



**SQM SALAR S.A.**

**INFORME N°29 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL  
HIDROGEOLÓGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS  
DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA**

**INFORME DE MONITOREO SEMESTRAL ACTUALIZADO A JUNIO  
DE 2021**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>RESUMEN.....</b>	<b>24</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO (PSAH) 37</b>	
<b>4.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>38</b>
4.1.1.	Descripción general del área de estudio.....	38
4.1.2.	Descripción de los sistemas objeto del PSAH.....	38
<b>4.2.</b>	<b>PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.</b>	<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O ÁREAS DE MONITOREO.....</b>	<b>45</b>
4.3.1.	Sistema Soncor.....	48
4.3.2.	Sistema Aguas de Quelana.....	60
4.3.3.	Sistema Vegetación Borde Este.....	65
4.3.4.	Sistema Peine.....	69
4.3.5.	Sector Vegas de Tilopozo.....	73
4.3.6.	Núcleo del Salar de Atacama.....	75
4.3.7.	Cuña Salina.....	78
4.3.8.	Plan de Contingencias.....	80
<b>4.4.</b>	<b>MATERIALES, EQUIPOS Y METODOLOGÍAS DE MONITOREO.....</b>	<b>85</b>
4.4.1.	Monitoreo manual de nivel de agua y salmuera subterránea en pozos.....	85

4.4.2.	Monitoreo manual de nivel de agua superficial .....	87
4.4.3.	Monitoreo continuo de nivel de agua subterránea .....	89
4.4.4.	Medición de superficie lacustre.....	92
4.4.5.	Monitoreo de caudal de pozos de bombeo de agua industrial .....	96
4.4.6.	Monitoreo manual de caudal superficial (aforos).....	97
4.4.7.	Monitoreo continuo de caudal superficial (aforos) .....	99
4.4.8.	Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas .....	100
4.4.9.	Perfilaje de conductividad eléctrica en pozos.....	109
4.4.10.	Medición Meteorología .....	110
<b>4.5.</b>	<b>FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS .....</b>	<b>110</b>
<b>4.6.</b>	<b>INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS .....</b>	<b>111</b>
<b>4.7.</b>	<b>EVENTOS POSTERIORES RELACIONADOS CON EL PERÍODO REPORTADO</b>	<b>114</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS DEL PRIMER SEMESTRE DE 2021 .....</b>	<b>116</b>
<b>5.1.</b>	<b>MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO .....</b>	<b>118</b>
5.1.1.	Resumen de puntos no visitados .....	121
5.1.2.	Sistema Soncor .....	126
5.1.3.	Sistema Aguas de Quelana .....	181
5.1.4.	Sistema Vegetación Borde Este .....	216
5.1.5.	Sistema Peine .....	229
5.1.6.	Sector Vegas de Tilopozo.....	247
5.1.7.	Núcleo del Salar de Atacama .....	252
5.1.8.	Cuña Salina.....	266
<b>5.2.</b>	<b>MONITOREO Y ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS .....</b>	<b>274</b>
5.2.1.	Sistema Soncor .....	277

5.2.2.	Sistema Aguas de Quelana .....	281
5.2.3.	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa .....	283
5.2.4.	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex .....	286
5.2.5.	Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana .....	290
5.2.6.	Sistema Peine .....	295
5.2.7.	Pozos adicionales al Plan de Contingencias.....	299
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>304</b>
<b>6.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL .....</b>	<b>304</b>
6.1.1.	Sistema Soncor – Vegetación Borde Este .....	307
6.1.2.	Sistema Aguas de Quelana – Vegetación Borde Este .....	384
6.1.3.	Sistema Vegetación Borde Este – Sector pozo CA-2015.....	427
6.1.4.	Sistema Peine .....	437
6.1.5.	Sector Vegas de Tilopozo.....	460
6.1.6.	Núcleo del Salar de Atacama .....	464
6.1.7.	Cuña Salina.....	477
<b>6.2.</b>	<b>ANÁLISIS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS.....</b>	<b>486</b>
6.2.1.	Sistema Soncor .....	486
6.2.2.	Sistema Aguas de Quelana .....	491
6.2.3.	Sistema Borde Este - Vegetación Hidromorfa.....	494
6.2.4.	Sistema Borde Este - Vegetación Brea-Atriplex.....	496
6.2.5.	Sistema Borde Este - Alerta Temprana.....	499
6.2.6.	Pozos Adicionales al Plan de Contingencia .....	504
6.2.7.	Indicadores de estado Sistema Peine.....	507
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>511</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>517</b>

<b>9.</b>	<b>GLOSARIO Y ABREVIACIONES.....</b>	<b>519</b>
-----------	--------------------------------------	------------

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 4-1: Ubicación esquemática de los sistemas y sectores ambientales del PSA Hidrogeológico .....	41
Figura 4-2: Zonificación del Salar de Atacama basado en la delimitación de las unidades hidrogeológicas (UH).....	43
Figura 4-3: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH.....	47
Figura 4-4: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Soncor .....	49
Figura 4-5: Representación gráfica de las reglillas cercanas al puente San Luis.....	55
Figura 4-6: Registro fotográfico de la reglilla Burro Muerto CONAF.....	56
Figura 4-7: Registro fotográfico de la reglilla L7-G2.....	57
Figura 4-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana.....	62
Figura 4-9: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este .....	67
Figura 4-10: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Peine.....	71
Figura 4-11: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo.....	74
Figura 4-12: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama.....	76
Figura 4-13: Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina.....	79
Figura 4-14: Ubicación indicadores de estado.....	84
Figura 4-15: Esquema conceptual de pozos de monitoreo .....	87
Figura 4-16: Correlaciones CE-SDT, Densidad – CE y Densidad -SDT para las muestras colectadas desde 2016.....	108
Figura 5-1: Detalle de la barrera que corta el acceso al sector de Tambillo.....	126
Figura 5-2: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del Sistema Soncor.....	131
Figura 5-3: Nivel dinámico observado en zona aluvial de Sistema Soncor – Pozos de extracción de agua industrial .....	132
Figura 5-4: Nivel observado en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar.....	135
Figura 5-5: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Este de las lagunas Chaxa y Barros Negros.....	138
Figura 5-6: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector este y sur de la laguna Chaxa .....	141

Figura 5-7: Nivel observado en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga oeste de Barros Negros .....	146
Figura 5-8: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros .....	149
Figura 5-9: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial Sistema Soncor .....	152
Figura 5-10: Nivel observado en las reglillas del Sistema Soncor.....	155
Figura 5-11: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – sector Puente San Luis.....	158
Figura 5-12: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – niveles en las lagunas.....	161
Figura 5-13: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa.....	163
Figura 5-14: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor .....	166
Figura 5-15: Resultados de calidad de agua Sistema Soncor.....	169
Figura 5-16: Resultados de calidad del agua en pozos de extracción Mullay-1 y Allana.....	171
Figura 5-17: Resultados de calidad del agua en agua superficial. ....	174
Figura 5-18: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Soncor.....	177
Figura 5-19: Caudales superficiales medidos en el punto en el sistema Soncor.....	179
Figura 5-20: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Aguas de Quelana .....	185
Figura 5-21: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2.....	189
Figura 5-22: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B .....	194
Figura 5-23: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas.....	197
Figura 5-24: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas.....	201
Figura 5-25: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Aguas de Quelana.....	203
Figura 5-26: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Aguas de Quelana.....	206
Figura 5-27: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana .....	209
Figura 5-28: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana.....	212
Figura 5-29: Resultados del análisis fisicoquímico en Camar- 2, Socaire-5B y L4-10.....	214

Figura 5-30: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Aguas de Quelana.....	216
Figura 5-31: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este .	220
Figura 5-32: Nivel observado (m s.n.m) en zona marginal del sistema Vegetación Borde Este .....	223
Figura 5-33: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este .....	224
Figura 5-34: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo CA-2015 .....	227
Figura 5-35: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Vegetación Borde Este .....	229
Figura 5-36: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Peine .....	233
Figura 5-37: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Peine .....	236
Figura 5-38: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas de las lagunas del sistema Peine .....	238
Figura 5-39: Resultados de calidad del agua en pozos del Sistema Peine .....	240
Figura 5-40: Resultados de calidad del agua en cuerpos lagunares del Sistema Peine .....	242
Figura 5-41: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Peine .....	245
Figura 5-42: Caudales medidos en los puntos de aforo del sistema Peine .....	246
Figura 5-43: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sector Vegas de Tilopozo .....	250
Figura 5-44: Nivel observado (m s.n.m.) de la reglilla del sector Vegas de Tilopozo .....	252
Figura 5-45: Nivel observado (m s.n.m.) alejado de la zona productiva del núcleo .....	256
Figura 5-46: Nivel observado (m s.n.m.) próximo a la zona productiva del núcleo .....	259
Figura 5-47: Nivel observado (m s.n.m.) al norte de la zona productiva del núcleo .....	261
Figura 5-48: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL .....	262
Figura 5-49: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo del Salar de Atacama .....	264
Figura 5-50: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Núcleo .....	266
Figura 5-51: Nivel observado (m s.n.m.) en los pozos para el seguimiento de la cuña salina..	269
Figura 5-52: Registro de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2021 .....	272
Figura 5-53: Registro de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4 a junio de 2021 .....	273
Figura 5-54 Registro de CE para los pozos L10-1, Cuña 6 y cuña 7 a junio de 2021 .....	274

Figura 5-55: Niveles observados en indicador L1-4 y umbrales correspondientes.....	279
Figura 5-56: Niveles observados en indicador L1-5 y umbrales correspondientes.....	279
Figura 5-57: Niveles observados en indicador L7-4 y umbrales correspondientes.....	280
Figura 5-58: Niveles observados en indicador L1-G4 Reglilla y umbrales correspondientes ...	280
Figura 5-59: Descensos observados (m) en indicadores PC de Aguas de Quelana y umbrales correspondientes.....	283
Figura 5-60: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa .....	286
Figura 5-61: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex.....	290
Figura 5-62: Descensos observados en indicador L4-3 con el umbral correspondiente .....	293
Figura 5-63: Descensos observados en indicador L2-25 con el umbral correspondiente.....	293
Figura 5-64: Descensos observados en indicador L7-13 con el umbral correspondiente.....	294
Figura 5-65: Descensos observados en indicadores L3-11 y L9-1 con el umbral correspondiente .....	294
Figura 5-66: Niveles observados en el indicador de estado L10-4 del Sistema Peine .....	298
Figura 5-67: Niveles observados en el indicador de estado L10-11 del Sistema Peine .....	298
Figura 5-68: Niveles observados en el indicador de estado 1028 del Sistema Peine .....	299
Figura 5-69: Descenso observado en pozos adicionales de contingencia L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2 del PC Sistema Borde Este, Vegetación Brea Atriplex .....	302
Figura 5-70: Descenso observado pozo adicional de contingencia L2-26 del PC.....	303
Figura 5-71: Descenso observado pozo adicional de contingencia L3-15 del PC.....	303
Figura 6-1: Infraestructura englobada en el sistema Soncor – Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles.....	309
Figura 6-2: Niveles medidos en los puntos del sector Tambillo .....	311
Figura 6-3: Descensos calculados de los puntos del sector de Tambillo .....	312
Figura 6-4: Niveles dinámicos medidos en los pozos de agua industrial del sistema Soncor ..	313
Figura 6-5: Descensos calculados de los puntos del sistema Soncor que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial .....	316
Figura 6-6: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de la laguna Puilar.....	318

Figura 6-7: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de medición del aforo Puente San Luís.....	320
Figura 6-8: Niveles medidos en las reglillas en la salida de la laguna de Chaxa .....	322
Figura 6-9: Niveles medidos en las reglillas del cuerpo principal de la laguna Barros Negros .	323
Figura 6-10: Niveles medidos en las reglillas que se encuentran entre la laguna de Chaxa y la de Barros Negros .....	325
Figura 6-11: Descensos calculados en los pozos ubicados en la zona marginal más cercanos al acuífero aluvial .....	327
Figura 6-12: Descensos calculados en los pozos asociados al comportamiento marginal.....	329
Figura 6-13: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-15, L1-16, L7-10 y L7-11) .....	331
Figura 6-14: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-9 y L1-10) .....	332
Figura 6-15: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-4, L1-7 y L2-5) .....	333
Figura 6-16: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga directa del desborde de Cola de Pez.....	335
Figura 6-17: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga de forma indirecta del desborde de Cola de Pez.....	336
Figura 6-18: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 1) .....	339
Figura 6-19: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 2) .....	340
Figura 6-20: Niveles medidos en los pozos ubicados al oeste del sistema de lagunas de Soncor .....	342
Figura 6-21: Niveles medidos en el núcleo del sistema Soncor .....	344
Figura 6-22: Superficie histórica de las lagunas del Sistema Soncor.....	345
Figura 6-23: Meteorología Estación Chaxa.....	347
Figura 6-24: Caudal histórico de los pozos de Agua Industrial del Sistema Soncor (Zona Aluvial) .....	348
Figura 6-25: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-4.....	350

Figura 6-26: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-4.....	351
Figura 6-27: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-5.....	352
Figura 6-28: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-6.....	353
Figura 6-29: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-3.....	354
Figura 6-30: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-5.....	355
Figura 6-31: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-3.....	356
Figura 6-32: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-7 (L2-6).....	357
Figura 6-33: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-14 .....	358
Figura 6-34: Evolución histórica de la calidad del agua en el L1-G4 Reglilla .....	359
Figura 6-35: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-G1 .....	360
Figura 6-36: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1 .....	363
Figura 6-37: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana.....	366
Figura 6-38: Diagrama de Piper para los puntos Mullay-1 y Allana .....	369
Figura 6-39: Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto .....	371
Figura 6-40: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa .....	373
Figura 6-41: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros.....	376
Figura 6-42: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar.....	379
Figura 6-43: Diagrama de Piper para las lagunas del sistema Soncor.....	381
Figura 6-44: Concentración de cloruros en canal Burro Muerto, laguna Chaxa y laguna Barros Negros .....	382
Figura 6-45: Registro de mediciones en el aforo de Puente San Luís .....	383
Figura 6-46: Registro de mediciones en el aforo de Barros Negros.....	384
Figura 6-47: Infraestructura englobada en el sistema Aguas de Quelana y clasificada según comportamiento de los niveles .....	385
Figura 6-48: Niveles en los pozos de agua industrial del sistema Aguas de Quelana.....	387
Figura 6-49: Descensos calculados a partir de 2008 de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial.....	389
Figura 6-50: Descensos calculados de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento de transición entre la zona marginal y el acuífero aluvial.....	391
Figura 6-51: Niveles en los puntos L4-3 y L4-4, del sistema Aguas de Quelana .....	392

Figura 6-52: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L2 y L13).....	395
Figura 6-53: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L3) .....	396
Figura 6-54: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (L14).....	397
Figura 6-55: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (L4).....	398
Figura 6-56: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L5) .....	400
Figura 6-57: Descenso calculado puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L13).....	401
Figura 6-58: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L3) .....	402
Figura 6-59: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L14) .....	403
Figura 6-60: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L4) .....	404
Figura 6-61: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L5) .....	405
Figura 6-62: Niveles medidos en los pozos que muestran comportamiento asociado al núcleo en el sistema Aguas de Quelana.....	406
Figura 6-63: Superficie histórica del Sistema Aguas de Quelana .....	407
Figura 6-64: Caudal bombeado del sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial) .....	408
Figura 6-65: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-3.....	410
Figura 6-66: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-6.....	411
Figura 6-67: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-8.....	412
Figura 6-68: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-9.....	413
Figura 6-69: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-12.....	414
Figura 6-70: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L5-3.....	415
Figura 6-71: Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 .....	416

Figura 6-72 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 .....	417
Figura 6-73(Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10 .....	418
Figura 6-74: Diagrama Piper para las muestras con balance de cargas <10% en L4-10.....	420
Figura 6-75: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Camar-2 .....	421
Figura 6-76: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Socaire-5B .....	424
Figura 6-77: Diagrama de Piper para las muestras con BI<10% colectadas en Camar-2 y Socaire-5B .....	427
Figura 6-78: Infraestructura englobada en el sistema Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles .....	428
Figura 6-79: Niveles medidos en los pozos de agua industrial pertenecientes al sistema de Vegetación Borde Este.....	430
Figura 6-80: Niveles medidos en el pozo CA-2015, actual pozo de agua industrial perteneciente al sistema de Vegetación Borde Este .....	430
Figura 6-81: Descensos calculados en los puntos L9-1 y L9-2 del sistema Vegetación Borde Este .....	431
Figura 6-82: Caudal bombeado en el sistema Borde Este (Zona Aluvial) .....	432
Figura 6-83: Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015) .....	434
Figura 6-84: Diagrama de Piper de muestras con BI <10% para los puntos P2 (hasta enero de 2017) y CA-2015 (desde abril de 2017).....	437
Figura 6-85: Infraestructura englobada en el sistema Peine y clasificada según comportamiento de los niveles .....	438
Figura 6-86: Niveles medidos en la zona aluvial del sistema Peine.....	440
Figura 6-87: Niveles medidos en los puntos que muestran un comportamiento de transición entre el acuífero aluvial y el núcleo.....	441
Figura 6-88: Niveles en las reglillas de agua superficial del sistema Peine.....	443
Figura 6-89: Niveles medidos en los puntos asociados al comportamiento en el núcleo, para el sistema Peine.....	444
Figura 6-90: Superficie histórica de las lagunas del sistema Peine .....	445
Figura 6-91: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-1 .....	448
Figura 6-92: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-4.....	449

Figura 6-93: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1028 .....	450
Figura 6-94: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada.....	451
Figura 6-95: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita .....	454
Figura 6-96: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna.....	456
Figura 6-97: Diagrama de Piper para las muestras en las lagunas del sistema Peine, con un BI>10% .....	458
Figura 6-98: Evolución cloruros en las lagunas Salada, Saladita e Interna.....	459
Figura 6-99: Registro histórico de las mediciones de aforo en el sistema Peine.....	460
Figura 6-100: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles .....	461
Figura 6-101: Descensos calculados en los puntos de la zona marginal y núcleo del sector Vegas de Tilopozo.....	463
Figura 6-102: Niveles medidos en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo.....	464
Figura 6-103: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles .....	465
Figura 6-104: Niveles medidos en los pozos que se encuentran en el borde Este del núcleo del salar .....	467
Figura 6-105: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle .....	468
Figura 6-106: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle. Detalle para los puntos 2040, E-101 y M1-C .....	469
Figura 6-107: Niveles medidos en los pozos ubicados en el borde oeste del núcleo del salar.	470
Figura 6-108: Niveles medidos en el sector norte del núcleo del salar .....	471
Figura 6-109: Descensos calculados para los puntos ubicados en el sector norte del núcleo del salar .....	472
Figura 6-110: Estación meteorológica KCL .....	6-474
Figura 6-111: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-12C.....	476
Figura 6-112: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1001 .....	476
Figura 6-113: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 1).....	479
Figura 6-114: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 2).....	479

Figura 6-115: Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este) .....	481
Figura 6-116: Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este) .....	483
Figura 6-117: Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste) .....	485
Figura 6-118: Niveles medidos en la Reglilla L1-G4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia .....	488
Figura 6-119: Niveles medidos en el L1-5 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia ..	489
Figura 6-120: Niveles medidos en el L1-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia ..	490
Figura 6-121: Niveles medidos en el L7-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia ..	491
Figura 6-122: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de los pozos de agua industrial junto con los umbrales del Plan de Contingencia.....	493
Figura 6-123: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de salmuera del núcleo junto con los umbrales del Plan de Contingencia .....	494
Figura 6-124: Descensos de los indicadores de Vegetación Hidromorfa junto con los umbrales del Plan de Contingencia .....	496
Figura 6-125: Descensos de los indicadores de Vegetación Brea-Atriplex con comportamiento asociado al acuífero aluvial, junto con sus umbrales del PC .....	498
Figura 6-126: Descensos de los indicadores L2-28, L3-3, L9-1 y L4-7, junto con sus umbrales del PC.....	499
Figura 6-127: Descenso del indicador L4-3 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia.....	501
Figura 6-128: Descenso del indicador L2-25 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia.....	502
Figura 6-129: Descenso del indicador L7-13 junto al umbral al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia .....	503
Figura 6-130: Descenso de los indicadores L3-11 y L9-1 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del PC .....	504
Figura 6-131: Descenso del indicador L2-26, junto con sus umbrales del PC .....	505

Figura 6-132: Descensos de los indicadores L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2, junto con sus umbrales del PC .....	506
Figura 6-133: Descenso del indicador L3-15, junto con sus umbrales del PC .....	507
Figura 6-134: Niveles medidos en el 1028 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine .....	509
Figura 6-135: Niveles medidos en el L10-11 junto con sus umbrales correspondientes .....	510
Figura 6-136: Niveles medidos en el L10-4 junto con sus umbrales correspondientes .....	510

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Responsable y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control del presente informe .....	35
Tabla 2-2: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia .....	36
Tabla 4-1: Sistemas objeto de protección.....	42
Tabla 4-2: Parámetros considerados en PSAH .....	45
Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del Sistema Soncor.....	50
Tabla 4-4: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua.....	54
Tabla 4-5: Comparación entre las anteriores y las nuevas coordenadas de la reglilla Burro Muerto .....	56
Tabla 4-6: Registro fotográfico del L7-7.....	59
Tabla 4-7: Detalle del estado actual de los registros obtenidos en el L7-7 y L7-7B .....	60
Tabla 4-8: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana .....	63
Tabla 4-9: Puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este.....	68
Tabla 4-10: Puntos de monitoreo del Sistema Peine .....	72
Tabla 4-11: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo .....	75
Tabla 4-12: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama .....	77
Tabla 4-13: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua.....	78
Tabla 4-14: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina .....	80
Tabla 4-15: Piezómetros Indicadores de Estado del Plan de Contingencia .....	83
Tabla 4-16: Resumen de las metodologías de medición de nivel de agua subterránea.....	86
Tabla 4-17: Resumen de las metodologías de medición de nivel de agua superficial.....	89
Tabla 4-18: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado.....	91
Tabla 4-19: Métodos y frecuencia para la medición de la superficie lagunar en el PSAH.....	92
Tabla 4-20: Relación número serial del flujómetro con el nombre de infraestructura y el periodo instalado.....	96
Tabla 4-21: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado.....	100
Tabla 4-22 Puntos muestreados por ETF A SEGEA en enero y abril – mayo 2021.....	100

Tabla 4-23: Materiales y equipos para llevar a cabo el muestreo de aguas superficiales y subterráneas .....	101
Tabla 4-24: Normativas de referencia para el muestreo de aguas superficiales y subterráneas .....	102
Tabla 4-25: Etapas de muestreo en puntos subterráneos y superficiales .....	103
Tabla 4-26 Rangos según SDT para definición de agua dulce, transición y salmuera.....	107
Tabla 4-27 Clasificación de tipos fluidos en base a TSD, CE y Densidad.....	109
Tabla 5-1: Detalle de la frecuencia y el responsable de las mediciones según éstas sean comprometidas o tomadas de forma voluntaria .....	118
Tabla 5-2: Resumen de correspondencia emitida para la concesión de permisos de ingreso a RNF.....	123
Tabla 5-3: Resumen de correspondencia emitida para la concesión de permisos de ingreso a las áreas controladas por las comunidades .....	125
Tabla 5-4: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Soncor por una ETFA .....	127
Tabla 5-5: Registro de niveles zona aluvial Sistema Soncor .....	129
Tabla 5-6: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	131
Tabla 5-7: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar .....	134
Tabla 5-8: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	134
Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector este de las lagunas Chaxa y Barros Negros .....	136
Tabla 5-10: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	138
Tabla 5-11: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa.....	140
Tabla 5-12: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	141
Tabla 5-13: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga Cola de Pez.....	143
Tabla 5-14: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	145
Tabla 5-15: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros .....	147
Tabla 5-16: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	148
Tabla 5-17: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector norte .....	150

Tabla 5-18: Registro de niveles zona núcleo Sistema Soncor .....	151
Tabla 5-19: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	151
Tabla 5-20: Registro de niveles en reglillas del sector Soncor.....	154
Tabla 5-21: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	155
Tabla 5-22: Registro de niveles en reglillas del Sistema Soncor – subsector del Puente San Luis .....	157
Tabla 5-23: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	158
Tabla 5-24: Registro de niveles para las lagunas del sector Soncor.....	160
Tabla 5-25: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	160
Tabla 5-26: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura de la estación meteorológica de Chaxa.....	162
Tabla 5-27: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor .....	165
Tabla 5-28: Resultados calidad del agua Sistema Soncor primer semestre de 2021.....	168
Tabla 5-29: Resultados calidad del agua en pozos de extracción para el primer semestre de 2021 .....	170
Tabla 5-30 Resultados calidad del agua en agua superficial para el primer semestre de 2021	173
Tabla 5-31: Resultados validación Soncor.....	176
Tabla 5-32: Resultados aforos manuales en los puntos de aforo del sistema Soncor (L/s) .....	178
Tabla 5-33. Superficies lacustres primer semestre 2021. ....	180
Tabla 5-34: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Aguas de Quelana .....	182
Tabla 5-35: Registro de niveles zona aluvial del sistema Aguas de Quelana .....	184
Tabla 5-36: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	185
Tabla 5-37: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 .....	188
Tabla 5-38: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	189
Tabla 5-39: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B .....	191
Tabla 5-40: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	193
Tabla 5-41: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas.....	195
Tabla 5-42: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	197

Tabla 5-43: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas .....	199
Tabla 5-44: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	201
Tabla 5-45: Registro de niveles zona núcleo del sistema Aguas de Quelana .....	202
Tabla 5-46: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	203
Tabla 5-47: Registro de niveles en reglillas del sector Aguas de Quelana.....	205
Tabla 5-48: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	206
Tabla 5-49: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana .....	208
Tabla 5-50: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana.....	211
Tabla 5-51: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo SOCAIRE-5B, Camar-2 y L4-10 ..	213
Tabla 5-52: Resultados de la validación en el sistema Aguas de Quelana .....	215
Tabla 5-53: Registro de niveles zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este.....	218
Tabla 5-54: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	219
Tabla 5-55: Registro de niveles zona marginal del sistema Vegetación Borde Este .....	221
Tabla 5-56: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	222
Tabla 5-57: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este .....	224
Tabla 5-58: Resultados de análisis fisicoquímico para el pozo CA-2015 .....	226
Tabla 5-59 Resultados de la validación en el sistema Vegetación Borde Este. ....	228
Tabla 5-60: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Peine .....	230
Tabla 5-61: Registro de niveles zona marginal del Sistema Peine .....	231
Tabla 5-62: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	232
Tabla 5-63: Registro de niveles zona núcleo del Sistema Peine.....	234
Tabla 5-64: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	235
Tabla 5-65: Registro de niveles para las lagunas del sector Peine.....	237
Tabla 5-66: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	237
Tabla 5-67: Resultados calidad del agua en pozos del sistema Peine.....	239
Tabla 5-68: Resultados calidad del agua en cuerpos lagunares del sistema Peine. ....	241
Tabla 5-69: Resultados de la validación en el sistema Peine. ....	244
Tabla 5-70: Resultados aforos manuales en los puntos de aforo del sistema Peine (L/s).....	246
Tabla 5-71. Superficies Lacustres primer semestre 2021 Peine .....	247
Tabla 5-72: Registro de niveles zona marginal del sector Vegas de Tilopozo .....	249

Tabla 5-73: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	249
Tabla 5-74: Registro de niveles en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo.....	251
Tabla 5-75: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	251
Tabla 5-76: Registro de niveles alejado de la zona productiva del núcleo .....	254
Tabla 5-77: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	256
Tabla 5-78: Registro de niveles próximos a la zona productiva del núcleo .....	257
Tabla 5-79: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	258
Tabla 5-80: Registro de niveles al norte de la zona productiva del núcleo.....	260
Tabla 5-81: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	260
Tabla 5-82: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura en la estación meteorológica de KCL .....	261
Tabla 5-83: Resultados calidad del agua del Sistema Núcleo del Salar de Atacama.....	264
Tabla 5-84: Resumen de puntos no visitados para los puntos de seguimiento de cuña salina	267
Tabla 5-85: Registro de niveles en pozos para el seguimiento la cuña salina .....	268
Tabla 5-86: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa.....	269
Tabla 5-87: Puntos singulares obtenidos de los perfiles CE del presente semestre .....	271
Tabla 5-88: Sistemas objeto del PC e instancia que define cada uno.....	275
Tabla 5-89: Estado del Plan de Contingencias .....	276
Tabla 5-90: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del PC del Sistema Soncor junto con los umbrales correspondientes .....	278
Tabla 5-91: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes .....	282
Tabla 5-92: Relación de fechas de las activaciones de fase y cartas emitidas por SQM .....	284
Tabla 5-93: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del .....	285
Tabla 5-94: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este- Vegetación Brea-Atriplex .....	288
Tabla 5-95: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC Sistema Borde Este Alerta Temprana junto con los umbrales correspondientes .....	292
Tabla 5-96: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del Sistema Peine.....	297
Tabla 5-97: Indicadores de estado adicionales al Plan de Contingencias.....	300

Tabla 5-98: Descenso observado (m) en pozos adicionales de contingencia del PC Sistema Borde  
Este..... 301

## LISTADO DE ANEXOS

	Nombre Anexo	Tipo documento
<b>Anexo 1</b>	<b>RESPONSABLES Y PARTICIPANTES</b>	pdf
<b>Anexo 2</b>	<b>CATASTRO INFRAESTRUCTURAS PSAH</b>	pdf
<b>Anexo 3</b>	<b>METODOLOGIA SQM</b>	
Anexo 3.1	Instructivos y procedimientos	pdf
Anexo 3.2	Certificaciones y calibraciones de equipos utilizados (no LT)	pdf
Anexo 3.3	Certificados calibración Level troll (LT)	pdf
Anexo 3.4	Currículums monitores SQM (cumplimiento RES. 127/2019)	pdf
<b>Anexo 4</b>	<b>COMUNICACIONES</b>	
Anexo 4.1	Gestión ingreso a RNF	pdf
Anexo 4.2	Gestión ingreso a Sistema Peine	pdf
Anexo 4.3	Gestión ingreso a sector Tambillo	pdf
Anexo 4.4	Cartas informativas activación de fase	pdf
Anexo 4.5	Otras comunicaciones	pdf
<b>Anexo 5</b>	<b>NIVEL AGUA SUBTERRÁNEA y SUPERFICIAL</b>	
Anexo 5.1	Informes ETFA (formato RES. 127/2019)	pdf
Anexo 5.2	Resultado de niveles (formato RES.894/2020)	xls
Anexo 5.3	Informe levantamiento topográfico Reglilla Burro Muerto CONAF	pdf
<b>Anexo 6</b>	<b>CALIDAD QUÍMICA</b>	
Anexo 6.1	Informes ETFA (formato RES. 127/2019)	pdf
Anexo 6.2	Calidad de Agua resultante (formato RES. 894/2020)	xls
Anexo 6.3	Perfiles de Conductividad	xls
<b>Anexo 7</b>	<b>CAUDAL AGUA INDUSTRIAL (formato RES. 894/2020)</b>	xls
<b>Anexo 8</b>	<b>CAUDAL AGUA SUPERFICIAL (formato RES. 894/2020)</b>	xls
<b>Anexo 9</b>	<b>VARIABLES METEOROLÓGICAS</b>	
Anexo 9.1	Resultados variables meteorológicas	pdf
Anexo 9.2	Informes para el relleno de series	pdf
<b>Anexo 10</b>	<b>EXTENSIÓN LAGUNAR</b>	
Anexo 10.1	Resultados extensión lagunar	pdf
Anexo 10.2	Informe análisis imagen satelital Soncor-Peine	pdf
Anexo 10.3	Informe levantamiento RTK en lagunas	pdf
Anexo 10.4	Informe levantamiento estacas perimetrales	pdf
<b>Anexo 11</b>	<b>ESTRATIGRAFIA Y HABILITACIÓN DE PIEZÓMETROS Y POZOS</b>	pdf
<b>Anexo 12</b>	<b>INDICADORES, UMBRALES Y MEDIDAS APLICABLES AL SISTEMA PEINE</b>	
Anexo 12.1	Anexo 4.02 del PdC: Definición de umbrales para sistema Peine PdC	pdf
Anexo 12.2	Anexo 4.03 del PdC: Definición de medidas de control frente a la activación de Fase I y Fase II Sistema Peine	pdf
Anexo 12.3	Anexo 4.04 del PdC: Definición medidas de control frente a la activación de Fase I y Fase II Sistema Peine, septiembre 2021	pdf
Anexo 12.4	Anexo 4.05 del PdC: Protocolo de aplicación de umbrales definidos para el Sistema Peine	pdf

## 1. RESUMEN

Mediante el presente informe se reporta y analiza la información del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) que se realiza en el Salar de Atacama, para el período enero a junio de 2021, de acuerdo con los compromisos establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°226/2006, cuyo titular es SQM Salar S.A. Dichos compromisos han sido actualizados y ampliados en el Programa de Cumplimiento (PdC) en actual evaluación<sup>1</sup> en el marco del procedimiento sancionatorio Rol F-041-2016 de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)<sup>2</sup>.

En este informe se presentan tanto los registros obtenidos en el semestre antes referido del PSAH, así como un análisis de las tendencias históricas para cada uno de los sistemas ambientales objeto del seguimiento ambiental hidrogeológico a partir de la información levantada. En particular, se presentan los registros y análisis de los parámetros hidrogeológicos observados, correspondientes a: nivel de la napa de salmuera y de agua dulce, nivel y superficies lacustres, parámetros meteorológicos (precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura), calidad fisicoquímica de las aguas, caudal bombeado de agua dulce y caudal de recarga superficial a sistemas lacustres. De acuerdo con el considerando 10.2.7 de la RCA 226/2006, los resultados del caudal bombeado de salmuera se entregan a la autoridad ambiental en un informe anual independiente.

Las mediciones y acciones consideradas en el PSAH están orientadas al seguimiento y resguardo de los sistemas protegidos de la cuenca de Salar de Atacama, a proveer información para operar

---

<sup>1</sup> A la fecha de presentación de este informe, se ha ingresado con fecha 29 de septiembre de 2021 ante la Superintendencia del Medio Ambiente un nuevo Programa de Cumplimiento refundido que aborda las observaciones contenidas en la Res. Ex. N°34/Rol F-041-2016. Esta propuesta se encuentra pendiente de resolución por parte de la autoridad.

<sup>2</sup> Asimismo, a la fecha de presentación de este informe, la Superintendencia del Medio Ambiente ha ordenado medidas provisionales a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. N°2141/2020, de 28 de octubre de 2020; Res. Ex. N°962/2021, de 30 de abril de 2021; Res. Ex. N°1695/2021, de 28 de julio de 2021; Res. Ex. N°1940/2021, de 01 de septiembre de 2021, y Res. Ex. N°2389/2021, de 5 de noviembre de 2021, esta última disponiendo la aplicación de parte de las acciones incluidas en el programa de cumplimiento propuesto por SQM Salar S.A., en los términos que se explican en la sección 4.7.

el Plan de Contingencia (PC) y a caracterizar el comportamiento de las variables hidrogeológicas que permitirá evaluar el estado ambiental y el funcionamiento hidrogeológico y biótico de los sistemas. Además, toda la información recopilada en el marco del PSAH sirve para nutrir las actualizaciones bienales del Modelo Numérico Hidrogeológico mediante el cual se evaluó el proyecto.

Los sistemas y sectores considerados en el PSAH del titular son los siguientes:

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

Adicionalmente, y según lo comprometido en la RCA de referencia, se ha realizado el monitoreo de la Cuña Salina.

El PSAH está constituido por 225 puntos de monitoreo, que se desglosan de la siguiente manera:

- 196 pozos para el seguimiento de las aguas subterráneas;
- 5 pozos de bombeo de agua industrial;
- 18 reglillas para el seguimiento de agua superficial;
- 4 estaciones de aforo de agua superficiales;
- 2 estaciones meteorológicas.

La dinámica de los sistemas hidrogeológicos del Salar de Atacama depende principalmente del balance hídrico y de la actividad antrópica en las distintas unidades acuíferas presentes en el sector donde se ubica el proyecto. Sin desmedro de lo anterior, esta dinámica también puede verse influenciada por fenómenos locales identificados en la cuenca.

Las estructuras hidrogeológicas asociadas al proyecto de SQM en la cuenca de Salar de Atacama son las siguientes:

- Acuífero aluvial del Borde Este del Salar
- Reservorio de salmuera del Núcleo

En la zona marginal del Salar de Atacama convergen los flujos subterráneos provenientes de las zonas altas de la cuenca que fluyen a través del acuífero aluvial hasta llegar al límite del núcleo del Salar. El contacto entre los dos tipos de fluido se da en la zona marginal del Salar debido al contraste de densidades entre la salmuera y el agua dulce/salobre; esta última asciende produciendo una somerización de los niveles freáticos hasta la superficie del terreno y originando la formación de distintos sistemas lagunares y/o humedales, potenciando así la descarga por evaporación.

Cabe señalar que la mayoría de los puntos de medición del PSAH se ubican en la zona marginal, justamente donde se encuentran los sistemas ambientales que son objeto de protección. Por otra parte, los caudales de bombeo de salmuera asociados al proyecto se diseñaron de manera que las extracciones no afectaran a los sistemas objeto de protección. Hasta la fecha, se han realizado cuatro aumentos de extracción de salmuera acorde a los escalones de extracción definidos en la RCA 226/2006, la que considera en su último escalón una extracción máxima de salmuera de 1.700 l/s. A partir de octubre de 2020, SQM ha adoptado un Plan de Desarrollo Sustentable que, entre otras medidas, considera la aplicación de un plan de reducción de extracciones de salmuera y agua. Para concretar este compromiso, se ha incorporado al Programa de Cumplimiento presentado en el procedimiento sancionatorio rol F-041-2016<sup>3</sup>, una reducción progresiva del caudal promedio anual máximo de extracción de salmuera, hasta alcanzar un caudal promedio anual máximo de 1.187,96 l/s. Asimismo, se ha comprometido el próximo ingreso de un Estudio de Impacto Ambiental que dará continuidad a esta reducción progresiva hasta llegar a un caudal promedio anual máximo de 822 l/s hasta el término de la vida útil de la operación aprobada

---

<sup>3</sup> La última versión del Programa de Cumplimiento fue presentada el 29 de septiembre de 2021, en respuesta a las observaciones formuladas mediante Res. Ex. N°34/Rol F-041-2016.

mediante RCA N°226/2006. En el periodo reportado, el proyecto se encuentra con una extracción neta promedio anual de 1.328,22 L/s<sup>4</sup>.

Como se señaló anteriormente, uno de los objetivos del PSAH es proveer información para operar el PC, el cual está orientado a dar una respuesta pronta y oportuna frente a desviaciones no previstas según lo definido originalmente. El PC establecido con motivo del EIA del proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, se sustenta en los resultados de más de 13 años de monitoreo de variables hidrogeológicas y bióticas, que indican que los sistemas a proteger toleran adecuadamente variaciones hidrológicas estacionales e interanuales ya sean naturales o antrópicas, situación que se ha corroborado desde el inicio del monitoreo del PSAH (mayo 2007) a la fecha.

El PC tiene como objetivo establecer un área de control alrededor de los sistemas de lagunas y en los sectores de vegetación en el Borde Este, que consta de piezómetros o reglillas indicadores de estado, ubicados a cierta distancia de estos sistemas objeto de protección. Estos indicadores tienen asociada la activación del PC en una o dos fases, cada una con sus respectivas acciones de control:

**Fase I:** Alerta Temprana → aumento de la frecuencia de medición

**Fase II:** Medidas de Contingencia → reducción de extracción de agua/salmuera

En la sección 4.3.8 se identifican los indicadores de estado que componen el PC, mientras que en las secciones 5.2 y 6.2 se evalúan los resultados obtenidos y se describen las acciones implementadas en el periodo reportado en cumplimiento del Plan de Contingencia. Este análisis se presenta para cada uno de los sistemas que se busca proteger. Para ello, se identifican los elementos a proteger, el tipo de seguimiento y el comportamiento para cada uno de los sistemas y sectores que conforman el PSAH.

---

<sup>4</sup> Acción 8 del PdC Refundido presentado a la SMA el pasado 29 de septiembre de 2021.

Cabe señalar que, de acuerdo con los compromisos propuestos en el PdC, a partir de diciembre de 2018, la frecuencia de medición de los indicadores de estado del PC pasó de mensual a diaria, salvo respecto de los indicadores ubicados dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor<sup>5</sup>. Para el caso de los indicadores que están dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor), la frecuencia de monitoreo se ajusta a lo indicado en el Protocolo de ingreso aprobado por la resolución N° 56 de junio de 2019 de CONAF, que considera, entre otras cosas, controles y autorizaciones de ingreso a diversos sectores de la reserva por parte de CONAF y de la Comunidad Indígena Atacameña de Toconao, en el caso del sistema de Soncor.

Finalmente, conforme a lo establecido en el PdC, a partir de octubre de 2018, SQM incluye en el PC del Sistema Peine los indicadores de estado PN-05B y PN-08A del PAT del Proyecto “Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama”, aprobado mediante RCA N°21, junto con los indicadores de estado de SQM, 1028, L10-11 y L10-4. La consideración de los dos primeros indicadores en los informes del PSAH está condicionado al aviso de activación por parte de la SMA a SQM. Para el actual periodo reportado, no se ha producido dicho aviso, por lo que el presente informe solo contempla los análisis derivados de los indicadores de SQM.

Es necesario mencionar que las mediciones durante este primer semestre de 2021 de los indicadores de estado definidos han evolucionado, en términos generales, de acuerdo con lo esperado. En el apartado 4.7 de este informe se profundiza sobre la situación de estos indicadores.

A modo de resumen, para el presente periodo reportado (enero a junio 2021) se ha registrado una nueva activación de Fase II en los indicadores de estado L1-5 y L1-G4 del Sistema Soncor, que venían del semestre anterior con la Fase I activada y reportado adicionalmente en el Informe N° 28 del PSAH, activación vinculada al cambió la dinámica de desbordes de la laguna Barros

---

<sup>5</sup> Acción 5 del PdC Refundido

Negros, que dio lugar a la primera activación en mayo de 2018. También en el sistema Vegetación Borde Este – Vegetación hidromorfa se ha producido la activación de las Fases I y II por parte del L1-17 y L2-27, que posteriormente se desactivaron ambas fases. Por otro lado, se han producido activaciones de Fase I en los puntos L1-4 (sistema Soncor) y L3-3 (sistema Vegetación Borde Este - Vegetación Brea-Atriplex, siendo este último el único que desactiva la fase durante el mismo semestre. Adicionalmente, se contabilizan 4 indicadores de estado que se han mostrado con la Fase I activada de forma continua durante todo el periodo; L7-6, L2-7, L1-3 y 2-28 (Sistema Vegetación Borde Este- Brea Atriplex). En todos los casos se adoptaron las acciones de control comprometidas.

A continuación, se detalla la situación de cada indicador mencionado:

- i. **L1-5 (Sistema Soncor):** Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en diciembre de 2020) y el día 23 de abril activa la Fase II, que se mantiene durante el resto el periodo reportado.
- ii. **Reglilla L1-G4 (Sistema Soncor):** Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en agosto de 2020) y el día 10 de abril activa la Fase II, que se mantiene durante el resto el periodo reportado.
- iii. **L1-4 (Sistema Soncor):** Se produce la activación de la Fase I el día 5 de junio, lo que se mantiene durante el resto el periodo reportado.
- iv. **L1-17 (sistema Vegetación Borde Este – Vegetación hidromorfa):** se activa primero la Fase I el 17 de febrero de 2021 y posteriormente la Fase II el 3 de marzo del mismo año. Ambas fases se desactivan en el mismo periodo de reporte, 25 de abril la Fase II y 6 de mayo la Fase I.
- v. **L2-27 (sistema Vegetación Borde Este – Vegetación hidromorfa):** se activa primero la Fase I el 1 de febrero de 2021 y posteriormente la Fase II el 9 de febrero del mismo año. Ambas fases se desactivan en el mismo periodo de reporte, 10 de junio la Fase II y 19 de junio la Fase I.
- vi. **L7-6 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Activó la Fase I en junio de 2015 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado. Cabe indicar que este punto se declaró en Fase I, posterior a la formulación de cargos por parte de la SMA y

- durante la elaboración del PdC, aunque no representa un indicador de estado adecuado para la vegetación Brea Atriplex.
- vii. **L1-3 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Activó la Fase I en noviembre de 2019 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado.
  - viii. **L2-7 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Activó la Fase I en diciembre de 2019 y así se ha mantenido durante todo el periodo reportado.
  - ix. **L2-28 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Inicia el periodo con la Fase I activada (se activó en febrero de 2020). El 12 de agosto de 2020 desactiva el PC para posteriormente, el día 26 de noviembre de 2020 activar Fase I de nuevo, estado que se mantiene hasta el final del periodo reportado.
  - x. **L3-3 (Sistema Borde Este – Vegetación Brea Atriplex):** Se produce la activación de la Fase I el 3 de febrero y se desactiva el día 20 de marzo de 2021.

El resto de las variables monitoreadas muestra un comportamiento estable, sin presentar variaciones relevantes salvo situaciones puntuales que no reflejarían un comportamiento de tendencia de largo plazo del sistema. Ello lleva a conducir que los objetos de protección se encuentran dentro de su variabilidad natural dentro de lo esperado.

En esta línea, según lo descrito en la RCA 226/2006 en su considerando 11.1, se debe efectuar la revisión del Plan de Contingencias cada dos años. Esta revisión debe contemplar una revisión de los valores de activación en función de la información histórica recopilada y también la revisión de la idoneidad de los indicadores de estado, de acuerdo a su relación con el comportamiento lacustre. Según la frecuencia mencionada, el presente reporte PSAH N.º 29 debería incluir dicha revisión, no obstante, ésta se está desarrollando de forma profunda en el contexto del nuevo Estudio de Impacto Ambiental comprometido en el Programa de Cumplimiento rol F-041-2016, el que será entregado al finalizar el presente año 2021, el que incluye una actualización del Plan de Seguimiento Ambiental y del Plan de Contingencias (“Planes de Alerta Temprana”). Considerando lo anterior, en el siguiente reporte se dará cuenta de los ajustes que se propone incorporar en esta materia, los que serán discutidos en el contexto del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

A continuación, se sintetizan los principales resultados, análisis y conclusiones obtenidas para los distintos sistemas y sectores que conforman el PSAH.

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe N°29 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (en adelante PSAH) y tiene por objeto reportar y analizar la información recolectada durante el primer semestre del año 2021 (periodo enero – junio del 2021), de acuerdo a los compromisos ambientales derivados de la Resolución de Calificación Ambiental (en adelante RCA N°226/2006), que calificó favorablemente el proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, cuyo titular es SQM Salar S.A. (en adelante e indistintamente, SQM o SQM Salar) y en específico los compromisos asumidos en los considerandos 10.2 y 11.1 de la RCA N°226/2006.

El presente PSAH considera la medición de las variables ambientales relativas a la componente ambiental agua, las cuales reflejan el comportamiento hidrogeológico del sistema, así como la variable meteorología. Entre los parámetros de medición se encuentran nivel del agua y salmuera subterránea, nivel de cuerpos de agua superficial, calidad química de los acuíferos y cuerpos superficiales, caudal de canales afluentes y/o efluentes de cuerpos de agua, superficies lacustres, caudales de bombeo de agua industrial y parámetros meteorológicos (precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura).

El PSAH contempla mediciones en los sistemas del Salar de Atacama que son representativos de la dinámica del núcleo, en los sistemas lacustres emplazados en el borde este y sur del salar y en el acuífero aluvial que alimenta la vegetación del borde este. Los sistemas y sectores objeto de monitoreo del PSAH son los siguientes:

- Sistema Soncor
- Sistema Agua de Quelana
- Sistema Peine
- Sistema Vegetación Borde Este
- Sector Vegas de Tilopozo
- Núcleo del Salar de Atacama

Adicionalmente, el presente informe da cuenta de los resultados del monitoreo de la Cuña Salina asociado a cada uno de los sistemas lacustres (Soncor, Aguas de Quelana y Peine).

Tal y como establece la RCA N°226/2006, se define el Plan de Contingencia (en adelante PC), que consta de un grupo de indicadores de estado, obtenidos de entre los puntos de la red de monitoreo de niveles subterráneos de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, en los que se han definido umbrales en forma de nivel o descenso máximos. El objetivo de este sistema de alarma es prevenir posibles efectos adversos sobre los sistemas ambientalmente sensibles producto de la actividad extractiva definida en el proyecto. En el presente reporte, se exponen los resultados y análisis de la red completa del PSAH y en otro apartado se hace especial atención a los puntos del PC con relación a los umbrales.

A las exigencias de la RCA indicada anteriormente, se suman las acciones comprometidas en el Programa de Cumplimiento (en adelante PdC), relacionadas con el PSAH, que son las siguientes:

- i. Definir y aplicar indicadores de estado, umbrales de activación y medidas de control a implementar frente a la activación de Fase I y Fase II para el Sistema Peine.
- ii. Aumentar la frecuencia de monitoreo de mensual a diaria en los indicadores de estado de los Planes de Contingencia de los sistemas Soncor, Aguas de Quelana, Vegetación Borde Este y Peine<sup>6</sup>.

El Decreto Supremo N°38/2013 del Ministerio del Medio Ambiente establece que todas las actividades de muestreo, medición y/o análisis que reporten los titulares de actividades o fuentes reguladas por la SMA, aquellas actividades con frecuencias menores a diarias deberán ser ejecutadas por una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (en adelante ETFA) con autorización vigente, y aquellas diarias o con mayor frecuencia corresponde medir por el mismo titular. Para dar cumplimiento al decreto mencionado, y de acuerdo con la Res. Ex. N° 127 de 2019, para el período objeto del presente reporte (primer semestre de 2021), las mediciones de nivel y caudal efectuadas con frecuencias menores a diarias han sido realizadas por las ETFA SEGEA y MOAM y las mediciones diarias de nivel han sido realizadas por personal de SQM. Por

---

<sup>6</sup> Para el caso de los indicadores que están dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor), la frecuencia de monitoreo se ajustará a lo indicado en el Protocolo de ingreso aprobado por la Resolución N° 56 de junio de 2019 de CONAF.

su parte, los muestreos, mediciones y análisis de calidad del agua fueron realizadas por la ETFA ALS Environmental que contrató para el muestreo en terreno a la empresa SOPROCERT. En caso de obtenerse permiso para puntos dentro de RNF o bien en el área de Peine controlada por la Comunidad y que no se pudieron ser visitados por SOPROCERT dados los cortos tiempos entre el aviso y el ingreso, los muestreos fueron realizados por la ETFA SEGEA.

Como ha sido reportado en informes anteriores, en diciembre de 2018 finalizó el convenio CONAF-SQM, establecido en la RCA N°226/2006, mediante el cual CONAF se comprometía a compartir información relativa a mediciones de nivel de agua superficial, extensión lacustre y calidad química de las aguas en las lagunas Barros Negros, Chaxa, Puilar y canal de Burro Muerto. Las mediciones comprometidas en el marco de dicho convenio fueron asumidas por SQM, mediante la contratación de la entidad ETFA ALS Environmental.

Un antecedente relevante asociado a la ejecución del PSAH y que condiciona el resultado del monitoreo es la restricción de acceso a las zonas que forman parte de la Reserva Nacional Los Flamencos (en adelante RNF). Mediante Resolución N°56/2019, CONAF<sup>7</sup> aprobó el Protocolo de monitoreo ambiental para sector Soncor, Tambillo y Aguas de Quelana de la Reserva Nacional Los Flamencos, que entró en vigor a contar del 14 de junio de 2019 el que define un procedimiento, requisitos y limitaciones para autorizar actividades de monitoreo al interior de la Reserva. Por motivos de la contingencia sanitaria producida por el COVID-19, el ingreso a las áreas silvestres protegidas, incluyendo la RNF, fue cerrado (Resolución N° 162/2020), entre marzo de 2020 y enero de 2021, lo que ha llevado que este semestre se haya podido realizar de nuevo las mediciones en todos los puntos del PSAH. No obstante, la frecuencia de las visitas ha sido inferior a la necesaria para cumplir con los compromisos del PSAH, debido a que los días de trabajo asignados en las autorizaciones otorgadas por las entidades co-administradoras de la RNF (CONAF y la Comunidad de Toconao) limitan los sectores y el tiempo de dedicación.

---

<sup>7</sup> Actual entidad administradora de esta área silvestre protegida, en conjunto con la Comunidad Atacameña de Toconao, en lo que respecta al Sistema Hidrológico Soncor, en conformidad a Contrato de Asociatividad suscrito entre ambas partes en 2002.

Por otro lado, este semestre ha estado marcado también por la factibilidad de ingreso a las áreas de monitoreo que se encuentran dentro de la demanda territorial de la Comunidad de Peine. Previo acuerdo de la Comunidad, durante este semestre se han podido visitar puntos que llevaban más de dos años sin ser medidos. No obstante, y de la misma forma que ha ocurrido en las áreas de RNF, no se ha podido acceder a todos los puntos con la frecuencia que SQM tiene en sus compromisos.

Dado este escenario de reapertura de las áreas con acceso controlado, ha sido posible realizar parte del levantamiento de la extensión lagunar mediante método RTK, que debe realizarse con una frecuencia de 5 años, por lo que correspondía haberse ejecutado en el primer semestre de 2020 (informe PSAH N.º 27). No ha sido posible completar el recorrido en todas las lagunas debido a que los permisos de ingreso limitan el tiempo, el sector de visita y el número de personas que pueden ingresar cada vez.

En la Tabla 2-1 se presentan los responsables de las actividades ejecutadas durante el primer semestre del año 2021 y que se reportan a través del presente informe. Adicionalmente en el Anexo 1, se listan las personas participantes e involucradas en cada actividad.

**Tabla 2-1: Responsable y participantes de las actividades de muestreo, medición, análisis y/o control del presente informe**

Responsable y participantes	Actividad realizada
<b>SQM Salar S.A.</b>	Mediciones diarias de nivel freático, caudales de pozos de agua industrial y perfiles de conductividad eléctrica. Mediciones en campo de parámetros fisicoquímicos <sup>8</sup> Mantenimiento y descarga de datos de estaciones meteorológicas Mediciones y análisis datos para área de superficies lacustres mediante método de RTK Área de superficies lacustres mediante estacas perimetrales (en el marco de ex convenio CONAF-SQM)
<b>SEGEA</b>	Mediciones de nivel freático y nivel de agua superficial (incluidos los puntos del ex convenio CONAF-SQM). Caudales superficiales. Muestreo de calidad en puntos que no pudieron ser visitados por SOPROCERT
<b>MOAM</b>	Mediciones de nivel freático y nivel de agua superficial

<sup>8</sup> Mediciones complementarias a las efectuadas por las ETFAS.

Responsable y participantes	Actividad realizada
ALS Environmental S.A.	Muestreo de aguas, medición de parámetros de campo y análisis de parámetros fisicoquímicos
SOPROCERT	Subcontratado para muestreo de calidad por ALS. Realizan una campaña por trimestre. Los puntos que no pueden ser visitados los asume SEGEA en caso de contar con permiso de acceso posterior a esa campaña-
SRGIS	Área de superficies lacustres mediante análisis de imágenes satelitales de alta resolución
ATyGEO	Medición en terreno de la extensión lagunar mediante RTK

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo requerido por la SMA mediante el Ord. MZN N°418/2016, en la Tabla 2-2 se indican las fechas aproximadas de entrega de los siguientes informes del PSAH indicándose, además, el número de informe en que corresponde realizar la revisión del Plan de Contingencia, según lo establecido por la RCA N°226/2006<sup>9</sup>.

**Tabla 2-2: Cronograma de entrega de informes y revisiones del Plan de Contingencia**

Número de Informe	Actualizado a:	Fecha de entrega	Observaciones
Informe PSAH N° 30	dic-21	abr-22	
Informe PSAH N° 31	jun-22	oct-22	
7ª actualización del modelo numérico	jun-22	feb-23	
Informe PSAH N° 32	dic-22	abr-23	
Informe PSAH N° 33	jun-23	oct-23	Revisión del Plan de Contingencia, según el Cons. 11.1 de RCA N°226/2006.
Informe PSAH N° 34	dic-23	abr-24	

Fuente: Elaboración propia.

<sup>9</sup> En diciembre de 2021, se presentará al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental el Estudio de Impacto Ambiental comprometido en el proceso sancionatorio rol F-041-2016, que incorpora una actualización del Plan de Contingencias (Acción 50 del PdC). Por tal razón, el presente Informe no contiene una revisión del Plan de Contingencias, la que se efectuará en profundidad en el marco de la evaluación del EIA.

### 3. OBJETIVOS DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLÓGICO (PSAH)

El objetivo del PSAH es efectuar un seguimiento sistemático de las variables hidrogeológicas para verificar que éstas evolucionan según lo proyectado en la evaluación ambiental, manteniendo las condiciones de funcionamiento natural del sistema, lo que permite identificar eventuales anomalías ambientales y decidir de forma temprana la pertinencia de implementar medidas de contingencia.

El PSAH posee las siguientes características:

- Incluye todas aquellas variables que son requeridas para que el PC permita identificar anomalías ambientales y, sobre esta base, decidir la pertinencia de implementar medidas de contingencia.
- Entrega información de apoyo para la cuantificación de las variables que rigen el balance hídrico de los sistemas lacustres, lo que permite estimar la magnitud de las recargas y descargas de estos sistemas y así poder identificar posibles modificaciones de su comportamiento natural.
- Provee la información necesaria para la actualización del modelo numérico. Dicha actualización consiste en incorporar en el modelo numérico la nueva información recopilada mediante el PSAH, esto es, las series actualizadas del nivel de los acuíferos, de las variables meteorológicas (precipitación y evaporación), de las recargas y de los bombeos de salmuera y de agua. Mediante el modelo actualizado con la información más reciente levantada en el PSAH, se pueden comparar los valores de los niveles de agua/salmuera esperados (simulados) con los observados, y verificar de esta manera que dicho modelo sigue siendo una herramienta válida para la gestión ambiental.

En particular, el presente informe tiene como objetivo presentar y analizar los resultados del PSAH durante el periodo enero–junio de 2021.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se presenta la descripción de la zona de estudio, la ubicación de las infraestructuras de monitoreo y de los puntos de muestreo, los parámetros que se miden para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales, las metodologías y materiales utilizados en las labores de muestreo, medición y/o análisis de cada parámetro, las fechas en que se realizaron estos muestreos, mediciones y/o análisis y, finalmente, la identificación de las principales incertidumbres asociadas a los métodos utilizados.

### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Salar de Atacama se localiza en la Región de Antofagasta, a 55 km al sur de San Pedro de Atacama y 316 km al noreste de Antofagasta (capital regional). Se encuentra a una altura aproximada de 2.300 m.s.n.m., tiene unos 100 km de largo y 80 km de ancho aproximadamente, abarcando un área aproximada de 3.100 km<sup>2</sup>. El núcleo del Salar, donde se ubican las faenas extractivas de salmuera, posee una superficie aproximada de 1.100 km<sup>2</sup>, y está rodeado por una zona marginal de unos 2.000 km<sup>2</sup> de extensión aproximadamente. Finalmente, al este de la zona marginal se dispone un relleno de tipo aluvial que alberga un acuífero desde donde el titular extrae el agua industrial para el Proyecto.

#### 4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS OBJETO DEL PSAH

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el PSAH contempla mediciones en siete sistemas y/o sectores del salar de Atacama; en la Figura 4-1 se ubican respecto la cuenca del Salar de Atacama y se describen con más detalle a continuación:

- **El Sistema Soncor** se ubica al noreste del Núcleo del Salar y está compuesto por tres lagunas principales, dos de las cuales, Chaxa y Barros Negros, se encuentran conectadas superficialmente a través del Canal Burro Muerto y la tercera, laguna Puilar, es de menor tamaño y se ubica al noreste de las dos anteriores, sin conexión superficial entre ellas. El Canal Burro Muerto recibe aportes de agua superficial y subterránea a lo

largo de su trayecto de norte a sur, y es fundamental para el abastecimiento y mantención de las lagunas Chaxa y Barros Negros. Barros Negros es la laguna terminal del sistema, y los excedentes que recibe son vertidos en zonas de desbordes colindantes a la laguna, a través de 2 puntos principales: uno levemente activo ubicado al oeste de la laguna (conocido como Cola de Pez) y el otro activo al extremo sur de la misma (conocido como Desborde sur).

- **El Sistema Aguas de Quelana** se sitúa al este del Núcleo del Salar de Atacama y está compuesto por afloramientos de agua alineados en una disposición aproximada N-S. Estos cuerpos de agua presentan un comportamiento errático, denotando una gran variabilidad temporal y espacial en su superficie. Los cuerpos más estables se reconocen exclusivamente sobre la zona marginal, mientras que, durante períodos con eventos de precipitación intensa, éstos pueden temporalmente canalizarse y escurrir superficialmente hacia el oeste, alcanzando incluso el límite con el núcleo del Salar.
- **El Sistema Peine** se sitúa al sureste del núcleo del Salar de Atacama, y en él se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna, alineadas en una dirección aproximada SE-NW. La laguna Interna corresponde a la unidad terminal del sistema de lagunas Salada-Saladita-Interna, y su extensión depende de los desbordes o derrames que puedan ocurrir desde la laguna Saladita en épocas de abundancia hídrica. Por esta misma razón, su forma y dimensión es errática, lo que impide un registro y seguimiento adecuado y continuo de niveles y superficie.
- **El Sector Vegas de Tilopozo** se encuentra al sur del núcleo del Salar de Atacama, En este sector el nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie, lo que favorece la presencia de un ecosistema tipo vegas, donde destaca la Vega de Tilopozo. En este sector se encuentran las lagunas La Punta y La Brava.
- **El Sistema Vegetación Borde Este** se extiende por gran parte de la zona marginal este del Salar de Atacama, y en él se concentra el contenido vegetacional del sector, destacándose los sectores caracterizados por la presencia de vegetación Hidromorfa y de Brea-Atriplex (ambos definidos como objeto de protección en la RCA). La zona de

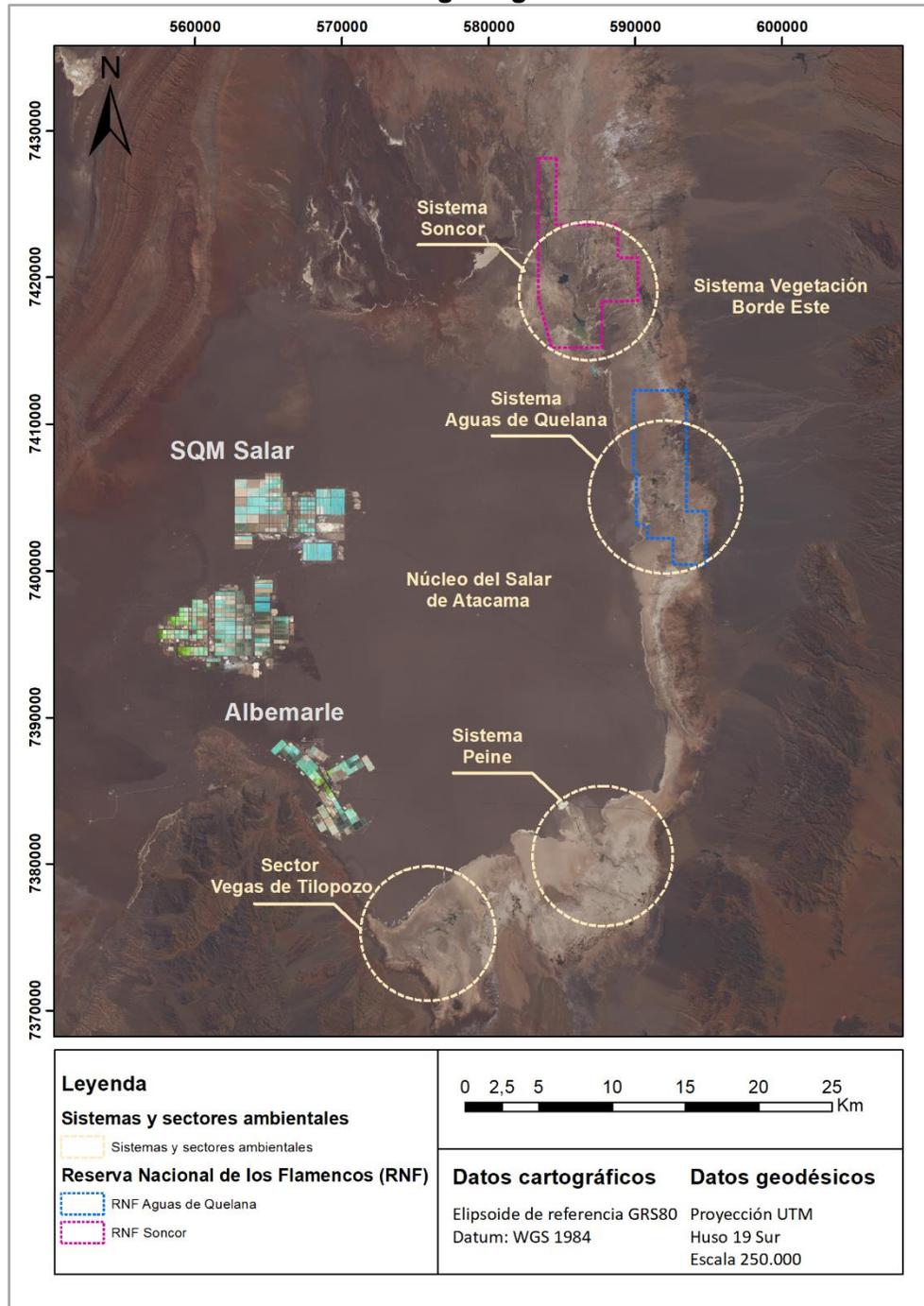
vegetación hidromorfa se ubica en el límite occidental del sistema y está compuesta por especies que viven de la humedad que se genera en el subsuelo por encontrarse el nivel somero del agua subterránea. La vegetación Brea-Atriplex se encuentra en los sectores donde sus raíces potencialmente pueden estar conectadas con el acuífero del Borde Este.

- **El Núcleo del Salar de Atacama** corresponde al punto más bajo de la cuenca del Salar de Atacama, compuesto principalmente por materiales evaporíticos donde se ha desarrollado un acuífero salino del cual SQM y otros titulares extraen salmuera.
- **Cuña salina:** la red de monitoreo de la cuña salina consta de 9 puntos de monitoreo, distribuidos en tres perfiles. En cada sector, los puntos de monitoreo se distribuyen formando una línea en el sentido del gradiente de concentraciones y a una distancia aproximada de 1.500 m entre uno y otro, con la finalidad de observar las posibles variaciones de la profundidad, pendiente y forma de la cuña salina<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Este seguimiento no corresponde a un sector perimetralmente limitado, si no que se extiende en todo el contacto entre la salmuera y el agua dulce. Por este motivo es que no se muestra detallado en la Figura 4-1.

**Figura 4-1: Ubicación esquemática de los sistemas y sectores ambientales del PSA Hidrogeológico**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

En la Tabla 4-1 se indican los sistemas objeto de protección ambiental del PSAH asociados a la RCA 226/2006 y se indican además los objetos de protección definidos para cada uno de ellos. Cabe mencionar, además, que en la zona marginal se encuentra la Reserva Nacional Los Flamencos. En la anterior Figura 4-2 puede verse también los actuales polígonos que delimitan la Reserva Nacional los Flamencos, para Soncor y Aguas de Quelana.

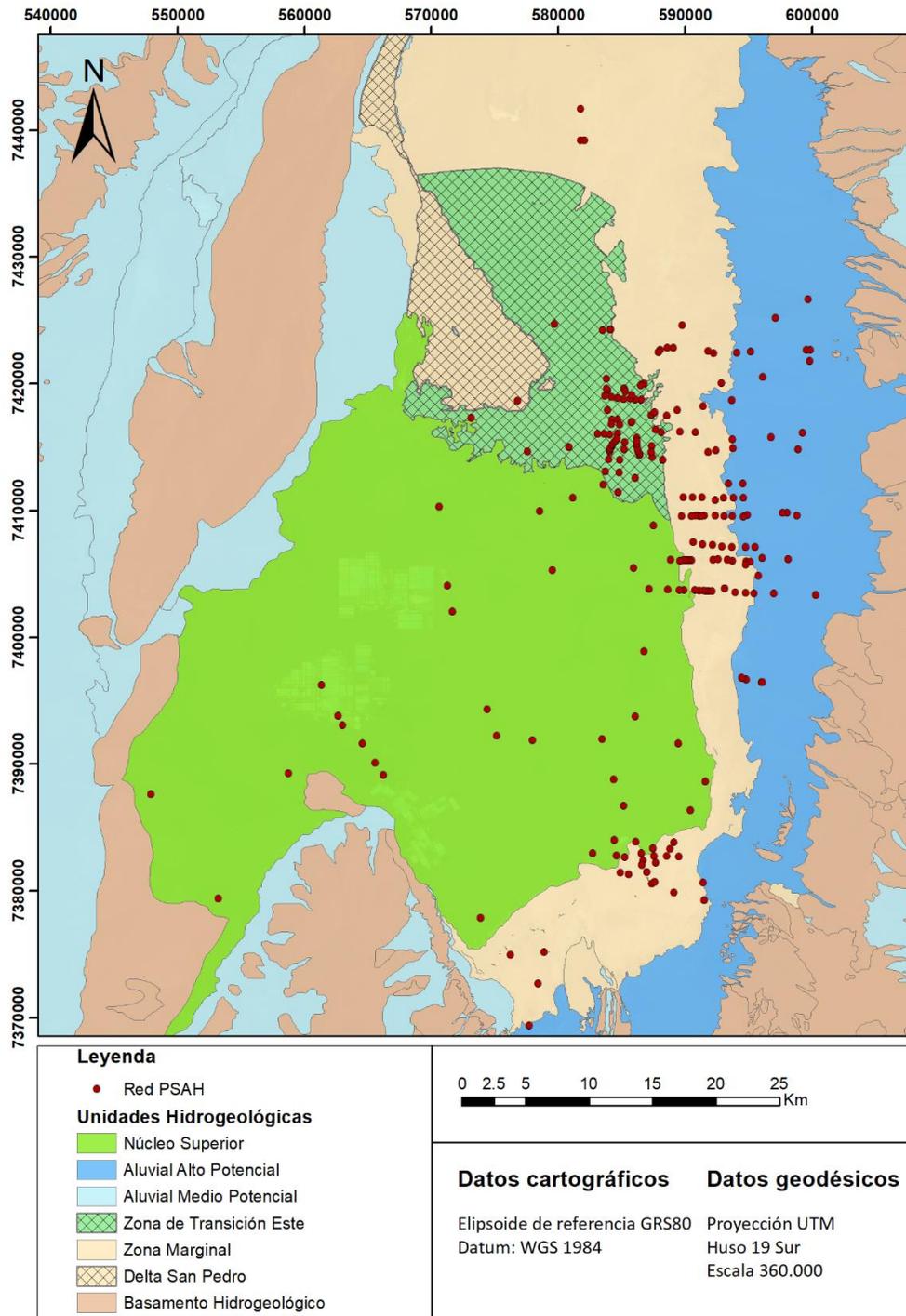
**Tabla 4-1: Sistemas objeto de protección**

<b>Sistema</b>	<b>Objetos de protección</b>
<b>Soncor</b>	Lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros
<b>Aguas de Quelana</b>	Cuerpos lacustres dispersos y de dimensiones variables.
<b>Peine</b>	Lagunas Salada, Saladita e Interna
<b>Vegetación Borde Este</b>	Zona de Vegetación hidromorfa Zona de vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor comprensión del seguimiento ambiental objeto del presente reporte, y sobre la base a los distintos comportamientos esperados, los resultados del monitoreo en cada sistema han sido a su vez sectorizados de acuerdo con las zonas acuíferas definidas en la Figura 4-2, esto es; zona aluvial, zona marginal y zona núcleo. Esta delimitación tiene como base referencial la identificación de las Unidades Hidrogeológicas (UH) en el acuífero libre superior de la cuenca, lo que permite clasificar los distintos comportamientos hidrológicos e hidrogeológicos esperables en cada sector o sistema.

**Figura 4-2: Zonificación del Salar de Atacama basado en la delimitación de las unidades hidrogeológicas (UH)**



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR LAS VARIABLES AMBIENTALES

La definición de este PSAH parte de la RCA 226/2006 y la Res. Ex. N° 223, que “Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental”. La forma en que se reportan estos parámetros en los anexos de este informe se basa en las indicaciones contenidas en la Res. Ex. N° 894/2019 que “Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento del componente ambiental agua”. En 2020 la SMA emitió una actualización de estos formatos y que aplica a los subcomponentes de Agua superficial (calidad y caudal de agua) y Agua subterránea (calidad, caudal y nivel de agua).

Si bien para la elaboración del presente informe se clasifican los monitoreos meteorológicos como componente Aire, su objetivo dice relación con el complemento de la hidrología del sistema y por consiguiente no corresponde a un compromiso del componente Aire, quedando consignado en la RCA como parte del PSAH. En relación con esta variable, cabe mencionar que la Res. Ex. N° 894/2019 no menciona la forma en que debe ser reportada en los anexos. Por consiguiente, se han adaptado las planillas de las otras variables para este fin. Lo mismo ocurre con el parámetro de superficie lacustre, de la variable Cantidad de agua superficial, para el cual no se ha determinado el formato de entrega de los datos, por lo que se ha elaborado una planilla con el formato más adecuado para su reportabilidad.

En la Tabla 4-2 se muestran las variables y los parámetros que se reportan en el presente informe, que parte del compromiso adquirido en la RCA N°226/2006 tal y como se ha descrito anteriormente, junto con la resolución que marca el formato de entrega de cada data. A su vez, se resumen los responsables de las mediciones de estos parámetros puesto que los informes elaborados por las ETFAs, que se entregan adjuntos en los anexos correspondientes de este informe, deben cumplir con el formato establecido en la Res. Ex. N°. 127/2019 (SMA).

Cabe mencionar que la definición de la metodología, frecuencia y responsable de cada parámetro está determinada por la RCA N°226/2006, la Res. Ex. N° 127/2019 (SMA) y lo comprometido en el Programa de Cumplimiento (PdC). En la sección 4.4. Materiales, Equipos y Metodologías de monitoreo se describe con más detalle.

**Tabla 4-2: Parámetros considerados en PSAH**

Componente	Subcomponente	Variable	Parámetro	Formato de reportabilidad de la data	Método   Frecuencia   Responsable de la medición
Agua	Agua subterránea	Cantidad de agua	Nivel	Res. Ex. N° 894/2020	<b>Red PSAH:</b> Manual   Mensual   ETFA Continua   1 min   SQM <b>Red PC:</b> Manual   Diaria   SQM Continua   1 min   SQM <sup>11</sup>
			Caudal bombeo	Res. Ex. N° 894/2020	Continua   Mensual   SQM
		Calidad de agua	Físico y químicos	Res. Ex. N° 894/2020	Manual   Semestral   ETFA
	Agua superficial	Cantidad de agua	Nivel	Res. Ex. N° 894/2020 <sup>12</sup>	Manual   Mensual   ETFA Continua   1 min   SQM
			Superficie Lacustre	Propio	RTK   5 años   SQM Estacas   Trimestral   SQM Imágenes satelitales   Anual   SQM <sup>13</sup>
			Caudal	Res. Ex. N° 894/2020	Manual   Mensual   ETFA Continua   1 min   SQM
		Calidad de agua	Físico y químicos	Res. Ex. N° 894/2020	Manual   Trimestral   ETFA
Aire	Aire	Meteorología	Precipitación Evaporación Velocidad del viento Temperatura	Propio	Continua   5 min   SQM

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS O ÁREAS DE MONITOREO

El PSAH contempla un total de 225 puntos de monitoreo, de los cuales 74 corresponden a puntos de monitoreo existentes y con registros previos a la RCA N°226/2006 y 151 corresponden a puntos de monitoreo construidos como parte del proyecto, los cuales se encontraban todos habilitados el 31 de octubre de 2007. Todos los puntos de monitoreo corresponden a puntos fijos en el tiempo y, en algunos casos, estos puntos forman parte de más de uno de los sistemas objeto de protección anteriormente indicados.

<sup>11</sup> La distinción entre los puntos que son medidos de forma manual y los que además están equipados para la medición continua, se encuentra detallado en el apartado 4.3 Ubicación de los puntos o áreas de Monitoreo.

<sup>12</sup> Se entregan los datos en el formato establecido por la Res. Ex. N° 894/2020 de forma voluntaria ya que, según la misma, no se establece formato definido para esta variable de agua superficial.

<sup>13</sup> La medición de superficies lagunares se realiza con varias metodologías, con frecuencias distintas y qué a su vez, hacen un uso combinado de técnicas manuales y automáticas. Se extiende el detalle en el apartado 4.4 Materiales, Equipos y Metodologías de monitoreo.

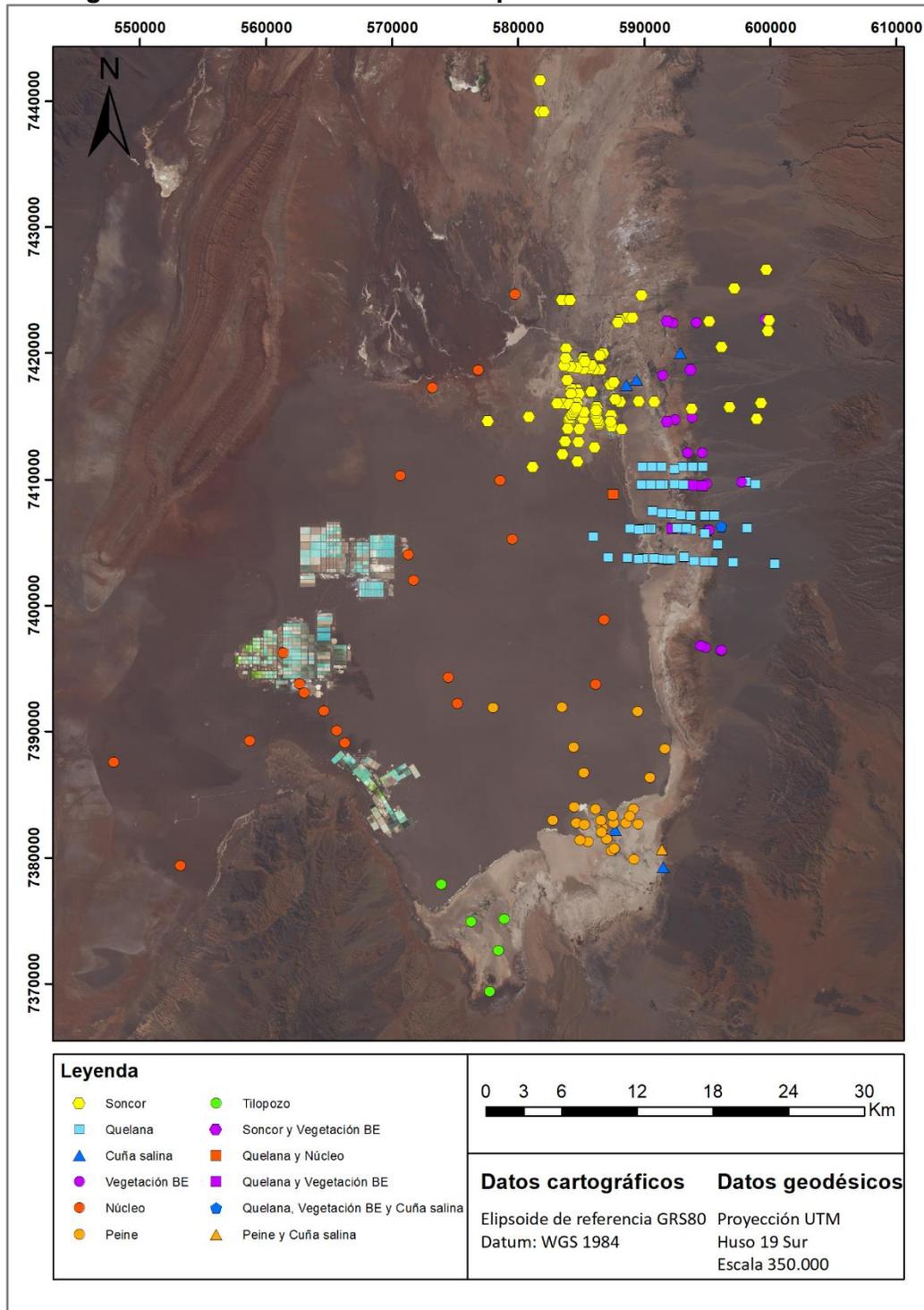
Los puntos de monitoreo del PSAH del proyecto se pueden clasificar en función de la variable ambiental objeto de monitoreo, de la siguiente manera:

- 196 pozos de monitoreo de nivel de agua/salmuera subterránea
- 5 pozos de bombeo de agua industrial
- 18 reglillas para la medición del nivel de agua superficial
- 4 estaciones de aforo de flujos de agua superficiales
- 2 estaciones meteorológicas

La ubicación de los puntos de monitoreo que conforman el PSAH se muestran en el mapa de la Figura 4-3, donde se diferencia por color los sistemas objeto del PSAH del proyecto. Las coordenadas presentadas corresponden a las obtenidas en la campaña de levantamiento topográfico de detalle realizada el año 2007, de acuerdo con el considerando 10.2.1 de RCA N°226/2006. Dichas coordenadas se levantaron en proyección UTM Huso 19S, considerando datum WGS 1984 y elipsoide de referencia GRS80.

En los apartados que siguen, se describe y presenta la ubicación de las redes de monitoreo para cada sistema y sector considerados.

**Figura 4-3: Ubicación de todos los puntos de monitoreo del PSAH**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

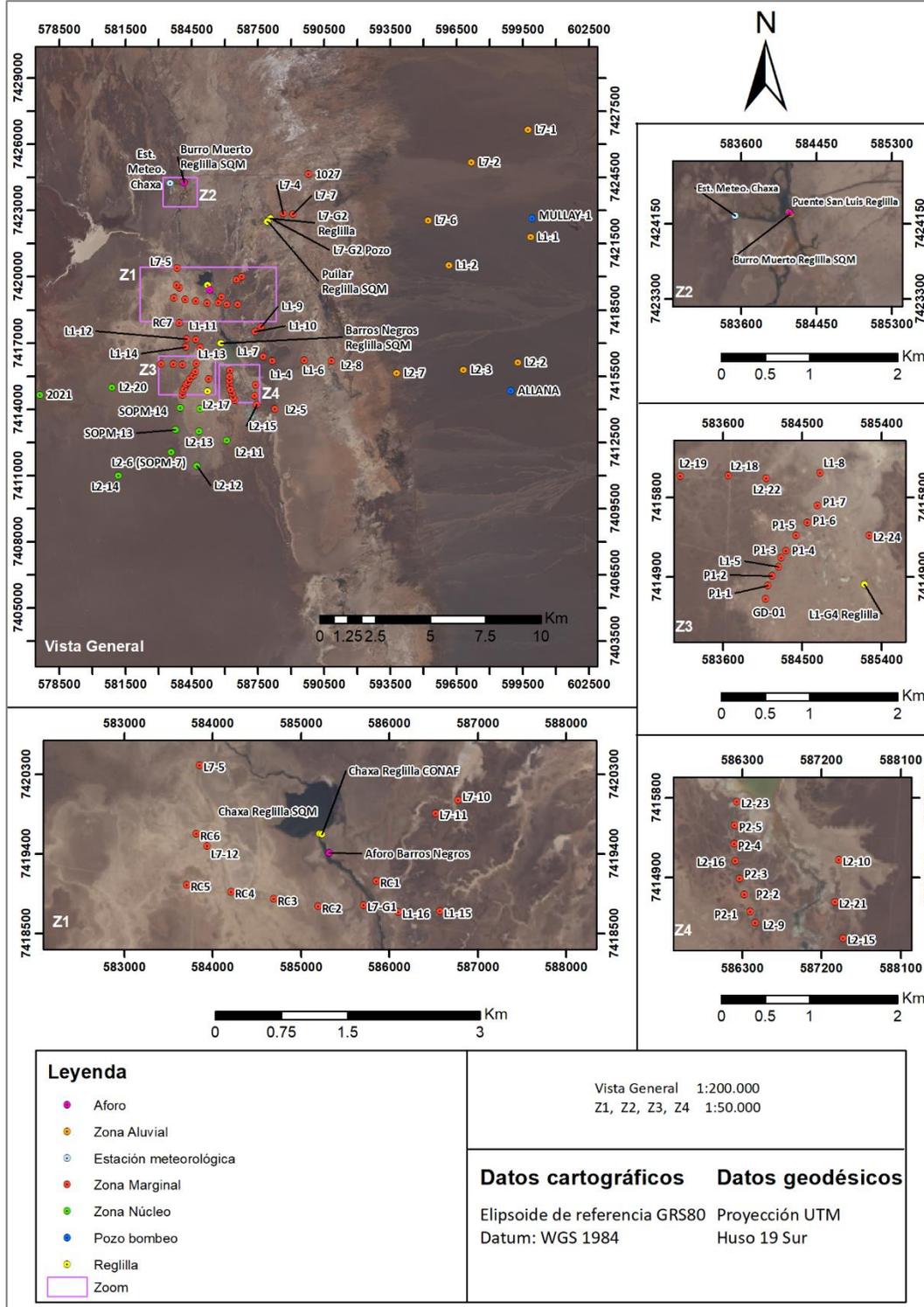
### 4.3.1. SISTEMA SONCOR

Los puntos de monitoreo del PSAH del Sistema Soncor se ubican entre las coordenadas UTM 7.442.000 a 7.410.000 norte y 577.000 a 600.000 este. La red de monitoreo de este sistema contempla los puntos de monitoreo de nivel de agua y salmuera del sector, la medición de la extensión lagunar de Puilar, Chaxa y Barros Negros, la estación Meteorológica de Chaxa, las secciones de aforo del Puente San Luis y Barros Negros (ubicado a la salida de laguna Chaxa) y los pozos de extracción de Agua Industrial denominados Mullay-1 y Allana. De entre éstos, una parte de los pozos y todos los cuerpos de agua superficial (incluyendo el Canal de Burro Muerto) son muestreados para calidad.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo del sistema Soncor se muestra en la Figura 4-4, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación Aluvial / Zona Marginal / Núcleo, presentada en la Figura 4-2. En la Tabla 4-3 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Cabe mencionar, que todos los puntos de medición de nivel que cuentan con sistema para la obtención de datos continuos son además medidos manualmente con una frecuencia determinada según sea un pozo del PC (medición diaria) o del resto de la red del PSAH (mensual), así de esta forma se puede verificar el funcionamiento de los sensores y calibrarlos de nuevo cuando sea necesario.

Figura 4-4: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-3: Puntos de monitoreo del Sistema Soncor<sup>14</sup>**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L1-6	Pozo	7.416.216,460	589.607,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-7	Pozo	7.416.377,660	587.729,780	Nivel	Mensual
L1-8	Pozo	7.416.079,590	584.706,270	Nivel	Mensual
L1-9	Pozo	7.417.742,330	587.632,210	Nivel	Mensual
L1-10	Pozo	7.417.519,370	587.382,180	Nivel	Mensual
L1-11	Pozo	7.417.156,520	584.692,920	Nivel	Mensual
L1-12	Pozo	7.417.177,420	584.274,720	Nivel	Mensual
L1-13	Pozo	7.416.803,940	584.879,540	Nivel	Mensual
L1-14	Pozo	7.416.826,930	584.228,120	Nivel	Mensual
L1-15	Pozo	7.418.751,860	586.572,230	Nivel	Mensual
L1-16	Pozo	7.418.741,730	586.100,990	Nivel	Mensual
L2-7	Pozo	7.415.628,870	593.776,830	Nivel	Mensual
L2-8	Pozo	7.416.184,710	590.828,170	Nivel	Mensual
L2-9	Pozo	7.414.388,910	586.444,890	Nivel	Continuo
L2-10	Pozo	7.415.103,770	587.393,930	Nivel	Mensual
L2-11	Pozo	7.412.578,240	586.094,560	Nivel	Mensual
L2-12	Pozo	7.411.424,440	584.748,210	Nivel	Mensual
L2-13	Pozo	7.412.988,930	584.841,100	Nivel	Mensual
L2-14	Pozo	7.410.995,840	581.183,370	Nivel	Mensual
L2-15	Pozo	7.414.216,520	587.447,080	Nivel	Mensual
L2-16	Pozo	7.415.088,340	586.220,870	Nivel	Continuo
L2-17	Pozo	7.414.013,150	584.891,720	Nivel	Mensual
L2-18	Pozo	7.416.049,210	583.665,360	Nivel	Mensual
L2-19	Pozo	7.416.047,040	583.117,580	Nivel	Mensual
L2-20	Pozo	7.414.991,080	580.892,430	Nivel	Mensual
L2-21	Pozo	7.414.623,110	587.351,840	Nivel	Mensual

<sup>14</sup> Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Soncor denominados pozos L1-5 y L1-4, si bien se señala una frecuencia mensual para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), mediante Programa de Cumplimiento presentado ante la SMA en el procedimiento F-041-2016, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L7-6 y L2-7 que forman parte del Plan de Contingencias del Sistema Borde Este, pero se listan en la presente tabla. Adicionalmente, para el pozo L7-4 y reglilla L1-G4, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente, realiza mediciones manuales en forma mensual, frecuencia de monitoreo que también fue incrementada, pasando a ser diaria.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L2-22	Pozo	7.416.018,440	584.095,060	Nivel	Mensual
L2-23	Pozo	7.415.762,070	586.243,780	Nivel	Continuo
L2-24	Pozo	7.415.372,730	585.261,400	Nivel	Mensual
L7-10	Pozo	7.420.010,680	586.780,320	Nivel	Mensual
L7-11	Pozo	7.419.861,280	586.521,820	Nivel	Mensual
L7-12	Pozo	7.419.493,440	583.933,510	Nivel	Mensual
L7-6	Pozo	7.422.551,970	595.207,430	Nivel	Mensual
L7-7	Pozo	7.422.842,990	589.093,500	Nivel	Mensual
L11-1	Pozo	7.441.707,880	581.776,790	Nivel	Mensual
L11-2	Pozo	7.439.199,350	581.780,850	Nivel	Mensual
P1-1	Pozo	7.414.806,510	584.113,590	Nivel	Continuo
P1-2	Pozo	7.414.914,370	584.160,130	Nivel	Continuo
P1-3	Pozo	7.415.116,900	584.260,370	Nivel	Continuo
P1-4	Pozo	7.415.196,070	584.319,070	Nivel	Continuo
P1-5	Pozo	7.415.371,580	584.435,040	Nivel	Continuo
P1-6	Pozo	7.415.521,190	584.560,000	Nivel	Continuo
P1-7	Pozo	7.415.711,360	584.675,850	Nivel	Continuo
P2-1	Pozo	7.414.518,190	586.394,920	Nivel	Continuo
P2-2	Pozo	7.414.712,530	586.329,180	Nivel	Continuo
P2-3	Pozo	7.414.892,180	586.271,530	Nivel	Continuo
P2-4	Pozo	7.415.282,240	586.212,910	Nivel	Continuo
P2-5	Pozo	7.415.498,330	586.219,670	Nivel	Continuo
1027	Pozo	7.424.644,590	589.797,120	Nivel	Mensual
L1-1	Pozo	7.421.793,680	599.847,360	Nivel	Mensual
L1-2	Pozo	7.420.524,990	596.153,540	Nivel	Mensual
L1-3 <sup>15</sup>	Pozo	7.418.707,925	593.724,574	Nivel	Mensual
L1-4	Pozo	7.416.184,620	588.137,910	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-5	Pozo	7.415.017,400	584.234,490	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L7-1	Pozo	7.426.657,160	599.732,770	Nivel	Mensual

<sup>15</sup> El pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, dado que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L7-2	Pozo	7.425.182,290	597.177,200	Nivel	Mensual
L7-3	Pozo	7.422.583,150	591.858,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L7-4	Pozo	7.422.857,860	588.645,260	Nivel	Continuo
L7-5	Pozo	7.420.404,720	583.851,590	Nivel	Mensual
L2-2	Pozo	7.416.112,700	599.286,650	Nivel	Mensual
L2-3	Pozo	7.415.774,080	596.808,820	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-4	Pozo	7.414.608,960	591.850,740	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-5	Pozo	7.414.004,440	588.272,060	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L2-6 (SOPM-7)	Pozo	7.412.045,650	583.567,770	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
SOPM-13	Pozo	7.413.064,810	583.766,440	Nivel	Mensual
SOPM-14	Pozo	7.414.053,450	583.989,190	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
GD-01	Pozo	7.414.650,920	584.086,180	Nivel	Mensual
2021	Pozo	7.414.638,580	577.629,340	Nivel	Continuo
Reglilla L1-G4	Reglilla	7.414.816,880	585.209,910	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L7-G2	Reglilla	7.422.647,339	588.065,183	Nivel	Continuo <sup>16</sup>
Reglilla Barros Negros CONAF	Reglilla	7.424.262,506	584.153,881	Nivel	Continuo Trimestral
Reglilla Barros Negros SQM	Reglilla	7.416.975,777	585.802,725	Nivel Calidad 2	Continuo Trimestral
Reglilla Chaxas CONAF	Reglilla	7.419.626,776	585.233,104	Nivel	Mensual
Reglilla Chaxas SQM	Reglilla	7.419.630,863	585.209,976	Nivel Calidad 2	Continuo Trimestral
Reglilla Puilar CONAF	Reglilla	7.422.502,187	587.940,752	Nivel	Mensual
Reglilla Puilar SQM	Reglilla	7.422.497,026	587.947,438	Nivel Calidad 3	Continuo Trimestral
Reglilla Burro Muerto CONAF <sup>17</sup>	Reglilla	7.424.262,130	584.154,081	Nivel	Mensual
Reglilla Burro Muerto SQM	Reglilla	7.424.265,027	584.156,079	Nivel Calidad 3	Continuo Trimestral

<sup>16</sup> Si bien para la reglilla L7-G2 (Laguna Puilar) se estableció un monitoreo mensual, se implementó un sistema de medición continua ya que se ubica en una zona con alto potencial de nidificación de flamencos, lo que permite realizar un monitoreo adecuado durante el período reproductivo de estos.

<sup>17</sup> Las coordenadas de esta infraestructura mostradas en la tabla corresponden a la nueva infraestructura, dado que esta reglilla se encontró caída durante el presente semestre reportado. Dentro de este apartado, más adelante, se dan más detalles sobre esta situación.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / Parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L11-G1	Reglilla	7.439.198,280	582.072,080	Nivel	Mensual
L7-G1	Reglilla	7.418.821,780	585.706,580	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
Puente San Luis	Reglilla	7.424.281,174	584.141,109	Nivel	Mensual
RC-1 <sup>18</sup>	Pozo	7.418.722,684	585.667,119	Nivel	Mensual
RC-2	Pozo	7.418.806,692	585.190,752	Nivel	Mensual
RC-3	Pozo	7.418.891,062	584.692,245	Nivel	Mensual
RC-4	Pozo	7.418.973,515	584.205,221	Nivel	Mensual
RC-5	Pozo	7.419.052,710	583.702,710	Nivel	Mensual
RC-6	Pozo	7.419.629,187	583.815,200	Nivel	Mensual
RC-7	Pozo	7.417.527,959	583.752,413	Nivel	Mensual
E. Puente San Luis	E. Aforo	7.424.268,999	584.148,170	Caudal	Continuo
E. Barros Negros	E. Aforo	7.419.414,100	585.318,180	Caudal	Mensual
E. Meteo. Chaxa	E. Meteorológica	7.424.240,320	583.530,010	Meteorología	Continuo
MULLAY-1	Pozo Bombeo	7.422.645,060	599.918,950	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual
ALLANA	Pozo Bombeo	7.414.838,020	598.957,610	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual
Laguna Barros Negros	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años <sup>19</sup> Anual
Laguna Chaxa	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Puillar	Laguna	NA	NA	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual

Fuente: Elaboración propia.

<sup>18</sup> Los pozos RC-1, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5, RC-6 y RC-7 reemplazaron a las calicatas C1 a C7 según fuera informado en Informe N°8 del PSAH. Las coordenadas presentadas corresponden a aquellas presentadas en el Informe N°8 del PSAH transformadas a DATUM WGS-1984.

<sup>19</sup> Cabe señalar que las mediciones de topografía solo se realizaron con frecuencia anual hasta el año 2010, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarían cada 5 años siendo la última medición la que se realizó en abril de 2015. La metodología aprobada formalmente por la autoridad para realizar la medición es a través de imagen satelital, la que se realiza anualmente en abril.

Como se observa en la Tabla 4-3, respecto al monitoreo de calidad del agua es posible diferenciar 4 grupos de puntos de control, de acuerdo con los parámetros que se incluyen y que se muestran en la Tabla 4-4.

**Tabla 4-4: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua**

Nombre grupo parámetros	Parámetros incluidos
<b>Calidad 1</b>	Densidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, pH y Conductividad.
<b>Calidad 2</b>	Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio total, Potasio total, Calcio total, Magnesio total, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Arsénico total, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto, Conductividad, Hidrocarburos Totales, Detergentes Aniónicos, Coliformes Fecales y Nitrógeno Amoniacal.
<b>Calidad 3</b>	Salinidad, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos, Sólidos Disueltos, Sodio total, Potasio total, Calcio total, Magnesio total, Dureza Total, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Arsénico total, Nitratos, Fosfato, pH, Temperatura, Alcalinidad y Oxígeno Disuelto.
<b>Calidad 4</b>	Alcalinidad Total, Carbonato, Bicarbonato, pH, Sólidos Disueltos Totales, Cloruro, Nitratos, Sulfato, Arsénico total, Calcio total, Hierro total, Magnesio total, Manganeseo total, Potasio total, Sodio total y Zinc total

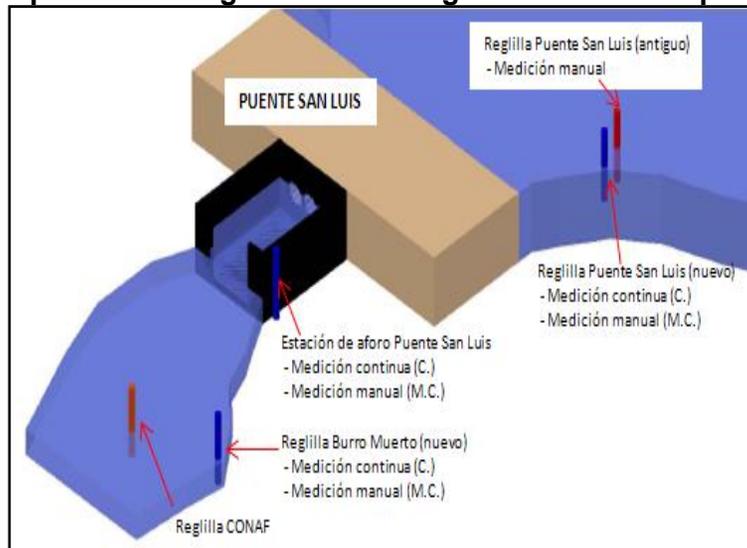
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la Estación Meteorológica de Chaxa, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y Temperatura (°C).

A modo explicativo, en la Figura 4-5 se presentan las reglillas y aforos instalados en el entorno del puente San Luis (Figura 4-5):

- i. **Reglilla Puente San Luis:** Aguas arriba del puente San Luis existen dos reglillas que han sido monitoreadas históricamente por SQM (reglilla Puente San Luis nueva y antigua); la reglilla nueva es usada actualmente para soportar el transductor de presión que registra niveles de manera continua (se realizan además mediciones manuales en este punto), desde septiembre de 2007 hasta la actualidad.
- ii. **Aforo puente San Luis:** corresponde a la medición que se realiza en la estación de aforo (estación de aforo Puente San Luis) y que presenta mediciones manuales y continuas.
- iii. **Reglilla Burro Muerto:** aguas abajo del puente San Luis existen dos grupos de reglillas, unas medidas e instaladas por SQM (monitoreada desde septiembre de 2007), y otras que corresponden a reglillas instaladas por CONAF.

**Figura 4-5: Representación gráfica de las reglillas cercanas al puente San Luis**



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, es necesario notificar que en la visita del día 16 de febrero de 2021 se encontró caída la Reglilla Burro Muerto CONAF (ver Figura 4-6). Tal y como se ha descrito, este punto se encuentra en el entorno del aforo del Puente San Luis; si bien la última medida realizada en dicha reglilla es del 24 de octubre de 2018, este sector se visitó recientemente el día 29 de enero de 2021 para la medición de otros puntos del área del Puente San Luis, por lo que se presume que la caída se produjo entre el 29 de enero y 16 de febrero de 2021. Los trabajos necesarios para restituir la infraestructura se realizaron en el momento en que se dispuso de la autorización de ingreso a RNF Soncor, el día 23 de marzo de 2021, y el día 17 de mayo del mismo año se realizó la primera medición en la nueva reglilla.

En el Anexo 5.3 se encuentra el memorándum conforme el levantamiento topográfico de precisión a la nueva infraestructura, que se realizó el 17 de agosto (2021) (ver Figura 4-6); en la Tabla 4-5 se muestra la comparación de las coordenadas y elevación de la reglilla original con respecto a la restituida. Como puede interpretarse de la tabla mencionada, la nueva infraestructura se encuentra 3,52 m con respecto a la ubicación de la reglilla original. De esta forma la elevación del punto de referencia también es distinta; en concreto, la antigua reglilla se encontraba 37,2 cm más elevada que la nueva. No obstante estas diferencias, si se usa de referencia el nivel del mar (metros sobre el nivel de mar, msnm) en el momento de visualizar los niveles obtenidos a partir

del 17 de mayo en la nueva reglilla con respecto los obtenidos en la reglilla antigua (anteriores a esta fecha), no se observará ningún salto siempre que se ocupe el valor de la elevación del punto de referencia correspondiente al periodo de vigencia de cada infraestructura (2.301,997 msnm para el período 2004-24/10/2018 y 2.301,625 msnm desde el 17/05/2021 en adelante).

**Figura 4-6: Registro fotográfico de la reglilla Burro Muerto CONAF**



Registro fotográfico en que enencontró la reglilla caída

Registro fotográfico en que encontró la reglilla caída

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4-5: Comparación entre las anteriores y las nuevas coordenadas de la reglilla Burro Muerto**

Fecha último dato previo a la caída	Coordenadas previas a la caída			Fecha primer dato con reglilla restituida	Coordenadas de la infraestructura reemplazada		
	Norte	Este	Elevación del punto de referencia [msnm]		Norte	Este	Elevación del punto de referencia [msnm]
24/10/2018	7.424.265,027	584.156,079	2.301,997	17/05/2021	7.424.262,130	584.154,081	2.301,625

Coordenadas en sistema de referencia WGS 84 Huso 19S. Fuente: Elaboración propia.

En otra línea, esta situación se ha repetido para la infraestructura L7-G2 Reglilla del entorno de la laguna Puilar; la reglilla se encontró caída en la visita del día 21 de julio de 2021, en circunstancias que este punto había sido medido por última vez el día 15 de junio de 2021 (ver fotografías en la Figura 4-7), por lo que la caída tiene que haberse producido en el intervalo de

estas dos fechas. Aunque este hecho se ha producido posterior al cierre del primer semestre 2021, se cree oportuno dar cuenta del mismo en el presente informe.

Paralelamente al caso de la reglilla de Barros Negros, esta infraestructura fue restituida el día 17 de agosto de 2021. Todavía no ha sido posible efectuar el levantamiento topográfico en este punto ya que, en el momento de la elaboración de este reporte se está esperando poder contar con permiso para ingresar al sector (RNF Soncor).

**Figura 4-7: Registro fotográfico de la reglilla L7-G2**



Fuente: elaboración propia.

Otra incidencia se ha detectado en este primer semestre 2021 y corresponde a la infraestructura del pozo L7-7. Éste no se encuentra estrictamente dentro de RNF, pero el camino de acceso a éste sí transcurre por la reserva, así que este punto se encuentra con acceso restringido. De esta forma, previo al primer semestre 2021, el L7-7 se visitó por última vez el 25 de septiembre de 2019 y ha sido el 29 de enero de 2021 cuando se ha accedido de nuevo a él, por lo que ha transcurrido casi un año medio entre mediciones.

La medición de enero 2021 resultó a una cota muy baja, resultando ser unos 37 cm menor a la de septiembre 2019<sup>20</sup>. Si bien este resultado podría ser plausible desde el punto de vista de representatividad en el sistema, esta situación abrió una investigación interna con el objetivo de verificar el valor.

En la Tabla 4-6 se muestran las fotografías levantadas por las ETFAs, GP Consultores en septiembre 2019 (esta fotografía se obtiene del informe entregado por la ETFA y que se adjuntó como anexo en el informe PSAH N° 27) y la obtenida por SEGEA en la visita de enero 2021 (que se encuentra adjunta en el Anexo 5.1 del presente informe). De la observación de las fotografías, se detecta que existe un levantamiento del casing del pozo, quedando por lo tanto una anomalía estructural que podría estar afectando a la medición, ya que podría haber cambiado la elevación del punto de referencia. Si bien el punto de referencia se ubica en la estructura interior del pozo, se desconoce si éste también ha sufrido algún cambio en su elevación.

Dada esta situación y con el objetivo de no perder registros confiables, en las siguientes visitas se decide empezar a medir el nivel en la infraestructura de medición alemana al L7-7. Así, desde la medición de mayo de 2021 y los siguientes meses (incluidas las mediciones del segundo semestre 2021) se están realizando las mediciones de nivel en esta segunda infraestructura, denominada para estos efectos L7-7B. De esta forma, los registros obtenidos durante el primer semestre se mantienen pendientes de validación, tal y como se detalla en la Tabla 4-7.

Es necesario aclarar que el estado actual de estos registros, descrito en la Tabla 4-7, debe considerarse también respecto de la data que se encuentra disponible en la plataforma electrónica sqmsenlinea.com, ya que éstos ya fueron transmitidos a dicha base de datos. Para poder asegurar la representatividad de estas mediciones se requiere por tanto realizar las siguientes actividades en terreno, las que se prevé que se realicen en el momento en que se cuente con el permiso específico, dado que el acceso a estos puntos depende de la autorización de ingreso a RNF:

---

<sup>20</sup> En el apartado correspondiente a los resultados de este punto se muestra con más detalle los valores: 5.1.2. Sistema Soncor.

- Nuevo levantamiento topográfico de precisión para el L7-7, que permita actualizar la cota del punto de referencia.
- Levantamiento topográfico de precisión para el L7-7B, que permita calcular de forma correcta los niveles en referencia a los msnm.
- Con el objetivo de mantener mediciones representativas y de calidad, se procederá a la rehabilitación del pozo L7-7, si fuera posible.

**Tabla 4-6: Registro fotográfico del L7-7**





Registro fotográfico de mayo 2021 (Fuente: SEGEA)

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4-7: Detalle del estado actual de los registros obtenidos en el L7-7 y L7-7B**

Fecha y hora de la medición	Empresa que realiza la medición	Medición de nivel (mbpr)	Medición de nivel (msnm)	Descripción del estado actual del registro
29/01/2021 12:45	SEGEA	1.85	2303.693	Estas mediciones se realizan en la infraestructura L7-7. No obstante, se considera que la cota del punto de referencia para el cálculo del nivel en msnm no es correcta. Se invalida hasta disponer de un nuevo levantamiento topográfico de precisión.
29/01/2021 12:46	SQM	1.854	2303.689	
17/05/2021 13:26	SEGEA	1.536	2304.007	Estas mediciones se realizan en la infraestructura L7-7B. El cálculo del nivel para la obtención de la cota en msnm es erróneo, pues se ha calculado con la cota del punto de referencia del L7-7. Se invalidan hasta disponer del levantamiento de topográfico de precisión en este nuevo punto.
17/05/2021 13:31	SQM	1.536	2304.007	
15/06/2021 12:42	SEGEA	1.484	2304.059	
15/06/2021 12:44	SQM	1.484	2304.059	

Fuente: elaboración propia.

### 4.3.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los puntos que conforman la red de monitoreo del PSAH del Sistema Aguas de Quelana se ubican entre las coordenadas UTM 7.415.000 a 7.400.000 norte y 585.000 a 602.000 este. La totalidad de los puntos corresponden a reglillas y a piezómetros de monitoreo de nivel de agua o salmuera.

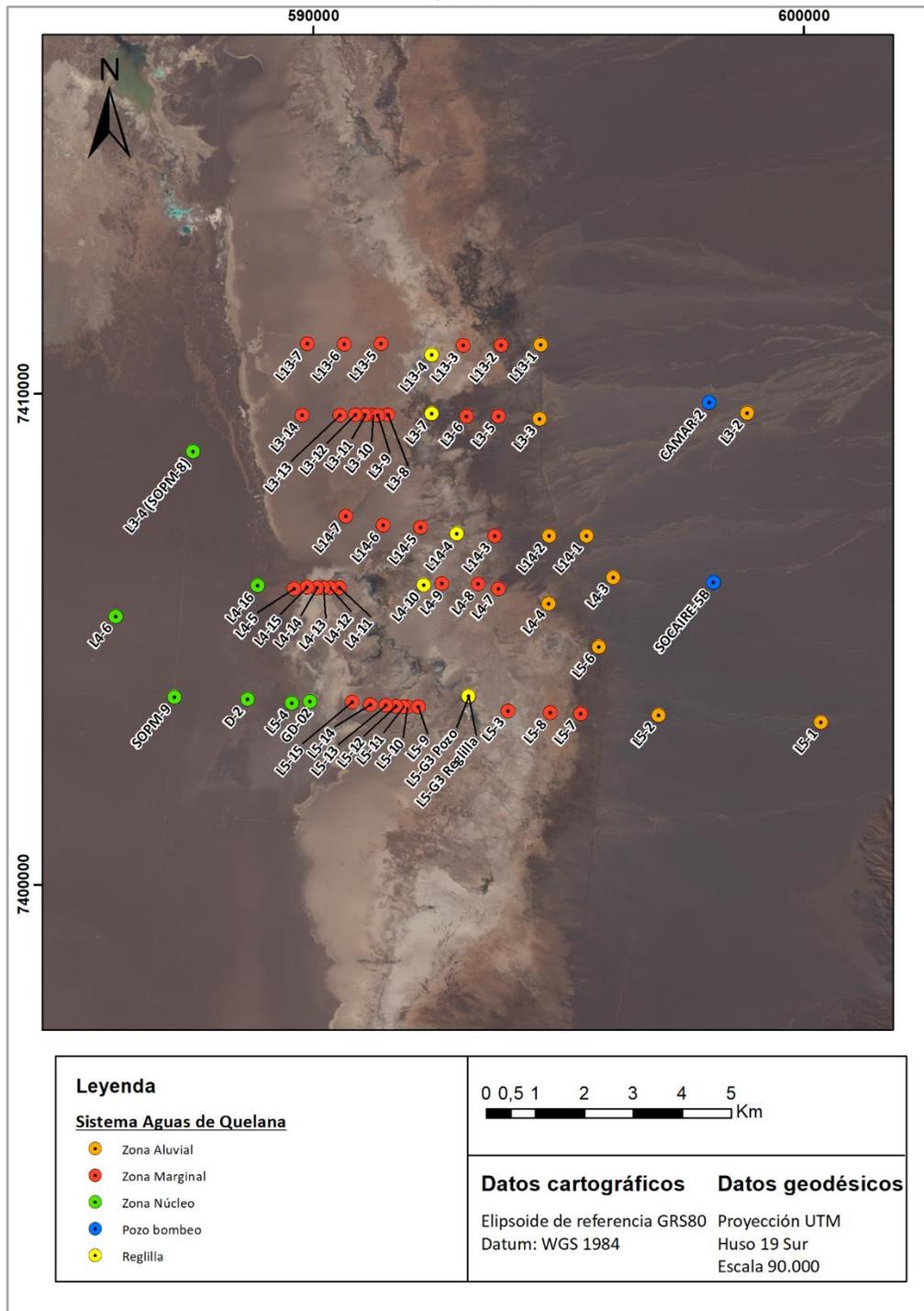
La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-8, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación Aluvial / Zona Marginal / Núcleo, presentada en la Figura 4-2. En la Tabla 4-8 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Cabe mencionar, que todos los puntos de medición de nivel que cuentan con sistema para la obtención de datos continuos, son además medidos manualmente con una frecuencia determinada según sea un pozo del PC (medición diaria) o del resto de la red del PSAH (mensual).

En el sistema Aguas de Quelana se ubica el pozo de agua industrial Camar-2. Si bien este pozo dejó de operar de forma definitiva en enero de 2018 y se procedió a retirar la bomba el día 20 de enero de 2019, ha sido durante este semestre que se ha procedido a las labores de desmontaje de la infraestructura de bombeo remanente. Esto implica que se desmanteló por completo el recinto industrial del pozo, donde existía un sistema de almacenamiento de combustible y de generación de energía, además del sistema de medición (flujómetro). Esta situación fue avisada previamente el día 4 de junio a la SMA mediante la carta GMPL110/2021 y el 10 de junio (2021) a la Dirección General de Aguas (DGA) mediante la carta V.F.A. N°0078. En ellas, se informaba también que, tratándose de un punto de monitoreo asociado al PSAH en el sistema Aguas de Quelana, se continuará reportando valores de nivel freático con una frecuencia mensual, así como también muestreo de calidad trimestral, como está estipulado en la RCA 226/2006.

Posteriormente al desmantelamiento se envió la carta V.F.A. N°0100 (19 de julio 2021) a la DGA en donde se informó que la última medición del pozo fue del día 26 de junio de 2021 a las 07:00 h. Se menciona también que las labores de desmantelamiento e intervenciones que se desarrollaron en el pozo el día 24 de junio de 2021 generaron registros de caudal (42,88 l/s) y volúmenes en el flujómetro (hasta 833 m<sup>3</sup>) que no corresponden, puesto que el pozo Camar-2 no contaba con bomba instalada ni tampoco línea de impulsión lo que hace que haya sido imposible haber realizado una extracción de agua del acuífero. En el Anexo 4.5 del presente informe se entregan recopiladas todas las cartas mencionadas.

Figura 4-8: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-8: Puntos de monitoreo del sistema Aguas de Quelana<sup>21</sup>**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L3-5	Pozo	7.409.547,430	593.776,020	Nivel	Continuo
L3-6	Pozo	7.409.554,850	593.121,380	Nivel	Continuo
L3-8	Pozo	7.409.579,480	591.523,730	Nivel	Mensual
L3-9	Pozo	7.409.573,460	591.314,030	Nivel	Continuo
L3-10	Pozo	7.409.577,910	591.215,470	Nivel	Continuo
L3-11	Pozo	7.409.581,800	591.057,160	Nivel	Mensual
L3-12	Pozo	7.409.581,410	590.857,320	Nivel	Mensual
L3-13	Pozo	7.409.571,530	590.538,580	Nivel	Continuo
L3-14	Pozo	7.409.571,030	589.772,730	Nivel	Mensual
L4-7	Pozo	7.406.037,970	593.769,460	Nivel	Continuo
L4-8	Pozo	7.406.127,780	593.360,430	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-9	Pozo	7.406.144,430	592.623,500	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-11	Pozo	7.406.056,460	590.533,410	Nivel	Mensual
L4-12	Pozo	7.406.056,630	590.333,970	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L4-13	Pozo	7.406.057,990	590.201,700	Nivel	Continuo
L4-14	Pozo	7.406.059,640	590.068,600	Nivel	Mensual
L4-15	Pozo	7.406.063,310	589.870,940	Nivel	Mensual
L4-16	Pozo	7.406.099,710	588.869,960	Nivel	Mensual
L13-1	Pozo	7.411.009,380	594.639,530	Nivel	Continuo
L13-2	Pozo	7.410.993,520	593.833,900	Nivel	Continuo
L13-3	Pozo	7.410.998,360	593.054,200	Nivel	Continuo
L13-5	Pozo	7.411.029,600	591.375,830	Nivel	Mensual
L13-6	Pozo	7.411.019,590	590.625,640	Nivel	Mensual
L13-7	Pozo	7.411.028,930	589.876,440	Nivel	Mensual
L14-1	Pozo	7.407.109,560	595.569,210	Nivel	Mensual
L14-2	Pozo	7.407.113,030	594.810,170	Nivel	Mensual
L14-3	Pozo	7.407.115,770	593.698,940	Nivel	Mensual

<sup>21</sup> Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Aguas de Quelana, esto es pozos L5-8, L4-8, L3-5, L3-9, L5-10 y L4-12, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente realiza mediciones manuales en forma mensual. No obstante, lo anterior, mediante Programa de Cumplimiento (PdC) presentado ante la SMA, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo manual, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L4-7 y L3-11 que forman parte del Plan de Contingencias del Sistema Borde este, pero se listan en la presente tabla.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L14-5	Pozo	7.407.286,220	592.186,920	Nivel	Mensual
L14-6	Pozo	7.407.328,430	591.425,980	Nivel	Mensual
L14-7	Pozo	7.407.519,580	590.655,990	Nivel	Mensual
L5-6	Pozo	7.404.843,410	595.818,480	Nivel	Continuo
L5-7	Pozo	7.403.481,350	595.448,970	Nivel	Continuo
L5-8	Pozo	7.403.503,250	594.827,120	Nivel	Continuo
L5-9	Pozo	7.403.630,730	592.139,000	Nivel	Mensual
L5-10	Pozo	7.403.629,280	591.910,900	Nivel	Continuo
L5-11	Pozo	7.403.629,660	591.830,740	Nivel	Mensual
L5-12	Pozo	7.403.639,730	591.686,420	Nivel	Mensual
L5-13	Pozo	7.403.659,850	591.481,590	Nivel	Mensual
L5-14	Pozo	7.403.675,640	591.163,340	Nivel	Continuo
L5-15	Pozo	7.403.723,310	590.791,180	Nivel	Mensual
L3-2	Pozo	7.409.615,430	598.844,960	Nivel	Mensual
L3-3	Pozo	7.409.496,340	594.614,770	Nivel	Mensual
L3-4 (SOPM-8)	Pozo	7.408.833,140	587.551,700	Nivel	Mensual
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L4-4	Pozo	7.405.733,370	594.797,860	Nivel	Mensual
L4-5	Pozo	7.406.037,022	589.607,694	Nivel	Mensual
L4-6	Pozo	7.405.467,670	585.967,230	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L5-1	Pozo	7.403.308,440	600.351,660	Nivel	Mensual
L5-2	Pozo	7.403.455,330	597.045,650	Nivel	Mensual
L5-3	Pozo	7.403.543,670	593.971,420	Nivel Calidad 1	Continuo Trimestral
L5-4	Pozo	7.403.702,590	589.565,670	Nivel	Mensual
SOPM-9	Pozo	7.403.823,460	587.169,690	Nivel	Mensual
GD-02	Pozo	7.403.739,160	589.933,790	Nivel	Mensual
D-2	Pozo	7.403.779,680	588.662,620	Nivel	Mensual
L4-10 <sup>22</sup>	Reglilla	7.406.210,740	592.251,599	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
L13-4	Reglilla	7.410.799,970	592.412,370	Nivel	Continuo
L14-4	Reglilla	7.407.155,280	592.926,140	Nivel	Continuo
L3-7	Reglilla	7.409.604,100	592.414,490	Nivel	Continuo

<sup>22</sup> Con fecha 26 de septiembre de 2019, se efectúa una campaña topográfica de verificación en algunos puntos del PSAH, para este punto se encontró una diferencia en su ubicación de 95,74m. Esto fue debidamente reportado en el Informe PSAH número 25.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L5-G3	Reglilla	7.403.843,512	593.160,262	Nivel	Continuo
CAMAR-2 <sup>23</sup>	Pozo Bombeo	7.409.831,330	598.072,110	Nivel Volumen Calidad 4	Mensual Mensual Trimestral
SOCAIRE-5B	Pozo Bombeo	7.406.165,630	598.163,880	Nivel Volumen Calidad 4	Mensual Mensual Trimestral

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4-8, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1, Calidad 3 y Calidad 4 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

### 4.3.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

Los puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este se encuentran entre las coordenadas UTM 7.425.000 a 7.395.000 norte y 590.000 a 600.000 este. La totalidad de ellos corresponde a puntos de monitoreo de nivel, reglilla y pozo de extracción de agua industrial.

En la siguiente Figura 4-9 se muestra la distribución geográfica de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema, en función de la zonificación Aluvial / Zona Marginal / Núcleo, presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-9, se detallan las coordenadas de ubicación de dichos puntos, su tipología y se indica además las variables y parámetros que se miden en cada uno de ellos y su frecuencia de medición.

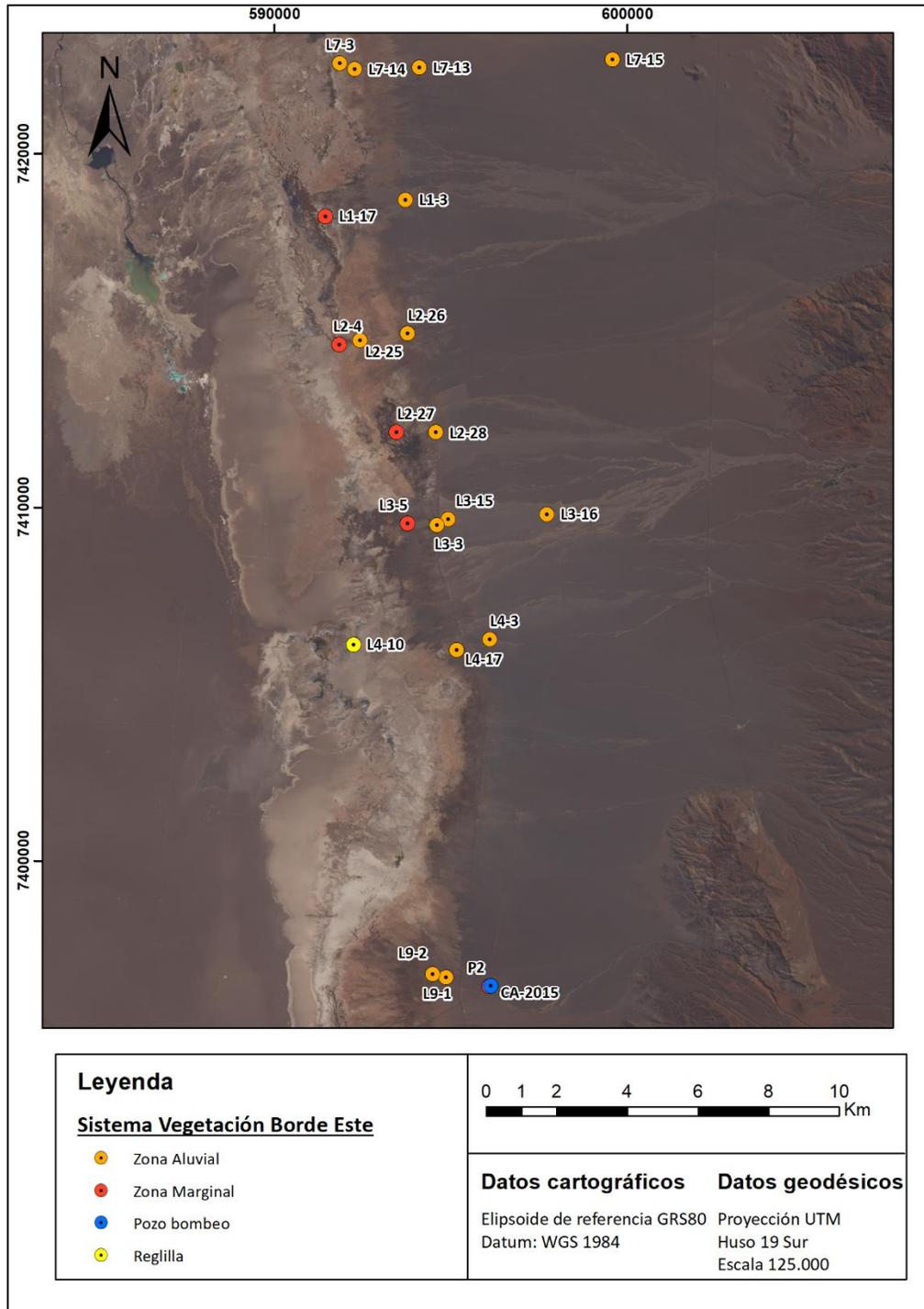
Cabe mencionar, que todos los puntos de medición de nivel que cuentan con sistema para la obtención de datos continuos, son además medidos manualmente con una frecuencia

---

<sup>23</sup> Tal y como se ha mencionado anteriormente, este pozo ha sido desmantelado a partir del 26 de junio de 2021. De esta forma, esta infraestructura a partir de la fecha señalada no medirá "volumen" dentro de las variables a reportar.

determinada según sea un pozo del PC (medición diaria) o del resto de la red del PSAH (mensual).

Figura 4-9: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del sistema Vegetación Borde Este



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-9: Puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este<sup>24</sup>**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L2-25	Pozo	7.414.726,680	592.439,510	Nivel	Mensual
L3-5	Pozo	7.409.547,430	593.776,020	Nivel	Continuo
L7-14	Pozo	7.422.403,410	592.286,510	Nivel	Mensual
L9-1	Pozo	7.396.682,170	594.862,350	Nivel	Mensual
L9-2	Pozo	7.396.786,420	594.486,720	Nivel	Mensual
L7-13	Pozo	7.422.455,200	594.116,420	Nivel	Mensual
L2-26	Pozo	7.414.918,140	593.786,540	Nivel	Mensual
L3-15	Pozo	7.409.664,060	594.922,470	Nivel	Mensual
L1-17	Pozo	7.418.238,880	591.453,180	Nivel	Mensual
L2-27	Pozo	7.412.130,850	593.470,530	Nivel	Mensual
L2-28	Pozo	7.412.131,550	594.586,000	Nivel	Mensual
L4-17	Pozo	7.405.962,950	595.169,370	Nivel	Mensual
L4-10	Reglilla	7.406.115,110	592.247,070	Nivel Calidad 3	Mensual
L3-16	Pozo	7.409.802,830	597.731,310	Nivel	Mensual
L7-15	Pozo	7.422.678,150	599.594,220	Nivel	Mensual
L2-4	Pozo	7.414.608,960	591.850,740	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L3-3	Pozo	7.409.496,340	594.614,770	Nivel	Mensual
L7-3	Pozo	7.422.583,150	591.858,280	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L1-3 <sup>25</sup>	Pozo	7.418.707,925	593.724,574	Nivel	Mensual

<sup>24</sup> Para los indicadores de estado asociados al Plan de Contingencias del Sistema Vegetación Borde Este, denominados pozos L7-3, L2-4, L4-10, L1-17, L2-27, L3-3, L9-1, L1-3, L2-28, L7-13, L2-25, L4-3 y L9-1, si bien se señala una frecuencia mensual para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), mediante Programa de Cumplimiento presentado ante la SMA, se propuso un incremento en la frecuencia de monitoreo, pasando a ser diaria. La misma situación ocurre para los pozos L2-25, L7-14, L4-17, L9-2, L2-26 y L3-15 que, si bien no fueron identificados en la RCA vigente como indicadores de estado de Planes de Contingencia, han sido asumidos por SQM como pozos adicionales al Plan de Contingencias. Adicionalmente, para el pozo L3-5, si bien se señala una frecuencia continua para la medición de nivel (conforme a RCA 226/2006), SQM adicionalmente realiza mediciones manuales en forma mensual, frecuencia de monitoreo que también fue incrementada, pasando a ser diaria.

<sup>25</sup> El pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, dado que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
CA-2015 <sup>26</sup>	Pozo Bombeo	7.396.451,888	596.135,704	Nivel Calidad 4 Volumen	Mensual Trimestral Mensual

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-9, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1, Calidad 3 y Calidad 4 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

Aunque el pozo de extracción de agua industrial P2 fue reemplazado por el CA-2015, la medición mensual de nivel en este punto se ha mantenido y se incluye en el presente reporte de forma complementaria.

#### **4.3.4. SISTEMA PEINE**

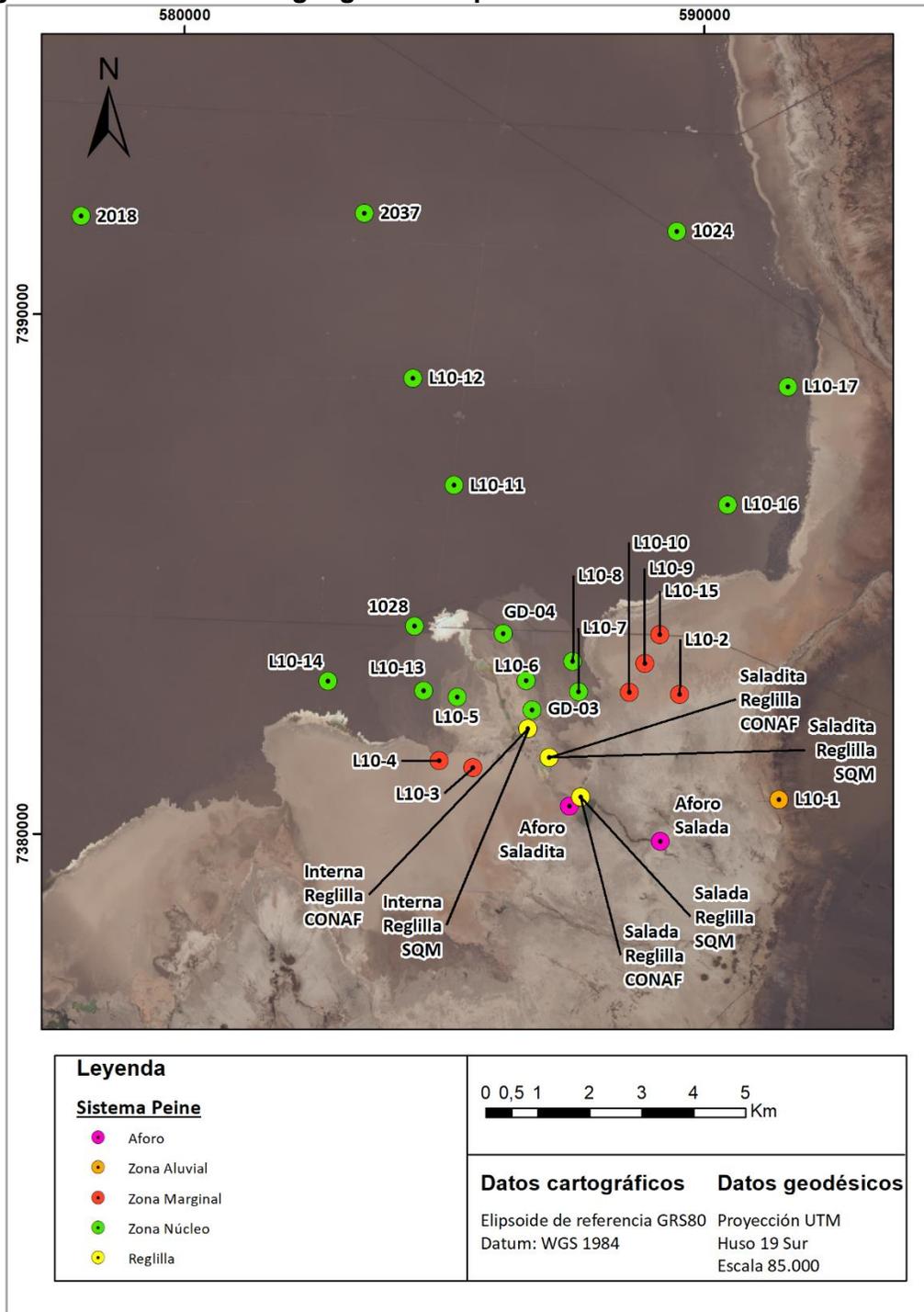
Los puntos de monitoreo del Sistema Peine se encuentran ubicados entre las coordenadas UTM (WGS1984) 7.393.000 a 7.379.000 norte y 577.000 a 592.000 este. La red de monitoreo de este sistema contempla los puntos de monitoreo de nivel de agua y salmuera del sector y las lagunas de Salada, Saladita e Interna, donde se incluyen las secciones de aforo de las lagunas Salada y Saladita, además de la medición de la extensión lagunar en los tres cuerpos de agua y también el muestreo de calidad para todos ellos. De entre este grupo de pozos, tres también son muestreados para calidad. En el sistema Peine no se contemplan pozos de agua industrial ni tampoco estaciones meteorológicas.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-10, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función

<sup>26</sup> El pozo de bombeo de agua industrial (pozo P2) fue reemplazado por el pozo CA-2015, a partir de febrero de 2017, según Res. 296/2016 de la DGA.

de la zonificación Aluvial / Zona Marginal / Núcleo, presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-10 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

Figura 4-10: Distribución geográfica de puntos de monitoreo del Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-10: Puntos de monitoreo del Sistema Peine<sup>27</sup>**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
L10-1	Pozo	7.380.660,660	591.440,070	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L10-2	Pozo	7.382.683,180	589.534,380	Nivel	Mensual
L10-3	Pozo	7.381.276,010	585.556,470	Nivel	Mensual
L10-4	Pozo	7.381.407,758	584.907,774	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
L10-5	Pozo	7.382.630,960	585.257,670	Nivel	Mensual
L10-6	Pozo	7.382.951,640	586.579,510	Nivel	Mensual
L10-7	Pozo	7.382.733,400	587.591,240	Nivel	Mensual
L10-8	Pozo	7.383.323,180	587.479,410	Nivel	Mensual
L10-9	Pozo	7.383.281,370	588.859,800	Nivel	Mensual
L10-10	Pozo	7.382.729,910	588.561,220	Nivel	Mensual
L10-11	Pozo	7.386.713,220	585.193,010	Nivel	Mensual
L10-12	Pozo	7.388.772,890	584.400,100	Nivel	Mensual
L10-13	Pozo	7.382.758,820	584.610,140	Nivel	Mensual
L10-14	Pozo	7.382.944,900	582.762,630	Nivel	Mensual
L10-15	Pozo	7.383.839,760	589.152,940	Nivel	Mensual
L10-16	Pozo	7.386.333,410	590.452,500	Nivel	Mensual
L10-17	Pozo	7.388.611,170	591.616,700	Nivel	Mensual
GD-03	Pozo	7.382.384,730	586.688,010	Nivel	Mensual
GD-04	Pozo	7.383.853,990	586.142,950	Nivel	Mensual
1028	Pozo	7.383.997,750	584.432,980	Nivel Calidad 1	Mensual Trimestral
2018	Pozo	7.391.893,050	578.015,440	Nivel	Mensual
2037	Pozo	7.391.949,150	583.465,290	Nivel	Mensual
1024	Pozo	7.391.600,130	589.474,550	Nivel	Mensual
Reglilla Saladita CONAF	Reglilla	7.381.471,230	587.023,020	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Reglilla Salada CONAF	Reglilla	7.380.706,650	587.624,460	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Reglilla Interna CONAF	Reglilla	7.382.021,410	586.614,800	Nivel Calidad 3	Mensual Trimestral
Aforo Salada [A-2 (S)]	E. Aforo	7.379.852,460	589.165,200	Caudal	Mensual
Aforo Saladita [A-1 (S)]	E. Aforo	7.380.535,230	587.408,430	Caudal	Mensual

<sup>27</sup> Los pozos 1028, L10-11 y L10-4 fueron definidos como indicadores de estado del Sistema Peine en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto a la SMA en el procedimiento F-041-2016.

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
Laguna Salada	Laguna	7.380.706,645	587.624,464	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Saladita	Laguna	7.381.471,227	587.023,022	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual
Laguna Interna	Laguna	7.382.021,412	586.614,799	Superficie Estacas Superficie Topográfica (RTK) Superficie Imagen	Trimestral 5 años Anual

Fuente: Elaboración propia.

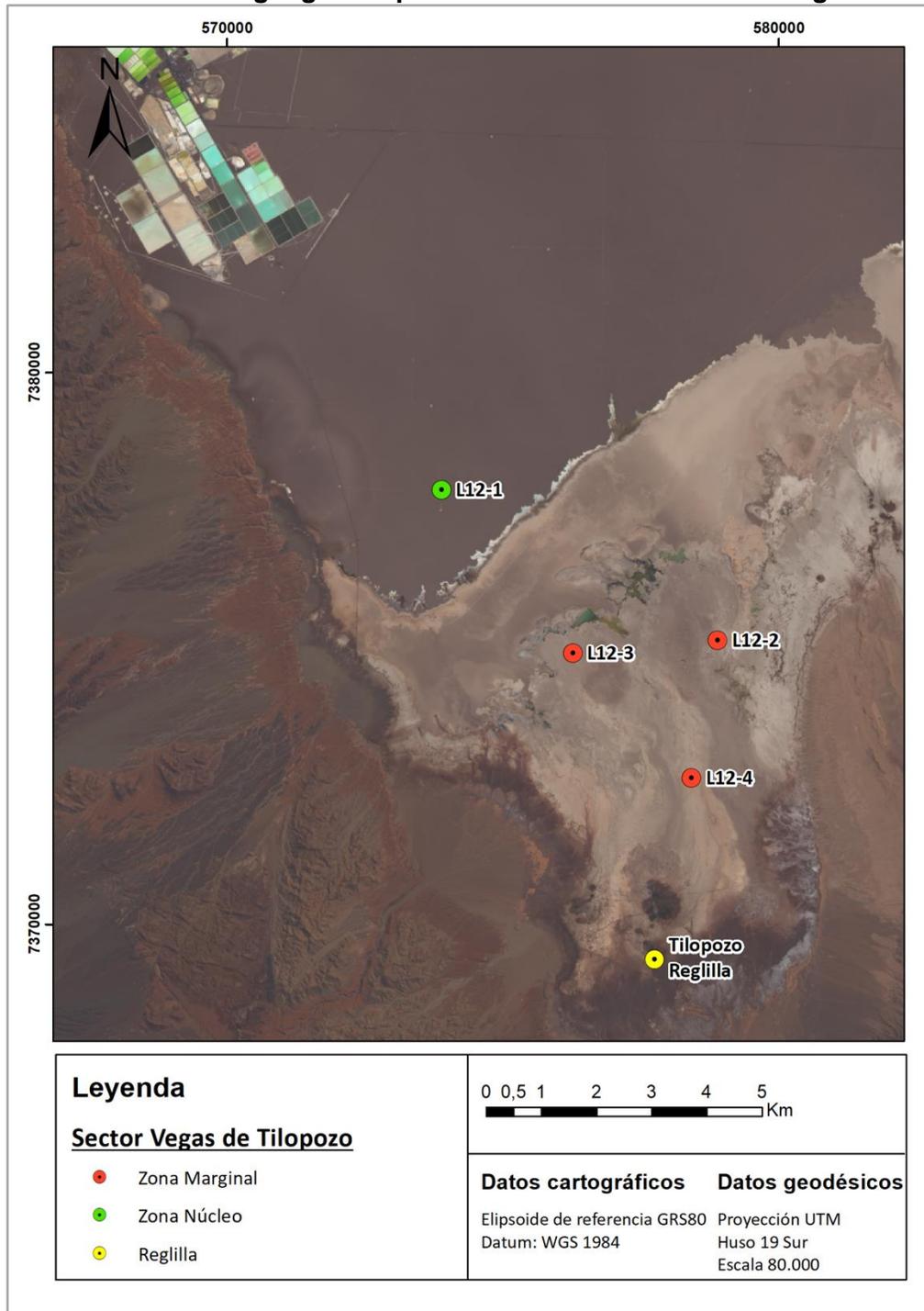
Como se observa en la Tabla 4-10, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, es posible diferenciar los grupos de puntos de control denominados Calidad 1 y Calidad 3 (en la Tabla 4-4, del apartado del Sistema Soncor, se detallan los analitos medidos en cada grupo).

#### **4.3.5. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO**

Los puntos de monitoreo del Sector Vegas de Tilopozo se ubican entre las coordenadas UTM (WGS84) 7.378.000 a 7.370.000 norte y 573.000 a 580.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel y reglilla.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-11, donde se ha diferenciado con un código de colores las infraestructuras en función de la zonificación Aluvial / Zona Marginal / Núcleo, presentada en la Figura 4-2. A continuación, en la Tabla 4-11 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectivas.

Figura 4-11: Distribución geográfica puntos de monitoreo Sistema Vegas de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-11: Puntos de monitoreo del sistema Vegas de Tilopozo**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable	Frecuencia
		Norte	Este		
L12-1 <sup>28</sup>	Pozo	7.377.872,510	573.891,040	Nivel	Mensual
L12-2	Pozo	7.375.144,820	578.896,150	Nivel	Mensual
L12-3	Pozo	7.374.917,350	576.268,700	Nivel	Mensual
L12-4	Pozo	7.372.652,700	578.423,070	Nivel	Mensual
Tilopozo	Reglilla	7.369.363,760	577.756,460	Nivel	Mensual

Fuente: Elaboración propia.

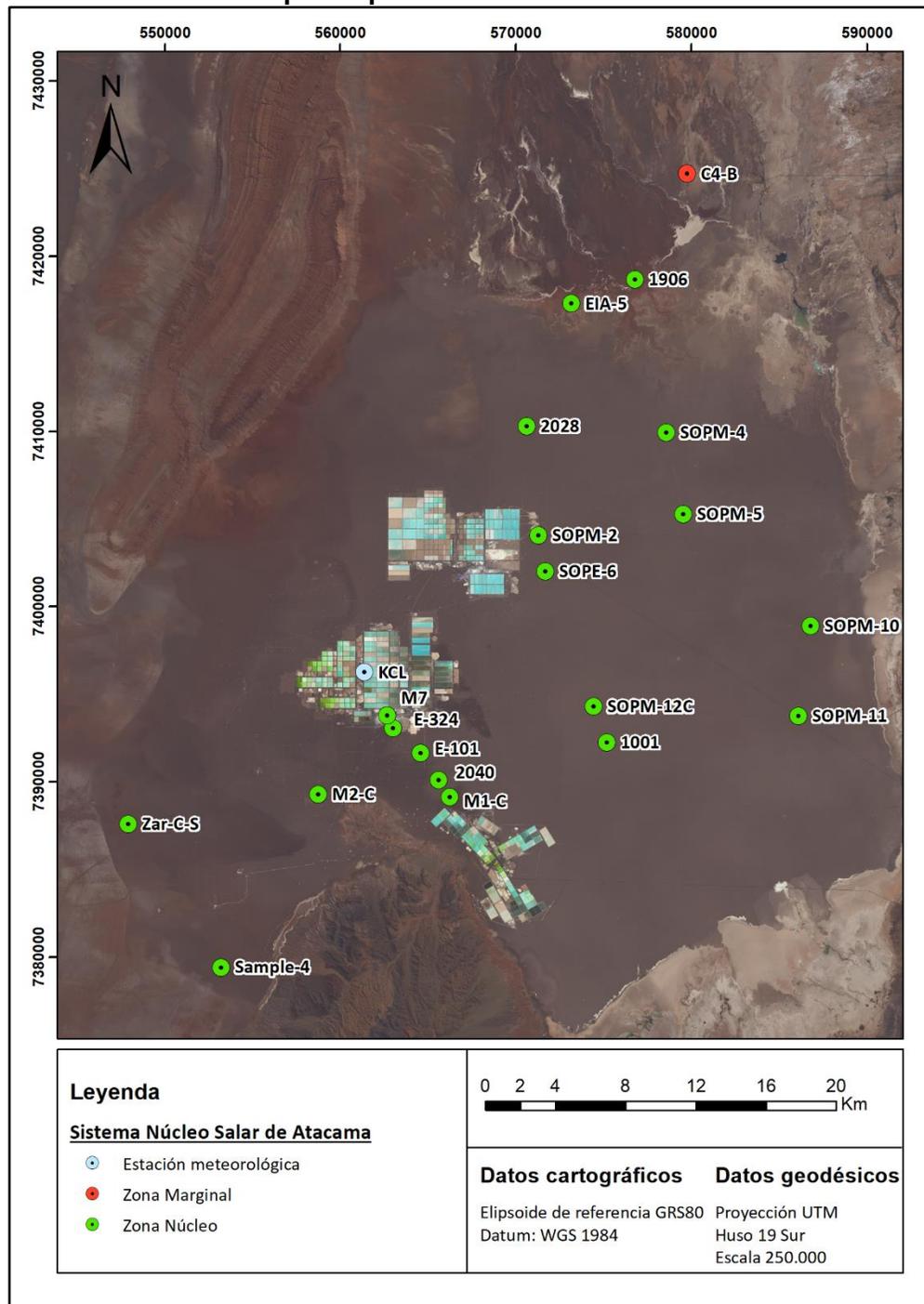
### 4.3.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

Los puntos de monitoreo del Núcleo del Salar de Atacama se encuentran entre las coordenadas UTM (WGS 1984) 7.425.000 a 7.379.000 norte y 57.000 a 588.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de nivel de salmuera y una estación meteorológica (estación KCL). Además, dos de los pozos son también muestreados para calidad.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de este sistema se muestra en la Figura 4-12. A continuación, en la Tabla 4-12 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

<sup>28</sup> Durante el segundo semestre de 2016, el antepozo del punto L12-1 fue destruido por un camión por lo cual se reconstruyó. Lo anterior implica un cambio en la cota del punto de referencia desde los 2302,348 a los 2302,296 (m s.n.m) DATUM WGS-1984. Todo lo anterior se reportó en el Informe N°20 del PSAH y fue informado a la SMA mediante carta GS185 del 2017.

Figura 4-12: Distribución espacial puntos de monitoreo Núcleo del Salar de Atacama



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-12: Puntos monitoreo Sistema Núcleo del Salar de Atacama<sup>29</sup>**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 84 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
M7	Pozo	7.393.786,880	562.662,520	Nivel	Mensual
E-324	Pozo	7.393.056,030	563.023,210	Nivel	Mensual
E-101	Pozo	7.391.636,430	564.581,510	Nivel	Mensual
2040	Pozo	7.390.079,710	565.600,100	Nivel	Mensual
M1-C	Pozo	7.389.114,680	566.253,540	Nivel	Mensual
SOPM-2	Pozo	7.404.051,550	571.302,230	Nivel	Mensual
SOPE-6	Pozo	7.402.011,780	571.691,000	Nivel	Mensual
SOPM-12C	Pozo	7.394.294,050	574.439,390	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral
1001	Pozo	7.392.245,760	575.189,800	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral
SOPM-4	Pozo	7.409.930,500	578.577,310	Nivel	Mensual
SOPM-5	Pozo	7.405.276,740	579.550,510	Nivel	Mensual
L3-4 (SOPM-8)	Pozo	7.408.833,140	587.551,700	Nivel	Mensual
SOPM-10	Pozo	7.398.886,220	586.801,850	Nivel	Mensual
SOPM-11	Pozo	7.393.742,610	586.119,550	Nivel	Mensual
Zar-C-S	Pozo	7.387.589,960	547.921,520	Nivel	Mensual
M2-C	Pozo	7.389.269,260	558.734,480	Nivel	Mensual
Sample-4	Pozo	7.379.370,300	553.220,510	Nivel	Mensual
EIA-5	Pozo	7.417.291,460	573.177,570	Nivel	Mensual
C4-B	Pozo	7.424.698,440	579.751,950	Nivel	Mensual
2028	Pozo	7.410.286,460	570.639,500	Nivel	Mensual
1906	Pozo	7.418.675,340	576.809,170	Nivel	Mensual
E. meteorológica KCL	E. Meteorológica	7.396.240,540	561.376,160	Meteorología	Continuo

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-12, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, todos ellos corresponden al grupo denominado Calidad 5 (Tabla 4-13).

<sup>29</sup> Cabe señalar que, en relación con el punto de monitoreo establecido en la tabla 10 de la RCA N°226/2006, asociada al punto de monitoreo “acuífero del núcleo de salmuera”, el reporte del volumen mensual de salmuera bombeado y reinyectado se presenta en el denominado “Informe de Extracción Anual de Salmuera de las Operaciones en el Salar de Atacama”, con una frecuencia anual.

**Tabla 4-13: Detalle de los parámetros que se incluyen en la variable de calidad del agua**

Nombre grupo parámetros	Parámetros incluidos
Calidad 5	Densidad y Sólidos Disueltos Totales

Fuente: Elaboración propia.

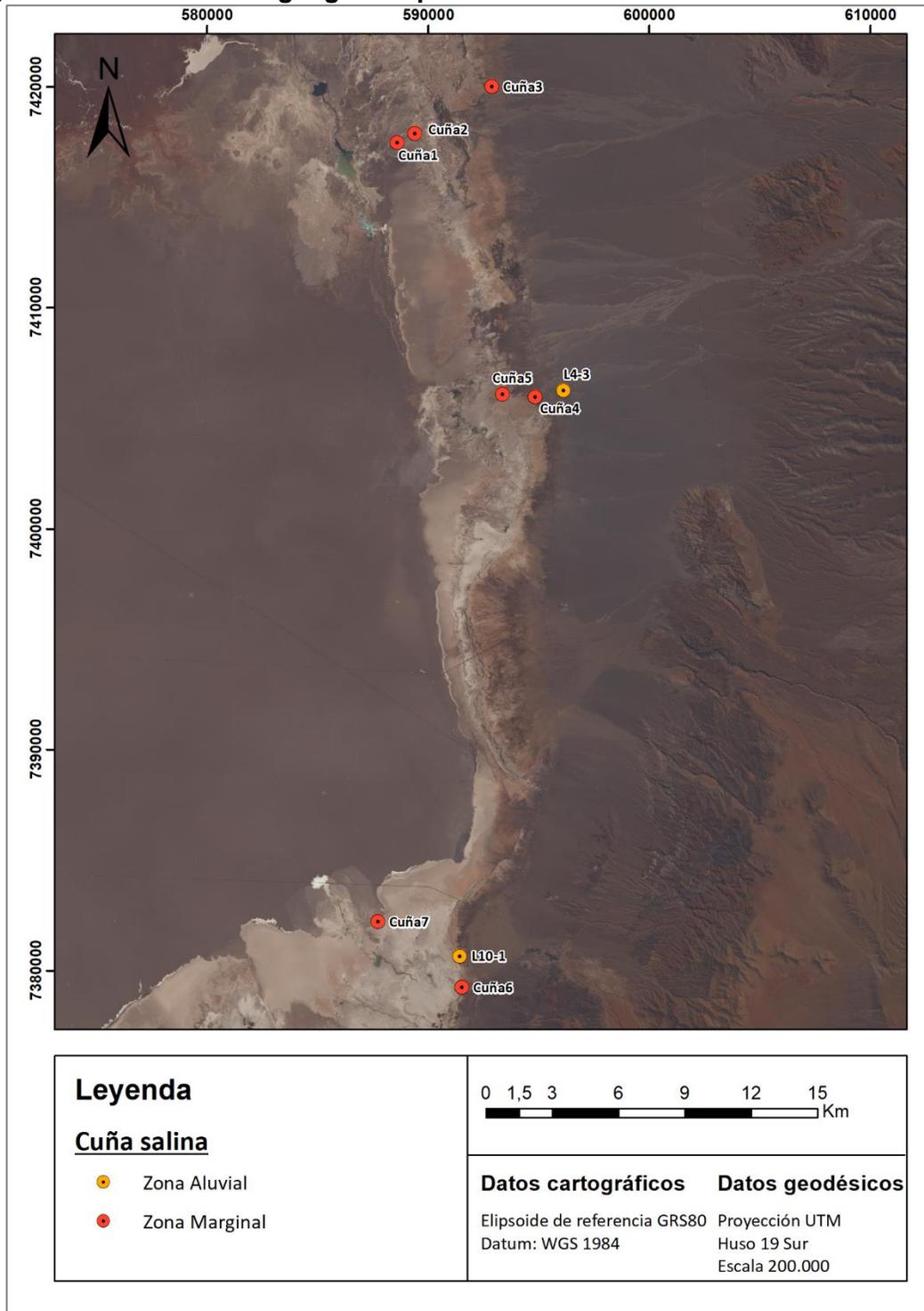
Para el caso de la Estación Meteorológica de KCL, se considera la medición de los parámetros Precipitación (mm), Evaporación (mm), Velocidad del Viento (m/s) y Temperatura (°C).

#### **4.3.7. CUÑA SALINA**

Los 9 puntos de monitoreo de la Cuña Salina, agrupados en tres perfiles, se encuentran entre las coordenadas 7.420.000 a 7.381.000 norte y 587.000 a 597.000 este. La totalidad de ellos corresponde a pozos de monitoreo de conductividad eléctrica, nivel y calidad química, ubicados en el sector marginal.

La ubicación de los puntos que conforman la red de monitoreo de la cuña salina se muestra en la Figura 4-13. A continuación, en la Tabla 4-14 se detallan las coordenadas UTM y tipología de los puntos de monitoreo, además de las variables que se miden en cada uno de ellos y la frecuencia de monitoreo respectiva.

**Figura 4-13: Distribución geográfica puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

**Tabla 4-14: Puntos de monitoreo del sistema Cuña Salina**

Identificación	Tipo	Coordenadas UTM WGS 1984 (19S)		Variable / parámetro	Frecuencia
		Norte	Este		
Cuña 1	Pozo	7.417.502,390	588.591,760	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 2	Pozo	7.417.900,830	589.402,320	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 3	Pozo	7.420.047,170	592.879,010	Conductividad Eléctrica	Semestral
L4-3	Pozo	7.406.265,010	596.113,200	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 4	Pozo	7.405.987,030	594.841,820	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 5	Pozo	7.406.109,500	593.361,940	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 6	Pozo	7.379.240,900	591.524,350	Conductividad Eléctrica	Semestral
Cuña 7	Pozo	7.382.218,750	587.722,590	Conductividad Eléctrica	Semestral
L10-1 <sup>30</sup>	Pozo	7.380.660,660	591.440,070	Nivel Calidad 5	Mensual Trimestral

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 4-14, respecto al monitoreo de calidad del agua, y en base a los parámetros evaluados, todos ellos corresponden al grupo denominado Calidad 5 (ver Tabla 4-13).

#### **4.3.8. PLAN DE CONTINGENCIAS**

Uno de los objetivos principales del PSAH es proveer información para operar el Plan de Contingencias (PC), el cual está orientado a dar respuesta oportuna frente a impactos no previstos.

Según se indica en la RCA 226/2006 en su numerando 11.1, se contempla que cada dos años el Plan de Contingencia sea revisado con el fin de incorporar la nueva información que se obtiene del PSAH, dicha revisión corresponde ser realizada y presentada en el presente informe semestral. Esta revisión contempla los siguientes componentes:

<sup>30</sup> Se mide Conductividad Eléctrica en el perfil (en profundidad) de forma voluntaria.

- Revisión de los valores de activación en función de la información histórica recopilada (promedios, desviación estándar, descensos máximos).
- Revisión de los indicadores de estado, de manera de evaluar la necesidad de incluir o excluir algunos indicadores de estado de acuerdo a su relación con el comportamiento lacustre.

Cabe mencionar que sí bien es cierto que existe información recopilada que permitiría mejorar esta herramienta de control, la revisión se está desarrollando de forma profunda en el contexto del nuevo Estudio de Impacto Ambiental comprometido en el Programa de Cumplimiento rol F-041-2016, el que será entregado al finalizar el presente año 2021, el que incluye una actualización del Plan de Seguimiento Ambiental y del Plan de Contingencias (“Planes de Alerta Temprana”). Considerando lo anterior, en el siguiente reporte se dará cuenta de los ajustes que se propone incorporar en esta materia, los que serán discutidos en el contexto del procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Para efectos del presente informe, se ha tenido a la vista lo indicado en la Resolución N°1/Rol F-041-2016, y su rectificación contenida en la Resolución N°4/Rol F-041-2016. Conforme a lo anterior, el Plan de Contingencias operado por SQM se ajusta a lo indicado en los considerandos 11.2.1, 11.3.1 y 11.4.1 de la RCA N°226/2006.

En el caso del Sistema Lagunar de Peine, provisoriamente, se han definido tres indicadores de estado (Piezómetros 1028, L10-11 y L10-4) y sus correspondientes umbrales de activación de medidas correctivas (Fases I y II)<sup>31</sup>.

Cabe mencionar que, adicionalmente, se ha asumido en forma provisoria la adopción de medidas de contingencia en caso de activación de los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo

---

<sup>31</sup> Estos indicadores fueron propuestos para el Sistema Peine en el Programa de Cumplimiento presentado en el procedimiento F-041-2016, de la Superintendencia del Medio Ambiente, organismo que a la fecha de presentación de este reporte ha ordenado medidas provisionales a través de Res. Ex. N°1367/2020, Res. Ex. N°2141/2020, Res. Ex. N°962/2021, Res. Ex. N° 1695/2021, Res. Ex. N°1940/2021, y Res. Ex. N°2389/2021, que disponen la continuidad a estas acciones, en los términos que se explican en la sección 4.7.

del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA N°21/16, una vez que la Superintendencia del Medio Ambiente notifique a SQM Salar S.A. tal activación<sup>32</sup>.

Además, SQM ha asumido como compromiso voluntario considerar 6 indicadores de estado adicionales a los definidos en la RCA N°226/2006, que se identifican como Pozos Adicionales y que se distribuyen en el Sistema de Vegetación Borde Este; cuatro en el sistema Brea-Atriplex L2-25, L7-14, L4-17 y L9-2) y dos en el sistema Alerta Temprana (L2-26 y 3-15). Para todos se definieron los umbrales respectivos bajo los mismos criterios que en la RCA vigente.

De acuerdo con lo anterior, los Indicadores de Estado del Plan de Contingencias, que además forman parte de los puntos de control del PSAH señalados en las secciones anteriores, se identifican en la Tabla 4-15, y su ubicación espacial se presentan en el mapa de la Figura 4-14.

---

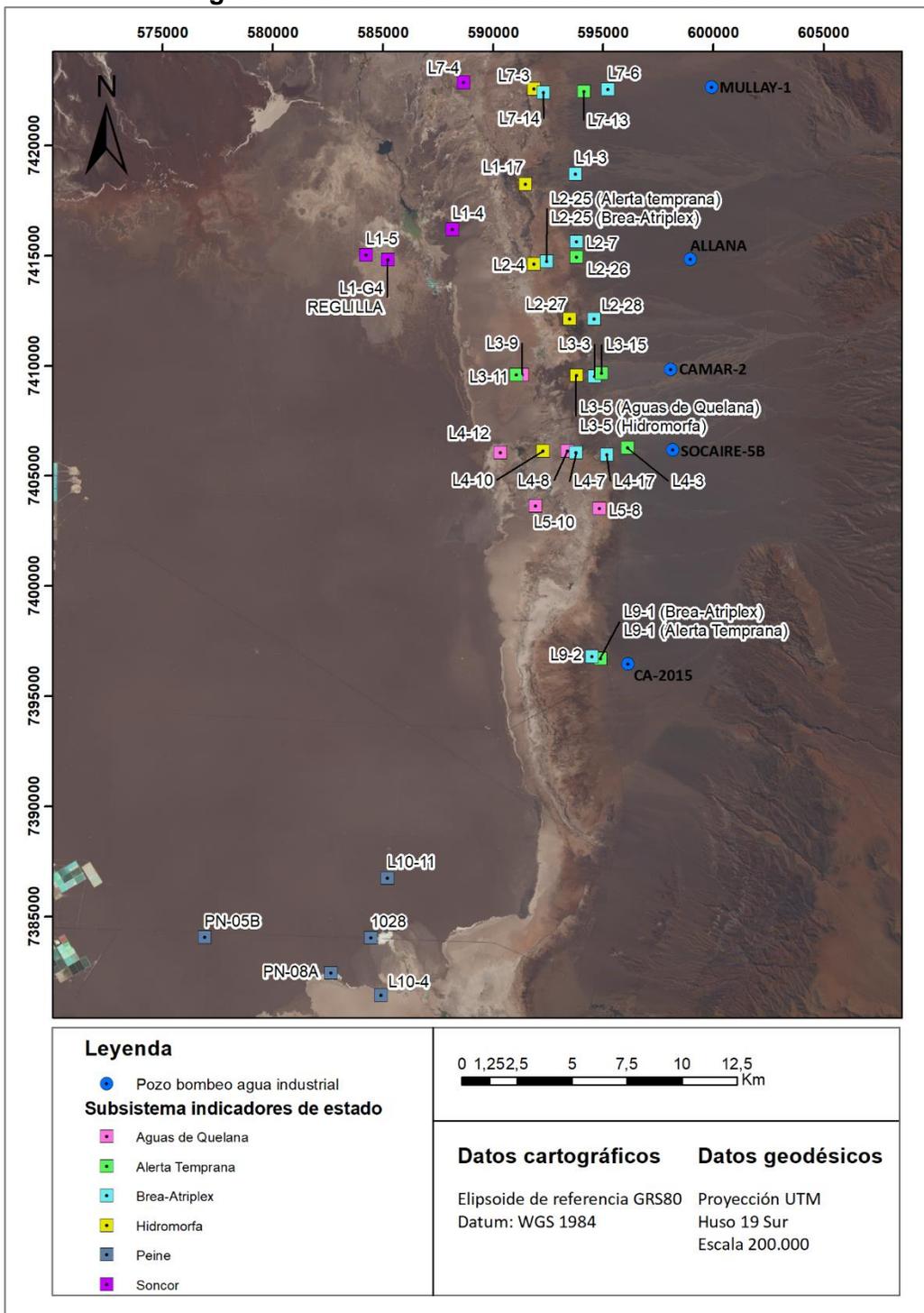
<sup>32</sup> Este compromiso forma parte del Programa de Cumplimiento propuesto a la Superintendencia del Medio Ambiente en el marco del procedimiento F-041-2016. Cabe mencionar que las medidas provisionales decretadas a través de Res. Ex. N°1367/2020, Res. Ex. N°2141/2020, Res. Ex. N°962/2021, Res Ex. N° 1695/2021, Res. Ex. N°1940/2021, y Res Ex. N°2389/2021, disponen la continuidad de esta acción.

**Tabla 4-15: Piezómetros Indicadores de Estado del Plan de Contingencia**

Sistema	Subsistema	Indicador de Estado	Origen
Soncor	-	L1-5 L1-4 L7-4 L1-G4	RCA N° 226/2006
		Aguas de Quelana	
Vegetación Borde Este	Vegetación Hidromorfa		
	Vegetación Brea-Atriplex	L7-6 L2-7 L3-3 L4-7 L9-1 L1-3 L2-28	
	Alerta Temprana	L7-13 L2-25 L3-11 L4-3 L9-1	
Peine	-	1028 L10-11 L10-4 PN-05B PN-08A	
Pozos adicionales	Vegetación Brea-Atriplex	L2-25 L7-14 L4-17 L9-2	Pozos adicionales SQM
	Alerta Temprana	L2-26 L3-15	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4-14: Ubicación indicadores de estado**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

#### **4.4. MATERIALES, EQUIPOS Y METODOLOGÍAS DE MONITOREO**

A continuación, se expone un listado general de las metodologías y consideraciones utilizadas para el muestreo, medición y análisis que se llevan a cabo para la caracterización de las distintas variables ambientales incluidas en el PSAH, en adición a los materiales y equipos utilizados. En el Anexo 3 se entrega un mayor detalle sobre los procedimientos e instructivos.

##### **4.4.1. MONITOREO MANUAL DE NIVEL DE AGUA Y SALMUERA SUBTERRÁNEA EN POZOS**

En este apartado se describen los equipos y las metodologías implementadas para la medida manual de los niveles en pozos.

Durante el presente semestre reportado, son tres las empresas que han participado en la medición manual de niveles de agua subterránea; por un lado, SQM es responsable de efectuar las mediciones manuales diarias, por otro lado, la ETFA es quien debe realizar las mediciones con frecuencia menor a la diaria. En este sentido, este semestre han participado las ETFAS SEGEA como empresa principal del monitoreo de niveles y MOAM, que ha tenido una participación puntual en el primer semestre 2021.

A continuación, se detallan los materiales y equipos necesarios para llevar a término estas mediciones y que es general para las tres empresas y más adelante se describe de forma resumida el procedimiento según describe cada empresa. Los certificados de calibración de los equipos de SQM se entregan en el Anexo 3.2 y los correspondientes a las ETFAs, en el Anexo 5.1.

##### **Materiales y/o equipos**

- Pozómetro de 30, 60 o 150 metros
- Vástago o nivel de burbuja para proyectar medición del punto de referencia al eje central del pozo
- Piseta con agua destilada
- Flexómetro

- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

### Metodología de medición

El procedimiento para cada empresa se describe de forma resumida en la Tabla 4-16, ya que es un extracto de los instructivos que cada empresa dispone. No obstante, se aclara que existen diferencias en la forma de describir, pero que finalmente son todos procedimientos análogos y muy similares. Los procedimientos se encuentran detallados en el Anexo 3.1 para el caso de SQM y en el Anexo 5.1 para el caso de las ETFAs SEGEA y MOAM.

