nuevamente el punto LM-13 presenta un rango muy distinto al de los otros puntos de las lagunas, por cuanto se tienen dos mediciones con valores de 21.000 mg/L y 32.000 mg/L, mientras que los otros puntos de las lagunas tienen un rango de registros de 3.300 mg/L y 7.000 mg/L (valores aproximados). Las aguas subterráneas también presentan un comportamiento que llama la atención por cuanto en el caso de MP-12A tiene un registro de 565 mg/L y el pozo LM-15 tiene un registro de 6.431 mg/L, siendo ambas aguas subterráneas someras, pero separados una distancia mayor a 20 km. La Quebrada Camar y la Vertiente Peine, presentan concentraciones muy bajas respecto de los otros puntos de este sector.

Al mirar los cuatro elementos mayoritarios totales analizados, el sodio total resulta ser el más relevante o más presente en las aguas de este sector.

**Figura 5-134: Variación Temporal, Elementos Mayoritarios Totales, Sector Borde y Borde Este**



**Tabla 5-101 Estadígrafos Elementos Mayoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este**

Calcio Total, mg/L					Magnesio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max	Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	1.263	1.263	1.263	LM-11	1	4.056	4.056	4.056
LM-12	2	871	951	1.032	LM-12	2	2.738	2.864	2.990
LM-13	2	76	307	538	LM-13	2	10.045	17.438	24.831
LM-14	2	363	579	794	LM-14	2	2.067	4.647	7.228
LM-15	1	806	806	806	LM-15	1	6.589	6.589	6.589
MP-12A	1	179	179	179	MP-12A	1	260	260	260
Qda Camar	39	98	134	245	Qda Camar	39	112	130	153
Vert. Peine	39	243	298	359	Vert. Peine	39	72	82	151

Sodio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	44.963	44.963	44.963
LM-12	2	25.578	26.706	27.834
LM-13	2	88.247	92.645	97.042
LM-14	2	22.548	56.901	91.254
LM-15	1	98.692	98.692	98.692
MP-12A	1	3.196	3.196	3.196
Qda Camar	39	202	274	502
Vert. Peine	39	375	470	774

Potasio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	6.546	6.546	6.546
LM-12	2	3.329	3.865	4.402
LM-13	2	21.363	26.985	32.607
LM-14	2	4.019	5.705	7.391
LM-15	1	6.431	6.431	6.431
MP-12A	1	565	565	565
Qda Camar	39	13	19	39
Vert. Peine	39	0,4	25,7	56,5

Fuente: Elaboración Propia

### 5.8.3.5 Elementos minoritarios y trazas disueltos

Los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear, están: el Boro (B), el Litio (Li) y el Estroncio (Sr). En la Figura 5-135 y Tabla 5-102 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada.

Como ha sido mencionado, los elementos Boro y Litio, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del proyecto se presentan con concentraciones relevantes, aun cuando sean categorizados como elementos minoritarios.

Tanto para el boro como litio y estroncio, los registros de las lagunas son mucho mayores a los registrados históricamente en Vertiente Peine y Qda. Camar, así en el caso del Boro el rango dado por las aguas de las lagunas es 142 mg/L y 1.305 mg/L, y en la vertiente el mínimo es 0,9 mg/L y el máximo 27,3 mg/L. El valor del boro del agua subterránea presenta un único valor e igual a 12,5 mg/L, el que se encuentra entre el de las lagunas y de la vertiente. En cuanto a este elemento, se vuelve a presentar que el punto LM-13 es el que tiene los valores más altos y que el pozo LM-15 se acerca más a los valores de las lagunas que al del pozo somero.

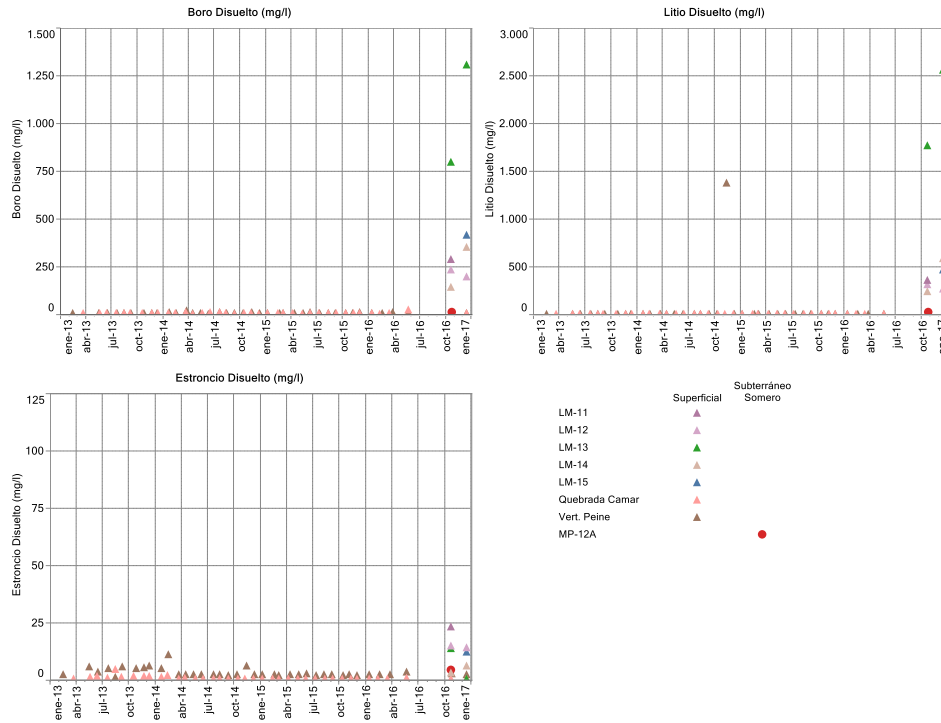
Para el caso del litio disuelto llama la atención el registro máximo de la vertiente Peine, correspondiente a 1.380 mg/L, fines de 2014, por cuanto en general la serie histórica se encuentra en torno a 0,5 mg/L, dicho esto, resulta razonable pensar que ese valor corresponde a uno puntual más que a una tendencia. Para este elemento, es posible indicar que se aprecian tres grupos de calidades, aquella con valores efectivamente bajas, puntos Qda Camar y Vertiente Peine; punto con valor intermedio (MP-12A); puntos con valores por sobre los 200 mg/L.

Finalmente el Estroncio disuelto es el de los tres elementos minoritarios analizados el que presenta valores más bajo, observándose un comportamiento distinto del punto LM-13 respecto del resto de las lagunas. En este caso el punto en cuestión tiene una dispersión importante en sus registros, que si bien son solo dos, uno de ellos es 0,5 mg/L y el otro es 14 mg/L. El punto que tiene el mayor valor corresponde a LM-11 y el menor en términos de mediana es LM-14.

Tanto la Qda. Camar como la Vertiente Peine presentan registros históricos de estroncio desde 2013, y los valores máximos se presentan en el año 2014 para ambos casos, el registro del año 2016 se encuentra dentro del rango histórico. El pozo LM-15 se comporta como LM-12 correspondiente a un punto dentro de las lagunas.

En este grupo de elementos, el predominante resulta ser el litio, en particular en las aguas de las lagunas, lo que es concordante con todo el comportamiento que han mostrado todos los elementos en este sector, atendiendo al proceso de evaporación al cual se ven expuestas las aguas de estos cuerpos.

**Figura 5-135: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Disueltos, Sector Norte y Borde Este**



**Tabla 5-102 Estadígrafos Elementos Minoritarios Disueltos - Sector Norte y Borde Este**

**Boro disuuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	290	290	290
LM-12	2	197	215	234
LM-13	2	798	1.051	1.305
LM-14	2	142	248	353
LM-15	1	417	417	417
MP-12A	1	12,5	12,5	12,5
Qda. Camar	39	0,9	5,2	27,3
Vert. Peine	39	4,0	8,2	18,6

**Litio Disuuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	358	358	358
LM-12	2	265	289	313
LM-13	2	1.768	2.163	2.558
LM-14	2	245	415	586
LM-15	1	470	470	470
MP-12A	1	27	27	27
Qda. Camar	39	0,6	0,7	2,8
Vert. Peine	39	0,2	0,5	1.380

**Estroncio disuuelto, mg/L**

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	23,2	23,2	23,2
LM-12	2	14,1	14,5	14,9
LM-13	2	0,5	7,2	14,0
LM-14	2	3,4	4,9	6,4
LM-15	1	12,3	12,3	12,3
MP-12A	1	4,3	4,3	4,3
Qda. Camar	39	0,6	0,7	4,9
Vert. Peine	39	1,4	2,5	11,0

Fuente: Elaboración Propia



### 5.8.3.6 Elementos minoritarios y trazas totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran: Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe), Litio (Li), Silicio(Si) y Estroncio(Sr). A continuación se presenta los resultados de cada uno de ellos, en 2 grupos.

#### Aluminio (Al), Arsénico (As), Boro (B), Hierro (Fe)

En la Figura 5-136 y Tabla 5-103, se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada y mostrada en Figura antes mencionada.

El aluminio presenta concentraciones más bien bajas comparados con los otros elementos, los pozos de aguas subterráneas someras presentan los valores más altos, llegando a 8,6 mg/L en el pozo MP-12A. Para este elementos los puntos que monitorean aguas subterráneas someras presentan valores semejantes entre ellos, lo que también sucede con las aguas de las lagunas, con excepción del punto LM-11 que cuenta con un registro de 1,17 mg/L. El agua de la Qda. Camar y Vertiente Peine, presentan un comportamiento estable en el tiempo, con valores entorno a 0,2 mg/L, sin embargo se aprecia de la tabla de los estadígrafos que cada una de los puntos cuenta con un registro, en 2015 y 2014 respectivamente, que se escapa al comportamiento histórico. En cuanto a los registros del año 2016, para estos puntos con historia, se presentan valores dentro del comportamiento histórico.

En términos del arsénico las aguas de las lagunas presentan concentraciones mayores a los de la vertiente y quebrada y a la de aguas subterráneas someras, siendo el punto LM-13 el que con sus dos registros muestra los valores más altos, incluso aquel de la vertiente de Peine, que se escapa al comportamiento histórico (20 mg/L). El pozo MP-12A, presenta un valor bajo en comparación al pozo LM-15, un orden de magnitud más bajo, siendo que ambos corresponden a aguas subterráneas someras, sin embargo de ubicaciones distantes entre ellos. Llama la atención el valor mínimo en la quebrada Camar y en la vertiente Peine, que puede ser considerado una anomalía, más que una tendencia de los registros.

El comportamiento de los registros de boro es similar a todos los elementos, por cuanto el punto LM-13 presenta los valores más altos dentro de las lagunas, una diferencia importante entre los registros del punto MP-12A y el LM-15, siendo este último más cercano al valor de las lagunas que al de MP-12A. Los datos registrados a fines del 2016, para la vertiente y quebrada se presentan del orden de los registros históricos.

En cuanto al hierro total, este es un elemento muy poco presente en las aguas de las lagunas y en las aguas de la vertiente y quebrada. El punto que valores más altos registró corresponde a LM-15, con 12,95 mg/L. Este comportamiento será corroborado en el futuro con los resultados de nuevas campañas. En la Qda Camar y Vertiente Peine, que tienen mayor cantidad de datos, el comportamiento es estable en torno a 0,03 mg/L, si se dejan fuera los valores máximos puntuales que se registraron en 2014 y 2015 respectivamente.

De estos cuatro elementos es posible indicar que el Boro es que predomina en las aguas de este sector, siendo las de las lagunas las más expuestas a evaporación y por tanto con mayores contenidos.

#### Litio (Li), Silicio(Si), Estroncio(Sr)

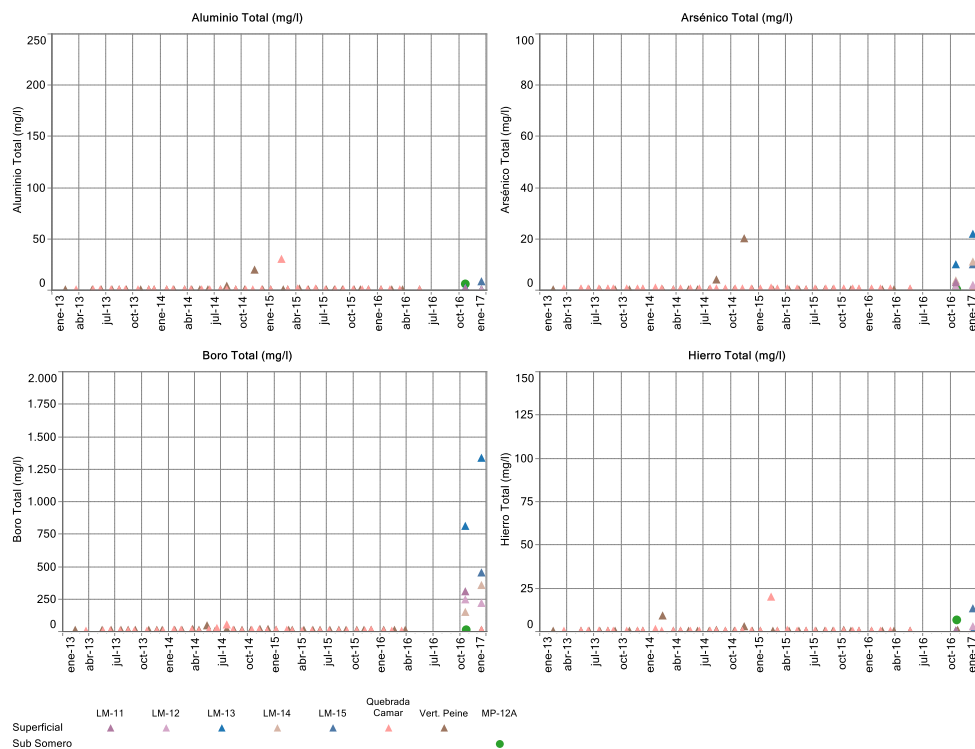
En la Figura 5-137 y Tabla 5-104, se presentan los gráficos de variación temporal, para los elementos de Litio total, Silicio Total y Estroncio total, y las tablas con los valores de sus correspondientes estadígrafos para la serie de datos registrada (2013-2016).

Así como el Boro, el Litio total se encuentra presente en la cuenca en altos contenidos, en particular en las lagunas, y menos presente en las aguas de la Qda Camar y Vertiente Peine. Aunque en este último punto existe un valor extremadamente altos, fines de 2014, que es considerado un valor anómalo y puntual y no representativo de la serie. En este elemento el pozo LM-15 se acerca mucho a los valores registrados en las lagunas, con excepción del LM-13 que tiene dos registros, ambos sobre 1.800 mg/L.

En cuanto al silicio total, las concentraciones son más bien estables en el rango de 25 mg/L y 100 mg/L, lo que se aprecia en la figura respectiva. Asimismo, se observa un par de valores inferiores a 25 mg/L para la Qda Camar y Vertiente Peine, para estos puntos que cuentan con información desde 2013, no se aprecia una estacionalidad marcada y los datos del año 2016 se encuentran bajo los 50 mg/L.

Finalmente, el Estroncio total se presenta en concentraciones bajo los 25 mg/L, exceptuando dos registros para la Qda Camar y Vertiente Peine, en el año 2014. La oportunidad en la cual se registran estos valores ha sido una constante en todos los elementos, razón por la cual no resulta inequívoco señalar que dicha muestra presentó problemas y resultados anómalos para todos los elementos analizados. De la misma manera que en todos los elementos analizados, el punto LM-13 presentó el rango más amplio, por cuanto tiene un registro de 0,48 mg/L y el otro de 14,3 mg/L. el comportamiento de este elementos en este sector, se irá precisando en la medida que existan mayores datos.

**Figura 5-136: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Norte y Borde Este**



**Tabla 5-103 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este**

Aluminio total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	1,17	1,17	1,17
LM-12	2	0,40	0,98	1,55
LM-13	2	0,38	1,48	2,58
LM-14	2	0,46	0,77	1,08
LM-15	1	8,62	8,62	8,62
MP-12A	1	5,30	5,30	5,30
Qda. Camar	39	0,01	0,20	31
Vert. Peine	39	0,01	0,20	20

Arsénico total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	3,1	3,1	3,1
LM-12	2	1,7	1,8	1,9
LM-13	2	9,9	15,8	21,7
LM-14	2	3,8	7,3	10,9
LM-15	1	9,8	9,8	9,8
MP-12A	1	0,22	0,22	0,22
Qda. Camar	39	0,0003	0,48	1,03
Vert. Peine	39	0,0003	0,09	20

Boro Total, mg/L

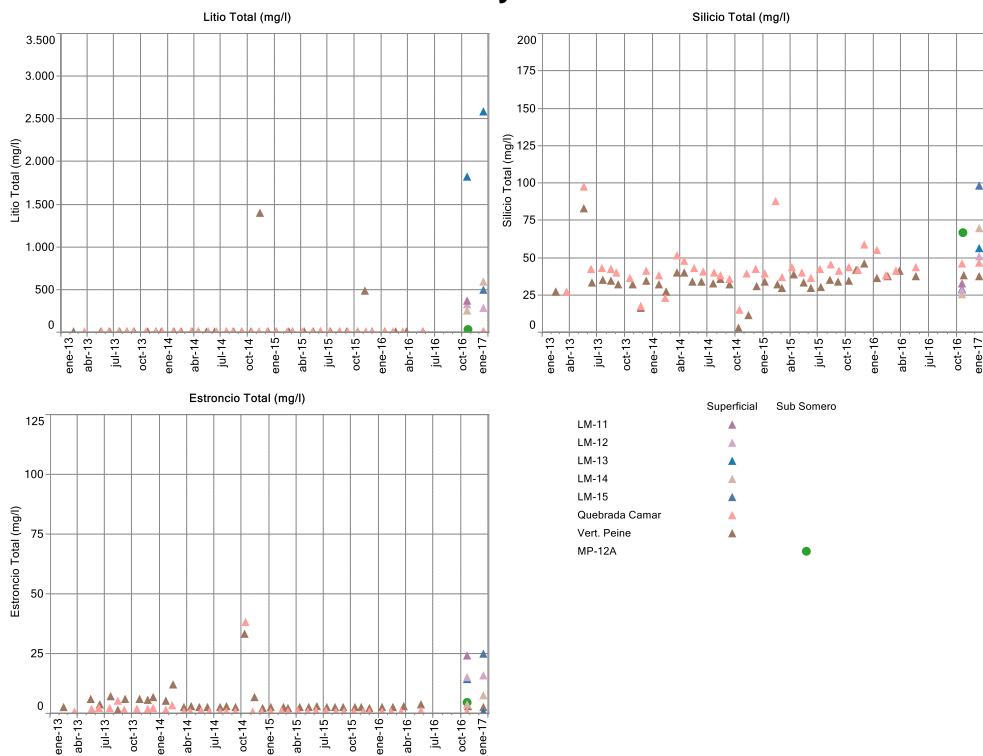
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	306	306	306
LM-12	2	217	231	245
LM-13	2	810	1.072	1.333
LM-14	2	149	251	354
LM-15	1	453	453	453
MP-12A	1	13	13	13
Qda. Camar	38	2	6	49
Vert. Peine	38	6	9	44

Hierro Total, mg/L

Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	0,01	0,01	0,01
LM-12	2	0,01	1,52	3,03
LM-13	2	0,01	0,16	0,32
LM-14	2	0,01	0,18	0,36
LM-15	1	12,95	12,95	12,95
MP-12A	1	6,53	6,53	6,53
Qda. Camar	39	0,01	0,03	19,80
Vert. Peine	39	0,01	0,03	8,91

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 5-137: Variación Temporal, Elementos Minoritarios Totales, Sector Norte y Borde Este**



**Tabla 5-104 Estadígrafos Elementos Minoritarios Totales - Sector Norte y Borde Este**

Litio total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	365	365	365
LM-12	2	281	304	327
LM-13	2	1.824	2.202	2.581
LM-14	2	247	420	592
LM-15	1	492	492	492
MP-12A	1	27	27	27
Qda. Camar	39	0,40	0,72	6,37
Vert. Peine	39	0,23	0,52	1.400

Silicio total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	33	33	33
LM-12	2	28	39	51
LM-13	2	29	43	56
LM-14	2	25	47	69
LM-15	1	98	98	98
MP-12A	1	66	66	66
Qda. Camar	39	15	41	97
Vert. Peine	39	2,6	33,6	83

Estroncio Total, mg/L				
Nombre	N° Reg	Min	Med	Max
LM-11	1	24	24	24
LM-12	2	15	15	16
LM-13	2	0,48	7,39	14,30
LM-14	2	3,45	5,39	7,33
LM-15	1	25	25	25
MP-12A	1	4,37	4,37	4,37
Qda. Camar	39	0,61	0,74	38
Vert. Peine	39	1,50	2,61	33

Fuente: Elaboración Propia

## **5.9 Bombeo de Salmuera y Agua Industrial**

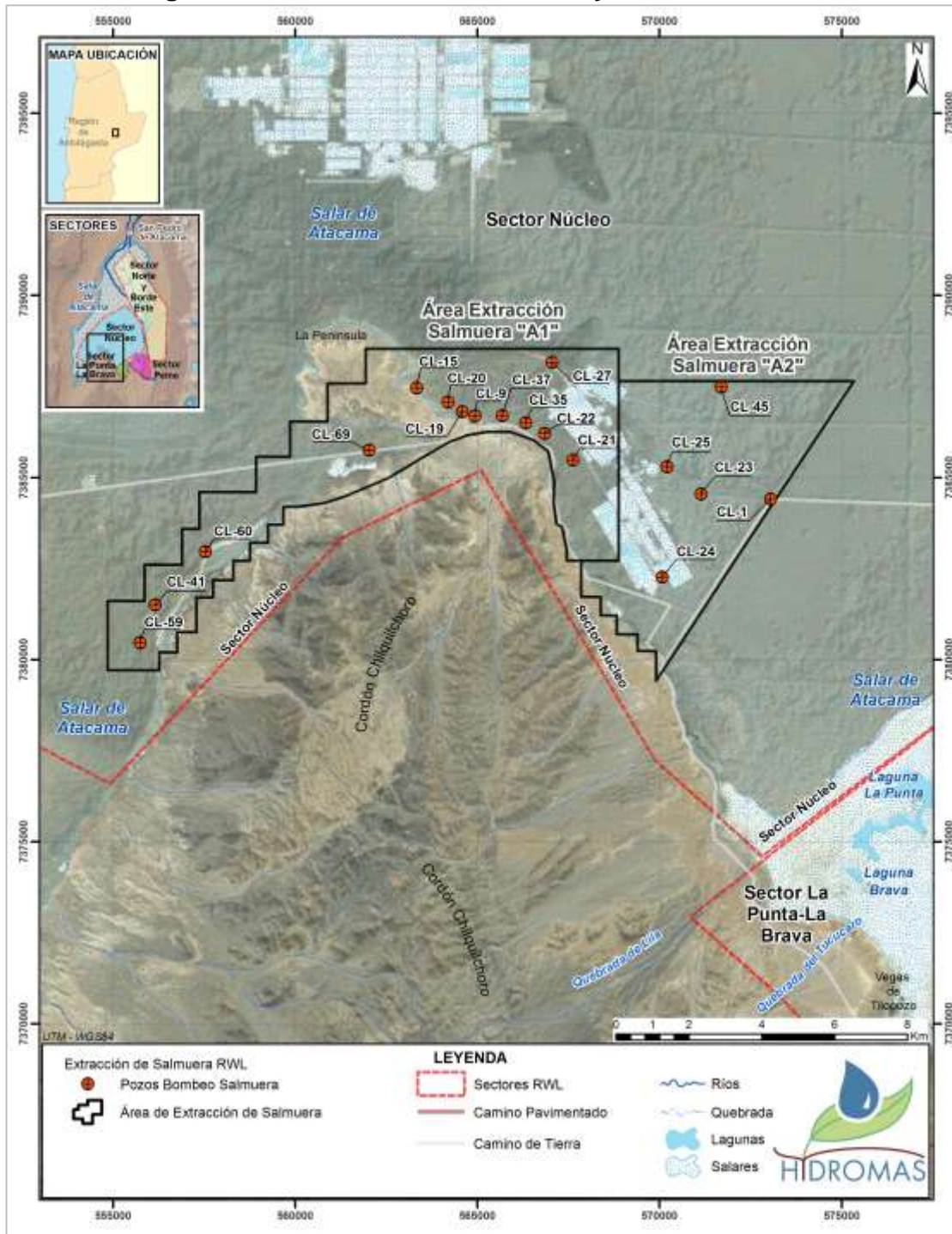
En la Figura 4-13 y Tabla 4-10 de este documento, se muestra la ubicación de todos los pozos de bombeo, tanto desde la salmuera como desde el acuífero del borde del Salar y el detalle de éstos respectivamente. De ellos, se tiene que existen en la actualidad 18 pozos de extracción de Salmuera y 3 pozos de explotación de agua dulce-salobre correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

A continuación, se presenta la información de los caudales bombeados por Rockwood Lithium, en el año 2016 y de manera histórica. En el **Anexo I** de este Informe Anual, se presentan y entregan todos los registros históricos de los caudales bombeados, tanto de la salmuera como de los pozos de agua dulce-salobre.

### **5.9.1 Caudales Bombeados en Salmuera**

Actualmente la extracción de salmuera se realiza en el interior de dos polígonos denominados A1 y A2, indicados en Figura 5-138, utilizando en la actualidad un total de 18 pozos de explotación. Los volúmenes mensuales, volumen total anual, y los caudales medio mensual bombeados de salmuera en el Núcleo del Salar durante el año 2016 en los 18 pozos, se presentan de manera tabular en la Tabla 5-105.

**Figura 5-138: Áreas de Extracción A1 y A2 de Rockwood.**



Fuente: Elaboración propia



**Tabla 5-105 Caudales y Volúmenes Bombeados en Pozos de Salmuera (año 2016)**

Fecha	CL-1		CL-9		CL-15		CL-19	
Area de Bombeo	A2		A1		A1		A1	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]
Enero	49.872	18,6	9.818	3,7	11.575	4,3	33.012	12,3
Febrero	49.106	19,6	9.739	3,9	13.487	5,4	31.175	12,4
Marzo	53.639	20,0	10.145	3,8	13.614	5,1	34.645	12,9
Abril	53.851	20,8	9.560	3,7	13.053	5,0	35.422	13,7
Mayo	58.054	21,7	9.617	3,6	13.594	5,1	34.935	13,0
Junio	58.259	22,5	9.062	3,5	12.910	5,0	34.810	13,4
Julio	55.444	20,7	8.615	3,2	11.211	4,2	30.964	11,6
Agosto	59.534	22,2	8.471	3,2	12.491	4,7	35.283	13,2
Septiembre	59.659	23,0	8.237	3,2	12.348	4,8	34.606	13,4
Octubre	59.398	22,2	9.567	3,6	12.585	4,7	34.879	13,0
Noviembre	56.362	21,7	12.646	4,9	12.111	4,7	34.548	13,3
Diciembre	46.858	17,5	7.616	2,8	11.069	4,1	32.749	12,2
Total	660.036	-	113.093	-	150.048	-	407.028	-
Fecha	CL-20		CL-21		CL-22		CL-23	
Area de Bombeo	A1		A1		A1		A2	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]
Enero	15.162	5,7	27.595	10,3	31.419	11,7	44.225	16,5
Febrero	13.601	5,4	23.203	9,3	28.172	11,2	39.130	15,6
Marzo	14.583	5,4	20.117	7,5	29.501	11,0	30.247	11,3
Abril	13.603	5,2	17.686	6,8	36.680	14,2	42.262	16,3
Mayo	12.771	4,8	16.034	6,0	39.354	14,7	43.671	16,3
Junio	13.978	5,4	14.544	5,6	34.610	13,4	31.284	12,1
Julio	11.615	4,3	11.113	4,1	32.147	12,0	42.316	15,8
Agosto	13.864	5,2	19.890	7,4	35.478	13,2	44.966	16,8
Septiembre	14.744	5,7	19.467	7,5	14.224	5,5	47.489	18,3
Octubre	16.585	6,2	20.422	7,6	2.208	0,8	50.471	18,8
Noviembre	18.098	7,0	16.929	6,5	32.789	12,7	36.466	14,1
Diciembre	16.678	6,2	18.707	7,0	34.279	12,8	36.629	13,7
Total	175.282	-	225.707	-	350.861	-	489.156	-
Fecha	CL-24		CL-25		CL-27		CL-35	
Area de Bombeo	A2		A2		A1		A1	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [l/s]
Enero	53.284	19,9	26.737	10,0	11.881	4,4	8.850	3,3
Febrero	50.053	20,0	23.340	9,3	9.443	3,8	6.860	2,7
Marzo	57.804	21,6	22.610	8,4	9.260	3,5	5.736	2,1
Abril	56.562	21,8	24.475	9,4	8.349	3,2	5.094	2,0
Mayo	59.962	22,4	21.503	8,0	10.920	4,1	5.893	2,2
Junio	55.324	21,3	26.227	10,1	7.244	2,8	6.575	2,5
Julio	49.666	18,5	24.444	9,1	9.996	3,7	7.498	2,8
Agosto	48.277	18,0	23.583	8,8	9.184	3,4	7.008	2,6
Septiembre	46.575	18,8	18.439	7,1	7.998	3,1	9.193	3,5
Octubre	50.535	18,9	16.495	6,2	7.862	2,9	8.528	3,2



**Tabla 5-105 Caudales y Volúmenes Bombeados en Pozos de Salmuera (año 2016)**

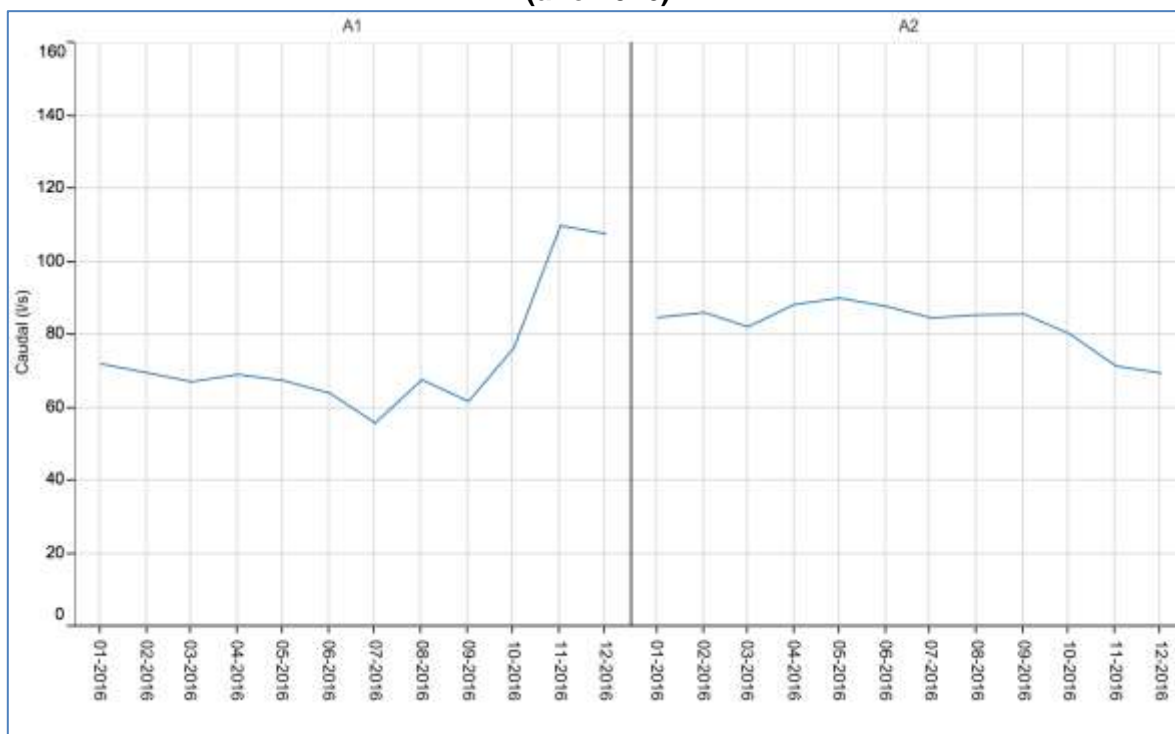
Noviembre	47.415	18,3	15.027	5,8	7.985	3,1	7.695	3,0
Diciembre	47.904	17,9	19.268	7,2	13.408	5,0	6.591	2,5
<i>Total</i>	623.361	-	262.148	-	113.530	-	85.521	-
<b>Fecha</b>	<b>CL-37</b>		<b>CL-41</b>		<b>CL-45</b>		<b>CL-59</b>	
Area de Bombeo	A1		A1		A2		A1	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]
Enero	13.356	5,0	30.089	11,2	52.746	19,7	0	0,0
Febrero	10.802	4,3	27.691	11,1	53.964	21,5	0	0,0
Marzo	10.134	3,8	31.894	11,9	55.680	20,8	0	0,0
Abril	9.663	3,7	29.903	11,5	51.682	19,9	0	0,0
Mayo	9.636	3,6	27.787	10,4	57.868	21,6	0	0,0
Junio	6.731	2,6	25.280	9,8	56.401	21,8	0	0,0
Julio	9.197	3,4	17.025	6,4	54.703	20,4	0	0,0
Agosto	10.373	3,9	29.055	10,8	52.343	19,5	0	0,0
Septiembre	10.111	3,9	28.989	11,2	49.645	19,2	0	0,0
Octubre	10.033	3,7	29.749	11,1	37.954	14,2	20.766	7,8
Noviembre	8.747	3,4	27.417	10,6	29.769	11,5	41.604	16,1
Diciembre	8.698	3,2	28.183	10,5	35.254	13,2	44.221	16,5
<i>Total</i>	117.481	-	333.062	-	588.009	-	106.591	-

<b>Fecha</b>	<b>CL-60</b>		<b>CL-69</b>	
Area de Bombeo	A1		A1	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]
Enero	0	0,0	0	0,0
Febrero	0	0,0	0	0,0
Marzo	0	0,0	0	0,0
Abril	0	0,0	0	0,0
Mayo	0	0,0	0	0,0
Junio	0	0,0	0	0,0
Julio	0	0,0	0	0,0
Agosto	0	0,0	0	0,0
Septiembre	0	0,0	0	0,0
Octubre	20.344	7,6	10.948	4,1
Noviembre	49.377	19,0	14.899	5,7
Diciembre	51.675	19,3	14.327	5,3
<i>Total</i>	121.396	-	40.174	-

Fuente: Elaboración propia

La Figura 5-139, entrega el caudal medio mensual de extracción de salmuera desde las áreas A1 y A2 . Se aprecia que en el año 2016, la extracción desde el polígono A1 como caudal medio mensual varió entre un mínimo del orden de 58 l/s (valor aproximado) y un máximo de 109 l/s (valor aproximado). Para el caso del área A2 el rango en el cual varió la extracción fue entre 70 y 90 l/s (valores aproximados). En esta figura se aprecia el aumento de extracción a a partir de octubre de 2016, fecha de inicio de la extracción asociada a la RCA N° 21/2016.