**Tabla 4-16: Resumen de las metodologías de medición de nivel de agua subterránea**

EMPRESA	Metodología de medición (resumen)
<b>SQM</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Verificar estado de pozómetro de acuerdo con el instructivo interno Operaciones I-009 (adjunto en Anexo 3.1).</li> <li>2) Registrar fecha y hora de visita.</li> <li>3) Medir con pozómetro el nivel (estático o dinámico) en el pozo desde el punto de referencia establecido o desde el centro del pozo a través de un vástago cruzado sobre la superficie del brocal.</li> <li>4) Registrar el nivel estático obtenido.</li> <li>5) Realizar limpieza del pozómetro con agua destilada una vez realizada la medición.</li> <li>6) Registrar observaciones (cuando corresponda).</li> </ol>
<b>SEGEA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Se posiciona el pozómetro en el collar del pozo y luego se ubica sobre el Punto de Referencia establecido. En caso de que el pozo cuente con Casing (tapapozo), utilizará un nivel de burbujas para proyectar el punto de referencia al centro del pozo.</li> <li>2) Se enciende el pozómetro, se introduce la cinta al interior del pozo, evitando que roce con la tubería de habilitación del pozo.</li> <li>3) La cinta debe descender hasta que la chicharra emita un sonido y encienda la señal luminosa. En ese momento, se afina la medición ascendiendo y descendiendo el sensor, hasta que la lectura sea precisa al milímetro<sup>33</sup>. Este procedimiento se repite a lo menos tres veces.</li> <li>4) Se retira la cinta del pozómetro, evitando el contacto de ésta con el suelo y el brocal.</li> </ol>
<b>MOAM</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identificar el punto de referencia para la medición.</li> <li>2) Introducir el sensor de nivel a través del pozo o tubería medición. En el caso de que el pozo tenga instalada una bomba, se debe consultar la profundidad de succión y evitar introducir el sensor hasta esa profundidad.</li> <li>3) Bajar el sensor hasta alcanzar el nivel de agua. Para asegurar la precisión, se baja y sube la sonda a los menos tres veces y luego se registra la medición de profundidad desde la cinta hasta el punto de referencia.</li> <li>4) En el caso que sea necesario, usar nivel de constructor, para asegurar la verticalidad de la cinta de medir en el centro del pozo.</li> </ol>

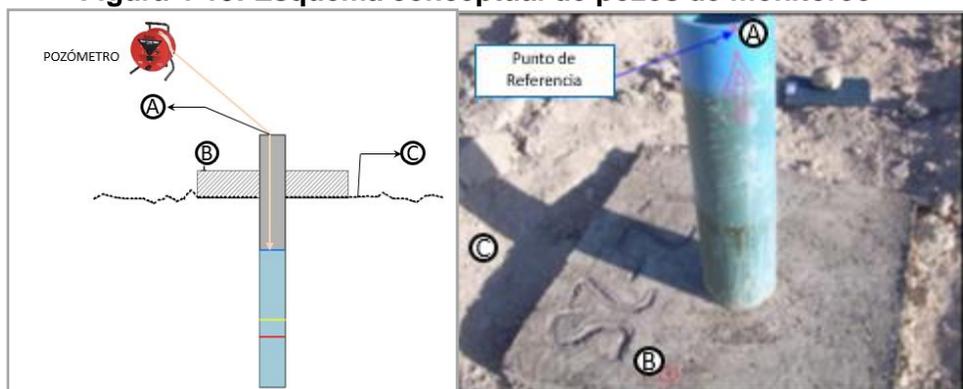
Fuente: Elaboración propia

<sup>33</sup> Tal y como se menciona en el capítulo 4.6. Incertidumbres asociadas a los métodos utilizados, el resultado final de la medición depende de la precisión del equipo (el pozómetro tiene  $\pm 5$  mm) y de la observación de la medida por parte del monitor ( $\pm 1$  mm), así como también depende de la precisión con la que se haya medido la cota del punto de referencia ( $\pm 1$  cm).

Con el objeto de facilitar el análisis de la información asociada a la medición del nivel en los pozos que conforman el PSAH (y en consecuencia aquellos que forman parte del plan de Contingencias), en la Figura 4-15 muestra la nomenclatura estandarizada para este informe de la siguiente forma:

- Punto A: Punto de referencia de la medición de nivel
- Punto B: Monolito
- Punto C: Terreno

**Figura 4-15: Esquema conceptual de pozos de monitoreo**



Fuente: Elaboración propia.

Así, para la determinación del nivel freático, tanto en los pozos que componen el Plan de Contingencias, como en aquellos que forman parte del PSAH, a la cota (m s.n.m.) del punto A, debe restarse la medición obtenida con el pozómetro.

#### **4.4.2. MONITOREO MANUAL DE NIVEL DE AGUA SUPERFICIAL**

En este apartado se describen los equipos y las metodologías implementadas para la medición de nivel de aguas superficiales.

De la misma forma que ocurría en las mediciones de niveles de agua subterránea, durante el presente semestre reportado, son tres las empresas que han participado en la medición manual de niveles de agua subterránea; por un lado, SQM es responsable de efectuar las mediciones manuales diarias, por otro lado, la ETFA es quien debe realizar las mediciones con frecuencia

menor a la diaria. En este sentido, este semestre han participado las ETFAS SEGEA como empresa principal del monitoreo de niveles y MOAM, que ha tenido una participación puntual en el primer semestre 2021.

A continuación, se detallan los materiales y equipos necesarios para llevar a término estas mediciones y que es general para las tres empresas y más adelante se describe de forma resumida el procedimiento según describe cada empresa. Los certificados de calibración de los equipos de SQM se entregan en el Anexo 3.2 y los correspondientes a las ETFAs, en el Anexo 5.1.

### **Materiales y/o equipos**

- Pozómetro y/o flexómetro
- Piseta con agua destilada
- Reglilla
- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

### **Metodología de medición**

El procedimiento para cada empresa se describe de forma resumida en la Tabla 4-16, ya que es un extracto de los instructivos que cada empresa dispone. No obstante, se aclara que existen diferencias en la forma de describir, pero que finalmente son todos procedimientos análogos y muy similares. Los procedimientos se encuentran detallados en el Anexo 3.1 para el caso de SQM y en el Anexo 5.1 para el caso de las ETFAs SEGEA y MOAM.

**Tabla 4-17: Resumen de las metodologías de medición de nivel de agua superficial**

EMPRESA	Metodología de medición (resumen)
<b>SQM</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Registrar fecha y hora de visita.</li> <li>2) Medir nivel de agua en la reglilla (m).</li> <li>3) Registrar el nivel obtenido y las observaciones que correspondan.</li> <li>4) Para la determinación del nivel del cuerpo de agua superficial, se debe restar a la cota del punto de referencia de la reglilla (m s.n.m.) y el nivel obtenido (m).</li> </ol>
<b>SEGEA</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Preparación del punto de muestreo</li> <li>2) Registro visual del nivel: se debe visualizar la parte inferior de la regla, donde la superficie de la columna de agua tiene contacto con ella.</li> <li>3) Se realizará con flexómetro o pozómetro, midiendo la altura desde el nivel de agua hasta el punto de referencia extremo superior de pozo o reglilla. La precisión debe ser centimétrica en el caso de medidores manuales, y de tres milímetros en el caso de estaciones de medición de registro continuo.</li> </ol>
<b>MOAM</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identificar el punto de referencia para la medición.</li> <li>2) Verificar la profundidad del espejo de agua y definir si se usará pozómetro o flexómetro.</li> <li>3) En el caso de usar flexómetro se debe extender la cinta hasta que la punta de este toque la película e agua hasta el punto de referencia. La medición se anotará.</li> <li>4) En el caso de usar pozómetro, colocar el sensor junto a la reglilla. Bajar el sensor hasta alcanzar el nivel de agua hasta que se active la luz y la alerta sonora. Para asegurar la precisión, repetir a los menos tres veces y luego registrar la medición.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.3. MONITOREO CONTINUO DE NIVEL DE AGUA SUBTERRÁNEA**

En la red de seguimiento PSAH, 47 puntos (pozos y reglillas) tienen equipados sistemas para la medición en continuo de nivel. A continuación, se describen los materiales y equipos, junto con la metodología empleada para su instalación y descarga de la data. Los certificados de calibración de los equipos se entregan en el Anexo 3.2.

##### **Materiales y/o equipos**

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500 o similar
- Pozómetro Solinst Model 101 Punta P2 de 30, 60 y 150 metros o similar
- Palm Win Situ, cable conector RS232, cargador para camioneta (según corresponda)
- Piseta con agua destilada
- Flexómetro
- Densímetros
- Tablet y/o planilla de pozos a monitorear

### **Metodología de medición**

Para el caso de puntos de control de nivel que se monitorean en forma continua, la metodología se encuentra descrita en procedimiento P-004 (adjunto en Anexo 3.1) y consiste en la realización de las siguientes actividades:

- 1) Instalación y configuración del sensor de presión.
- 2) Descarga de los datos en cada visita mensual.
- 3) Medición de densidad en cada visita mensual.
- 4) Medición manual del nivel con pozómetro (ver metodología en apartado 4.4.1).
- 5) Reinicio de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición.
- 6) Registro de observaciones (cuando corresponda).

El transductor de presión permite medir la presión de la columna de agua existente sobre el sensor. Como se trata de salmuera y para obtener la altura de agua sobre el mismo, se debe conocer la densidad del medio, parámetro que es ingresado manualmente al sensor. Para lo anterior, mensualmente SQM mide la densidad del agua en cada punto de medición continua y programa dicha densidad en el sensor de presión, valor que permanece fijo hasta la siguiente medición mensual de densidad.

Debido a lo anterior, es posible que registros obtenidos mediante los sensores de presión difieran de las mediciones manuales efectuadas con pozómetro, ya que, de existir variaciones de la densidad del agua, estas no serían reconocidas por el equipo continuo hasta el nuevo reinicio mensual del mismo. De esta forma, se considera la medición manual como aquella representativa de la profundidad del nivel.

En la Tabla 4-18 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al equipo de Level Troll, relacionado con la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (primer semestre de 2021). Los certificados de calibración de cada Level Troll (identificado por el número de serial) está disponible en el Anexo 3.3.

**Tabla 4-18: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado**

Infraestructura	Periodo de instalación	Serial
2021	15/08/2020 10:02 - Vigente al cierre del periodo	685486
L13-1	16/03/2020 10:01 - Vigente al cierre del periodo	685612
L13-2	23/08/2020 19:00 - Vigente al cierre del periodo	685839
L13-3	17/12/2018 09:21 - Vigente al cierre del periodo	621857
L13-4	17/12/2018 10:06 - Vigente al cierre del periodo	620201
L14-4	16/01/2018 14:00 - Vigente al cierre del periodo	548031
L1-G4 POZO	15/07/2020 15:31 - Vigente al cierre del periodo	685723
L2-16	15/04/2020 15:51 - Vigente al cierre del periodo	711693
L2-23	28/08/2019 15:45 - Vigente al cierre del periodo	153017
L2-9	15/07/2020 16:32 - Vigente al cierre del periodo	685599
L3-10	16/03/2019 11:59 - Vigente al cierre del periodo	638539
L3-13	15/11/2018 17:29 - Vigente al cierre del periodo	614294
L3-5	24/08/2020 15:59 - Vigente al cierre del periodo	685731
L3-6	17/06/2019 11:10 - Vigente al cierre del periodo	651775
L3-7	17/06/2019 11:30 - Vigente al cierre del periodo	637860
L3-9	15/04/2020 16:41 - Vigente al cierre del periodo	650515
L4-12	16/04/2020 10:51 - Vigente al cierre del periodo	713330
L4-13	15/11/2018 17:55 - Vigente al cierre del periodo	613466
L4-7	16/08/2020 10:21 - Vigente al cierre del periodo	685600
L4-8	16/01/2018 12:59 - Vigente al cierre del periodo	553068
L4-9	16/01/2018 13:00 - Vigente al cierre del periodo	553082
L5-10	16/04/2020 11:51 - Vigente al cierre del periodo	712948
L5-14	16/11/2018 08:45 - Vigente al cierre del periodo	613464
L5-3	16/03/2019 16:51 - Vigente al cierre del periodo	637817
L5-6	16/09/2020 13:00 - Vigente al cierre del periodo	685598
L5-7	16/05/2020 09:01 - Vigente al cierre del periodo	685815
L5-8	19/12/2019 11:15 - Vigente al cierre del periodo	680316
L5-G3 POZO	16/01/2018 10:59 - Vigente al cierre del periodo	446778
L7-4	28/06/2019 09:50 - Vigente al cierre del periodo	650738
L7-G2 POZO	17/10/2018 11:15 - Vigente al cierre del periodo	593903
P1-1	15/06/2020 10:02 - Vigente al cierre del periodo	685601
P1-2	06/09/2019 10:11 - Vigente al cierre del periodo	670606
P1-3	31/12/2019 12:20 - Vigente al cierre del periodo	548042
P1-4	17/10/2019 13:09 - Vigente al cierre del periodo	535930
P1-5	17/10/2019 13:36 - Vigente al cierre del periodo	548471
P1-6	17/10/2019 14:06 - Vigente al cierre del periodo	675834
P1-7	17/10/2019 14:41 - Vigente al cierre del periodo	675845
P2-1	15/03/2020 11:01 - Vigente al cierre del periodo	685343
P2-2	16/01/2020 14:03 - Vigente al cierre del periodo	553243
P2-3	15/03/2020 11:01 - Vigente al cierre del periodo	685602
P2-4	28/08/2019 16:45 - Vigente al cierre del periodo	670994
P2-5	28/08/2019 16:20 - 02/02/2021 14:00	409352
	02/02/2021 14:00 - Vigente al cierre del periodo	471042
PUENTE SAN LUIS POZO	27/05/2020 11:46 - 16/02/2021 13:00	685833
	16/02/2021 13:01 - Vigente al cierre del periodo	389513
REGLILLA BARROS NEGROS SQM	26/02/2019 13:01 - Vigente al cierre del periodo	405897

<b>REGLILLA BURRO MUERTO SQM</b>	27/05/2020 13:15 – 29/01/2021 13:59	685812
	29/01/2021 13:59- Vigente al cierre del periodo	685352
<b>REGLILLA CHAXAS SQM</b>	15/06/2018 11:00 - Vigente al cierre del periodo	583551
<b>REGLILLA PUILAR SQM</b>	28/06/2019 10:50 - Vigente al cierre del periodo	651111

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.4. MEDICIÓN DE SUPERFICIE LACUSTRE

Para el seguimiento de esta variable se cuenta con varias técnicas y la frecuencia en que se lleva a cabo fue ajustada mediante la Resolución Exenta N° 244/2010 de la COREMA de la Región de Antofagasta. Para el presente Informe N° 29 corresponde la medición mediante dos de las tres metodologías previstas en la RCA 226/2006, a saber: Estacas perimetrales e imágenes satelitales (ver Tabla 4-19).

No obstante, este semestre se logró medir algunos perímetros lagunares mediante la técnica RTK, mediciones que correspondía tomarlas en el primer semestre del año pasado (informe PSAH N°27), pero debido al cierre de la reserva nacional (RNF) no pudo efectuarse, quedando postergado para el siguiente primer semestre de año, ya que es el periodo en que también se realiza el análisis mediante imagen satelital. Por lo anterior, en el presente informe semestral se incluyen resultados de las tres metodologías para definición de extensión lagunar: Estacas perimetrales, imágenes satelitales y RTK.

**Tabla 4-19: Métodos y frecuencia para la medición de la superficie lagunar en el PSAH**

Tipo de mediciones	Frecuencia de monitoreo según RCA N°226/2006 y Res. Ex. 244/2010	Monitoreo a reportar en el presente informe PSAH	Próximo informe PSAH en que se reportará
<b>Medición mediante imágenes satelitales</b>	Anual (meses de abril)	Sí	Informe 31 (Primer semestre 2022)
<b>Medición mediante recorrido a pie (RTK)</b>	Cada 5 años	No	Informe 37 (Primer semestre 2025)
<b>Medición mediante estacas perimetrales</b>	Trimestral	Sí	Informe 30 (Segundo semestre 2021)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detallan los materiales necesarios y la metodología seguida para cada una de estas técnicas de análisis y/o medición.

### **Medición mediante imágenes satelitales**

La medición de las superficies lagunares mediante la imagen satelital de alta resolución consta de una visita a terreno durante el mes de abril (coincidiendo con el mes de captura de la imagen) con el objetivo de tomar puntos de control, que permiten mejorar el posterior análisis de los índices de vegetación y agua y que determinan el resultado final.

#### **Materiales y/o equipos**

- Imágenes satelitales de alta resolución para el mes de abril (Quickbird-II 2,4x0,6 m; Worldview-II 2x0,5 m; Imagen Geoeye-1 1,65x0,4 m o similar)
- GPS cartográfico Trimble® Nomad® 900G

#### **Metodología de medición**

La metodología seguida para la medición de superficies lacustres en Soncor y Peine a través de imágenes satelitales fue aprobada por la COREMA Región de Antofagasta, mediante la Resolución Exenta N°244/2010 y consta de las siguientes actividades:

- 1) Obtención de las imágenes satelitales de alta resolución
- 2) Georreferenciación de las imágenes satelitales
- 3) Fusión de imágenes multiespectral y pancromática
- 4) Realización de las transformaciones digitales, obteniendo así los Índices MNDWI, TSAVI e IHS
- 5) Digitalización de los contornos
- 6) Implementación en el análisis de los puntos de control que previamente se han tomado en terreno
- 7) Delimitación de la superficie lacustre
- 8) Definición de límites de cada laguna, según los puntos establecidos por CONAF
- 9) Identificación de áreas de inundación
- 10) Cálculo de la superficie lacustre

Por otro lado, dado que la resolución N°244/2010 no establece una metodología específica para Aguas de Quelana, sistema formado por un gran número de cuerpos lacustres, muy dispersos y de dimensiones extremadamente variables en el tiempo, a continuación se

detallan las actividades para este trabajo. Cabe destacar que la base de la metodología es similar a la desarrollada en Soncor y Peine.

- 1) Obtención de las imágenes satelitales de alta resolución
- 2) Georreferenciación de las imágenes satelitales
- 3) Cálculo de índices
- 4) Digitalización de contornos
- 5) Implementación en el análisis de los puntos de control que previamente se han tomado en terreno
- 6) Delimitación de la superficie lacustre
- 7) Cálculo de la superficie lacustre

### **Medición mediante recorrido a pie (RTK)**

Para las mediciones de los perímetros y áreas de las lagunas se realiza un levantamiento topográfico con GPS y con la técnica de levantamiento RTK, lo que permite obtener las coordenadas en tiempo real.

Cabe señalar que las mediciones de topografía solo se realizaron hasta el año 2010 con frecuencia anual, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizarían cada 5 años, siendo la última medición la que se realizó en abril 2015<sup>34</sup>. La metodología aprobada formalmente por la autoridad para realizar la medición es a través de imagen satelital, la que se realiza anualmente en abril.

### **Materiales y/o equipos**

- GPS marca Trimble modelo R4
- 4 receptores GNSS, modelo Trimble R10 o equivalente.

---

<sup>34</sup> La última medición debía de haberse realizado el pasado abril de 2020 (correspondiente al Informe PSAH N° 27), pero no fue posible debido a la restricción de ingreso en la Reserva Nacional Los Flamencos (ver detalles en el informe referido). Esta medición se ha realizado en el mes de abril de 2021, los resultados serán presentados en el próximo Informe PSAH N° 29.

- 1 radio UHF externa de 30W de potencia, que permite enviar el mensaje de corrección en un radio no inferior a los 25 km.

### Metodología de medición

- 1) Se fija la base del GPS en el hito de cada laguna.
- 2) El receptor móvil se desplaza por el margen de la laguna registrando puntos.
- 3) Posteriormente se procesa la información registrada con el GPS obteniendo un polígono lagunar, desde donde se obtiene el perímetro y área de cada laguna.

### **Medición mediante estacas perimetrales**

Para obtener los datos de área de superficie lacustre, se realizan mediciones en puntos demarcados por estacas (que indican el perímetro de referencia) ubicadas alrededor de cada laguna.

Cabe señalar que todos los datos y resultados obtenidos hasta octubre del 2013 fueron de responsabilidad del cuerpo técnico de CONAF. A partir de enero de 2014, la empresa consultora SEARCH, contratada por CONAF, implementó su metodología de cálculo de área lacustre mediante estacas perimetrales. En el presente periodo estas actividades están a cargo del área de geomensura de SQM y la empresa ATyGeo.

### Materiales y/o equipos

- GPS cartográfico modelo Trimble® Nomad® 900G o equivalente
- Mediciones topográficas de perímetro con estacas de CONAF
- Cinta métrica o Flexómetro

### Metodología de medición

- 1) En terreno, desde cada estaca existente se mide con una cinta métrica o flexómetro, la distancia desde la estaca hacia el borde del nivel de agua, pudiendo esta ser positiva o negativa, según el nivel del agua en relación con la estaca.
- 2) Posteriormente, los datos son ingresados a un software GIS donde se generan los nuevos polígonos de las lagunas y se calcula el área del espejo de agua

Esta metodología presenta imprecisiones, pero CONAF mantuvo su aplicación con el objeto de dar continuidad al seguimiento, dado que corresponde a la forma en que esa entidad ha realizado la estimación de superficies lacustres desde el inicio del convenio de monitoreo con SQM en 1997, estipulado en las RCA N° 403/1995 y N° 226/2006.

#### **4.4.5. MONITOREO DE CAUDAL DE POZOS DE BOMBEO DE AGUA INDUSTRIAL**

En los siguientes apartados se describe el equipo y metodología seguida para la obtención del parámetro de caudal de los pozos de agua industrial que se reporta en el presente informe.

En la Tabla 4-20 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al flujómetro, relacionado con la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (primer semestre de 2021). Los certificados de calibración de cada flujómetro (identificado por el número de serial) está disponible en el Anexo 3.2.

**Tabla 4-20: Relación número serial del flujómetro con el nombre de infraestructura y el periodo instalado**

Infraestructura	Fecha de inicio del periodo o de instalación	Fecha de fin del periodo o de desinstalación	Serial
<b>CA-2015</b>	01/01/2021 0:00	21/01/2021 11:35	S5V203117
	21/01/2021 11:36	01/07/2021 0:00	S5W504499
<b>Socaire-5B</b>	01/01/2021 0:00	01/07/2021 0:00	S5W504501
<b>Camar-2</b>	01/01/2021 0:00	24/01/2021 8:36	S5V203120
	24/01/2021 8:37	26/06/2021 8:00 <sup>35</sup>	S5WB07077
<b>Allana 1</b>	01/01/2021 0:00	21/01/2021 16:49	S5V203119
	21/01/2021 16:50	01/07/2021 0:00	S5W504500
<b>Mullay 1</b>	01/01/2021 0:00	28/01/2021 10:52	S5V203118
	28/01/2021 10:53	01/07/2021 0:00	S5WB07076

Fuente: Elaboración propia.

<sup>35</sup> A partir de esta fecha el pozo se encuentra desmantelado para su uso como pozo de agua industrial.

### **Materiales y/o equipos**

- Flujómetro (Totalizadores): Endress+Hauser Flowtec o similar conectados vía API al sistema SQM en Línea.

### **Metodología de medición**

La determinación del volumen mensual se obtiene a partir de la lectura del flujómetro del primer día del mes (t) y de la lectura del primer día del mes siguiente (t+1) (la primera medida del 1 de cada mes), la diferencia entre ambas lecturas corresponde al volumen total del mes t. Para obtener el caudal medio mensual del mes t, se divide el volumen total obtenido entre el número de días que conforma el mes t.

Las lecturas de los flujómetros se están enviando de forma automática vía API a un sistema receptor de datos, la que reporta directamente a las distintas autoridades ambientales. Adicionalmente se está compartiendo públicamente la información a través del SQM en Línea<sup>36</sup>. Esta plataforma contiene el cálculo directo del caudal promedio mensual, además del detalle de los cambios de flujómetro. De esta manera para el reporte en los Informes del PSAH, esta información procede directamente de esta fuente y no se realiza ningún cálculo ni aproximación posterior.

#### **4.4.6. MONITOREO MANUAL DE CAUDAL SUPERFICIAL (AFOROS)**

En los siguientes apartados se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para la medición manual del parámetro de caudal de agua superficial, también conocido como aforos. En este caso, es la ETFA la responsable de estas mediciones y en el presente semestre de reporte han sido llevadas a cabo por SEGEA, cuyo procedimiento P-HIDRO-05 se encuentra descrito en el Anexo 5.1 de este reporte, así como también los certificados de calibración de los equipos utilizados. A continuación se resumen los materiales y la metodología.

---

<sup>36</sup> <https://www.sqmsenlinea.com/agua-industrial>

### **Materiales y/o equipos**

- Micromolinete OTT C2 o similar
- Flexómetro
- Planillas de terreno

### **Metodología de medición**

La medición del caudal pasante por las distintas secciones de aforo es realizada por la ETFA SEGEA y se realiza mediante la metodología denominada área-velocidad, para lo cual se efectúan las siguientes actividades:

- 1) Para cada uno de los puntos del canal o cauce que se van a aforar, y que están preestablecidos, se define el número de secciones transversales en las que se harán las mediciones.
- 2) Medición del ancho de cada sección (m) y la altura de agua en el centro (de cada sección) (m). Se obtiene el área de cada sección como la multiplicación de estas dos medidas ( $m^2$ ).
- 3) Medición de la velocidad del agua (m/s) en el centro de cada sección (según el eje horizontal) mediante molinete.
- 4) Cálculo del flujo pasante en cada sección ( $m^3/s$ ), obtenido mediante la multiplicación del área de la sección por la velocidad obtenida.
- 5) Obtención del caudal de aforo del canal o cauce a partir de la suma del flujo pasante en cada sección.

Si bien no es compromiso de SQM realizar este tipo de mediciones, éstas se realizan de todas formas de forma voluntaria y complementaria. Los procedimientos que SQM ocupa se adjuntan en el presente reporte en el Anexo 3.1, así como también los certificados de calibración de los equipos en el Anexo 3.2<sup>37</sup>.

---

<sup>37</sup> No ha sido posible efectuar la calibración del equipo del molinete durante el primer semestre de 2021 en el Instituto Nacional de Hidráulica puesto que, pero por motivos todavía relacionados con la pandemia de la COVID-19, no ha estado recibiendo ningún. Esta situación se encuentra detallada en los correos intercambiados y que se adjunta en el Anexo 4.5 de este informe.

#### 4.4.7. MONITOREO CONTINUO DE CAUDAL SUPERFICIAL (AFOROS)

En los siguientes apartados se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para la medición continua del parámetro de caudal de agua superficial, también conocido como aforo continuo.

##### **Materiales y/o equipos**

- Sensor de presión In Situ Level Troll 500 o similar

##### **Metodología de medición**

La medición continua del caudal se realiza mediante la instalación de un sensor de presión que registra la altura de la columna de agua en una sección de aforo de control conocida y que no cambia en el tiempo. Luego, se aplica una curva de descarga preestablecida para relacionar dicha altura con el caudal pasante.

- 1) Instalación y configuración del sensor de presión.
- 2) Descarga de los datos.
- 3) Reinicio de transductor de presión y configuración para nuevo período de medición<sup>38</sup>.
- 4) Determinación de caudal pasante a partir de los datos descargados mediante utilización de curva de descarga preestablecida.

En la Tabla 4-21 se muestra la relación de los números de serial correspondiente al equipo de Level Troll, relacionado con la infraestructura en la que ha estado instalado durante el periodo reportado (primer semestre de 2021). Los certificados de calibración de cada Level Troll (identificado por el número serial) está disponible en el Anexo 3.3.

---

<sup>38</sup> Para la nueva configuración del transductor es necesario medir previamente la densidad en una muestra del pozo. Este procedimiento se describe en el apartado que viene más adelante 4.4.8. Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas.

**Tabla 4-21: Relación número serial de Level Troll con el nombre de infraestructura y el periodo instalado**

Infraestructura	Periodo de instalación	Serial
PUENTE SAN LUIS AFORO	27/05/2020 12:45 - 29/01/2021 12:00	685841
	29/01/2021 12:01 - Vigente al cierre del periodo	685372

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.8. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

En este capítulo se describen los materiales, equipos y metodologías seguidas para el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Esto implica que en terreno se realiza la recolección de muestras (muestreo) tanto para agua superficial como subterránea (donde el procedimiento es similar) y la medición in situ de los parámetros fisicoquímicos. En las siguientes secciones se describe cada caso.

Las muestras recogidas en terreno son luego enviadas al laboratorio. Las muestras son analizadas en el presente informe por la ETFA, ALS Environmental, que para el primer semestre 2021 ha contratado para el muestreo en terreno a SOPROCERT. En los casos en que SOPROCERT no ha podido acceder al punto y sí la ETFA SEGEA, es ésta quien ha procedido con el muestreo en esos casos. En la Tabla 4-22 se presentan los puntos que no pudieron ser muestreados en la campaña prevista con SOPROCERT y fueron muestreados posteriormente por SEGEA.

**Tabla 4-22 Puntos muestreados por ETFA SEGEA en enero y abril – mayo 2021.**

enero 2021	abril / mayo 2021
REGLILLA BURRO MUERTO CONAF	L10-1; L4-10; L4-12; L4-8; L4-9; L5-3; L7-G1; REGLILLA BARROS NEGROS CONAF; REGLILLA CHAXAS CONAF; REGLILLA SALADA CONAF

Los procedimientos seguidos son de acuerdo con las metodologías acreditadas para cada parámetro en particular, generalmente siguiendo las directrices de la serie Standard Methods, o aquellas que corresponda para cada punto de muestreo y parámetro.

De toda la información recopilada en terreno y en laboratorio, se realiza un proceso de validación de los datos a partir de distintos criterios y que se describe en la última sección de este apartado.

### **Muestreo de aguas superficiales y subterráneas**

El muestreo de aguas superficiales y subterráneas tienen similitudes, por lo que se tratan en el mismo apartado, ya que la única diferencia está en el método de la recolección de la muestra, el tratamiento y transporte posterior es el mismo dependiendo del parámetro a analizar.

#### Materiales y/o equipos

En la Tabla 4-23 se muestran los materiales necesarios para llevar a cabo el muestreo de aguas y se detalla el que corresponde a aguas superficiales y subterráneas.

**Tabla 4-23: Materiales y equipos para llevar a cabo el muestreo de aguas superficiales y subterráneas**

	Agua subterránea	Agua superficial
Pozómetro Solinst Model 101 Punta P2 de 30, 60 o 150 metros o similar	•	•
Piseta con agua destilada	•	•
Flexómetro		•
Bomba para purga y muestreo (si corresponde)	•	
Bailer de muestreo (si corresponde)	•	
Guantes desechables	•	•
Envases plásticos/vidrio de distintos volúmenes.	•	•
Preservantes para las muestras (si corresponde)	•	•
Etiquetas autoadhesivas (si corresponde)	•	•
Sistema de refrigeración (cooler y/o ice pack).	•	•
Ficha de información de muestreo, puntos y parámetros de terreno	•	•
Registro de actividades realizadas en cadena de custodia	•	•

Fuente: Elaboración propia.

#### Metodología de muestreo

El muestreo de agua, que es realizado por las ETFAs correspondientes, se hace de acuerdo con las normas de referencia principales que se muestran en la Tabla 4-24, según sea agua subterránea o superficial. De forma genérica, el procedimiento de muestreo incluye las etapas que se describen en la Tabla 4-25.

**Tabla 4-24: Normativas de referencia para el muestreo de aguas superficiales y subterráneas**

<b>Variable Calidad</b>	<b>Normativas de referencia SOPROCERT</b>	<b>Normativas de referencia SEGEA</b>
<b>Agua subterránea</b>	MMA-PR-12, Procedimiento de Muestreo y Medición de agua Subterránea	P-HIDRO-01 Procedimiento de Muestreo de Agua Superficial y subterránea
		I-HIDRO-01 Instructivo Condiciones y Almacenamiento de las Muestras
		I-HIDRO-02 Instructivo Sistema de Codificación de Registro de las Muestras
		I-HIDRO-03 Instructivo Específico Uso Medidor de pH
	NCh 411/11 Of. 1998 Calidad de agua-muestreo-Parte11: Guía para muestreo de aguas subterráneas	I-HIDRO-04 Instructivo Específico Uso Medidor de Conductividad
		I-HIDRO-05 Instructivo Específico Uso Medidor de Potencial Redox (Orp)
		I-HIDRO-06 Instructivo Específico Uso Medidor de Oxígeno Disuelto (Od)
		I-HIDRO-07 Instructivo Específico Uso Medidor de Temperatura
		I-HIDRO-10 Instructivo Específico Registro Fotográfico
<b>Agua superficial</b>	MMA-PR-44, procedimiento de Muestreo y Medición de Agua Superficial	P-HIDRO-01 Procedimiento de Muestreo de Agua Superficial y subterránea
		I-HIDRO-01 Instructivo Condiciones y Almacenamiento de las Muestras
		I-HIDRO-02 Instructivo Sistema de Codificación de Registro de las Muestras
		I-HIDRO-03 Instructivo Específico Uso Medidor de pH
	NCh-ISO 5667/ Of. 2005, Calidad de agua- Muestreo- Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. RESULTADOS PARÁMETROS EN TERRENO	I-HIDRO-04 Instructivo Específico Uso Medidor de Conductividad
		I-HIDRO-05 Instructivo Específico Uso Medidor de Potencial Redox (Orp)
		I-HIDRO-06 Instructivo Específico Uso Medidor de Oxígeno Disuelto (Od)
		I-HIDRO-07 Instructivo Específico Uso Medidor de Temperatura
		I-HIDRO-10 Instructivo Específico Registro Fotográfico

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4-25: Etapas de muestreo en puntos subterráneos y superficiales**

		Agua subterránea	Agua superficial
1	Medición del nivel freático, antes y después de tomar la muestra	•	
2	Purga de pozo (cuando corresponda <sup>39</sup> )	•	
3	Selección del envase adecuado de acuerdo con el volumen de muestra necesario y tipo de análisis, que depende de cada analito	•	•
4	Homogeneización de la muestra, ambientación del envase y toma de la muestra	•	•
5	Adición con preservantes si se requiere en función del analito a analizar	•	•
6	Identificación de la muestra	•	•
7	Almacenamiento de la muestra	•	•
8	Transporte de la muestra	•	•
9	Entrega de la muestra en laboratorio	•	•
10	Registro de actividades realizadas en cadena de custodia	•	•

Fuente: Elaboración propia.

### **Medición de parámetros fisicoquímicos en terreno**

Las mediciones de los parámetros fisicoquímicos en terreno deben ser medidos como compromiso por la ETFA correspondiente.

#### Materiales y/o equipos

- Medidor multiparamétrico marca WTW, modelo pH\_Conc 330-340i o similar
- Manuales correspondientes de los medidores usados, que deben ser llevados a terreno y ser consultados en caso de dudas o manipulaciones no rutinarias
- Soluciones de calibración para pH y conductividad eléctrica
- Densímetros (rangos: 1,0-1,1; 1,1-1,2; 1,2-1,3; 1,3-1,4 g/ml) cuando se requiera
- Solución de mantención de electrodos, para el medidor multiparamétrico
- Papel “tissue” u otros no abrasivos, paños de algodón de poca pelusa
- Ficha de información de muestreo y parámetros de terreno

<sup>39</sup> Existen puntos que se encuentran en áreas de baja permeabilidad y el purgado para el muestreo podría ser contraproducente, afectando a los niveles de áreas sensibles. Se han dado casos de purgados que han tardado años en recuperar el nivel anterior, como L10-1.

- Guantes desechables (especialmente para medición de parámetros orgánicos)
- Agua destilada/desionizada

### Metodología de medición

Para la correcta medición de parámetros fisicoquímicos en terreno, se deben efectuar las labores indicadas en la Tabla 4-25 que permitan contar con una muestra representativa del cuerpo de agua. Cabe señalar que las mediciones en terreno son realizadas en forma paralela tanto por una ETFA autorizada por la SMA, como por SQM a modo de contraste y para complementar los resultados con medición de densidad en terreno. La metodología que se sigue en terreno para la medición de los parámetros fisicoquímicos se detalla a continuación:

- Calibración de equipos (sonda multiparámetro).
- Purgado de pozos en caso de aguas subterráneas (cuando corresponda).
- Toma de muestra.
- Vaciar muestra en probeta u otro recipiente (volumen según sea el caso) para medición de parámetros de terreno.
- Medición con equipo multiparámetro y posterior registro de datos.
- Registrar profundidad de la bomba (cuando corresponda).
- Registrar datos, condiciones ambientales y observaciones.
- Limpieza del material utilizado con agua destilada.

### **Validación de los datos de calidad del agua**

En esta sección se realiza un breve resumen del procedimiento seguido para la revisión de los resultados de calidad (expuestos en el capítulo 5) con el objetivo de identificar si han existido desviaciones importantes en los resultados de algunos parámetros que puedan dificultar los análisis e interpretaciones a realizar posteriormente. Los principales criterios de validación son los siguientes;

- **Balance en masa de Sólidos.** Para aquellas muestras que se analizan Sólidos Disueltos Totales (SDT), Sólidos Suspendidos (SS) y Sólidos totales (ST), debe cumplirse la siguiente expresión:

$$Balance = 100 * \frac{ST - SDT - SS}{ST}$$

En el caso de encontrarse desviaciones importantes, mayores al 20%, se solicita un chequeo al laboratorio. En caso de no poder corregirse, se consideran los resultados de los parámetros afectados no validados.

- **Balance iónico.** Para aquellas muestras que se analizan los iones mayoritarios se verifica el error de cargas entre cationes totales (cat) y aniones (an). Por lo general se suele admitir un valor de 5% con cationes disueltos según la bibliografía existente (Custodio & Llamas, 2001). Dadas las elevadas concentraciones que se encuentran en la salmuera, de acuerdo con la literatura disponible (Garcés et al, 1996), se ha definido un valor inferior a 7,5%, como valor recomendable, aceptándose algún valor máximo puntual del 10%.

El cálculo de Balance iónico (BI) se realiza mediante la expresión:

$$BI(\%) = 100 \frac{\sum \text{cat} \left( \frac{\text{meq}}{L} \right) - \sum \text{an} \left( \frac{\text{meq}}{L} \right)}{\sum \text{cat} \left( \frac{\text{meq}}{L} \right) + \sum \text{an} \left( \frac{\text{meq}}{L} \right)}$$

En los casos que el BI ofrece resultados mayores de 10%, se solicita la revisión del análisis al laboratorio. Si después de la revisión por parte del laboratorio se mantiene el mismo valor o si no se ha podido efectuar un nuevo análisis de la muestra, se mantiene como no validado y se sugiere que para los futuros análisis no sea considerado.

- **Comparativa con respecto las concentraciones históricas.** Se revisa la coherencia del resultado actual con los resultados anteriores para el mismo punto y analito. El criterio empleado consiste en el cálculo de:

$$[X_{\text{Punto,analito}}] \leq \text{Validado } [X]$$

$$\text{Validado } [X] = \bar{x} + 2 \sigma$$

“Validado [X]” representa la concentración empleada como valor para detectar valores que pueden considerarse *outliers*, “ $\bar{x}$ ” representa el valor promedio de todas las mediciones existentes y “ $\sigma$ ” la desviación estándar de las concentraciones para un punto y analito. Los valores que superan este valor son revisados y si procede, se solicita la

revisión del análisis al laboratorio. Si después de la revisión por parte del laboratorio se mantiene el mismo valor o si no se ha podido efectuar un nuevo análisis de la muestra, este dato se mantiene como no validado. Si las campañas posteriores confirman ese resultado, dejará de ser considerado valor anómalo y se investigará que ha podido producir ese cambio. Los resultados validados por esta condición aparecerán con resalte en los gráficos del capítulo 5.

Además de estos criterios definidos se realizan también correlaciones para ver la coherencia de los resultados y comprender las posibles desviaciones en el sistema natural, en caso de presentarse. En este sentido, se comparan los resultados de los parámetros fisicoquímicos en terreno y laboratorio, tales como pH, conductividad, densidad. En caso de existir diferencias relevantes entre ambos puede deberse a que la muestra se haya visto alterada en el tiempo que se produce entre la medición en terreno y laboratorio. Los procesos que se pueden dar durante este espacio de tiempo pueden ser muy variados; precipitación o disolución química, evaporación, interacción con la atmósfera, contaminación o incluso cambio de muestras en el etiquetado. Estos resultados no se muestran en los apartados siguientes, salvo en el caso concreto de que exista alguna desviación que sea importante hacer notar.

En esta misma línea, se revisa también la coherencia entre densidad, conductividad (CE) y sólidos disueltos totales (STD) para las muestras. Esta validación puede llevarse a cabo por medio de la correlación que existe entre estas variables. Para ello existen ejemplos publicados para el Salar de Atacama: (SGA, 2015) y (Marazuela, Vázquez, Palma, García, & Ayora, 2018). Nótese que entre la densidad y los STD, la correlación es prácticamente lineal, sin embargo, para las correlaciones con CE (CE vs densidad o CE vs STD), la correlación es lineal únicamente hasta los 150.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aproximadamente; para valores mayores, la correlación de igual manera existe, pero se expresa mediante un grado polinómico mayor, conllevando mayor incertidumbre en la conversión de un parámetro a otro.

La aplicación de esta técnica de validación permite completar la revisión que se hace de estos analitos cuando se comparan con los resultados históricos; las variaciones que puedan darse en el sistema natural objeto de seguimiento deberán producir desviaciones en todos a la vez (CE, TSD y densidad) y en una cierta proporción según sea la correlación. Si se diera una desviación

de uno solo de estos analitos, sin verse afectados los otros, el motivo que lleve a esta situación será con toda probabilidad, ajeno a un cambio en el sistema natural.

### **Clasificación agua dulce, salobre y salmuera**

La cuenca del Salar de Atacama presenta fluidos de distinta naturaleza y características, que son clasificados como agua dulce, agua salobre o salmuera. Esta clasificación se efectúa desde la clasificación de Fetter (2001) modificado, la cual puede verse en la Tabla 4-26. La definición de los valores o límites a partir de los cuales se clasifican los distintos fluidos presentes en el Salar de Atacama debe mantenerse actualizada en base a correlaciones entre los distintos parámetros, que permiten robustecer esta clasificación.

**Tabla 4-26 Rangos según SDT para definición de agua dulce, transición y salmuera.**

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

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

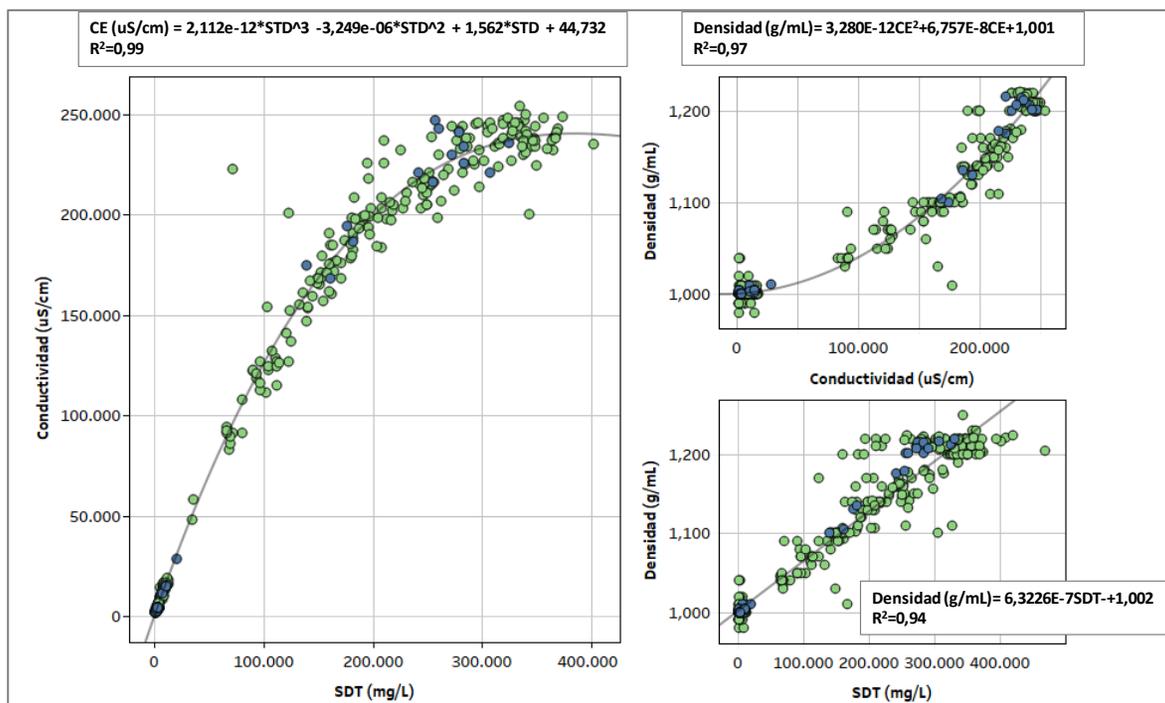
En la Figura 4-16 se presentan las correlaciones entre SDT vs CE y SDT vs densidad, obtenidas con los resultados obtenidos en los distintos informes PSAH. Estas correlaciones y sus ecuaciones de ajuste serán empleadas para definir los límites ente agua dulce, zona de transición y salmuera en base a mediciones de conductividad y densidad. En la misma Figura 4-16 se presenta también la correlación entre CE y densidad que resulta útil conocer para otros potenciales estudios.

Los datos empleados en la Figura 4-16 son los adquiridos en forma posterior a 2016, debido a que para los datos anteriores existió un problema con las mediciones de SDT para los valores de salmuera (Anexo 10.3, Informe PSAH 26). Los resultados históricos se presentan en color verde mientras que los del semestre reportado en este informe se presentan en color azul.

Para la elaboración de estas correlaciones se han empleado los resultados validados según el criterio de concentración histórica y que no presentan una diferencia entre los datos de CE de laboratorio y de terreno mayor a un 20%, ni una diferencia entre densidad de laboratorio y

densidad de terreno mayor a un 1%. Puede verse que las correlaciones empíricas obtenidas presentan resultados muy buenos para la correlación entre SDT y CE y CE-Densidad, con valores  $R^2$  de 0,99 y 0,97, respectivamente y aceptable para SDT – densidad con un  $R^2$  de 0,94.

**Figura 4-16: Correlaciones CE-SDT, Densidad – CE y Densidad -SDT para las muestras colectadas desde 2016**



Fuente: Elaboración propia.<sup>40</sup>

Considerando estas correlaciones y la definición para agua dulce, zona de transición y salmuera mostrada en la Figura 4-16, se obtienen los distintos rangos para SDT, CE y densidad, mostrados en la Tabla 4-27. No obstante, dado que estos valores calculados se encuentran sujetos a cierta

<sup>40</sup> Se ha mejorado el ajuste entre SDT y CE con una ecuación de tercer grado. (En el informe PSAH 27 era una ecuación de 2º grado, lo que originaba que los valores de CE descendieran para valores muy elevados de SDT. Además, se detectaron dos errores de tipeo en el informe PSAH 27 respecto a las ecuaciones de Densidad y Conductividad, siendo las ecuaciones correctas:  
Densidad=  $3,128E-12CE^2+8,411E-8CE+1,000$  (Se había omitido el E-8 en el segundo término de la ecuación  
Conductividad =  $-2,124E-6SDT^2+1,423SDT+1123,53$  (Se había omitido el signo “-“ al comienzo de la ecuación.

incertidumbre asociada a toda medición de laboratorio, se puede considerar aplicar un  $\pm 10\%$  en los valores de CE calculados y un rango de  $\pm 2\%$  g/mL para los valores de densidad calculados. Esta clasificación resulta de gran utilidad para la clasificación de fluidos en Salar de Atacama pero no incide en los resultados obtenidos.

**Tabla 4-27 Clasificación de tipos fluidos en base a TSD, CE y Densidad.**

Tipo Agua	TSD (mg/L) (Fetter modificado, Tabla 4-26)	CE (mS/cm)	Densidad (g/mL)
Dulce	0 - 3.000	0 a $5 \pm 0,5$ mS/cm	1 a $1,003 \pm 0,002$
Zona de Transición	3.000-100.000	$5 \pm 0,5$ a $126 \pm 13$ mS/cm	$1,003 \pm 0,002$ a $1,065 \pm 0,002$
Salmuera	>100.000	> $126 \pm 13$ mS/cm	> $1,065 \pm 0,002$

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.9. PERFLAJE DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN POZOS**

Los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo los perfiles de conductividad eléctrica se listan a continuación. Luego, se detalla la forma en que se realiza este tipo de monitoreo en terreno.

##### **Materiales y/o equipos**

- Sonda Conductividad KLL-Q-2 SEBA HYDROMETRIE
- Piseta con agua dulce

##### **Metodología de medición**

La medición de la conductividad eléctrica en los pozos de cuña salina, mediante un proceso de perfilaje en profundidad, se realiza mediante el procedimiento P-014 de SQM (adjunto en el Anexo 3.1) y los certificados de calibración del equipo se encuentra en el Anexo 3.2. A continuación, de forma genérica, el procedimiento consta de los siguientes pasos:

- 1) Verificación de estado de funcionamiento de sonda multiparamétrica
- 2) Ingreso de sonda en pozo hasta alcanzar el nivel freático
- 3) Descenso de sonda de forma gradual (cada 1 metro) y a una velocidad adecuada para la correcta medición de los parámetros.

- 4) Registro manual de los valores de conductividad y temperatura entregados por la sonda cada 1 metro de profundidad.
- 5) Limpieza del material utilizado con agua dulce.
- 6) Descarga de los datos desde la sonda.

#### **4.4.10. MEDICIÓN METEOROLOGÍA**

La medición de los parámetros meteorológicos se realiza a partir de las estaciones que SQM dispone en el Salar (KCL y Chaxa). Para efectos del cumplimiento de la RCA 226/2006, las estaciones se encuentran equipadas con los sensores que se detallan a continuación:

##### **Materiales y/o equipos**

- Evaporímetro: NOVALYNX 255-100
- Pluviómetro: Texas Electronics 525 M
- Monitoreo del viento: Young 05103-5 WS
- Temperatura: T° HR HMP45C Vaisala

##### **Metodología de medición**

La recolección de información meteorológica se realiza mediante estaciones de monitoreo operadas por SQM. La medición se realiza automáticamente cada 5 minutos para precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, mediante los sensores que se encuentran instalados en las estaciones. Esta información es descargada desde el data logger por personal de SQM mensualmente en el caso de la estación KCL y Chaxa, información que es almacenada en servidores internos.

#### **4.5. FECHA DE MEDICIÓN, MUESTREO Y/O ANÁLISIS**

Las fechas de muestreo, medición y/o análisis que se reportan en este informe corresponden al primer semestre de 2021, que comprende el período entre el 01 de enero y el 30 de junio, de 2021.

En el capítulo 5, que corresponde a la exposición de los resultados, quedan indicadas todas las fechas en las que se han tomado las medidas o se han recogido las muestras.

#### 4.6. INCERTIDUMBRES ASOCIADAS A LOS MÉTODOS UTILIZADOS

En la ejecución de cualquier medición existe siempre asociado un grado de error o incertidumbre que depende, entre otros, de los siguientes factores:

- Habilidad y el conocimiento de la persona que realiza el muestreo y/o la medición.
- Precisión de los equipos.
- Calibración de equipos.
- Representatividad de las muestras.
- Condiciones ambientales.

La definición de un procedimiento para realizar la medición y verificar su cumplimiento se realiza con el objetivo de minimizar y controlar las incertidumbres existentes.

En la obtención de la cota piezométrica las incertidumbres se concentran en la precisión de los equipos de medición como son el pozómetro ( $\pm 5 \text{ mm}^{41}$ ), la observación de la medida por parte del monitor ( $\pm 1 \text{ mm}$ ) y la precisión con la que se haya medido la cota del punto de referencia ( $\pm 1 \text{ cm}$ ); esta última depende del equipo de medición topográfica usado, además de las condiciones climáticas, el tiempo transcurrido (minutos) durante los registros de la medición en el punto y la distancia a la estación base, aunque, en general, es del orden de centímetros.

Para el caso de los puntos de medición continua, el valor del nivel se obtiene mediante transductores de presión. El transductor registra la presión cada 1 minuto, tal y como establece la Res. Ex. N°1314 y, mediante un valor de densidad de referencia ingresado por el usuario, calcula y reporta el nivel freático en profundidad desde el punto de referencia. Dado que los valores de densidad de referencia para los cálculos son obtenidos por mediciones de terreno

---

<sup>41</sup> De acuerdo a especificaciones técnicas del equipo, adjuntas en Anexo 3.1.

efectuadas con frecuencia mensual, los valores de nivel reportados por los transductores cada 1 minuto tienen una incertidumbre debida a no contar con medidas de densidad con la misma frecuencia. En general, en los puntos de control de nivel freático ya sea de agua o salmuera, los valores de densidad presentan oscilaciones pequeñas y la mayoría de los puntos de medición continua son de este tipo. Los valores de densidad pueden variar en mayor grado cuando los puntos de medición están ubicados en zonas de aguas aflorantes (reglillas) o cercanos a éstos, donde la salinidad y, por ende, la densidad puede aumentar sensiblemente durante largos períodos de evaporación o disminuir durante los eventos de precipitación. Los puntos de este tipo son la minoría de los de medición continua.

En la medición de parámetros fisicoquímicos en terreno y los parámetros medidos en laboratorios externos, la incertidumbre recae en la representatividad de la muestra en la que se miden los parámetros, el estado de calibración y adecuación del rango de trabajo de los equipos de medición, además del rango de precisión del mismo equipo. En el caso de la necesidad de procesos de preparación de la muestra, como diluciones u otras manipulaciones, se incrementan las incertidumbres. Seguir los procedimientos en el caso de la medición de parámetros “in situ”, muestreo y cumplimiento de los estándares de calidad por parte de los laboratorios, en adición a tomar muestras por duplicado, pueden contribuir en minimizar y controlar las incertidumbres de los parámetros.

En la medición de caudales en cauces naturales, la incertidumbre recae en la medición del área de las secciones ( $\pm 0,1 \text{ m}^2$ ), la precisión de medición del molinete ( $\pm 0,1 \text{ m/s}$ ) y el régimen del flujo de agua (laminar-turbulento).

Para el caso de las mediciones de precipitación, evaporación, temperatura y velocidad del viento, la incertidumbre asociada está ligada a la precisión de los equipos utilizados en las estaciones meteorológicas, los que se deben mantener limpios y calibrados, de acuerdo con lo indicado por el fabricante (mayor detalle Anexo 3.1).

En la obtención de la superficie de las lagunas mediante el procesamiento de imágenes satelitales que se realiza en abril de cada año, la incertidumbre se asocia a la resolución de dichas imágenes (lo que se mide en función del tamaño del píxel de la imagen) y las decisiones posteriores que se requieren para el procesamiento y el mismo cálculo de los índices.

Sobre el efecto de la resolución de la imagen; a cada píxel de las imágenes se le asigna un valor correspondiente a la longitud de onda registrada por el satélite, que integra toda la información del área del mismo píxel. Como consecuencia, a mayor tamaño de píxel, menor precisión. Las imágenes satelitales utilizadas para la medición de superficies lacustres presentadas en este documento tienen alta resolución espacial (píxeles pequeños), la que se presenta a continuación:

- Quickbird-II; 2,4x0,6 m
- Worldview-II; 2x0,5 m
- Geoeye-1; 1,65x0,4 m

Adicionalmente, cada 5 años se mide topográficamente la superficie de las lagunas (RTK). El resultado es una medición directa de la superficie de las lagunas. De este modo, la medición del mes de abril se compara con los resultados de la medición a partir de las imágenes satelitales a modo de validación de éstas. La incertidumbre de este método depende de la cantidad de puntos que se tomen en el perímetro de la laguna y el número de satélites disponibles durante la medición. El GPS (dependiendo del modelo) tiene un error aproximado de:

- Horizontal: 3 mm + 0,5 ppm (x longitud de línea de base)
- Vertical: 5 mm + 0,5 ppm (x longitud de línea de base)
- Horizontal: 10 mm + 1,0ppm (desplazamiento)
- Vertical: 15 mm + 1,0ppm (cota)

Por otro lado, la superficie de las lagunas se mide mediante estacas perimetrales, en los meses de enero, abril, julio y octubre. Este método es aproximado ya que utiliza la presencia de agua en ciertos puntos prefijados (estacas) para generar polígonos y así estimar la superficie cubierta con agua, por lo que es menos exacto que el método de las imágenes satelitales y que la medición mediante topografía.

Con respecto los caudales medidos mediante flujómetro Endress+Hauser Flowtec y Yokogawa tienen un error de  $\pm 0,5$  % del flujo medido, de acuerdo con las especificaciones técnicas de los equipos.

#### 4.7. EVENTOS POSTERIORES RELACIONADOS CON EL PERÍODO REPORTADO

A la fecha de presentación de este informe, se han producido una serie de eventos de los que es necesario dejar constancia:

- i. Mediante la Res. Ex. N° 2389/2021, de 5 de noviembre de 2021, la SMA ha renovado las medidas provisionales que habían sido ordenadas mediante Res. Ex. N° 1367/2020, de 6 de agosto de 2020; Res. Ex. N° 2141/2020, de 28 de octubre de 2020; Res. Ex. N° 962/2021, de 30 de abril de 2021; Res. Ex. N° 1695/2021, de 28 de julio de 2021, y Res. Ex. N° 1940/2021, de 01 de septiembre de 2021, que incluyen la aplicación de los umbrales de activación de fase I y II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto calificado mediante RCA N° 226/2006, como en los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA N°21/2016, y las correspondientes medidas de control, cuando corresponda, dando continuidad a las respectivas acciones que contempla el PdC propuesto en el proceso rol F-041-2016.
- ii. Con fecha 19 de agosto de 2021, la SMA mediante la Res. Ex. N° 34/Rol F-041-2016, formuló observaciones al Programa de Cumplimiento Refundido (PdC) presentado por SQM Salar el 30 de noviembre de 2020. Ante ello, con fecha 29 de septiembre de 2021, SQM Salar presentó en la forma y oportunidad exigida, una nueva versión del PdC, que incorpora las observaciones consignadas en los considerandos 63° y siguientes de la Resolución Exenta N°34/Rol F-041-2016. A la fecha de cierre de edición del presente reporte, se encuentra pendiente la decisión de la SMA respecto de la aprobación o rechazo del programa de cumplimiento propuesto. Cabe mencionar que, a partir de las acciones comprometidas en el PdC, se complementa la información asociada al PSAH, lo que tendrá igualmente reflejo en el próximo ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, comprometido en las acciones 10, 26, 43 y 50 del PdC.
- iii. Durante el segundo semestre de 2021 y hasta la fecha de cierre de edición del presente reporte, no se ha producido ninguna nueva activación de Fase II. Sin embargo, los indicadores L1-5 y Reglilla L1-G4, que activaron la Fase II durante el periodo

perteneciente al semestre reportado (abril 2021) no han mostrado todavía recuperación de sus niveles, por lo que se mantienen todavía con la Fase II activada hasta la fecha.

- iv. Con fecha 30 septiembre de 2021, se verificó la condición de activación de Fase I establecida en Anexo 4.04 del programa de cumplimiento de 29 septiembre de 2021, conforme a considerando 109 de Res. Ex. 34/Rol F-041-2016, en el pozo L10-11, del Sistema Peine, esto es, aplicando el criterio de activación “cuando se verifique durante cualquier día del mes que el nivel registrado en el respectivo indicador esté por bajo los umbrales de disminución de niveles freáticos”. Ahora bien, sin perjuicio de la medición registrada con fecha 30 de septiembre de 2021, si se considera el promedio mensual de los datos diarios de los tres últimos meses consecutivos en el punto L10-11, al término del mes de septiembre de 2021 se habría generado igualmente la condición de activación vigente previo a la presentación del programa de cumplimiento refundido de 29 de septiembre de 2021, por haberse registrado durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2021 promedios mensuales de cota de nivel inferiores a los umbrales aplicables a cada período. Se dio aviso de activación mediante Carta GMPL 185/2021 (Expediente Cod.8635),.

## 5. RESULTADOS DEL PRIMER SEMESTRE DE 2021

En esta sección se presentan los resultados del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico y del Plan de Contingencias (PC), en este orden, obtenidos durante el primer semestre del año 2021.

Los resultados son presentados de acuerdo con los criterios en materia de seguimiento ambiental definidos por la Superintendencia del Medio Ambiente mediante Res. Ex. N°223/2015, y teniendo a la vista los cargos formulados por la autoridad ambiental en relación con el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico (PSAH) en el marco del procedimiento sancionatorio de la SMA con Rol F-041-2016.

Adicionalmente, se han incorporado los resultados de la implementación de las acciones consideradas en el Programa de Cumplimiento (PdC) que se encuentran relacionadas con el PSAH y el PC, cuyo inicio de ejecución se comprometió durante el segundo semestre de 2018 y que actualmente se encuentra en evaluación a partir de las observaciones formuladas por la Superintendencia mediante Res. Ex. N°34/Rol F-041-2016. Dichas acciones son:

- Aumento de frecuencia de monitoreo de indicadores de estado de los Planes de Contingencia y del Sector Peine de mensual a diaria, a partir del 1 de diciembre de 2018, salvo para el caso de los indicadores que están dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (sectores Aguas de Quelana y Sistema Hidrológico de Soncor), donde la frecuencia de monitoreo se ajustará a lo indicado en el Protocolo de ingreso aprobado por Resolución N° 56/2019 de CONAF.
- Aplicación de los umbrales de activación de fase I y/o II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto calificado mediante RCA 226/2006, como en los pozos PN-05B y PN-08A del sector Alerta Núcleo del Plan de Alerta Temprana del considerando 10.18 de la RCA N°21/16, y las correspondientes medidas de control, cuando corresponda.

Como resultado de la implementación de estas dos acciones, a partir del segundo semestre de 2018 se reportan niveles observados con frecuencia diaria en los indicadores de estado de los

Planes de Contingencia, y se analiza el estado del PC provisional del Sistema Peine en los indicadores de estado y según los umbrales definidos en el PdC.

De acuerdo con las instrucciones impartidas por la SMA (DRes. Ex. 127/2019), las mediciones de los indicadores de estado son efectuadas por SQM, ya que tienen una frecuencia diaria.

Dicho todo lo anterior y junto con lo establecido en la RCA 226/2006, en la Tabla 5-1 se muestra la relación de cada parámetro junto con la frecuencia de medición comprometida y el detalle del responsable asociado, según deba ser una ETFA o SQM. Tal y como puede verse en la misma tabla, existen mediciones adicionales y voluntarias en el caso de los niveles y los aforos; en el caso de los niveles de los indicadores de estado la ETFA realizara mediciones mensuales adicionales con el objetivo de validar las mediciones realizadas por SQM. En el caso de los aforos, SQM también realiza mediciones en la misma visita en la que la ETFA realiza su medida. En la Tabla 5-1 se encuentra el detalle de esta diferenciación entre comprometido y voluntario para cada parámetro.

Así de esta forma, en los apartados de este capítulo en que se entrega el resultado de las mediciones de nivel, en las tablas se muestran los valores obtenidos en las medidas comprometidas (ver Tabla 5-1). Mientras que en los gráficos se muestran todas las mediciones realizadas (por SQM, por la ETFA y por las auditorías, en caso de que las hubiera). No obstante, el resultado completo de las mediciones (comprometidas y voluntarias) se entregan de forma tabulada en los respectivos anexos. Adicionalmente, para todos los grupos de pozos se presenta una tabla con el recuento mensual de las mediciones de nivel efectuadas en cada punto por cada empresa.

**Tabla 5-1: Detalle de la frecuencia y el responsable de las mediciones según éstas sean comprometidas o tomadas de forma voluntaria**

Tipo de punto	Parámetro de medición	Medición comprometida		Medición voluntaria	
		Frecuencia de medición	Responsable de la medición	Frecuencia de medición	Responsable de la medición
<b>Punto del PSAH</b>	<b>Nivel</b>	Mensual	ETFA	Mensual	SQM
	<b>Caudal de agua (aforos)</b>	Mensual	ETFA	Mensual	SQM
	<b>Calidad</b>	Trimestral	ETFA (SQM mide parámetros terreno con carácter voluntario)	-	-
	<b>Meteorología</b>	5 minutos	SQM	-	-
	<b>Superficie lacustre</b>	5 años/ anual/trimestral	SQM (mediante empresa especializada)	-	-
	<b>Caudal bombeado</b>	1 minuto	SQM	-	-
<b>Indicador de estado PC</b>	<b>Nivel</b>	Diaria	SQM	Mensual	ETFA

Fuente: Elaboración propia

## 5.1. MONITOREO DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO

En el presente capítulo se exponen los registros de los monitoreos, mediciones y/o análisis efectuados en el marco del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico desde enero hasta junio de 2021, agrupados según los siguientes sistemas y áreas de control (ver apartado 4.1.2):

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

Las variables monitoreadas en cada uno de estos sistemas, según corresponda, han sido agrupadas de la siguiente forma (ver apartado 4.2):

- Nivel del agua (subterránea y superficial)
- Calidad química
- Meteorología
- Aforos de caudal
- Caudal bombeado
- Superficie lacustre

En los siguientes apartados, se hace una descripción sobre el contexto en que se han llevado a cabo las mediciones y/o análisis y en ocasiones también una breve descripción de los valores

resultantes, aunque el análisis más detallado respecto la tendencia histórica se desarrolla en el capítulo 6.

Para una mejor comprensión del seguimiento ambiental objeto del presente reporte, y sobre la base a los distintos comportamientos esperados, los resultados del monitoreo en cada sistema han sido sectorizados de acuerdo con las zonas acuíferas definidas en la Figura 4-2, esto es; zona aluvial, zona marginal y zona núcleo.

A modo de facilitar la visualización e interpretación conjunta del seguimiento ambiental, se ha optado por presentar mediante gráficos todos los resultados obtenidos en el período, ya sean éstos puntuales, continuos o efectuados por alguna entidad externa (si fuere el caso), junto con las tablas que detallan la fecha y la medición puntual correspondiente. En el caso de los pozos pertenecientes al PC, que disponen de una medida diaria, en las tablas se exponen los máximos y mínimos mensuales a modo de referencia. No obstante, los datos diarios tabulados resultantes, se entregan en el anexo correspondiente a los niveles (Anexo 5.2).

En el caso de los niveles, para cada punto se presenta tanto la fecha de monitoreo como el nivel del agua subterránea o superficial (según corresponda) expresado en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm). En el Anexo 5.2 se presenta en forma tabulada la información de todos los monitoreos efectuados para el período objeto del presente informe de agua subterránea y superficial, de acuerdo al formato establecido en a la Res. Ex. 894/2019, que incluye las mediciones en metros por sobre el nivel medio del mar (msnm), metros bajo el punto de referencia (mbpr) y metros bajo el nivel del terreno (mbnt).

En el Anexo 5 se adjuntan los informes elaborados por parte de la ETFA de niveles y medición de caudal de agua superficial (aforos), donde además se respalda y justifica en el caso que los puntos no hayan podido ser visitados.

En el Anexo 6 se agrupa toda la información referente al monitoreo de calidad: en el Anexo 6.2 se entregan todos los informes reportados por las ETFAs, donde también se indican los puntos que no pudieron ser muestreados. En el Anexo 6.1 se entregan todos los resultados de calidad obtenidos para este primer semestre de 2021 de acuerdo con formato establecido en la Res. Ex.

894/2019 y en el Anexo 6.3 se presentan tabulados los resultados de los perfiles de conductividad eléctrica.

Los resultados de los aforos (caudal de agua superficial) se encuentra en el Anexo 8 de acuerdo al formato establecido en la Res. Ex. 894/2019. El caudal medio mensual resultante, junto con las otras variables emitidas por el flujómetro de los pozos de agua industrial para este semestre se entrega en el Anexo 7 según el formato establecido en la Res. Ex. 894/2019.

En el Anexo 9 se presentan los antecedentes relacionados con las variables meteorológicas: en el Anexo 9.1. se entregan de forma tabulada las mediciones recopiladas de las estaciones y en el Anexo 9.2 se presenta el informe que describe la metodología y los resultados del proceso de relleno de datos, pues como se describe con detalle en el apartado correspondiente a esta variable, existe un número de registros que se perdieron.

Por otro lado, en el Anexo 4 se presentan todas las comunicaciones y resoluciones que afectan al actual periodo reportado; en el Anexo 4.1 se agrupa todo lo referente a la gestión de ingreso a RNF (cartas de SQM solicitando ingreso y resoluciones que informan sobre las condiciones de ingreso o cierre de la reserva). En el Anexo 4.2 se agrupa todo lo referente a la gestión de ingreso al sector del Sistema Peine que se encuentra dentro del área reclamada por la Comunidad de Peine (cartas de SQM solicitando ingreso y comunicaciones por parte de la comunidad) y en el Anexo 4.3 se entrega el respaldo y las cartas que han sido enviadas a la Comunidad de Coyo con la solicitud de ingreso al sector de Tambillo. En el Anexo 4.4 se presentan las cartas emitidas por SQM para informar de las diversas activaciones de fase del PC. Finalmente, en el Anexo 4.5 se entregan diversos antecedentes que informan de situaciones que hayan podido causar una alteración en las mediciones y/o muestreos durante el presente semestre reportado.

Por último, en el Anexo 11 se entrega de forma tabulada el detalle de la estratigrafía y habilitación de los piezómetros y pozos que forman parte de la red del PSAH que se presentan en este reporte.

### 5.1.1. RESUMEN DE PUNTOS NO VISITADOS

Actualmente el PSAH se caracteriza por contar con puntos de medición/muestreo en áreas con acceso restringido. En primer lugar, el “Protocolo de monitoreo ambiental para sector Soncor, Tambillo y Aguas de Quelana de la Reserva Nacional Los Flamencos” que limita el acceso a las zonas de la Reserva Nacional Los Flamencos (RNF) y que entró en vigor el 14 de junio de 2019 de forma permanente, según Resolución N° 56/2019 de la Región de Antofagasta. Las reservas se encuentran en el sistema Soncor y Aguas de Quelana y los puntos que se encuentran dentro de estas áreas se describen a continuación:

- En el área del **Sistema Soncor** se restringe el acceso al entorno de las lagunas Chaxa, Barros Negros y Puilar, como también a la estación meteorológica de Chaxa. De entre la infraestructura habilitada en esta área, se incluyen los 2 puntos de aforo (Puente San Luis y Aforo Barros Negros) y 42 puntos de medición de nivel lo que equivale al 46% de la infraestructura del Sistema Soncor. Respecto de los muestreos de calidad trimestrales comprometidos en el PSAH, se encuentran 1 pozo (L7-G1) y las 4 lagunas (las que su muestreo correspondía al efectuado por CONAF anteriormente). De entre los indicadores de estado, el L7-4 (Subsector Puilar) se encuentra dentro de la Reserva. Cabe mencionar que existen dos pozos adicionales que no se encuentran dentro de la Reserva, pero sus accesos sí (1027 y L7-7), por lo que, si no existe permiso de ingreso en el subsector del centro turístico Chaxa, éstos tampoco pueden ser visitados.
- En el área del Sistema Aguas de Quelana la restricción limita el acceso a 33 puntos de medición de niveles y un punto para el seguimiento de la interfaz salina (53 % de la infraestructura del Sistema Aguas de Quelana queda dentro de la Reserva), de los cuales 17 cuentan con medición continua y 4 con muestreo de calidad. De éstos, 6 son indicadores de estado. Se hace notar que el indicador de estado L2-27 se ubica dentro de RNF, pero no se ha contabilizado en la anterior descripción, pues se encuentra a escasos metros del límite y debido a sus recientes activaciones de fase, en este punto se ha mantenido su visita diaria.

En segundo lugar, el protocolo N° 56/2019 define que, para acceder a las distintas zonas es requerimiento que SQM formalice primero una propuesta de monitoreo y posteriormente CONAF

emita las autorizaciones pertinentes donde se fijan las áreas y el número de días en que deben consistir las visitas. En la Tabla 5-2 se muestra el detalle de las cartas que SQM ha emitido trimestralmente para el actual periodo de reporte, en donde se realizan las propuestas de monitoreo en RNF Soncor y Aguas de Quelana, junto con la relación de cartas emitidas por CONAF conforme el detalle de los días y las actividades autorizadas en cada trimestre. Mencionar que, para el primer semestre 2021 y para RNF Aguas de Quelana, CONAF no llegó a emitir una carta formal y las autorizaciones se realizaron vía telefónica.

Respecto de la RNF, cabe señalar que desde mediados del primer semestre 2020 la reserva se encontraba cerrada como medida preventiva ante la pandemia producida por el COVID-19; el cierre se efectuó desde el 18 de marzo de 2020 y en su día no se fijó término. El presente semestre reportado se caracteriza por la reapertura de la reserva, pues el día 4 de enero de 2021 CONAF emitió la carta N°1/2021 que informó que se podían retomar las actividades dentro de las reservas (en Anexo 4.1).

Como se ha descrito anteriormente, las autorizaciones emitidas por CONAF fijan las áreas, el número de días y también el tipo de actividades a realizar en cada caso. En muchas ocasiones esta limitación supone que no se disponga del tiempo suficiente para todas las actividades de medición, muestreo o mantención necesarias en cada área, por lo que, pese a contar con las autorizaciones para cada mes, en muchas ocasiones no se han podido ejecutar todas las actividades comprometidas en el PSAH, como se describe a continuación.

Durante los meses de enero a abril, el anuncio de la apertura de RNF no implicó que se pudiera ejecutar en forma íntegra las actividades del PSAH, pues, por ejemplo, en el mes de enero 71 puntos de medición de niveles mensual (no pertenecientes al PC) no pudieron ser medidos; en febrero no se pudo medir niveles en 62 puntos, en marzo 58 y en abril 63. Mientras que, al mes siguiente (mayo 2021), se logró visitar todos los puntos de medición de niveles y en junio solo faltaron por visitar 12 puntos.

Respecto de los puntos del PC dentro de la reserva (se recuerda que hay 6 en el sistema Aguas de Quelana y 1 en Soncor), los que deben tener una medición diaria conforme a lo considerado en el PdC, resultó que en enero no se pudo acceder a ninguno de ellos. Durante el resto del semestre se visitó en 3 ocasiones (en 3 meses, distintos en cada caso) los puntos L3-9, L4-8, L4-

12, L5-10 y L7-4 y los puntos L4-10 y L3-11 fueron visitados 2 veces (en 2 meses, distintos en cada caso). Así, sí bien todos los puntos dentro de estas áreas han podido visitarse al menos dos veces durante este semestre, no ha sido posible realizar la medición con la frecuencia diaria considerada.

Respecto de las mediciones de extensión lagunar, estaba establecido que durante este primer semestre 2021 se realizaran los recorridos a pie por las lagunas (RTK) que no pudieron llevarse a cabo primer semestre 2020 debido al cierre por la pandemia. El resultado es que se ha podido completar esta actividad en la laguna Chaxa y Barros Negros, pero no ha sido posible en el caso de la laguna Puilar. En el mismo momento que se realizaba el RTK, también se llevó a cabo la medición con estacas y puntos de control por lo que se logró realizar también en las lagunas Chaxa y Barros Negros, no así en la laguna Puilar. La medición con estacas perimétricas tiene una frecuencia trimestral (2 veces en cada semestre), sin embargo, durante el primer semestre 2021 solo se pudo llevar a cabo una sola vez.

**Tabla 5-2: Resumen de correspondencia emitida para la concesión de permisos de ingreso a RNF**

Sistema RNF	Mes de monitoreo	ENVÍO SOLICITUD SQM		RESPUESTA AUTORIZACIÓN	
		Nº carta	Fecha emisión	Nº carta	Fecha emisión
Sistema SONCOR	ene-21	GMPL 005/2021	08/01/2021	Nº 4/2021	28/01/2021
	feb-21				
	mar-21				
	abr-21	GMPL 043/2021	08/03/2021	Nº 7/2021	31/03/2021
	may-21				
	jun-21				
Sistema AGUAS DE QUELANA	ene-21	GMPL 006/2021	08/01/2021	Nº 5/2021	09/02/2021
	feb-21				
	mar-21				
	abr-21	GMPL 42/2021	05/03/2021	- <sup>42</sup>	-
	may-21				
	jun-21				

Fuente: Elaboración propia. Todas las cartas se encuentran adjuntas en el Anexo 4.1.

<sup>42</sup> Para el segundo trimestre 2021 no se recibió una respuesta en forma de carta por parte de CONAF, se informó a SQM mediante otros medios.

Además de las restricciones de acceso a RNF, existe también el área controlada por la Comunidad de Peine en la zona marginal al sur, lo que implica que es necesario contar con el consentimiento de ésta para poder realizar todas las actividades necesarias (medición, muestreo y mantención). A continuación, se detalla la relación de puntos implicados:

- Esta área dentro del **Sistema Peine** contiene 16 puntos de nivel mensual (no hay ningún punto del PC), los 2 puntos de aforo y 3 pozos para el seguimiento de la interfaz salina, lo que supone que un 70% de la infraestructura. A lo anterior se debe añadir el acceso a las lagunas Salada, Saladita e Interna.
- La Comunidad de Peine también suele ejercer el control sobre el **Sector de Tilopozo**, lo que implica la restricción de acceso a 4 pozos y 1 reglilla para su medición mensual de nivel.

Para solicitar la autorización de ingreso a estas áreas, durante el primer semestre 2021 SQM ha enviado una serie de cartas dirigidas a la comunidad, detallando la propuesta de actividades a realizar cada vez (ver la Tabla 5-3). Cabe decir que, el día 1 de diciembre de 2020 SQM recibió la carta N°81/2020 por parte de la Comunidad de Peine, que decretaba el cierre de su área entre los meses de octubre (2020) a febrero (2021) como medida de protección a estas zonas sensibles durante los meses de reproducción y nidificación de flamencos, por lo que los ingresos se han efectuado a partir de entonces. Como respuesta a las cartas enviadas por SQM, la Comunidad de Peine ha transmitido las autorizaciones de forma verbal en las reuniones que ambas partes han efectuado, o bien mediante correos electrónicos, por lo que no se cuenta con documentos formales para todos los casos.

De esta forma, durante el primer semestre de 2021 se ha podido acceder a todos los puntos de esta área al menos una vez, lo que ha sido muy positivo para el monitoreo del sistema Peine pues hay puntos que no habían podido ser medidos desde 2018. No obstante, de la misma forma que ha ocurrido en las áreas de RNF, la frecuencia no ha podido ser la considerada en todos los casos debido también a la limitación de tiempos, áreas y actividades programadas cada vez. Con respecto las mediciones de extensión lagunar, se ha logrado realizar el RTK, la medición con estacas perimetrales y los puntos de control en las lagunas Salada y Saladita, no así en Interna,

que no se logró realizar el RTK ni la medición de puntos de control. Hay que destacar que Interna no cuenta con estacas perimetrales instaladas.

Finalmente, los 3 puntos ubicados en el sector de Tambillo (2 pozos y una reglilla), al norte del sistema Soncor, siguen sin poder ser visitados debido a la existencia de una barrera y un pretil que corta el camino de acceso e impiden llegar a los puntos (ver Figura 5-1); el acceso se encuentra controlado por la Comunidad de Coyo desde noviembre de 2019 y desde entonces se ha dado aviso a la SMA del impedimento de poder realizar el monitoreo, a partir del 26 de enero (2021) SQM empezó a emitir cartas formales a la comunidad solicitando la autorización junto con el detalle de la propuesta de monitoreo (ver relación de cartas en la Tabla 5-3). Al respecto no se ha recibido ninguna respuesta y, por tanto, no se ha podido contar con el permiso de la comunidad para la visita a estas infraestructuras en ningún momento del primer semestre 2021.

**Tabla 5-3: Resumen de correspondencia emitida para la concesión de permisos de ingreso a las áreas controladas por las comunidades**

Comunidad	Mes de monitoreo	ENVÍO SOLICITUD SQM	
		Nº carta	Fecha emisión
Comunidad de Peine <i>(Sector del Sistema Peine y sector Tilpozo)</i>	ene-21	GMPL 208/2020	15/12/2020
	feb-21		
	mar-21	GMPL 208/2020 GMPL 049/2021	
	abr-21	GMPL 53/2021	12/03/2021
	may-21		
	jun-21		
Comunidad de Coyo <i>(Sector Tambillo)</i>	ene-21	-	-
	feb-21	GMPL 018/2021	26/01/2021
	mar-21	GMPL 038/2021	03/03/2021
	abr-21	GMPL 062/2021	05/04/2021
	may-21	GMPL 091/2021	06/05/2021
	jun-21	GMPL 107/2021	03/06/2021

Fuente: Elaboración propia. Todas las cartas se encuentran adjuntas en los anexos 4.2 y 4.3.

Figura 5-1: Detalle de la barrera que corta el acceso al sector de Tambillo



Fuente: SEGEA

Los siguientes apartados describen el resultado del muestreo para el primer semestre de 2021, para cada sistema o área de muestreo. Como se puede extraer de lo antes descrito, existen puntos que no han podido visitarse todos los meses, por lo que al inicio de cada apartado se expone una tabla resumen de este detalle.

### 5.1.2. SISTEMA SONCOR

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el PSAH del Sistema Soncor considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua superficial y subterránea (88 puntos), meteorología (1 estación), caudal bombeado (2 puntos), calidad química (17 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 lagunas). Los resultados para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-4 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

**Tabla 5-4: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Soncor por una ETFA**

Nombre Infraestructura	Motivo	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	may/21	jun/21
1027	1	*	*		*		
L1-8	1	*	*		*		
L1-9	1	*	*	*	*		
L1-10	1	*	*	*	*		
L1-11	1	*	*		*		
L1-12	1	*	*		*		
L1-13	1	*	*		*		
L1-14	1	*	*		*		
L1-15	1	*	*	*	*		
L1-16	1	*	*	*	*		
L2-22	1	*	*		*		
L2-23	1	*		*	*		
L2-24	1	*	*	*	*		
L7-4	1	*	*	*	*	*	*
L7-5	1	*	*	*	*		
L7-7	1	*	*	*	*		
L7-10	1	*	*	*	*		
L7-11	1	*	*	*	*		
L7-12	1	*	*	*	*		
L7-G1	1	**	*	*	*		
L7-G2 POZO	1	*	*	*	*		
L7-G2 REGLILLA	1	*	*	*	*		
L11-1	2	*	*	*	*	*	*
L11-2	2	*	*	*	*	*	*
L11-G1	2	*	*	*	*	*	*
P1-5	1	*		*	*		
P1-6	1	*		*	*		
P1-7	1	*		*	*		
P2-4	1	*		*	*		
P2-5	1	*		*	*		
PUENTE SAN LUIS POZO	1	*			*		
PUENTE SAN LUIS REGLILLA	1	*			*		
RC-1	1	*	*	*	*		
RC-2	1	*	*	*	*		
RC-3	1	*	*	*	*		
RC-4	1	*	*	*	*		
RC-5	1	*	*	*	*		
RC-6	1	*	*	*	*		
RC-7	1	*	*		*		
REGLILLA BARROS NEGROS CONAF	1	**	*	*	*		*
REGLILLA BARROS NEGROS SQM	1	*	*	*	*		*
REGLILLA BURRO MUERTO CONAF	1	**	*	*	**		
REGLILLA BURRO MUERTO SQM	1	*			*		
REGLILLA CHAXAS CONAF	1	**	*	*	*		
REGLILLA CHAXAS SQM	1	*	*	*	*		
REGLILLA PUILAR CONAF	1	**	*	*	**		
REGLILLA PUILAR SQM	1	*	*	*	*		

Fuente: Elaboración propia. \*: punto no visitado; \*\*: punto no muestreado en la campaña de calidad. Motivo 1) Prohibición de ingreso a RNF-Soncor. Motivo 2) Barrera corta camino al pozo (Tambillo-Soncor).

### **Nivel del agua subterránea y superficial**

Se presentan los niveles de todos los pozos y reglillas que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Soncor, tal como se muestra en la Figura 4-4 y en la Tabla 4-3. Los resultados de las mediciones del presente apartado no se contrastan con límites de control, ya que el PSAH solo define umbrales para aquellos puntos que pertenecen al PC y éstos se muestran junto con sus umbrales en el apartado 5.2.

Los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 forman parte tanto del monitoreo de niveles del sistema Soncor como del sistema Vegetación Borde Este, pero para mayor claridad de su presentación, solo serán presentados en esta sección.

#### ***Pozos en zona aluvial***

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos efectuados en el primer semestre del año 2021 en los 11 puntos de control de nivel del acuífero de la zona aluvial del Sistema Soncor. El resultado de todo el monitoreo de niveles (tanto el comprometido, como el adicional) se muestra entre la Figura 5-2 (niveles estáticos) y la Figura 5-3 (niveles dinámicos de los pozos de extracción de agua industrial). En la Tabla 5-5 se muestra el resultado obtenido por la ETFA para estos puntos, que es quien debe realizar las mediciones. Por otro lado, en el caso de los pozos L1-3, L7-6 y L2-7 se muestran las medidas mínimas y máximas mensuales ya que estos puntos pertenecen al Plan de Contingencias y por tanto son monitoreados de forma diaria por SQM. No obstante, tal y como se ha descrito anteriormente, se ha solicitado a la ETFA que realice mediciones mensuales adicionales en estos puntos con el fin de respaldar las mediciones de SQM y en el caso se puntos con alguna de las fases activada, el protocolo voluntario es solicitar a la ETFA que realice mediciones de nivel quincenales.

El detalle del número de mediciones efectuadas en cada infraestructura, para cada mes y para cada empresa se puede consultar en la Tabla 5-6, de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso pues, tal y como se ha dicho, en las tablas solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente sí se están mostrando todos los valores y en el Anexo 5.1 se encuentran de forma tabulada. Tal y como puede verse, toda la infraestructura de este conjunto de puntos ha podido visitarse con regularidad.

**Tabla 5-5: Registro de niveles zona aluvial Sistema Soncor**

L1-1		L1-2		L2-2	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 10:08	2.328,398	16/1/21 10:43	2.324,434	16/1/21 11:26	2.323,619
19/2/21 09:28	2.328,411	19/2/21 12:01	2.324,445	18/2/21 15:42	2.323,650
24/3/21 11:47	2.328,412	21/3/21 13:03	2.324,445	28/2/21 12:57	2.323,646 *
21/4/21 15:05	2.328,435	21/4/21 16:43	2.324,452	24/3/21 10:57	2.323,622
22/5/21 10:55	2.328,398	21/5/21 16:14	2.324,454	21/4/21 15:27	2.323,682
18/6/21 14:03	2.328,423	18/6/21 17:30	2.324,435	21/5/21 13:10	2.323,672
				18/6/21 13:19	2.323,691

L2-3		L7-1		L7-2	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 11:12	2.322,559	16/1/21 09:01	2.332,864	16/1/21 09:17	2.329,806
18/2/21 16:10	2.322,576	19/2/21 11:07	2.332,899	19/2/21 11:30	2.329,827
24/3/21 11:11	2.322,559	21/3/21 12:05	2.332,931	21/3/21 12:23	2.329,836
21/4/21 15:39	2.322,581	21/4/21 14:19	2.332,991	21/4/21 14:05	2.329,860
21/5/21 13:26	2.322,578	21/5/21 16:52	2.333,024	21/5/21 16:40	2.329,865
18/6/21 13:36	2.322,587	18/6/21 16:33	2.333,050	18/6/21 17:03	2.329,863

MULLAY-1		ALLANA	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 15:16	2.329,427	16/1/21 14:45	2.320,845
19/2/21 09:51	2.329,429	18/2/21 15:15	2.320,923
23/3/21 10:40	2.327,232	23/3/21 11:28	2.322,995
27/3/21 09:20	2.327,237 *	27/3/21 08:40	2.323,009 *
18/4/21 10:23	2.327,382	18/4/21 11:07	2.323,050
22/5/21 11:07	2.327,237	22/5/21 10:27	2.323,079
18/6/21 14:14	2.327,275	18/6/21 12:56	2.323,123

L1-3			L7-6		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.319,819	2.319,823	Ene 2021	2.325,394	2.325,415
Feb 2021	2.319,811	2.319,812	Feb 2021	2.325,395	2.325,420
Mar 2021	2.319,803	2.319,812	Mar 2021	2.325,411	2.325,425
Abr 2021	2.319,801	2.319,803	Abr 2021	2.325,410	2.325,428
May 2021	2.319,797	2.319,798	May 2021	2.325,406	2.325,424
Jun 2021	2.319,795	2.319,799	Jun 2021	2.325,410	2.325,426

L2-7		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.318,775	2.318,785
Feb 2021	2.318,771	2.318,780
Mar 2021	2.318,764	2.318,773
Abr 2021	2.318,760	2.318,767
May 2021	2.318,758	2.318,762
Jun 2021	2.318,755	2.318,764

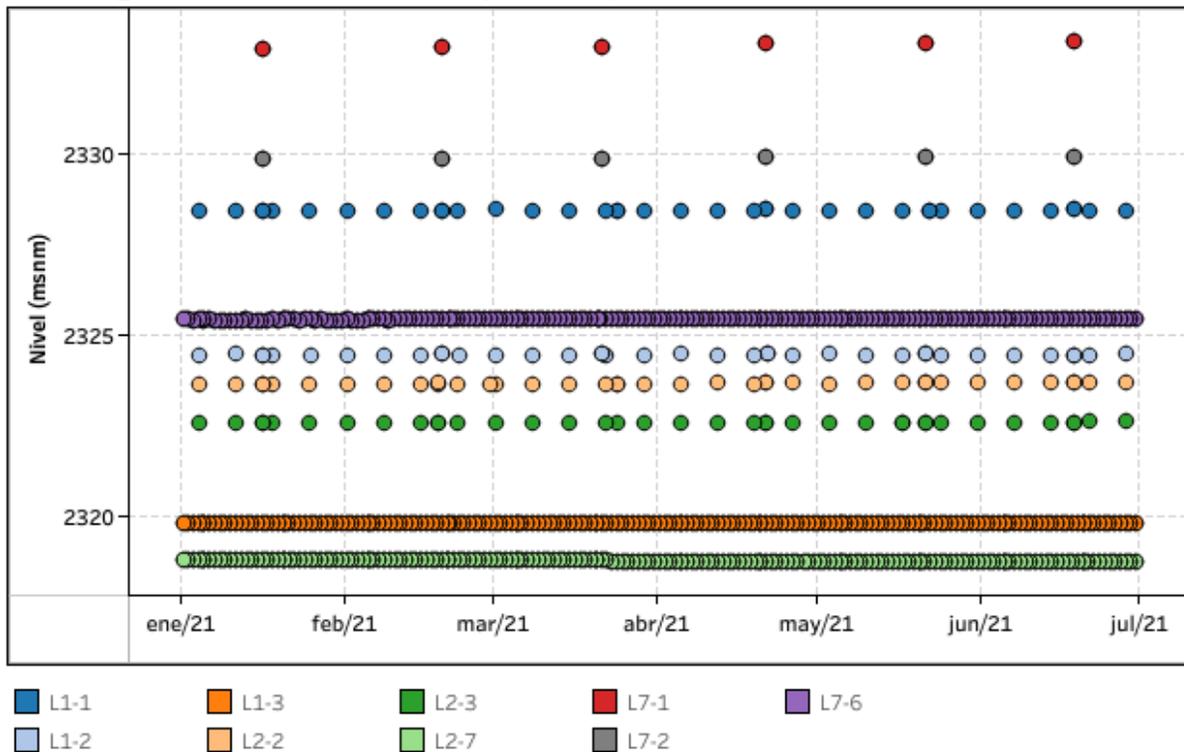
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (\*) Corresponde a una remediación.

Tabla 5-6: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
ALLANA	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
L1-1	1	1	1	1	1	1	5	5	6	5	6	5
L1-2	1	1	1	1	1	1	5	5	6	5	6	5
L1-3	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L2-2	1	2	1	1	1	1	5	5	6	5	6	5
L2-3	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	6	5
L2-7	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L7-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L7-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L7-6	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
MULLAY-1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1

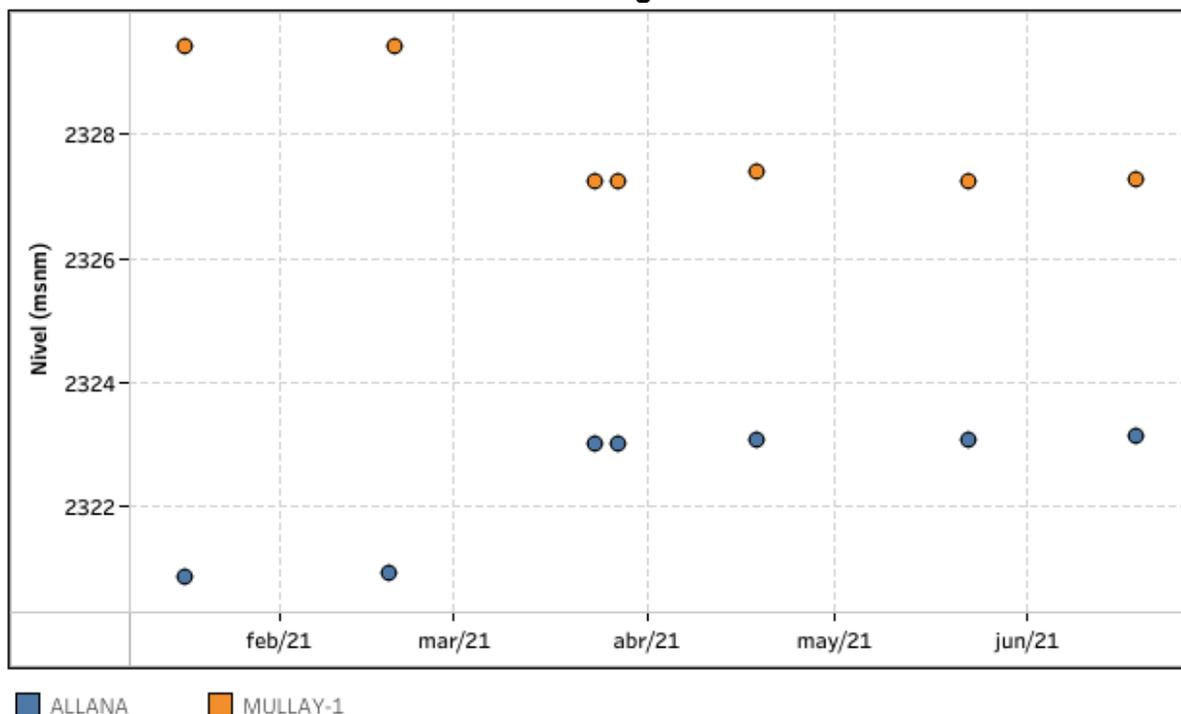
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-2: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-3: Nivel dinámico observado en zona aluvial de Sistema Soncor – Pozos de extracción de agua industrial**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Pozos en zona marginal***

En esta sección se presentan los resultados del monitoreo efectuado durante el primer semestre del año 2021 en los 60 puntos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema Soncor, de los cuales 16 poseen medición continua.

Debido al número de puntos y a la extensión del Sistema Soncor se opta por subdividir la presentación de los resultados obtenidos de acuerdo con la ubicación geográfica, dando como resultado seis subgrupos: subsector Puilar, subsector Este de las Lagunas Chaxa y Barros Negros, subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa, subsector Descarga Cola de Pez, subsector Desborde Sur de la Laguna Barros Negros y Sector Norte de Laguna Chaxa. A continuación, se muestran los resultados para cada grupo.

### Subsector Puilar

A continuación, se presenta el resultado del monitoreo para este primer semestre de 2021 en el subsector de Puilar, según la empresa que haya realizado las mediciones; en la Tabla 5-7 se muestran de forma tabulada los valores obtenidos por SQM en caso de ser indicadores de estado (L7-4 y L7-3) con frecuencia diaria comprometida (y por tanto se muestra el resultado mínimo y máximo del mes), y para el resto de puntos del PSAH (1027 y L7-7) medidos por la ETFA con frecuencia mensual. En la Tabla 5-8 se muestra de forma resumida el recuento del total de las mediciones efectuadas por cada empresa en este primer semestre 2021. Finalmente, en la Figura 5-4 se muestran de forma gráfica todos los niveles registrados por todos los actores y en el Anexo 5.2 se entregan tabulados.

Tal y como puede verse, el indicador de estado L7-4 solo ha podido ser medido manualmente en los meses marzo, mayo y junio una vez, cuando la frecuencia deseada debiera ser diaria. Como ya se ha expuesto al principio del capítulo, este punto se encuentra dentro de RNF Soncor, por lo que solo ha podido visitarse en los días que ha habido autorización. No obstante, este punto cuenta con mediciones continuas. Por el contrario, el L7-3 al encontrarse fuera de la reserva se ha podido visitar diariamente por SQM, además de contar con dos mediciones mensuales por parte de la ETFA (SEGEA).

Los puntos L7-7 y 1027 no se encuentran dentro de RNF pero la ruta para acceder a ellos sí pasa por la reserva, por lo que la visita a estos pozos queda supeditada a los permisos de traspaso de la barrera del centro turístico de Chaxa. Es por este motivo que no ha sido posible visitarlos todos los meses del semestre; finalmente han sido medidos en tres ocasiones cada uno (ver Tabla 5-8).

Se recuerda no obstante, que las mediciones realizadas durante el primer semestre 2021 en el punto L7-7 se mantienen temporalmente invalidadas. Esta situación se ha descrito con detalle en el capítulo 4.3.1.

**Tabla 5-7: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puilar**

L7-4			1027	
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Fecha	Nivel (m s.n.m.)
	Mín	Max		
Ene 2021	S/I	S/I	20/1/21 12:00	S/I
Feb 2021	S/I	S/I	20/2/21 12:00	S/I
Mar 2021	2.302,230	2.302,230	23/3/21 08:28	2.307,754
Abr 2021	S/I	S/I	20/4/21 12:00	S/I
May 2021	2.302,238	2.302,238	17/5/21 09:20	2.307,815
Jun 2021	2.302,248	2.302,248	15/6/21 09:13	2.307,861

L7-7		L7-3		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
			Mín	Max
29/1/21 12:45	2.303,693	Ene 2021	2.313,385	2.313,436
20/2/21 12:00	S/I	Feb 2021	2.313,353	2.313,383
20/3/21 12:00	S/I	Mar 2021	2.313,341	2.313,351
20/4/21 12:00	S/I	Abr 2021	2.313,342	2.313,370
17/5/21 13:26	2.304,007	May 2021	2.313,374	2.313,424
15/6/21 12:42	2.304,059	Jun 2021	2.313,422	2.313,469

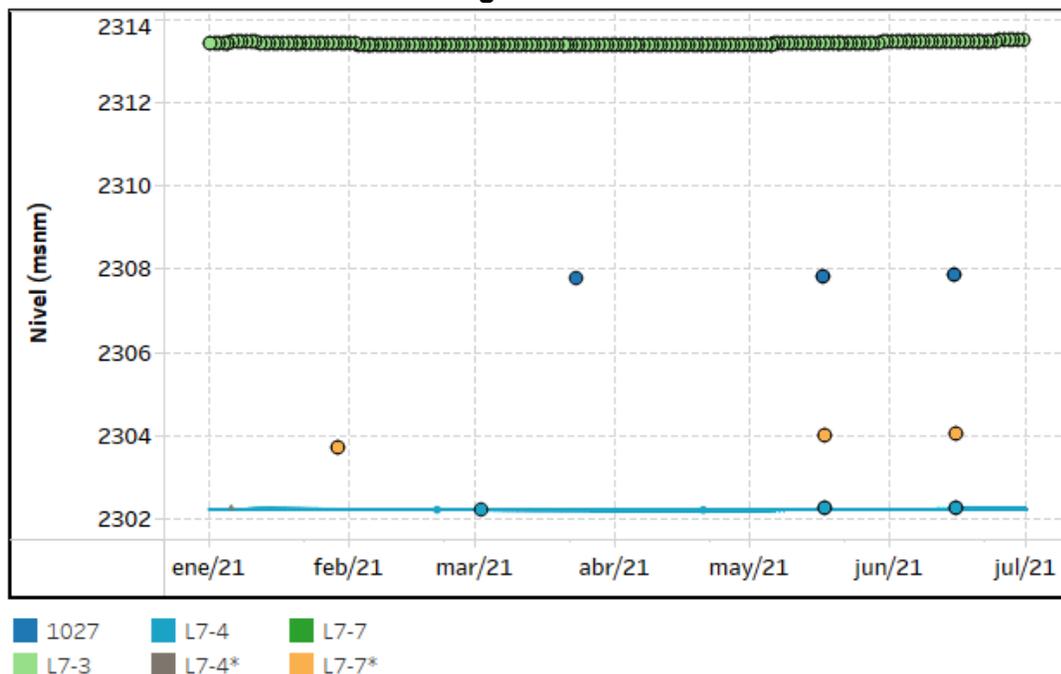
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-8: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
1027			1		1	1					1	1
L7-3	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L7-4			1		1	1					1	1
L7-7	1				1	1	1				1	1

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-4: Nivel observado en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Puillar**



\*(El Pozo L7-4 contiene 27 valores no validados entre 05-01-2021 y 06-01-2021)  
\*(El Pozo L7-7 contiene 6 valores no validados entre 29-01-2021 y 15-06-2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

*Subsector este de lagunas Chaxa y Barros Negros*

Para el subsector ubicado al este de las lagunas de Chaxa y Barros Negros, en la Tabla 5-9 se presentan los resultados de los niveles medidos para los 11 piezómetros ubicados en esta zona. De éstos, el L1-4 y L2-4 pertenecen al PC, por lo que se muestran las medidas máximas y mínimas mensuales realizadas por SQM. En la Tabla 5-10 se encuentra el detalle del recuento de las mediciones mensuales realizadas por cada empresa, así de esta forma se puede ver de forma clara el número de mediciones totales que se han realizado en cada caso, pues en la Tabla 5-9 solo se muestran los resultados correspondientes a las mediciones comprometidas. Gráficamente (Figura 5-5) se muestra el resultado completo del monitoreo y en el Anexo 5.2 se entrega de forma tabulada.

Como puede verse, los pozos L1-6, L2-8 y L1-7 y los indicadores de estado L1-4 y L2-4 han podido visitarse de forma regular durante el primer semestre 2021, con la frecuencia estipulada. El resto de los puntos se encuentran dentro de la reserva y en todos los casos (L1-9, L1-10, L1-15, L1-16, L7-10 y L7-11) fueron visitados solo en los meses de mayo y junio.

**Tabla 5-9: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector este de las lagunas Chaxa y Barros Negros**

L1-6		L1-7		L1-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 14:51	2.300,006	17/1/21 14:41	2.299,811	18/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:28	2.299,993	17/2/21 12:14	2.299,790	18/2/21 12:00	S/I
19/3/21 10:08	2.299,979	19/3/21 09:58	2.299,778	18/3/21 12:00	S/I
17/4/21 10:50	2.299,969	17/4/21 10:40	2.299,778	18/4/21 12:00	S/I
19/5/21 13:52	2.299,969	19/5/21 12:55	2.299,789	5/5/21 10:00	2.299,763
19/6/21 15:30	2.299,973	19/6/21 15:18	2.299,775	25/6/21 10:10	2.299,746

L1-10		L1-15		L1-16	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I
18/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I
18/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I
18/4/21 12:00	S/I	19/4/21 12:00	S/I	19/4/21 12:00	S/I
5/5/21 10:12	2.299,712	5/5/21 10:33	2.300,546	5/5/21 11:23	2.299,999
25/6/21 10:19	2.299,707	25/6/21 10:54	2.299,885	25/6/21 10:43	2.300,083

L7-10		L7-11		L2-8	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I	19/1/21 09:26	2.301,475
19/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:53	2.301,411
19/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I	24/3/21 12:53	2.301,384
19/4/21 12:00	S/I	19/4/21 12:00	S/I	21/4/21 16:03	2.301,411
5/5/21 11:01	2.300,171	5/5/21 10:50	2.300,030	21/5/21 15:33	2.301,501
25/6/21 11:11	2.300,144	25/6/21 11:04	2.300,008	20/6/21 17:25	2.301,616

L1-4			L2-4		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.299,786	2.299,805	Ene 2021	2.303,377	2.303,401
Feb 2021	2.299,776	2.299,791	Feb 2021	2.303,365	2.303,377
Mar 2021	2.299,767	2.299,781	Mar 2021	2.303,363	2.303,376
Abr 2021	2.299,759	2.299,773	Abr 2021	2.303,376	2.303,400
May 2021	2.299,750	2.299,764	May 2021	2.303,402	2.303,431
Jun 2021	2.299,738	2.299,759	Jun 2021	2.303,428	2.303,450

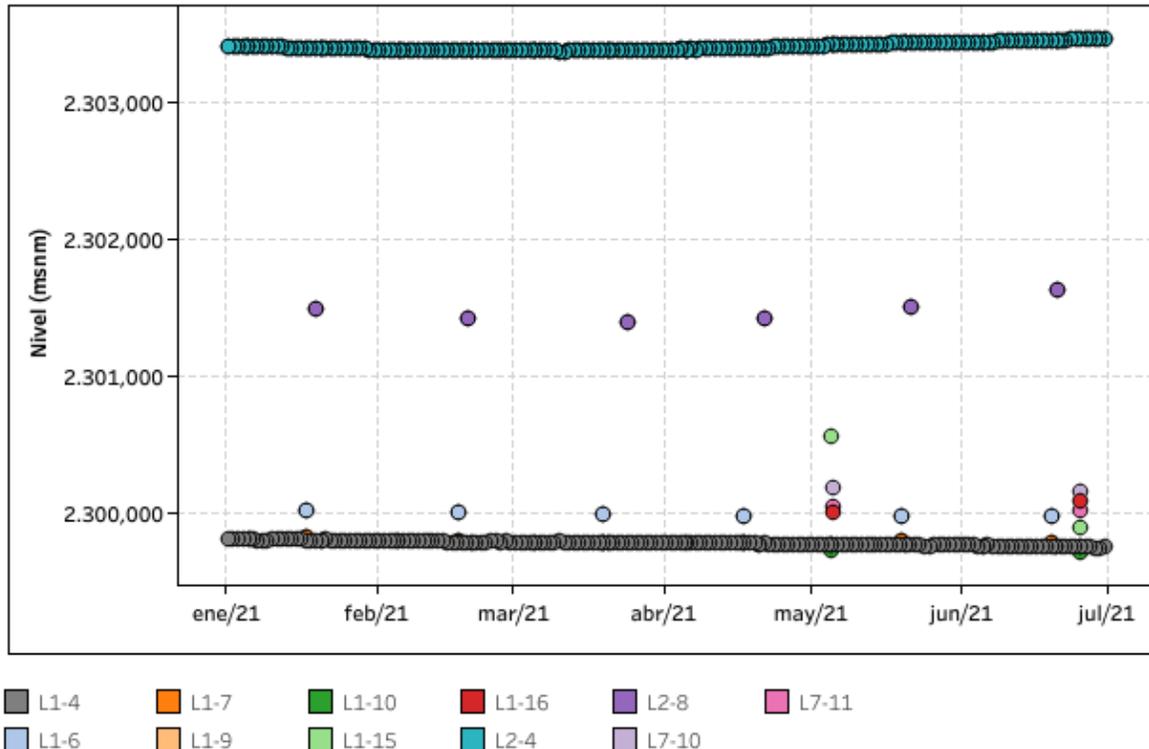
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-10: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L1-4	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L1-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L1-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L1-9					1	1						
L1-10					1	1						
L1-15					1	1						
L1-16					1	1						
L2-4	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L2-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L7-10					1	1						
L7-11					1	1						

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-5: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector Este de las lagunas Chaxa y Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector al oeste y sur de la laguna Chaxa

Para el subsector ubicado al oeste y sur de la laguna Chaxa, en la Tabla 5-11 se presentan los resultados del monitoreo efectuado en los 9 puntos de control de este sector. Las medidas que se muestran son las realizadas por la empresa responsable, la ETFA en este caso, puesto que se trata de mediciones de frecuencia mensual; en la Tabla 5-12 se muestra de forma resumida el recuento de mediciones realizadas por la ETFA y por SQM, en la Figura 5-6 se muestran todas de forma gráfica (ETFAs y SQM) y en el Anexo 5.2 se entregan tabuladas.

Como puede verse, todos los puntos de este grupo han sido medidos los meses mayo y junio, adicionalmente el RC-1 y RC-2 se ha medido en abril y el RC-7 en el mes de marzo, por lo que no ha sido posible obtener resultados con la frecuencia mensual requerida para estos puntos, debido a que se encuentran dentro RNF Soncor. No obstante, las visitas en este semestre a este sector han sido muy positivas, pues estos puntos no se visitaban desde hacía dos años (en mayo 2019).

**Tabla 5-11: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector Oeste y Sur de la Laguna Chaxa**

RC-1		RC-2		RC-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I
18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I
27/3/21 12:00	S/I	27/3/21 12:00	S/I	18/3/21 12:00	S/I
28/4/21 12:00	S/I	28/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I
3/5/21 13:18	2.300,046	3/5/21 13:56	2.299,766	3/5/21 14:10	2.299,793
17/6/21 13:13	2.300,202	17/6/21 14:22	2.299,776	17/6/21 14:30	2.299,800

RC-4		RC-5		RC-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I
18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I
18/3/21 12:00	S/I	18/3/21 12:00	S/I	18/3/21 12:00	S/I
18/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I
3/5/21 14:22	2.299,571	3/5/21 14:35	2.299,435	3/5/21 15:24	2.299,859
17/6/21 14:38	2.299,544	17/6/21 14:46	2.299,397	17/6/21 15:04	2.299,845

RC-7		L7-5		L7-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I
18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I
24/3/21 10:03	2.299,189	18/3/21 12:00	S/I	18/3/21 12:00	S/I
18/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I
3/5/21 15:46	2.299,153	3/5/21 15:12	2.299,936	3/5/21 15:33	2.299,684
17/6/21 15:27	2.299,113	17/6/21 15:12	2.299,941	17/6/21 14:56	2.299,667

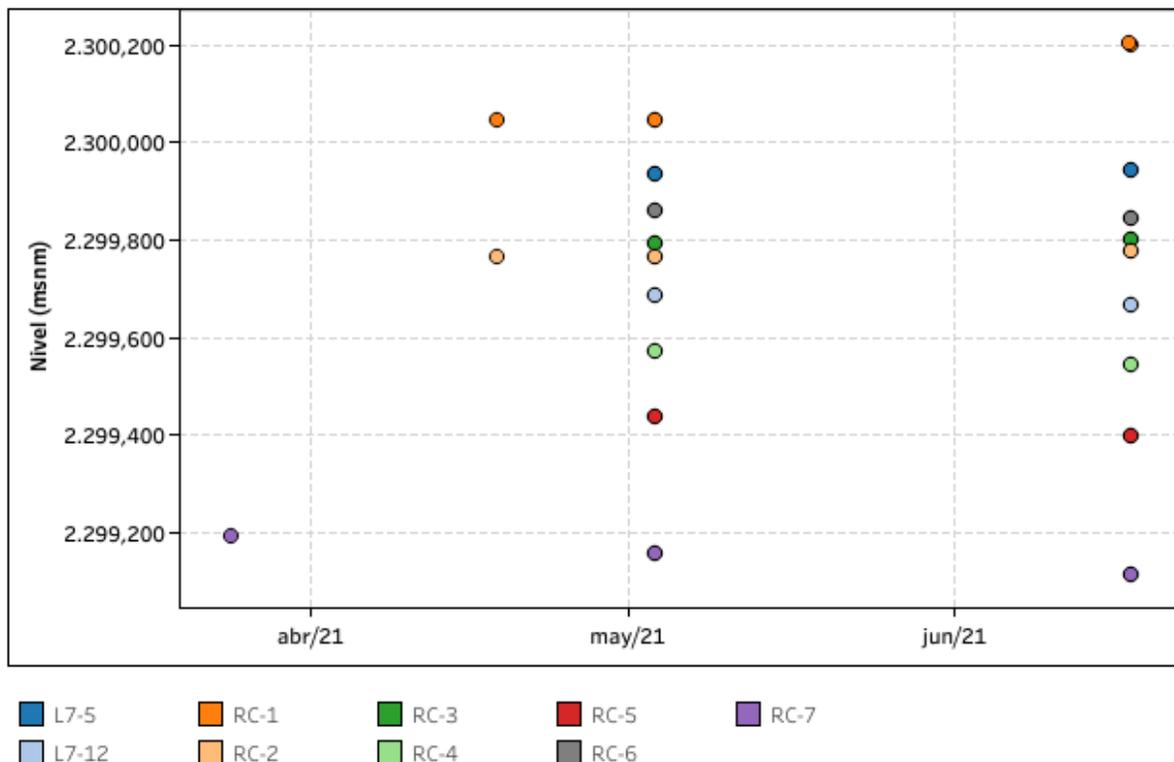
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-12: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM			
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L7-5					1	1			1	1
L7-12					1	1			1	1
RC-1					1	1		1	1	1
RC-2					1	1		1	1	1
RC-3					1	1			1	1
RC-4					1	1			1	1
RC-5					1	1			1	1
RC-6					1	1			1	1
RC-7			1		1	1			1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-6: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector oeste y sur de la laguna Chaxa**



Fuente: Elaboración propia.

### Subsector descarga oeste de Barros Negros

Respecto el subsector de la descarga oeste de la laguna Barros Negros, en el área conocida como Cola de Pez, en la Tabla 5-13 se muestran los resultados del monitoreo de los 22 puntos de control; de éstos, un punto pertenece al PC (L1-5) que cuenta con mediciones diarias por parte de SQM y por este motivo, se muestra en la tabla el mínimo y máximo mensual. Al resto de puntos les corresponde una medición mensual, que debe ser tomada por la ETFA. En la Tabla 5-14 se muestra de forma resumida el total de las mediciones realizadas en el semestre por parte de cada empresa (SQM o la ETFA SEGEA). En la Figura 5-6 se muestra el resultado completo del semestre y que se entrega de forma tabulada en el Anexo 5.2.

Como puede verse, los puntos que se encuentran fuera de la reserva han sido medidos con la frecuencia comprometida (GD-01, L2-11, L2-13, L2-18, L2-19, P1-1, P1-2, P1-3, P1-4, L2-12, L2-17 y L1-5). Mientras que el resto de los puntos, al encontrarse dentro de la reserva, solo ha sido posible su visita en los meses de marzo, mayo y junio (L1-8, L1-11, L1-12, L1-13, L1-14, L2-22, L2-24, P1-5, P1-6 y P1-7).

**Tabla 5-13: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga Cola de Pez**

L1-8		L1-11		L1-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/l	18/1/21 12:00	S/l	18/1/21 12:00	S/l
18/2/21 12:00	S/l	18/2/21 12:00	S/l	18/2/21 12:00	S/l
24/3/21 10:34	2.299,290	24/3/21 09:17	2.299,459	24/3/21 09:31	2.299,186
18/4/21 12:00	S/l	18/4/21 12:00	S/l	18/4/21 12:00	S/l
3/5/21 17:15	2.299,259	3/5/21 16:05	2.299,425	3/5/21 16:12	2.299,149
23/6/21 11:18	2.299,219	23/6/21 12:32	2.299,382	23/6/21 12:21	2.299,102

L1-13		L1-14		GD-01	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 12:00	S/l	18/1/21 12:00	S/l	20/1/21 09:18	2.298,925
18/2/21 12:00	S/l	18/2/21 12:00	S/l	20/2/21 08:15	2.298,897
24/3/21 09:04	2.299,412	24/3/21 08:49	2.299,065	20/3/21 08:12	2.298,871
18/4/21 12:00	S/l	18/4/21 12:00	S/l	20/4/21 07:38	2.298,833
3/5/21 16:40	2.299,380	3/5/21 15:56	2.299,037	20/5/21 09:39	2.298,792
23/6/21 12:50	2.299,351	23/6/21 12:03	2.298,994	20/6/21 08:04	2.298,755

L2-11		L2-13		L2-18	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 13:24	2.298,942	17/1/21 13:10	2.298,905	17/1/21 11:16	2.299,053
16/2/21 13:03	2.298,914	16/2/21 12:48	2.298,872	16/2/21 11:10	2.299,032
18/3/21 14:28	2.298,883	18/3/21 14:16	2.298,843	18/3/21 11:47	2.299,011
16/4/21 14:57	2.298,852	16/4/21 14:45	2.298,806	16/4/21 12:00	2.298,985
16/5/21 15:15	2.298,816	16/5/21 15:05	2.298,766	16/5/21 12:36	2.298,954
19/6/21 13:02	2.298,774	19/6/21 12:51	2.298,724	19/6/21 11:38	2.298,916

L2-19		L2-22		L2-24	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 11:10	2.298,939	18/1/21 12:00	S/I	18/1/21 12:00	S/I
16/2/21 11:01	2.298,917	18/2/21 12:00	S/I	18/2/21 12:00	S/I
18/3/21 11:38	2.298,892	24/3/21 10:20	2.299,016	18/3/21 12:00	S/I
16/4/21 11:53	2.298,866	18/4/21 12:00	S/I	18/4/21 12:00	S/I
16/5/21 12:29	2.298,833	3/5/21 17:02	2.298,979	3/5/21 17:57	2.299,261
19/6/21 11:32	2.298,794	23/6/21 11:11	2.298,933	23/6/21 10:32	2.299,278

P1-1		P1-2		P1-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 09:04	2.299,248	15/1/21 09:11	2.299,177	15/1/21 09:18	2.299,276
15/2/21 09:46	2.299,225	15/2/21 09:54	2.299,153	15/2/21 10:04	2.299,250
15/3/21 09:04	2.299,198	15/3/21 09:12	2.299,127	15/3/21 09:18	2.299,224
15/4/21 09:44	2.299,167	15/4/21 09:51	2.299,093	15/4/21 09:58	2.299,191
15/5/21 10:18	2.299,130	15/5/21 10:25	2.299,057	15/5/21 10:30	2.299,153
16/6/21 11:26	2.299,094	16/6/21 11:32	2.299,018	16/6/21 11:38	2.299,115

P1-4		P1-5		P1-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 09:24	2.299,387	15/1/21 12:00	S/I	15/1/21 12:00	S/I
15/2/21 10:11	2.299,364	18/2/21 09:00	2.299,215	18/2/21 11:00	2.299,177
15/3/21 09:24	2.299,340	15/3/21 12:00	S/I	15/3/21 12:00	S/I
15/4/21 10:04	2.299,309	15/4/21 12:00	S/I	15/4/21 12:00	S/I
15/5/21 10:39	2.299,273	18/5/21 12:40	2.299,142	18/5/21 13:13	2.299,105
16/6/21 11:43	2.299,236	22/6/21 09:56	2.299,105	22/6/21 10:11	2.299,069

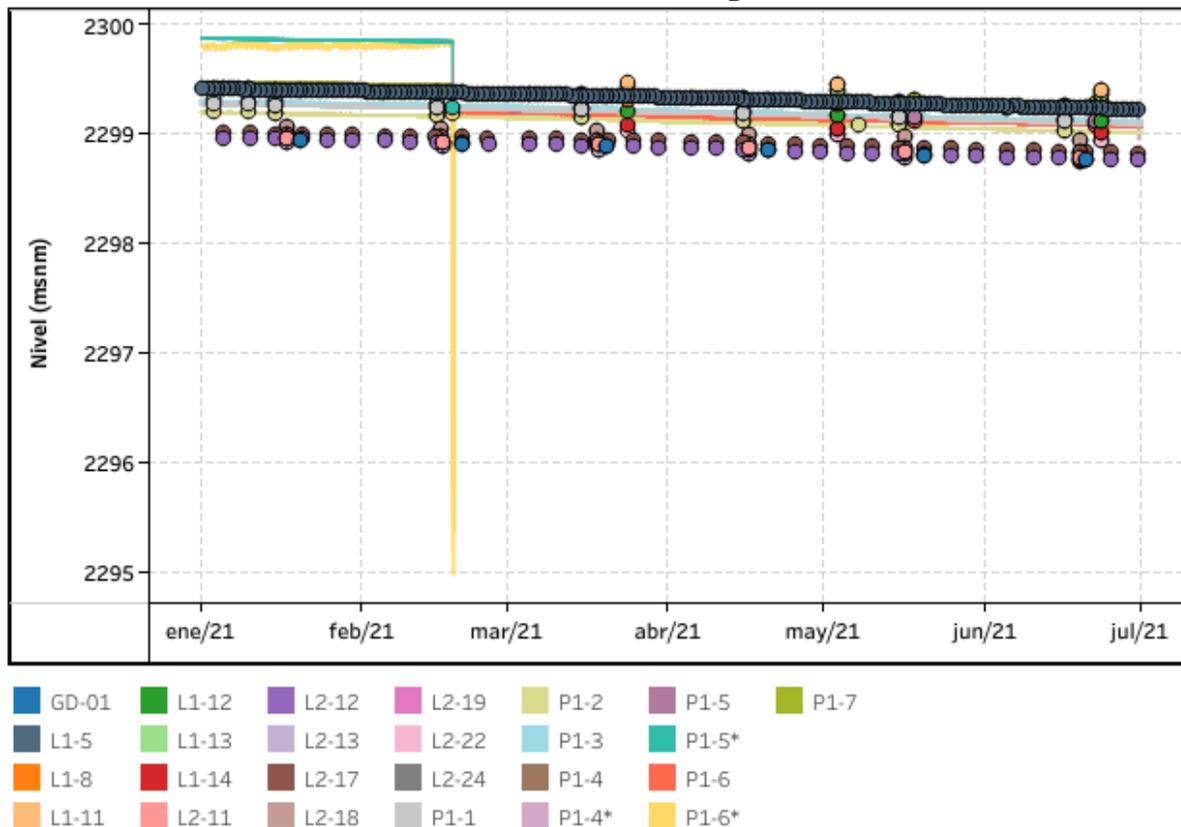
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-14: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
GD-01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L1-5	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L1-8			1		1	1					1	1
L1-11			1		1	1					1	1
L1-12			1		1	1					1	1
L1-13			1		1	1					1	1
L1-14			1		1	1					1	1
L2-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-12	1	1	1	1	1	1	7	6	7	7	7	7
L2-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-17	1	1	1	1	1	1	7	6	7	7	7	7
L2-18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-22			1		1	1					1	1
L2-24					1	1					1	1
P1-1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
P1-2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1
P1-3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
P1-4	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
P1-5		1			1	1					1	1
P1-6		1			1	1					1	1
P1-7		1			1	1					1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-7: Nivel observado en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga oeste de Barros Negros**



\*{El Pozo P1-4 contiene 1 valores no validados entre 30/6/2021 y 30/6/2021}    \*(El Pozo P1-5 contiene 2.324 valores no validados entre 1/1/2021 y 18/2/2021)  
 \*(El Pozo P1-6 contiene 3.061 valores no validados entre 1/1/2021 y 19/2/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Subsector descarga sur de Barros Negros

Para la otra zona de descarga de Barros Negros, Descarga Sur, se presentan los resultados del monitoreo de los 12 puntos de este subsector en la Tabla 5-15, que corresponde a las mediciones realizadas por la ETFa ya que, en este caso, deben ser medidos mensualmente. Como SQM efectúa medidas adicionales, en la Tabla 5-16 se muestra el recuento de las medidas realizadas por cada empresa. Los puntos L2-23, P2-4 y P2-5 se encuentra dentro de la reserva, por lo que no pudieron ser medidos con la frecuencia comprometida, tal y como sí se ha podido hacer en el resto de este grupo, que se encuentran fuera del polígono de la reserva.

En la Figura 5-8 se muestra gráficamente el resultado completo del monitoreo, que incluye las mediciones continuas de los puntos de L2-23, P2-5, P2-4, L2-16, P2-3, P2-2, P2-1 y L2-9. Todos los niveles registrados en este semestre se entregan de forma tabulada en el Anexo 5.2.

**Tabla 5-15: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros**

P2-3		P2-4		P2-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 10:24	2.299,363	15/1/21 12:00	S/l	15/1/21 12:00	S/l
15/2/21 11:00	2.299,358	2/2/21 10:13	2.299,844	2/2/21 11:58	2.299,871
15/3/21 10:14	2.299,351	15/3/21 12:00	S/l	15/3/21 12:00	S/l
15/4/21 10:42	2.299,361	15/4/21 12:00	S/l	15/4/21 12:00	S/l
15/5/21 11:26	2.299,357	26/5/21 12:19	2.299,861	18/5/21 11:55	2.299,962
16/6/21 12:34	2.299,342	22/6/21 11:04	2.299,812	22/6/21 11:14	2.299,973

L2-5		L2-9		L2-10	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 13:43	2.299,527	15/1/21 09:48	2.299,034	17/1/21 14:29	2.299,645
17/2/21 10:55	2.299,506	15/2/21 10:34	2.299,001	17/2/21 12:01	2.299,629
18/3/21 14:48	2.299,493	15/3/21 09:49	2.298,973	19/3/21 09:45	2.299,623
16/4/21 15:17	2.299,482	15/4/21 10:23	2.299,010	17/4/21 10:22	2.299,662
19/5/21 11:44	2.299,471	15/5/21 11:04	2.299,017	19/5/21 12:41	2.299,667
19/6/21 13:22	2.299,465	16/6/21 12:05	2.298,991	19/6/21 15:03	2.299,667

L2-21		L2-15		L2-16	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 14:07	2.299,525	17/1/21 13:52	2.299,272	15/1/21 10:34	2.299,512
17/2/21 11:30	2.299,494	17/2/21 11:15	2.299,244	15/2/21 11:10	2.299,533
19/3/21 09:24	2.299,488	18/3/21 14:57	2.299,224	15/3/21 10:21	2.299,541
17/4/21 09:42	2.299,586	16/4/21 15:28	2.299,303	15/4/21 10:49	2.299,554
19/5/21 12:12	2.299,608	19/5/21 11:56	2.299,374	15/5/21 11:34	2.299,555
19/6/21 13:51	2.299,616	19/6/21 13:32	2.299,407	16/6/21 12:41	2.299,555

L2-23		P2-1		P2-2	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 12:00	S/I	15/1/21 10:04	2.299,086	15/1/21 10:13	2.299,224
2/2/21 12:10	2.299,906	15/2/21 10:45	2.299,058	15/2/21 10:51	2.299,207
15/3/21 12:00	S/I	15/3/21 09:56	2.299,033	15/3/21 10:07	2.299,190
15/4/21 12:00	S/I	15/4/21 10:30	2.299,073	15/4/21 10:37	2.299,213
18/5/21 11:30	2.299,975	15/5/21 11:13	2.299,082	15/5/21 11:20	2.299,215
22/6/21 11:26	2.299,978	16/6/21 12:20	2.299,060	16/6/21 12:27	2.299,197

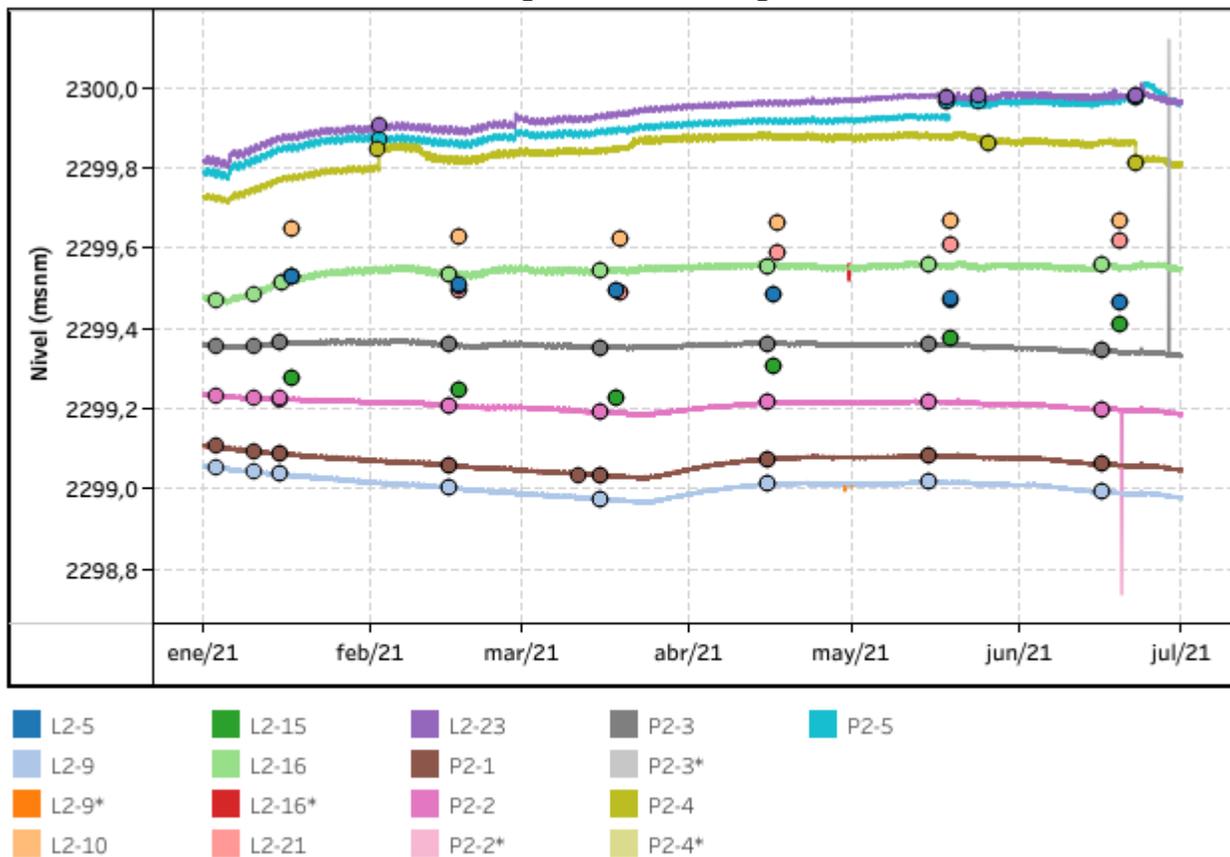
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-16: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L2-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-9	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
L2-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-16	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
L2-21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-23		1			1	1					2	1
P2-1	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1
P2-2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
P2-3	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1
P2-4		1			1	1					1	1
P2-5		1			1	1					2	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-8: Nivel observado (m.s.n.m.) en zona marginal Sistema Soncor – Subsector descarga sur Barros Negros**



\*(El Pozo L2-9 contiene 13 valores no validados entre 29/4/2021 y 1/5/2021) \*(El Pozo L2-16 contiene 12 valores no validados entre 30/4/2021 y 30/4/2021)  
\*(El Pozo P2-2 contiene 1 valores no validados entre 19/6/2021 y 19/6/2021) \*(El Pozo P2-3 contiene 1 valores no validados entre 28/6/2021 y 28/6/2021)  
\*(El Pozo P2-4 contiene 1 valores no validados entre 22/6/2021 y 22/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Subsector norte del Salar

En el subsector ubicado al norte del Salar se encuentran el L11-1 y L11-2, que tienen establecida mediciones con frecuencia mensual; en la Tabla 5-17 puede comprobarse que estos puntos no han podido ser visitados en todo el primer semestre 2021; como se ha explicado anteriormente, estos puntos se encuentran en el sector del Tambillo, que está controlado por la Comunidad de Coyo. Ésta mantiene cerrado el paso por lo que se requiere de una autorización para su acceso. Esta situación se viene repitiendo desde el pasado noviembre de 2019.

**Tabla 5-17: Registro de niveles zona marginal Sistema Soncor – Subsector norte**

L11-1		L11-2	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I	17/2/21 12:00	S/I
17/3/21 12:00	S/I	17/3/21 12:00	S/I
17/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I
17/5/21 12:00	S/I	17/5/21 12:00	S/I
17/6/21 12:00	S/I	17/6/21 12:00	S/I

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

### ***Pozos en zona Núcleo***

Sobre el núcleo del Salar, en el sistema Soncor, se encuentran 6 puntos de control (SOPM-7 (L2-6), SOPM-13, SOPM-14, L2-14, L2-20 y 2021). Todos ellos tienen comprometidas mediciones mensuales realizadas por la ETFA, cuyos resultados para el primer semestre 2021 se muestran en la Tabla 5-18. Como SQM realiza mediciones adicionales, en la Tabla 5-19 se muestra de forma resumida el recuento de mediciones realizadas por cada empresa y en la Figura 5-9 se muestra el resultado completo del semestre de forma gráfica, incluyendo las mediciones continuas del punto 2021.

Como puede verse, en todos los puntos de este grupo se han podido tomar las mediciones comprometidas durante el primer semestre de 2021.

**Tabla 5-18: Registro de niveles zona núcleo Sistema Soncor**

SOPM-7 (L2-6)		SOPM-13		SOPM-14	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:18	2.298,935	17/1/21 11:46	2.298,909	17/1/21 11:26	2.298,897
16/2/21 12:25	2.298,903	16/2/21 11:49	2.298,878	16/2/21 11:26	2.298,871
18/3/21 13:55	2.298,876	18/3/21 12:16	2.298,850	18/3/21 11:56	2.298,841
16/4/21 14:22	2.298,838	16/4/21 12:30	2.298,814	16/4/21 12:10	2.298,807
16/5/21 14:46	2.298,797	16/5/21 13:21	2.298,772	16/5/21 12:46	2.298,765
19/6/21 12:33	2.298,751	19/6/21 12:08	2.298,729	19/6/21 11:48	2.298,722

L2-14		L2-20		2021	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:02	2.298,984	17/1/21 10:51	2.298,910	15/1/21 08:34	2.299,040
16/2/21 12:09	2.298,949	16/2/21 10:41	2.298,885	15/2/21 08:55	2.299,015
18/3/21 12:29	2.298,924	18/3/21 11:16	2.298,855	15/3/21 08:31	2.298,989
16/4/21 12:48	2.298,888	16/4/21 11:34	2.298,823	15/4/21 09:12	2.298,954
16/5/21 13:35	2.298,845	16/5/21 12:10	2.298,779	15/5/21 09:42	2.298,912
19/6/21 12:21	2.298,798	19/6/21 11:16	2.298,737	16/6/21 11:01	2.298,872

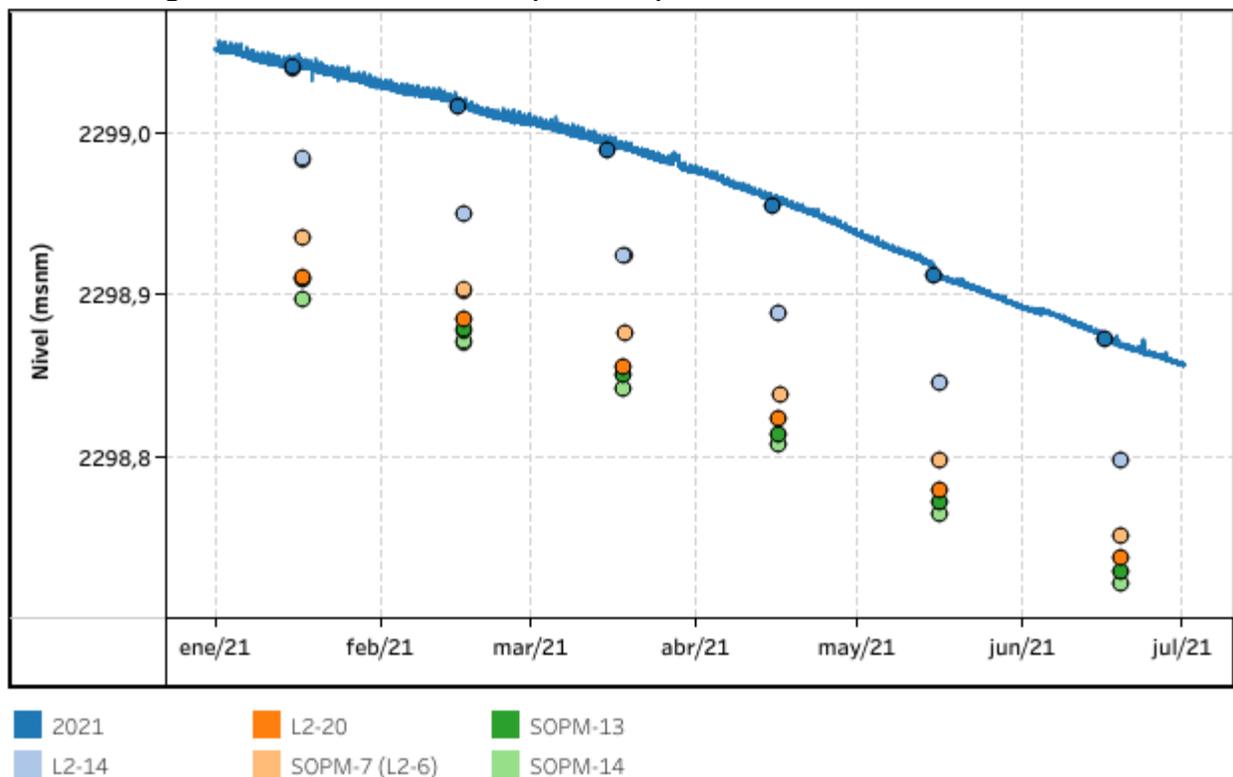
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-19: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
2021	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-7 (L2-6)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-9: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial Sistema Soncor**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Nivel de agua superficial***

En este apartado se presentan los niveles de agua superficial medidos de forma manual y continua en las reglillas L1-G4 (ubicada al sur de la laguna Barros Negros), L7-G1 (ubicada al oeste del canal Burro Muerto), L7-G2 (ubicada al este de la laguna Puilar) y L11-G1 (ubicada en el sector norte del Salar). En la Tabla 5-20 se muestra el resultado del monitoreo en estas reglillas para el primer semestre 2021; en el caso del L1-G4 Reglilla se muestra el mínimo y máximo mensual obtenido por SQM ya que al pertenecer al PC debe ser medido diariamente, y para el resto de las reglillas las medidas mensuales obtenidas por la ETFA. Debido a que tanto la ETFA como SQM toman mediciones adicionales, en la Tabla 5-21 se muestra el recuento de registros obtenidos por cada empresa y en la Figura 5-10 se presenta gráficamente el resultado completo del monitoreo para este semestre, incluyendo las mediciones continuas de las reglillas L1-G4 y L7-G2.

Indicar que en el L1-G4 Pozo es donde se encuentra instalado el transductor de presión, ya que en el L1-G4 Reglilla no es factible su instalación debido al esquema constructivo del mismo (se trata de una estaca). Aclarar por tanto que las mediciones de ambas infraestructuras están representando la misma área del acuífero. De esta forma, el L1-G4 Reglilla cuenta con mediciones diarias (por ser indicador de estado, realizadas por SQM) y el L1-G4 Pozo cuenta con mediciones manuales quincenales adicionales realizadas por la ETFA, ya que, en este caso, este indicador se encuentra con alguna de sus fases del PC activadas (en este caso Fase II, pero este aspecto se aborda con más detalle en el capítulo 5.2).

Análogamente, se tiene el L7-G2 Reglilla y Pozo, siendo en esta segunda infraestructura donde se encuentra instalado el transductor; se efectúan mediciones mensuales manuales en ambos puntos, esta vez, con frecuencia mensual (no son indicadores de estado y las realiza la ETFA). Sobre los datos continuos de esta infraestructura, en el anterior informe PSAH N°28 (perteneciente al reporte del monitoreo del segundo semestre 2020) no fue posible entregar el registro de las mediciones continuas de forma tabulada para el periodo 01/01/2020 y hasta 30/06/2021, ya que no se pudo acceder a este punto durante el semestre en cuestión ni tampoco previo a la publicación de dicho informe. Por lo que en el presente reporte se entregan en el Anexo 5.2, junto el registro correspondiente al primer semestre 2021.

Tal y como se puede ver en las tablas, la infraestructura que se encuentra dentro de la reserva (L7-G1, L7-G2 Reglilla y Pozo) en este semestre se ha medido en los meses mayo y junio. El L11-G1, que se encuentra en el sector de Tambillo, controlado por la Comunidad de Coyo, no se ha podido visitar en ningún momento del presente semestre por no contar con autorización de ingreso al sector. Finalmente, en el L1-G4 Reglilla y Pozo al encontrarse fuera de la reserva, se han podido efectuar todas las mediciones comprometidas en el semestre.

**Tabla 5-20: Registro de niveles en reglillas del sector Soncor**

L11-G1		L1-G4 POZO		L7-G1	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I	5/1/21 14:02	2.299,368	18/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I	15/1/21 09:37	2.299,362 *	18/2/21 12:00	S/I
17/3/21 12:00	S/I	5/2/21 07:38	2.299,349	18/3/21 12:00	S/I
17/4/21 12:00	S/I	15/2/21 10:23	2.299,341 *	29/4/21 12:00	S/I
17/5/21 12:00	S/I	5/3/21 08:44	2.299,329	3/5/21 13:32	2.300,243
17/6/21 12:00	S/I	15/3/21 09:35	2.299,320 *	17/6/21 13:27	2.300,305
		5/4/21 09:19	2.299,306		
		15/4/21 10:13	2.299,294 *		
		5/5/21 11:11	2.299,275		
		15/5/21 10:53	2.299,266 *		
		5/6/21 08:55	2.299,244		
		16/6/21 11:53	2.299,234 *		

L7-G2 POZO		L7-G2 REGLILLA	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I	17/2/21 12:00	S/I
17/3/21 12:00	S/I	17/3/21 12:00	S/I
17/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I
17/5/21 14:40	2.301,192	17/5/21 15:00	2.301,193
15/6/21 13:42	2.301,189	15/6/21 13:48	2.301,187

L1-G4 REGLILLA		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.299,357	2.299,368
Feb 2021	2.299,338	2.299,348
Mar 2021	2.299,316	2.299,328
Abr 2021	2.299,290	2.299,306
May 2021	2.299,262	2.299,275
Jun 2021	2.299,232	2.299,245

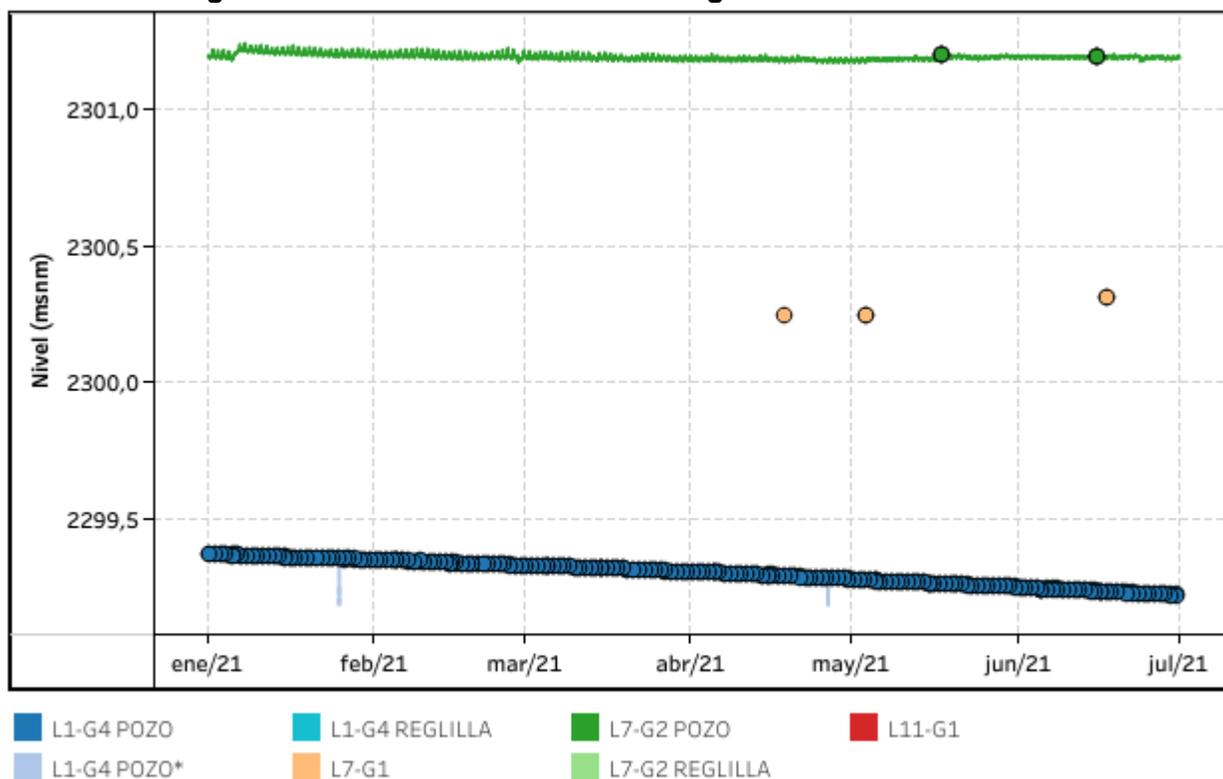
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) corresponde a una remediación.

**Tabla 5-21: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L1-G4 POZO	2	2	2	2	2	2	30	27	30	29	31	29
L1-G4 REGLILLA	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L7-G1					1	1				1	1	1
L7-G2 POZO					1	1					1	1
L7-G2 REGLILLA					1	1					1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-10: Nivel observado en las reglillas del Sistema Soncor**



\*(L1-G4 POZO contiene 148 valores no validados entre 25/1/2021 y 26/4/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Nivel sector Puente San Luis***

En el sector del Puente San Luis, se encuentran 4 puntos de medición de agua superficial (reglillas). En la Tabla 5-22 se presenta el resultado de las mediciones manuales para este primer semestre de 2021. Estos puntos se miden manualmente todos los meses, cuyas mediciones deben ser realizadas por la ETFA y es el resultado mostrado en la Tabla 5-22. SQM toma medidas adicionales, por lo que en la Tabla 5-23 se muestra de forma resumida el recuento de medidas tomadas por cada empresa. Además, los puntos Reglilla Puente San Luis y Reglilla Burro Muerto SQM disponen de medición en continuo; en la Figura 5-11 se muestra gráficamente el resultado completo de las mediciones para todos los puntos de este grupo. Mencionar por último que en el caso de la infraestructura Puente San Luis, está conformado por dos puntos medición (denominados Pozo y Reglilla), el transductor de presión se encuentra en el Pozo<sup>43</sup>.

Como puede verse, los puntos han podido ser visitados todos los meses de este semestre a excepción de abril. En el caso de la reglilla Burro Muerto CONAF, tal y como se ha expuesto en el capítulo 4.3. Ubicación de los puntos o áreas de Monitoreo, en el apartado del Sistema Soncor (4.3.1), en la primera visita del primer semestre realizada en este sector (29 de enero 2021), se alertó que la reglilla estaba caída. En el momento en que se tuvo acceso de nuevo al sector se procedió a instalar una reglilla nueva y posteriormente se midió su ubicación y elevación de forma precisa. Las mediciones del mes de mayo y junio de este semestre están tomadas ya en la nueva reglilla.

---

<sup>43</sup> Indicar que en el Puente San Luis Pozo es donde se encuentra instalado el transductor de presión, ya que en el Puente San Luis Reglilla no es factible su instalación debido al esquema constructivo del mismo (ver Anexo 11). Aclarar por tanto que las mediciones de ambas infraestructuras están representando la misma sección del canal.

**Tabla 5-22: Registro de niveles en reglillas del Sistema Soncor – subsector del Puente San Luis**

PUENTE SAN LUIS POZO		PUENTE SAN LUIS REGLILLA		REGLILLA BURRO MUERTO SQM	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I
29/1/21 11:00	2.301,213 *	29/1/21 11:55	2.301,222 *	29/1/21 11:40	2.301,097 *
16/2/21 11:06	2.301,220	16/2/21 11:34	2.301,223	16/2/21 11:48	2.301,100
2/3/21 08:30	2.301,216	2/3/21 08:44	2.301,225	2/3/21 08:40	2.301,100
23/3/21 10:54	2.301,230 *	23/3/21 10:13	2.301,232 *	23/3/21 11:14	2.301,107 *
17/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I
17/5/21 10:12	2.301,257	17/5/21 10:39	2.301,263	17/5/21 10:56	2.301,111
15/6/21 09:47	2.301,285	15/6/21 09:50	2.301,289	15/6/21 10:02	2.301,113

REGLILLA BURRO MUERTO CONAF	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I
17/3/21 12:00	S/I
17/4/21 12:00	S/I
17/5/21 11:17	2.301,108
15/6/21 10:06	2.301,107

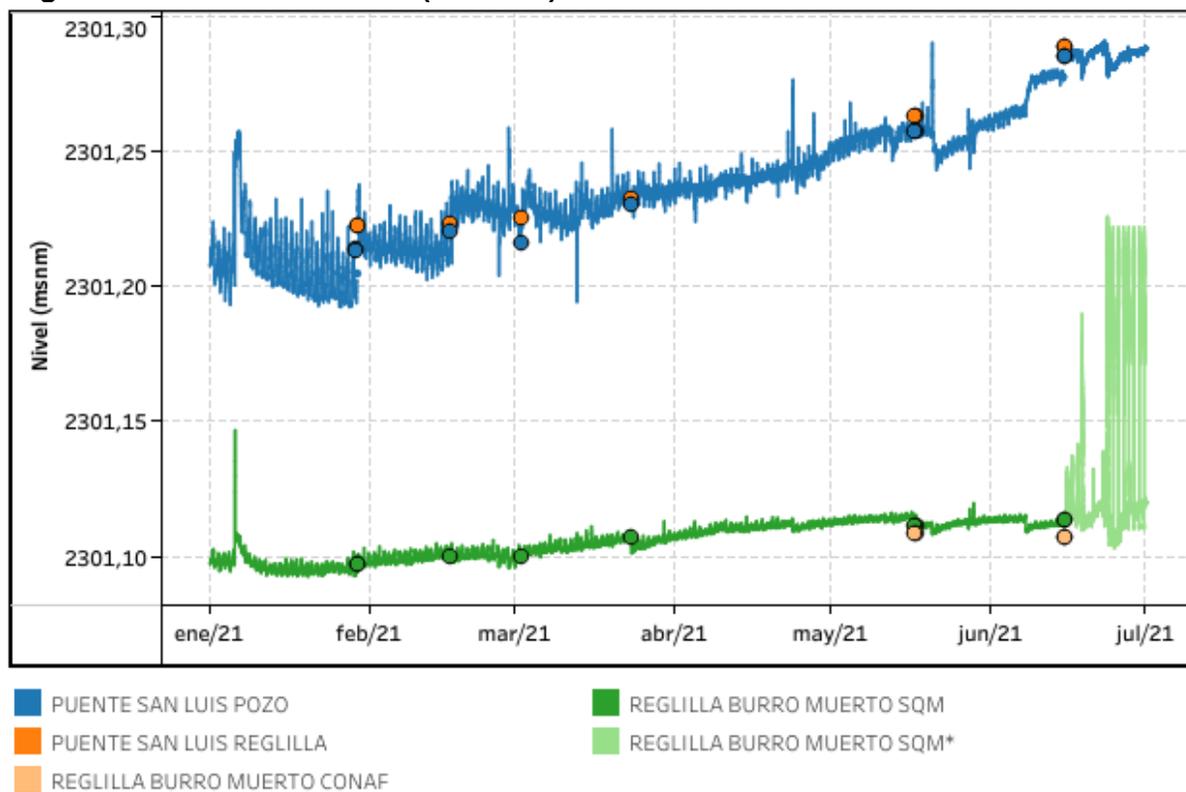
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) corresponde a una remediación.

**Tabla 5-23: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM		
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	05/21	06/21
PUENTE SAN LUIS POZO	1	1	2		1	1	1	1	1
PUENTE SAN LUIS REGLILLA	1	1	2		1	1	1	1	1
REGLILLA BARROS NEGROS CONAF					2			1	
REGLILLA BARROS NEGROS SQM					1			2	

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-11: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – sector Puente San Luis**



\*(L1-G4 POZO contiene 148 valores no validados entre 25/1/2021 y 26/4/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Nivel lacustre***

Respecto a la medición del nivel lacustre mediante reglillas, cabe señalar que cada una de las tres lagunas existentes en el Sistema Soncor cuenta con tres mediciones de nivel:

- Mediciones continuas en las reglillas de SQM (requerimiento RCA)
- Mediciones manuales en las reglillas de SQM y CONAF (complementario)

En la Tabla 5-24 se muestra el resultado de las mediciones manuales realizadas por la ETFA en el primer semestre 2021 y en la Tabla 5-25 se muestra el recuento de las empresas que han medido el nivel durante este semestre, ya que SQM realiza mediciones complementarias. En la Figura 5-12 se muestra gráficamente el resultado completo de todas las mediciones obtenidas en este periodo, incluyendo las medidas en continuo de las infraestructuras SQM.

Tal y como puede verse, las reglillas de Barros Negros (SQM y CONAF) se han medido manualmente solo en el mes mayo (2021), la de Puilar (SQM y CONAF) en el mes de junio (2021) y las de Chaxa (SQM y CONAF) en mayo y junio (2021), ya que estos puntos se encuentran dentro de la reserva.

Respecto de las mediciones continuas, destacar que en la Reglilla Puilar SQM se han perdido los registros desde 17 de mayo de 2021 hasta el 15 de junio (2021), debido a que la memoria del transductor de presión se agotó y el equipo dejó de medir desde entonces; este punto llevaba sin poder ser visitado desde junio de 2019, por encontrarse dentro de RNF y por tanto con acceso restringido. El 15 de junio de este semestre 2021 se visitó de nuevo el punto, se procedió a la descarga de los registros y por lo tanto se vació la memoria para que el equipo pudiera seguir midiendo desde entonces.

**Tabla 5-24: Registro de niveles para las lagunas del sector Soncor**

REGLILLA BARROS NEGROS SQM		REGLILLA PUILAR SQM		REGLILLA CHAXAS SQM	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I	15/1/21 12:00	S/I
15/2/21 12:00	S/I	17/2/21 12:00	S/I	15/2/21 12:00	S/I
15/3/21 12:00	S/I	17/3/21 12:00	S/I	15/3/21 12:00	S/I
15/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I	15/4/21 12:00	S/I
26/5/21 13:27	2.299,964	17/5/21 13:55	S/I	4/5/21 09:16	2.300,175
15/6/21 12:00	S/I	15/6/21 14:00	2.301,121	26/5/21 11:33	2.300,189 *
				17/6/21 10:24	2.300,198

REGLILLA BARROS NEGROS CONAF		REGLILLA PUILAR CONAF		REGLILLA CHAXAS CONAF	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I	15/1/21 12:00	S/I
15/2/21 12:00	S/I	17/2/21 12:00	S/I	15/2/21 12:00	S/I
15/3/21 12:00	S/I	17/3/21 12:00	S/I	15/3/21 12:00	S/I
15/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:00	S/I	15/4/21 12:00	S/I
4/5/21 10:51	2.299,998	17/5/21 14:13	2.301,178	4/5/21 09:08	2.300,196
26/5/21 13:35	2.299,998 *	15/6/21 13:17	2.301,181	26/5/21 11:18	2.300,197 *
28/6/21 12:00	S/I			17/6/21 10:31	2.300,217

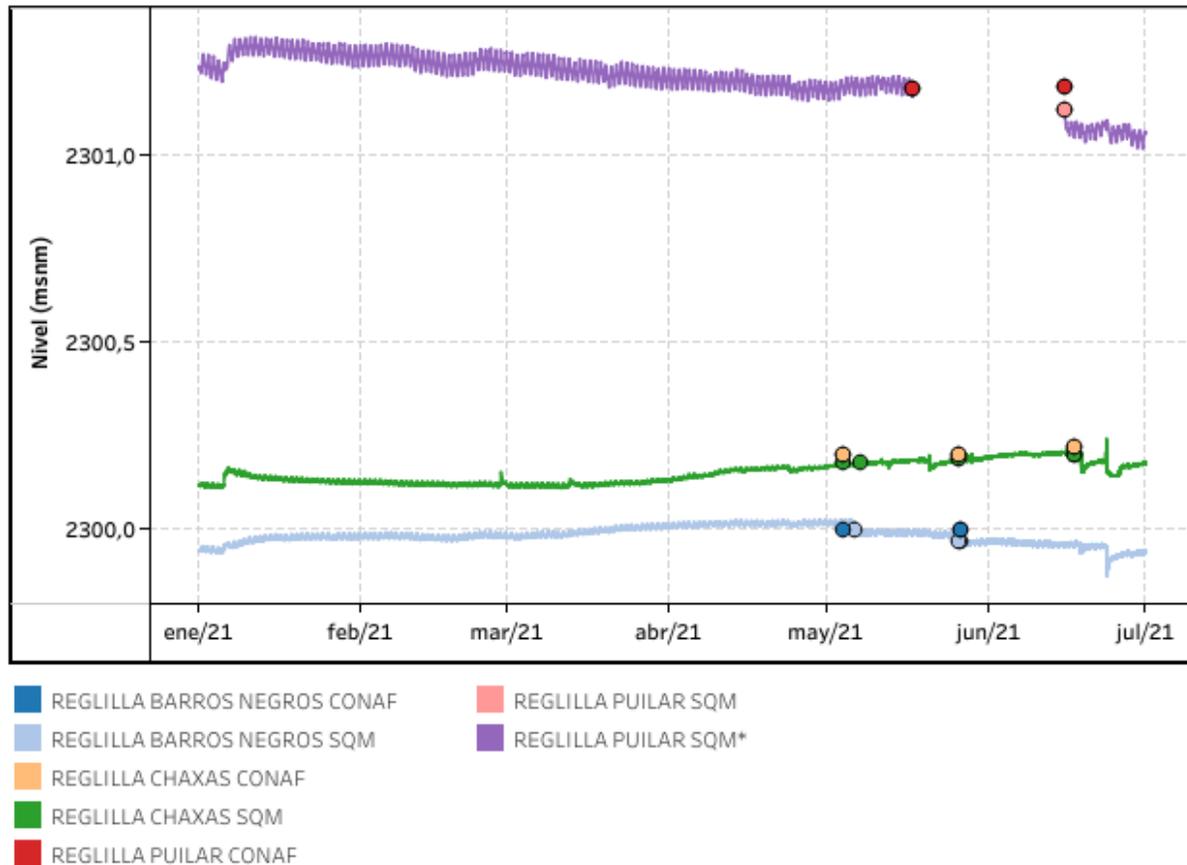
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) corresponde a una remediación.

**Tabla 5-25: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM	
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	05/21	06/21
REGLILLA BARROS NEGROS CONAF					2		1	
REGLILLA BARROS NEGROS SQM					1		2	
REGLILLA CHAXAS CONAF					2	1	2	1
REGLILLA CHAXAS SQM					2	1	2	1
REGLILLA PUILAR CONAF					1	1	1	1
REGLILLA PUILAR SQM						1		1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-12: Nivel observado (m s.n.m.) del Sistema Soncor – niveles en las lagunas



\*(REGLILLA PUILAR SQM contiene 7.295 valores no validados entre 1/1/2021 y 30/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

## Meteorología

En la Tabla 5-26 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de los parámetros registrados en la estación meteorológica Chaxa: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel diario para el período comprendido entre enero y junio de 2021. Los resultados gráficos se exponen en la Figura 5-13. En el Anexo 9.1 se presentan en forma tabulada los registros de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel medio diario para el período de reporte.

Debido a las restricciones de ingreso a RNF durante algunos periodos del primer semestre de 2021 no han podido realizarse todas las mantenciones necesarias a la estación. Por lo que para algunos periodos se ha tenido que rellenar una o más variables. En el caso de la evaporación no se ha podido acceder para rellenar el tanque de agua para la bandeja en las fechas necesarias, lo que hace que no existan mediciones de esta variable en algunos periodos por lo que se ha tenido que rellenar esta información a partir de otras estaciones (en el Anexo 9.2 se encuentra descrito con detalle la metodología). De la misma forma, para el caso de los sensores de precipitación, velocidad del viento y temperatura han presentado algunas fallas en determinados periodos, como problemas en la batería por lo que, como además solo existe accesos en fechas específicas, se han perdido una serie de datos que han tenido que ser rellenados posteriormente a partir de los datos de otras estaciones (ver Anexo 9.2).

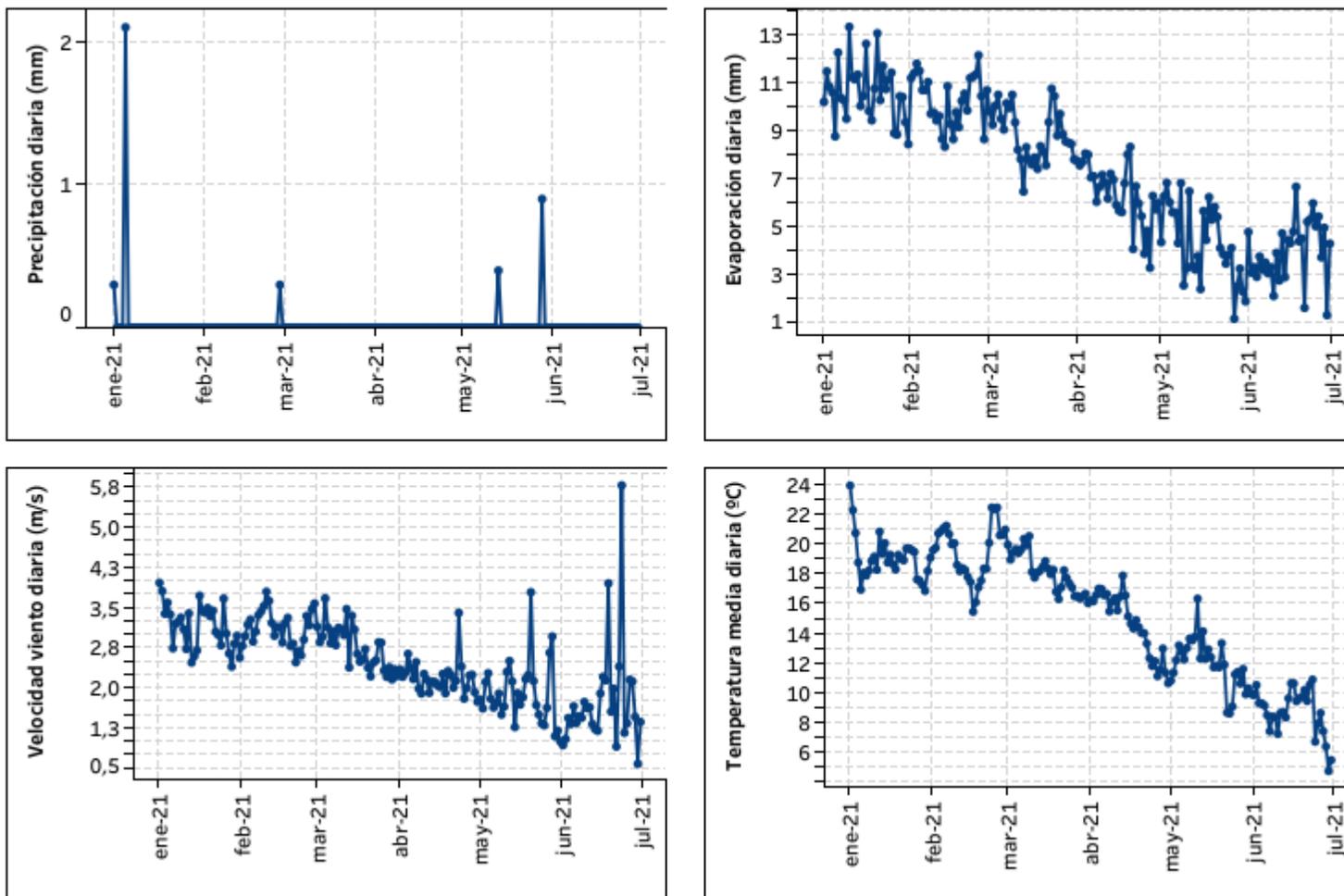
**Tabla 5-26: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura de la estación meteorológica de Chaxa**

Parametros	Unidad	Mín. Valor	Máx. Valor	Prom. Valor	Desv. están. de Valor
Precipitación*	mm/día	0,00	2,10	0,02	0,17
Evaporación*	mm/día	1,15	13,34	7,39	2,96
Velocidad del viento*	m/s	0,57	5,78	2,46	0,79
Temperatura media diaria*	°C	4,73	23,91	15,27	4,30

\* Esta variable contempla uno o más periodos de rellenado

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-13: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de Chaxa**



Fuente: Elaboración propia.

### **Caudal bombeado**

Los pozos de extracción ubicados en el Sistema Soncor corresponden a los denominados Mullay-1 y Allana. A continuación, en la Tabla 5-27 se presentan los caudales de extracción registrados en cada uno de ellos, como flujo medio mensual durante el período enero a junio de 2021. A modo de respaldo, se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. Respecto de los flujómetros instalados, en el capítulo 4.4.5. Monitoreo de caudal de pozos de bombeo de agua industrial, en la Tabla 4-20, se muestran las fechas de vigencia de los certificados de calibración de cada flujómetro y éstos se entregan en el Anexo 3.2.

Por su parte, en la Figura 5-14 se muestran los resultados en forma gráfica los flujos medios mensuales obtenidos durante el presente semestre. Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron por debajo del máximo establecido en la autorización ambiental para cada uno de los pozos, el cual es de 40 L/s.