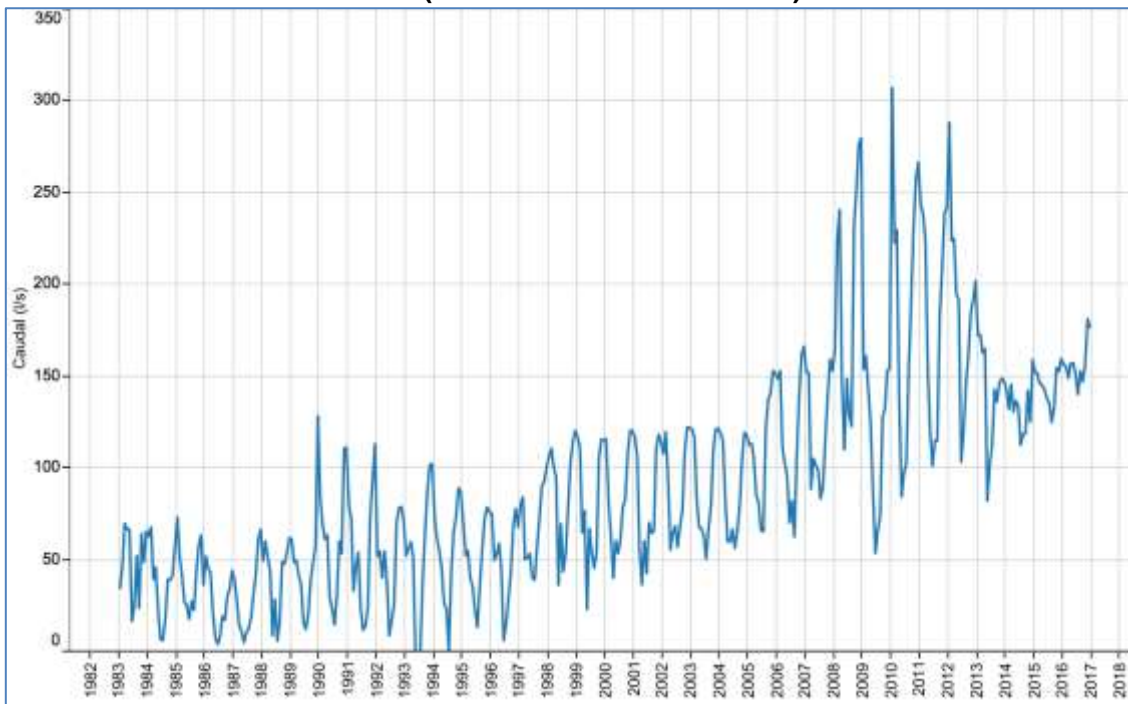
**Figura 5-139 : Caudales Promedios Mensuales en Salmuera de Rockwood por Zona (año 2016)**



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien si se analiza la extracción total desde las áreas A1 y A2, en conjunto, en el año 2016 en relación a la histórico en la Figura 5-140, se muestra la extracción promedio mensual de salmuera realizada por Rockwood entre 1983 hasta diciembre del año 2016. Esta extracción es menor en los meses de invierno y mayor en verano, en atención a la menor y mayor tasa de evaporación que tienen los sistemas de pozas donde se procesa la salmuera.

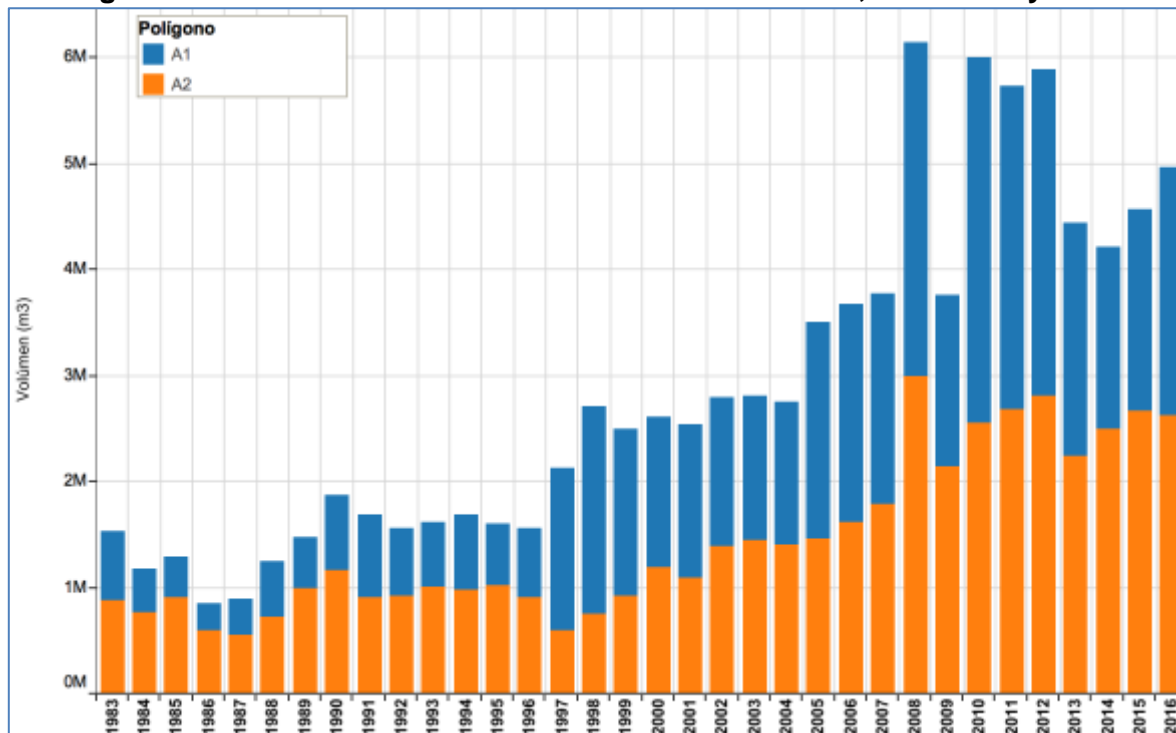
**Figura 5-140: Extracción Promedio Mensual de Salmuera de Rockwood, entre 1983 y 2016. (Extracción Zonas A1 + A2)**



Fuente: Elaboración propia

Si se analiza la extracción de salmuera en términos de volumen anual, en la Figura 5-141, se observa el volumen extraído entre los años 1983 y 2016, desde la zonas A1 y A2. De lo que se puede apreciar es que, el volumen para el año 2016 corresponde a 4.962.484 m<sup>3</sup>, que es equivalente a los 156,9 L/s extraídos.

**Figura 5-141: Volúmen Anual en Salmuera de Rockwood, entre 1983 y 2016.**



Fuente: Elaboración propia

### 5.9.2 Caudales Bombeados en Agua Dulce-Salobre

Además de la extracción de salmuera para la producción de litio, Rockwood posee derechos para extraer agua dulce-salobre para uso industrial y abastecimiento de agua. Específicamente, Rockwood es titular de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y superficiales permanentes y continuos en dos puntos ubicados en los sectores de Tilopozo y Tucúcaro, con caudales de extracción de 8,5 L/s, conforme a la Resolución Exenta N°316/1983 y de 10 L/s de acuerdo con la Resolución Exenta N°453/1996, ambas de la Dirección General de Aguas. El uso de estas aguas es de carácter industrial.

Adicionalmente, mediante la Resolución Exenta N° 584/2000, de la Dirección General de Aguas, fueron otorgados nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas por 5 L/s, a Rockwood para un pozo que se encuentra ubicado en las cercanías del poblado de Peine, y que es utilizado para el abastecimiento de agua del campamento ubicado en esta localidad.

Respecto de la autorización ambiental del ejercicio de dichos derechos es posible indicar que, éstos han sido aprobados

Por otra parte, Rockwood cuenta con aprobación ambiental para el ejercicio de derechos de aprovechamiento por 16,9 l/s entre los pozos de Tilopozo y de Tucúcaro. Los puntos Peine, Tucúcaro y Tilopozo bombean agua de característica dulce-salobre, y se encuentran fuera del núcleo del salar, específicamente Tucúcaro y Tilopozo se encuentran en el sector La Punta-La Brava, mientras que Peine se encuentra en el sector Peine. Los caudales y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre en los pozos respectivos durante el año 2016 se muestran en la Tabla 5-106.

**Tabla 5-106 : Caudales y Volúmenes Bombeados Pozos de Agua dulce-salobre (año 2016)**

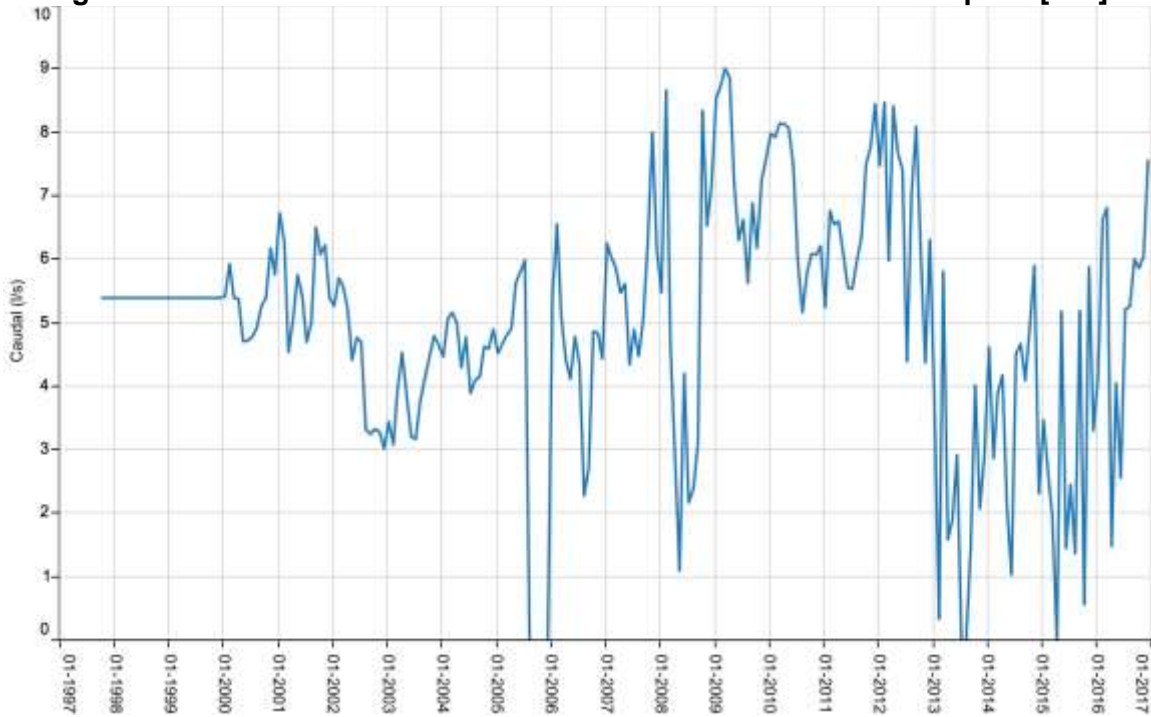
Fecha	Tilopozo		Tucucaro		Peine	
	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]	Vol [m <sup>3</sup> /mes]	Caudal [ l/s ]
Enero	11.124	4,15	7.420	2,77	2.899	1,08
Febrero	16.625	6,64	3.161	1,26	2.917	1,16
Marzo	18.265	6,82	3.591	1,34	229	0,09
Abril	3.875	1,49	8.596	3,32	174	0,07
Mayo	10.862	4,06	7.351	2,74	2.266	0,85
Junio	6.647	2,56	8.627	3,33	924	0,36
Julio	13.971	5,22	4.370	1,63	1.496	0,56
Agosto	14.105	5,27	5.292	1,98	203	0,08
Septiembre	15.580	6,01	6781	2,62	388	0,15
Octubre	15.711	5,87	5.610	2,09	150	0,06
Noviembre	15.694	6,05	6.274	2,42	80	0,03
Diciembre	20.250	7,56	6.328	2,36	262	0,10
Total Anual	162.709	-	73.401	-	11.988	-

Fuente: Elaboración propia

En las Figura 5-142, Figura 5-143 y Figura 5-144, se presentan de manera gráfica los caudales bombeados históricos de los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine, desde los años que comenzaron a medir respectivamente.

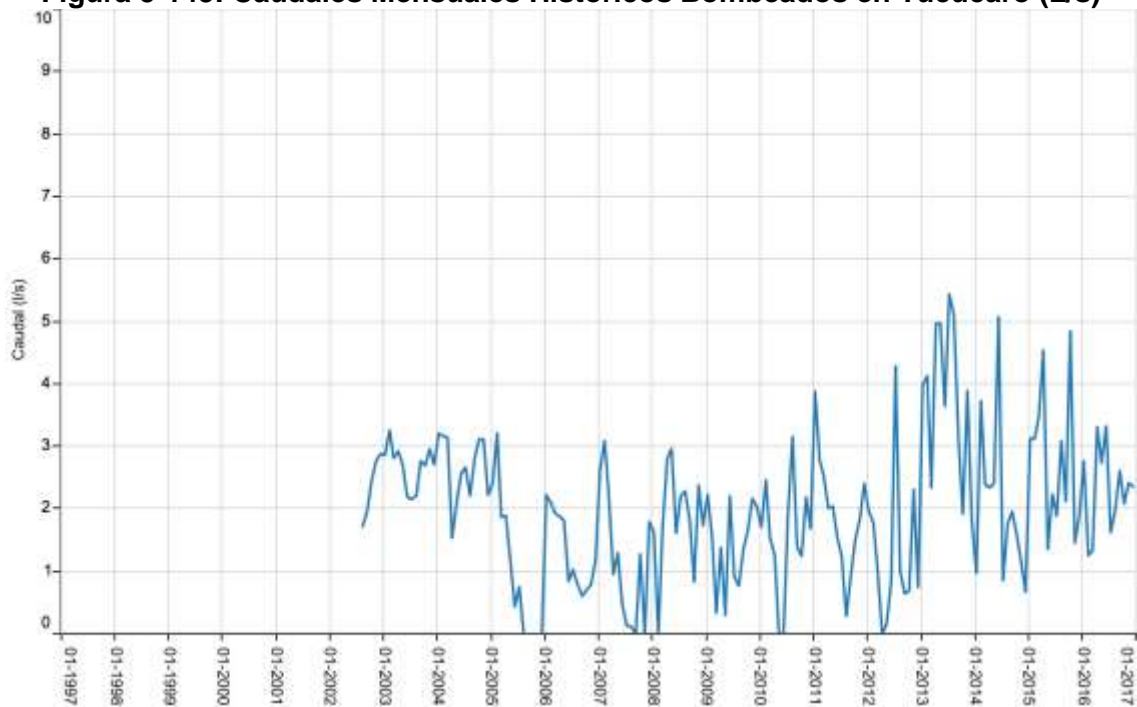
De estos gráficos es posible apreciar que la extracción de agua dulce no es constante en el tiempo, presentando valores altos, sin sobrepasar lo ambientalmente autorizado, y valores bajos, e incluso nulo.

**Figura 5-142: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tilopozo [ l/s ]**



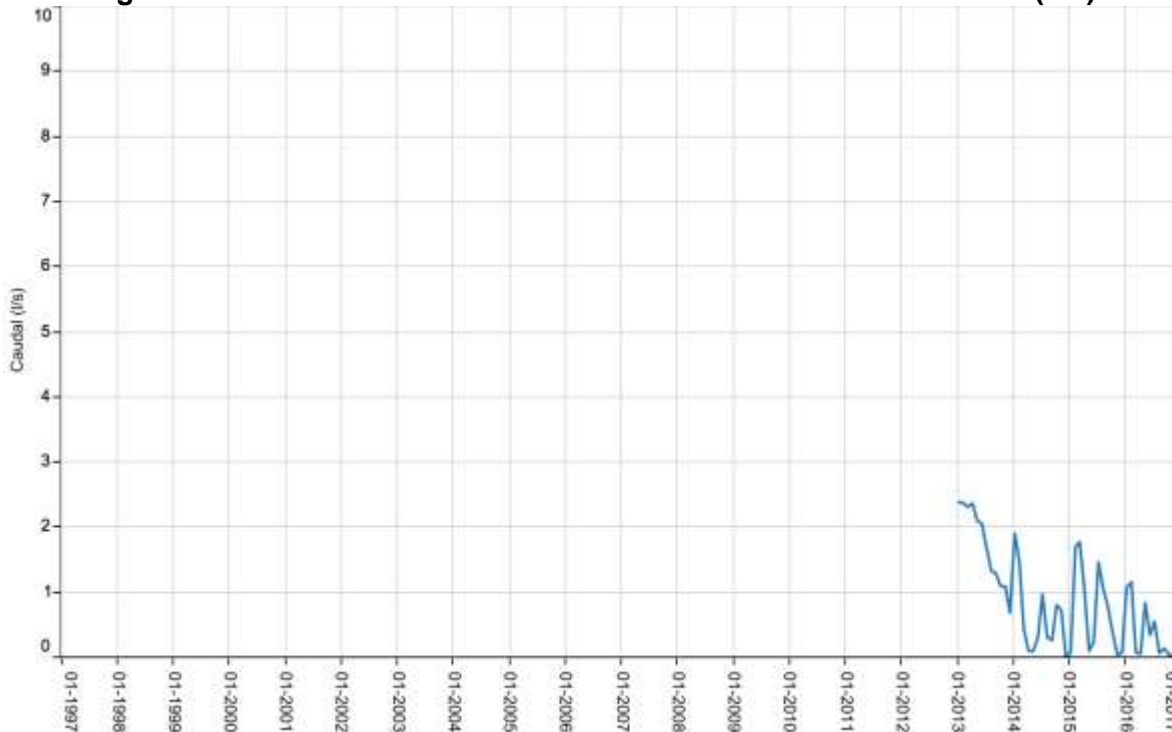
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-143: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Tucúcaro (L/s)**



Fuente: Elaboración propia

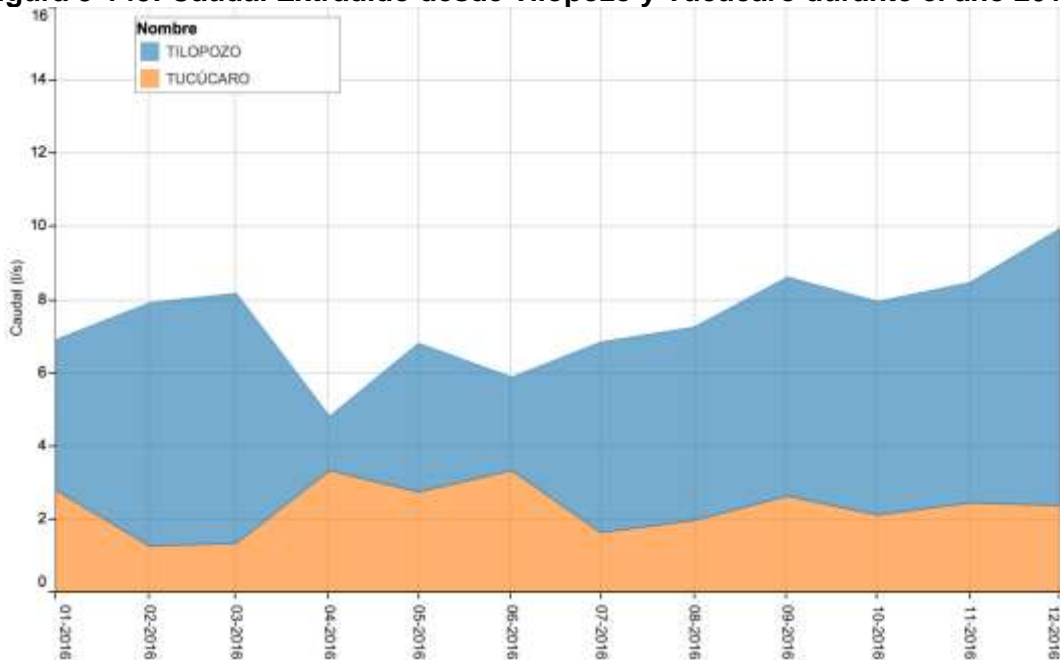
**Figura 5-144: Caudales Mensuales Históricos Bombeados en Peine (L/s)**



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-145, se muestra en detalle el caudal de bombeo extraído desde Tilopozo y Tucúcaro durante el año 2016.

**Figura 5-145: Caudal Extradido desde Tilopozo y Tucucaro durante el año 2016.**



Fuente: Elaboración propia



### 5.9.3 Química en Pozos de Extracción

En la Tabla 4-10, de este documento “Red de Monitoreo desde Salmuera y agua dulce Salobre”, se identifican los pozos en los cuales se les realiza análisis químico distinto de los parámetros físico químicos analizados en los Sectores anteriores.

Como ya se ha mencionado, los pozos de bombeo del núcleo y de agua dulce salobre, tienen compromiso de análisis químico de aguas en el marco de la RCA N°92/2000, en cuyo caso, los elementos que son monitoreados en la salmuera y en el agua dulce-salobre corresponden a: sodio, litio, potasio, magnesio, calcio y sulfatos. El compromiso que quedase establecido, en el caso de los pozos de extracción de salmuera, en términos de unidades de reportabilidad corresponden a % (porcentajes) y en los pozos de extracción de agua dulce-salobre corresponde a ppm (partes por millón).

A continuación, se presentan de manera tabular los resultados de los datos registrados para la química de los pozos de bombeo para el año 2016. En el **Anexo I**, se presentan todos los registros y resultados históricos de la química de pozos de agua de bombeo en formato digital, desde Enero del año 2000 hasta Diciembre 2016.

**Tabla 5-107 Resultados química de pozo CL-1 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,225	0,037	0,143	1,04	1,78	7,75	1,43
Febrero	1,222	0,050	0,140	0,99	1,93	7,77	1,24
Marzo	1,226	0,038	0,140	1,02	2,00	7,89	1,52
Abril	1,225	0,036	0,143	1,03	1,87	7,70	1,23
Mayo	1,220	0,035	0,141	1,00	2,05	7,64	1,44
Junio	1,227	0,037	0,142	1,00	1,72	7,69	1,42
Julio	1,225	0,037	0,143	1,00	2,03	7,99	1,69
Agosto	1,225	0,032	0,144	1,00	1,97	7,69	1,67
Septiembre	1,225	0,032	0,144	0,99	1,88	7,72	1,52
Octubre	1,225	0,031	0,142	1,00	1,82	7,60	1,52
Noviembre	1,222	0,032	0,143	1,02	2,15	7,82	1,60
Diciembre	1,223	0,031	0,141	1,00	1,88	7,74	1,70

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-108 Resultados química de pozo CL-9 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,224	1,22	0,23	1,64	2,02	5,36	0,029
Febrero	1,222	1,35	0,22	1,62	2,05	5,34	0,025
Marzo	1,225	1,28	0,22	1,59	2,01	5,39	0,025
Abril	1,224	1,28	0,22	1,63	2,09	5,40	0,023
Mayo	1,224	1,16	0,21	1,56	1,97	5,32	0,032
Junio	1,225	1,15	0,21	1,56	1,95	5,40	0,032
Julio	1,223	1,12	0,22	1,56	1,86	5,36	0,030
Agosto	1,224	1,20	0,22	1,56	1,94	5,36	0,033
Septiembre	1,223	1,28	0,22	1,55	1,96	5,34	0,028
Octubre	1,224	1,16	0,22	1,54	1,85	5,27	0,031
Noviembre	1,223	1,21	0,22	1,56	2,07	5,44	0,030
Diciembre	1,221	1,24	0,22	1,54	2,02	5,33	0,021

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-109 Resultados química de pozo CL-15 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,230	0,64	0,38	2,31	3,20	4,16	0,053
Febrero	1,230	0,87	0,36	2,25	3,34	4,37	0,045
Marzo	1,236	0,75	0,36	2,22	3,24	4,28	0,046
Abril	1,232	0,74	0,36	2,23	3,24	4,31	0,043
Mayo	1,232	0,64	0,35	2,18	3,15	4,28	0,051
Junio	1,232	0,72	0,34	2,12	3,19	4,29	0,057
Julio	1,231	0,65	0,35	2,10	3,26	4,32	0,051
Agosto	1,232	0,69	0,35	2,09	3,34	4,39	0,062
Septiembre	1,232	0,73	0,35	2,09	3,25	4,33	0,051
Octubre	1,232	0,72	0,35	2,12	3,17	4,30	0,044
Noviembre	1,230	0,70	0,35	2,10	3,33	4,38	0,057
Diciembre	1,229	0,74	0,35	2,10	3,28	4,40	0,063

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-110 Resultados química de pozo CL-19 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,221	0,77	0,24	1,62	2,25	5,56	0,046
Febrero	1,221	0,92	0,24	1,67	2,46	5,70	0,044
Marzo	1,222	0,84	0,24	1,60	2,30	5,60	0,043
Abril	1,221	0,86	0,24	1,65	2,35	5,54	0,039
Mayo	1,223	0,79	0,24	1,56	2,29	5,52	0,048
Junio	1,223	0,87	0,23	1,57	2,22	5,56	0,050
Julio	1,221	0,76	0,24	1,56	2,47	5,60	0,045
Agosto	1,222	0,75	0,24	1,55	2,43	5,56	0,054
Septiembre	1,221	0,87	0,24	1,57	2,34	5,59	0,046
Octubre	1,220	0,82	0,23	1,56	2,25	5,49	0,040
Noviembre	1,220	0,81	0,24	1,57	2,31	5,55	0,052
Diciembre	1,218	0,82	0,23	1,57	2,31	5,52	0,046

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-111 Resultados química de pozo CL-20 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,229	0,96	0,30	2,03	2,66	4,65	0,052
Febrero	1,227	0,95	0,30	1,99	2,79	2,79	0,046
Marzo	1,228	0,99	0,30	2,01	2,66	4,65	0,040
Abril	1,228	0,99	0,30	2,03	2,71	4,65	0,036
Mayo	1,230	1,06	0,30	1,99	2,77	4,63	0,047
Junio	1,229	1,12	0,30	2,01	2,75	4,64	0,047
Julio	1,227	1,02	0,30	1,96	2,68	4,69	0,049
Agosto	1,230	0,90	0,30	1,93	2,86	4,69	0,056
Septiembre	1,229	0,98	0,30	1,96	2,87	4,72	0,042
Octubre	1,229	1,03	0,30	1,99	2,66	4,57	0,045
Noviembre	1,227	0,94	0,30	2,00	2,71	4,63	0,050
Diciembre	1,226	0,97	0,30	1,95	2,66	4,55	0,042

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-112 Resultados química de pozo CL-21 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,227	0,43	0,27	2,04	2,90	5,12	0,115
Febrero	1,225	0,43	0,27	2,02	2,96	5,04	0,099
Marzo	1,228	0,40	0,27	2,08	3,05	5,04	0,108
Abril	1,228	0,40	0,27	2,14	3,03	5,04	0,098
Mayo	1,229	0,38	0,27	2,11	3,06	4,99	0,125
Junio	1,229	0,36	0,26	2,09	3,00	4,89	0,123
Julio	1,228	0,39	0,28	2,12	3,27	4,80	0,116
Agosto	1,228	0,40	0,27	2,00	3,05	5,02	0,116
Septiembre	1,228	0,39	0,27	2,04	2,92	4,88	0,100
Octubre	1,227	0,39	0,27	2,06	2,98	4,96	0,107
Noviembre	1,224	0,39	0,27	2,08	3,03	4,99	0,111
Diciembre	1,225	0,35	0,27	2,10	3,02	4,93	0,128

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-113 Resultados química de pozo CL-22 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,221	0,78	0,24	1,74	2,25	5,60	0,056
Febrero	1,221	0,89	0,23	1,82	2,51	5,71	0,048
Marzo	1,221	0,71	0,24	1,71	2,34	5,60	0,050
Abril	1,222	0,65	0,23	1,68	2,19	5,63	0,054
Mayo	1,221	0,73	0,23	1,68	2,15	5,48	0,056
Junio	1,223	0,72	0,23	1,66	2,18	5,59	0,059
Julio	1,220	0,64	0,23	1,63	2,16	5,57	0,056
Agosto	1,221	0,61	0,23	1,65	2,32	5,61	0,068
Septiembre	1,221	0,61	0,23	1,65	2,32	5,61	0,068
Octubre	1,222	0,52	0,24	1,63	2,38	5,66	0,073
Noviembre	1,218	0,56	0,23	1,69	2,35	5,65	0,060
Diciembre	1,219	0,57	0,23	1,68	2,34	5,64	0,081

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-114 Resultados química de pozo CL-23 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,224	0,035	0,13	0,99	1,63	7,94	1,44
Febrero	1,225	0,031	0,13	0,93	1,79	7,84	1,43
Marzo	1,226	0,034	0,13	0,97	1,73	7,99	1,50
Abril	1,226	0,034	0,13	0,99	1,75	7,87	1,20
Mayo	1,227	0,033	0,13	1,01	1,82	7,85	1,40
Junio	1,228	0,035	0,13	1,01	1,60	7,87	1,67
Julio	1,225	0,035	0,13	1,01	1,76	7,96	1,78
Agosto	1,226	0,031	0,13	0,95	1,93	7,79	1,78
Septiembre	1,226	0,030	0,14	0,98	1,78	7,73	1,64
Octubre	1,226	0,030	0,13	0,95	1,82	7,88	1,71
Noviembre	1,222	0,035	0,13	0,98	1,79	7,92	1,76
Diciembre	1,225	0,030	0,13	0,93	1,70	8,02	1,82

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-115 Resultados química de pozo CL-24 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,227	0,038	0,18	1,35	2,04	6,99	1,37
Febrero	1,228	0,035	0,18	1,37	2,31	7,00	1,34
Marzo	1,227	0,037	0,18	1,52	2,26	7,01	1,40
Abril	1,228	0,037	0,18	1,42	2,13	6,95	1,27
Mayo	1,229	0,036	0,18	1,41	2,31	6,84	1,15
Junio	1,228	0,038	0,18	1,38	2,17	7,03	1,34
Julio	1,226	0,039	0,18	1,31	2,07	7,08	1,55
Agosto	1,228	0,033	0,18	1,34	2,26	6,94	1,56
Septiembre	1,227	0,032	0,18	1,38	2,16	6,79	1,49
Octubre	1,226	0,033	0,18	1,37	2,08	6,88	1,44
Noviembre	1,224	0,038	0,18	1,39	2,16	6,16	1,55
Diciembre	1,226	0,032	0,18	1,35	2,17	6,92	1,64

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-116 Resultados química de pozo CL-25 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,223	0,036	0,20	1,28	2,09	7,19	1,35
Febrero	1,224	0,032	0,20	1,35	1,96	7,13	1,25
Marzo	1,225	0,035	0,21	1,33	1,86	7,07	1,32
Abril	1,225	0,036	0,20	1,34	1,87	7,05	1,34
Mayo	1,222	0,034	0,19	1,30	1,86	7,11	1,35
Junio	1,225	0,037	0,19	1,26	1,80	7,19	1,30
Julio	1,221	0,042	0,23	1,34	1,76	6,90	1,46
Agosto	1,223	0,031	0,20	1,26	1,89	7,07	1,59
Septiembre	1,222	0,030	0,20	1,29	1,99	6,95	1,48
Octubre	1,220	0,031	0,20	1,28	1,58	6,98	1,44
Noviembre	1,221	0,035	0,21	1,32	2,10	7,20	1,54
Diciembre	1,220	0,031	0,21	1,29	2,08	7,07	1,52

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-117 Resultados química de pozo CL-27 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,227	0,13	0,25	1,56	3,60	5,60	0,56
Febrero	1,221	0,07	0,22	1,38	2,30	6,51	1,09
Marzo	1,224	0,07	0,21	1,43	2,54	6,47	1,13
Abril	1,224	0,13	0,23	1,58	3,36	5,63	0,44
Mayo	1,230	0,11	0,23	1,62	3,24	5,96	0,64
Junio	1,228	0,14	0,23	1,63	2,98	5,97	0,61
Julio	1,227	0,28	0,24	1,62	2,91	5,71	0,41
Agosto	1,229	0,12	0,24	1,57	3,03	5,96	0,69
Septiembre	1,228	0,13	0,24	1,56	2,94	5,86	0,65
Octubre	1,228	0,11	0,23	1,55	2,99	6,02	0,69
Noviembre	1,226	0,08	0,23	1,53	2,89	5,46	0,85
Diciembre	1,227	0,07	0,24	1,58	3,28	6,16	0,88

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-118 Resultados química de pozo CL-35 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,219	0,26	0,22	1,62	2,27	6,37	0,17
Febrero	1,218	0,24	0,22	1,55	2,46	6,35	0,18
Marzo	1,220	0,22	0,22	1,64	2,36	6,35	0,19
Abril	1,219	0,22	0,22	1,64	2,26	6,28	0,17
Mayo	1,218	0,18	0,21	1,24	1,71	4,72	0,24
Junio	1,219	0,19	0,22	1,56	2,24	6,20	0,23
Julio	1,218	0,20	0,22	1,58	2,51	6,25	0,22
Agosto	1,219	0,19	0,22	1,53	2,37	6,31	0,24
Septiembre	1,219	0,18	0,23	1,56	2,16	6,05	0,22
Octubre	1,219	0,19	0,22	1,56	2,27	6,14	0,19
Noviembre	1,216	0,22	0,22	1,59	2,32	6,15	0,18
Diciembre	1,217	0,20	0,22	1,59	2,40	6,23	0,26

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-119 Resultados química de pozo CL-37 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,218	1,07	0,21	1,56	1,83	5,46	0,042
Febrero	1,220	1,00	0,21	1,55	1,98	5,69	0,036
Marzo	1,219	0,95	0,20	1,52	1,90	5,72	0,036
Abril	1,220	0,99	0,21	1,57	1,88	5,61	0,030
Mayo	1,221	0,65	0,23	1,64	2,27	5,60	0,066
Junio	1,218	0,94	0,20	1,54	1,90	5,58	0,035
Julio	1,217	1,00	0,21	1,57	1,91	5,58	0,039
Agosto	1,218	0,94	0,21	1,49	1,92	5,48	0,044
Septiembre	1,218	1,02	0,21	1,50	1,88	5,42	0,039
Octubre	1,217	1,06	0,21	1,50	1,93	5,51	0,037
Noviembre	1,215	1,02	0,21	1,50	2,11	5,70	0,047
Diciembre	1,215	1,01	0,21	1,52	2,03	5,49	0,039

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-120 Resultados química de pozo CL-41 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,213	0,52	0,15	1,30	1,37	6,93	0,072
Febrero	1,213	0,53	0,15	1,20	1,42	6,93	0,070
Marzo	1,215	0,53	0,15	1,25	1,46	6,89	0,067
Abril	1,215	0,53	0,15	1,32	1,47	6,97	0,065
Mayo	1,216	0,52	0,15	1,28	1,58	6,90	0,074
Junio	1,215	0,49	0,14	1,24	1,49	7,00	0,074
Julio	1,214	0,48	0,15	1,17	1,35	7,01	0,084
Agosto	1,214	0,51	0,15	1,20	1,50	6,88	0,089
Septiembre	1,215	0,52	0,15	1,25	1,42	6,76	0,069
Octubre	1,214	0,50	0,15	1,22	1,48	6,88	0,068
Noviembre	1,211	0,51	0,15	1,22	1,51	6,98	0,069
Diciembre	1,210	0,51	0,15	1,20	1,62	7,16	0,071

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-121 Resultados química de pozo CL-45 año 2016 (%)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,222	0,044	0,14	0,98	1,87	7,75	1,20
Febrero	1,225	0,033	0,14	1,03	1,95	7,67	1,23
Marzo	1,229	0,044	0,14	1,00	1,79	7,69	1,13
Abril	1,223	0,042	0,14	1,04	2,04	7,84	0,94
Mayo	1,224	0,043	0,14	0,97	2,15	7,77	0,95
Junio	1,224	0,045	0,14	0,99	1,95	7,78	1,26
Julio	1,222	0,057	0,14	1,01	1,91	7,76	1,28
Agosto	1,223	0,055	0,14	0,98	1,90	7,72	1,37
Septiembre	1,223	0,036	0,14	0,96	1,88	7,66	1,24
Octubre	1,222	0,038	0,13	0,94	1,94	7,76	1,17
Noviembre	1,220	0,037	0,13	0,98	2,04	7,94	1,26
Diciembre	1,220	0,037	0,13	0,95	1,56	7,77	1,35

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-122 Resultados química de pozo Tilopozo año 2016 (ppm)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,002	126,7	4,7	95,6	77,2	1.040,0	358,9
Febrero	1,001	122,0	4,7	94,3	82,1	576,4	340,1
Marzo	1,001	122,5	5,0	94,7	82,2	627,5	415,6
Abril	1,002	112,6	6,0	97,1	81,1	601,5	324,9
Mayo	1,001	121,0	5,0	92,0	81,0	574,0	327,0
Junio	1,003	133,0	5,0	93,0	78,0	579,0	331,0
Julio	1,002	129,8	4,8	92,2	75,8	553,2	351,5
Agosto	1,002	126,1	11,1	91,4	76,6	566,8	379,3
Septiembre	1,002	128,8	4,9	93,1	84,8	589,9	337,9
Octubre	1,002	130,0	4,7	91,3	80,1	599,1	380,0
Noviembre	1,000	126,0	4,6	93,8	77,8	538,0	373,0
Diciembre	1,000	131,3	4,7	93,4	79,9	604,2	408,0

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-123 Resultados química de pozo Tucúcaro año 2016 (ppm)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,003	137,2	11,2	131,0	158,4	1.880,0	501,8
Febrero	1,003	121,7	11,0	129,7	157,1	895,1	487,4
Marzo	1,003	129,5	13,6	135,0	162,2	1.029,0	509,1
Abril	1,003	119,8	10,1	122,8	152,5	961,0	363,1
Mayo	1,003	131,0	11,0	126,0	160,0	1.000,0	432,0
Junio	1,003	138,0	9,0	117,0	148,0	897,0	388,0
Julio	1,003	137,5	10,9	125,0	151,2	985,5	466,7
Agosto	1,003	138,8	4,9	126,3	152,0	1.035,7	463,7
Septiembre	1,003	141,8	11,1	128,6	156,0	1.018,6	421,1
Octubre	1,003	141,4	10,5	125,7	153,4	963,0	530,2
Noviembre	1,001	139,0	11,3	145,0	192,0	1.100,0	502,0
Diciembre	1,000	142,7	10,9	130,0	163,2	1.033,0	557,3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5-124 Resultados química de pozo Peine año 2016 (ppm)**

Fecha	Densidad gr/cm <sup>3</sup>	Calcio	Litio	Magnesio	Potasio	Sodio	Sulfato
Enero	1,002	463,4	0,83	108,4	32,9	1.350,0	844,3
Febrero	1,002	464,6	1,20	109,9	34,7	696,9	646,2
Marzo	1,002	538,3	0,93	107,2	35,1	725,2	839,8
Abril	1,002	466,6	0,97	108,0	35,2	688,6	687,1
Mayo	1,004	452,0	11,00	105,0	36,0	685,0	777,0
Junio	1,003	444,0	1,00	107,0	34,0	699,0	761,0
Julio	1,003	498,0	8,00	103,0	33,0	669,0	832,0
Agosto	1,001	399,9	0,94	106,0	36,7	692,3	757,2
Septiembre	1,002	419,2	0,99	105,8	42,2	713,7	753,3
Octubre	1,002	411,3	0,88	102,7	37,4	663,2	892,9
Noviembre	1,001	449,6	0,92	109,4	37,2	724,4	807,3
Diciembre	1,000	416,8	0,95	106,6	35,9	653,8	794,1

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los resultados, se presenta por pozo, mostrando la variación temporal histórica que han tenido cada uno de los 6 elementos en el tiempo, en su correspondiente unidad de reportabilidad.

### 5.9.3.1 Química en Pozos de Bombeo Salmuera

Como se ha mencionado, la unidad en la que se reportan los contenidos de los 6 elementos en los pozos del núcleo es en porcentaje (%).

Dicho porcentaje, debe entenderse como porcentaje en peso de mg del elemento, por cada 100 mg de salmuera. Por ejemplo, una concentración de un X% del ión Sulfato indica que por cada 100 mg de salmuera se tienen X mg de SO<sub>4</sub>.

Es importante señalar que dentro de los elementos que se analizan esta el Cloruro, cuya concentración es muy elevada en la salmuera (entre 15 a 19 %) en relación a los otros elementos. Los elementos que son incluidos en el reporte (Li, Mg, Na, K, Ca y SO<sub>4</sub>) totalizan del orden del 13% y que corresponden a un fracción de las sales disueltas en la salmuera.

La Figura 5-146, presenta la gráfica histórica de la variación en % porcentaje de los elementos comprometidos en los pozos del núcleo. Ellos se han graficado dependiendo de la escala de resultados que presentan, los cuales se resumen sus valores mínimos y máximos en la Tabla 5-125.



De la integración de los resultados de todos los pozos del núcleo, se tiene que todos los elementos, con excepción del Sodio, presentan contenidos entre 0,014%, que se da para los Sulfatos, y de 3,78%, para el Potasio. En el caso del Sodio, se presenta un rango de contenidos mayor, entre 2,79% de mínima y 9,13% de máximos.

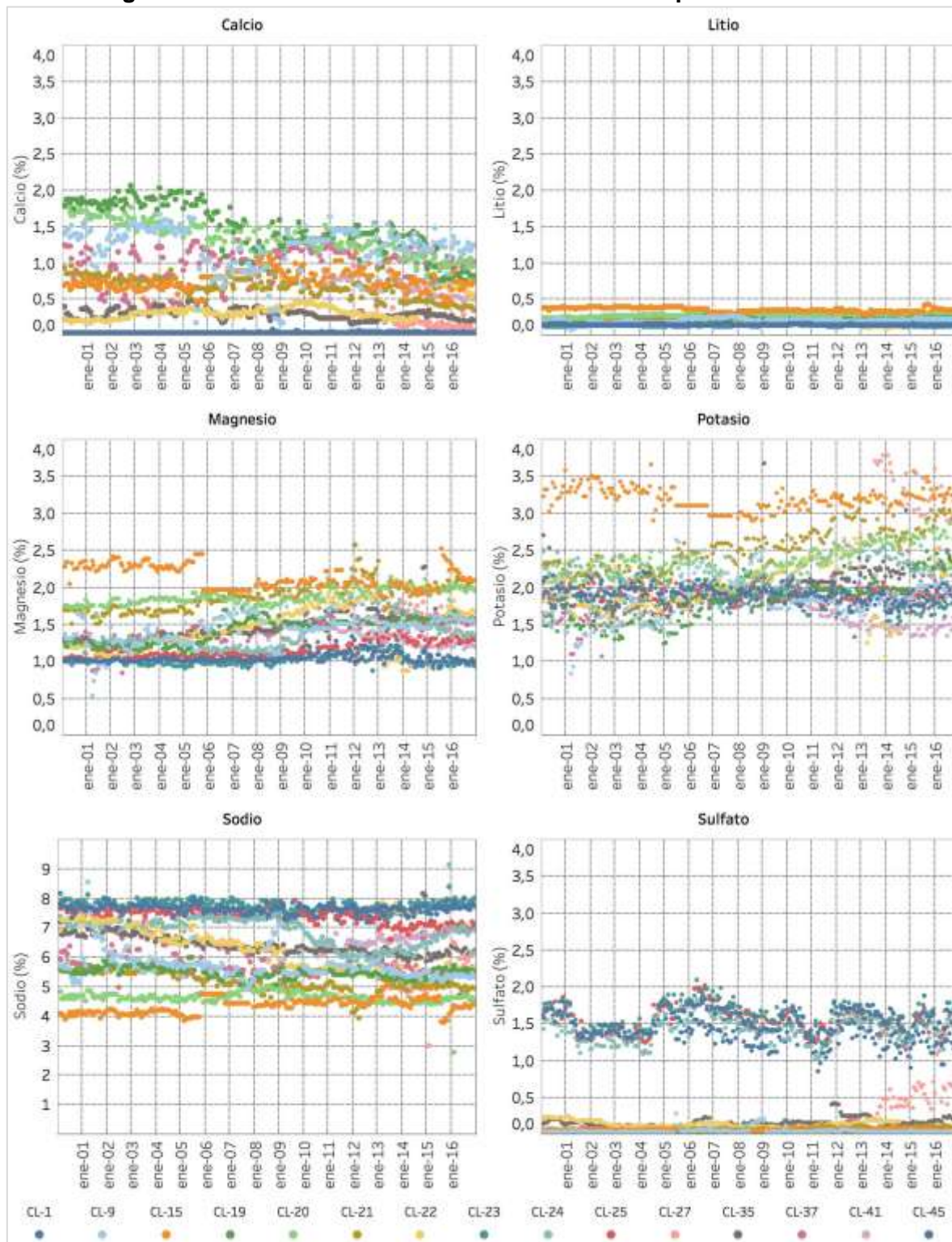
**Tabla 5-125 Resumen de Resultados química para todos los pozos del Núcleo**

Parámetro	Mínimo (2000-2016)		Máximo (2000-2016)	
	%	Pozo	%	Pozo
Calcio	0,025	CL-45	2,06	CL-19
Litio	0,08	CL-9	0,364	CL-21
Magnesio	0,53	CL-9	2,57	CL-21
Potasio	0,84	CL-9	3,78	CL-27
Sodio	2,79	CL-20	9,13	CL-24
Sulfatos	0,014	CL-19	2,1	CL-23

Fuente: Elaboración propia

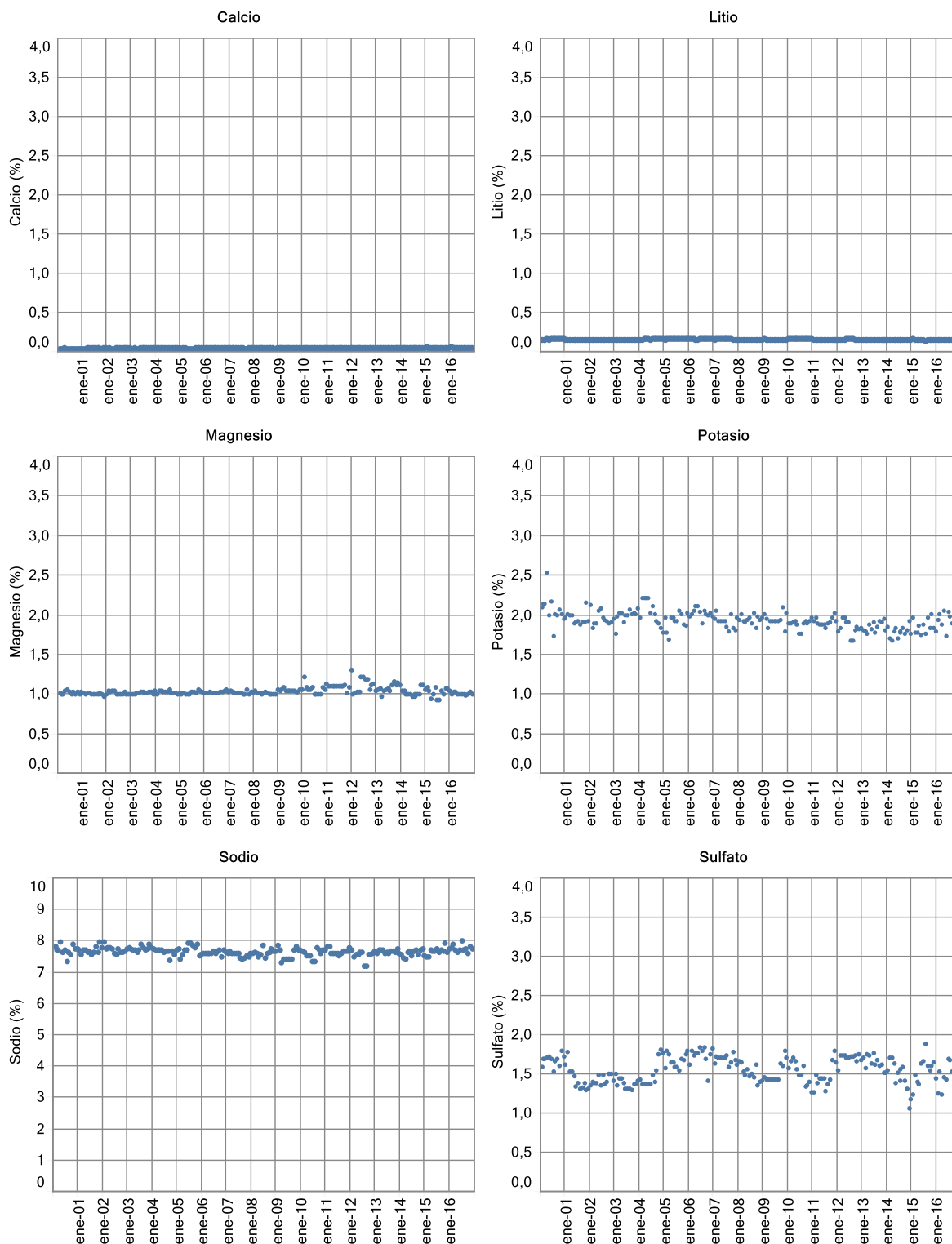
En Figura 5-147 en adelante, se presentan las gráficas con la variación temporal de cada uno de los elementos, para cada uno de los pozos comprometidos a reportar, ubicados en el núcleo.

**Figura 5-146: Variación de la Química en todos los pozos del núcleo**



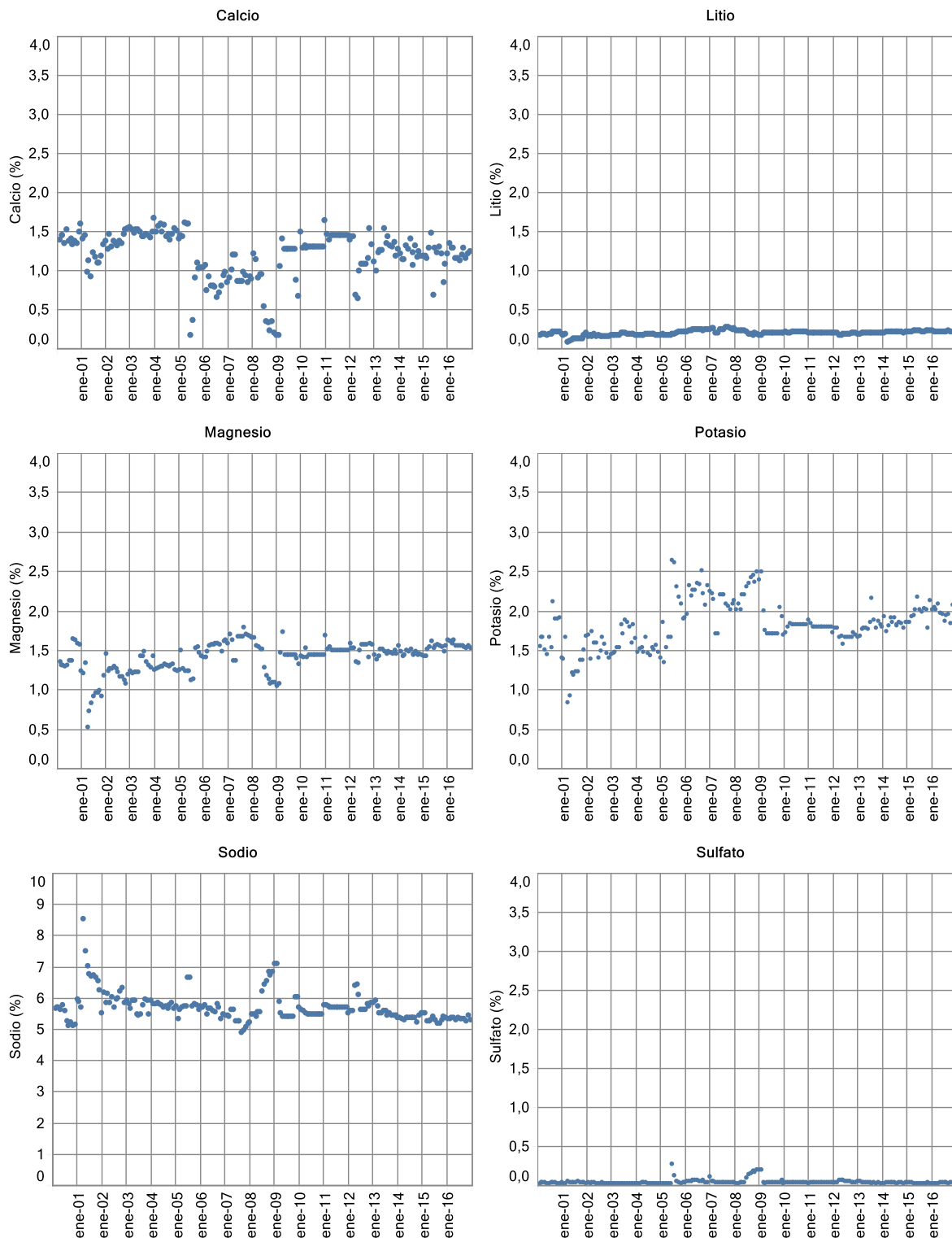
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-147: Variación de la Química para pozo CL-1**



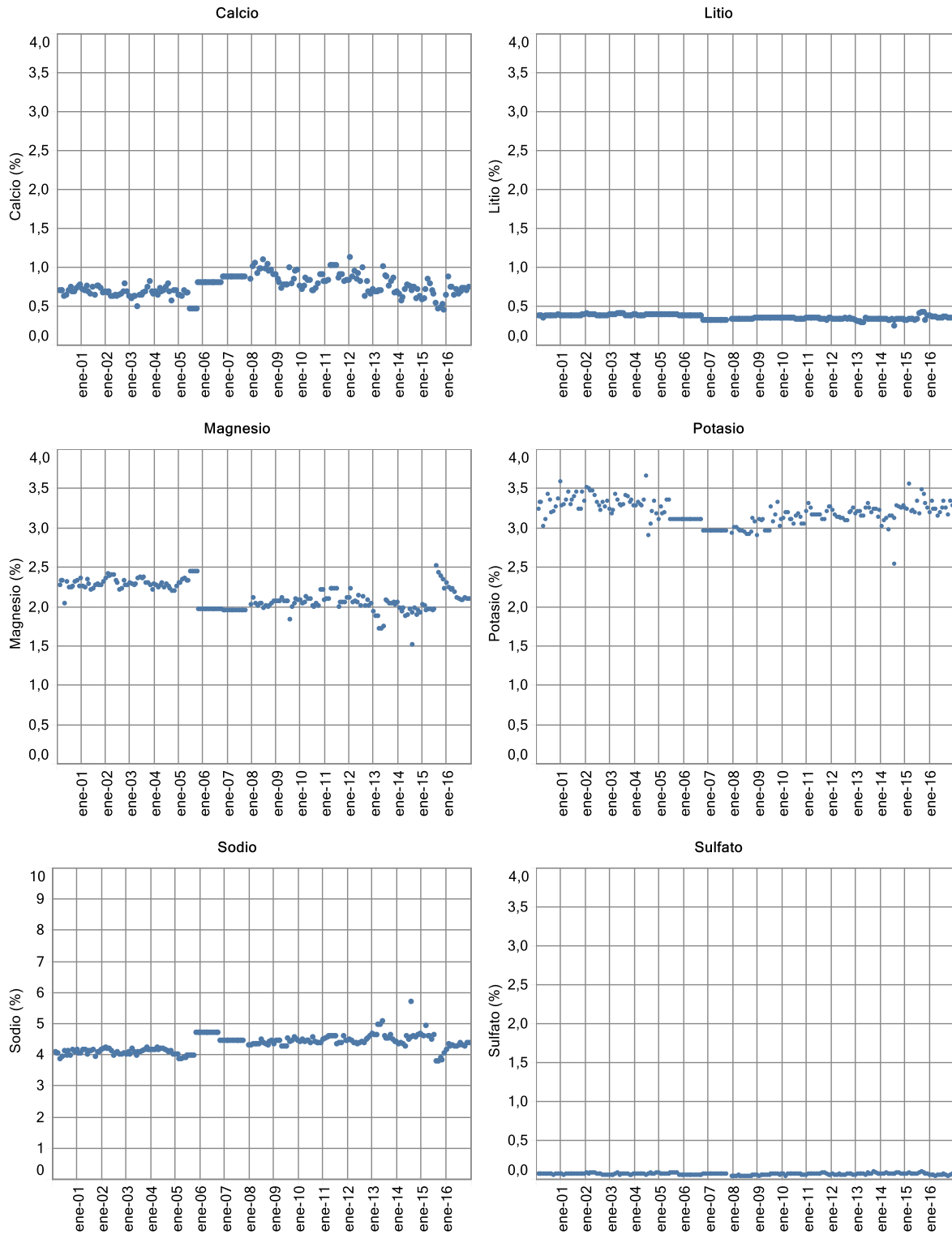
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-148: Variación de la Química para pozo CL-9**



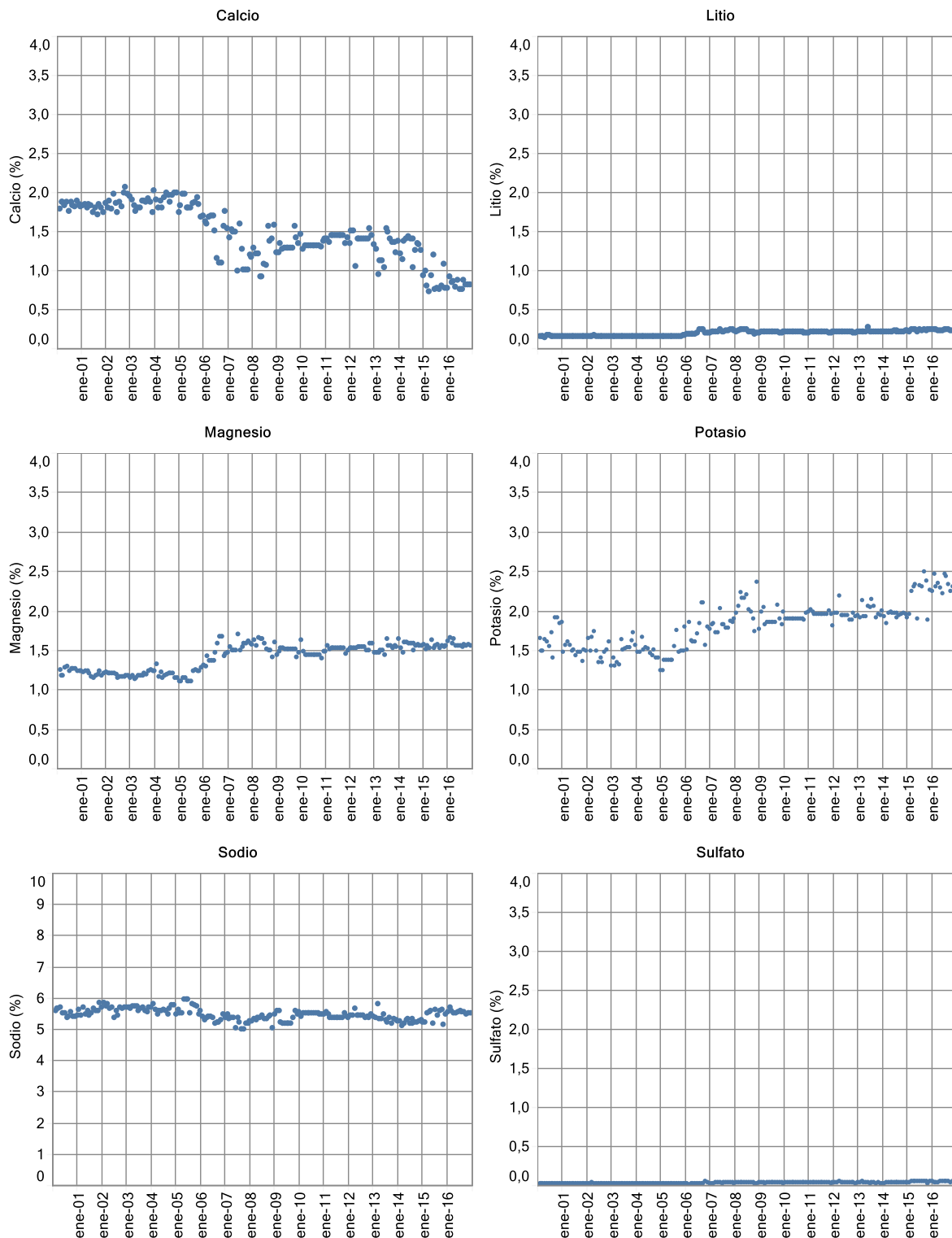
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-149: Variación de la Química para pozo CL-15**



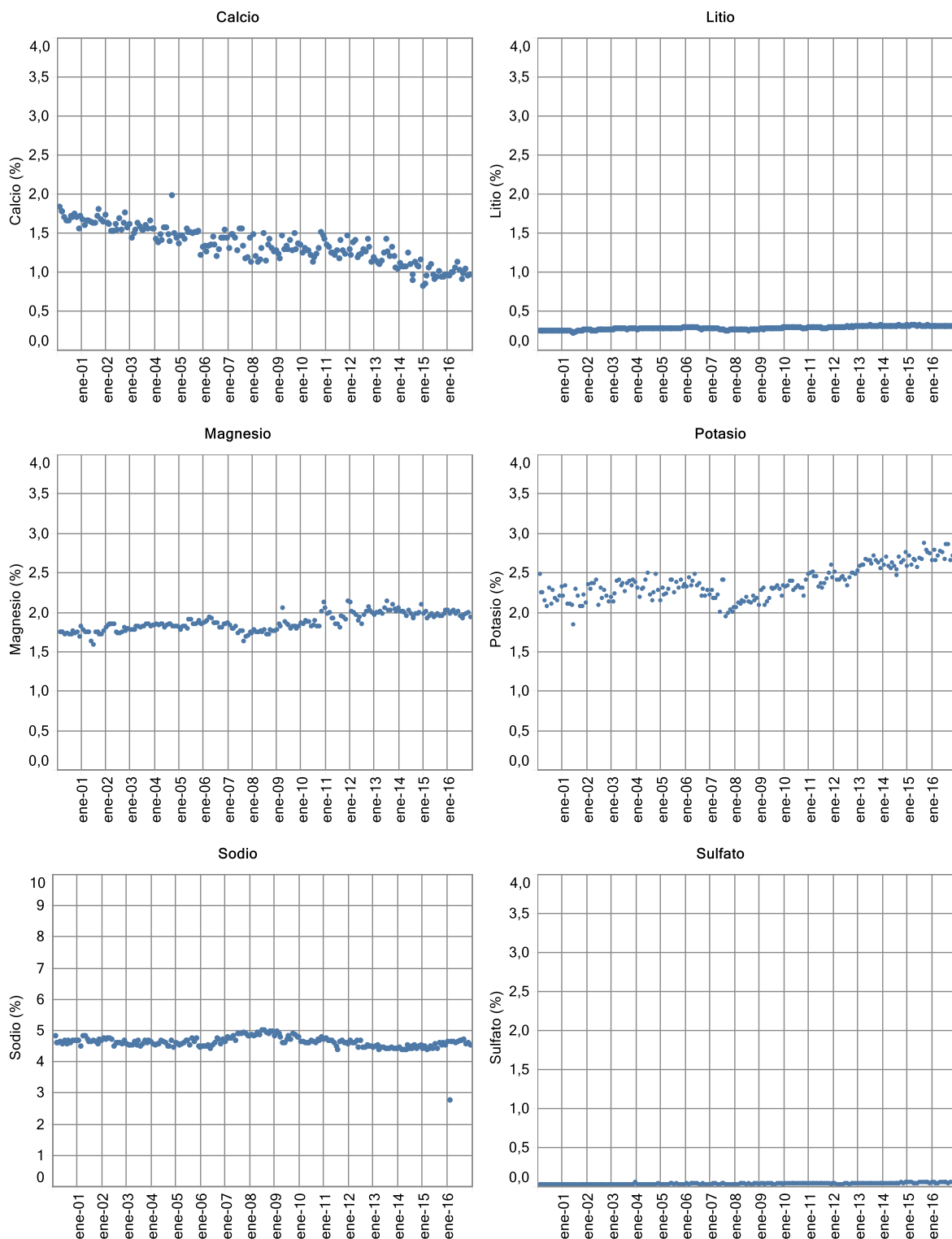
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-150: Variación de la Química para pozo CL-19**