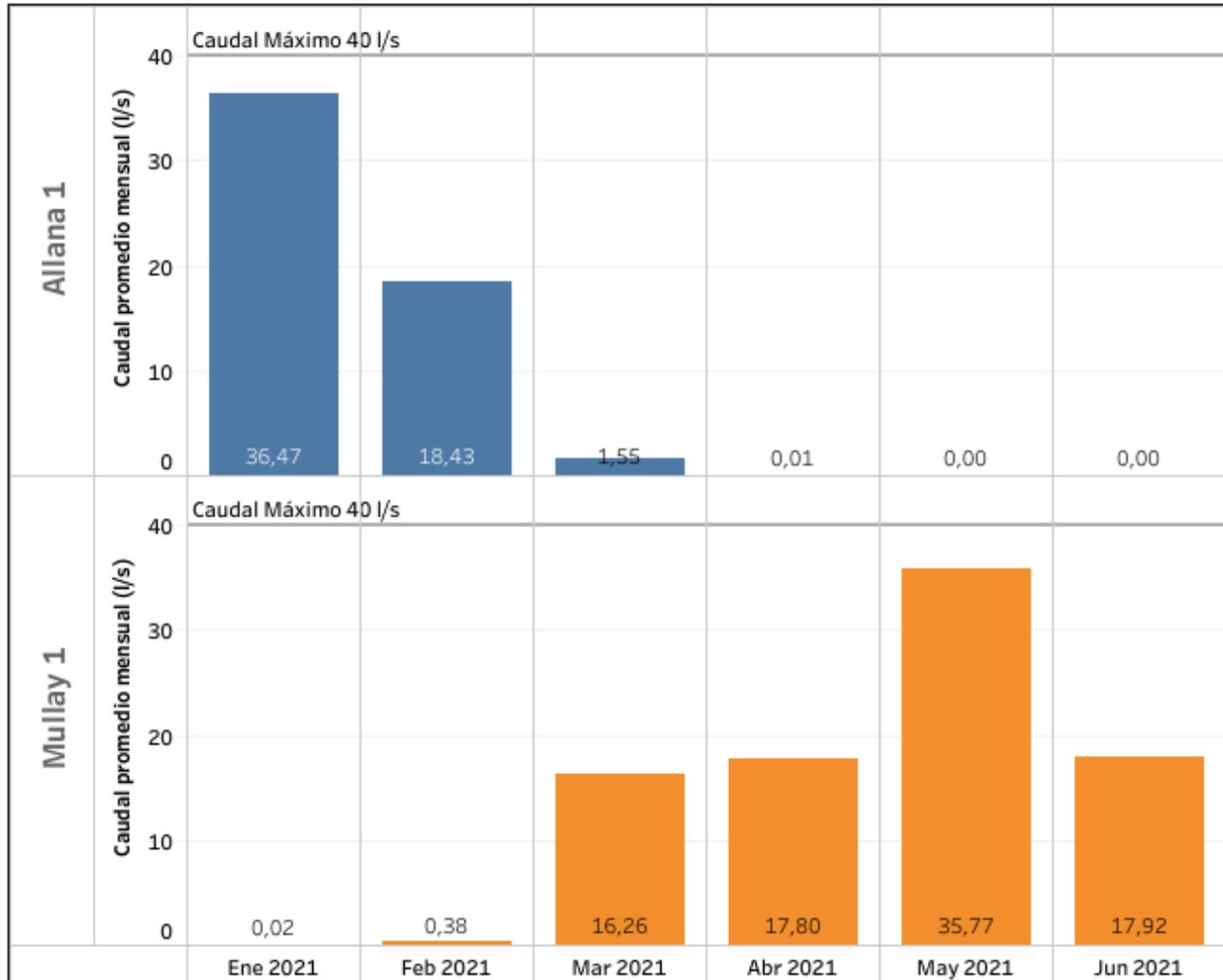
Por decisiones de carácter operacional, el pozo Mullay-1, que se mantenía detenido desde marzo 2020, en febrero 2021 se ha reactivado su operación alcanzando la mitad del caudal autorizado de forma continua desde el mes de marzo (2021) y hasta el final del periodo. Por el contrario, el Allana ha ido disminuyendo progresivamente el caudal, hasta que en el mismo mes de marzo se detiene, manteniéndose así hasta el final del periodo reportado.

**Tabla 5-27: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor**

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Número serie flujómetro	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
Allana 1	Ene 2021	1/1/2021	21/1/2021	SSV203119	498.816	531.367	32.551	18,20
		21/1/2021	1/2/2021	SSW504500	0	16.253	16.253	18,27
	Feb 2021	1/2/2021	1/3/2021	SSW504500	16.253	60.830	44.577	18,43
	Mar 2021	1/3/2021	1/4/2021	SSW504500	60.830	64.977	4.147	1,55
	Abr 2021	1/4/2021	1/5/2021	SSW504500	64.977	65.009	32	0,01
	May 2021	1/5/2021	1/6/2021	SSW504500	130.018	130.018	0	0,00
	Jun 2021	1/6/2021	1/7/2021	SSW504500	65.009	65.009	0	0,00
Mullay 1	Ene 2021	1/1/2021	28/1/2021	SSV203118	993.872	993.921	50	0,02
		28/1/2021	1/2/2021	SSWB07076	0	0	0	0,00
	Feb 2021	1/2/2021	1/3/2021	SSWB07076	0	920	920	0,38
	Mar 2021	1/3/2021	1/4/2021	SSWB07076	920	44.485	43.564	16,26
	Abr 2021	1/4/2021	1/5/2021	SSWB07076	44.485	90.622	46.138	17,80
	May 2021	1/5/2021	1/6/2021	SSWB07076	181.244	277.048	95.804	35,77
	Jun 2021	1/6/2021	1/7/2021	SSWB07076	138.524	184.971	46.446	17,92

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-14: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Soncor**



Fuente: Elaboración propia.

### Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Soncor durante el primer semestre del año 2021. Si bien los pozos L2-4 y L7-3 son parte del monitoreo de calidad del agua tanto para el sistema Soncor como para el Sistema Vegetación Borde Este, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-4 y en la Tabla 4-3 de la Sección 4.3.1 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Soncor. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en el capítulo 6 del presente informe.

En el primer semestre de 2021 los análisis químicos han sido efectuados por la ETFA ALS Life Sciences Chile, mientras que los muestreos de terreno fueron subcontratados por ALS a SOPROCERT en enero y abril de 2021. En ambos trimestres se colectaron algunos puntos por la ETFA SEGEA que no pudieron ser muestreados en la campaña prevista con SOPROCERT. El detalle de estos puntos se encuentra en Tabla 4-22.

En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre y todos los resultados tabulados para el actual semestre se encuentran en el Anexo 6.2. Además, en el Anexo 6.1 se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para este periodo como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs).

#### ***Muestreo de aguas red monitoreo SQM - ALS (ETFAs)***

En la Tabla 5-28 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua y salmuera tomadas en terreno (SOPROCERT - SEGEA) y analizadas por el laboratorio ALS (enero y abril – mayo de 2021), a los pozos de monitoreo durante el primer semestre del año 2021. La representación gráfica de estos resultados se presenta en la Figura 5-15 para las campañas del primer y segundo trimestre de 2021. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos. Únicamente el punto L7-G1 no pudo ser muestreado en el primer trimestre debido a las restricciones de acceso de acuerdo a la restricción de ingreso a la reserva (RNF), puede verse el respaldo en el informe realizado por la ETFAs en el Anexo 6.1.

**Tabla 5-28: Resultados calidad del agua Sistema Soncor primer semestre de 2021<sup>44</sup>**

Parámetro	Unidad	L1-4		L1-5		L1-6		L2-3		L2-4		L1-G4 Reglilla	
		25-01-21	26-04-21	25-01-21	26-04-21	25-01-21	26-04-21	26-01-21	28-04-21	27-01-21	27-04-21	25-01-21	26-04-21
Conductividad	µS/cm	226.000	234.000	186.500	194.100	201.000	206.000	3.390	3.550	11.440	11.200	216.000	221.000
Conductividad Terreno	µS/cm	241.000	242.000	200.000	193.700	212.000	204.000	3.690	4.050	12.090	11.930	226.000	220.000
Densidad	g/mL	1,201	1,215	1,136	1,131	1,215	1,100	1,000	1,001	1,003	1,010	1,179	1,176
Densidad Terreno	g/mL	1,200	1,210	1,143	1,142	1,154	1,150	1,000	1,002	1,005	1,010	1,185	1,185
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,41	5,48	6,45	5,15	5,02	4,70	5,31	6,18	5,49	5,42	5,35	4,89
pH	-	7,52	7,31	7,56	7,38	7,53	7,29	8,19	7,74	8,12	7,90	7,34	7,15
pH Terreno	-	7,20	7,38	7,51	7,48	7,18	7,36	7,12	7,35	7,78	7,86	7,24	7,24
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	282.693	283.500	181.340	176.370	228.307	184.110	2.359	2.642	6.980	6.790	254.777	241.860
Sólidos Suspendidos	mg/L	182	77	30	41	76	47	13	14	797	304	1.034	717
Sólidos Totales	mg/L	337.910	293.410	210.190	179.990	240.200	201.870	2.856	2.668	8.050	6.960	296.120	243.950
Temperatura Terreno	°C	26,8	22,8	20,6	17,9	23,0	21,2	26,0	27,0	25,1	23,9	23,2	19,5

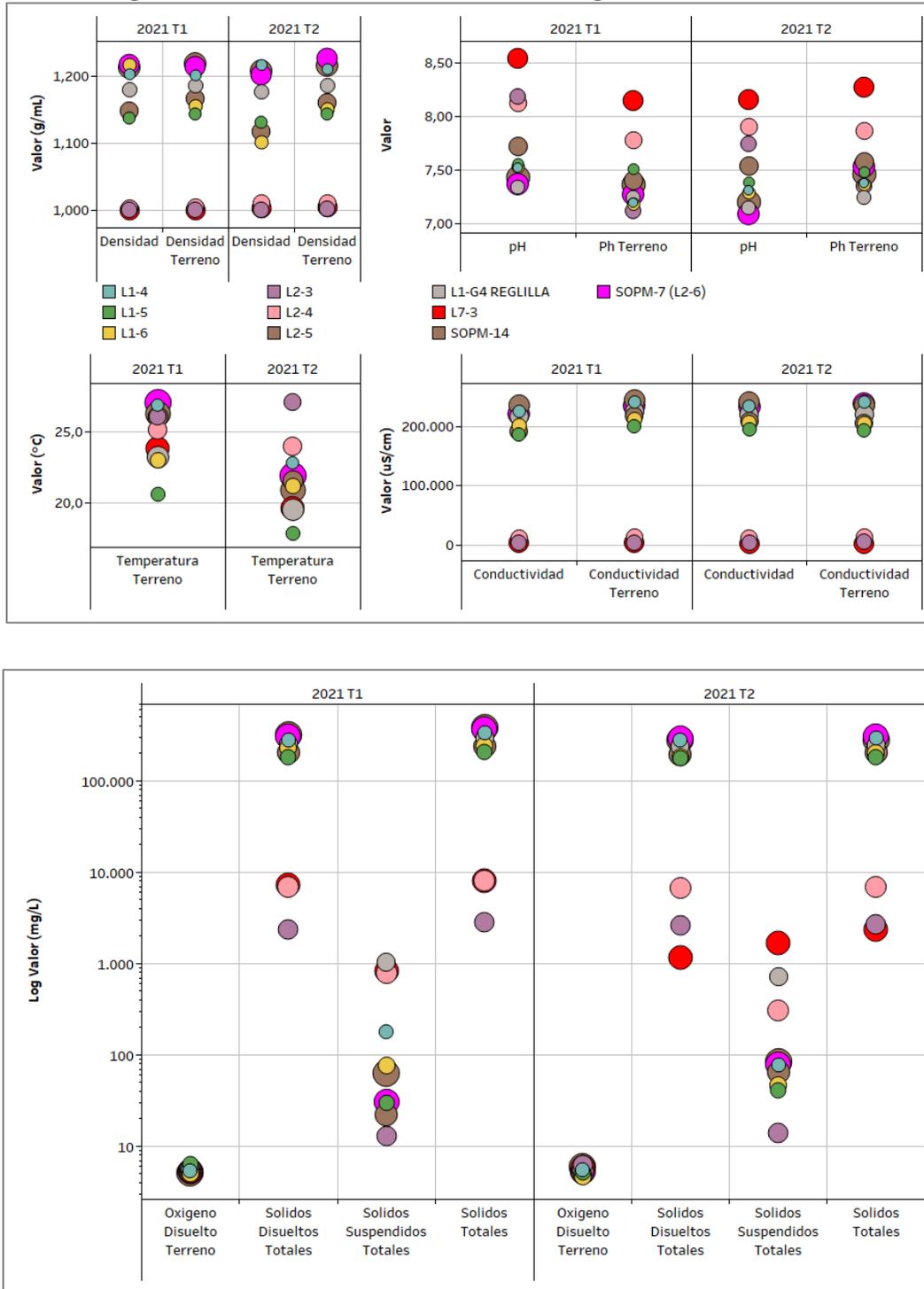
  

Parámetro	Unidad	L2-5		L7-3		SOPM-14		SOPM-7 (L2-6)		L7-G1	
		25-01-21	26-04-21	27-01-21	28-04-21	25-01-21	26-04-21	25-01-21	26-04-21	27-01-21	04-05-21
Conductividad	µS/cm	190.600	209.000	2.650	1.918	236.000	241.000	221.000	233.000	S/I	136.800
Conductividad Terreno	µS/cm	218.000	206.000	2.850	1.946	244.000	236.000	235.000	238.000	S/I	153.300
Densidad	g/mL	1,147	1,116	1,000	1,002	1,212	1,207	1,216	1,201	S/I	1,076
Densidad Terreno	g/mL	1,165	1,160	1,000	1,005	1,217	1,215	1,213	1,225	S/I	S/I
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,38	5,12	5,40	5,95	5,12	5,95	5,36	5,27	S/I	0,22
pH	-	7,72	7,54	8,54	8,16	7,43	7,20	7,37	7,09	S/I	7,85
pH Terreno	-	7,40	7,58	8,15	8,27	7,36	7,46	7,27	7,53	S/I	7,80
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	204.743	193.470	7.214	1.166	324.203	278.580	306.690	293.170	S/I	111.570
Sólidos Suspendidos	mg/L	22	65	841	1.677	63	85	31	79	S/I	110
Sólidos Totales	mg/L	242.080	204.390	8.128	2.338	386.910	278.750	370.190	305.050	S/I	125.310
Temperatura Terreno	°C	26,0	21,5	23,8	19,6	26,2	20,9	27,0	21,9	S/I	12,5

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

<sup>44</sup> Para todos los resultados de análisis químicos expuestos en el presente informe, en el caso de parámetros cuantificados mediante mediciones de terreno y análisis de laboratorio en forma conjunta, se identifican los parámetros medidos directamente en terreno mediante el sufijo Terreno, correspondiendo el resto a análisis de laboratorio. Cabe señalar que las mediciones de terreno corresponden a monitoreos complementarios a los exigidos en la RCA N°226/2206. Estas mediciones han sido efectuadas por la ETFA y por SQM en forma conjunta (salvo para el caso de densidad que sólo son realizadas por SQM).

**Figura 5-15: Resultados de calidad de agua Sistema Sencor**



Fuente: Elaboración propia.

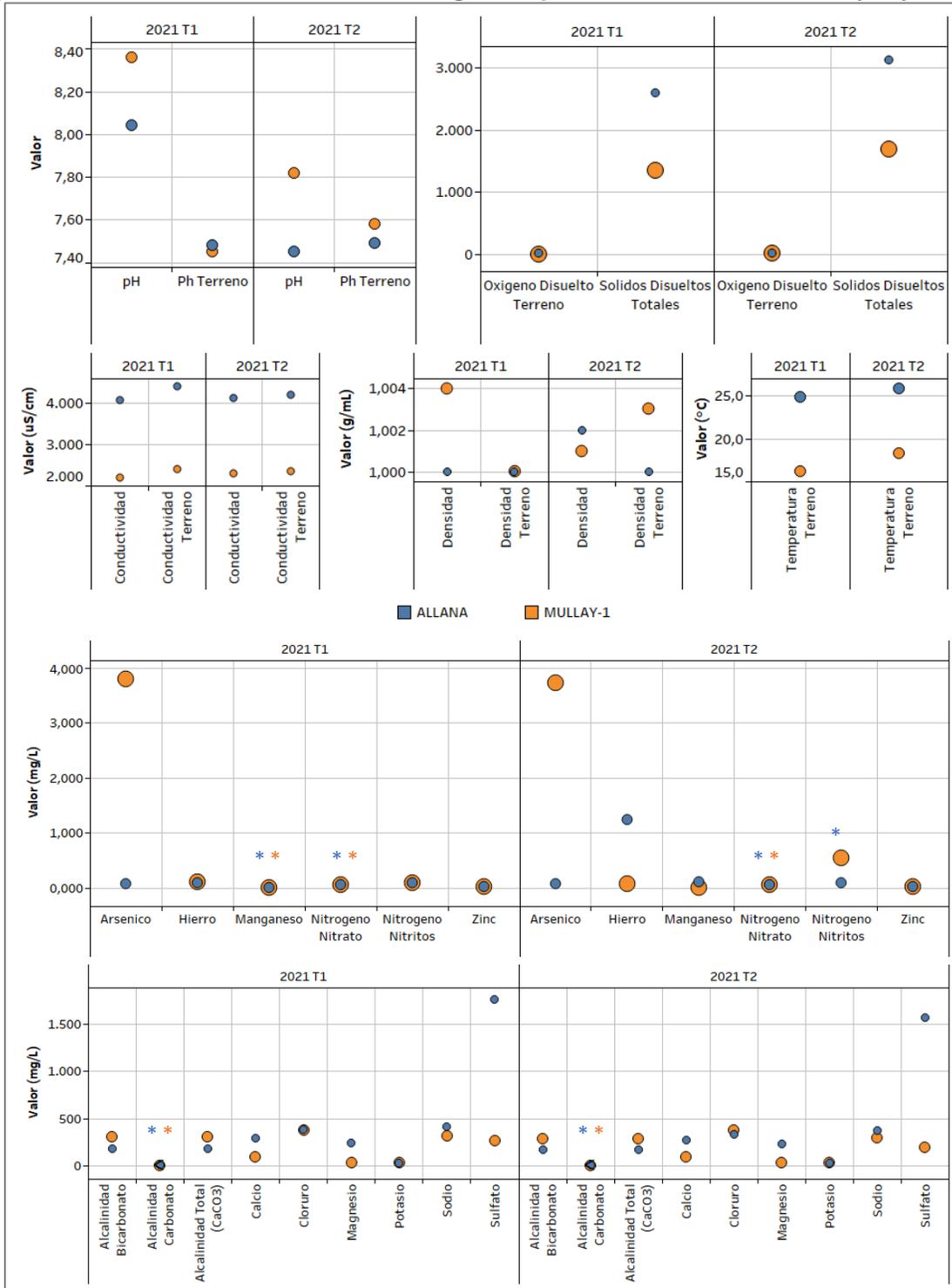
En la Tabla 5-29 se presentan los resultados del monitoreo trimestral de calidad efectuado a los pozos de bombeo Mullay-1 y Allana durante el primer semestre de 2021. Los resultados gráficos se muestran en la Figura 5-16.

**Tabla 5-29: Resultados calidad del agua en pozos de extracción para el primer semestre de 2021**

Parámetro	Unidad	Mullay-1		Allana	
		26-01-21	28-04-21	26-01-21	28-04-21
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	300	283	180	169
Arsénico	mg/L	3,798	3,7157	0,0766	0,0714
Alcalinidad Bicarbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	300	283	180	169
Calcio	mg/L	92,38	89,88	286,9	264,65
Alcalinidad Carbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	<1	<1	<1	<1
Cloruro	mg/L	378,3	374,1	377,6	329,5
Conductividad	µS/cm	2190	2300	4060	4110
Conductividad Terreno	µS/cm	2390	2340	4400	4190
Densidad	g/mL	1,004	1,001	1,000	1,002
Densidad Terreno	g/mL	1,000	1,003	1,000	1,000
Hierro	mg/L	0,105	0,082	0,087	1,231
Magnesio	mg/L	29,918	30,188	240,123	228,281
Manganeso	mg/L	0,0014	<0,0001	0,0029	0,1046
Nitrógeno Nitrato	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	0,54	<0,09	<0,09
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,42	5,93	6,17	5,83
pH	-	8,36	7,82	8,04	7,45
pH Terreno	-	7,45	7,58	7,48	7,49
Potasio	mg/L	29,3	26,4	27,1	25,9
Sodio	mg/L	310	296	409	369
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1.348	1.692	2.588	3.116
Sulfato	mg/L	259	195	1755	1565
Temperatura Terreno	°C	16,1	18,3	24,8	25,9
Zinc	mg/L	0,0194	0,0296	0,0167	0,021

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-16: Resultados de calidad del agua en pozos de extracción Mullay-1 y Allana



Fuente: Elaboración propia. \*Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.

### ***Mediciones realizadas en cuerpos lagunares SQM***

En esta sección se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos del monitoreo realizado en los puntos de control lacustre de Chaxa, Barros Negros, Burro Muerto y Puilar, planificados a ser realizados por ALS Antofagasta, quien subcontrata el monitoreo en terreno y la medición de parámetros fisicoquímicos a SOPROCERT.

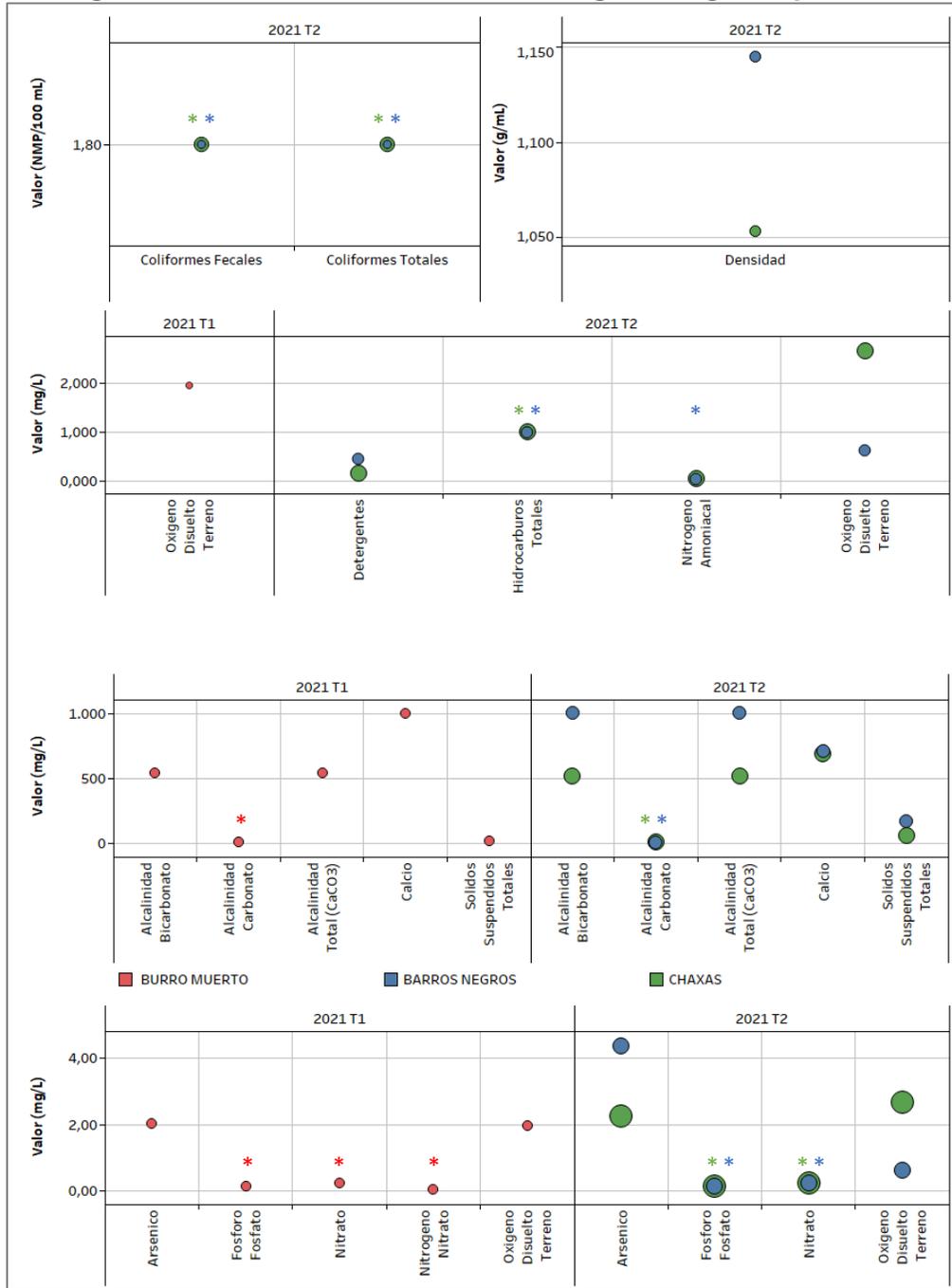
En ninguno de los trimestres pudo acceder SOPROCERT a estos puntos debido a no contar con permiso de acceso a la Reserva nacional Los Flamencos. Si se pudo entrar posteriormente con la ETFA SEGEA a Burro Muerto en enero y a Chaxa, Barros Negros en abril. Para el resto de los puntos sin acceso, ver respaldos en los respectivos informes ETFA en Anexo 6.1. Los resultados del muestreo en los cuerpos de agua superficial se presentan en la Tabla 5-30 y los resultados gráficos en la Figura 5-17.

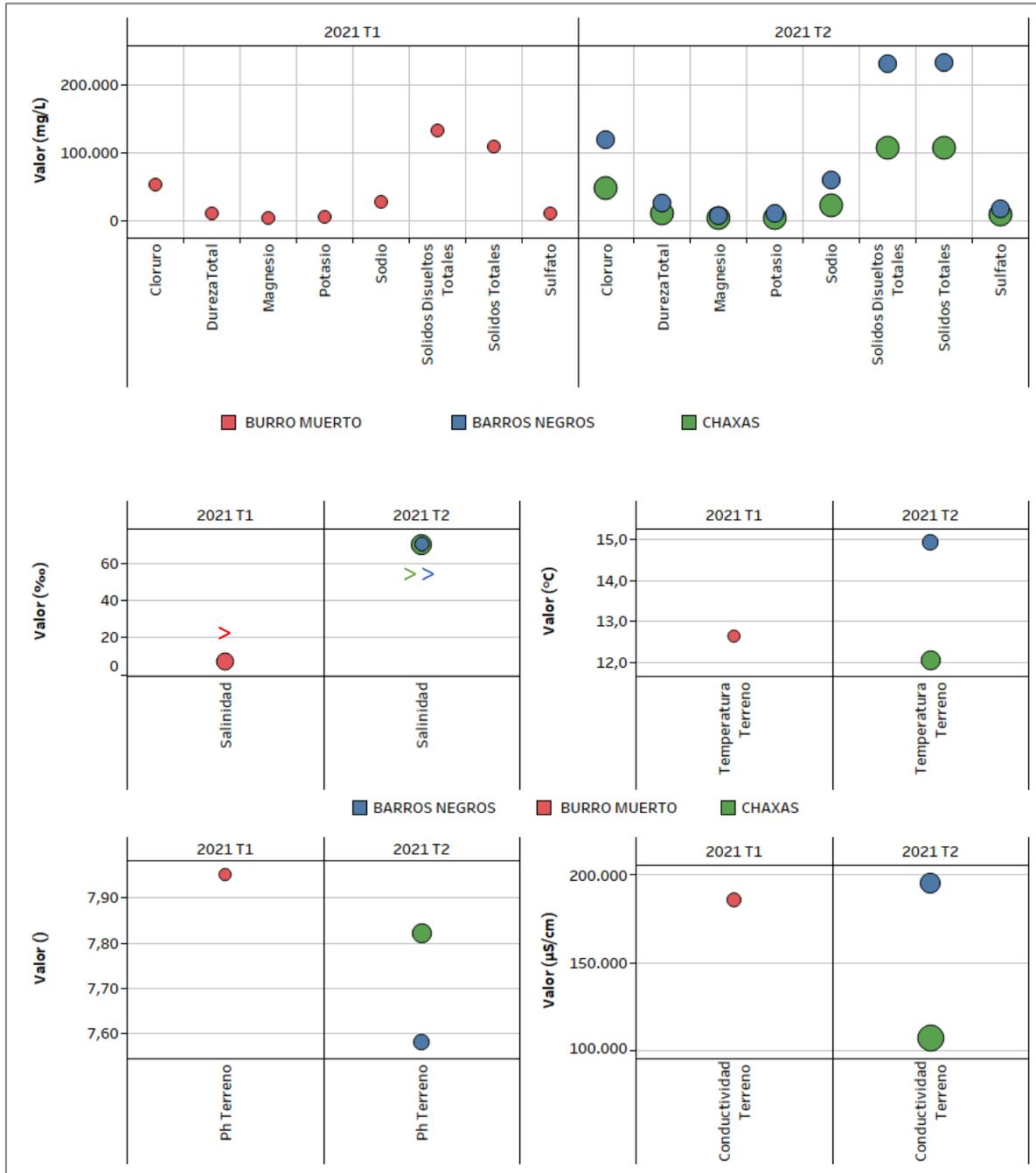
**Tabla 5-30 Resultados calidad del agua en agua superficial para el primer semestre de 2021**

Parámetro	Unidad	Chaxa		Burro Muerto		Barros Negros		Puilar	
		27-01-21	4-05-21	29-01-21	28-04-21	27-01-21	4-05-21	27-01-21	28-04-21
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	S/I	510	541	S/I	S/I	1.004	S/I	S/I
Arsénico	mg/L	S/I	2,244	2,004	S/I	S/I	4,331	S/I	S/I
Bicarbonatos	mg/L	S/I	510	541	S/I	S/I	1.004	S/I	S/I
Calcio	mg/L	S/I	683	998	S/I	S/I	706	S/I	S/I
Carbonatos	mg/L	S/I	<1	<1	S/I	S/I	<1	S/I	S/I
Cloruro	g/L	S/I	47.064	51.878	S/I	S/I	118.176	S/I	S/I
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	S/I	<1,8	-	S/I	S/I	<1,8	S/I	S/I
Coliformes Totales	NMP/100 mL	S/I	<1,8	-	S/I	S/I	<1,8	S/I	S/I
Conductividad	µS/cm	S/I	103.500	117.600	S/I	S/I	204.000	S/I	S/I
Conductividad Terreno	µS/cm	S/I	107.400	185.420	S/I	S/I	195.200	S/I	S/I
Densidad	g/mL	S/I	1,053	-	S/I	S/I	1,145	S/I	S/I
Densidad Terreno	g/mL	S/I	-	S/I	S/I	S/I	-	S/I	S/I
Detergentes	mg/L	S/I	0,155	S/I	S/I	S/I	0,461	S/I	S/I
Dureza Total	mg/L	S/I	9.977	9.130	S/I	S/I	24.475	S/I	S/I
Fosfato	mgPO <sub>4</sub> /L	S/I	<0,13	<0,13	S/I	S/I	<0,13	S/I	S/I
Hidrocarburos Totales	mg/L	S/I	<1	-	S/I	S/I	<1	S/I	S/I
Magnesio	mg/L	S/I	2.011	2.318	S/I	S/I	5.699	S/I	S/I
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	S/I	0,040	-	S/I	S/I	<0,03	S/I	S/I
Nitrógeno Nitrato	mg/L	S/I	-	<0,05	S/I	S/I	-	S/I	S/I
Nitrato	mgNO <sub>3</sub> /L	S/I	<0,22	<0,22	S/I	S/I	<0,22	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	2,66	1,94	S/I	S/I	0,62	S/I	S/I
pH Terreno	-	S/I	7,82	7,95	S/I	S/I	7,58	S/I	S/I
Potasio	mg/L	S/I	3.324	3.608	S/I	S/I	9.134	S/I	S/I
Salinidad*	‰	S/I	>70*	>7	S/I	S/I	>70*	S/I	S/I
Sodio	mg/L	S/I	20.631	25.944	S/I	S/I	59.108	S/I	S/I
Sólidos disueltos totales	mg/L	S/I	105.989	132.620	S/I	S/I	230.889	S/I	S/I
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	S/I	56	14	S/I	S/I	163	S/I	S/I
Sólidos totales	mg/L	S/I	106.714	107.600	S/I	S/I	232.949	S/I	S/I
Sulfato	mg/L	S/I	8.188	9.250	S/I	S/I	16.233	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	S/I	12,0	12,6	S/I	S/I	14,9	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia. \*Parámetros no acreditados ALS. No contaron con muestra suficiente para subcontratar, por lo que se consideran resultados referenciales.

Figura 5-17: Resultados de calidad del agua en agua superficial.





Fuente: Elaboración propia. \*Los valores <LD se representan como = LD. El color de símbolo "\*" se refiere a la infraestructura. Los valores >LD se representan como =LD, el color del símbolo ">" se refiere a la infraestructura.

### **Validación de Resultados**

Los criterios de validación de los resultados obtenidos para los monitoreos de calidad de aguas que se implementan en este apartado son los descritos en el anterior apartado 4.4.8 de Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas (Capítulo 4 de Materiales y métodos).

La Tabla 5-31 muestra los resultados de la validación para las campañas del primer semestre en el sistema Soncor. En las dos campañas del primer semestre, de las 27 de las 28 muestras con análisis de sólidos (totales, disueltos y suspendidos), fueron validadas, teniendo un desbalance de masa menor al 20%. La muestra restante no fue consultada por representar un % bajo respecto de los análisis realizados.

Respecto del balance iónico, todas las muestras de ambos trimestres tuvieron un error de cargas inferior a 10, con la excepción de la laguna Chaxa en el 2 trimestre con un 12%.

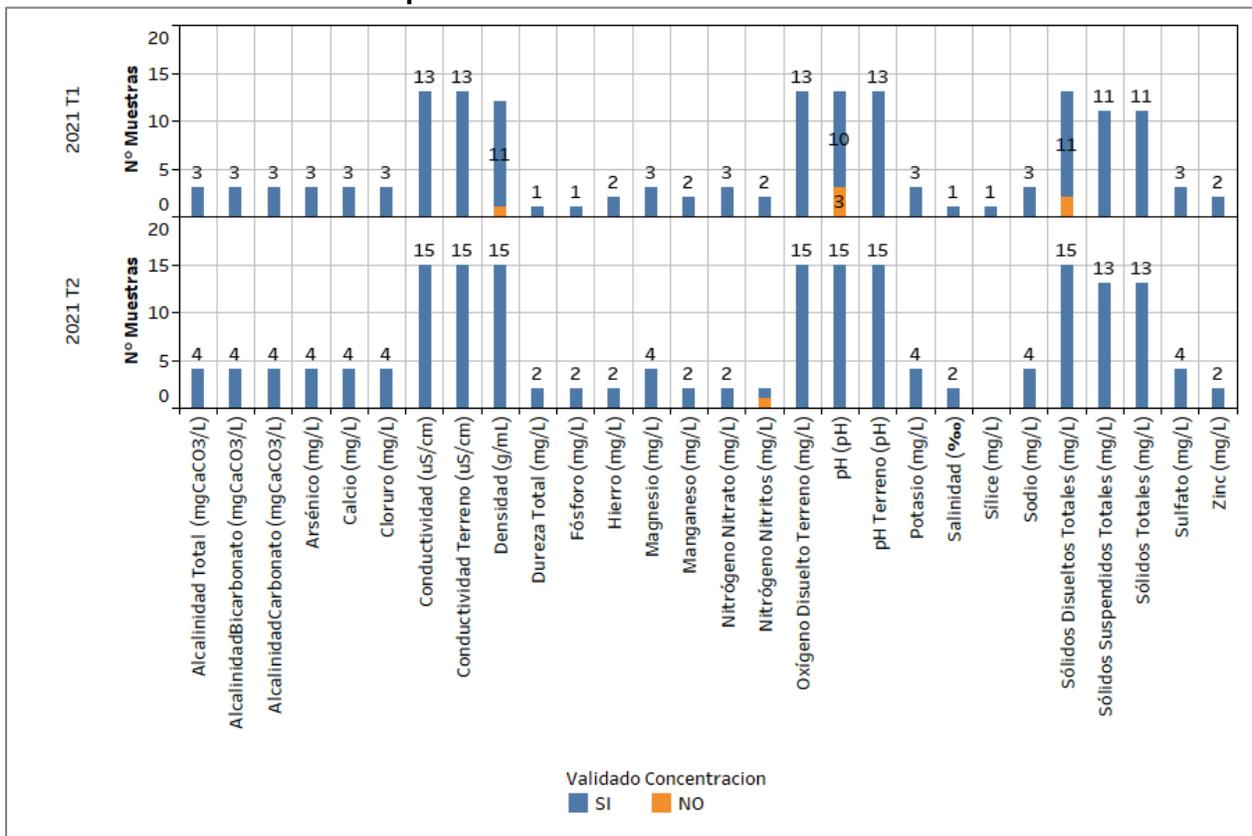
**Tabla 5-31: Resultados validación Soncor**

Trimestre de 2021	Punto de control	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance Iónico (%)
1ro	ALLANA	NA	2,0
	BURRO MUERTO	23,3	7,0
	L1-4	-16,3	NA
	L1-5	-13,7	NA
	L1-6	-4,9	NA
	L1-G4	-13,6	NA
	L2-3	-16,9	NA
	L2-4	-3,4	NA
	L2-5	-15,4	NA
	L7-3	-0,9	NA
	MULLAY-1	NA	1,0
	SOPM-14	-16,2	NA
	SOPM-7 (L2-6)	-17,1	NA
	ALLANA	NA	2,0
2do	ALLANA	NA	4,0
	BARROS NEGROS	-0,8	5,0
	CHAXAS	-0,6	12,0
	L1-4	-3,4	NA
	L1-5	-2	NA
	L1-6	-8,8	NA
	L1-G4	-0,6	NA
	L2-3	-0,4	NA
	L2-4	1,9	NA
	L2-5	-5,3	NA
	L7-3	21,6	NA
	L7-G1	-10,9	NA
	MULLAY-1	NA	1,0
	SOPM-14	0	NA

Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indican muestras no validadas.

La Figura 5-18 muestra el número de muestras validadas y no validadas en base a su concentración histórica para cada analito verificado en el primer semestre de 2021 en el sistema Soncor. Se observan 3 resultados de pH, 2 de sólidos disueltos totales y 1 de densidad no validados para el primer trimestre y 1 resultado de nitrógeno nitrito en el segundo trimestre. Estas desviaciones representan un 2% del total de análisis realizados (344). Fueron consultadas con el laboratorio y fueron ratificadas.

**Figura 5-18: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Soncor**



Fuente: Elaboración propia.

### Caudal agua superficial (aforos)

En el sistema Soncor se dispone de dos puntos de medición de caudal de agua superficial; en el Puente San Luis se mide de forma continua y con medidas manuales mensuales, y en el punto

llamado Barros Negros (que se ubica a la salida de la laguna Chaxa, ver apartado 4.3.1) se toman medidas manuales mensuales.

En la Tabla 5-32 se muestra el resultado de las mediciones manuales realizadas durante el primer semestre 2021. Puede verse que el punto del Puente San Luís se ha podido medir todos los meses exceptuando el mes de abril. En la Figura 5-19 se muestra gráficamente el resultado de las mediciones continuas y manuales de este punto; puede verse que el transductor de presión no ha estado funcionando bien durante algunos periodos del semestre, por lo que no se validan estos datos. No obstante, mencionar que en el Anexo 8 se entrega de forma tabulada el total de mediciones (continuas, manuales, validados y no validados) de todas las mediciones de aforo realizadas en este semestre reportado.

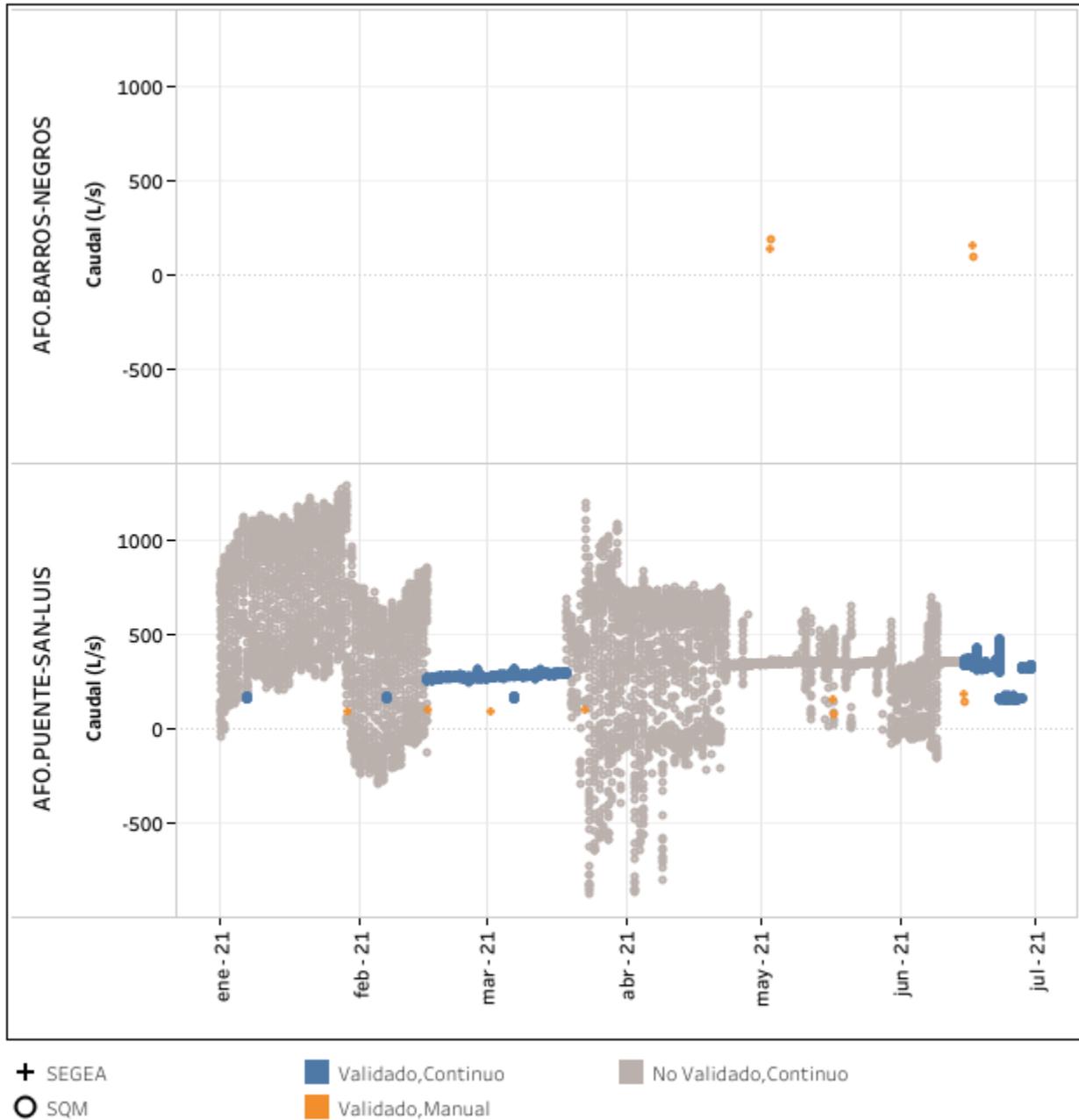
Por su parte, en el punto de Barros Negros solo ha sido posible su medición en los meses de mayo y junio (2021). En la Figura 5-19 se muestra gráficamente el resultado obtenido.

**Tabla 5-32: Resultados aforos manuales en los puntos de aforo del sistema Soncor (L/s)**

	<b>AFO.BARROS-NEGROS</b>	<b>AFO.PUENTE-SAN-LUIS</b>
enero 2021	S/I	86,90
febrero 2021	S/I	98,30
marzo 2021	S/I	92,60
abril 2021	S/I	S/I
mayo 2021	162,35	117,30
junio 2021	125,24	161,36

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

Figura 5-19: Caudales superficiales medidos en el punto en el sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia.

### Superficie Lacustre

Para el presente semestre de reporte, corresponde la medición de la superficie lacustre del sistema Soncor (Chaxa, Barros Negros y Puilar) mediante el método de las estacas perimetrales

realizado trimestralmente por SQM en el marco del ex convenio con CONAF, un levantamiento topográfico mediante el método RTK y un levantamiento mediante imágenes satelitales.

Cabe mencionar que las mediciones de Puilar efectuadas en base a estacas corresponden a la superficie del canal de aporte y no al cuerpo de la laguna como tal, debido que fue incorporado inicialmente como un seguimiento experimental durante el año 2004 (Monitoreo Ambiental Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama).

Durante este periodo de reporte no se contó con permiso para acceder a la Reserva Nacional Los Flamencos durante el periodo de verano debido a las restricciones de ingreso. Por lo tanto, no se realizó la medición de superficies mediante estacas perimetrales en ese periodo (enero 2021). Para la campaña de abril, no se contó con permiso de acceso para realizar los trabajos de terreno en ninguno de los sectores. No obstante, en las lagunas Chaxa y Barros Negros sí se logró realizar las mediciones para imagen satelital, estacas y RTK entre los meses de mayo y junio (2021). En el caso de la laguna Puilar no fue posible realizar estas actividades en ningún momento del primer semestre 2021, por no contar permisos de ingreso a la Reserva.

En la Tabla se presentan los resultados obtenidos de los distintos análisis según el tipo de medición. En el Anexo 10 se entregan todos los valores de forma tabulada (Anexo 10.1), los informes de sustento para la obtención de los resultados según las imágenes satelitales (Anexo 10.2), según el RTK (Anexo 10.4) y según las estacas perimetrales (Anexo 10.5).

**Tabla 5-33. Superficies lacustres primer semestre 2021.**

Periodo de medición	Responsable	Técnica de medición	Superficie (m <sup>2</sup> )			
			Laguna Chaxa	Laguna Barros Negros	B. Negros Z. Aledañas + Desborde Sur	Laguna Puilar
Ene 2021	SQM	Estacas Perimetrales	S/I	S/I	N/A	S/I
Abr 2021	SRGIS	Imágenes Satelitales	280.058	1.038.243	194.890	62.613
Abr 2021	SQM	Estacas Perimetrales	275.130	1.052.840	N/A	S/I
Abr 2021	SQM	RTK	286.450	1.053.200	204.130	S/I

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin información (el dato no pudo ser medido). N/A significa: No Aplica (no corresponde esta medición).

Finalmente, cabe recordar que las mediciones de superficie mediante topografía sólo se realizaron hasta el año 2010 con frecuencia anual, ya que a través de la Resolución Exenta 244/2010, se estableció que las mediciones de topografía se realizaran cada 5 años siendo la última medición la que se realizó en abril 2015. La medición debía realizarse en abril 2020, pero debido a restricciones por COVID no se pudo realizar ese año, realizándose en 2021.

### **5.1.3. SISTEMA AGUAS DE QUELANA**

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Aguas de Quelana considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (61 puntos), caudal bombeado (2 puntos), calidad química (9 puntos) y superficie lacustre. Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-34 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

**Tabla 5-34: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Aguas de Quelana**

Nombre Infraestructura	Motivo	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	may/21	jun/21
L3-6	3	*	*	*	*	*	*
L3-7	3	*	*	*	*	*	*
L3-8	3	*	*	*	*	*	*
L3-9	3	*	*	*	*	*	*
L3-10	3	*	*	*	*	*	*
L3-11	3	*	*	*	*	*	*
L3-12	3	*	*	*	*	*	*
L3-13	3	*	*	*	*	*	*
L4-8	3	**	*	*	**	*	*
L4-9	3	**	*	*	*	*	*
L4-10	3	**	*	*	**	*	*
L4-11	3	*	*	*	*	*	*
L4-12	3	**	*	*	*	**	*
L4-13	3	*	*	*	*	*	*
L4-14	3	*	*	*	*	*	*
L5-3	3	**	*	*	*	*	*
L5-9	3	*	*	*	*	*	*
L5-10	3	*	*	*	*	**	*
L5-11	3	*	*	*	*	*	*
L5-12	3	*	*	*	*	*	*
L5-13	3	*	*	*	*	*	*
L5-14	3	*	*	*	*	*	*
L5-15	3	*	*	*	*	*	*
L5-G3 POZO	3	*	*	*	*	*	*
L5-G3 REGLILLA	3	*	*	*	*	*	*
L13-3	3	*	*	*	*	*	*
L13-4	3	*	*	*	*	*	*
L13-5	3	*	*	*	*	*	*
L13-6	3	*	*	*	*	*	*
L14-4	3	*	*	*	*	*	*
L14-5	3	*	*	*	*	*	*
L14-6	3	*	*	*	*	*	*
L14-7	3	*	*	*	*	*	*

Fuente: Elaboración propia. x: punto no visitado; xx: punto no muestreado en la campaña de calidad. Motivo 3) Prohibición de ingreso RNF – Aguas de Quelana.

## **Nivel del agua subterránea y superficial**

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Aguas de Quelana, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-8 y en la Tabla 4-8.

Cabe señalar que los pozos L4-3, L3-3 y L3-5 junto a la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de niveles de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este, pero para una mayor claridad de su presentación, éstos solo serán mostrados en esta sección. Por otra parte, el pozo L3-4 (también denominado SOPM-8) es parte del monitoreo de niveles del Sistema Aguas de Quelana y del sector Núcleo del Salar de Atacama; el pozo solo se presentará en la actual sección.

### ***Pozos en zona aluvial***

La zona aluvial cuenta con 7 puntos de control comprometidos para el Sistema Aguas de Quelana, que corresponden a 5 pozos de monitoreo y 2 pozos de extracción. En la Tabla 5-35 se muestran los resultados del monitoreo efectuado para el primer semestre de 2021.

De entre estos puntos, el L4-3 es indicador de estado, por lo que SQM efectúa medidas diarias y debido al volumen de datos, se muestran en la Tabla 5-35 los máximos y mínimos mensuales resultantes. Tal y como se ha descrito anteriormente, se ha solicitado a la ETFA que realice mediciones mensuales adicionales en estos puntos con el fin de respaldar las mediciones de SQM. Por este motivo, en la Tabla 5-35 se muestra el recuento de mediciones efectuadas cada mes por cada empresa para cada punto. El resto de los puntos de este grupo que deben ser medidos mensualmente, corresponden ser medidos por la ETFA, que son las mediciones resultantes que se muestran en la Tabla 5-35. Adicionalmente, estos puntos cuentan con mediciones adicionales realizadas por SQM (ver Tabla 5-35). En la Figura 5-20 se muestra el resultado completo de monitoreo, con las mediciones comprometidas y adicionales y en el Anexo 5.1 se entregan de forma tabulada.

Como puede comprobarse, para el primer semestre 2021 se han podido acceder a todos los puntos sin problemas, por lo que también se ha podido cumplir la frecuencia estipulada en cada punto.

**Tabla 5-35: Registro de niveles zona aluvial del sistema Aguas de Quelana**

L3-2		L4-4		L5-1	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 11:54	2.322,899	18/1/21 14:37	2.304,553	15/1/21 15:27	2.322,351
18/2/21 14:27	2.322,901	15/2/21 15:35	2.304,573	18/2/21 11:10	2.322,305
24/3/21 10:27	2.322,904	15/3/21 14:42	2.304,563	21/3/21 09:04	2.322,291
18/4/21 12:01	2.322,899	21/4/21 17:13	2.304,564	15/4/21 15:24	2.322,337
21/5/21 12:42	2.322,913	21/5/21 11:23	2.304,580	3/5/21 12:38	2.322,325
18/6/21 11:29	2.322,914	18/6/21 10:12	2.304,242	21/5/21 10:50	2.322,297 *
				18/6/21 09:34	2.322,306

L5-2		CAMAR-2		SOCAIRE-5B	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 15:44	2.315,132	16/1/21 14:19	2.322,302	16/1/21 13:58	2.304,120
15/2/21 15:13	2.315,127	18/2/21 14:43	2.322,307	18/2/21 11:50	2.304,120
15/3/21 14:27	2.315,119	23/3/21 12:37	2.322,297	19/3/21 15:40	2.304,097
15/4/21 15:43	2.315,117	18/4/21 11:32	2.322,297	17/4/21 14:55	2.304,132
3/5/21 12:50	2.315,126	22/5/21 10:00	2.322,286	22/5/21 09:40	2.304,551
21/5/21 11:06	2.315,115 *	18/6/21 12:03	2.322,302	18/6/21 12:18	2.304,442
18/6/21 09:55	2.315,118				

L4-3		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.306,863	2.306,873
Feb 2021	2.306,838	2.306,847
Mar 2021	2.306,857	2.306,860
Abr 2021	2.306,867	2.306,870
May 2021	2.306,843	2.306,863
Jun 2021	2.306,863	2.306,869

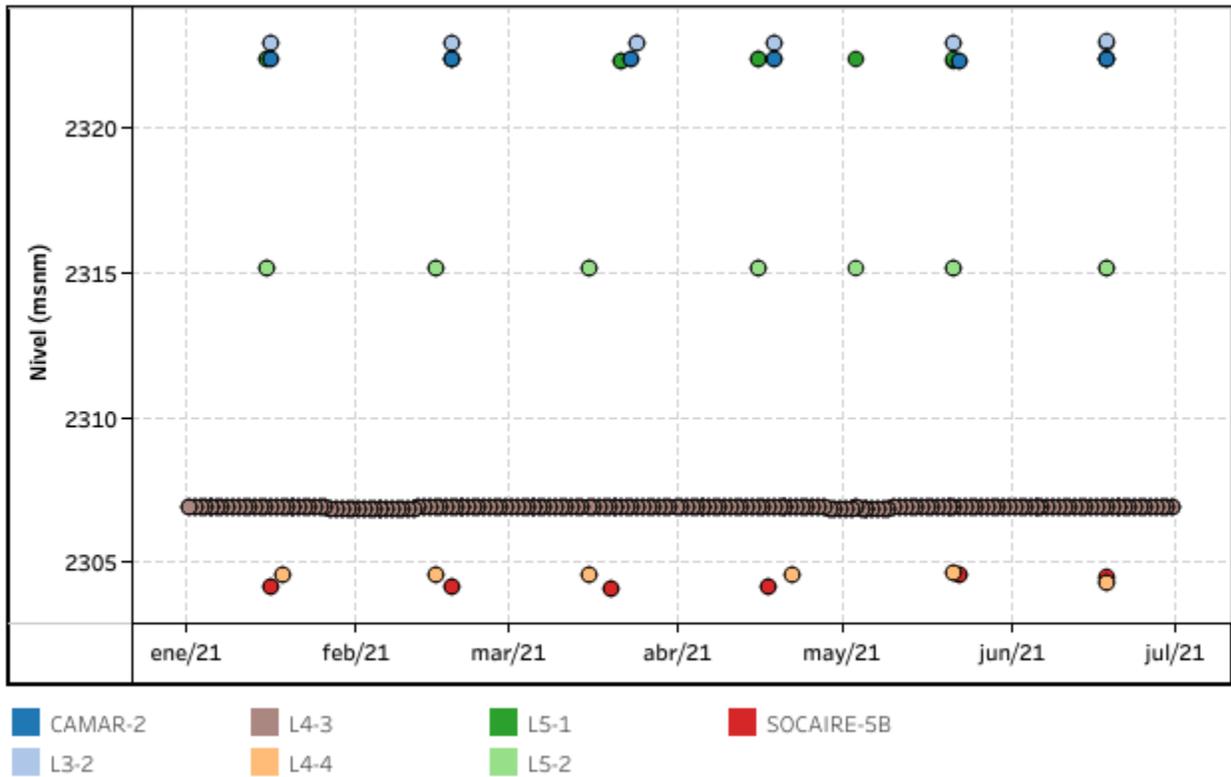
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (\*) corresponde a una remediación.

**Tabla 5-36: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
SOCAIRE-5B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L5-2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L5-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L4-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-3	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L3-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CAMAR-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-20: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Pozos en zona marginal**

En esta sección se exponen los resultados del monitoreo efectuado en los 43 pozos de control de nivel ubicados en la zona marginal del Sistema Aguas de Quelana. De éstos, 19 poseen

medición continua de nivel. De manera que, para facilitar el análisis, se han agrupado en 4 grupos en función de su ubicación; aledaño a pozo de extracción Camar-2, aledaño a pozo de extracción Socaire-5B, al oeste de las lagunas difusas aledañas al pozo Camar-2 y al oeste de las lagunas difusas aledañas al pozo Socaire-5B. A continuación, se muestran los resultados para cada grupo.

### Área del pozo Camar-2

En la Tabla 5-37 se muestran las mediciones del primer semestre de 2021 para el subsector aledaño al pozo de extracción Camar-2, compuesto por 6 puntos de control.

Los piezómetros L3-3 y L3-5 son indicadores de estado por lo que son medidos a diario por SQM, que son los valores que se muestran en la Tabla 5-37 en forma de mínimos y máximos mensuales debido a la gran cantidad de datos. Como viene describiéndose en los otros sectores, adicionalmente, se solicitó a la ETFA que tomara medidas al menos mensuales en estos puntos con el propósito de contrastar las mediciones de SQM. En los casos en que el punto corresponda a un indicador de estado que además se encuentre con alguna de sus fases activas (Fase I o Fase II), se solicita a la ETFA que realice mediciones quincenales.

El resto de los puntos de este grupo deben ser medidos mensualmente por la ETFA y el resultado es el que se muestra en la Tabla 5-37. Adicionalmente, SQM toma mediciones mensuales en estos puntos; en la Figura 5-21 se muestra el resultado completo del monitoreo en todos los puntos de este grupo.

Con el fin de facilitar la revisión del número de mediciones realizadas en cada punto durante este primer semestre 2021, en la Tabla 5-38 se detalla el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa en cada mes y en la Figura 5-21 se muestran gráficamente, donde también se incluyen las mediciones en continuo que, de este grupo todos los pozos excepto el L3-3, cuentan con transductor de presión instalado.

Como puede observarse, los pozos L13-1, L13-2, L3-3 y L3-5 han podido medirse con la frecuencia estipulada sin dificultades, ya que éstos se encuentran fuera de la reserva. En cambio, los punto L13-3 y L3-6 sí se encuentran dentro de la reserva por lo que, tal y como puede verse, la frecuencia no ha podido ser la comprometida y se han medido en dos de los seis meses del

semestre. Por último, mencionar que, por motivos organizativos y dadas las limitaciones que supone el ingreso a la reserva, la ETFA MOAM ha realizado mediciones en estos dos puntos en el mes de mayo (2021).

**Tabla 5-37: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2**

L13-1		L13-2		L13-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 14:17	2.315,260	15/1/21 14:32	2.307,242	17/1/21 12:00	S/I
15/2/21 14:08	2.315,232	15/2/21 14:33	2.307,149	17/2/21 12:00	S/I
15/3/21 13:33	2.315,218	15/3/21 13:45	2.307,122	16/3/21 12:26	2.302,671
27/3/21 10:35	2.315,215 *	27/3/21 10:22	2.307,144 *	17/4/21 12:00	S/I
15/4/21 13:06	2.315,211	15/4/21 13:20	2.307,191	6/5/21 17:10	2.302,697
15/5/21 15:46	2.315,235	15/5/21 16:02	2.307,303	17/6/21 12:00	S/I
28/5/21 11:53	2.315,252 *	16/6/21 16:27	2.307,341		
16/6/21 16:11	2.315,266				

L3-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I
17/3/21 12:00	S/I
27/4/21 12:43	2.302,172
6/5/21 15:19	2.302,183
28/5/21 11:39	2.302,202
17/6/21 12:00	S/I

L3-3			L3-5		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.310,714	2.310,736	Ene 2021	2.304,162	2.304,173
Feb 2021	2.310,687	2.310,694	Feb 2021	2.304,139	2.304,149
Mar 2021	2.310,680	2.310,698	Mar 2021	2.304,128	2.304,132
Abr 2021	2.310,720	2.310,747	Abr 2021	2.304,131	2.304,170
May 2021	2.310,788	2.310,821	May 2021	2.304,186	2.304,204
Jun 2021	2.310,845	2.310,864	Jun 2021	2.304,222	2.304,237

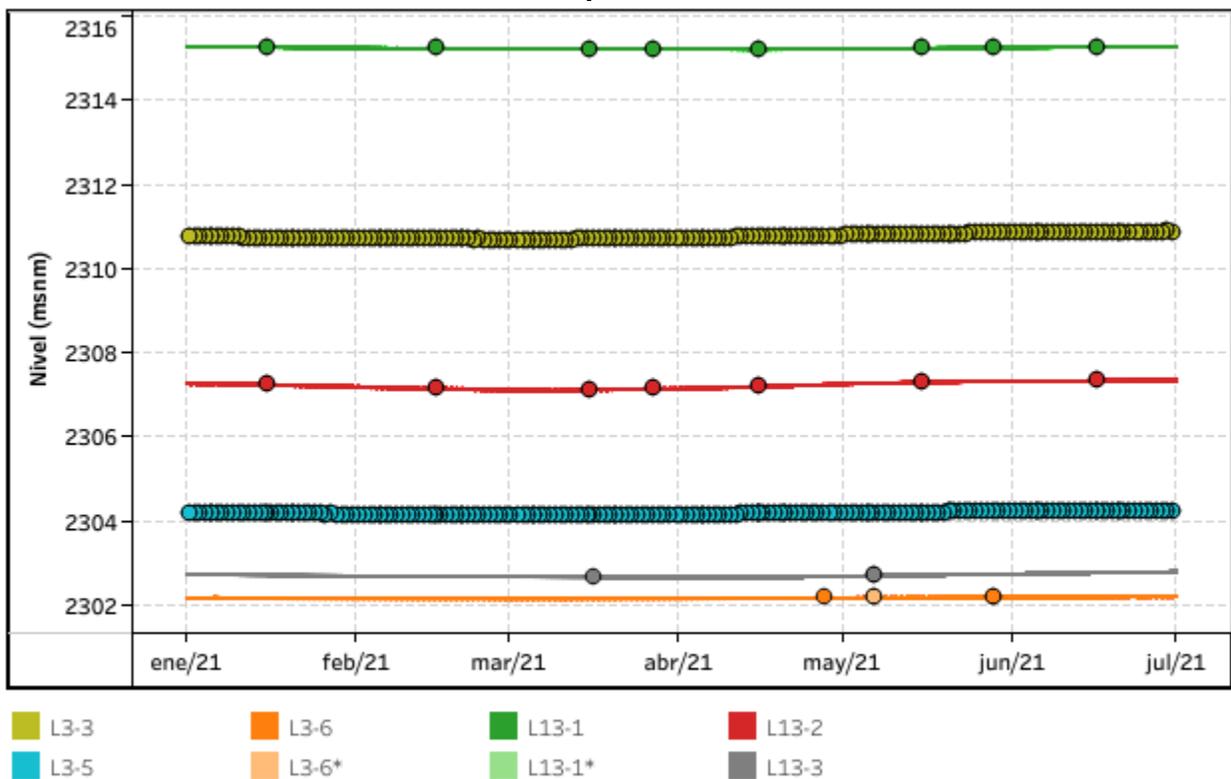
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-38: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	MOA..	SEGEA						SQM					
	05/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L3-3		2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L3-5		2	2	2	3	2	2	32	29	32	31	32	31
L3-6	1				1	1						2	
L13-1		1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1
L13-2		1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
L13-3	1			1								1	

Fuente: Elaboración propia. "MOA.." corresponde a MOAM.

**Figura 5-21: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2**



\*(El Pozo L3-6 contiene 55 valores no validados entre 27/4/2021 y 6/5/2021)  
\*(El Pozo L13-1 contiene 199 valores no validados entre 15/1/2021 y 15/1/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Área del pozo Socaire-5B

En la Tabla 5-39 se muestran las mediciones para el subsector aledaño al pozo de extracción Socaire-5B compuesto por 13 puntos de control, de los cuales 7 tienen medición en continuo además de las medidas manuales.

De entre los indicadores de estado medidos, y que corresponden a este grupo, se encuentran los puntos L4-7 y L5-8, que son monitoreados de forma diaria por SQM; en la Tabla 5-39 se muestran los mínimos y máximos resultantes. No obstante, estos puntos han sido medido adicionalmente por la ETFA de forma mensual, con el objetivo de verificar las mediciones de SQM. Estas mediciones se muestran, junto con las mediciones diarias comprometidas, en la Figura 5-22.

Con respecto el resto de los puntos, deben ser medidos mensualmente por la ETFA; el resultado de este monitoreo es el que se muestra en la Tabla 5-39. Adicionalmente, SQM realiza mediciones el mismo día, los valores resultantes en este caso no se muestran en la Tabla 5-39, pero se grafican junto con el resto de los valores en la Figura 5-22.

Con el fin de facilitar la revisión del número de mediciones realizadas en cada punto durante este primer semestre 2021, en la Tabla 5-40 se detalla el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa en cada mes. Todas las mediciones, las comprometidas y las adicionales se entregan de forma tabulada en el Anexo 5.1. Respecto de las mediciones en continuo, se muestran junto a las mediciones manuales en la Figura 5-22.

Como puede observarse, los puntos que se encuentran fuera de la reserva (L14-1, L14-2, L5-6, L5-7, L4-7 y L5-8) han podido visitarse con la frecuencia comprometida sin problema. De hecho, en el caso del L5-7 se ha medido quincenalmente por la ETFA, lo que ha permitido mantener un mayor control a los niveles continuos. En el caso de los puntos L4-7 y L5-8, al ser indicadores de estado, se realizan mediciones quincenales por parte de la ETFA, además de las mediciones diarias realizadas por SQM.

Respecto de los puntos dentro de la reserva se han medido al menos en dos meses de los seis que conforman el semestre, tal y como puede verse en la Tabla 5-39. Mencionar que, por motivos organizativos y dadas las limitaciones que supone el ingreso a la reserva, la ETFA MOAM ha realizado mediciones en tres de los pozos en el mes de mayo (2021).

**Tabla 5-39: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B**

L14-1		L14-2		L14-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 13:50	2.311,743	18/1/21 14:01	2.304,303	18/1/21 14:15	2.301,633
15/2/21 15:55	2.311,727	15/2/21 16:03	2.304,287	18/2/21 13:53	2.301,626
15/3/21 15:13	2.311,724	15/3/21 15:25	2.304,276	15/3/21 15:43	2.301,622
18/4/21 13:00	2.311,740	18/4/21 12:50	2.304,277	18/4/21 12:40	2.301,639
3/5/21 09:50	2.311,762	3/5/21 09:34	2.304,287	3/5/21 09:13	2.301,643
21/5/21 11:46	2.311,780 *	21/5/21 11:55	2.304,296 *	21/5/21 12:06	2.301,654 *
18/6/21 10:35	2.311,807	18/6/21 10:44	2.304,315	18/6/21 11:01	2.301,668

L14-5		L14-6		L14-7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/1/21 12:00	S/l	19/1/21 12:00	S/l	19/1/21 12:00	S/l
19/2/21 12:00	S/l	19/2/21 12:00	S/l	19/2/21 12:00	S/l
19/3/21 12:00	S/l	19/3/21 12:00	S/l	19/3/21 12:00	S/l
19/4/21 12:00	S/l	19/4/21 12:00	S/l	19/4/21 12:00	S/l
7/5/21 11:50	2.300,435	7/5/21 11:40	2.300,106	7/5/21 11:29	2.299,935
25/6/21 13:48	2.300,462	25/6/21 13:41	2.300,118	25/6/21 13:32	2.299,936

L4-9		L5-3		L5-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 12:00	S/l	16/1/21 12:00	S/l	20/1/21 12:45	2.309,011
16/2/21 12:00	S/l	16/2/21 12:00	S/l	20/2/21 11:41	2.308,997
16/3/21 12:00	S/l	16/3/21 12:00	S/l	20/3/21 11:38	2.308,998
27/4/21 13:51	2.300,981	16/4/21 12:00	S/l	20/4/21 10:14	2.309,020
6/5/21 12:54	2.300,986	3/5/21 11:28	2.302,028	3/5/21 13:00	2.309,039
28/5/21 13:20	2.301,024	6/5/21 11:15	2.302,030	20/5/21 12:29	2.309,057 *
16/6/21 12:00	S/l	28/5/21 15:06	2.302,112 *	20/6/21 10:51	2.309,084
		16/6/21 12:00	S/l		

L5-7		L4-8		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
			Mín	Max
15/1/21 11:55	2.306,946	Ene 2021	S/I	S/I
20/1/21 12:20	2.306,938 *			
15/2/21 12:16	2.306,905	Feb 2021	S/I	S/I
20/2/21 11:25	2.306,904 *			
15/3/21 11:20	2.306,896	Mar 2021	2.301,268	2.301,268
20/3/21 11:22	2.306,900 *			
15/4/21 11:54	2.306,920	Abr 2021	2.301,277	2.301,277
20/4/21 09:56	2.306,929 *			
3/5/21 12:09	2.306,959	May 2021	2.301,273	2.301,280
15/5/21 12:58	2.306,979 *			
20/5/21 12:07	2.306,987 *	Jun 2021	S/I	S/I
16/6/21 15:15	2.307,029			
20/6/21 10:37	2.307,033 *			

L4-7			L5-8		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.301,391	2.301,398	Ene 2021	2.303,697	2.303,715
Feb 2021	2.301,389	2.301,392	Feb 2021	2.303,687	2.303,698
Mar 2021	2.301,389	2.301,391	Mar 2021	2.303,686	2.303,693
Abr 2021	2.301,392	2.301,397	Abr 2021	2.303,695	2.303,713
May 2021	2.301,396	2.301,405	May 2021	2.303,715	2.303,741
Jun 2021	2.301,398	2.301,408	Jun 2021	2.303,739	2.303,761

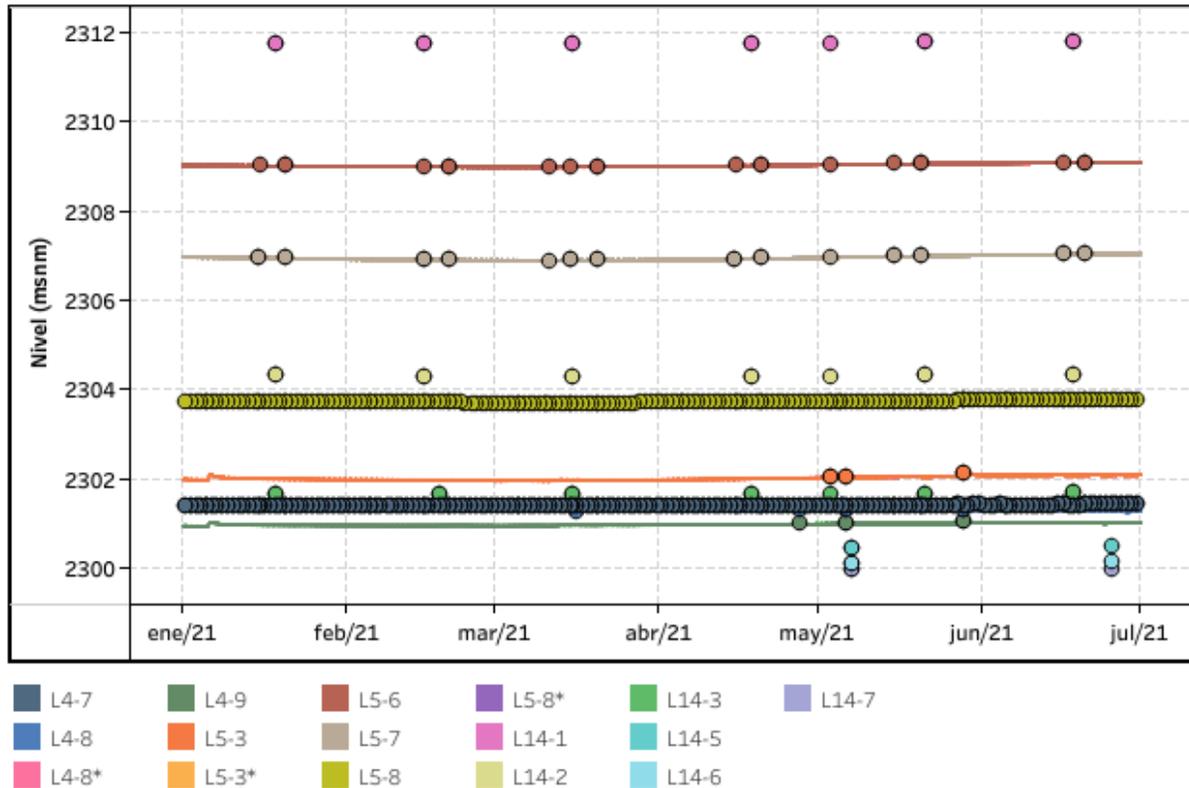
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-40: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	MOA..	SEGEA						SQM					
	05/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L4-7		2	2	2	2	2	2	32	29	32	31	32	31
L4-8	1			1	1	1						2	
L4-9	1				1	1						2	
L5-3	1					2						3	
L5-6		1	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2
L5-7		2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2
L5-8		2	2	2	2	4	2	32	29	33	31	33	31
L14-1		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L14-2		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L14-3		1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L14-5						1	1					1	
L14-6						1	1					1	
L14-7						1	1					1	

Fuente: Elaboración propia. "MOA.." se refiere a MOAM.

**Figura 5-22: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B**



\*(El Pozo L4-8 contiene 29 valores no validados entre 27/4/2021 y 27/4/2021)  
\*(El Pozo L5-3 contiene 36 valores no validados entre 6/5/2021 y 6/5/2021)  
\*(El Pozo L5-8 contiene 2.879 valores no validados entre 29/6/2021 y 30/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas

Respecto el subsector oeste de las lagunas difusas cercanas a Camar-2, se encuentran 10 puntos de control. El resultado del monitoreo del primer semestre de 2021 se muestra en la Tabla 5-41; las mediciones mensuales realizadas por la ETFA en los puntos que no son del PC y los mínimos y máximos resultantes de las mediciones diarias de SQM. Como ambas empresas realizan mediciones complementarias, en la Tabla 5-42 se encuentra el detalle del número de mediciones realizado por cada una y en la Figura 5-23 se muestra gráficamente el resultado completo del semestre, incluyendo las mediciones en continuo (L3-9, L3-10 y L3-13).

Como puede verse, los puntos que se encuentran fuera de la reserva (L13-7 y L3-14) han podido ser medidos según la frecuencia estipulada sin inconveniente. Respecto del resto de los puntos, al encontrarse dentro de la reserva, no ha sido posible mantener la frecuencia de mediciones comprometida; los puntos han sido medidos al menos en dos meses del semestre.

Respecto de los datos continuos, puede verse en la Figura 5-23 que en el momento en que se visitó el L3-9 (febrero 2021) se detectó que el transductor no estaba midiendo correctamente, lo que hace que hasta ese momento sea necesario invalidar este periodo de datos continuos. No obstante, mencionar que el registro completo de los niveles obtenidos en el presente semestre de reporte (manuales, continuos, validados y no validados) se entrega de forma tabulada en el Anexo 5.2.

**Tabla 5-41: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas**

L3-9			L3-11		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Máx		Mín	Max
Ene 2021	S/I	S/I	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	2.300,390	2.300,390	Feb 2021	S/I	S/I
Mar 2021	S/I	S/I	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	S/I	S/I	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	2.300,369	2.300,369	May 2021	2.300,274	2.300,274
Jun 2021	2.300,369	2.300,369	Jun 2021	2.300,266	2.300,266

L13-5		L13-6		L13-7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I	18/1/21 08:53	2.300,039
19/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I	17/2/21 13:43	2.300,033
19/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I	19/3/21 11:21	2.300,026
19/4/21 12:00	S/I	19/4/21 12:00	S/I	17/4/21 12:07	2.300,016
7/5/21 09:46	2.300,471	7/5/21 09:26	2.300,235	19/5/21 14:37	2.300,012
25/6/21 12:33	2.300,471	25/6/21 12:26	2.300,218	19/6/21 16:54	2.300,007

L3-10		L3-8		L3-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I	20/1/21 12:00	S/I
15/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I	20/2/21 12:00	S/I
15/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I	20/3/21 12:00	S/I
28/4/21 10:05	2.300,316	19/4/21 12:00	S/I	20/4/21 12:00	S/I
7/5/21 10:31	2.300,313	7/5/21 09:57	2.300,375	7/5/21 10:42	2.300,236
25/6/21 13:04	2.300,308	25/6/21 13:15	2.300,392	25/6/21 12:56	2.300,223

L3-13		L3-14	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
15/1/21 12:00	S/I	20/1/21 10:37	2.299,897
15/2/21 12:00	S/I	20/2/21 09:49	2.299,892
15/3/21 12:00	S/I	20/3/21 09:43	2.299,885
28/4/21 11:35	2.300,223	20/4/21 08:37	2.299,878
7/5/21 10:48	2.300,220	20/5/21 10:44	2.299,867
25/6/21 12:49	2.300,207	20/6/21 08:58	2.299,859

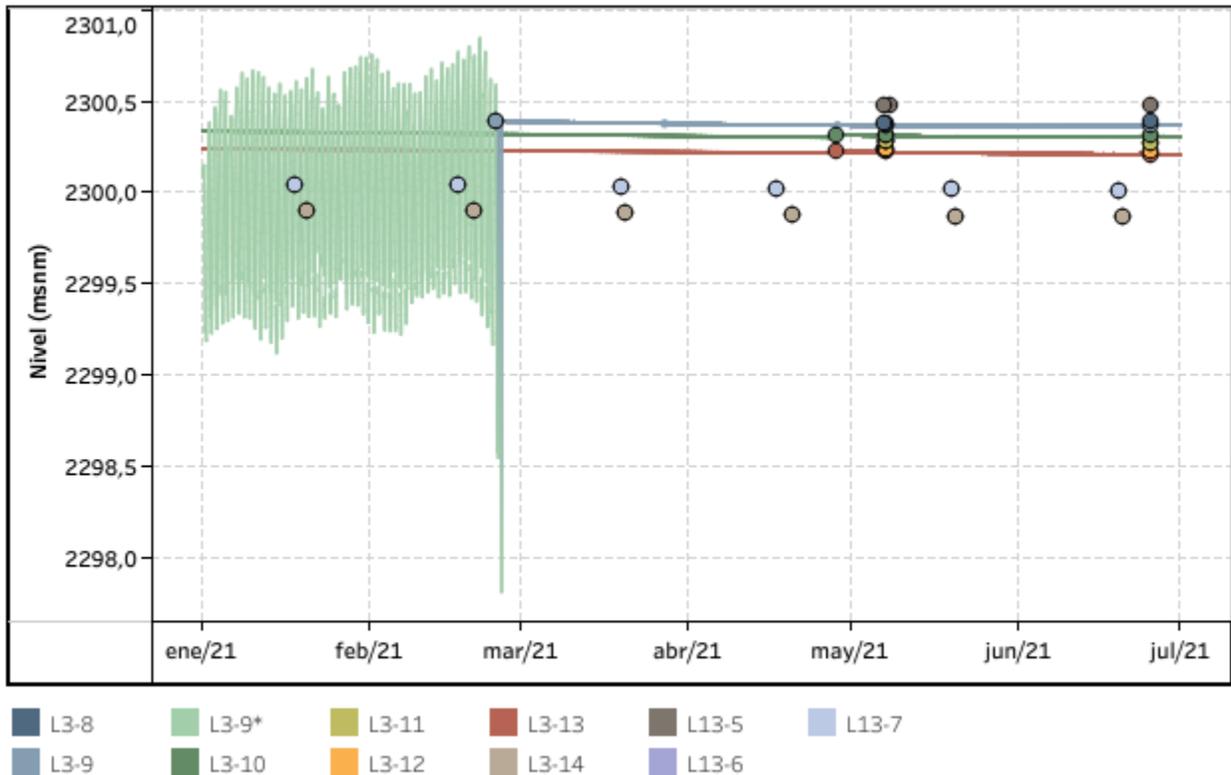
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-42: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L3-8					1	1					1	
L3-9		1			1	1		1			1	
L3-10				1	1	1					1	
L3-11					2	2					2	
L3-12					1	1					1	
L3-13				1	1	1					1	
L3-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L13-5					1	1					1	
L13-6					1	1					1	
L13-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-23: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Camar-2 al oeste de las lagunas difusas**



\*(El Pozo L3-9 contiene 2.818 valores no validados entre 1/1/2021 y 25/2/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas

En el subsector oeste de las lagunas difusas aledañas al pozo Socaire-5B se encuentran 14 puntos de control. En la Tabla 5-43 se muestra el resultado del monitoreo para el primer semestre de 2021 para las mediciones manuales; los puntos con medición mensual deben ser medidos por la ETFA, mientras que los indicadores de estado (PC) son medidos a diario por SQM, por este motivo en la Tabla 5-43 se muestran los valores mínimos y máximos mensuales. Por otro lado, tanto la ETFA como SQM realizan mediciones adicionales, por lo que en la Tabla 5-44 se muestra de forma resumida el recuento de mediciones realizadas por cada empresa durante el semestre reportado y en la Figura 5-24 se muestra gráficamente el resultado completo, incluyendo también las mediciones en continuo.

Tal y como ocurre en el resto de los grupos descritos, los puntos que se encuentran fuera de la reserva (GD-02, L4-5 y L4-15) han podido medirse con la frecuencia comprometida. No así los puntos que se encuentran dentro de la reserva, los que han sido medidos entre mayo y junio (2021) mayormente, y los indicadores L4-12 y L5-10 también en el mes de febrero una vez.

**Tabla 5-43: Registro de niveles zona marginal del Sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas**

GD-02		L4-5		L4-11	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 10:40	2.299,263	18/1/21 09:55	2.299,376	20/1/21 12:00	S/l
18/2/21 09:35	2.299,226	18/2/21 08:55	2.299,360	20/2/21 12:00	S/l
19/3/21 12:58	2.299,204	19/3/21 12:17	2.299,345	20/3/21 12:00	S/l
17/4/21 13:39	2.299,168	17/4/21 13:03	2.299,331	20/4/21 12:00	S/l
21/5/21 09:12	2.299,119	4/5/21 09:56	2.299,321	4/5/21 08:28	2.299,797
21/6/21 10:05	2.299,086	19/5/21 15:34	2.299,316 *	7/5/21 12:58	2.299,803 *
		21/6/21 09:33	2.299,310	25/6/21 14:36	2.299,877

L4-13		L4-14		L4-15	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 12:00	S/l	20/1/21 12:00	S/l	20/1/21 11:06	2.299,568
16/2/21 12:00	S/l	20/2/21 12:00	S/l	20/2/21 10:19	2.299,551
16/3/21 12:00	S/l	20/3/21 12:00	S/l	20/3/21 10:05	2.299,538
16/4/21 12:00	S/l	20/4/21 12:00	S/l	20/4/21 08:59	2.299,526
4/5/21 09:41	2.299,683	4/5/21 09:32	2.299,750	4/5/21 09:49	2.299,522
7/5/21 12:36	2.299,687 *	7/5/21 12:28	2.299,751 *	20/5/21 11:06	2.299,524 *
25/6/21 14:26	2.299,736	25/6/21 14:20	2.299,789	20/6/21 09:17	2.299,537

L5-11		L5-12		L5-13	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
20/1/21 12:00	S/l	20/1/21 12:00	S/l	19/1/21 12:00	S/l
20/2/21 12:00	S/l	20/2/21 12:00	S/l	19/2/21 12:00	S/l
20/3/21 12:00	S/l	20/3/21 12:00	S/l	19/3/21 12:00	S/l
20/4/21 12:00	S/l	20/4/21 12:00	S/l	19/4/21 12:00	S/l
7/5/21 15:02	2.299,970	7/5/21 14:56	2.299,850	7/5/21 14:49	2.299,857
25/6/21 15:28	2.299,988	25/6/21 15:24	2.299,858	25/6/21 15:15	2.299,862

L5-14		L5-15		L5-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 12:00	S/I	19/1/21 12:00	S/I	20/1/21 12:00	S/I
16/2/21 12:00	S/I	19/2/21 12:00	S/I	20/2/21 12:00	S/I
16/3/21 12:00	S/I	19/3/21 12:00	S/I	20/3/21 12:00	S/I
28/4/21 13:59	2.299,718	19/4/21 12:00	S/I	20/4/21 12:00	S/I
7/5/21 14:38	2.299,718	7/5/21 14:01	2.299,630	7/5/21 15:15	2.300,105
25/6/21 15:08	2.299,712	25/6/21 15:02	2.299,613	25/6/21 15:39	2.300,138

L4-12			L5-10		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	S/I	S/I	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	2.299,724	2.299,724	Feb 2021	2.300,006	2.300,006
Mar 2021	S/I	S/I	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	S/I	S/I	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	2.299,738	2.299,738	May 2021	2.299,992	2.299,992
Jun 2021	2.299,799	2.299,799	Jun 2021	2.300,008	2.300,008

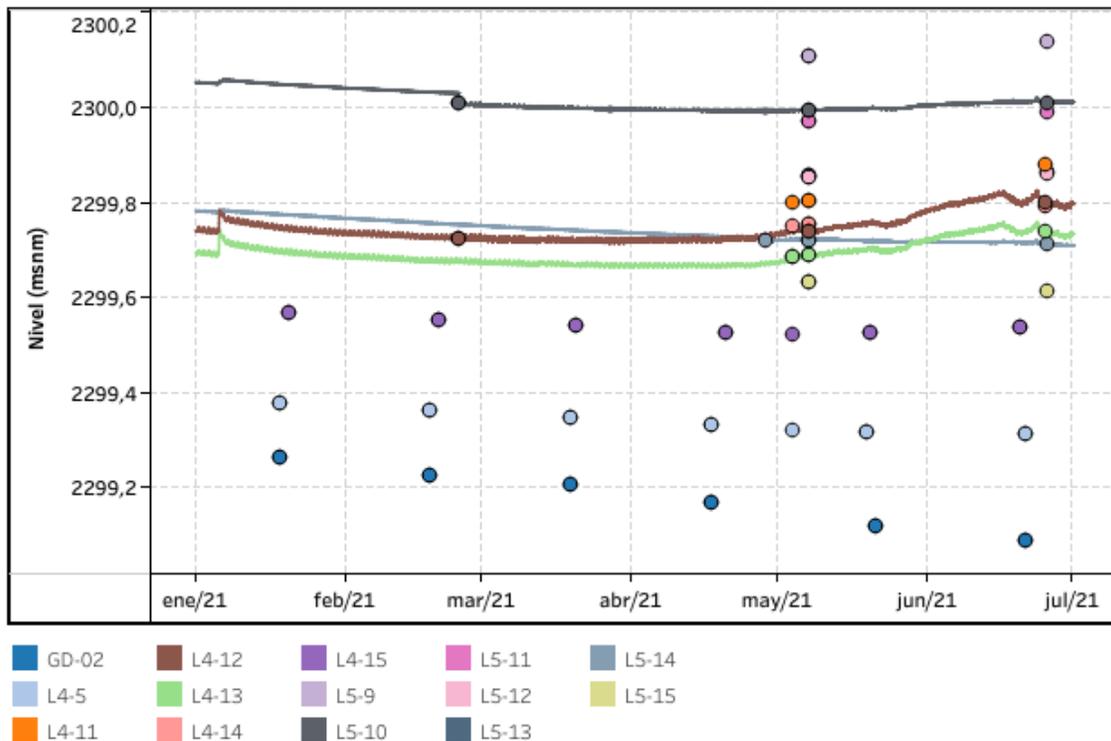
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-44: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
GD-02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-5	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L4-11					2	1					1	
L4-12		1			1	1		1			1	
L4-13					2	1					2	
L4-14					2	1					1	
L4-15	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L5-9					1	1					1	
L5-10		1			1	1		1			1	
L5-11					1	1					1	
L5-12					1	1					1	
L5-13					1	1					1	
L5-14				1	1	1					1	
L5-15					1	1					1	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-24: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Aguas de Quelana – área del pozo Socaire-5B al oeste de las lagunas difusas**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Pozos en zona núcleo**

En la zona del núcleo, el sistema Aguas de Quelana dispone de 6 puntos de control. El resultado del monitoreo para el primer semestre de 2021 realizado por la ETFA se muestra en la Tabla 5-45. En este sector el monitoreo mensual se pudo realizar sin ningún inconveniente. Además, todos los puntos de este grupo disponen de mediciones adicionales por parte de SQM; en la Tabla 5-46 puede verse el detalle del número de mediciones realizada por cada empresa. En la Figura 5-25 se muestra gráficamente el resultado de todos los niveles obtenidos para este periodo, por lo que incluye las medidas de SQM y de SEGEA. En el Anexo 5.1 se entregan todos estos resultados de forma tabulada.

**Tabla 5-45: Registro de niveles zona núcleo del sistema Aguas de Quelana**

D-2		L4-16		L4-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 10:23	2.299,129	18/1/21 09:47	2.299,054	18/1/21 09:31	2.299,039
18/2/21 09:21	2.299,091	18/2/21 08:49	2.299,027	18/2/21 08:36	2.298,994
19/3/21 12:39	2.299,072	19/3/21 12:10	2.299,004	19/3/21 11:57	2.298,976
17/4/21 13:25	2.299,033	17/4/21 12:55	2.298,971	17/4/21 12:40	2.298,936
21/5/21 08:56	2.298,975	4/5/21 10:03	2.298,945	19/5/21 15:12	2.298,899
21/6/21 09:52	2.298,940	19/5/21 15:25	2.298,929 *	21/6/21 09:10	2.298,839
		21/6/21 09:25	2.298,891		
L5-4		SOPM-8 (L3-4)		SOPM-9	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 10:33	2.299,111	18/1/21 09:10	2.298,903	18/1/21 10:12	2.299,116
18/2/21 09:28	2.299,073	17/2/21 14:08	2.298,881	18/2/21 09:10	2.299,074
19/3/21 12:48	2.299,054	19/3/21 11:40	2.298,845	19/3/21 12:31	2.299,058
17/4/21 13:32	2.299,014	17/4/21 12:26	2.298,805	17/4/21 13:17	2.299,018
21/5/21 09:05	2.298,962	19/5/21 14:57	2.298,777	19/5/21 15:48	2.298,979
21/6/21 09:58	2.298,927	21/6/21 08:56	2.298,713	21/6/21 09:44	2.298,918

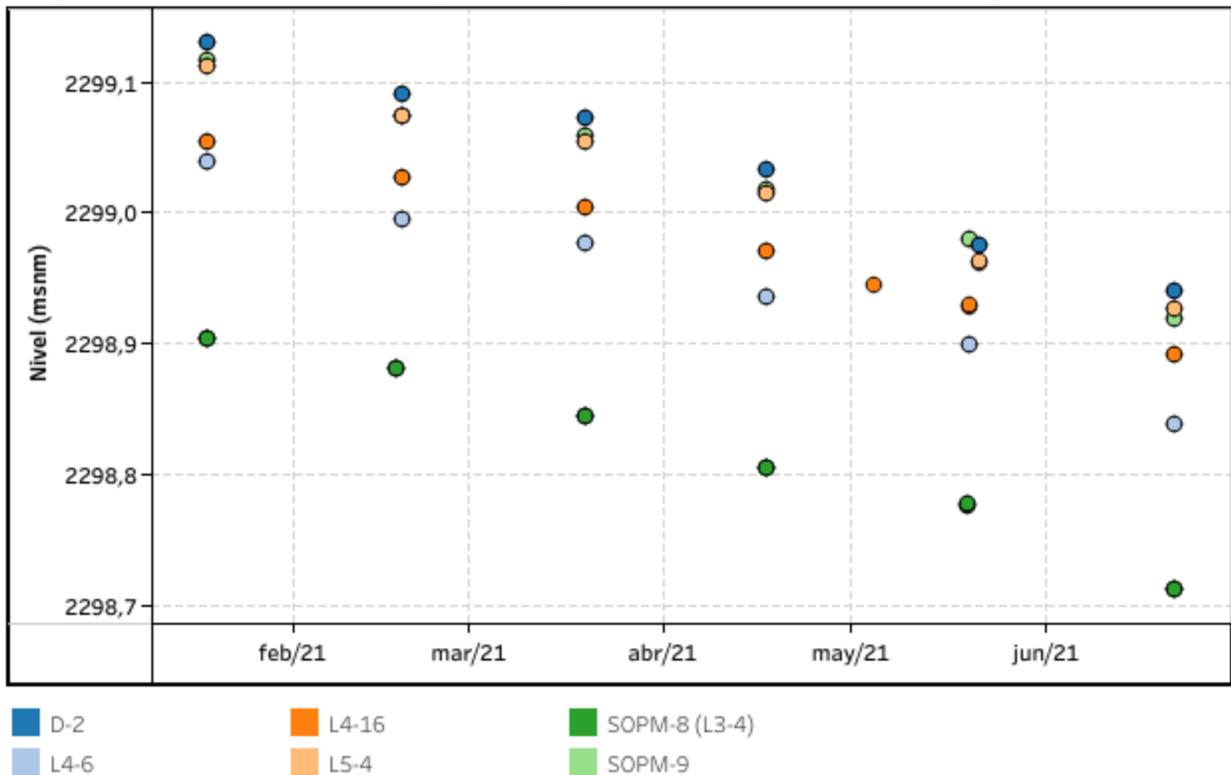
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-46: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
D-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4-16	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
L5-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-8 (L3-4)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-25: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Nivel de agua superficial***

En el sistema de Aguas de Quelana se encuentran un total de 5 reglillas (el L5-G3 es un mismo punto que dispone de dos puntos de control, el pozo y la reglilla). En la Tabla 5-47 se muestra el

resultado de las mediciones mensuales manuales efectuadas por la ETFA. Como SQM realiza mediciones adicionales, en la Tabla 5-48 se muestra el recuento mensual de los datos tomados según la empresa. Puede verse que, en este grupo de reglillas y para el mes de mayo (2021) la ETFA MOAM también realizó mediciones de nivel (en días distintos con respecto las mediciones de SEGEA). Con todos los datos recopilados, en la Figura 5-26 se muestra gráficamente el resultado completo del monitoreo en estos puntos, considerando también las mediciones en continuo.

Como puede verse, todas las reglillas se encuentran dentro de la reserva, por lo que durante el primer semestre 2021 no han podido ser medidas según la frecuencia comprometida en cada caso. Todas tienen al menos dos mediciones en meses distintos, incluyendo el indicador de estado L4-10. Para este grupo de puntos, la ETFA ha realizado mediciones en el mes de mayo (2021), en fechas distintas respecto de las mediciones de SEGEA.

**Tabla 5-47: Registro de niveles en reglillas del sector Aguas de Quelana**

L13-4		L14-4		L3-7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 12:00	S/I	16/1/21 12:00	S/I	17/1/21 12:00	S/I
17/2/21 12:00	S/I	16/2/21 12:00	S/I	17/2/21 12:00	S/I
16/3/21 11:34	2.301,432	16/3/21 12:00	S/I	17/3/21 12:00	S/I
17/4/21 12:00	S/I	16/4/21 12:00	S/I	27/4/21 11:01	2.301,161
6/5/21 17:22	2.301,475	3/5/21 08:50	2.300,740	3/5/21 14:08	2.301,178
28/5/21 12:13	2.301,508	5/5/21 12:11	2.300,751	5/5/21 13:22	2.301,174
17/6/21 12:00	S/I	6/5/21 14:46	2.300,762 *	6/5/21 15:59	2.301,176 *
		28/5/21 12:45	2.300,853 *	28/5/21 10:25	2.301,225 *
		16/6/21 12:00	S/I	17/6/21 12:00	S/I

L5-G3 POZO		L5-G3 REGLILLA	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
16/1/21 12:00	S/I	16/1/21 12:00	S/I
16/2/21 12:00	S/I	16/2/21 12:00	S/I
16/3/21 12:00	S/I	16/3/21 12:00	S/I
16/4/21 12:00	S/I	16/4/21 12:00	S/I
3/5/21 11:14	2.300,716	3/5/21 11:06	2.300,715
5/5/21 10:20	2.300,713	6/5/21 10:46	2.300,711
6/5/21 10:30	2.300,713 *	28/5/21 15:22	2.300,725 *
28/5/21 15:15	2.300,721 *	16/6/21 12:00	S/I
16/6/21 12:00	S/I		

L4-10		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	S/I	S/I
Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	2.300,627	2.300,627
May 2021	2.300,660	2.300,678
Jun 2021	S/I	S/I

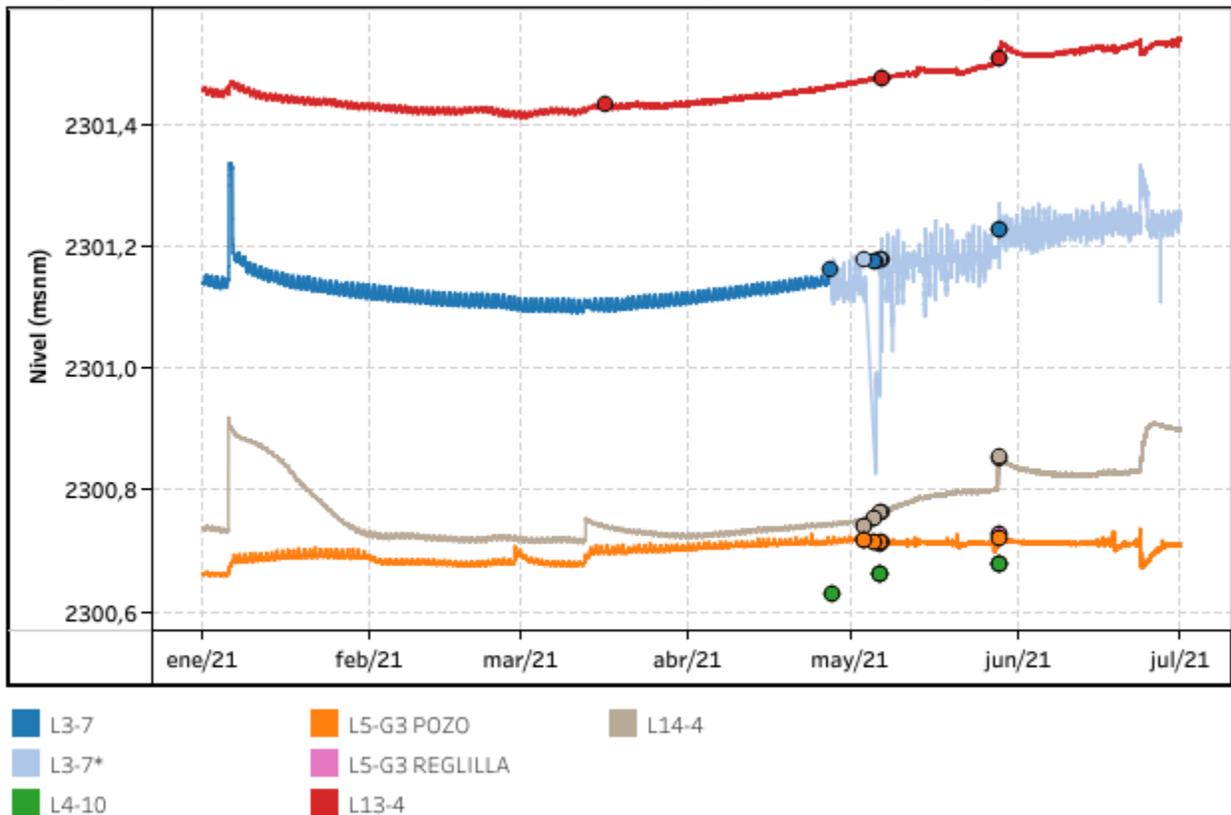
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-48: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	MO..	SEGEA						SQM					
	5/21	1/21	2/21	3/21	4/21	5/21	6/21	1/21	2/21	3/21	4/21	5/21	6/21
L3-7	2				1	2						3	
L4-10	2				2	2						4	
L5-G3 POZO	2					2						4	
L5-G3 REGLILLA	1					2						1	
L13-4	1			1		1						2	
L14-4	2					2						4	

Fuente: Elaboración propia. "MO.." se refiere a MOAM

**Figura 5-26: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas del Sistema Aguas de Quelana**



\*(Pozo L3-7 contiene 90.085 valores no validados entre 27/4/2021 y 30/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

## **Superficie Lacustre**

En este informe no se presenta un nuevo cálculo de superficies para este sector, por lo que se mantienen los valores estimados de forma preliminar en el informe PSAH N°27 por la consultora GEM. Actualmente se está trabajando en encontrar una metodología adecuada para el seguimiento de este sector.

## **Caudal bombeado**

En el sector aluvial del Sistema Aguas de Quelana es posible extraer agua industrial desde los pozos Camar-2 y Socaire-5B. Sus caudales medios mensuales extraídos durante el período de enero a junio de 2021 se presentan en la Tabla 5-49 y Figura 5-27.

A modo de respaldo, en la Tabla 5-49 se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. En el Anexo 7 se entrega este registro de forma tabulada y en el Anexo 3.2 se presentan los certificados de calibración de los flujómetros instalados.

Como se observa, los flujos de extracción se mantuvieron por debajo de los máximos establecidos en la autorización ambiental, esto es, 60 y 65 L/s para los pozos Camar-2 y Socaire-5B, respectivamente.

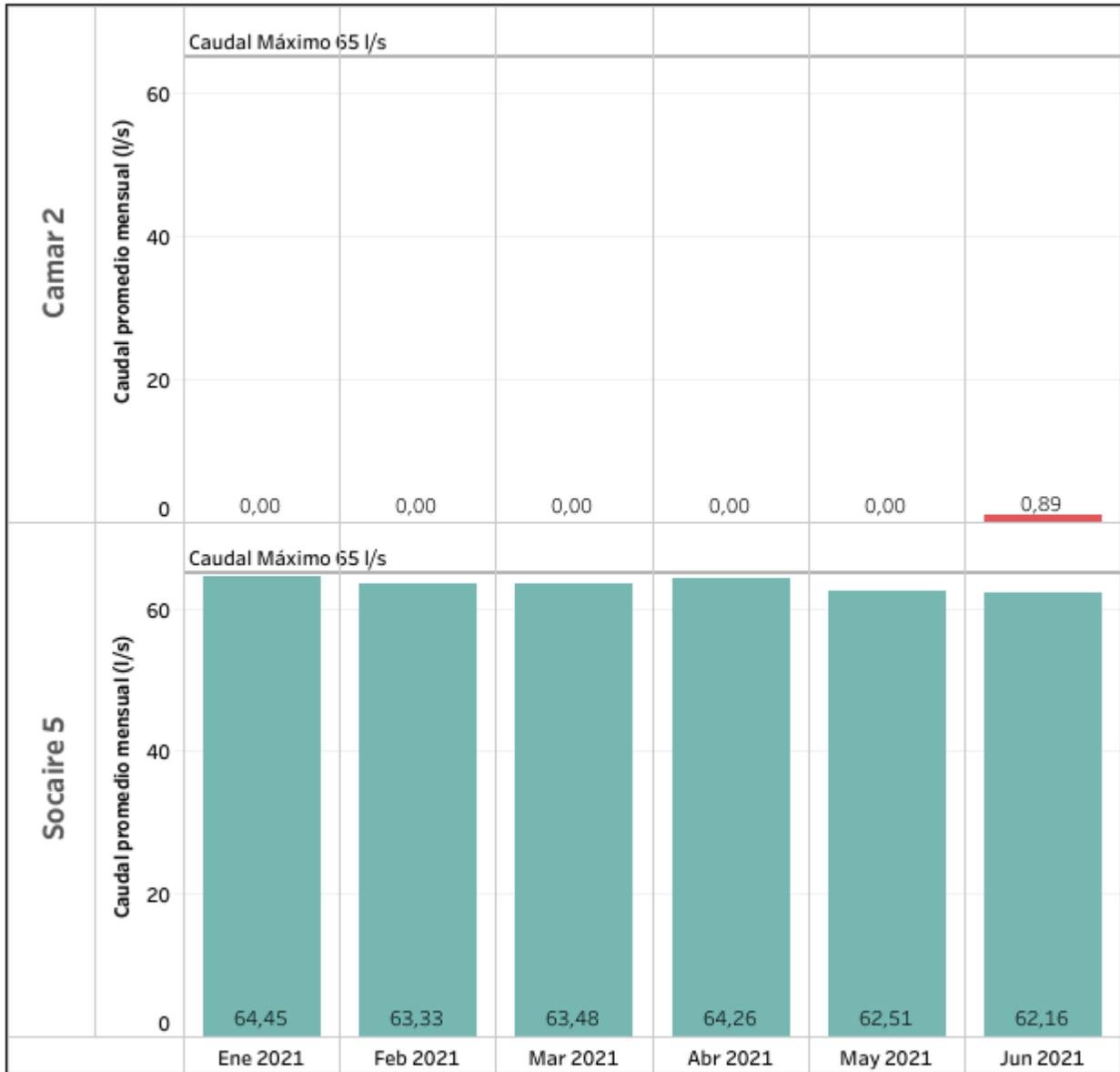
Es importante señalar que a partir del día 11 de enero de 2018, y como parte de las acciones propuestas en el PdC, el pozo Camar-2 detuvo completamente su operación y el día 20 de enero de 2019 se procedió a retirar la bomba. Tal y como se ha descrito en el apartado 4.3.2 (Ubicación de los puntos o áreas de Monitoreo, en el apartado del sistema Aguas de Quelana) durante este semestre se ha procedido a las labores de desmontaje de la infraestructura de bombeo remanente. De esta forma, el caudal que se muestra en la Figura 5-27 corresponde al volumen (833 m<sup>3</sup>) cuyo valor ha sido registrado por el flujómetro y que proviene de la extracción del sistema de bomba y tubería durante el desmontaje (avance en vacío), por lo que en ningún caso corresponde a un volumen extraído del acuífero, por la simple razón que el sistema no contaba con bomba en el momento de la operación. En el apartado 4.3.2 ya se ha mencionado que esta situación fue reportada a la DGA en la carta V.F.A. N°0100 el 19 de julio 2021 (Anexo 4.5).

**Tabla 5-49: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana**

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Número serie flujómetro	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
Camar 2	Ene 2021	1/1/2021	24/1/2021	S5V203120	0	0	0	0,00
		24/1/2021	31/1/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
	Feb 2021	1/2/2021	1/3/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
	Mar 2021	1/3/2021	1/4/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
	Abr 2021	1/4/2021	1/5/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
	May 2021	1/5/2021	1/6/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
	Jun 2021	1/6/2021	24/6/2021	S5WB07077	0	0	0	0,00
		24/6/2021	26/6/2021	S5WB07077	832	1.666	834	5,31
		26/6/2021	26/6/2021	S5WB07077	833	833	0	0,00
Socaire 5	Ene 2021	1/1/2021	1/2/2021	S5W504501	278.533	451.158	172.625	64,45
	Feb 2021	1/2/2021	1/3/2021	S5W504501	451.158	604.358	153.200	63,33
	Mar 2021	1/3/2021	1/4/2021	S5W504501	604.358	774.395	170.037	63,48
	Abr 2021	1/4/2021	1/5/2021	S5W504501	774.395	940.957	166.562	64,26
	May 2021	1/5/2021	1/6/2021	S5W504501	1.881.914	2.216.788	334.874	125,03
	Jun 2021	1/6/2021	1/7/2021	S5W504501	1.108.394	1.269.525	161.131	62,16

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-27: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia.

### Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Aguas de Quelana durante el primer semestre del año 2021. Si bien el pozo L4-3 es parte del

monitoreo de calidad del agua tanto del Sistema Aguas de Quelana como del Sistema Vegetación Borde Este, para efectos de orden, los resultados se presentan en esta sección.

En la Figura 4-8 y en la Tabla 4-8 de la Sección 4.3.2 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana. En esta última, se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua, sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para el primer semestre de 2021.

### ***Muestreo de aguas red monitoreo SQM***

En la Tabla 5-50 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno (SOPROCERT en primeras campañas y SEGEA en muestreos adicionales en caso de contar acceso a puntos que quedaron pendientes por SOPROCERT) y analizadas por el laboratorio ALS (enero y abril de 2021), a los pozos de monitoreo en el primer semestre del año. La representación gráfica de estos resultados se presenta en la Figura 5-28.

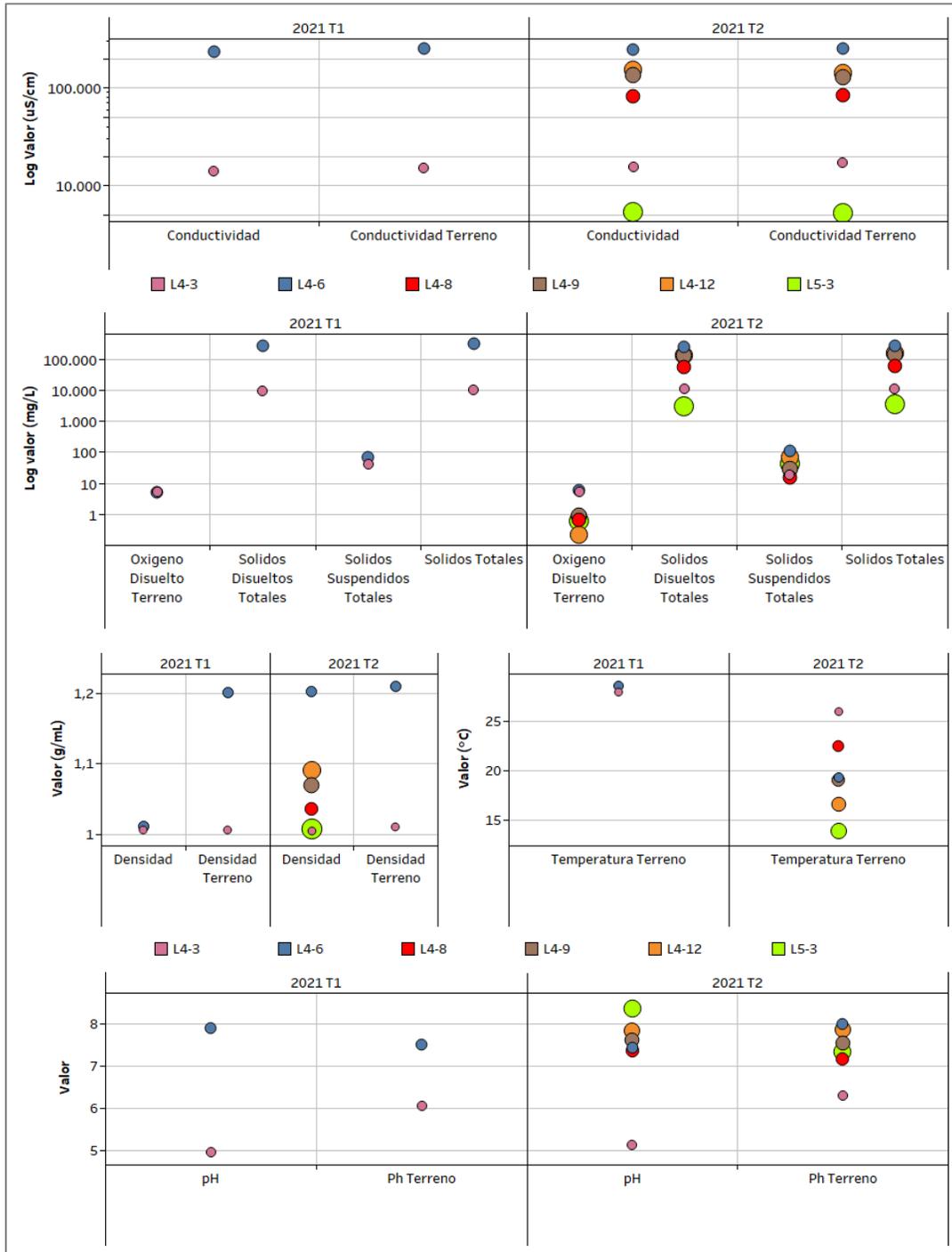
Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos. Cabe destacar que en el primer trimestre no se logró acceder a los puntos L4-8, L4-9, L4-12, L5-3 y L4-10 debido a las restricciones de acceso a la Reserva Nacional en este periodo.

**Tabla 5-50: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana**

Parámetro	Unidad	L4-3		L4-6		L4-8	
		26-01-21	27-04-21	25-01-21	26-04-21	27-01-21	27-04-21
Conductividad	μS/cm	14.130	15.540	236.000	247.000	S/I	83.300
Conductividad Terreno	μS/cm	15.160	17.150	256.000	254.000	S/I	83.590
Densidad	g/MI	1,005	1,003	1,011	1,202	S/I	1,035
Densidad Terreno	g/MI	1,005	1,010	1,200	1,210	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	5,26	5,38	5,33	5,98	S/I	0,67
Ph	-	4,95	5,13	7,87	7,41	S/I	7,34
Ph Terreno	-	6,05	6,28	7,50	7,98	S/I	7,16
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	9.810	11.470	283.850	256.550	S/I	59.280
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	42	19	72	113	S/I	16
Sólidos Totales	mg/L	10.630	11.740	330.000	289.830	S/I	64.860
Temperatura Terreno	°C	27,9	26,0	28,6	19,3	S/I	22,5
Parámetro	Unidad	L4-9		L4-12		L5-3	
		27-01-21	27-04-21	27-01-21	4-05-21	27-01-21	3-05-21
Conductividad	μS/cm	S/I	135.100	S/I	154.700	S/I	5.380
Conductividad Terreno	μS/cm	S/I	130.000	S/I	144.400	S/I	5.283
Densidad	g/MI	S/I	1,069	S/I	1,090	S/I	1,007
Densidad Terreno	g/MI	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	0,89	S/I	0,21	S/I	0,59
Ph	-	S/I	7,59	S/I	7,83	S/I	8,35
Ph Terreno	-	S/I	7,53	S/I	7,85	S/I	7,31
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	S/I	134.920	S/I	135.500	S/I	3.076
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S/I	29	S/I	71	S/I	42
Sólidos Totales	mg/L	S/I	143.840	S/I	162.520	S/I	3.604
Temperatura Terreno	°C	S/I	19,1	S/I	16,6	S/I	13,9

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-28: Resultados calidad del agua Sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia.

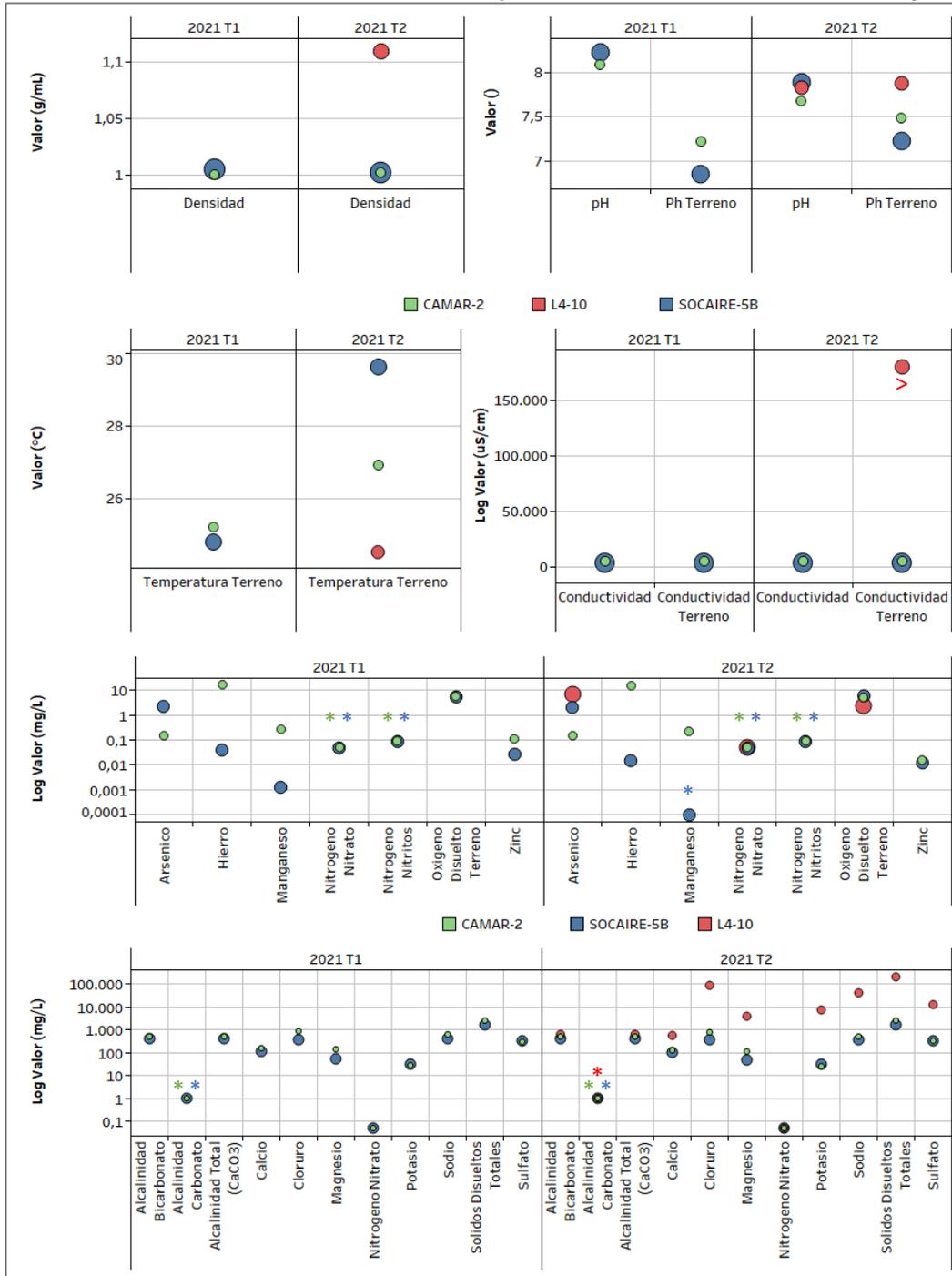
A continuación, en la Tabla 5-51, se presentan los resultados del monitoreo de calidad para el primer semestre de 2021 en los pozos de bombeo SOCAIRE-5B y Camar-2 y la reglilla L4-10. En la Figura 5-29 se presentan los resultados gráficos.

**Tabla 5-51: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo SOCAIRE-5B, Camar-2 y L4-10**

Parámetro	Unidad	SOCAIRE-5B		Camar-2		L4-10	
		26-01-21	28-04-21	26-01-21	28-04-21	27-01-21	27-04-21
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	433,0	432,0	530,0	508,0	S/I	648,0
Arsénico	mg/L	2,327	2,025	0,151	0,144	S/I	6,633
Alcalinidad Bicarbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	433,0	432,0	530,0	508,0	S/I	648,0
Calcio	mg/L	111,9	97,1	160,7	129,7	S/I	544,0
Alcalinidad Carbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	<1	<1	<1	<1	S/I	<1
Cloruro	mg/L	386	382	839	789	S/I	86.917
Conductividad	µS/cm	2.690	2.710	4.160	4.070	S/I	>200.000
Conductividad Terreno	µS/cm	2.900	2.760	4.520	4.170	S/I	180.000
Densidad	g/Ml	1,005	1,002	1,000	1,002	S/I	1,109
Densidad Terreno	g/Ml	1,000	1,000	1,000	1,000	S/I	1,000
Dureza Total*	mg CaCO <sub>3</sub> /L	-	-	-	-	S/I	17.701
Fosfato (Como P)	mgP/L	-	-	-	-	S/I	<0,13
Hierro	mg/L	0,038	0,015	16,7	15,7	S/I	-
Magnesio	mg/L	51,5	47,2	135,7	115,5	S/I	4.139,2
Manganeso	mg/L	0,0013	<0,0001	0,281	0,223	S/I	-
Nitrógeno Nitrate	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	S/I	<0,05
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	<0,09	<0,09	<0,09	S/I	-
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,3	5,9	5,4	5,4	S/I	2,3
Ph	-	8,22	7,89	8,09	7,68	S/I	7,83
Ph Terreno	-	6,85	7,22	7,22	7,48	S/I	7,88
Potasio	mg/L	33,0	30,3	28,9	24,5	S/I	7.140,3
Salinidad*	‰	-	-	-	-	S/I	[1]
Sodio	mg/L	422	368	607	496	S/I	41.204
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1.732	1.684	2.608	2.596	S/I	203.230
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	-	-	-	-	S/I	330
Sólidos Totales	mg/L	-	-	-	-	S/I	221.400
Sulfato	mg/L	338	335	313	321	S/I	12.224
Temperatura Terreno	°C	24,8	29,6	25,2	26,9	S/I	24,5
Zinc	mg/L	0,026	0,013	0,108	0,015	S/I	-

Fuente: Elaboración propia. [1] Los parámetros Conductividad y Salinidad fueron subcontratados con CESMEC, reportando que la CE es >200.000 µS/cm y en consecuencia no pueden medir su salinidad.

**Figura 5-29: Resultados del análisis fisicoquímico en Camar- 2, Socaire-5B y L4-10.**



Fuente: Elaboración propia. \* Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.>  
Resultados >LD se representan como LD. El color se refiere a la infraestructura.

### **Validación Resultados**

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el primer semestre de 2021 en el sistema Aguas de Quelana, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

La Tabla 5-52 muestra los resultados de la validación para los puntos en el sistema Aguas de Quelana. Los resultados son satisfactorios para todas las muestras en ambos trimestres.

**Tabla 5-52: Resultados de la validación en el sistema Aguas de Quelana**

Trimestre de 2021	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance Iónico (%)
<b>1ro</b>	<b>CAMAR-2</b>	NA	7
	<b>L4-3</b>	-7,3	NA
	<b>L4-6</b>	-14	NA
	<b>SOCAIRE-5B</b>	NA	5
<b>2do</b>	<b>CAMAR-2</b>	NA	0
	<b>L4-3</b>	-2,1	NA
	<b>L4-6</b>	-11,4	NA
	<b>L4-8</b>	-8,6	NA
	<b>L4-9</b>	-6,2	NA
	<b>L4-10</b>	-8,1	2
	<b>L4-12</b>	-16,6	NA
	<b>L5-3</b>	-13,5	NA
	<b>SOCAIRE-5B</b>	NA	2

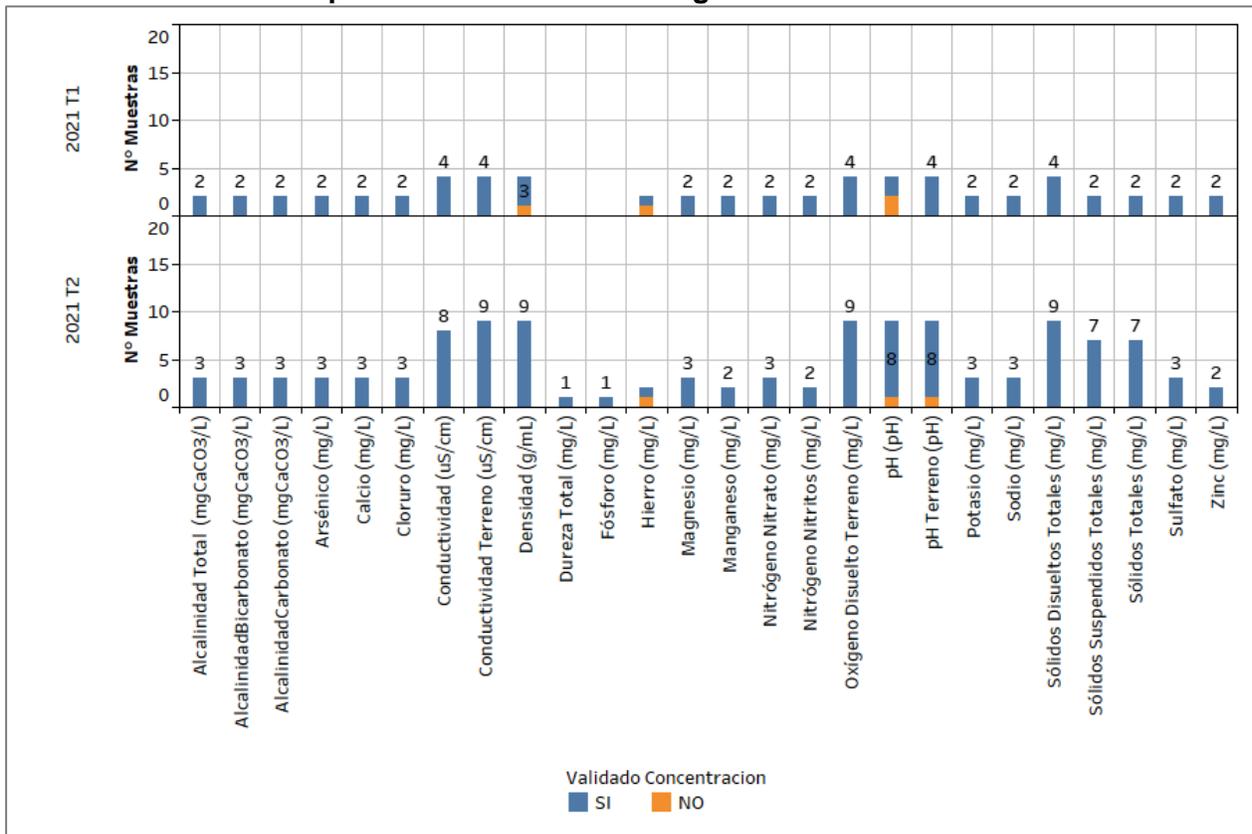
Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indicarían muestras no validadas.

Respecto a la validación por concentraciones, la Figura 5-31 muestra que para las campañas del primer y segundo trimestre de 2021. En el primer trimestre se observan cuatro mediciones con desviaciones y en el segundo tres. Las desviaciones en el primer trimestre corresponden a pH (2), Hierro (1) y Densidad (1). De estas, el pH corresponde a Socaire-5B y L4-6 que es más alto de lo habitual, el Hierro de Camar-2 que es también mayor que los valores históricos y la densidad en L4-6. Estos resultados fueron confirmados por el laboratorio

Las desviaciones en el cuarto trimestre corresponden al valor de Hierro en Camar-2 que presenta valores altos desde julio de 2019 (medición post lluvias febrero 2019) una posible explicación a estos valores es la oxidación de la habilitación al encontrarse el pozo detenido. Además, se encuentra un valor de pH alto en L5-3 y un valor de pH terreno alto en L4-6.

Los analitos con desviación respecto al histórico representan un 3,8% del total de 181 análisis en el sistema Aguas de Quelana.

**Figura 5-30: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.1.4. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Vegetación Borde Este considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (15 puntos), caudal bombeado (1 punto) y calidad química (4 puntos). Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación.

Cabe señalar que los pozos L1-3, L2-4 y L7-3 pertenecen tanto a la red de monitoreo del Sistema Soncor como al sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron expuestos en el Sistema Soncor, no se incluyen en

el presente apartado. La descripción sobre si estos puntos han sido visitados se puede consultar en la Tabla 5-4.

De la misma manera, los pozos L4-3, L3-3, L3-5 y la reglilla L4-10 son parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en el Sistema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente apartado.

Todos los puntos de este sector han sido visitados en este semestre con la frecuencia comprometida.

### **Nivel del agua subterránea**

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Vegetación Borde Este, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-9 y en la Tabla 4-9. Tal como se indicó anteriormente, los resultados de las mediciones no se contrastan con límites de control, ya que el PSAH sólo define umbrales para aquellos puntos de monitoreo que pertenecen al PC (sección 4.2).

### ***Pozos en zona aluvial***

Como ya se ha mencionado, parte de los puntos de control que pertenecen al Sistema de Vegetación Borde Este ya fueron presentados como parte de los sistemas Soncor y Aguas de Quelana debido su proximidad con los otros puntos. En este apartado se exponen los resultados del monitoreo de los 7 puntos que restan. De éstos, 6 son piezómetros de monitoreo y 1 es un pozo de extracción.

El pozo de extracción de agua industrial que actualmente está en funcionamiento es el CA-2015, que reemplazó al P2 desde de febrero de 2017 (según Res. 296/2016 de la DGA). Por lo anterior, se incluye en forma complementaria el monitoreo de niveles en ambos puntos de control.

En la Tabla 5-53 se muestran los resultados del monitoreo efectuado en estos 7 puntos de control (más el P2) situados en la zona aluvial. Los puntos L2-26, L7-13, L7-15, L9-1 y L9-2 forman parte del PC, por lo que, de acuerdo con los compromisos presentados en el PdC, se miden a diario por SQM. Por este motivo es que en la tabla solo se muestran los valores mínimos y máximos

mensuales resultantes (del monitoreo de SQM). Cabe mencionar que las mediciones diarias son responsabilidad de SQM, no obstante, SQM solicitó a la ETFA mediciones adicionales con el objetivo de que sean contrastadas de forma regular. En la Tabla 5-54 se muestra del recuento de las mediciones efectuadas por SQM y SEGEA para cada mes. El resultado completo del monitoreo obtenido para el primer semestre 2021 se muestra gráficamente en la Figura 5-31.

**Tabla 5-53: Registro de niveles zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este**

CA-2015		L3-16		P2	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
19/1/21 08:09	2.304,480	16/1/21 12:07	2.321,521	15/1/21 16:02	2.311,977
18/2/21 13:26	2.304,414	18/2/21 14:12	2.321,534	18/2/21 10:42	2.311,950
19/3/21 15:04	2.304,385	24/3/21 10:04	2.321,509	19/3/21 14:54	2.311,984
17/4/21 16:25	2.304,370	18/4/21 12:14	2.321,529	17/4/21 16:31	2.311,945
22/5/21 09:00	2.304,383	21/5/21 12:26	2.321,523	21/5/21 10:20	2.311,926
18/6/21 09:05	2.304,366	18/6/21 11:18	2.321,524	18/6/21 08:58	2.311,924

L7-15		L7-13		
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Mes	Nivel (m s.n.m.)	
			Mín	Max
16/1/21 09:53	2.329,101	Ene 2021	2.323,089	2.323,101
19/2/21 10:10	2.329,127	Feb 2021	2.323,088	2.323,100
24/3/21 12:08	2.329,054	Mar 2021	2.323,089	2.323,098
21/4/21 14:53	2.329,062	Abr 2021	2.323,082	2.323,096
22/5/21 11:23	2.329,033	May 2021	2.323,080	2.323,089
18/6/21 14:30	2.329,064	Jun 2021	2.323,081	2.323,092

L2-26			L9-1		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.318,249	2.318,263	Ene 2021	2.309,690	2.309,711
Feb 2021	2.318,242	2.318,254	Feb 2021	2.309,673	2.309,691
Mar 2021	2.318,232	2.318,244	Mar 2021	2.309,660	2.309,681
Abr 2021	2.318,227	2.318,235	Abr 2021	2.309,644	2.309,661
May 2021	2.318,226	2.318,235	May 2021	2.309,643	2.309,652
Jun 2021	2.318,226	2.318,235	Jun 2021	2.309,644	2.309,654

L9-2		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.308,895	2.308,919
Feb 2021	2.308,873	2.308,896
Mar 2021	2.308,855	2.308,878
Abr 2021	2.308,842	2.308,856
May 2021	2.308,843	2.308,852
Jun 2021	2.308,846	2.308,860

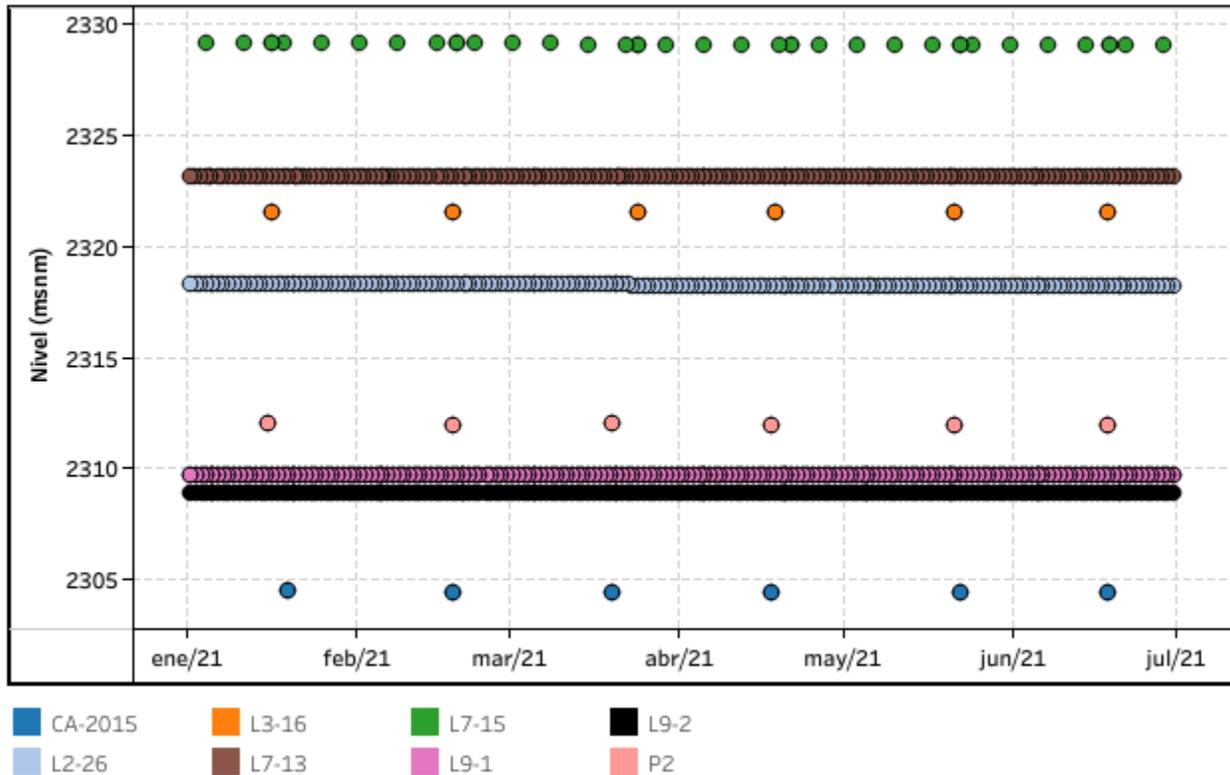
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-54: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
CA-2015	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2-26	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L3-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L7-13	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L7-15	1	1	1	1	1	1	5	5	6	5	6	5
L9-1	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L9-2	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
P2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-31: Nivel observado (m s.n.m.) en zona aluvial del sistema Vegetación Borde Este**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Pozos en zona marginal***

Como ya se ha mencionado en los apartados anteriores, una parte de los puntos de control que corresponden al grupo de Vegetación Borde Este ya se ha mostrado en los sistemas de Soncor y Quelana por un motivo de proximidad con los otros puntos; en esta sección se muestran los 7 puntos que restan.

En la Tabla 5-55 se muestra el resultado del monitoreo efectuado en este primer semestre de 2021. Los 7 puntos son indicadores de estado del PC por lo que son medidos a diario por SQM y de esta forma, en la tabla se muestran los máximos y mínimos resultantes de este monitoreo. Estos puntos disponen adicionalmente de medidas mensuales realizadas por la ETFA; en la Tabla 5-56 se muestra el detalle del número de medidas que ha efectuado cada empresa para cada mes. En la Figura 5-32 se muestra gráficamente el monitoreo completo resultante para este

semestre y en el Anexo 5.1 se entregan los valores tabulados. Como puede verse, todos los puntos de este grupo han podido visitarse con la frecuencia estipulada.

**Tabla 5-55: Registro de niveles zona marginal del sistema Vegetación Borde Este**

L1-17			L2-25		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.306,313	2.306,442	Ene 2021	2.308,807	2.308,814
Feb 2021	2.306,208	2.306,309	Feb 2021	2.308,804	2.308,808
Mar 2021	2.306,159	2.306,204	Mar 2021	2.308,803	2.308,806
Abr 2021	2.306,159	2.306,222	Abr 2021	2.308,803	2.308,811
May 2021	2.306,228	2.306,375	May 2021	2.308,809	2.308,816
Jun 2021	2.306,377	2.306,525	Jun 2021	2.308,813	2.308,823

L2-27			L2-28		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.310,432	2.310,620	Ene 2021	2.316,167	2.316,234
Feb 2021	2.310,286	2.310,426	Feb 2021	2.316,120	2.316,162
Mar 2021	2.310,179	2.310,282	Mar 2021	2.316,101	2.316,119
Abr 2021	2.310,141	2.310,177	Abr 2021	2.316,108	2.316,143
May 2021	2.310,164	2.310,326	May 2021	2.316,147	2.316,206
Jun 2021	2.310,328	2.310,495	Jun 2021	2.316,204	2.316,247

L3-15			L4-17		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max		Mín	Max
Ene 2021	2.315,458	2.315,475	Ene 2021	2.306,327	2.306,342
Feb 2021	2.315,449	2.315,460	Feb 2021	2.306,317	2.306,331
Mar 2021	2.315,444	2.315,450	Mar 2021	2.306,316	2.306,321
Abr 2021	2.315,444	2.315,458	Abr 2021	2.306,321	2.306,339
May 2021	2.315,458	2.315,478	May 2021	2.306,341	2.306,369
Jun 2021	2.315,474	2.315,492	Jun 2021	2.306,364	2.306,389

L7-14		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.315,589	2.315,616
Feb 2021	2.315,570	2.315,586
Mar 2021	2.315,561	2.315,571
Abr 2021	2.315,555	2.315,564
May 2021	2.315,563	2.315,583
Jun 2021	2.315,581	2.315,605

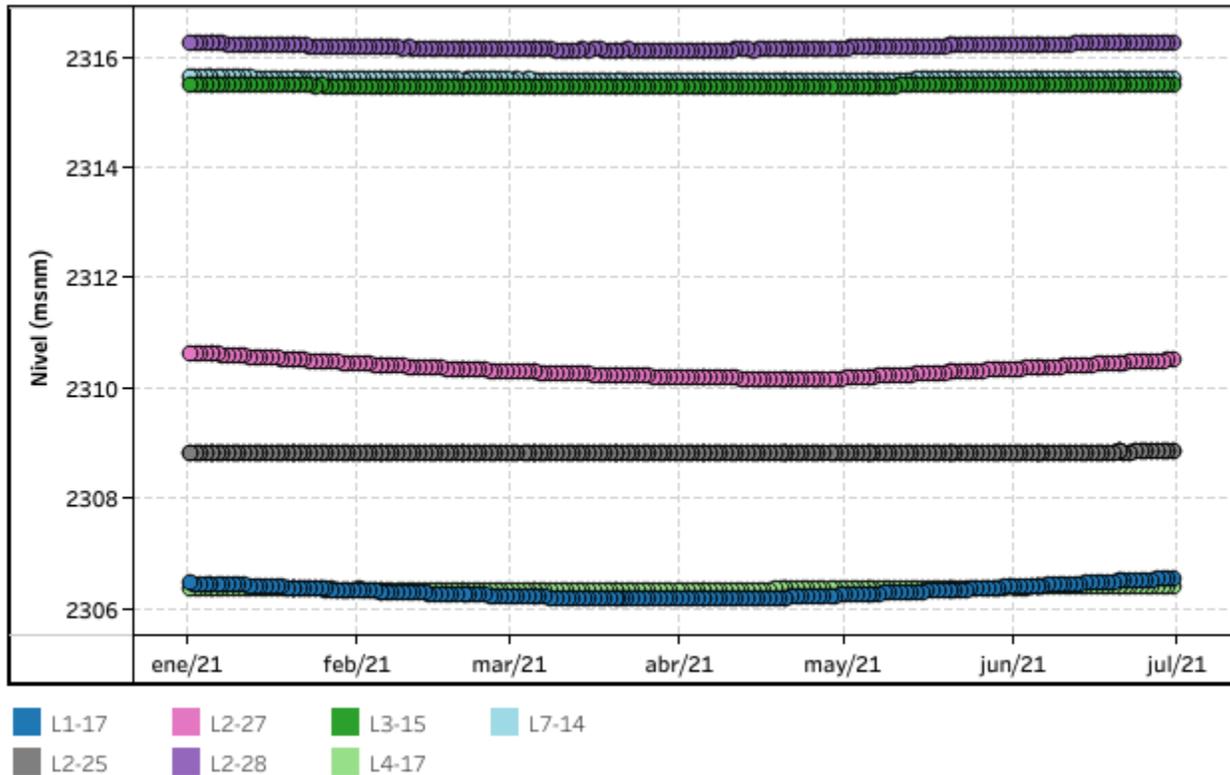
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-56: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L1-17	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L2-25	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L2-27	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L2-28	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L3-15	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L4-17	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30
L7-14	2	2	2	2	2	2	31	28	31	30	31	30

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-32: Nivel observado (m s.n.m) en zona marginal del sistema Vegetación Borde Este**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Caudal bombeado

Para el sistema Vegetación Borde Este del PSAH, el único pozo de extracción operativo corresponde al denominado CA-2015. Su caudal medio mensual extraído durante el período enero a junio de 2021 se presenta en la Tabla 5-57 y gráficamente en la Figura 5-33. Durante el periodo que se reporta, los caudales bombeados no sobrepasan el caudal máximo autorizado de 35 L/s.

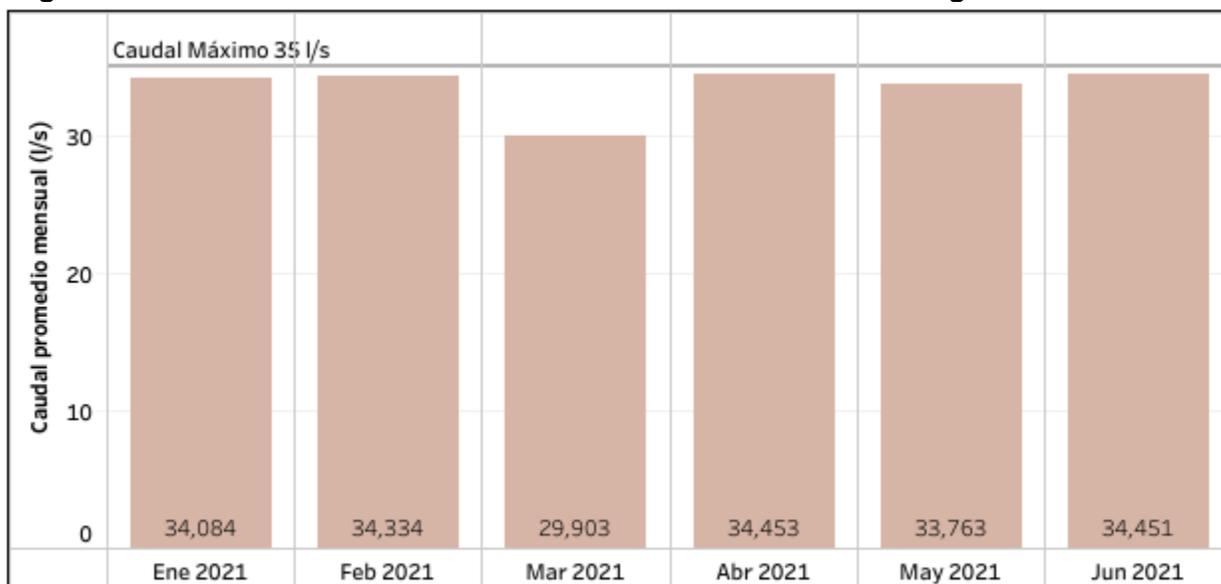
A modo de respaldo, en la Tabla 5-57 se muestra también la medida del flujómetro en el primer instante de cada mes y volumen mensual resultante. En el Anexo 7 se entrega este registro de forma tabulada y en el Anexo 3.2 se presentan los certificados de calibración de los flujómetros instalados.

**Tabla 5-57: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este**

Pozo	Mes	Fecha flujómetro INICIAL	Fecha flujómetro FINAL	Número serie flujómetro	Volumen flujómetro (m3) INICIAL	Volumen flujómetro (m3) FINAL	Volumen traspasado (m3)	Caudal promedio mensual (l/s)
CA-2015	Ene 2021	1/1/2021	21/1/2021	S5V203117	1.728.596	1.789.306	60.710	34,31
		21/1/2021	1/2/2021	S5W504499	0	30.769	30.769	33,86
	Feb 2021	1/2/2021	1/3/2021	S5W504499	30.769	113.831	83.062	34,33
	Mar 2021	1/3/2021	1/4/2021	S5W504499	113.831	193.924	80.093	29,90
	Abr 2021	1/4/2021	1/5/2021	S5W504499	193.924	283.227	89.303	34,45
	May 2021	1/5/2021	1/6/2021	S5W504499	566.454	747.316	180.862	67,53
	Jun 2021	1/6/2021	1/7/2021	S5W504499	373.658	462.955	89.297	34,45

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-33: Caudal medio mensual bombeado desde el Sistema Vegetación Borde Este**



Fuente: Elaboración propia.

## Calidad química

### *Muestreo de aguas red monitoreo SQM*

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Vegetación Borde Este durante el primer semestre del año 2021.

Como se señaló en la sección 5.1.2, los pozos L2-4 y L7-3 pertenecen tanto a la red de monitoreo del Sistema Soncor como a la del Sistema Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dichos puntos fueron presentados en la mencionada sección, ellos no se incluyen en el presente acápite.

De la misma forma, y como fue señalado en la sección 5.1.3, el pozo L4-3 es parte del monitoreo de los sistemas Aguas de Quelana y Vegetación Borde Este. Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dicho punto fueron presentados como parte del Sistema Aguas de Quelana, no se incluyen en el presente acápite.

En la Figura 4-9 y en la Tabla 4-9 de la Sección 4.3.3 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Vegetación Borde Este. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para este periodo como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs).

A continuación, en la Tabla 5-58 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno (SOPROCERT en ambos trimestres y SEGEA en caso de

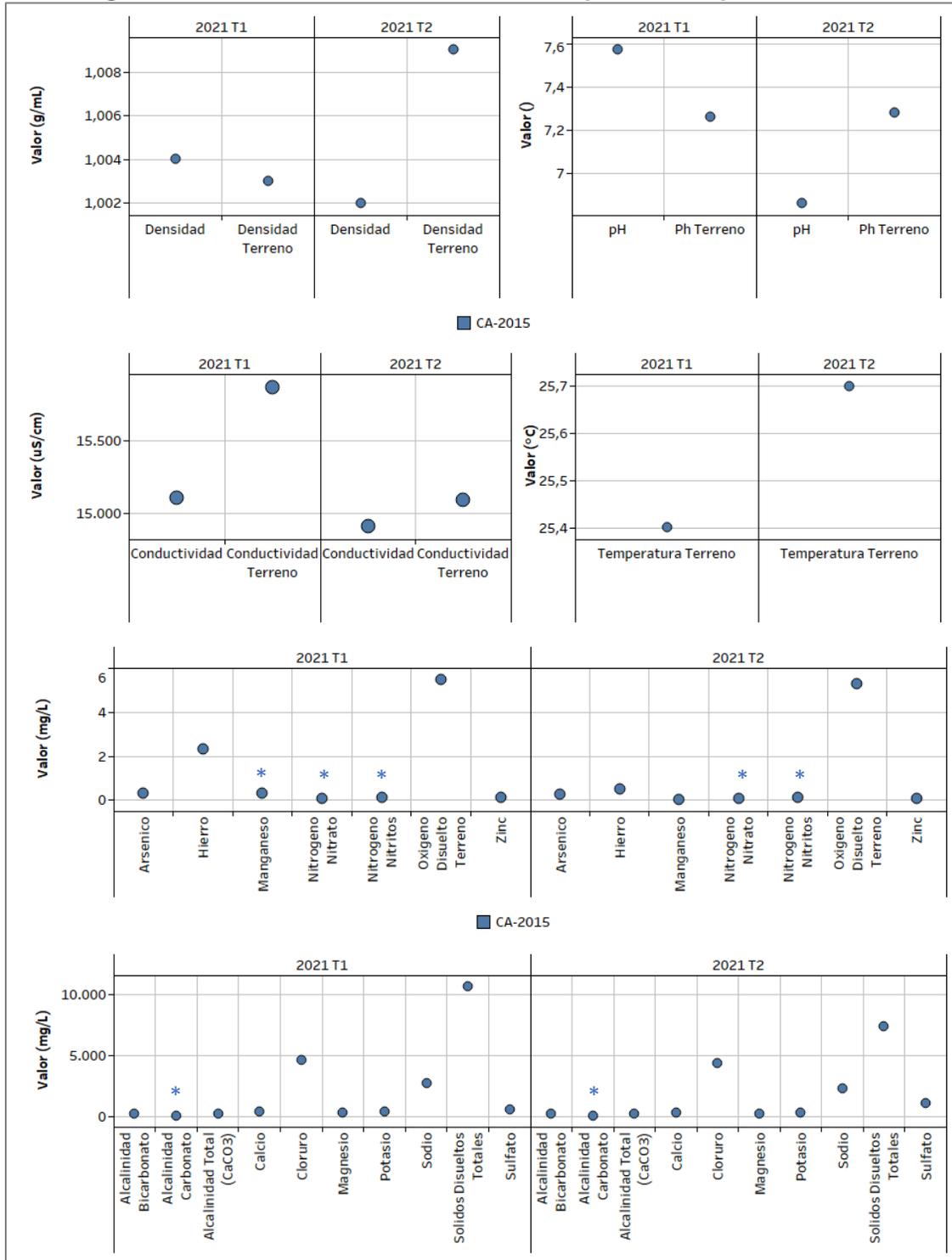
contarse con acceso a puntos que no pudieron ser visitados por SOPROCERT) y analizadas por el laboratorio ALS, al pozo de bombeo CA-2015 en el primer semestre del año 2021. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 5-34. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos.

**Tabla 5-58: Resultados de análisis fisicoquímico para el pozo CA-2015**

Parámetro	Unidad	CA-2015	
		26-01-21	28-04-21
Alcalinidad Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	146,0	151,0
Arsénico	mg/L	0,30330	0,23650
Alcalinidad Bicarbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	146,0	151,0
Calcio	mg/L	328,4	276,3
Alcalinidad Carbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	<1	<1
Conductividad	µS/cm	15.100	14.910
Conductividad Terreno	µS/cm	15.860	15.090
Cloruro	mg/L	4.592	4.348
Densidad	g/MI	1,004	1,002
Densidad Terreno	g/MI	1,003	1,009
Hierro	mg/L	2,323	0,47600
Potasio	mg/L	311,0	252,5
Magnesio	mg/L	225,8	204,8
Manganeso	mg/L	0,3259	<0,0001
Sodio	mg/L	2.654,8	2.280,7
Nitrógeno Nitrato	mg/L	<0,05	<0,05
Nitrógeno Nitritos	mg/L	<0,09	<0,09
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	5,49	5,29
Ph	-	7,57	6,86
Ph Terreno	-	7,26	7,28
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	10.640	7.310
Sulfato	mg/L	478,9	1.037,6
Temperatura Terreno	°C	25,4	25,7
Zinc	mg/L	0,1254	0,0585

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-34: Resultados del análisis fisicoquímico del pozo CA-2015**



Fuente: Elaboración propia. \* Los valores <LD se representan como = LD. El color se refiere a la infraestructura.

### **Validación Resultados**

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el primer semestre de 2021 en el sistema Vegetación Borde Este, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

En la Tabla 5-59 se muestran los resultados de la validación para las muestras colectadas en Vegetación Borde Este no pueden ser validadas por balance de masa en sólidos por analizarse únicamente los sólidos disueltos. Respecto del balance iónico, ambas muestras han sido validadas.

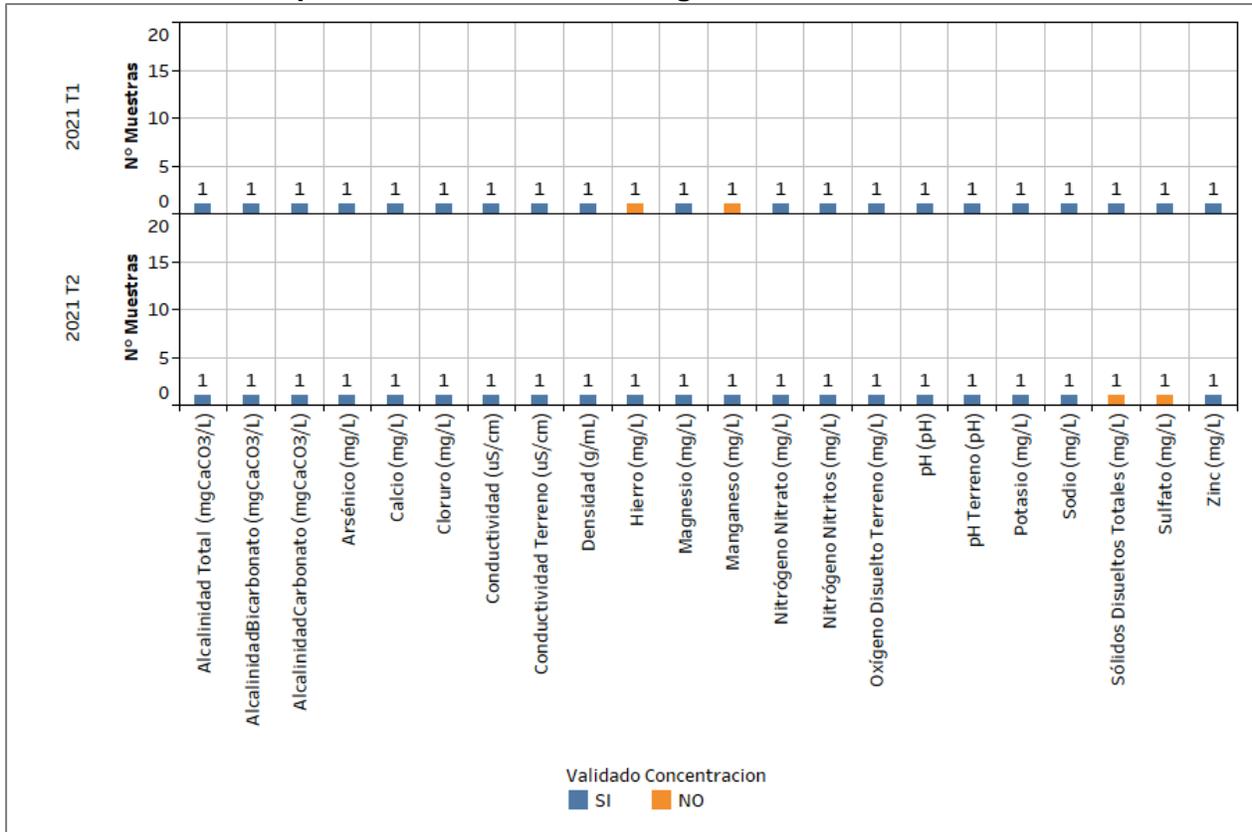
**Tabla 5-59 Resultados de la validación en el sistema Vegetación Borde Este.**

Trimestre de 2021	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos	Balance iónico
1ro	CA-2015	N/A	5
2do	CA-2015	N/A	4

Fuente: Elaboración propia N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo. Los colores en rojo indicarían muestras no validadas.

La Figura 5-35 muestra los resultados de la validación por concentraciones con relación a cada analito y punto. Puede verse que en la campaña del primer trimestre todos los parámetros fueron validados con la excepción de la medición de hierro y manganeso (elementos minoritarios en los que resulta fácil salirse de los valores empleados para validación). En la campaña del cuarto trimestre se observaron anomalías para sulfato y Sólidos Disueltos Totales. No se observaron anomalías en estos parámetros para el resto de las mediciones de esta campaña por lo que no se investigó la causa de las desviaciones con ALS. Los errores detectados corresponden a un 9% del total de análisis realizados en el sistema de Vegetación Borde Este.

**Figura 5-35: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Vegetación Borde Este**



Fuente: Elaboración propia

### 5.1.5. SISTEMA PEINE

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del Sistema Peine considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (26 puntos), calidad química (6 puntos), aforos de caudal (2 puntos) y superficie lacustre (3 áreas). Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-60 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

**Tabla 5-60: Resumen de puntos no visitados en el Sistema Peine**

Nombre Infraestructura	Motivo	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	may/21
L10-5	4	*				
L10-6	4	**				
L10-7	4	*				
L10-8	4	**				
L10-9	4	**				
REGLILLA INTERNA CONAF	4	**	*	*	**	**
REGLILLA SALADA CONAF	4	**	*	*	*	
REGLILLA SALADITA CONAF	4	**	*	*	**	**

4: COMUNIDAD DE PEINE NO PERMITIÓ EL ACCESO AL PUNTO

Fuente: Elaboración propia. \*: punto no visitado; \*\*: punto no muestreado en la campaña de calidad

### **Nivel del agua subterránea y superficial**

En esta sección se presentan los niveles de los puntos de control que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Peine, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-10 y en la Tabla 4-10.

Cabe señalar que el pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, pero para una mejor claridad de su presentación, sólo será expuesto en esta sección.

#### ***Pozos en zona marginal***

La zona marginal del sistema Peine cuenta con 7 puntos de control. En la Tabla 5-61 se muestra el resultado del monitoreo manual llevado a cabo en el primer semestre de 2021, que en el caso

de los pozos con medición mensual comprometida debe ser medido por la ETFA y en caso del pozo L10-4, al ser indicador de estado debe ser medido diariamente por SQM (en la tabla se muestran el máximo y mínimos mensuales resultantes). Tanto la ETFA como SQM realizan mediciones adicionales por lo que en la Tabla 5-62 se muestra el detalle del número de mediciones efectuadas cada mes por cada empresa y en la Figura 5-36 se muestra gráficamente el resultado completo (mediciones comprometidas y adicionales) del monitoreo de estos puntos.

Tal y como se observa, este grupo de pozos se han podido visitar con la frecuencia comprometida en cada caso, gracias a los permisos de ingreso ofrecidos por la Comunidad de Peine durante todos los meses del semestre reportado.

**Tabla 5-61: Registro de niveles zona marginal del Sistema Peine**

L10-1		L10-2		L10-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
27/1/21 12:47	2.304,767	28/1/21 15:20	2.300,809	28/1/21 09:43	2.300,413
26/2/21 09:12	2.304,742	26/2/21 12:47	2.300,801	26/2/21 14:57	2.300,392
25/3/21 08:25	2.304,736	25/3/21 11:20	2.300,792	25/3/21 14:15	2.300,370
27/4/21 10:06	2.304,754	27/4/21 12:42	2.300,782	27/4/21 13:57	2.300,339
31/5/21 10:40	2.304,783	5/5/21 13:41	2.300,781	6/5/21 12:57	2.300,328
27/6/21 09:55	2.304,793	27/6/21 12:07	2.300,771	27/6/21 14:05	2.300,274

L10-9		L10-10		L10-15	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
26/1/21 12:00	S/I	28/1/21 14:20	2.300,516	19/1/21 10:35	2.300,043
28/1/21 14:30	2.300,208 *	26/2/21 12:26	2.300,506	28/1/21 16:00	2.300,039 *
26/2/21 12:32	2.300,195	25/3/21 10:57	2.300,495	26/2/21 11:04	2.300,020
25/3/21 11:07	2.300,178	27/4/21 12:22	2.300,483	25/3/21 09:18	2.300,002
27/4/21 12:29	2.300,157	5/5/21 14:49	2.300,479	27/4/21 11:10	2.299,974
5/5/21 15:33	2.300,149	27/6/21 11:33	2.300,461	5/5/21 15:04	2.299,967
27/6/21 11:45	2.300,110			27/6/21 10:15	2.299,917

L10-4		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Max
Ene 2021	2.299,985	2.300,010
Feb 2021	2.299,958	2.299,985
Mar 2021	2.299,923	2.299,957
Abr 2021	2.299,877	2.299,923
May 2021	2.299,834	2.299,875
Jun 2021	2.299,793	2.299,834

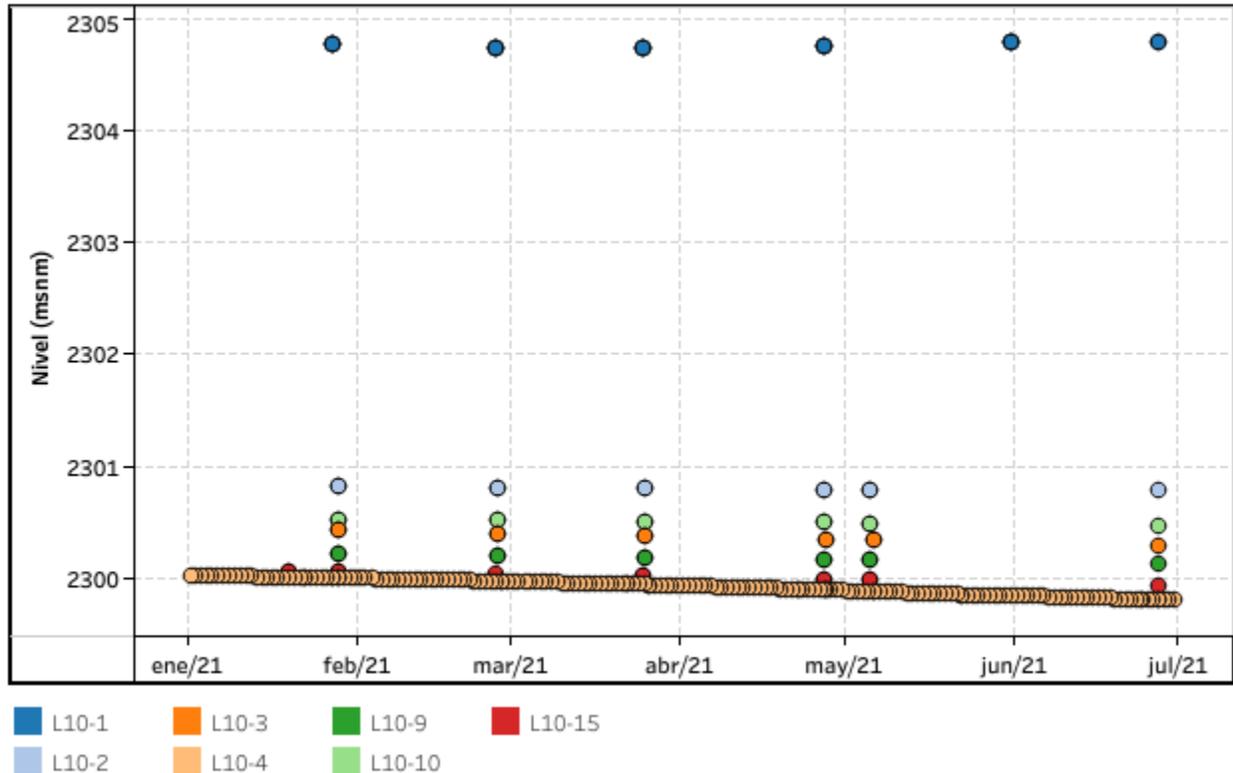
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-62: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
L10-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
L10-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-4	3	1	2	2	2	2	31	28	31	31	31	30
L10-9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-15	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-36: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Pozos en zona núcleo

El sistema Peine dispone de 16 puntos de control en el núcleo del Salar. En la Tabla 5-63 se muestra el monitoreo resultante para éstos durante este primer semestre de 2021, que en el caso de los pozos con medición mensual comprometida deben ser medido por la ETFA y en caso de los pozos 1028 y L10-11, al ser indicadores de estado deben ser medido diariamente por SQM (en la tabla se muestran el máximo y mínimos mensuales resultantes). Tanto la ETFA como SQM realizan mediciones adicionales por lo que en la Tabla 5-64 se muestra el detalle del número de mediciones efectuadas cada mes por cada empresa y en la Figura 5-37 se muestra gráficamente el resultado completo (mediciones comprometidas y adicionales) del monitoreo de estos puntos.

Tal y como se observa, este grupo de pozos se han podido visitar con la frecuencia comprometida en cada caso, dado que la Comunidad de Peine accedió a la ejecución de estas actividades durante todos los meses del semestre reportado.

**Tabla 5-63: Registro de niveles zona núcleo del Sistema Peine**

1024		2018		2037	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 11:48	2.299,380	21/1/21 10:05	2.299,454	21/1/21 09:01	2.299,433
19/2/21 14:56	2.299,342	19/2/21 16:33	2.299,424	19/2/21 16:16	2.299,405
17/3/21 10:27	2.299,301	17/3/21 12:23	2.299,399	17/3/21 11:39	2.299,379
18/4/21 14:37	2.299,270	18/4/21 16:37	2.299,354	18/4/21 16:02	2.299,337
23/5/21 16:03	2.299,219	22/5/21 15:59	2.299,302	22/5/21 15:15	2.299,286
21/6/21 10:58	2.299,172	21/6/21 15:10	2.299,269	21/6/21 14:32	2.299,250

GD-03		GD-04		L10-12	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
28/1/21 12:15	2.299,797	28/1/21 11:26	2.299,552	19/1/21 12:13	2.299,469
26/2/21 11:37	2.299,773	26/2/21 11:17	2.299,531	19/2/21 15:59	2.299,438
25/3/21 09:54	2.299,745	25/3/21 09:32	2.299,500	17/3/21 11:23	2.299,407
27/4/21 11:40	2.299,702	27/4/21 11:22	2.299,455	18/4/21 15:43	2.299,371
5/5/21 10:31	2.299,692	5/5/21 09:33	2.299,442	22/5/21 14:57	2.299,318
27/6/21 10:45	2.299,634	27/6/21 10:26	2.299,382	21/6/21 14:14	2.299,281

L10-13		L10-14		L10-16	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
28/1/21 10:40	2.299,634	28/1/21 10:53	2.299,693	19/1/21 11:30	2.299,593
26/2/21 14:32	2.299,617	26/2/21 14:20	2.299,682	19/2/21 15:24	2.299,561
25/3/21 13:45	2.299,588	25/3/21 13:33	2.299,646	17/3/21 11:00	2.299,533
27/4/21 13:33	2.299,546	27/4/21 13:22	2.299,604	18/4/21 15:18	2.299,499
6/5/21 11:34	2.299,528	6/5/21 13:34	2.299,593	22/5/21 13:02	2.299,450
27/6/21 13:42	2.299,478	27/6/21 13:32	2.299,535	21/6/21 11:37	2.299,416

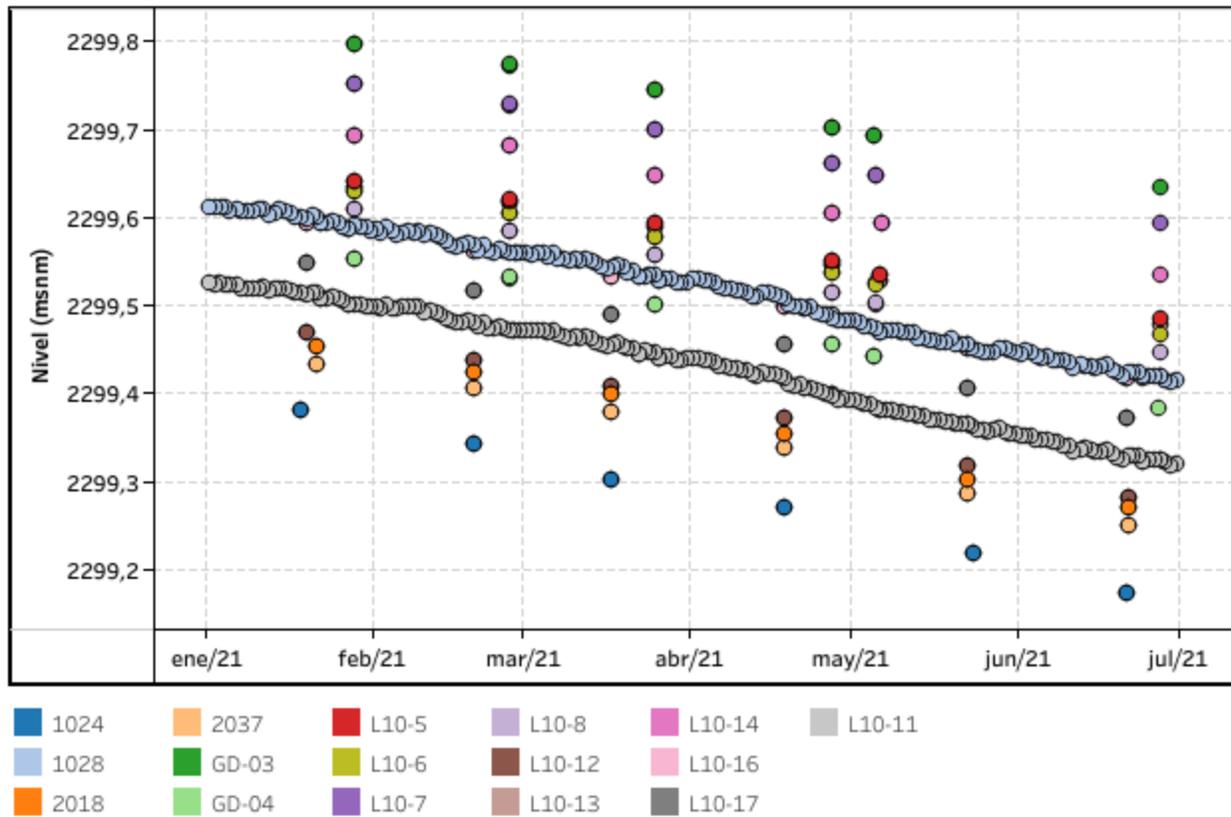
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (1) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-64: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
1024	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1028	2	1	2	2	2	2	31	28	31	31	31	30
2018	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2037	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GD-03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
GD-04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-11	2	1	2	2	2	2	31	28	31	31	31	30
L10-12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L10-13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
L10-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L10-17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-37: Nivel observado (m s.n.m.) en zona núcleo del sistema Peine



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Nivel lacustre

Las mediciones del nivel lacustre mediante reglillas para el sistema Peine estuvo, hasta diciembre de 2018, a cargo de CONAF en el marco del convenio CONAF-SQM. Debido al término del convenio, la medición de estos puntos son responsabilidad de SQM mediante la ETFA.

En la Tabla 5-65 se muestra el resultado del monitoreo de nivel en estos puntos para el primer semestre 2021. Como puede verse solo fueron medidas las reglillas Salada y Saladita por parte de la ETFA entre los meses de mayo y junio; en la Tabla 5-66 se muestra el recuento de mediciones realizadas por cada empresa y puede verse que solo SEGEA realizó las medidas en esos meses. Esto es debido a las limitaciones de los sectores y los tiempos de trabajo asignados en cada visita por la Comunidad de Peine durante el semestre reportado. En la Figura 5-38 se muestra gráficamente el resultado de las mediciones para este primer semestre 2021.

**Tabla 5-65: Registro de niveles para las lagunas del sector Peine**

REGLILLA SALADA CONAF		REGLILLA SALADITA CONAF		REGLILLA INTERNA CONAF	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
26/1/21 12:00	S/I	26/1/21 12:00	S/I	26/1/21 12:00	S/I
26/2/21 12:00	S/I	26/2/21 12:00	S/I	26/2/21 12:00	S/I
26/3/21 12:00	S/I	26/3/21 12:00	S/I	26/3/21 12:00	S/I
26/4/21 12:00	S/I	26/4/21 12:00	S/I	26/4/21 12:00	S/I
27/5/21 16:20	2.301,178	26/5/21 12:00	S/I	26/5/21 12:00	S/I
26/6/21 13:13	2.301,176	26/6/21 15:10	2.300,934	26/6/21 15:31	S/I

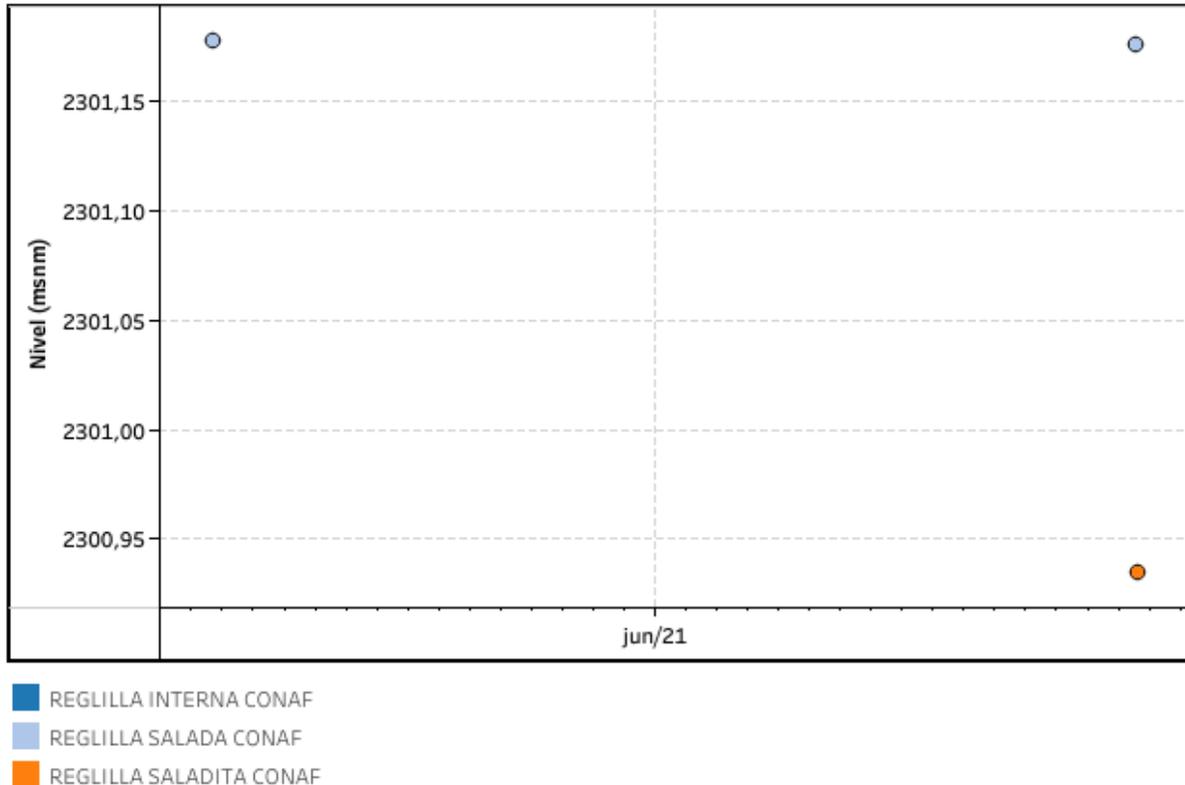
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información.

**Tabla 5-66: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
REGLILLA INTERNA CONAF	0	0	0	0	0	0
REGLILLA SALADA CONAF	0	0	0	0	1	1
REGLILLA SALADITA CONAF	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-38: Nivel observado (m s.n.m.) en las reglillas de las lagunas del sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad del Sistema Peine durante el primer semestre del año 2021. Si bien el pozo L10-1 es parte del monitoreo de los sistemas Peine y Cuña Salina, sólo se presenta en esta sección para efectos de orden.

En la Figura 4-10 y en la Tabla 4-10 de la Sección 4.3.4 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Peine. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida. Como ahí se observa, la RCA N°226/2006 establece que el monitoreo de calidad química en los pozos y lagunas del Sistema Peine debe realizarse con frecuencia trimestral.

Cabe señalar que no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

Respecto a las entidades que efectuaron el monitoreo del período, los análisis fueron realizados por ALS, quien a su vez contrató para el monitoreo a SOPROCERT en ambos trimestres. Adicionalmente, se muestrearon algunos puntos con SEGEA en caso de contarse con acceso a puntos que no pudieron ser visitados por SOPROCERT.

En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización como ETFAs de ALS, SOPROCERT, que fue subcontratadas por ALS para la realización del muestreo y SEGEA que fue contratada por SQM para muestrear en algunos puntos que quedaron pendientes por problemas de acceso en las campañas de SOPROCERT

### **Muestreo de aguas red monitoreo SQM**

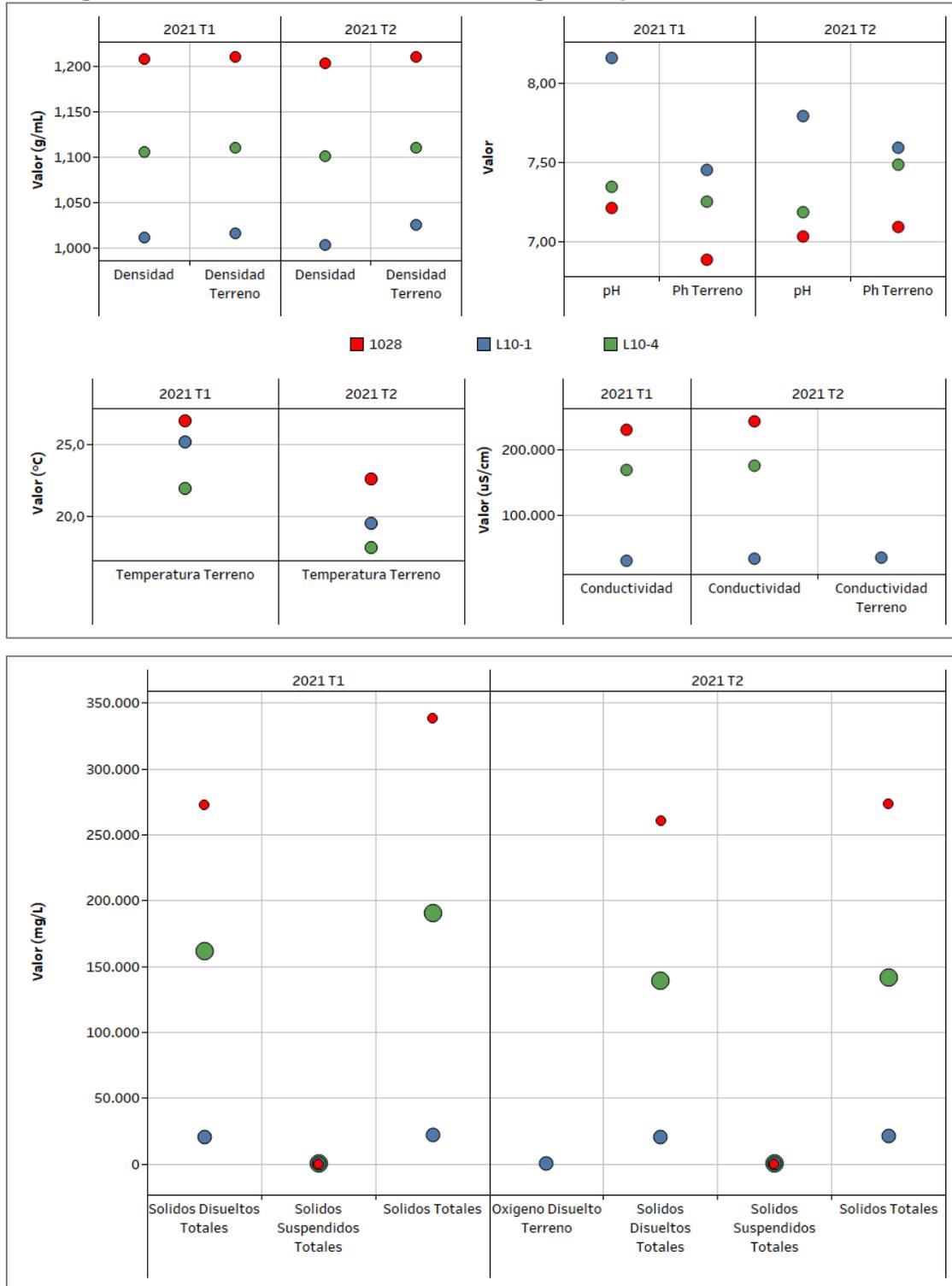
En la Tabla 5-67 se presentan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de agua tomadas en terreno y analizadas el laboratorio ALS, a los pozos de monitoreo. Estos resultados se presentan de manera gráfica en la Figura 5-39. Como se observa, durante el periodo se efectuaron los dos monitoreos comprometidos en los pozos 1028, L10-1y L10-4.

**Tabla 5-67: Resultados calidad del agua en pozos del sistema Peine.**

Parámetro	Unidad	1028		L10-4		L10-1	
		27-01-21	27-04-21	27-01-21	27-04-21	27-01-21	27-04-21
Conductividad	µS/cm	230.000	243.000	168.500	174.500	28.600	32.100
Conductividad Terreno	µS/cm	248.000	244.000	152.000	172.600	30.130	34.450
Densidad	g/mL	1,207	1,202	1,105	1,100	1,011	1,002
Densidad Terreno	g/mL	1,210	1,210	1,110	1,110	1,015	1,025
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,27	6,01	5,33	5,20	5,41	1,96
pH	-	7,21	7,03	7,34	7,18	8,16	7,79
pH Terreno	-	6,88	7,09	7,25	7,48	7,45	7,59
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	272.737	260.410	161.167	139.000	20.113	20.050
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	57	112	30	37	3	7
Sólidos Totales	mg/L	338.230	273.060	190.110	141.190	21.720	20.960
Temperatura Terreno	°C	26,6	22,6	21,9	17,8	25,1	19,5

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-39: Resultados de calidad del agua en pozos del Sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia.

***Muestreo realizado en el marco del ex convenio con CONAF***

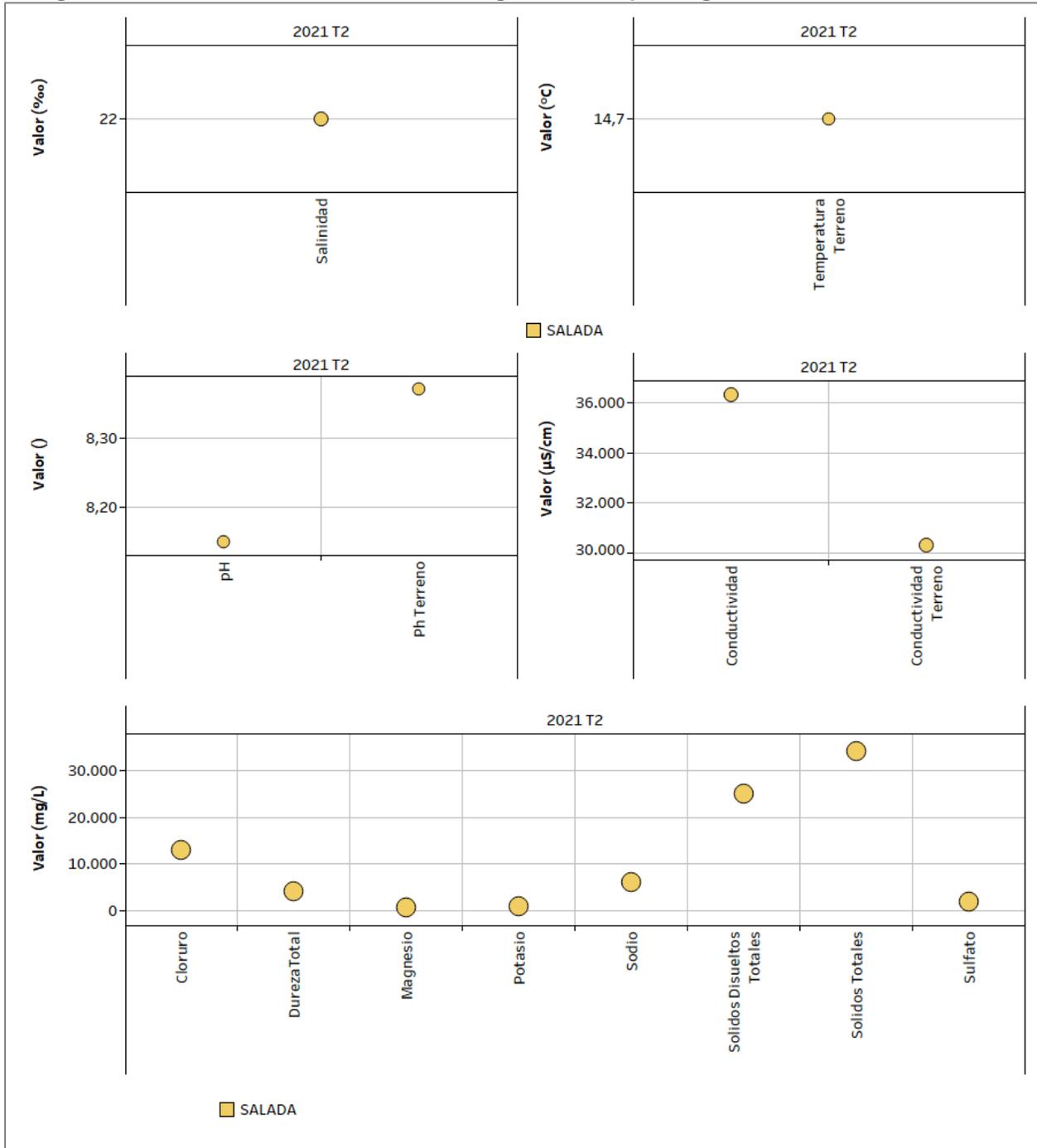
En el primer semestre de 2021 fue posible acceder al punto Salada en mayo de 2021. El resto de los puntos de monitoreo no fue posible visitarlo debido a no contar con la autorización de ingreso por parte de la Comunidad de Peine. En la Tabla 5-68 se muestran las fechas en las que se trató de realizar el muestreo. En el Anexo 6.1 se encuentran los certificados de laboratorio y en la Figura 5-40 los resultados gráficos.

**Tabla 5-68: Resultados calidad del agua en cuerpos lagunares del sistema Peine.**

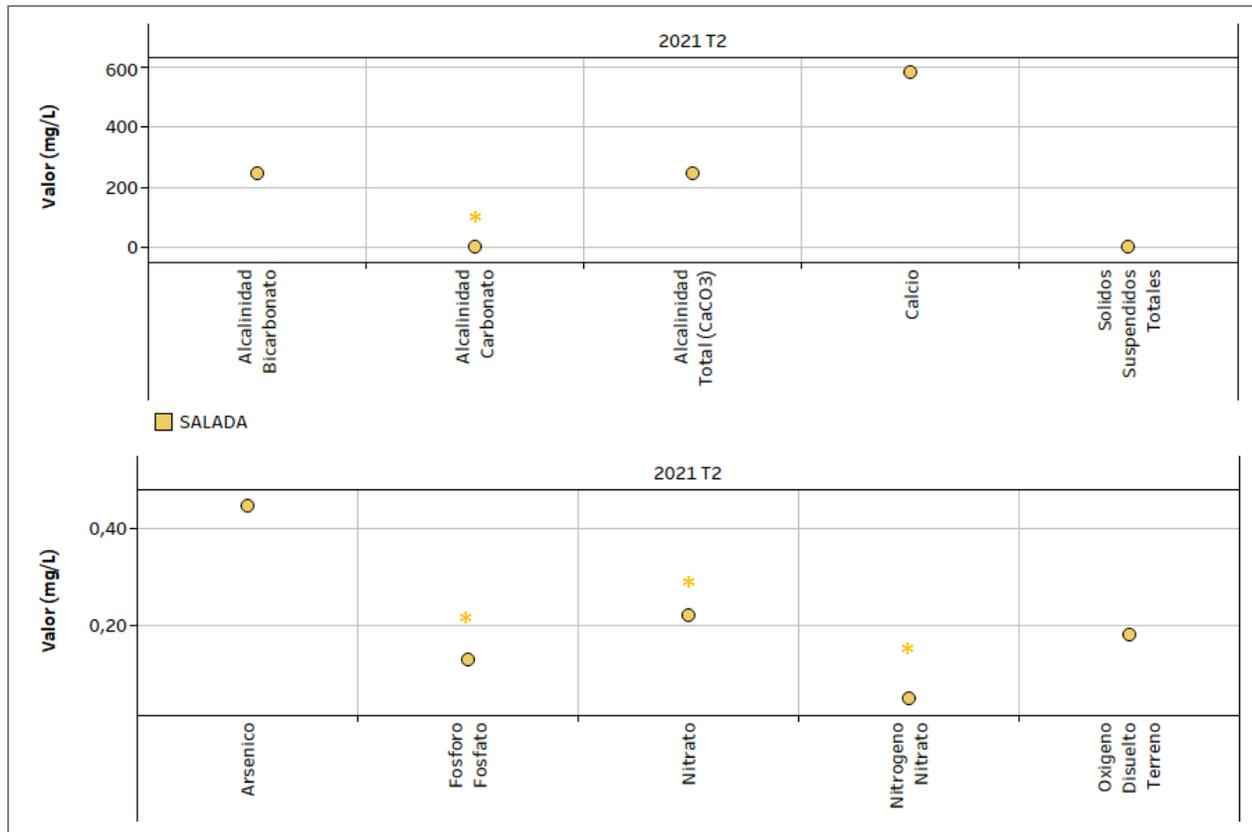
Parámetro	Unidad	Interna		Salada		Saladita	
		27-01-21	28-04-21	27-01-21	27-05-21	27-01-21	28-04-21
Oxígeno disuelto Terreno	mg/L	S/I	S/I	S/I	0,18	S/I	S/I
pH Terreno	-	S/I	S/I	S/I	8,37	S/I	S/I
Temperatura Terreno	°C	S/I	S/I	S/I	14,69	S/I	S/I
Conductividad Terreno	mS/cm	S/I	S/I	S/I	30.310	S/I	S/I
Sólidos totales	g/L	S/I	S/I	S/I	34.125	S/I	S/I
Sólidos disueltos totales	g/L	S/I	S/I	S/I	24.925	S/I	S/I
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S/I	S/I	S/I	3,00	S/I	S/I
Dureza Total	g/L	S/I	S/I	S/I	4.071	S/I	S/I
Sodio	g/L	S/I	S/I	S/I	6.062	S/I	S/I
Arsénico	mg/L	S/I	S/I	S/I	0,445	S/I	S/I
Potasio	g/L	S/I	S/I	S/I	880,71	S/I	S/I
Calcio	mg/L	S/I	S/I	S/I	582,20	S/I	S/I
Magnesio	g/L	S/I	S/I	S/I	581,96	S/I	S/I
Cloruro	g/L	S/I	S/I	S/I	12.999,66	S/I	S/I
Sulfato	g/L	S/I	S/I	S/I	2.000,85	S/I	S/I
Alcalinidad Bicarbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	S/I	S/I	S/I	245,00	S/I	S/I
Alcalinidad Carbonato	mgCaCO <sub>3</sub> /L	S/I	S/I	S/I	<1	S/I	S/I
Nitrógeno Nitrato	mg/L	S/I	S/I	S/I	<0,05	S/I	S/I
Nitrato	mgNO <sub>3</sub> /L	S/I	S/I	S/I	<0,22	S/I	S/I
Fosfato (como P)	mgP/L	S/I	S/I	S/I	<0,13	S/I	S/I
Alcalinidad total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	S/I	S/I	S/I	245,00	S/I	S/I
Salinidad	‰	S/I	S/I	S/I	22,30	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-40: Resultados de calidad del agua en cuerpos lagunares del Sistema Peine



**Figura 5.40 (Continuación): Resultados de calidad del agua en cuerpos lagunares del Sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia.

### **Validación resultados**

En el presente apartado se muestran los resultados de la validación para el primer semestre de 2021 en el sistema Peine, de acuerdo con los criterios de validación definidos en el apartado 4.4.8.

La Tabla 5-69 muestra los resultados de la validación para las muestras colectadas en el sistema Peine. No pueden ser validadas por balance iónico debido a que no se analizan parámetros químicos. Respecto el balance de masa en sólidos, todas las muestras colectadas en el segundo semestre dieron resultados correctos.

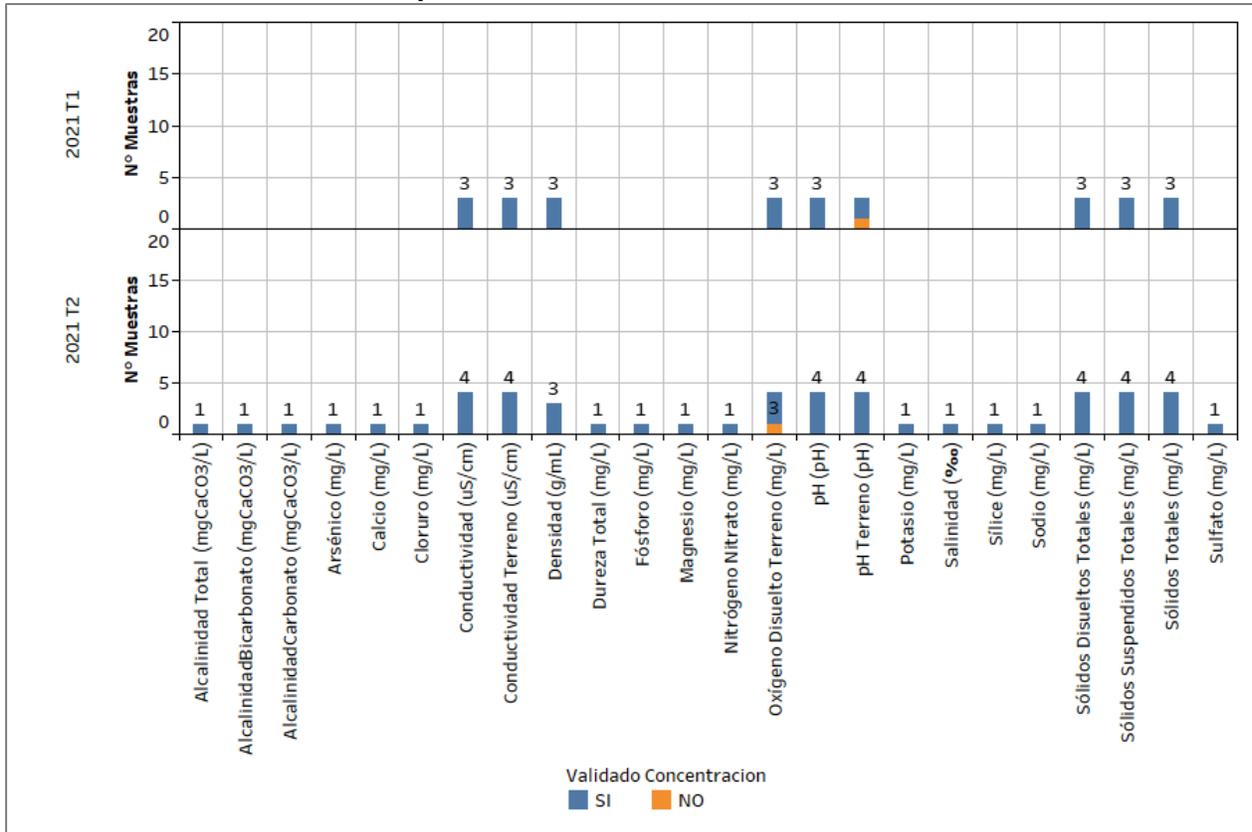
**Tabla 5-69: Resultados de la validación en el sistema Peine.**

Trimestre de 2021	Infraestructura	Validado Balance Masa Sólidos (%)	Balance iónico (%)
1ro	1028	-19,3	N/A
	L10-1	-7,4	N/A
	L10-4	-15,2	N/A
2do	1028	-4,6	N/A
	L10-1	-4,3	N/A
	L10-4	-1,5	N/A
	SALADA	-27	6

Fuente: Elaboración propia. N/A: No Aplica; el número de analitos de los parámetros comprometidos por RCA (y analizados) no permiten realizar este cálculo.

La Figura 5-41 muestra los resultados de la validación por concentraciones históricas en relación con cada analito y punto. Todos los análisis se encontraron dentro de lo esperable en base a su evolución histórica, con la excepción del pH terreno en L10-1 en el primer trimestre y el oxígeno disuelto terreno en Salada en el segundo trimestre. Ambas desviaciones son muy pequeñas respecto de valores históricos. Los valores anómalos detectados representan un 2,6% del total de análisis en el sistema Peine.

**Figura 5-41: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia.

### Caudal agua superficial (aforos)

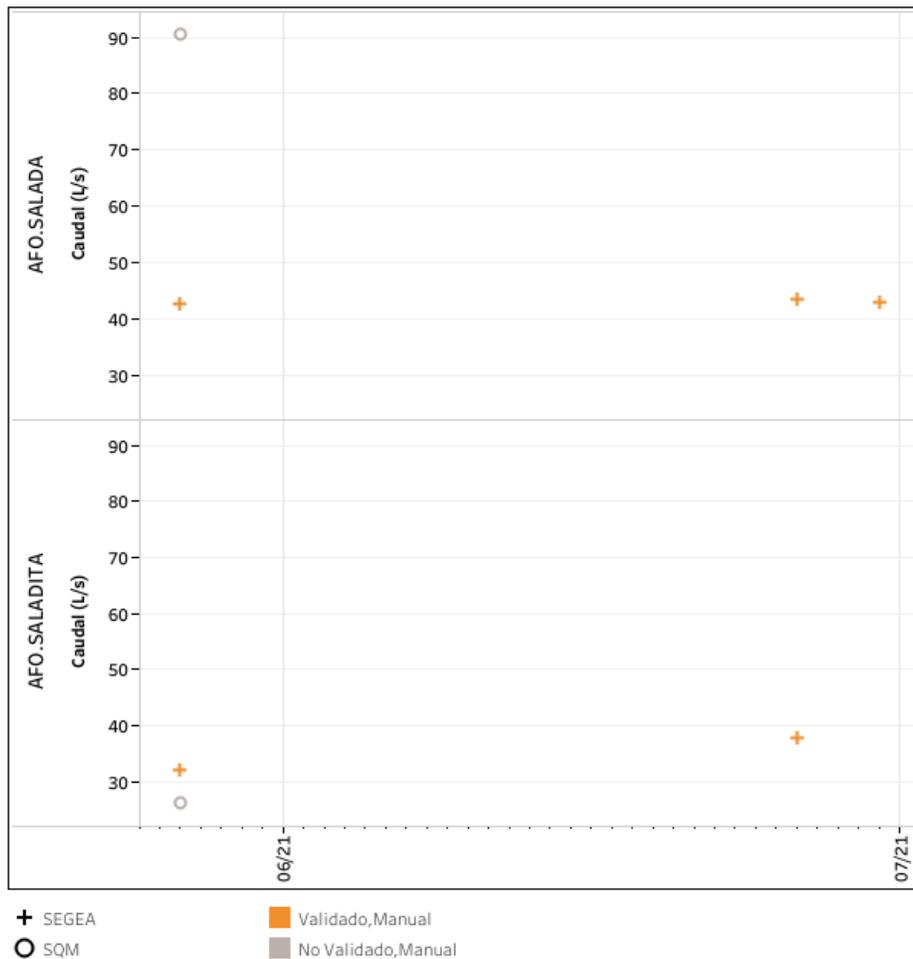
La red de monitoreo del PSAH en el Sistema Peine contempla dos estaciones de aforo de caudal pasante superficial, que son las estaciones de Salada y Saladita. En la Tabla 5-70 se muestra el resultado obtenido por la ETFA durante el primer semestre 2021 y en la Figura 5-42 se muestra gráficamente. Como puede verse, solo ha sido posible efectuar las mediciones en los meses de mayo y junio (2021), debido a las limitaciones de ingreso definidas por parte de la Comunidad de Peine.

**Tabla 5-70: Resultados aforos manuales en los puntos de aforo del sistema Peine (L/s)**

	AFO.SALADA	AFO.SALADITA
enero 2021	S/l	S/l
febrero 2021	S/l	S/l
marzo 2021	S/l	S/l
abril 2021	S/l	S/l
mayo 2021	66,40	29,10
junio 2021	43,03	37,80

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-42: Caudales medidos en los puntos de aforo del sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia.

### Superficie lacustre

A continuación, se presenta para el primer semestre de 2021 el resultado de las superficies lacustres de los tres cuerpos de agua del sistema Peine (Salada, Saladita e Interna) medidos mediante estacas perimetrales, levantamiento topográfico mediante el método RTK y mediante imágenes satelitales. En la Tabla 5-71 se presenta, las superficies lacustres de los cuerpos de agua del sistema Peine resultantes.

Las mediciones de estacas perimetrales correspondientes al periodo de verano (enero 2021) no fueron realizadas debido a restricciones de acceso al sector, al no contar con la autorización necesaria para el ingreso por parte de la Comunidad de Peine en ninguna de las tres lagunas. Por otro lado, los trabajos de terreno que correspondían al mes de abril se realizaron en el mes de mayo (2021) para Salada y Saladita, mientras que para el caso de la laguna Interna no fue posible en ningún momento durante el primer semestre 2021, por no contar con los permisos de la Comunidad para realizar los levantamientos en terreno. En el Anexo 10 se entregan todos los valores de forma tabulada (Anexo 10.1), los informes de sustento para la obtención de los resultados según las imágenes satelitales (Anexo 10.3), según el RTK (Anexo 10.4) y según las estacas perimetrales (Anexo 10.5).

**Tabla 5-71. Superficies Lacustres primer semestre 2021 Peine**

Periodo	Responsable	Tipo de medición realizada	Superficie (m <sup>2</sup> )		
			Interna	Salada	Saladita
Ene 2021	SQM	Estacas perimetrales	N/A	S/I	S/I
Abr 2021	SRGIS	Imágenes Satelitales	190.621	198.146	93.184
May 2021	SQM	Estacas perimetrales	N/A	188.460	99.220
May 2021	SQM	RTK	S/I	197.940	101.840

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin información (el dato no pudo ser medido). N/A significa: No Aplica (no corresponde esta medición).

#### 5.1.6. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico del sector Vegas de Tilopozo, sólo considera el monitoreo del nivel del agua en 5 puntos: 4 pozos y una reglilla. Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a

continuación. Todos los puntos de este sector han sido visitados con la frecuencia comprometida en este semestre.

### **Nivel del agua subterránea y superficial**

En esta sección se presentan los niveles de todos los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sector Vegas de Tilopozo, de acuerdo con la distribución señalada en la Figura 4-11 y en la Tabla 4-11.

#### ***Pozos Zona Marginal***

En la zona marginal, el sector de Vegas de Tilopozo cuenta con 4 puntos de control, que son medidos mensualmente por la ETFA; en la Tabla 5-72 se muestra el resultado del monitoreo para este semestre. De forma adicional, SQM realiza mediciones en los mismos puntos de manera que en la Tabla 5-73 se muestra el recuento de mediciones realizadas por cada empresa y en la Figura 5-43 se muestra gráficamente el resultado completo de las mediciones.

**Tabla 5-72: Registro de niveles zona marginal del sector Vegas de Tilopozo**

L12-1		L12-2		L12-3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
22/1/21 10:32	2.299,996	22/1/21 11:49	2.302,484	22/1/21 12:11	2.301,648
27/2/21 09:53	2.299,962	27/2/21 11:04	2.302,488	27/2/21 11:30	2.301,655
26/3/21 09:44	2.299,930	26/3/21 11:47	2.302,507	26/3/21 12:07	2.301,671
28/4/21 09:37	2.299,890	28/4/21 13:49	2.302,534	28/4/21 12:49	2.301,694
31/5/21 12:39	2.299,862	31/5/21 15:25	2.302,651	31/5/21 15:00	2.301,766
28/6/21 10:12	2.299,829	28/6/21 11:39	2.302,542	28/6/21 11:16	2.301,719

L12-4	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
22/1/21 12:34	2.303,717
27/2/21 11:51	2.303,717
26/3/21 12:26	2.303,732
28/4/21 12:26	2.303,767
31/5/21 14:43	2.303,871
28/6/21 11:00	2.303,822

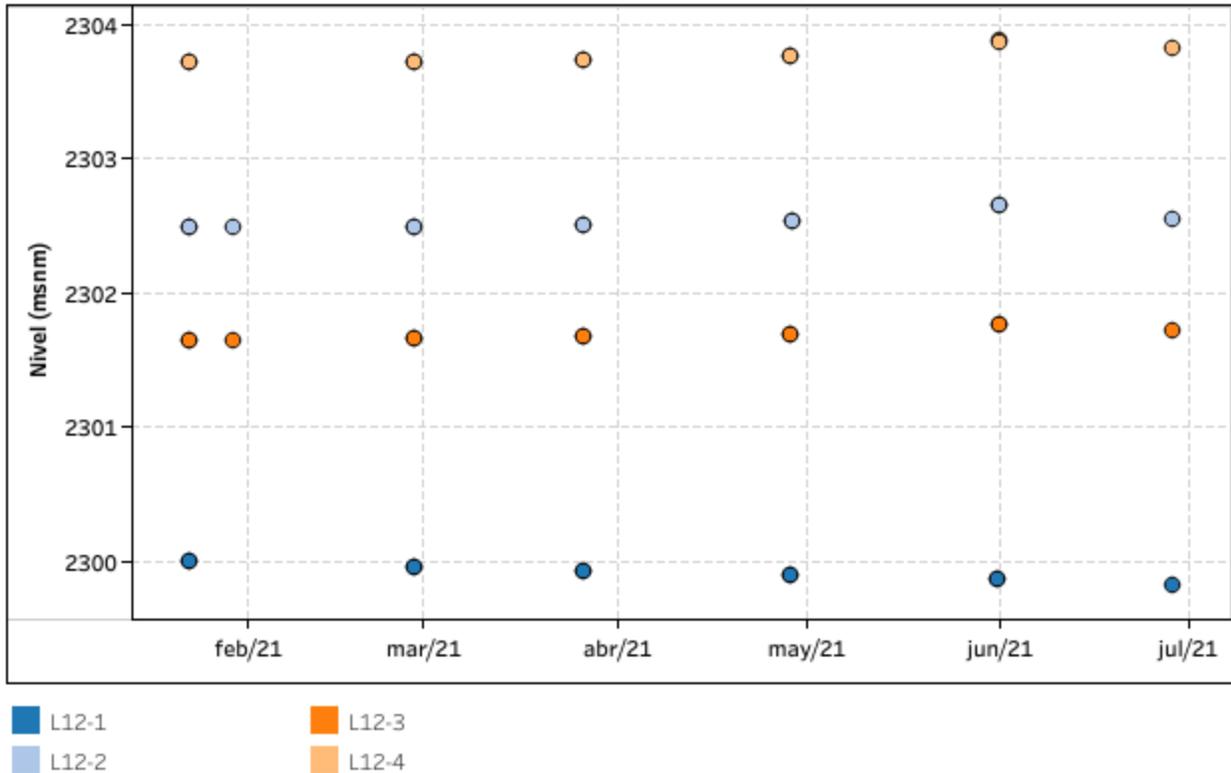
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-73: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM				
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21
L12-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L12-2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
L12-3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
L12-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-43: Nivel observado (m s.n.m.) en zona marginal del sector Vegas de Tilopozo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Nivel de agua superficial***

En esta sección se presentan los niveles de agua superficial para el sector de Vegas de Tilopozo, que dispone de una reglilla (Reglilla Tilopozo). En la Tabla 5-74 se muestra el resultado del monitoreo realizado por la ETFA. Como SQM realiza mediciones adicionales, en la Tabla 5-75 se muestra el recuento de los datos obtenidos por cada empresa y en la Figura 5-44 se muestra gráficamente el resultado obtenido. Como puede verse, en el primer semestre de 2021 ha sido posible visitar este punto con la frecuencia mensual comprometida.

**Tabla 5-74: Registro de niveles en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo**

REGLILLA TILOPOZO	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
22/1/21 11:12	2.309,291
27/2/21 10:24	2.309,294
26/3/21 11:14	2.309,294
28/4/21 10:37	2.309,299
31/5/21 13:26	2.309,313
28/6/21 10:37	2.309,319

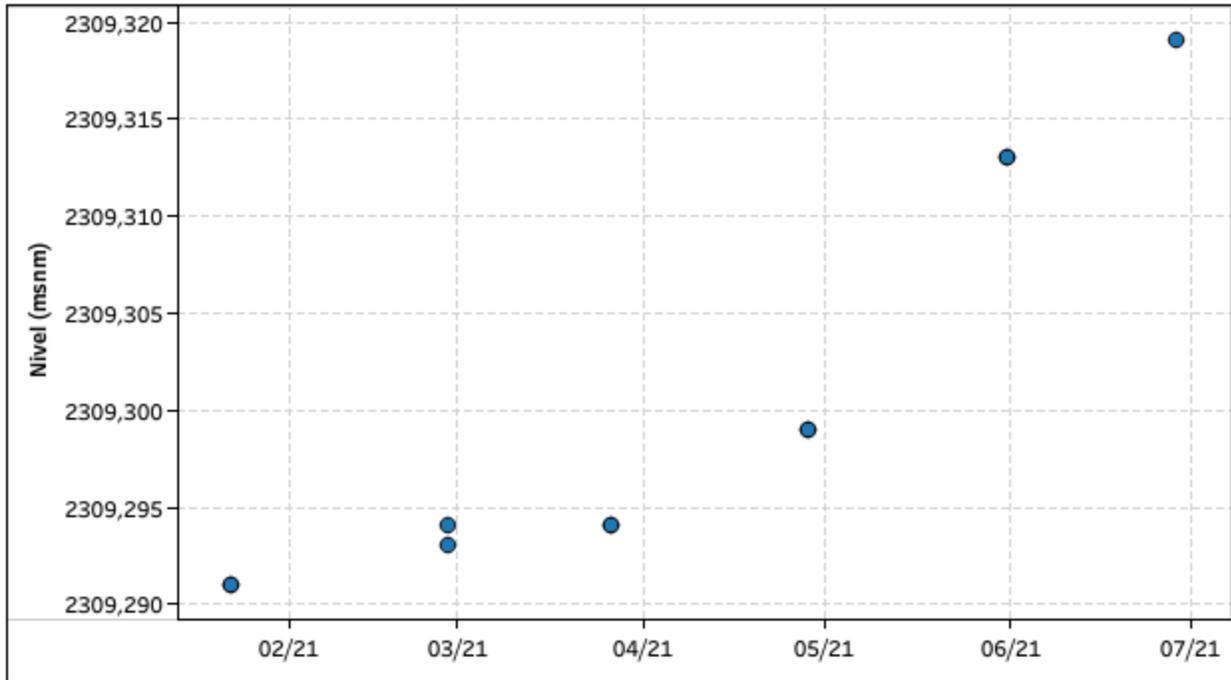
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-75: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM				
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21
REGLILLA TILOPOZO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-44: Nivel observado (m s.n.m.) de la reglilla del sector Vegas de Tilopozo**



■ REGLILLA TILOPOZO

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### 5.1.7. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el PSAH del Sistema Núcleo del Salar de Atacama considera el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (21 puntos), meteorología (1 estación) y calidad química (2 puntos). Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación.

El pozo SOPM-8 (L3-4) pertenece tanto a la red de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana (identificado en la RCA N°226/2006 como L3-4) como al del Sistema Núcleo del Salar de Atacama (identificado en la RCA N°226/2006 como SOPM-8). Por lo anterior, y dado que los resultados del monitoreo efectuado en dicho punto fueron expuestos en el Sistema Aguas de Quelana, no se incluye en el presente apartado.

Todos los puntos de este sector han sido visitados con la frecuencia comprometida en este semestre.

## Nivel de salmuera

En esta sección se exponen los niveles de los pozos que componen la red de monitoreo del PSAH para el sistema Núcleo del Salar de Atacama para el primer semestre de 2021, de acuerdo a la distribución señalada en la Figura 4-12 y en la Tabla 4-12.

Para facilitar el análisis, los resultados se agruparon en 3 subgrupos de acuerdo con su ubicación; a) grupo de pozos más alejado de la zona de producción de salmuera, b) pozos ubicados en las proximidades de la zona de producción, c) pozos ubicados al norte de zona de producción. A continuación, se muestran los resultados de estos grupos.

### Área alejada de la zona productiva

En la Tabla 5-76 se presenta el resultado del monitoreo mensual obtenido por la ETFA para los puntos del primer grupo, aquellos que se encuentran más alejados de la zona productiva. De forma adicional son medidos por SQM por lo que en la Tabla 5-77 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa y en la Figura 5-45 se muestran gráficamente todas ellas y en el Anexo 5.2 se entregan tabuladas.

**Tabla 5-76: Registro de niveles alejado de la zona productiva del núcleo**

1001		2028		SOPE-6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 09:43	2.299,504	21/1/21 11:27	2.299,198	21/1/21 11:00	2.299,293
21/2/21 10:32	2.299,467	21/2/21 11:48	2.299,167	21/2/21 11:27	2.299,258
17/3/21 12:01	2.299,450	17/3/21 14:51	2.299,150	17/3/21 15:24	2.299,245
18/4/21 16:23	2.299,405	19/4/21 14:56	2.299,098	19/4/21 14:25	2.299,193
22/5/21 15:41	2.299,350	23/5/21 14:40	2.299,043	23/5/21 15:18	2.299,142
21/6/21 14:56	2.299,318	21/6/21 15:57	2.299,007	21/6/21 16:27	2.299,111

SOPM-10		SOPM-11		SOPM-12C	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 11:14	2.299,247	18/1/21 11:35	2.299,262	21/1/21 10:30	2.299,398
18/2/21 09:52	2.299,205	18/2/21 10:18	2.299,224	21/2/21 11:00	2.299,363
19/3/21 13:22	2.299,191	17/3/21 10:03	2.299,199	17/3/21 12:41	2.299,348
17/4/21 14:06	2.299,150	17/4/21 14:21	2.299,161	18/4/21 16:54	2.299,303
21/5/21 09:32	2.299,085	21/5/21 09:55	2.299,107	22/5/21 16:15	2.299,248
21/6/21 10:33	2.299,049	21/6/21 10:44	2.299,069	21/6/21 15:24	2.299,215

SOPM-2		SOPM-4		SOPM-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 11:52	2.299,263	17/1/21 08:34	2.298,999	17/1/21 08:19	2.299,036
21/2/21 12:06	2.299,226	16/2/21 08:23	2.298,965	16/2/21 08:05	2.299,004
17/3/21 15:10	2.299,212	18/3/21 08:34	2.298,938	18/3/21 08:14	2.298,976
19/4/21 15:35	2.299,160	16/4/21 09:04	2.298,895	16/4/21 08:50	2.298,935
23/5/21 15:04	2.299,106	16/5/21 09:36	2.298,836	16/5/21 09:10	2.298,888
21/6/21 16:15	2.299,076	19/6/21 08:56	2.298,783	19/6/21 08:44	2.298,844

SOPM-2			SOPM-4		
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Máx		Mín	Máx
Ene 2021	2.299,262	2.299,263	Ene 2021	2.298,999	2.298,999
Feb 2021	2.299,226	2.299,226	Feb 2021	2.298,965	2.298,965
Mar 2021	2.299,212	2.299,212	Mar 2021	2.298,938	2.298,938
Abr 2021	2.299,160	2.299,160	Abr 2021	2.298,895	2.298,895
May 2021	2.299,106	2.299,106	May 2021	2.298,836	2.298,836
Jun 2021	2.299,076	2.299,076	Jun 2021	2.298,783	2.298,783

SOPM-5		
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Mín	Máx
Ene 2021	2.299,036	2.299,036
Feb 2021	2.299,004	2.299,004
Mar 2021	2.298,976	2.298,976
Abr 2021	2.298,935	2.298,935
May 2021	2.298,888	2.298,888
Jun 2021	2.298,844	2.298,844

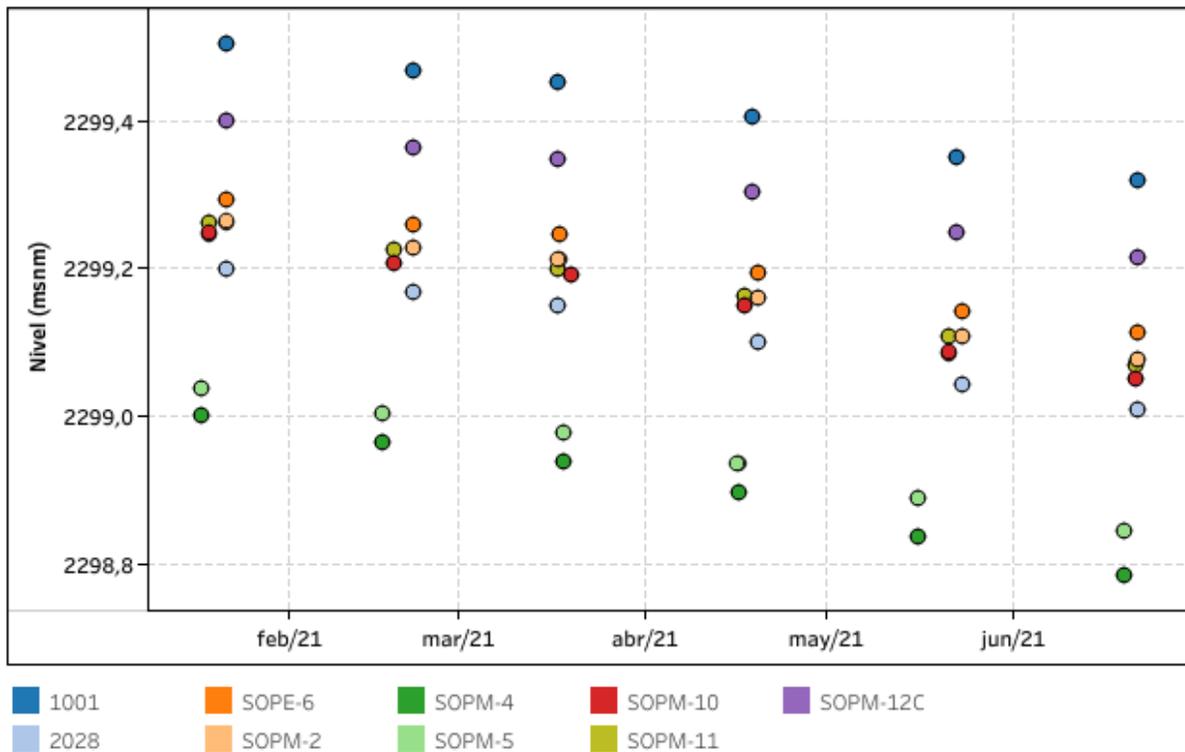
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-77: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
1001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2028	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPE-6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SOPM-12C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-45: Nivel observado (m s.n.m.) alejado de la zona productiva del núcleo**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área próxima a la zona productiva

En la Tabla 5-78 se presenta el resultado del monitoreo mensual obtenido por la ETFA para los puntos del segundo grupo, aquellos que se encuentran más próximos a la zona productiva. De forma adicional son medidos por SQM por lo que en la Tabla 5-78 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa y en la Figura 5-46 se muestran gráficamente todas ellas y en el Anexo 5.2 se entregan tabuladas.

**Tabla 5-78: Registro de niveles próximos a la zona productiva del núcleo**

SAMPLE-4		ZAR-C-S	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 15:38	2.294,347	21/1/21 16:30	2.295,834
21/2/21 14:21	2.294,317	21/2/21 15:13	2.295,820
22/3/21 13:55	2.294,286	22/3/21 14:37	2.295,808
19/4/21 09:20	2.294,263	19/4/21 10:12	2.295,799
23/5/21 09:44	2.294,230	23/5/21 12:17	2.295,786
24/6/21 12:18	2.294,204	24/6/21 12:51	2.295,772

2040		E-101		E-324	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 13:16	2.299,227	21/1/21 13:54	2.298,437	21/1/21 14:11	2.295,044
21/2/21 09:41	2.299,220	21/2/21 09:00	2.298,478	21/2/21 09:25	2.295,142
17/3/21 15:50	2.299,218	22/3/21 16:01	2.298,405	22/3/21 15:47	2.295,151
19/4/21 12:23	2.299,160	19/4/21 12:03	2.298,368	19/4/21 11:48	2.295,442
23/5/21 11:19	2.299,084	23/5/21 10:58	2.298,425	23/5/21 10:41	2.296,350
24/6/21 10:28	2.299,078	24/6/21 11:12	2.298,560	24/6/21 11:23	2.296,814

M1-C		M2-C		M7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 13:31	2.299,501	21/1/21 14:56	2.292,753	21/1/21 14:30	2.293,544
21/2/21 09:53	2.299,488	21/2/21 15:53	2.293,041	21/2/21 16:15	2.293,711
17/3/21 16:11	2.299,490	22/3/21 15:10	2.293,084	22/3/21 15:30	2.294,153
19/4/21 12:33	2.299,416	19/4/21 10:47	2.293,065	19/4/21 11:30	2.294,328
23/5/21 11:32	2.299,330	23/5/21 09:10	2.293,025	23/5/21 10:20	2.296,183
24/6/21 10:48	2.299,255	24/6/21 11:53	2.292,988	24/6/21 11:36	2.296,713

SAMPLE-4		ZAR-C-S	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
21/1/21 15:38	2.294,347	21/1/21 16:30	2.295,834
21/2/21 14:21	2.294,317	21/2/21 15:13	2.295,820
22/3/21 13:55	2.294,286	22/3/21 14:37	2.295,808
19/4/21 09:20	2.294,263	19/4/21 10:12	2.295,799
23/5/21 09:44	2.294,230	23/5/21 12:17	2.295,786
24/6/21 12:18	2.294,204	24/6/21 12:51	2.295,772

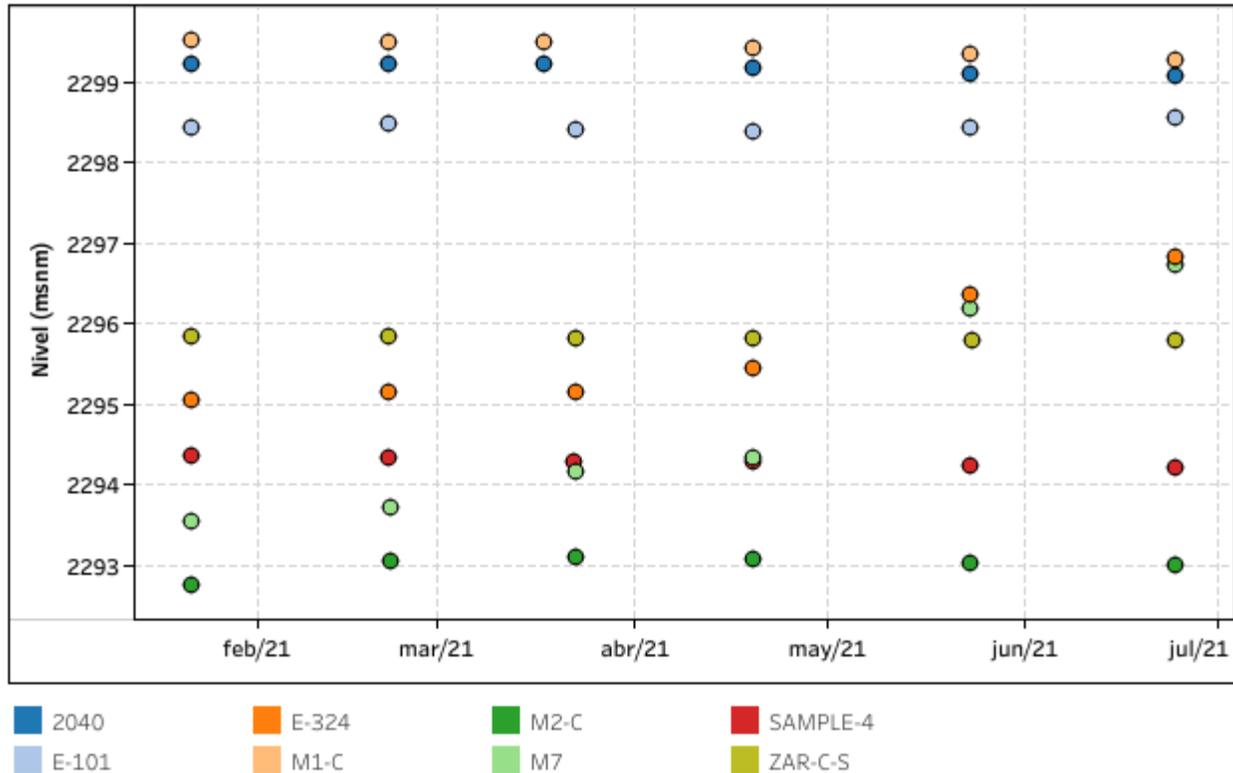
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. (\*) Corresponde a una remediación.

**Tabla 5-79: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
2040	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E-101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
E-324	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M1-C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M2-C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
M7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SAMPLE-4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ZAR-C-S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-46: Nivel observado (m s.n.m.) próximo a la zona productiva del núcleo



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Área al norte de la zona productiva

Son tres los puntos en el núcleo que se sitúan al norte de la zona productiva. El resultado del monitoreo mensual obtenido por la ETFA se muestra en la Tabla 5-80. De forma adicional son medidos por SQM por lo que en la Tabla 5-81 se muestra el recuento de las mediciones realizadas por cada empresa y en la Figura 5-47 se muestran gráficamente todas ellas.

**Tabla 5-80: Registro de niveles al norte de la zona productiva del núcleo**

1906		C4-B		EIA-5	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 09:20	2.299,114	17/1/21 09:55	2.300,969	17/1/21 09:00	2.299,160
16/2/21 09:11	2.299,092	16/2/21 09:43	2.300,963	16/2/21 08:51	2.299,138
18/3/21 09:23	2.299,071	18/3/21 09:56	2.300,957	18/3/21 08:59	2.299,112
16/4/21 09:58	2.299,044	16/4/21 10:36	2.300,951	16/4/21 09:40	2.299,082
16/5/21 10:19	2.299,006	16/5/21 10:56	2.300,935	16/5/21 10:02	2.299,039
19/6/21 09:33	2.298,962	19/6/21 10:08	2.300,894	19/6/21 09:16	2.298,989

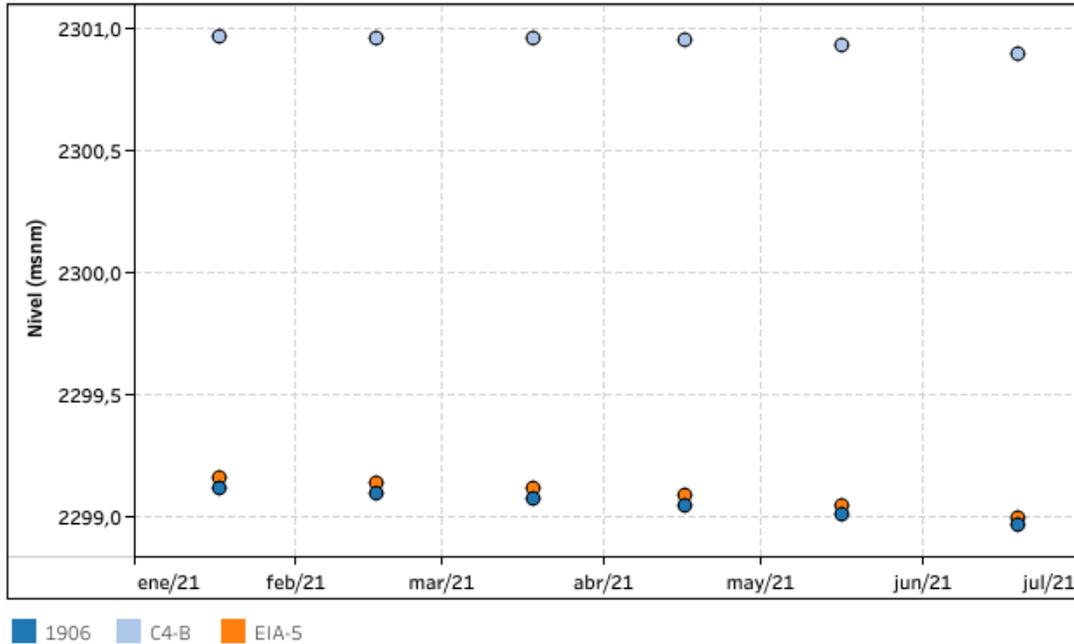
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Tabla 5-81: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	SEGEA						SQM					
	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
1906	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C4-B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EIA-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-47: Nivel observado (m s.n.m.) al norte de la zona productiva del núcleo**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Meteorología

En la Figura 5-48 se presentan las variables registradas por la estación meteorológica KCL para el período comprendido entre enero y junio de 2021, y que forman parte del PSAH: precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura a nivel diario. En la Tabla 5-82 se presenta un resumen con los principales estadígrafos de las variables meteorológicas medidas y en el Anexo 9.1 se entregan los datos de forma tabulada.

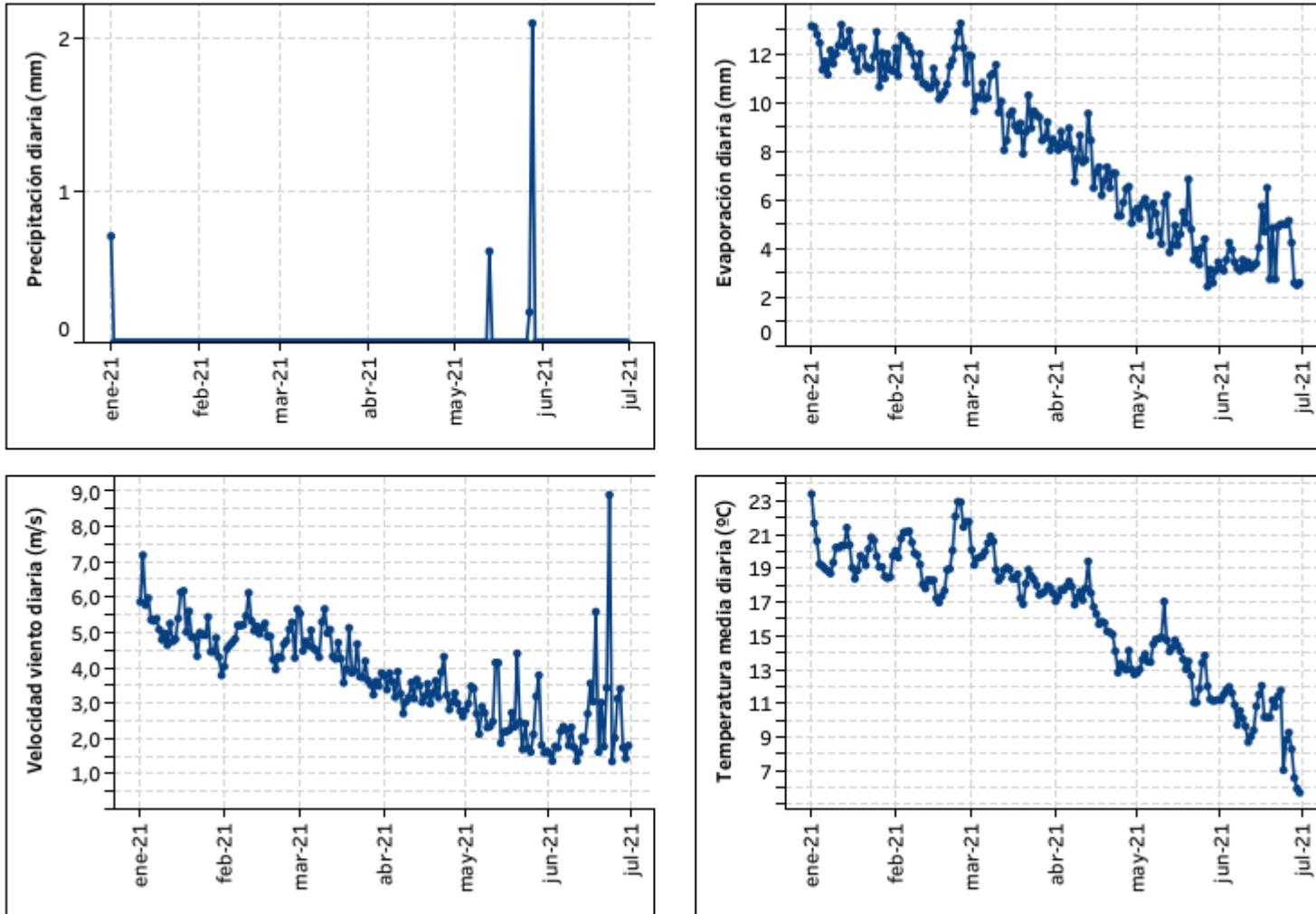
**Tabla 5-82: Estadígrafos series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura en la estación meteorológica de KCL**

Parametros	Unidad	Mín. Valor	Máx. Valor	Prom. Valor	Desv. estándar de Valor
Precipitación*	mm/día	0,00	2,10	0,02	0,17
Evaporación*	mm/día	2,45	13,25	8,11	3,32
Velocidad del viento	m/s	1,35	8,89	3,79	1,34
Temperatura media diaria	°C	5,71	23,40	16,23	3,94

\* Esta variable contempla uno o más periodos de rellenado

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-48: Series de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura Estación Meteorológica de KCL



Fuente: Elaboración propia.

## Calidad química

En esta sección se presentan los resultados de las mediciones y análisis fisicoquímicos efectuados sobre los puntos de control que componen el monitoreo de calidad para el Sistema Núcleo del Salar de Atacama del primer semestre del año 2021.

En la Figura 4-12 y en la Tabla 4-12 de la Sección 4.3.6 se presentan los puntos de monitoreo del Sistema Núcleo del Salar de Atacama. En esta última se indican las coordenadas y tipo de cada punto de control, las variables ambientales y parámetros de monitoreo comprometidos, además de la frecuencia establecida.

Cabe señalar que no existen límites o umbrales de control establecidos para la calidad fisicoquímica de los parámetros monitoreados. Por lo anterior, en esta sección se presentan los resultados gráficos y numéricos del monitoreo de calidad química del agua, sin contrastarse con límites o umbrales de control. Por su parte, el análisis del comportamiento histórico de la calidad se desarrolla en la Sección 6 del presente informe.

En el Anexo 6.1 se presentan los informes de los análisis químicos reportados para el último semestre. Además, se presentan los certificados de autorización de los laboratorios empleados para este periodo como Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental (ETFAs).

A continuación, en la Tabla 5-83, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos de muestras de salmuera tomadas en terreno (SOPROCERT como oficial y SEGEA en el caso de puntos que no pudieron ser visitados por SOPROCERT en primeras campañas) y analizadas por el laboratorio ALS, a los pozos de monitoreo en el primer semestre del año 2021. Estos resultados se presentan gráficamente en la Figura 5-49. Como se observa, durante el periodo se realizaron los dos monitoreos trimestrales comprometidos.

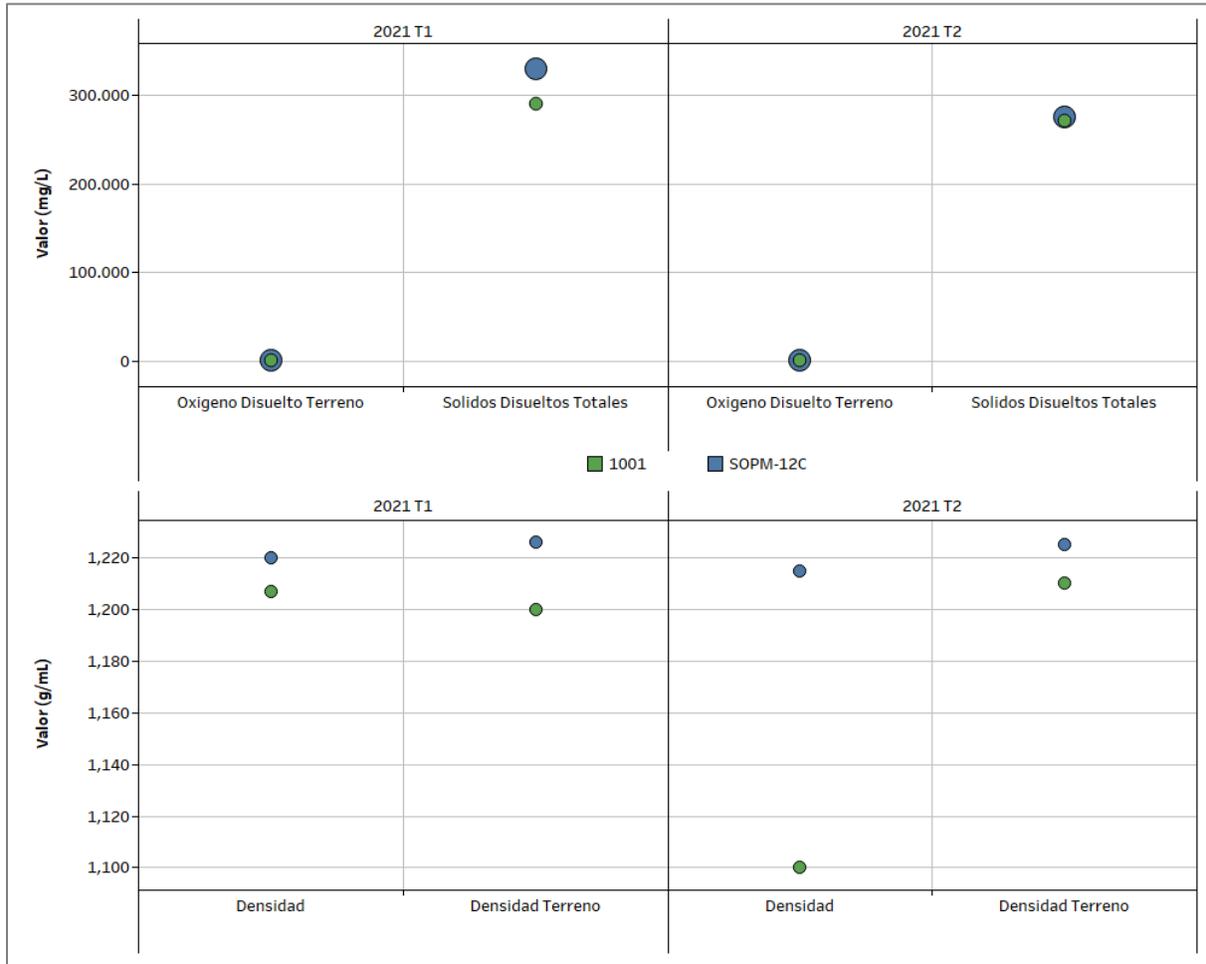
**Tabla 5-83: Resultados calidad del agua del Sistema Núcleo del Salar de Atacama**

Parámetro	Unidad	SOPM-12C		1001	
		25-01-21	26-04-21	25-01-21	27-04-21
Conductividad Terreno	µS/cm	239.000	234.000	252.000	245.000
Densidad	g/MI	1,220	1,215	1,207	1,100
Densidad Terreno	g/MI	1,226	1,225	1,200	1,210
Oxígeno Disuelto Terreno	mg/L	5,22	4,59	5,31	5,15
Ph Terreno	-	6,76	7,35	7,20	7,46
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	329.527	274.280	289.933	271.310
Temperatura Terreno	°C	26,4	23,6	28,4	23,6

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5-49: Resultados calidad del agua Sistema Núcleo del Salar de Atacama**





Fuente: Elaboración propia

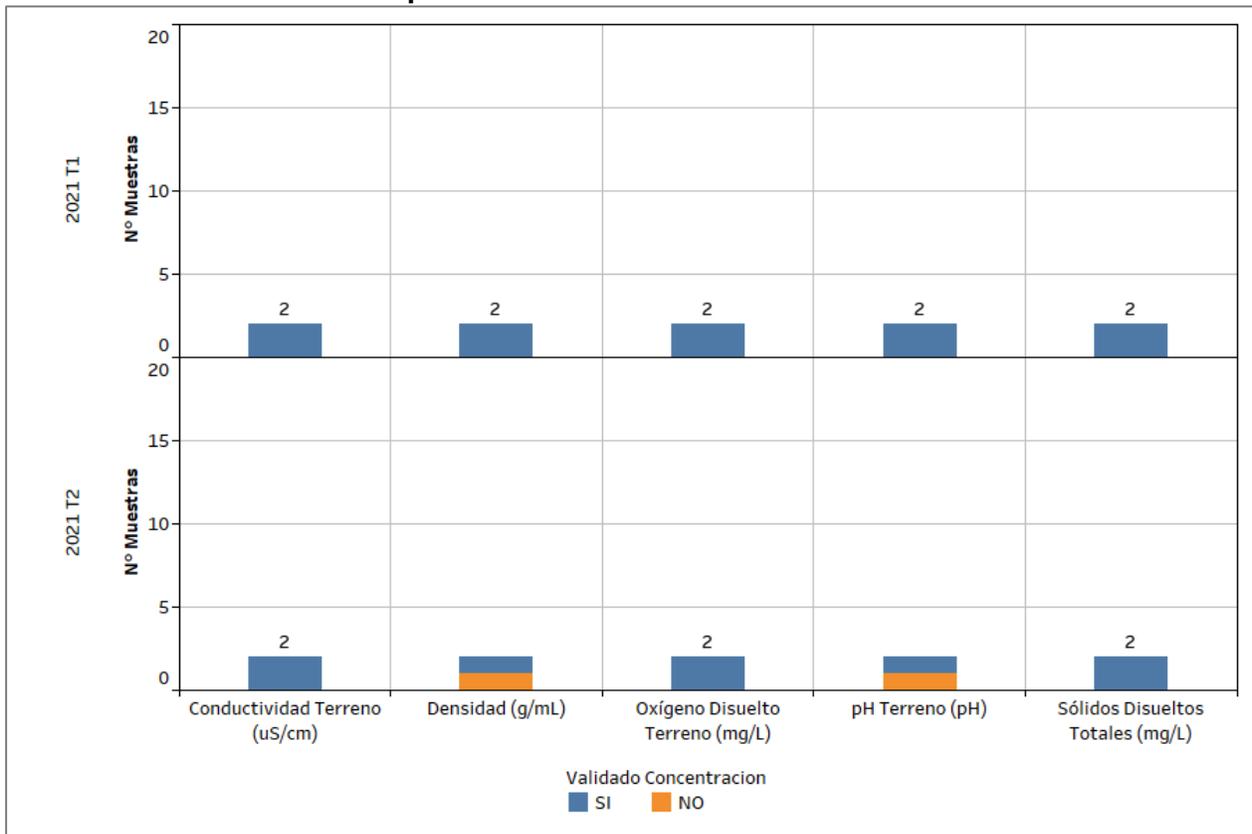
### Validación resultados

El sistema del núcleo no cuenta con los parámetros necesarios para la validación por balance de masa de sólidos ni para realizar balance iónico.

Los parámetros analizados se validan mediante la comparación de la concentración actual con el análisis de sus concentraciones históricas, de acuerdo con lo explicado en el apartado 4.4.8. En la Figura 5-50 se observa que para el primer semestre todos los analitos analizados cumplieron con este criterio, con la excepción de la densidad terreno en que entregó valores bajos para ambos puntos de salmuera. Se consultó con ALS, por el resultado de densidad y confirmaron el resultado.

El total de desviaciones encontrado representa un 10% de los análisis realizados en el sistema Núcleo.

**Figura 5-50: Resultados de la validación en base a la evolución histórica de cada parámetro en el sistema Núcleo**



Fuente: Elaboración propia

### 5.1.8. CUÑA SALINA

De acuerdo con lo indicado en la Sección 4, el Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico la Cuña Salina considera 9 pozos, agrupados en 3 perfiles, y el monitoreo de las siguientes variables: nivel del agua (1 punto), conductividad eléctrica (8 puntos) y calidad (1 punto). Los resultados obtenidos para el primer semestre de 2021 se presentan a continuación. Previamente, en la Tabla 5-84 se muestra el resumen de la infraestructura no visitada para este periodo.

**Tabla 5-84: Resumen de puntos no visitados para los puntos de seguimiento de cuña salina**

Nombre Infraestructura	Motivo	ene/21	feb/21	mar/21	abr/21	jun/21
CUÑA 5	3	*	*	*	*	*
CUÑA 6	4	*	*			

3: PROHIBICIÓN DE INGRESO RNF - AGUAS DE QUELANA    4: COMUNIDAD DE PEINE NO PERMITIÓ EL ACCESO AL PUNTO

Fuente: Elaboración propia. \*: punto no visitado.

A pesar de que en los 8 puntos de monitoreo de conductividad eléctrica (CE) no se establece la necesidad de cuantificar el nivel freático, SQM realiza el monitoreo mensual a modo de complemento. De esta manera la Cuña Salina cuenta con 9 puntos de control de nivel de agua subterránea, pero el punto L4-3 se presentó como parte de Sistema Aguas de Quelana, por lo que el resultado del monitoreo de nivel puede ser consultado en la sección 5.1.3. El L10-1 es también del Sistema Peine y ha sido mostrado como parte del monitoreo de dicho Sistema (tanto nivel como calidad). No obstante, en la Tabla 5-84 se muestran ambos nuevamente, ya que en esta sección se presenta, para ambos, la campaña de perfilaje de conductividad eléctrica.

### Nivel del agua subterránea

Se muestra el resultado de los 7 puntos de monitoreo mensual de la ETFA para este primer semestre de 2021 en la Tabla 5-85 y como adicionalmente SQM realiza mediciones en los mismos puntos, se presenta en la Tabla 5-86 el recuento de las mediciones efectuadas por cada empresa. El resultado completo se muestra de forma gráfica en la Figura 5-51 y se entregan en el Anexo 5.2 de forma tabulada.

El pozo Cuña 5 se encuentra dentro de la RNF del sistema Aguas de Quelana y durante el primer semestre 2021 no se ha podido medir el nivel según la frecuencia mensual comprometida, pues solo se ha logrado concretar la medición en el mes de mayo (2021), considerando el régimen de acceso al área. Respecto del punto Cuña 6, se encuentra en el sistema Peine, dentro del área reclamada por la Comunidad de Peine; en este caso, la Comunidad ha accedido a visita de este punto desde febrero y hasta el final del periodo (junio 2021). El resto de los puntos se han podido medir con la frecuencia comprometida sin inconvenientes.

**Tabla 5-85: Registro de niveles en pozos para el seguimiento la cuña salina**

CUÑA 1		CUÑA 2		CUÑA 3	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
17/1/21 15:04	2.299,933	17/1/21 15:12	2.300,390	19/1/21 08:58	2.318,748
17/2/21 12:50	2.299,914	17/2/21 13:01	2.300,357	19/2/21 12:22	2.318,738
19/3/21 10:21	2.299,901	19/3/21 10:33	2.300,335	21/3/21 13:24	2.318,729
17/4/21 11:06	2.299,892	17/4/21 11:14	2.300,331	21/4/21 16:24	2.318,731
19/5/21 13:13	2.299,889	19/5/21 13:31	2.300,352	21/5/21 15:56	2.318,739
19/6/21 15:50	2.299,882	19/6/21 15:58	2.300,374	20/6/21 17:01	2.318,748

CUÑA 4		CUÑA 5		CUÑA 6	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)	Fecha	Nivel (m s.n.m.)
18/1/21 14:30	2.306,175	19/1/21 12:00	S/I	22/1/21 12:00	S/I
15/2/21 15:43	2.306,176	19/2/21 12:00	S/I	22/2/21 12:00	S/I
15/3/21 14:53	2.306,176	19/3/21 12:00	S/I	26/2/21 08:46	2.305,117 *
21/4/21 17:21	2.306,175	19/4/21 12:00	S/I	25/3/21 08:08	2.305,121
21/5/21 11:36	2.306,171	6/5/21 12:23	2.301,156	27/4/21 09:45	2.305,152
18/6/21 10:19	2.306,172	28/5/21 13:08	2.301,161	31/5/21 11:19	2.305,208
		19/6/21 12:00	S/I	27/6/21 09:33	2.305,214

CUÑA 7	
Fecha	Nivel (m s.n.m.)
28/1/21 13:02	2.300,362
26/2/21 11:54	2.300,344
25/3/21 10:11	2.300,318
27/4/21 11:54	2.300,288
5/5/21 11:53	2.300,281
27/6/21 11:00	2.300,242

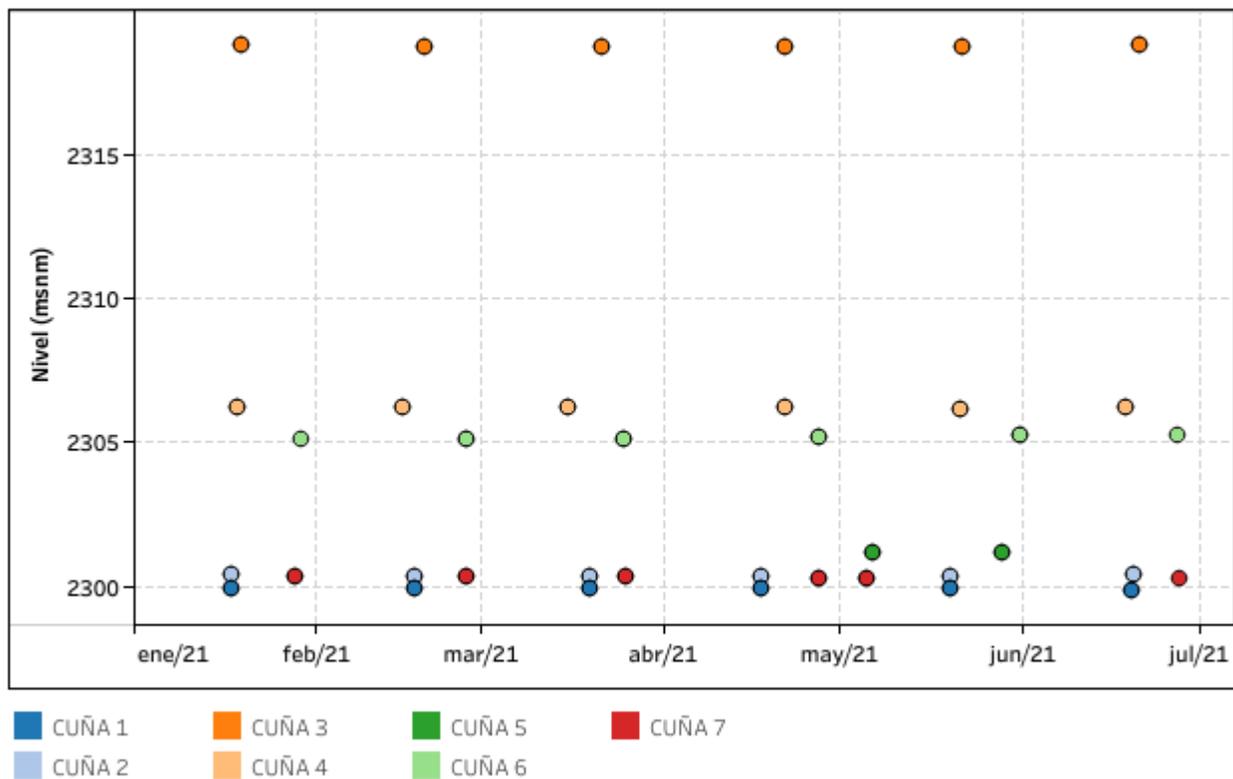
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84. S/I: Sin Información. (\*) corresponde a una remediación.

**Tabla 5-86: Recuento de mediciones de nivel en cada mes y para cada empresa**

	MOA..	SEGEA						SQM					
	05/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21
CUÑA 1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 4		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CUÑA 5	1					1						2	
CUÑA 6			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CUÑA 7		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Fuente: Elaboración propia. "MOA.." corresponde a MOAM.

**Figura 5-51: Nivel observado (m s.n.m.) en los pozos para el seguimiento de la cuña salina**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Calidad química**

En el primer semestre de 2021, los perfiles de conductividad fueron medidos en 7 de los 8 pozos comprometidos y el pozo L10-1 (medición complementaria efectuada por SQM). En este semestre no se tuvo acceso al punto Cuña 5, por no existir permiso para acceder en la Reserva Nacional Los Flamencos.

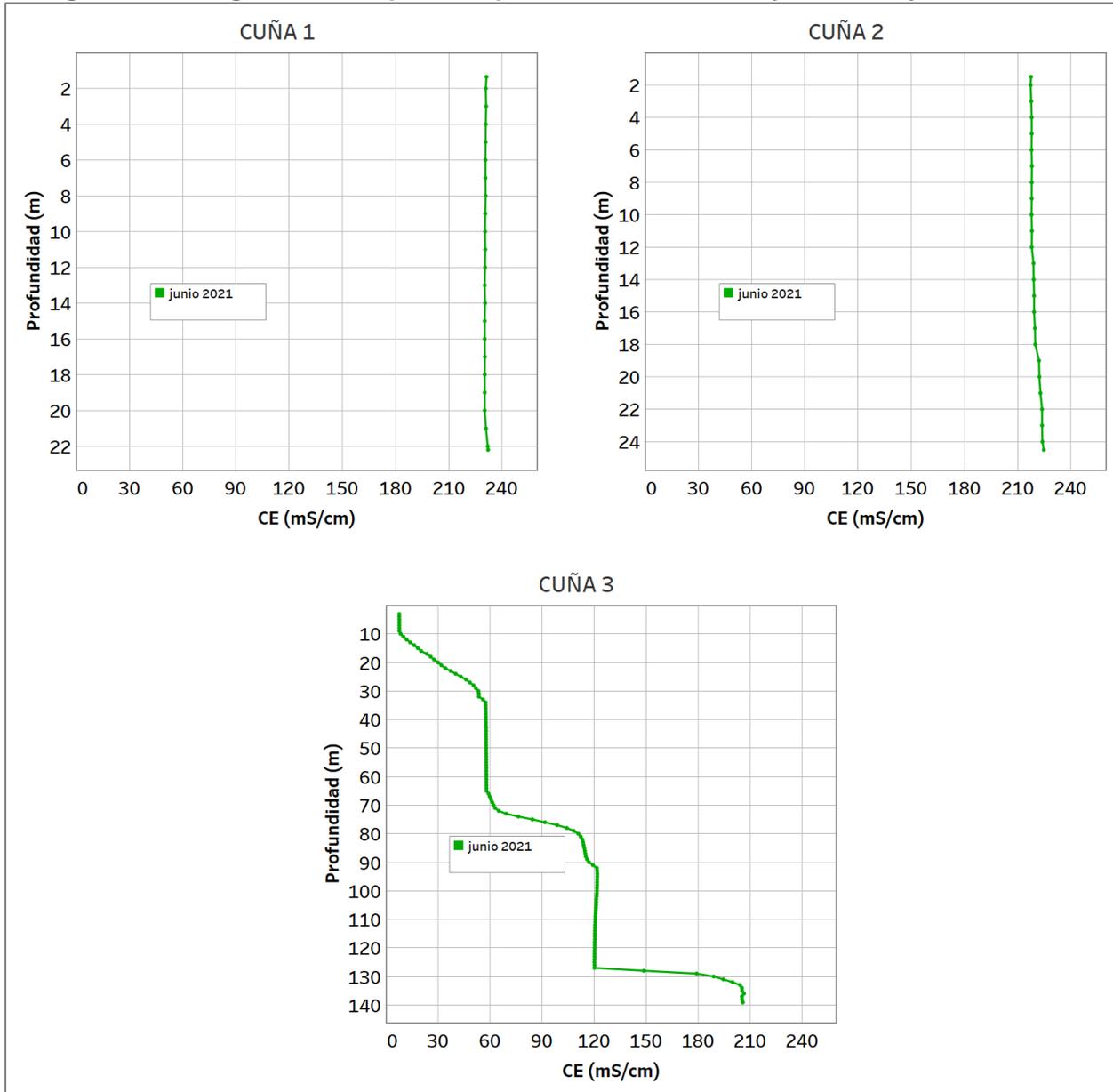
Las mediciones del perfil de CE obtenidas durante el presente período de reporte en los 8 pozos monitoreados se presentan en la Figura 5-52, Figura 5-53 y Figura 5-54, ordenados de norte a sur para cada perfil cuña. La Figura 5-52 presenta los perfiles de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3, la Figura 5-53 presenta los perfiles de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4 y la Figura 5-54 los perfilajes de CE realizados en L10-1, Cuña 6 y Cuña 7. Además, en la Tabla 5-87 se muestran de forma tabulada algunos puntos singulares que definen los perfiles obtenidos y en el Anexo 6.3 se entregan todos los valores según el formato definido por la RES.894/2020.

**Tabla 5-87: Puntos singulares obtenidos de los perfiles CE del presente semestre**

Nombre infraestructura	Fecha	Puntos singulares	
		Profundidad (m)	CE (mS/cm)
Cuña 1	26-06-2021	2	230,8
		22	231,9
Cuña 2	26-06-2021	2	217,3
		22	223,7
Cuña 3	27-06-2021	12	11,89
		36	57,55
		80	110,9
		130	189
		138	205,4
L4-3	27-06-2021	30	14,65
		46	228,2
		130	239,6
Cuña 4	26-06-2021	2	129,4
		56	143,7
		57	234
		94	236,7
L10-1	27-01-2021	2	26,45
		50	156,3
		100	236,5
		149	237,7
CUÑA 6	29-01-2021	3	60,58
		50	69,71
		100	252,8
		120	252,3
CUÑA 7	28-01-2021	2	211,4
		20	231,7
		40	230,1

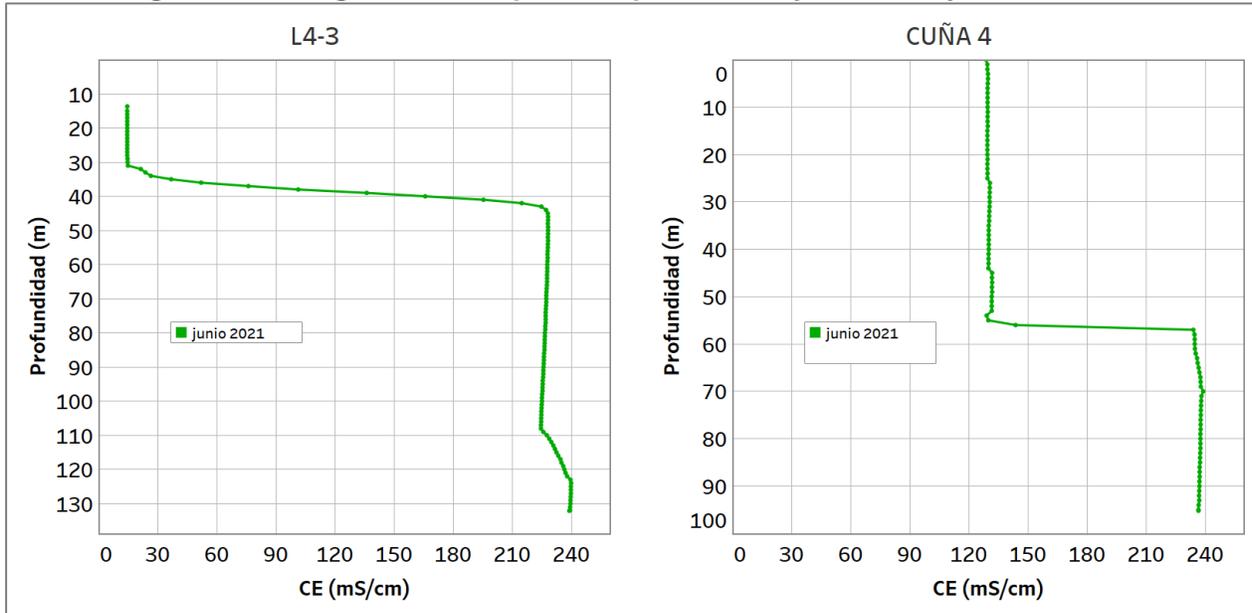
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-52: Registro de CE para los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 a junio de 2021**



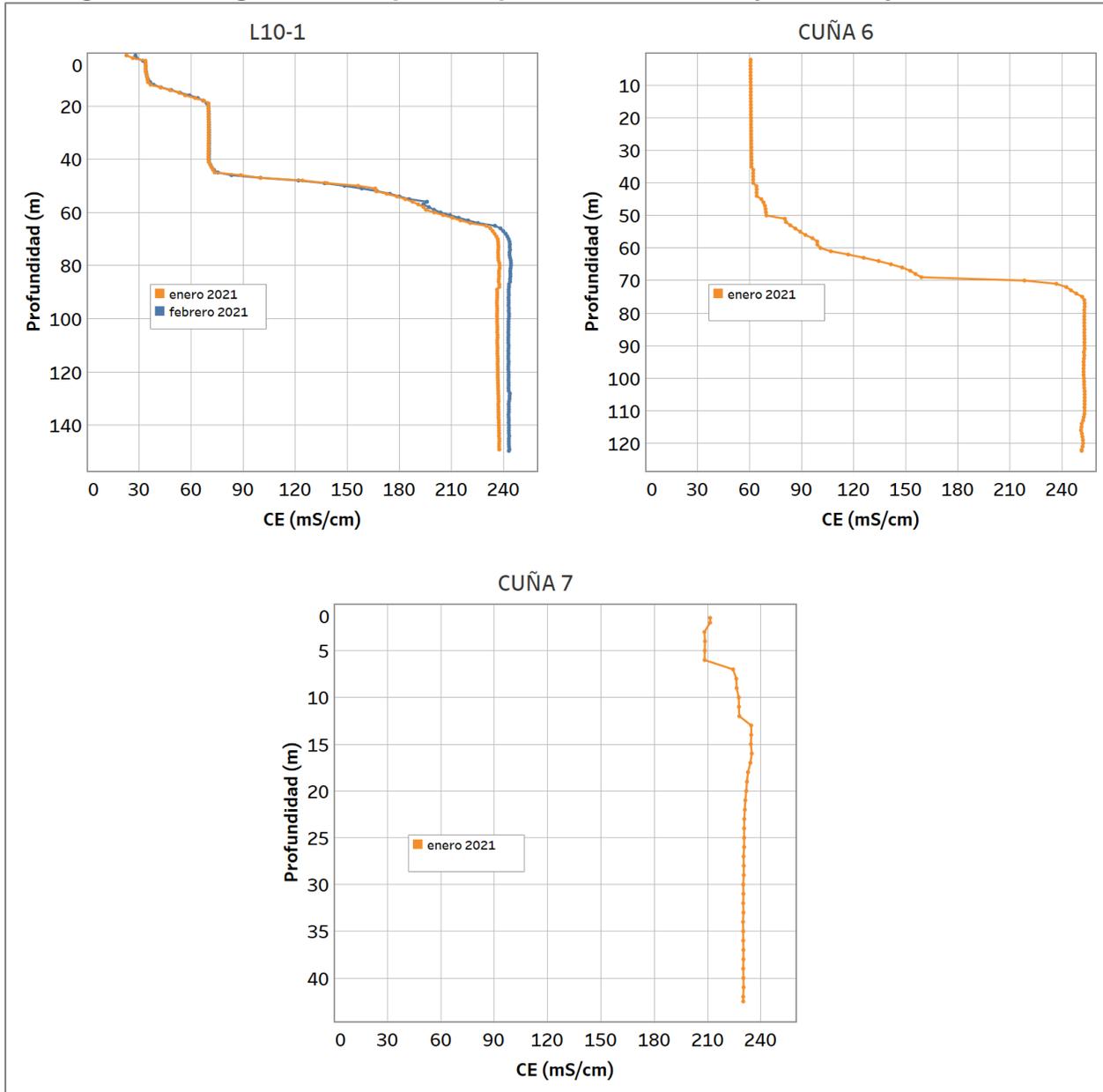
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-53: Registro de CE para los pozos L4-3 y Cuña 4 a junio de 2021**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-54 Registro de CE para los pozos L10-1, Cuña 6 y cuña 7 a junio de 2021**



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. MONITOREO Y ESTADO DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

A continuación, se presentan los registros de nivel de agua/salmuera subterránea y superficial obtenidos en el período reportado en los indicadores de estado que conforman el Plan de Contingencias definido en la sección 4.3.8 del presente informe. Según lo indicado en dicha

sección, en el presente informe se consideran los siguientes sistemas objeto del Plan de Contingencias (Tabla 5-88).

**Tabla 5-88: Sistemas objeto del PC e instancia que define cada uno**

<b>Plan de contingencias comprometido en la RCA 226/2006</b>	Sistema Soncor
	Sistema Aguas de Quelana
	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa
	Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex
	Sistema Vegetación Borde Este: Alerta Temprana
<b>Plan de Contingencias provisorio comprometido en el PdC</b>	Sistema Peine
<b>Adicionales a la red comprometida</b>	Pozos adicionales al PC

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes secciones, los resultados del monitoreo en cada indicador de estado se muestran en forma numérica y gráfica organizados por sistemas, junto con los umbrales de activación de medidas de contingencia definidos para cada uno de ellos (Fase I, Fase II o ambas, en función de cada caso particular). Debido a que a partir de diciembre de 2018 existe el compromiso de monitorear los indicadores con frecuencia diaria, y para facilitar la presentación y análisis de la información recopilada durante el periodo reportado, en esta sección se presentan las tablas de resultados sólo con los valores mínimos y máximos mensuales de nivel o descenso, según corresponda, mientras que en los gráficos se presenta la totalidad de las mediciones realizadas.

En la línea de lo anterior, la descripción del contexto del monitoreo de cada uno de estos indicadores; las situaciones que hayan podido impedir el acceso a los puntos y/o las medidas adicionales efectuadas por parte de SQM u otra entidad a cargo de la auditoría ambiental independiente, se ha descrito en el anterior apartado (5.1 Monitoreo de variables del Plan de Seguimiento). Por lo que se menciona de nuevo que el objetivo del presente apartado es la comparación de los resultados del primer semestre de 2021 con los umbrales respectivos, para hacer especial mención a aquellas situaciones en que se haya activado algunas de las fases del PC. En la Tabla 5-89 se presenta un resumen del estado en que se encuentran todos los indicadores para este primer semestre de 2021 y en los apartados que siguen se describe cada caso con más detalle. El análisis de la superación de umbrales y sus causas, en caso de existir, se presentan en el Capítulo 6 del presente informe (capítulo de discusión).

Tabla 5-89: Estado del Plan de Contingencias

Compromiso	Sistema	Subsistema	Indicador de Estado	Indicador de Estado					
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
RCA 226/2006	Soncor	Soncor	L1-5	●	●	●	●	●	●
			L1-4	●	●	●	●	●	●
			L7-4	●	●	●	●	●	●
			L1-G4 REGLILLA	●	●	●	●	●	●
	Aguas de Quelana	Aguas de Quelana	L5-8	●	●	●	●	●	●
			L4-8	S/I	S/I	●	●	●	S/I
			L3-5	●	●	●	●	●	●
			L3-9	S/I	●	S/I	S/I	●	●
			L5-10	S/I	●	S/I	S/I	●	●
			L4-12	S/I	●	S/I	S/I	●	●
	Vegetación Borde Este	Hidromorfa	L7-3	●	●	●	●	●	●
			L2-4	●	●	●	●	●	●
			L3-5	●	●	●	●	●	●
			L4-10	S/I	S/I	S/I	●	●	S/I
			L1-17	●	●	●	●	●	●
			L2-27	●	●	●	●	●	●
		Brea-Atriplex	L7-6	●	●	●	●	●	●
			L2-7	●	●	●	●	●	●
			L3-3	●	●	●	●	●	●
			L4-7	●	●	●	●	●	●
			L9-1	●	●	●	●	●	●
			L1-3	●	●	●	●	●	●
			L2-28	●	●	●	●	●	●
			L7-13	●	●	●	●	●	●
	Alerta Temprana	L2-25	●	●	●	●	●	●	
		L3-11	S/I	S/I	S/I	S/I	●	●	
		L4-3	●	●	●	●	●	●	
		L9-1	●	●	●	●	●	●	

- Sin fases activadas
- Fase I activada
- Fase II activada
- S/I Sin información

\* Estado del indicador sujeto a la notificación de activación que efectúe la Superintendencia del Medio Ambiente, de acuerdo a lo indicado en el Programa de Cumplimiento propuesto en el proceso F-041-2016

Compromiso	Sistema	Subsistema	Indicador de Estado	Indicador de Estado					
				Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
PdC presentado en proceso SMA F-041-2016	N.A.	Alerta Temprana	1028	●	●	●	●	●	●
			L10-11	●	●	●	●	●	●
			L10-4	●	●	●	●	●	●
			PN-05B*	●	●	●	●	●	●
			PN-08A*	●	●	●	●	●	●
Pozos adicionales	N.A.	Brea-Atriplex	L2-25	●	●	●	●	●	●
			L7-14	●	●	●	●	●	●
			L4-17	●	●	●	●	●	●
		Alerta Temprana	L9-2	●	●	●	●	●	●
			L2-26	●	●	●	●	●	●
			L3-15	●	●	●	●	●	●

### 5.2.1. SISTEMA SONCOR

Los indicadores de estado que conforman el Plan de Contingencias del Sistema Soncor son los piezómetros L1-5, L7-4 y L1-4 y el L1-G4 Reglilla. La frecuencia de medición en estos 4 indicadores es diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC. Las medidas diarias son tomadas por SQM, no obstante, tal y como se ha descrito en el capítulo de resultado del monitoreo (5.1), SQM solicitó a la ETFA SEGEA que realizara mediciones adicionales con el objetivo de contrastar los resultados y asegurar así un mejor seguimiento de los indicadores de estado. Adicionalmente al monitoreo manual, en el punto L7-4, SQM dispone de un transductor de presión para medición continua del nivel.

Los resultados del monitoreo de nivel en estos indicadores, junto con los umbrales correspondientes se presentan de forma numérica (Tabla 5-90) y gráfica (Figura 5-55, Figura 5-56 y Figura 5-58); en la tabla se indican los registros manuales mensuales máximos y mínimos obtenidos por SQM, y gráficamente se presentan las mediciones manuales diarias junto con los resultados del monitoreo continuo (en el caso que corresponda), y los umbrales de cada indicador. Todos los niveles de agua/salmuera se expresan en m.s.n.m. y datum WGS-84 considerando elipsoide de referencia GRS80.

De la información presentada puede verse que los puntos L1-5 y L1-G4 Reglilla partieron el primer semestre de 2021 con la Fase I activada (hecho que fue descrito en el anterior informe N° 28), y en el mes de abril (2021) ambos activaron la Fase II; la activación del L1-G4 se dio el día 10 de abril y la del L1-5 se dio el día 23 de abril, que se informaron a través de las cartas GMPL 73/2021 y GMPL 84/2021 respectivamente. Ambos indicadores se han mantenido desde entonces con la Fase II activada e incluso en el momento de la elaboración de este reporte, se mantiene la misma situación.

La activación de la Fase II de estos indicadores supone la elaboración de un informe de investigación en el plazo de 30 días, por lo que se entregó el día 10 de mayo de 2021, junto con la carta conductora GMPL 92/2021. El análisis de las causas que llevaron a estos pozos a superar el umbral de Fase II, descritos en el informe, se exponen con detalle en el capítulo 6.3.

Respecto al L1-4, el día 5 de junio de 2021 se produjo la activación de la Fase I, que se informó mediante la carta GMPL 112/2021 el día 5 de junio de 2021. Esta situación se mantiene el resto del primer semestre de 2021.

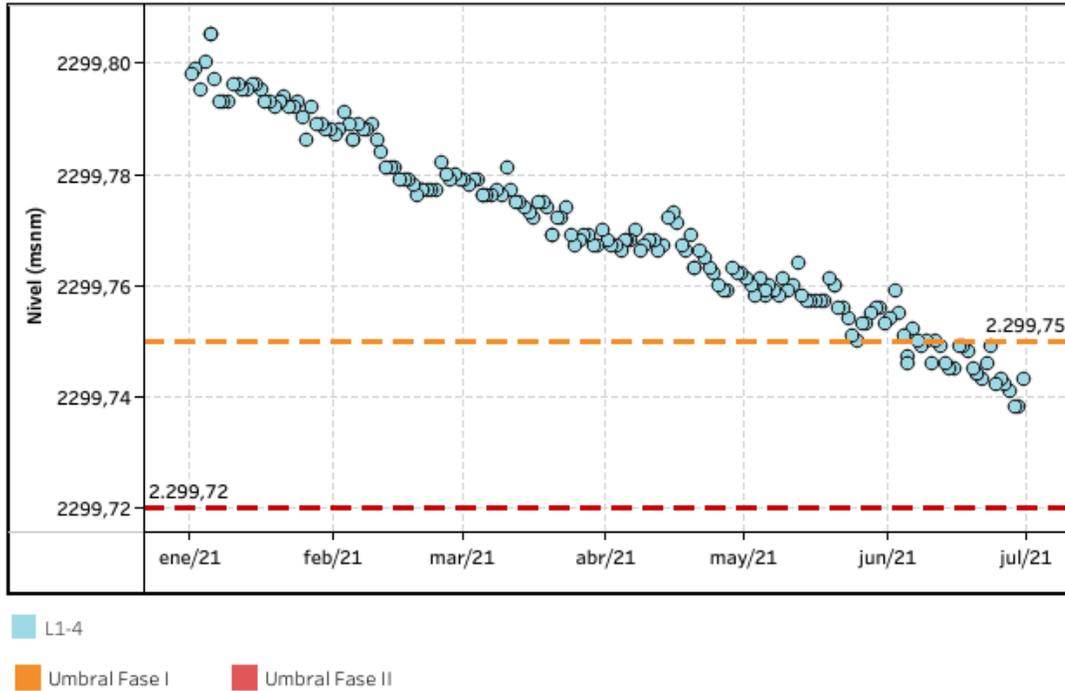
En ningún caso, ha sido necesario efectuar medidas adicionales producto de las activaciones de Fase I (aumento de la frecuencia de medición), ya que todos los indicadores son medidos permanentemente de forma diaria de acuerdo con la Acción 6 del PdC.

**Tabla 5-90: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del PC del Sistema Sincor junto con los umbrales correspondientes**

L1-5			L7-4		
<b>Umbral Fase I</b>	2.299,40		<b>Umbral Fase I</b>	2.302,20	
<b>Umbral Fase II</b>	2.299,29		<b>Umbral Fase II</b>	2.302,18	
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	2.299,373	2.299,398	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	2.299,348	2.299,372	Feb 2021	S/I	S/I
Mar 2021	2.299,317	2.299,347	Mar 2021	2.302,230	2.302,230
Abr 2021	2.299,280	2.299,317	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	2.299,241	2.299,277	May 2021	2.302,238	2.302,238
Jun 2021	2.299,206	2.299,239	Jun 2021	2.302,248	2.302,248
L1-G4 REGLILLA			L1-4		
<b>Umbral Fase I</b>	2.299,46		<b>Umbral Fase I</b>	2.299,75	
<b>Umbral Fase II</b>	2.299,30		<b>Umbral Fase II</b>	2.299,72	
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	2.299,350	2.299,371	Ene 2021	2.299,786	2.299,805
Feb 2021	2.299,330	2.299,350	Feb 2021	2.299,776	2.299,791
Mar 2021	2.299,306	2.299,330	Mar 2021	2.299,767	2.299,781
Abr 2021	2.299,282	2.299,308	Abr 2021	2.299,759	2.299,773
May 2021	2.299,253	2.299,279	May 2021	2.299,750	2.299,764
Jun 2021	2.299,224	2.299,252	Jun 2021	2.299,738	2.299,759

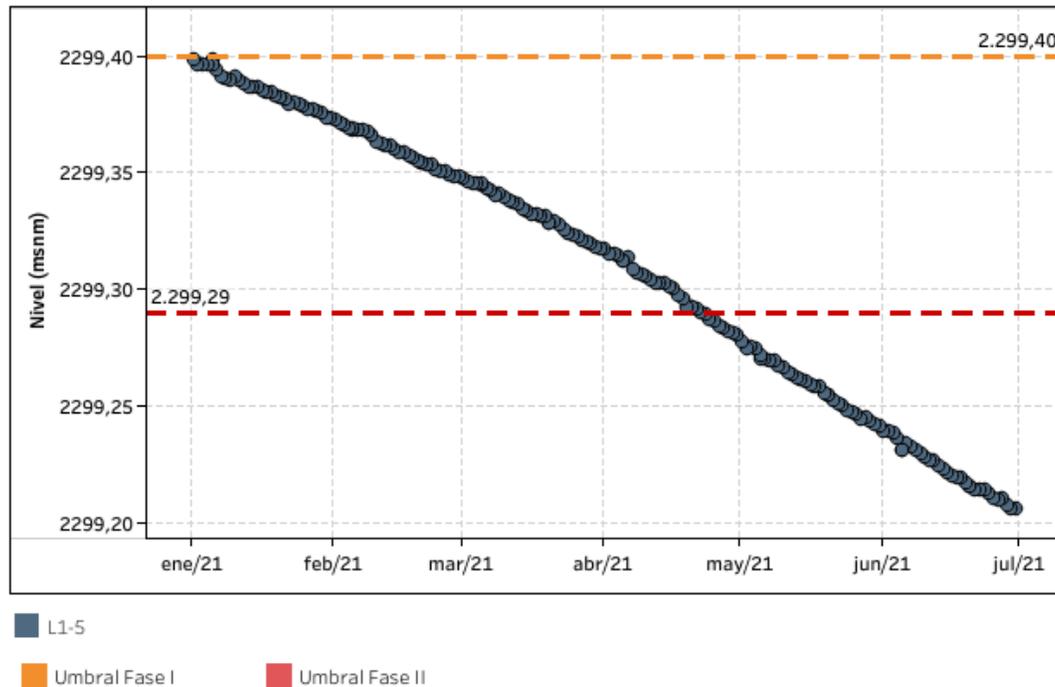
Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información. Sistema referencia WGS-84. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC. El sombreado naranja indica valores inferiores a la Fase II.

Figura 5-55: Niveles observados en indicador L1-4 y umbrales correspondientes



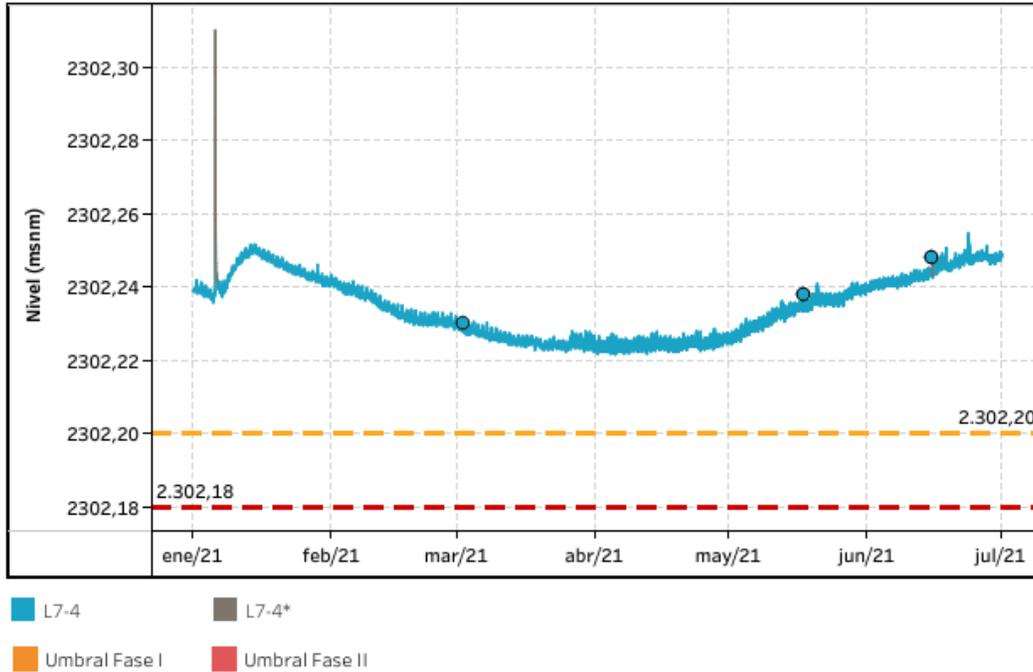
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Figura 5-56: Niveles observados en indicador L1-5 y umbrales correspondientes



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

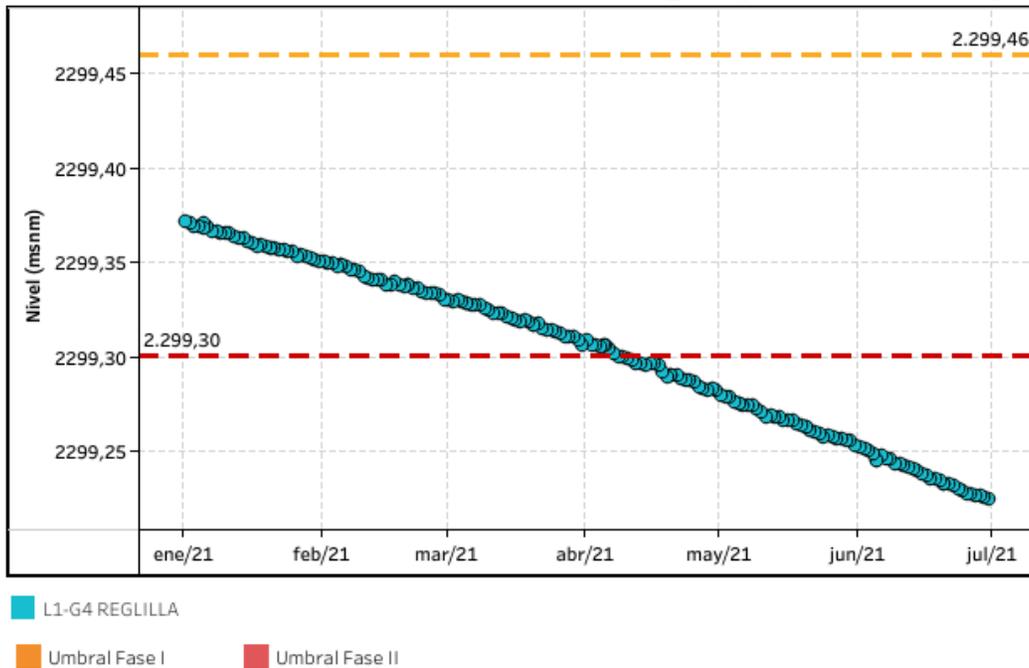
**Figura 5-57: Niveles observados en indicador L7-4 y umbrales correspondientes**



\*(El Pozo L7-4 contiene 697 valores no validados entre 5/1/2021 y 15/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-58: Niveles observados en indicador L1-G4 Reglilla y umbrales correspondientes**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

## 5.2.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Aguas de Quelana son los piezómetros L3-5, L3-9 y L4-8, L4-12, L5-8 y L5-10. Se realizaron las mediciones manuales con frecuencia diaria en los puntos en los que no se tuvo restricción de acceso, según lo comprometido en el PdC. No obstante, SQM solicitó a la ETFA SEGEA que realizara mediciones adicionales con el objetivo de contrastar los resultados y asegurar así un mejor seguimiento de los indicadores de estado. Adicionalmente al monitoreo manual, en todos los puntos indicadores de este sistema, SQM dispone de un transductor de presión para medición continua de nivel.

Los niveles resultantes se han mostrado en el anterior apartado 5.1; en este apartado se muestran los descensos resultantes en comparación con los umbrales del PC. De esta forma se presentan de forma numérica en la Tabla 5-91 y de forma gráfica en la Figura 5-68. En las tablas se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM, y gráficamente se presentan todos los resultados de los descensos diarios, junto con los valores del monitoreo continuo y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Aguas de Quelana tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 10 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 13 cm, en ambos casos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

Solo los indicadores L3-5 y L5-8 han sido medidos durante este semestre con la frecuencia establecida, ya que el resto se encuentran dentro de la reserva. No obstante, las mediciones obtenidas de los restantes (puntos L3-9, L4-12, L4-8 y L5-10) no muestran que se haya podido producir la activación de alguna de las fases de este grupo.

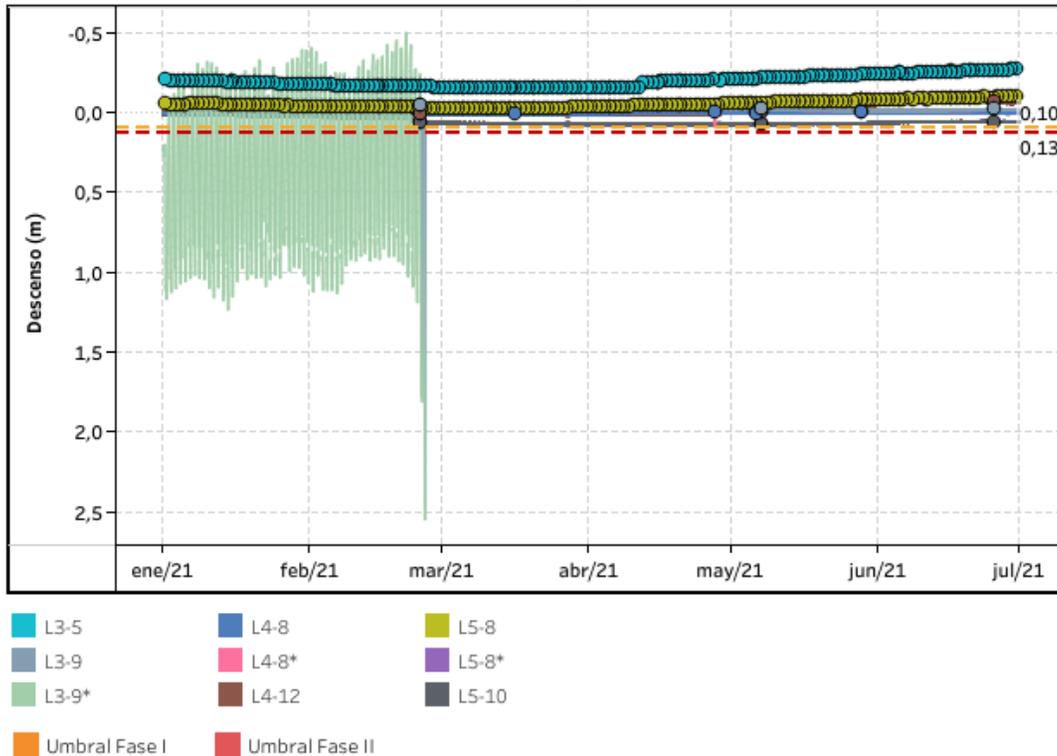
De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, en ninguno de los indicadores de estado se superaron los umbrales mencionados, con valores por sobre los niveles registrados al inicio del período de monitoreo. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

**Tabla 5-91: Descensos observados (m) en los indicadores de estado del PC de Aguas de Quelana junto con los umbrales correspondientes**

L3-5			L3-9		
Umbral Fase I	0,10		Umbral Fase I	0,10	
Umbral Fase II	0,13		Umbral Fase II	0,13	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	-0,199	-0,172	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	-0,172	-0,155	Feb 2021	-0,037	-0,037
Mar 2021	-0,154	-0,147	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	-0,202	-0,150	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	-0,239	-0,202	May 2021	-0,016	-0,016
Jun 2021	-0,265	-0,238	Jun 2021	-0,016	-0,016
L4-8			L4-12		
Umbral Fase I	0,10		Umbral Fase I	0,10	
Umbral Fase II	0,13		Umbral Fase II	0,13	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	S/I	S/I	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	S/I	S/I	Feb 2021	0,010	0,010
Mar 2021	0,012	0,012	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	0,003	0,003	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	0,000	0,007	May 2021	-0,004	-0,004
Jun 2021	S/I	S/I	Jun 2021	-0,065	-0,065
L5-8			L5-10		
Umbral Fase I	0,10		Umbral Fase I	0,10	
Umbral Fase II	0,13		Umbral Fase II	0,13	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	-0,051	-0,033	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	-0,034	-0,023	Feb 2021	0,064	0,064
Mar 2021	-0,029	-0,022	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	-0,049	-0,031	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	-0,077	-0,051	May 2021	0,078	0,078
Jun 2021	-0,097	-0,075	Jun 2021	0,062	0,062

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-59: Descensos observados (m) en indicadores PC de Aguas de Quelana y umbrales correspondientes**



\*(El Pozo L3-9 contiene 2.818 valores no validados entre 1/1/2021 y 25/2/2021)  
 \*(El Pozo L4-8 contiene 29 valores no validados entre 27/4/2021 y 27/4/2021)  
 \*(El Pozo L5-8 contiene 2.879 valores no validados entre 29/6/2021 y 30/6/2021)

Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### 5.2.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: VEGETACIÓN HIDROMORFA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Vegetación Hidromorfa son los piezómetros L7-3, L2-4, L3-5, L4-10, L1-17 y L2-27. La frecuencia de medición comprometida en estos 6 indicadores es diaria, de acuerdo con el PdC propuesto a la SMA. Adicionalmente al monitoreo manual, se cuenta con las mediciones continuas en el piezómetro L3-5, según lo comprometido en la RCA N°226/2006.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-93) y gráfica (Figura 5-60). En la tabla, se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM, y gráficamente se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los resultados del monitoreo

continuo, los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Hidromorfa, tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 33 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 38 cm. Lo anterior es respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

En este grupo se indicadores se encuentra el L1-17 y el L2-27, los que han activado y posteriormente desactivado las Fases I y II en el presente semestre reportado. En la Tabla 5-92 se encuentra el detalle de las fechas en que se produjo cada activación, desactivación y emisión del informe de investigación correspondiente, junto el número de la carta conductora que ha ido emitiendo SQM para cada caso. Todas las cartas se encuentran adjuntas en el Anexo 4.4. Del resto de indicadores, para el primer semestre 2021, no se ha producido ninguna otra activación.

En ningún caso ha sido necesario efectuar medidas adicionales producto de las activaciones de Fase I (aumento de la frecuencia de medición), ya que todos los indicadores ya son medidos de forma diaria de acuerdo con la Acción 6 del PdC.

**Tabla 5-92: Relación de fechas de las activaciones de fase y cartas emitidas por SQM**

	Indicador L1-17		Indicador L2-27	
	Fecha	Carta conductora	Fecha	Carta conductora
<b>Activación Fase I</b>	17/02/2021	GMPL 34/2021	01/02/2021	GMPL 21/2021
<b>Activación Fase II</b>	03/03/2021	GMPL 40/2021	09/02/2021	GMPL 29/2021
<b>Informe de investigación</b>	05/04/2021	GMPL 66/2021	11/03/2021	GMPL 51/2021
<b>Desactivación Fase II</b>	25/04/2021	GMPL 85/2021	10/06/2021	GMPL 113/2021
<b>Desactivación Fase I</b>	06/05/2021	No se informó <sup>45</sup>	20/06/2021	GMPL 119/2021

Fuente: Elaboración propia.

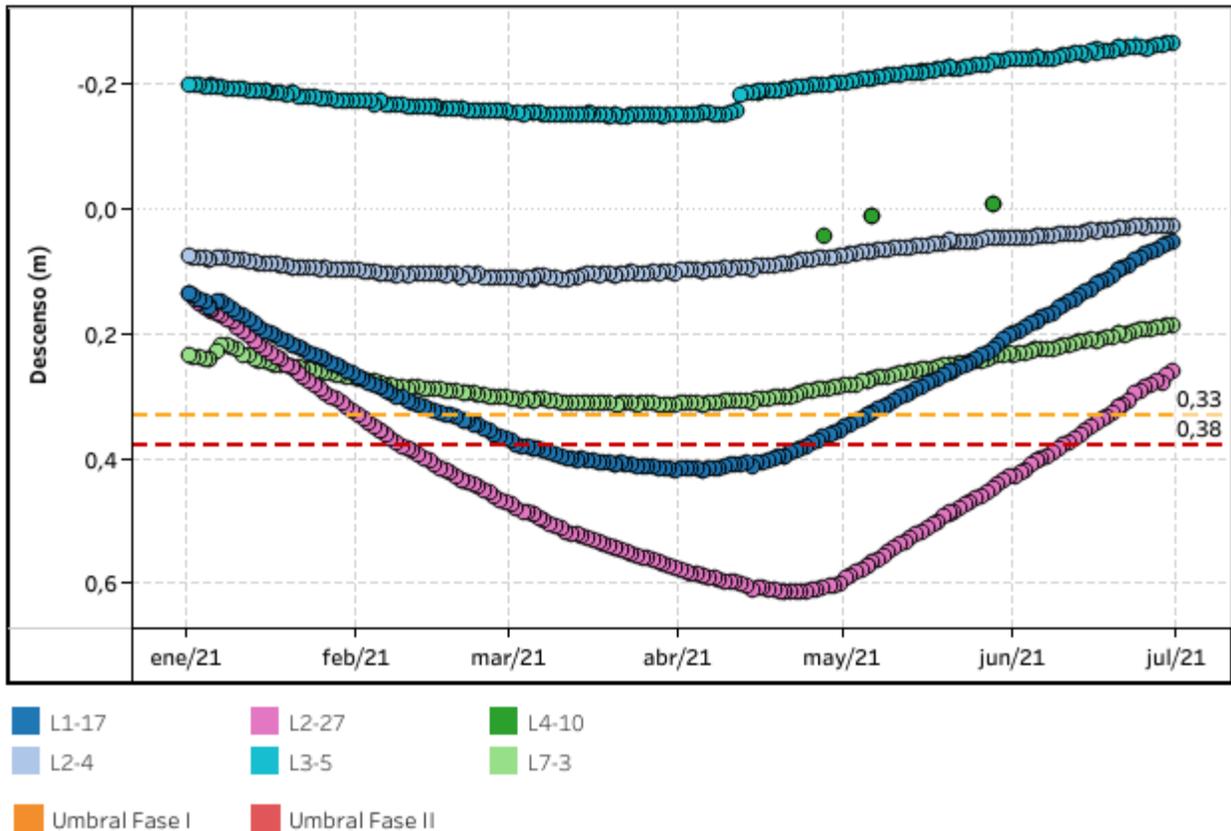
<sup>45</sup> La desactivación de la Fase I del pozo L1-17 no fue informada por sistema, por lo que no existe carta de aviso. Considerando que se mantienen mediciones con frecuencia diaria, conforme a lo comprometido en el Programa de Cumplimiento (F-041-2016) y, si bien la RCA N°226/2006 solo se refiere al aviso de activación, en lo sucesivo, se mantendrá la práctica de informar formalmente la desactivación de Fase I.

**Tabla 5-93: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este Vegetación Hidromorfa**

L7-3			L2-4		
Umbral Fase I	0,33		Umbral Fase I	0,33	
Umbral Fase II	0,38		Umbral Fase II	0,38	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,221	0,272	Ene 2021	0,076	0,100
Feb 2021	0,274	0,304	Feb 2021	0,100	0,112
Mar 2021	0,306	0,316	Mar 2021	0,101	0,114
Abr 2021	0,287	0,315	Abr 2021	0,077	0,101
May 2021	0,233	0,283	May 2021	0,046	0,075
Jun 2021	0,188	0,235	Jun 2021	0,027	0,049
L3-5			L4-10		
Umbral Fase I	0,33		Umbral Fase I	0,33	
Umbral Fase II	0,38		Umbral Fase II	0,38	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	-0,199	-0,172	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	-0,172	-0,155	Feb 2021	S/I	S/I
Mar 2021	-0,154	-0,147	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	-0,202	-0,150	Abr 2021	0,044	0,044
May 2021	-0,239	-0,202	May 2021	-0,007	0,011
Jun 2021	-0,265	-0,238	Jun 2021	S/I	S/I
L1-17			L2-27		
Umbral Fase I	0,33		Umbral Fase I	0,33	
Umbral Fase II	0,38		Umbral Fase II	0,38	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,136	0,265	Ene 2021	0,137	0,325
Feb 2021	0,269	0,370	Feb 2021	0,331	0,471
Mar 2021	0,374	0,419	Mar 2021	0,475	0,578
Abr 2021	0,356	0,419	Abr 2021	0,580	0,616
May 2021	0,203	0,350	May 2021	0,431	0,593
Jun 2021	0,053	0,201	Jun 2021	0,262	0,429

Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC, en naranja inferiores a la Fase II.

**Figura 5-60: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa**



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.2.4. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: VEGETACIÓN BREA-ATRIPLEX

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Brea-Atriplex son los piezómetros L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-7, L7-6 y L9-1. La frecuencia de medición en estos 7 indicadores está definida como diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC. Adicionalmente al monitoreo manual, se disponen de mediciones continuas en el piezómetro L4-7, según lo comprometido en la RCA N° 226/2006.

Los resultados del monitoreo para el presente periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-94) y gráfica (Figura 5-61). En la tabla se muestran los

valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM. En la figura se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los resultados del monitoreo continuo, los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Los indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este: Vegetación Brea-Atriplex, tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 50 cm, mientras que para la Fase II, el descenso máximo fijado es de 1 m. Lo anterior es respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control (mayo de 2007).

Puede verse que los indicadores L7-6, L2-7 y L1-3 se han mantenido durante este periodo con la Fase I activada. Esta situación se ha mantenido invariable desde 2015 en el caso del L7-6 y desde la segunda mitad del año 2019 en el caso del L1-3 y L2-7.

El indicador L2-28 inició el primer semestre de 2021 con la Fase I activada, que se había producido el 26 de noviembre de 2020 por lo que fue informado en el anterior informe PSAH N°28. El indicador se ha mantenido en esta misma situación durante todo el periodo actualmente reportado.

Finalmente, en el primer semestre de 2021, el indicador L3-3 ha registrado la activación de Fase I el día 3 de febrero (2021), lo que fue informado mediante la carta GMPL 23/2021. La desactivación de la Fase I de este pozo se dio semanas más tarde, el día 20 de febrero de 2021.

En ningún caso ha sido necesario disponer un aumento en la frecuencia de medición producto de las activaciones de Fase I, ya que todos los indicadores ya son medidos de forma diaria de acuerdo con la Acción 5 del PdC.

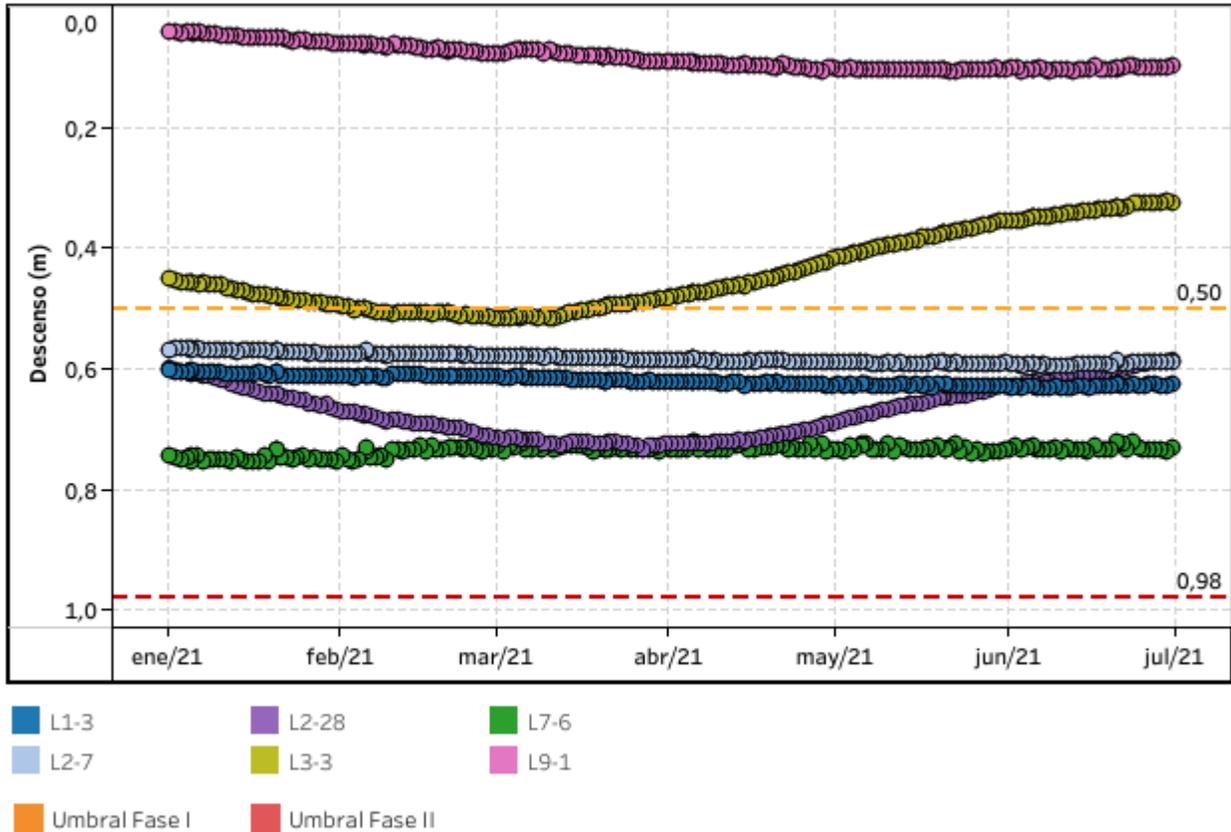
**Tabla 5-94: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este- Vegetación Brea-Atriplex**

L7-6			L2-7		
Umbral Fase I		0,50	Umbral Fase I		0,50
Umbral Fase II		1,00	Umbral Fase II		1,00
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,734	0,755	Ene 2021	0,567	0,577
Feb 2021	0,729	0,754	Feb 2021	0,572	0,581
Mar 2021	0,724	0,738	Mar 2021	0,579	0,588
Abr 2021	0,721	0,739	Abr 2021	0,585	0,592
May 2021	0,725	0,743	May 2021	0,590	0,594
Jun 2021	0,723	0,739	Jun 2021	0,588	0,597
L3-3			L1-3		
Umbral Fase I		0,50	Umbral Fase I		0,50
Umbral Fase II		1,00	Umbral Fase II		1,00
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,451	0,496	Ene 2021	0,602	0,614
Feb 2021	0,497	0,517	Feb 2021	0,610	0,617
Mar 2021	0,486	0,519	Mar 2021	0,613	0,624
Abr 2021	0,420	0,483	Abr 2021	0,622	0,630
May 2021	0,356	0,417	May 2021	0,627	0,633
Jun 2021	0,324	0,357	Jun 2021	0,626	0,633
L2-28			L4-7		
Umbral Fase I		0,50	Umbral Fase I		0,50
Umbral Fase II		1,00	Umbral Fase II		1,00
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,601	0,668	Ene 2021	0,037	0,044
Feb 2021	0,673	0,715	Feb 2021	0,043	0,046
Mar 2021	0,716	0,734	Mar 2021	0,044	0,046
Abr 2021	0,692	0,727	Abr 2021	0,038	0,043
May 2021	0,629	0,688	May 2021	0,030	0,039
Jun 2021	0,588	0,631	Jun 2021	0,027	0,037

L9-1		
<b>Umbral Fase I</b>	0,50	
<b>Umbral Fase II</b>	1,00	
Mes	Descenso (m)	
	Min	Max
Ene 2021	0,042	0,063
Feb 2021	0,062	0,080
Mar 2021	0,072	0,093
Abr 2021	0,092	0,109
May 2021	0,101	0,110
Jun 2021	0,099	0,109

Fuente: Elaboración propia. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC.

**Figura 5-61: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC del Sistema Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.2.5. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE: ALERTA TEMPRANA

Los indicadores de estado que conforman el PC del Sistema Brea-Atriplex – Alerta temprana son los piezómetros L7-13, L2-25, L3-11, L4-3 y L9-1. La frecuencia de medición en estos 5 indicadores está definida como diaria, de acuerdo con lo comprometido en el PdC propuesto a la SMA.

De acuerdo con lo establecido en la evaluación ambiental del Proyecto, los pozos de monitoreo que constituyen el Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este: Zona Alerta Temprana solo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar un descenso máximo de 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero. Así, el umbral de descenso para cada punto de Alerta Temprana, respecto a la profundidad observada en el mes

de inicio del monitoreo (mayo de 2007), depende de la ubicación específica de cada indicador de estado, variando entre 0,82 y 1,25 m.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-95) y gráfica (Figura 5-62, Figura 5-63, Figura 5-64 y Figura 5-65), donde numéricamente se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales de SQM y gráficamente se presentan todos los descensos diarios, incluyendo los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

Para el primer semestre de 2021 no se ha producido ninguna activación de fase en este grupo de indicadores.

**Tabla 5-95: Descensos observados (m) en indicadores de estado del PC Sistema Borde Este Alerta Temprana junto con los umbrales correspondientes**

L4-3			L2-25		
Umbral Fase II		0,82	Umbral Fase II		0,88
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	-2,510	-2,455	Ene 2021	-0,044	-0,037
Feb 2021	-2,499	-2,469	Feb 2021	-0,038	-0,034
Mar 2021	-2,510	-2,490	Mar 2021	-0,036	-0,033
Abr 2021	-2,513	-2,471	Abr 2021	-0,041	-0,033
May 2021	-2,500	-2,476	May 2021	-0,046	-0,039
Jun 2021	-2,535	-2,492	Jun 2021	-0,053	-0,043

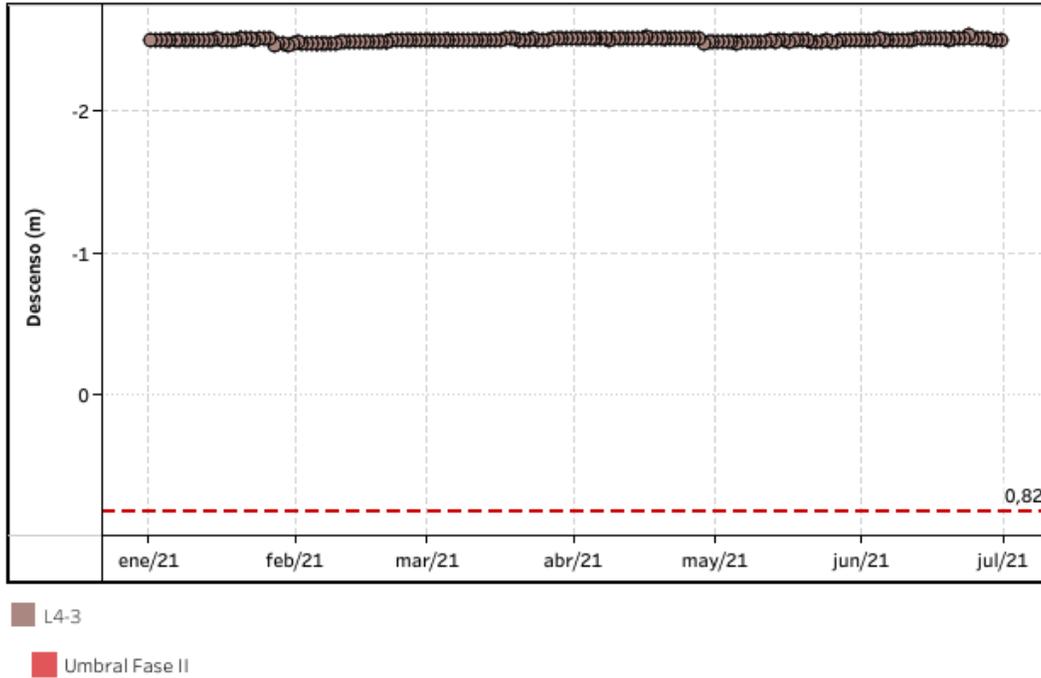
L7-13			L3-11		
Umbral Fase II		1,25	Umbral Fase II		0,86
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	0,570	0,582	Ene 2021	S/I	S/I
Feb 2021	0,571	0,583	Feb 2021	S/I	S/I
Mar 2021	0,573	0,582	Mar 2021	S/I	S/I
Abr 2021	0,575	0,589	Abr 2021	S/I	S/I
May 2021	0,582	0,591	May 2021	-0,012	-0,012
Jun 2021	0,579	0,590	Jun 2021	-0,004	-0,004

L9-1		
Umbral Fase II		0,86
Mes	Descenso (m)	
	Min	Max
Ene 2021	0,042	0,063
Feb 2021	0,062	0,080
Mar 2021	0,072	0,093
Abr 2021	0,092	0,109
May 2021	0,101	0,110
Jun 2021	0,099	0,109

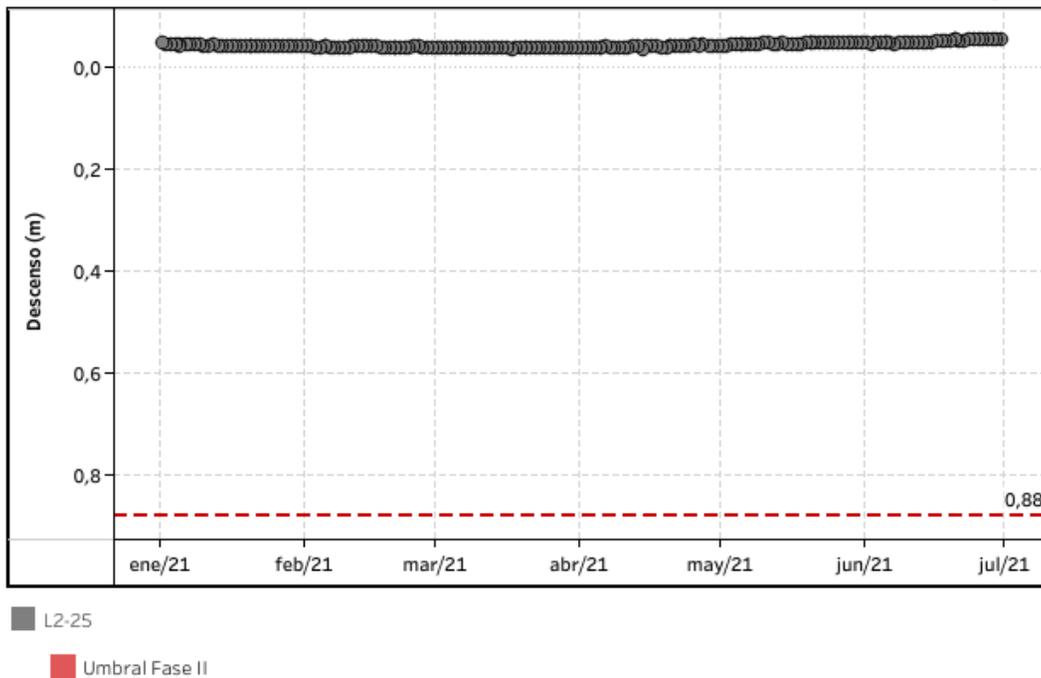
Fuente: Elaboración propia. S/I: Sin Información.

**Figura 5-62: Descensos observados en indicador L4-3 con el umbral correspondiente**



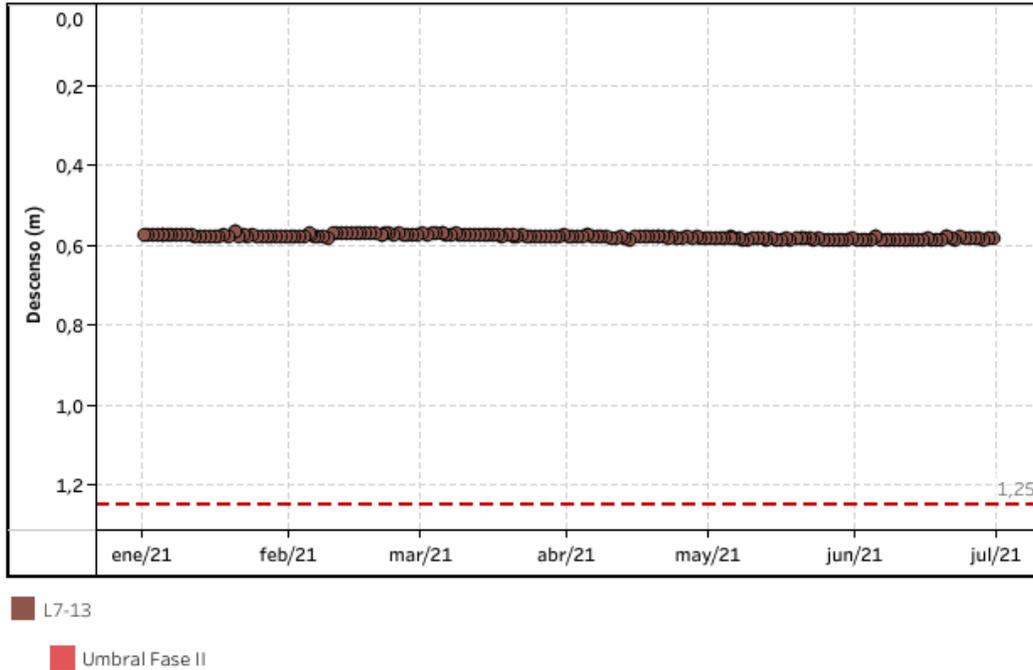
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-63: Descensos observados en indicador L2-25 con el umbral correspondiente**



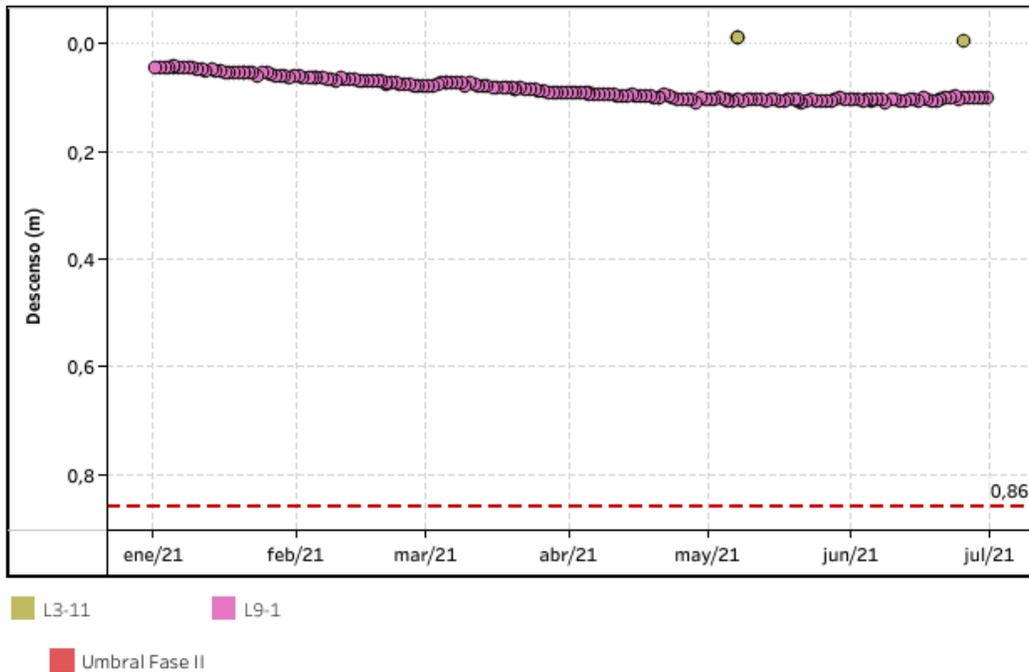
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-64: Descensos observados en indicador L7-13 con el umbral correspondiente



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-65: Descensos observados en indicadores L3-11 y L9-1 con el umbral correspondiente



Fuente: Elaboración propia.

## 5.2.6. SISTEMA PEINE

Los indicadores de estado que representan el Sistema Peine están definidos en el marco del procedimiento administrativo Rol F-041-2016 de la SMA; como ya se ha descrito en el capítulo 4, se contemplan los indicadores de estado y umbrales de activación de fase I y/o II definidos en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto en esa instancia, cuyo cumplimiento fue exigido en el marco de las medidas provisionales dictadas mediante Res. Ex. N°1367/2020, Res. Ex. N°2141/2020, Res. Ex. N°962/2021, Res. Ex. N° 1695/2021, Res. Ex. N°1940/2021, y Res. Ex. N°2389/2021, tanto en el seguimiento del proyecto aprobado por la RCA N°226/2006 (piezómetros 1028, L10-11 y L10-4), como a los piezómetros PN-05B y PN-08A establecidos en el considerando 10.18 de la RCA N°21/2016 del proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”. Las especificaciones y fundamentos técnicos de estos indicadores, umbrales y medidas de control aplicables al sistema Peine se presentan en los anexos 4.02, 4.03, 4.04 y 4.05 del PdC propuesto a la SMA, los que se adjuntan en el Anexo 12 del presente informe.

Para los piezómetros pertenecientes a SQM, el PC provisorio compromete el contraste entre las mediciones efectuadas con frecuencia diaria respecto a los umbrales establecidos en el PdC. Para el caso de los piezómetros PN-05B y PN-08A, si bien SQM no tiene comprometidas mediciones en estos puntos, ya que son propiedad del titular de la RCA N°21/2016; en el PdC se establece que la adopción de medidas de control se condiciona al aviso por parte de la SMA a SQM de la activación de Fase II. Para el periodo reportado, no se ha producido dicha comunicación, por lo que se entiende que no ha habido activación de la Fase II en estos indicadores.

De acuerdo con lo comprometido en el PdC propuesto a la SMA, las mediciones en los puntos 1028, L10-11 y L10-4 deben realizarse de forma diaria, aunque como ya se ha descrito en el anterior apartado (5.1), es necesario contar con la autorización de la Comunidad de Peine para mantener dicha frecuencia de medición. Los resultados del monitoreo de nivel en los indicadores de estado para el presente semestre a reportar se presentan de forma numérica (Tabla 5-96) y gráfica (Figura 5-66, Figura 5-67 y Figura 5-68). Numéricamente se indican los registros manuales mensuales máximos y mínimos tomados por SQM, y gráficamente se presentan las mediciones

manuales diarias de SQM (medidas comprometidas) junto con las mediciones mensuales adicionales de la ETFA. Todos los niveles de agua se expresan en m s.n.m. y datum WGS-84 considerando elipsoide de referencia GRS80.

Es necesario mencionar que con fecha 30 de septiembre (segundo semestre de 2021) se generó la condición de activación de Fase I en el pozo L10-11; adicional a la medición realizada en dicha fecha, que activa Fase I conforme a lo establecido en la observación 109<sup>46</sup> de Res. Ex. 34/Rol F-041-2016, si se considera el promedio mensual de los datos diarios de los tres últimos meses consecutivos en el punto L10-11, al término del mes de septiembre de 2021 se habría generado igualmente la condición de activación vigente previo a la presentación del programa de cumplimiento refundido de 29 de septiembre de 2021, por haberse registrado durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2021 promedios mensuales de cota de nivel inferiores a los umbrales aplicables a cada período. Para ello se ha considerado el promedio mensual de los datos diarios, considerando la implementación de mediciones diarias, conforme a la Acción 5 del programa de cumplimiento refundido<sup>47</sup>. La primera medición por debajo del umbral se ha producido en el mes de junio (2021) (ver Tabla 5-96).

---

<sup>46</sup> En esta observación, la Superintendencia del Medio Ambiente requiere activar fase en los indicadores definidos para el Sistema Peine cuando se verifique durante cualquier día del mes que el nivel registrado en el respectivo indicador esté por bajo los umbrales de disminución de niveles freáticos”.

<sup>47</sup> Anexo 4.03 del Programa de Cumplimiento, Res. Ex. 34/Rol F-041-2016.

**Tabla 5-96: Niveles observados (m s.n.m.) en indicadores de estado del Sistema Peine**

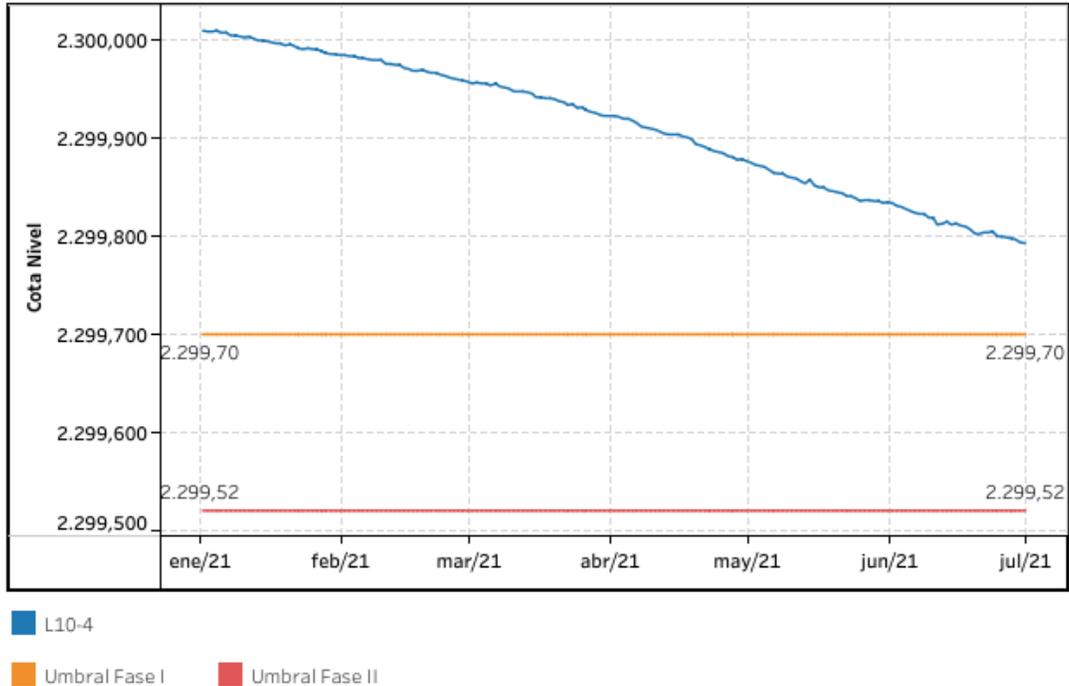
L10-4			1028		
Umbral Fase I	27-9-20 al 26-9-21	2.299,70	Umbral Fase I	27-9-20 al 26-9-21	2.299,37
Umbral Fase II	27-9-20 al 26-9-21	2.299,52	Umbral Fase II	27-9-20 al 26-9-21	2.299,19
Mes	Nivel (m s.n.m.)		Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Min	Max		Min	Max
Ene 2021	2.299,985	2.300,010	Ene 2021	2.299,584	2.299,612
Feb 2021	2.299,958	2.299,985	Feb 2021	2.299,558	2.299,588
Mar 2021	2.299,923	2.299,957	Mar 2021	2.299,525	2.299,560
Abr 2021	2.299,877	2.299,923	Abr 2021	2.299,482	2.299,529
May 2021	2.299,834	2.299,875	May 2021	2.299,445	2.299,482
Jun 2021	2.299,793	2.299,834	Jun 2021	2.299,412	2.299,448

L10-11		
Umbral Fase I	27-9-20 al 26-9-21	2.299,32
Umbral Fase II	27-9-20 al 26-9-21	2.299,11
Mes	Nivel (m s.n.m.)	
	Min	Max
Ene 2021	2.299,497	2.299,526
Feb 2021	2.299,472	2.299,501
Mar 2021	2.299,437	2.299,472
Abr 2021	2.299,393	2.299,440
May 2021	2.299,353	2.299,392
Jun 2021	2.299,318	2.299,352

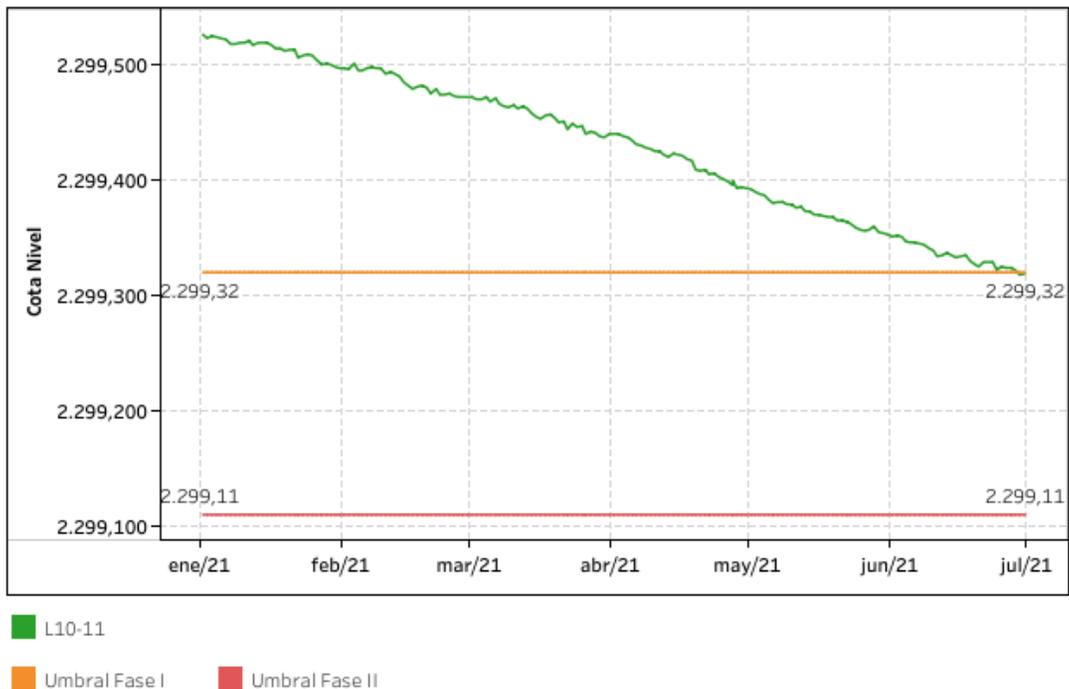
Fuente: Elaboración propia. El sombreado amarillo indica valores inferiores a la Fase I del PC.

**Figura 5-66: Niveles observados en el indicador de estado L10-4 del Sistema Peine**



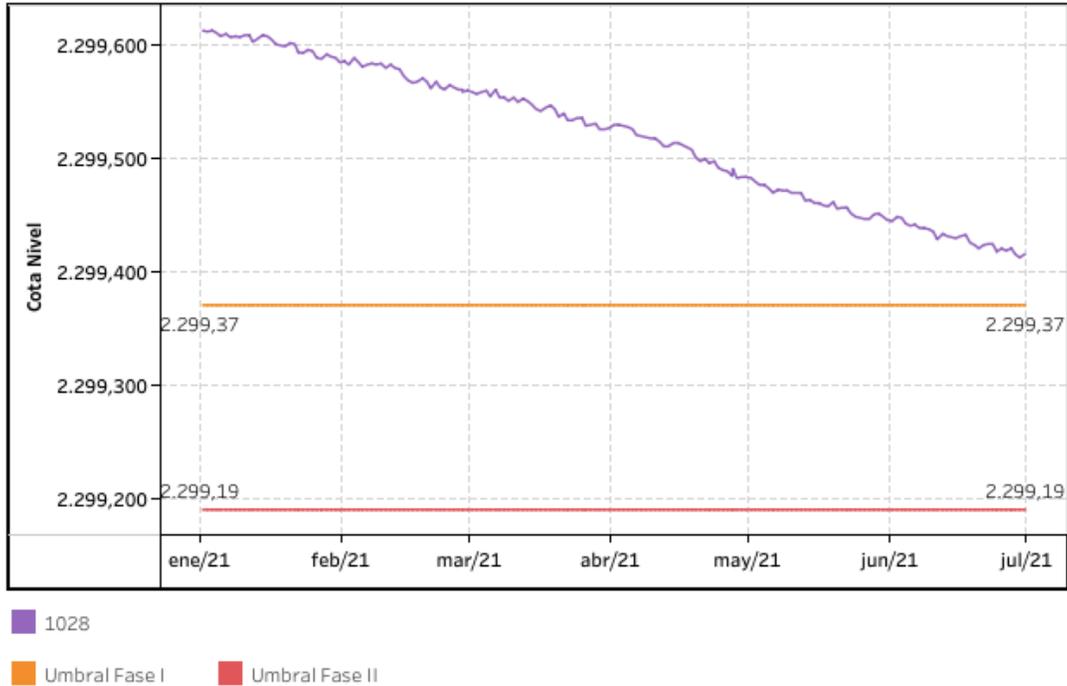
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-67: Niveles observados en el indicador de estado L10-11 del Sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 5-68: Niveles observados en el indicador de estado 1028 del Sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### 5.2.7. POZOS ADICIONALES AL PLAN DE CONTINGENCIAS

Dentro del Plan de Contingencias del proyecto, SQM contempla 6 indicadores de estado adicionales que complementan la red que conforma el PC del Sistema Vegetación Borde Este. De esta manera, se vela por el resguardo de los sistemas de vegetación del borde este del Salar de Atacama que son objeto de protección ambiental. Estos 6 indicadores de estado adicionales corresponden a piezómetros de control del nivel de agua/salmuera, distribuidos en los subsistemas de Vegetación Brea-Atriplex y Zona Alerta Temprana, tal y como se indica la Tabla 5-97<sup>48</sup>.

<sup>48</sup> En esta tabla se indican los subsistemas a los que pertenecen los indicadores adicionales a modo de recuerdo, ya que esta información se ha presentado con más detalle en el capítulo 4.

**Tabla 5-97: Indicadores de estado adicionales al Plan de Contingencias**

Sistema	Subsistema	Indicadores de estado adicionales
<b>Sistema Vegetación Borde Este</b>	Vegetación Brea-Atriplex	L7-14
		L4-17
		L9-2
	Zona Alerta Temprana	L2-25
L2-26		
		L3-15

Fuente: Elaboración propia.

La definición de los umbrales para estos puntos de control se realizó bajo los mismos criterios de la RCA N°226/2006. De esta manera, los indicadores de estado adicionales que forman parte del Subsistema Vegetación Brea-Atriplex tienen como referencia para la activación de Fase I un descenso máximo de 0,50 m, mientras que para la Fase II, el descenso máximo es de 1,00 m. Los límites anteriores están definidos respecto a la profundidad observada en el mes de inicio del monitoreo de cada punto de control. Por su parte, los indicadores de estado adicionales para el Subsistema Zona Alerta Temprana sólo poseen umbrales de activación de Fase II, límites fijados con el objeto de asegurar que no se generen descensos superiores a 1 m en la zona de conexión vegetación-acuífero, estableciéndose umbrales de 0,78 m para el pozo L2-26 y 0,85 m para el pozo L3-15.

Los resultados del monitoreo en el periodo reportado en estos indicadores se presentan de forma numérica (Tabla 5-98) y gráfica (Figura 5-69, Figura 5-70 y Figura 5-71), donde numéricamente se muestran los valores de descensos mensuales máximos y mínimos obtenidos a partir de mediciones manuales diarias de SQM y gráficamente se muestran todos los descensos diarios incluyendo los umbrales de cada indicador y las mediciones de la ETFA (en forma de descenso calculado).

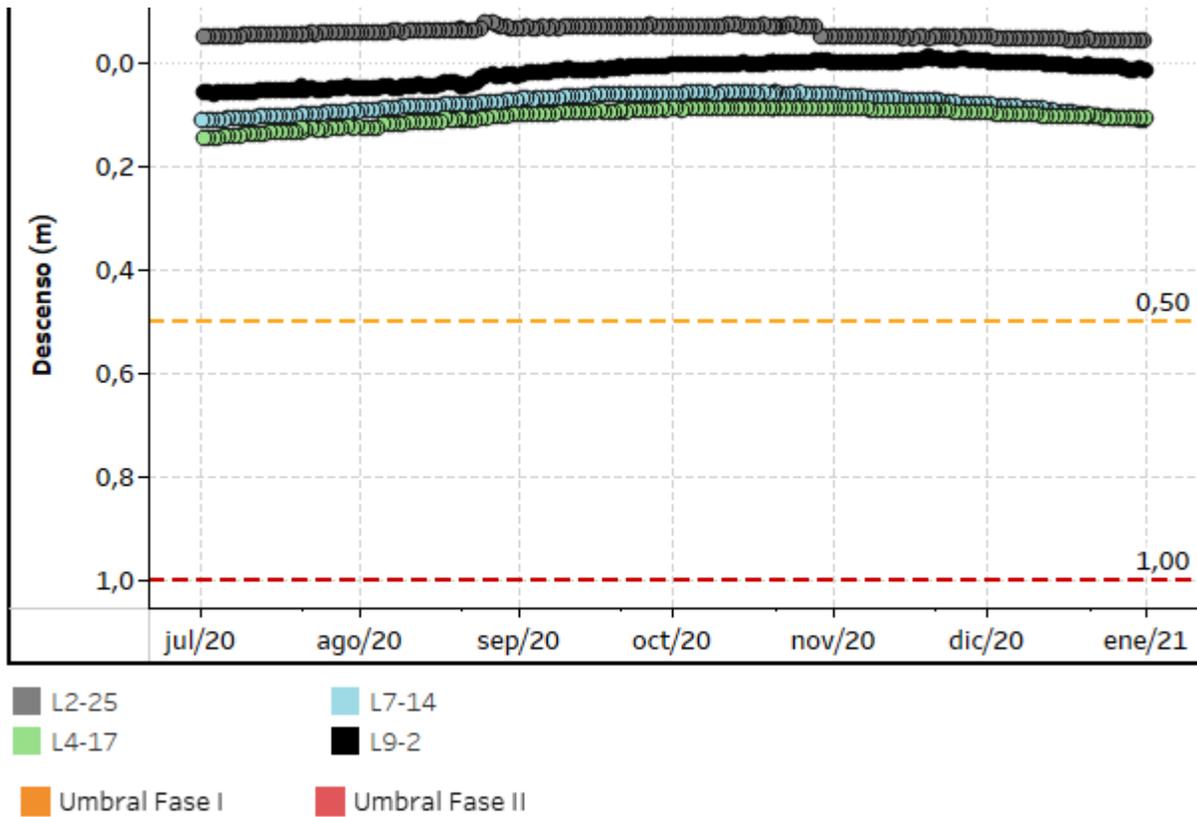
De la información presentada se concluye que, durante el periodo reportado, en ninguno de los indicadores de estado se superaron los umbrales correspondientes. En la sección 6.2 del presente informe se realiza un análisis más detallado del estado del PC.