Fuente: Elaboración propia

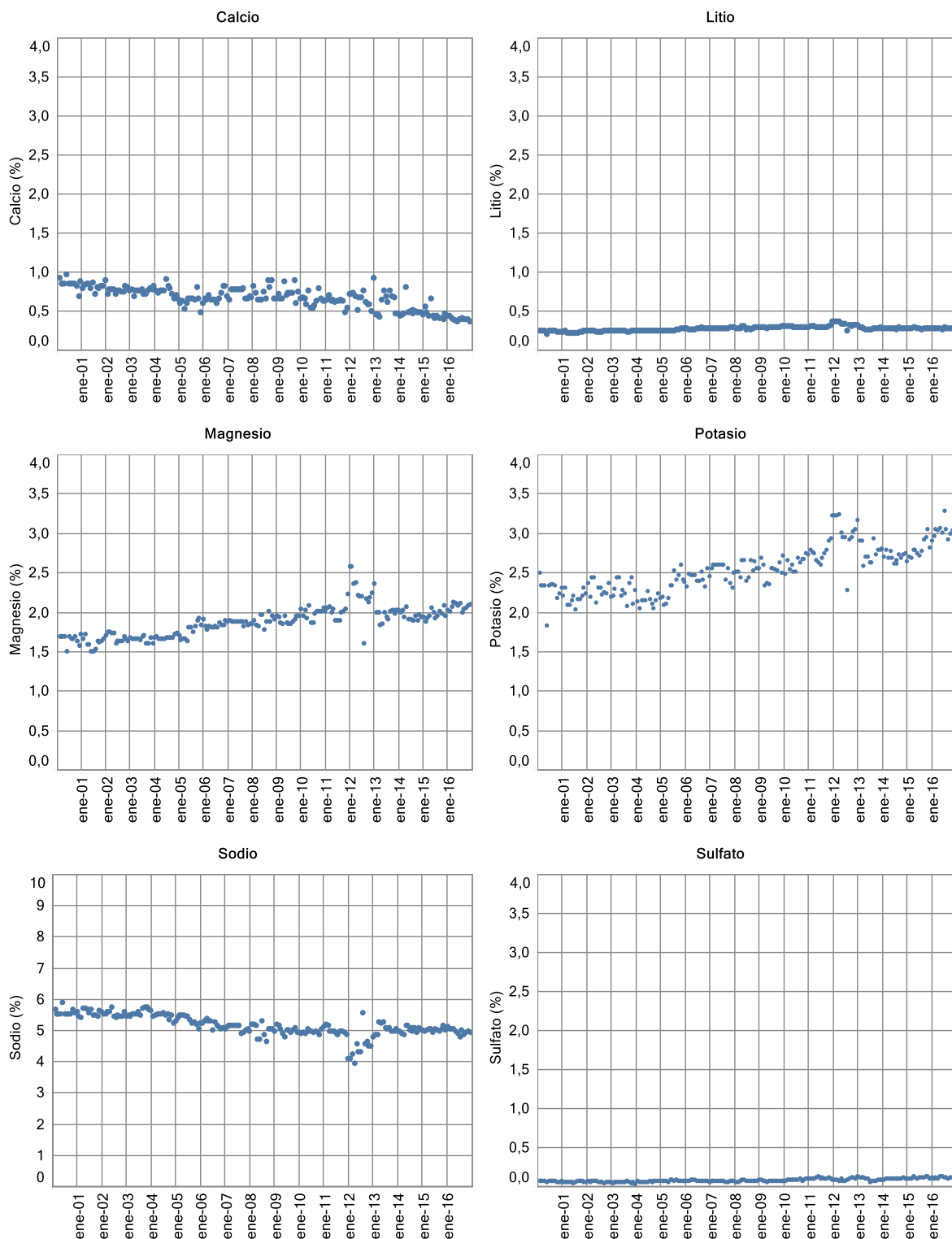
**Figura 5-151: Variación de la Química para pozo CL-20**



Fuente: Elaboración propia

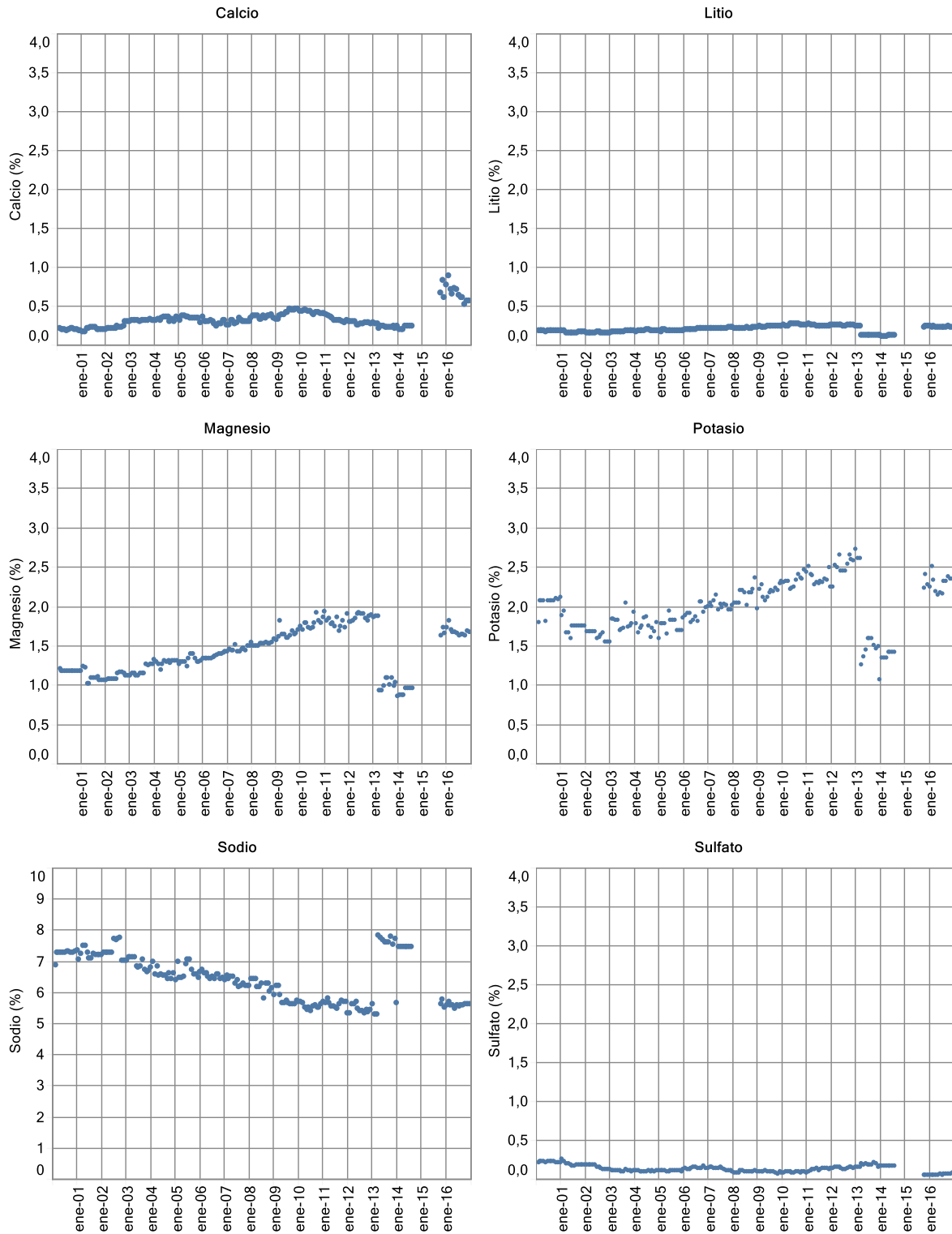


**Figura 5-152: Variación de la Química para pozo CL-21**



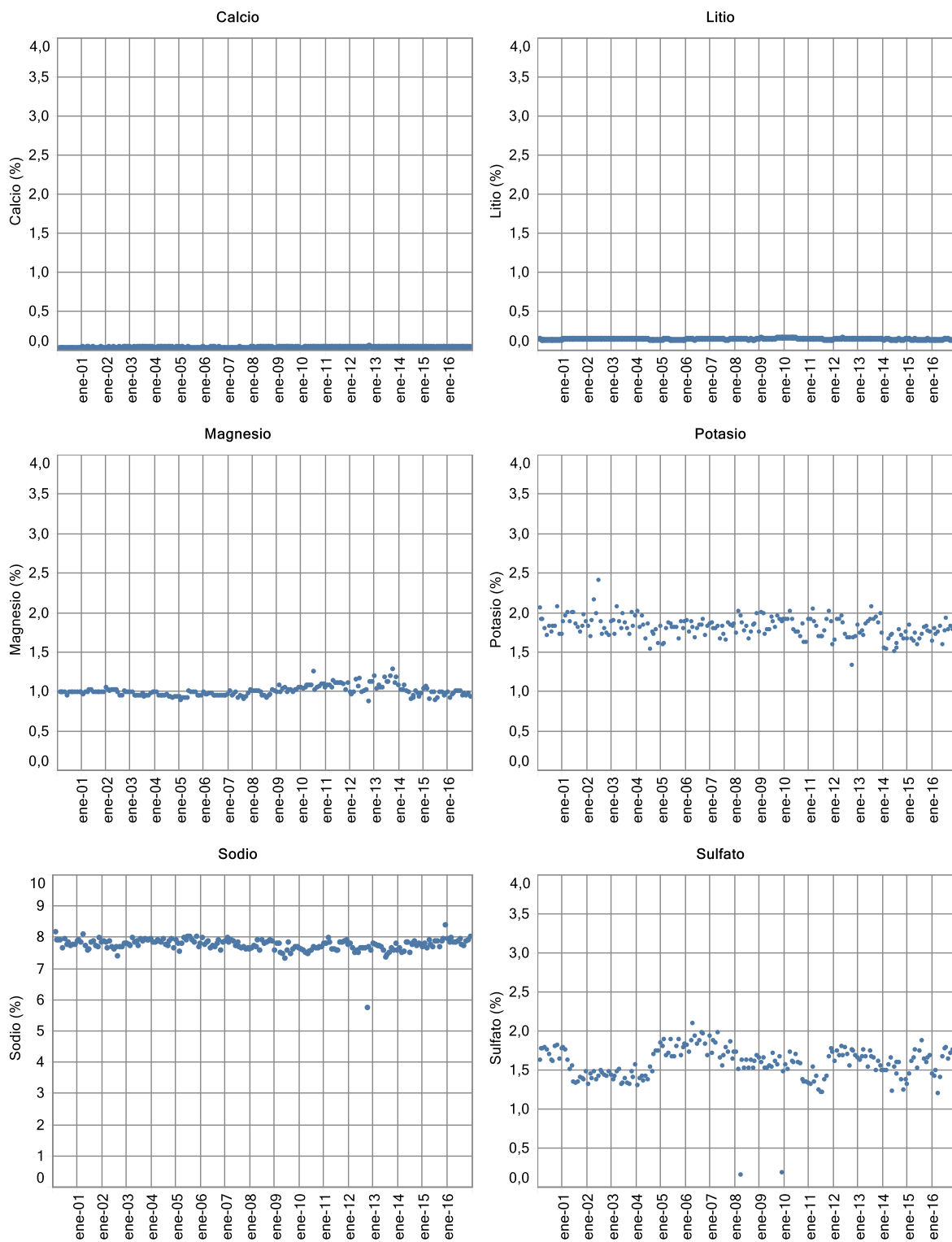
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-153: Variación de la Química para pozo CL-22**



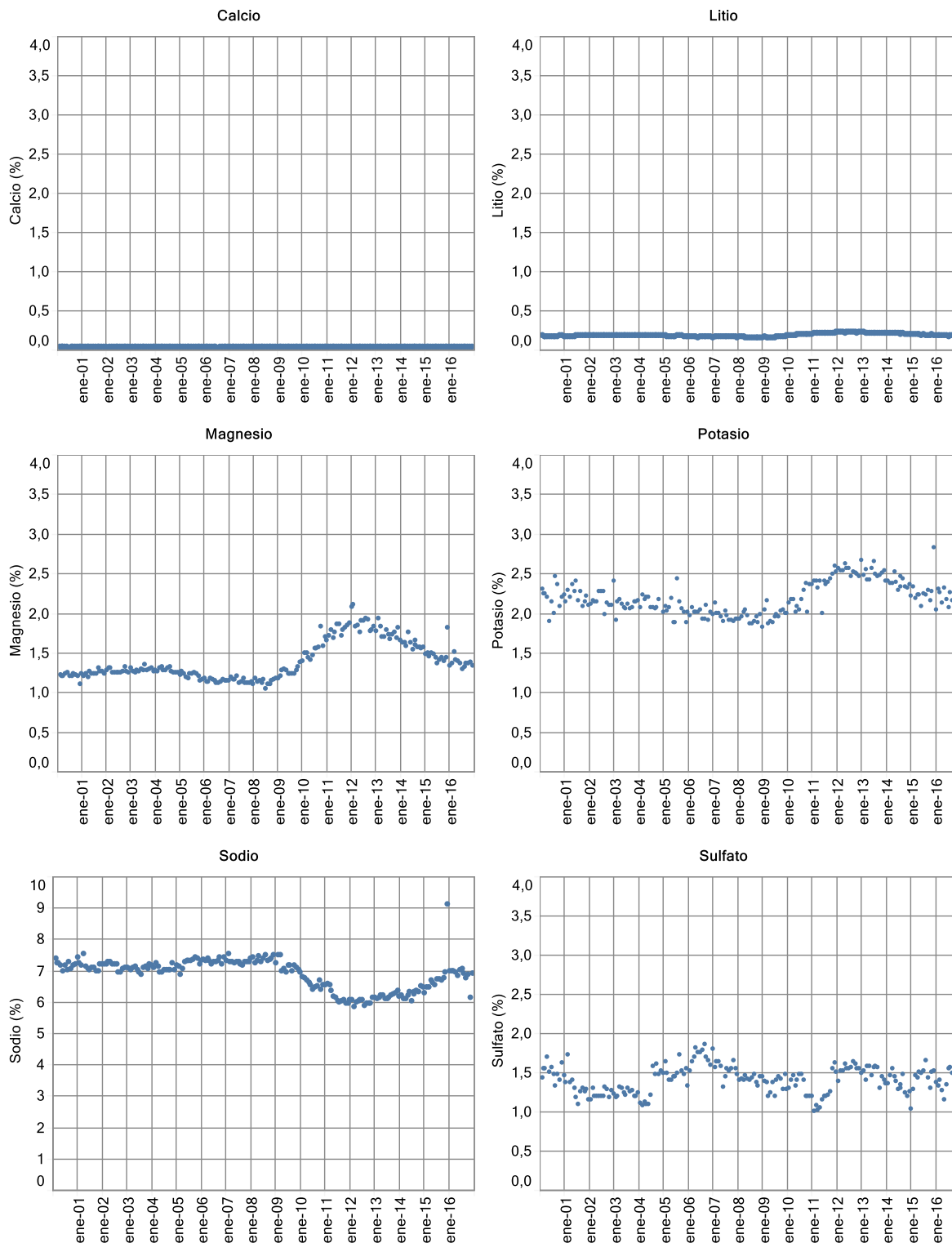
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-154: Variación de la Química para pozo CL-23**



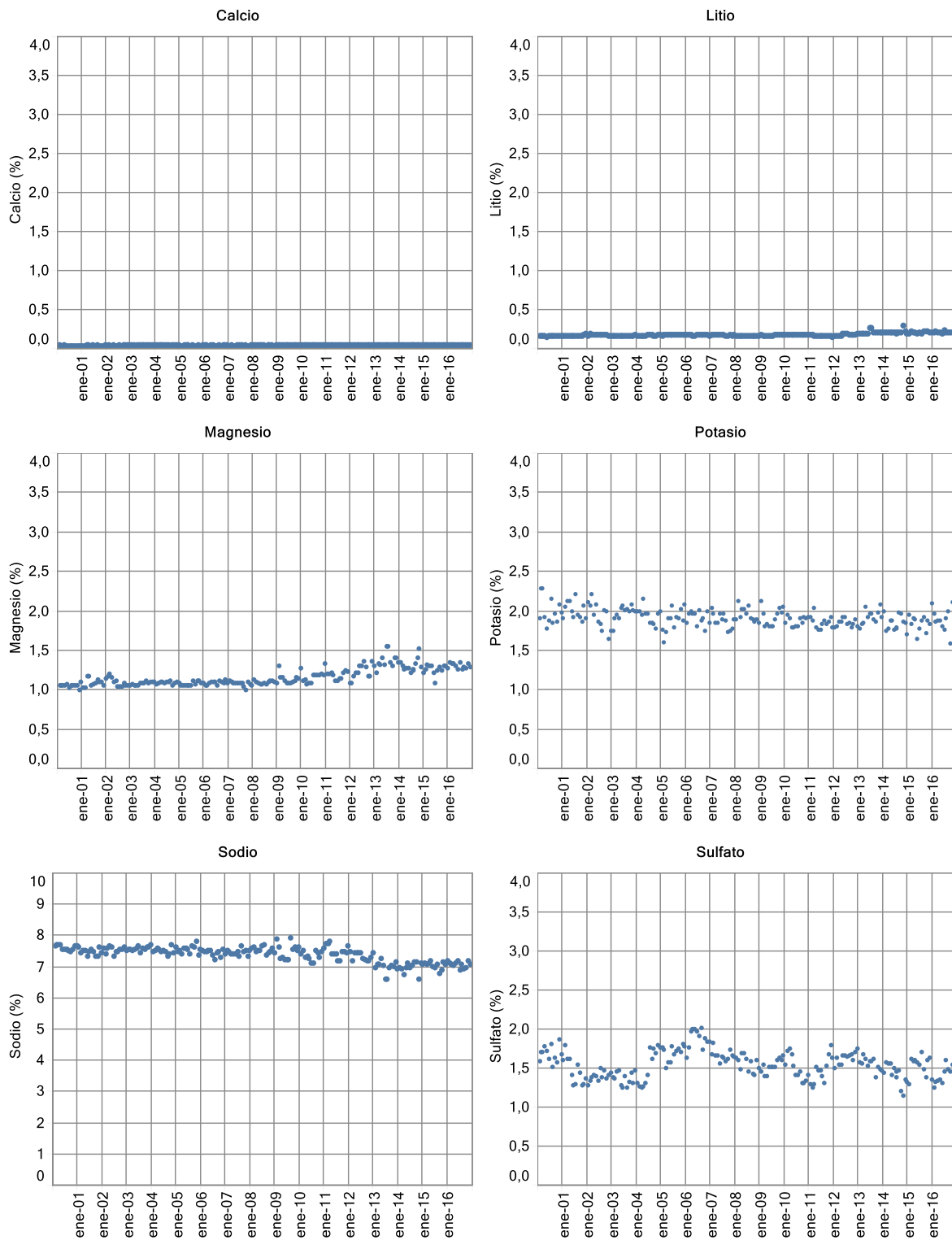
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-155: Variación de la Química para pozo CL-24**



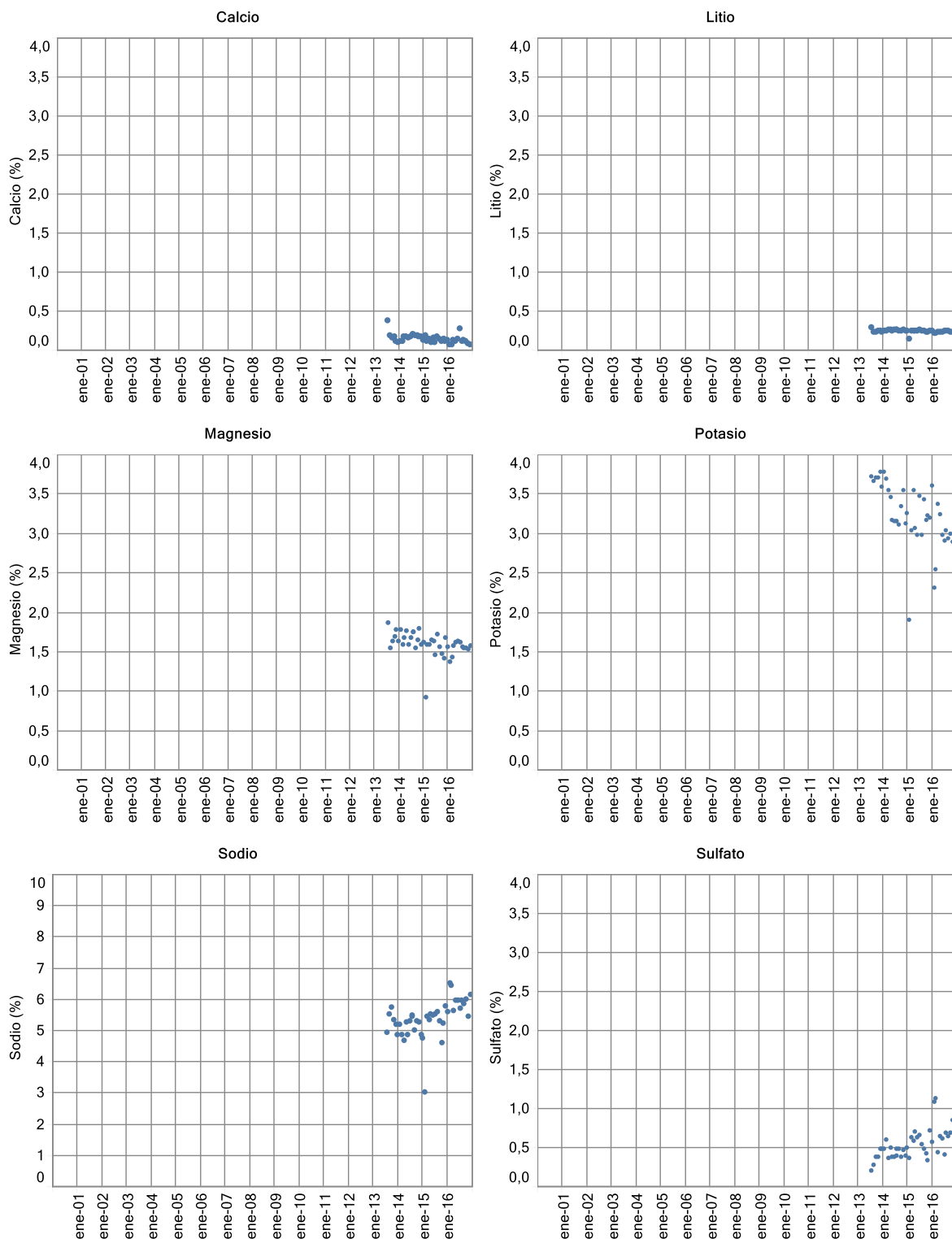
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-156: Variación de la Química para pozo CL-25**



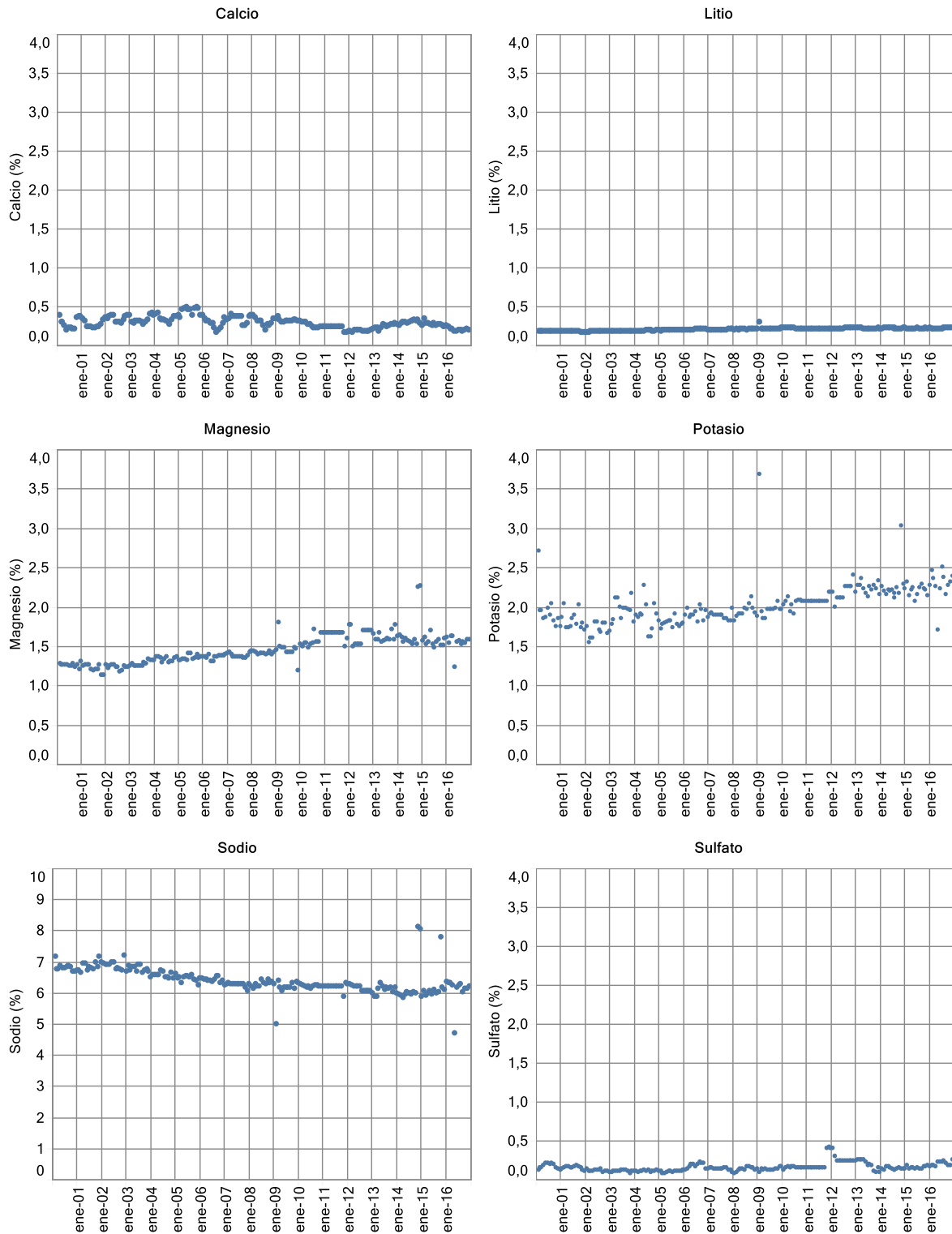
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-157: Variación de la Química para pozo CL-27**



Fuente: Elaboración propia

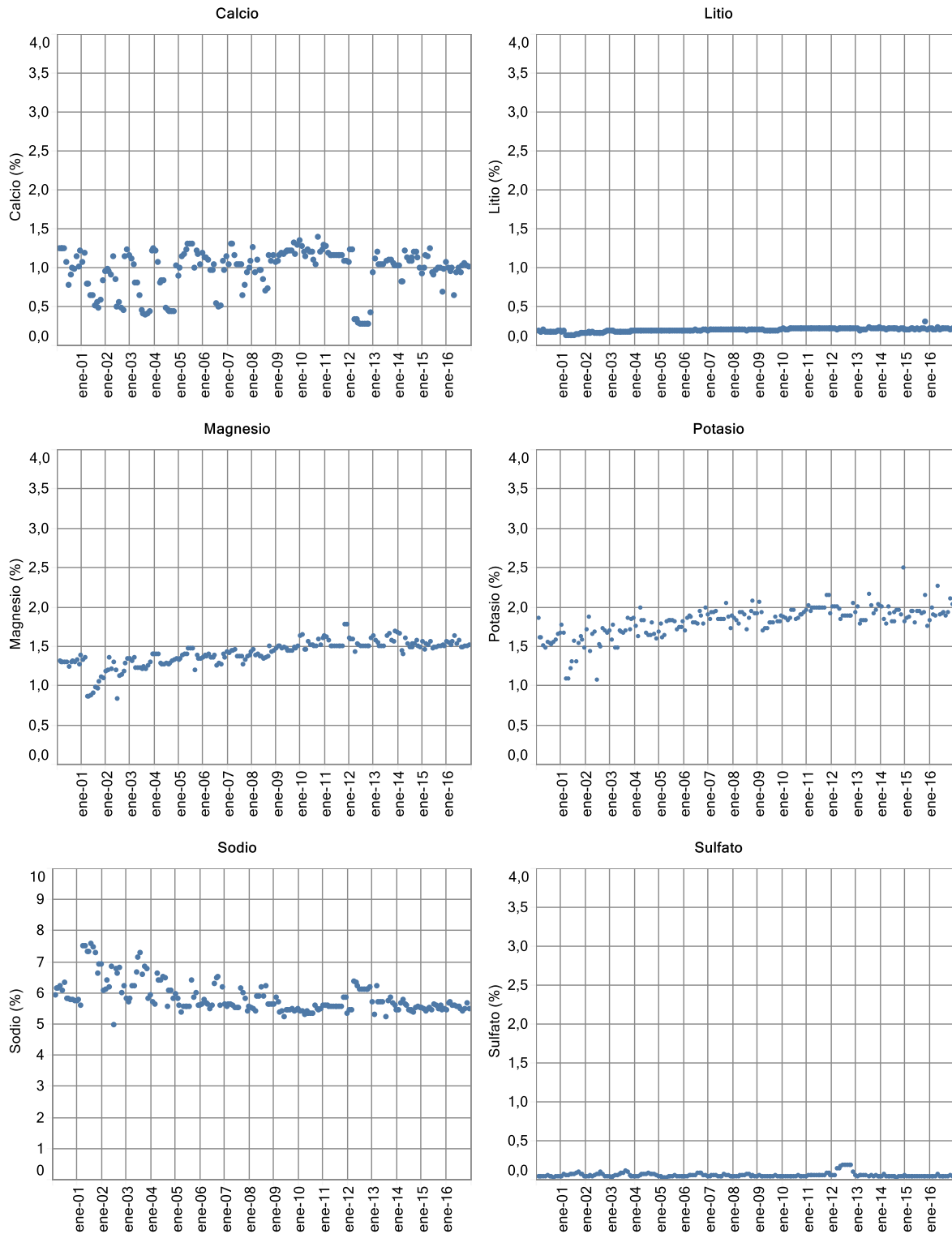
**Figura 5-158: Variación de la Química para pozo CL-35**



Fuente: Elaboración propia

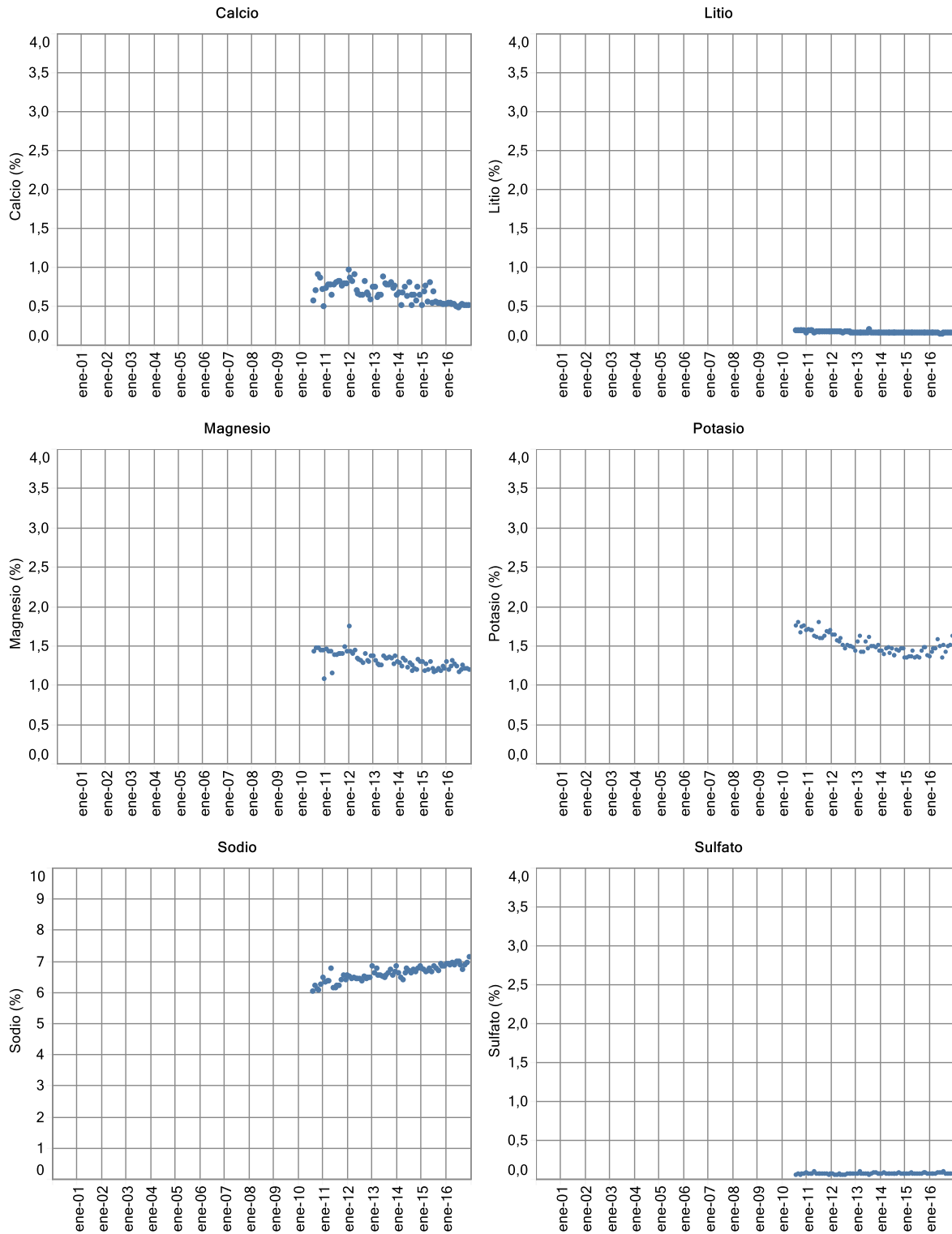


**Figura 5-159: Variación de la Química para pozo CL-37**



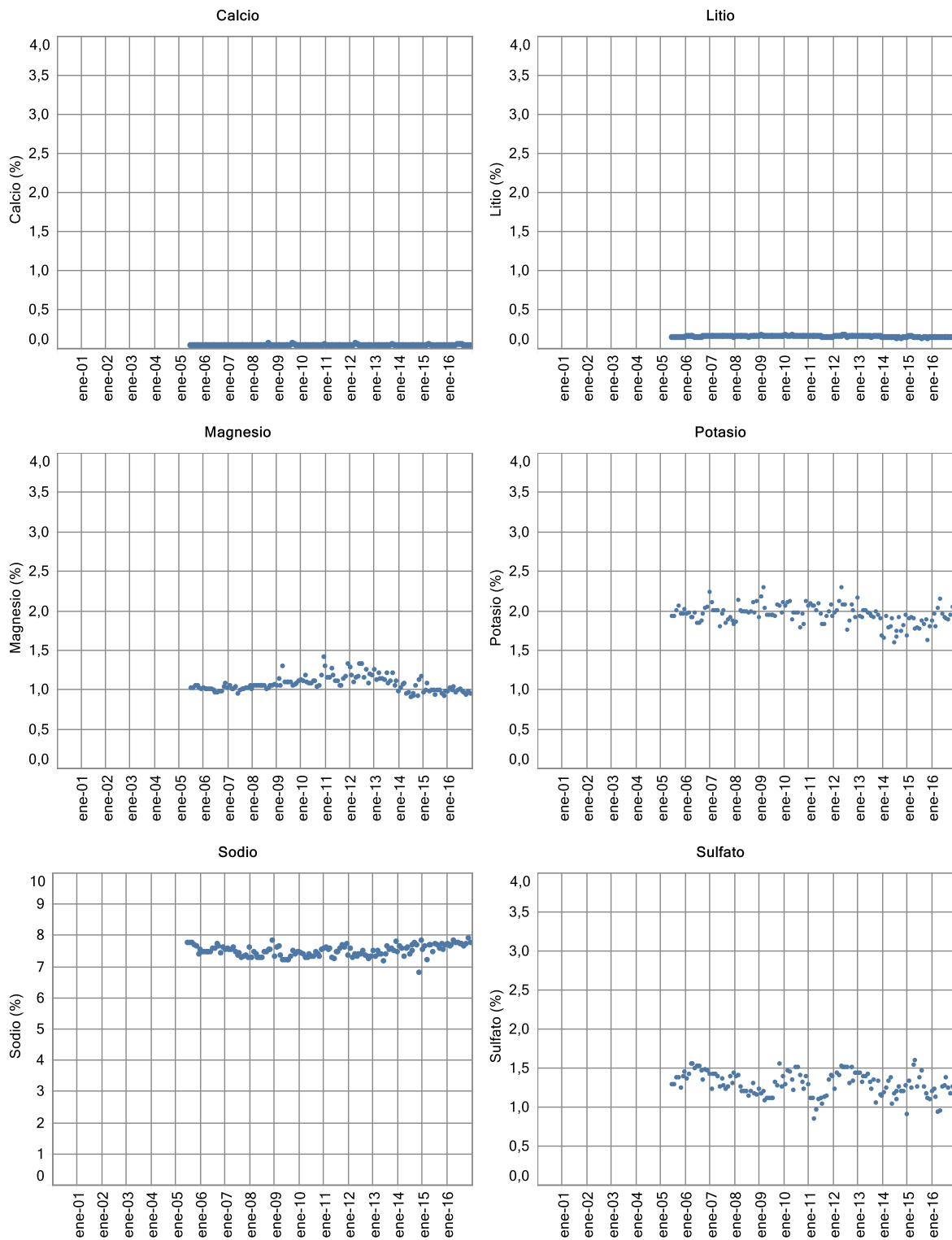
Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-160: Variación de la Química para pozo CL-41**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-161: Variación de la Química para pozo CL-45**



Fuente: Elaboración propia

### 5.9.3.2 Química en Pozos de Bombeo Agua Dulce-Salobre.

Para el caso de los pozos de extracción de agua dulce salobre: Tilopozo, Tucúcaro y Peine, el compromiso es para los mismos 6 elementos: sodio, litio, potasio, magnesio, calcio y sulfatos, sin embargo en unidades de partes por millón (ppm).

Esta unidad, en el caso de agua dulce salobre, es casi similar en la unidad de mg/l, dado que la densidad del agua dulce salobre es muy cercano a 1 gr/cm<sup>3</sup>. Ver Tabla 5-122 a la Tabla 5-124.

La Figura 5-162 presenta la gráfica histórica de la variación en ppm de los elementos comprometidos en los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine, donde pozo Peine comienza su bombeo más tarde que los demás, con registros desde julio 2013. Ellos se han graficado dependiendo de la escala de resultados que presentan, y se incluyen los estadígrafos en la Tabla 5-126. A diferencia de los pozos del núcleo, donde los % de los elementos en los pozos era muy similar, los rangos en ppm que presentan los pozos de agua dulce salobre son rangos distintos.

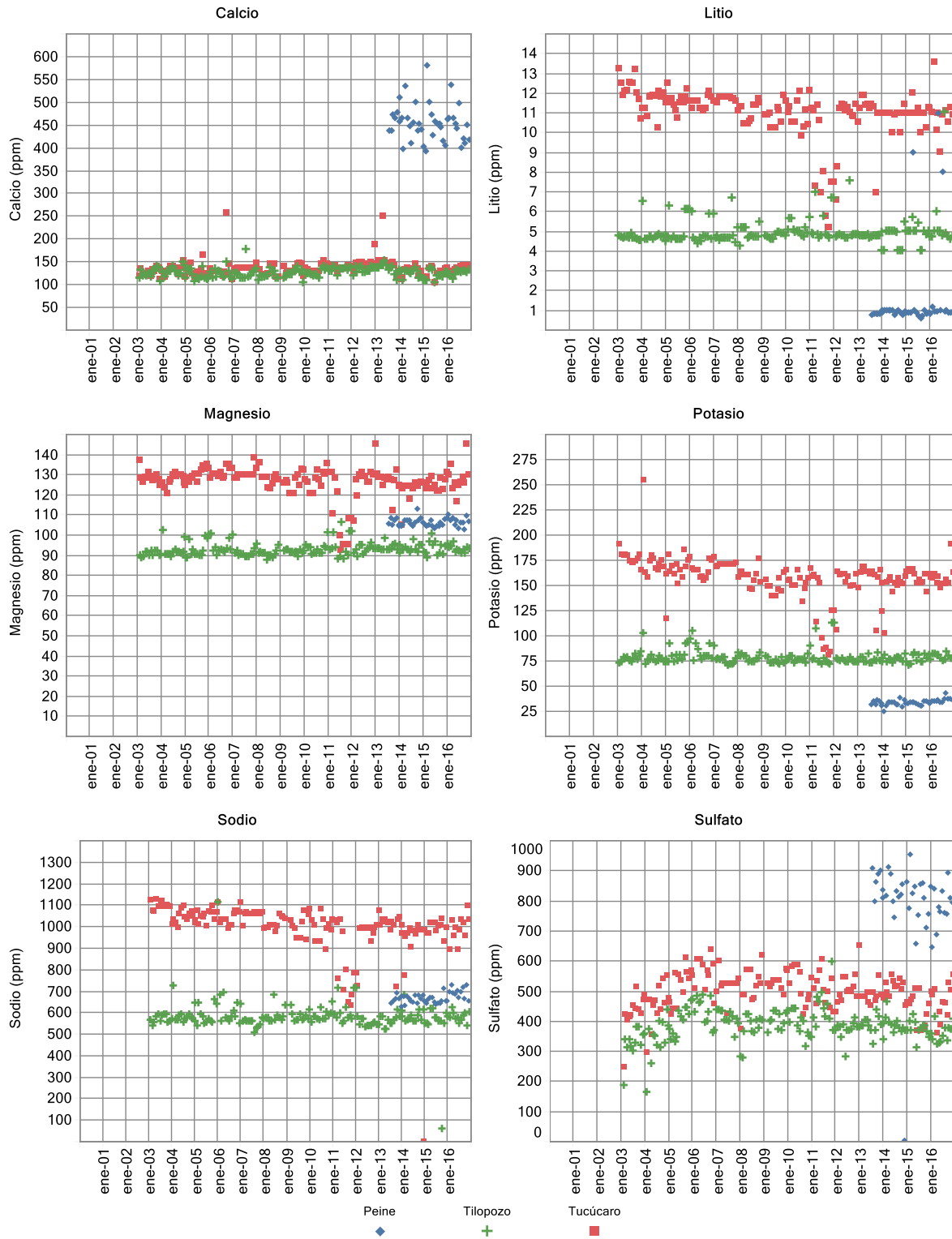
**Tabla 5-126 Resumen de Resultados química para pozos de bombeo agua dulce-salobre**

Pozo	Parámetro	Nº	Mín	Mediana	Perc 75	Máximo
Peine	Calcio	42	394,0	453,5	466,4	580,0
	Litio	42	0,6	0,9	1,0	11,0
	Magnesio	42	102,7	106,0	107,0	113,0
	Potasio	42	24,0	33,0	35,1	42,2
	Sodio	42	628,0	664,1	680,5	725,2
	Sulfato	42	1,0	817,5	855,8	1.009,0
Tilopozo	Calcio	167	105,1	127,0	132,8	177,7
	Litio	167	4,0	4,8	5,0	11,1
	Magnesio	167	87,8	92,2	94,0	106,8
	Potasio	167	70,8	77,2	80,4	113,4
	Sodio	167	59,0	574,5	592,0	1.113,8
	Sulfato	167	165,7	387,1	415,3	600,0
Tucúcaro	Calcio	168	105,1	133,7	140,0	257,6
	Litio	168	4,9	11,2	11,7	13,6
	Magnesio	168	92,6	128,1	130,1	145,3
	Potasio	168	81,2	161,2	168,8	254,7
	Sodio	168	1,0	1.018,1	1.061,7	1.880,0
	Sulfato	168	250,0	501,4	540,0	651,1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-162, se presentan las gráficas con la variación temporal de cada uno de los elementos, para cada uno de los 3 pozos a reportar.

**Figura 5-162: Variación de la Química en pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine (ppm)**



De la Figura 5-162, se tiene que para el Calcio, el pozo Peine, con una mediana 453,5 ppm presenta valores mayores que Tucúcaro y Tilopozo, 133,7 ppm y 127,0 ppm de mediana respectivamente, estos últimos ubicados en borde de Cordón de Lila, y pozo Peine cerca del Poblado de Peine. Pozo Peine presenta una mayor dispersión del calcio, mientras que los pozos Tilopozo y Tucúcaro presenta valores homogéneos en todo el período 2003 al 2016 en general entre un rango de 100 a 150 ppm aproximadamente.

Para el caso del Litio, el pozo Peine por estar más alejado de la salmuera, presenta las concentraciones más bajas de los 3 pozos, con una mediana de 0,9 ppm. Para el caso de Tucúcaro, este presenta valores en un rango de 4,9 ppm y 13,6 ppm. Por otro lado, el pozo Tilopozo, se registran concentraciones intermedias entre los 2 pozos anteriores, con una mediana de 4,8 ppm.

El magnesio, se presenta para los 3 pozos en una rango de magnitud similar, sobre 88 ppm y bajo los 150 ppm aprox. Tilopozo se presenta históricamente con una mediana de 92,2 ppm, mientras que Tucúcaro con una mediana de 128,1 ppm.

El potasio se presenta en concentraciones un tanto distintas entre los pozos. Pozo Peine presenta una mediana de 33 ppm, valor más bajo que las concentraciones de Tilopozo y Tucúcaro, los cuales se presentan sobre los 70,8 ppm en Tilopozo, llegando hasta valores de 254,7 ppm en pozo Tucúcaro.

El Sodio, se presenta en rangos de magnitud similares para los pozos Tilopozo y Peine, con medianas de 574,5 ppm y 664,1 ppm respectivamente. El pozo Tucúcaro es el que presenta mayores contenidos de Sodio entre rango de 634,4 ppm hasta 1.880 ppm.

Finalmente, los Sulfatos se presentan en mayores concentraciones en pozo Peine, con valores que llegan hasta los 1.009 ppm. Los pozos Tilopozo y Tucúcaro se presentan en similares concentraciones, con medianas de 387,1 ppm y 501,4 ppm respectivamente.

## 5.10 Límites Considerados en la Evaluación

A continuación se presentan los límites que establece la evaluación y/o RCA, para ser analizados en detalle en el Capítulo 6 de Discusión.

### 5.10.1 Cotas de Niveles Pozos PAT

Para los pozos considerados dentro del Plan de Alerta Temprana de RWL, se divide en 3 Sectores de Alerta, cuyos límites se indican a continuación.

#### Sector Alerta Núcleo

De acuerdo a lo indicado, en la evaluación ambiental se establecieron los valores de los niveles a respetar para 25 años de explotación. Considerando que se está en el primer año de operación del proyecto, en la Tabla 5-127, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT, para el primer año.

**Tabla 5-127 Umbrales de activación hidrico Año 1 de explotación**

Pozo	Umbral Fase I. (m.s.s.m)	Umbral Fase II. (m.s.n.m.)	Umbral Final (m.s.n.m.)
PN-05B	2298,54	2298,45	2297,74
PN-08A	2298,55	2298,46	2297,82
PN-14B	2298,10	2298,01	2297,27
PN-16B	2298,56	2298,47	2297,99

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 3 Adenda 5

#### Sector Alerta Acuífero

Dado que el proyecto no prevé efectos sobre los sistemas lagunares que se forman en los acuíferos de agua dulce-salobre, es que los umbrales corresponden a niveles freáticos mínimos relacionados con la dinámica natural del sistema, cuyos niveles mínimos se presentan en la época de verano.

**Tabla 5-128 Niveles de activación hidrico en el sector de alerta Acuífero**

Pozo	Sistema lagunar	Umbral (m.s.n.m.)
BA-05	La Punta – La Brava	2300,11
BA-07	La Punta – La Brava	2299,97
BA-16	La Punta – La Brava	2300,80
BA-28	Peine	2300,59
BA-30	Peine	2301,42

Fuente: Tabla 4-10 Anexo 3 Adenda 5

#### Sector Alerta Norte.

De la misma manera que en los otros sectores de alerta, para el sector alerta norte, en el proceso de evaluación ambiental quedó establecido las condiciones de activación y desactivación de las Fases, las que se pueden resumir como: se activan la Fase I y la Fase II, de manera consecutiva, cuando Rockwood Litio reciba notificación por parte de la autoridad ambiental, de que SQM ha activado una de las Fases. Al respecto cabe indicar que ha quedado establecido de esta manera en consideración que la información de SQM no es



pública, razón por la cual en el momento que esta sea pública será responsabilidad de Rockwood informare de la activación del PAT de SQM, en cuyo caso no requerirá de la notificación de la autoridad ambiental.

Dicho lo anterior en la Tabla 5-129 se presentan las cotas de activación del PAT de SQM.

**Tabla 5-129 Cotas de Activación de SQM**

Nombre	Umbral Fase I (m.s.n.m.)	Umbral Fase II (m.s.n.m.)
L1-G4 Pozo	2298,51	2298,35
L1-5	2298,51	2298,35
L3-9	2299,37	2299,34
L4-12	2298,72	2298,69
L5-10	2299,05	2299,02

Fuente: Tabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5

### 5.10.2 Superficie de Lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es: *“Mantener superficie sobre mínimo histórico”*, razón por la cual en la Tabla 5-130, se entrega el valor mínimo de las superficies cubiertas por los distintos sistemas lagunares y que se presentó en la Adenda 5 de la evaluación ambiental.

**Tabla 5-130 Superficie cubiertas por Lagunas histórico**

Sistema Lagunar	Superficie Mínima (ha)
Aguas de Quelana	11,3
La Punta y La Brava	31,6
Peine	48,9
Soncor	192,4

Fuente: Adenda 5

### 5.10.3 Caudales Bombeados

La Resolución N° 21 estableció la autorización ambiental para explotar adicionalmente 300 l/s de salmuera adicionales a los autorizados, siendo esta explotación paulatina con incrementos de 60 l/s. En la Tabla 5-131 se entregan los caudales a bombear de salmuera desde el núcleo. Esta explotación adicional sólo puede iniciarse con posterioridad a la construcción de los pozos que constituyen el PAT, de acuerdo a lo indicado en la RCA N° 21. Al respecto se debe señalar que los pozos del PAT se encuentran construidos hace más de un año, por lo que se entiende por cumplida la obligación y por consiguiente en condiciones de iniciar la explotación de los primeros 60 l/s.

**Tabla 5-131 Regla de extracción aprobada en RCA 21/2016**

	Caudal medio Anual					
	Previo a RCA 21/2016	Inicio *	Inicio + 6 meses	Inicio + 12 meses	Inicio + 18 meses	Inicio + 24 meses
Aumento Extracción (l/s)		60	120	180	240	300
Autorización previa a RCA 21/2016	142	142	142	142	142	142
<b>Extracción Total</b>	<b>142</b>	<b>202</b>	<b>262</b>	<b>322</b>	<b>382</b>	<b>442</b>

Fuente: Elaboración propia en base a Tabla 5.17 Anexo 1 – Adenda 5, modificada

---

Adicionalmente a la extracción de salmuera, en la evaluación ambiental se consideró el aumento de la explotación de agua dulce salobre desde los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine, totalizando 16,9 l/s, lo que fue aprobado en la RCA N° 21/2016.

## **6 DISCUSIONES**

Para efectos de desarrollar la discusión de los resultados presentados en los numerales anteriores, se hace necesario hacer la integración de las diversas variables, con el objetivo de: corroborar el entendimiento del sistema plasmado en el modelo conceptual presentado en el proceso de evaluación ambiental y verificar aquellas condiciones que han quedado como compromisos de cumplimiento en las Resoluciones de Calificación Ambiental, que son objeto del presente reporte anual.

### **6.1 Análisis en relación a los límites establecidos**

La evaluación ambiental consideró y estableció de manera explícita límites de manera numérica para el nivel freático de salmuera, en pozos asociados al Plan de Alerta Temprana (PAT) y niveles pozos de agua dulce-salobre en el entorno a las lagunas de los sistemas de interés y para el caudal bombeado tanto de salmuera como de agua dulce-salobre. Para el resto de las variables el comportamiento de ellas se deben verificar en relación a la variabilidad natural o histórica, dependiendo del caso. A continuación se señala la situación para cada una de las variables.

#### **6.1.1 Niveles freáticos de salmuera:**

De acuerdo a lo establecido en la RCA, se verifican en relación a los descensos según el modelo numérico desarrollado en el proceso de evaluación ambiental.

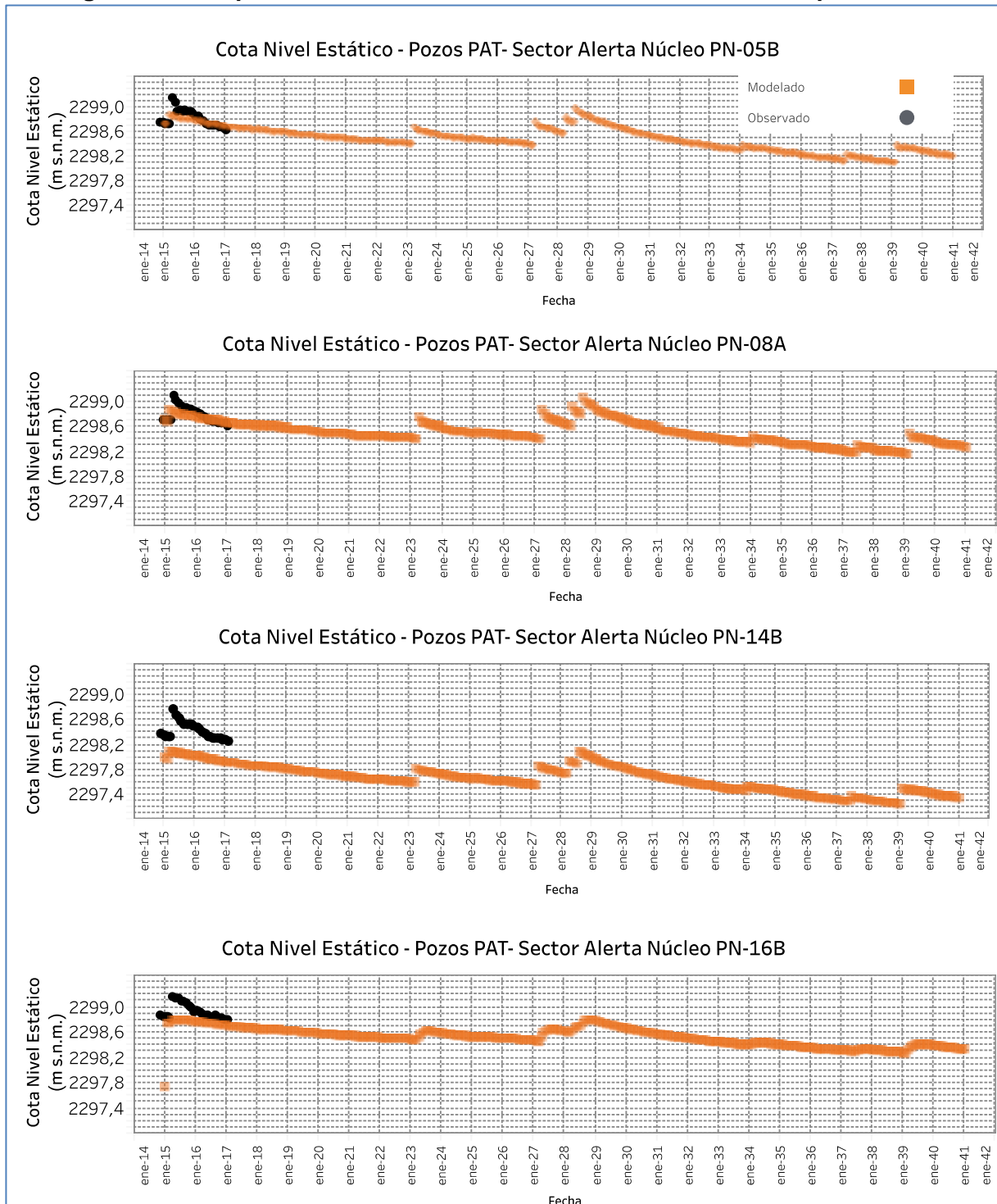
Considerando que los puntos más relevantes para la verificación del comportamiento del núcleo, donde subyace la salmuera, corresponden a los pozos que conforman el PAT en la zona del núcleo, es en estos puntos en los cuales se realiza la comparación entre lo observado y lo modelado. Cabe indicar que se ha interpretado que el escenario contra el cual se realiza la comparación corresponde al realizado en la evaluación ambiental, sin perjuicio de las actualizaciones posteriores que al modelo se le realicen. El escenario utilizado corresponde al identificado como Esc 1 de evaluación de proyecto. De acuerdo a lo indicado en el Anexo 1 de la Adenda 5 (numeral 11.4), este escenario corresponde a aquel en el cual las condiciones tanto de extracción de salmuera desde el Salar como de agua dulce-salobre desde el acuífero, son las de operación normal y esperable por parte de cada uno de los usuarios. También considera condiciones hidrológicas esperables, estimadas en base a los registros históricos de precipitaciones.

En la Figura 6-1, se presenta la serie simulada versus los valores observados, al respecto es posible indicar que los niveles observados presentan un aumento súbito, el que se asocia a un evento de precipitación registrado a comienzo del 2016, el que hace que por un lado los niveles suban, y que por otro lado, las tasas de descenso, inmediatamente después de la precipitación, sea mayor a la tasa en régimen previo al evento.

También se aprecia que los niveles observados alcanzan una tasa más suave, la que se ajusta a la modelada, la particularidad la entrega el pozo PN-14B, el cual se aleja de los valores modelados en alrededor de 0,1 m, aunque la tasa post evento de lluvia es levemente superior a la modelada.

De las Figuras entregadas es posible concluir que las tasas de descenso observadas se ajustan a los modelados, en periodo post evento de precipitación.

**Figura 6-1 Comparacion niveles simulados versus observados en pozos PAT**



Fuente: Elaboración propia

### **6.1.2 Plan de Alerta Temprana:**

El Plan de Alerta Temprana establece de manera explícita valores numéricos de cotas freáticas que representan límites que no deben ser pasados. Estas cotas umbrales se establecen para un total de 14 puntos de observación distribuidos entre la zona marginal, y el núcleo. Los valores de ellos han sido presentados en el Capítulo 5, y en el presente acápite se analizan, con el objetivo de verificar su cumplimiento. Esto último se desarrolla en detalle más adelante en este documento.

### **6.1.3 Niveles freáticos en agua dulce-salobre**

Esta es una variable que no tiene establecidos límites numéricos explícitos, por cuanto se señala en la RCA N° 21 que los niveles freáticos en agua dulce salobre deben mantenerse dentro de los rangos de oscilación natural. Los puntos de monitoreo del PSAH que registran esta variable, están distribuidos en los tres sistemas que han sido señalado con anterioridad en este informe.

En el capítulo 4 de este documento, se individualizan los pozos que miden niveles freáticos de agua dulce-salobre en los sistemas La Punta – La Brava; Peine; y Norte – Borde Este, específicamente en la Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8, respectivamente. Esta variable dice relación con los sistemas que se encuentran fuera del núcleo y en la interfase salina, presente en el borde del núcleo y que no se verán afectados por la operación del proyecto.

En el acápite 5.5 del presente informe, se entregan los valores de niveles freáticos registrado, junto con el análisis por variable de su comportamiento en el año 2016, en relación a la serie histórica, cuando hay datos disponibles para ello. En dicho acápite se presentan la evolución de niveles de manera gráfica además del análisis de las tendencias, para lo cual se han agrupado ciertos pozos y/o barrenos, con comportamientos similares.

En el sector La Punta – La Brava, los pozos que presentan los registros más extensos – históricos, corresponden a: Tilopozo, y a Tucúcaro, los que permiten hacer el análisis del comportamiento de los niveles en relación a registros históricos, en los últimos meses del año 2016, periodo en operación del proyecto, Como es señalado en el acápite 5.5 de este documento, el pozo Tilopozo, se observa una tendencia estable en el tiempo, considerando su amplitud de variación de los niveles históricos de 80 cm, en todo el período registrado (2001 – 2016) (Figura 5-25) por otro lado el pozo tucúcaro muestra niveles dinámicos a lo largo de los años, los cuales presentan una tendencia cíclica, con disminución de niveles en verano y aumento en invierno.

Existen pozos que tiene mediciones solo en el año 2016, razón por la cual no es posible, en esta oportunidad, hacer análisis del comportamiento, sin embargo, en base a los pozos que tienen información desde el 2013, se puede indicar que no se observan tendencias al descenso, ni valores fuera de lo observado, como fue señalado en el acápite citado.

Sobre la base de los registros y análisis realizados, es posible afirmar que los niveles de agua dulce salobre presentan comportamiento dentro de su oscilación natural.

#### **6.1.4 Posicion de la interfase salina**

Como ha sido señalado anteriormente en este documento, la posición de la interfase salina, se asocia al cambio de conductividad eléctrica que muestra el agua en profundidad, razón por la cual para esta variable los resultados corresponden a perfiles de conductividad eléctrica versus profundidad del pozo.

Esta es otra variable en la que la RCA N° 21 no establece un valor explícito sino que señala “mantener la posición de la interfase salina”, por lo que, no es aplicable la comprobación respecto de un valor numérico establecido, como lo es el caso del PAT. Sin perjuicio de lo indicado, en el numeral 5.7 de este documento se entregan los resultados de los perfiles realizados durante el año 2016, en relación a este año, y en relación a los datos histórico, lo que entrega de manera gráfica.

Considerando los puntos y la ubicación relativa de cada uno de ellos se observa que las profundidades de la cuña, en cada pozo, no ha variado en el año 2016 respecto de los registros históricos y por lo tanto se mantiene la posición de la interfase en todos los puntos monitoreados. Lo anterior se respalda en los análisis que se entregan junto con los datos (capítulo de resultados) que indican que la interfase salina se ubica en profundidades que van desde los 3-5 metros en la zona de Peine y 90 a 120 m en la zona más alejadas del núcleo, es decir la cuña se va profundizando a medida que los puntos se alejan del núcleo y que esta situación no ha cambiado en el año 2016

#### **6.1.5 Evapotranspiración**

La RCA N° 21 no establece ningún tipo de límite para la evapotranspiración, por lo tanto no aplica hacer la comparación con valores límites.

#### **6.1.6 Caudales bombeados**

En cuanto a los caudales bombeados, se debe hacer la distinción entre el caudal bombeado desde el núcleo que corresponde a salmuera, y el caudal de agua dulce salobre, desde el acuífero. En este numeral se abordan ambos bombeos de manera separada, entregando en cada caso los límites que se encuentran establecidos.

##### **6.1.6.1 Caudales Bombeados en Salmuera**

La capacidad de extracción de salmuera con la que cuenta Rockwood en la actualidad obedece a lo que indica la Resolución de Calificación Ambiental Exenta N° 0021/2016, que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, que autorizó un aumento del caudal de extracción de 142 L/s actual a 442 L/s (300 L/s adicionales), como



caudal medio anual. Este aumento de extracción, se distribuye en el polígono A1, según la regla de extracción de la Tabla 6-1.

**Tabla 6-1 : Regla de extracción aprobada, RCA21/2016**

	Actual	Inicio*	Inicio+6 meses	Inicio+12 meses	Inicio+18 meses	Inicio+24 meses
Aumento Extracción (L/s)	0	60	120	180	240	300
Extracción Total (L/s)	142	202	262	322	382	442

\* Se iniciará 12 meses después de finalizar los pozos PAT

Fuente: Modificada de Tabla 5-17 Anexo 1- Adenda 5 proyecto RWL

Al respecto cabe indicar que los pozos asociados al PAT corresponden a: Sector Nucleo PN-14B, PN-16B, PN-05B, PN-08A; Sector La Punta La Brava BA-05, BA-07, BA-16 y sector Peine BA-28 y BA-30, todos ellos construidos hace más de un año, dando cumplimiento a la condición de aumento de explotación de salmuera.

En relación a la operación del año 2016, es posible indicar que el inicio del bombeo, correspondiente a la RCA 0021/2016 partió el 28 de Septiembre de 2016, considerando un promedio semestral desde esta fecha de 202 L/s (142 L/s + 60 L/s). Para efectos de verificar si se cumple con el monto de extracción, es necesario indicar que considerando que los límites se han establecido como caudales medios anuales, el proyecto aun no completa un año de operación y además tiene periodos con límites distintos, se hace necesario determinar el caudal medio ponderado. Esto dado que se tiene un límite para el periodo enero-septiembre de 142 l/s y otro para el periodo octubre-diciembre de 202 l/s.

Para efectos de determinar un valor límite único, que recoja el hecho de cambio de autorización durante un año de explotación se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{promedio\ anual} = \frac{Q_1 * días_1 + Q_2 * días_2}{días\ año} = \frac{142\ L/s * 272\ días + 202\ L/s * 94\ días}{366\ días} = 157,4\ L/s$$

Cabe indicar que mientras no se alcance la máxima explotación autorizada el límite a utilizar para verificar la explotación será necesario determinar el valor promedio anual ponderado.

Teniendo que el valor de comparacion como medio anual es 157,4 L/s, y el caudal promedio anual extraído de la zona A1 y A2 corresponde a un total de 156,9 L/s, por lo que no se ha sobrepasado.

### 6.1.6.2 Caudales Bombeados en agua Dulce-Salobre

En cuanto a la extraccion de agua dulce-salobre, esta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta, la que se rige por las resoluciones citadas a continuación:

- Resolución Exenta N° 0403/2003 que aprobó la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto “Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada”, autorizó 10,9 L/s entre Tilopozo y Tucucaro.
- Resolución Exenta N° 0021/2016, que aprobó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”, que autorizó 6 L/s adicionales entre Tilopozo y Tucúcaro.

Sobre la base de estas autorizaciones ambientales es posible indicar que el total autorizado es 16,9 l/s. Sobre la base de la información presentada en el capítulo de resultados, se verifica que se cumple con el límite establecido y autorizado.

### **6.1.7 Aforos de caudal**

De la misma manera que en la mayoría de las variables, los caudales aforados no tienen un valor límite explícito que cumplir, sólo se señala en la RCA que se deben mantener dentro de la variación histórica. En relación a esta variable, como fue indicado en el capítulo 4, sólo se estableció la medición de caudales en 4 puntos en el sistema Peine, lagunas Salada, Salidita e Interna, más dos puntos en vertientes provenientes de la cordillera. Estos puntos de aforos no cuentan con información histórica más allá de septiembre 2014.

En cuanto a la variación temporal de los caudales aforados en las lagunas del sistema Peine, se observa que para los puntos de aforo (AFP-01, AFP-02 y AFP-03) los caudales aforados durante el 2016 si bien son bajos la poca data existente no permite afirmar que no estén dentro de sus variaciones naturales, aspecto que se seguirá corroborando con el tiempo con las mediciones. En este punto cabe recordar que el año 2016 fue un año seco en comparación con la data de años anteriores, y la longitud de registros de aforos, es sólo desde el 2014. Mientras que en el punto AFP-04, se encuentran dentro del rango histórico, entre los 15 y 40 L/s.

Lo anterior se puede apreciar en la Figura 5-11 caudales aforados sistema Peine. Donde los dos últimos valores de cada serie corresponden al periodo de operación del proyecto.

### **6.1.8 Nivel Limnimetrico**

Como ha sido la tónica en la RCA, esta variable no tiene establecido un valor numérico explícito que se utilice como límite, por el contrario la RCA señala que “Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural”. En el acápite 5.4 de este informe se entregan los resultados de las mediciones de niveles en las lagunas, de manera tabulada y gráfica.