**Tabla 5-98: Descenso observado (m) en pozos adicionales de contingencia del PC  
Sistema Borde Este**

L2-25			L4-17		
Umbral Fase I	0,50		Umbral Fase I	0,50	
Umbral Fase II	1,00		Umbral Fase II	1,00	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min ↗	Max ↗		Min ↗	Max ↗
Jul 2020	-0,059	-0,050	Jul 2020	0,123	0,145
Ago 2020	-0,080	-0,058	Ago 2020	0,099	0,125
Sep 2020	-0,073	-0,067	Sep 2020	0,089	0,099
Oct 2020	-0,073	-0,050	Oct 2020	0,086	0,090
Nov 2020	-0,053	-0,049	Nov 2020	0,087	0,096
Dic 2020	-0,050	-0,042	Dic 2020	0,096	0,107
L7-14			L9-2		
Umbral Fase I	0,50		Umbral Fase I	0,50	
Umbral Fase II	1,00		Umbral Fase II	1,00	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min ↗	Max ↗		Min ↗	Max ↗
Jul 2020	0,092	0,111	Jul 2020	0,045	0,059
Ago 2020	0,071	0,092	Ago 2020	0,022	0,049
Sep 2020	0,059	0,070	Sep 2020	0,002	0,023
Oct 2020	0,057	0,062	Oct 2020	-0,004	0,004
Nov 2020	0,062	0,081	Nov 2020	-0,012	S/I
Dic 2020	0,081	0,110	Dic 2020	-0,003	0,014
L2-26			L3-15		
Umbral Fase II	0,78		Umbral Fase II	0,85	
Mes	Descenso (m)		Mes	Descenso (m)	
	Min ↗	Max ↗		Min ↗	Max ↗
Jul 2020	0,524	0,532	Jul 2020	0,700	0,715
Ago 2020	0,513	0,533	Ago 2020	0,685	0,705
Sep 2020	0,513	0,528	Sep 2020	0,681	0,695
Oct 2020	0,509	0,518	Oct 2020	0,681	0,690
Nov 2020	0,510	0,520	Nov 2020	0,689	0,702
Dic 2020	0,517	0,534	Dic 2020	0,704	0,725

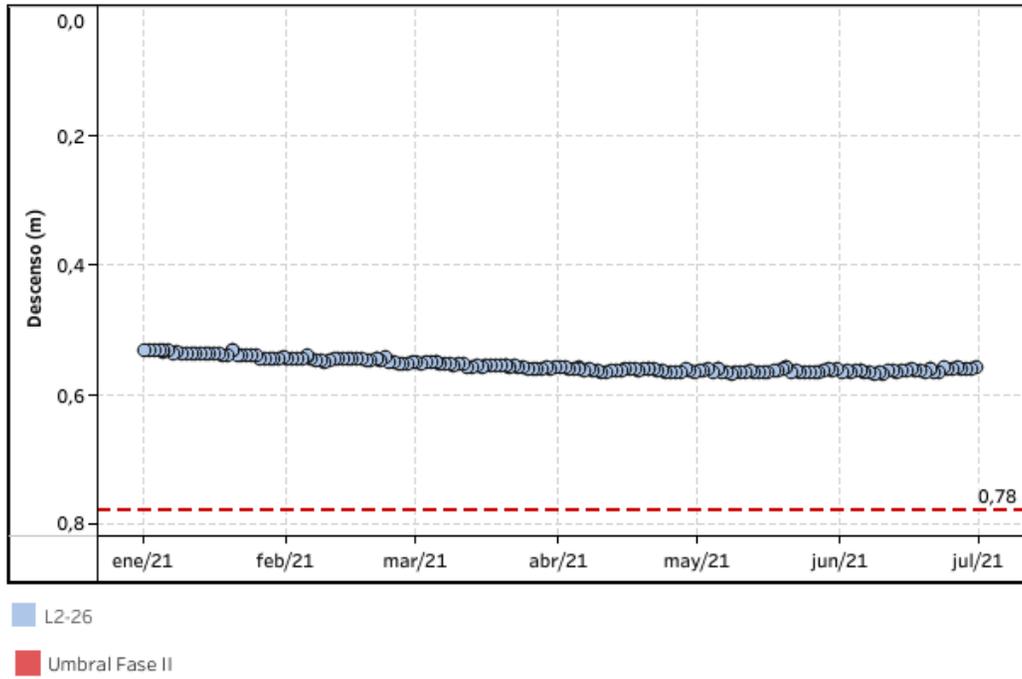
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-69: Descenso observado en pozos adicionales de contingencia L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2 del PC Sistema Borde Este, Vegetación Brea Atriplex



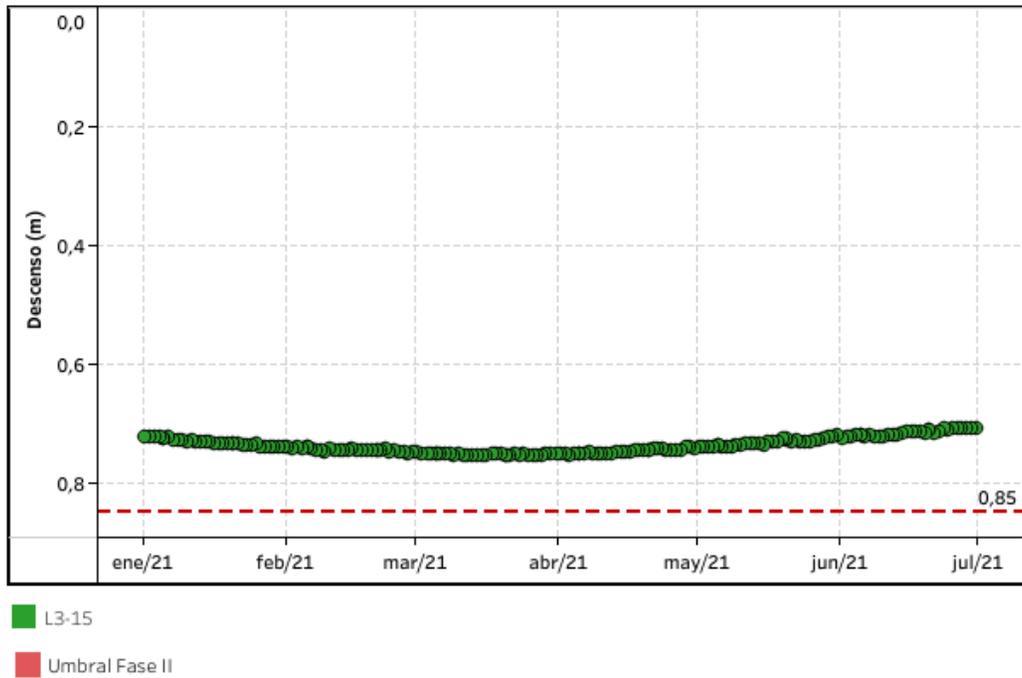
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-70: Descenso observado pozo adicional de contingencia L2-26 del PC**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5-71: Descenso observado pozo adicional de contingencia L3-15 del PC**



Fuente: Elaboración propia.

## 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la presente sección se analizan y discuten las mediciones del PSAH, incluyendo tanto los registros obtenidos en el último semestre, como las tendencias históricas y regionales para cada uno de los sistemas ambientales. En particular, se incluye el análisis de niveles de aguas subterráneas y superficiales, superficies lacustres, caudales de extracción, calidad química, meteorología y aforos de caudal.

Primero, se analizarán todas las variables que componen el PSAH, ya que esto permite conocer la dinámica hidrogeológica general de parte del norte, borde este y sur del Salar y los posibles cambios que se estén efectuando. En un segundo apartado se profundiza el patrón de comportamiento de los indicadores asociados al Plan de Contingencia del Proyecto y de los puntos de control definidos para el Sistema Peine, en relación con el marco hidrogeológico descrito en el anterior apartado, lo que permite analizar la tendencia de los indicadores en relación a los umbrales establecidos.

### 6.1. ANÁLISIS DE VARIABLES DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

En la presente sección se analiza el comportamiento histórico de los puntos de control asociados al PSAH. Esto incluye un análisis de todas las variables reportadas en la red de monitoreo (niveles, superficies lagunares, meteorología, caudal bombeado, calidad química y aforos) para todos los sistemas.

El objetivo principal es, primero, conocer las dinámicas hidrológicas e hidrogeológicas que se dan en los sistemas objeto de protección a nivel histórico a partir de la evaluación del comportamiento de los parámetros en el tiempo. A partir de esto, el segundo objetivo es el de poder analizar los nuevos datos medidos del presente semestre a reportar y valorar si se muestran desviaciones respecto a estas dinámicas.

Por este motivo, se agrupan los puntos de control con una visión global del sistema hídrico, mediante la cual los cuerpos lagunares y canales de Soncor y la zona de lagunas difusas de Quelana reciben sus aportes y ejercen una influencia en su entorno. Por lo anterior, se propone en esta sección abordar el análisis para el sistema Soncor, por un lado, y el sistema Aguas de

Quelana, por otro, tomando como dominio para ambos la zona comprendida desde el acuífero aluvial y hasta el núcleo. No obstante, se mantiene la distinción del sistema Vegetación Borde Este para los puntos del entorno del pozo de agua industrial CA-2015. En el caso del sistema Peine no es necesario reagrupar los puntos dado que la delimitación de este sector abarca las distintas zonas del sistema: aluvial, marginal, núcleo y lagunas.

En la misma línea, para exponer este análisis global, se incluyen los niveles de los puntos que forman parte del Plan de Contingencia, ya que también forman parte de la red PSAH y permiten robustecer las conclusiones sobre las dinámicas que mueven los sistemas de protección. De esta manera, en el siguiente apartado (6.2. Análisis del Plan de Contingencias) se podrá abordar un análisis más preciso sobre las tendencias de los indicadores de estado del Plan de Contingencia con respecto los umbrales definidos en el mismo.

La metodología adoptada para el análisis de los niveles se basa en la aplicación de varios conceptos en hidrogeología que permite entender las dinámicas que condicionan un acuífero subterráneo y la forma en que se conecta con los cuerpos de agua superficiales. A continuación, se expone uno por uno:

- i. **Estacionalidad en los niveles:** cuando los niveles están influenciados por las componentes naturales del medio (atmosféricas), suelen presentar una fuerte estacionalidad (registro de los máximos durante los meses de invierno y los mínimos en los meses de verano). Es esperable reconocer este tipo de comportamiento en medios donde hay una fuerte influencia de la evaporación o influencia de la dinámica estacional y propia de los cuerpos lagunares. Para este análisis resulta también relevante caracterizar aquellos niveles que se presentan sin evidencia de variabilidad estacional. Significa, entonces, que los niveles reflejan eventos puntuales como, por ejemplo, la respuesta directa a los eventos de precipitación y su posterior recuperación a una tendencia base.
- ii. **Tendencias en los niveles:** se identifica la tendencia de descenso, ascenso o estable (ni ascenso ni descenso) para la serie promedio de los datos. En ocasiones es conveniente fijar la atención a la tendencia de los mínimos y los máximos de forma separada, ya que en estos casos los fenómenos que rigen el comportamiento de los niveles pueden ser distintos entre los meses de invierno y verano.

- iii. **Cálculo del descenso:** este recurso se usa en las ocasiones en que es necesario analizar el comportamiento conjunto de niveles en pozos que se encuentran a cotas piezométricas muy distantes. De esta forma, el gráfico resultante permite identificar las variaciones a una escala mucho más adecuada cuando el objetivo es, por ejemplo, comparar las pendientes de descenso entre los puntos graficados, la amplitud de la oscilación o el grado de respuesta a las precipitaciones. El cálculo del descenso se ha obtenido a partir de aplicar la siguiente expresión:  $h'_t = h_{inicial} - h_t$ , donde ( $h'_t$ ) es el descenso en un tiempo (t), ( $h_t$ ) es el nivel para el mismo tiempo (t) y ( $h_{inicial}$ ) es un nivel inicial de referencia. A modo de unificar, cuando se requiere el cálculo del descenso en el análisis, se toma enero de 2008 como  $h_{inicial}$  con el objetivo de asegurar un valor inicial para todos los pozos para la misma fecha inicial, dado que es a partir de esta fecha cuando el total de los puntos cuenta con mediciones de nivel.
- iv. **Diferencias de altura piezométrica:** Se basa en el concepto de las redes de flujo, donde los niveles situados a una misma cota (m s.n.m.) constituyen las líneas equipotenciales, de esta forma, las direcciones de flujo son perpendiculares a éstas y en sentido de mayor a menor cota piezométrica.
- v. **Efecto de la precipitación:** una característica que se puede identificar sobre los niveles es el efecto que les produce un evento de recarga por lluvia; permite diferenciar si el punto se ve influenciado de forma directa por la lluvia (respuesta inmediata) o bien en forma de recarga indirecta o lateral (respuesta más tardía y en ocasiones suavizada). Todos los gráficos de niveles (no dinámicos) se muestran con el registro de la estación meteorológica de Chaxa, que es la estación más representativa de la zona en la que se encuentra la red de monitoreo y los sistemas a proteger, especialmente, del sector norte del Salar.

La metodología de análisis de la calidad química de las aguas se enfoca principalmente en evaluar tendencias generales mediante la evolución temporal para los distintos parámetros con el objetivo evidenciar posibles cambios en el funcionamiento de los sistemas y, en lo posible, tratar de atribuir el origen de éstos. Así mismo, se comprueba que los cambios que se observen muestren correlación entre varios parámetros fisicoquímicos y químicos, ya que resulta muy poco probable que un cambio en la calidad del agua se produzca para un único parámetro. De forma

indirecta, el análisis y la información levantada sirve también de mejora en el conocimiento del modelo conceptual del sistema que permite elaborar otros trabajos sobre la cuenca.

Para aquellos puntos con información disponible se realizan diagramas de Piper, que permiten clasificar los distintos tipos de agua en la cuenca y también evaluar si existen cambios en el registro histórico de estos puntos.

Los aforos se han analizado partiendo de algunos conceptos similares al de los niveles, como el efecto de los eventos de precipitación o la estacionalidad. Respecto de las variables meteorológicas, son mediciones que no pueden analizarse más allá de una descripción cualitativa y cuantitativa general ya que, para el propósito de este trabajo, los datos suponen un input de cara al análisis de los sistemas de agua. Finalmente, el caudal de los pozos de agua industrial es una variable de manejo antrópico, por el que se muestra un análisis solo descriptivo. Estas dos variables son más bien explicativas de posibles cambios que puedan observarse en el sistema y los objetos de protección.

Por último, todos los gráficos temporales que se muestran en este capítulo cuentan con una franja gris que marca el periodo que se está reportando, que en este caso es el primer semestre de 2021. De esta forma se facilita visualmente el análisis del comportamiento medido en este periodo con respecto las tendencias históricas.

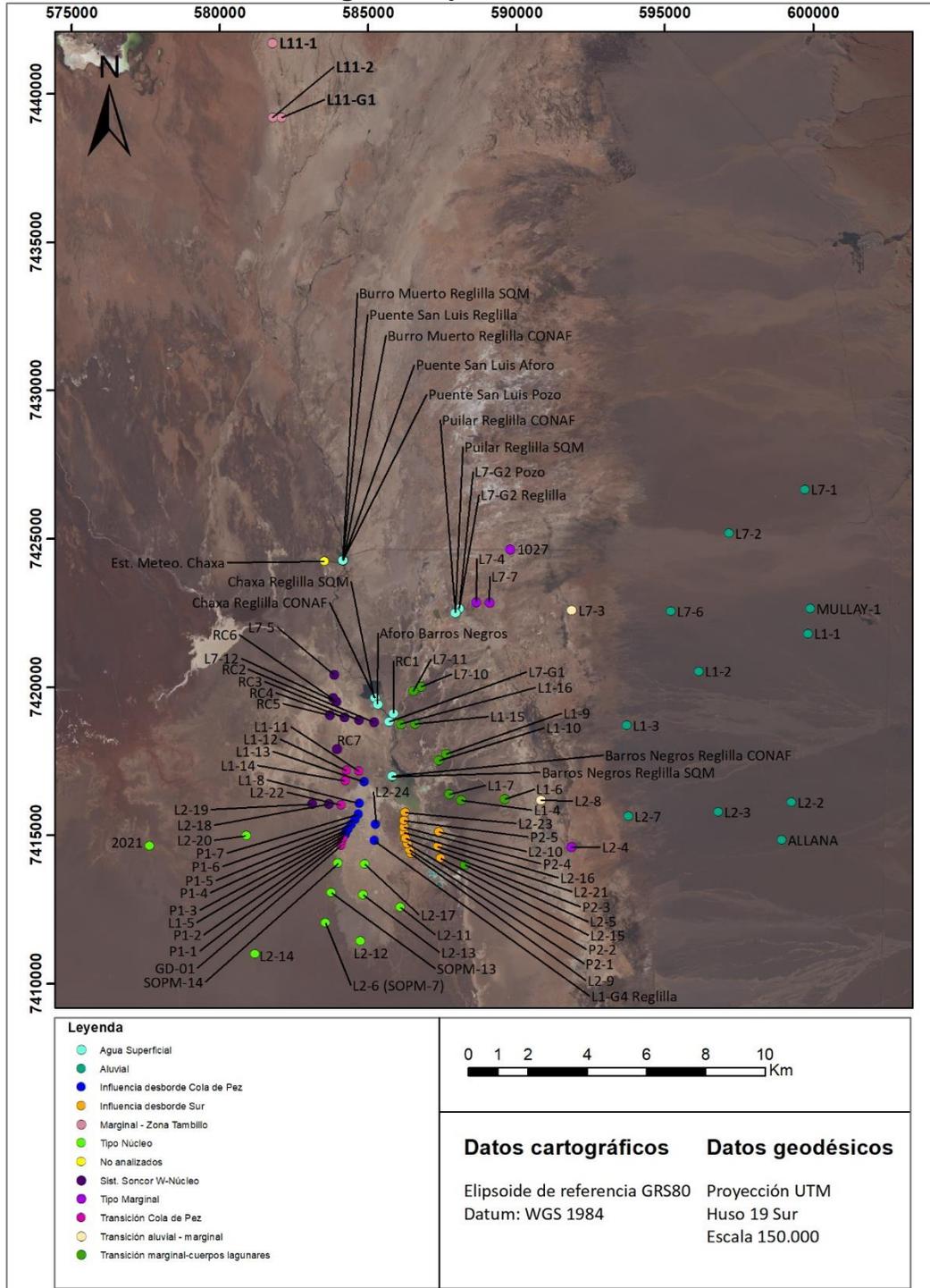
### **6.1.1. SISTEMA SONCOR – VEGETACIÓN BORDE ESTE**

Para esta descripción se cuenta con una delimitación del sistema Soncor aproximada, en que se consideran los puntos desde el acuífero aluvial y hasta el núcleo y que incluye todo el sistema hidrológico de las lagunas Puillar, Chaxa y Barros Negros (ver Figura 6-1). De esta forma los puntos que se describen en este apartado son los que la RCA 226/2006 engloba en el Sistema Soncor junto con los siguientes puntos pertenecientes al Sistema Vegetación Borde Este:

- **De la serie L1:** L1-3 y L1-17.
- **De la serie L2:** L2-4, L2-7, L2-12, L2-17, L2-25, L2-26.
- **De la serie L7:** L7-3, L7-6, L7-13, L7-14, L7-15.

Cabe decir para efectos del capítulo 6, desde este punto del reporte y en adelante se tratará a este sector correspondiente al sistema Soncor – vegetación Borde Este, como sistema Soncor, dado que la delimitación del sistema vegetación Borde Este corresponde a condicionantes en la vegetación y no a términos hidrogeológicos. Por lo que se cree más conveniente tratarlo como un único sistema Soncor.

Figura 6-1: Infraestructura englobada en el sistema Soncor – Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

## **Niveles de agua subterránea y superficial**

A continuación, se presenta un análisis de los niveles registrados en el sistema Soncor – Vegetación Borde Este, haciendo hincapié en la comparación entre las mediciones obtenidas durante el primer semestre 2021 con respecto al registro histórico.

El análisis se presenta según sean pozos de agua industrial (nivel dinámico), reglillas de medición de cuerpos de agua superficiales o piezómetros de control. El orden en que se presentan es partiendo de la infraestructura presente sobre el acuífero aluvial, siguiendo a la zona marginal y hasta llegar a los puntos que se caracterizan por mostrar comportamientos típicos del acuífero del núcleo.

### ***Niveles en el sector Tambillo***

Al norte del sistema Soncor, en el sector de Tambillo, se encuentran los puntos de nivel de agua subterránea L11-1 y L11-2 y la reglilla L11-G1. En la Figura 6-2 se muestran los niveles medidos históricamente en estos puntos y en la Figura 6-3 se muestran los descensos calculados resultantes. Puede verse en la Figura 6-2 que la cota piezométrica del nivel del L11-1 queda 4 metros por encima de los otros dos puntos, lo que es debido a que el primero se sitúa a unos 2.5 km hacia el norte. De forma que en este sector se confirma una recarga proveniente del norte, donde la pendiente de la lámina de agua es del 0.16%<sup>49</sup>.

En la Figura 6-3, se observa con más detalle el comportamiento histórico del nivel en estos puntos. Puede verse como todos muestran una oscilación irregular que, por lo tanto, no estaría ligada solo a las variaciones estacionales interanuales. Se destaca que, para el periodo en que se dispone de datos (hasta octubre 2019), el L11-G1 se ha mantenido estable y sin tendencia a destacar, pero con un registro de niveles mínimos destacables en el mes de diciembre de los años 2014, 2015, 2017 y 2018. Por otro lado, los pozos L11-1 y L11-2 registraron variaciones equivalentes en amplitud y oscilación desde el inicio de las mediciones y hasta noviembre 2019,

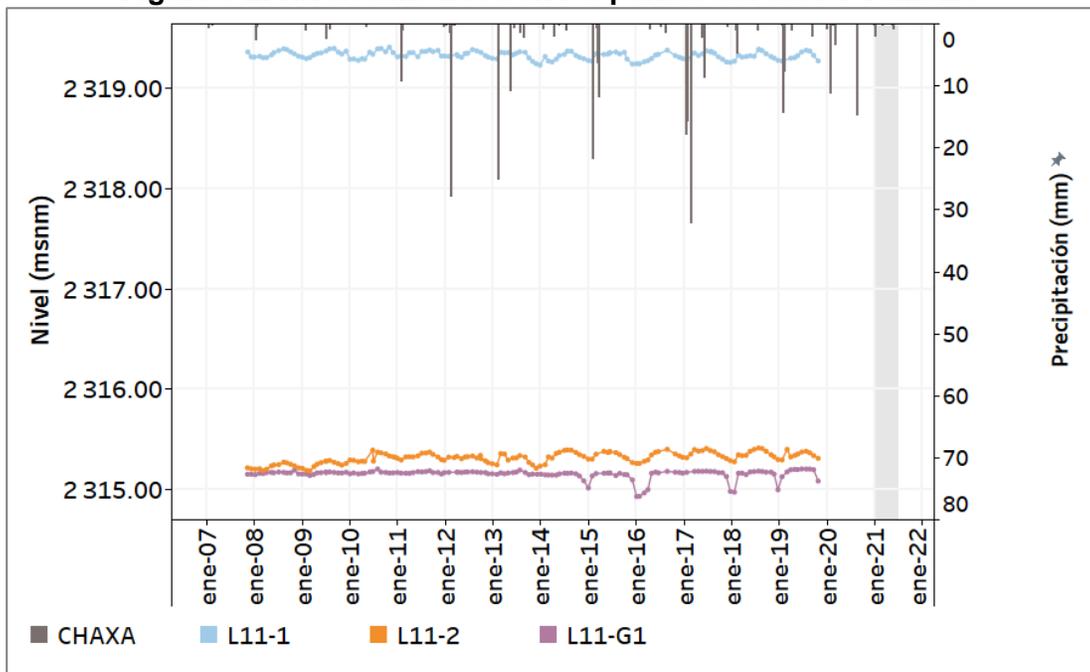
---

<sup>49</sup> En este sector el acuífero tiene una misma densidad (1.01 g/ml), por lo que no se debe a la corrección por densidad, necesario cuando hay transición de aguas con densidades distintas.

donde el L11-2 empezó a registrar un comportamiento con tendencia de ascenso y que se mantiene hasta la última fecha registrada (octubre 2019), mientras que el L11-1 ha mantenido un comportamiento con tendencia prácticamente nula.

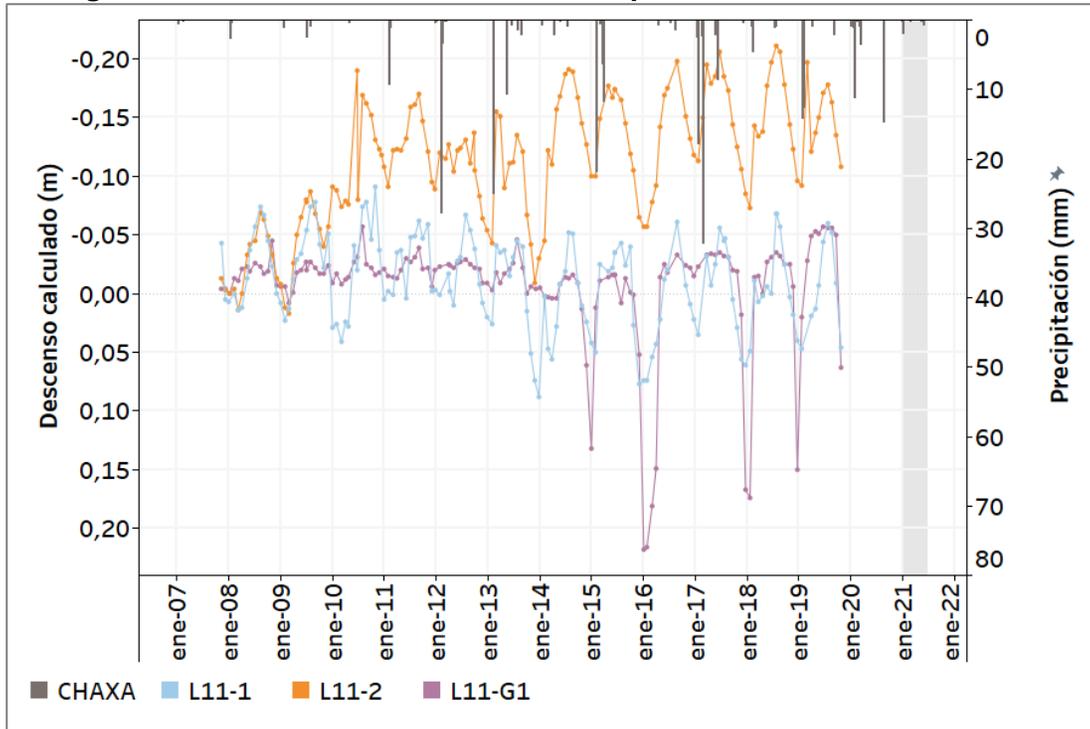
Como ya se ha mencionado, estos tres puntos no han podido ser visitados desde octubre 2019, por lo que no se puede actualizar el análisis de los niveles a partir de esta fecha.

**Figura 6-2: Niveles medidos en los puntos del sector Tambillo**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-3: Descensos calculados de los puntos del sector de Tambillo**



Fuente: Elaboración propia.

### ***Niveles en pozos de bombeo de agua industrial***

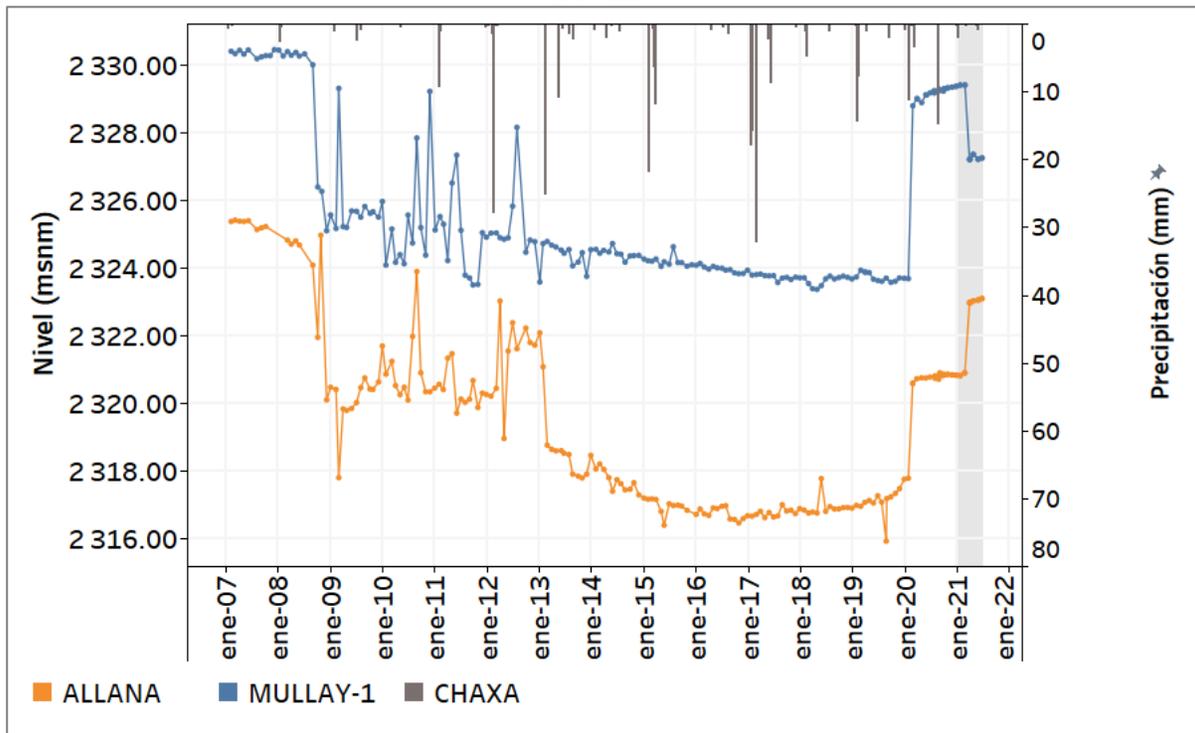
En el sistema Soncor, los pozos de agua industrial presentes son el Mullay-1 (ubicado más al norte del sistema) y el Allana. En la Figura 6-4 se muestran los niveles hasta el mes de junio 2021. Los niveles medidos en estos pozos están influenciados por el manejo operacional de los mismos, por lo que el nivel mostrado en la figura se describe como nivel dinámico.

El pozo Allana mostraba un descenso constante entre 2013 y mediados del 2016. A partir de entonces se empezó a medir una recuperación del nivel, cuya tasa de variación aumentó en 2018, sin que este pozo hubiera modificado su caudal de extracción. Por lo que este cambio en la tendencia del nivel puede ser debido a la detención del pozo Camar-2 en abril de 2016. El primer cambio en el régimen de extracción de este pozo es en febrero 2020, donde se redujo el caudal desde los 40 L/s hasta los 18 L/s aproximadamente, lo que se reflejó en una recuperación del nivel de 4,5 m (con respecto la cota medida en enero de 2007). Posterior a la reducción del caudal a la mitad, el nivel se mantuvo estable alrededor de la cota 2.320,85 m s.n.m hasta marzo 2021

que es cuando se detiene completamente este pozo, por lo que a partir de entonces se observa un nuevo escalón de recuperación de poco más de 2 metros ascendiendo el nivel a 2.322,99 m.s.n.m. A partir de la detención, durante los meses siguientes, parece observarse una leve recuperación del nivel, alcanzado en junio 2021 la cota de 2.323,12 m.s.n.m. (13 cm más que el mes de marzo 2021).

Por su lado, el pozo Mullay-1 incrementó el nivel 5 metros en el mes de febrero 2020 debido a la detención del mismo pozo. Desde entonces mantuvo una leve tendencia de recuperación (ascenso), alcanzando los 2.329,43 m.s.n.m. en el mes de febrero 2021. Debido al inicio de la operación de nuevo con un régimen a la mitad del caudal históricamente extraído, en marzo 2021 se notó en el nivel un descenso ese mismo mes de 2 metros. El resto de los meses del primer semestre 2021 se ha mantenido estable y oscilante alrededor de la misma cota (2.327,24 m.s.n.m.).

**Figura 6-4: Niveles dinámicos medidos en los pozos de agua industrial del sistema Suncor**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Pozos en zona aluvial***

El siguiente grupo de pozos que se analiza para el sistema Soncor son los que se encuentran sobre el acuífero aluvial. Se caracterizan todos por presentar una tendencia histórica al descenso, incluso antes del inicio de la operación de los pozos de extracción de agua industrial del sector (los pozos Mullay-1 y Allana iniciaron su actividad en 2008, pero existen otros pozos que iniciaron el bombeo en el año 1997<sup>50</sup>). Tampoco se descartan otros efectos como por ejemplo un aumento de la demanda hídrica del sistema desde las quebradas que recargan el acuífero. De esta forma, y con la información disponible desde 2007, se observa en este grupo de pozos una tendencia de descenso que se interpreta como una etapa de transición hacia un nuevo equilibrio; se ha detectado que en una época anterior se produjo un máximo de recarga desde la cordillera oriental la cual se sobrepone el efecto inducido por la explotación de agua industrial de los pozos.

En este grupo existen fuertes diferencias de cota en los niveles (de casi 20 metros) que, a su vez es una situación esperable para este sector, pero que no permite visualizar las variaciones del nivel con detalle. Por este motivo se en la Figura 6-5 se muestra el descenso calculado.

En general, los niveles en esta área no presentan respuestas a las precipitaciones. A excepción de los pozos L1-3, L2-7, L2-26 y L7-13 que mostraron un ascenso de los niveles producto de las lluvias excepcionales de febrero de 2019, lo que puede explicarse porque son los puntos más someros (profundidad con respecto la superficie del terreno) y más próximos a la zona marginal y que, por tanto, reciben la recarga de forma directa e indirecta (a través del acuífero, proveniente de las partes altas de la cordillera). Para estos puntos, en el primer semestre de 2021, se observa como mantienen un comportamiento de descenso leve (entre 4 y 6 cm/año).

El resto de los pozos de este grupo, que se encuentran más alejados de la zona marginal y por tanto más próximos a los pozos de bombeo, han mostrado descensos de entre 6 y 10 cm/año desde el inicio del seguimiento (2007) y hasta inicios del 2020, momento a partir del cual, como se ha mencionado anteriormente, el pozo Mullay-1 se detiene y el Allana reduce su caudal a la

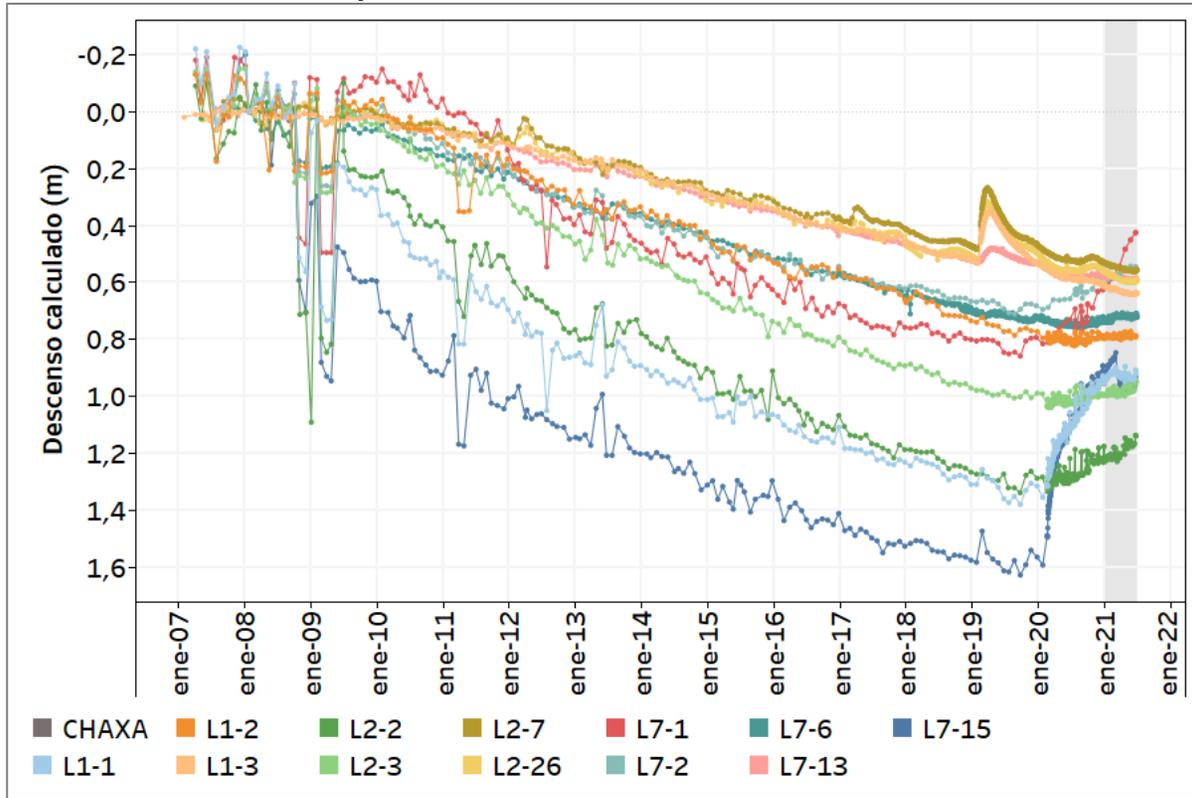
---

<sup>50</sup> Socaire 5B y P-2.

mitad, con lo que se produce una recuperación (ascenso) de los niveles en estos pozos. Por un lado, la recuperación en cada caso es proporcional a la cercanía a los pozos de agua industrial y, por otro lado, el efecto es distinto según se encuentren más próximos al pozo Allana (con caudal reducido) o al pozo Mullay-1 (detenido); los pozos que presentan mayor recuperación son el L7-15 y L1-1 ya que se encuentran a unos 300 m y 850 m, respectivamente, del pozo Mullay-1.

En este primer semestre 2021, desde marzo 2021 y producto del cambio en la extracción de los pozos (Mullay-1 empieza a operar a la mitad de su caudal permitido y Allana se detiene), los pozos L7-15 y L1-1 han variado su tendencia de ascenso para iniciar de nuevo a descender. El resto de los pozos (L7-1, L7-2, L7-6, L2-3, L2-2 y L1-2) mantienen el mismo comportamiento que a inicios de 2020, esto es debido a que en los meses siguientes al cambio en la operación y hasta el cierre de este primer semestre 2021, todavía no se ha transmitido a través del acuífero la respuesta en los niveles de estos puntos.

**Figura 6-5: Descensos calculados de los puntos del sistema Soncor que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

### ***Niveles de reglillas para agua superficial***

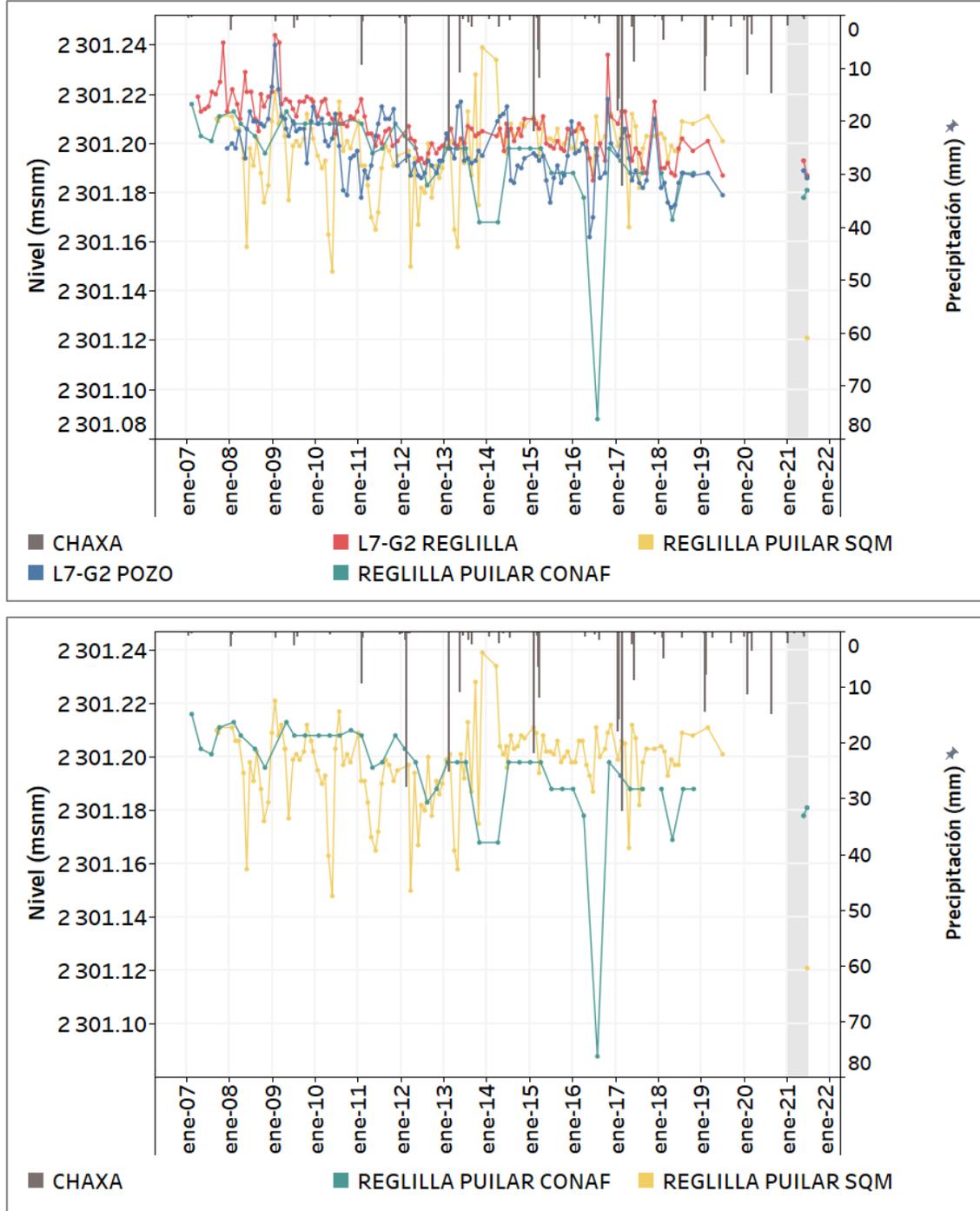
A continuación, se analizan los puntos que miden los niveles de los cuerpos de agua superficiales. Para esto es necesario mencionar que, aunque el propósito constructivo del punto L1-G4 (Reglilla y Pozo) era medir el nivel de los cuerpos de agua superficiales del entorno de desborde de Cola de Pez (área de desborde de la laguna Barros Negros), en realidad, se ha observado al menos a partir desde 2012, que los niveles corresponden al acuífero de ese sector (IDAEA-CSIC, 2018). Es por este motivo que su análisis se hará junto con el resto de los puntos de agua subterránea de la zona marginal (siguiente apartado).

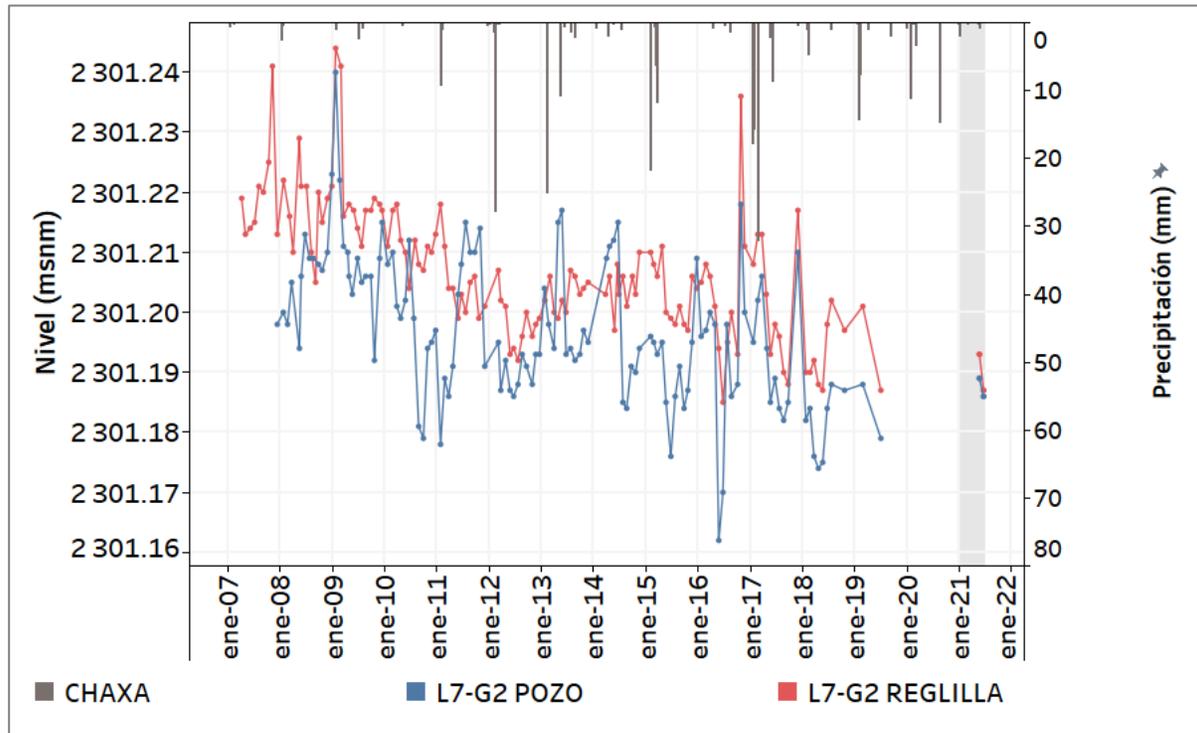
En la Figura 6-6 se muestran los niveles de los puntos en el entorno de la laguna Puilar: Reglilla Puilar (SQM y CONAF) y L7-G2 (Reglilla y Pozo). Históricamente, los niveles en esta área muestran oscilaciones irregulares. Los puntos L7-G2 (Reglilla y Pozo) muestran una tendencia

estable de descenso, con una pendiente promedio de 0,2 cm/año. Este comportamiento es análogo al de la reglilla Puilar CONAF donde, a pesar de contar con una menor frecuencia en las mediciones se observa una tendencia de descenso promedio de 0,22 cm/año. En cambio, la reglilla Puilar SQM, en el periodo entre 2007 y 2011 muestra oscilaciones irregulares, sin una tendencia clara y habiendo registrado los mínimos históricos. Probablemente este comportamiento esté ligado al periodo de pocas lluvias que caracteriza estos años. No obstante, a partir de 2012 se observa una tendencia promedio de ascenso sostenida hasta 2014, año a partir del cual los niveles se mantienen con oscilaciones (irregulares) de menor amplitud y sostenidos alrededor de la cota 2.301,20 m.s.n.m.

Es esta área no se había podido ingresar desde junio 2019 y recién en los meses de mayo y junio 2021 se han tomado niveles de nuevo. Debido a este largo periodo sin información, no es posible poder analizar las tendencias, pero sí se observa que los nuevos datos parecen encontrarse en cotas que mantendrían vigente el análisis anterior, exceptuando la Reglilla Puilar SQM, que ha resultado una medición en junio 2021 a una cota que supondría un mínimo histórico (registrado) (2.301,12 m.s.n.m.). No es posible realizar una interpretación ni tampoco describir un patrón de esta medición y después de tantos meses sin datos, por lo que es necesario seguir observando las mediciones de los siguientes meses.

Figura 6-6: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de la laguna Puillar





Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

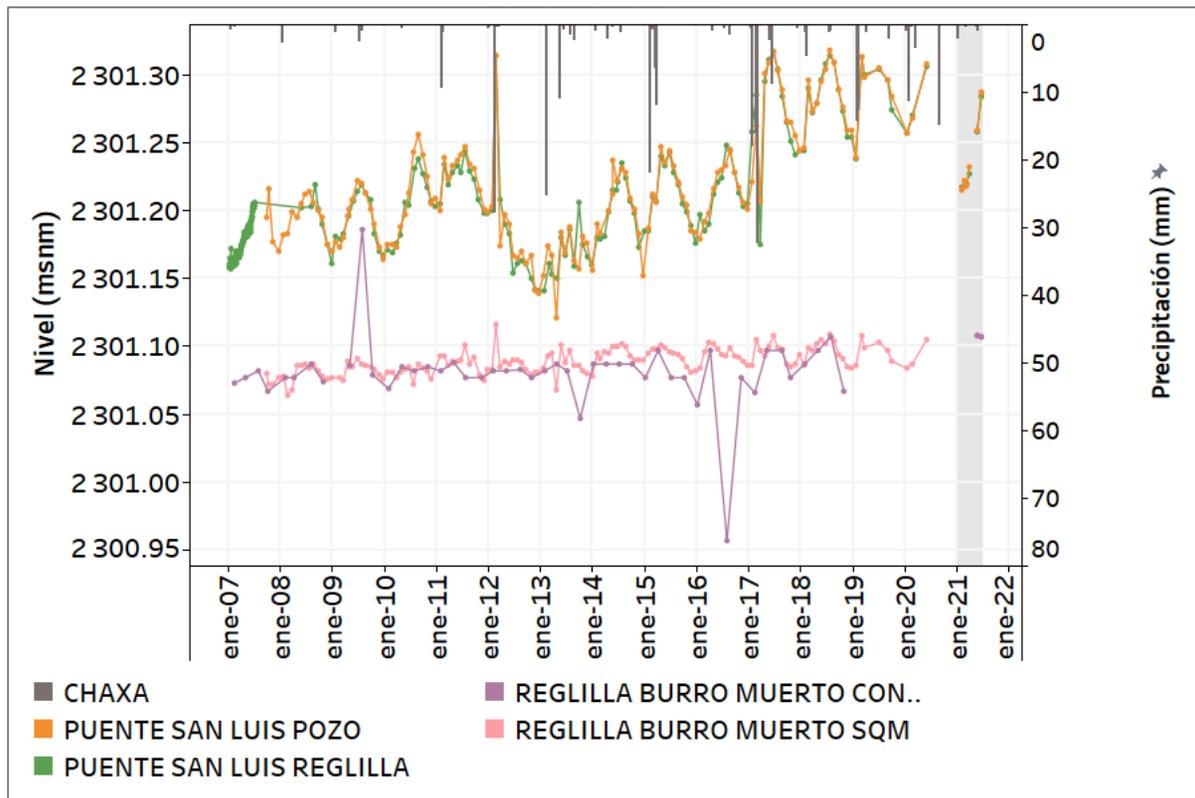
Se centra a continuación el análisis en el sistema de canales y lagunas que alimentan finalmente la laguna de Barros Negros. Empezando por los puntos ubicados aguas más arriba del sistema, se muestra en la Figura 6-7 los niveles de Puente San Luis Pozo y Reglilla Burro Muerto (SQM y CONAF).

A partir de los datos históricos, se observa que las mediciones de Puente San Luis (Reglilla y Pozo) son equivalentes y lo mismo pasa con las Reglilla Burro Muerto SQM y CONAF. Respecto de las tendencias, se observa de los puntos Puente San Luis (Reglilla y Pozo) una oscilación poco regular, aunque sí mantienen la coherencia de máximos en invierno y mínimos en verano. Se puede ver también que, a partir del año 2013, el nivel claramente se muestra ascendente con una tasa promedio de unos 2 cm/año. Por su parte, los puntos de Reglilla Burro Muerto (SQM y CONAF) se han mantenido estables con una tasa de ascenso constante de 1 cm/año y no se aprecia variación estacional.

Durante el primer semestre 2021 se tomaron nuevas mediciones en el Puente San Luís Pozo y Reglilla y la reglilla Burro Muerto CONAF. Respecto de los puntos en el Puente San Luis, se observa como en los niveles medidos durante este primer semestre 2021 reproducen el ascenso esperable de esta época del año, no obstante, la cota a la que se encuentra el nivel en enero 2021 se encuentra 4 cm por debajo del último mínimo registrado (enero 2020), siendo que estos puntos estaban registrando un ascenso promedio continuo desde 2013. Es necesario, por tanto, observar las mediciones de los siguientes meses para determinar si existe un cambio en el comportamiento, o bien puede deberse a un fenómeno puntual.

Respecto de la reglilla Burro Muerto CONAF se observan registros a una cota similar a los años previos, a pesar de que este punto llevaba muchos meses sin ser visitado.

**Figura 6-7: Niveles medidos en las reglillas ubicadas en el entorno de medición del aforo Puente San Luís**

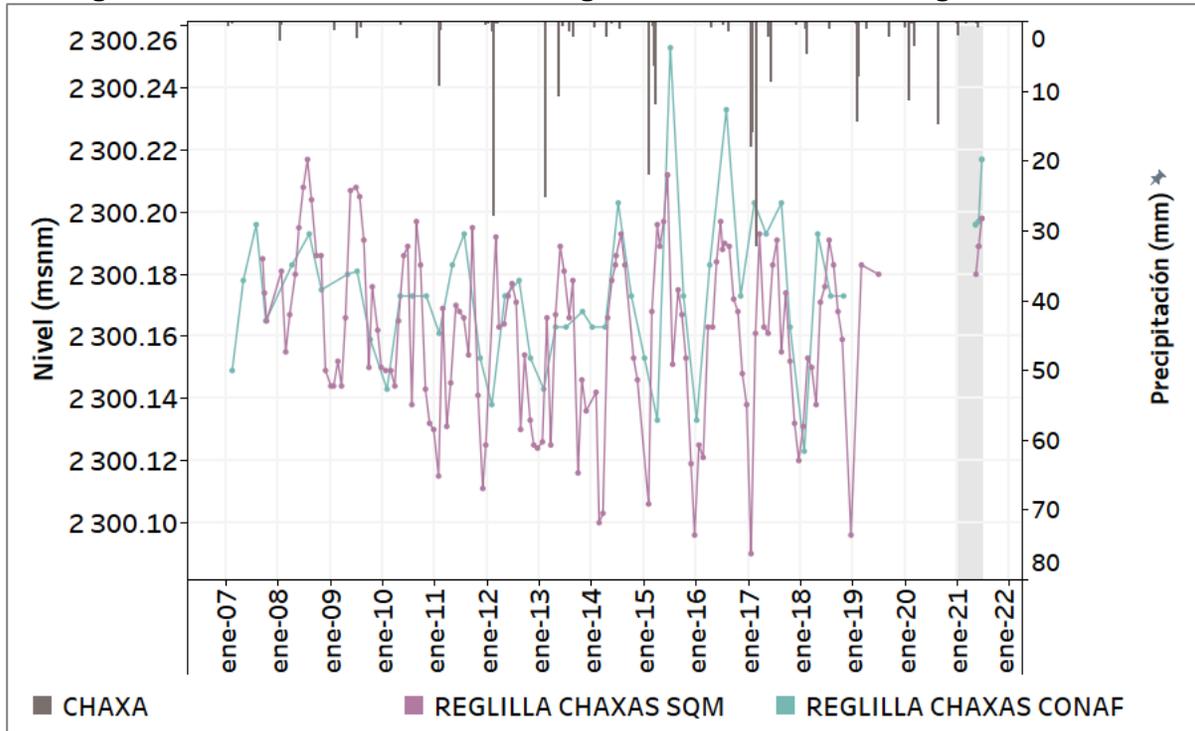


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Aguas abajo del sistema, los siguientes puntos de medición de nivel de agua superficial quedan a la salida de la laguna de Chaxa. Se trata de los puntos Reglilla Chaxas SQM y CONAF y se muestran los niveles registrados en la Figura 6-8. Como ocurre en otros casos, la frecuencia histórica de medición en el punto de SQM es mayor que en el punto CONAF, por lo que el análisis de la tendencia se observa mejor en el primer punto mencionado. Se observa que en este punto (Reglilla Chaxas SQM), previo a 2012, el nivel mostraba una tendencia a descender a la vez que una oscilación estacional de unos 6 cm de amplitud. Llegado 2012 se registra un descenso de 2 cm y a partir de entonces, el nivel se muestra estable y oscilante alrededor de los 2.300,15 m s.n.m. y con una amplitud de unos 9 cm, mayor al periodo anterior.

Estos puntos no habían podido ser medidos desde junio 2019 (octubre 2018 en el caso del punto de CONAF), pero en el presente primer semestre 2021 se midieron en mayo y junio (2021). Se observa como estas mediciones sitúan el nivel a una mayor cota respecto de los años anteriores, de hecho, la medición de junio (2021) se encuentra cercano a los máximos registrados en 2015 y 2016. Es necesario observar el comportamiento en los próximos meses, pero esto contrasta con el aparente descenso de los niveles aguas arriba, en los puntos del Puente San Luís (descritos anteriormente).

**Figura 6-8: Niveles medidos en las reglillas en la salida de la laguna de Chaxa**

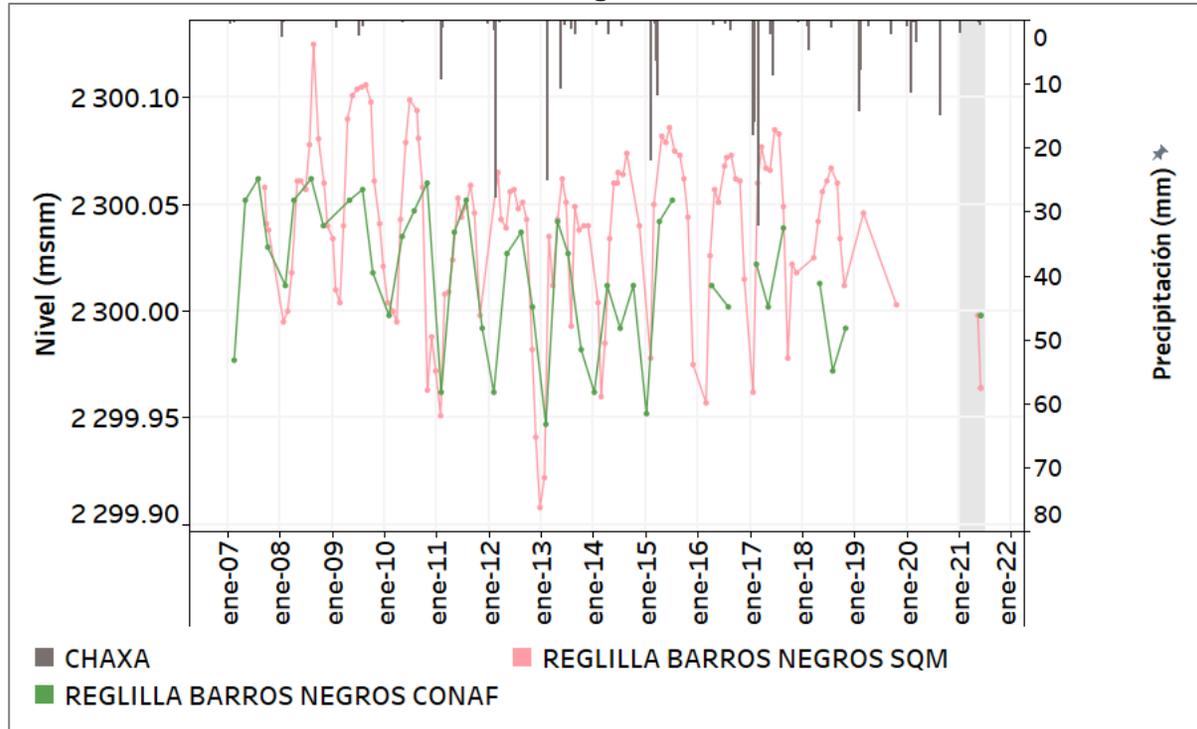


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

Llegado a la laguna de Barros Negros, dentro de la laguna se encuentran los puntos de medición de Reglilla Barros Negros SQM y CONAF, cuyos niveles registrados se muestran en la Figura 6-9. Se observa un comportamiento análogo al de la laguna de Chaxa, donde previo al año 2011 la cota promedio es de 2.300,05 m.s.n.m. y pasada esta fecha, la cota desciende unos 3 cm (2.300,02 m.s.n.m.).

Estos puntos venían sin ser medidos desde octubre 2019 (octubre 2018 en el caso del punto de CONAF), y recién en el mes de mayo 2021 se volvieron a medir. Después de estos meses sin información no es posible poder realizar una actualización del análisis, no obstante, las nuevas mediciones se encuentran a unas cotas coherentes dentro del rango de datos históricos de estos puntos. Será necesario observar los niveles medidos en los próximos meses.

**Figura 6-9: Niveles medidos en las reglillas del cuerpo principal de la laguna Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Por último, se centra el análisis en el canal de Burro Muerto, que conecta la laguna de Chaxa con la de Barros Negros. El análisis de este grupo de puntos se ha dejado para el final, una vez analizados los niveles a la salida de Chaxa y en la laguna Barros negros, pues es esperable que los puntos en el canal muestren relación con la infraestructura anteriormente descrita. En este tramo fluvial se encuentra la reglilla L7-G1 y en la Figura 6-10 se muestran los niveles medidos en este punto, junto con las reglillas de Chaxa y Barros Negros. Como puede verse, se incluye también el nivel del punto RC-1 ya que, si se observa la altura piezométrica de los niveles y la oscilación estacional puede verse que, a pesar de ser un punto construido para medir el acuífero en esa zona, se interpreta que está midiendo en realidad el nivel de los cuerpos de agua superficial. Esto se analiza de nuevo en el siguiente apartado (Pozos en zona marginal). De la Figura 6-10, se extraen las siguientes conclusiones:

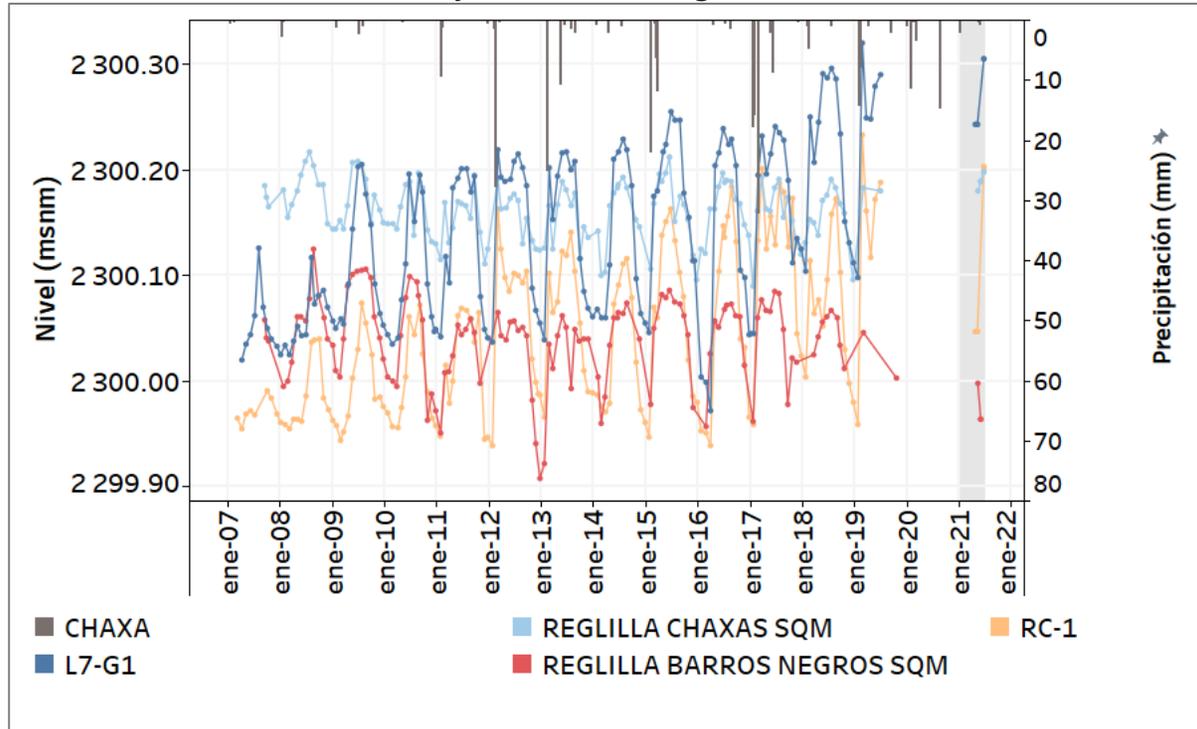
- Entre la laguna Chaxa y Barros Negros existe un gradiente hidráulico, de unos 12 cm, que se ha mantenido durante todo el periodo medido y que, como es de esperar,

determina la dirección del flujo. Incluso, como ya se ha mencionado, ambos cuerpos de agua sostienen una disminución de la cota del nivel promedio a partir del año 2010-2011 que, por otro lado, esta diferencia de cota es esperable puesto que se trata de un curso fluvial.

- El punto el punto L7-G1, que se ubica entre ambas lagunas, muestra una oscilación propia de la estacionalidad de la recarga por precipitación. Se hace notar que el promedio de los niveles tiene una tendencia al ascenso; entre 2009 y 2011 los máximos alcanzan la misma cota que en la laguna Chaxa y en los siguientes años mantiene una tendencia de ir superando cada vez más la cota con respecto la laguna. De hecho, a partir del año 2017 iguala los mínimos de verano con la cota de Chaxa. Esta variación entre las cotas de ambos puntos deja entrever un aumento de la recarga de agua proveniente del borde este.

Estos puntos venían sin ser medidos desde junio 2019 (octubre 2019 en el caso la Reglilla Barros Negros SQM), y recién en los meses de abril y mayo 2021 se volvieron a medir. Después de estos meses sin información no es posible poder realizar una actualización del análisis, no obstante, las nuevas mediciones se encuentran a unas cotas coherentes dentro del rango de datos históricos en cada caso. Será necesario observar los niveles medidos en los próximos meses.

**Figura 6-10: Niveles medidos en las reglillas que se encuentran entre la laguna de Chaxa y la de Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

### **Pozos en zona marginal**

En esta sección se hace el análisis para aquellos puntos que se encuentran en la zona marginal del sistema Soncor. Se trata de un área con diversidad de comportamientos, puesto que existen varios elementos hidrogeológicos que modifican los niveles de forma distinta según el sector. Al oeste de la zona marginal del sistema Soncor se ubica el afloramiento de la interfaz salina y en el centro se encuentra el sistema lagunar definido por la laguna Chaxa - Canal Burro Muerto – laguna Barros Negros y sus desbordes (Desborde Sur y Cola de Pez).

Empezando el análisis en los puntos más cercanos al acuífero aluvial, se identifica un comportamiento que se reconoce por ser transicional entre el aluvial y la zona marginal; estos puntos presentan una tendencia de descenso propia del acuífero aluvial y posiblemente influenciados por los conos de bombeo de los pozos de agua industrial, pero además muestran una oscilación estacional más propia de la zona marginal. Como existen diferencias de cota

importantes que no permiten apreciar el comportamiento a describir, se presenta la Figura 6-11 donde se muestran los descensos calculados para este grupo.

Como se observa en la Figura 6-11, todos los puntos (a excepción del L2-25) muestran una tendencia de descenso; la mayor pendiente la registraba el L2-8 con una tasa promedio para el periodo (2008-2014) de 7,5 cm/año, que contrasta con los puntos del acuífero aluvial, que era de entre 5,5 y 10 cm/año. No obstante, a partir de 2015 parece haber entrado en un periodo de estabilización donde los mínimos y máximos de las oscilaciones estacionales se mantienen alrededor de la misma cota cada año. Exceptuando los años caracterizados por ser lluviosos (2015, 2017 y 2019) donde se produce una oscilación de menor amplitud.

Los puntos L7-3 y L7-14 muestran una menor tasa promedio (1 cm/año y 0,5 cm/año respectivamente) y además reaccionan a los eventos de lluvia reproduciendo un ascenso rápido en los niveles y una consecuente recuperación posterior en forma de cola de descenso. Esta forma distinta en la forma de reaccionar a la lluvia, entre el L7-3 y L7-14 con respecto al L2-8, estaría indicando que probablemente el punto L2-8 está más ligado a la recarga subterránea proveniente del borde este. Cabe decir que el L2-8 se encuentra próximo al sur de las Vegas de Carvajal, por lo que este punto podría ser un indicador del comportamiento alrededor de este sector.

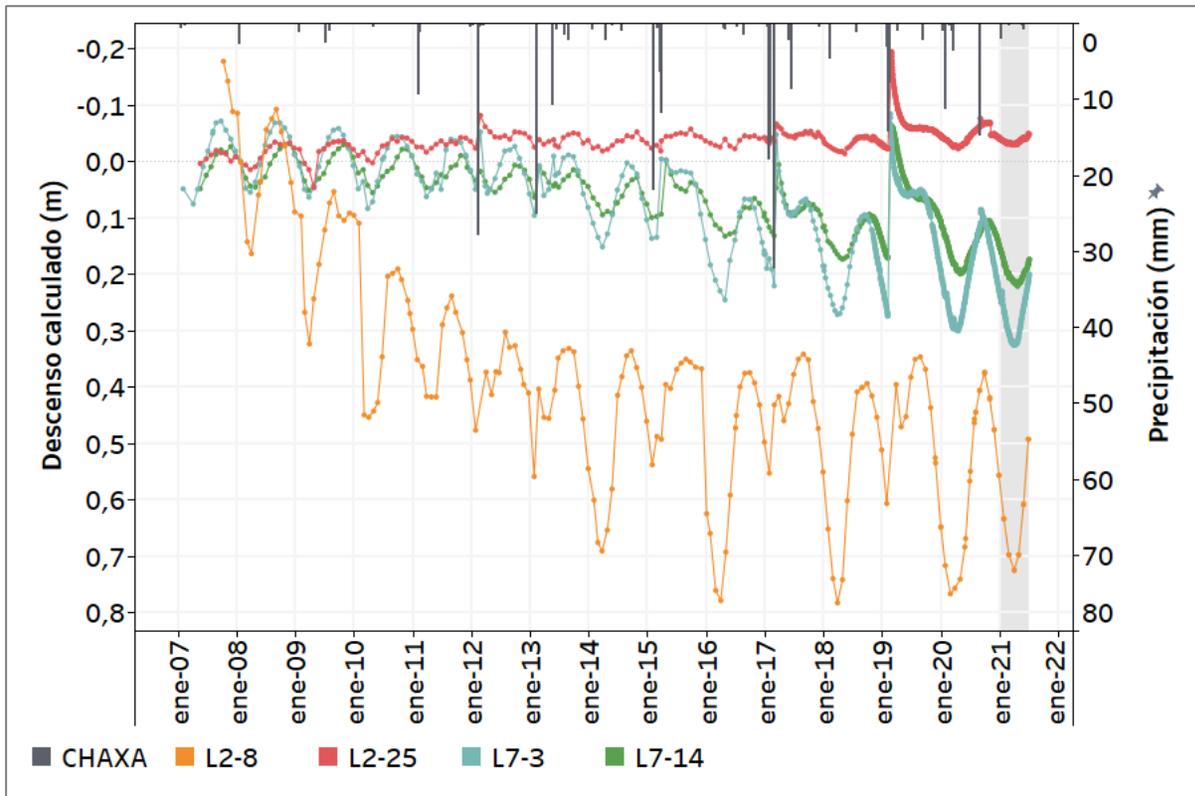
Un aspecto a destacar, es que se observa que los máximos y mínimos estacionales, en el caso del L7-14 se producen un mes desfasados respecto del L7-3, aunque ambos se encuentren a una distancia de menos de 500 metros, siendo el L7-14 el que se sitúa más cercano al aluvial.

El punto L2-25 muestra un comportamiento con una oscilación menos clara que los puntos descritos anteriormente y se destaca respecto el resto, por mostrar una tasa de ascenso (y no descenso), que es de 0,4 cm/año aproximadamente. Se observa también que muestra una respuesta inmediata a los eventos de lluvia, destacando el registrado en febrero de 2019.

Las medidas tomadas en el primer semestre de 2021 confirman las tendencias y comportamientos descritos anteriormente; se observa por ejemplo que el mínimo alcanzado este semestre en el L2-8 corresponde a una cota similar que el registrado el año anterior, por lo que estaría confirmando la estabilización de la tendencia de este pozo observada desde 2015. En el

caso del L7-14 y L7-3, durante el primer semestre de 2021 se reproduce un mínimo a una menor cota que la correspondiente al año anterior.

**Figura 6-11: Descensos calculados en los pozos ubicados en la zona marginal más cercanos al acuífero aluvial**



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente grupo de pozos que se analiza en esta sección son los que se encuentran alrededor de la interfaz salina y que por tanto muestran el comportamiento más relacionado con la zona marginal. Se caracterizan por mostrar una tasa de descenso casi nula y una fuerte estacionalidad. Como existen diferencias de cota entre ellos que no permite distinguir el comportamiento a describir, se muestra la Figura 6-12 con los descensos calculados desde 2008, para este grupo.

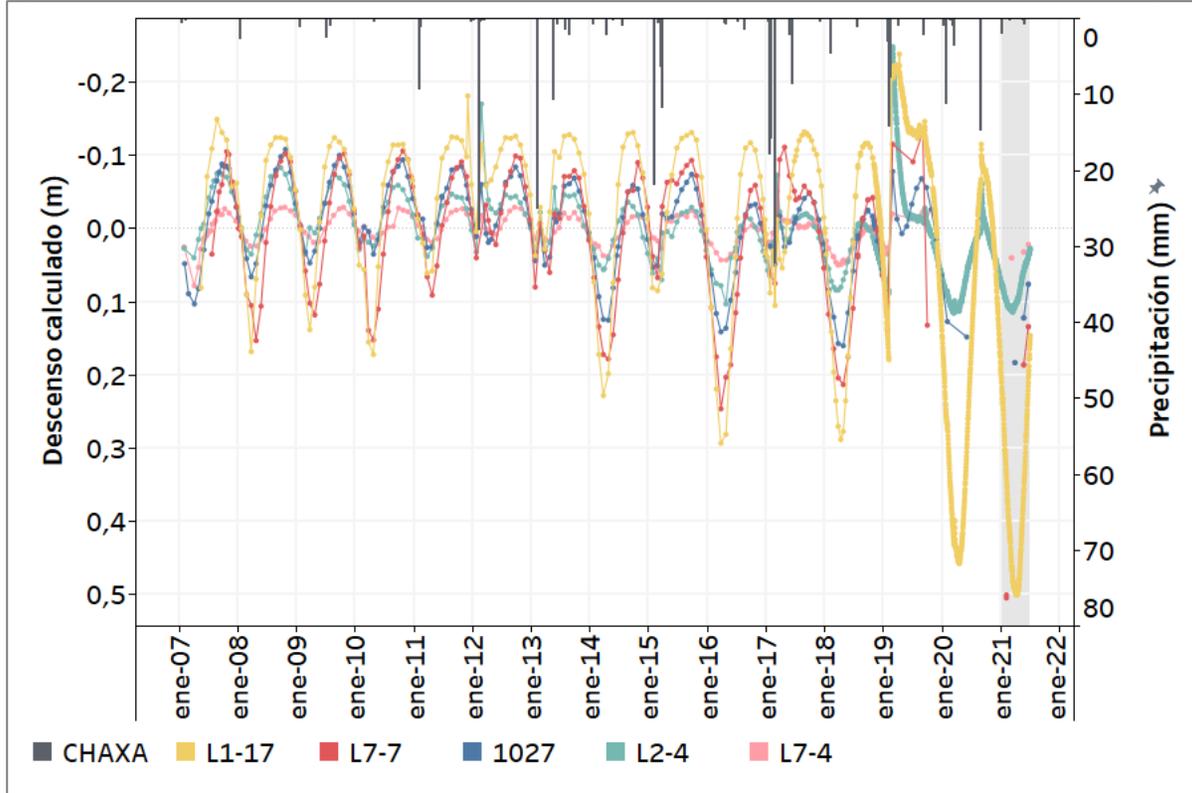
Los puntos de este grupo se distribuyen de norte a sur, sobre la zona de afloramiento de la interfaz salina en superficie; se trata del 1027 (ubicado más al norte), L7-4 y L7-7 (ubicados cerca de la laguna Puilar), el L1-17 (ubicado sobre las vegas de Carvajal) y el L2-4 (ubicado más al sur, próximo al sistema Aguas de Quelana).

De la Figura 6-12 se observa que el L7-4 es el que muestra menor amplitud de la oscilación (una variación entre máximos y mínimos estacionales de 2,5 cm aprox.). De la figura también se extrae que los mínimos se observan a cotas menores (aumentando la amplitud de las oscilaciones) en los años hidrológicos secos (ver el periodo 2008-2010 y los años 2014, 2016 y 2018). De esta forma, se interpreta que estos puntos están ligados a la recarga proveniente del borde este, además de la recarga directa por lluvia de los eventos más intensos. Este punto, que es además indicador de estado, llevaba sin poder ser medido desde septiembre 2019 y recién en este primer semestre se ha podido volver a medir; los niveles obtenidos se sitúan dentro del rango de cota que este pozo ha registrado previamente, por lo que parece que este pozo se mantiene estable dentro de su comportamiento histórico.

Destaca el caso del punto L1-17, indicador de estado que se activó la Fase II del PC recién en marzo 2021 producto de alcanzar un nuevo mínimo histórico y es que el nivel se situó 21 cm por debajo del mínimo del año 2018 (el mínimo de 2019 se registró más elevado producto de la influencia de la lluvia de ese mismo año). Desde el año 2019, el pozo ha empezado mostrado un nuevo patrón de comportamiento, donde la amplitud de la oscilación ha aumentado hasta los 58 cm debido a la fuerte disminución de las cotas en las que se reproducen los mínimos estacionales, las mediciones realizadas durante el primer semestre 2021 confirman este cambio en el comportamiento de este pozo. Según se extrae de los análisis presentados en el informe de investigación asociado, se ha concluido que este cambio en el comportamiento del pozo es producto de las extracciones de agua industrial en el acuífero aluvial.

En el caso del pozo L7-7, ya se ha explicado con detalle en el apartado 4.3.1 que las cotas de los niveles obtenidos durante el primer semestre 2021 no están correctamente calculadas, pues no se cuenta con las elevaciones adecuadas de los puntos de referencia. Por lo que estos registros se mantienen pendientes de validación, por lo que es esperable que cuando se cuente con la información necesario, las cotas mostradas en la Figura 6-12 cambien. Por lo que es necesario esperar hasta entonces para poder realizar un análisis preciso en este punto.

Figura 6-12: Descensos calculados en los pozos asociados al comportamiento marginal



Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento de los niveles en la zona marginal cambia cuando los puntos de observación se encuentran cercanos al sistema lagunar del Sistema Soncor. Se trata del cordón de puntos ubicados al este del sistema Chaxa-Barros Negros y al oeste de la interfaz salina. Su distribución de norte a sur es L7-10, L7-11, L1-15 y L1-16 (Figura 6-13), L1-9 y L1-10 (Figura 6-14) y, finalmente, L1-7, L1-4, L1-6 y L2-5 (Figura 6-15). En general, se observa que en este grupo de pozos se pierde la marcada regularidad estacional que presentaban los pozos del grupo anterior (comportamiento asociado a la zona marginal) y no presentan tendencias de descenso.

Se destaca el comportamiento observado en los puntos L1-16 y L1-15 (Figura 6-13); en el periodo 2007-2011 (periodo seco), ambos puntos muestran niveles a cotas similares, pero, a partir de la lluvia de 2012, se genera un salto de la cota promedio significativo, que es más fuerte en el L1-15 (15 cm) que en el L1-16 (10 cm), siendo que el segundo es el que se encuentra más cerca del Canal de Burro Muerto. Ello hace pensar que, a partir de esta fecha, se empieza a producir una

vía preferente de recarga subterránea desde el borde este. No obstante, si se observa el patrón del L1-15 se puede ver que es reactivo a las lluvias, con ascensos rápidos, pero que posteriormente recupera (desciende) hacia unas cotas que se mantienen con una pendiente de descenso estable de 1,2 cm/año. En cambio, el L1-16 aparentemente muestra un comportamiento similar, pero tanto los máximos producidos por la respuesta a las lluvias, como los mínimos que alcanza posteriormente, presentan una leve tendencia de ascenso promedio de 0,2 cm/año. La diferencia entre ambos puntos, siendo que se encuentran próximos (menos de 500 metros), puede ser debida a que el L1-16 esté también influenciado por los cuerpos de agua superficial ya que, de los dos, es que se encuentra más próximo a éstos.

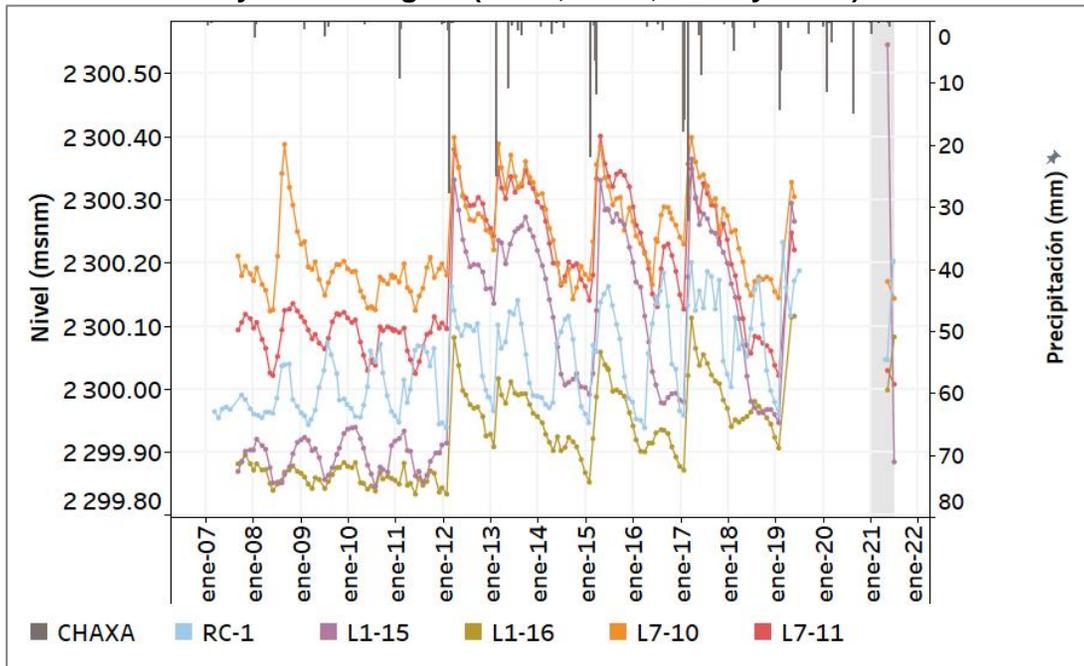
En la Figura 6-13 se muestran los niveles junto al RC-1 que se encuentra muy próximo a este subgrupo de pozos y, como se ha descrito en el apartado anterior, muestra un comportamiento muy relacionado con los cuerpos de agua superficiales. Puede verse como, de entre la transecta RC1 – L1-16 – L1-5, el que punto que presenta menor cota en sus niveles es el L1-16 lo que, según el concepto de las redes de flujo (equipotenciales y líneas de flujo), reafirma la hipótesis de que este pozo está influenciado por los cuerpos de agua superficial y el L1-5 no.

Respecto de los puntos L7-10 y L7-11, si bien se encuentran más al norte, el comportamiento observado en estos puntos es similar al descrito anteriormente del L1-15; fuertes ascensos producto de las lluvia y recuperación (descenso) hacia unos niveles con pendiente de descenso estable, que en este caso es de 2 y 2,7 cm/año consecutivamente y, tal y como puede observarse en la Figura 6-13, las cotas piezométricas entre estos tres puntos son similares.

Si bien estos puntos no habían sido medidos desde mayo 2019, recién en el primer semestre 2021 se han podido realizar mediciones en los meses de mayo y junio (2021); en el caso del L1-16, L7-10 y L7-11 han resultado ser niveles que se encuentran dentro del rango de valores obtenidos durante esta segunda etapa de a partir de 2012, lo que confirma que se mantiene el mismo comportamiento, aunque no es posible distinguir bien la tendencia, por lo que es necesario observar las mediciones de los meses posteriores. En el caso del L1-15 se observa el registro de un valor máximo histórico en mayo (2021), donde se ha alcanzado una cota de 2.300,55 m.s.n.m., 18 cm mayo que el anterior máximo alcanzado en marzo 2017 (que se produjo como respuesta a las lluvias de ese mismo año). Al mes siguiente se registra un nivel a una cota inferior a todas

las mediciones realizadas en el periodo posterior a 2012. Todo esto, confirmaría el patrón descrito para este punto, no obstante, es evidente que durante este semestre reportado se han producido dos valores muy extremos, por lo que es necesario seguir observando los niveles de los próximos meses.

**Figura 6-13: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-15, L1-16, L7-10 y L7-11)**



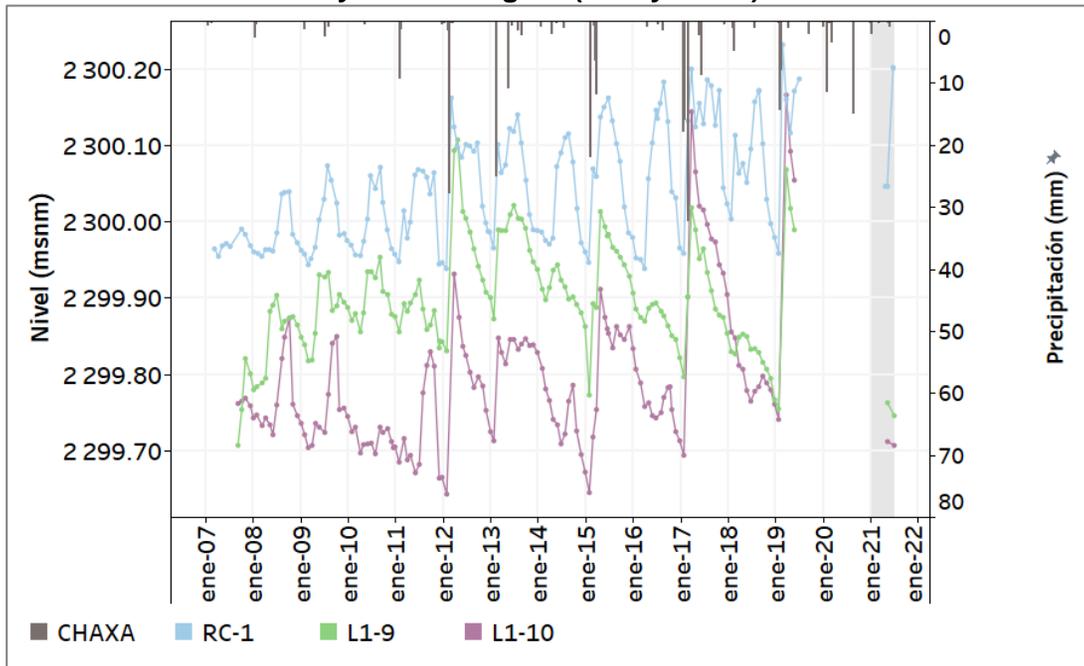
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Respecto de los puntos L1-9 y L1-10 se muestran en la Figura 6-14 junto el punto RC-1 como referencia para el análisis, tal y como se ha hecho en la figura anterior. En el caso del L1-10 el comportamiento observado es equivalente al descrito en el L1-16; comportamiento reactivo a las lluvias, con ascensos rápidos y posteriores recuperaciones hacia un nivel base y que se muestra ascendente con una pendiente de 2.4 cm/año. En el caso del L1-9, la tendencia de estos niveles de entre lluvias no es clara, parece ser estable en cuanto a las cotas.

Estos puntos, de la misma forma que en los grupos anteriores, no han podido ser medidos desde mayo 2019 y recién este semestre, en mayo y junio (2021) se volvieron a medir. Los niveles obtenidos se encuentran en unas cotas que, en el caso del L1-9 serían similares a estos niveles

mínimos de entre lluvias, pero en el caso del L1-10 el nivel habría alcanzado una cota inferior a los años anteriores, siendo que se esperaría que fuera mayor debido a la tendencia ascendente. No obstante, en ambos casos, no es posible todavía obtener conclusiones pues es necesario obtener una serie de tiempo más larga.

**Figura 6-14: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-9 y L1-10)**

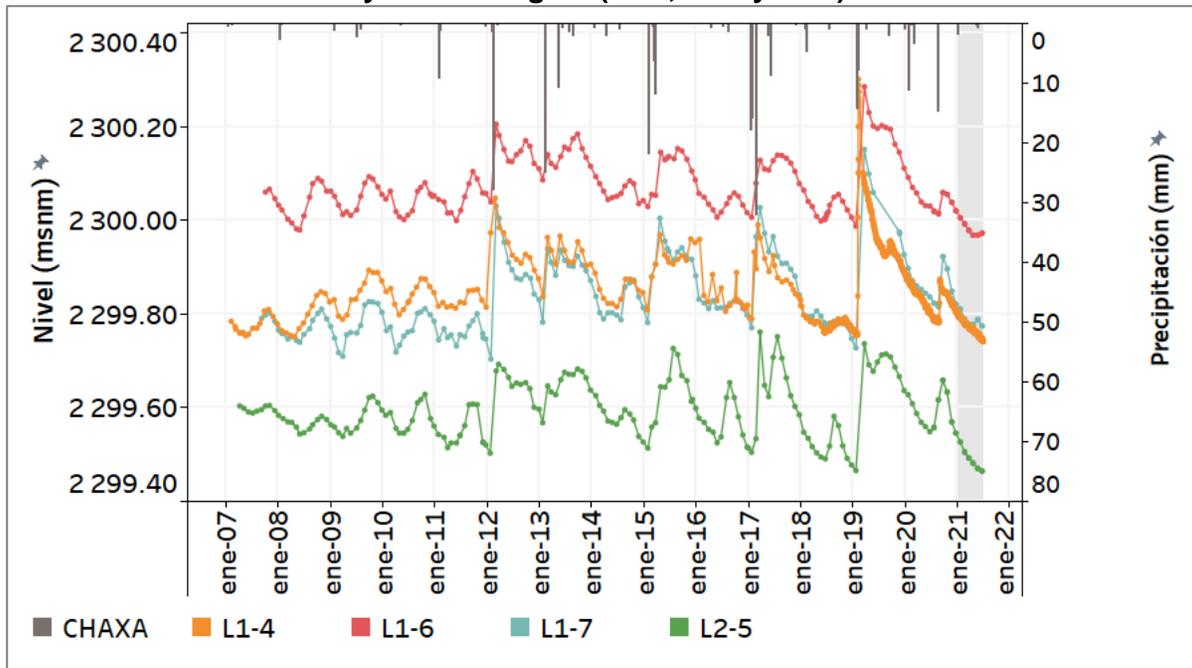


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Los puntos ubicados más al sur (L1-7, L1-4, L1-6 y L2-5) se muestran en la Figura 6-15. Este set de puntos sí ha mantenido las mediciones regulares durante todo el periodo RCA 226/2006. Se observa, de la misma forma que los anteriores grupos, un cambio significativo en el patrón de niveles a partir de 2012, probablemente debido a la sucesión intercalada de años con fuertes lluvias, en comparación con el periodo entre 2007 y 2011. A partir de 2012, se observan oscilaciones poco regulares, a la vez que respuestas más rápidas a las lluvias en forma de ascensos fuertes y posterior recuperación hacia un nivel base (el ejemplo más evidente, la respuesta al evento de lluvia de 2019). En todos los casos, la tendencia generalizada es de descenso, con unas pendientes de entre 0,6 cm/año el L1-17 (que se encuentra más cercano al sistema de lagunas) y 1,8 cm/año el L1-4. Las mediciones correspondientes al primer semestre

2021 confirmarían el comportamiento descrito, en donde se registran niveles mínimos en cotas inferiores respecto de los anteriores años.

**Figura 6-15: Niveles medidos en los pozos influenciados por el sistema lagunar de Chaxa y Barros Negros (L1-4, L1-7 y L2-5)**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Al oeste y al sur de la laguna Barros Negros es donde históricamente se han producido los eventos de desborde de la laguna. En el sector de desborde de Cola de Pez (al oeste del cuerpo principal), en los pozos influenciados por estos episodios de desborde se han observado dos grupos; el primero es el que recibe el aporte directo del evento de desborde y que se caracteriza por mostrar respuestas inmediatas en sus niveles. El otro grupo es el que, por su ubicación, reciben la recarga de los desbordes de forma residual, es decir, en forma de recarga subterránea (peaks suavizados, de menor amplitud y más tardíos) y no en forma de recarga directa.

En la Figura 6-16 se muestran los niveles de los puntos que reciben en forma de recarga directa el desborde (L1-5, L1-8, L1-13, L1-G4 Pozo y Reglilla, L2-24, P1-3, P1-4, P1-5, P1-6 y P1-7). En ellos se observa una marcada estacionalidad (oscilación), que disminuye en la medida que el punto se encuentra más alejado de la zona por la que se produce el desborde, es decir, que se

reduce la amplitud de la oscilación (por ejemplo, el L1-13 tiene una amplitud de 24 cm y para la misma fecha, en el P1-3 es de 7 cm). Se interpreta, por tanto, como un pulso que se produce localmente (punto de desborde) y que se propaga en dirección del sentido del flujo del acuífero (desde la laguna y en dirección suroeste), dando lugar a una reducción progresiva de la respuesta al desborde.

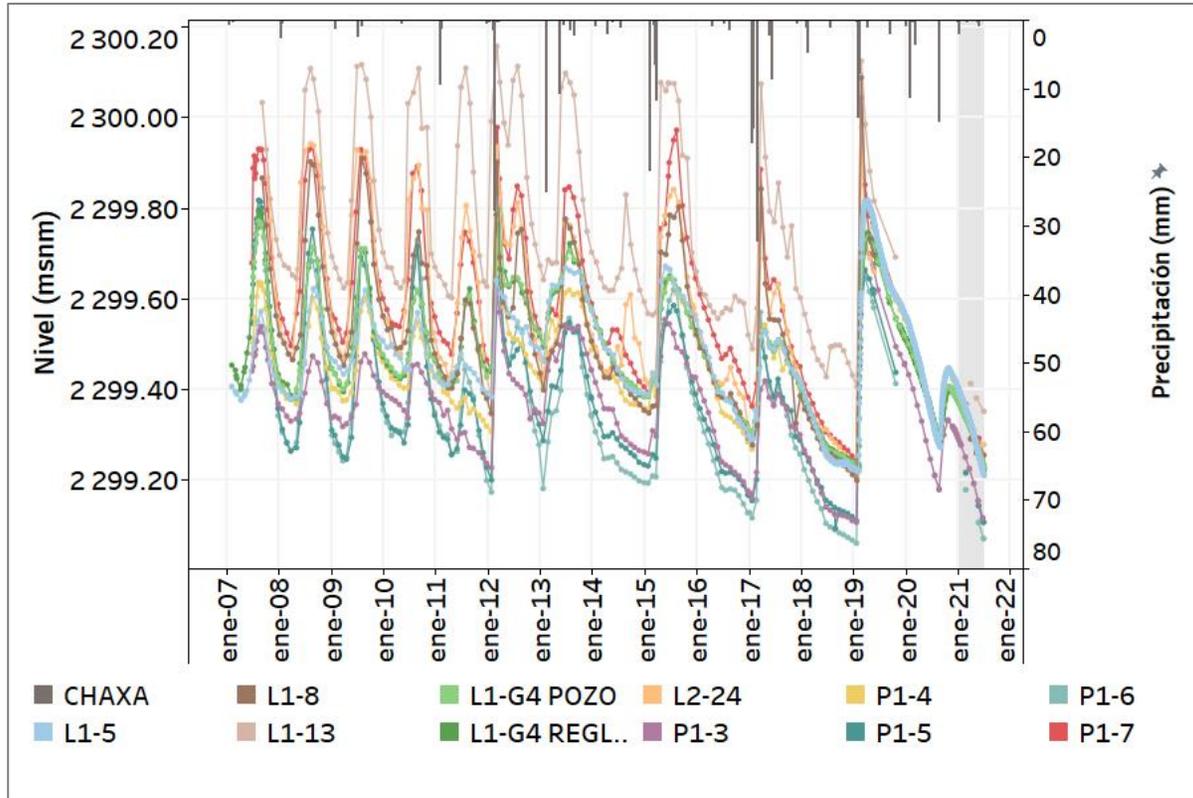
No obstante, es posible observar cómo esta dinámica cambió de forma progresiva durante el año 2011 y más evidente a partir de la lluvia de 2012, que se caracterizó por ser una lluvia muy intensa (38,8 mm en dos días, según la estación de Chaxa); se estima que fue el evento a partir del cual cambió la dinámica de desbordes de la laguna Barros Negros (IDAEA-CSIC, 2018)<sup>51</sup>. A partir de esta fecha, se puede ver como se pierde la regularidad de la oscilación, las respuestas más evidentes de los niveles coinciden con los eventos de lluvia y, progresivamente, en los años 2014, 2016 y 2018, que fueron años secos, se mide un pulso cada vez más tenue dando a entender que durante estos años se produjeron cada vez menos desbordes hacia este sector. Por lo anterior, es posible concluir que estos puntos, hoy en día están midiendo los niveles del acuífero sin el aporte superficial que se recibía por los episodios de desborde. El acuífero en esta zona se caracteriza por responder de forma directa a las lluvias y presentar una tasa de descenso de unos 4 cm/año, aproximadamente.

De este grupo de puntos, varios han estado sin poder ser visitados desde octubre 2019 (P1-7, P1-6, P1-5, L1-13, L2-24 y L1-8, los dos últimos no se medían desde mayo 2019). En el primer semestre de 2021 todos han podido ser visitados de nuevo al menos dos veces. Los niveles obtenidos se mantendrían dentro el rango de valores esperados según el registro histórico y se observa que durante este semestre todos están reproduciendo una recuperación (descenso) desde un pulso de recarga que hubo en octubre 2020.

---

<sup>51</sup> Esta referencia bibliográfica se refiere al Informe de Investigación que se elaboró producto de la activación de los indicadores L1-5 y L1-G4 Reglilla, donde se presentó un análisis exhaustivo de la dinámica de la laguna Barros Negros y sus efectos sobre el acuífero.

**Figura 6-16: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga directa del desborde de Cola de Pez**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

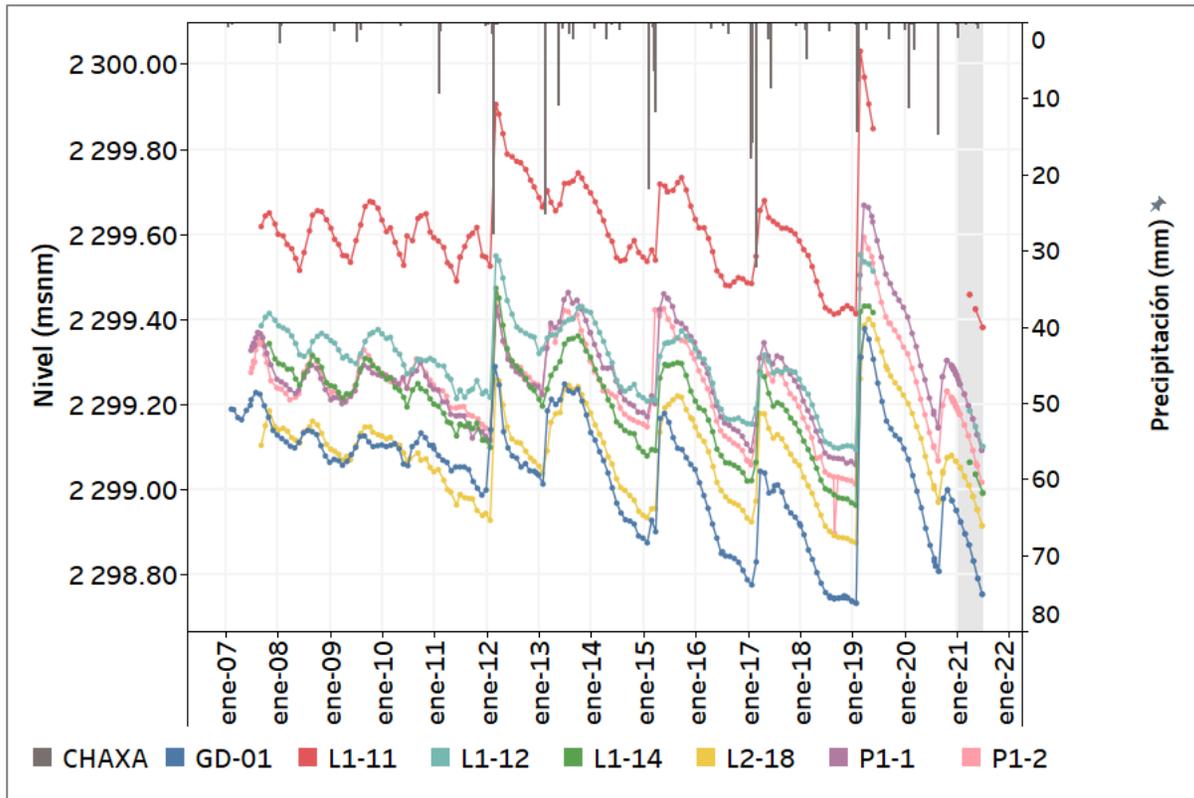
Los pozos que se sitúan más alejados del punto de desborde de Cola de Pez (GD-01, L1-11, L1-12, L1-14, L2-18, P1-1, P1-2) se muestran en la Figura 6-17. En general, se caracterizan por presentar una amplitud de la oscilación que disminuye y se suaviza en la medida que el pozo se encuentra más alejado. Se diferencian además de los anteriores (influenciados de forma directa) porque las cotas en este caso son inferiores; disminuye la cota de forma gradual a medida que el punto se encuentra más alejado de la zona de desborde. Todo esto conduce a concluir que el agua proveniente de la descarga llega a estos puntos como un pulso de recarga subterránea.

De la misma forma que se ha identificado en el anterior grupo de pozos (los influenciados de forma directa por el desborde), estos puntos, como es de esperar, también muestran en sus niveles el cambio de la dinámica de desborde de Barros Negros. Por lo que, hoy en día, estos puntos presentan la respuesta debida a la recarga directa de precipitación con posterior

recuperación (descenso) hacia unos niveles que se mantienen con una tendencia de descenso estable.

De este grupo, los puntos L1-11, L1-12 y L1-14 no eran medidos desde mayo 2019. Recién en el primer semestre 2021 se ha logrado medir el grupo completo. Los niveles medidos, de la misma forma que el anterior grupo descrito, se mantendrían dentro el rango de valores esperados según el registro histórico y se observa que durante este semestre todos están reproduciendo una recuperación (descenso) desde un pulso de recarga que hubo en octubre 2020.

**Figura 6-17: Niveles medidos en los pozos que reciben la recarga de forma indirecta del desborde de Cola de Pez**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo de puntos a analizar son los que se encuentran influenciados por el desborde hacia el sector sur de la laguna Barros Negros, llamado Desborde Sur (L2-9, L2-10, L2-15, L2-16, L2-21, L2-23, P2-1, P2-2, P2-3, P2-4 y P2-5). Se conoce a partir de los estudios que se han elaborado en la cuenca en los últimos años (IDAEA-CSIC, 2018) y como se mencionaba

anteriormente, que la dinámica de desborde de la laguna cambió a partir de las lluvias de febrero de 2012; a partir de esta fecha los desbordamientos hacia Cola de Pez perdieron intensidad para favorecer la salida a través del límite sur de la laguna. Ello produce una serie de cambios en los niveles de los puntos de control de esta zona y que se describen a continuación.

Los pozos influenciados por el Desborde Sur se han dividido en dos figuras (Figura 6-18 y Figura 6-19) para mostrar mejor los distintos comportamientos. En ambas, se acompañan de los niveles de la Reglilla Barros Negros SQM como referencia para el análisis.

En la Figura 6-18 se muestra un primer grupo de pozos, que se caracteriza por estar estrechamente ligados al nivel de la reglilla de Barros Negros. Como puede verse, el punto L2-23 se solapa completamente (en cota y en amplitud de oscilación) con el nivel de la reglilla de la laguna a partir de la segunda mitad del año 2010 y, dada su ubicación con respecto al límite de la laguna se interpreta que este punto en realidad está midiendo las oscilaciones del cuerpo lagunar. Es decir, que se podría decir que el límite de la laguna habría aumentado hasta alcanzar este punto.

Ocurre algo similar con el punto P2-5, que durante el periodo de entre 2007-2017 se muestra oscilante a una cota inferior a la de la laguna (Figura 6-18). Pero, a partir de 2017, se observa cómo se solapan los niveles durante los meses de (niveles) máximos. Se trata del siguiente punto más cercano al cuerpo de la laguna en este sector, después del L2-23. Así, por ubicación y comportamiento de los niveles, se extrae que durante los periodos húmedos del año el límite del cuerpo lagunar llega hasta la ubicación de este punto.

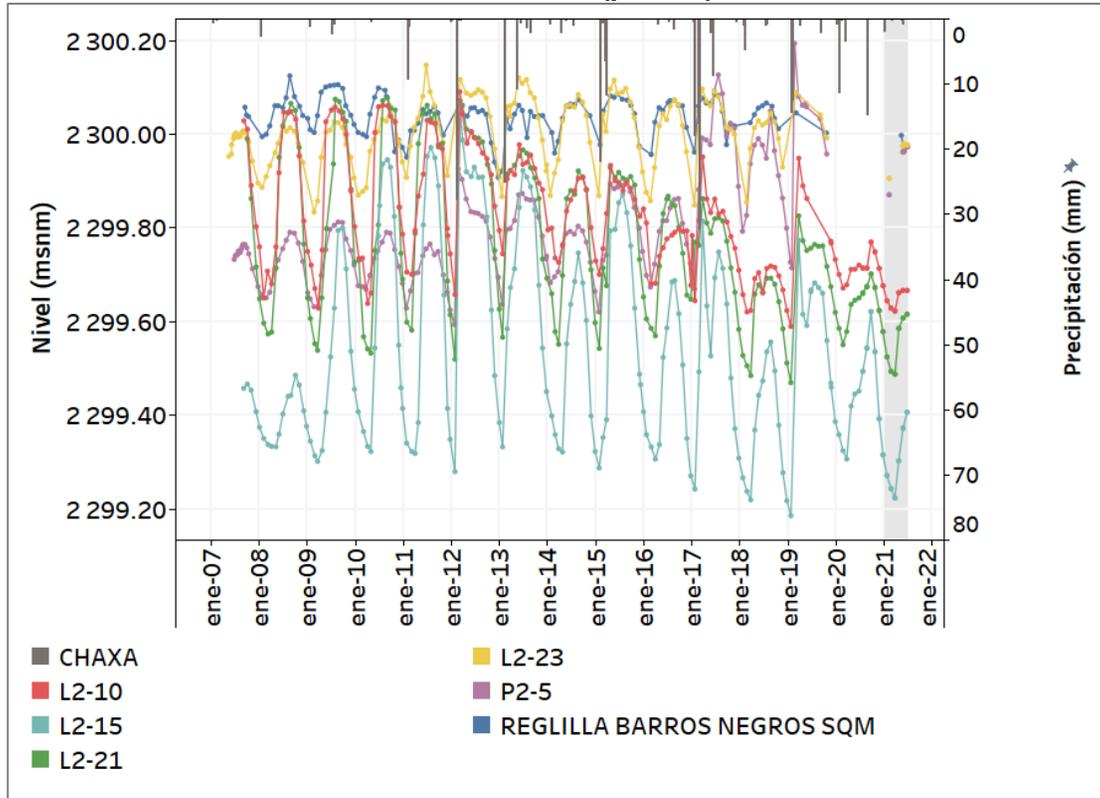
En el lado este del Desborde Sur, se encuentran los puntos L2-10, L2-21 y L2-15. En la Figura 6-18 se puede ver como en los puntos L2-10 y L2-21, durante el periodo entre 2007 a 2011 los niveles máximos alcanzaban cotas similares a las de la reglilla Barros Negros (no iguales como en los casos anteriores). A partir del 2012, los máximos alcanzados cada vez se encuentran en cotas más bajas (los mínimos se mantienen estables). Esto significa que, a partir de ese año, el Desborde Sur dejó de recargar con la misma intensidad la zona de estos puntos durante los meses húmedos de crecidas. Algo similar se observa en el punto L2-15 (Figura 6-18), que a partir del año 2009 va aumentando la cota de los máximos hasta alcanzar prácticamente la de la reglilla de la laguna en 2012. Posterior a este año, empieza a mostrar un descenso promedio de los

niveles. De entre los tres puntos (L2-10, L2-21 y L2-15) se calcula que la tasa promedio de descenso es de entre 2,8 y 3,8 cm/año, y se observa también en todos los casos que las oscilaciones se vuelven menos regulares en frecuencia y amplitud. Se extrae, por tanto, que durante el periodo entre 2009-2012 aproximadamente, el Desborde Sur llegó a cubrir el área de estos puntos y posteriormente, esta área dejó de recibir el aporte de la laguna.

El análisis que se deriva de estos tres puntos da cuenta de que la dinámica de desborde hacia este sector es una dinámica cambiante con los años, tal y como es esperable para un sistema lagunar que se encuentra sobre un terreno con pocas variaciones de relieve topográfico. Esta es una conclusión a la que otros análisis también han llegado, como por ejemplo el elaborado por Le Roux en 2018 a partir del estudio de los depósitos sedimentarios en la zona.

Los puntos P2-5 y L2-23 no habían podido ser medidos desde octubre 2019 y recién en el primer semestre 2021 han podido ser visitados de nuevo; los niveles obtenidos se encuentran a cotas prácticamente iguales que las mediciones de la Reglilla Barros Negros, por lo que se mantiene vigente la interpretación anteriormente realizada. En el caso de los puntos L2-21, L2-15 y L2-10 han ido siendo medidos con una frecuencia estable, las mediciones obtenidas en el primer semestre 2021 muestran la misma tendencia general, por lo que se mantienen estables con el mismo comportamiento descrito anteriormente.

**Figura 6-18: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 1)**



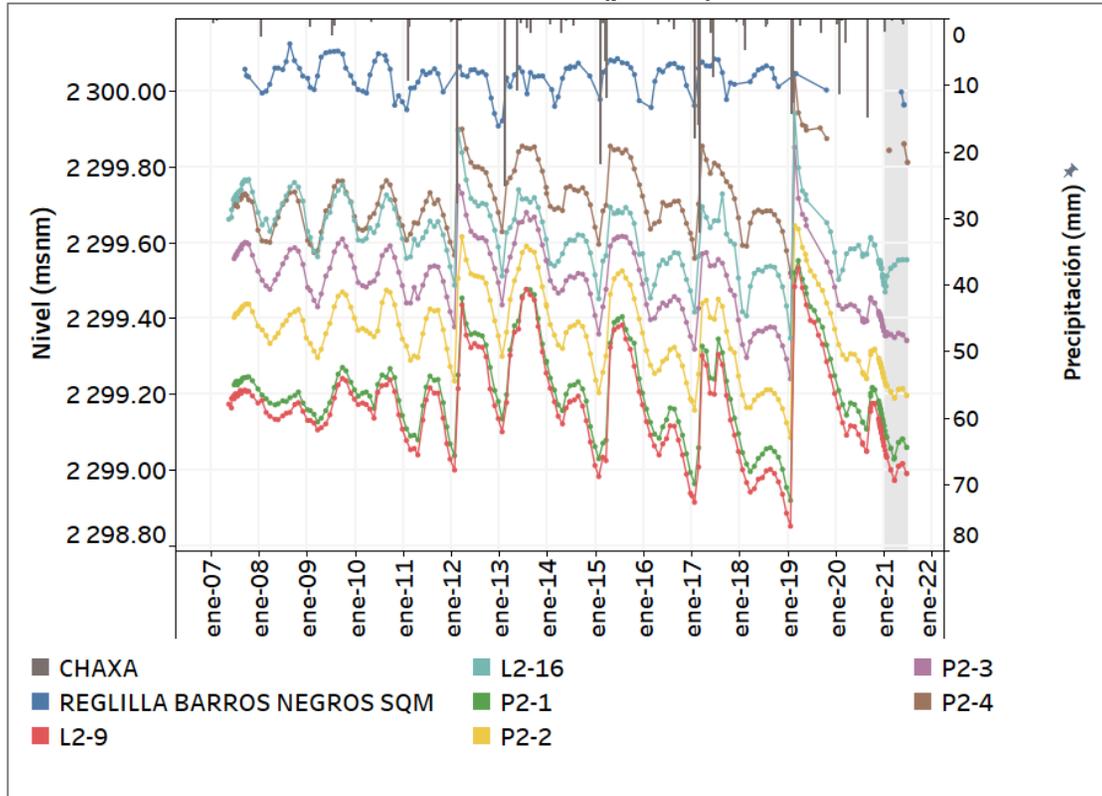
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Del segundo grupo de puntos influenciados por el Desborde Sur (Figura 6-19) se destaca el gradiente hidráulico que hay entre la reglilla de Barros Negros y estos puntos. Se observa también que estos puntos reproducen los ciclos estacionales (de máximos y mínimos) de la laguna (a cotas más bajas) de una forma suavizada, a la vez que también responden a los eventos de lluvia. Se interpreta por tanto que estos puntos reciben la recarga proveniente del desborde, pero a través del acuífero, en forma de pulso, además de la recarga directa por lluvia. Se observa también que los mínimos reproducen también una tendencia al descenso desde el inicio de las mediciones, en mayo 2007, de unos 2 cm/año.

Los valores medidos de este grupo de pozos, para el periodo del primer semestre de 2021, muestran el registro de un mínimo de entre lluvias a una cota más elevada con respecto los mínimos de los años anteriores, que venían mostrando una pendiente de descenso de 2 cm/año.

Esto podría ser debido a la respuesta de la recarga directa de los sucesivos eventos de lluvia anteriores (febrero 2019, que elevó los niveles de forma muy relevante, enero 2020 y agosto 2020) sumado a la recarga proveniente de la laguna en forma de oscilación estacional.

**Figura 6-19: Niveles medidos en los pozos influenciados por la descarga a través de Desborde Sur (parte 2)**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

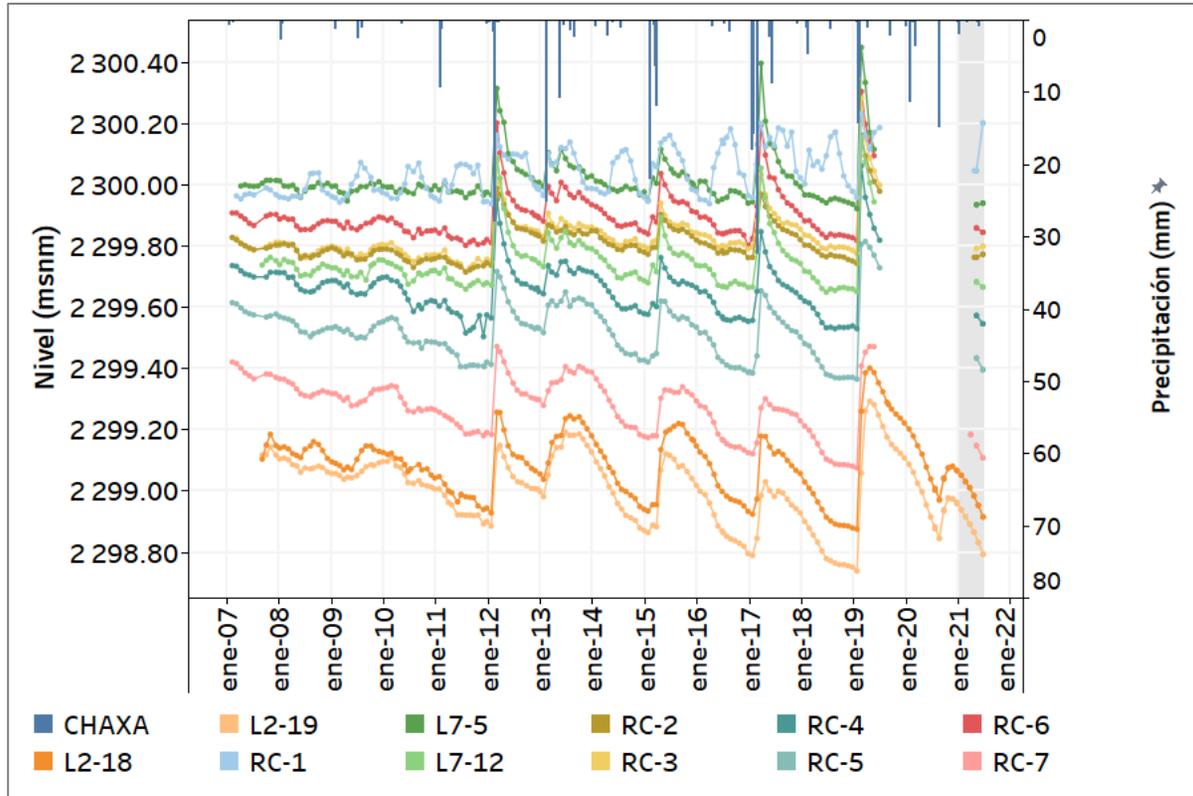
Al oeste de las lagunas Chaxa y Barros Negros, se encuentra otro grupo de pozos; se trata de los puntos L2-18, L2-19, L7-4, L7-12, RC-2, RC-3, RC-4, RC-5, RC-6 y RC-7. Los niveles medidos se muestran en la Figura 6-20, junto con el nivel del pozo RC-1 que, aunque se ha mostrado su evolución en el conjunto de puntos con comportamiento relacionado a los cuerpos de agua superficial, se muestra de nuevo como referencia para el análisis.

Los niveles del acuífero en este sector no muestran un comportamiento estacional, aunque sí se presentan algunas oscilaciones poco regulares y esporádicas. Por otro lado, se observa que la respuesta a los eventos de precipitación no es siempre proporcional a la intensidad de la lluvia y

el tiempo de respuesta también varía. Este grupo de pozos destacan también por presentar un gradiente hidráulico con respecto al punto RC-1 (usado como referencia de los cuerpos de agua superficial). Se destaca también que la pendiente de descenso que describen los mínimos de los niveles (cuando no hay efecto de recuperación de las lluvias), aumenta en la medida que los puntos se encuentran más cercanos al núcleo; si se toma el periodo a partir de 2012 para la comparación, el punto L7-5 no muestra apenas descenso, el punto RC-5 tiene un descenso de unos 2,5 cm/año y el punto L2-19 es de 3,3 cm/año. Estos aspectos descritos llevan a la conclusión de que esta zona es una transición desde el área de recarga del norte y hacia el núcleo.

Este grupo, a excepción del L2-18 y L2-19, llevaban sin poder medidos desde mayo-junio 2019 y recién en el mes de mayo 2021 se volvieron a medir y posteriormente en junio (2021) también. Las cotas de los niveles obtenidos se encuentran dentro del rango histórico de cada pozo. No es posible realizar mayor análisis con solo dos mediciones, por lo que es necesario esperar a los niveles resultantes en los próximos meses.

**Figura 6-20: Niveles medidos en los pozos ubicados al oeste del sistema de lagunas de Soncor**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Soncor. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del primer semestre 2021, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento. Por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

### ***Pozos en Zona núcleo***

Cerrando el análisis de los puntos del sistema Soncor, el último grupo de puntos son los que se encuentran sobre el núcleo del Salar. Se trata de los pozos SOPM-7 (L2-6), SOPM-13, SOPM-14, L2-14, L2-12, L2-17, L2-20 y 2021, de los que se muestran sus niveles en la Figura 6-21.

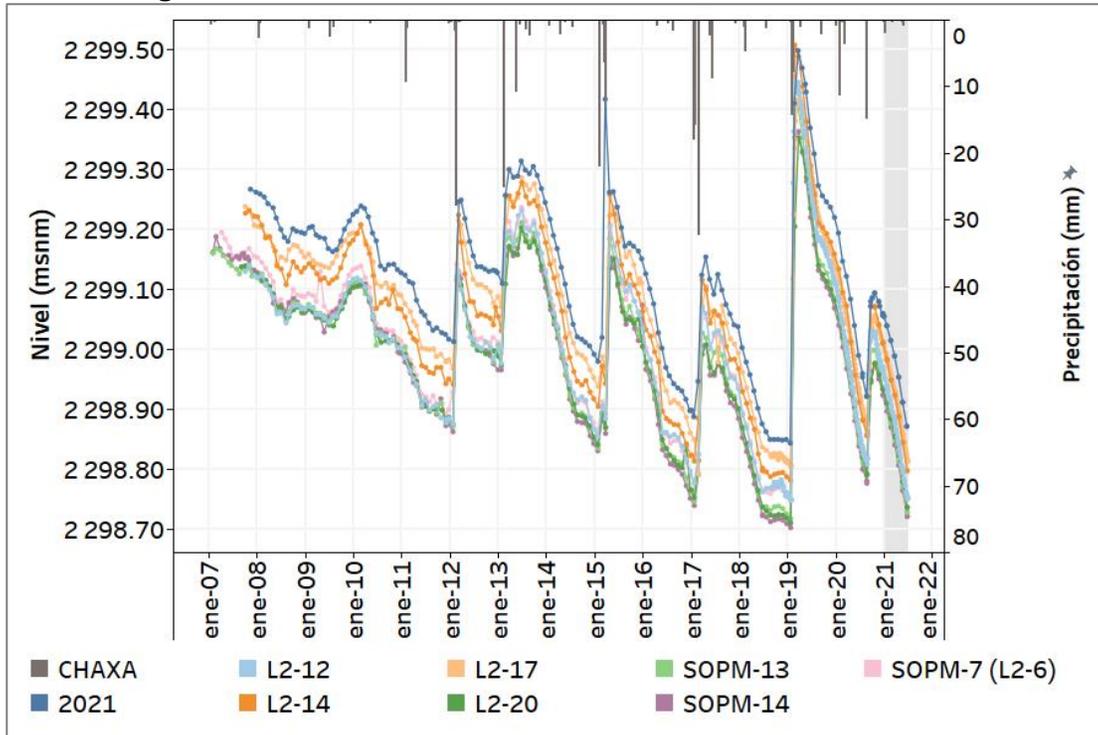
Estos no presentan estacionalidad, responden a los episodios de lluvia y muestran una tendencia general al descenso. Además, se caracterizan por el bajo gradiente hidráulico que se observa entre ellos (los niveles se presentan en cotas piezométricas similares), dando cuenta de lo plana que se encuentra la superficie piezométrica en este sector.

Este comportamiento es característico de este tipo de acuífero, dominado por fracturas o disoluciones. La tendencia histórica del núcleo ha sido, de acuerdo con lo esperado, siempre con tendencia al descenso y presentando recuperaciones solo debido a los episodios de precipitación, que actúan como recarga directa. A la tendencia de descenso base (preoperacional), se sobrepone el efecto de la extracción de salmuera de los dos actores de la cuenca (SQM y Albemarle) lo que implica una tasa de descenso más acusada. Estos puntos han demostrado ser sensibles a las modificaciones de las tasas de extracción de salmuera, tal como se comprobó en el informe de Efectividad de Acción, producto de la activación de los indicadores de Soncor (IDAEA-CSIC, 2018), con la estabilización del descenso observado en los puntos L2-17, L2-14 y SOPM-14 y una recuperación observada en el punto L2-12.

Los niveles medidos en el primer semestre de 2021 corroboran el análisis descrito; actualmente los puntos muestran la recuperación esperada después del pulso de recarga de la lluvia de agosto 2020.

La conclusión general del sistema Soncor – Vegetación Borde Este, es que los niveles mantienen las tendencias esperadas y en algunos casos dentro de los rangos históricos.

Figura 6-21: Niveles medidos en el núcleo del sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### Superficie de los sistemas lacustres

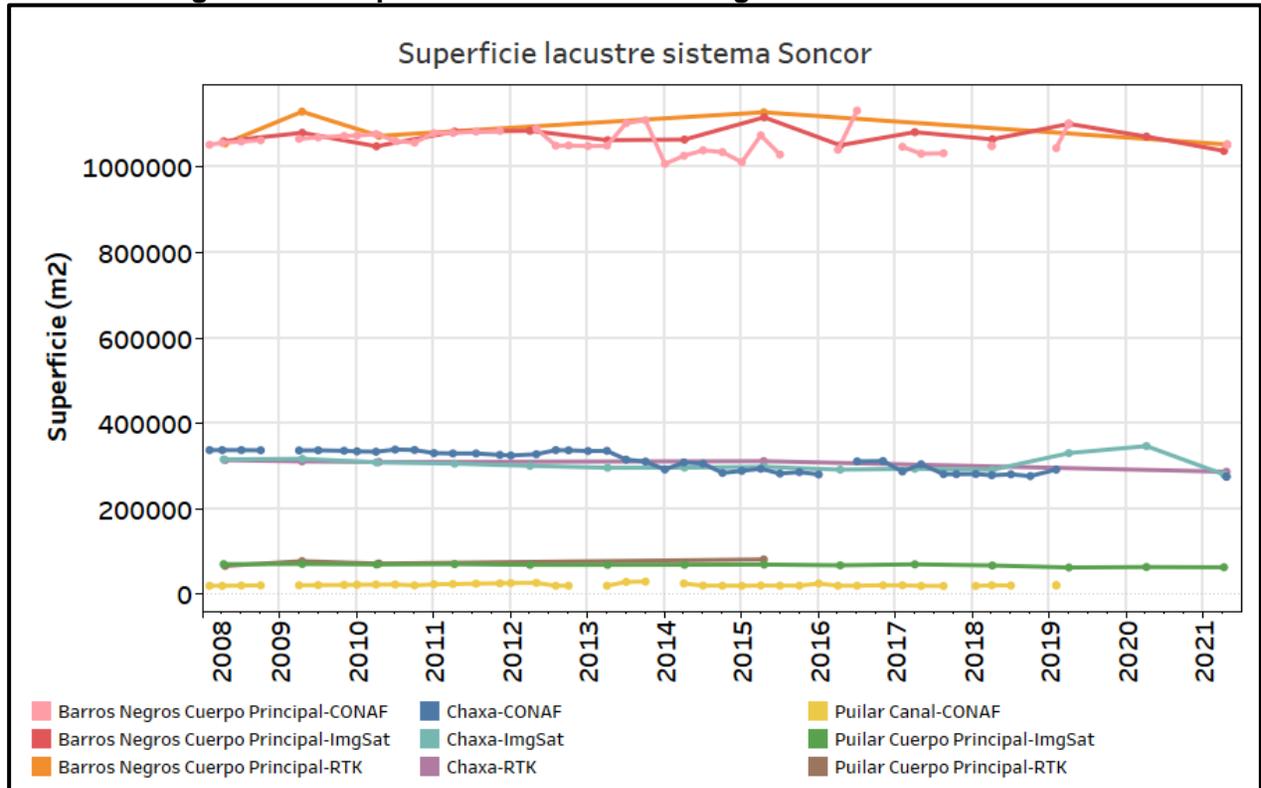
El conjunto lacustre del sistema Soncor está compuesto por las lagunas Puilar, Chaxa y Barros Negros. La superficie de estos cuerpos de agua ha sido medida históricamente a través de imágenes satelitales, estacas perimetrales y levantamiento topográfico. La Figura 6-22 muestra la evolución temporal de la superficie lacustre del sistema Soncor.

Al comparar las mediciones por imágenes satelitales con las de estacas perimetrales se puede señalar que para el caso de las lagunas de Barros Negros y Chaxa no se observan diferencias sistemáticas entre ambas metodologías, lo que ratifica que no se requiere realizar mediciones con RTK para este tipo de lagunas, mientras que para el caso de Puilar, las mediciones efectuadas por CONAF<sup>52</sup> son consistentemente menores debido a que esta última solo

<sup>52</sup> Convenio vigente hasta diciembre 2018.

corresponde a la superficie del canal de aporte y no al de la laguna como tal, debido a que fue incorporado inicialmente como un seguimiento experimental durante el año 2004 en el informe de Monitoreo Ambiental Hábitat y Poblaciones de Avifauna en el Salar de Atacama.

**Figura 6-22: Superficie histórica de las lagunas del Sistema Soncor**



Fuente: Elaboración propia.

### Meteorología

El análisis histórico de meteorología de la Estación Chaxa considera la medición de los parámetros de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura desde el inicio del proyecto (Figura 6-23). La precipitación, evaporación y temperatura son parámetros condicionantes del comportamiento de los niveles de varios pozos asociado al sistema.

La precipitación histórica muestra un cambio de tendencias, diferenciándose en dos épocas según los eventos de precipitación. El primer periodo, entre mayo 2007 y diciembre 2011, puede considerarse una época seca. Esto dado que se registraron pocos eventos de precipitación, con un máximo de 9,4 mm en el mes de febrero 2011. Posterior a esta fecha, desde el 2012 en adelante, se observa un incremento de las precipitaciones. Esto ocurre principalmente en el primer trimestre de los años 2012, 2013, 2015, 2017 y 2019, alcanzando un máximo histórico de 32,3 mm/día el día 25 de febrero de 2017. Durante el periodo a reportar, se observan eventos de precipitación los días 01/ene, 05/ene, 27/febrero, 13/mayo y 28/mayo, con precipitaciones de 0,3, 2,1, 0,3, 0,4 y 0,9 mm/día respectivamente. Acumulando un total de 4,0 mm durante el primer semestre del año 2021.

A nivel histórico, la evaporación y la temperatura presentan una oscilación anual, con máximos en verano. Cabe señalar que aquellos pozos que tienen una periodicidad anual en sus niveles se encontrarían determinados por la evaporación y la temperatura del sector.

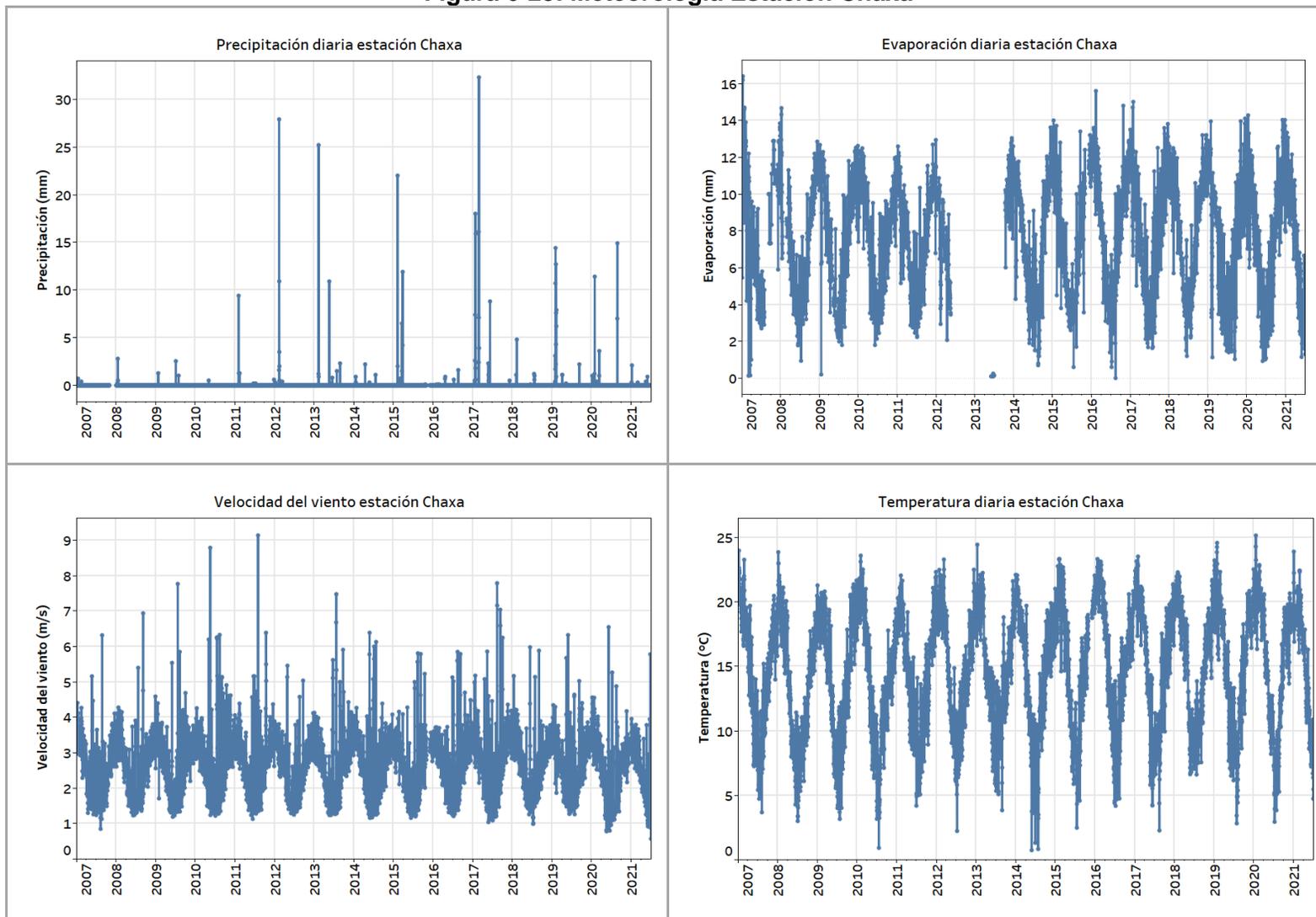
Finalmente, es importante mencionar que la falta de datos de evaporación entre mediados de mayo de 2012 hasta octubre de 2013 se reportó en el informe N°10 del PSAH. Esta falta de datos se debe al corte de camino producido por las precipitaciones, lo que imposibilitó el transporte del agua necesaria para el correcto funcionamiento del estanque evaporímetro.

Debido a las restricciones de ingreso al sector evidenciadas durante el presente período, que imposibilitaron el relleno de la bandeja y la mantención de la estación provocando fallas en el funcionamiento de la batería. Es que los datos de evaporación, precipitación, temperatura y velocidad del viento debieron ser rellenados en algunos periodos<sup>53</sup>.

---

<sup>53</sup> Debido a restricciones de ingreso al sector de la estación los datos de evaporación, precipitación, temperatura y velocidad del viento debieron ser rellenados (ver detalle en Anexo 9.2).

**Figura 6-23: Meteorología Estación Chaxa**

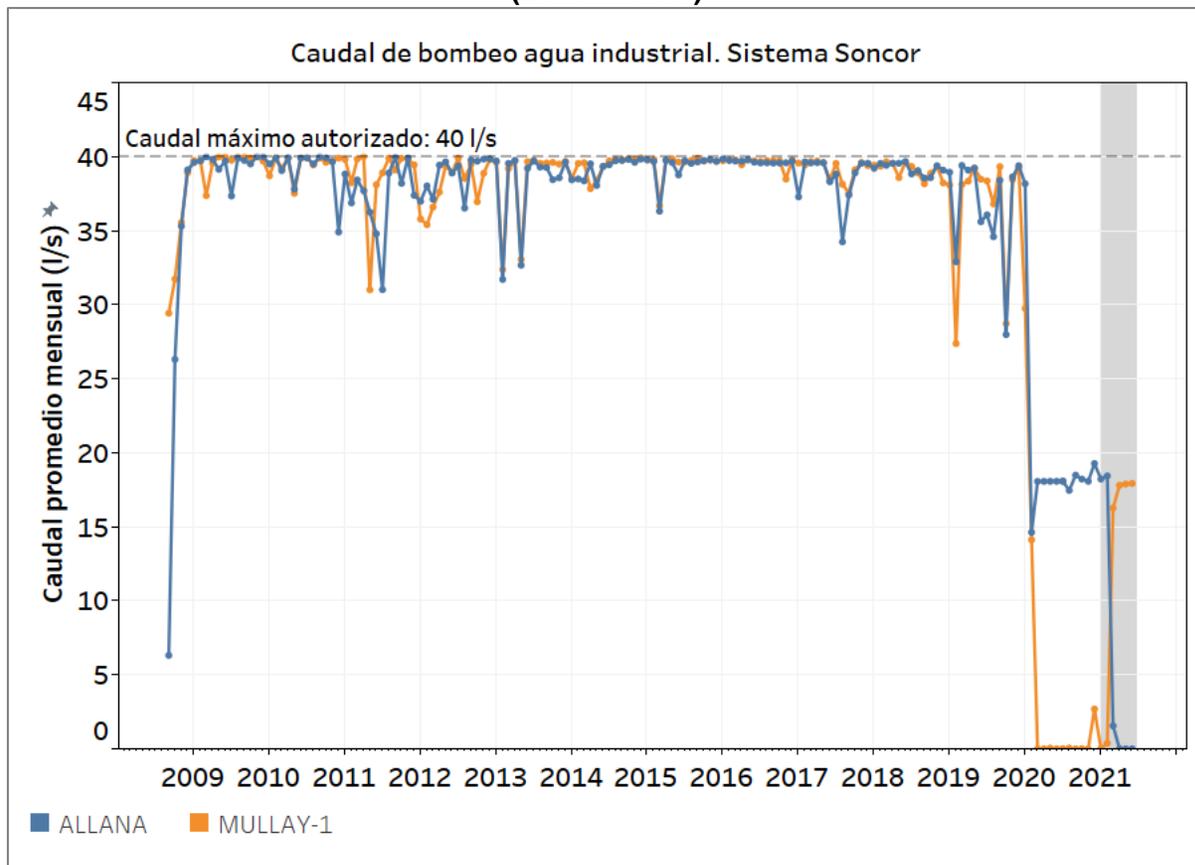


Fuente: Elaboración propia.

### Caudal bombeado

Los pozos de bombeo de agua industrial Mullay-1 y Allana (ubicados en el sector aluvial frente al sistema Soncor) iniciaron sus operaciones el día 15 de septiembre de 2008. En la Figura 6-24 se muestran los caudales medios mensuales históricos hasta 30 de junio de 2021. Desde su puesta en marcha, ambos pozos han bombeado caudales menores a los derechos otorgados y autorizados ambientalmente (40 L/s cada uno). A partir de junio 2018 ambos se mantuvieron alrededor de los 39 L/s y en 2019 disminuyó el régimen de extracción, registrando mínimos sobre los 27 L/s. En febrero de 2020, en un marco de decisiones de carácter operacional, se reduce a más de la mitad el caudal del pozo Allana (unos 18 L/s) y se deja de bombear el Mullay-1. En el presente periodo de reporte, en el mes de marzo (2021), se invierte el escenario con lo que se reactiva la operación del Allana con la mitad del caudal autorizado y el Mullay-1 se detiene.

**Figura 6-24: Caudal histórico de los pozos de Agua Industrial del Sistema Soncor (Zona Aluvial)**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

## Calidad Química

### *Calidad del agua en pozos y reglillas de monitoreo*

La evolución histórica de los parámetros fisicoquímicos medidos en los pozos y reglillas de monitoreo del Sistema Soncor se presenta en las siguientes figuras: Figura 6-25, Figura 6-26, Figura 6-27, Figura 6-28, Figura 6-29, Figura 6-30, Figura 6-31, Figura 6-32, Figura 6-33, Figura 6-34 y Figura 6-35, que corresponde a los puntos L2-4, L1-4, L1-5, L1-6, L2-3, L2-5, L7-3, SOPM-7 (L2-6), SOPM-14, L1-G4 Reglilla, L7-G1, respectivamente<sup>54, 55</sup>.

Los pozos de monitoreo ubicados en el aluvial (L2-3) o en la zona marginal próxima al aluvial (L7-3 y L2-4), son los que presentan menores valores de CE ( $< 15$  mS/cm) y STD ( $< 20.000$  mg/L) y una densidad muy próxima a 1,0 g/mL.

La reglilla L7-G1 presenta una marcada estacionalidad para la conductividad y los sólidos disueltos y totales, mostrando valores máximos en verano y mínimos en invierno, coincidente con el régimen de evaporación y contrario al régimen de caudales del canal de Burro Muerto.

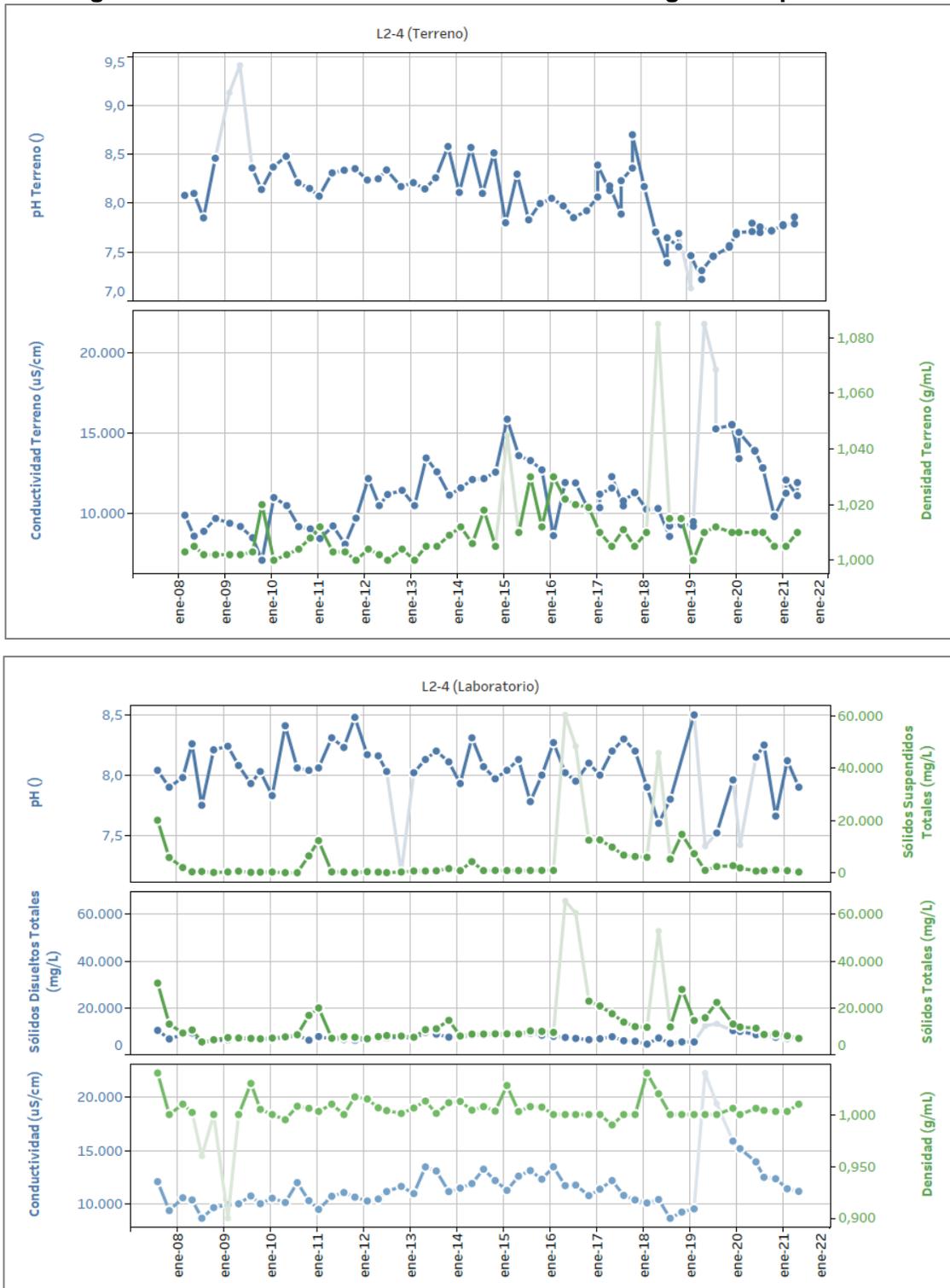
El resto de los puntos presentan características de salmuera (densidad  $> 1,2$  g/mL, STD  $> 200.000$  mg/L y CE  $> 200.000$   $\mu$ S/cm) por encontrarse en el núcleo o en la parte más distal de la zona marginal, al oeste del afloramiento de la interfaz salina.

---

<sup>54</sup> En el informe N°5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008. Se adjuntó carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

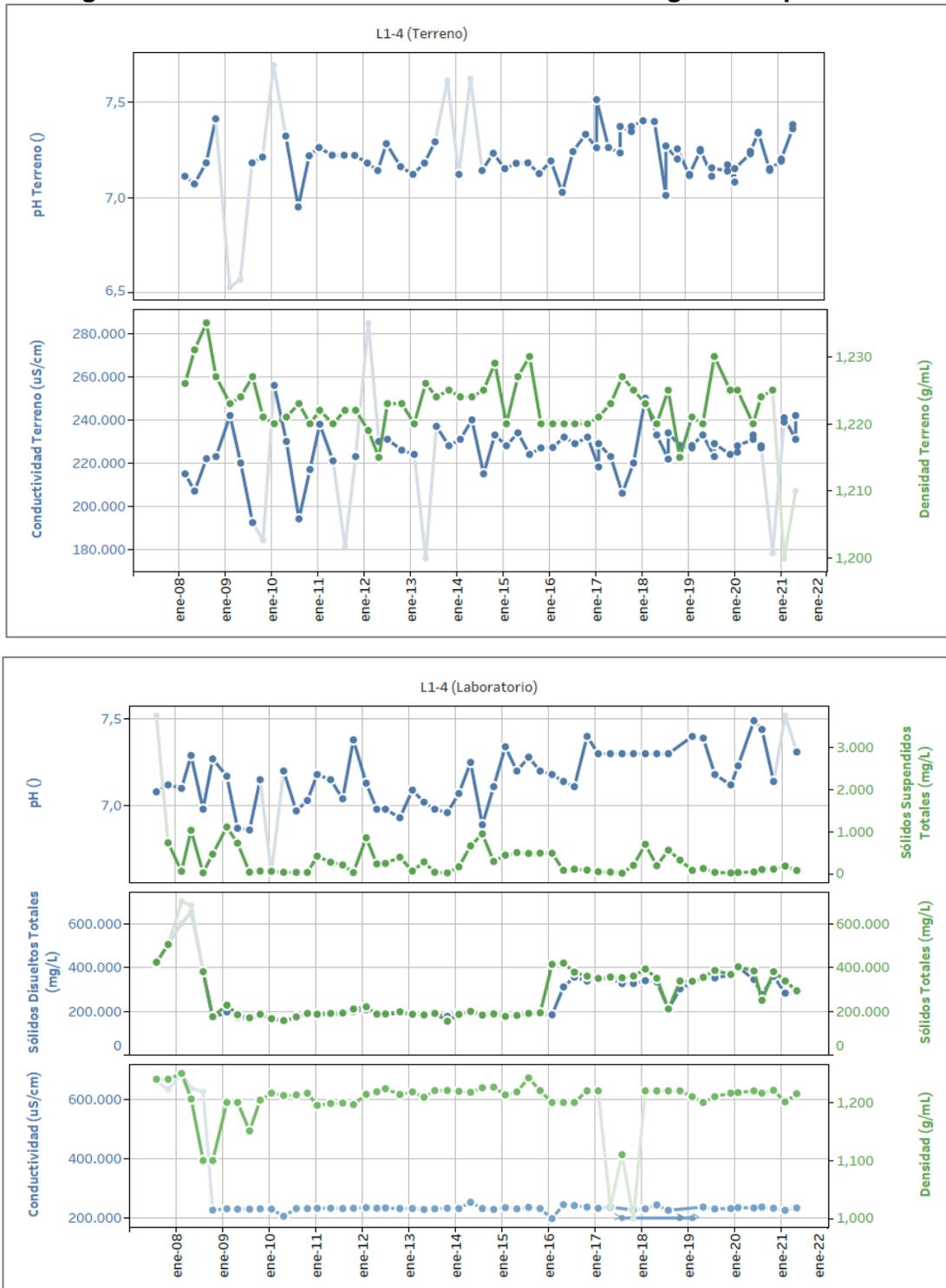
<sup>55</sup> En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe.