En relación al comportamiento histórico, esta es una variable que se comenzó a medir en mayo de 2016, para algunos puntos, por lo que el análisis en relación a la oscilación natural, se irá complementando con mayor número de datos. Sin embargo, los valores de las mediciones de los meses octubre, noviembre y diciembre, correspondiente al periodo en el

cual el proyecto ya se encontraba en etapa de operación, se aprecian dentro de la oscilaciones suave, sin tendencias al descenso, como se aprecia en las figuras del capítulo 5.4.

### 6.1.9 Superficie cubierta por lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es: *“Mantener superficie sobre mínimo histórico”*, razón por la cual en la Tabla 6-2, se entrega el valor mínimo de las superficies cubiertas por los distintos sistemas lagunares y que se presentó en la Adenda 5 de la evaluación ambiental.

En el numeral 5.3 de este informe se entregan los valores de esta variable para las campañas de invierno y verano 2016. De los resultados obtenidos para los distintos sistemas lagunares, ya sea utilizando imágenes de alta o media resolución, indican que las áreas de cada sistema analizado se encuentran sobre los mínimos históricos, tanto en la campaña de invierno (agosto) como de verano (diciembre). En particular, se pueden mencionar los resultados de diciembre 2016, bajo etapa operación, con imágenes de alta resolución, se obtuvieron menores áreas en relación a la campaña de invierno 2016, corresponden a las siguientes por sistema: Aguas de Quelana, 18,8 ha; La Punta y La Brava, 40,9 ha; Peine, 50,2 ha; Soncor, 255,6 ha. Por lo tanto se puede concluir que las áreas de cubiertas por lagunas no han disminuido mas allá de lo determinado como dato histórico.

**Tabla 6-2 Superficie cubiertas por Lagunas histórico**

Sistema Lagunar	Superficie Minima (ha)	Superficie Mínima año 2016 (ha)
Aguas de Quelana	11,3	18,8
La Punta y La Brava	31,6	40,9
Peine	48,9	50,2
Soncor	192,4	255,6

Fuente: Elaboración propia y datos históricos Adenda 5

### 6.1.10 Variables Meteorológicas

La RCA N° 21 no establece ningún tipo de límite para las variables meteorológicas, por lo tanto no aplica verificar en relación a umbrales.

### 6.1.11 Parámetros de calidad química en agua superficial y subterránea

En relación a la caracterización química de las aguas, la RCA tampoco establece límites específicos para ningún elemento, ni para los in situ como para los de laboratorio, sin embargo si señala *“Mantener parámetros dentro de variabilidad natural”*. Es por esto que no se comprueba parámetro a parámetro ni punto a punto, sino más bien en término de campaña y sistemas.

El análisis de la información de calidad química se ha presentado en el acápite 5.8 de este documento, para cada uno de los sectores de interés. Este análisis se ha enfocado en el comportamiento espacial y temporal, por lo que para corroborar que no ha existido cambio en la composición química del agua y que se mantienen en la variabilidad natural, se hace

necesario recurrir al análisis temporal, por cuanto este permite ver el comportamiento de los elementos en función de datos históricos.

En términos generales las campañas realizadas con posterioridad al inicio de la etapa de operación del proyecto, muestran que los diferentes analitos no presentan cambios evidentes ni tendencias al cambio. Lo anterior se ratifica al analizar los diagramas de piper incluidos en el capítulo de resultados, los cuales integran la información de los diversos elementos presentes en el agua, principalmente los mayoritarios disueltos, en las campañas tanto del periodo de operación como las anteriores.

En las Figura 5-92, Figura 5-113 y Figura 5-133, se han entregado los diagramas de piper de los sistemas La Punta – La Brava; Peine y Sector Norte y Borde Este, respectivamente. Estos gráficos reflejan a composición química del agua de las campañas del año 2016 y las históricas.

En el sector LP-LB, tanto las aguas se clasifican como cloruradas-sódicas, manteniendo lo señalado en la Anexo 1 de la Adenda 5. Lo mismo sucede en el sector de Peine, donde las aguas también presentan características de aguas cloruradas-sódicas.

Sobre la base de los resultados es posible indicar que la composición o caracterización química de las aguas se mantiene dentro de lo que se ha registrado en periodo anteriores a la entrada en operación del proyecto.

## **6.2 Plan de Alerta Temprana.**

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar anticipadamente (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos.

Para ello, el PAT utiliza un subconjunto de puntos de monitoreo del PSA, denominados “puntos de activación”, establece variables de estado indicadoras del comportamiento del proyecto y de los objetos de protección, y “niveles de activación” (umbrales) que permitan anticiparse a la generación de efectos no previstos de la operación del proyecto o del efecto sinérgico de los proyectos en el Salar.

Para el proyecto de Rockwood los objetos de protección corresponden a las zonas sensibles de los cuerpos lagunares ubicados donde el agua subterránea aflora en superficie y considera como variables de estado e indicadores, expresados como cota altimétrica en metros sobre el nivel del mar (msnm):

- (i) el nivel freático de la salmuera en el Núcleo, y
- (ii) el nivel freático del agua del acuífero de la Zona Marginal,

Considerando los descensos de niveles de salmuera previstos por la modelación numérica realizada en la evaluación ambiental, su alcance espacial dentro del Núcleo, y la predicción de no afectación de los niveles de agua en el acuífero de la Zona Marginal que alimentan los sistemas lagunares, el PAT considera tres sectores de alerta, diferenciados cada uno de ellos con puntos de activación, umbrales y medidas de acción diferentes.

Así los tres sectores de alerta y sus principales características son:

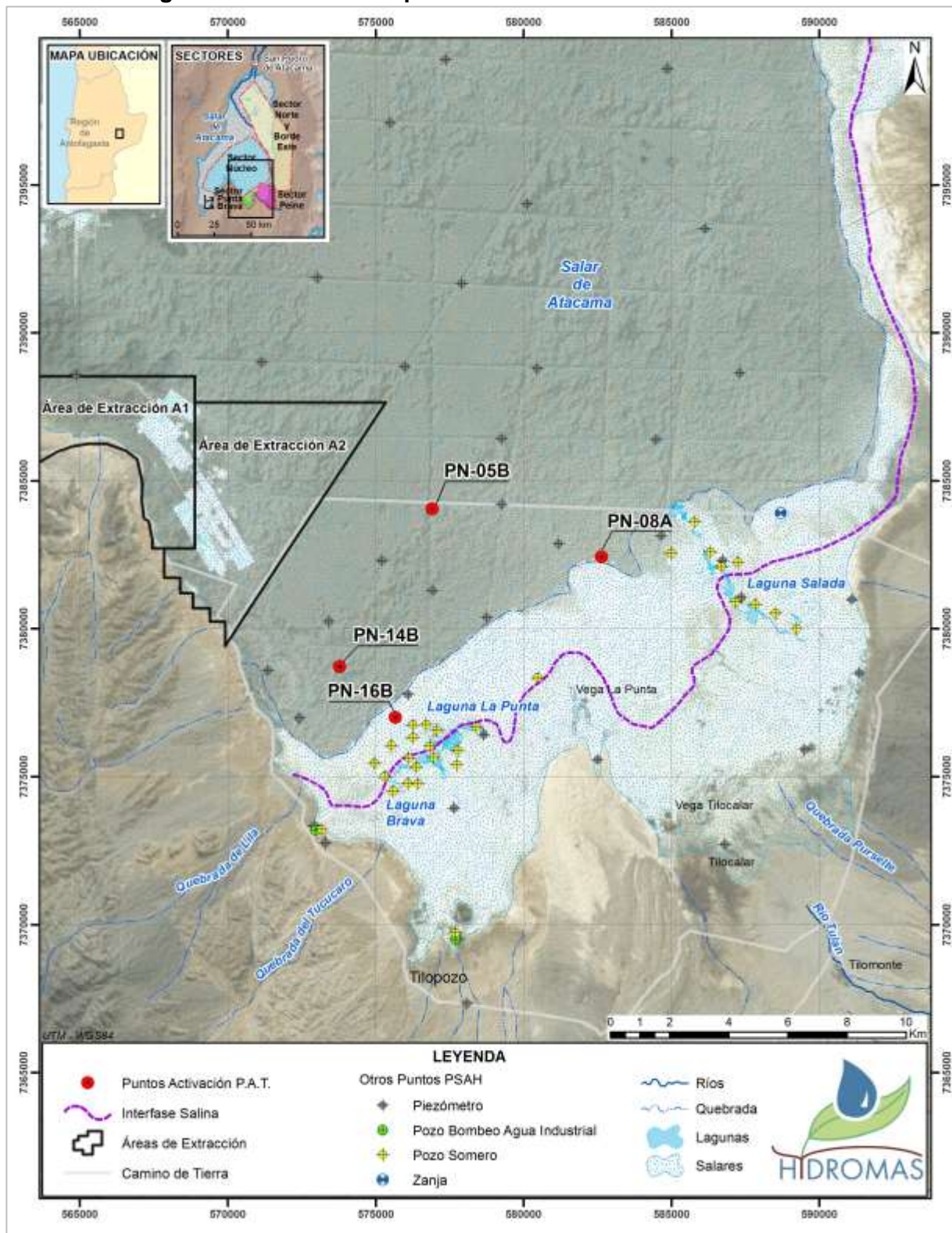
- Sector de Alerta Núcleo: Corresponde al área ubicada entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase, lo que ha sido validado mediante el uso de los modelos numéricos desarrollados. Por lo tanto, los indicadores de estado en este sector son los niveles freáticos en la salmuera. Se contemplan 4 puntos de activación, con diferentes umbrales para cada año según los descensos previstos, y con distintas medidas de acción, entre ellas, el cierre progresivo de la extracción de salmuera.
- Sector de Alerta Acuífero: Corresponde al acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava, más cercanos al proyecto de Rockwood. Los indicadores de estado son los niveles piezométricos del acuífero y, dado que no se contemplan descensos de nivel en esta área, los 5 puntos de activación definidos consideran un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el proyecto.
- Sector de Alerta Norte: Corresponde al sector del núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, y dónde SQM tiene 5 puntos de activación en su Plan de Alerta Temprana, que consideran los niveles de salmuera como indicadores de estado. Dado que el proyecto Rockwood no prevé descensos adicionales en este sector, el titular toma en cuenta los umbrales y puntos de activación de SQM.

### **6.2.1 Sector de Alerta Núcleo**

El Plan de Alerta Temprana en el denominado Sector de Alerta Núcleo considera 4 puntos de monitoreo de niveles de salmuera del Plan de Seguimiento Ambiental como puntos de activación del PAT. Estos son los pozos PN-05B, PN-08A, PN-14B y PN-16B para los que, con el modelo numérico MODFLOW, se evaluaron los descensos previstos por el proyecto en cada uno de ellos. En la Figura 6-2 se aprecia la ubicación relativa de estos pozos en relación a los sistemas sensibles, como son las lagunas.



**Figura 6-2 Ubicación de pozos de PAT sector de Alerta Nucleo**



Fuente: Elaboración propia

Con los resultados de un escenario de recarga reducida<sup>18</sup> se definieron los Umbrales Fase I, Umbrales Fase II y Umbral Final. Los umbrales Fase II, se calcularon como los niveles de la Fase I menos dos desviaciones estándar promedio del sector calculada a partir de las diferencias de niveles mensuales medidas en pozos del entorno de este sector de alerta. El umbral final corresponde a un valor único para los 25 años de operación del proyecto, que asegura que no se produzcan descensos más allá de los evaluados al final del periodo.

De acuerdo a lo indicado, en la evaluación ambiental se establecieron los valores de los niveles a respetar para 25 años de explotación. Considerando que se está en el primer año de operación del proyecto, en la Tabla 6-3, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT, para el primer año.

**Tabla 6-3 Umbrales de activación hidrico Año 1 de explotación**

Pozo	Umbral Fase I. (m.s.s.m)	Umbral Fase II. (m.s.n.m.)	Umbral Final (m.s.n.m.)
PN-05B	2298,54	2298,45	2297,74
PN-08A	2298,55	2298,46	2297,82
PN-14B	2298,10	2298,01	2297,27
PN-16B	2298,56	2298,47	2297,99

Fuente: Elaboración propia en base a Anexo 3 Adenda 5

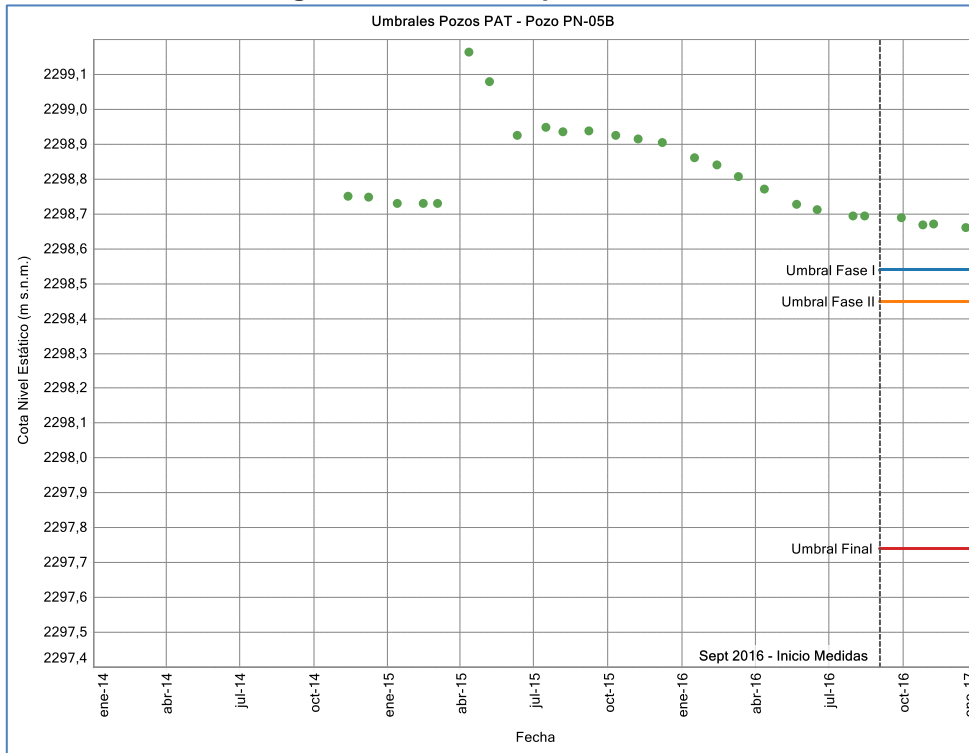
En función de los registros del año 2016, presentadas en Tabla 5-22, entre las Figuras 6-3 y Figura 6-6 se presenta la evolución de los niveles en los pozos indicados del PAT del sector de alerta núcleo en relación a los umbrales que les aplica.

Cabe señalar que los umbrales indicados previamente, son aplicables desde el inicio de la etapa de operación del proyecto, y es por esa razón que sólo se incorporan a partir de septiembre 2016.

<sup>18</sup> Anexo 1, Adenda 5

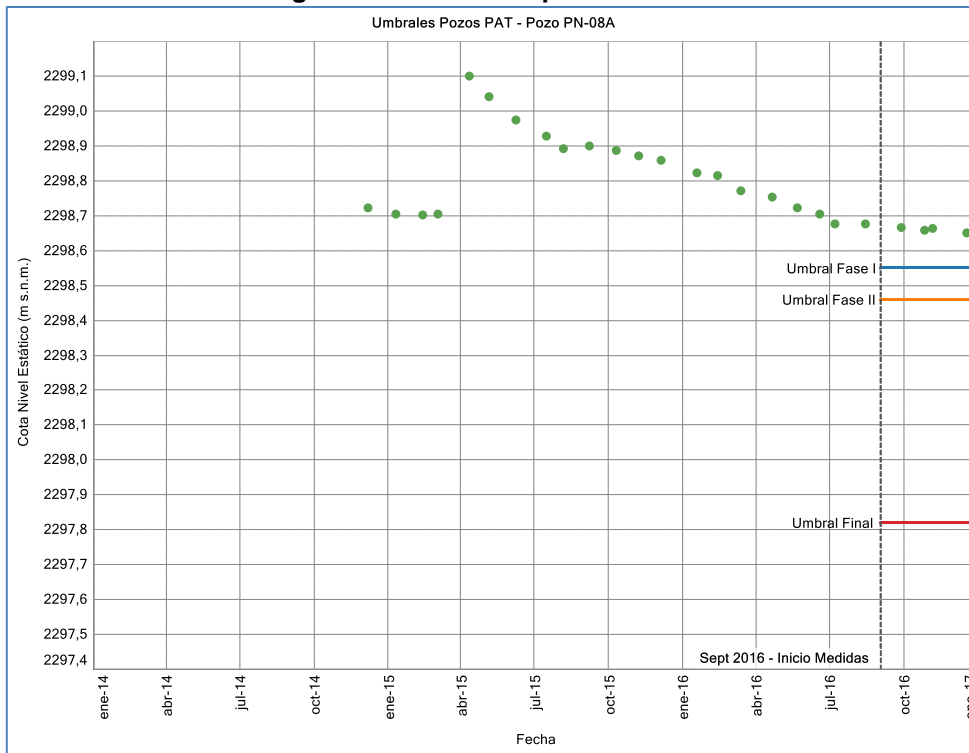


**Figura 6-3 Niveles de punto PN-05B**



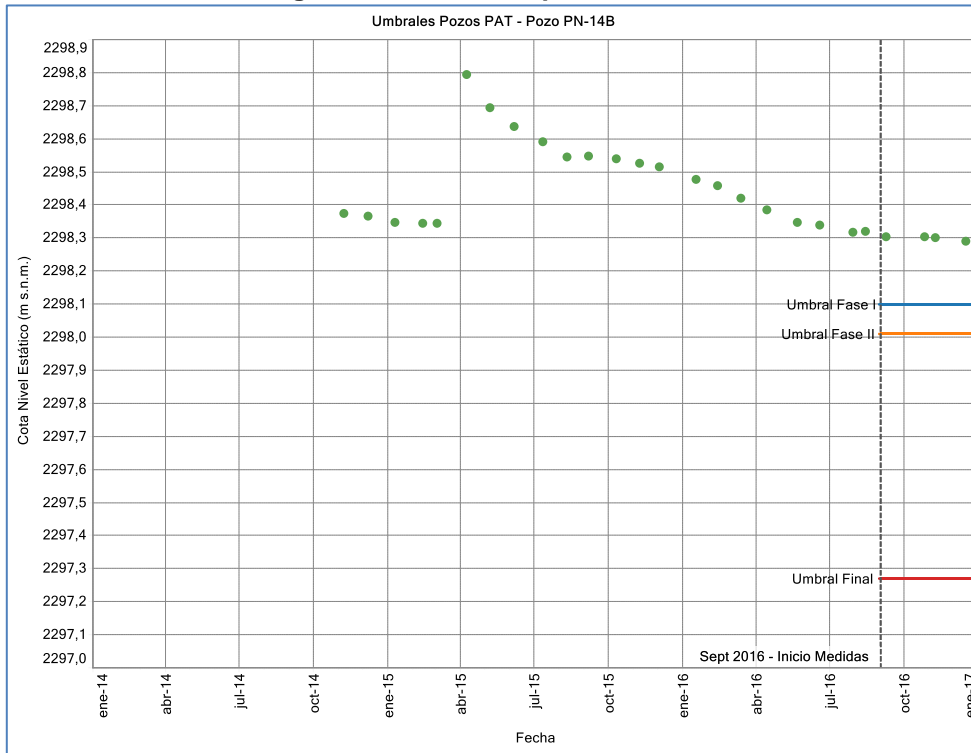
Fuente:Elaboracion propia

**Figura 6-4 Niveles de punto PN-08A**



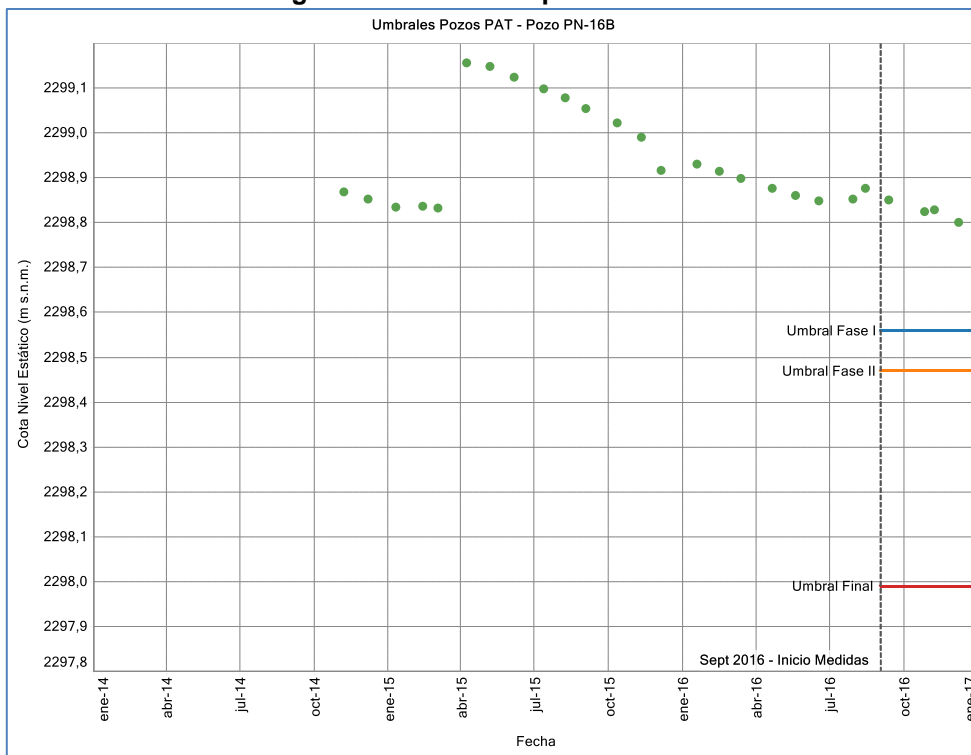
Fuente:Elaboracion propia

**Figura 6-5 Niveles de punto PN-14A**



Fuente\_ Elaboracion propia

**Figura 6-6 Niveles de punto PN-16B**



Fuente\_ Elaboracion propia

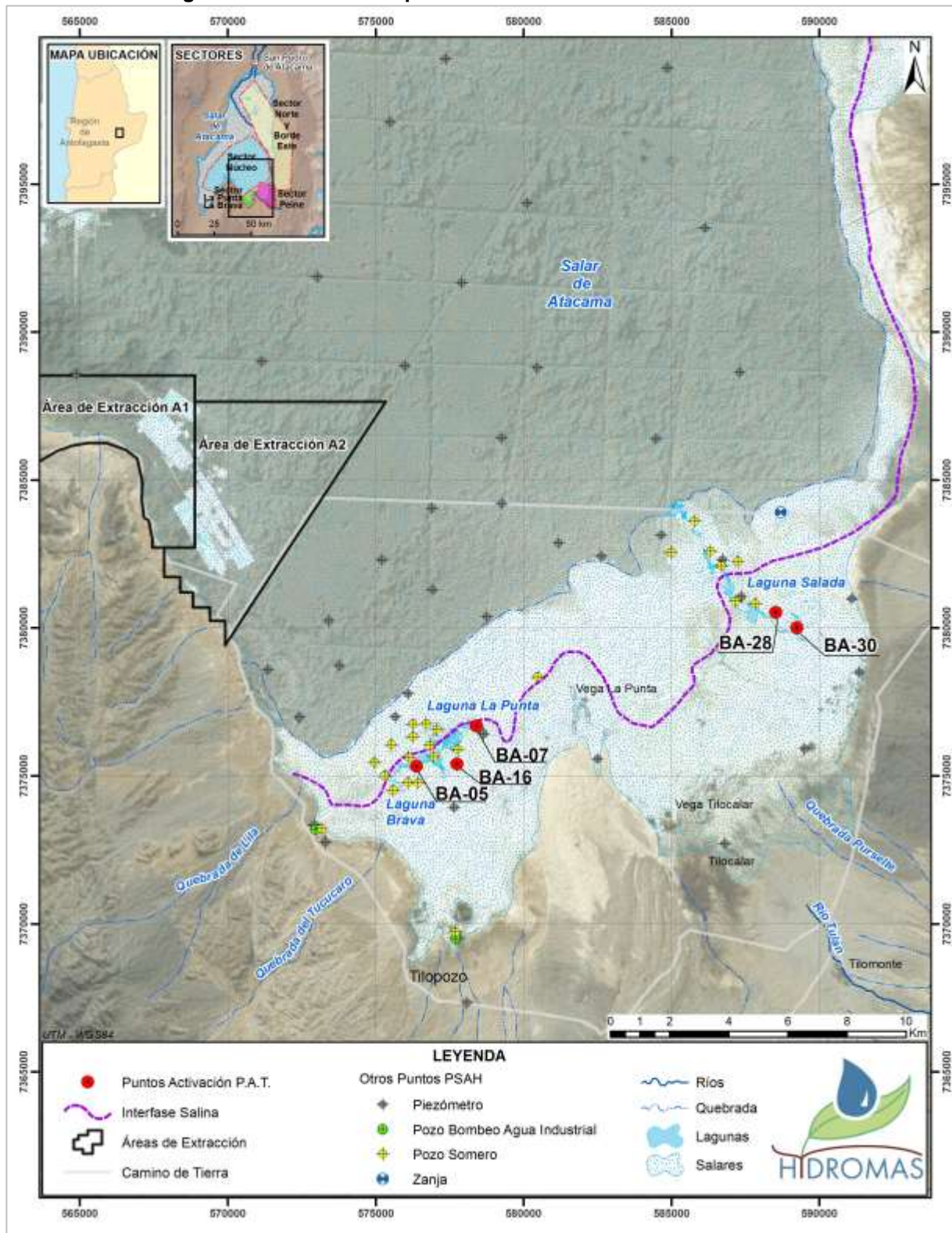
De acuerdo a lo establecido en la evaluación ambiental, se entiende por sobrepasada la condición o condición de activación de la Fase I, cuando el nivel registrado esté por debajo el umbral de Fase I durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación. De la misma manera la condición de activación de la fase II se define cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase II durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación. Finalmente la condición de activación de la Fase final corresponde a cuando por una sola vez en al menos uno de los puntos de activación, a excepción de los tres últimos años de proyecto cuando se activará cuando en al menos uno de los puntos de activación, su nivel se registre por debajo de su umbral de Fase Final durante tres meses consecutivos.

Dicho lo anterior, en base a los resultados que se presenta, es posible indicar que no se ha activado ninguna de las fases del PAT en el sector de alerta nucleo.

### **6.2.2 Sector de Alerta Acuífero**

El Plan de Alerta Temprana en el denominado Sector de Alerta Acuífero considera 5 puntos del Plan de Seguimiento Ambiental de monitoreo de niveles freáticos del acuífero dulce-salobre de la Zona Marginal como puntos de activación. Estos puntos corresponden a BA-05 BA-07, BA-16, BA-28 y BA-30. En la Figura 6-7 se presenta la ubicación relativa de estos pozos, en función a los sistemas sensibles.

**Figura 6-7 Ubicación de pozos de PAT sector de alerta Acuífero**



Fuente: Elaboración propia

Los umbrales de activación para este sector de alerta, son también distintos en cada punto de activación y corresponde a un único valor del nivel freático para cada uno de ellos expresado en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). En otras palabras, el PAT de este sector de alerta sólo considera una única fase a diferencia del sector de alerta del núcleo. Estos umbrales buscan determinar si se producen desviaciones respecto del comportamiento natural del sistema, el que presenta oscilaciones estacionales de niveles, cualquiera sea su origen.

Dado que el proyecto no prevé efectos sobre los sistemas lagunares que se forman en los acuíferos de agua dulce-salobre, es que los umbrales corresponden a niveles freáticos mínimos relacionados con la dinámica natural del sistema, cuyos niveles mínimos se presentan en la época de verano.

**Tabla 6-4 Niveles de activación hídrico en el sector de alerta Acuífero**

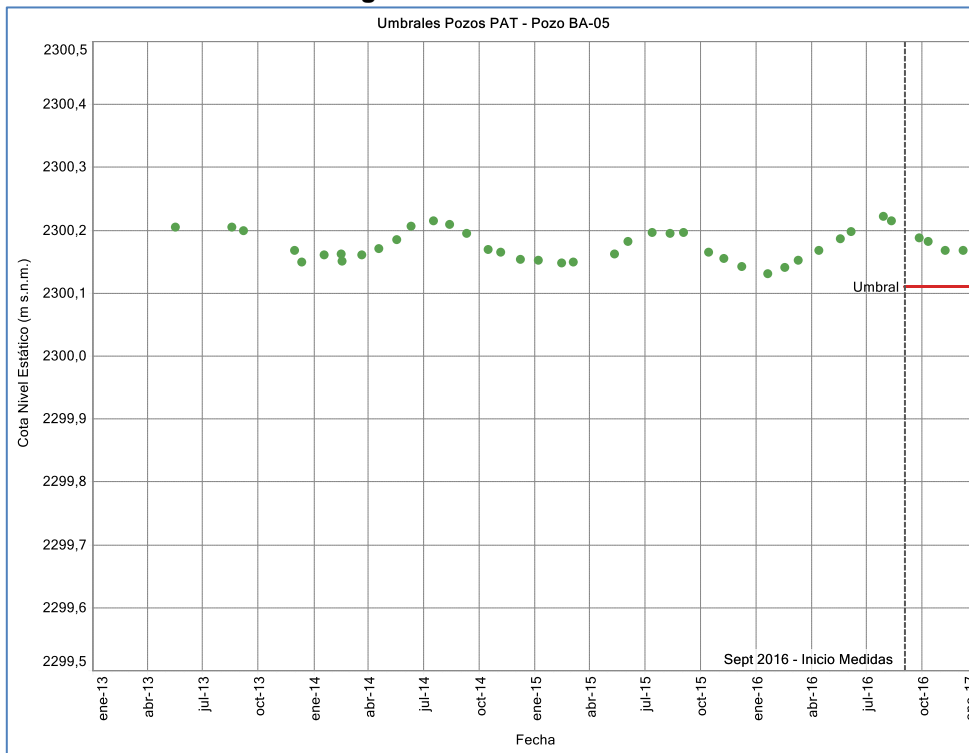
Pozo	Sistema lagunar	Umbral (m.s.n.m.)
BA-05	La Punta – La Brava	2300,11
BA-07	La Punta – La Brava	2299,97
BA-16	La Punta – La Brava	2300,80
BA-28	Peine	2300,59
BA-30	Peine	2301,42

Fuente: Tabla 4-10 Anexo 3 Adenda 5

De la misma manera que para el sector de alerta núcleo, en el sector de alerta acuífero quedó definido en la evaluación ambiental la condición bajo la cual se entenderá que los umbrales se consideran sobrepasados, siendo ésta cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral durante tres medidas consecutivos en al menos un punto de activación.

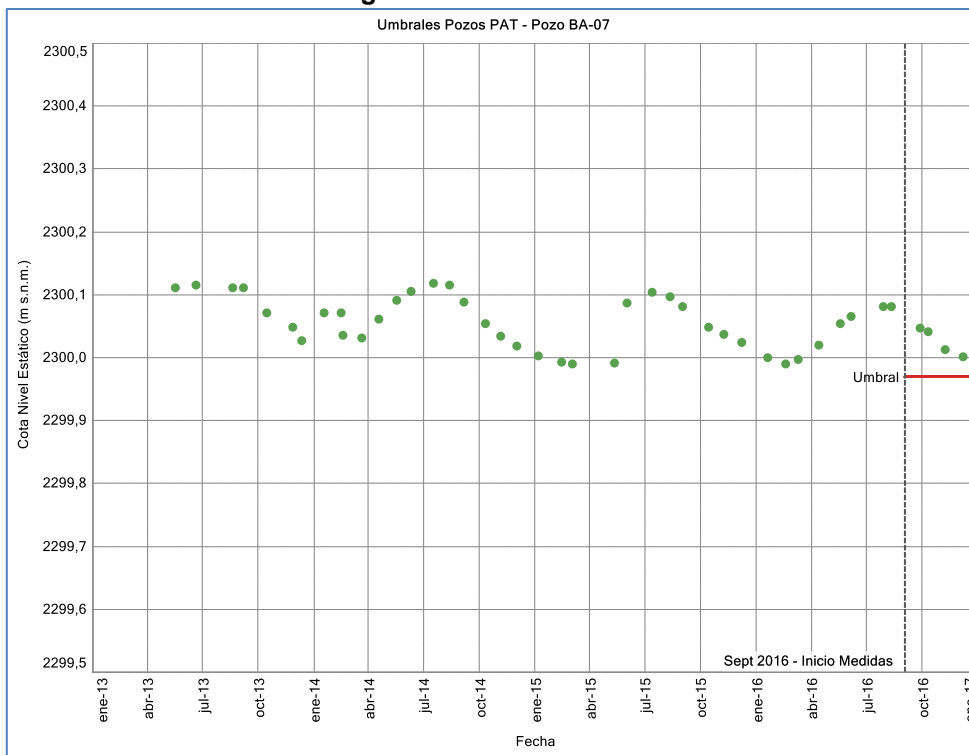
Entre las Figuras 6-8 y Figura 6-12 se presentan los niveles registrados en los puntos del sector de alerta acuífero, en relación al umbral establecido como condición de verificación. De esta figura es posible apreciar que las fluctuaciones que muestran los niveles en los barrenos, sigue un comportamiento estacional y que el umbral no ha sido sobrepasado en ninguno de los barrenos.