**Figura 6-25: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-4**



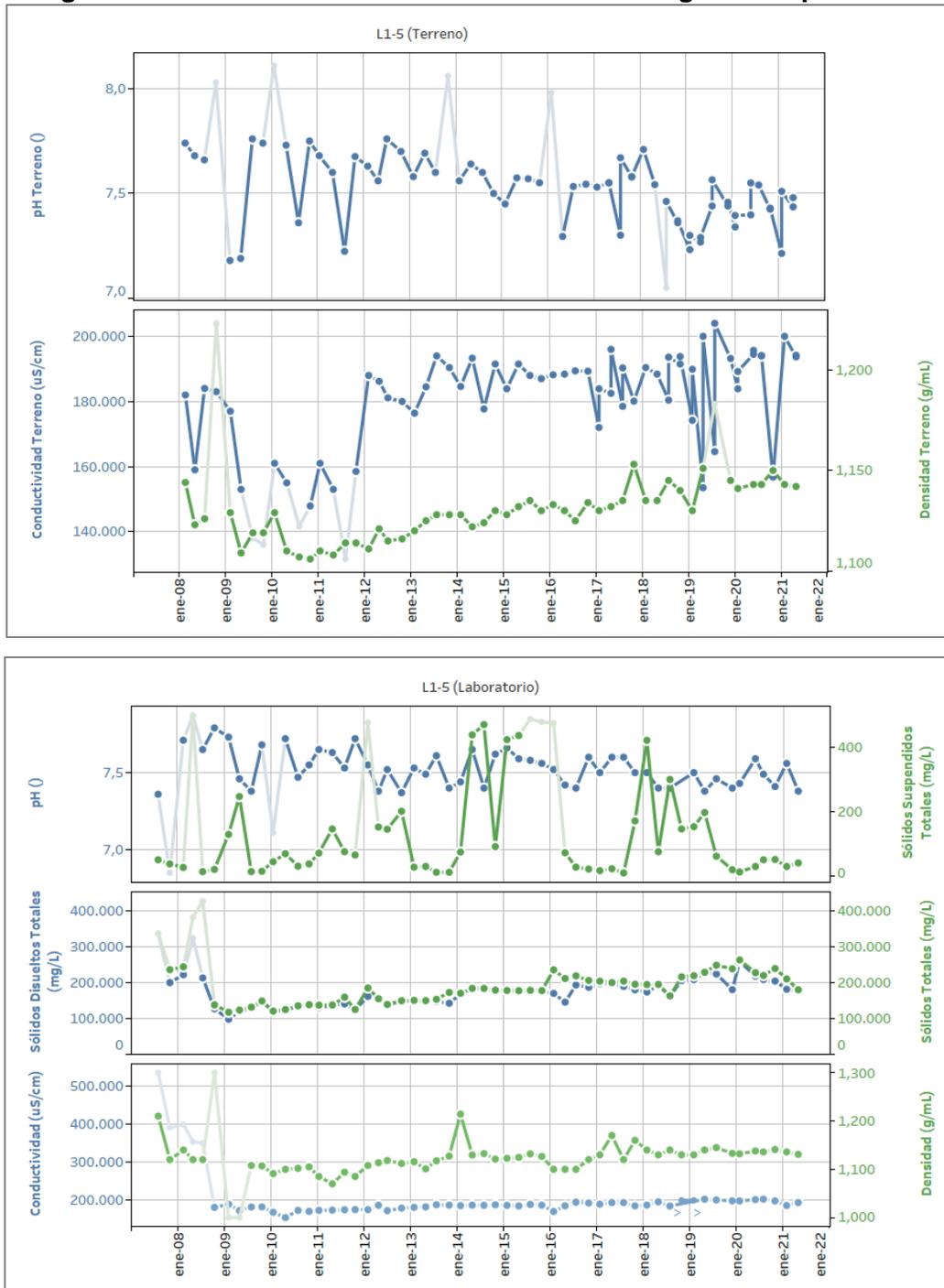
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-26: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-4**



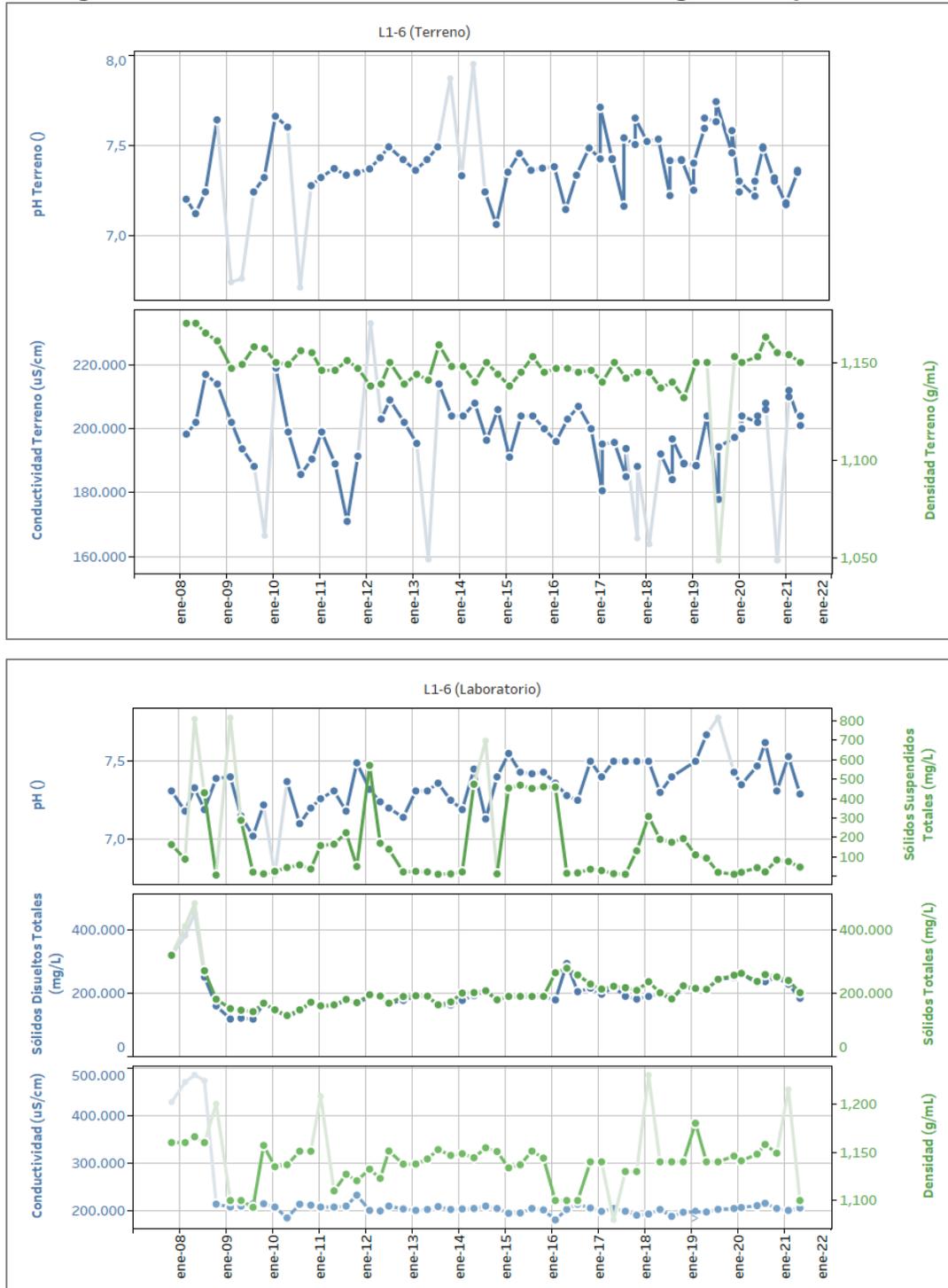
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD (Límite Detección) o >LM (Límite Medición, máximo) se presentan en los gráficos = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-27: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-5**



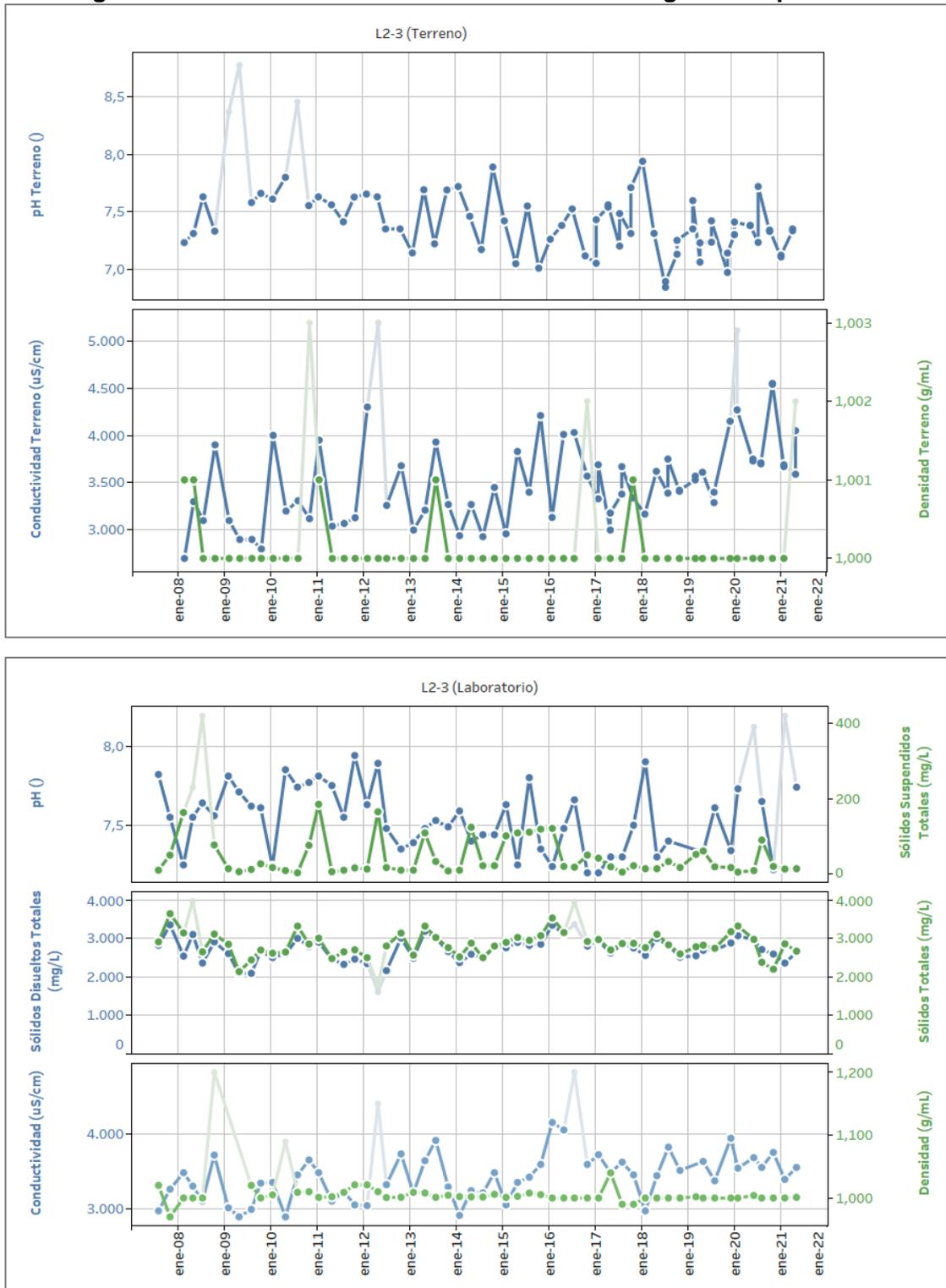
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-28: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L1-6**



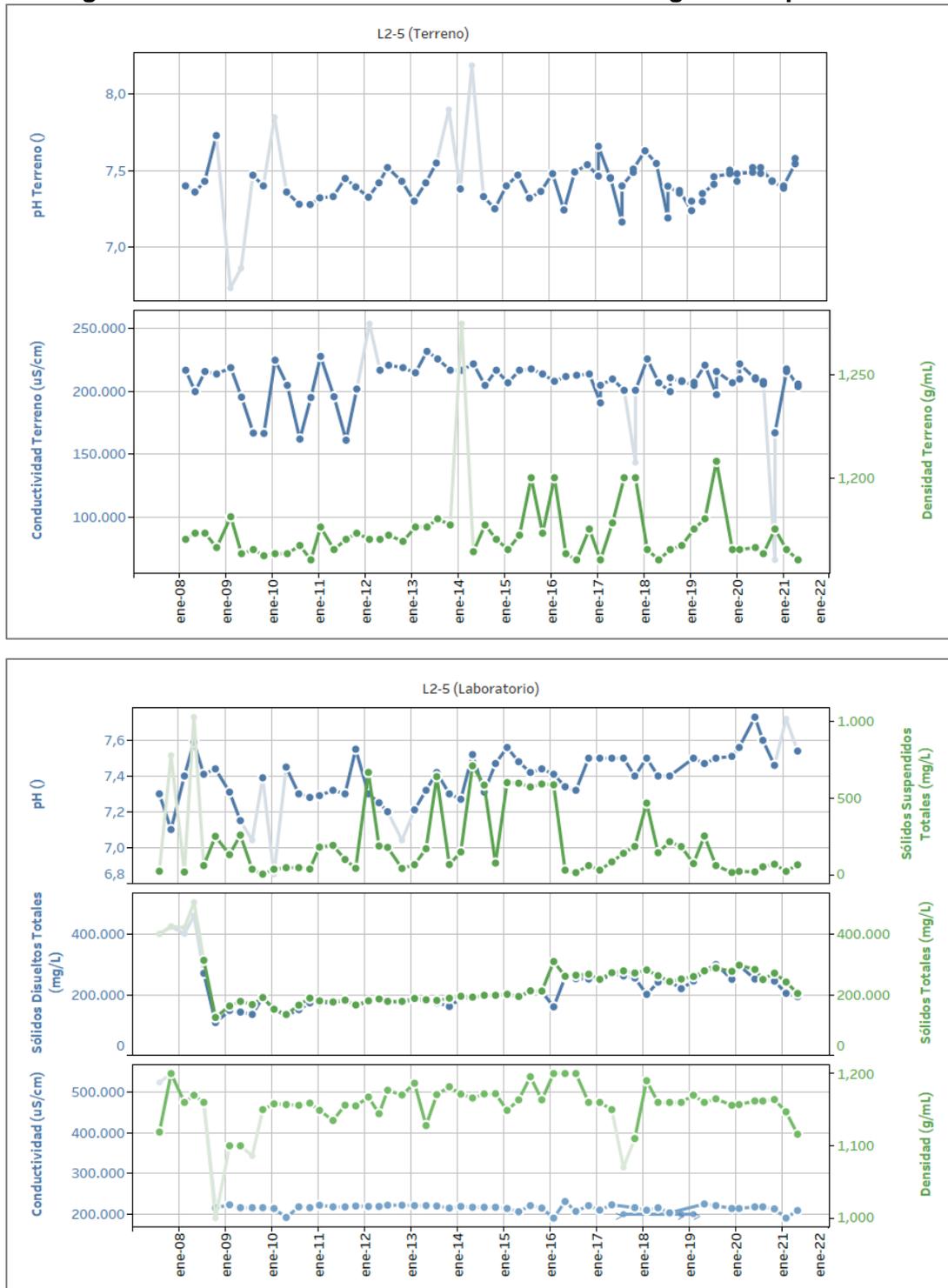
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-29: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-3**



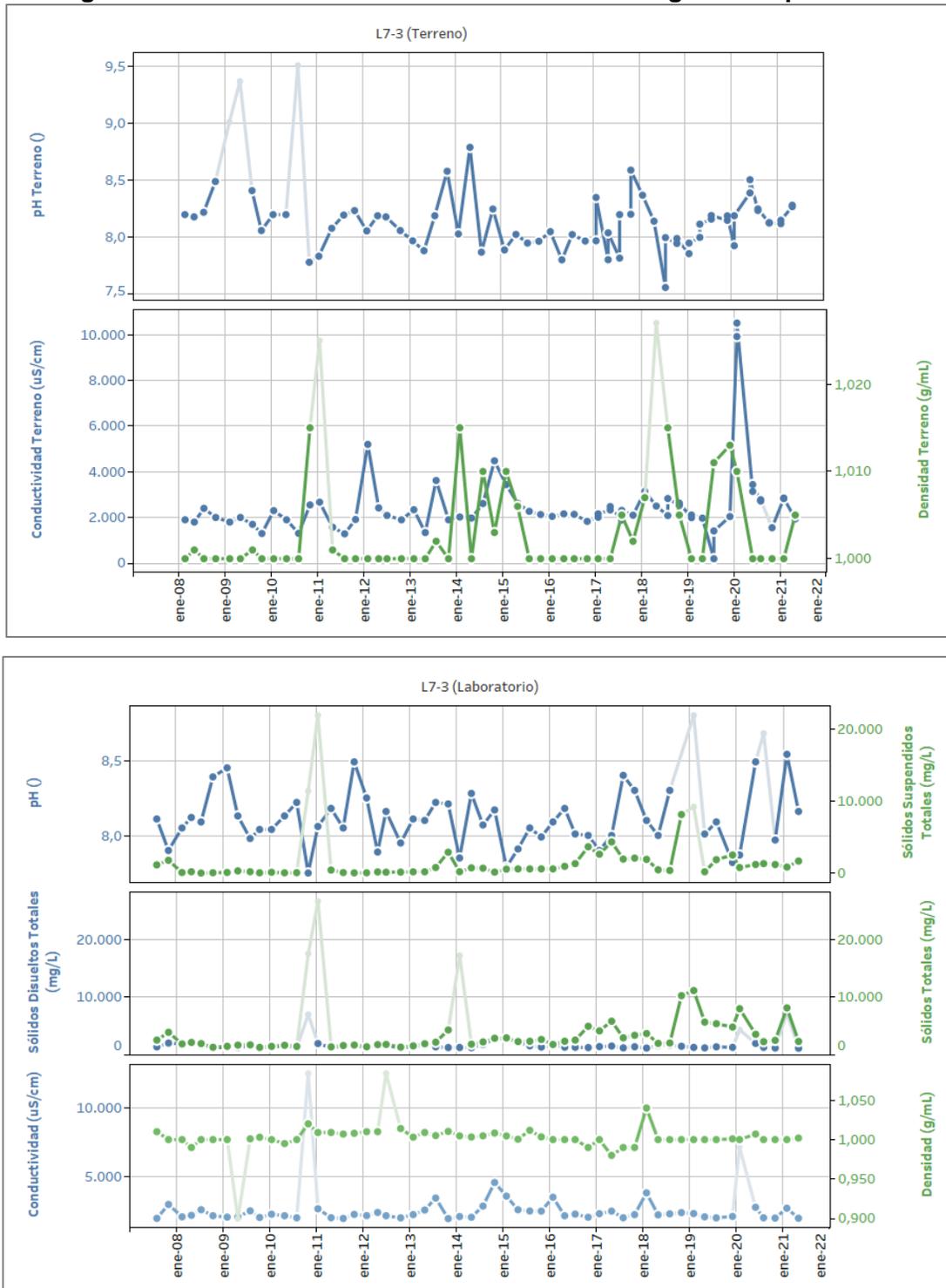
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-30: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L2-5



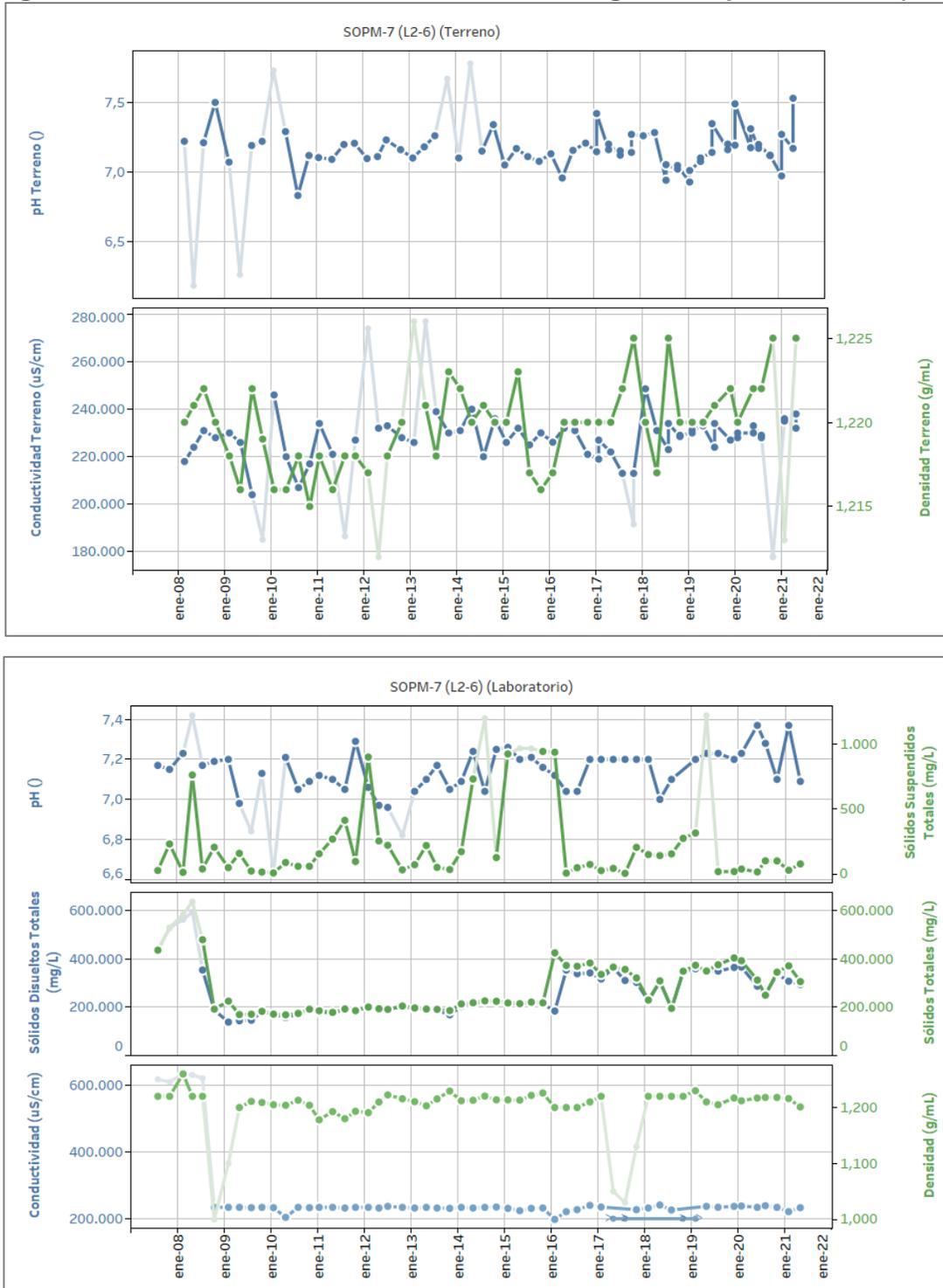
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-31: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-3**



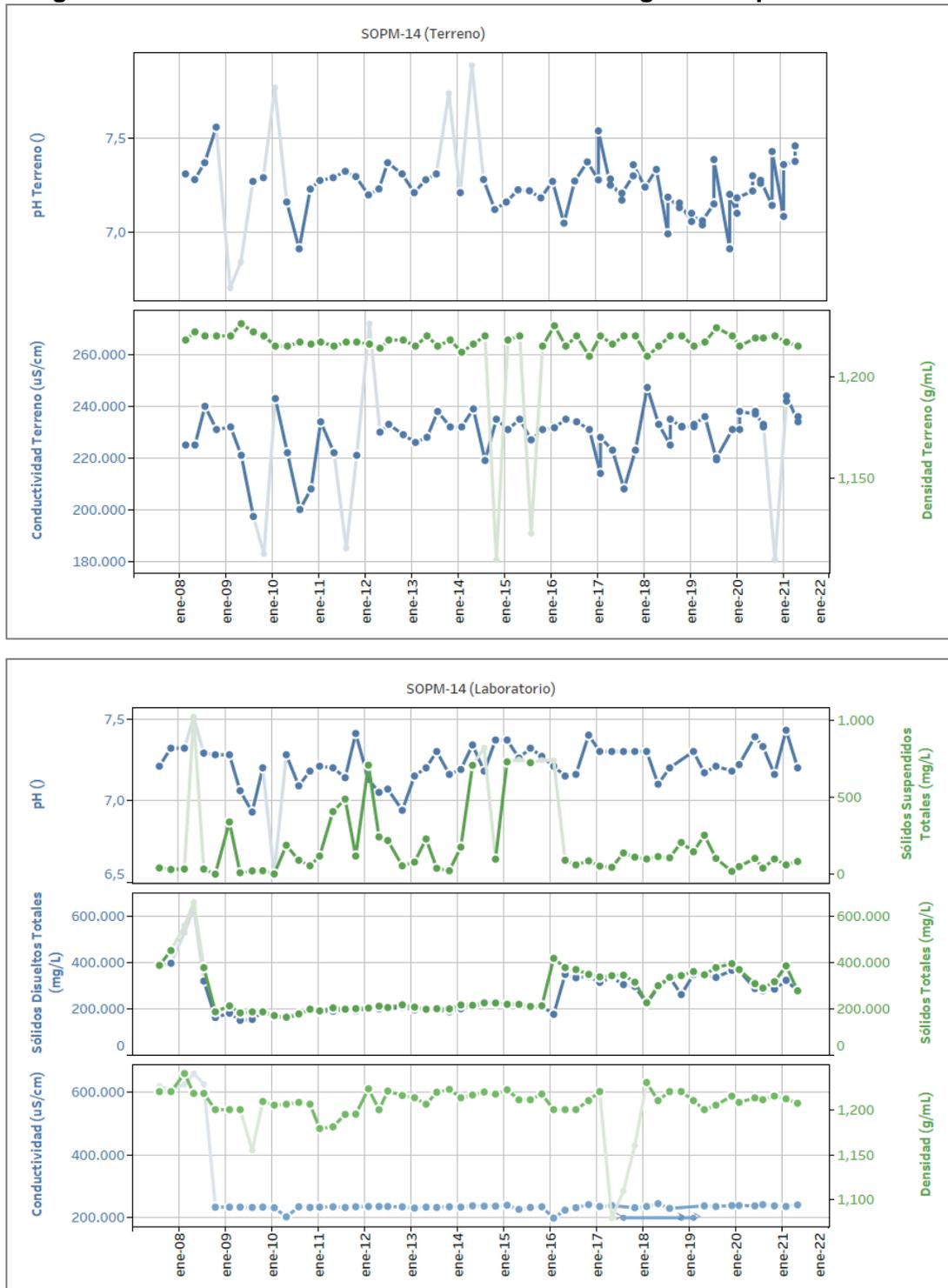
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-32: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-7 (L2-6)**



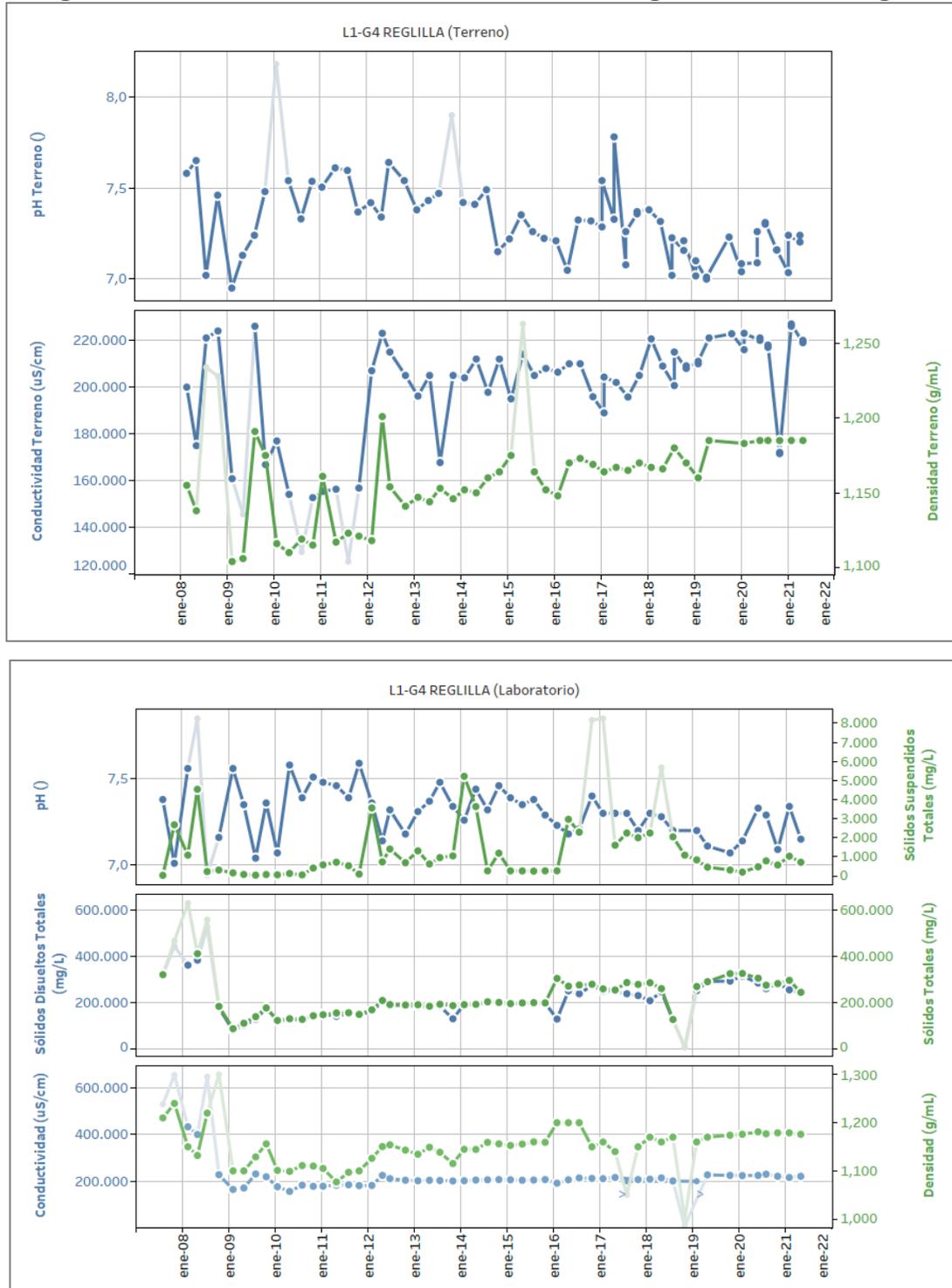
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-33: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-14**



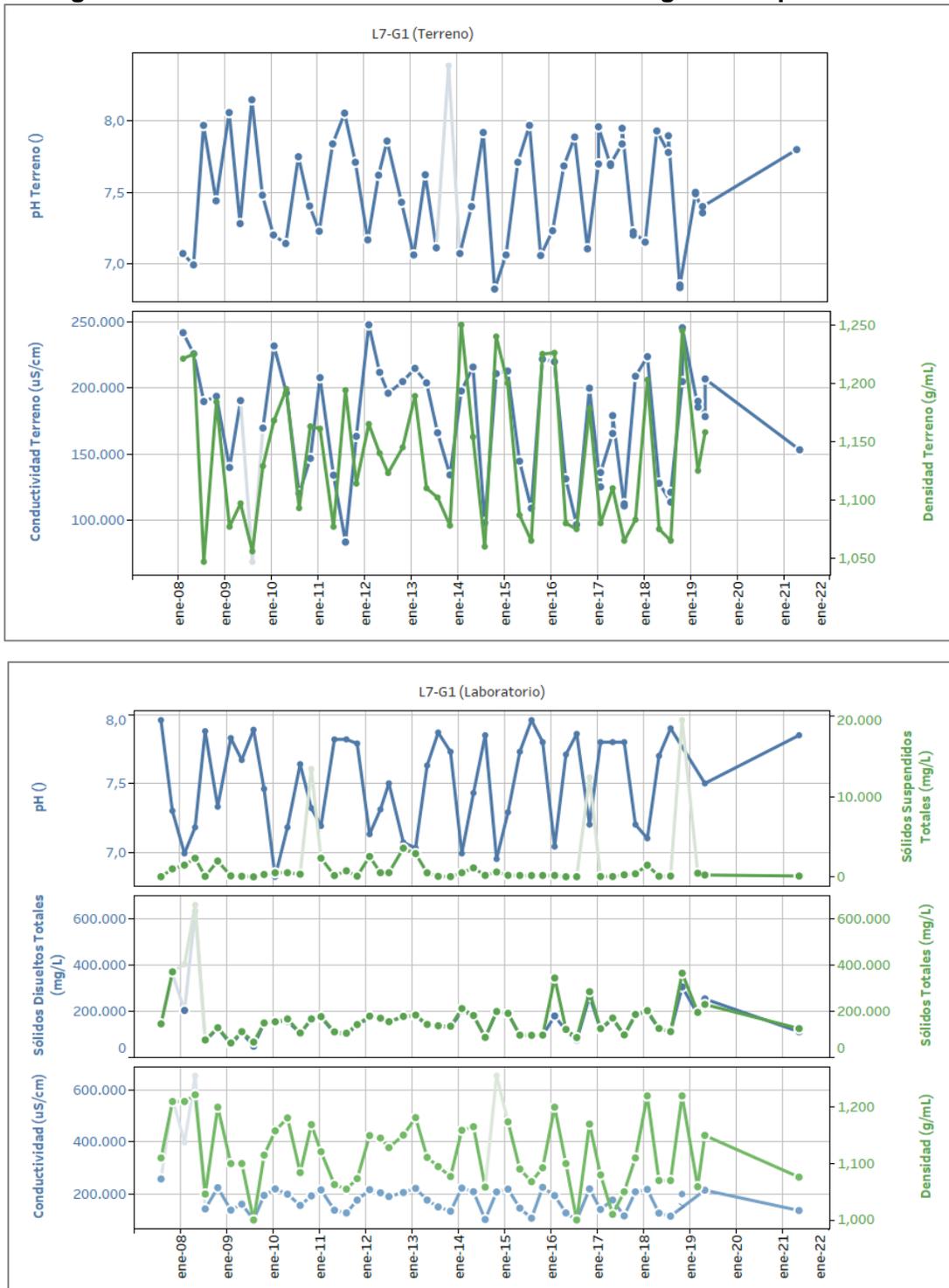
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-34: Evolución histórica de la calidad del agua en el L1-G4 Reglilla**



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-35: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L7-G1**



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta “<” o “>”. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En la mayoría de los pozos y reglillas las mediciones realizadas el primer semestre de 2021 se encontraron dentro del rango registrado históricamente. Las excepciones pueden agruparse en tres tipos:

- Valores bajos de Densidad terreno en ambos trimestres para el punto L1-4, representando valores mínimos de la serie histórica. Este descenso densidad no se observa en la densidad de laboratorio ni en ningún otro parámetro correlacionable, por lo que puede ser atribuido a fallas en la medición.
- Variaciones naturales puntuales: CE y SDT en L2-4 se encontraron sobre el rango histórico desde abril de 2019 (post episodio lluvias), desde ese momento ambos valores han descendido y en el último periodo presentan una leve tendencia al descenso hacía valores similares a los históricos.
- Posibles tendencias temporales asociadas a distintos fenómenos, los cuales se describen en los próximos párrafos.

Respecto a la evolución temporal, las tendencias más claras se observan en la concentración de SDT, ST, CE y Densidad. Estos parámetros tienden al aumento en los puntos L1-5, L1-G4 Reglilla. Ambos puntos se han visto afectados por el cambio en el comportamiento de la dinámica de desborde de la laguna Barros Negros evidenciado a contar del año 2012 originando que, en la actualidad, los aportes al sector de Cola de Pez sean menores, pudiendo explicar también el comportamiento observado en los puntos ubicados en dicho sector (L1-G4 Reglilla y L1-5). Un detalle de la relación entre el cambio en la dinámica de desbordes Barros Negros y su influencia en la química en los pozos ubicados en los sectores Cola de Pez y hacia el sur se expone en el informe presentado a la autoridad en el marco de la activación de Fase II<sup>56</sup>.

En el pozo L1-6 aumentan los Sólidos Disueltos Totales y Sólidos Totales, pero el resto de los parámetros se encuentran estables, lo que sugiere que tal vez no se deba a un cambio en el acuífero al no encontrarse todas las variables afectadas.

---

<sup>56</sup> Informe "Análisis de la dinámica de la laguna Barros Negros y su implicancia sobre la activación del Plan de Contingencia en el pozo L1-5 y la reglilla L1-G4" realizado por SQM el año 2018.

Puede notarse que los Sólidos Disueltos Totales y Sólidos Totales muestran un aumento abrupto en enero de 2016 y luego una relativa estabilización en los pozos L1-6, L2-5, L1-4, SOPM-7 (L2-6) y SOPM-14, como se comentó en el informe Anexo 10.3, del informe 26 PSAH 26, los valores anteriores a 2016 resultan demasiado bajos para una salmuera en el Salar de Atacama, estimándose correctos los valores posteriores a 2016.

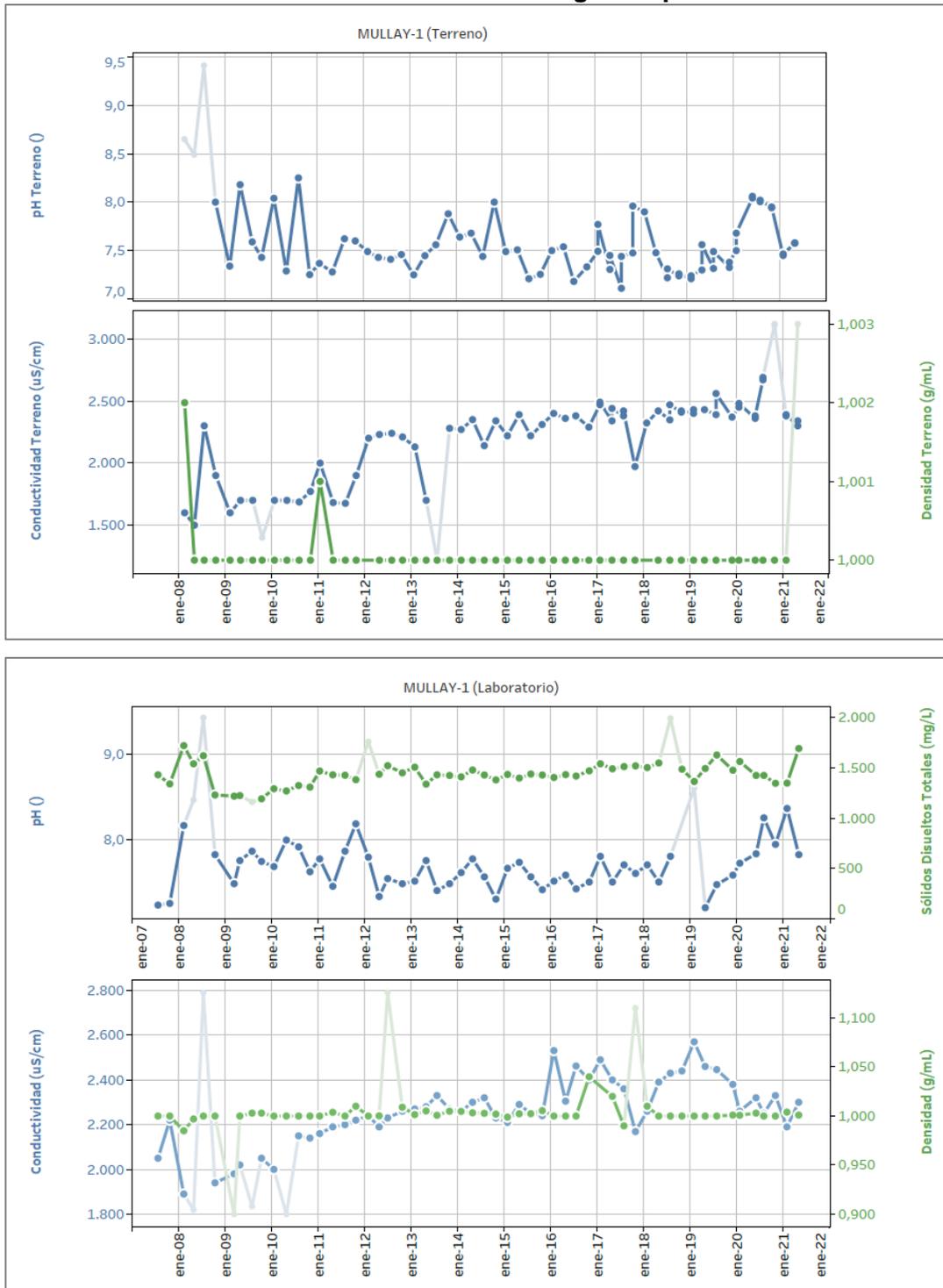
### ***Calidad del agua en pozos de agua industrial***

La evolución histórica de los parámetros monitoreados en los pozos de extracción de agua industrial Mullay-1 y Allana se presentan en la Figura 6-36 y Figura 6-37 , respectivamente.

Ambos puntos se encuentran en el acuífero aluvial, caracterizado por presentar una CE y concentración de SDT menores de 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 5.000 mg/L, respectivamente. El modelo conceptual en el acuífero aluvial indica que la dirección de flujo es hacia el oeste, en su trayecto hacia la zona marginal las aguas se enriquecen por disolución de sales, descargando en la zona marginal y sistemas lagunares, donde la mayor parte de esta agua se evapora.

En ambos pozos de extracción la mayoría de las mediciones realizadas el primer semestre de 2021 se encuentra dentro del rango histórico, con dos excepciones, la densidad de terreno de abril 2021 en el punto Mullay-1, con una desviación de 3 ‰ respecto de la serie histórica (1,003g/mL frente a 1g/mL en el histórico) y el manganeso y hierro en abril para el pozo Allana, que presentan valores mayores a lo habitual y podría ser explicado por encontrarse detenido el pozo durante ese mes.

**Figura 6-36: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1**

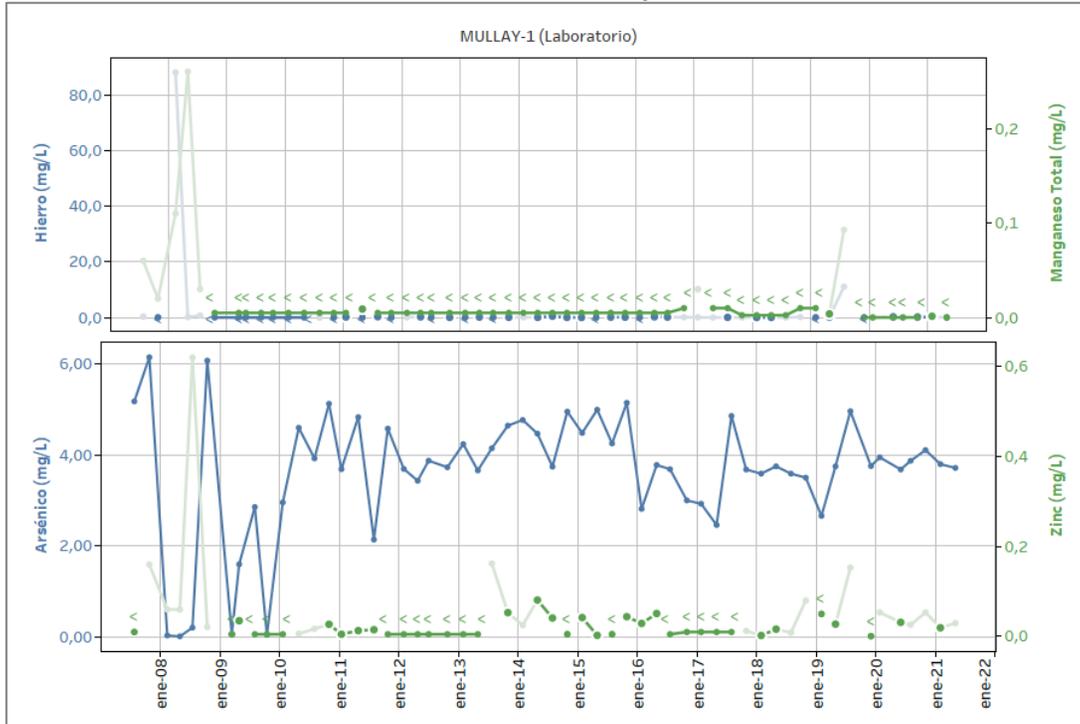


Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-36 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1**

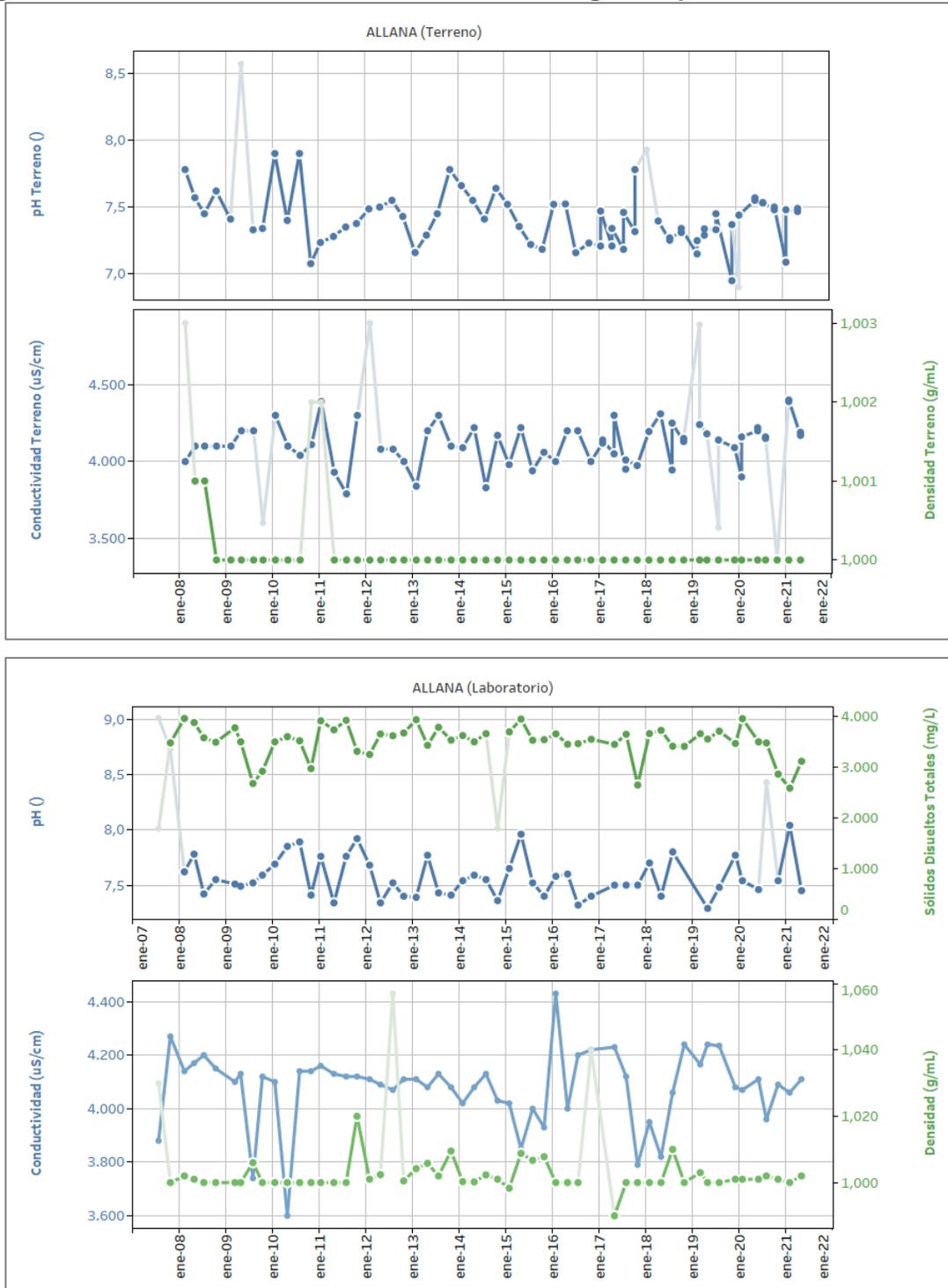


**Figura 6-36 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Mullay-1**



Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

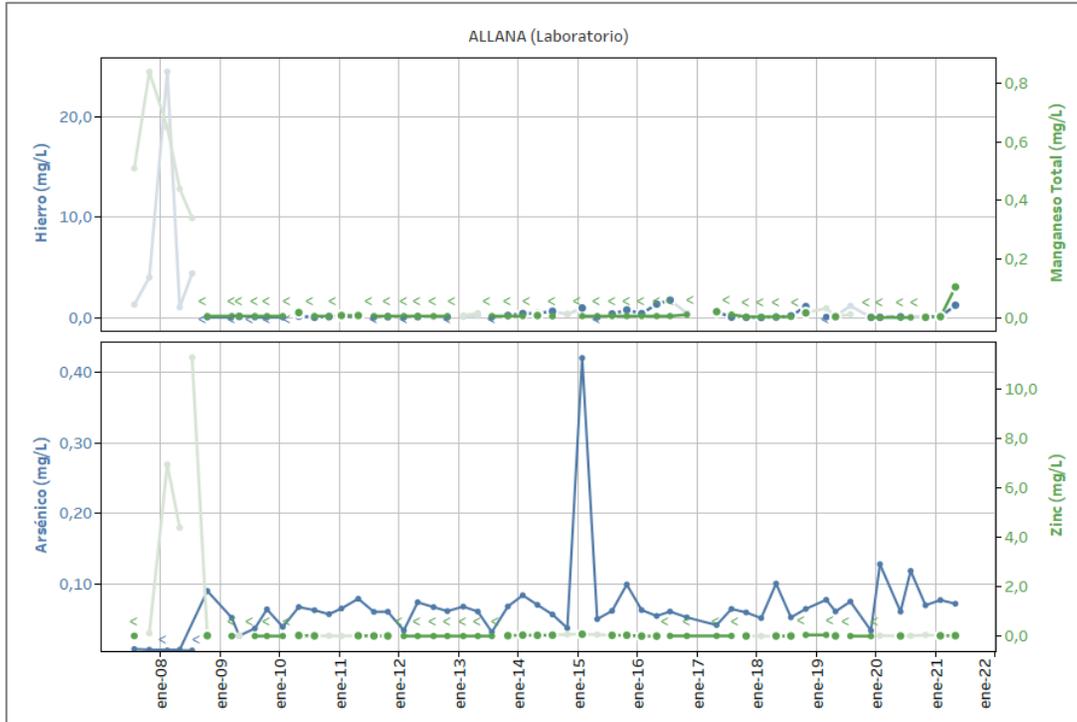
**Figura 6-37: Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana**



**Figura 6-37 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana**



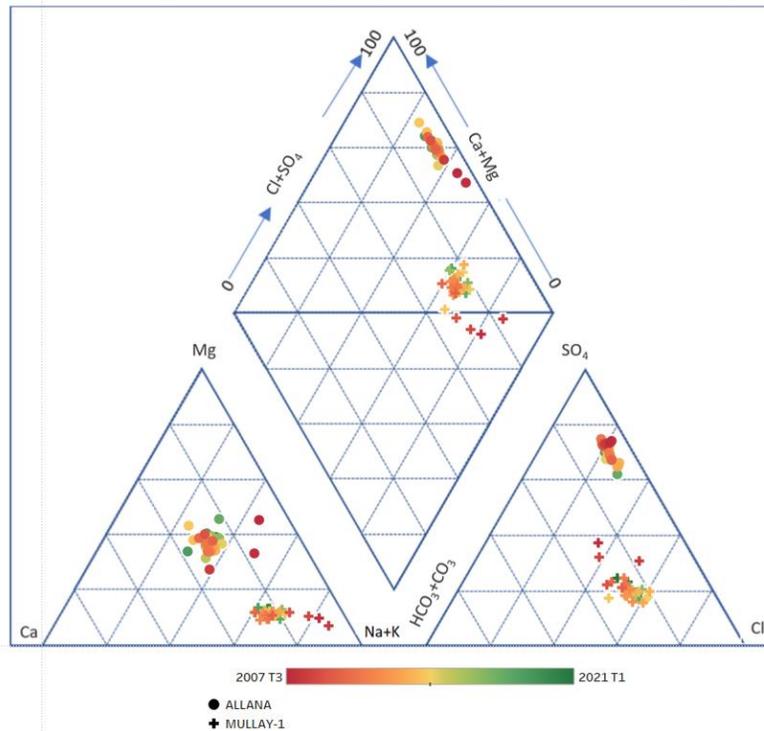
**Figura 6-37 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en pozo de extracción Allana**



Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

La Figura 6-38 muestra un diagrama de Piper para las muestras colectadas en estos puntos que han sido validadas con un balance iónico menor de 10%. El pozo Allana presenta una composición marcadamente sulfatada cálcica magnésica, a diferencia de Mullay-1 el cual presenta históricamente una composición clorurada sódica. Además, el punto Allana presenta, mayores valores de CE y de concentración de SDT, que Mullay-1. Por su parte, el pozo Mullay-1 presenta mayores concentraciones de As, Mn. Todo ello es esperable pues, la mayoría de los pozos en el acuífero aluvial se observan clorurados sódicos, igual que las quebradas del este de la cuenca. A excepción de la subcuenca de Aguas Blancas, que su composición se encuentra influenciado por el volcán Láscar.

**Figura 6-38: Diagrama de Piper para los puntos Mullay-1 y Allana**



Fuente: Elaboración propia

Respecto a tendencias temporales, en la Figura 6-38 se observa que las primeras muestras la calidad del agua en el pozo Mullay-1 presentaban mayores concentraciones de sodio y potasio, posteriormente disminuyeron aumentando las concentraciones de calcio y en menor medida de magnesio. Relativo a los aniones, puede verse que al comienzo el punto Mullay-1 tuvo algunas variaciones erráticas en alcalinidad, sulfatos y cloruros, en varios de estos casos las concentraciones pueden considerarse *outliers*, según el criterio de concentración de promedio  $\pm 2$  STD. Exceptuando esos puntos, los cloruros mostraron un aumento hasta 2013. Sobre el resto de los parámetros, únicamente muestran leve tendencia al aumento los sólidos disueltos totales y la conductividad. La ausencia de tendencia en los últimos años indica que el punto ha alcanzado cierto equilibrio en la zona de donde recibe sus aportes, mostrando químicas más estables.

El punto Allana presenta una menor evolución en sus iones mayoritarios (Figura 6-38) inicialmente tuvo menor concentración de cloruros, mayores concentraciones de sodio + potasio, posteriormente a 2010 en general se ha mantenido estable.

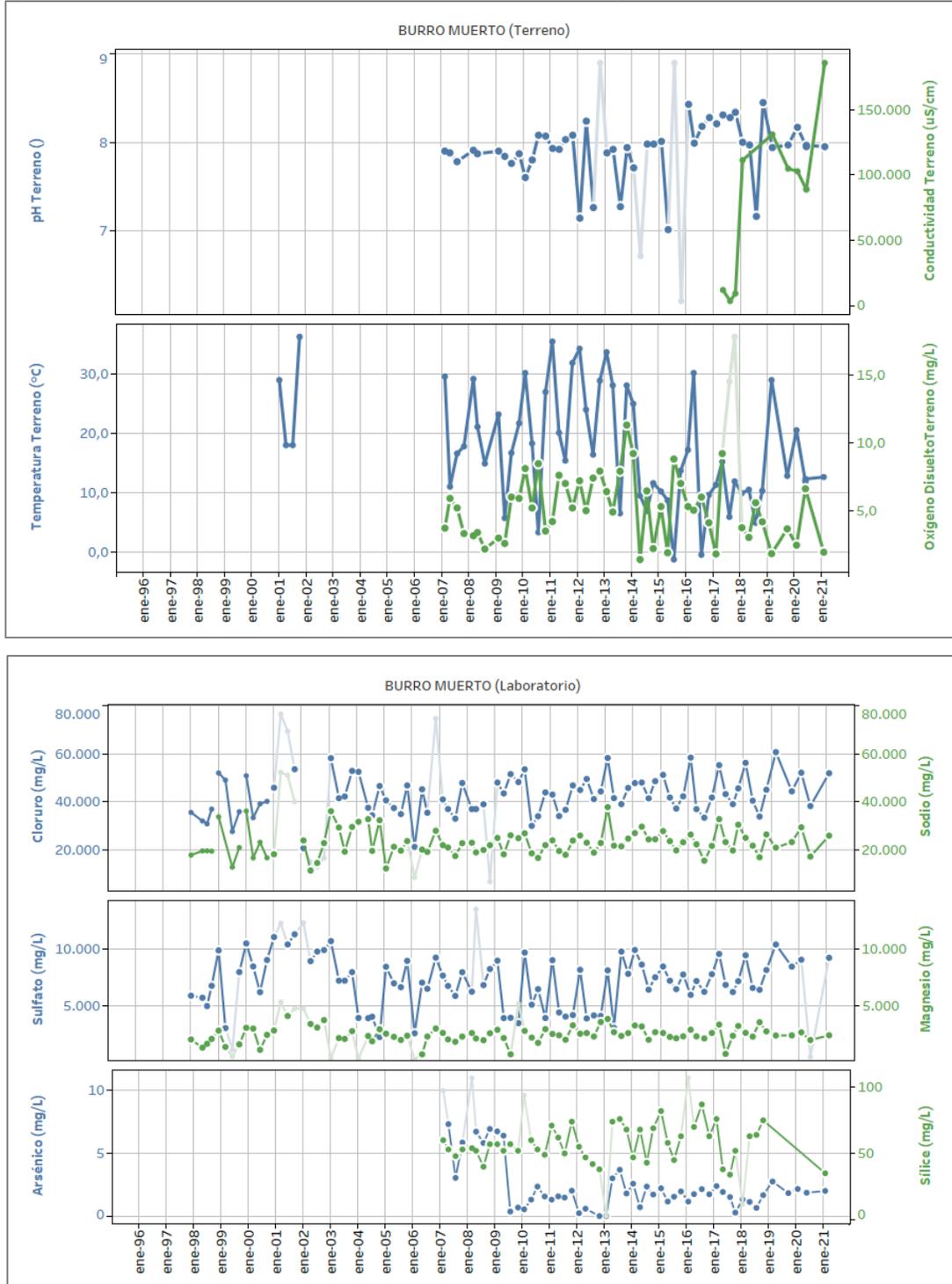
### ***Calidad del agua en sistemas lacustres***

Las Figura 6-39, Figura 6-40, Figura 6-41 y Figura 6-42 presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en Burro Muerto, Chaxa, Barros Negros y Puilar, respectivamente. Se han unificado las mediciones realizadas anteriormente por CONAF con las mediciones realizadas por SQM, mostrando las dos mediciones en aquellos casos que se midieron por ambos laboratorios. Esto sucede para pH Terreno y temperatura Terreno.

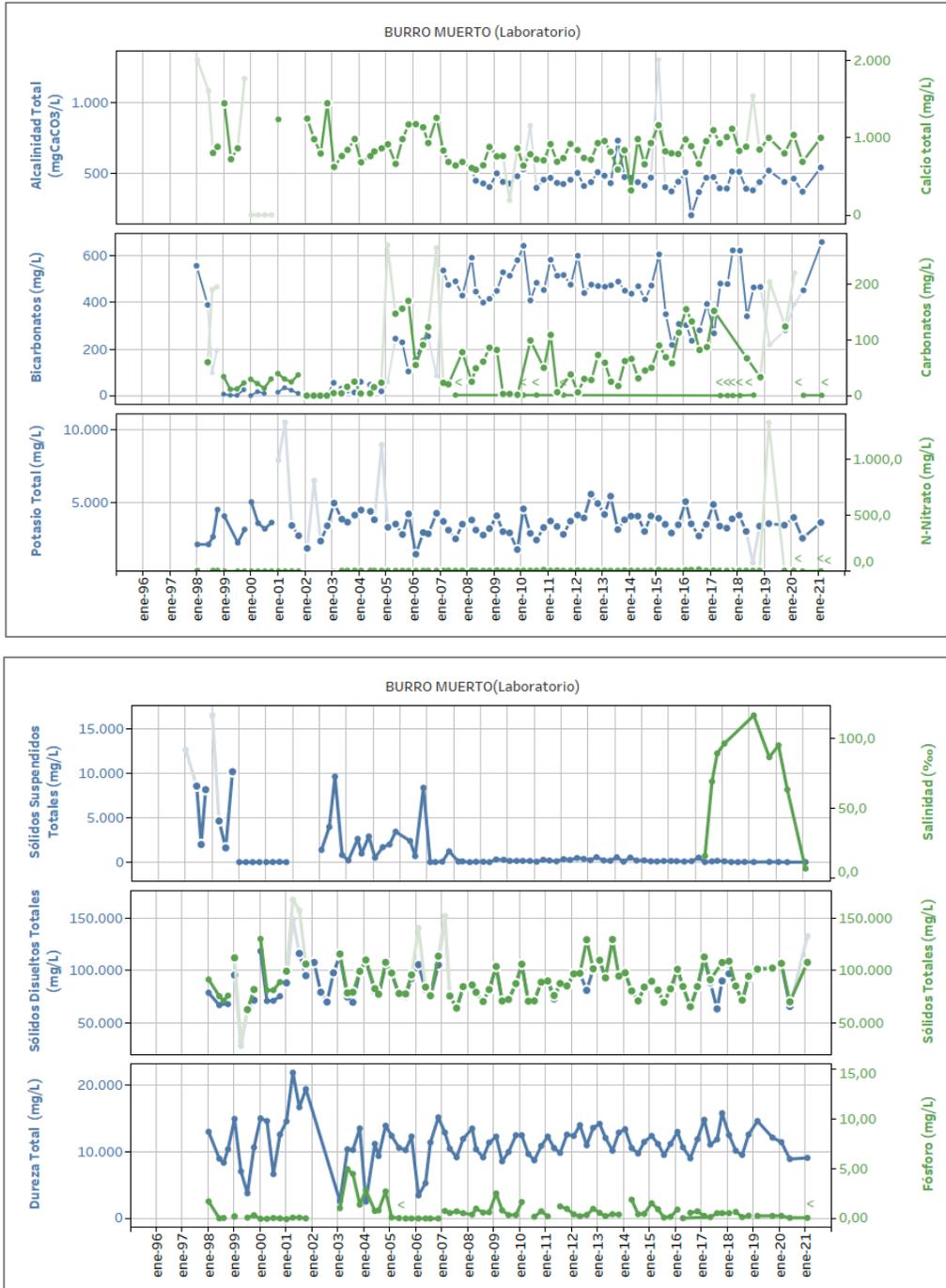
Al tratarse de agua superficial, el canal Burro Muerto y las lagunas que son alimentadas por él, Chaxa y Barros Negros, presentan una marcada estacionalidad controlada por la evaporación y el régimen de caudales, alcanzando las concentraciones y conductividades valores máximos en verano y mínimos en invierno, iguales a los ciclos de evaporación y contrarios al régimen de caudales. El punto de muestreo en Puilar representa una excepción a este comportamiento ya que la muestra se toma en el canal que alimenta la laguna Puilar y su alimentación proviene de la descarga del acuífero aluvial. Esta descarga se produce como consecuencia del efecto combinado del encuentro entre el agua dulce del aluvial y la interfaz salina que aflora en la zona marginal, la disminución de la conductividad hidráulica y la baja pendiente de la zona marginal. Este hecho condiciona que los parámetros fisicoquímicos en la muestra de Puilar presenten una mayor estabilidad, condicionada por las condiciones geoquímicas existentes en el acuífero aluvial y la zona marginal, relativamente estables, mostrando una estacionalidad menos acusada que en los otros cuerpos lagunares y evidenciada principalmente por los cloruros y en menor medida por la salinidad (sólo se cuenta con 5 mediciones entre mayo de 2017 y junio de 2019).

En el primer semestre de 2021 todos los parámetros medidos se encuentran dentro del rango histórico para los distintos puntos. Únicamente se observa un valor de bicarbonato en Burro Muerto levemente mayor al máximo histórico (660mg/L frente a 644mg/L en histórico).

**Figura 6-39: Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto**

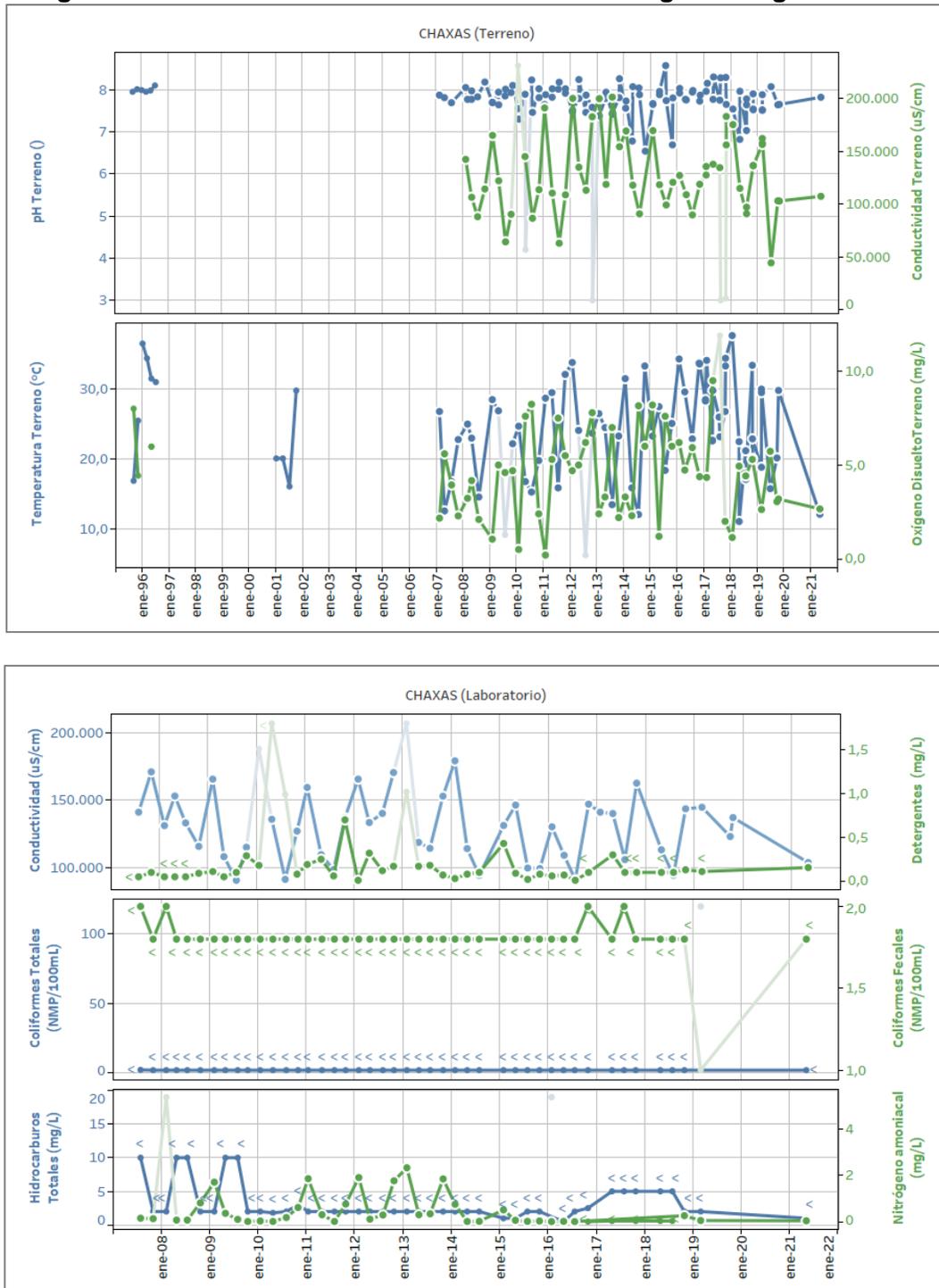


**Figura 6-39 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en canal de Burro Muerto**

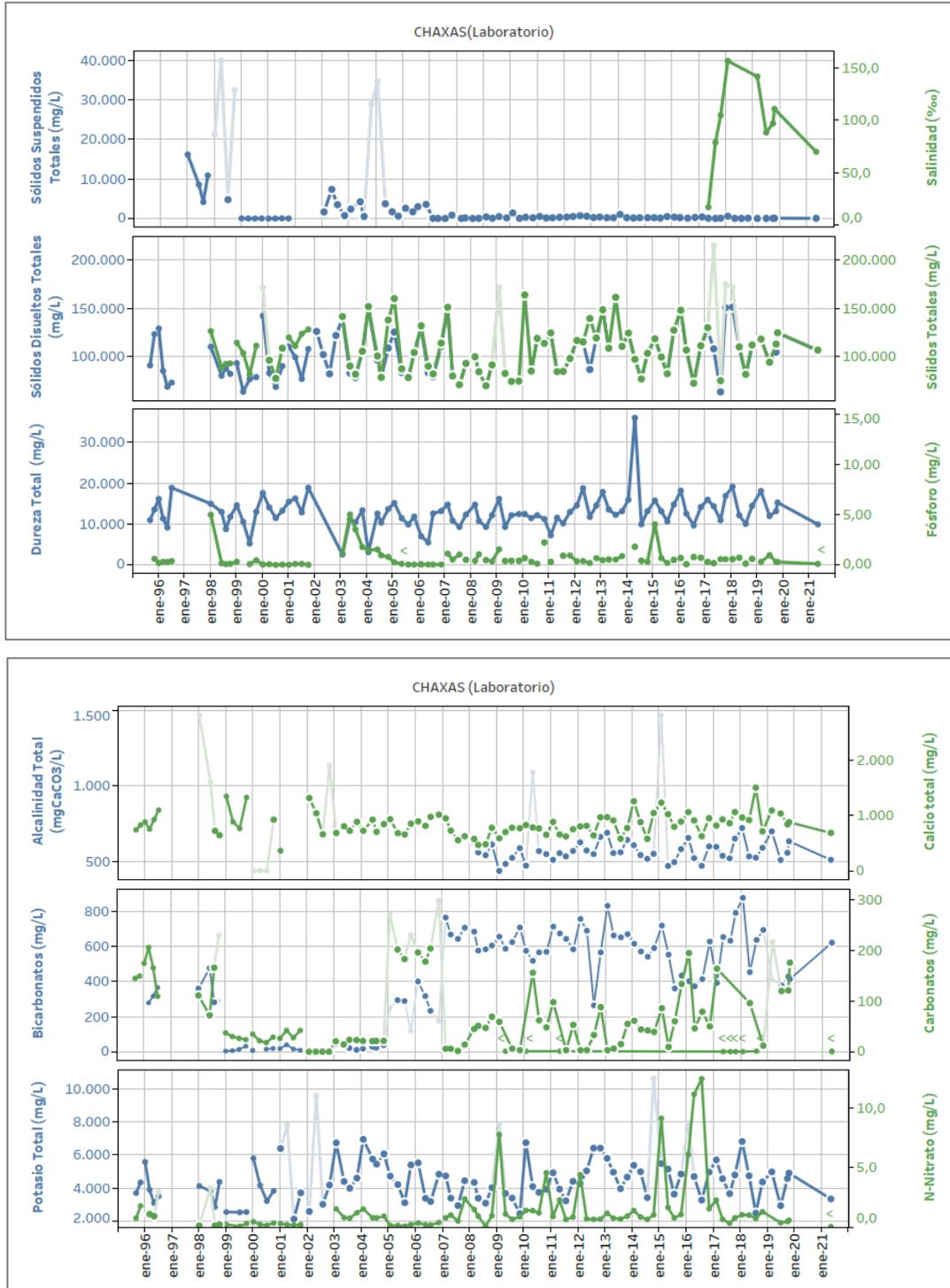


Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de Sólidos suspendidos Totales para febrero 2006 (35.040mg/L) y el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1.325mg/L). Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

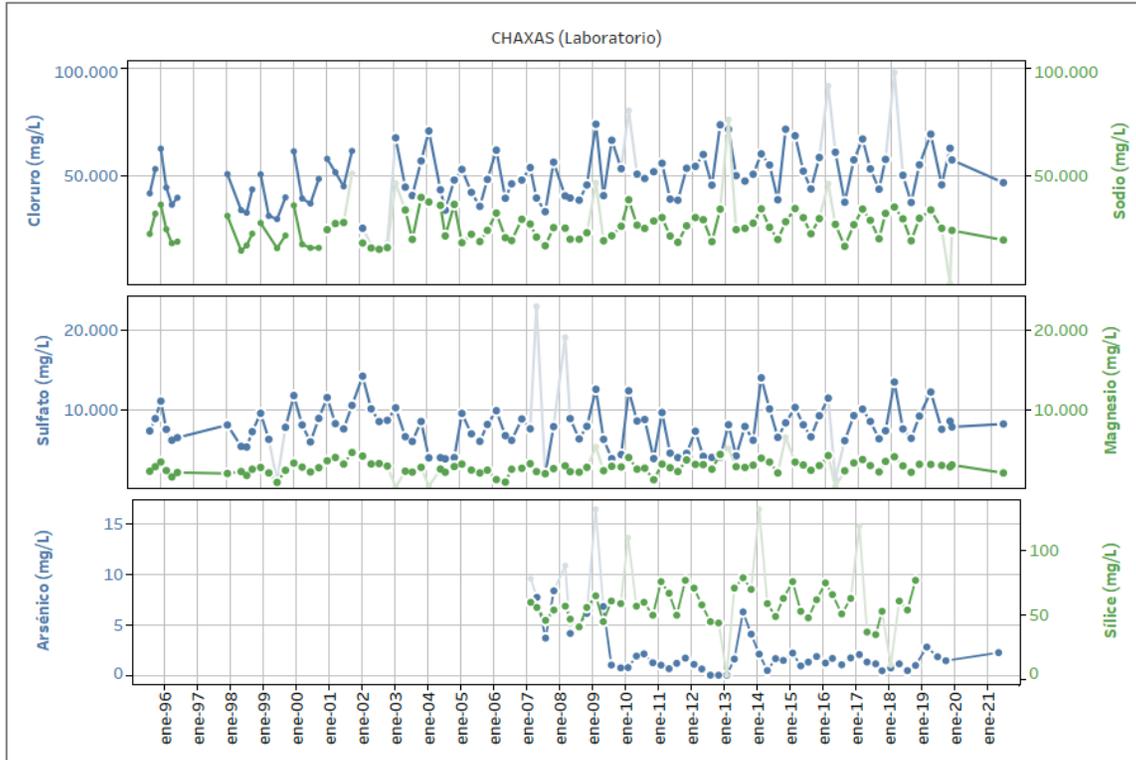
**Figura 6-40: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa**



**Figura 6-40 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa**

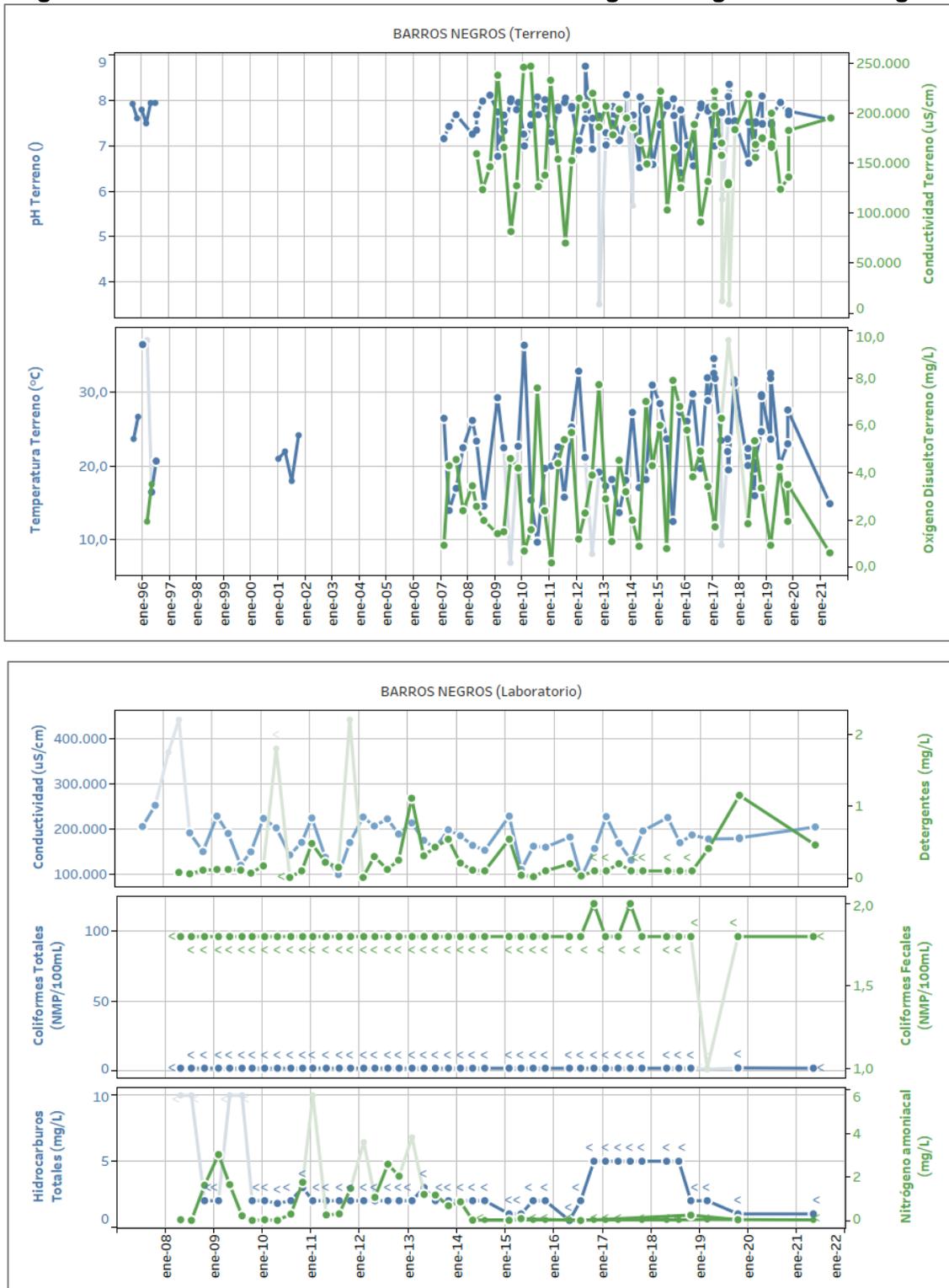


**Figura 6-40 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Chaxa**

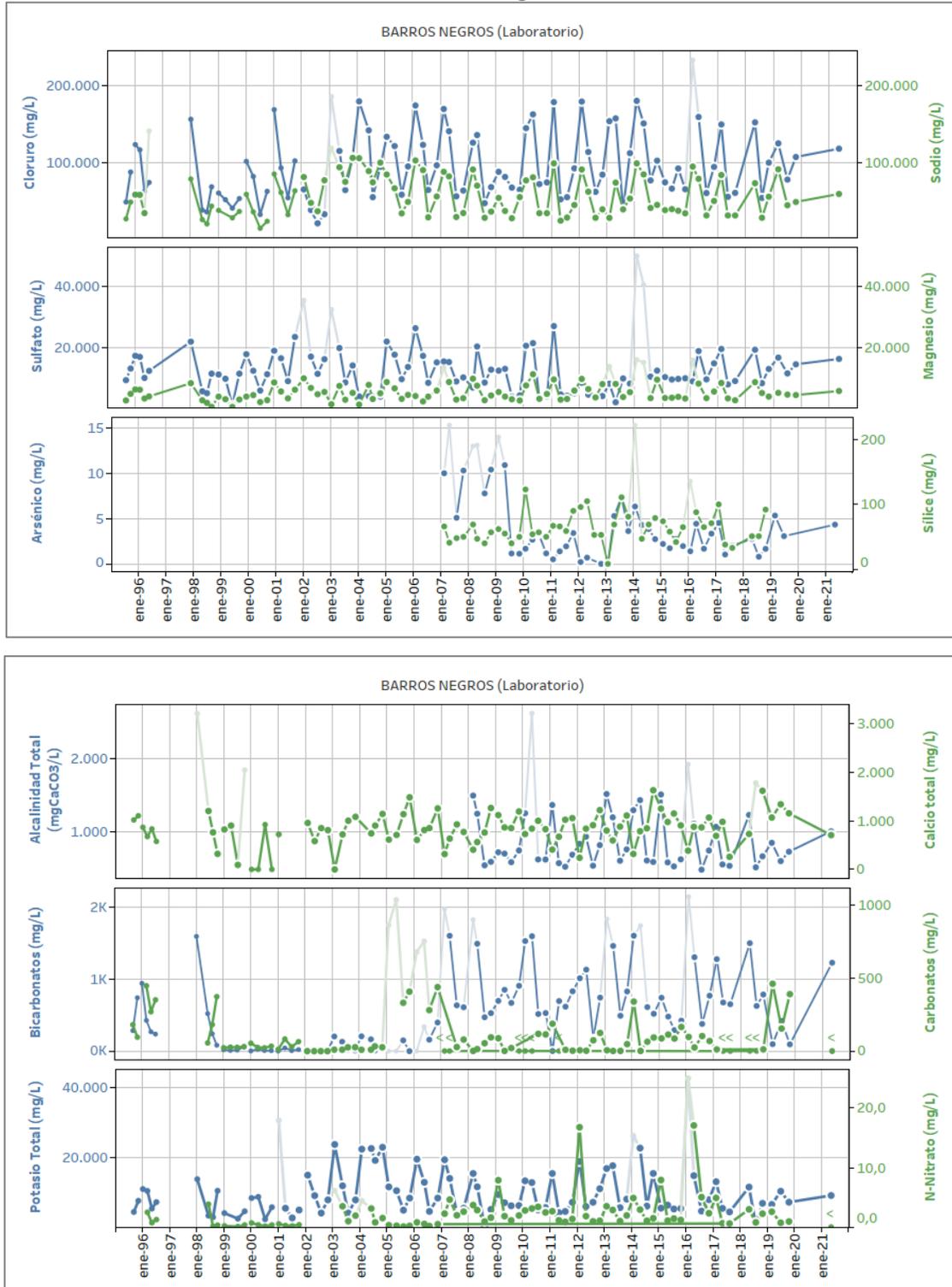


Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1325mg/L). Los valores <LD o >LD se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

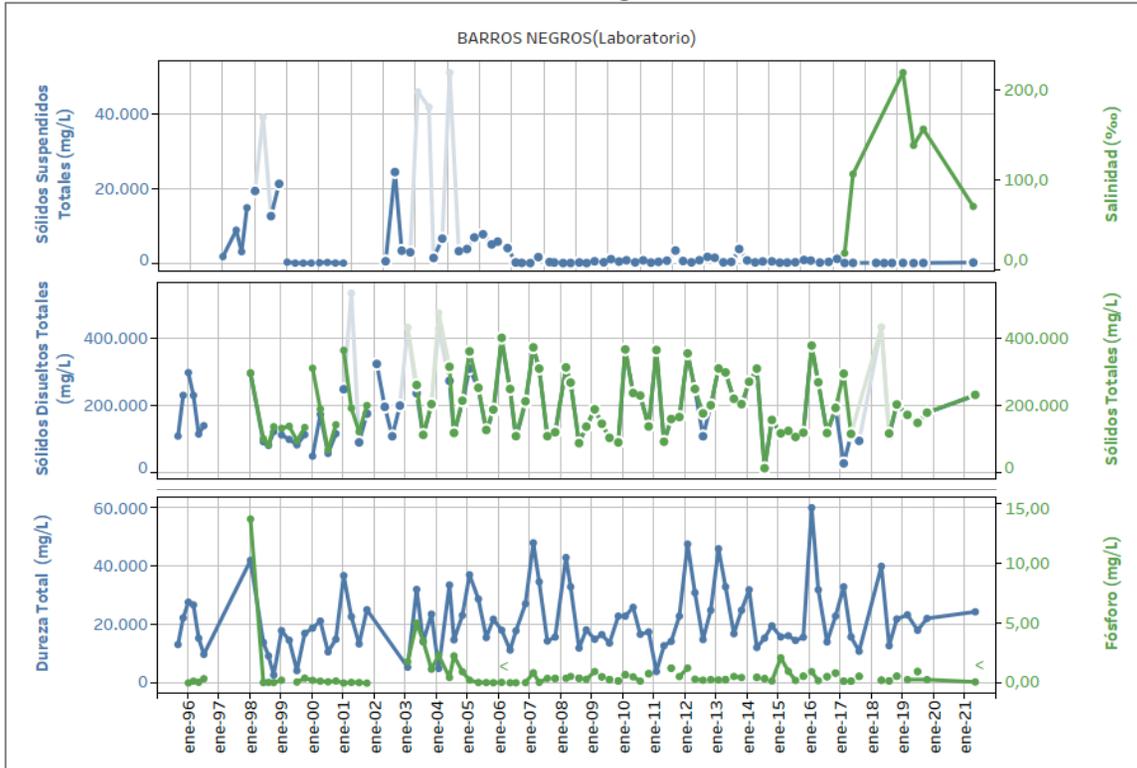
**Figura 6-41: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros**



**Figura 6-41 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Barros Negros**

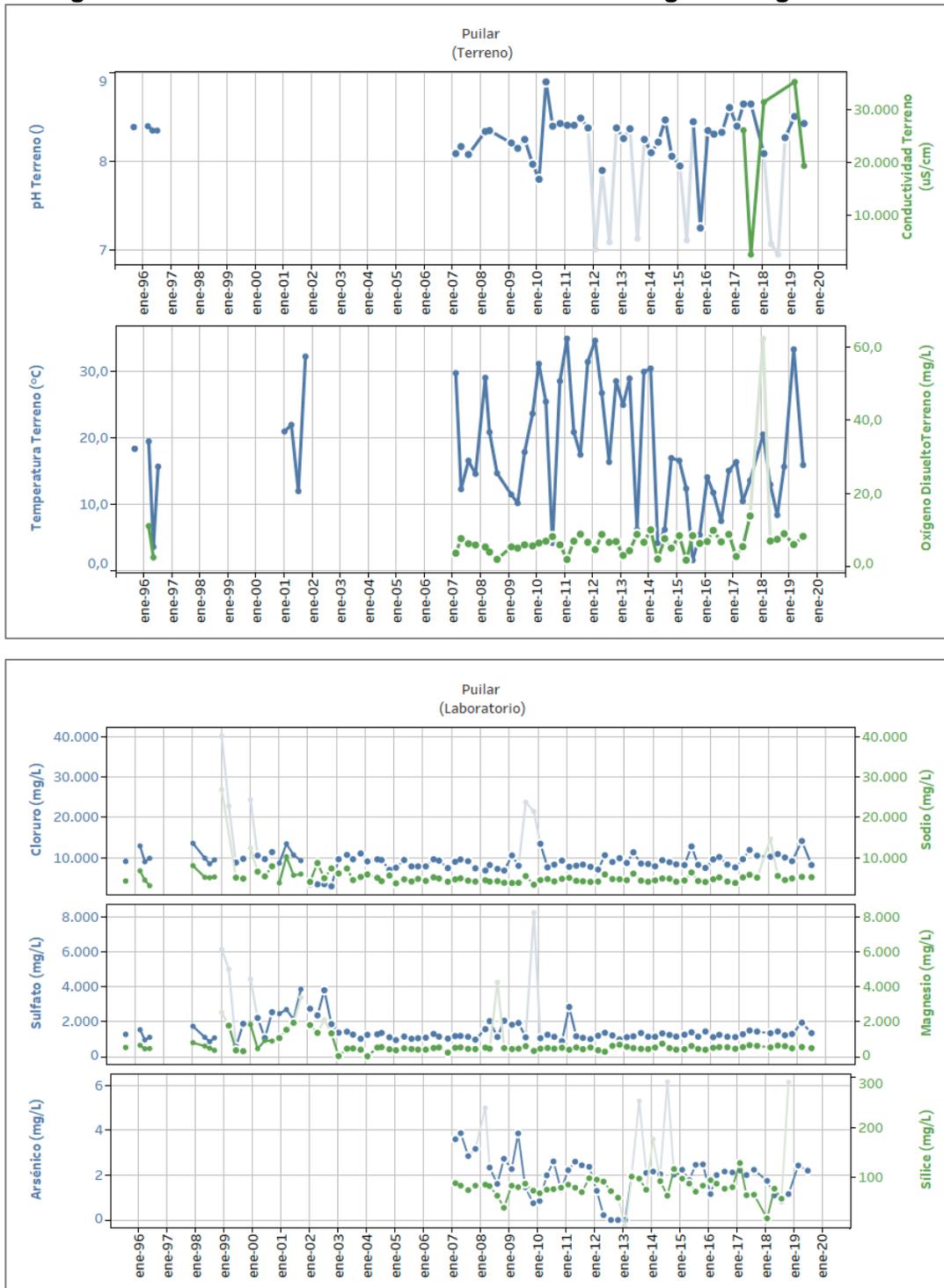


**Figura 6-41 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna  
Barros Negros**

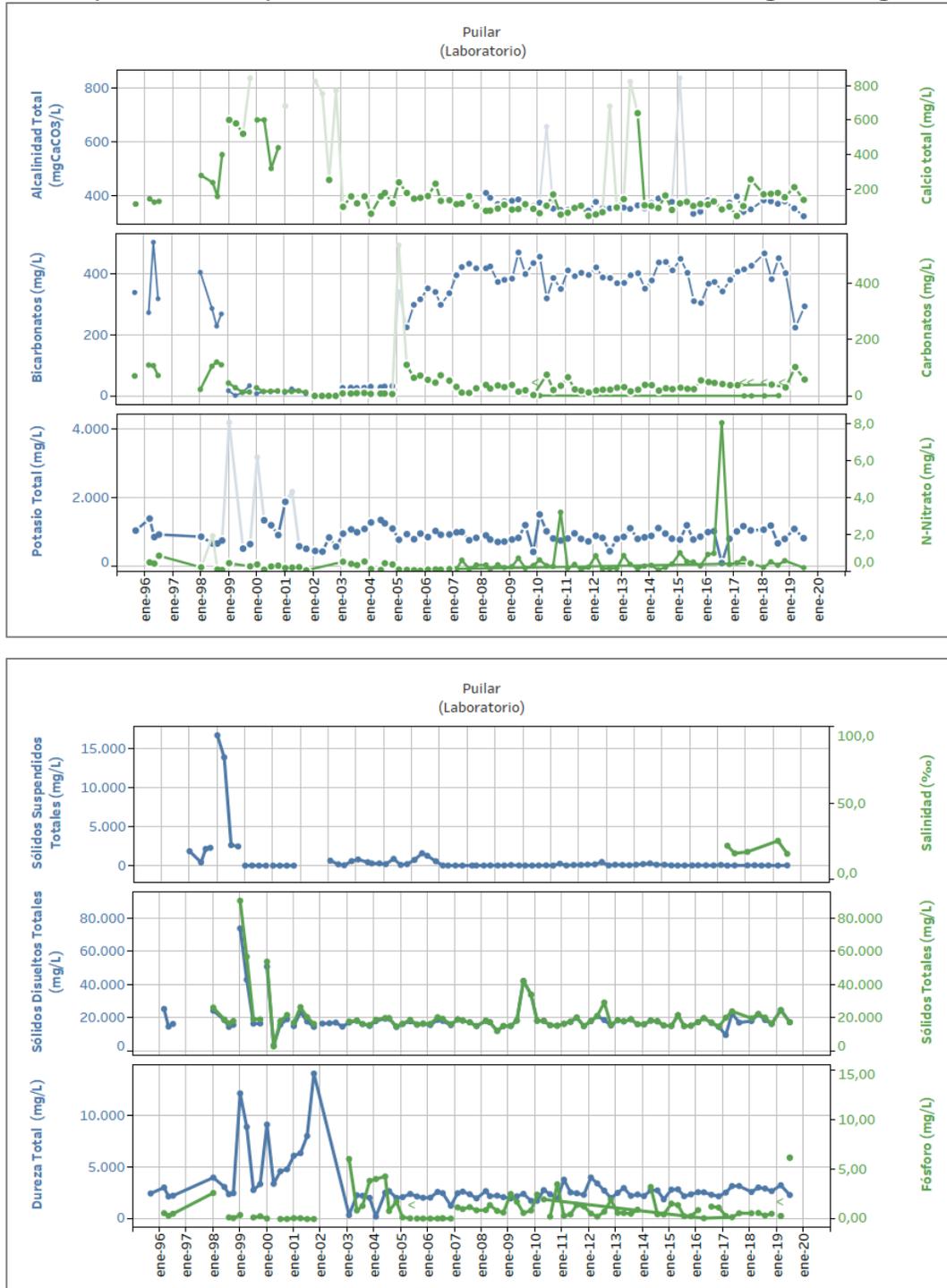


Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (2650mg/L). Los valores <LD o >LD se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran con resalte.

**Figura 6-42: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar**



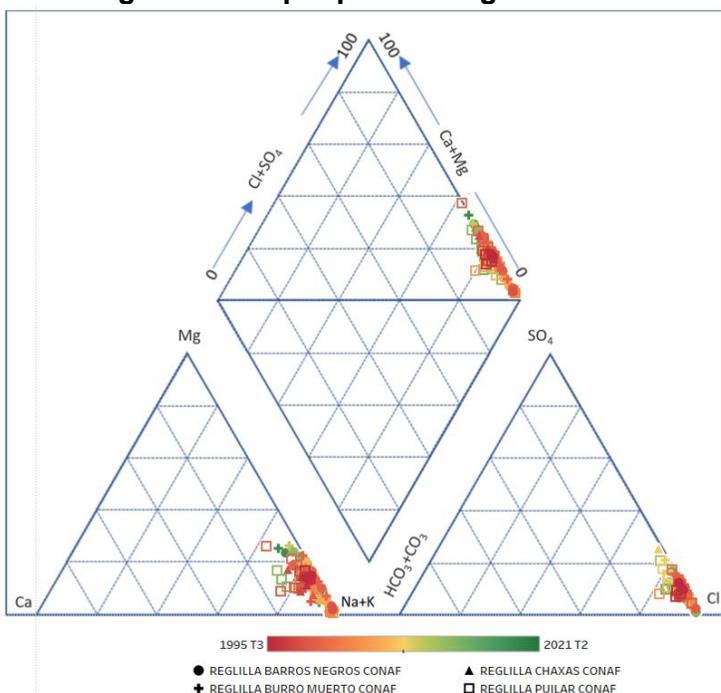
**Figura 6-42 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Puilar**



Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato para febrero 2019 (1903mg/L). Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">". En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En cuanto a las características generales, en la Figura 6-43 se observa el diagrama de Piper para los cuatro puntos de agua superficial en sistema Soncor. Se encuentran representadas todas las muestras que entregaron resultados de balance iónico menor que 10% (considerando para el cálculo de metales totales). Nótese que todas las lagunas se clasifican como cloruradas sódicas y no se observa ninguna tendencia en su evolución en los parámetros mostrados anteriormente ni para el diagrama de Piper, mostrándose todos los puntos próximos entre sí.

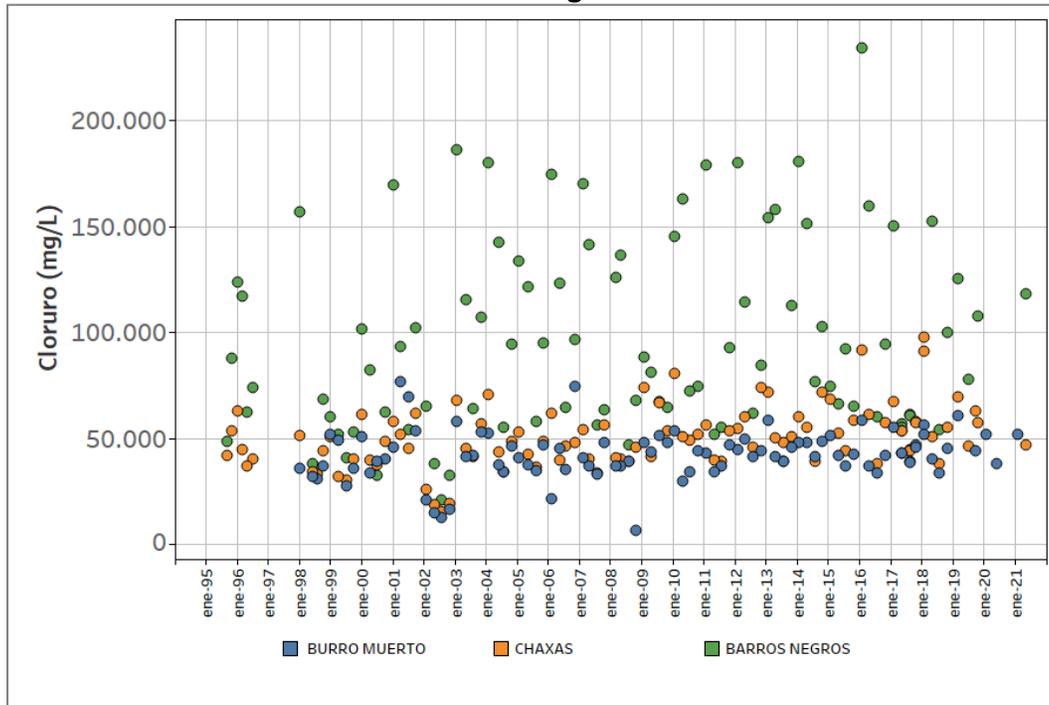
**Figura 6-43: Diagrama de Piper para las lagunas del sistema Soncor**



Fuente: Elaboración propia.

Además, dado que en el canal de Burro Muerto el flujo es de norte a sur, se produce un enriquecimiento en las concentraciones en este mismo sentido (Figura 6-44), debido fundamentalmente a la evaporación, y en menor medida a aportes locales desde el Borde Este al canal del Burro Muerto. De esta manera, las mayores concentraciones del sistema Soncor, conforma a lo esperado de acuerdo al funcionamiento del sistema se registran en la laguna Barros Negros, cuerpo terminal.

**Figura 6-44: Concentración de cloruros en canal Burro Muerto, laguna Chaxa y laguna Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia

### Caudal de agua superficial (aforos)

En el sistema Soncor se encuentran dos puntos de medición de caudal de agua superficial; la estación de aforo Puente San Luis, que mide de forma continua a través de una sección de control y en la que también se realizan mediciones mensuales (éstas últimas se toman de forma adicional a lo comprometido por RCA). Esta estación de aforo se encuentra aguas arriba de la entrada a la laguna Chaxa. Por otro lado, se dispone de las mediciones manuales con frecuencia mensual del punto llamado Barros Negros y que se encuentra aguas abajo de la salida de la laguna Chaxa.

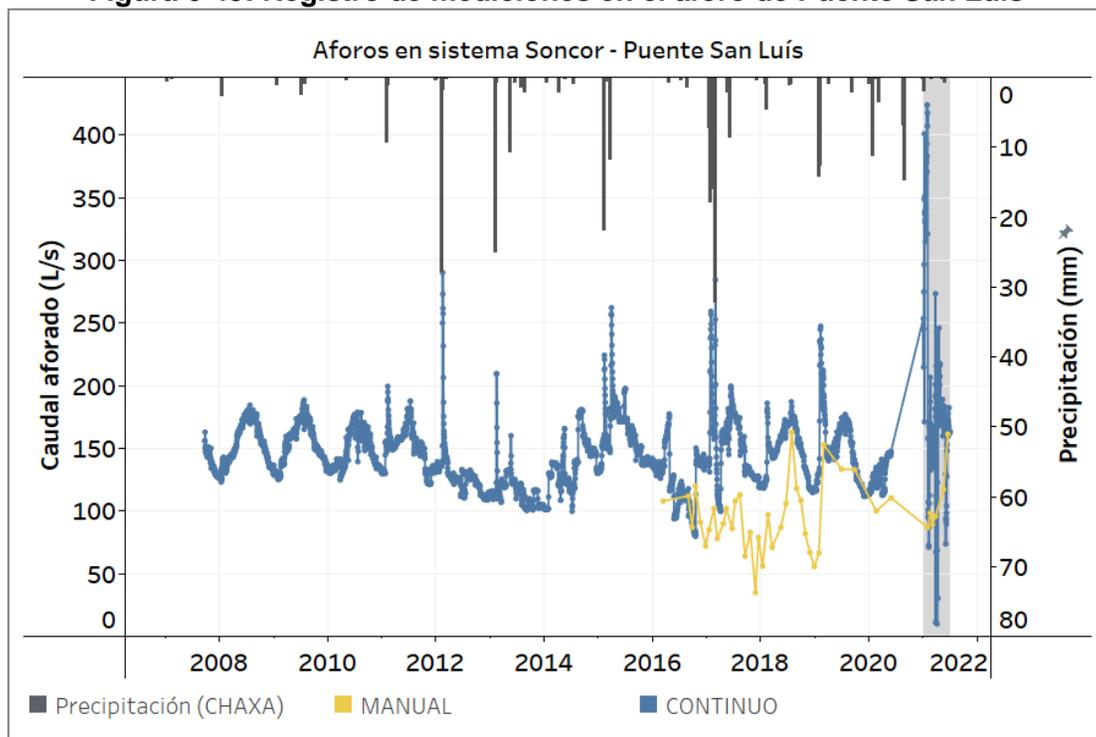
En la Figura 6-45 se muestra el registro histórico del punto de aforo del Puente San Luis, junto con la precipitación medida en la estación de Chaxa, que se encuentra a escasos metros. En la Figura 6-46 se muestra lo mismo para el punto Barros Negros.

Como ya se ha descrito en el capítulo de resultados, las medidas continuas para este primer semestre de 2021 del Puente San Luis no se validan por falla del equipo (como se ha visto en el capítulo 5, el registro resultante muestra oscilaciones anómalas y con rangos de valores no

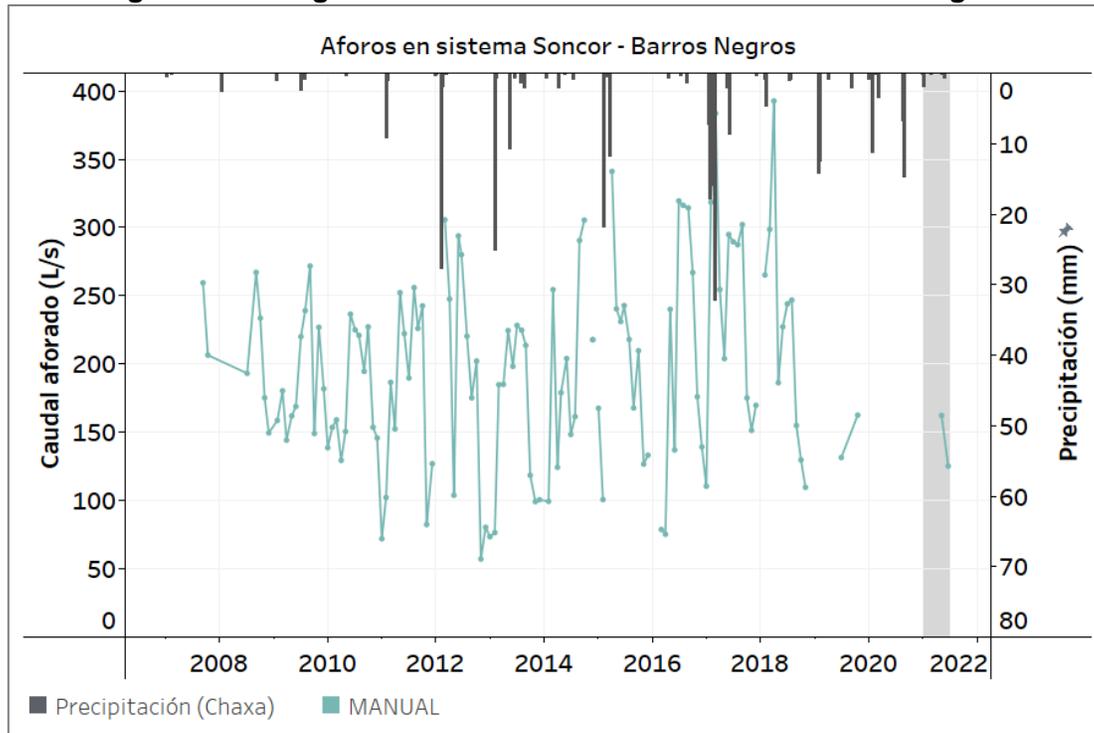
representativos del medio), y no ha sido posible realizar medidas manuales ya que ambos puntos se encuentran dentro de RNF (el punto Aforo Barros Negros no dispone de mediciones desde octubre de 2019).

Respecto los periodos anteriores, se observa que, en épocas secas como el período 2007-2012, el caudal de recarga superficial presenta un comportamiento estacional, con mínimos en verano y máximos en invierno, respondiendo a la recarga superficial proveniente de las cuencas altoandinas. En cambio, en la época más húmeda comprendida en el periodo entre los años 2012 y 2019, las precipitaciones registradas los años 2011, 2012, 2013, 2015, 2017, 2019 provocaron aumentos bruscos del caudal pasante, debido al escurrimiento subsuperficial generado por dichas precipitaciones, hecho que enmascara levemente la evolución estacional observada en los años anteriores.

**Figura 6-45: Registro de mediciones en el aforo de Puente San Luís**



**Figura 6-46: Registro de mediciones en el aforo de Barros Negros**



Fuente: Elaboración propia

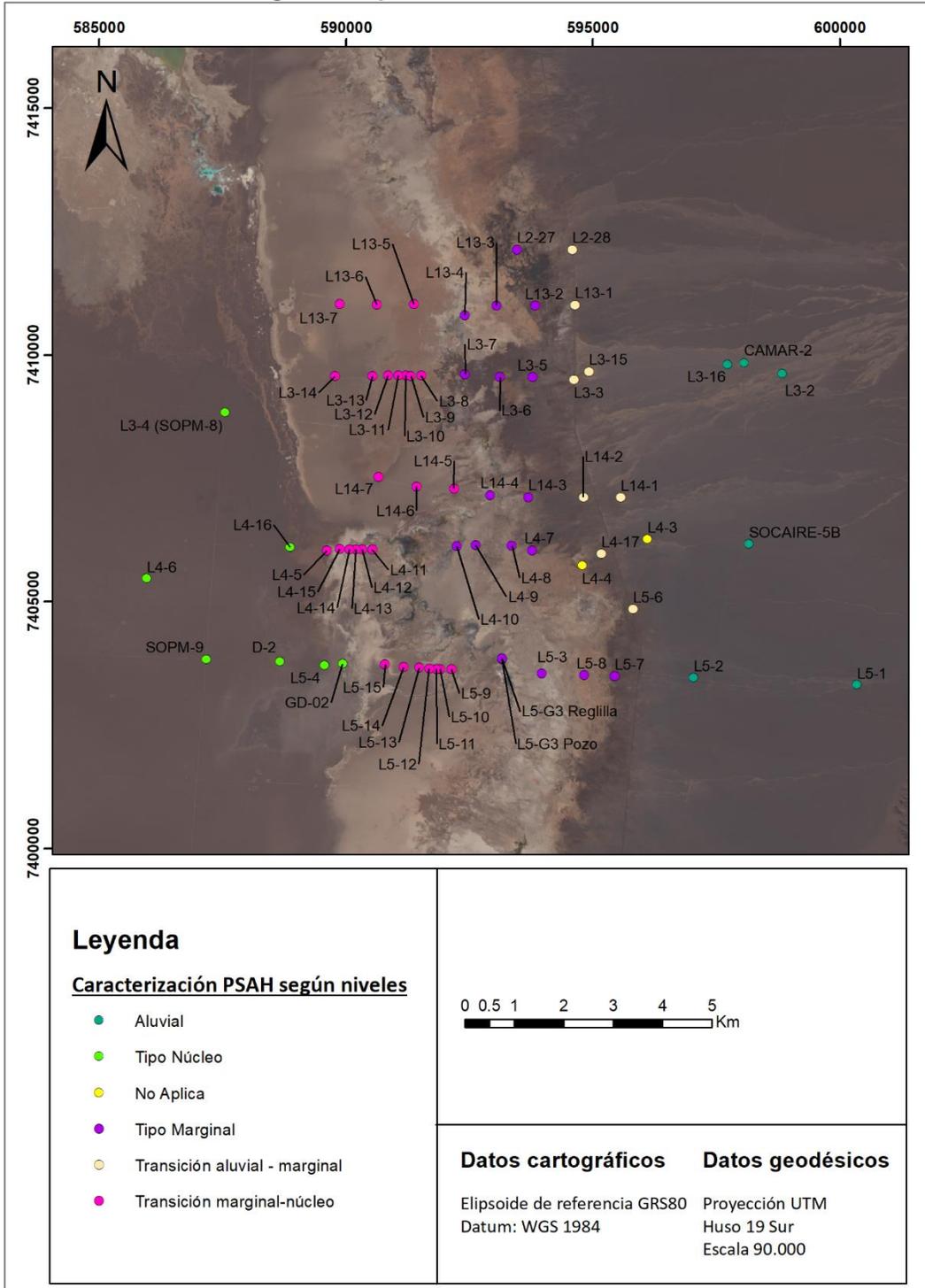
### 6.1.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA – VEGETACIÓN BORDE ESTE

De la misma manera que se ha planteado en el sistema Soncor, para el análisis de los datos se han incluido todos los puntos ubicados en el sistema Aguas de Quelana, aunque formen parte de la clasificación administrativa del sistema Vegetación Borde Este (ver Figura 6-47). Se incluyen por tanto en este apartado también los siguientes puntos;

- **De la serie L2:** L2-27, L2-28
- **De la serie L3:** L3-3, L3-5, L3-15, L3-11, L3-16
- **De la serie L4:** L4-3, L4-7, L4-10, L4-17

Cabe decir para efectos del capítulo 6, desde este punto del reporte y en adelante se tratará a este sector correspondiente al sistema Aguas de Quelana – vegetación Borde Este, como sistema Aguas de Quelana, dado que la delimitación del sistema vegetación Borde Este corresponde a condicionantes en la vegetación y no a términos hidrogeológicos. Por lo que se cree más conveniente tratarlo como un único sistema Aguas de Quelana.

**Figura 6-47: Infraestructura englobada en el sistema Aguas de Quelana y clasificada según comportamiento de los niveles**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

### **Niveles de agua subterránea y superficial**

El objetivo principal de los pozos ubicados en el Sistema Aguas de Quelana es observar el eventual efecto de la explotación de salmuera en el núcleo sobre las lagunas difusas y dispersas, así como el efecto de las operaciones de los pozos de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B.

En el análisis realizado en el sistema Soncor se han identificado varios comportamientos con características hidrogeológicas determinadas. Algunos de estos comportamientos se identifican también en el sistema Aguas de Quelana: el comportamiento asociado al acuífero aluvial, el transicional entre el aluvial y el marginal y el comportamiento relacionado a la zona marginal (producto del efecto de la interfaz salina). En este caso, a diferencia del Sistema Soncor, no existe un sistema de lagunas y canales de agua superficial que genere un impacto característico sobre el acuífero. Por contra, se trata de una distribución irregular de afloramientos de agua subterránea, producto del levantamiento del agua dulce proveniente de la cordillera (generado por la presencia de la interfaz salina) y el cambio de relieve (que genera la existencia de estos cuerpos de agua dispersos de norte a sur). Por ese motivo, existe un comportamiento no visto como tal en el sistema Soncor que se trata de una transición entre la zona marginal y el núcleo. A continuación, se muestran las series de niveles y el análisis asociado.

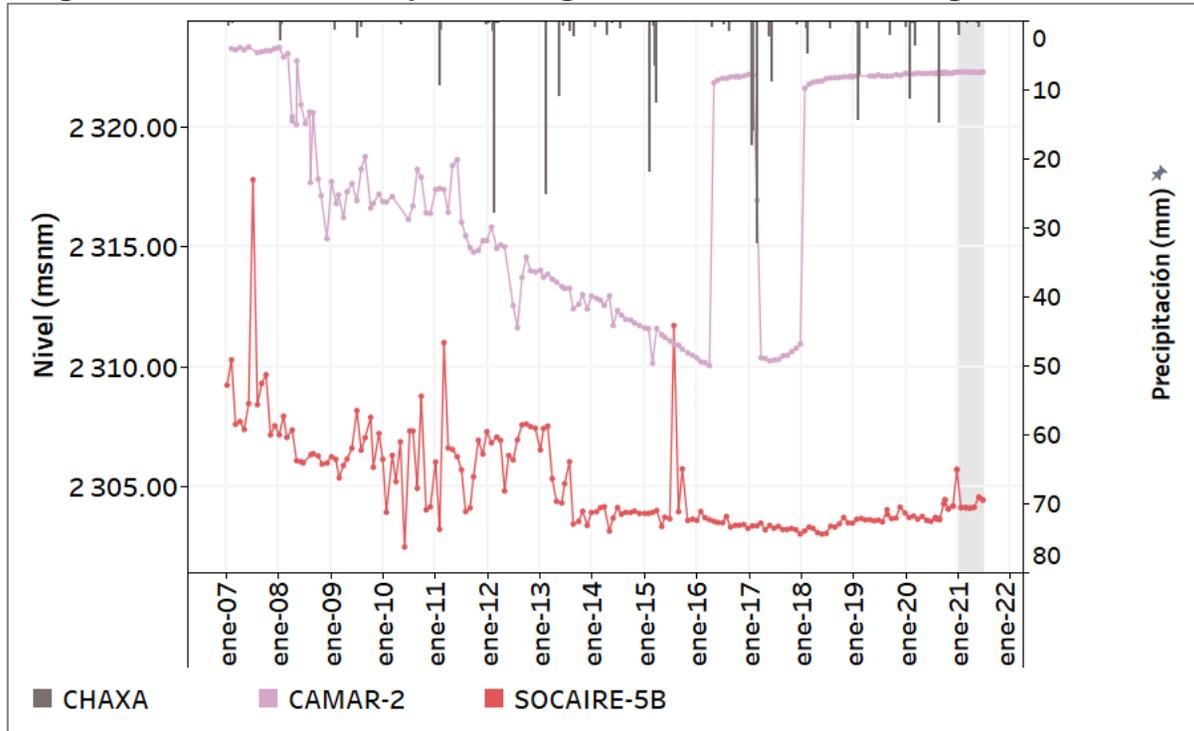
#### ***Niveles en pozos de bombeo de agua industrial***

En la Figura 6-48 se muestran los niveles de los pozos Camar-2 y Socaire-5B, que son los pozos de agua industrial que se encuentran en el sistema Aguas de Quelana. Tienen un caudal autorizado de 60 y 65 L/s respectivamente. Pero el pozo Camar-2 se encuentra detenido desde febrero de 2018 y por este motivo, los niveles medidos se encuentran estables sobre la cota 2.322 m s.n.m. El pozo Socaire-5B disminuyó levemente el caudal de extracción en el mes de agosto 2019 (60,29 L/s de promedio mensual) y en el mes de noviembre de 2019 hubo una disminución de la extracción hasta los 44,41 L/s de promedio mensual. Por este motivo es que los niveles del pozo registran dos pequeñas elevaciones de nivel en esos meses.

En el primer semestre de 2021 se observa como el Socaire-5B mantiene el nivel ascendente que viene mostrando desde 2018; la pendiente promedio en este periodo es de 37,5 cm/año, esta tendencia ascendente, si bien el pozo Socaire-5B se mantiene estable en su régimen de

extracción, se interpreta que es debido a la detención del pozo vecino Camar-2 en el mismo año 2018.

**Figura 6-48: Niveles en los pozos de agua industrial del sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Pozos en zona aluvial***

Sobre el acuífero aluvial del sistema Aguas de Quelana y con el comportamiento característico de esta área, se encuentran los puntos L3-2, L3-16, L5-1 y L5-2. En la Figura 6-49 se muestran los descensos calculados, ya que permiten observar mejor las tendencias de este grupo debido a que los niveles se encuentran a cota muy distintas.

Los puntos no muestran oscilación estacional, sin respuesta a los eventos de lluvia y sí una respuesta en forma de descenso debido a las extracciones de los pozos de agua industrial; los puntos L3-2 y L3-16 mostraban las mayores pendientes de descenso de este grupo (13 y 20,3 cm/año respectivamente), hasta que el pozo Camar-2 se detuvo en 2016 y posteriormente en 2018. A partir de entonces que supuso la detención definitiva del pozo, los niveles han venido mostrando una tendencia de recuperación (ascenso), que a partir de mediados de mediados del mismo año (2018) se muestra estable con una pendiente de 5,6 y 6,4 cm/año respectivamente. Estas respuestas debidas al manejo operacional del pozo

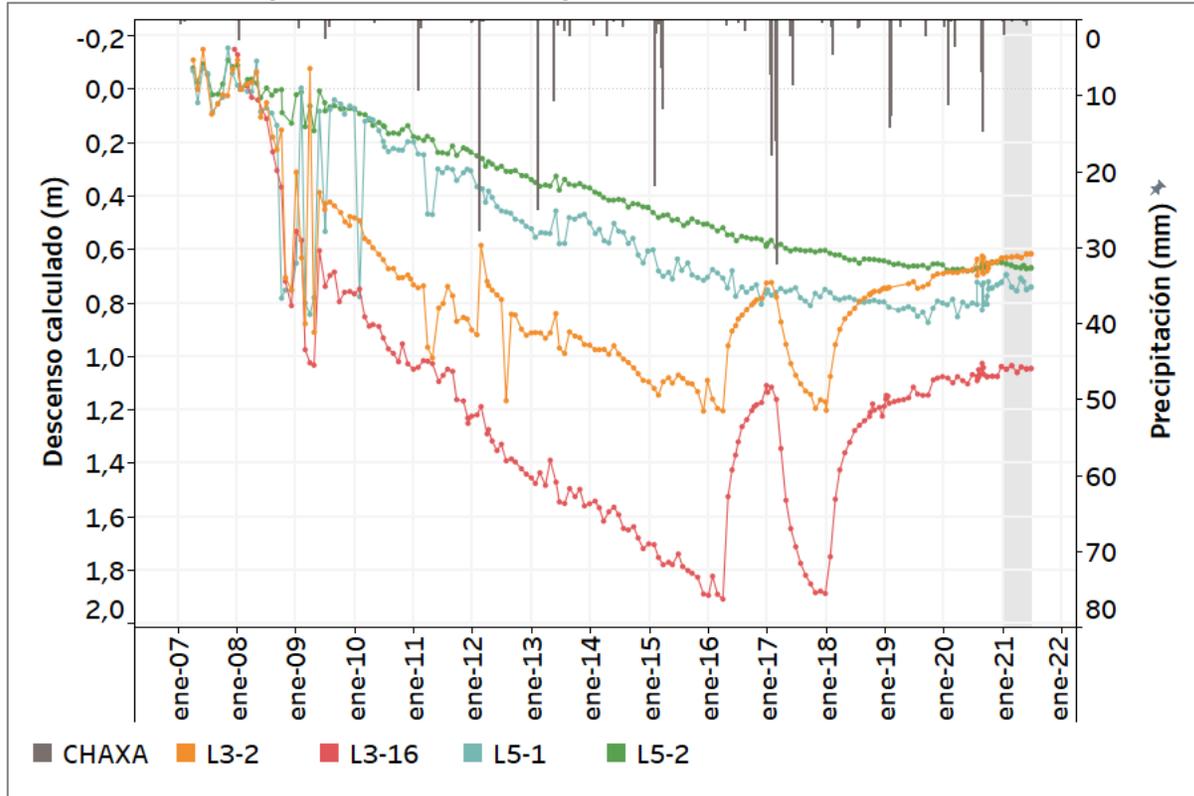
Camar-2 son esperadas, puesto que estos dos puntos se encuentran muy cercanos al mismo; el L3-16 a menos de 350 metros y el L3-2 a unos 800 metros.

En el caso de los puntos L5-1 y L5-2, el efecto de la detención del Camar-2 también se ha observado, a pesar de que éstos se encuentran al sur del Socaire-5B. Previa a la detención del Camar-2, estos puntos registraban un descenso con una pendiente promedio de 6,8 cm/año el L5-2 y 7,2 cm/año el L5-1. El efecto de la detención definitiva se empezó a observar en estos puntos a mediados de 2019 en el caso del L5-1 y a partir de 2020 en el caso del L5-2, en que se empezó a registrar una tendencia ascendente (de 6,7 cm/año y 0,6 cm/año respectivamente).

Las mediciones realizadas en el primer semestre 2021 confirman las tendencias descritas anteriormente; en todos los casos se mantienen los niveles reproduciendo una tendencia de ascenso estable.

El comportamiento en este sector se interpreta como una etapa de reequilibrio desde una época de máxima recarga desde la cordillera oriental, dando lugar a una leve tendencia al descenso y sobre la cual se sobrepone el efecto inducido por la explotación de agua industrial de los pozos. Los cambios en el régimen de extracción, junto con la detención del pozo Camar-2 suponen desequilibrios en el acuífero, por lo que es esperable observar estas respuestas en forma de recuperación en los puntos cercanos. Es necesario observar las tendencias resultantes de un periodo mucho mayor, puesto existen estudios relacionados con los acuíferos de la cordillera de los Andes que concluyen que los tiempos de reequilibrio en el acuífero pueden ser de entre 100 a 1.000 años (Boutt, Corenthal, Moran, Munk, & Hynek, 2021) o incluso de entre 3.000 a 14.000 años (Urrutia, y otros, 2021), dependiendo de la técnica de análisis y de la región concreta. Por lo que es esperable que, en la cuenca del Salar de Atacama como ocurre en cuencas similares, se dé la situación de balances no cerrados, puesto que el acuífero todavía no se encuentra en equilibrio.

**Figura 6-49: Descensos calculados a partir de 2008 de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento asociado al acuífero aluvial**



Fuente: Elaboración propia.

### ***Pozos en zona marginal***

En esta sección se hace el análisis para aquellos puntos que se encuentran en la zona marginal del sistema Aguas de Quelana. Empezando por los puntos más cercanos al acuífero aluvial, se identifica un comportamiento que se reconoce por ser transicional; presentan una tendencia de descenso propia del acuífero aluvial, influenciado principalmente por el bombeo de los pozos de agua industrial, pero además muestran una oscilación estacional más propia de la zona marginal. En la Figura 6-50 que muestra los descensos calculados desde 2008 a partir de los niveles medidos ya que, debido a las diferencias entre las cotas de los niveles en este grupo, no se podría realizar el análisis de forma adecuada.

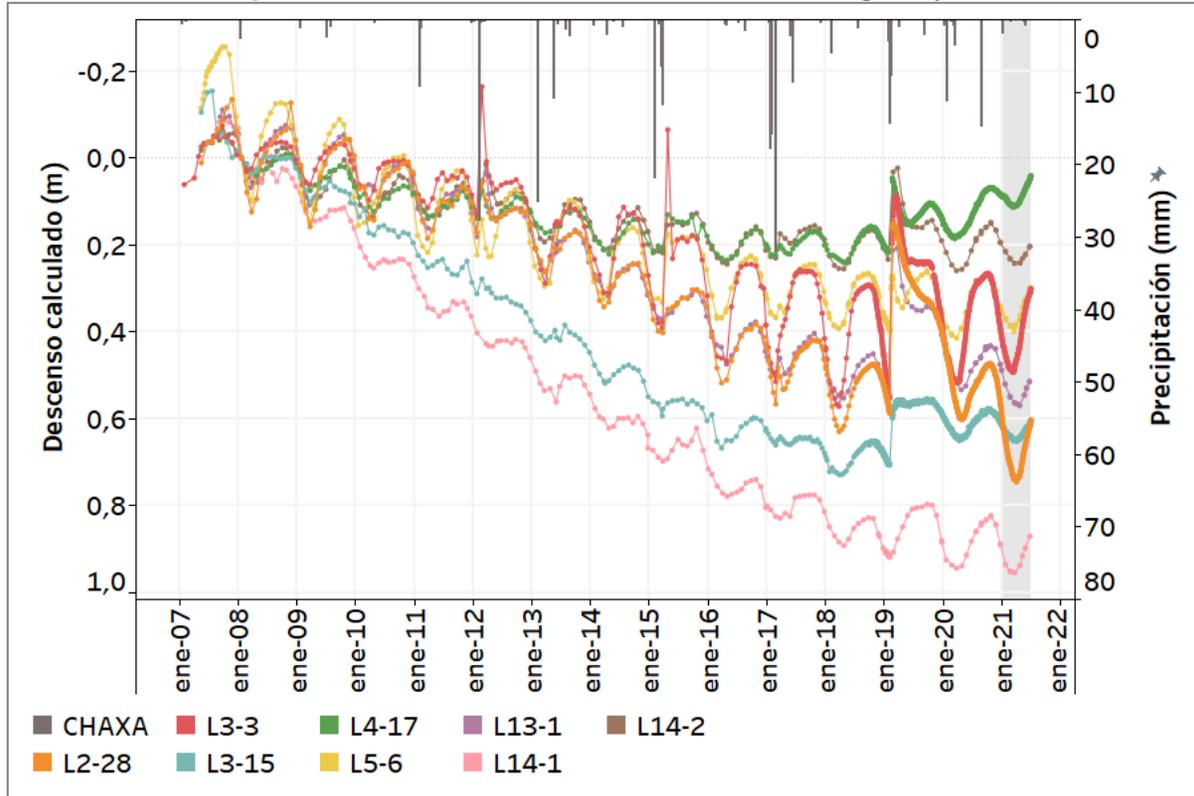
Empezando por el L2-28, que es el que se encuentra más al norte de este grupo, venía registrando una marcada oscilación con una tendencia descendente estable. Producto de la precipitación de febrero 2019, los niveles en este punto incrementaron de forma inmediata alcanzando cotas que no se habían registrado desde 2013. Posteriormente, el nivel se ha

recuperado (descendido), durante el pasado año 2020 empezó a mostrarse de nuevo oscilante y recién en el primer semestre 2021 ha resultado un mínimo que efectivamente corresponde a una cota inferior que los mínimos de los años previos. Observando los niveles hasta diciembre 2020, en el anterior informe PSAH N° 28, se propuso la hipótesis de que este pozo hubiera entrado en una etapa de estabilización del nivel (sin descenso ni ascenso) producto quizás de la detención del pozo Camar-2, pero observando los niveles del presente semestre reportado se descarta tal idea; este pozo ha retomado el descenso general de sus niveles, en donde la pendiente promedio es de 4,8 cm/año.

Contrariamente, el resto de los puntos sí parecen haber mostrado una respuesta a la detención del Camar-2, aunque en función del punto la forma ha sido distinta; teniendo en cuenta el registro histórico y junto con los datos obtenidos durante el primer semestre 2021, se observa que todos han mantenido estable la misma oscilación histórica que venían registrando (en cuanto a frecuencia y amplitud) y lo que ha variado es que una serie de pozos ha invertido la tendencia, pasando de tener una tendencia descendente a registrar una tendencia ascendente (L4-17 y L3-3), otros han disminuido la pendiente de descenso llegando a una prácticamente estabilización (pendiente nula) (L14-2, L13-1, L5-6 y L3-15) y finalmente, el caso del L14-1 que ha suavizado la pendiente de descenso.

Dada la descripción anterior y observando la ubicación de los puntos con respecto al pozo Camar-2, se extrae que no existe una relación proporcional al efecto de la detención con respecto a la distancia al pozo; sería esperable que el efecto fuera más fuerte en los pozos más cercanos, con un cambio en la tendencia llegándose a invertir (pasar de descender a ascender) y que las respuestas más débiles se produzca en los pozos más alejados (disminución de la pendiente de descenso). Pero, la falta de esta correlación pone evidencia de nuevo la heterogeneidad de los materiales en este sector, que condiciona los tiempos y la forma de responder a los eventos en el acuífero.

**Figura 6-50: Descensos calculados de los puntos del sistema Aguas de Quelana que muestran un comportamiento de transición entre la zona marginal y el acuífero aluvial**

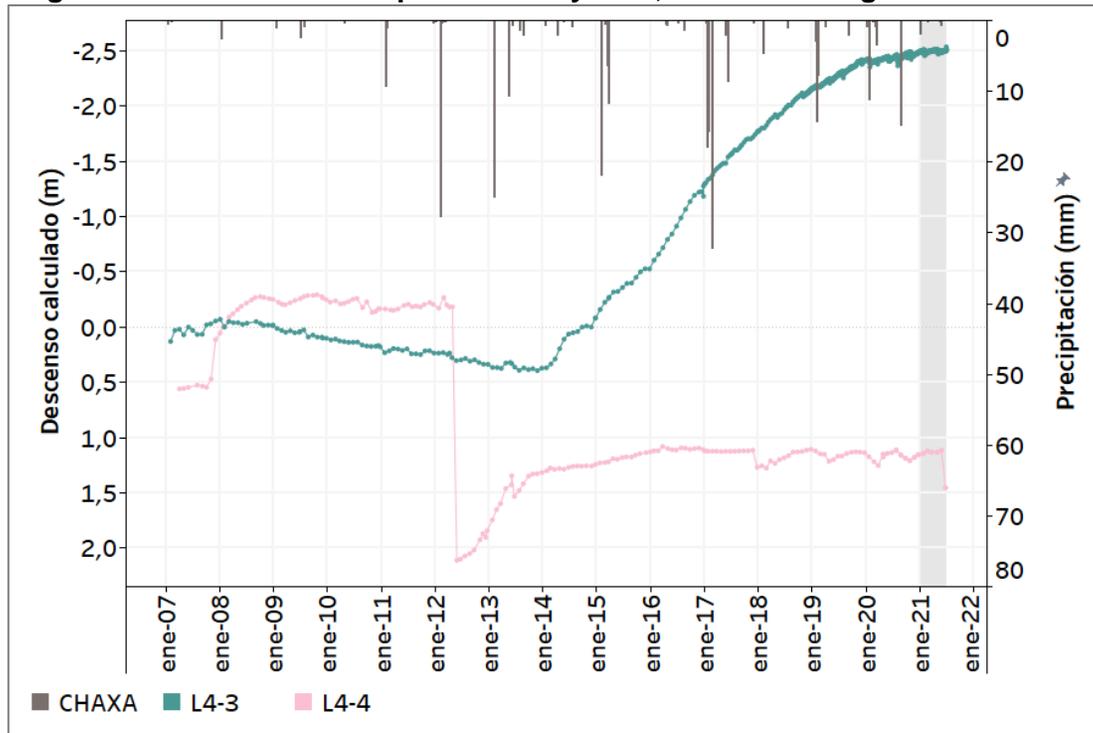


Fuente: Elaboración propia.

En el entorno de los puntos descritos anteriormente, se encuentran el L4-3 y el L4-4 que muestran un comportamiento singular si se compara con el resto de los pozos vecinos. En la Figura 6-51 se muestran los niveles de estos puntos. El pozo L4-4 sufrió un golpe por terceros, hecho reportado en el Informe N°11 del PSAH. Esto provocó un cambio en los niveles medidos, lo que se aprecia como un descenso abrupto el año 2012. Posteriormente, el punto mostró una recuperación del nivel hasta alcanzar en 2016 una cota más o menos estable alrededor de los 2.304,55 m s.n.m. Llama la atención el nivel registrado en junio (2021), que se encuentra 31 cm por debajo del promedio anterior y que se venían mantenido estable hasta esta medición. Es necesario ver los registros de los meses siguientes para ver si en este pozo se ha producido algún cambio en la tendencia, o bien, se trata de un valor puntual.

El L4-3 cambió su tendencia de descenso a partir de 2014 y empezó a mostrar un ascenso regular, aunque la pendiente se haya ido suavizando desde entonces, con una pendiente de 8,5 cm/año calculada para el periodo entre enero de 2019 y diciembre de 2020, pero que se mantiene también durante el primer semestre 2021.

**Figura 6-51: Niveles en los puntos L4-3 y L4-4, del sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo de pozos que se analiza en esta sección son los que se encuentran alrededor de la interfaz salina y que por tanto muestran el comportamiento esperado en la zona marginal; se caracterizan por mostrar una tasa de descenso casi nula y una fuerte estacionalidad. Se trata de gran número de puntos situados entre el límite del acuífero aluvial y la zona de la surgencia de los cuerpos de agua objeto de protección del sistema Aguas de Quelana, por lo que se muestran directamente los descensos calculados que permite visualizar mejor el comportamiento característico, y se presentan agrupados en distintas figuras de norte a sur:

- Serie L2 (L2-27) y L13 (L13-2, L13-3 y L13-4) en la Figura 6-52.
- Serie L3 (L3-5, L3-6 y L3-7) en la Figura 6-53.
- Serie L14 (L14-3 y L14-4) en la Figura 6-54.
- Serie L4 (L4-7, L4-8, L4-9 y L4-10) en la Figura 6-55.
- Serie L5 (L5-3, L5-7, L5-8 y L5-G3 Reglilla y Pozo) en la Figura 6-56.

Puede notarse que, en esta agrupación de puntos, con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana, se encuentran las reglillas pertenecientes al

monitoreo de agua superficial de este sector: L13-4, L14-4, L3-7, L4-10 y L5-G3 Reglilla y Pozo. Como puede verse en las figuras, no muestran un comportamiento diferenciado con respecto al resto de los puntos incluidos en este grupo. Esto es debido a que el sistema Aguas de Quelana tiene una dinámica distinta al sistema de Soncor, en donde existe una interacción entre los cuerpos lagunares superficiales y el acuífero del sector. En el caso del sistema de Aguas de Quelana, los cuerpos de agua dispersos sobre la superficie del terreno tienen como origen la surgencia del acuífero procedente de la zona aluvial, que al encontrarse con el acuífero del núcleo produce la llamada interfaz salina. Esta diferencia de densidades y el relieve llano de la zona (en comparación con las cotas topográficas del aluvial) son las responsables de que exista este sistema de humedales en el borde este del Salar de Atacama.

Volviendo al comportamiento de los niveles, de la misma manera que se describía para los pozos también asociados a la interfaz salina del sistema de Soncor, estos puntos muestran una marcada oscilación estacional y, en general, tendencia de pendiente prácticamente nula (ni ascenso ni descenso); es posible que estos puntos se muestren de forma distinta al bombeo de los pozos de agua industrial debido a que las condiciones hidráulicas del acuífero en este sector son heterogéneas, como ya se ha visto anteriormente, así que depende de lo transmisible que sea el material litológico existente entre el campo de pozos de agua y cada punto. Las amplitudes de oscilación son variables (entre 1 y 12 cm) y la respuesta a los eventos de lluvia también varía en función del evento y del punto (está relacionado con la amplitud de la zona no saturada, la pendiente del terreno y la litología y sus características transmisibles). Observando las respuestas registradas de todos los puntos analizados en este grupo, el evento que mayor impacto ha generado en los niveles es el de febrero 2019 y, en segundo lugar, el evento de febrero 2012.

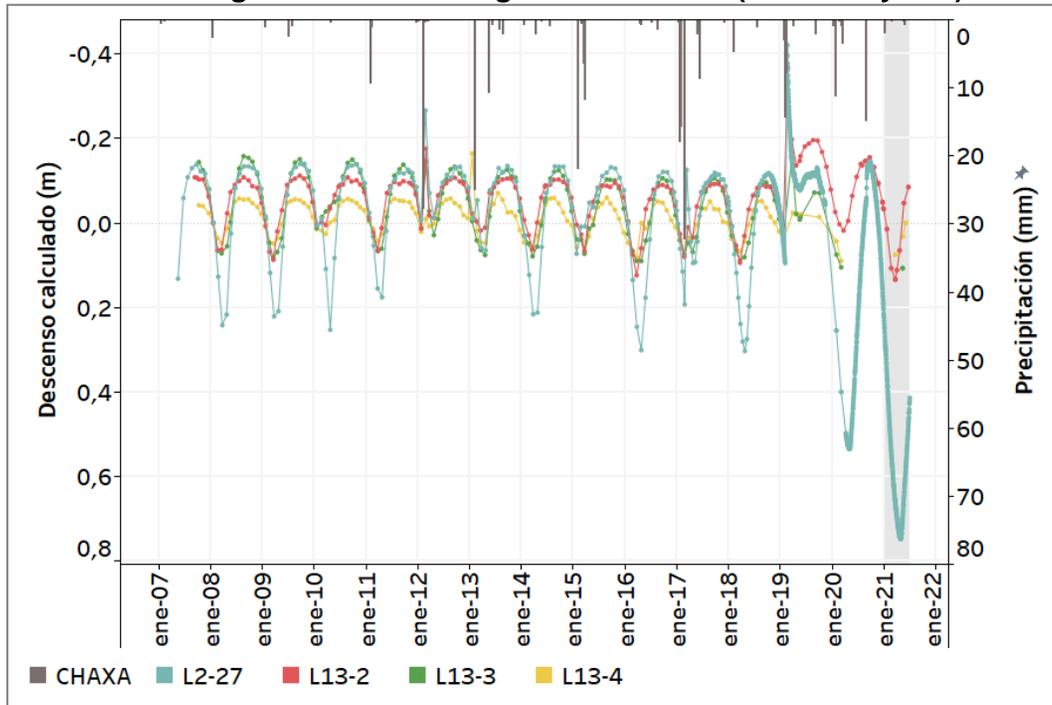
Respecto los datos medidos en el primer semestre de 2021, todos los pozos de este grupo cuentan con, al menos, una medición, lo que destaca ya que muchos de los puntos de este grupo se encuentran dentro de RNF y no habían podido ser visitados desde principios de 2020.

Respecto de la Figura 6-52, se destaca el mínimo alcanzado por el L2-27 que ha supuesto un valor histórico dentro del registro de este pozo (21 cm inferior al anterior mínimo de 2020) y que ha supuesto de nuevo la activación de la Fase II del PC; la anterior ocurrió en abril de 2020 y a la que se hace mención en este reporte se dio el día 9 de febrero de 2021. El

descenso que ha producido esta nueva cota mínima se observa dentro de un ciclo de oscilación, que viene incrementando la amplitud desde el año 2020, posteriormente al evento de febrero 2019. No es posible saber si este evento de lluvia ha podido influir en este cambio de comportamiento, quizás por algún cambio en la litología del acuífero en algún sector, pero del análisis realizado en el informe de investigación (Hidroestudios, 2021) se pudo comprobar que parte de este comportamiento podía atribuirse a los afectos generados por la extracción de los pozos de agua industrial Allana, Mullay-1 y Camar-2. Antes del cierre del primer semestre 2021, en 10 de junio (2021), se produjo la desactivación de la Fase II y el 19 del mismo mes, la desactivación de la Fase I.

Del resto de puntos de la Figura 6-52, se resalta el L13-2; este punto registró máximos y mínimos posteriores al evento de precipitación de 2019 levemente superiores (en cota) a los correspondientes de los años previos (unos 10 cm), lo que podía llevar a pensar que este punto había alzado la cota promedio por la que se suceden las oscilaciones. Pero, la cota del mínimo alcanzado este primer semestre 2021 ha resultado similar (o incluso levemente inferior) a las cotas de los años previos a la lluvia de febrero 2019. Será necesario analizar las cotas que alcancen los mínimos y máximos de los siguientes meses para concluir si el pozo ha retornado a su comportamiento previo o bien está empezando a mostrar cambios.

**Figura 6-52: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L2 y L13)**



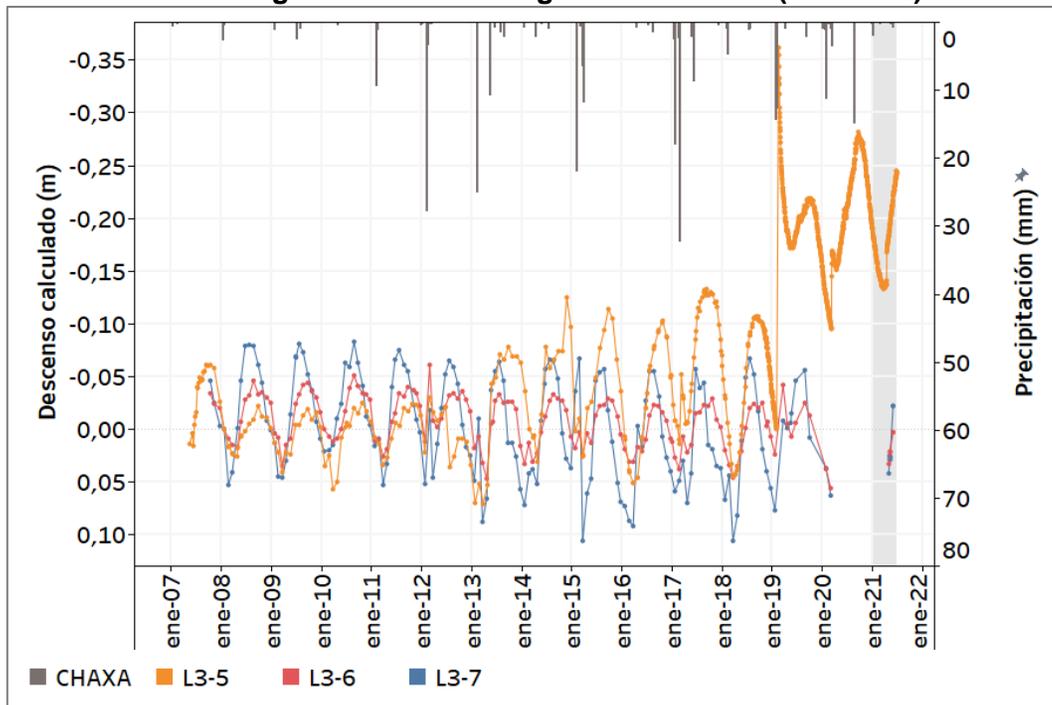
Fuente: Elaboración propia.

En el L3-5 (Figura 6-53), durante el periodo 2007-2013, se observa una leve tendencia promedio de descenso, con una amplitud de la oscilación de unos 8 cm. A partir de mediados de 2013 y previo a la lluvia de febrero 2019, puede verse como la tendencia se vuelve ligeramente ascendente y aumenta la amplitud de la oscilación al doble (alrededor de los 16 cm). Este cambio, posiblemente se deba a la sucesión de eventos de precipitación por lo que se caracteriza este periodo. El impacto que genera la lluvia de 2019 es el alzamiento del nivel en unos 36 cm y que ocurre de inmediata, registrando un máximo histórico. A partir de entonces, el nivel recupera el comportamiento oscilante, pero alrededor de una mayor cota que en los años previos y, a partir del registro del primer semestre 2021, parece intuirse que se mantiene una tendencia ascendente de 0,8 cm/año.

Es posible que este cambio en el comportamiento del L3-5, no solo se deba a la recarga proveniente del aluvial producto de la lluvia de 2019, si no que se vea añadido el efecto producido por la detención del Camar-2, ya que así se observa en los puntos L3-3 y L3-15 (descritos en el grupo de comportamiento transicional aluvial-marginal) y que se encuentran cercanos (1 Km), aguas arriba y más próximos al Camar-2.

El resto de los puntos de la transecta L3 con comportamiento tipo Marginal (L3-6 y L3-7) se encuentran más alejados del acuífero aluvial y, según puede observarse en la Figura 6-53, éstos no están mostrando respuesta frente los cambios producidos por la detención del Camar-2. De las mediciones realizadas en el primer semestre 2021 (a partir de abril), se ve como los niveles se encuentran en cotas similares a los primeros semestres de años anteriores, por lo que parece verse que efectivamente, estos puntos mantienen constante el comportamiento registrado históricamente.

**Figura 6-53: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L3)**

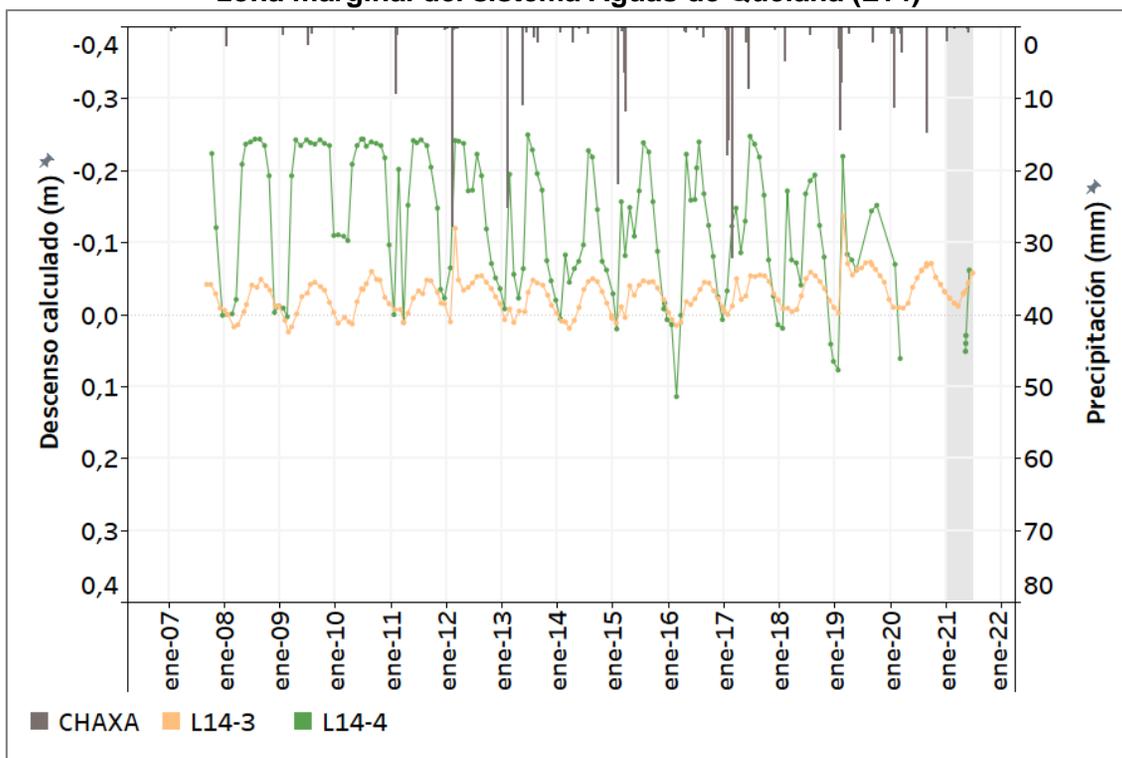


Fuente: Elaboración propia.

La transecta L14 (Figura 6-54) se ubica ligeramente al norte del pozo Socaire-5B y el punto más próximo al acuífero aluvial es el L14-3. Este punto viene mostrando una oscilación constante en amplitud (unos 7 cm) y también en pendiente (levemente ascendente en 0,2 cm/año). Si bien este punto respondió a la lluvia de febrero 2019, lo hizo elevando los niveles igual que cuando lo hizo para la lluvia de 2012. Posterior al evento de lluvia de 2019 y teniendo en cuenta el registro de mediciones del primer semestre 2021, este punto no parece haber modificado su comportamiento desde el inicio de los registros.

Aguas abajo del L14-3, en la misma transecta y a una distancia de 780 m se encuentra el L14-4, que es una de las reglillas del sistema Aguas de Quelana. Este punto muestra una mayor amplitud de oscilación (unos 24 cm), respecto de su vecino el L14-3. En el periodo comprendido entre el inicio de los registros y hasta 2012, este punto mostraba unos niveles máximos que se sostenían (mantenían la misma cota) durante varios meses y oscilaba alrededor de una cota similar sin mostrar una tendencia de ascenso o descenso. Posteriormente, este punto mantuvo la amplitud de la oscilación, pero con una leve tendencia de descenso promedio (0,5 cm/año). Este punto dejó de visitarse de forma regular en febrero 2020 y recién en el mes de mayo 2021 se ha vuelto a medir, por lo que no es posible todavía actualizar el comportamiento en este punto y será necesario observar las mediciones de los siguientes meses. No obstante, puede observarse que las nuevas mediciones se encuentran dentro del rango de valores históricos.

**Figura 6-54: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (L14)**



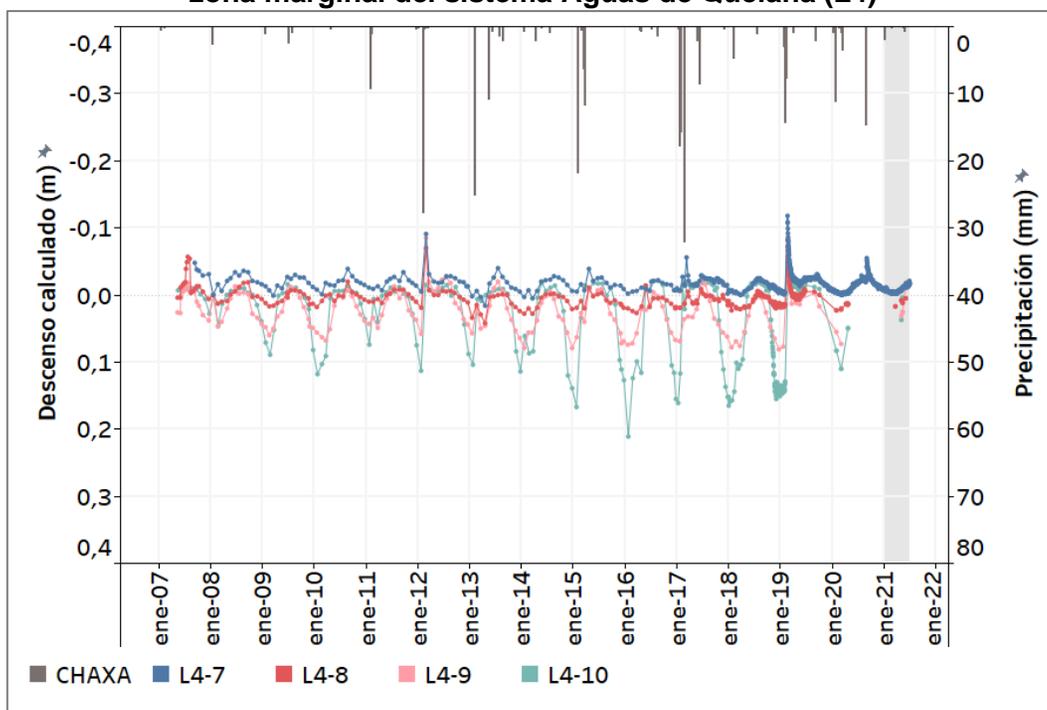
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6-55 se muestran los puntos de la transecta L4, que se encuentra a la misma altura que el pozo Socaire-5B. Los puntos L4-8 y L4-7 son los que se ubican más cercanos al

acuífero aluvial, oscilan de forma estable y sin tendencia (de ascenso o descenso) y con una amplitud pequeña (unos 3 cm). La lluvia que ha generado mayor impacto es la de febrero 2019 aunque la respuesta no ha sido tan fuerte como en otros casos de este grupo, vistos anteriormente.

Por otro lado, el L4-10 es otra de las reglillas de este sistema. Este punto, junto al L4-9, muestran una oscilación con una amplitud mayor respecto de los anteriores puntos de la L4 (unos 7 cm). En el caso del L4-9, la amplitud se mantiene constante en el tiempo durante el periodo que se tiene registro, pero en el caso del L4-10 puede observarse que, mientras que los máximos se han mantenido a una misma cota, a partir del año 2015 los mínimos empezaron a alcanzar menores cotas haciendo así que la amplitud de la oscilación llegara a los 23 cm en 2016 por ejemplo. Este cambio de comportamiento en la reglilla es equivalente al descrito en la anterior reglilla L14-4.

**Figura 6-55: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (L4)**



Fuente: Elaboración propia.

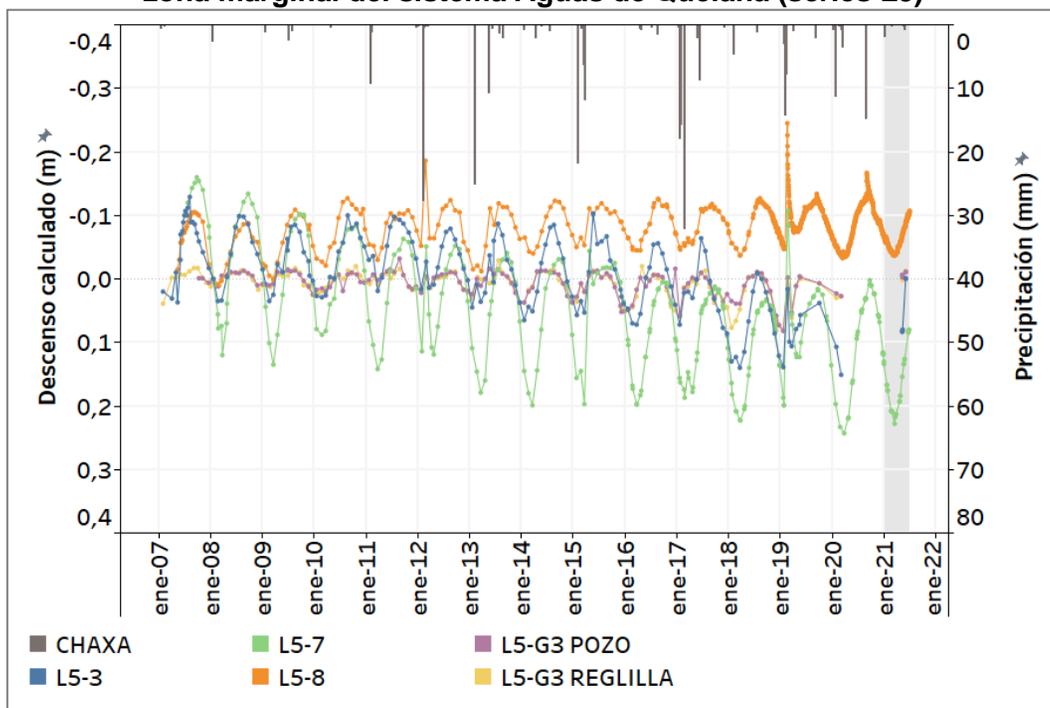
En la Figura 6-56 se muestran los descensos de los puntos de la transecta L5, que se ubica al sur del pozo Socaire-5B. El punto más cercano al acuífero aluvial es el L5-7 y muestra un comportamiento oscilante con clara tendencia de descenso desde el inicio de los registros

(2007) y con una pendiente de 1 cm/año. Sin embargo, en dirección aguas abajo, el siguiente punto de la transecta es el L5-8 y viene mostrando una menor amplitud y con una leve tendencia ascendente desde el año 2009 (pendiente promedio de 0,05 cm/año). A continuación, también en dirección aguas abajo, se encuentra el L5-3 que se muestra con una tendencia descendente desde el año 2010 (pendiente promedio de 1,2 cm/año) y con una amplitud más similar al L5-7. Finalmente, la reglilla L5-G3 (Reglilla y Pozo) se muestra con una oscilación poco regular, de menor amplitud que el resto de los puntos de este grupo y con una leve tendencia de descenso (0,14 cm/año).

La amplia variedad de comportamientos descritos para esta transecta estaría reflejando que posiblemente en esta zona la heterogeneidad de los materiales esté jugando un papel importante, por lo que es complicado el análisis que relacione el objeto de protección con la actividad de los pozos de agua industrial. Por otro lado, esta transecta se encuentra al sur del Socaire-5B, que ha mantenido un régimen de extracción estable, y no sería esperable que los efectos de la detención del Camar-2 puedan verse en estos puntos.

No obstante, llama la atención que las nuevas mediciones realizadas en la Reglilla y Pozo L5-G3 y en el L5-3 (cercano a dicha reglilla), hayan resultado en cotas levemente por encima de los años anteriores, cuando la tendencia histórica es de descenso; estos puntos no se medían desde febrero 2020 por lo que es necesario evaluar las mediciones de los siguientes meses para determinar si ha existido un cambio en el comportamiento de estos puntos. El resto de los puntos de este grupo mantienen la tendencia antes descrita en el periodo del primer semestre 2021.

**Figura 6-56: Descenso calculado en los puntos con comportamiento asociado a la zona marginal del sistema Aguas de Quelana (series L5)**



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente grupo, desde los cuerpos de agua en superficie y en dirección al oeste, presenta un comportamiento transicional entre lo observado en la zona marginal y el núcleo (que se describe con más detalle en el siguiente apartado). Se trata de un gran número de puntos, por lo que se muestra el descenso calculado distribuido en varios gráficos, de manera que permita identificar mejor las respuestas de norte a sur:

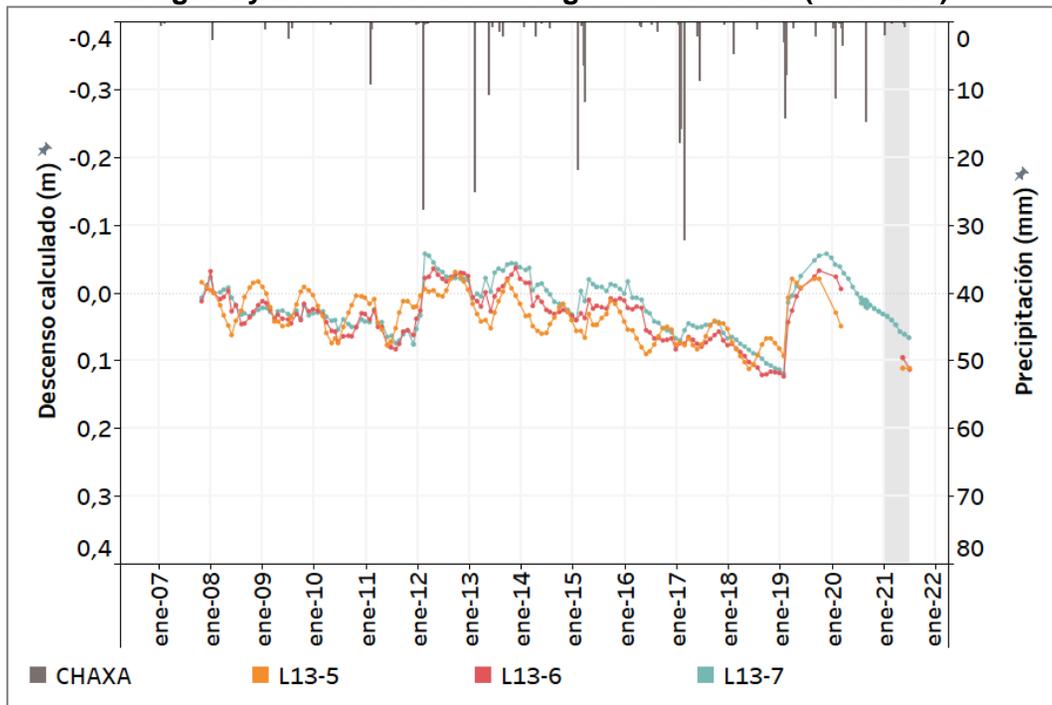
- Serie L13 (L13-5, L13-6, L13-7) en la Figura 6-57.
- Serie L3 (L3-8, L3-9, L3-10, L3-11, L3-12, L3-13, L3-14) en la Figura 6-58.
- Serie L14 (L14-5, L14-6, L14-7) en la Figura 6-59.
- Serie L4 (L4-5, L4-11, L4-12, L4-13, L4-14, L4-15) en la Figura 6-60.
- Serie L5 (L5-9, L5-10, L5-11, L5-12, L5-13, L5-14, L5-15) en la Figura 6-61.

En general, estos puntos muestran oscilaciones estacionales residuales; menor amplitud, menor regularidad que las observadas en la zona marginal, e incluso en ocasiones se muestra desfasado unos meses. Además, todos los puntos muestran tendencias de descenso, cuya pendiente aumenta en la medida que el punto se encuentra más cercano al núcleo. La serie

de pozos que se muestra más reactiva a las lluvias, y que recuerda al comportamiento de la zona Núcleo (ver siguiente apartado), son los pozos de la transecta L4 (Figura 6-60).

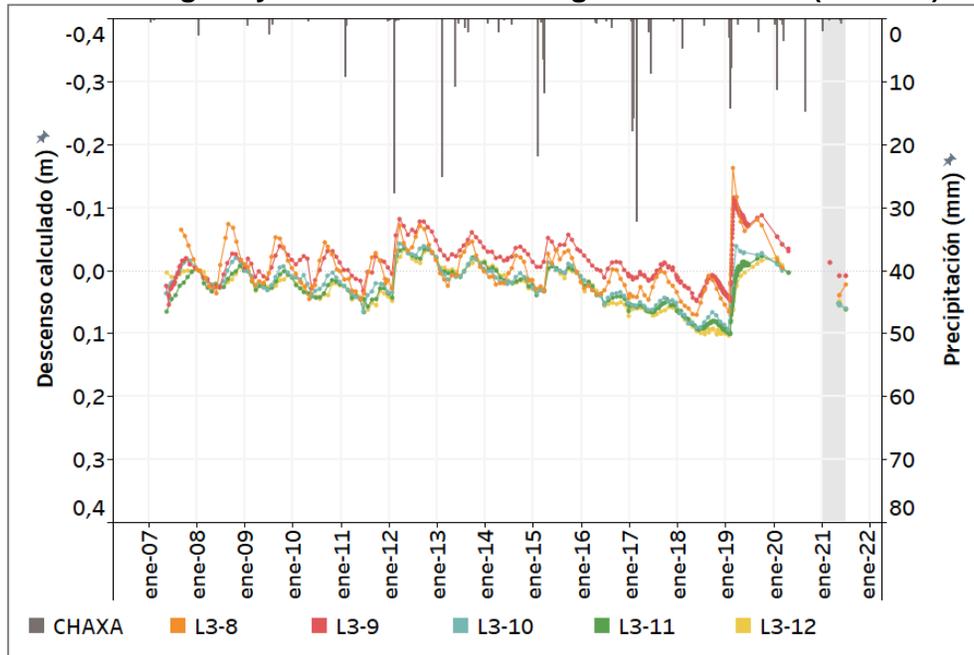
Solo los puntos L13-7, L3-14, L4-15 y L4-5 disponen de datos de forma continua, el resto de este grupo venía sin poder ser visitados desde febrero-abril 2020. Recién en el primer semestre 2021 se han retomado las mediciones, pero no es posible evaluar posibles cambios respecto del comportamiento histórico con tan pocas nuevas medidas. Sí se observa que, en todos los casos, los niveles registrados se encuentran dentro del rango de valores habituales, por lo que muy posiblemente, el comportamiento antes descrito se siga manteniendo.

**Figura 6-57: Descenso calculado puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L13)**



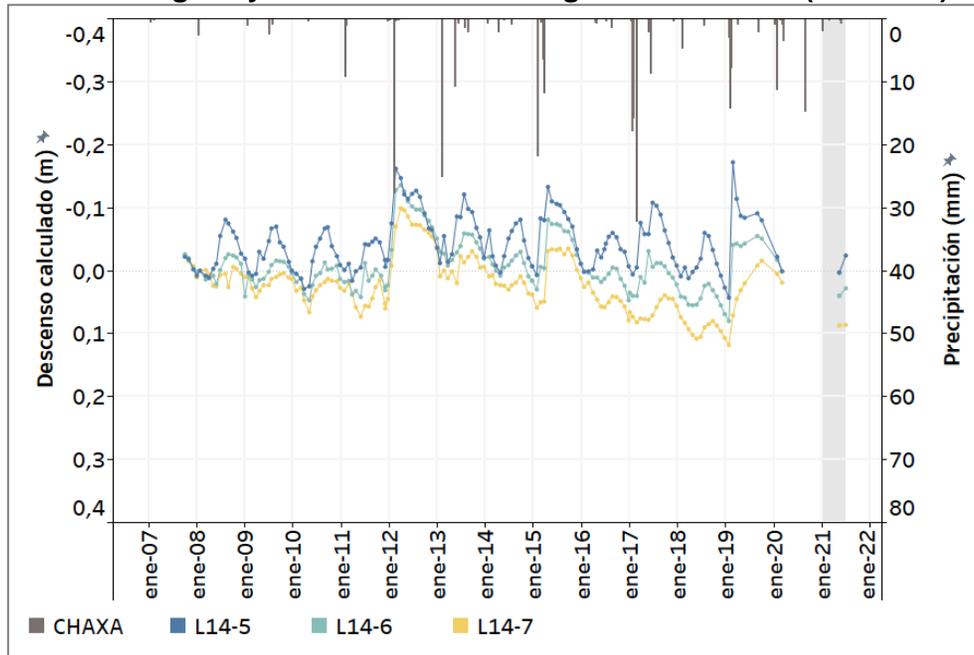
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-58: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L3)**



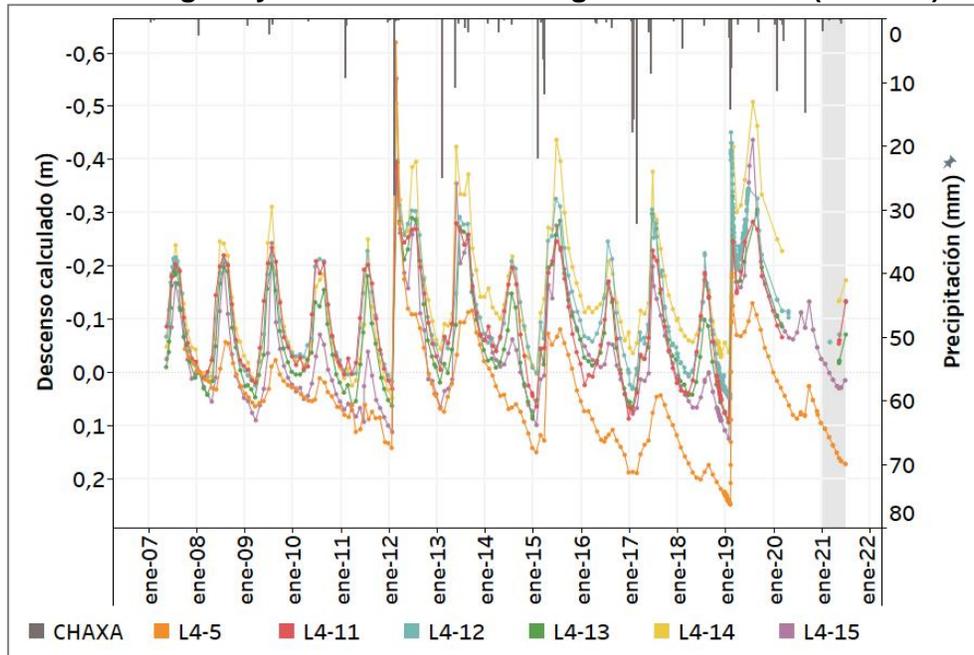
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-59: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L14)**



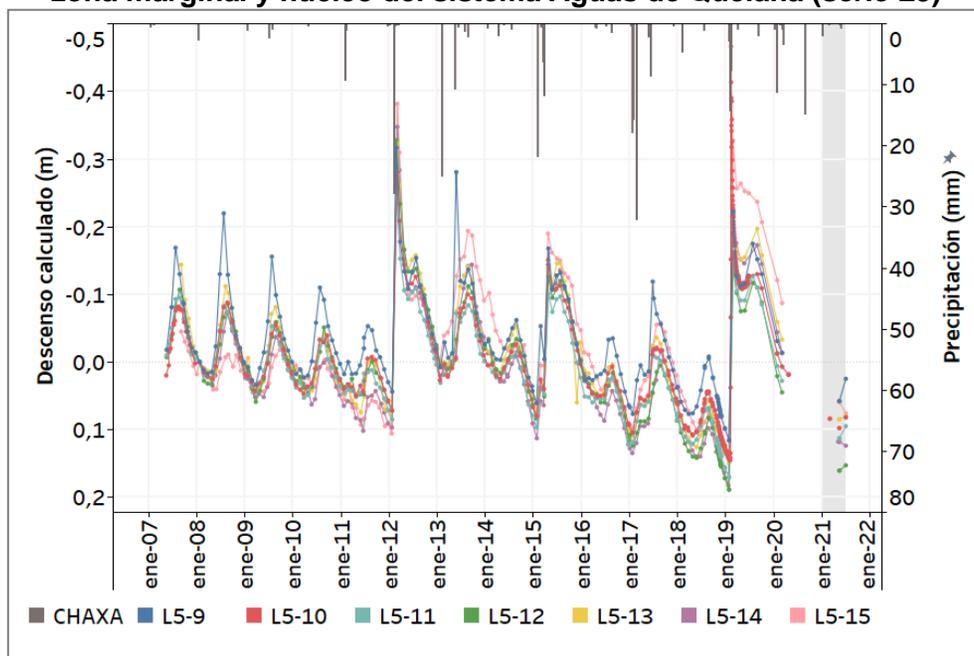
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-60: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L4)**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-61: Descenso calculado en los puntos con comportamiento transicional entre zona marginal y núcleo del sistema Aguas de Quelana (serie L5)**



Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Aguas de Quelana. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del primer semestre 2021, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento, por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. La detención del pozo Camar-2 ha supuesto la recuperación (ascenso) de algunos puntos en el arco cercano al mismo pozo, pero no se observa que esta respuesta haya llegado al objeto de protección. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

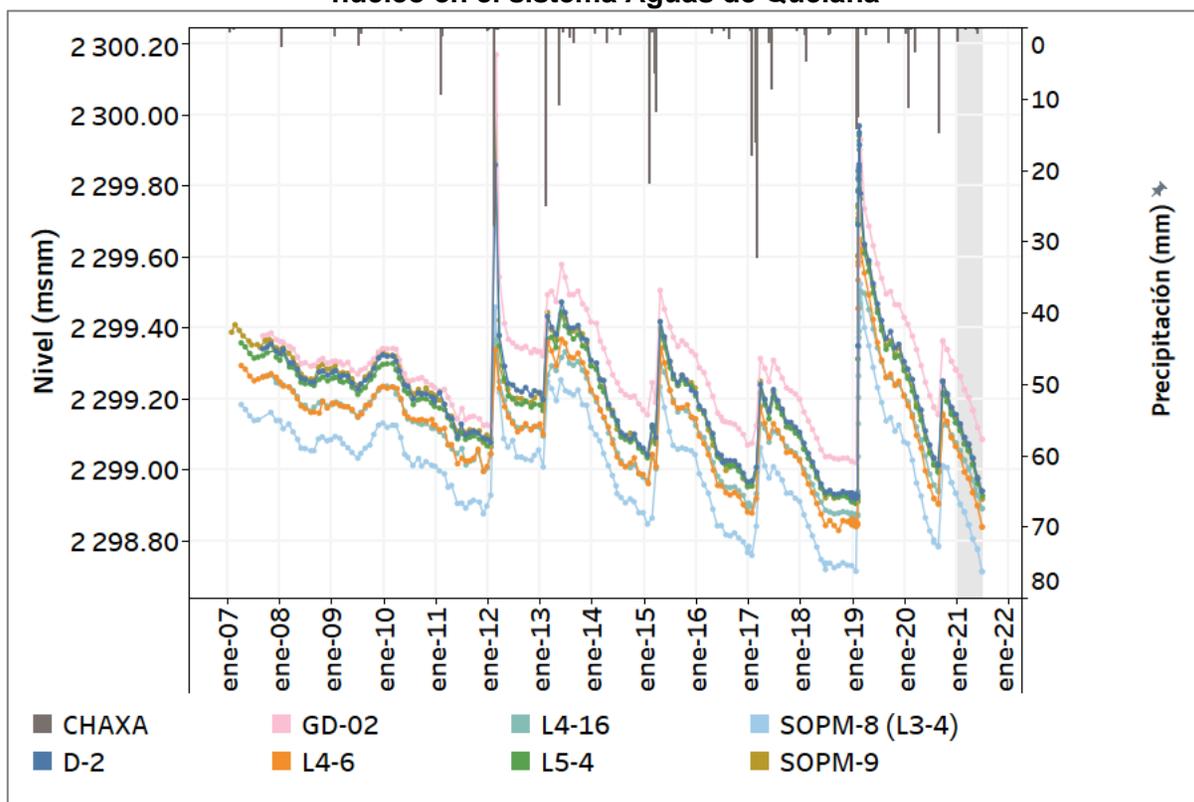
### ***Pozos en el sector del núcleo***

Cerrando el análisis de los puntos del sistema Aguas de Quelana, el último grupo de puntos son los que se encuentran sobre el núcleo del Salar y que, por tanto, están mostrando un comportamiento asociado a este. Se trata de los pozos L3-4 (SOPM-8), L4-16, L4-6, GD-02, L5-4, D-2 y SOPM-9, de los que se muestran sus niveles en la Figura 6-62.

De la misma forma que en el sistema Soncor, estos puntos no presentan estacionalidad, responden a los episodios de lluvia y muestran una tendencia general al descenso característica de esta zona (entre 4,5 y 5,2 cm/año). Como ya se ha visto en el sistema Soncor, los puntos del núcleo muestran poca diferencia entre las cotas piezométricas, por lo que resulta una zona de bajos gradiente hidráulicos.

De las medidas tomadas en el primer semestre de 2021, se observa que todos los puntos todavía vienen descendiendo en respuesta a la recuperación de la pasada lluvia de agosto 2020.

**Figura 6-62: Niveles medidos en los pozos que muestran comportamiento asociado al núcleo en el sistema Aguas de Quelana**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

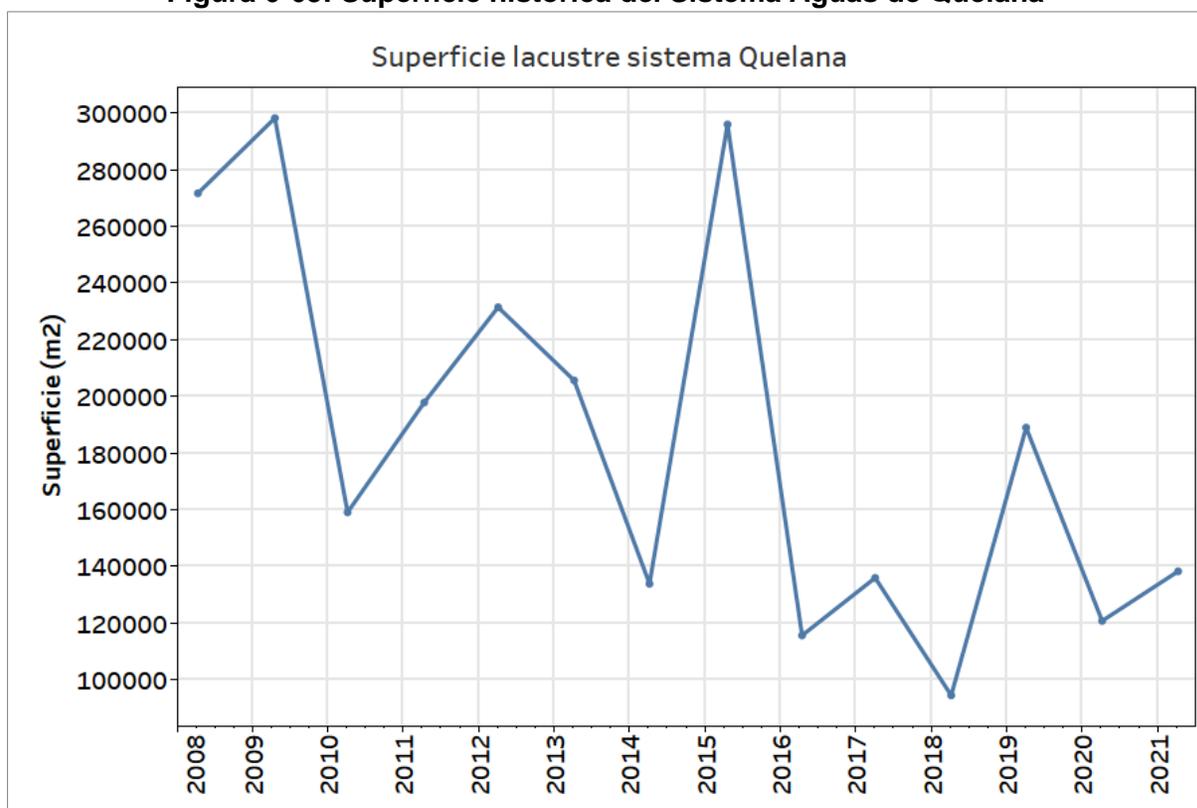
### Superficie de los sistemas lacustres

El sistema Aguas de Quelana es un conjunto de cuerpos de agua ubicados en el borde este del Salar. La superficie de este sistema ha sido estimada por la consultora SRGIS.

Cabe destacar también que para el cálculo de estas superficies no se contó con puntos de control en terreno.

La Figura 6-63 muestra de forma gráfica la evolución temporal resultante del trabajo de SRGIS sobre las superficies de los cuerpos de agua del sistema Aguas de Quelana. Se observa un máximo histórico el año 2009 con otro peak muy cercano a este en el año 2015. En general el comportamiento de este sistema es muy variable a través de los años. En el anexo 10 se muestra el detalle de los resultados obtenidos en cada año.

**Figura 6-63: Superficie histórica del Sistema Aguas de Quelana**



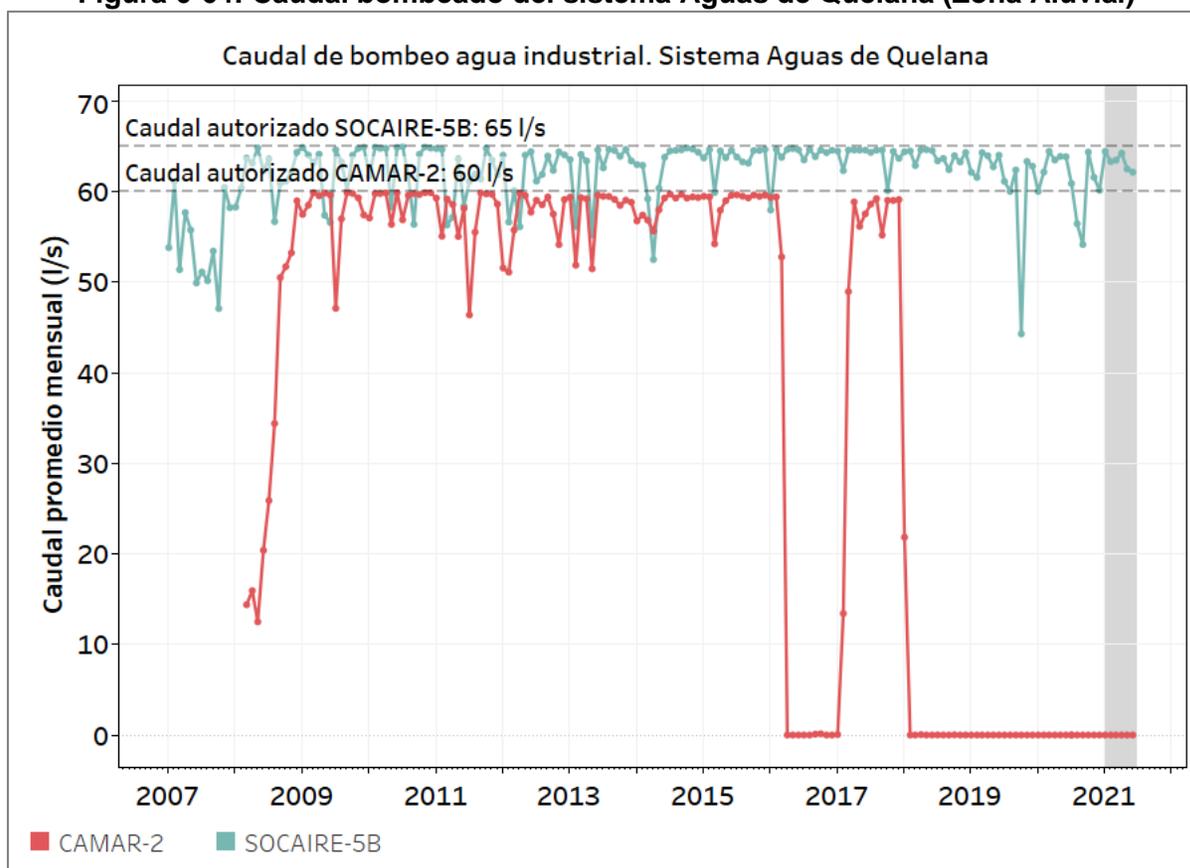
Fuente: Elaboración propia

### **Caudal bombeado**

En la Figura 6-64 se muestran los caudales de agua industrial que se extraídos desde los pozos Camar-2 y Socaire-5B. Durante el periodo de funcionamiento, ninguno de los pozos ha sobrepasado los derechos de aprovechamiento otorgados y autorizados (60 y 65 L/s para Camar-2 y Socaire-5B respectivamente).

El pozo Camar-2 comenzó a operar el 13 de marzo de 2008, estuvo entre abril de 2016 y enero de 2017 detenido, retomó el caudal cerca de los 60 L/s autorizados y finalmente, detuvo sus operaciones en enero de 2018. Durante el primer semestre de 2021, en junio, se realizaron labores de desmantelamiento de las instalaciones de bombeo, por lo que este pozo ya no dispondrá de mediciones de flujómetro en los próximos semestres, manteniéndose únicamente como punto de monitoreo del PSAH asociado al sistema Aguas de Quelana<sup>57</sup>. El pozo Socaire-5B, en el presente semestre reportado, los caudales medios mensuales han fluctuado entre los 64,45 y los 62,16 L/s.

**Figura 6-64: Caudal bombeado del sistema Aguas de Quelana (Zona Aluvial)**



Fuente: Elaboración propia

<sup>57</sup> Esta acción fue incorporada en la propuesta de programa de cumplimiento refundido, ingresado con fecha 30 de noviembre 2020 en el proceso F-041-2016, conforme al trabajo desarrollado en conjunto con la Comunidad de Camar, en el marco del relacionamiento establecido entre SQM Salar S.A. y la comunidad.

## Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado durante el primer semestre de 2021 en el agua superficial y subterránea del Sistema Aguas de Quelana, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados.

El análisis se presenta dividido en dos subsecciones que agrupan los puntos de monitoreo de acuerdo a su tipo: (i) pozos y reglillas de monitoreo y (ii) pozos de extracción de agua industrial.

### *Calidad del agua en pozos y reglillas de monitoreo*

Los registros históricos de calidad del agua en los pozos y reglillas de monitoreo del Sistema Aguas de Quelana se presentan en la Figura 6-65, Figura 6-66, Figura 6-67, Figura 6-68, Figura 6-69, Figura 6-70 y Figura 6-71 (L4-3, L4-6, L4-8, L4-9, L4-12, L5-3 y Reglilla L4-10, respectivamente)<sup>58, 59</sup>.

---

<sup>58</sup> En el informe N° 5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

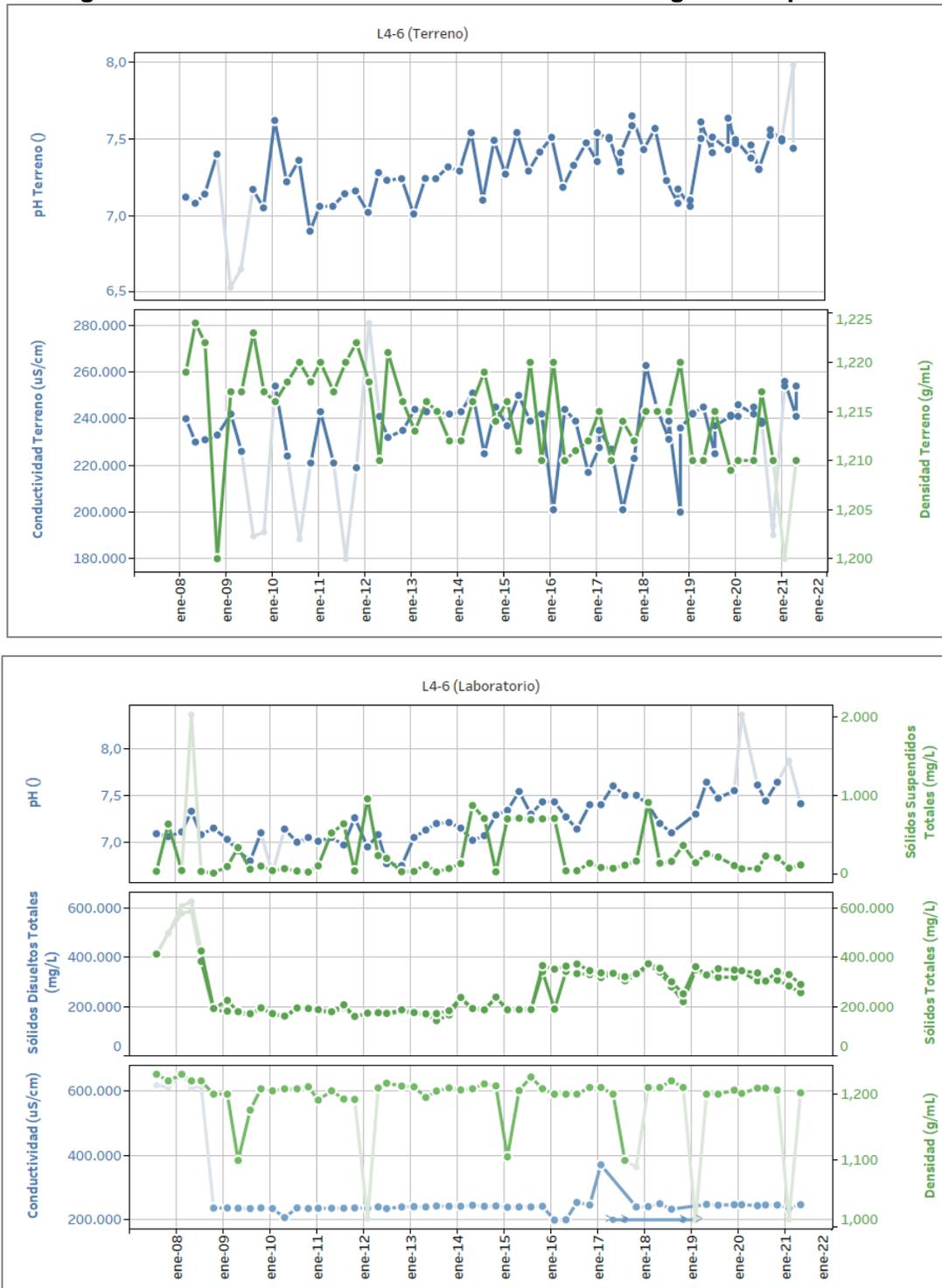
<sup>59</sup> En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2 del citado informe).

**Figura 6-65: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-3**



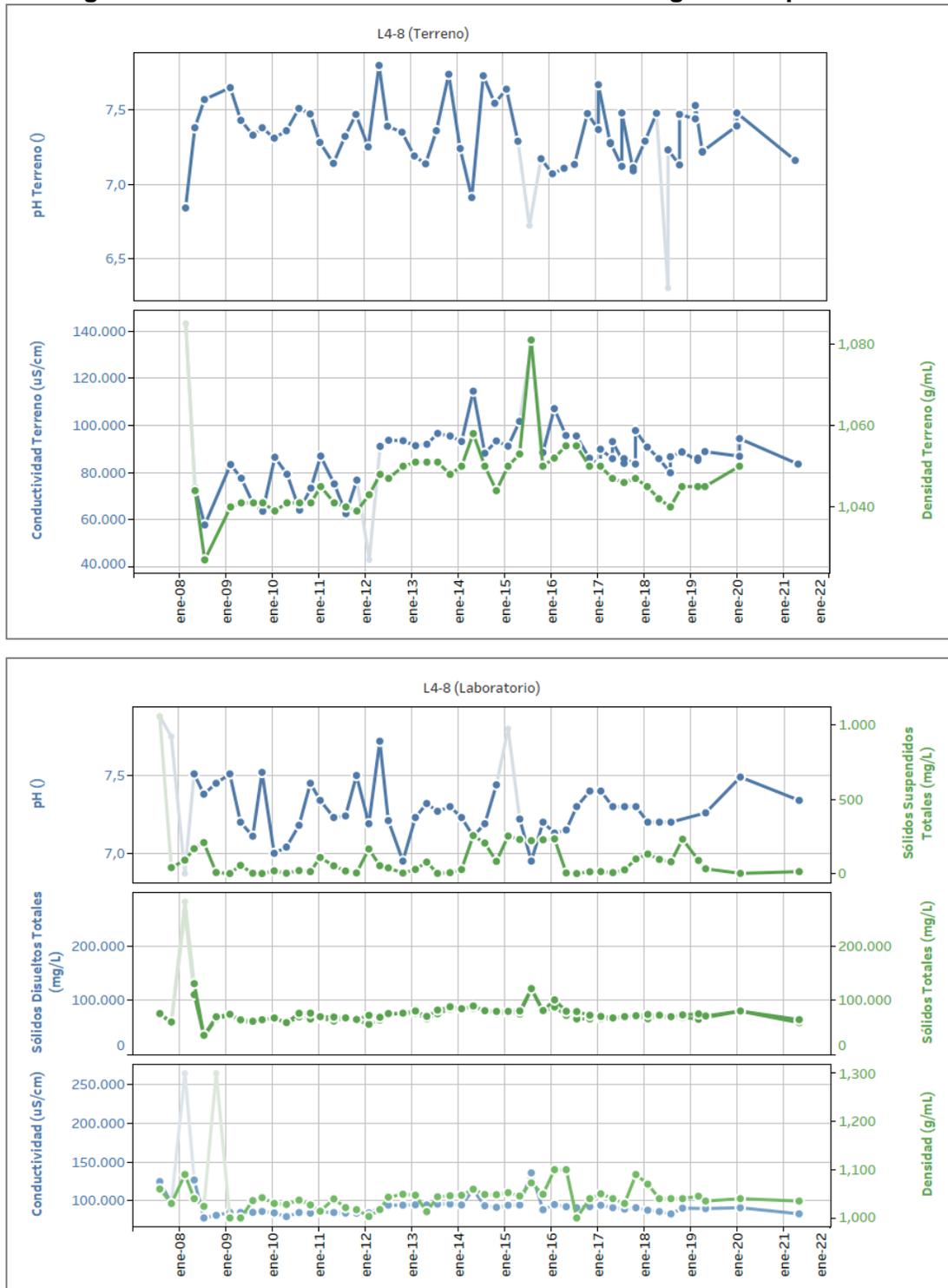
Fuente: Elaboración propia En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Figura 6-66: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-6



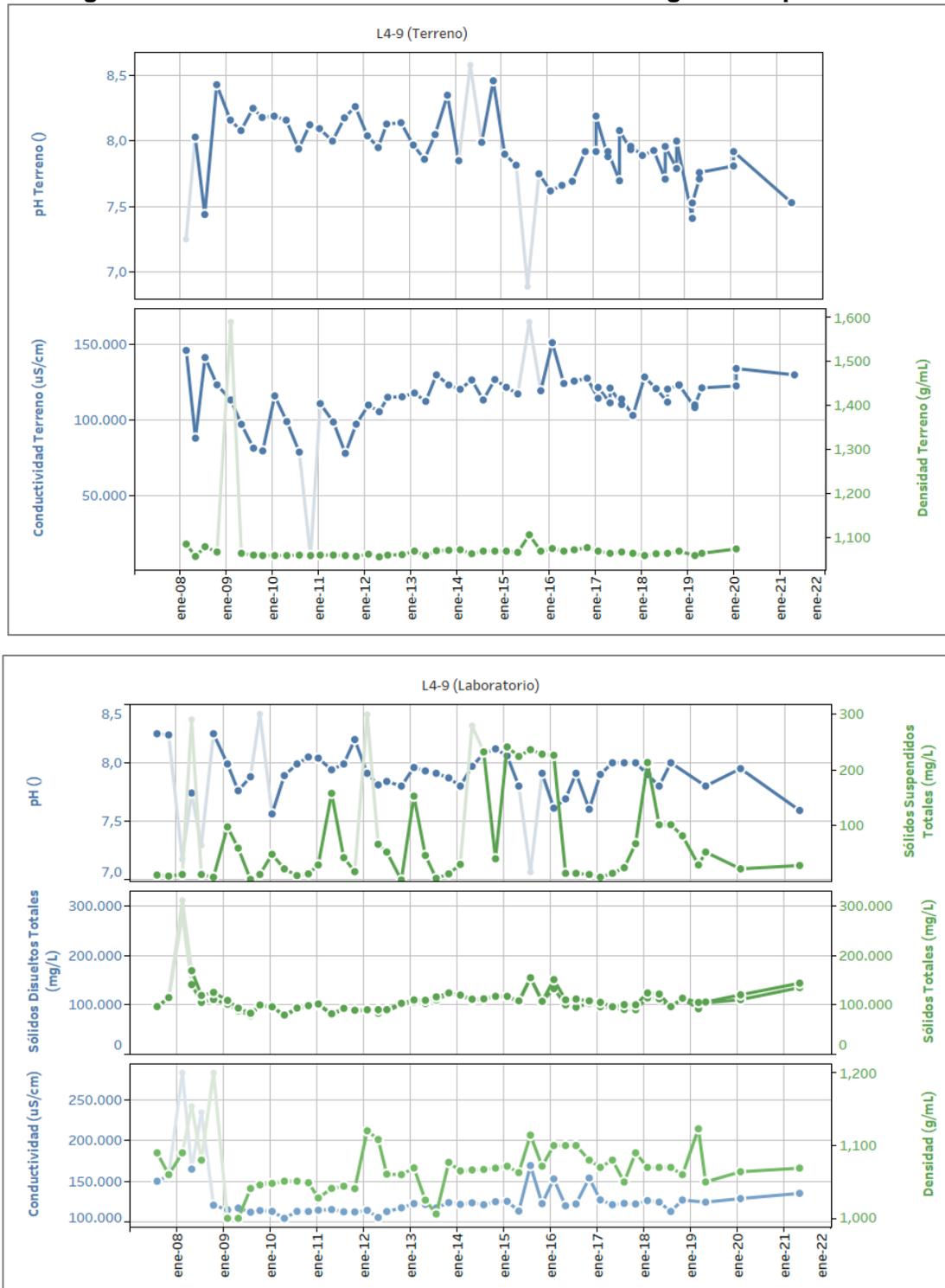
Fuente: Elaboración propia Los valores <LD o >LM se presentan = LD o LM y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-67: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-8**



Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-68: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-9**



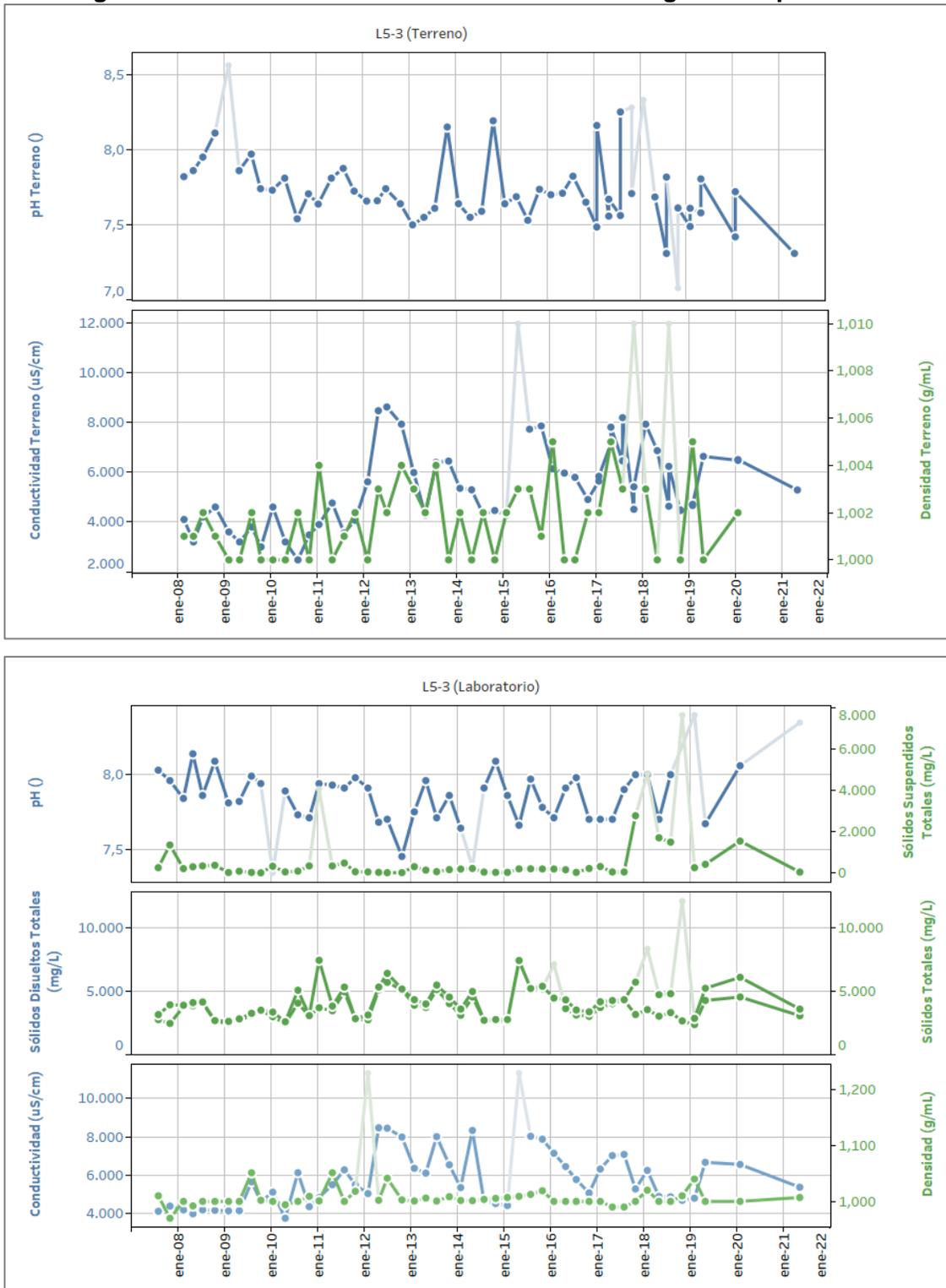
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-69: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L4-12**



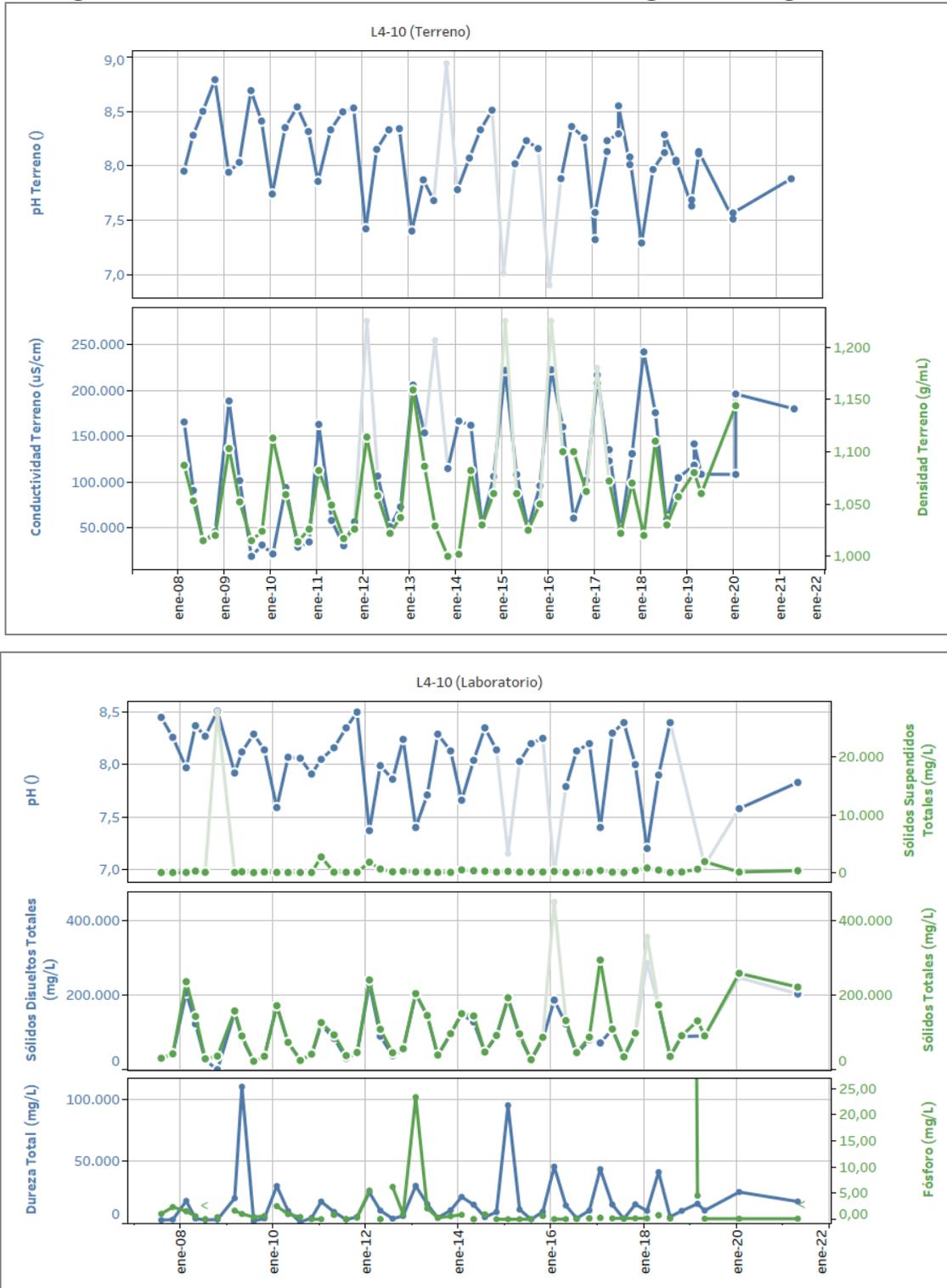
Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

**Figura 6-70: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L5-3**

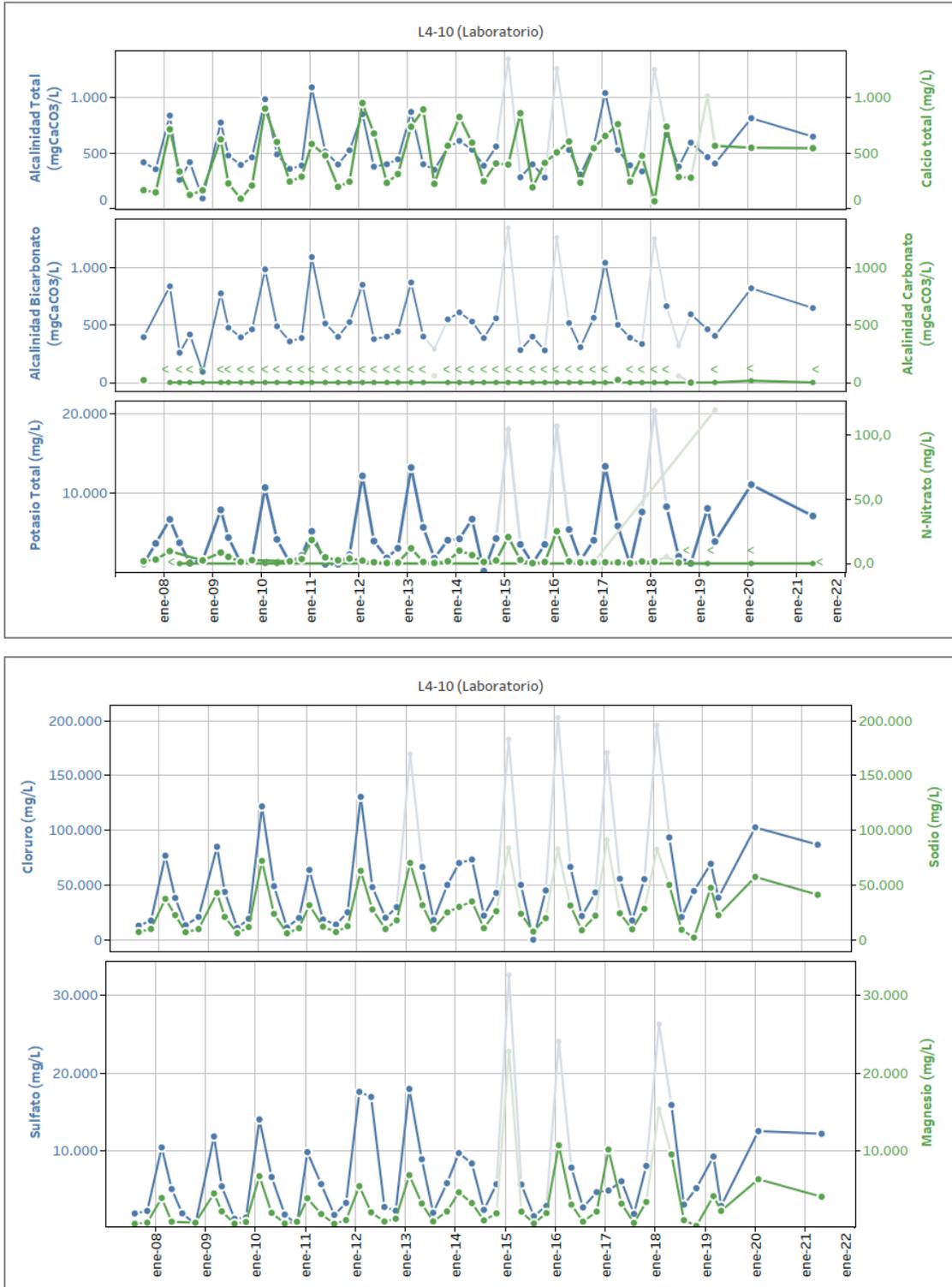


Fuente: Elaboración propia. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

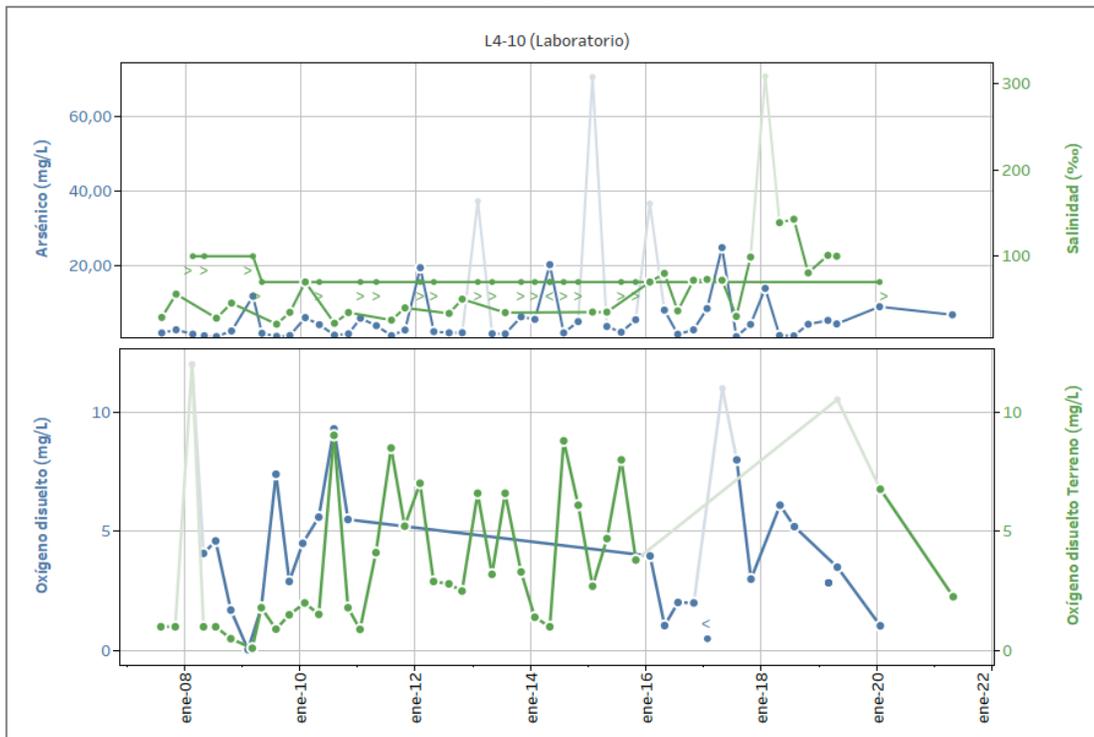
**Figura 6-71: Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10**



**Figura 6-72 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10**



**Figura 6-73(Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en la reglilla L4-10**



Fuente: Elaboración propia. Por motivos de escala, concentración de fosfato de octubre de 2018 no se muestra (Valor anómalo reportado por CESMEC, 1.800mg/L). Los valores < LD y > LM, se presentan como = LD o LM, en símbolos < y > con el color que corresponde al parámetro. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

Los menores valores de conductividad se encuentran en el punto más al sur, L5-3, en torno a 8.000µS/cm. El resto de los puntos se alinean según una transecta E-W en la cual los valores de conductividad aumentan a medida que se avanza hacia el núcleo, los valores al comienzo de la zona marginal (L4-8) son en torno a 95.000 µS/cm y aumentan a medida que se avanza al W hasta valores cercanos a 240.000 µS/cm para el punto L4-6. El pH para estos puntos tiene valores entre 7 y 8.

En cuanto al comportamiento histórico general de este sistema, el pozo L4-3, ubicado en la zona aluvial, presenta valores de CE del sector con valores en torno a 20.000 µS/cm, respectivamente y pH de terreno en torno a 6, lo que sugiere que este pozo capta aguas de un acuífero confinado.

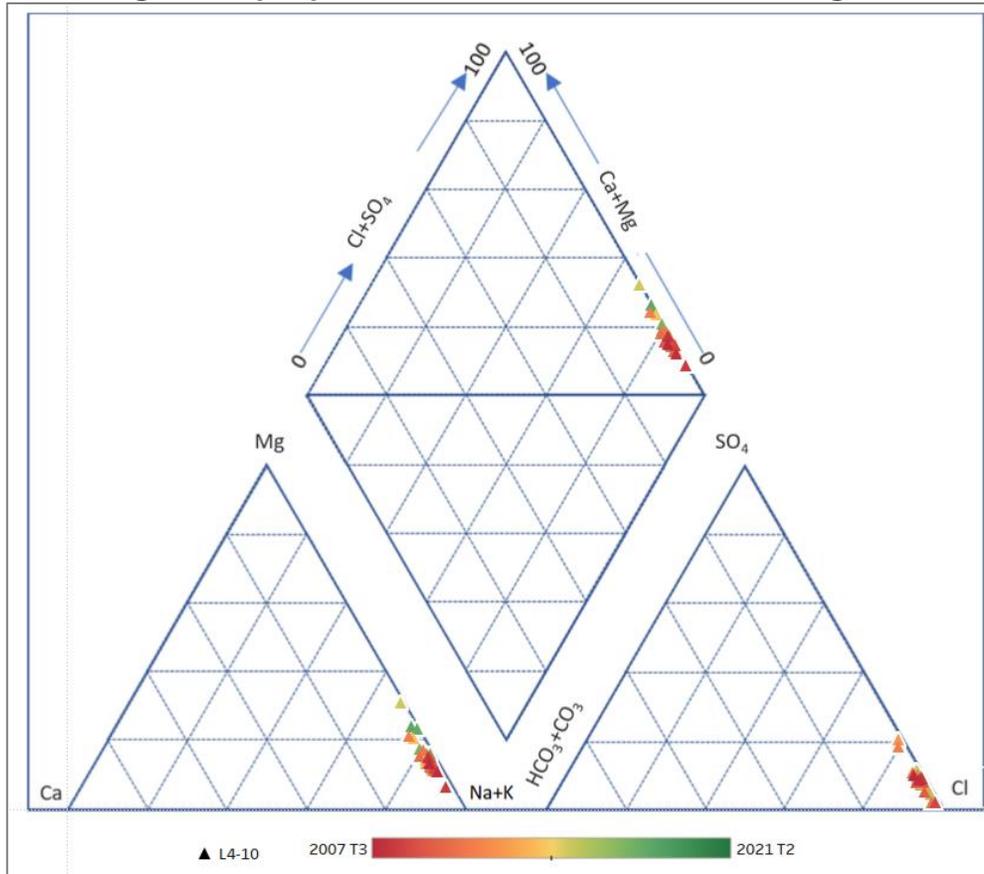
La Reglilla L4-10 presenta como principal característica una marcada estacionalidad, como consecuencia de la evaporación, oscilando su conductividad entre valores en torno a 50.000 y 220.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , entre invierno y verano, respectivamente.

En el primer semestre de 2021, los puntos monitoreados presentan resultados para todos los parámetros dentro del registro histórico. Cabe destacar que en L4-3 se tuvo una medición de densidad de terreno en abril alta en comparación al histórico y los sólidos disueltos totales y sólidos totales se encontraron también altos en L4-9 en abril. Se ha revisado la medición de julio para ambos puntos y parámetros, encontrándose valores acordes al registro histórico, por lo que ambos resultados pueden considerarse *outliers*.

En la Figura 6-74 se observa el diagrama de Piper para las muestras de la reglilla L4-10 con valores de BI inferiores al 10%. Puede observarse que todas las muestras son cloruradas sódicas no mostrando ninguna tendencia temporal marcada.

En relación con la evolución temporal, el punto L4-3 presenta una leve tendencia descendente para conductividad y densidad de terreno, conductividad, densidad, sólidos disueltos y sólidos Totales.

**Figura 6-74: Diagrama Piper para las muestras con balance de cargas <10% en L4-10**



Fuente: Elaboración propia

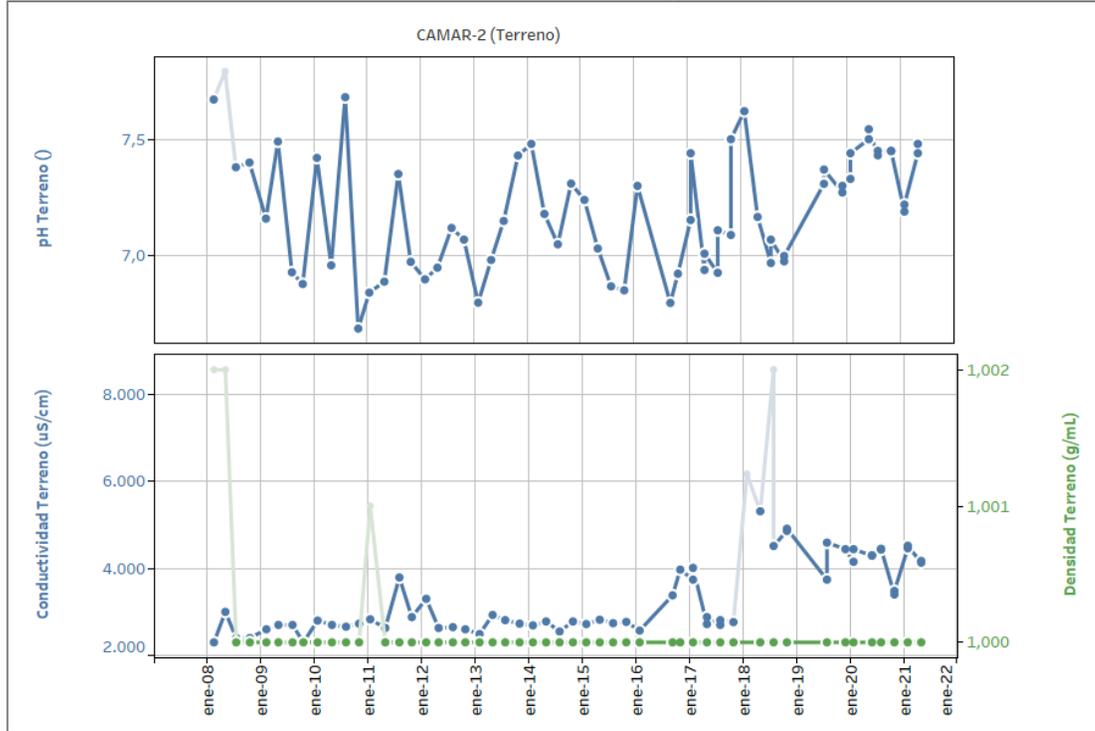
### ***Calidad del agua en pozos de agua industrial***

La evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción de agua industrial Camar-2 y Socaire-5B se presenta en la Figura 6-75 y Figura 6-76 respectivamente.

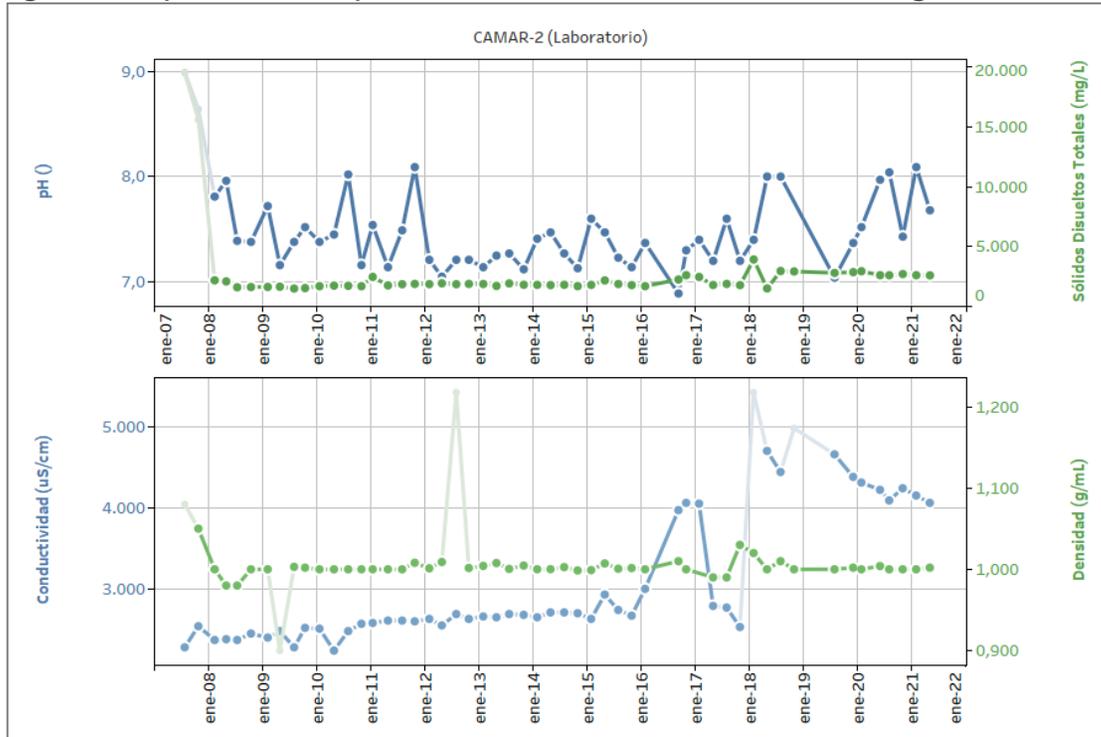
En cuanto al comportamiento histórico general, tanto Camar-2 como Socaire-5B se encuentran en el acuífero aluvial, el cual alimenta a la zona marginal. Ambos puntos presentan un pH neutro (en torno a 7) y valores de CE <5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

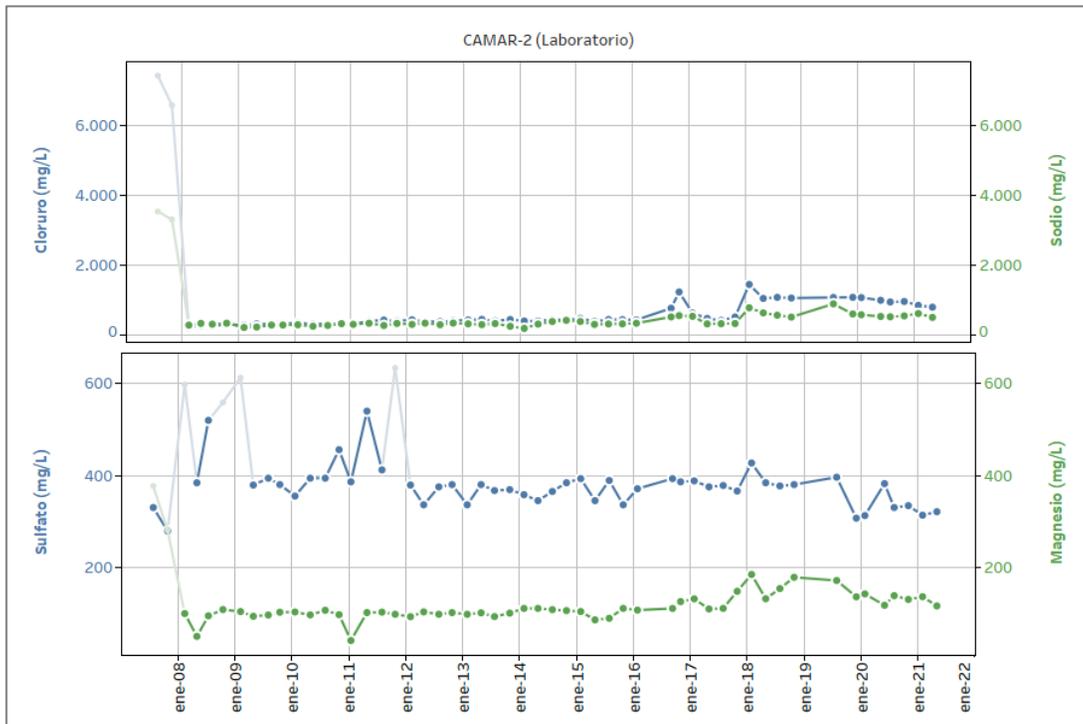
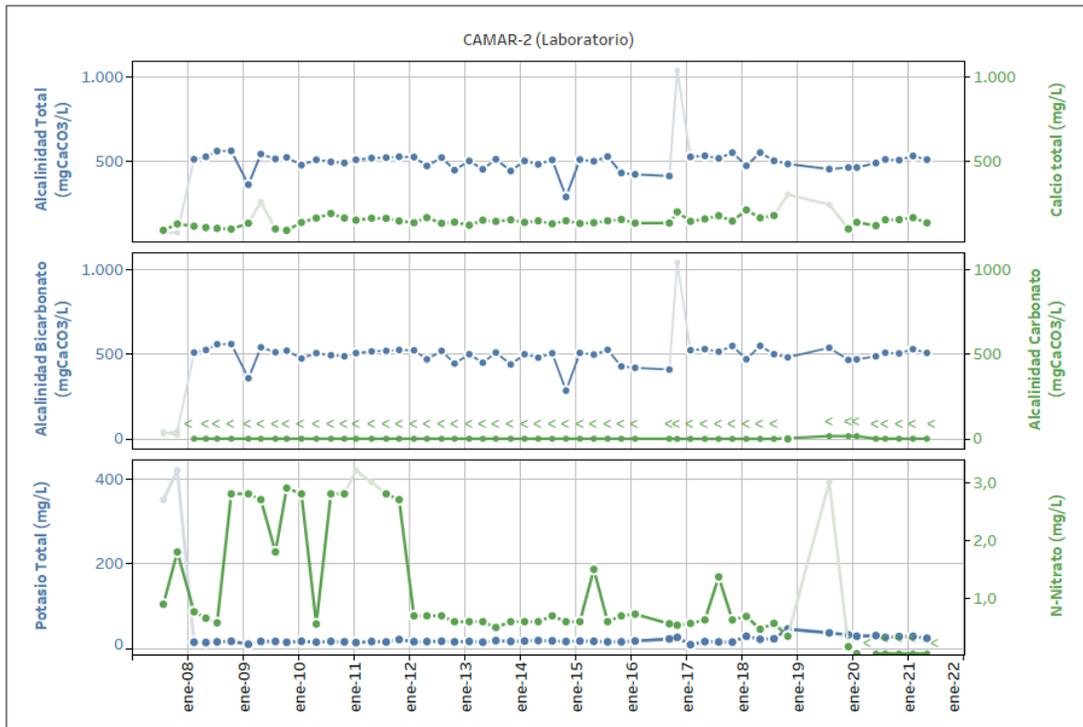
Para el punto Camar-2 los parámetros de hierro y manganeso mostraron un aumento en julio de 2019 hasta valores nunca alcanzados y que posteriormente han descendido, mostrando tendencia al descenso para el hierro y en menor medida para el manganeso. En el primer semestre de 2019 el punto fue afectado por un aluvión y las muestras posteriores han sido colectadas con bailer, por lo que no resulta extraño encontrar algunas anomalías. En el punto Socaire-5B todos los parámetros se encuentran dentro del registro histórico.

**Figura 6-75: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Camar-2**

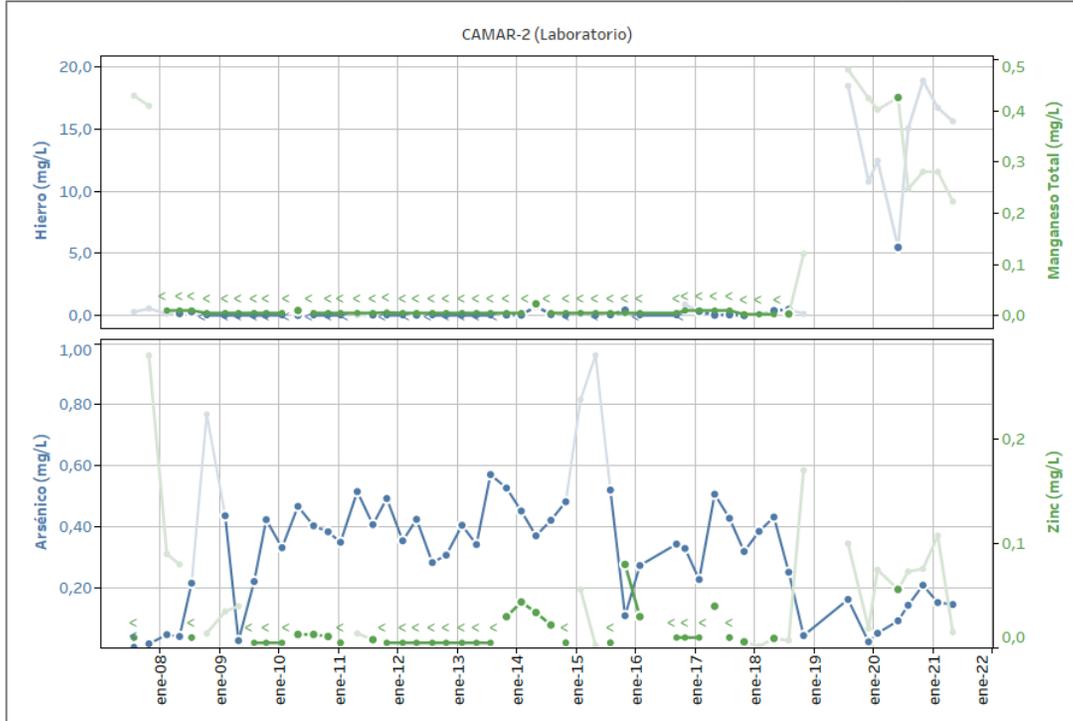


**Figura 6-75 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Camar 2**





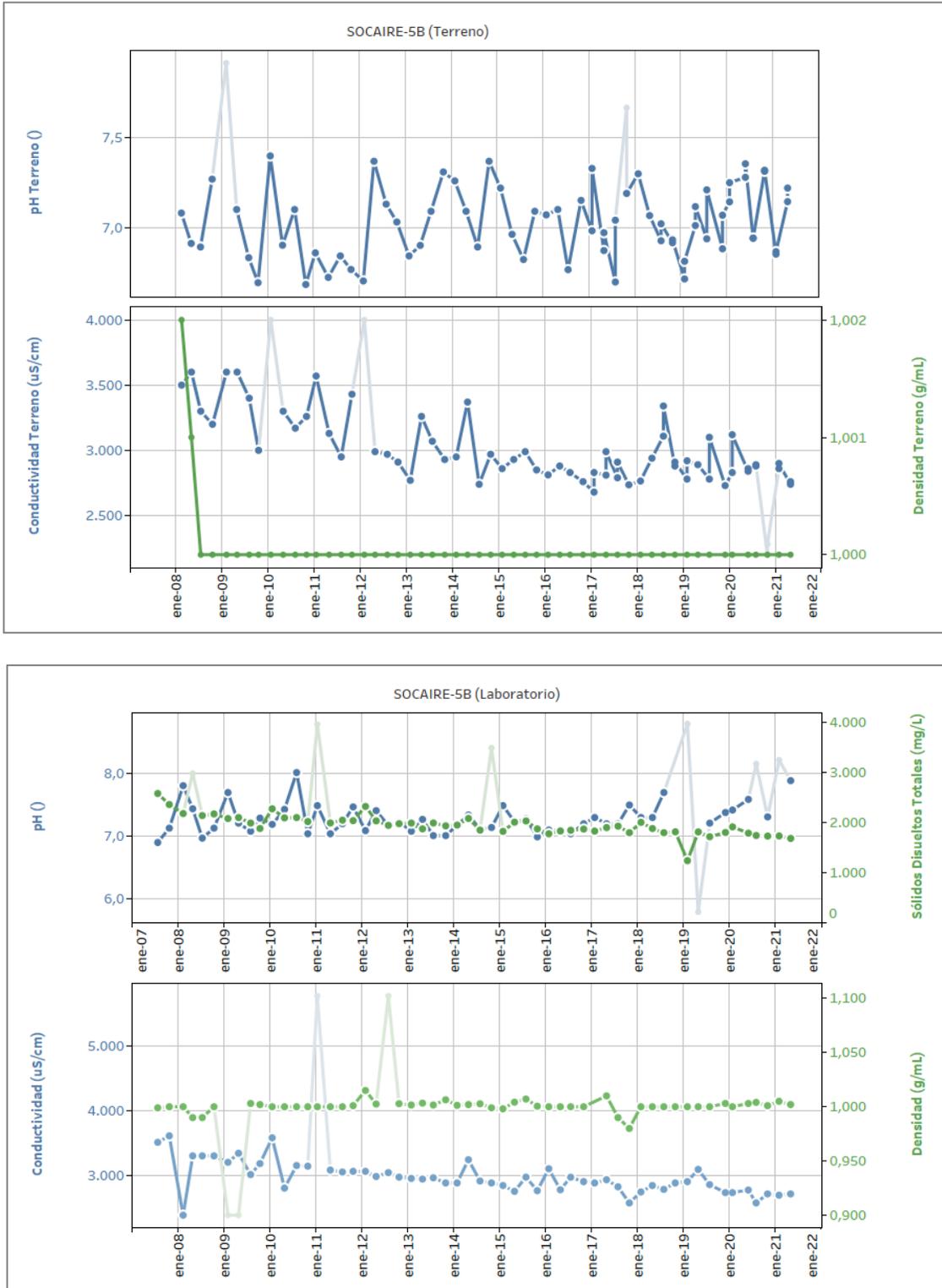
**Figura 6-75 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Camar 2**



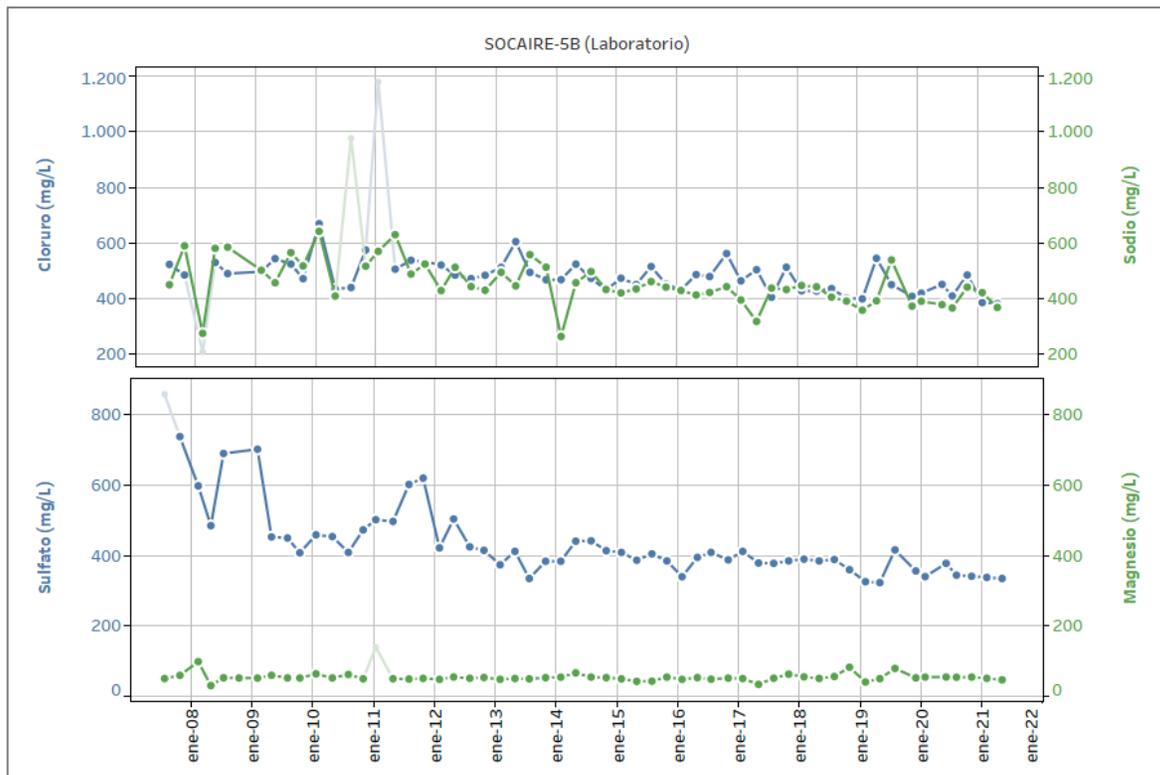
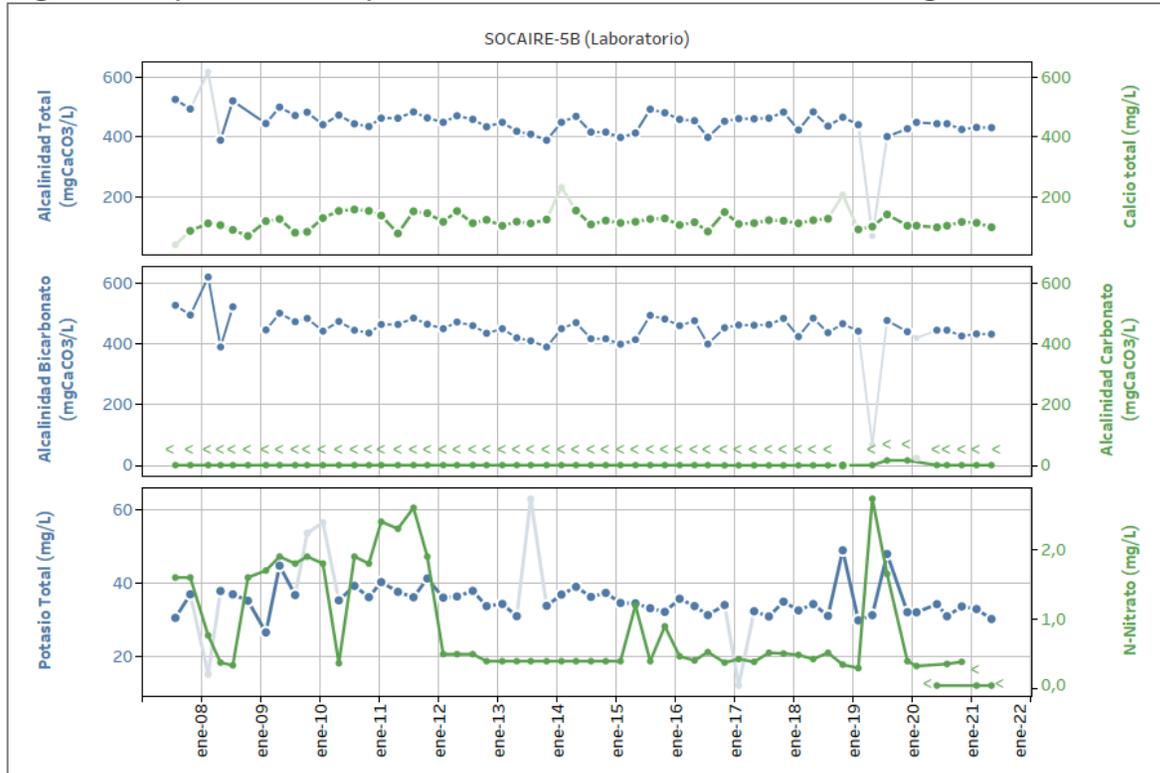
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos.

Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

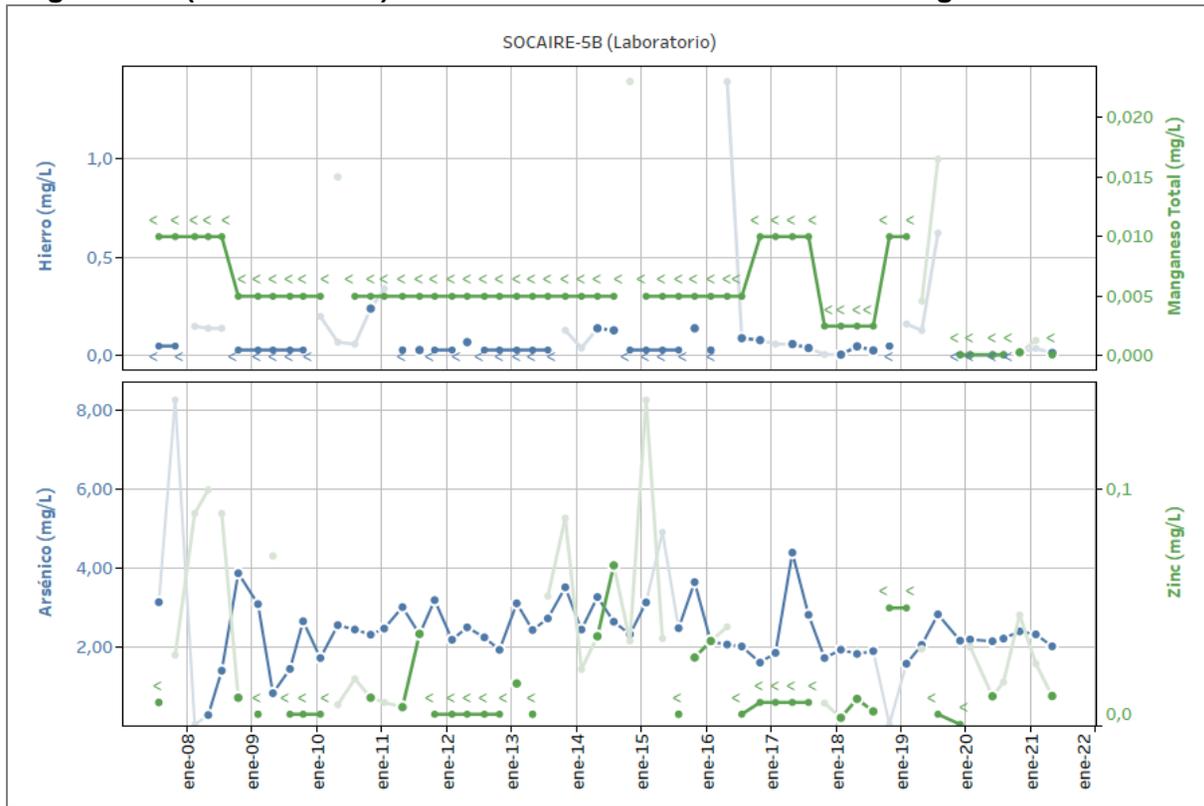
**Figura 6-76: Evolución histórica de la calidad del agua el pozo de extracción Socaire-5B**



**Figura 6-76 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Socaire-5B**



**Figura 6-76 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en Socaire-5B**



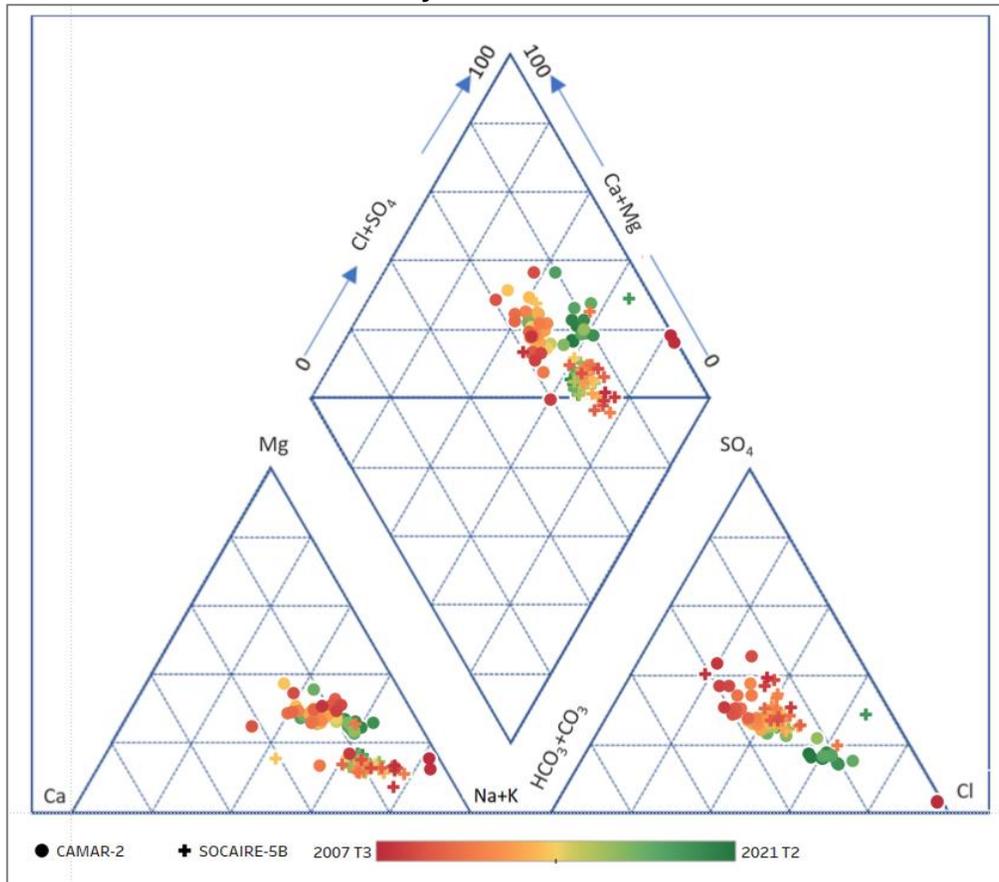
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" o ">" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

En la Figura 6-77, se observa que el punto Camar-2 presenta facies entre cloruradas cálcicas y magnésicas, y cloruradas sódicas y Socaire-5B se encuentra dentro de sulfatadas-cloruradas y sulfatadas sódicas. Estas aguas representan la recarga que alcanza a la zona marginal y sistema lagunares por lo que las concentraciones en estos puntos son menores a las observadas en los pozos y reglillas de la zona marginal y el núcleo. La mayor parte de esta agua será evaporada en la zona marginal.

Respecto a tendencias temporales en Camar-2, existen tendencias al alza en la concentración de Ca, Na, cloruro, CE y SDT mientras que se observa una tendencia a la baja en el pH. Estas tendencias en Camar 2 parecen haberse estabilizado desde el cese de su bombeo. Además, desde 2020 el SO<sub>4</sub> en Camar 2 mostró un descenso en sus registros de unos 50mg/L. Para el punto Socaire-5B se observa leve tendencia a la baja en CE, STD, Cl, Na y SO<sub>4</sub>.

Ambas tendencias pueden verse en el diagrama de Piper en la Figura 6-77, en la que se observa que los valores de Camar-2 han evolucionado a una composición más clorurada sódica y los de Socaire-5B muestran una leve evolución a menos clorurado sódico, desplazándose hacia el centro del diagrama.

**Figura 6-77: Diagrama de Piper para las muestras con BI<10% colectadas en Camar-2 y Socaire-5B**

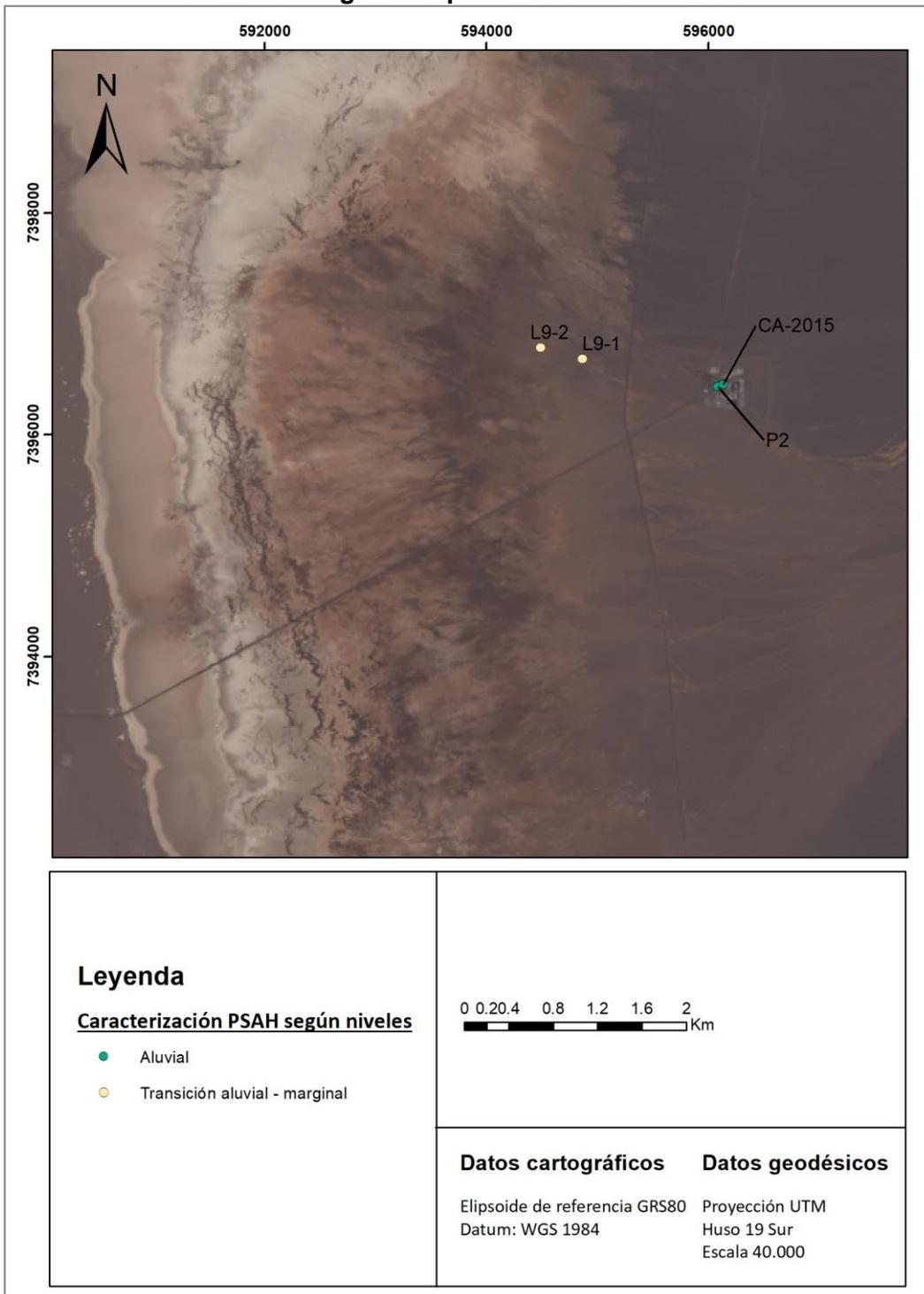


Fuente: Elaboración propia

### 6.1.3. SISTEMA VEGETACIÓN BORDE ESTE – SECTOR POZO CA-2015

A continuación, se analiza el comportamiento histórico de los pozos pertenecientes al Sistema Vegetación Borde Este. Como ya se ha indicado al inicio de este capítulo, se han descrito los puntos separados en función del sistema hídrico (sistema Soncor o sistema Aguas de Quelana) (ver Figura 6-78). Esto ha permitido poder describir y entender mejor la dinámica hidrogeológica de estos sistemas. En este apartado, queda entonces por describir la zona inmediata al pozo de agua industrial CA-2015, que consta de los puntos P2, L9-1 y L9-2.

**Figura 6-78: Infraestructura englobada en el sistema Vegetación Borde Este y clasificada según comportamiento de los niveles**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

## Niveles de agua subterránea

### *Nivel en pozo de bombeo de agua industrial*

Como se ha mencionado, el sistema de Vegetación Borde Este cuenta con el pozo de agua industrial CA-2015, que reemplazó al pozo P2 a partir de febrero de 2017 (según Res. 296/2016 de la DGA), en la Figura 6-79 se muestran los niveles de ambas infraestructuras y en la Figura 6-80<sup>60</sup> se muestra el detalle del CA-2015, lo que permite ver las variaciones de nivel recientes.

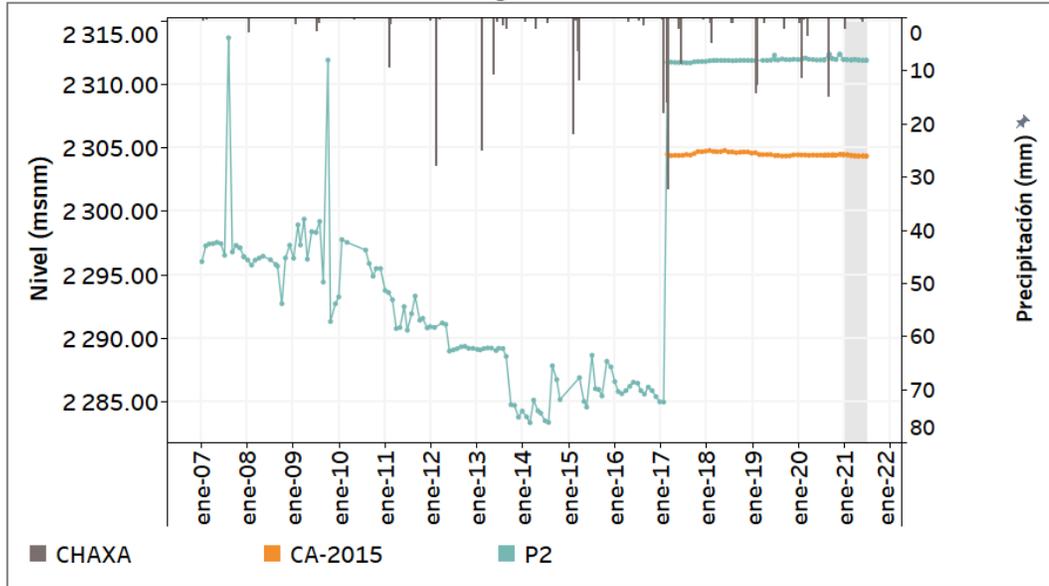
Según se ve en la Figura 6-79, en el momento en que se detuvo el P2, éste alcanzó un nivel sobre los 2.311,70 m.s.n.m. generando un ascenso repentino de más de 26 m. Después de varios meses, en enero 2018, alcanzó un nuevo nivel de 2.311,90 m.s.n.m. (20 cm más alto) y que ha mantenido estable durante todo el periodo de mediciones posteriores, incluso al cierre del semestre reportado.

Por su parte, el CA-2015 ha mantenido su caudal debajo y cercano a los 35 L/s, durante este periodo de explotación, alcanzó un nivel máximo en los meses de enero y mayo de 2018 (de 2.304,81 m.s.n.m. (ver Figura 6-80), pero que no se relaciona con un cambio en el régimen de extracción del pozo ya que éste se mantuvo relativamente estable en estos meses con respecto al resto. Posterior a mayo 2018, el nivel del pozo mostró una tendencia de descenso hasta que en el mes de agosto 2019 alcanzó un mínimo de 2.304,37 m.s.n.m. Entre los meses de noviembre 2019 y diciembre 2020 el nivel se mostró alrededor de los 2.304,45 m.s.n.m. y durante el primer semestre de 2021, el nivel ha descendido 11 cm entre los meses de enero a abril (2021), el resto del semestre se ha mantenido fluctuando alrededor de la cota 2.304,37 m.s.n.m.

---

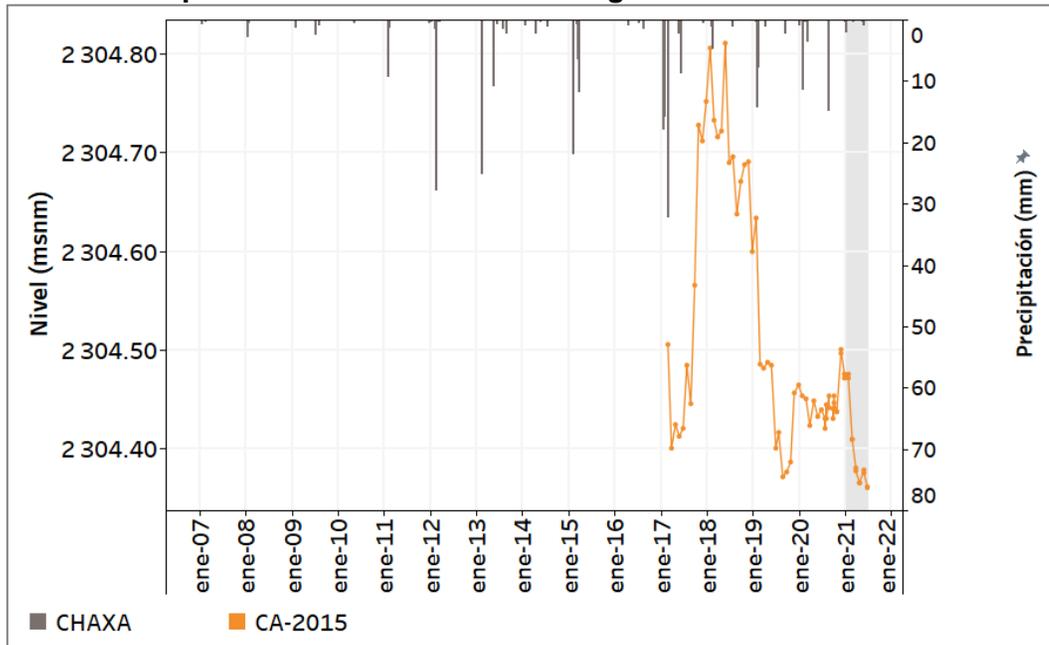
<sup>60</sup> Para la Figura 6-80 se ha eliminado la medida del 19 de junio 2019, ya que corresponde a 2.311,85 m s.n.m., que son 7 metros más que el siguiente máximo registrado. De hecho, el mismo mes se procedió a medir de nuevo, confirmando que esta era una medida fuera de rango. Por lo que esta medida no se muestra en el gráfico, permitiendo así una mejor visualización del comportamiento histórico del pozo.

**Figura 6-79: Niveles medidos en los pozos de agua industrial pertenecientes al sistema de Vegetación Borde Este**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-80: Niveles medidos en el pozo CA-2015, actual pozo de agua industrial perteneciente al sistema de Vegetación Borde Este**



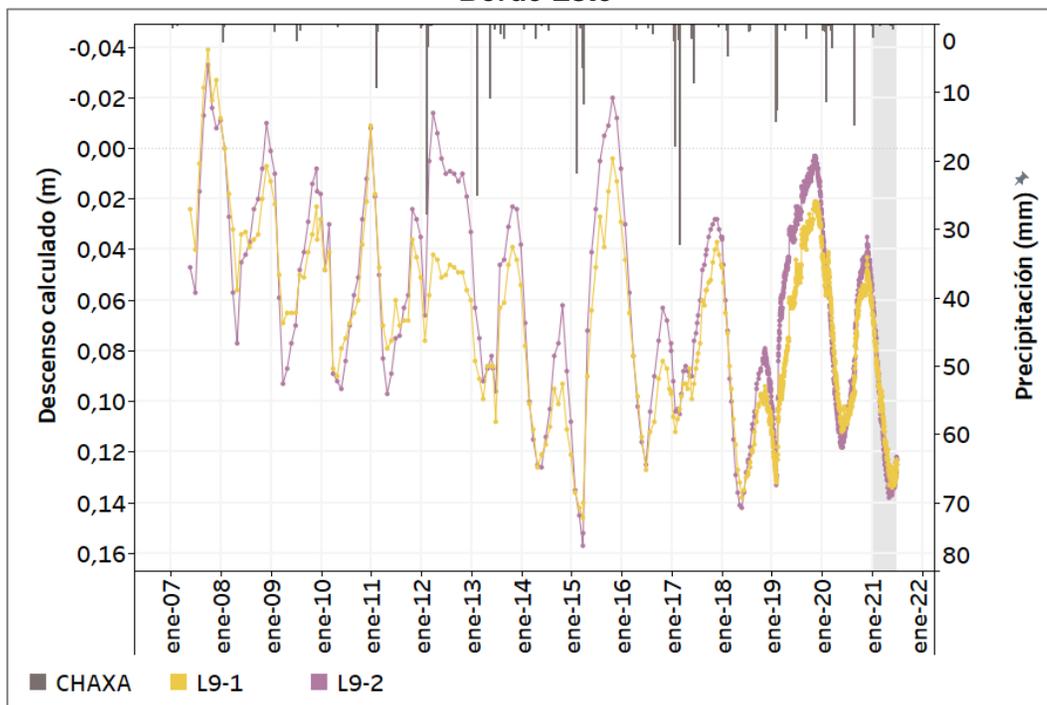
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Pozos en zona aluvial y marginal**

El resto de los puntos que quedan por analizar para el sistema de Vegetación Borde Este, son los puntos L9-1 y L9-2. En este sector se encuentra una menor densidad de puntos de control (en comparación con el resto de los sistemas, sobre todo, Soncor y Aguas de Quelana), por lo que no se pueden observar todos los comportamientos que se han identificado en los anteriores apartados. En este caso, los niveles de los puntos L9-1 y L9-2 (ver descensos calculados en la Figura 6-81) muestran un comportamiento que se ha identificado en los sistemas anteriores como transicional entre la zona marginal y el acuífero aluvial, ya que muestra una oscilación poco regular. La tendencia de descenso se observa más evidente en el periodo entre 2007 y 2015, con pendientes promedio de 0,9 cm/año L9-2 y 1,3 cm/año el L9-1. A partir de marzo de 2015, ambos puntos empiezan a oscilar con máximos y mínimos a distintas cotas cada año y con una tendencia estable, lo que le confiere un comportamiento distinto respecto del periodo anterior.

De los niveles medidos en el primer semestre de 2021, se observa cómo se ha reproducido el mínimo estacional, que ha alcanzado una cota similar a 2018 y 2019, lo que confirma el comportamiento antes descrito.

**Figura 6-81: Descensos calculados en los puntos L9-1 y L9-2 del sistema Vegetación Borde Este**

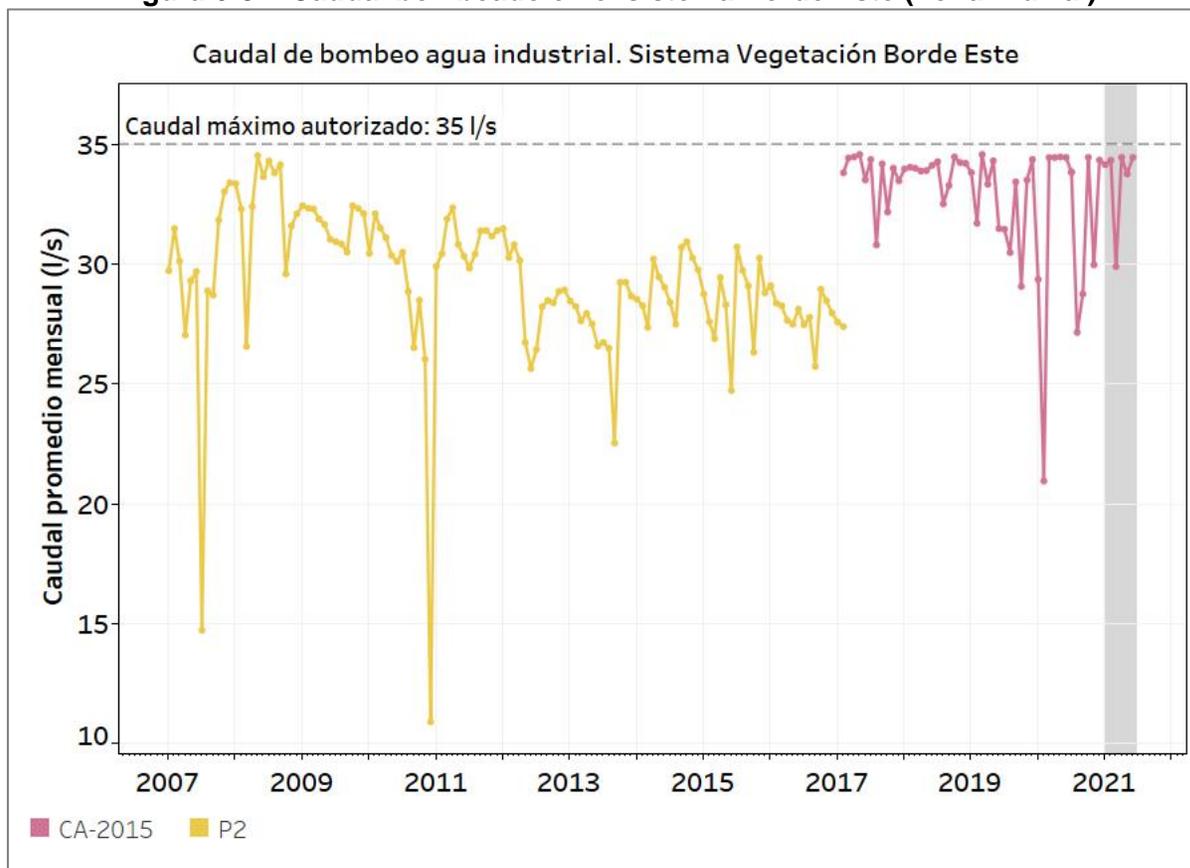


Fuente: Elaboración propia.

### Caudal bombeado

En la Figura 6-82 se muestran los caudales extraídos históricos, desde el pozo P2 y posteriormente de su pozo de reemplazo CA-2015. El derecho otorgado en este caso es de 35 L/s. Durante el presente periodo de reporte el caudal ha fluctuado entre los 29,9 y los 34,45 l/s.

**Figura 6-82: Caudal bombeado en el sistema Borde Este (Zona Aluvial)**



Fuente: Elaboración propia.

### Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el primer semestre de 2021 en el Sistema Vegetación Borde Este, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados (normativos o de línea de base). Por lo anterior, en esta sección

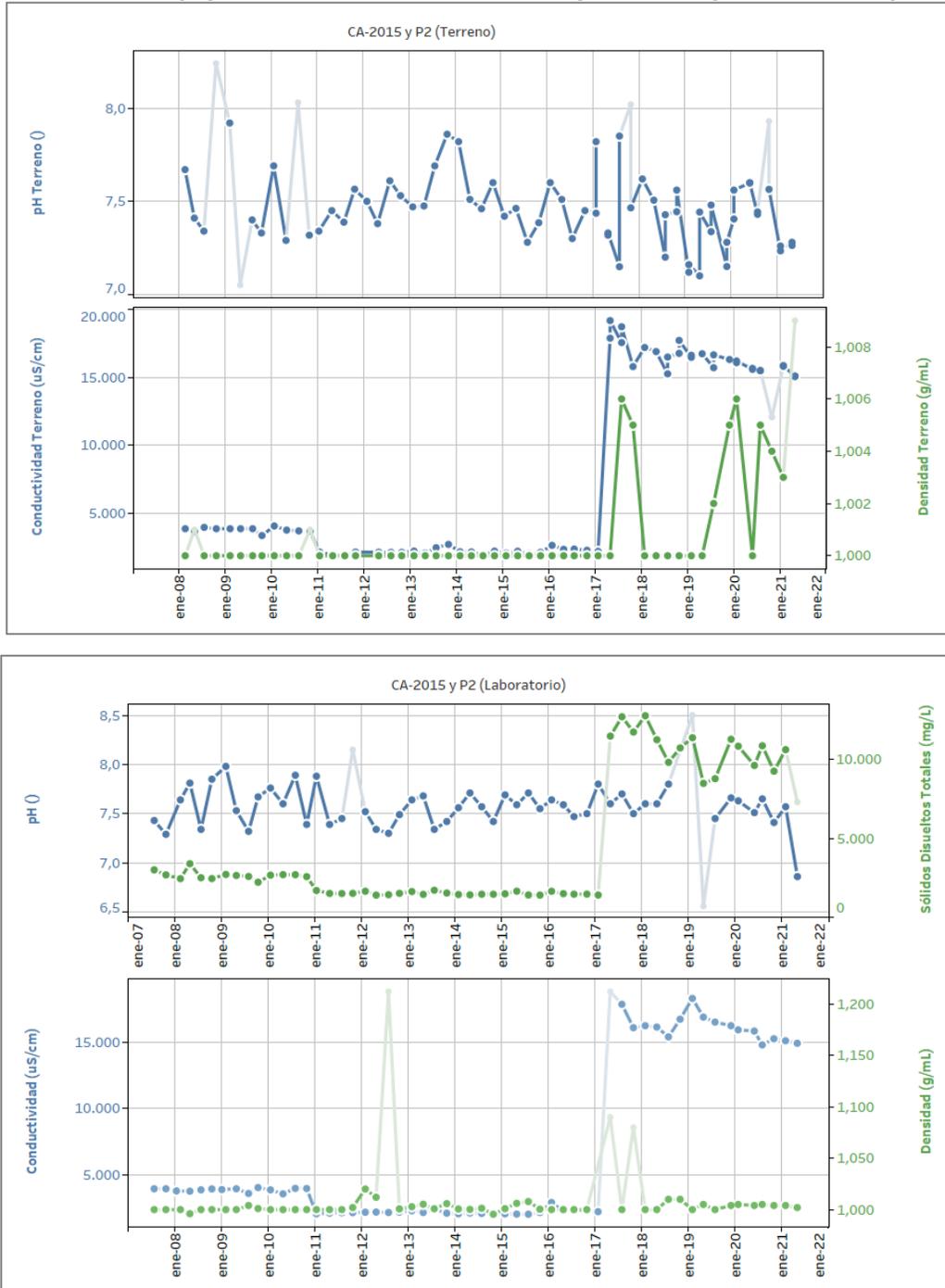
solo se discute su comportamiento y evolución histórica a partir del inicio del periodo de registro.

El monitoreo de este sistema se realiza en los pozos L2-4, L4-3, L7-3 y en el pozo de extracción de agua industrial P2 (actual CA-2015). Los tres pozos de monitoreo de agua subterránea (L2-4, L4-3, L7-3) corresponden también a puntos de monitoreo de otros sistemas y fueron presentados en las secciones anteriores (ver pozos L2-4 y L7-3 en Sistema Soncor y pozo L4-3 en Sistema Aguas de Quelana). De esta manera, en esta sección solo se presenta gráficamente la evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción de agua industrial P2 y CA-2015 (Figura 6-83).

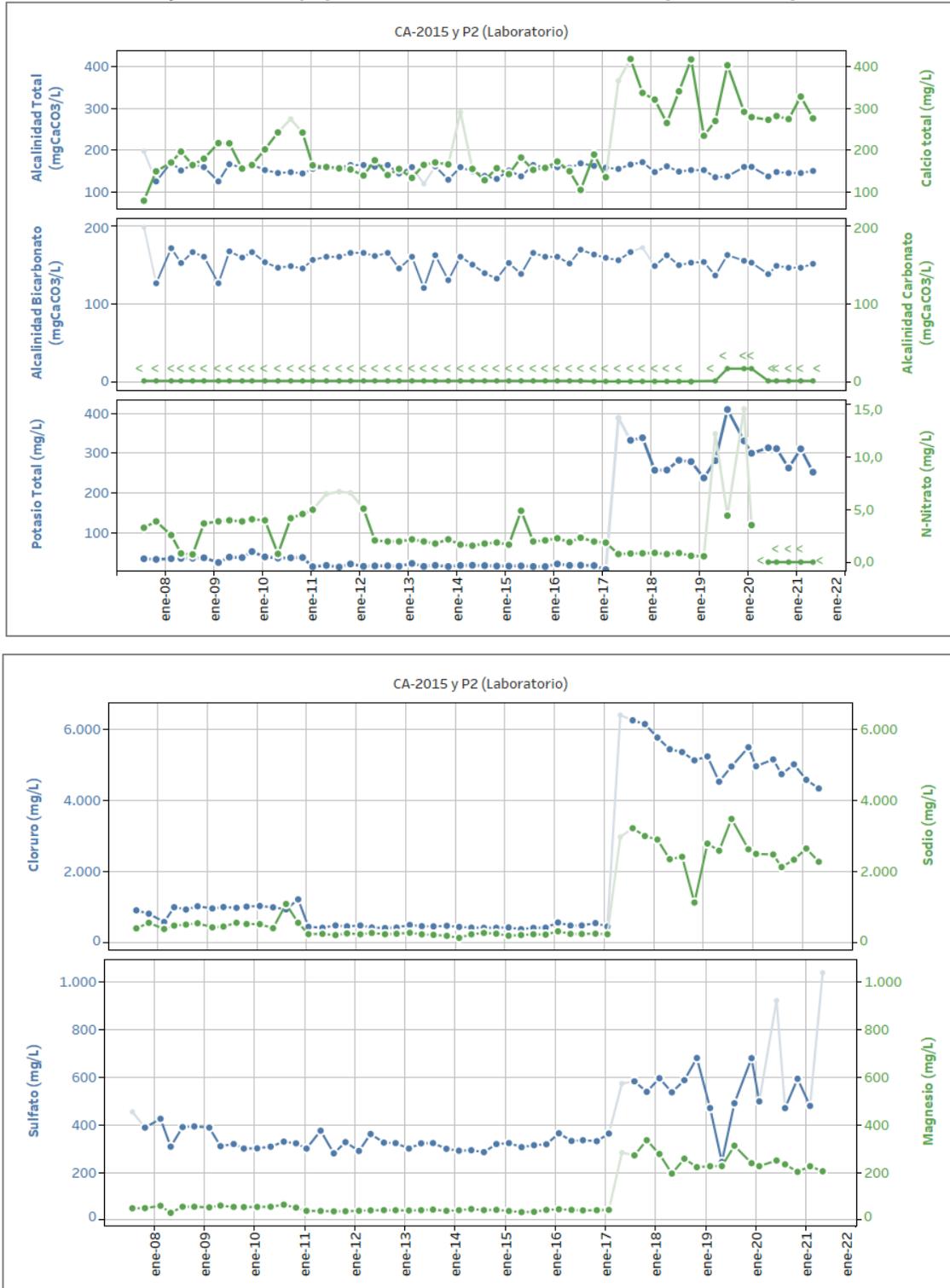
Ambos puntos, P2 y CA-2015 presentan aguas de baja conductividad (menor a 5.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 20.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente) y concentraciones en general también bajas, al encontrarse en el acuífero aluvial que representa las aguas de recarga a la zona marginal y proveniente de las aguas infiltradas en los Altos Andinos.

En este semestre la mayor parte de las variables analizadas se han mantenido dentro de los rangos de variación histórica. Cabe resaltar la medición de densidad de terreno y  $\text{SO}_4$  en abril, que representan valores máximos. Para el caso de la densidad se obtuvo un valor de 1,009g/mL vs a 1,003g/mL en el promedio del registro histórico, ese aumento no se condice con ningún otro parámetro por lo que puede considerarse *outlier*. El resultado de  $\text{SO}_4$  en abril es de 1037,6mg/L siendo el registro promedio próximo a 500mg/L. La revisión de resultados posteriores a esta entrega confirma que se trata de un *outlier*.

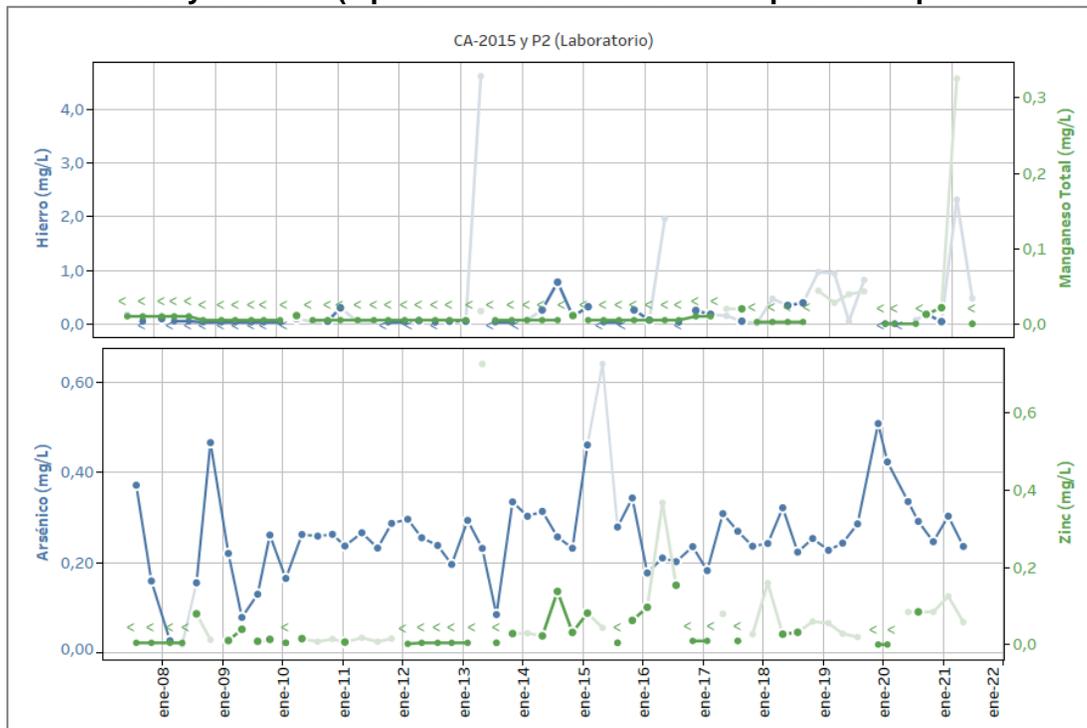
**Figura 6-83: Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)**



**Figura 6-83 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)**



**Figura 6-83 (Continuación) Evolución histórica de la calidad del agua en los pozos de extracción P2 y CA-2015 (a partir de abril de 2017 corresponden al pozo CA-2015)**



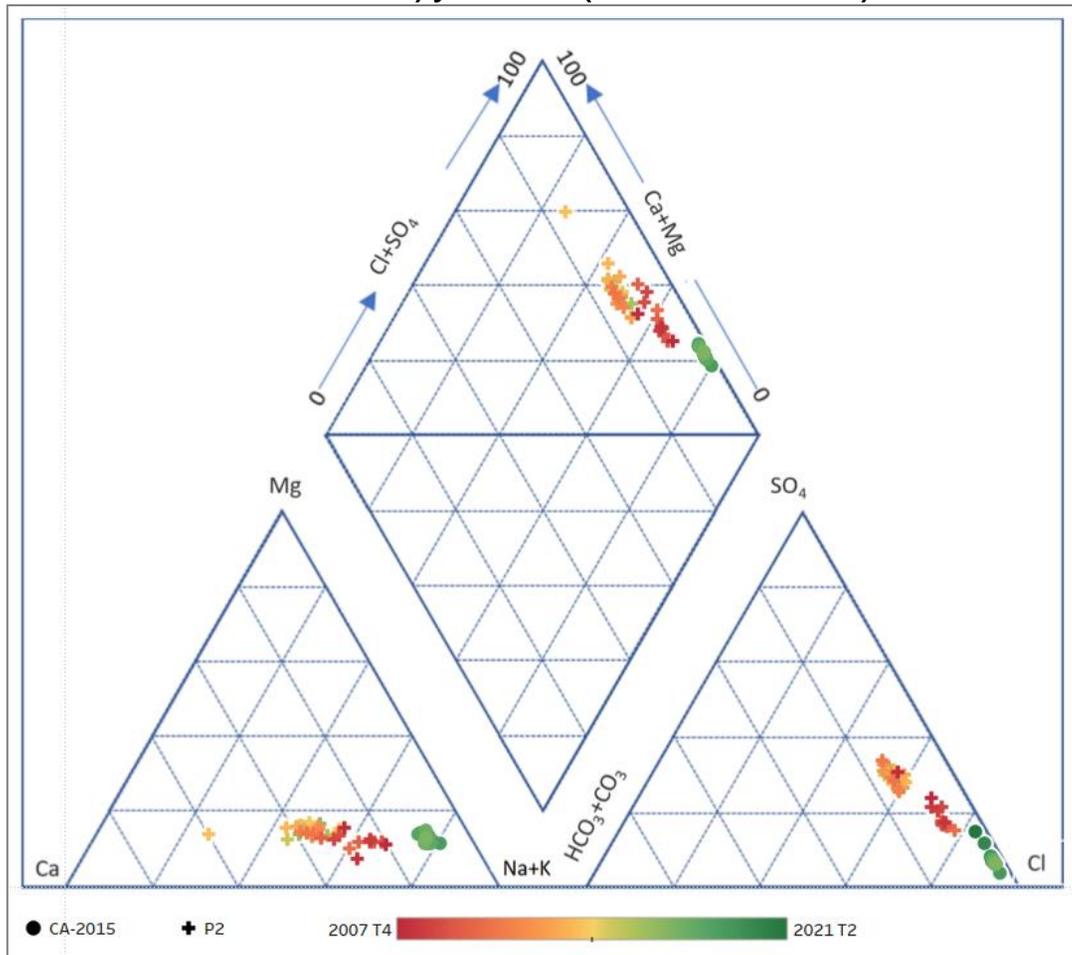
Fuente: Elaboración propia. Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. En el gráfico se muestran los colores para los parámetros igual que el color en los ejes respectivos. Los valores validados (ver apartado 4.4.8) se muestran con resalte.

La Figura 6-84 muestra el diagrama de Piper para las muestras colectadas en P2 y CA-2015, con un BI inferior al 10%. Nótese que, aunque ambos puntos presentan facies cloruradas sódicas, el punto CA-2015 presenta unas características cloruradas sódicas notablemente más acusadas que P2. La explicación a este hecho reside en que el punto CA-2015 está colectando aguas más profundas que el P2 y, por tanto, con una mayor influencia de la interfaz salina que se encuentra en profundidad como consecuencia del encuentro entre las aguas de recarga a la zona marginal y la salmuera del núcleo en profundidad.

Respecto a las tendencias en este sector, en el diagrama de Piper, Figura 6-84, se observa que el P2 mostró una tendencia a concentraciones más sulfatadas cálcicas, en detrimento de las concentraciones cloruradas sódicas. Respecto al punto CA-2015, en el diagrama de Piper con las últimas muestras comienza a verse una tendencia similar a la que mostraba el punto P2. En la Figura 6-83, se observan algunos parámetros con leve tendencia a la baja como pH

terreno, conductividad de terreno, sólidos disueltos totales, calcio y cloruro, lo que indicaría una tendencia similar a la que presentaba el P2.

**Figura 6-84: Diagrama de Piper de muestras con BI <10% para los puntos P2 (hasta enero de 2017) y CA-2015 (desde abril de 2017)**

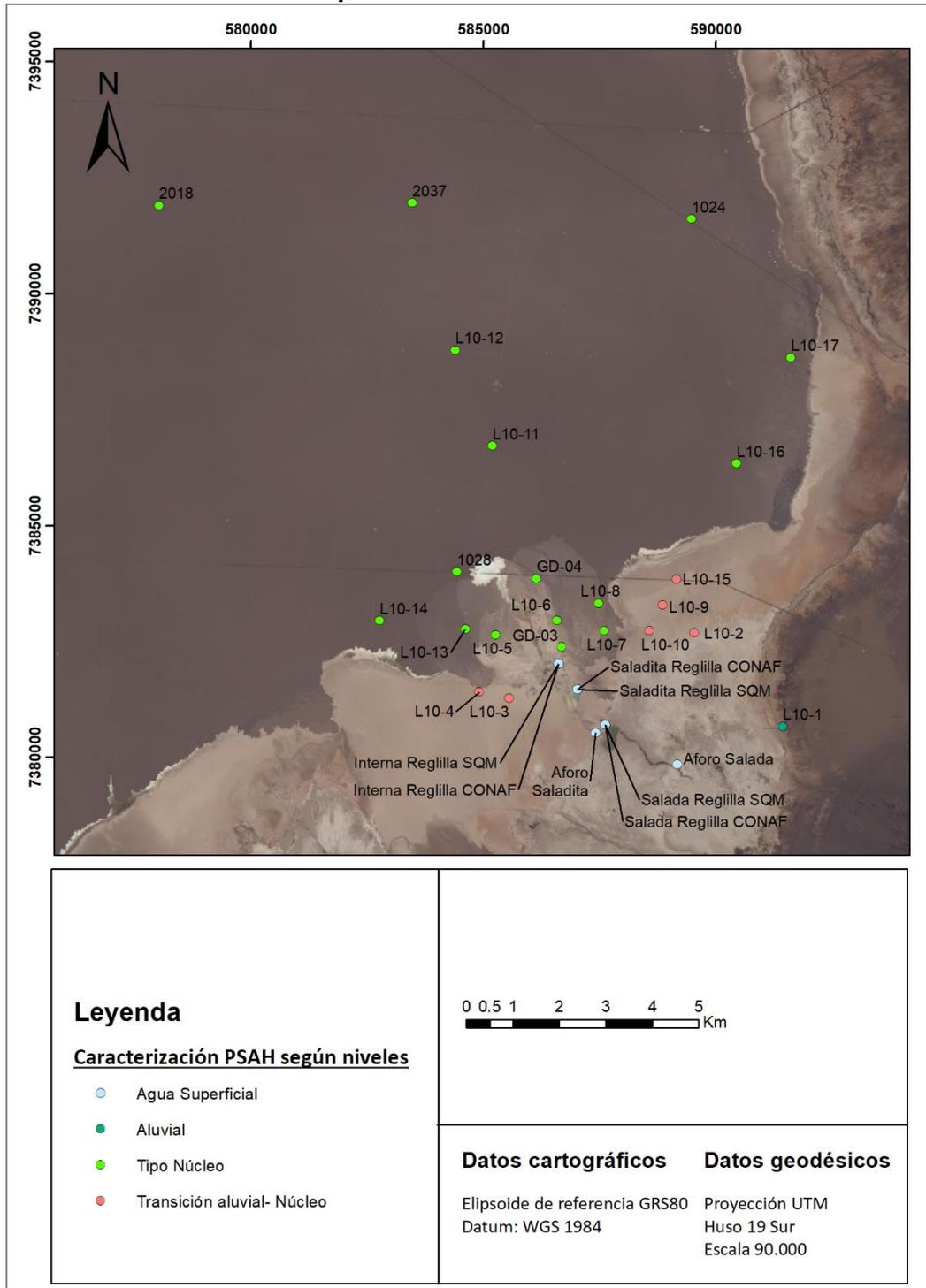


Fuente: Elaboración propia

#### 6.1.4. SISTEMA PEINE

A continuación, se analiza el comportamiento de los monitoreos asociados a los puntos de control pertenecientes al sistema Peine, es decir aquellos cercanos a las lagunas Salada, Saladita e Interna (ver Figura 6-85). Cabe recordar que esta última unidad corresponde al desborde terminal de este sistema de lagunas y, por lo tanto, presenta un comportamiento variable distinto de un cuerpo lagunar estable.

**Figura 6-85: Infraestructura englobada en el sistema Peine y clasificada según comportamiento de los niveles**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

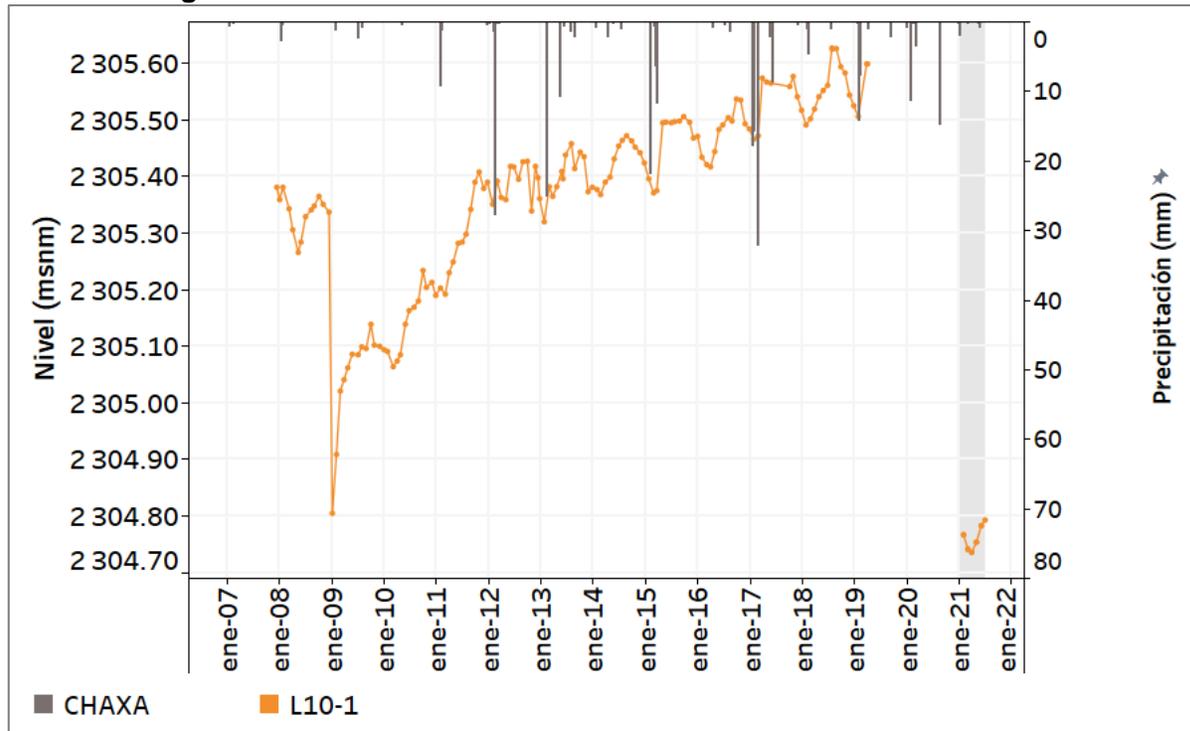
## Niveles de agua subterránea y superficial

### *Pozos en zona aluvial*

En el Sector de Peine el único punto situado en la zona aluvial es el punto L10-1, que concretamente se encuentra en el límite entre las zonas marginal y aluvial. Este punto está asociado al monitoreo de la zona marginal del sistema Peine, pero se le observa un comportamiento singular y poco relacionado a lo que cabría esperar para la zona marginal, donde los niveles muestran una estrecha relación con los ciclos de evaporación estacionales. En la Figura 6-87 se muestran los niveles históricos medidos y se puede ver como presentaba oscilaciones irregulares, por lo que debían estar asociadas a los eventos de recarga subterránea. La tendencia general era ascendente desde enero de 2009 y con tasa promedio de 2,85 cm/año (calculada en el período comprendido entre junio de 2011 y 30 de diciembre de 2018). Otro aspecto que destacable es que no muestra una respuesta evidente a los eventos de precipitación.

De este punto no se disponía de datos desde enero de 2019 y recientemente, en el primer semestre de 2021 se ha podido retomar la visita a este punto. Llama la atención la cota a la que se encuentran los niveles obtenidos, pues se sitúa en una mínima cota que no se habían registrado anteriormente; existe una diferencia de 83 cm desde la última medición en marzo 2019 y la realizada en enero 2021. Aunque se desconoce la forma en que el nivel haya hecho la transición hasta alcanzar estas cotas (en qué momento y si ha sido un cambio brusco o bien, haya sido de forma suavizada), dada la gran diferencia de cota y en el espacio de tiempo transcurrido, es probable que sea debido al manejo extractivo del acuífero aluvial por alguno de los actores que dispone de volúmenes de extracción autorizados en este sector.

**Figura 6-86: Niveles medidos en la zona aluvial del sistema Peine**



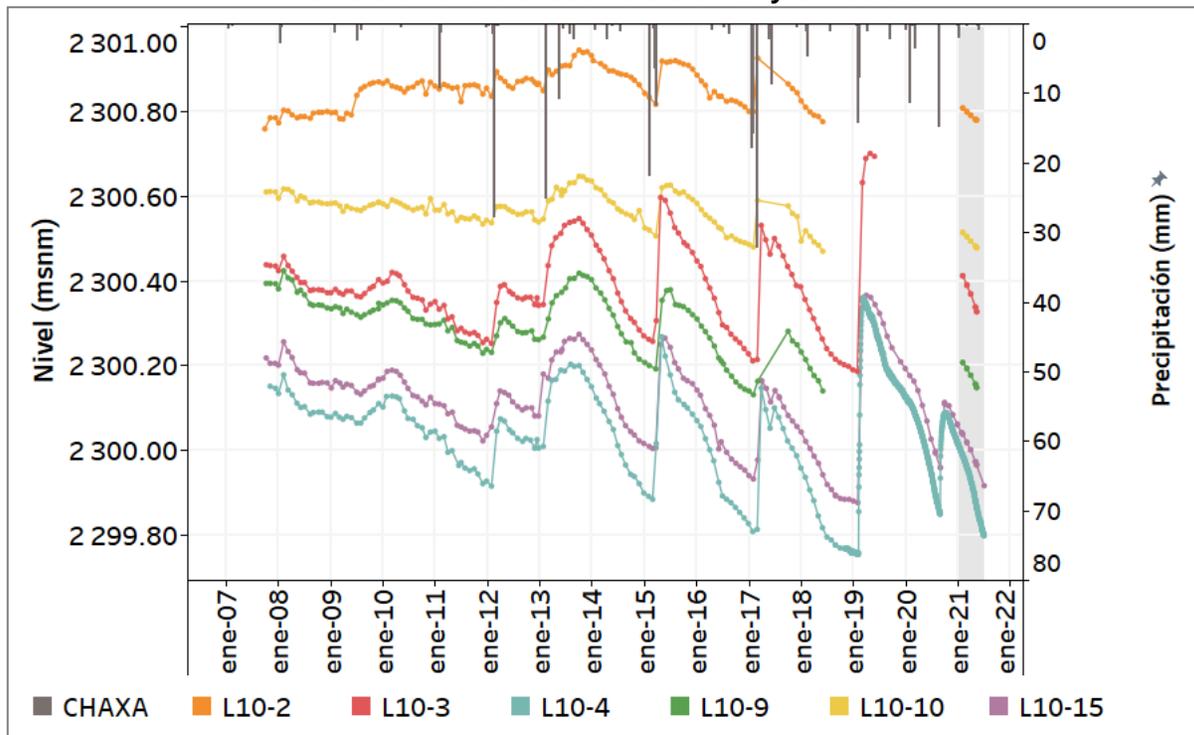
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### ***Pozos en zona marginal***

Desde la zona aluvial y hacia el noroeste, siguiendo la dirección del flujo, se encuentra la zona marginal en donde los niveles muestran un comportamiento mixto entre el observado en el L10-1 y el núcleo. Se trata de los puntos L10-2, L10-3, L10-4, L10-9, L10-10 y L10-15, que se muestran en la Figura 6-87. Estos puntos tampoco muestran la particular oscilación regular propia de los ciclos estacionales de evaporación; se observa que los puntos que se encuentran más cercanos a la zona aluvial presentan una tendencia ascendente tal y como mostraba el punto representativo del aluvial (L10-1), aunque con menor pendiente; es el caso del L10-2 que presenta una tasa de ascenso de 0,35 cm/año. A medida que los puntos se encuentran más cercanos al núcleo (y alejados del aluvial) muestran una mayor tasa de descenso; el punto L10-3 presenta una tendencia de descenso con una pendiente muy suave (0,01 cm/año), en el punto L10-10 la tasa de descenso aumenta un poco más (0,55 cm/año) y ya los puntos L10-4, L10-9 y L10-15 tienen una tasa de 1,4 cm/año (tasa del orden de magnitud parecida a la de los puntos tipo Núcleo más cercanos a la Zona Marginal; GD-03 y L10-12, ver siguiente apartado). Estos últimos puntos además muestran la misma respuesta a los eventos de precipitación que la observada en los pozos del núcleo.

Durante el primer semestre de 2021 se ha podido retomar las visitas a parte de estos puntos que venían sin ser medidos desde mayo 2018 los puntos L10-2, L10-9 y L10-10, y desde mayo 2019 el L10-3. Dados los nuevos registros, éstos se sitúan en cotas esperables y dentro del rango de valores históricos; aunque hay un largo periodo sin información, se estima que estos puntos no han variado su comportamiento respecto del descrito anteriormente.

**Figura 6-87: Niveles medidos en los puntos que muestran un comportamiento de transición entre el acuífero aluvial y el núcleo**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

Tal y como se ha descrito, en la zona marginal es donde se encuentran los objetos de protección definidos para el sistema Peine. En este sentido, una vez analizados los niveles históricos junto con la nueva información del primer semestre 2021, puede concluirse que el sistema se mantiene con las variaciones esperadas según el tipo de comportamiento, por lo que los objetos de protección también se mantienen fluctuando dentro de comportamiento estacional esperado. En el capítulo 6.2 Análisis del Plan de Contingencias se analiza el estado de los objetos de protección a través de la revisión de los indicadores de estado, por lo que puede encontrarse más detalle.

### ***Nivel de agua superficial y lacustre***

Para monitorear el nivel de la superficie de las lagunas del Sistema, se observan los registros de las reglillas Salada, Saladita e Interna, medidas históricamente por CONAF en el marco del convenio establecido en la RCA N°226/2006. Como se mencionó en la sección de Resultados (5), a partir de enero de 2019 y en virtud del término del convenio, las mediciones de nivel en el sistema lacustre de Peine pasan a ser responsabilidad de SQM Salar S.A., cuyos resultados se agregan a la data histórica.

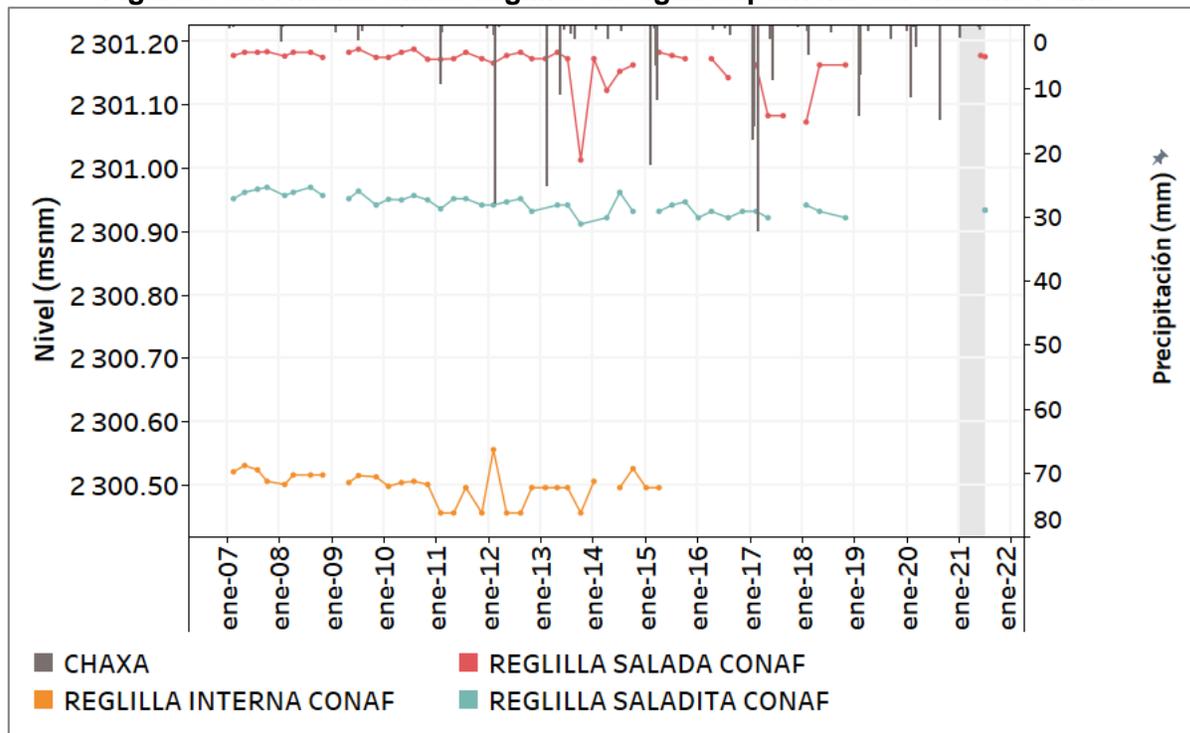
Los niveles medidos hasta la fecha se muestran en la Figura 6-88. Como puede verse, la frecuencia de medición trimestral ofrece menos detalle respecto las variaciones estacionales, aunque se aprecia cierta oscilación sobre todo en las reglillas de Salada y Saladita.

En la reglilla de Salada los registros se presentaron estables hasta el año 2013 con una tendencia estable y una amplitud de oscilación de entre 0,5 a 1,6 cm. A partir de la medición de julio 2013, en octubre 2013, se reproduce un mínimo histórico (16 cm por debajo de la anterior medición) y partir de esta fecha se observa una mayor oscilación, más irregular y de amplitudes mayores. Cabe decir que, durante esta segunda etapa, las mediciones han tenido menor frecuencia, por lo que es complicado realizar un análisis de la tendencia. No obstante, parece ser descendente. El punto no se volvió a visitar desde octubre de 2018 y recién en este primer semestre de 2021 se pudo medir de nuevo; los niveles obtenidos se sitúan en cotas similares a las que se registraban en el periodo 2007-2013. De todas formas, no es posible determinar posibles cambios en el comportamiento de este punto, para ello es necesario revisar los niveles medidos en los próximos meses.

En la reglilla de Saladita se observa una oscilación con amplitudes similares las del periodo 2007-2013 de la reglilla Saladita. En este caso, se mantiene constante durante todo el registro junto con una tendencia permanente de descenso promedio de 0,3 cm/año. De la misma manera que en la reglilla de Salada, este punto llevaba sin ser visitado desde octubre 2008 y recién en el primer semestre de 2021 se ha podido medir de nuevo en el mes de junio (2021). El nivel obtenido se encuentra a una cota similar a las registradas en los años 2013-2016, lo que llama la atención ya de esta forma parece que haya habido un cambio en la tendencia del punto. No obstante, no es posible obtener conclusiones con un solo dato después de casi 3 años sin información; es necesario revisar los niveles que se obtengan en los próximos meses.

Finalmente, en la reglilla Interna no se han podido medir los niveles desde el año 2015 puesto que el área de descarga no ha cubierto la ubicación del punto de monitoreo.

**Figura 6-88: Niveles en las reglillas de agua superficial del sistema Peine**



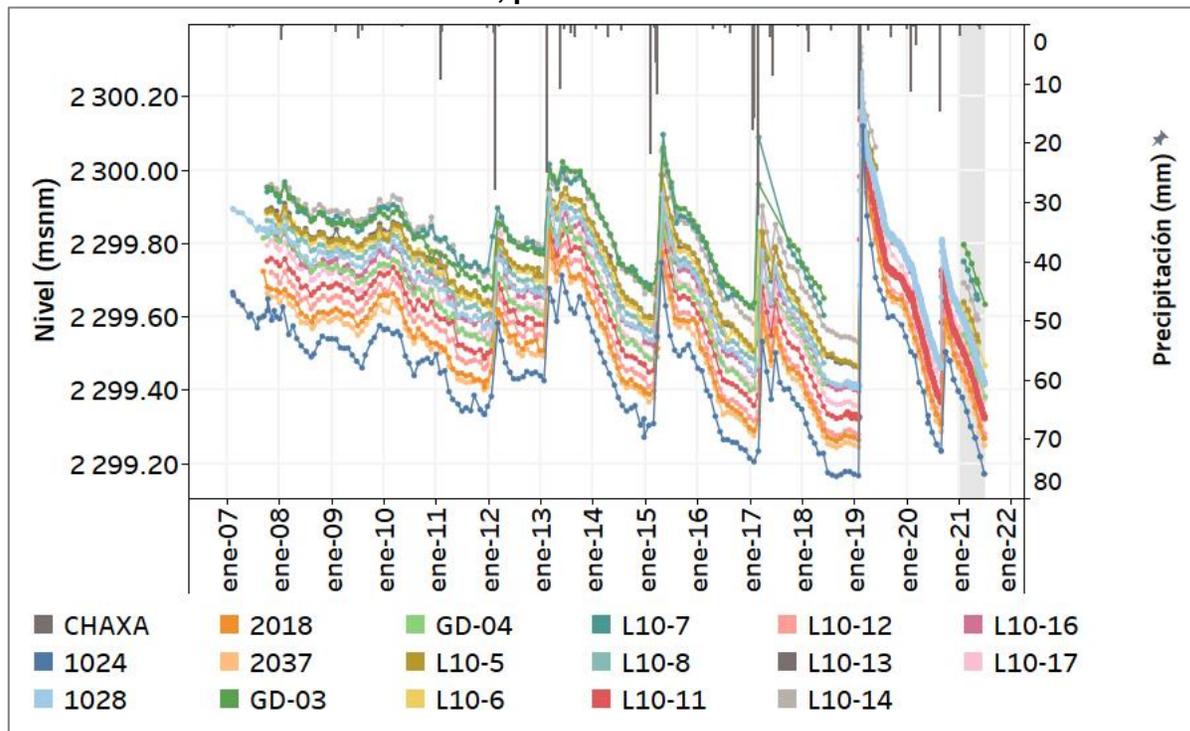
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Pozos en zona núcleo**

En el sector del Núcleo se ha observado el mismo patrón Tipo Núcleo identificado en los otros sectores (Soncor, Aguas de Quelana y Tilopozo, éste último se expone más adelante), que consiste en presentar un comportamiento sensible a los eventos de precipitación directa sobre el núcleo del salar, respondiendo de forma inmediata a eventos significativos y recuperando la tendencia original al tiempo de haber sucedido dichos eventos. Muestran también pocas diferencias de cota piezométrica entre ellos, dando cuenta de lo plana que está la superficie piezométrica en el acuífero del núcleo. Los niveles medidos se muestran en la Figura 6-89, donde se observa el ya descrito comportamiento sin oscilación estacional y con clara tendencia al descenso. Todos los puntos muestran una tasa de descenso de entre 2 y 2,2 cm/año, exceptuando los puntos GD-03 y L10-7, donde la tasa es de 1,2 y 1,5 cm/año respectivamente. La diferencia en estos dos puntos puede ser debido a que se encuentran más próximos a la zona marginal.

En este primer semestre 2021 se ha logrado acceder a todos los puntos de este grupo. De lo que se observa en la Figura 6-89, todos están todavía reproduciendo la etapa de recuperación (descenso) de los niveles posterior al evento de lluvia de agosto 2020.

**Figura 6-89: Niveles medidos en los puntos asociados al comportamiento en el núcleo, para el sistema Peine**



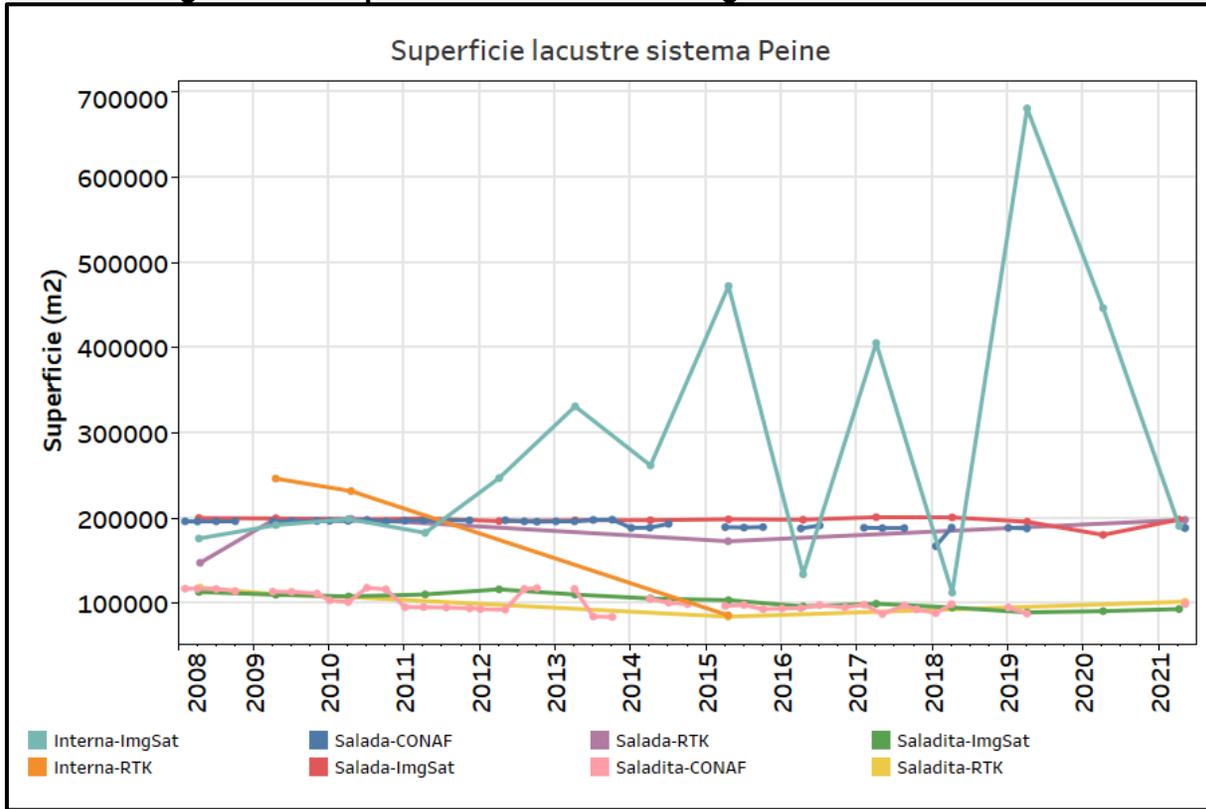
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### **Evolución de la superficie de los sistemas lacustres**

Los sistemas lacustres de Peine son alimentados por un canal que es el resultado de afloramientos naturales de agua subterránea aguas arriba del sistema. Las lagunas que componen este sistema son Salada, Saladita e Interna. Esta última laguna está formada por los desbordes de la Laguna Saladita, y su morfología es muy variable de un año a otro.

En la Figura 6-90 se muestra el nivel histórico de las superficies lacustres de este sistema. En general, las lagunas Salada y Saladita no muestran grandes variaciones de superficie. Mientras que la laguna Interna muestra incrementos de área importantes en los años 2013, 2015, 2017 y 2019, con disminuciones de área en los años 2016 y 2018. Lo anterior, se explica por ser zona de descarga de las lagunas Salada y Saladita ante eventos de precipitación.

**Figura 6-90: Superficie histórica de las lagunas del sistema Peine**



Fuente: Elaboración propia

## Calidad química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el primer semestre de 2021 tanto en el agua superficial, como en el agua subterránea del Sistema Peine, en comparación con su evolución histórica. Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los distintos parámetros monitoreados (normativos o de línea de base).

Esta sección se divide en dos subsecciones que agrupan los puntos de monitoreo de acuerdo con sus características: (i) pozos de monitoreo y (ii) sistemas lacustres.

### *Calidad del agua en pozos de monitoreo*

La calidad química del agua subterránea en el sistema Peine es monitoreada en los pozos L10-1, L10-4 y 1028; la evolución temporal para los distintos parámetros en estos pozos se muestra en la Figura 6-91, Figura 6-92 y Figura 6-93<sup>61, 62</sup> presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en ellos. Como ya se ha descrito en el capítulo de resultados (5.1.5), no se ha podido acceder a los puntos de control de este sistema con la frecuencia adecuada por no contar con el acuerdo de la Comunidad de Peine, que mantenía controlado el acceso a estos puntos durante el periodo reportado.

En cuanto al análisis histórico, los tres pozos presentan distintas características, de acuerdo con su ubicación. El pozo L10-1, ubicado en el comienzo de la zona marginal, presenta la menor CE con valores en torno a 15.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , así como el mayor pH, cercano a 8. Este pozo tiene cierta mezcla con aguas de la interfaz salina, de manera similar a lo que sucede en CA-2015. El pozo L10-4, cercano a la parte final de la zona marginal, presenta valores

---

<sup>61</sup> En el informe N°5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

<sup>62</sup> En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2 del informe mencionado).

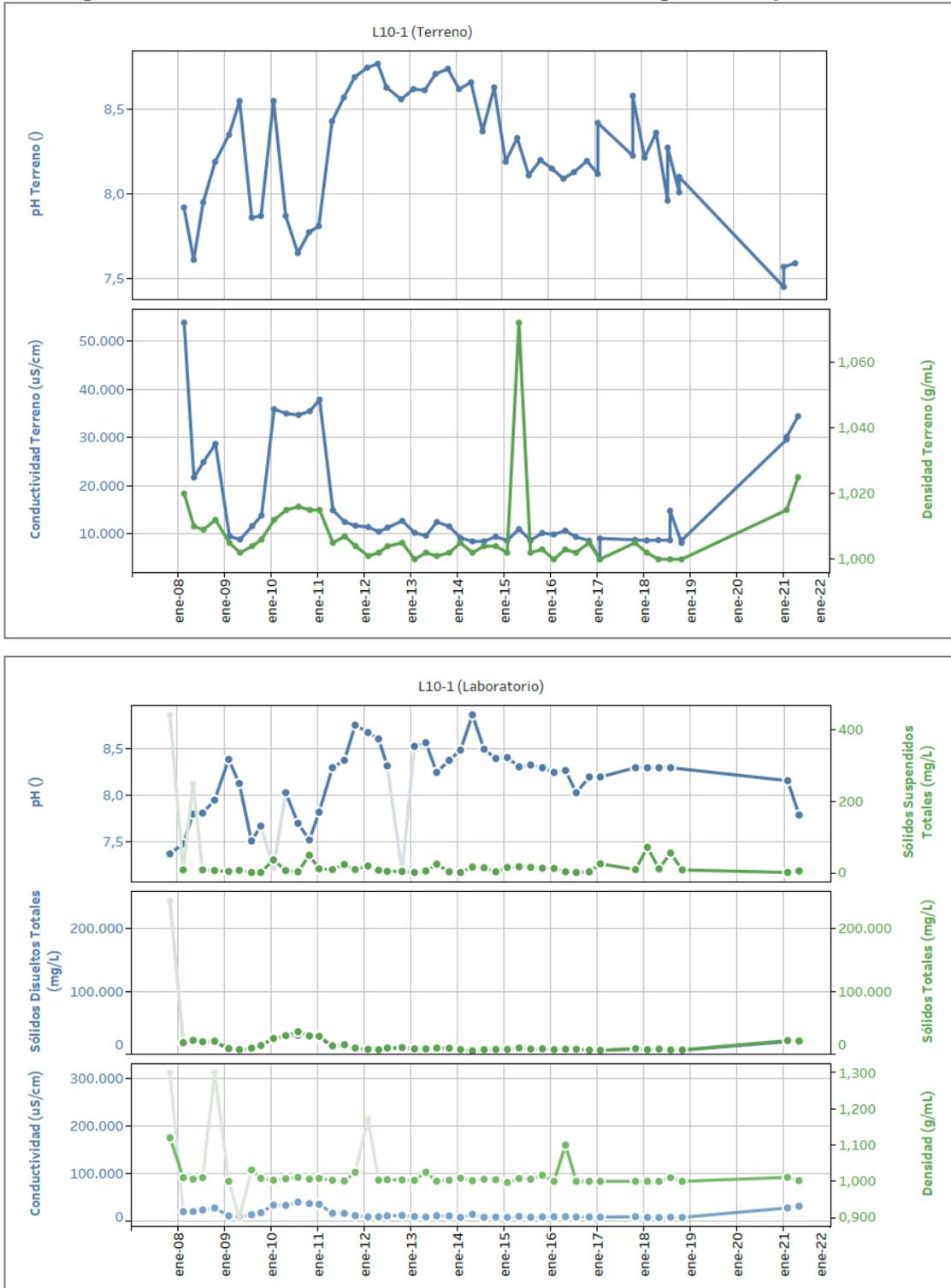
cercanos a la salmuera del núcleo (CE cercana a 150.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y pH alrededor de 7.5). Por último, el pozo 1028 ubicado en el núcleo se caracteriza por un pH menor (~6,9) y mayor CE, alrededor de 230.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En los puntos L10-4 y 1028, los resultados del primer semestre para los distintos analitos se encuentran dentro del rango histórico. En el caso del L10-1, con un gap de información desde octubre de 2018, se observan algunos cambios notables en sus parámetros los cuales se describen a continuación:

- pH Terreno Mínimo histórico, en 3 mediciones realizadas. pH laboratorio muestra descenso acusado en comparación con resultados de años anteriores
- CE terreno, densidad terreno SDT y ST CE y Densidad presentan valores considerablemente más altos en comparación al histórico.

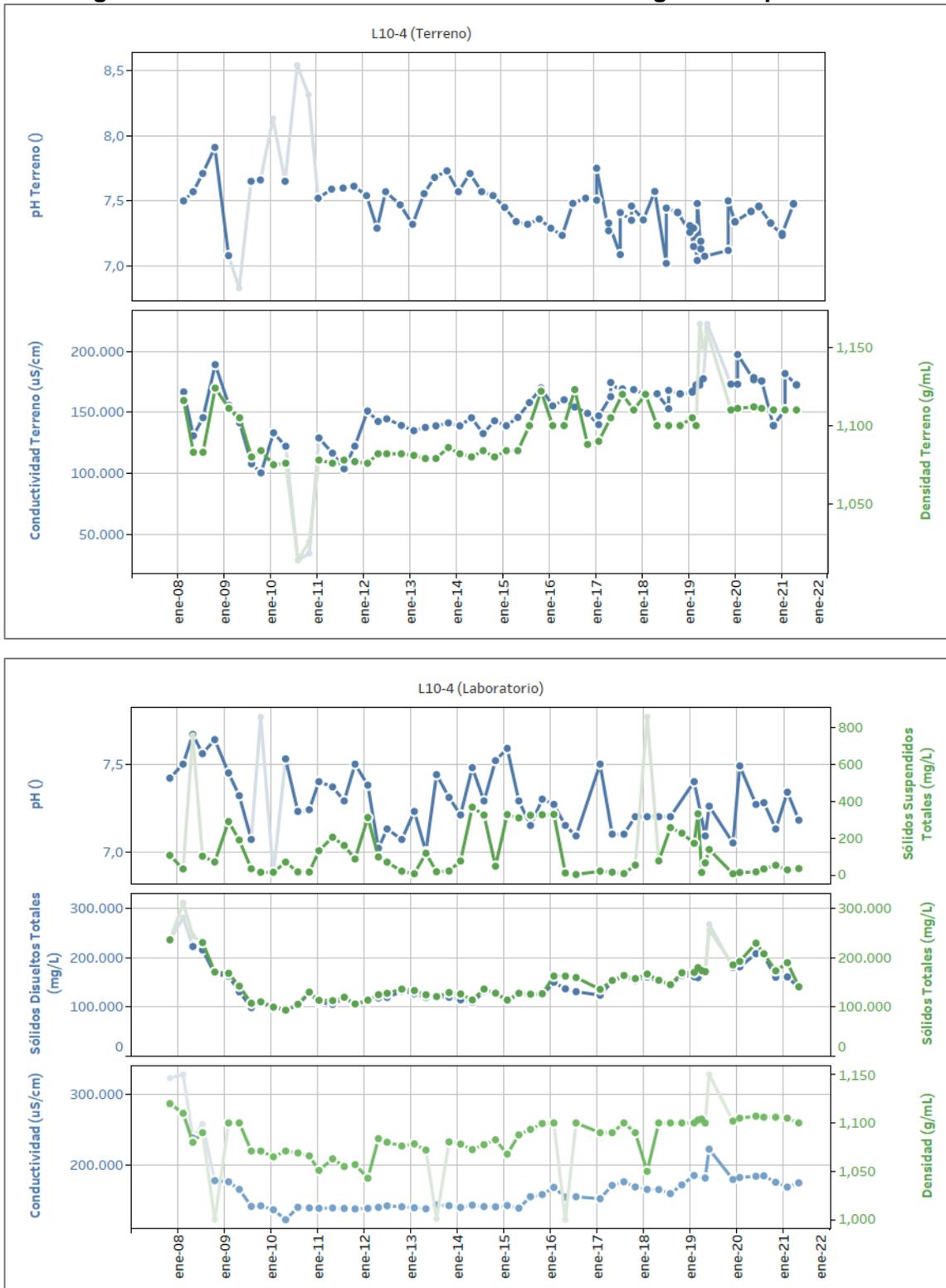
Todos estos cambios coinciden con el descenso de nivel medido en el mismo pozo y descrito en el capítulo de niveles para el mismo pozo, concretamente en la Figura 6-86. Como en el caso de los niveles, probablemente el cambio en la calidad de este pozo posiblemente se deba a al manejo extractivo del acuífero aluvial por alguno de los actores que dispone de volúmenes de extracción autorizados en este sector.

**Figura 6-91: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-1**



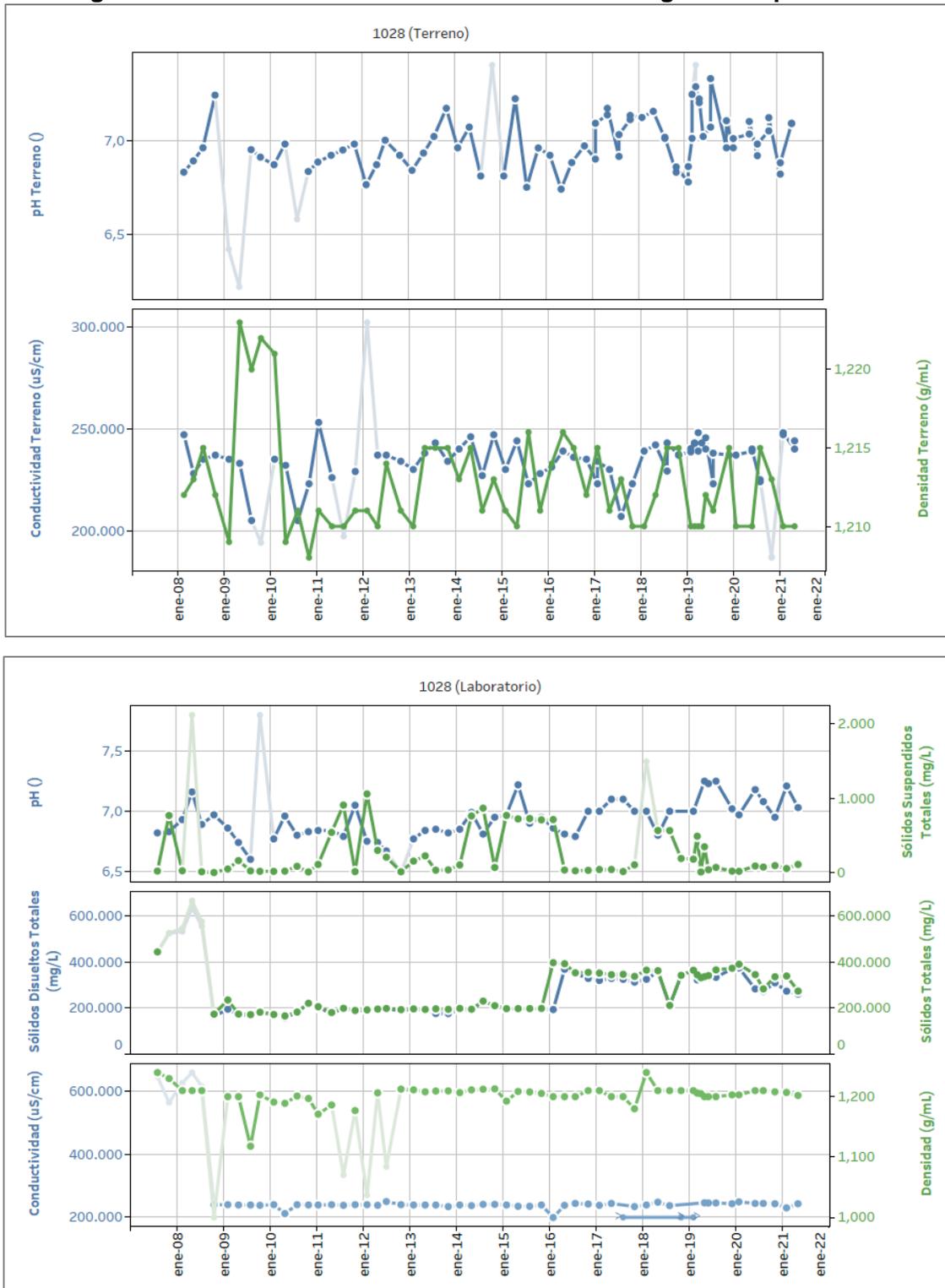
Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-92: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo L10-4**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6-93: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1028**



Fuente: Elaboración propia. Los valores >LM se presentan = LM y con la etiqueta ">" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

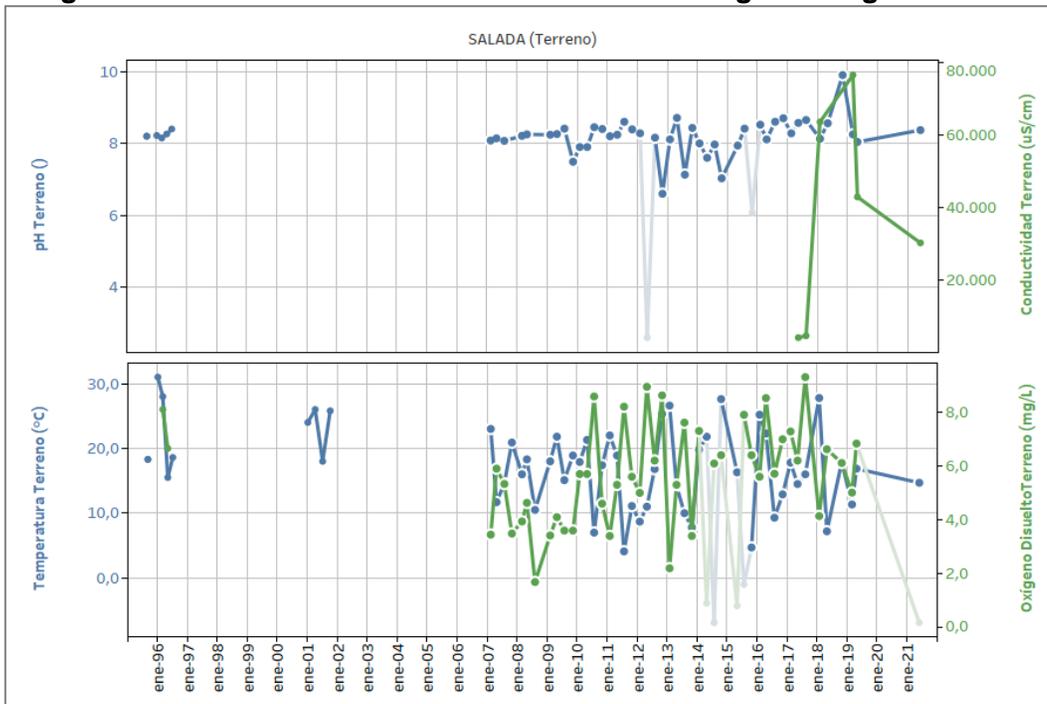
Respecto a las tendencias, el punto L10-1 no presenta tendencias para ninguno de los parámetros analizados. En el L10-4 se observa tendencia ascendente para conductividad y densidad de terreno y laboratorio y para sólidos disueltos y totales. El pH muestra tendencia descendente. El punto 1028 se muestra estable en todos sus parámetros, mostrando únicamente una leve tendencia al ascenso para el pH.

### **Calidad del agua en sistemas lacustres**

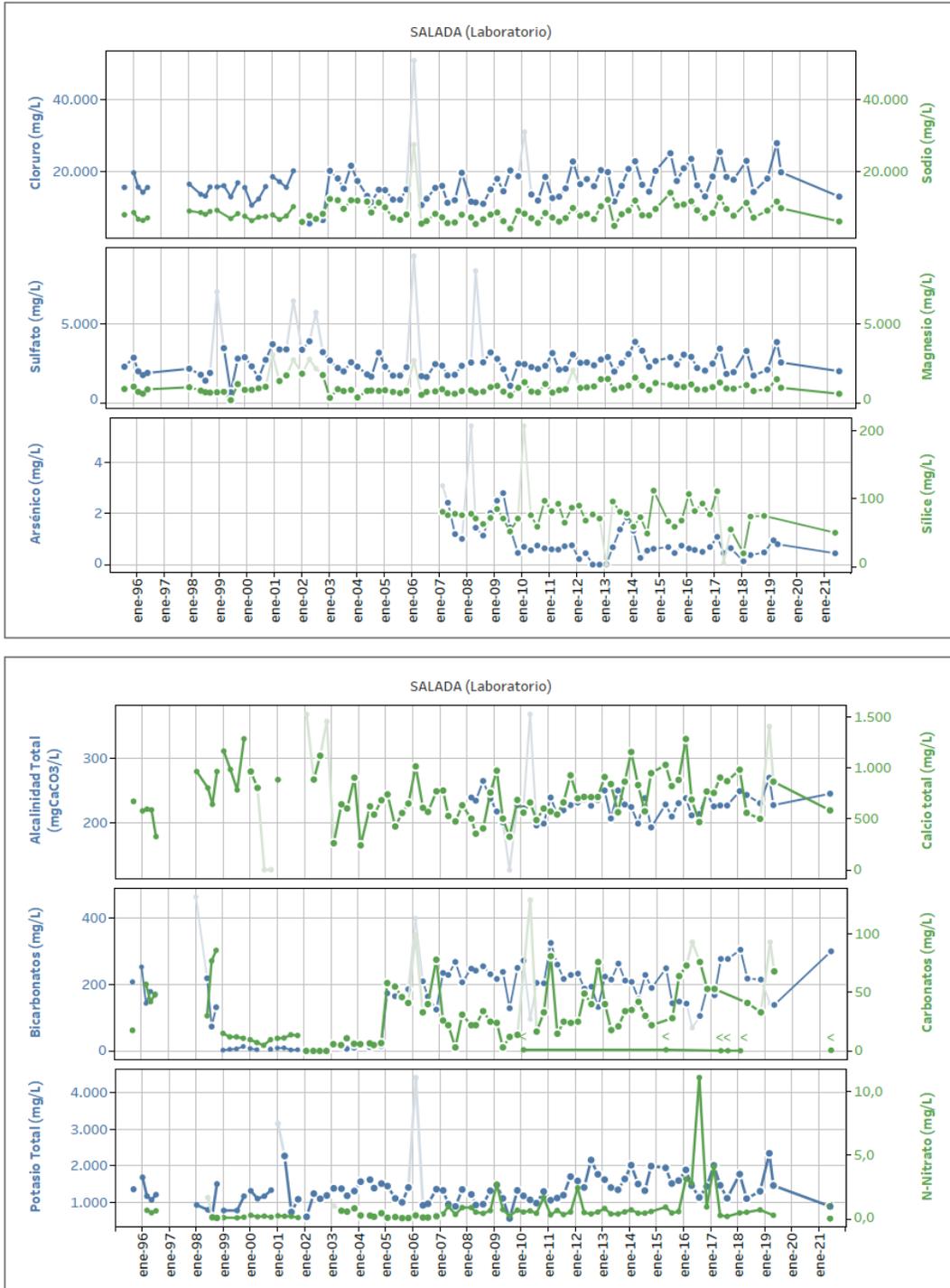
Las Figura 6-94, Figura 6-95 y Figura 6-96, presentan la evolución histórica de los parámetros monitoreados en las lagunas Salada, Saladita e Interna, respectivamente. Como se comentó en el apartado 5, únicamente resultó posible acceder a muestrear en Salada en mayo de 2021. Todos los parámetros analizados se encuentran dentro de lo esperable, de acuerdo con el registro histórico.

Al tratarse de agua superficial, se observa en todas las lagunas una marcada estacionalidad, controlada por la evaporación y el régimen de caudales, para casi todos los parámetros, alcanzando valores máximos en verano y mínimos en invierno en concordancia a los ciclos evaporativos y contrario al régimen de caudales.

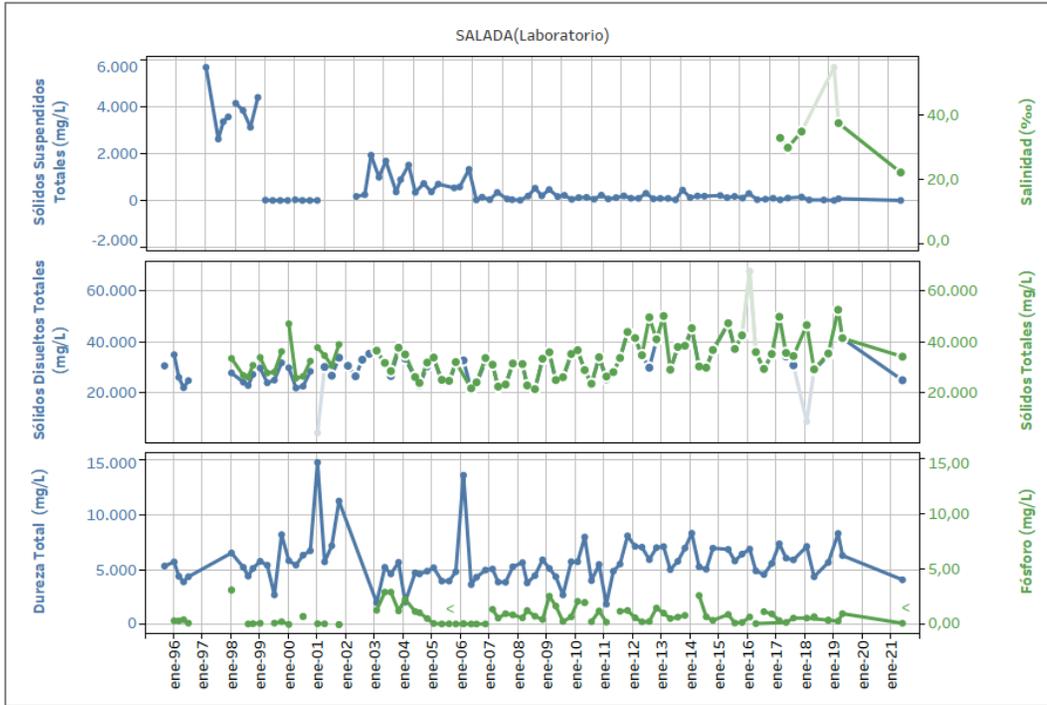
**Figura 6-94: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada**



**Figura 6-94 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada**

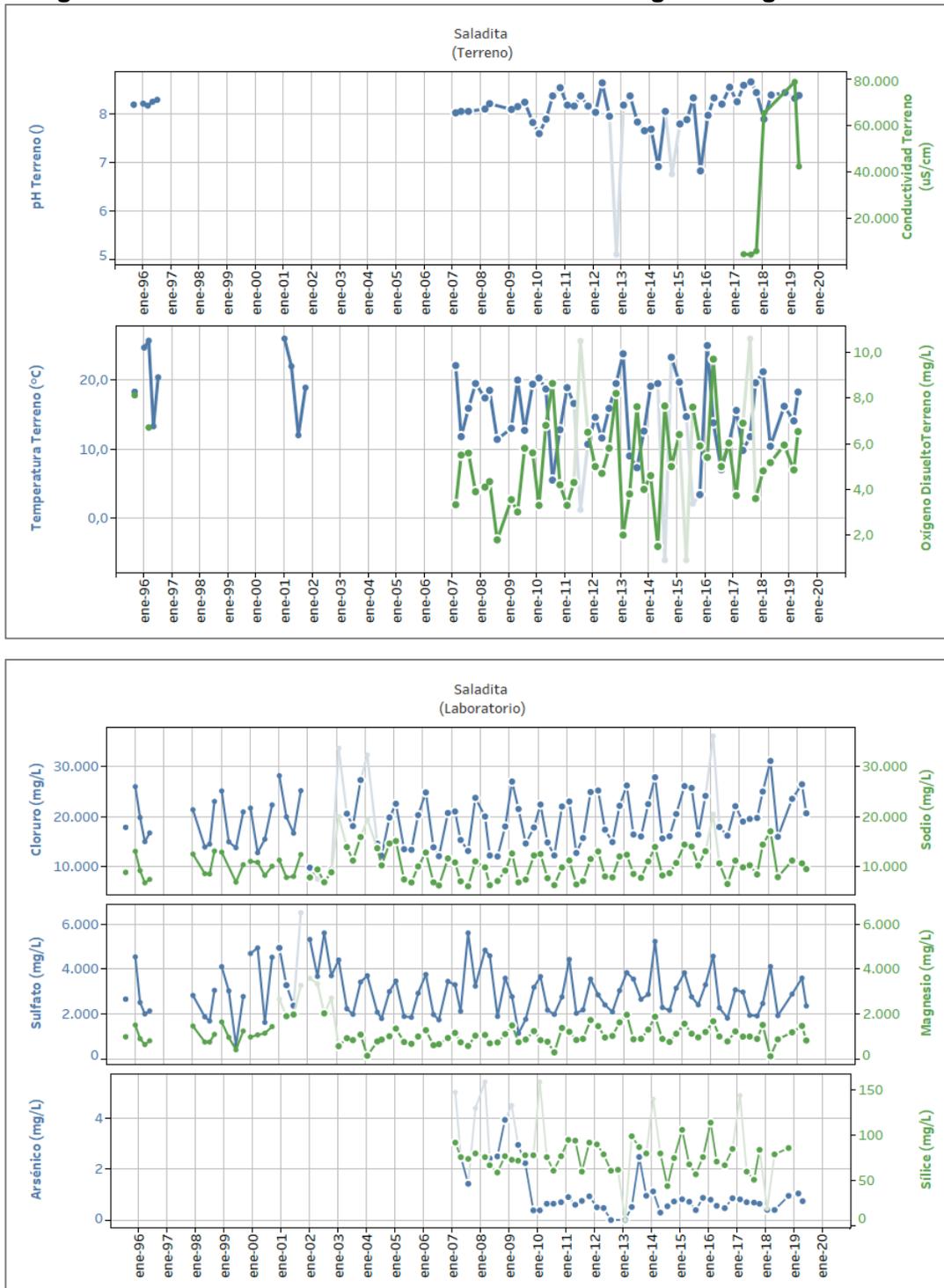


**Figura 6-94 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Salada**

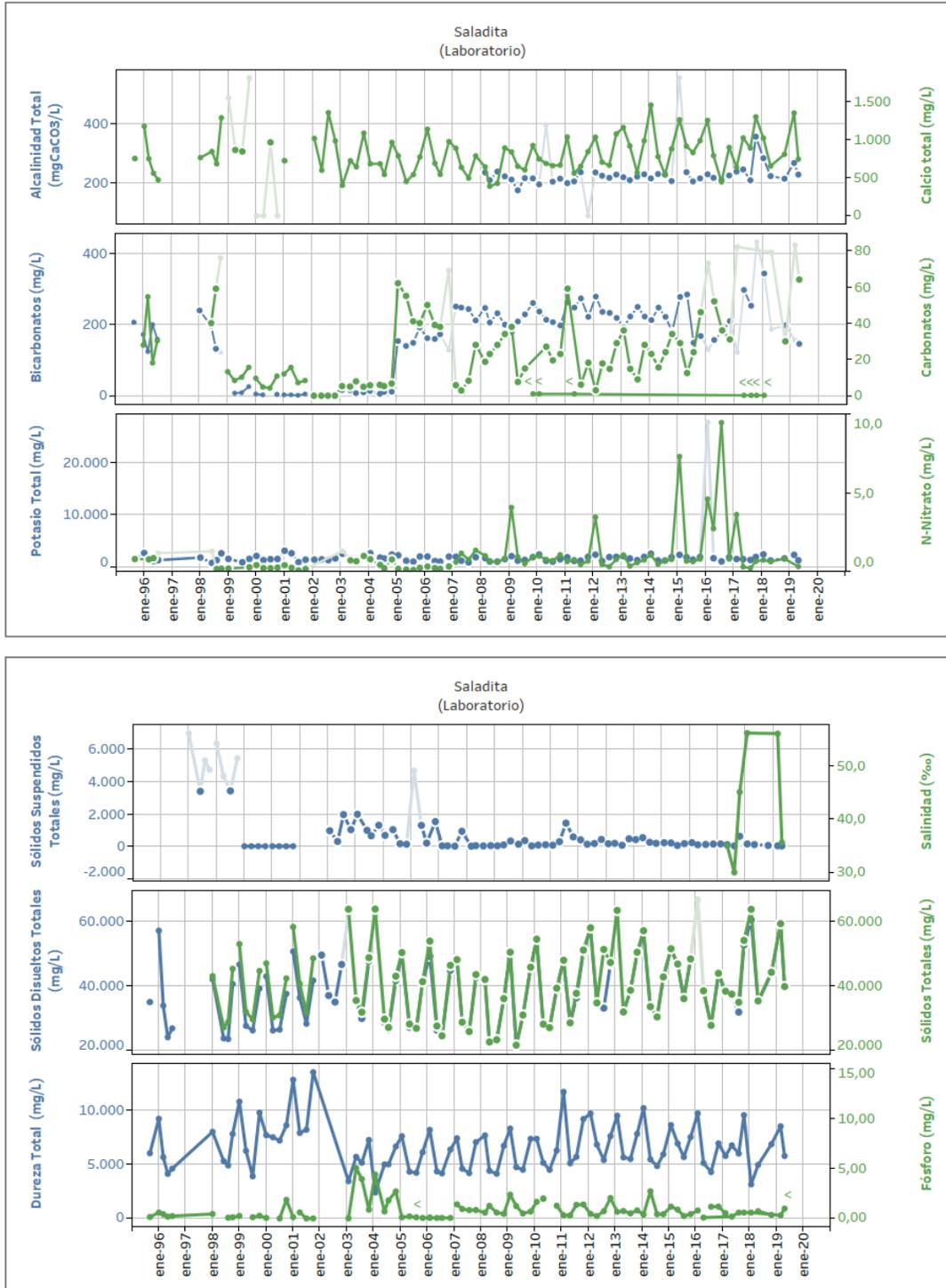


Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala, se han omitido del gráfico los valores para febrero de 2006 de Sólidos Suspendidos Totales (81.260mg/L) y Sólidos Totales (113.900 mg/L) y el valor de nitrógeno nitrato para febrero de 2019 (657mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa. Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

**Figura 6-95: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita**



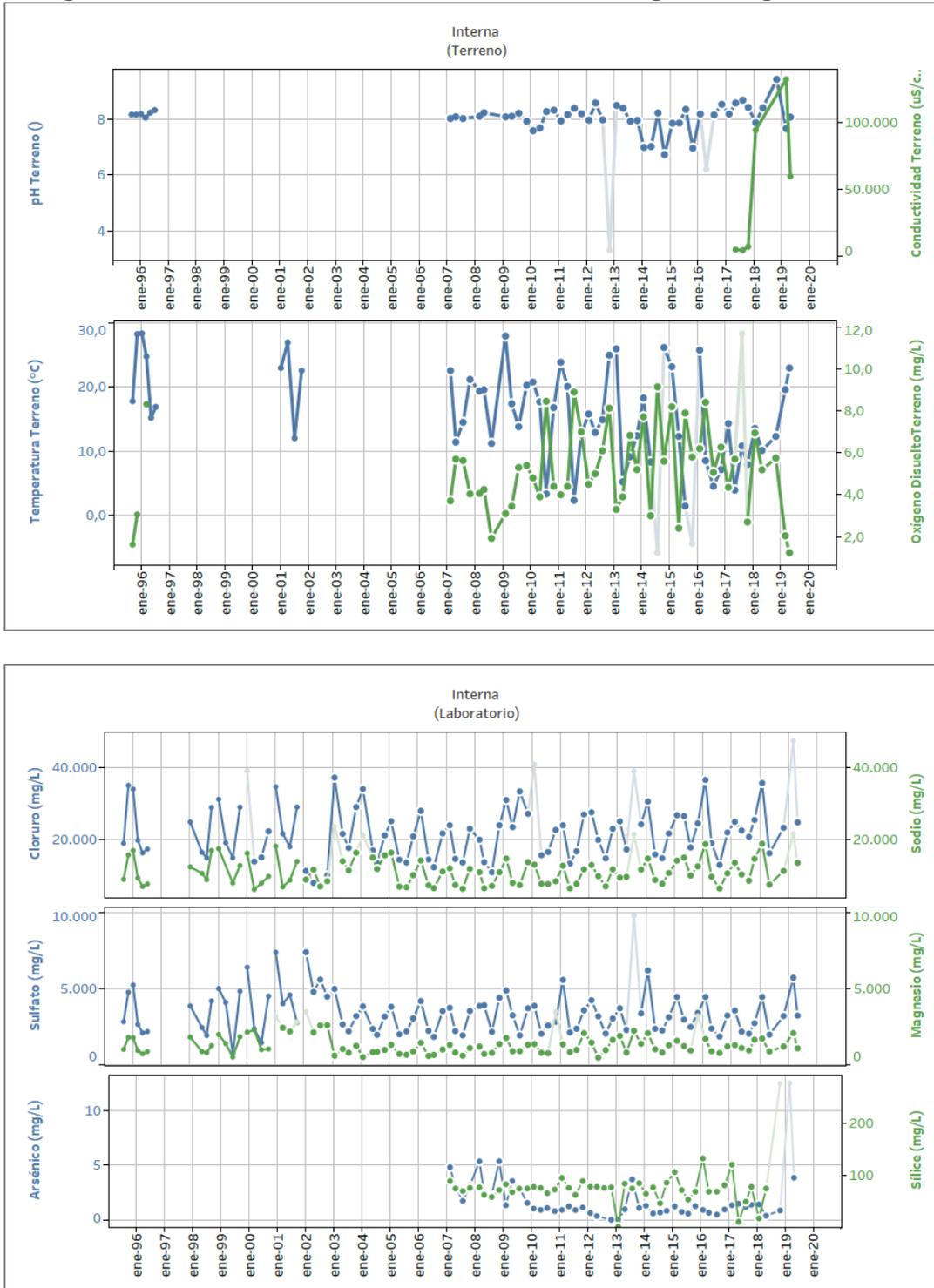
**Figura 6-95 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Saladita**



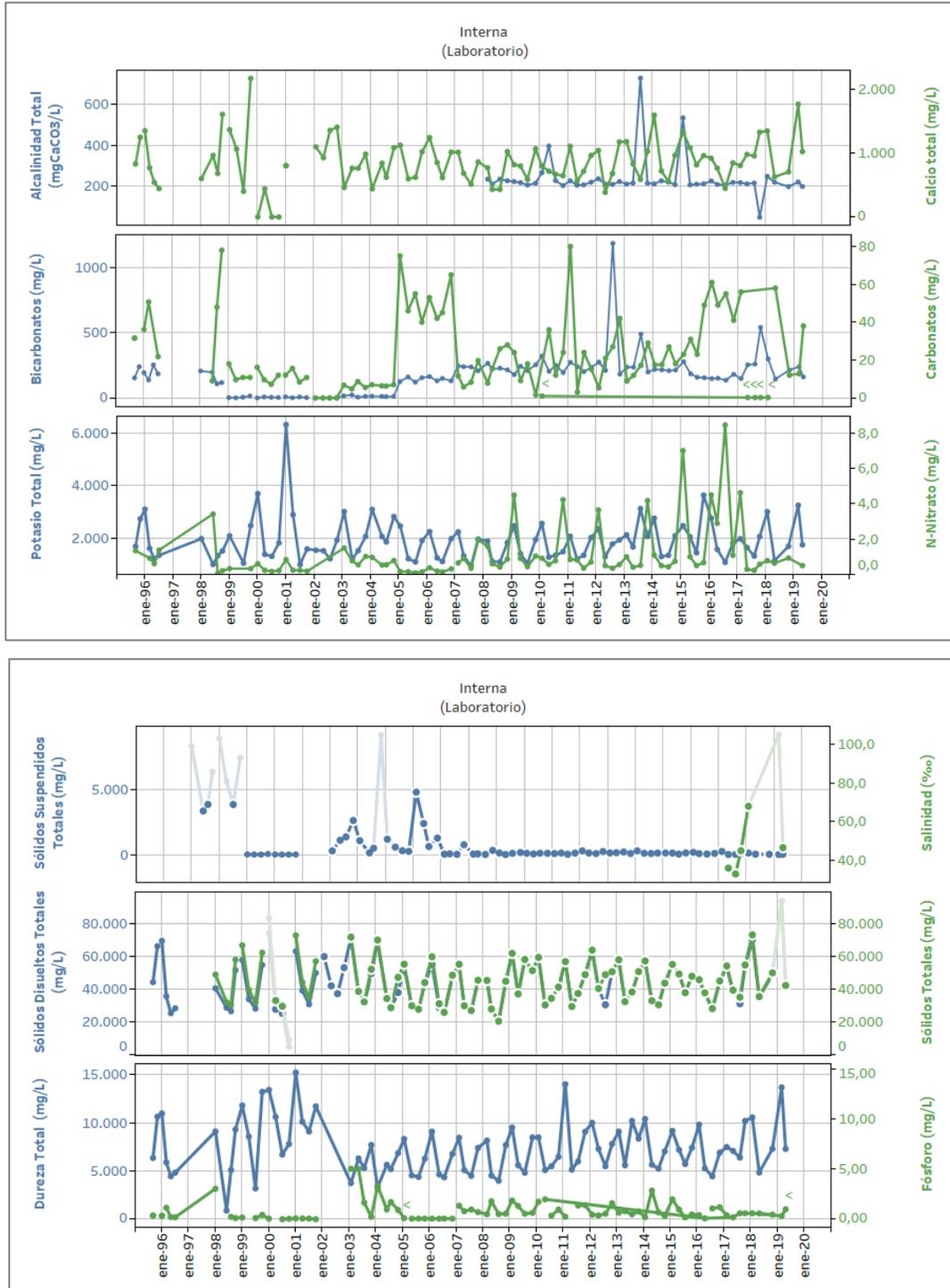
Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato de febrero de 2019 (493mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa.

Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

**Figura 6-96: Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna**



**Figura 6-96 (Continuación): Evolución histórica de la calidad del agua en laguna Interna**

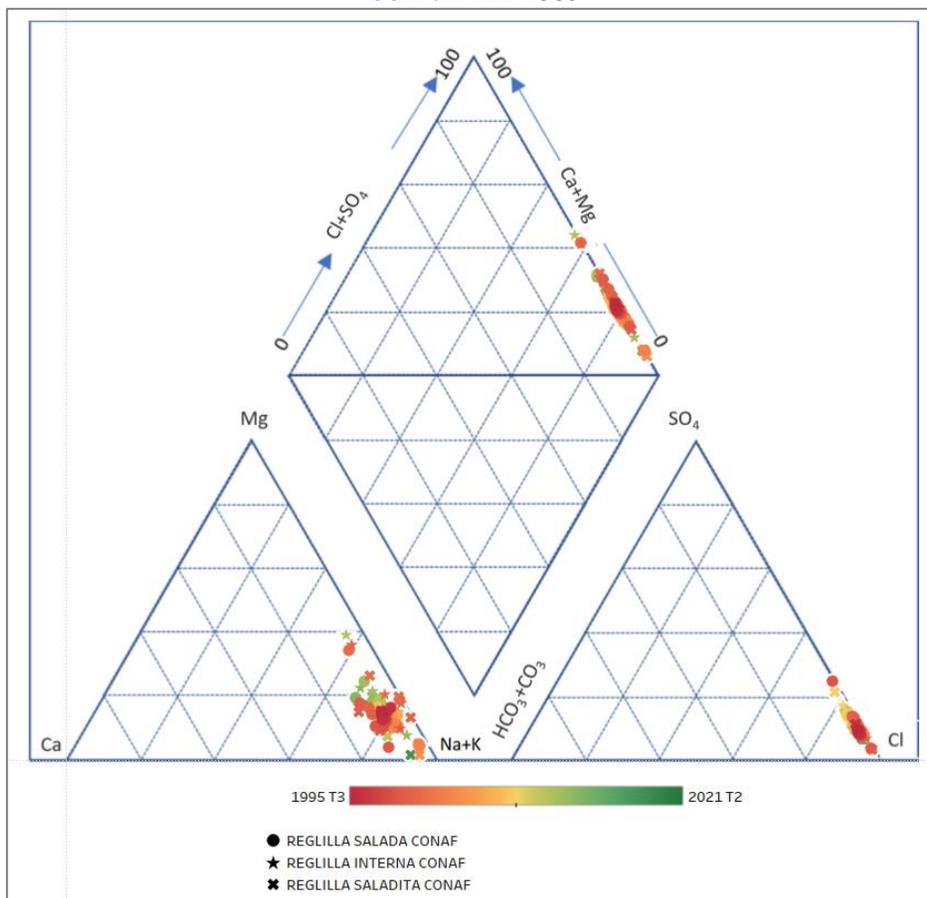


Fuente: Elaboración propia. Por cuestión de escala se ha omitido el valor de nitrógeno nitrato de febrero de 2019 (1062mg/L). Los valores <LD se presentan = LD y con la etiqueta "<" en el color del parámetro que representa.