**Figura 6-8 Niveles BA-05**



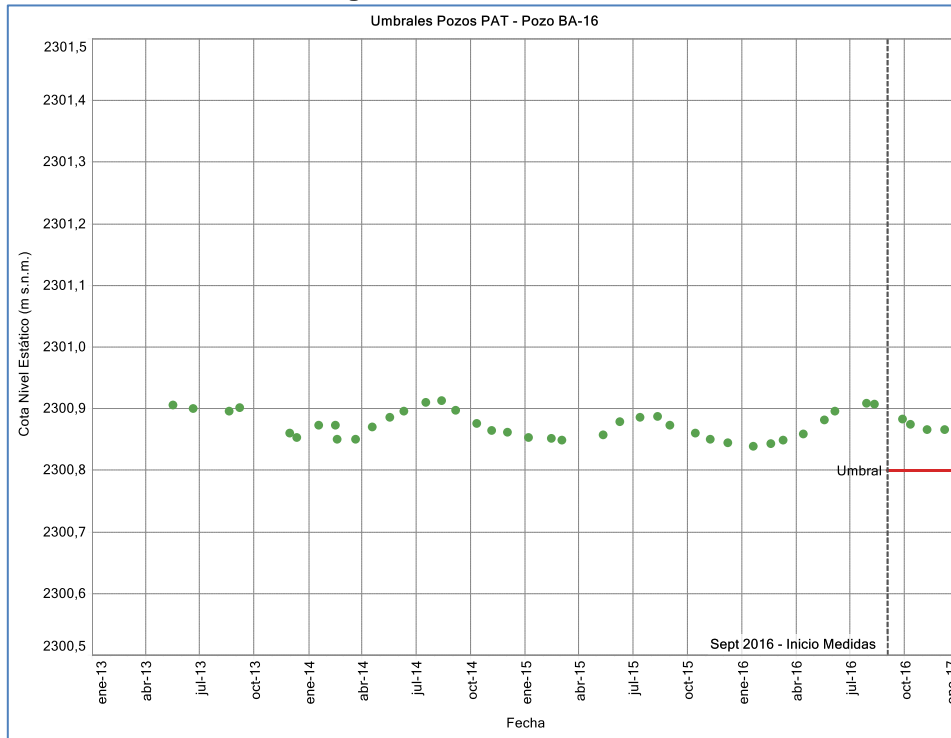
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-9 Niveles BA-07**



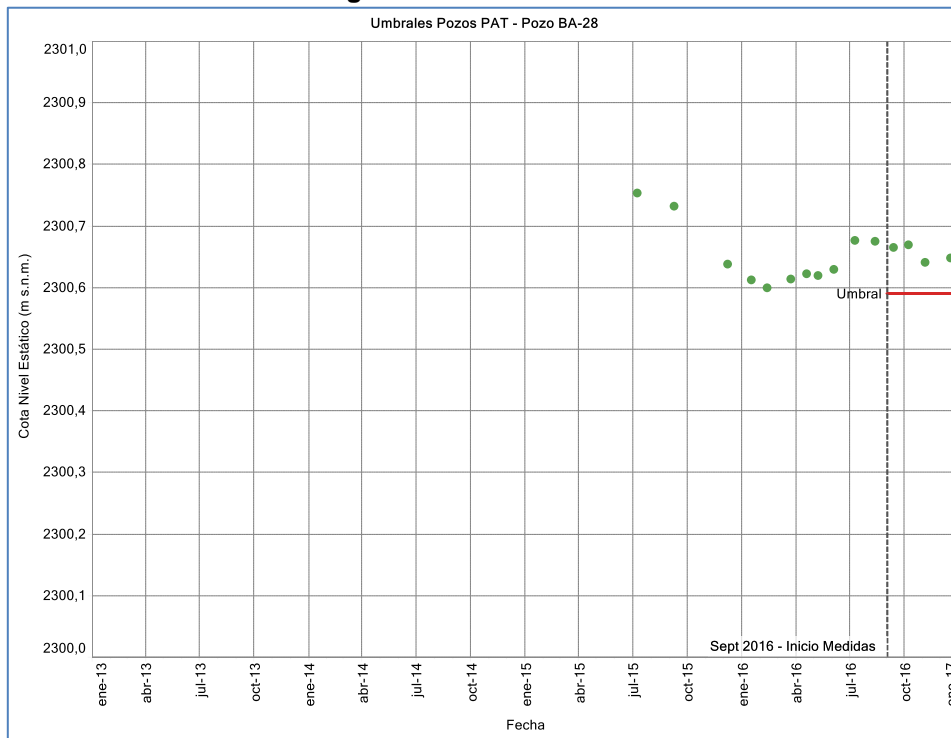
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-10 Niveles BA-16**



Fuente: Elaboración propia

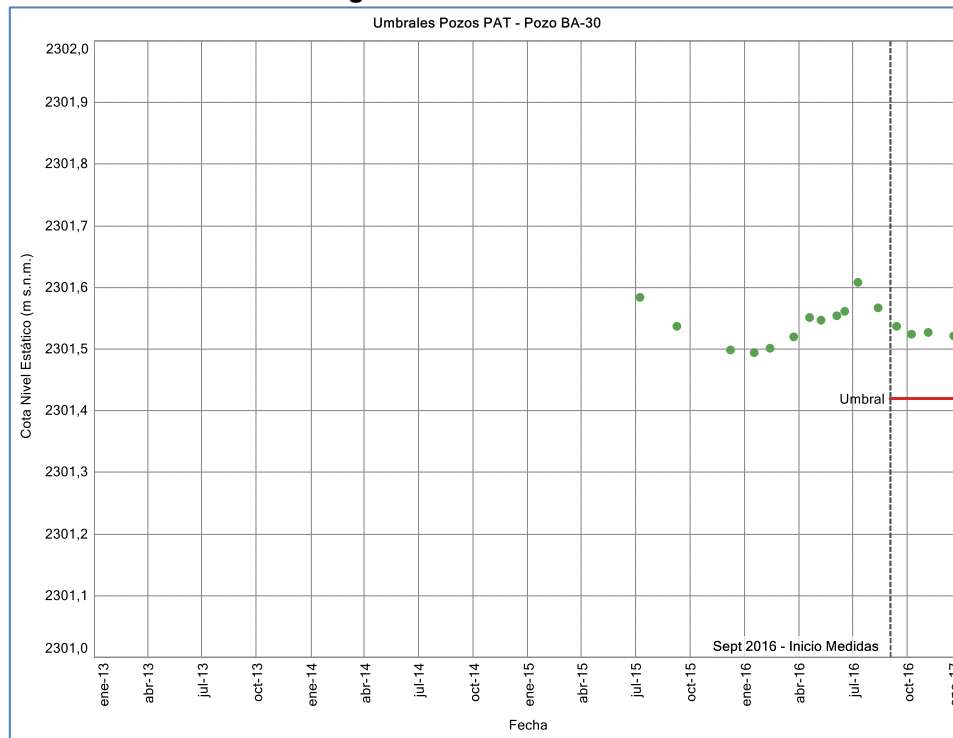
**Figura 6-11 Niveles BA-28**



Fuente: Elaboración propia



**Figura 6-12 Niveles BA-30**

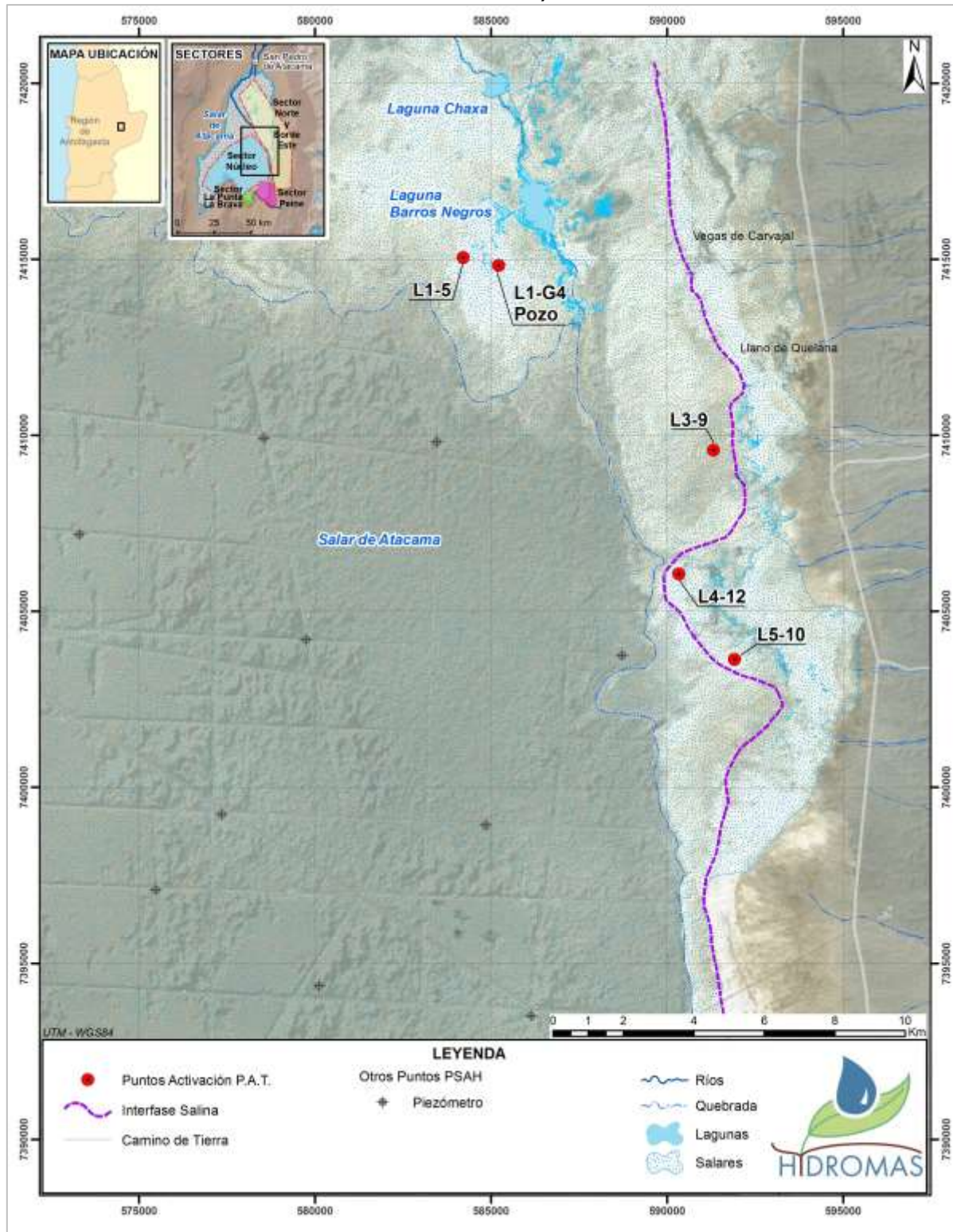


Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3 Sector de Alerta Norte

Dado que no se prevén efectos del proyecto en el sector norte del Núcleo frente a los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, el Plan de Alerta Temprana en el denominado Sector de Alerta Norte, considera 5 de los puntos de activación, que corresponden a los del Plan de Alerta Temprana de SQM, y que se vinculan a la activación de SQM con la medida de reducción del caudal de explotación en el núcleo del Salar (RCA 226 de 2006 de SQM). Estos pozos son el L1-5, L1-G4 Pozo, L3-9, L4-12 y L5-10. La ubicación de los puntos se ha determinado sobre la base de los informes entregados por SQM en atención a su Plan de Seguimiento. Ver Figura 6-13.

**Figura 6-13 Ubicación de puntos de activación del sector de alerta Norte (mismo del PAT SQM en el núcleo)**



Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que en los otros sectores de alerta, para el sector alerta norte, en el proceso de evaluación ambiental quedó establecido las condiciones de activación y desactivación de las Fases, las que se pueden resumir como: se activan la Fase I y la Fase II, de manera consecutiva, cuando Rockwood Litio reciba notificación por parte de la autoridad ambiental, de que SQM ha activado una de las Fases. Al respecto cabe indicar que ha quedado establecido de esta manera en consideración que la información de SQM no es pública, razón por la cual en el momento que esta sea pública será responsabilidad de Rockwood informarse de la activación del PAT de SQM, en cuyo caso no requerirá de la notificación de la autoridad ambiental.

Dicho lo anterior en la Tabla 6-5 se presentan las cotas de activación del PAT de SQM.

**Tabla 6-5 Cotas de Activación de SQM**

Nombre	Umbral Fase I (m.s.n.m.)	Umbral Fase II (m.s.n.m.)
L1-G4 Pozo	2298,51	2298,35
L1-5	2298,51	2298,35
L3-9	2299,37	2299,34
L4-12	2298,72	2298,69
L5-10	2299,05	2299,02

Fuente: Tabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5

En consideración a que no se dispone de la información de los niveles en los pozos de SQM, así como tampoco se ha recibido notificación por parte de la autoridad ambiental se concluye que no ha habido activación del PAT de SQM y por consiguiente el PAT en el sector de alerta norte del PAT de Rockwood.

### 6.3 En relación a las incertidumbres asociadas a los métodos

En relación a todos los parámetros que conforman el PSA y que han sido presentado en el informe, la evaporación y la evapotranspiración son variables que son determinados mediante metodología que utilizan mediciones en terreno, y luego procesos de gabinete. Por lo tanto se ha identificado que el valor final de la evaporación-evapotranspiración, tiene asociada una incertidumbre, la que se describe a continuación.

La información recopilada en terreno es relevante para el cálculo final de la evaporación-evapotranspiración, por lo que todo aquello asociado a la instalación de los equipos en terreno tiene una incidencia en el valor final de esta variable. Es así como toma relevancia la ubicación en terreno del equipo (domo), lo que en el caso del Salar es particularmente especial considerando lo rugoso e irregular de la superficie en la cual se instala el equipo. Es necesario, al momento de realizar las mediciones, aislar el aire al interior del domo y por lo tanto pudiera existir diferencias en mediciones atribuibles a este hecho

Relacionado con lo anterior, un aspecto que puede tener incidencia en el valor de esta variable, es el nivel de circulación del aire al interior del domo. Lo anterior se traduce en el número de ventiladores que se instalan, lo que pueden variar entre 1 y 2. La diferencia entre un caso y otro se vincula con la medición de la humedad al interior del domo, lo que tiene incidencia en el valor de la variable.

Vinculado también con las actividad de terreno, un aspecto que tiene incidencia en el nivel de representatividad del valor de la evaporación- evapotranspiración, son las condiciones climáticas, tanto del día de las mediciones como del día anterior. Esto vinculado al nivel de humedad ambiental asociado a la eventos de lluvia y a la radiación solar del día de la medición. Estos aspectos se relacionan directamente con la capacidad evaporativa en la zona de la medición al momento de su realización.

Adicionalmente a los aspectos relacionados con la implementación de los equipos en terreno y a las condiciones climáticas, el proceso de toma de datos, también puede incidir en el resultado final. Esto dice relación con el periodo de toma de datos y el tiempo de espera para que los sensores se estabilicen. La lectura del vapor de agua, al interior del domo, puede ser realizada por un periodo de 3 a 5 minutos, lo que dependerá del tiempo que tome en estabilizar la lectura el sensor.

Saliendo del ámbito de las actividades de terreno, la determinación del valor de la variable pasa por una interpretación de los datos y un trabajo de gabinete. Es así como las variables registradas en terreno sirven de input para estimar la tasa de evaporación instantánea de ese punto de medición particular. El procedimiento consiste en determinar la tasa de cambio en la evolución de la densidad de vapor de agua en el tiempo, durante 1 minuto para las mediciones. El ajuste de una recta en la sección de pendiente constante entrega un valor puntual de evapotranspiración a la hora de la medición. Finalmente, para obtener la evaporación diaria deben integrarse las mediciones realizadas a lo largo del día, donde el comienzo de la evaporación está dado por el amanecer y el final por el atardecer

Todo este proceso introduce incertidumbres por cuanto depende por un lado del equipo de terreno y por otro del analista que realiza el trabajo de gabinete.

Estas incertidumbres no son cuantificables y pueden tener efecto en el resultado del valor de la evaporación- evapotranspiración, sin embargo, son todos aspectos que pueden ser manejados, a través de tomar precauciones tanto en las labores de terreno, como en el análisis de la información que se recopila.

#### **6.4 Análisis integrado de información**

En el capítulo 5 de este documento, correspondiente a resultados, se han presentado los registros del año 2016, por parametros y por sector, cuando corresponda, y se han grafico en relación a la data histórica, cuando esta exista. En el mismo capitulo se ha incluido el análisis del comportamiento de cada una de las variables en relación a datos históricos, incorporando ciertos estadígrafos en aquellas variables que lo permitan y que tengan sentido, tales como promedio, máximos, mínimos, percentiles; es por esto que en este numeral se presenta el análisis integrado de las variables y los sectores, con el objetivo de analizar el comportamiento del sistema como un global.

El enfoque del análisis se centra en identificar o caracterizar las relaciones que se evidencien con la información disponible, la que a medida que se incrementa, se hará más robusta, teniendo presente por un lado la explotación de salmuera y agua industrial y por otro los sistemas que son de interés ambiental, como son los sistemas lagunares adyacentes a la zona del proyecto.

#### **6.4.1 Análisis de año hidrológico**

Los sistemas de interés ambiental dependen altamente del recurso hídrico, y en particular de la disponibilidad de agua en la zona, lo que está directamente relacionado con la existencia o no de precipitaciones. Para abordar esta temática se considera necesario realizar un análisis hidrológico que permita situar el año 2016 en relación a la serie histórica, vale decir caracterizar el tipo de año hidrológico en términos de probabilidad de excedencia.

Para realizar el análisis hidrológico se consideran las lluvias anuales registradas en la zona y medidas por las estaciones meteorológicas disponibles, las que fueron indicadas en el capítulo 5 del informe. En la Tabla 6-6 se presentan las series de precipitaciones anuales. A partir de ellas se realiza el análisis de frecuencias, identificando la función de distribución que mejor se ajusta a los datos registrados.

Para todas las estaciones meteorológicas analizadas, la función Log Pearson fue la que entregó el mejor ajuste. En la Figura 6-14, se presenta la gráfica de dicha función para la estación Peine, en atención a que es esta estación la que será utilizada para determinar el tipo de año hidrológico registrado en la estación de Rockwood. Esto se realiza considerando que aunque la estación Peine registra mayores precipitaciones que la estación Rockwood, de acuerdo a lo que se aprecia del plano de isoyetas (Figura 5-8), ambas estaciones se encuentran relativamente cercanas entre sí y la estación Peine cuenta con mayor número de años con información.

Para efectos del análisis se han determinado las precipitaciones anuales para diferentes probabilidades de excedencia, de todas las estaciones analizadas, las que se entregan en la Tabla siguiente.

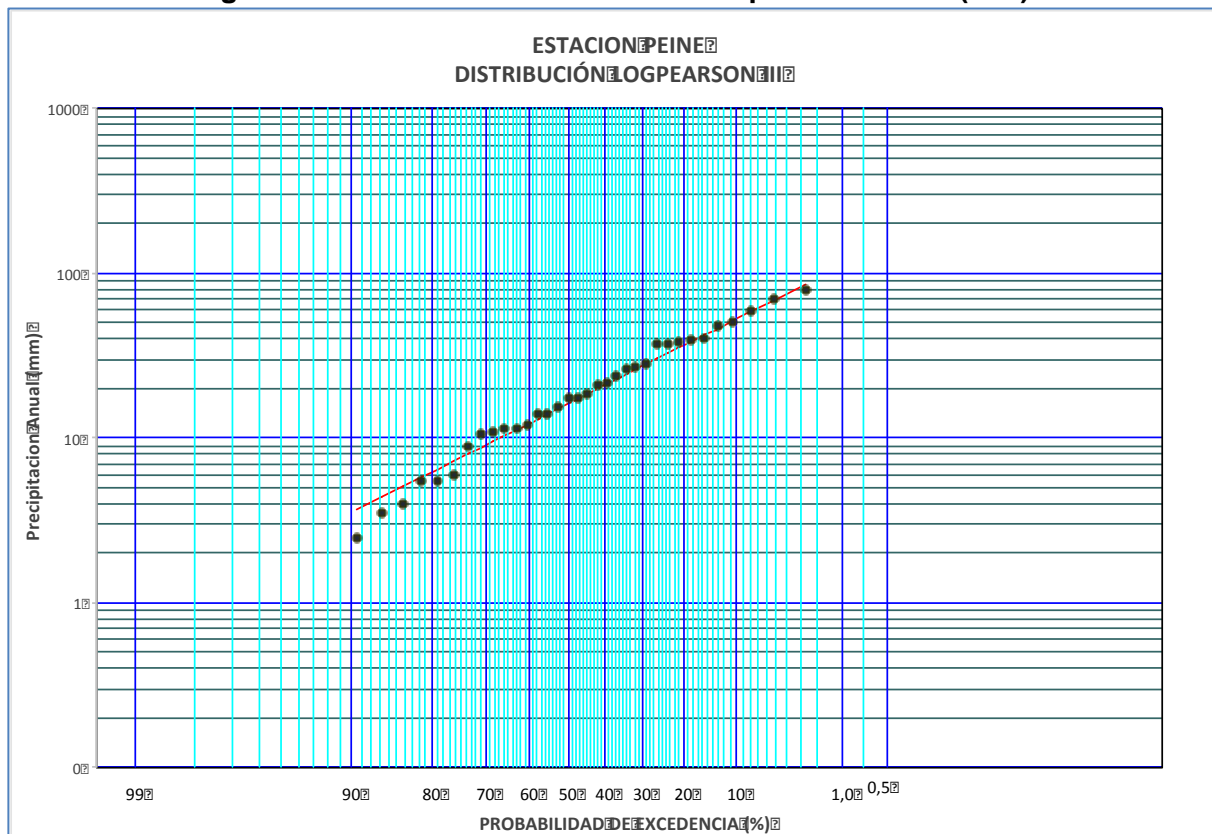


**Tabla 6-6: Series de Precipitaciones Anuales (mm)**

Año	CAMAR	EL TATIO	PEINE	RIO GRANDE	SAN PEDRO DE ATACAMA	SOCAIRE	TALABRE	TOCONAO EXP.	EM-SCL
1970					14				
1971					0,6				
1972					81				
1973					51,1				
1974					2,5				
1975			24,0		40	128,1			
1976			14,0		39	45,8		44,2	
1977			5,5	168,0	61	71		72	
1978		91,1	39,0	35,9	18	43,5		9,5	
1979	17,0	142,9	21,0	67,1	23,6	40,5		16,5	
1980	20,0	55,7	21,5	31,6	12,5	3,5		38	
1981	96,0	126,1	11,5	113,4	23,5	29,5		100,8	
1982	10,5	57,8	6,0	9,1	8	19,1		5	
1983	74,0	152,0	40,5	73,4	23	62		56,5	
1984	125,0	341,5	50,0	220,8	10,5	155,9		100	
1985	35,0	259,5	27,2	95,9	35	48		28,5	
1986	60,5	187,0	15,5	116,1	40	46,6		86,3	
1987	60,9	282,9	69,5	148,1	47,5	97,2		71,5	
1988	3,1	75,7	0,0	9,0	0	0		0	
1989	40,5	132,7	12,0	91,3	42,5	40		36	
1990	25,5	128,3	14,1	64,0		33,1		41,3	
1991	2,0	82,4	0,0	9,6		0,8		8	
1992	8,1	45,0	11,0	7,5		16,5		2	
1993	20,1	124,1	10,5	37,9		13,8		2,5	
1994	12,4	116,6	1,5	42,4		10		6,6	
1995	28,5	180,5	17,5	81,3		2		25,5	
1996	16,0	20,5	11,5	20,2		24,5	48	5	
1997	60,5	186,6	26,5	129,1		60,5	82	37,8	
1998	2,0	79,9	9,0	30,1		14	9	3,5	
1999	25,5	243,0	18,5	70,2		23	38	27	
2000	37,9	244,7	5,5	112,7		70	112,5	19,5	
2001	98,5	421,7	37,5	194,3		55	161	71	
2002	58,8	71,5	79,0	100,9		34	99	84,2	42,0
2003	17,0	36,0	48,0	21,6		24	50	31,7	2,0
2004	5,0	6,8	1,5	42,8		13,5	41,5	3	1,5
2005	33,0	110,2	17,5	67,2		17	58,7	6,5	8,5
2006	13,4	0,0	4,0	4,5		14,2	28,7	0	7,6
2007	8,1	53,4	0,0	4,1		0	11,9	9	0,0
2008	5,2	123,1	0,0	35,6		4,8	40	0	10,0
2009	6,0	36,7	2,5	20,5		3,8	2,7		2,4
2010	2,0	8,8	2,0	16,9		1,5	12		0,0
2011	43,9	207,0	28,4	70,6	7,2	102,9	41		17,0
2012	90,4	352,7	38,0	220,7	113,9	121,2	194		0,0
2013	46,5	94,2	37,5	71,5	96,6	73,4	133		42,5
2014	2,4	63,4	3,5	55,6	12,8	1	6		4,7
2015	89,2	0,0	58,5	88,4	36,9	126,1	186		40,6
2016	23,0	0,0	0,0	87,8	0	0	0		1,6

Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-14 Análisis de frecuencia Precipitación Anual (mm)**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6-7 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia**

Prob Excedencia	CAMAR	EL TATIO	PEINE	RIO GRANDE	SAN PEDRO DE ATACAMA	SOCAIRE	TALABRE	TOCONAO EXP.
95%	2,3	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,5	0,0
85%	5,8	23,7	1,7	16,3	3,6	3,1	8,9	2,9
50%	22,1	105,3	13,5	54,4	25,6	25,3	43,4	18,6
10%	87,0	275,8	49,7	164,3	75,2	107,7	162,6	84,4
5%	121,4	331,0	66,5	210,0	89,1	143,8	217,9	121,8

Considerando que la estación meteorológica de Rockwood registró en el año 2016 una precipitación de 3,3 mm/año, y considerando el análisis de frecuencia de la estación Peine, es posible indicar que el año 2016 fue un año con probabilidad de excedencia en torno al 80%, lo que permite aseverar que fue un año seco.



#### **6.4.2 Análisis de la evolución de los niveles freáticos**

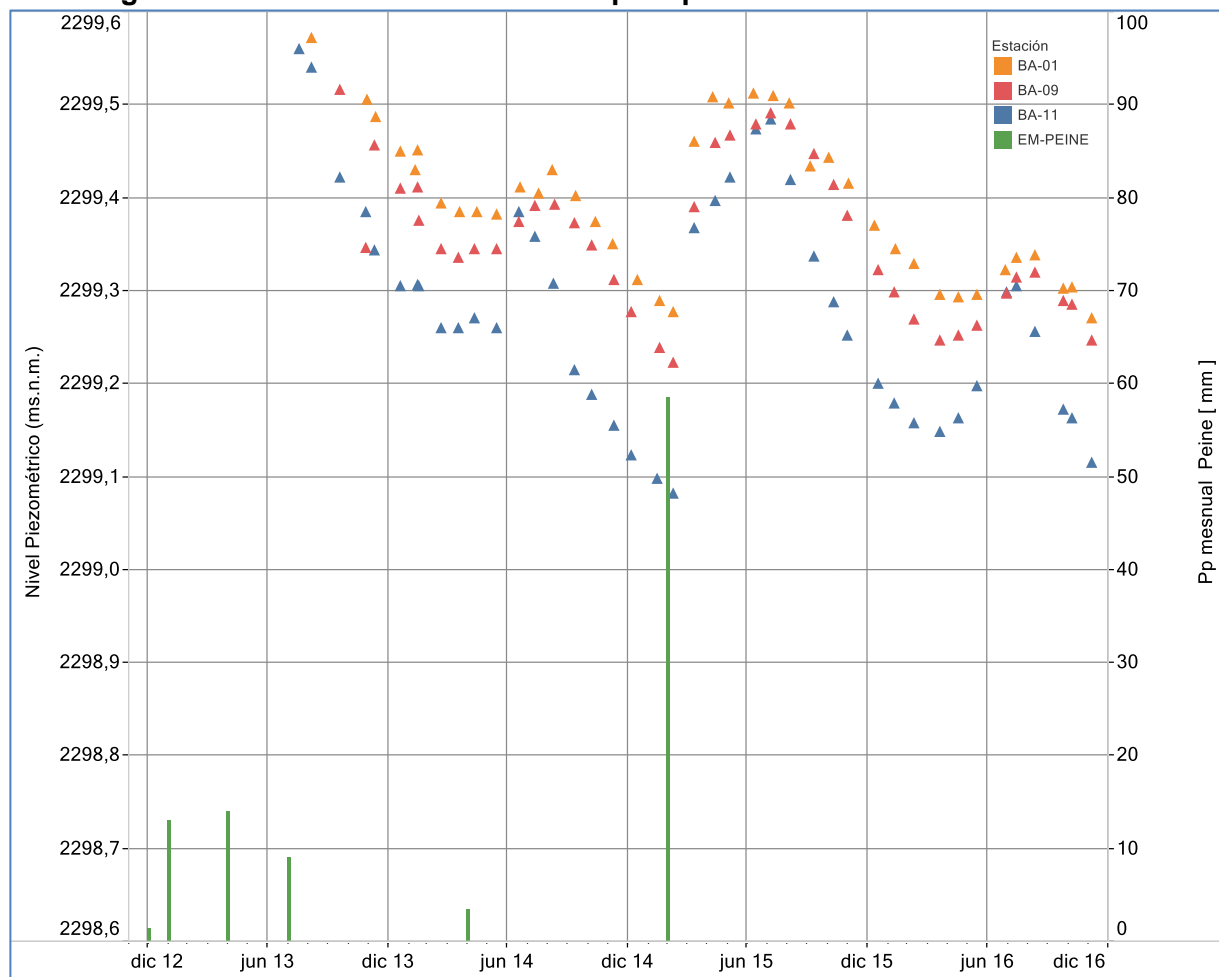
En el capítulo de resultados se ha presentado la evolución de los niveles freáticos tanto en la zona de la salmuera, núcleo, como en el acuífero y zona marginal. Esto ha sido realizado para los diferentes sectores y en la presentación de resultados, estos se han agrupado en atención al comportamiento, a la cota, y a su ubicación espacial.

Del análisis presentado, ha sido posible identificar ciertos comportamientos característicos, que muestran la respuesta de los niveles freáticos a estímulos como las precipitaciones; es así como se han seleccionado sólo un grupo de pozos, con información histórica suficiente, para evidenciar la respuesta indicada.

Para efectos de este análisis se ha seleccionado la estación meteorológica de Peine, en consideración a la extensión de la información y a su ubicación relativa. Los pozos seleccionados corresponden a BA-01, BA-09 y BA-11, todos barrenos ubicados en el sector de La Punta – La Brava.

En la Figura 6-15 se presenta el gráfico que muestra claramente la respuesta de los niveles piezométricos en el sector de La Punta y La Brava en relación a la precipitación. Esto se aprecia en marzo del 2014, donde se presentó un evento meteorológico que generó una precipitación del orden de 60 mm/mes, provocando el aumento de los niveles en el mes de abril del 2014, vale decir con un cierto nivel de desfase. En este punto no es posible ser categóricos en cuanto al tiempo en el cual el sistema evidencia la respuesta, en atención a que la información recopilada en términos de niveles es discreta, siendo una medición al mes.

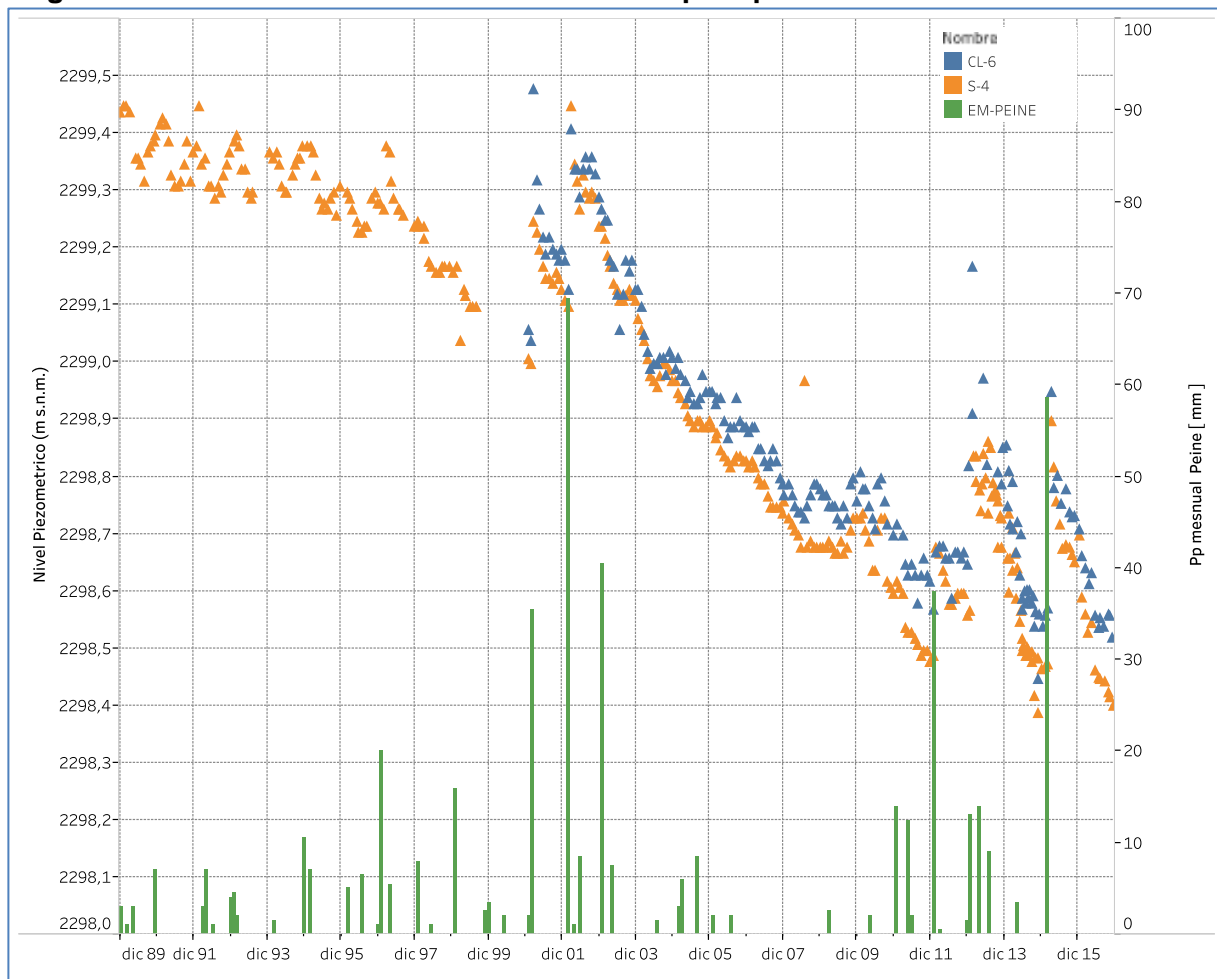
**Figura 6-15 Niveles Freáticos versus precipitación Mensual estación Peine**



Fuente: Elaboración propia

El mismo tipo de comportamiento se observa en la zona del núcleo, en la Figura 6-16 se aprecia la evolución de los niveles freáticos en la zona del núcleo, y su respuesta a los eventos de precipitación. Para el periodo registrado se han evidenciado una serie de eventos, algunos más importante que otros, sin embargo aquellos que han generado respuesta en los niveles del núcleo corresponden a las lluvias de febrero 2002, marzo 2012, y febrero 2015.

**Figura 6-16 Niveles Freáticos en nucleo versus precipitación Mensual estación Peine**



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, haciendo una mirada más extensiva del sistema y en base a los resultados que se presentaron en el capítulo 5 de este informe, es posible indicar que en la zona del núcleo los pozos cercanos a la zonas de extracción de Salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descenso en el tiempo, como era de esperar, mientras que los pozos que se alejan de la zona de explotación presentan tasas de descenso más atenuadas. Esto se aprecia en la Figura 6-17, donde las mayores tasas corresponden a los pozos CL-18 y CL 30. Dentro de los pozos que presentan menores tasas de descenso se encuentran graficados aquellos que conforman el PAT del sector de alerta acuífero.

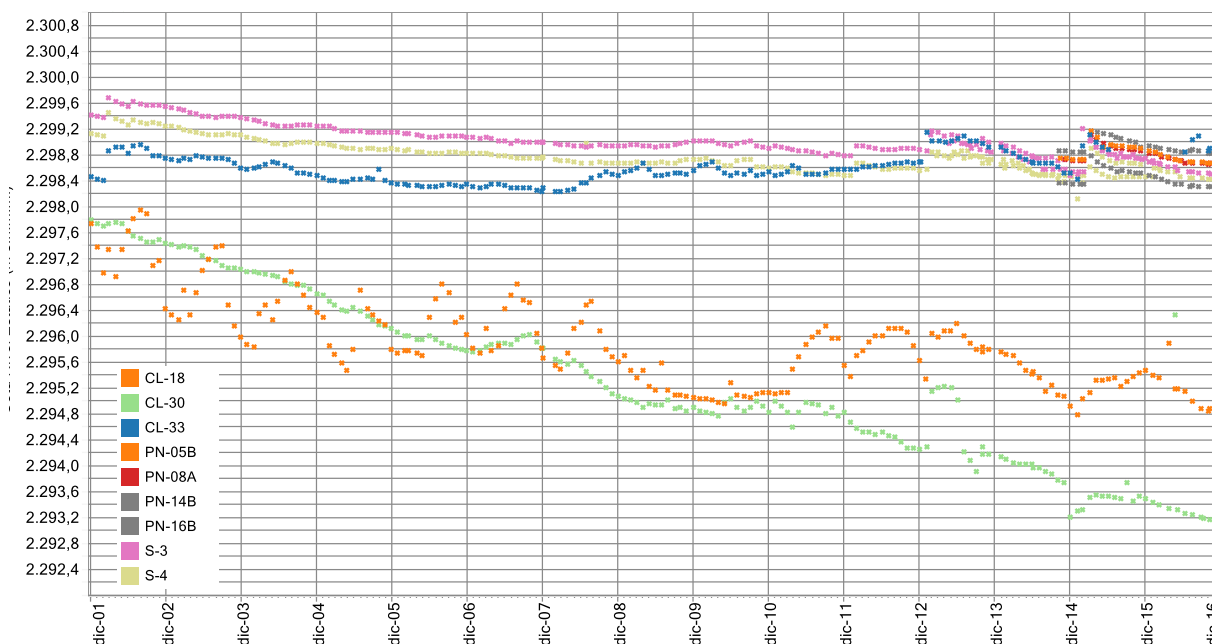
Adicionalmente, haciendo una mirada más extensiva del sistema y en base a los resultados que se presentaron en el capítulo 5 de este informe, es posible indicar que en la zona del núcleo los pozos cercanos a la zonas de extracción de Salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descenso en el tiempo, como era de esperar, mientras que los pozos que se alejan de la zona de explotación presentan tasas de descenso más atenuadas. Esto se aprecia en la Figura 6-17, donde las mayores tasas corresponden a los pozos CL-18 y

CL 30. Dentro de los pozos que presentan menores tasas de descenso se encuentran graficados aquellos que conforman el PAT del sector de alerta acuífero.

Por otro lado, también dentro de la zona del núcleo, los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del núcleo, corresponden a los pozos PN-18, PN 19 y ES-01, y corresponden a los pozos que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM (Figura 5-51).

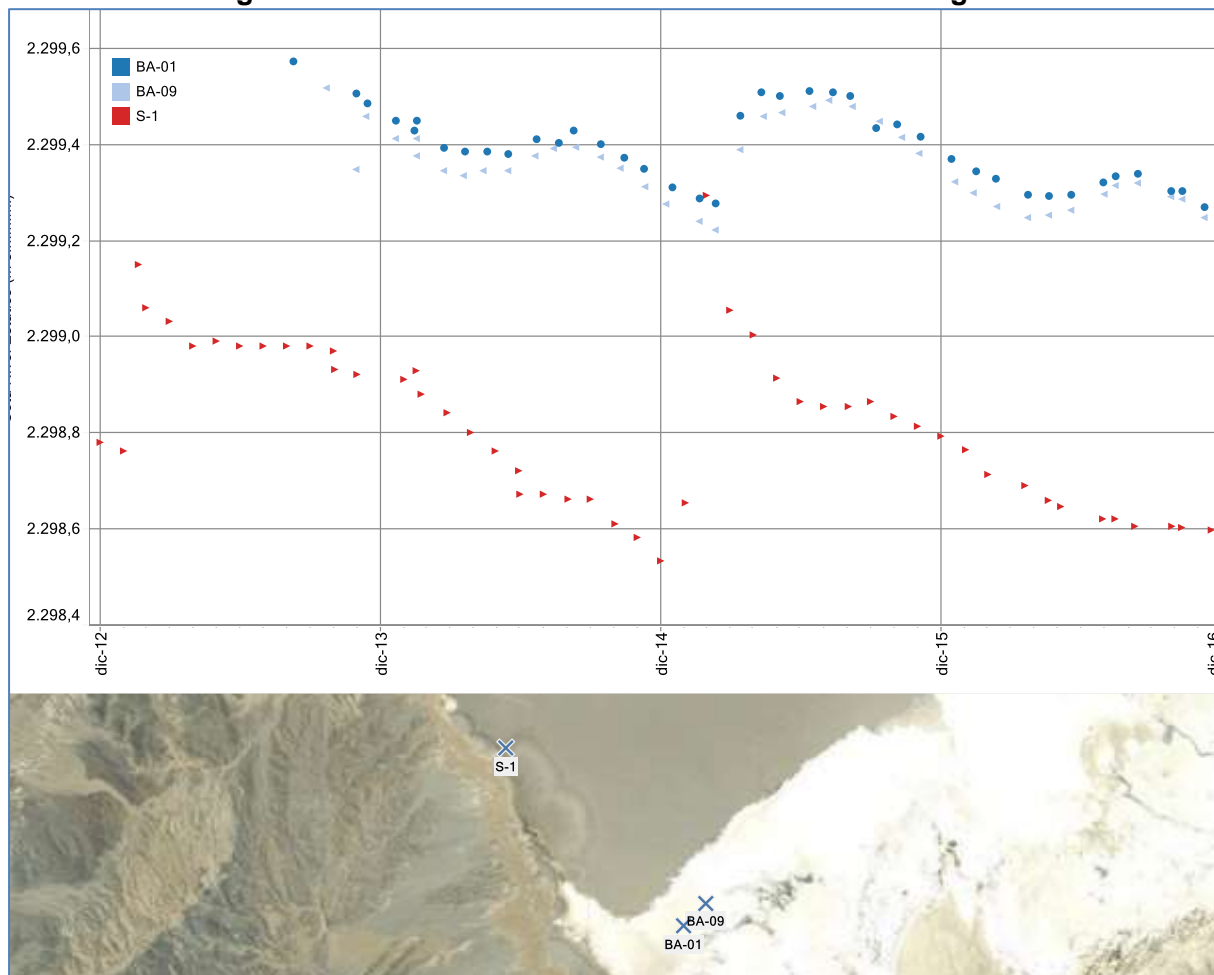
**Figura 6-17 Niveles freáticos en núcleo**

Cota Nivel Estático - Pozos Sector Núcleo



Por otra parte, si se analizan los niveles de la zona marginal respecto de los niveles observados en el núcleo, es posible apreciar que no existe sincronía de ningún tipo entre lo que sucede en el núcleo y la zona marginal. Por un lado, en el núcleo, los niveles muestran tendencias al descenso, con diversas tasas, mientras que en la zona marginal, los barrenos no evidencian ninguna tasa al descenso, si no más bien un comportamiento estacional. Lo anterior se muestra en la Figura 6-18, donde se muestran los niveles piezométricos de tres pozos que ejemplifican lo ya indicado, apreciándose que tanto los barrenos como los pozos en el núcleo responden a la precipitación y en ambos casos, el comportamiento post evento es a retomar la dinámica natural de cada zona.

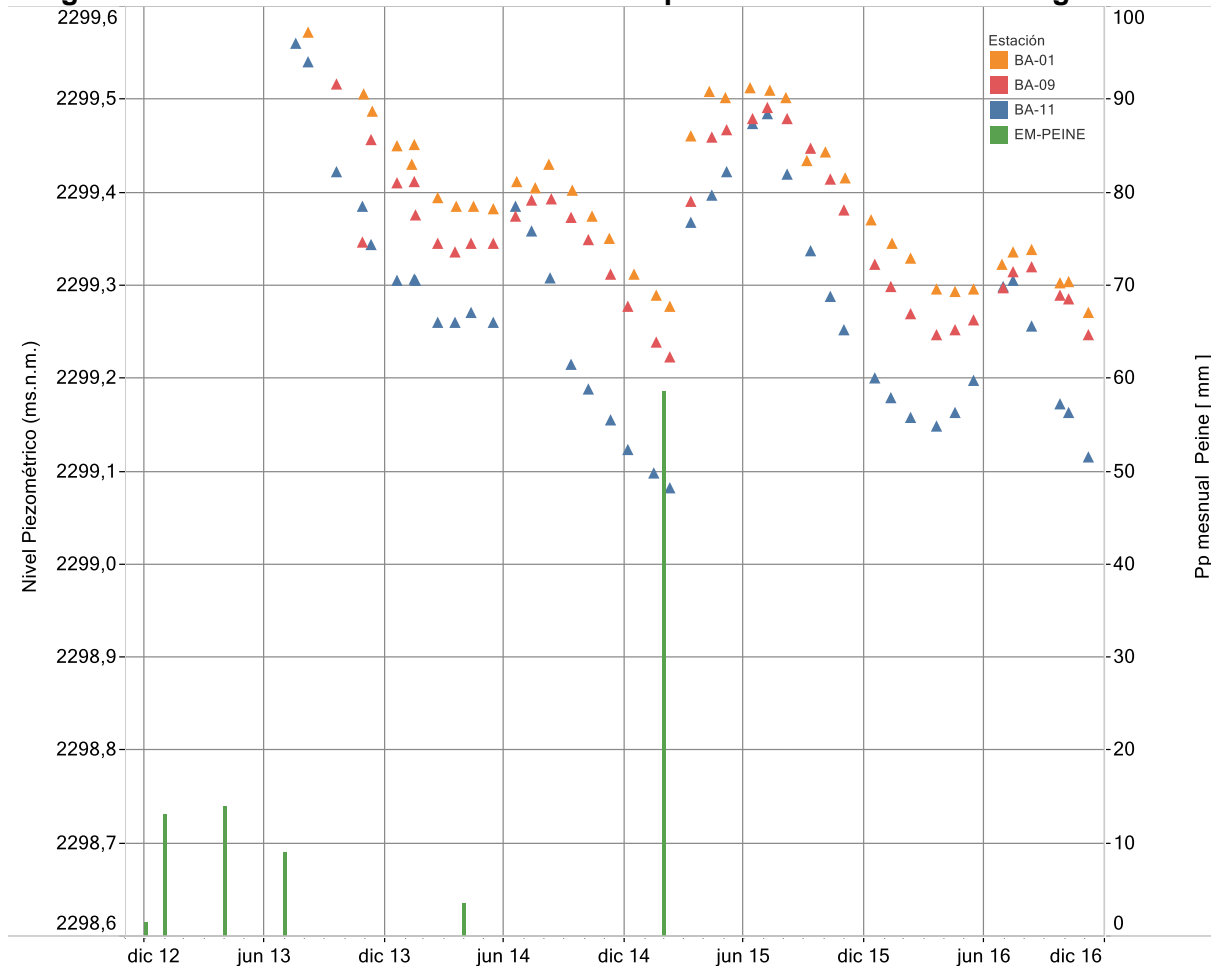
**Figura 6-18 Niveles freáticos núcleo versus zona marginal**



Lo señalado precedentemente es concordante con el modelo conceptual planteado en la evaluación ambiental, por cuanto considera que el núcleo no aporta agua a la zona donde se encuentran las lagunas. Esto también se corrobora con la verificación de las condiciones impuestas en el Plan de Alerta Temprana, al no verse activado por los niveles de los pozos que se encuentran en el sector de alerta núcleo.

En la Figura 6-19, se muestra el comportamiento de los niveles registrados en algunos barrenos de la zona marginal en el sector de La Punta – La Brava, donde se aprecia que los eventos de lluvias generan una respuesta de ascenso en los niveles. De esta figura se desprende que existe un desfase entre la lluvia y la respuesta de los niveles, la que es del orden de 5 a 6 meses al valor máximo, y que con posterioridad a este evento los niveles vuelven a mostrar el ciclo estacional. Este es un comportamiento que se observa en la mayoría de los barrenos ubicados en la zona marginal, entre las lagunas y el núcleo.

**Figura 6-19 Niveles en Barrenos versus Precipitación estación Meteorológica Peine**



### 6.4.3 Variables físicas asociadas a las lagunas

Considerando que uno de los objetivos del PSA es generar información tendiente a comprobar el comportamiento del sistema ante la operación del proyecto, se hace necesario analizar la información relacionada a los sistemas sensibles, como lo son los sistemas lagunares La Punta – La Brava y Salada-Saladita-Interna.

#### En cuanto a la extensión de las lagunas

Una de las variables que fue considerada como indicador de la situación de las lagunas es la extensión de su superficie.

Si bien esta es una variable que se determina de manera indirecta, vale decir con procesamiento de imágenes satelitales y verificación con campañas de terreno, los resultados que se obtienen son discretos, por lo que encontrar correlación con variables medidas de manera más continua, como por ejemplo precipitación o incluso niveles freáticos, resulta poco realista.

Sin perjuicio de lo anterior, al analizar la información de la superficie de las lagunas durante el año 2016, se aprecia que existe una clara diferencia para las dos épocas del año en las cuales se determinó, encontrándose que la superficie de la campaña de diciembre correspondiente a verano fue menor a la de la campaña de agosto asociada a invierno. Esta situación se verifica en los cuatro sistemas lagunares.

Lo anteriormente señalado resulta razonable, por cuanto no se evidenciaron lluvias en el periodo entre ambas campañas que pudieran ocasionar un aumento en la superficie de las lagunas, excepto por una lluvia en el mes de julio del 2016; sin embargo el monto de esta (1,7 mm) no permite la generación de escorrentía ni cambio en la superficie de las lagunas. Adicionalmente, y como se analizó anteriormente, el año 2016 fue un año hidrológico de probabilidad de excedencia del orden de 80%, es decir seco.

De manera complementaria, si se cruza con la información meteorológica de la estación Rockwood se tiene que en el mes de noviembre se registró la máxima temperatura del año correspondiente a 32,4 °C y el mes de diciembre la máxima evaporación de bandeja la que alcanzó a 414, 3 mm, por lo que las condiciones ambientales fueron propicias para una mayor evaporación, lo que se vincula con la extensión del espejo de agua de las lagunas.

### **En cuanto a los niveles de las lagunas**

Por otro lado, al analizar el comportamiento de los niveles de agua en las lagunas, registradas mediante alturas limnimétricas, entre los meses en los cuales se determinó la extensión de la superficie de ellas, es posible indicar que no se aprecia un cambio significativo que pudiera asociarse a una variación de la superficie o incluso asociarse a un año seco. La excepción la constituye el punto LM-17, que muestra una tendencia al descenso; sin embargo se debe tener presente que este punto se ubica al final de la laguna Interna en el sistema Peine y que la dinámica de este sistema, de acuerdo a lo indicado en la evaluación ambiental, es tal que cuando existe mucha agua esta laguna “avanza” hacia el núcleo y que cuando hay poca esta zona “se retrae”, por lo que en condiciones de año seco es esperable que en esta zona los niveles disminuyan.

### **En cuanto a los caudales del sistema Peine**

Al observar los valores de los caudales aforados en el sistema Peine en el punto de aforo AFP-01, que corresponde la estación que registra la cantidad de agua que ingresa al sistema de manera superficial desde el este, los resultados desde septiembre de 2015 han mostrado una disminución que se atenúa al avanzar en el sentido de escurrimiento hacia la laguna Interna. Un aspecto que resulta interesante de observar en los gráficos de aforos en este



sistema es el aumento significativo de caudal que se aprecia en el AFP-01 en agosto de 2015, el cual puede ser atribuido a la precipitación que se registró en enero del mismo año, por lo que existiría un desfase del orden de 6 meses, y por lo tanto lo que el aumento de caudal ingresando al sistema responde a la dinámica de la recarga. Adicionalmente, se aprecia un efecto de amortiguamiento de los caudales y en las estaciones AFP-03 y AFP-04, ya que al no registrarse el aumento de caudal producto de la lluvia, se estaría en presencia de flujo base que estaría en torno a los 20 l/s, no evidenciándose pérdida o ganancia de caudal, asociadas posiblemente a afloramientos, hacia aguas abajo (desde APF-01 a AFP-04). La gráfica de los caudales señalados se presenta en la Figura 5-11 del informe.

### **En cuanto a la evapotranspiración**

Finalmente, un aspecto que resulta interesante de analizar es el ciclo que se observa en la evapotranspiración de los puntos ubicados en los sectores La Punta - La Brava y Peine, la que es concordante con la evaporación de bandeja registrada en la estación meteorológica de Rockwood. Por otro lado, en los puntos de medición ubicados en el núcleo no se observa dicha variabilidad, lo que se explicaría por la presencia de la costra salina que de alguna manera estaría sellando y dificultando el proceso de evaporación.

## 7 CONCLUSIONES

Considerando los objetivos específicos planteados en el capítulo 3 de este documento, se puede concluir que:

- Se cumple con el objetivo de presentar todos los resultados obtenidos de los monitoreos comprometidos como parte del Plan de Seguimiento del proyecto RWL.
- Se realizan análisis histórico de todas las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2016 con respecto a la data histórica existente. En relación con ello, se destaca que todas las variables cuyo límite comprometido es que se mantengan dentro de sus rangos históricos o dentro de su variación natural, así ha sido, manteniéndose durante el 2016 las condiciones naturales.
- Se cumple con el objetivo de entregar el primer Informe Anual del PSA de RWL, el que contiene tanto en el análisis pormenorizado de la información, como tablas, estadígrafos, gráficos, y toda aquella que se entrega como base de datos en los Anexos para cada variable, permitirá una mejor fiscalización por parte de la autoridad ambiental.
- Los antecedentes que se reportan y analizan, permiten dar cuenta de que el comportamiento del sistema como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas (estadísticamente calculadas) como a los efectos de la explotación del proyecto en los puntos del PAT, se mantiene dentro de las condiciones históricas para cada variable y que en el caso del núcleo, los niveles se comportan como se proyectaron.

Del análisis integrado de la información, se puede señalar que:

- Considerando que la estación meteorológica de Rockwood registró en el año 2016 una precipitación de 3,3 mm/año, y considerando el análisis de frecuencia de la estación Peine, es posible indicar que el año 2016 fue un año con probabilidad de excedencia en torno al 80%, lo que permite aseverar que fue un año seco.
- Si se consideran los registros de niveles de pozos y precipitaciones (1990-2016), se tiene que para el período registrado se han evidenciado una serie de eventos, algunos más importantes que otros, sin embargo aquellos que han generado respuesta en los niveles del núcleo corresponden a las lluvias de febrero 2002, marzo 2012, y febrero 2015.
- En la zona del núcleo los pozos cercanos a las zonas de extracción de Salmuera, son los que presentan las mayores tasas de descenso en el tiempo, como era de esperar, mientras que los pozos que se alejan de la zona de explotación presentan tasas de descenso más atenuadas.
- Dentro de la zona del núcleo, los pozos que presentan las cotas más bajas, considerando la zona Este y Norte del núcleo, corresponden a los pozos PN-18,

PN 19 y ES-01, y corresponden a los pozos que se ubican más cercanos a las instalaciones de SQM.

- Cuando se analizan los niveles de la zona marginal respecto de los niveles observados en el núcleo, es posible apreciar que no existe sincronía de ningún tipo entre lo que sucede en el núcleo y la zona marginal. Por un lado, en el núcleo, los niveles muestran tendencias al descenso, con diversas tasas, mientras que en la zona marginal, los barrenos no evidencian ninguna tasa al descenso, si no más bien un comportamiento estacional. Lo anterior ratifica el modelo conceptual presentado en la evaluación ambiental
- Tanto los barrenos como los pozos en el núcleo responden a la precipitación y en ambos casos, el comportamiento post evento es a retomar la dinámica natural de cada zona.
- Al analizar la información de las superficie de las lagunas durante el año 2016, se aprecia que existe una clara diferencia para las dos épocas del año en las cuales se determinó (invierno y verano) encontrándose que la superficie de la campaña de diciembre correspondiente a verano fue menor a la de la campaña de agosto asociada a invierno. Esta situación se verifica en los 4 sistemas lagunares.
- Finalmente, un aspecto que resulta interesante es el ciclo que se observa en la evapotranspiración de las estaciones en los sectores La Punta - La Brava y Peine, la que es concordante con la evaporación de bandeja registrada en la estación meteorológica de RWL. Por otro lado, en las estaciones ubicadas en el núcleo no se observa dicha variabilidad, lo que se explicaría por la presencia de la costra salina que de alguna manera estaría sellando y dificultando el proceso de evaporación

La información generada a través de este seguimiento de la red de monitoreo de RWL, permite dar continuidad en el tiempo al conocimiento del sistema y éstos a su vez, permiten seguir alimentando y corroborando el modelo conceptual. La información generada es relevante para la actualización futura que se tiene prevista para el modelo hidrogeológico, cuando corresponda (Cap 3, pag 18, Anexo 3, Ad5) y se mejora el estándar de la información anteriormente generada.

Todos los análisis realizados, han permitido corroborar el modelo conceptual, en particular se puede señalar:

- Los niveles de aguas en el núcleo (salmueras), se corresponden a los descensos previstos por el modelo, y al respecto se puede señalar que la tasa de descensos observados se ajustan a los modelados, en período post evento de precipitación. Para el caso de los niveles de aguas dulce salobre, los análisis y gráficas presentadas confirman tendencias estables en el tiempo, con oscilaciones naturales y cíclicas, con disminuciones normales de niveles en temporada de verano, y aumento de los mismos en invierno. Lo anterior, permite evidenciar que los niveles en la zona

de las lagunas no se relacionan con los niveles en el núcleo, los cuales están influenciados por la extracción.

- Los niveles freáticos de la zona marginal mantienen comportamiento estacional y cíclico, con tendencias en el tiempo estables.
- La composición química de las aguas no se ha visto alterada, lo cual se evidencia por lo análisis de los cationes y aniones, en todos los sectores. Las campañas realizadas con posterioridad al inicio de la etapa de operación del proyecto, muestran que los deferentes analitos no presentan cambios evidentes ni tendencias al cambio respecto de lo histórico. Lo anterior se ratifica al analizar los diagramas de piper incluidos en el capítulo de resultados, los cuales integran la información de los diversos elementos presentes en el agua, principalmente los mayoritarios disueltos, en las campañas tanto del período de operación como las anteriores. En el sector LP-LB, tanto las aguas se clasifican como cloruradas-sódicas, manteniendo lo señalado en la Anexo 1 de la Adenda 5. Lo mismo sucede en el sector de Peine, donde las aguas también presentan características de aguas cloruradas-sódicas, como fue indicado en la evaluación ambiental.
- Sobre la base de los resultados es posible indicar que la composición o caracterización química de las aguas se mantiene dentro de lo que se ha registrado en período anteriores a la entrada en operación del proyecto.
- La posición de la cuña salina no se ha desplazado. Lo anterior se respalda en los análisis que se entregan junto con los datos (capítulo de resultados) que indican que la interfase salina se ubica en profundidades que van desde lo 3-5 metros en la zona de Peine y 90 a 120 m en la zona más alejadas del núcleo y que esta situación no ha cambiado en el año 2016.
- Los caudales que alimentan a las lagunas no se ven afectados. Los caudales aforados durante el 2016 si bien son bajos, la poca data existente no permite afirmar que no estén dentro de sus variaciones naturales, aspecto que se seguirá corroborando con el tiempo con las mediciones. En este punto cabe recordar que el año 2016 fue un año seco en comparación con la data de años anteriores, y la longitud de registros de aforos, es sólo desde el 2014.

Un punto importante de concluir, es relacionado con el Plan de Alerta Temprana. Tal como fue mencionado y analizado en el capítulo de discusión, el PAT no se activa para ninguna de las 3 sectores de alerta.

Finalmente es necesario concluir que, todas las variables monitoreadas a través del PSA, cumplen a diciembre del 2016, con los límites establecidos en la evaluación ambiental, lo cual da cuenta del mantenimiento del sistema, bajo las condiciones frente a las cuales se ve sometido.

## 8 REFERENCIAS

Cornellà, O., Salas, J., Aravena, R., Guzmán, E., Guimerá, J., Tore, C., Von Igel, W., Henríquez, A, Fock, A. Hidrogeología de los sistemas lagunares del margen E del Salar de Atacama. XII Congreso Geológico Chileno. Santiago, 22-26 de noviembre, 2009.

CRIST, E. P. AND CICONE R.C. 1984. Application of the Tasseled Cap concept to simulated Thematic Mapper data, Photogrammetric Eng. Remote Sens Vol. 50(3), 343-352.

CRIST, E. P., LAURIN, R. AND CICONE, R.C. 1986. Vegetation and soils information contained in transformed Thematic Mapper data. In Proceedings of IGARSS' 86 Symposium, 1465- 70.

DGA, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. Análisis de los mecanismos de evaporación y evaluación de los recursos hídricos del Salar de Atacama. Santiago, 2014.

HERNÁNDEZ, H. J. Apuntes de clases de SIG y Percepción Remota. Magíster en áreas silvestres y conservación de la naturaleza. Universidad de Chile. 2005.

Medición con Domo, Según Stannard (1988), se utiliza una cámara semiesférica ya que esta forma permite una mezcla eficiente del vapor de agua con el aire al interior de la cámara y minimiza la distorsión de la radiación. El material sugerido es acrílico de 5 mm de espesor. (4.3.6)

MARDONES, L. "Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama". En, LAGOS, G."El litio. Un nuevo recurso para Chile", Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería en Minas, 1986.

ROCKWOOD-SGA. "Estudio hidrogeológico y modelo numérico sector sur del Salar de Atacama". Anexo 1 de la Adenda 5 del EIA "Modificación y modificación del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama".

## 9 ANEXOS

### **ANEXO A. Variables Meteorológicas**

Anexo A-1: Datos Diarios Estación Rockwood (2009 – 2016)

Anexo A-2: Datos mensuales Estación Rockwood y EM SCL (2002 – 2016)

Anexo A-3: Datos de Estaciones DGA (PP mensuales 1970-2016)

Anexo A-4: Datos de Estaciones SQM (PP mensuales 1990 – 2013)

Base datos: Anexo A\_BD\_ Variables Meteorologicas (en base excel)

### **ANEXO B. Caudales Aforados**

Anexo B: Registros de Caudales aforados

Base datos: Anexo B\_BD\_Caudales Aforados. (en formato excel).

### **ANEXO C. Superficie Cubierta por Lagunas**

Anexo C: Informe “Determinación Espacio Temporal de Cuerpos de Agua en el Salar de Atacama” PSA-RWL , Cedrem. Febrero 2017.

Base datos: Anexo C\_BD\_Area Lagunas (en formato excel).

### **ANEXO D. Nivel de las Lagunas**

Anexo D.1: Niveles Limnímetros Lagunas. (Mayo 2016 – Dic 2016) pdf

Anexo D.2: Niveles altura Estacas. pdf

Base de datos: Anexo D\_BD Niveles Lagunas y estacas (base excel)

### **ANEXO E. Niveles Freáticos Acuífero-Salmuera**

Anexo E: Niveles Pozos PSA RWL (pdf)

Base de Datos: Anexo E\_BD Niveles Pozos PSA RWL (1984-2016)

### **ANEXO F. Evaporación y Evapotranspiración**

Anexo F: Registros de Evapotranspiración puntos LS histórico (pdf)

Base de Datos: Anexo F\_BD Evapotranspiración LS histórico (excel)

**ANEXO G. Posición de la Interface Salina**

Anexo G\_Perfiles C.E.pdf

Base de Datos: Anexo G\_Perfiles C.E..xlsx

**ANEXO H. Calidad de Aguas**

Anexo H-1: Registros datos Calidad Fisico Quimico de las aguas\_a dic 2016

Anexo H-2: Registros datos In situ de las aguas\_ a dic 2016

Anexo H-3: Informes y Certificados de Ensayos de Laboratorio

Anexo H-4: Cadenas de Custodia de las Campañas realizadas (abril a dic)

Base de Datos: Anexo H.1 Calidad FxQx - PSA RWL a dic 2016 (base excel)

Anexo H.2 Calidad In Situ - PSA RWL a dic 2016 (base excel)

**ANEXO I. Volúmenes y Caudales Bombeados de Salmuera y Agua Industrial**

Anexo I: Volúmenes y Caudales Bombeados en Salmuera y Agua Salobre

Base de Datos: Anexo I Volúmenes y Caudales Bombeados en Base excel.

**ANEXO J. Calidad Química de Pozos de Producción**

Anexo J-1: Registros Históricos Química Pozos de Producción

Anexo J-2: Registros Históricos Química Pozos de Agua

Base de Datos: Anexo J.1 Química Pozos de Producción (base excel)

Anexo J.2 Química Pozos de Agua (base excel)

**ANEXO K. Responsables y Participantes**

Anexo K: Listado de Responsables y Participantes de las actividades de Muestreo, Medición y Análisis del PSA y de la elaboración del Informe de Seguimiento Ambiental.

**ANEXO L. Información Campañas, Hojas de Terreno.**

Anexo L-1: Hojas de Terreno – 2016 (pdf)

Anexo L-2: Informe SMA Rockwood\_Salar\_Campaña DIC-ETFA-CESMEC (Pdf)



## **ANEXO A.**

### **Variables Meteorológicas**

## **ANEXO B.**

### **Registros de caudales aforados**

## **ANEXO C.**

### **Superficie Cubierta por Lagunas**

## **ANEXO D.**

### **Nivel de las Lagunas**

## **ANEXO E.**

### **Niveles Freáticos Acuífero-Salmuera**

## **ANEXO F.**

### **Registros de Evapotranspiración**

## **ANEXO G.**

### **Registros de Posición Interfase Salina**



## **ANEXO H.**

### **Registros Calidad de Aguas, Informes y Certificados Laboratorios y Cadenas Custodia**

## **ANEXO I.**

### **Volúmenes y caudales Bombeados de Salmuera y Agua Industrial**

## **ANEXO J.**

### **Calidad Química de Pozos de Producción**

## **ANEXO K.**

### **Listado de Responsables y Participantes**

## **ANEXO L.**

### **Información Campañas, Hojas de Terreno e Informe ETFA Diciembre 2016**