Los valores validados según concentración se muestran resaltados.

En cuanto a las características generales, en la Figura 6-97 se observa el diagrama de Piper para los tres puntos de agua superficial en sistema Peine. Nótese que todas las lagunas se clasifican como cloruradas sódicas y no se observa ninguna tendencia en el Piper ni en su evolución, mostrada en las figuras anteriores.

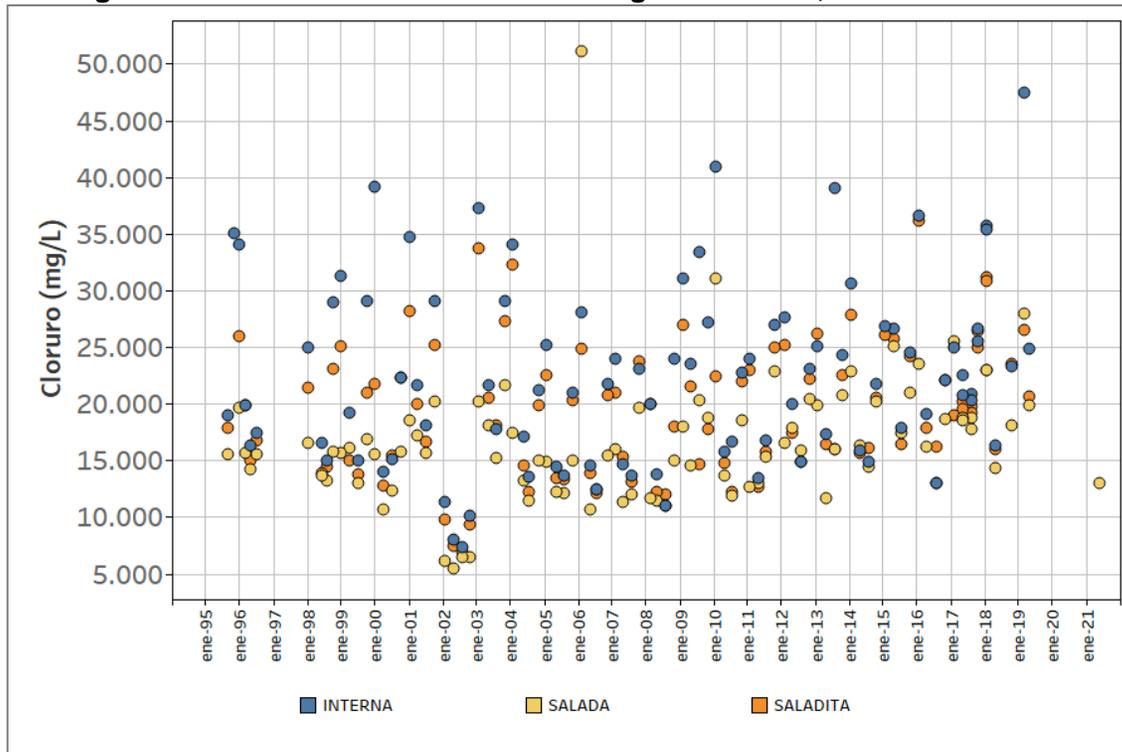
**Figura 6-97: Diagrama de Piper para las muestras en las lagunas del sistema Peine, con un BI>10%**



Fuente: Elaboración propia

Además, dado que en el canal que alimenta a las lagunas el flujo es de sureste- noroeste, se produce un enriquecimiento en las concentraciones en este mismo sentido (Figura 6-98), debido fundamentalmente a evaporación y en menor medida, a disolución de sales. De esta manera, las mayores concentraciones se registran en la laguna Interna, cuerpo terminal del sistema Peine desde el cual se producen desbordes hacia el núcleo con extensión muy variable.

**Figura 6-98: Evolución cloruros en las lagunas Salada, Saladita e Interna**



Fuente: Elaboración propia

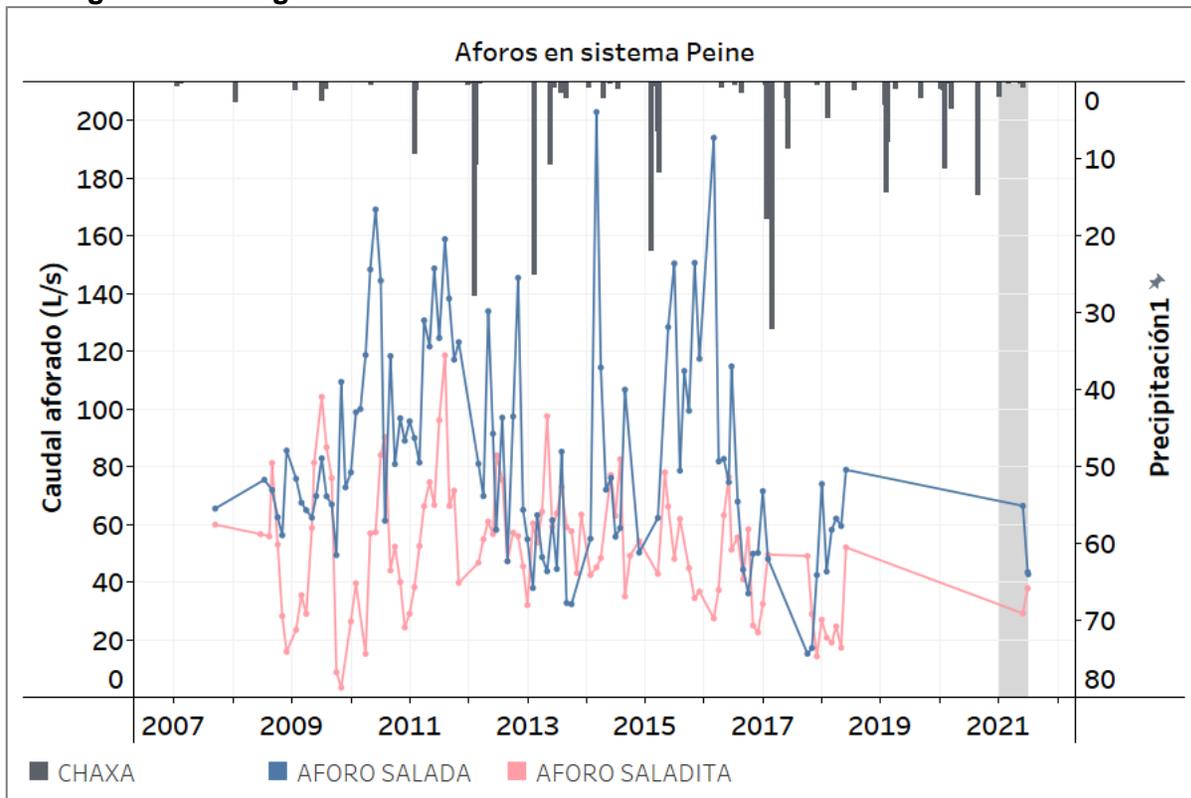
### Caudal de recarga superficial (aforos)

La red de monitoreo para la variable de caudal superficial del Sistema Peine está compuesta por los puntos de aforo Salada y Saladita, ubicadas en los canales que alimentan dichas lagunas. En la Figura 6-99 se muestran las mediciones realizadas hasta el final del primer semestre 2021. Como puede verse, estos puntos han podido ser medidos de nuevo en el mes de junio 2021, cuando llevaban sin ser visitados desde abril 2018.

Respecto del registro histórico obtenido (ver Figura 6-99), puede observarse como aparentemente el aforo Salada muestra una oscilación de una frecuencia mayor al año (no estacional); se intuye haberse reproducido un ciclo entre el año 2008 a 2013 y otro ciclo entre 2014 y 2017. En el año 2017 no se pudo medir con una frecuencia estable y posteriormente (junio 2018) no se pudo seguir visitando, por lo que no es posible asegurar que este comportamiento siga manteniéndose hoy en día. Tampoco es posible determinar las causas de este comportamiento ya que, dado la baja frecuencia de los ciclos, no se tienen datos suficientes; es necesario una serie de tiempo más larga.

Respecto el aforo de Saladita, es posible que también se comporte con ciclos de frecuencia menor al año, puesto que parece observarse un solo ciclo en todo el periodo de datos disponible; en el periodo entre 2009 y 2012 se produce una tendencia promedio ascendente y posteriormente, entre 2013 a 2018 la tendencia promedio es descendente. No obstante, dado lo corta que es la serie de mediciones, no es posible confirmar este comportamiento, también sería posible una interpretación basada en que en 2013 se produce un cambio en la tendencia. Por lo tanto, es necesario disponer de un mayor registro de datos para ir comprobando estas variaciones y este punto llevaba sin poder ser visitado desde 2018, recién en el primer semestre 2021 se volvió a medir, por lo que será necesario ir revisando los resultados de los próximos meses.

**Figura 6-99: Registro histórico de las mediciones de aforo en el sistema Peine**

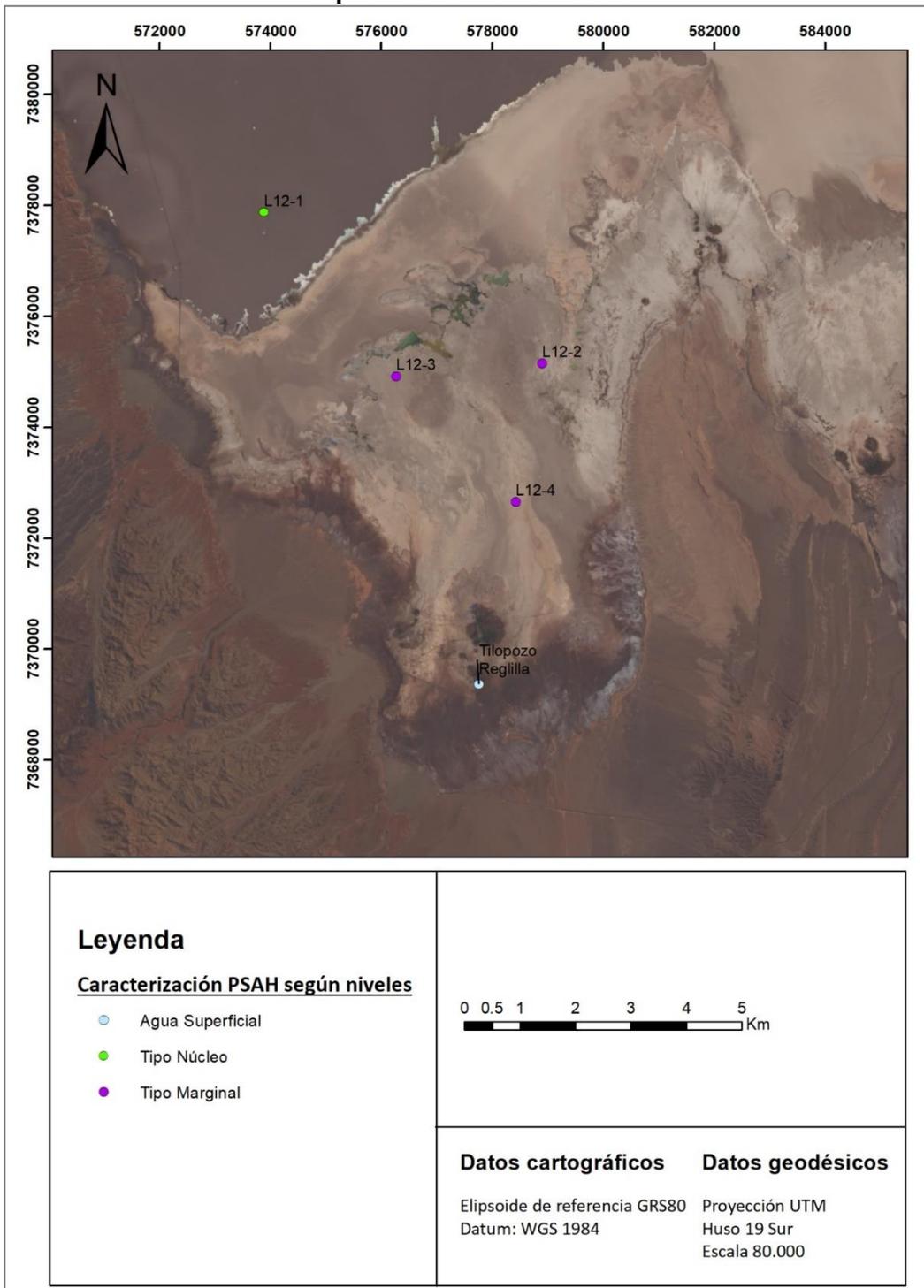


Fuente: Elaboración propia

### 6.1.5. SECTOR VEGAS DE TILOPOZO

Las observaciones que se realizan en este sistema tienen por objetivo monitorear el comportamiento de las vegas y bofedales del sector de Tilopozo. En la Figura 6-100 se muestra la infraestructura englobada en esta área.

**Figura 6-100: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

## Niveles de agua subterránea y superficial

### *Pozos en zona marginal y núcleo*

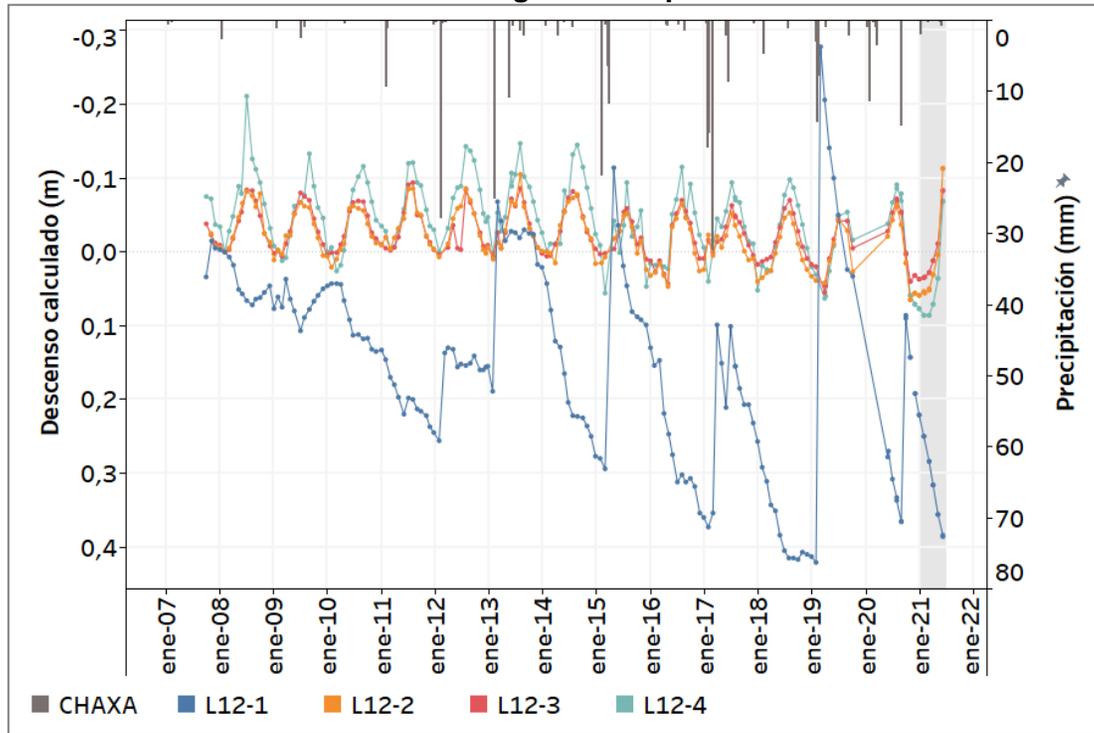
Los puntos de control en la zona marginal y núcleo corresponden al L12-1, L12-2, L12-3 y L12-4. En la Figura 6-101 se muestran los descensos calculados, los que permiten visualizar mejor los patrones de comportamiento en comparación a los niveles, puesto que existen diferencias importantes de cotas en este grupo de pozos.

Como puede verse en la Figura 6-101 los puntos L12-2, L12-3 y L12-4 muestran una oscilación estacional bastante regular, propia de la zona marginal. Previo al año 2014, el promedio de los niveles se mantenía estable sin tendencias (de ascenso o descenso). A partir de 2014 se observa como los niveles reproducen un descenso promedio con una tasa de entre 0,66 y 0,5 cm/año. Por otro lado, se observa en la misma figura, que el punto L12-1 muestra un comportamiento claramente diferenciado al resto de los puntos graficados, y es que este punto refleja el comportamiento esperado para un punto presente en el núcleo; sin oscilación estacional, respuesta inmediata y clara a los eventos de lluvia y una tasa característica de descenso, que en este caso es de unos 4,17 cm/año.

En el primer semestre de 2021 se observa como los pozos L12-2, L12-3 y L12-4 (comportamiento relacionado a la zona marginal) están mostrando el ascenso esperado en el ciclo oscilante estacional. Llama la atención los valores máximos alcanzados en este semestre, pues se encuentran levemente más alzados que los máximos estacionales de los años anteriores, y eso que la última medición de este primer semestre es de mayo y cuando los máximos estacionales se vienen produciendo en los meses de julio.

Respecto del L12-1, en el núcleo, para el primer semestre 2021 se observa que todavía reproduce la recuperación (descenso) posterior a la lluvia de agosto 2020. La última medición en este punto y en este semestre reportado también es de mayo. Es esperable que este punto siga descendiendo hasta alcanzar el nivel base dado entre lluvias y que caracteriza el comportamiento tipo Núcleo.

**Figura 6-101: Descensos calculados en los puntos de la zona marginal y núcleo del sector Vegas de Tilopozo**

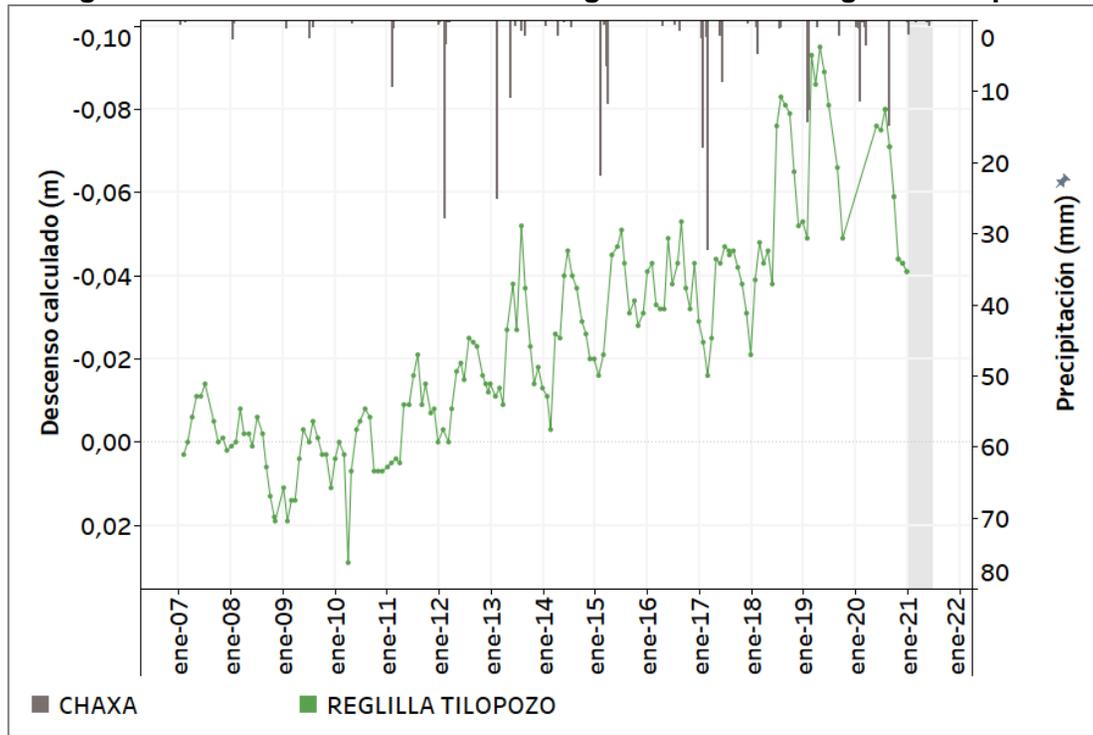


Fuente: Elaboración propia.

### ***Nivel de agua superficial***

Para monitorear el nivel del agua superficial en el sector se dispone de la reglilla Tilopozo, los niveles históricos registrados se muestran en la Figura 6-102. En ella se observa que el nivel del agua superficial ha presentado una tasa de ascenso desde la segunda mitad del año 2008 de 0,7 cm/año junto oscilaciones poco regulares y de baja amplitud. A partir de la segunda mitad del 2018 se puede ver como el nivel muestra una más marcada oscilación con mayor amplitud al periodo anterior. En el segundo semestre de 2020 se registraron niveles en cotas similares o inferiores respecto a los medidos en los semestres previos, por lo que se intuye un cambio en la tendencia de este punto. Pero no ha sido posible visitar este punto durante el primer semestre de 2021, por lo que será necesario esperar a las próximas mediciones para confirmar este cambio en el patrón.

**Figura 6-102: Niveles medidos en la reglilla del sector Vegas de Tilopozo**

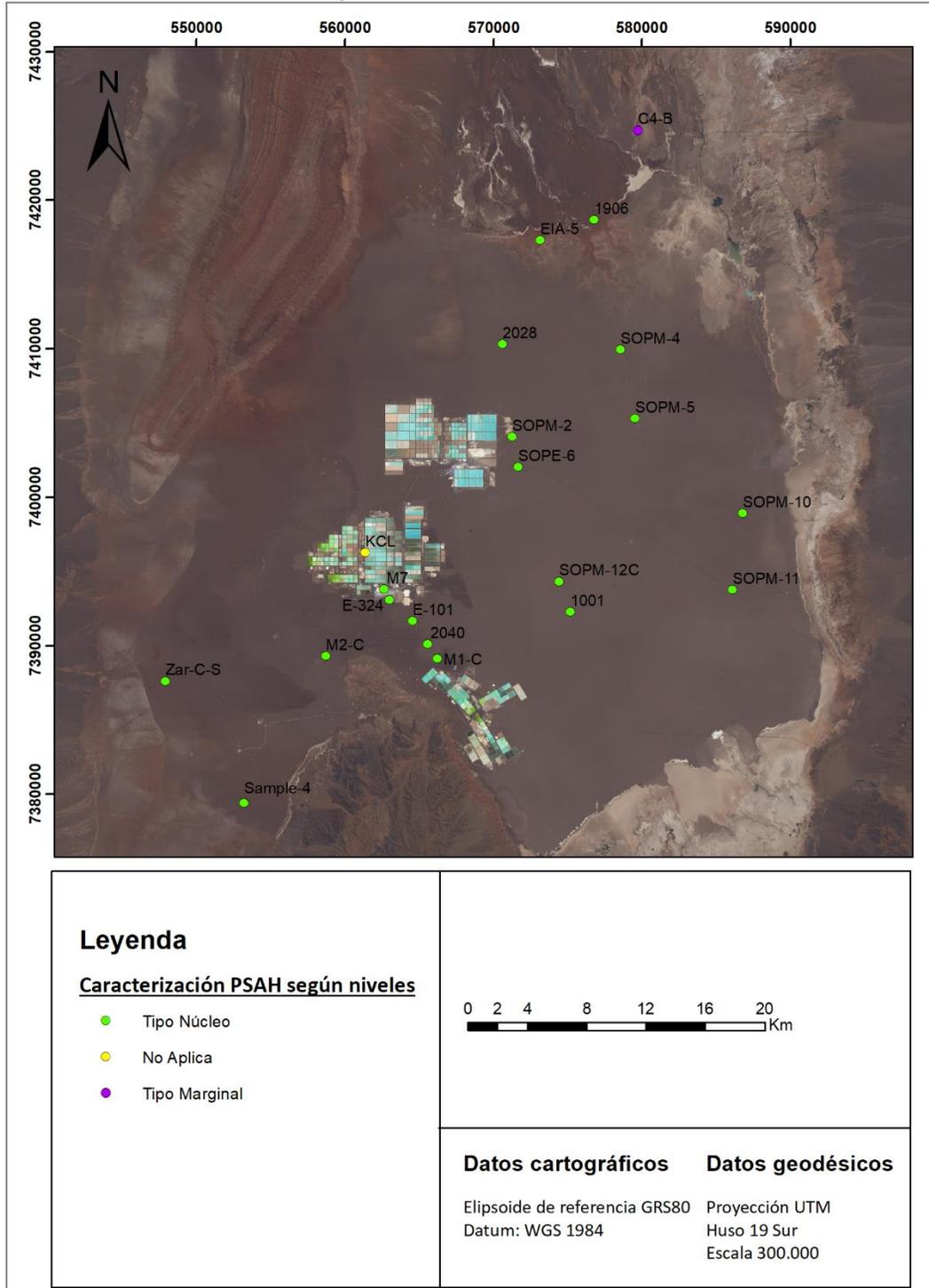


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

### 6.1.6. NÚCLEO DEL SALAR DE ATACAMA

En este capítulo se describe la infraestructura situada en el Núcleo, la que incluye también la estación meteorológica KCL (ver Figura 6-103).

**Figura 6-103: Infraestructura englobada en el sector Tilopozo y clasificada según comportamiento de los niveles**



Fuente: Elaboración propia. Imagen satelital de abril de 2020.

### Niveles de agua subterránea

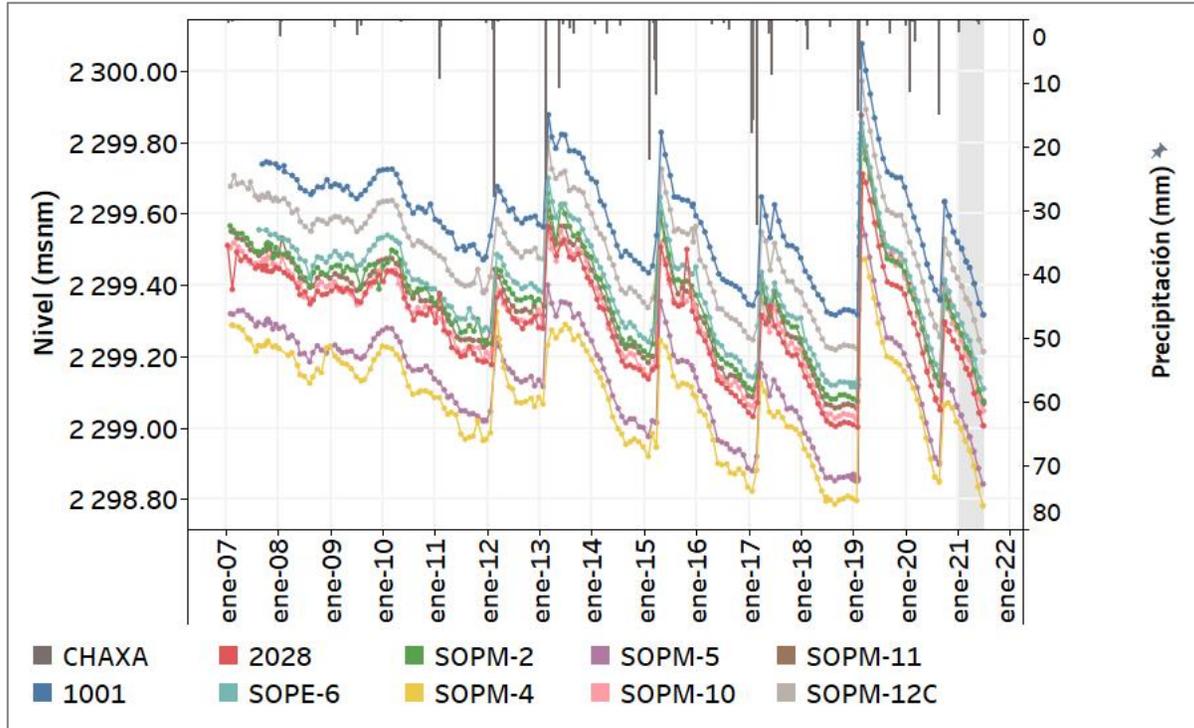
Los pozos que se encuentran ubicados en el sector Núcleo del Salar de Atacama (ver se han clasificado en grupos según su ubicación:

- Pozos ubicados en el lado Este del salar: 1001, 2028, SOPE-6, SOPM-2, SOPM-4, SOPM-5, SOPM-10, SOPM-11 y SOPM-12C. Se muestran en la Figura 6-104.
- Pozos ubicados entre las pozas de SQM y de ALB: M7, E-324, E-101, 2040, M1-C. Se muestran en la Figura 6-105 y Figura 6-106.
- Pozos ubicados al Oeste del salar: M2-C, Zar-C-S y Sample-4. Se muestran en la Figura 6-107.
- Pozos ubicados al Norte del Salar: EIA-5, 1906 y C4-B. se muestran en la Figura 6-108 y Figura 6-109.

Respecto los puntos que se encuentran en el borde este del núcleo del salar (Figura 6-104) se observa que presentan el comportamiento asociado al núcleo de la misma forma que se ha identificado en todos los otros sistemas; los niveles muestran un descenso continuo que sólo recupera en los episodios de precipitación, ya que por la forma de la respuesta (ascenso inmediato y recuperación progresiva), esta agua llega en forma de recarga directa.

Actualmente, en el primer semestre de 2021, se observa la recuperación (descenso) posterior a la lluvia de agosto 2020.

**Figura 6-104: Niveles medidos en los pozos que se encuentran en el borde Este del núcleo del salar**



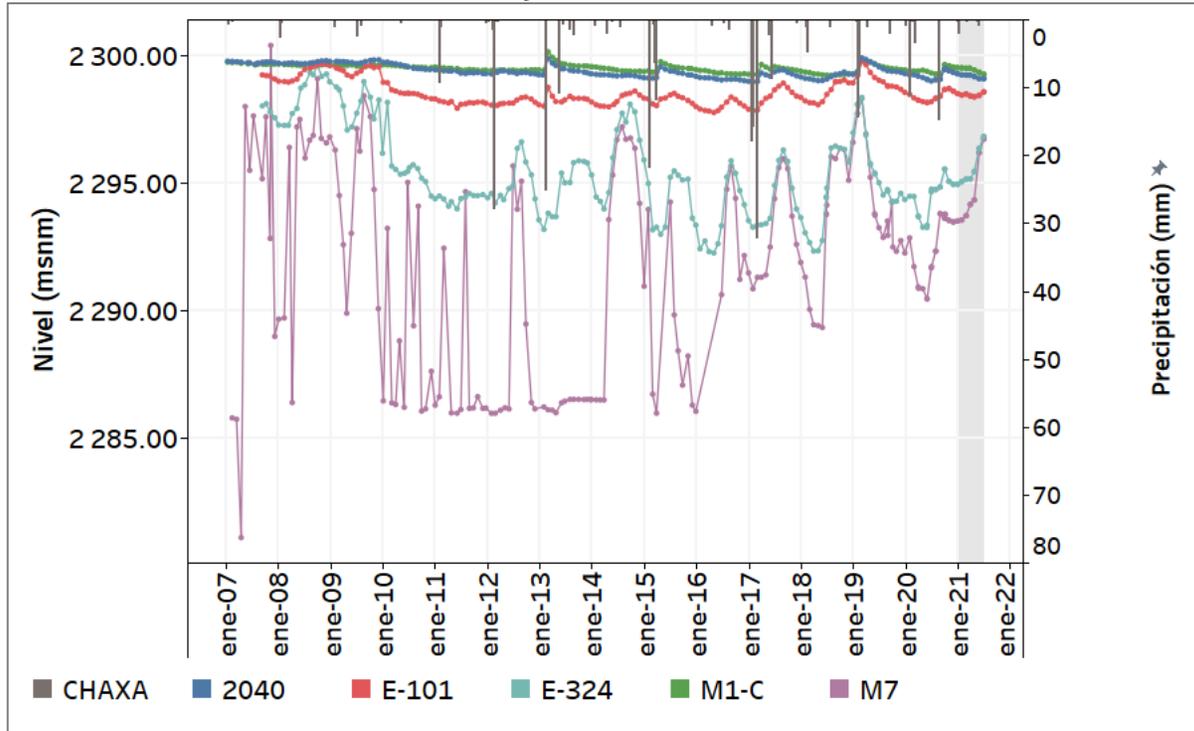
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

El siguiente grupo que se describe son los que se sitúan sobre la transecta entre las pozas de SQM y las de Albemarle y que, por tanto, parte se encuentra sobre el campo de pozos de producción de ese sector. Como puede verse en la Figura 6-105, los niveles de los puntos M7 y E-324, que son los que encuentran más cercanos a las pozas de SQM (se usa su ubicación a modo de referencia espacial), muestran claramente una relación con el manejo operativo de los pozos productivos.

El E-101 se ubica equidistante entre ambas pozas y el 2040 y M1-C son los más cercanos a las pozas de Albemarle; los niveles de éstos tres se muestran de nuevo en Figura 6-106, que permite distinguir mejor sus comportamientos. Puede verse como el E-101 oscila de la misma forma que lo hacían los puntos 2040 y E-324, pero en menor proporción (amplitudes menores y nivel ubicado a una cota mayor), por lo que podría interpretarse que este pozo responde de forma residual al manejo operacional del campo de pozos. Y, finalmente, los puntos 2040 y M1-C no estarían tan relacionadas al manejo operacional, pero muestran un comportamiento con una clara tendencia de descenso y con respuestas a los eventos de lluvia que estarían produciendo una recarga directa sobre esta área.

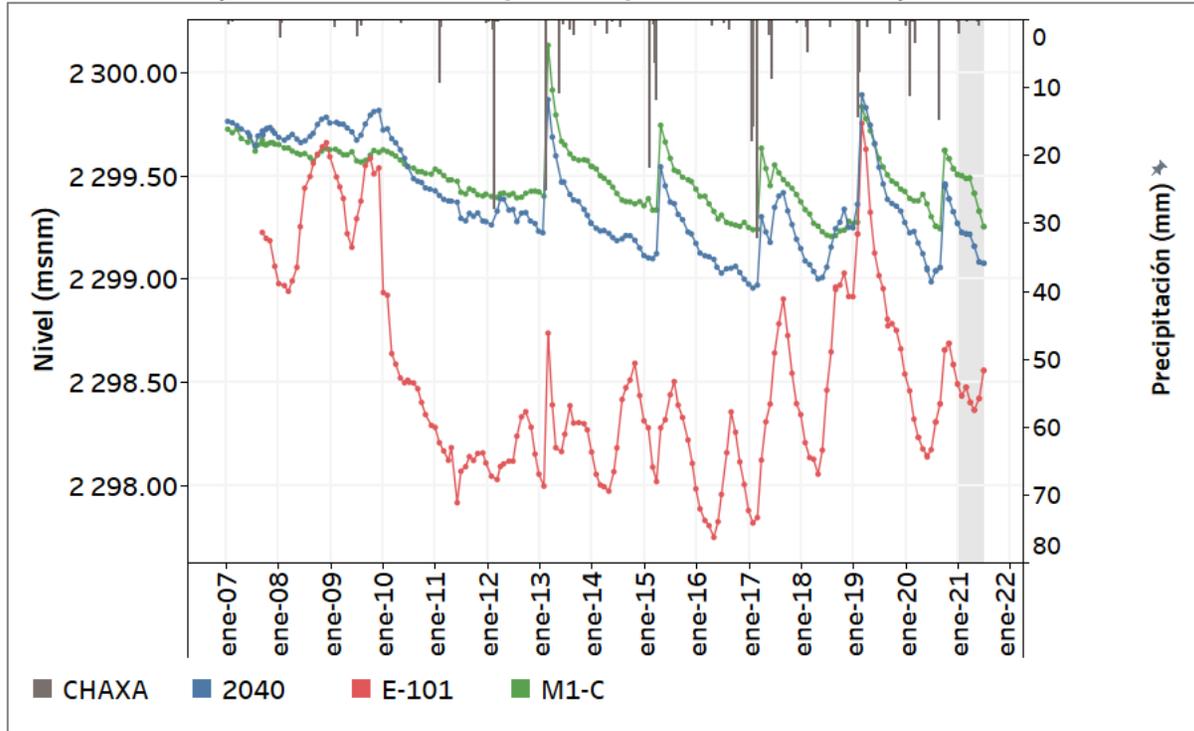
Las medidas para el primer semestre de 2021 muestran que se mantiene el comportamiento descrito anteriormente para todos los puntos de este grupo.

**Figura 6-105: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-106: Niveles medidos en los pozos que se encuentra entre las pozas de SQM y Albemarle. Detalle para los puntos 2040, E-101 y M1-C**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

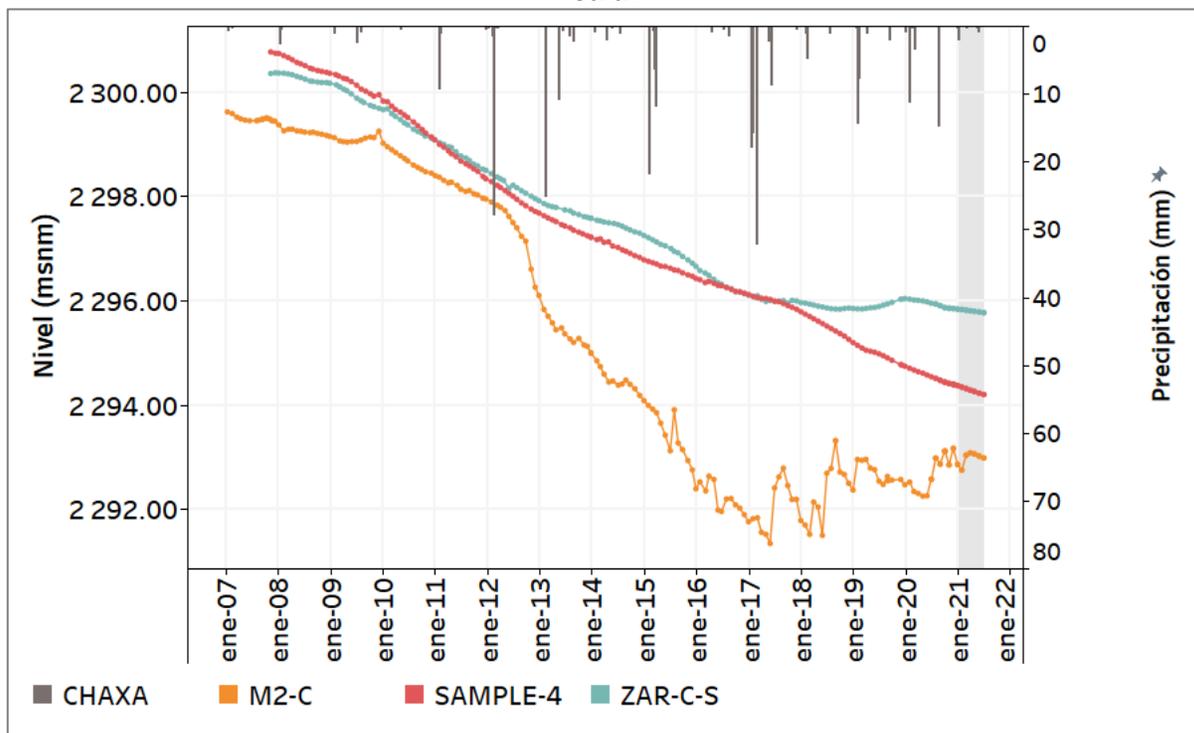
En el borde suroeste del núcleo, al oeste de la península de Chépica, se encuentran los puntos M2-C, Zar-C-S y Sample-4 (Figura 6-107). El M2-C es que se encuentra más cercano al campo de pozos, por lo que, como se puede ver en la Figura 6-107, muestra en sus niveles una fuerte pendiente de descenso (112 cm/año de tasa promedio, medido entre abril de 2012- mayo de 2017), que a partir de mayo de 2017 cambia drásticamente hacia una tendencia ascendente (21 cm/año de tasa promedio, medido entre mayo de 2017- diciembre de 2020), junto con variaciones irregulares. Todo ello conduce a pensar que este punto se ve influenciado por el manejo operacional del campo de pozos cercano.

Los puntos Sample-4 y Zar-C-S se encuentran en el límite del salar; el primero al sur y cercano al límite rocoso, el segundo al oeste. Estos pozos muestran también clara tendencia de descenso, pero con cambios graduales en sus pendientes a lo largo de la data histórica. Esto lleva a concluir que estos niveles son respuesta del manejo operacional del campo de pozos pero de forma residual, como pulsos que se producen en un punto y se transmiten a través del acuífero del núcleo, dada la forma suavizada de los cambios de tendencia. A partir de mayo de 2017, el Zar-C-S disminuye la tasa de descenso hasta el punto de que parece haber

estabilizado los niveles en torno a los 2.295,93 m s.n.m., coincidiendo con el cambio de comportamiento descrito en el M2-C. En cambio, el Sample-4 mantiene el descenso incluso aumentando la pendiente a partir de ese mismo mes; desde entonces la tasa promedio es de 47,7 cm/año.

Las medidas para el primer semestre de 2021 muestran que se mantiene el comportamiento descrito anteriormente para todos los puntos de este grupo.

**Figura 6-107: Niveles medidos en los pozos ubicados en el borde oeste del núcleo del salar**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

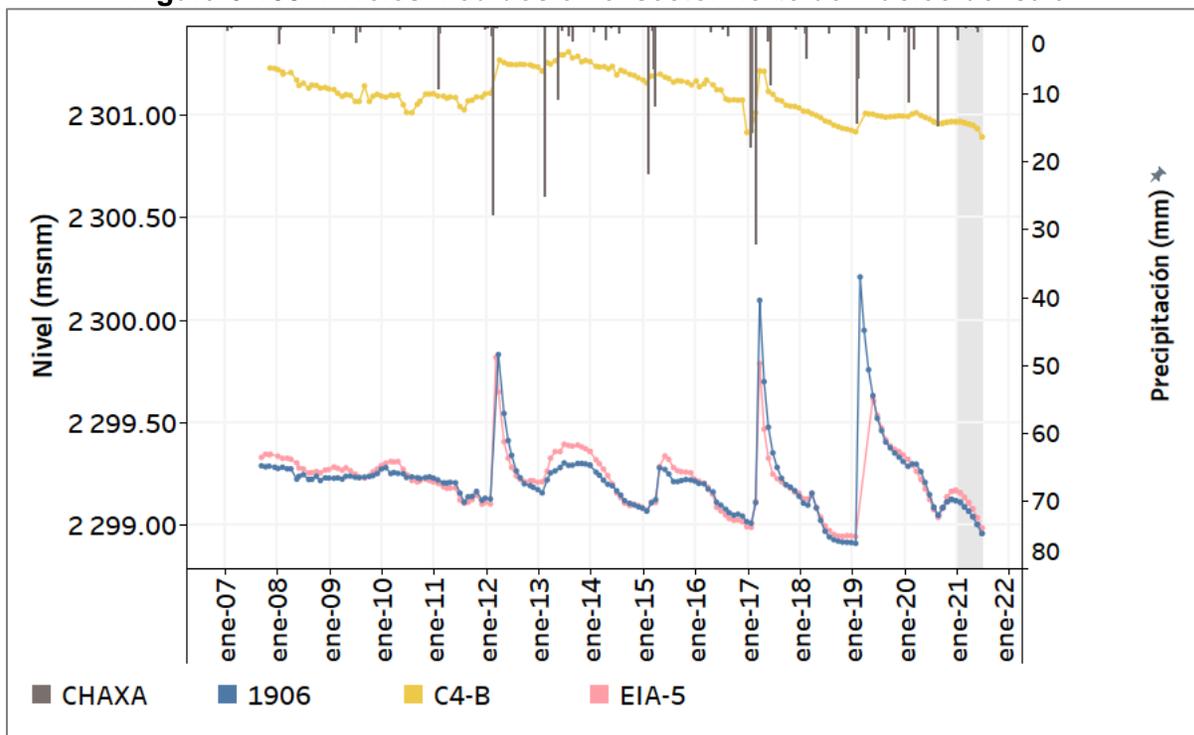
Por último, los tres puntos que restan y que se encuentran al norte del núcleo del salar son el 1906, EIA-5 (ambos al sur del delta de San Pedro) y el C4-B (más cercano a la estación de Chaxa). Los niveles se muestran en la Figura 6-108 y puede verse como es de esperar que existan diferencias entre las cotas del 1906 y el EIA-5 con respecto al C4-B. Por este motivo, se muestra también la Figura 6-109 con los descensos calculados, lo que facilita el análisis.

Al observar la Figura 6-109, puede verse que la tendencia promedio de los tres puntos es similar y recuerda al comportamiento descrito para los pozos tipo Núcleo descritos en todos

los sistemas, con la salvedad que el C4-B no está respondiendo de la misma forma a los eventos de lluvia (ascensos rápidos de nivel y recuperaciones prolongadas en el tiempo).

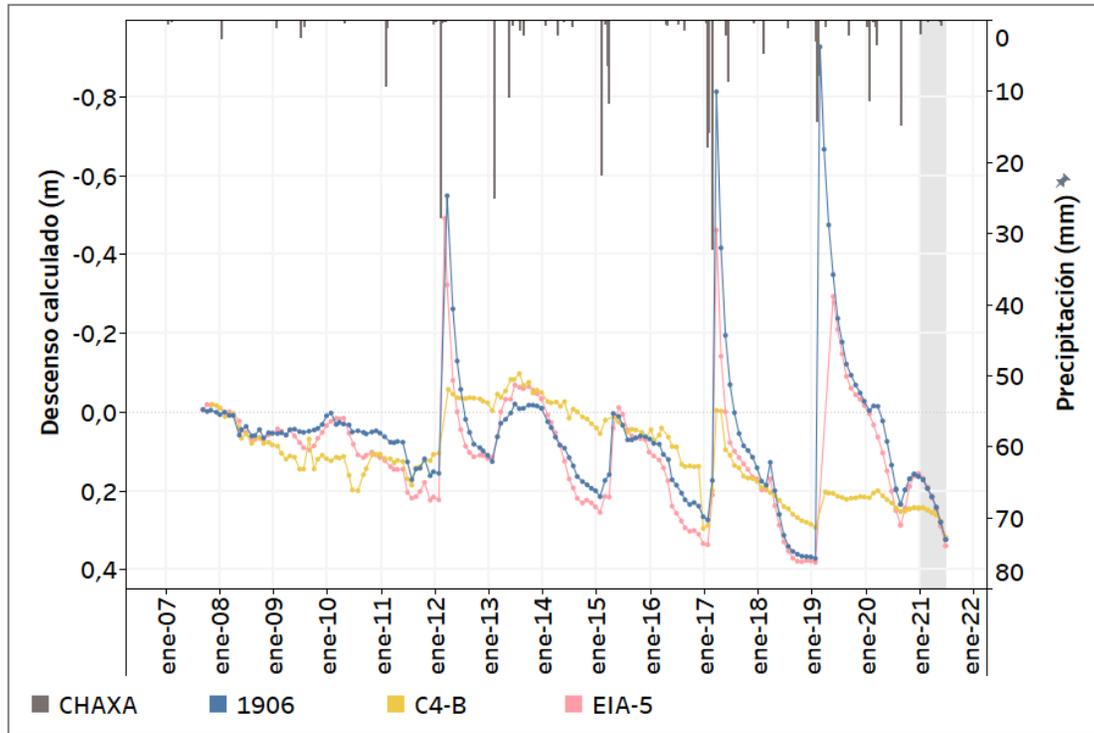
En el primer semestre de 2021 se observa la recuperación (descenso) posterior al evento de lluvia de agosto 2020, que en el caso del 1906 y EIA-5 se dio en forma de leve pulso de ascenso y en el caso del C4-B se observa la respuesta en forma de leve cambio en la tendencia de descenso. Cabe mencionar que este pozo se encuentra al norte completamente del núcleo del salar, sobre la zona marginal.

**Figura 6-108: Niveles medidos en el sector norte del núcleo del salar**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-109: Descensos calculados para los puntos ubicados en el sector norte del núcleo del salar**



Fuente: Elaboración propia.

### Meteorología

El análisis histórico de meteorología de la Estación KCL considera la medición de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, desde el inicio del proyecto (Figura 6-110). Es importante mencionar que la precipitación, evaporación y temperatura son variables que condicionan el comportamiento de los niveles de los pozos asociado al sistema del PSAH.

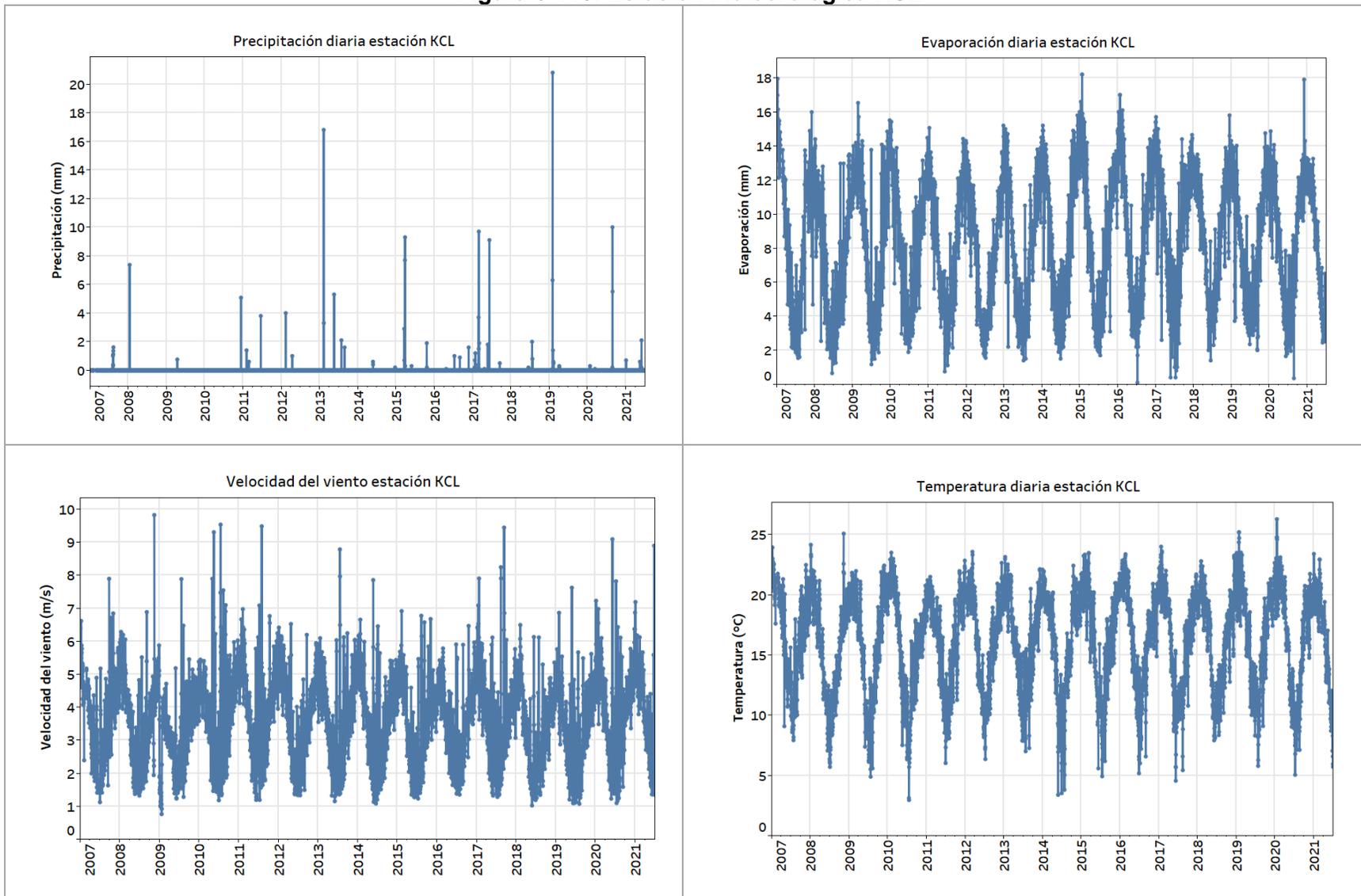
A nivel histórico, la evaporación y la temperatura presentan una oscilación anual, con incrementos de evaporación y temperatura en el verano.

La precipitación histórica, por su parte, muestra un cambio de tendencias en el tiempo, diferenciándose en dos épocas según los eventos de precipitación. Durante el primer periodo, entre mayo de 2007 y diciembre de 2012, se registraron pocos eventos de precipitación, con un máximo de 7,4 mm el día 14 de enero del 2008. Posterior a esta fecha, desde enero de 2013 en adelante, se observa un incremento de las precipitaciones. Lo anterior ocurre

principalmente en el primer trimestre de los años 2013, 2015, 2017 y 2019, alcanzando un máximo de 20,8 mm el día 31 de enero de 2019.

Cabe señalar que los niveles de los pozos ubicados en el Sector Núcleo del Salar de Atacama están fuertemente influenciados por las precipitaciones. Esto debido a que la napa freática se encuentra más próxima a la superficie. De este modo, los niveles se recuperan rápidamente con eventos de precipitación.

Figura 6-110: Estación meteorológica KCL



Fuente: Elaboración propia

## Calidad Química

A continuación, se analizan los resultados del monitoreo de calidad del agua realizado el primer semestre de 2021 en el Sistema Núcleo, en comparación con su evolución histórica (pozos SOPM-12C y 1001). Como se mencionó en la sección 5, no existen límites establecidos para los parámetros monitoreados (normativos o de línea de base). Los parámetros monitoreados en los pozos SOPM-12C y 1001 se presenta en la Figura 6-111 y Figura 6-112, respectivamente<sup>63, 64</sup>.

Para los puntos del Sistema Núcleo, durante todo el periodo de monitoreo se ha registrado una alta CE en torno a 230.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (característico de salmueras), y pH neutro (cercano a 7).

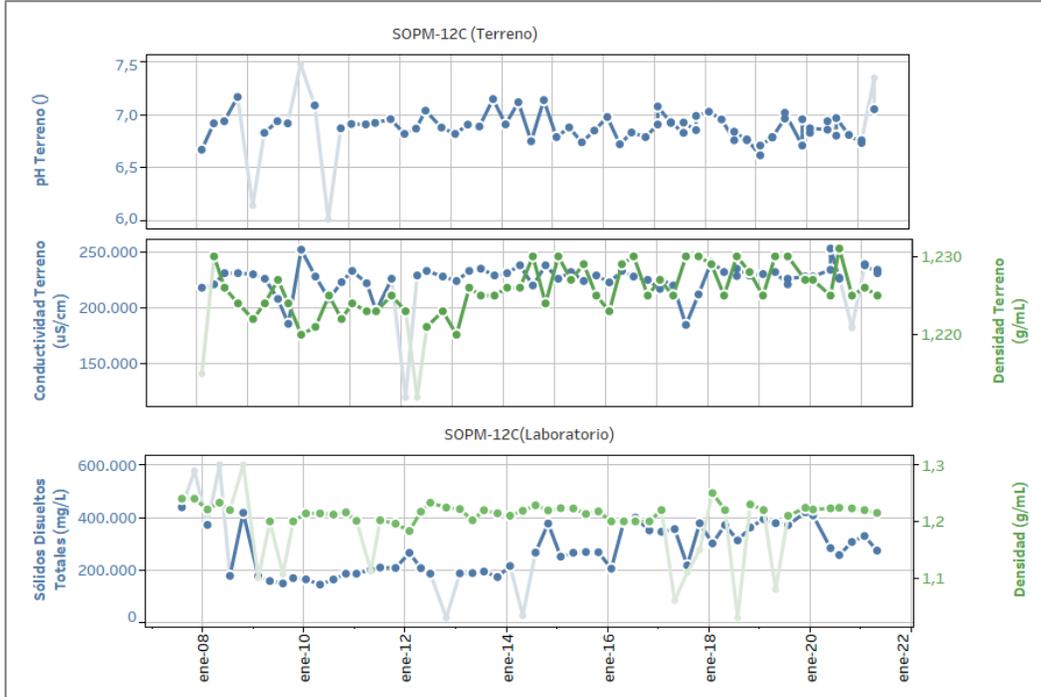
Los resultados del semestre se encuentran para todos los parámetros dentro del registro histórico, con dos excepciones en el punto 1001: densidad de terreno en enero, y densidad de laboratorio en abril, ambas mediciones resultaron algo más bajas que los valores esperables. En el caso de la densidad de terreno, la medición de abril estuvo acorde a lo esperable y en el caso de la densidad en laboratorio de abril no se condice con el resto de los parámetros y además se revisó la medición de julio y resulto acorde a lo esperable según su registro histórico.

---

<sup>63</sup> En el informe N°5 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de la CE y SDT de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el Laboratorio ALS Environmental hasta julio de 2008, adjuntándose carta explicativa emitida por ALS Environmental, así como un breve análisis.

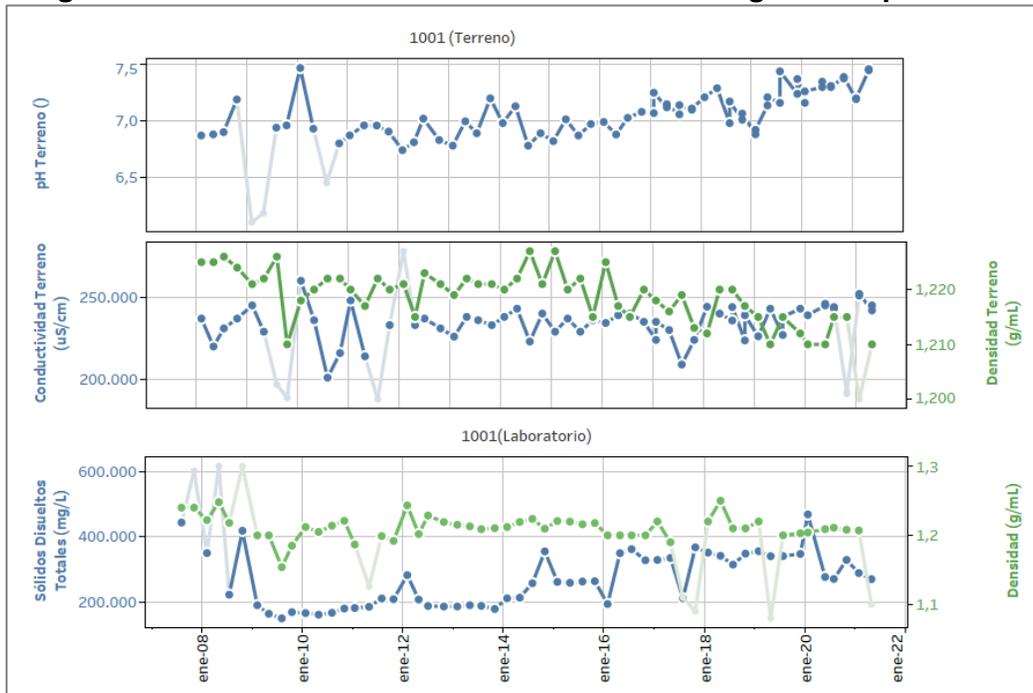
<sup>64</sup> En el informe N° 26 del PSAH se detectaron errores en las mediciones de SDT y ST de las muestras de aguas subterráneas con alta CE, reportadas por el laboratorio ALS Environmental hasta diciembre de 2015. Al respecto se realizó un estudio encargado a SRK y presentado en el Anexo 10.3 del citado informe. Adicionalmente, el mismo problema fue detectado en la campaña de mayo de 2020 y se adjunta la carta de respuesta de ALS, indicando que el error en los resultados de STD y ST se debe a un error en la toma de alícuota y que realizará una capacitación del personal para que no vuelva a suceder. (Esta carta se presenta en el Anexo 10.2 del informe mencionado).

**Figura 6-111: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo SOPM-12C**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-112: Evolución histórica de la calidad del agua en el pozo 1001**



Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.7. CUÑA SALINA

La cuña salina corresponde a la zona de transición entre el agua dulce del acuífero aluvial y la salmuera en el acuífero del núcleo. Para el seguimiento de la cuña salina se dispone de los pozos Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, L4-3, Cuña 6, Cuña 7 y L10-1. Todos ellos están localizados en la zona Marginal, entre los sistemas Soncor, Aguas de Quelana y Peine.

#### Niveles de agua subterránea

Respecto de los niveles, el punto de control L4-3 se ha descrito en conjunto con los pozos del Sistema Aguas de Quelana y el L10-1 junto con los pozos del sistema Peine, por lo que no se mostrarán de nuevo en este capítulo.

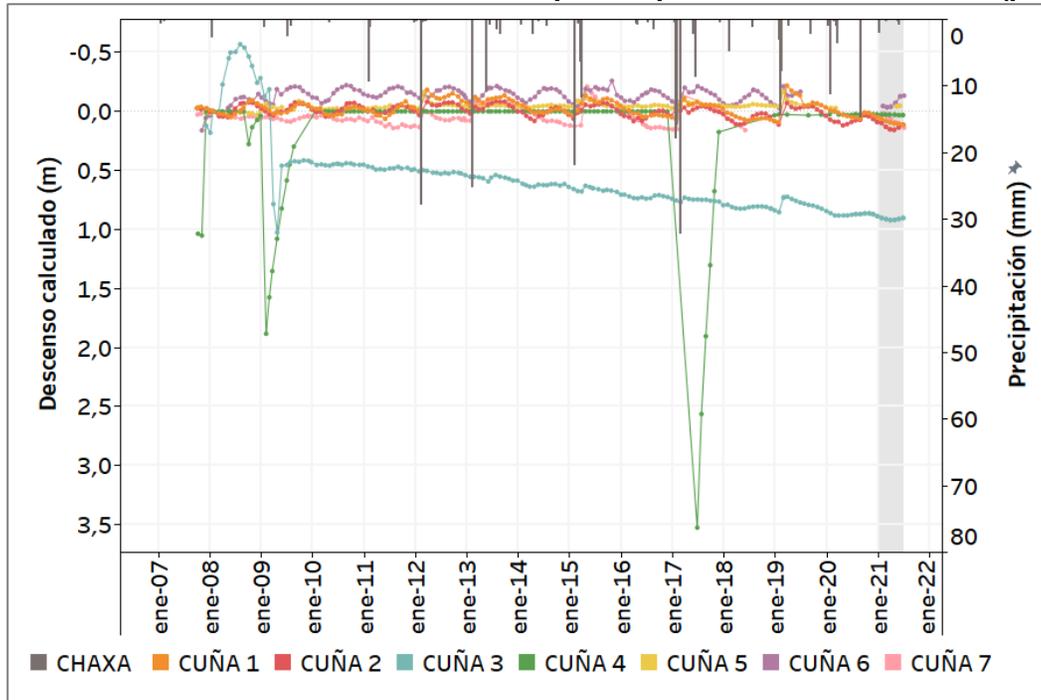
En la Figura 6-113 se muestran los descensos calculados de los puntos Cuña 1, Cuña 2, Cuña 3, Cuña 4, Cuña 5, Cuña 6 y Cuña 7, ya que existen diferencias entre las cotas de los niveles de este grupo que no permiten visualizar bien los comportamientos a describir. En la Figura 6-114 se muestran de nuevo los descensos calculados sin el Cuña 4, puesto que en 2009 y 2017 reprodujo unos fuertes descensos que se alejan de la escala de los descensos de los otros pozos y no permite que sean analizados con el detalle suficiente.

En el sistema Soncor se encuentra los pozos Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3, los dos primeros situados sobre la zona marginal, entre las vegas de Carvajal y la laguna Barros Negros y el Cuña 3 se sitúa sobre el acuífero aluvial, entre el pozo Mullay- 1 y las vegas de Carvajal. Los pozos Cuña 1 y Cuña 2 muestran una cierta oscilación estacional que parece residual ya que es poco regular y además se ve influenciada por los eventos de precipitación (ver Figura 6-114), presentan tasas de descenso muy leves; 0,6 cm/año el Cuña 2 y 0,2 cm/año el Cuña 1 (calculado para el periodo enero 2008 – diciembre 2020). El Cuña muestra una mayor tasa de descenso que los anteriores pozos (ver Figura 6-114); de 4,5 cm/año (calculado para el periodo mayo 2009 – enero 2019), que por otro lado es esperable pues los pozos situados sobre el aluvial muestran este tipo de comportamiento. Con los datos obtenidos en el primer semestre 2012, puede verse como el comportamiento descrito se mantiene para los tres puntos.

En el sistema Aguas de Quelana se encuentran los pozos Cuña 4 y Cuña 5, los dos al borde oeste del acuífero aluvial, cercanos a la zona marginal. El Cuña 4 muestra un comportamiento anómalo en sus niveles que ya se ha mencionado anteriormente (ver Figura 6-113). El Cuña 5 se muestra con una muy leve tasa de ascenso constante desde enero de 2009 (0,27 cm/año calculado entre enero 2009 y diciembre 2020), con también leves respuestas frente los episodios de precipitación. Para este pozo se retomó las visitas en mayo (2021), ya que llevaba desde febrero 2020 si medirse, por lo que en el primer semestre 2021 se disponen de dos nuevas mediciones; éstas se observan en cotas similares a los años previos, por lo que parece mantenerse estable en el comportamiento descrito.

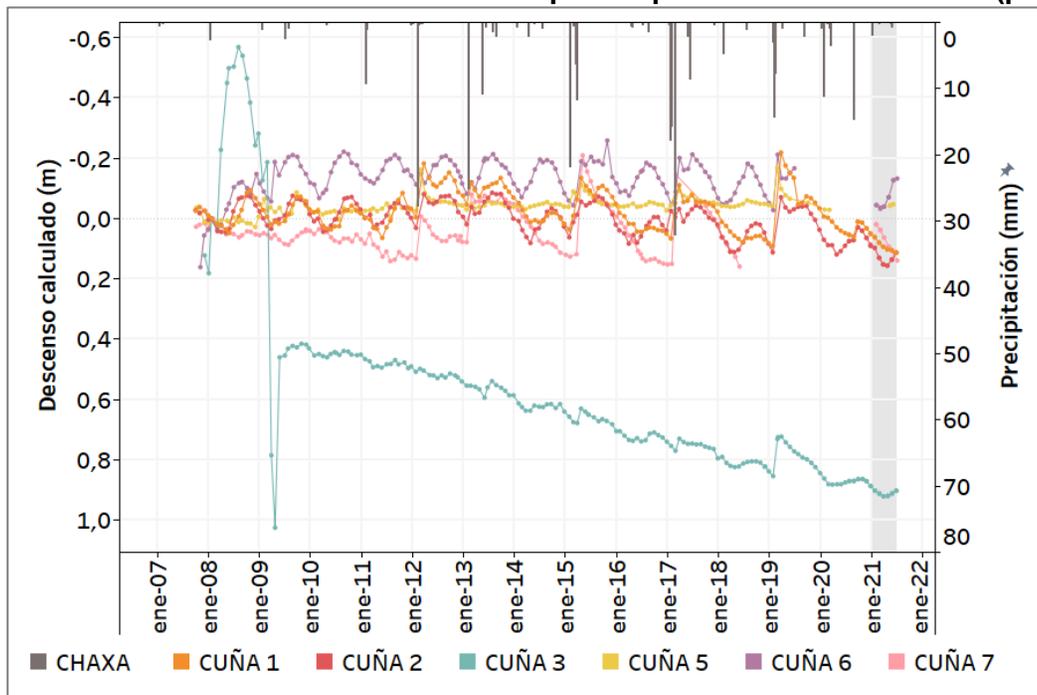
En el sistema Peine los pozos cuña presentes son el Cuña 6 y Cuña 7. El primero se encuentra al borde este del acuífero aluvial, muy próximo a la zona marginal. Los niveles se ven oscilantes y sin una clara tendencia de ascenso o descenso (ver Figura 6-113). El Cuña 7 se encuentra en el extremo de la zona marginal y de la misma forma que el resto de los pozos en esa área, los niveles muestran un comportamiento típico del núcleo, con una fuerte respuesta a la lluvia y una tasa de descenso subyacente (o también llamado “entre lluvias”). Recién en el primer semestre 2021 se han retomado las vistas a estos puntos, puesto que llevaban sin ser medidos desde junio 2019 en el caso del Cuña 6 y desde mayo 2018 en el caso del Cuña 7. Las nuevas mediciones se encuentran dentro del rango de cotas del registro histórico de estos puntos, por lo que parece que se mantienen estables en el comportamiento recién descrito.

Figura 6-113: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-114: Descensos calculados en los pozos que miden la cuña salina (parte 2)



Fuente: Elaboración propia

### Perfiles de conductividad

En los pozos de la cuña salina se monitorean los perfiles de CE. Estos ayudan a determinar la posición de la interfaz salina originada por la mezcla entre los acuíferos del núcleo y aluviales. Adicionalmente a los pozos de cuña salina, también se cuenta con mediciones de perfiles de CE en el pozo L10-1 (del sistema Peine, zona aluvial)<sup>65</sup>. De acuerdo con la ubicación de los pozos en los distintos sistemas se van a agrupar para el análisis de la siguiente manera:

1. Pozos Soncor (borde norte de la interfaz): Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3.
2. Pozos Aguas de Quelana (borde central de la interfaz): Cuña 4, Cuña 5 y L4-3.
3. Pozos Peine (borde sur de la interfaz): Cuña 6, Cuña 7 y L10-1.

La evolución histórica de los pozos del norte se muestra en la Figura 6-115. En ella se observa que el punto Cuña 1 (ranurado entre 2-22 m) y Cuña 2 (ranurado entre 4-22 m), presentan valores de conductividad superiores a 200 mS/cm, encontrándose al oeste de la zona donde aflora la interfaz salina. Esto indica que los flujos subterráneos en el área provendrían del núcleo del salar, no encontrándose aún con el acuífero de agua dulce-salobre del margen este. En cuanto a los registros temporales, en ambos casos se observa que la CE se mantienen superiores a 200 mS/cm, por lo que se interpreta que, durante todo el periodo de registros, en la zona y a la profundidad en la que éstos están habilitados, no se ha ubicado nunca la interfaz, encontrándose el afloramiento de la interfaz al Este de Cuña 2.

En el punto Cuña 3 se observan aguas de baja CE lo que indicaría que el inicio de la interfaz se encuentra entre los pozos Cuña 2 y Cuña 3. Este punto presenta su ranurado por debajo de los 120m<sup>66</sup>. Respecto a su evolución temporal, no se observan variaciones durante el periodo medido, solo se observa un cambio el primer semestre de 2009, donde el estrato de menor CE disminuyó producto de un bombeo para toma de muestra, y un ascenso para los valores cercanos

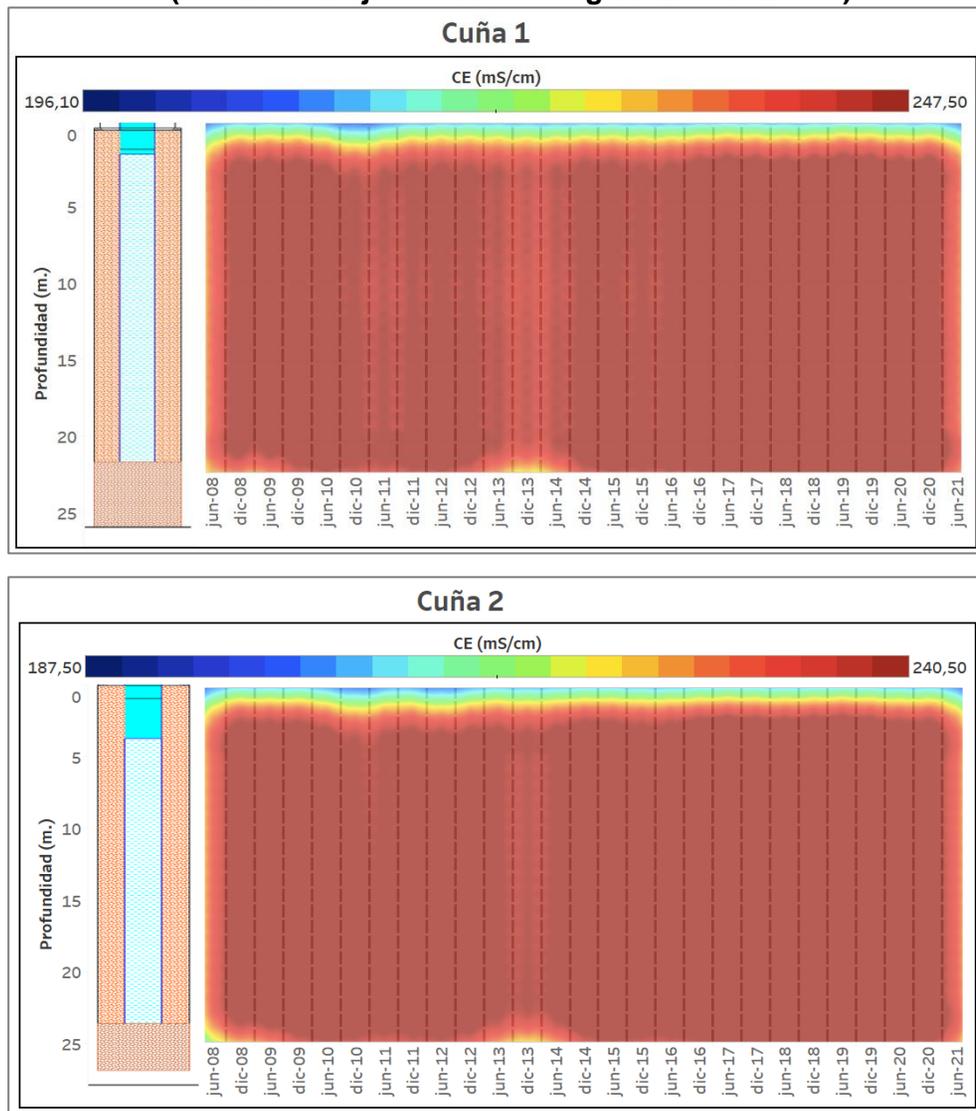
---

<sup>65</sup> Como se señaló en el Capítulo 5, durante el primer semestre de 2021 no fue posible realizar el monitoreo del perfil de CE en el pozo Cuña 5 debido a que no se permitió el ingreso a la Reserva Nacional Los Flamencos.

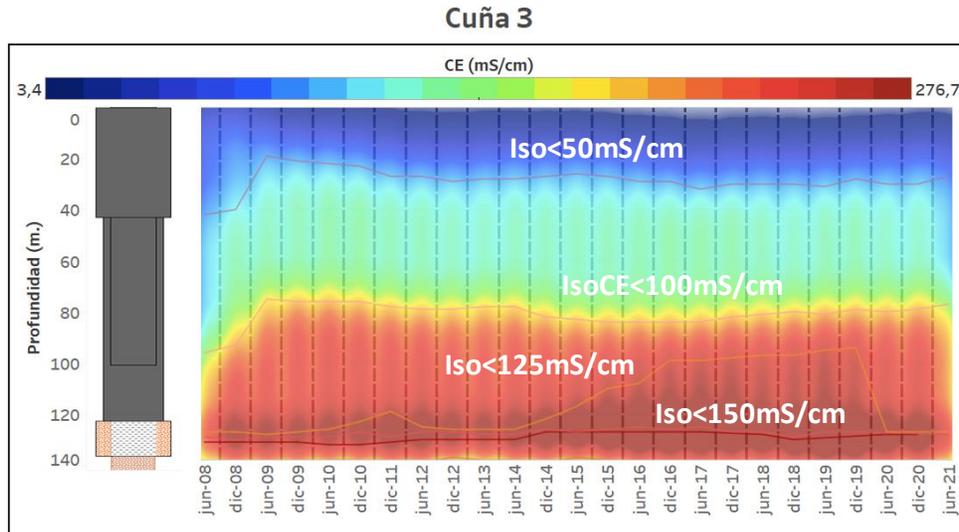
<sup>66</sup> Se ha confirmado esta profundidad para el ranurado en base al Strarter del pozo. En anteriores informes se había incurrido en un error de digitación al indicar que la profundidad del ranurado era de 102m.

a 125 mS/cm desde 2014 hasta 2020, seguido de un descenso en las últimas mediciones a cotas similares a las anteriores a 2014. De todas formas, es necesario mencionar que, durante buena parte del periodo monitoreado, este pozo ha mostrado ser surgente, lo que complica la interpretación de los resultados. Puede verse que la profundidad a la que se encuentran los valores de conductividad próximos a 150-200mS/cm, dentro de la zona ranurada, se ha encontrado para todo el periodo en torno a los 130 metros, mostrando oscilaciones al alza y a la baja sin una tendencia sostenida para todo el periodo de monitoreo.

**Figura 6-115: Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este)**



**Figura 6-115 (Continuación): Evolución histórica de perfiles de conductividad en Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 (de arriba abajo ordenados según dirección este)**



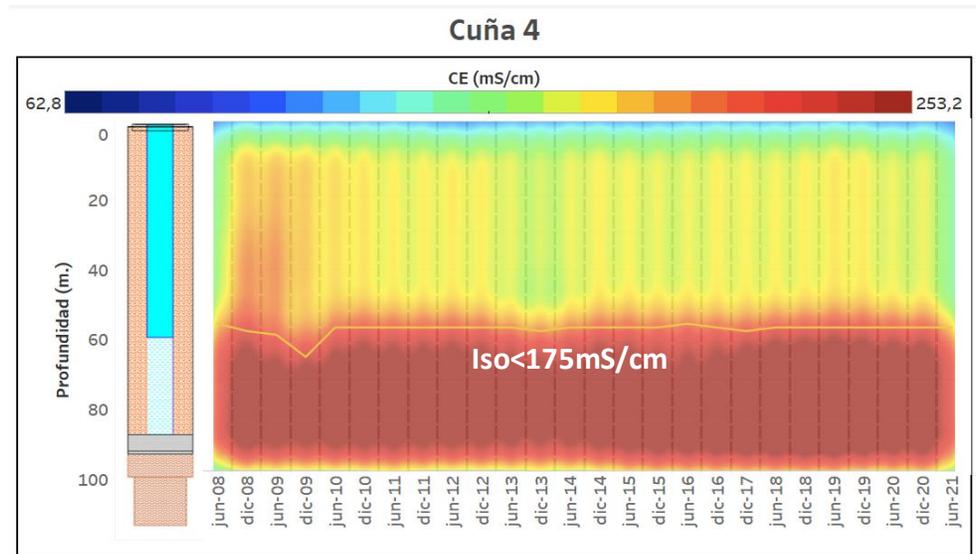
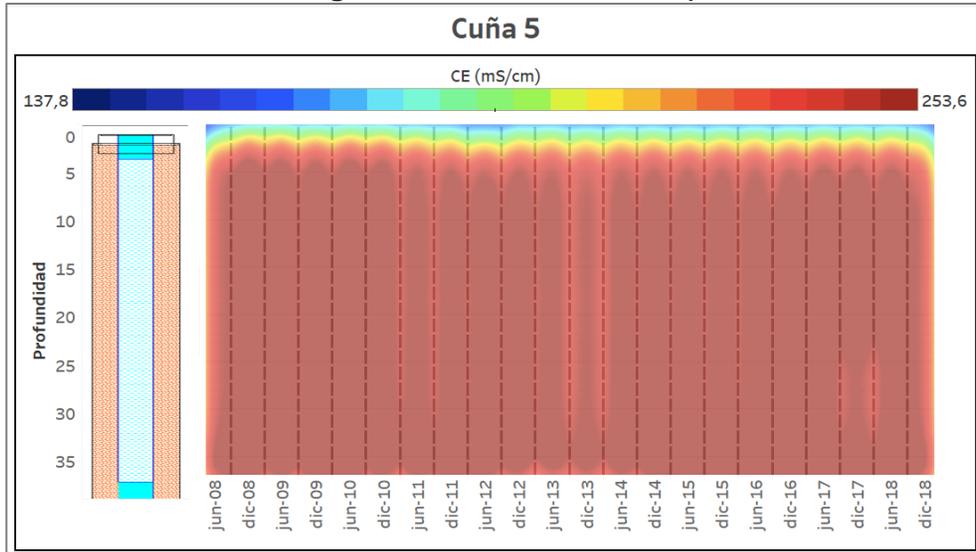
Fuente: Elaboración propia

La evolución histórica de los pozos en el sector de Aguas de Quelana se muestra en la Figura 6-116. En ella se observa que en el Cuña 5 el agua cercana a la superficie es de menor CE que la más profunda. De todos modos, esta última presenta también altos valores de CE lo que indica que la interfaz comienza a aflorar más al E.

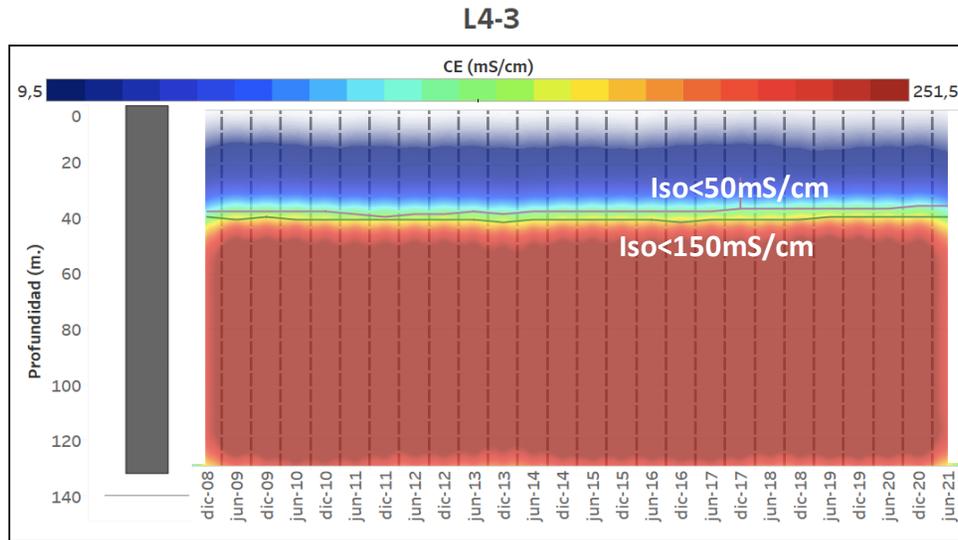
Al avanzar hacia el este (Cuña 4), se observan menores valores de la CE en el fluido próximo a la superficie. Este punto tiene comportamiento surgente y su tramo ranurado comienza a los 64 metros. Se observa que la zona en que se produce el cambio a valores de mayor conductividad se ha mantenido estable en torno a los 55 m, sin mostrar tendencias al alza o a la baja.

En el punto más al este de Aguas de Quelana, L4-3, existe una interfaz definida, ubicada aproximadamente a 40 m de profundidad. El equilibrio de la interfaz se mantiene en el tiempo, con oscilaciones menores entre campañas, pero sin mostrar un comportamiento de tendencia.

**Figura 6-116: Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este)**



**Figura 6-116 (Continuación): Evolución perfiles CE en Cuña 5, Cuña 4 y L4-3 (de arriba abajo ordenados según dirección oeste - este)**

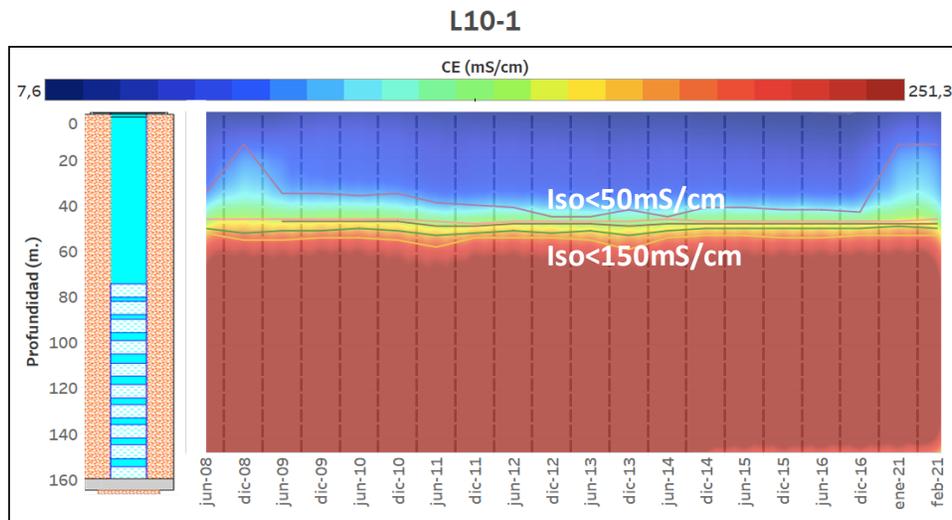
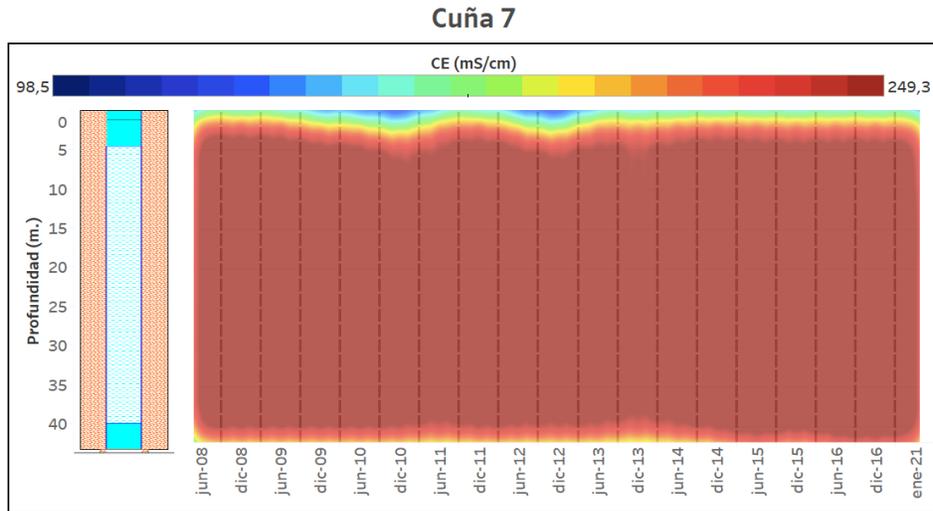


Fuente: Elaboración propia. Se quitan del gráfico algunos valores *outliers* y el perfil de junio 2008 por presentar anomalía en todo su desarrollo en L4-3.

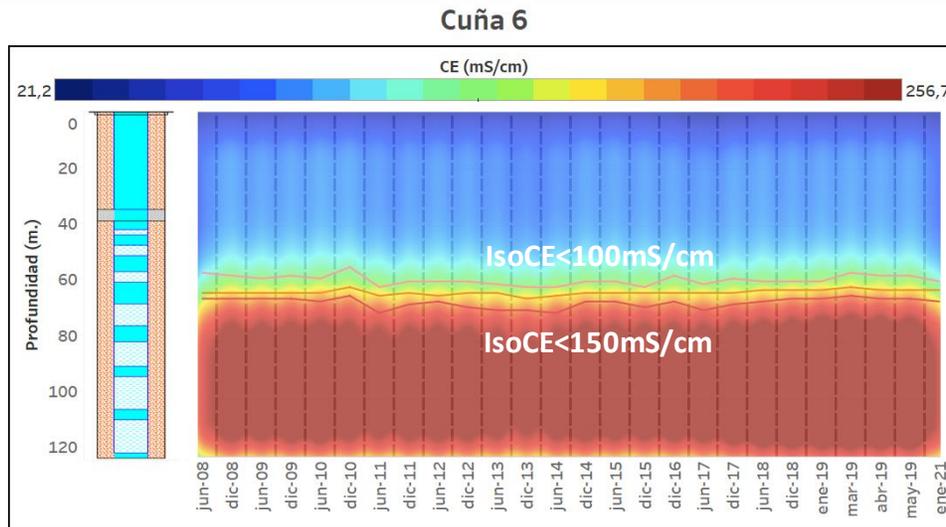
Finalmente, la evolución histórica de los pozos del sur se muestra en la Figura 6-117. En ella se observa que en el pozo Cuña 7 el final del quiebre se encuentra cercano a la superficie. Siguiendo hacia el sureste, el pozo L10-1 es conocido que ha tenido características surgentes y con un ranurado comenzando en 74 metros. Se observa que los acuíferos ya están en contacto a una profundidad cercana a los 50 metros y donde cambian los valores de conductividad se ha mantenido estable en el tiempo. Cabe reseñar que la medición de la profundidad en la isolínea de 50mS/cm ha mostrado un cambio drástico en los muestreos del primer semestre. Este cambio en los valores de conductividad en los primeros 40 metros de profundidad es coherente con los cambios expuestos en los capítulos de análisis de niveles y calidad y se atribuye a una posible extracción en el acuífero aluvial.

En Cuña 6, se observa un mayor predominio del acuífero del margen. Aquí el mayor quiebre en los valores de conductividad se sitúa a una mayor profundidad: aproximadamente a 70 m desde la superficie. El equilibrio descrito no ha sufrido cambios en el tiempo, no observándose variaciones significativas en los perfiles de CE.

**Figura 6-117: Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste)**



**Figura 6-117 (Continuación): Conductividad eléctrica histórica de los pozos Cuña 7, L10-1 y Cuña 6 (de arriba abajo ordenados según dirección suroeste - sureste)**



Fuente: Elaboración propia. Se ha eliminado el perfil de junio 2016, por tener resultados anómalos.

En el presente apartado se ha visto como la profundidad en la que se producen los quiebres de conductividad se ha mantenido estable en el tiempo con algunas variaciones menores y sin mostrar tendencias al alza o a la baja para los distintos puntos. Por ende, puede decirse que la posición de la interfaz no se ha visto afectada en el periodo monitoreado.

## 6.2. ANÁLISIS DEL PLAN DE CONTINGENCIAS

De los 34 indicadores de estado evaluados como parte del Plan de Contingencia, durante el primer semestre del año 2021 se presentan los estados de activación que corresponden, en este periodo, al Sistema Soncor y al Sistema Vegetación Borde Este – Brea Atriplex.

En los siguientes capítulos se muestra una descripción de los niveles históricos de todos los indicadores, junto con los umbrales definidos en el Plan de Contingencia.

### 6.2.1. SISTEMA SONCOR

De acuerdo con la RCA N°226/2006 (considerandos 11.2.1 y 11.2.3), la Reglilla L1-G4 y el pozo L1-5 son los indicadores de estado para la Laguna Barros Negros por el bombeo de salmuera

desde el núcleo del salar, mientras que el pozo L1-4 es el indicador de estado para la misma laguna, pero por el posible efecto proveniente de los pozos de agua industrial Mullay-1 y Allana. El pozo L7-4 es el indicador de estado para la Laguna Puilar por el bombeo del pozo Mullay-1 y Allana.

Respecto de los puntos Reglilla L1-G4 (Figura 6-118) y el L1-5 (Figura 6-119) se han descrito en el apartado 6.1.1 (Análisis y discusión de los resultados del sistema Soncor) y se ha podido comprobar, a través del análisis de sus niveles y de los puntos vecinos, cómo desde 2012 estos pozos ya no volvieron a recibir de forma regular los aportes en forma de recarga directa proveniente de los desbordes de la laguna Barros Negros por lo que desde entonces reproducen el descenso propio del acuífero en ese sector, con constante tasa de descenso y respuesta inmediata a los episodios de precipitación.

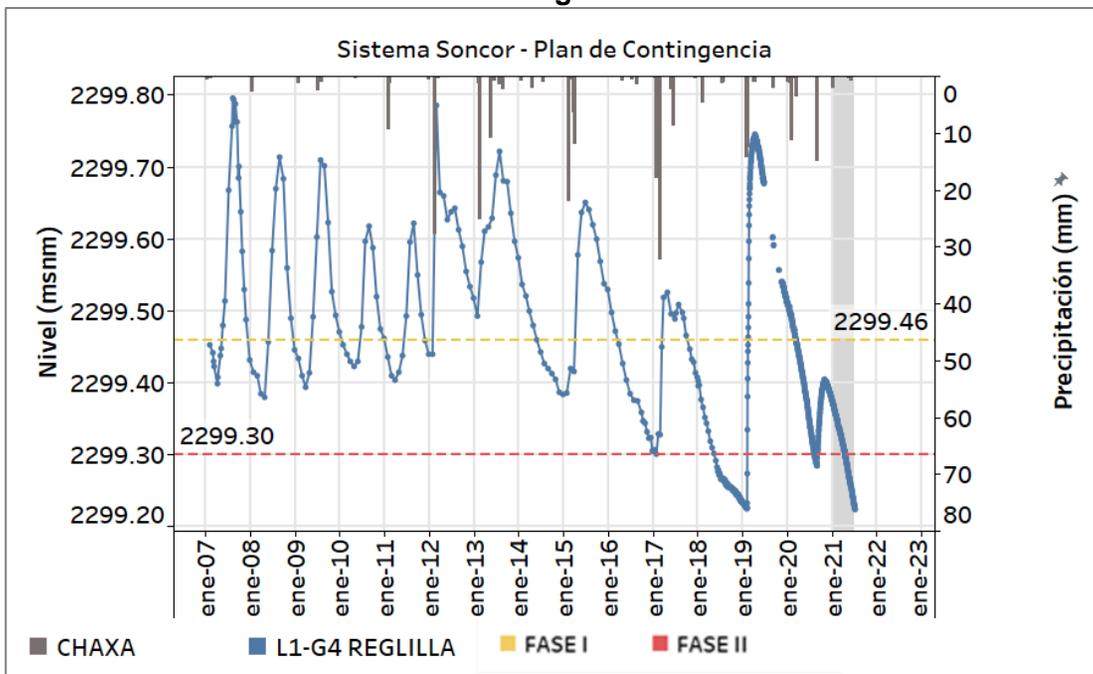
Tal y como se describe en el apartado de resultados del Plan de Contingencias (5.2) se activó la Fase II de los indicadores L1-G4 Reglilla el 10 de abril (2021) y del L1-5 el día 23 de abril (2021). Tal y como se preveía, ambos puntos se encontraban en la etapa de estabilización posterior al evento de lluvia de agosto 2020, por el que el descenso terminó superando el límite de la Fase II en ambos casos. Según el informe de investigación y como se viene observando desde 2018, el motivo que ha llevado a la activación en estos casos responde a que estos pozos vienen comportándose como un pozo de tipo núcleo desde que no están recibiendo los aportes del desborde de la laguna Barros Negros a través del sector de Cola de Pez. Como se ha mencionado en varias ocasiones, este patrón no se identificó en el momento de la elaboración de la RCA 226/2006, ya que se preveía que estos pozos reproducían la dinámica propia de la recarga del cuerpo lagunar.

Durante el primer semestre de 2021, así como también hasta la fecha de la elaboración de este informe, ambos indicadores se mantienen con la Fase II activada, y no es previsible que puedan llegar a desactivar hasta que no se produzca un nuevo evento de precipitación.

De esta forma, dados los resultados de los análisis y simulaciones implementadas durante la etapa de investigación efectuada con motivo de la activación de Fase II en mayo de 2018 de estos mismos puntos (IDAEA-CSIC, 2018) que permitieron concluir que la causa principal de activación correspondió al cambio en la dinámica natural de desborde de la laguna Barros Negros

y no al efecto de las extracciones de salmuera efectuado por SQM en el salar, es que se deduce que los actuales indicadores de estado, L1-5 y L1-G4, no son eficaces para anticipar potenciales efectos sobre el sistema objeto de protección producto de las extracciones de salmuera en el núcleo, siendo recomendable establecer una optimización de los indicadores de estado considerando puntos más idóneos para estos efectos<sup>67</sup>.

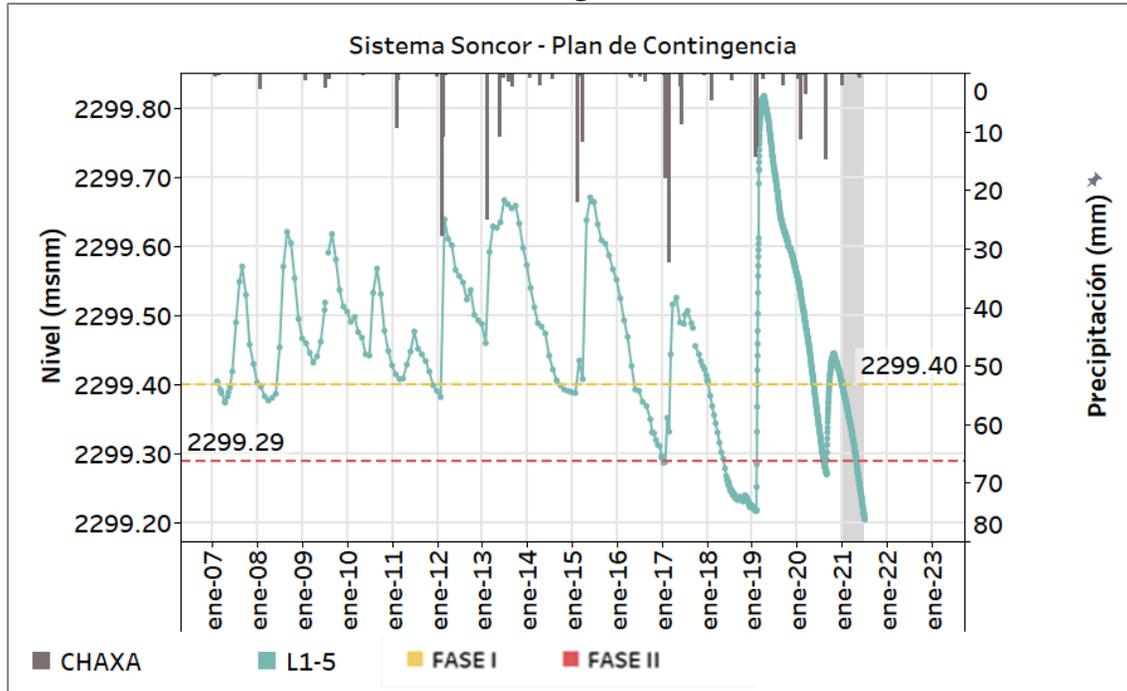
**Figura 6-118: Niveles medidos en la Reglilla L1-G4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

<sup>67</sup> Precisamente, el Estudio de Impacto Ambiental comprometido en el marco de la propuesta de Programa de Cumplimiento presentada en el procedimiento sancionatorio F-041-2016 incluye una actualización del Plan de Contingencias ("Plan de Alerta Temprana"), el que considera la revisión de los indicadores de estado asociados al Sistema Soncor.

**Figura 6-119: Niveles medidos en el L1-5 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia**

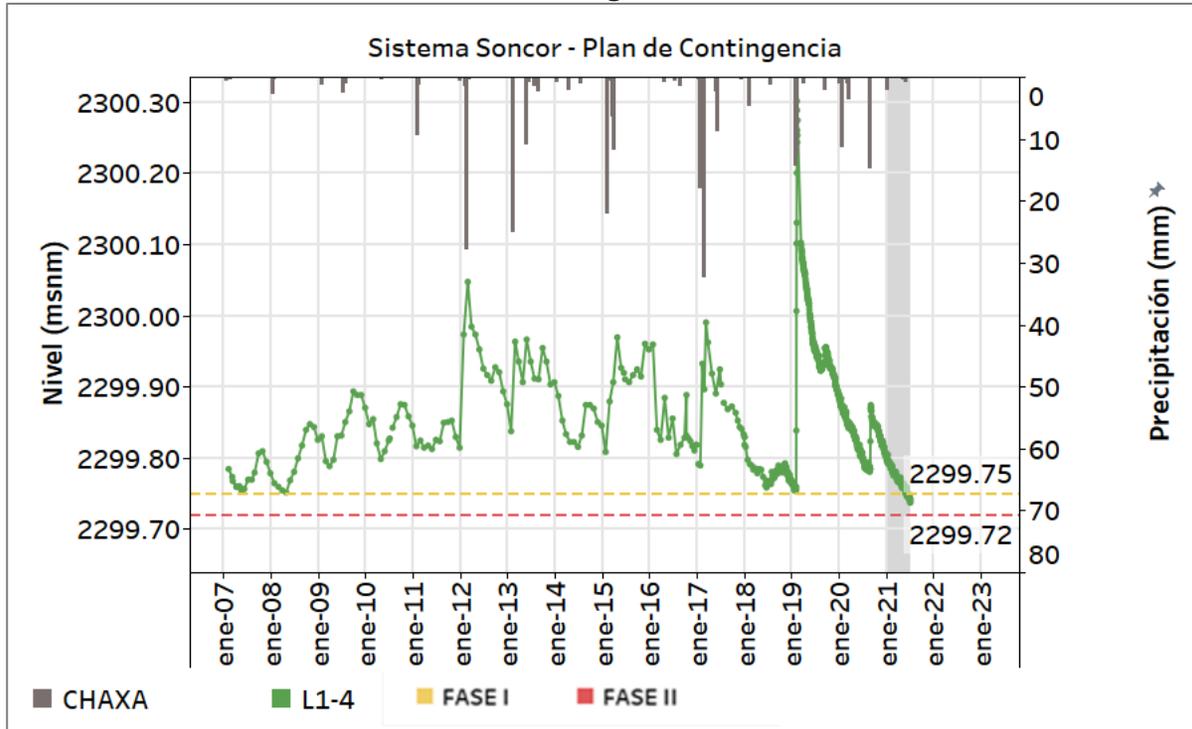


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

Por su parte, el punto L1-4 (Figura 6-120) se ha analizado en el apartado 6.1.1 (Análisis y discusión de los resultados del sistema Soncor) y se ha podido comprobar que los niveles en este punto muestran un comportamiento propio de la zona marginal (relacionado con la interfaz salina y los ciclos de evaporación), pero con influencia del cuerpo de agua superficial de Barros Negros. Este punto, a partir de 2012, tiene una leve tendencia de descenso cuando se observan los mínimos de las oscilaciones (1,6 cm/año) y se muestra influenciado por la recarga directa de los episodios de lluvia.

Durante el primer semestre de 2021, reproduce la recuperación (descenso) respecto de la precipitación de agosto 2020 y durante este descenso, se ha producido la activación de la Fase I del PC, concretamente el día 5 de junio (2021), hecho que se mantiene durante el resto del semestre de 2021.

**Figura 6-120: Niveles medidos en el L1-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia**

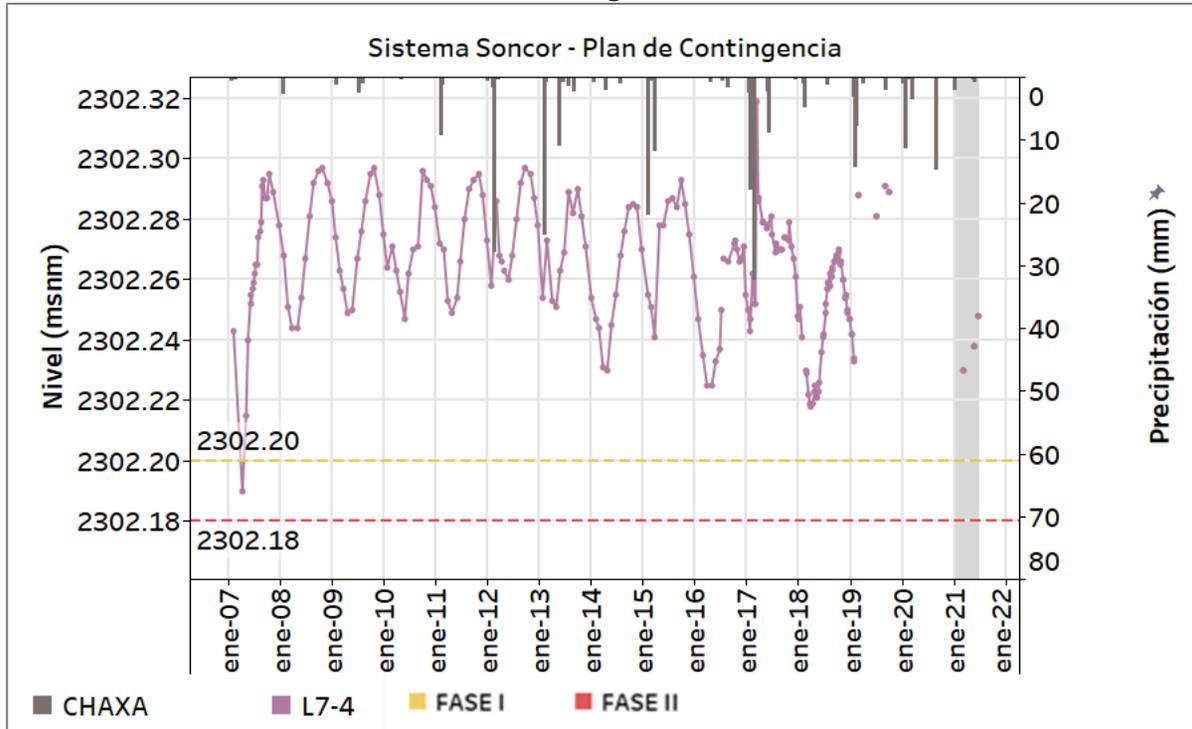


Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

El L7-4 (Figura 6-121), que es el indicador de estado de la laguna Puilar, en el apartado 6.1.4 se ha podido comprobar que muestra un comportamiento influenciado por los ciclos de evaporación (propio de los puntos próximos a la interfaz salina) y relacionado con la recarga proveniente del borde este y los episodios de lluvia más intensos.

En este punto se han podido retomar las mediciones durante este semestre, ya que llevaba sin ser visitado desde septiembre de 2019. Las nuevas medidas se encuentran dentro del rango de valores medidos en los años previos, por lo que se mantiene 5 cm por encima del umbral de la Fase I, según la medición de junio de 2021.

**Figura 6-121: Niveles medidos en el L7-4 junto con sus umbrales del Plan de Contingencia**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84

### 6.2.2. SISTEMA AGUAS DE QUELANA

El PC del Sistema Aguas de Quelana busca advertir, anticipar y evitar posibles afectaciones sobre los objetos de protección del sistema producto de las actividades que desarrolla SQM en la cuenca. Para este sistema, los objetos de protección corresponden al hábitat para la biota del conjunto de lagunas dispersos del margen este del Salar de Atacama, que quedan dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos, Sector Aguas de Quelana.

Teniendo en cuenta el objeto de protección descrito, para la RCA N°226/2006 se definieron diferentes indicadores de estado del sistema. Estos indicadores buscan alertar sobre posibles afectaciones provenientes desde dos fuentes: extracciones de salmuera desde el núcleo del salar y bombeo de agua industrial desde Camar-2 y Socaire-5B. Como indicadores de la influencia de las extracciones del núcleo, se monitorea el nivel de los pozos L3-9, L4-12 y L5-10. Como

indicadores del bombeo en Camar-2<sup>68</sup> y Socaire-5B, se monitorea el nivel de los pozos L3-5, L4-8 y L5-8.

Respecto los indicadores de estado del bombeo de los pozos de agua industrial (L3-5, L4-8 y L5-8), los descensos calculados<sup>69</sup> se muestran en la Figura 6-122 junto los umbrales correspondientes. En el análisis efectuado en el apartado 6.1.2 se ha comprobado que estos puntos muestran la dinámica propia de los puntos influenciados por la interfaz salina (oscilaciones estacionales y sin tendencias de descenso-ascenso de los niveles) y la recarga proveniente del borde Este y de los episodios de lluvia.

Destaca el aumento que se ha generado en el nivel del L3-5 motivo de la respuesta al evento de lluvia de 2019. Esto lleva a que, al término del primer semestre de 2021, este pozo se mantiene 44 cm por encima de la Fase I, cuando al cierre del semestre anterior eran 30 cm.

El L5-8 se mantiene oscilante, aunque como se ha analizado en los capítulos previos, se observa una leve tasa de ascenso promedio durante el registro histórico de este pozo. Al cierre del primer semestre de 2021 el pozo se encuentra 44 cm por encima de la Fase I.

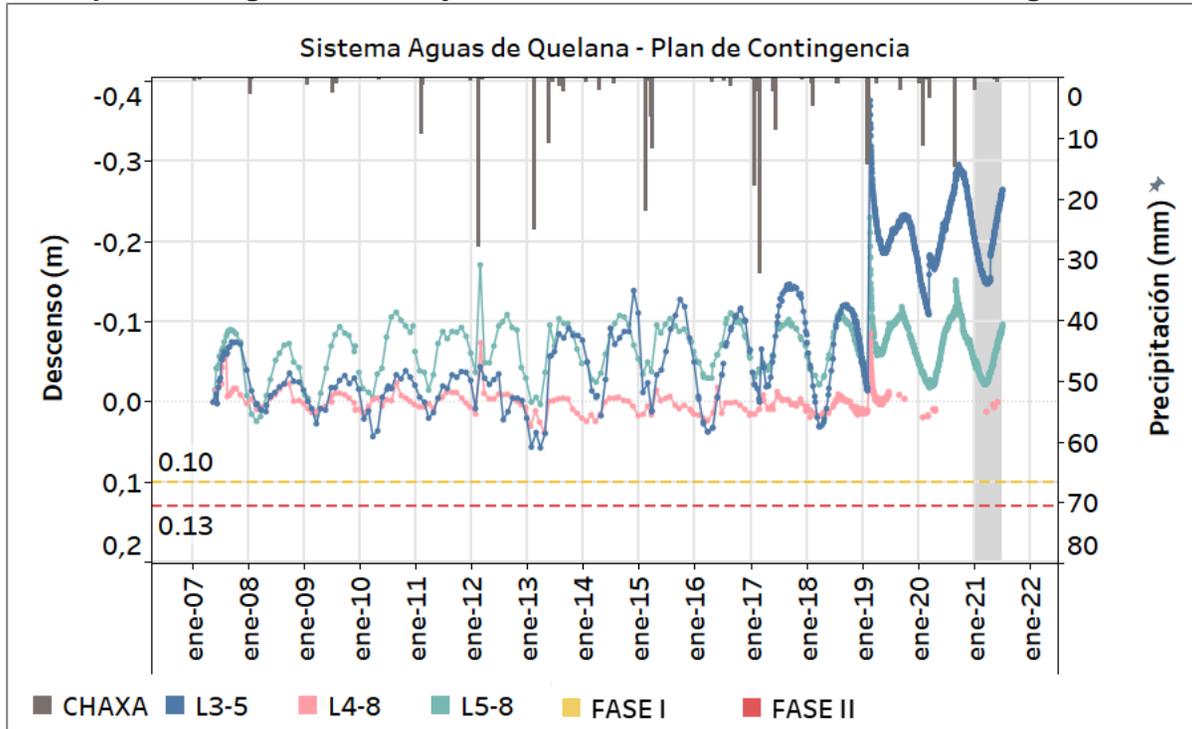
Finalmente, respecto del L4-8 no se disponía de mediciones actualizadas desde abril de 2020, durante el primer semestre 2021 se visitó de nuevo entre marzo y mayo, y la última medición situaba al indicador a 10 cm del umbral de la Fase I.

---

<sup>68</sup> Detenido en 2018 y desmantelada su infraestructura de bombeo en 2021, acción incorporada en la propuesta de programa de cumplimiento refundido, ingresado con fecha 30 de noviembre de 2020 en el proceso F-041-2016, conforme al trabajo desarrollado en conjunto con la Comunidad de Camar, en el marco del relacionamiento establecido entre SQM Salar S.A. y la comunidad.

<sup>69</sup> Para este apartado, la fecha de inicio que permite el cálculo del descenso se basa en lo estipulado según la RCA N°226/2006.

**Figura 6-122: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de los pozos de agua industrial junto con los umbrales del Plan de Contingencia**



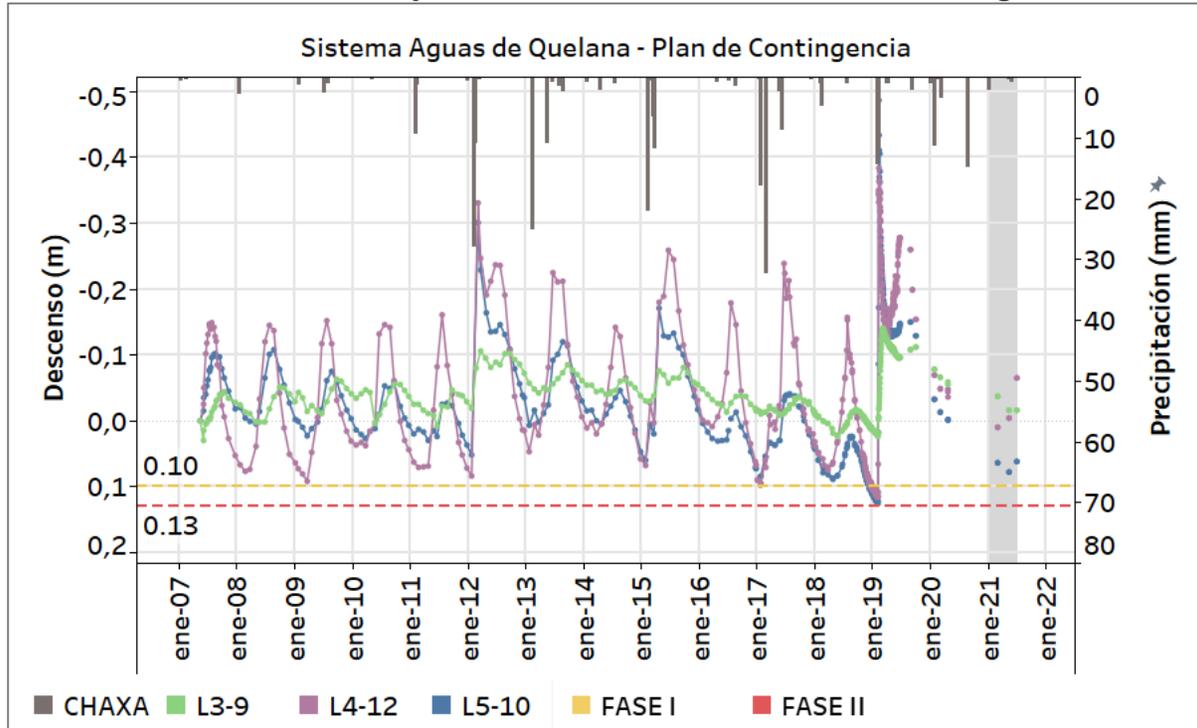
Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de estado para determinar la influencia de las extracciones del núcleo (L3-9, L4-12 y L5-10) se muestran en la Figura 6-123 junto con los umbrales de la Fase I y Fase II. En el apartado de análisis de estos puntos (6.1.2) se ha podido determinar que estos puntos muestran un comportamiento mixto entre la zona marginal (zona de interfaz salina) y el núcleo, por lo que es esperable que este grupo de pozos muestren una oscilación estacional, que será más regular en la medida que el punto esté más próximo a la interfaz, a la vez que una tendencia promedio de descenso, que tendrá una pendiente mayor en la medida que el punto se encuentre más cercano al núcleo. De la misma forma que ha ocurrido en todo el borde este del Salar, existe un cambio en el comportamiento de estos niveles a partir de las lluvias de 2012; desde esta fecha, la tasa de descenso promedio ha aumentado a 1,3 cm/año para el L3-9, 1,7 cm/año para el L4-12 y 2 cm/año para el L5-10.

Estos puntos no se medían desde abril de 2020 y recién en el primer semestre 2021 se han retomado las visitas y todos los niveles se han encontrado por encima de los umbrales del PC.

Es posible que estos puntos se encuentren en etapa de recuperación (descenso) posterior a la lluvia de 2019, junto con su esperada oscilación estacional. Al término del semestre el L4-12 se encontraba a 16 cm de la Fase I, el L3-9 a 12 cm y el L5-10 a 4 cm.

**Figura 6-123: Descensos de los indicadores de Aguas de Quelana para el bombeo de salmuera del núcleo junto con los umbrales del Plan de Contingencia**



Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3. SISTEMA BORDE ESTE - VEGETACIÓN HIDROMORFA

El Sistema Vegetación Borde Este cuenta con 3 subsistemas: Vegetación Hidromorfa, Brea-Atriplex y Alerta Temprana. A continuación, se describe cada uno de ellos por separado.

El Plan de Contingencia del subsistema Vegetación Hidromorfa busca advertir, anticipar y evitar posibles afecciones que puedan producir las extracciones de agua industrial. Para ello, se tiene como indicadores de estado los pozos: L1-17, L2-4, L2-27, L3-5, L7-3 y la Regilla L4-10.

Los puntos L1-17, L2-4, L2-27 y L7-3 se han analizado junto con los otros puntos del sistema Soncor (apartado 6.1.1) y el punto L3-5 y la regilla L4-10 en el sistema de Aguas de Quelana

(apartado 6.1.2). Todos estos puntos, a excepción del L7-3, se han identificado sus niveles con un comportamiento asociado a la zona marginal, donde los niveles oscilan estacionalmente por los ciclos de evaporación y no muestran tendencia. El L7-3 se ha caracterizado por ser un punto que muestra un comportamiento mixto entre la tendencia de descenso propia del acuífero aluvial (con una tasa propia que a partir de 2012 es de 3 cm/año) y unas oscilaciones características de la zona marginal.

Los descensos calculados para estos puntos con respecto los umbrales de Fase I y Fase II se muestran en la Figura 6-124. En el primer semestre de 2021, en el transcurso del descenso hacia el mínimo estacional esperado para esta época del año, los indicadores L1-17 y L2-27 activaron primero la Fase I (los días 17 de febrero y 1 de febrero respectivamente) y posteriormente la Fase II (los días 3 de marzo y 9 de febrero respectivamente). Antes del cierre del semestre, ambos indicadores desactivaron ambas fases. Por un lado, este comportamiento oscilatorio es esperable, pero destacan los mínimos alcanzados que son cotas históricas dentro del registro medido en estos puntos. Como ya se ha descrito, los informes de investigación elaborados vinculan el efecto de los pozos de agua industrial como una de las causas, como también abren la duda de si existen otros factores que puedan estar influyendo en este reciente cambio de patrón.

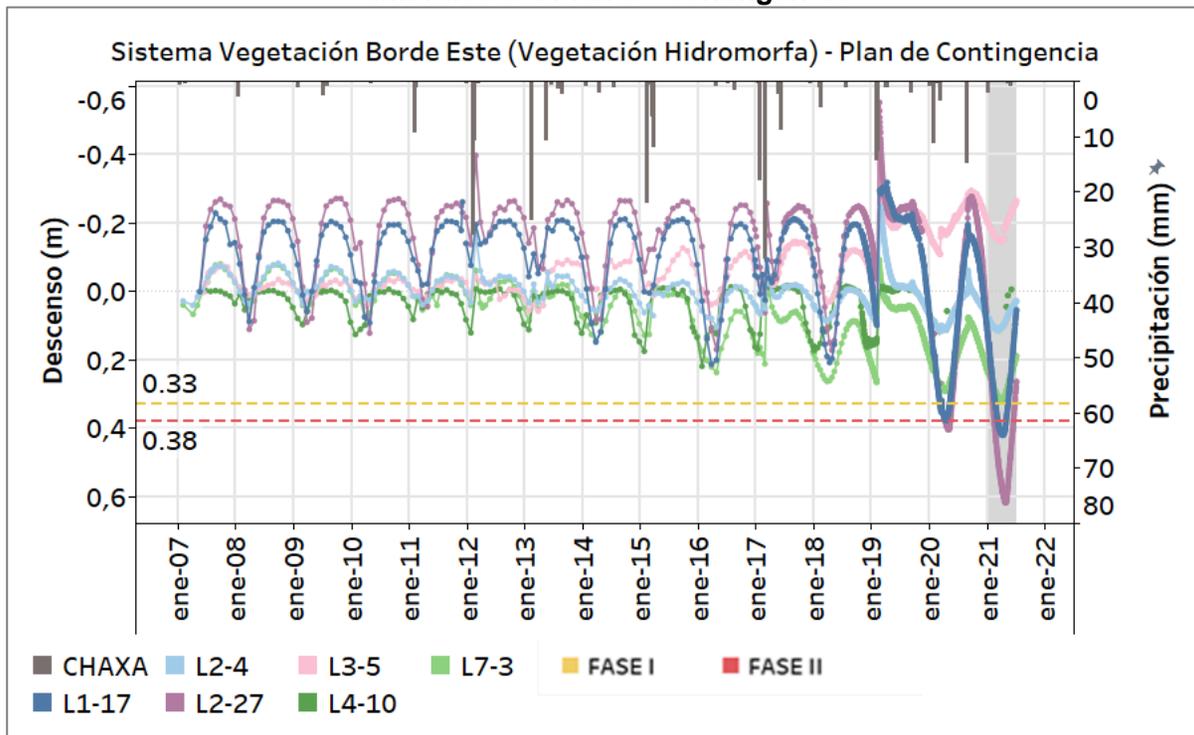
En el indicador L7-3, que se encuentra al norte del sistema Soncor, también se observa una nueva tasa de descenso promedio a partir de 2013, lo que hace que cada año los mínimos alcanzados en la oscilación estacional se encuentren a cotas más bajas. Durante el primer semestre de 2021, el mínimo se situó a 1,4 cm de la Fase I.

Por otro lado, el indicador L3-5 cambió la tendencia de los niveles a partir de la lluvia de 2019, volviéndose ascendente. Lo que hace que cada año el mínimo estacional se encuentre más alejado de las fases el PC; en este primer semestre 2021 alcanzó una distancia respecto de la Fase I de 1,9 m.

El L2-4, se mantiene estable en su comportamiento histórico, en donde se aprecia una oscilación horizontal y sin tendencia; el mínimo estacional alcanzado en el actual semestre reportado se ha situado a 22 cm.

Finalmente, el L4-10 ha tenido una baja frecuencia de medición desde junio 2019, por lo que no es posible verificar si se mantiene estable en el comportamiento histórico registrado, pero las mediciones efectuadas en este periodo, incluyendo las realizadas en el primer semestre de 2021, se encuentran dentro del rango de valores habituales. El nivel mínimo registrado en el actual semestre reportado, obtenido en la medición de abril, el nivel se encontraba a 29 cm de la Fase I.

**Figura 6-124: Descensos de los indicadores de Vegetación Hidromorfa junto con los umbrales del Plan de Contingencia**



Fuente: Elaboración propia

#### 6.2.4. SISTEMA BORDE ESTE - VEGETACIÓN BREA-ATRIPLEX

Los pozos del Plan de Contingencia del subsistema Vegetación Brea-Atriplex conectada con el acuífero corresponden a los indicadores L7-6, L1-3, L2-7, L2-28, L3-3, L4-7 y L9-1. Si bien los pozos L7-6, L2-7 y L4-7 no se encuentra en una zona de Vegetación Brea-Atriplex (ver Tabla 4-9), sí se ha mantenido su evaluación como indicadores de acuerdo con lo comprometido en la RCA N°226/2006.

Cabe señalar que el pozo L7-6 se definió en la RCA como un pozo del PC para el resguardo del Sistema Vegetación Borde Este - Brea Atriplex. Sin embargo, cuando se ejecutó se verificó que su ubicación no era idónea para el objetivo planteado, manteniéndose su monitoreo como parte del PSAH, pero siendo reemplazado como indicador de contingencia por otros pozos existentes de mayor representatividad (L7-14, L4-17, L9-2 y L2-25). En el marco del proceso sancionatorio iniciado por la SMA mediante Res. Ex. N°1/RoI F-041-2016, SQM retoma el monitoreo de dicho pozo como parte del Plan de Contingencia del Sistema Vegetación Borde Este, lo que dio aviso a la autoridad de la activación de Fase I.

Por otro lado, hay que recordar que el pozo L1-3 se reconstruyó durante el año 2012, producto de que el original fue tapado por un aluvión. Esta situación fue informada a través del Informe PSAH N° 11 el mismo año 2012, dado que el nuevo pozo (ubicado en el mismo sector del pozo original) supone una pequeña variación de las coordenadas de ubicación y de la cota del punto de referencia. La diferencia entre la cota del punto de referencia del pozo destruido por el aluvión de 2012 y la del pozo de reemplazo es de 0,183 metros, por lo tanto, a partir de marzo de 2012, se adicionan 0,183 m a la "medición desde punto de referencia" inicial de mayo de 2007.

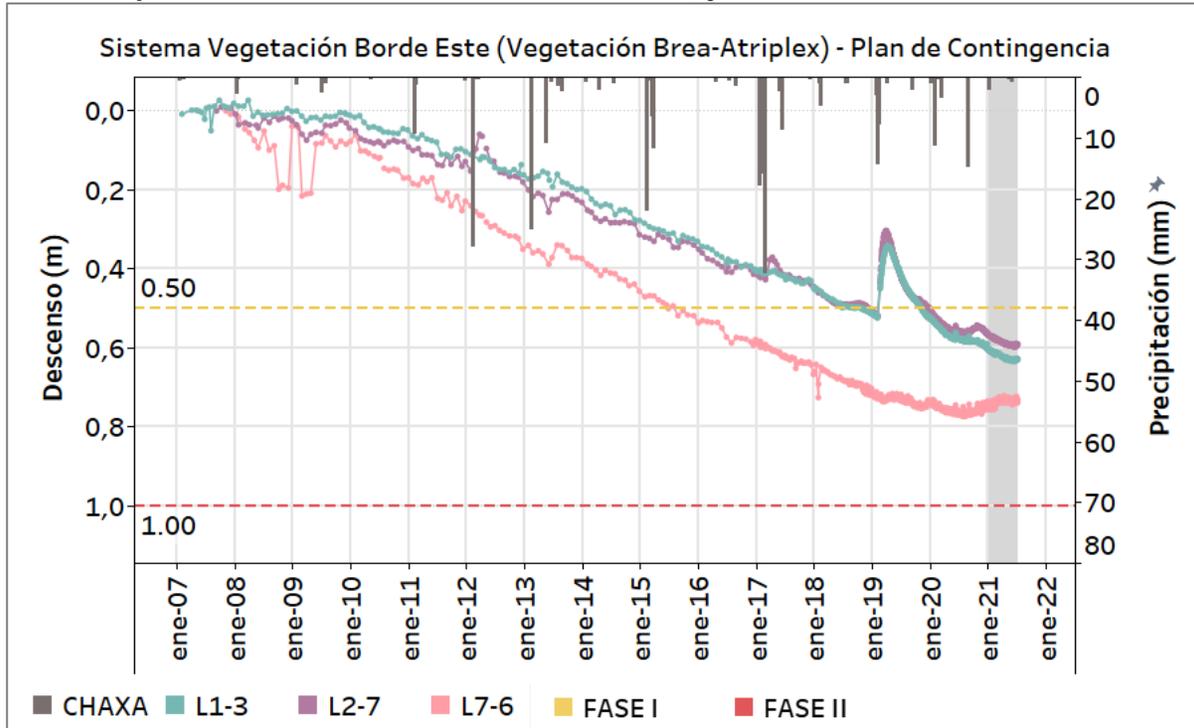
Estos indicadores se han analizado juntamente con los otros puntos del PSAH según el sistema hidrogeológico en el que se encuentran; en el sistema Soncor (6.1.1) se encuentra el análisis de los puntos L7-6, L1-3, L2-7 y L2-28, en el apartado 6.1.2 del sistema Aguas de Quelana está el análisis de los indicadores L3-3 y L4-7, y el L9-1 se ha analizado en el sistema de Vegetación Hidromorfa (apartado 6.1.3).

Según estos análisis, los puntos L7-6, L1-3 y L2-7 muestran un comportamiento relacionado con el acuífero aluvial (Figura 6-125); estos puntos presentan niveles descendentes, sin oscilaciones estacionales y sin respuestas a las lluvias, aunque la registrada en febrero de 2019 sí fue sentida por lo puntos L1-3 y L2-7. El L7-6 activó la Fase I en junio de 2015 y en 2019 también lo hicieron los puntos L1-3 y L2-7 (noviembre y diciembre respectivamente). Todos, dada la pendiente constante de descenso, se mantienen con la Fase I activada de forma permanente.

Se destaca lo observado en el caso del L7-6, que ha pasado de una pendiente de descenso constante a una tendencia de ascenso en el último semestre de 2020, producto posiblemente de la reducción del caudal extraído entre los pozos Mullay-1 y Allana. Durante este semestre también

se ha observado un leve cambio en la tendencia descendente (menor pendiente) de los indicadores L1-3 y L2-7, probablemente sea debido también al recién manejo operacional de los mismos pozos de agua industrial.

**Figura 6-125: Descensos de los indicadores de Vegetación Brea-Atriplex con comportamiento asociado al acuífero aluvial, junto con sus umbrales del PC**



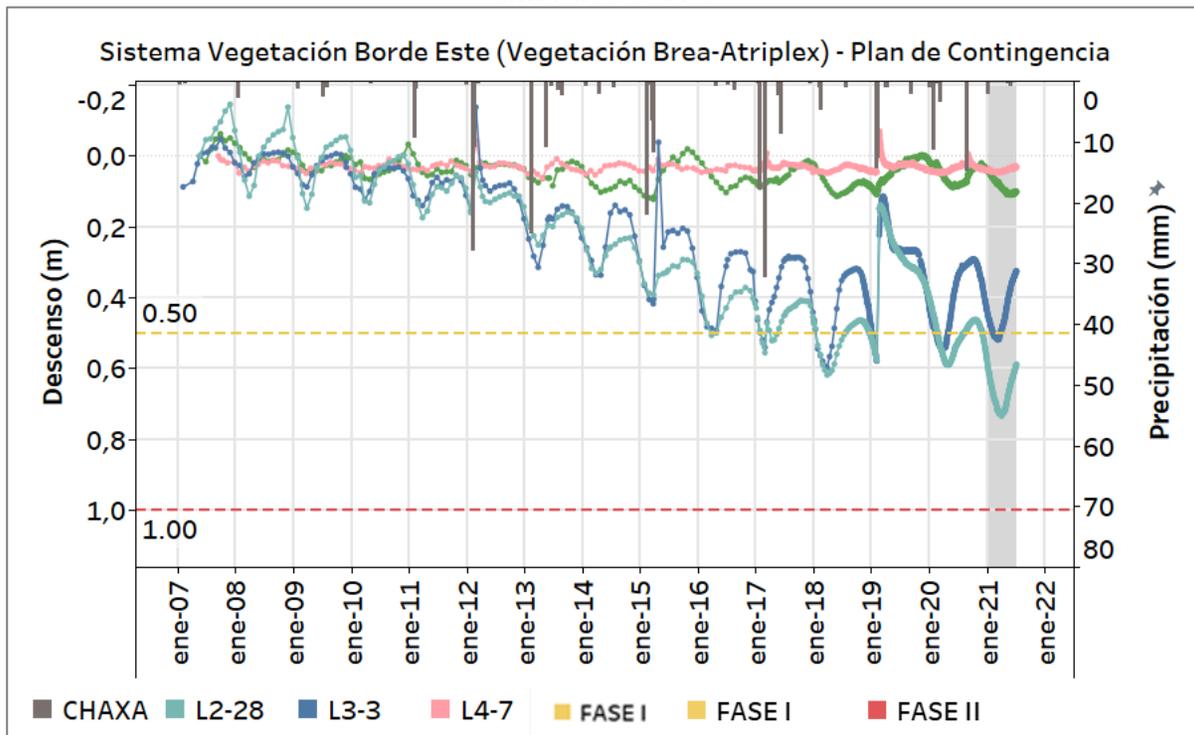
Fuente: Elaboración propia

En los puntos L2-28, L3-3 y L9-1 se ha observado que muestran un comportamiento transicional entre el acuífero aluvial y en la zona marginal relacionada con la zona de interfaz salina (Figura 6-126). Se caracterizan por presentar oscilaciones estacionales junto con un descenso promedio de los niveles.

Los indicadores que presentan mayor pendiente son el L2-28 y L3-3; el primero se mantiene estable en este comportamiento de descenso una vez pasado el efecto de la recarga producido por la lluvia de 2019. En el anterior semestre (2º de 2020) activó la Fase I y durante el primer semestre 2021 se ha mantenido debajo de este umbral, reproduciendo un mínimo a una cota histórica que, por otro lado, es esperable dada la tendencia de descenso. Este mínimo se ha

situado a 27 cm de la Fase II. A diferencia del L2-28, el L3-3 ha mostrado un cambio en a tendencia a partir de la lluvia de 2019 y es que desde entonces se vienen registrando mínimos estacionales cada vez a mayor cota. Por este motivo, este indicador viene oscilando alrededor del umbral de la Fase I; en el primer semestre de 2021 activó la Fase I el día 3 de febrero y el día 20 de marzo se desactivó de nuevo, manteniéndose por encima del umbral durante el resto del semestre.

**Figura 6-126: Descensos de los indicadores L2-28, L3-3, L9-1 y L4-7, junto con sus umbrales del PC**



Fuente: Elaboración propia

### 6.2.5. SISTEMA BORDE ESTE - ALERTA TEMPRANA

Los pozos del subsistema Alerta Temprana están ubicados al este del Sistema Vegetación Brea-Atriplex, en el límite oriental del sistema de vegetación Borde Este. Estos pozos permiten observar anticipadamente los potenciales efectos del bombeo de agua sobre las formaciones vegetales que son objeto de protección. Los indicadores de estado considerados para esta zona son L4-3, L7-13, L2-25, L3-11 (ubicado al oeste del Sistema Vegetación Brea-Atriplex), y L9-1. Estos puntos

fueron analizados de forma conjunta según su ubicación con respecto los sistemas hidrogeológicos de la siguiente forma: en el sistema de Soncor los pozos L7-13 y L2-25, en el sistema Aguas de Quelana el L4-3 y L3-11 y en el sistema Vegetación Borde Este el L9-1.

Como ya se ha descrito, el pozo L4-3 cambió su tendencia de descenso a partir de 2014 y empezó a mostrar un ascenso regular (Figura 6-127).

El punto L2-25 se encuentra en el extremo oeste del acuífero aluvial y como ya se ha observado, presenta un comportamiento de transición entre éste y la zona marginal (Figura 6-128). Concretamente, este punto muestra un ascenso promedio en su serie histórica. En el marco del Plan de Contingencia se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 1 m. Durante el primer semestre de 2021 se mantiene estable el comportamiento descrito para este indicador con lo que, al cierre del semestre, este punto se mantiene a más de 1 m por sobre el umbral.

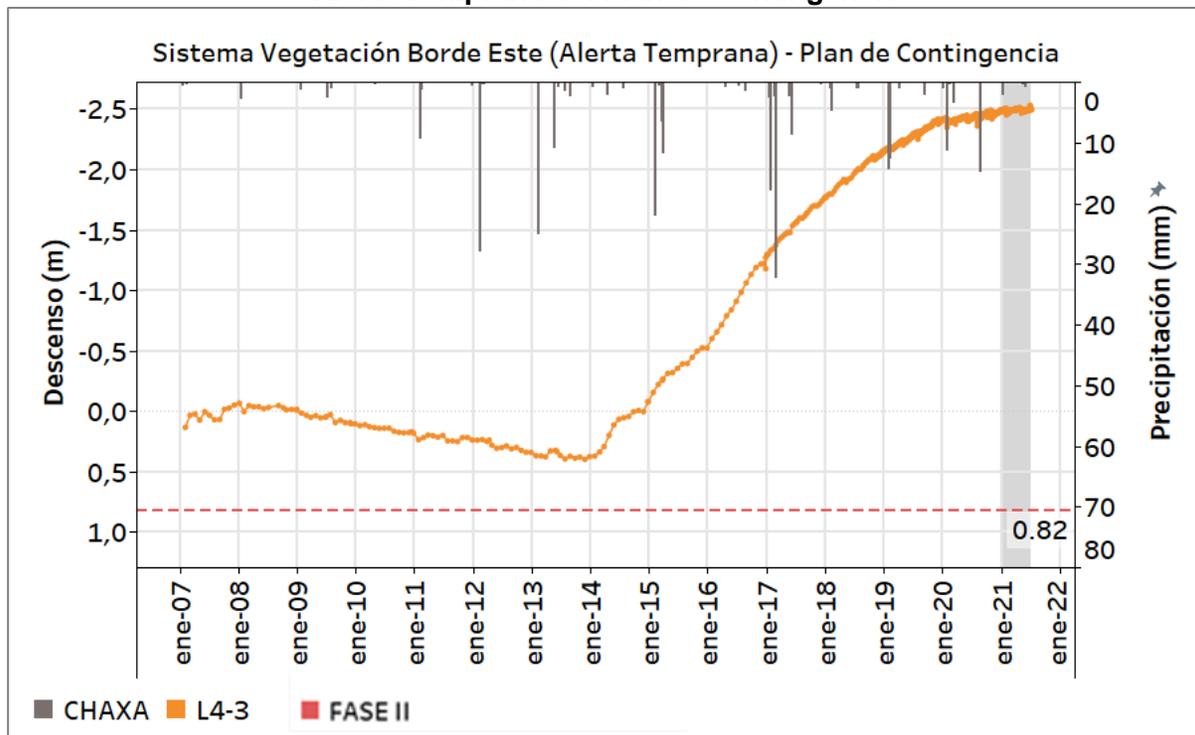
Por su parte, el L7-13 (Figura 6-129) se encuentra en el acuífero aluvial del sistema Soncor y muestra el comportamiento asociado a esta zona; una tasa de descenso constante sin oscilaciones estacionales. En el marco del Plan de Contingencia se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 1,25 m. Del registro histórico se puede ver que el pozo presentaba un descenso constante hasta mediados del 2020, posteriormente el nivel ha disminuido la pendiente de descenso en lo que parece una estabilización del descenso producto posiblemente de la disminución en la extracción del acuífero aluvial. Al cierre del primer semestre 2021 este indicador se encontraba a 66 cm del umbral.

Finalmente, se muestra conjuntamente los puntos L3-11 y L9-1, aunque se encuentren en sectores muy distintos, ya que comparten el mismo umbral (se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, que corresponde a un descenso de 0,86 m) (Figura 6-130); el L9-1 se encuentra en el sistema Vegetación Borde Este en el extremo del acuífero aluvial, mientras que el L3-11 se encuentra en el sistema Aguas de Quelana, en la zona que queda entre la interfaz salina y el núcleo. Esto último hace notar que este punto no es representativo como indicador de estado de la vegetación del borde Este. De todas formas, como compromiso adquirido en la RCA se mantiene este punto dentro del PC. El L3-11 dejó de medirse con regularidad a partir de junio 2019 y durante el primer semestre 2021 se ha visitado en mayo y junio. Los niveles resultantes

se encuentran dentro del rango de valores esperados según la data histórica, por lo que se estima que se mantenga el comportamiento descrito para este punto. Al cierre del semestre, este punto se mantiene 87 cm por encima del umbral.

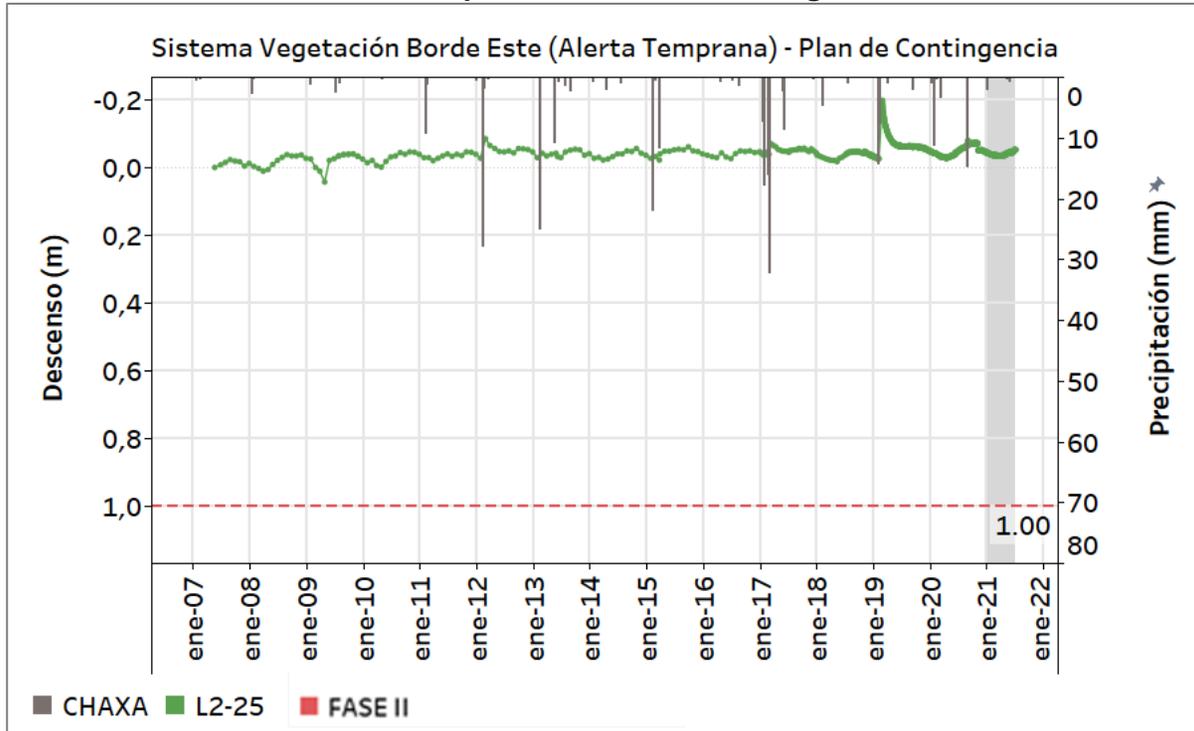
El indicador L9-1 se muestra oscilante y con una tendencia estable alrededor de la misma cota; al cierre del primer semestre el indicador se encuentra a 76 cm por sobre del umbral.

**Figura 6-127: Descenso del indicador L4-3 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia**



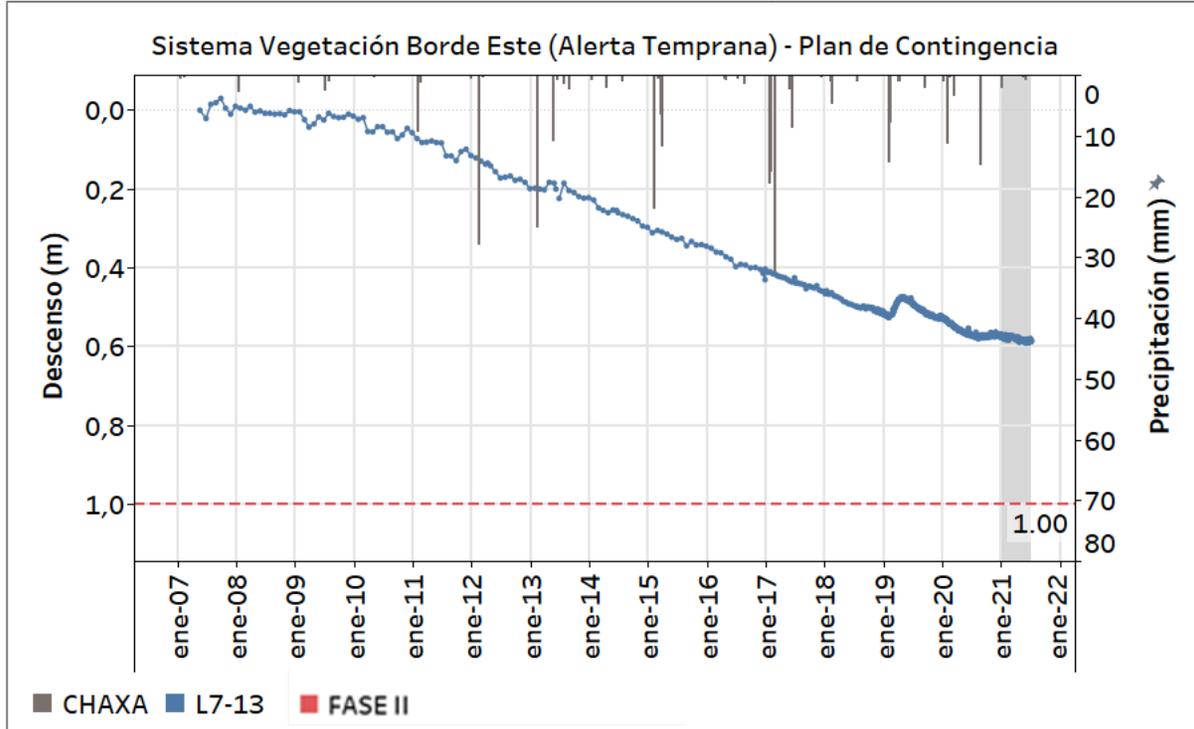
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-128: Descenso del indicador L2-25 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia**



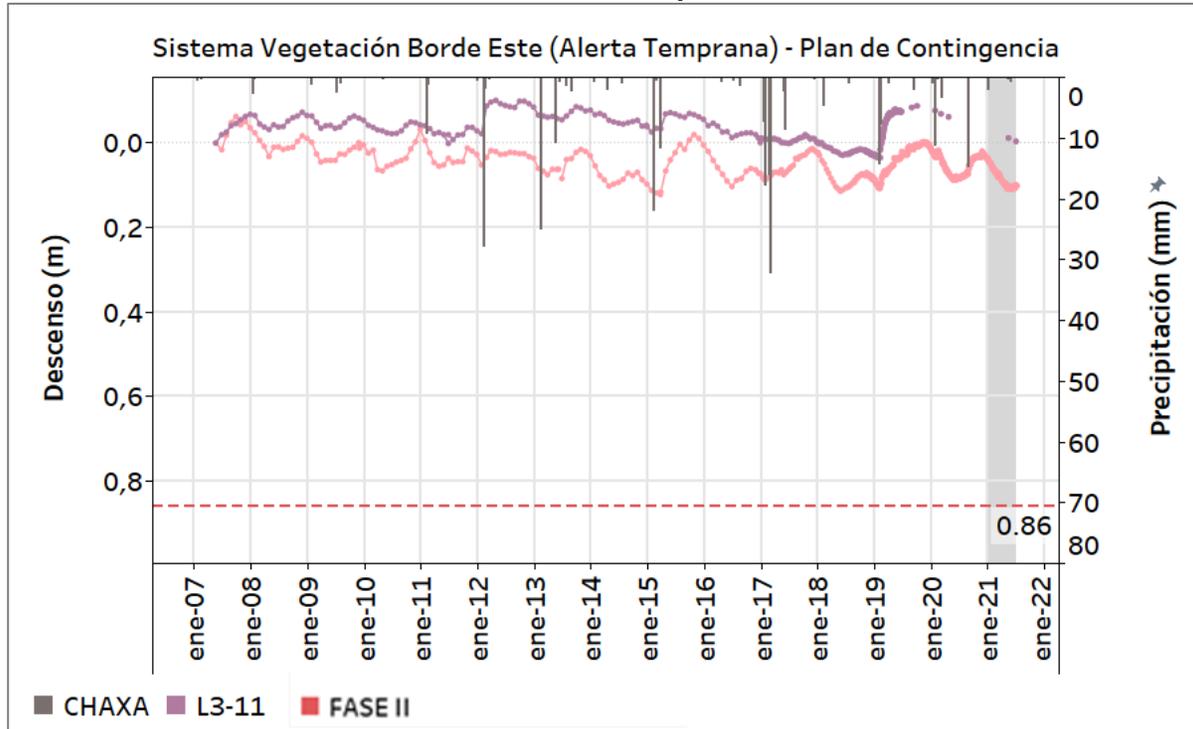
Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-129: Descenso del indicador L7-13 junto al umbral al subsistema Alerta Temprana del Plan de Contingencia**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6-130: Descenso de los indicadores L3-11 y L9-1 junto al umbral perteneciente al subsistema Alerta Temprana del PC**



Fuente: Elaboración propia

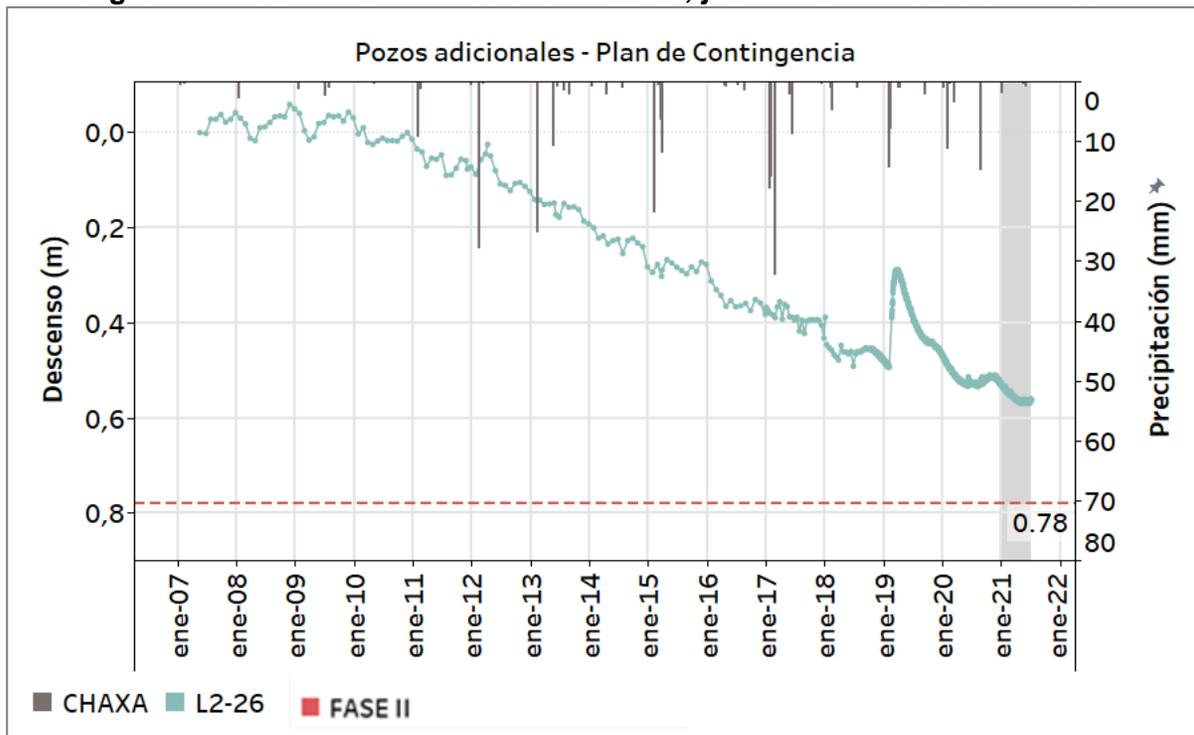
### 6.2.6. POZOS ADICIONALES AL PLAN DE CONTINGENCIA

Tal como se mencionó en la sección 4.3.8, con el fin de incrementar los resguardos sobre el Sistema Borde Este, SQM ha incluido en forma complementaria al Plan de Contingencia, mediante la misma metodología utilizada en la definición del resto de los pozos que conforman el PC, seis pozos de monitoreo que forman parte del PSAH, como indicadores adicionales a los establecidos en la RCA N°226/2006. Estos pozos son: L7-14, L4-17, L9-2, L2-25 (asociados al Subsistema Borde Este – Vegetación Brea-Atriplex) y L2-26 y L3-15 (asociados al Subsistema Borde Este – Alerta Temprana).

A partir del análisis de los niveles realizado en los apartados anteriores (L7-14, L2-25 y L2-26 en el sistema Soncor, L4-17 y L3-15 en el sistema Aguas de Quelana y L9-2 en el de Vegetación Borde Este) se puede extraer que el único con un comportamiento asociado netamente al acuífero aluvial es el L2-26 (Figura 6-131) ya que muestra tendencia al descenso sin oscilaciones

estacionales. La tasa de descenso se ha visto disminuida a partir de 2018 debido quizás a la detención del pozo Camar-2 en esa fecha. Para el pozo L2-26 se define únicamente el límite para la activación de Fase II. Éste corresponde a un descenso de 0,78 m, el que nunca ha sido superado. Durante el primer semestre de 2021 se ha registrado el nivel histórico más bajo (en mayo), a una distancia de 21 cm por sobre el umbral. Aunque, por otro lado, este hecho es esperado si se tiene en cuenta que el descenso característico en este indicador. Desde mayo 2021 y hasta el cierre del semestre, se observa una estabilización del nivel (pendiente nula), lo que hace que durante este periodo se mantenga a una misma distancia con respecto el umbral.

**Figura 6-131: Descenso del indicador L2-26, junto con sus umbrales del PC**

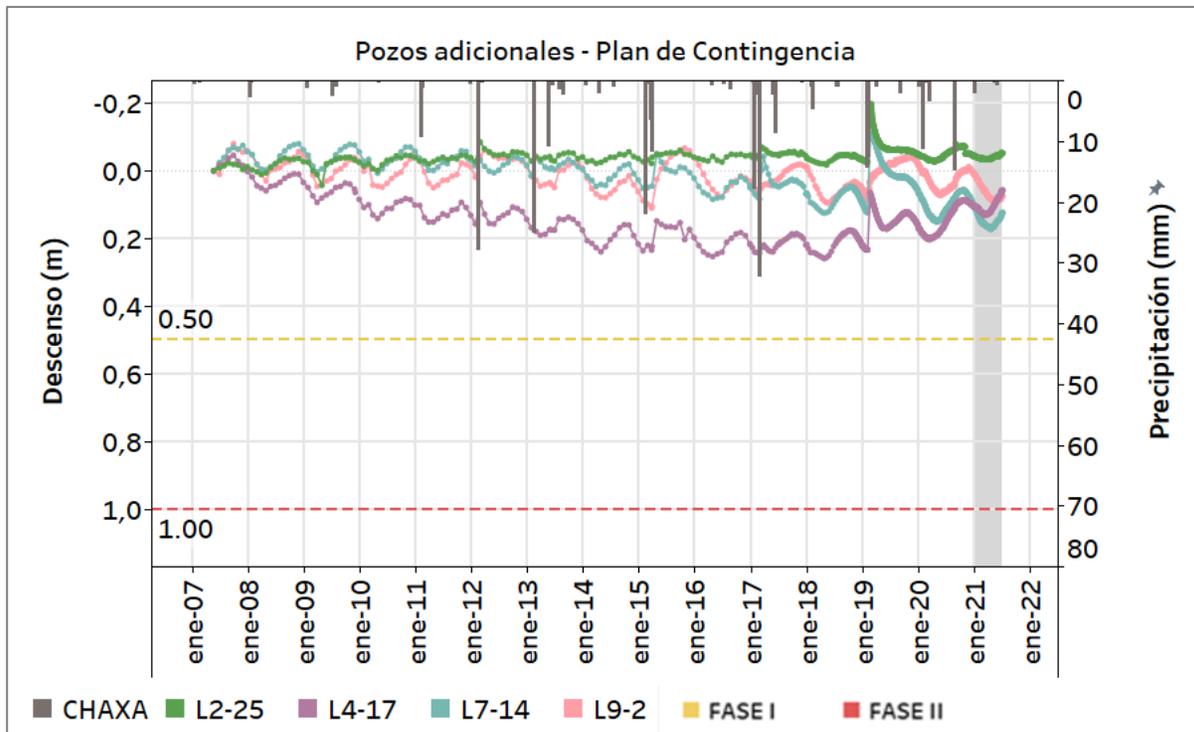


Fuente: Elaboración propia

El resto de los puntos de este grupo muestran una transición entre el acuífero aluvial y la zona marginal. Se muestran en distintos gráficos según el umbral por el que se define el PC; en la Figura 6-132 se grafican los descensos históricos del L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2 y en la Figura 6-133 el L3-15.

Respecto del primer subgrupo (Figura 6-132), para estos indicadores se asimilaron los límites de activación de Fases del subsistema Vegetación Brea-Atriplex. Así, desde el 2007 hasta la fecha, ningún pozo ha descendido más allá del límite de Fase I. El pozo con mayor tasa de descenso correspondía al L4-17 pero posterior a las lluvias de 2019, el pozo empezó a mostrar una tendencia de ascenso y que se mantiene también durante primer semestre 2021. Parece que este cambio en la tendencia se mantiene con lo que posiblemente sea debido al paro del pozo Camar-2. Al cierre del presente semestre reportado, el indicador que se encuentra más cercano al umbral es el L7-14 a una distancia de

**Figura 6-132: Descensos de los indicadores L2-25, L4-17, L7-14 y L9-2, junto con sus umbrales del PC**

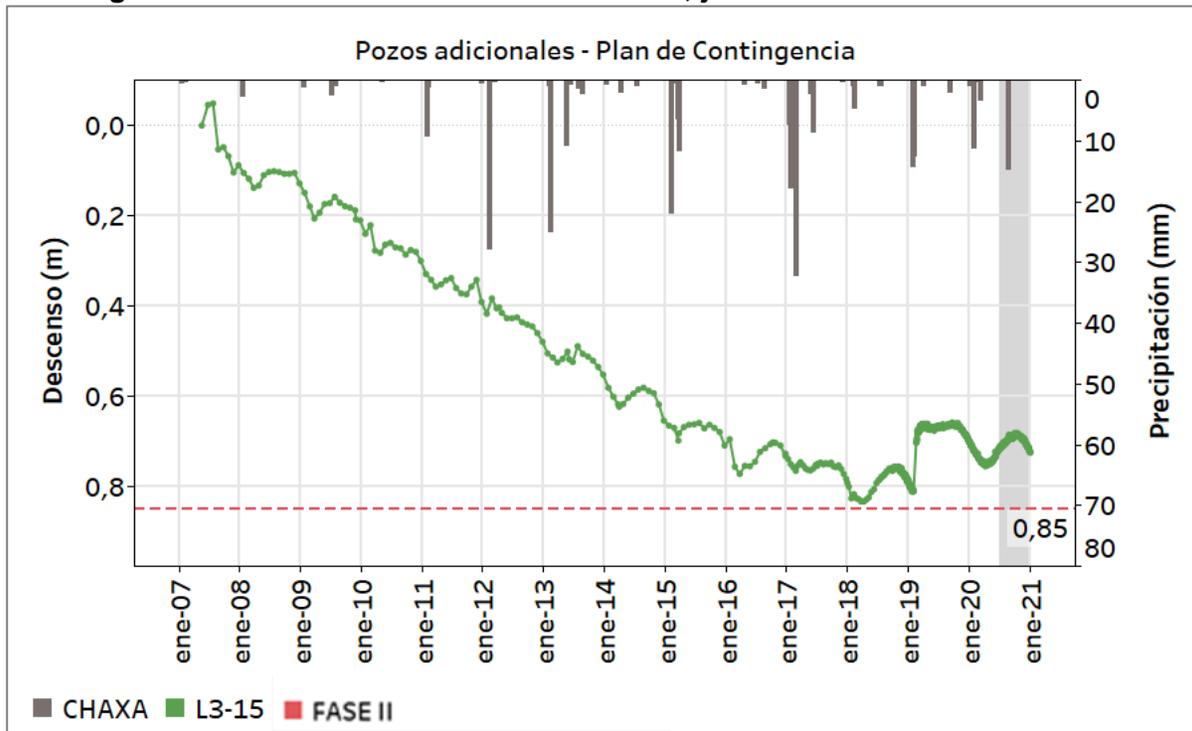


Fuente: Elaboración propia

Con respecto al pozo L3-15 (Figura 6-133), que muestra también un comportamiento mixto entre el asociado a la zona marginal y al acuífero aluvial, se observa que la tasa de descenso del nivel de 6,7 cm/año se ha visto atenuada a partir del año 2018, asociado probablemente a la detención del pozo Camar-2 y a eventos de precipitación como los registrados durante febrero de 2019. Para el pozo L3-15 se define únicamente el límite para la activación de la Fase II, con un umbral

de descenso de 0,85 m, el que no ha sido superado a la fecha. En el actual periodo reportado, y desde el evento de precipitación de 2019, los niveles de este indicador parecen mostrar un cambio con respecto los periodos anteriores; la oscilación estacional se produce sobre cotas más elevadas y, por el momento, no se aprecia tendencia de descenso.

**Figura 6-133: Descenso del indicador L3-15, junto con sus umbrales del PC**



Fuente: Elaboración propia

### 6.2.7. INDICADORES DE ESTADO SISTEMA PEINE

Tal como se especifica en el PdC presentado a la SMA, se comprometió aplicar los umbrales de activación de Fase I y/o II definidos para el Sistema Peine, tanto en el seguimiento del proyecto

aprobado por la RCA N°226/2006 (pozos 1028, L10-11 y L10-4), como a los pozos PN-05B y PN-08A establecidos en el considerando 10.18 de la RCA N°21/16<sup>70</sup>.

Para los pozos pertenecientes al plan de seguimiento contemplado en la RCA N°226/2006 (pozos 1028, L10-11 y L10-4), el PdC propone el contraste entre las mediciones efectuadas a partir de octubre de 2018, respecto a los umbrales establecidos (umbrales variables anualmente en forma escalonada). Para el caso de los pozos PN-05B y PN-08A de la RCA N°21/16, la adopción de medidas de control se condiciona al aviso por parte de la SMA a SQM de la activación de Fase II. Cabe señalar que durante el primer semestre de 2021 no se recibieron avisos por parte de la SMA relativos a la activación de Fase II de estos pozos.

Como se ha mencionado, los umbrales de los indicadores 1028, L10-11 y L10-4 son escalonados y varían de forma anual, disminuyendo la cota los meses de septiembre de cada año; el cambio de escalón se produce los segundos semestres de cada año, por lo que, en el actual semestre reportado no hay cambio de escalón.

El pozo 1028 se encuentra cercano al punto de desborde de Interna, pero según el análisis efectuado con el resto de los pozos del PSAH del sistema Peine, este punto muestra un comportamiento relacionado con el núcleo (sección 6.1.4). Durante este semestre se ha registrado el pulso producido por la lluvia de agosto de 2020. Al cierre del primer semestre el indicador se encuentra todavía en fase de recuperación, a una distancia de 4,5 cm por sobre el umbral de Fase I.

El indicador L10-11 (Figura 6-135) también se encuentra en el núcleo, con el consecuente patrón de comportamiento de nivel, igual que el anterior pozo descrito (1028). El comportamiento observado en este pozo es totalmente análogo al 1028.

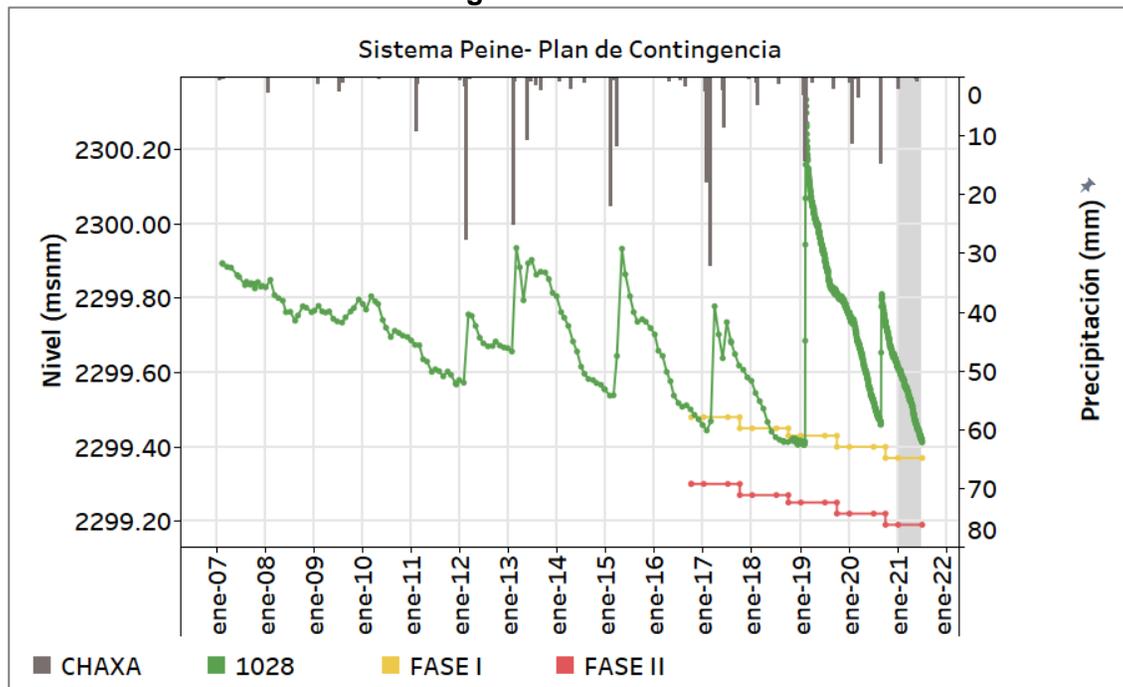
---

<sup>70</sup> Asimismo, mediante Res. Ex. 1367/2020, de 6 de agosto de 2020, la aplicación de estos umbrales de activación para los indicadores de estado mencionados fue ordenada como medida provisional por parte de la Superintendencia del Medio Ambiente, medida que fue renovada mediante Res. Ex. N°2141/2020, Res. Ex. N°962/2021, Res. Ex. N° 1695/2021, Res. Ex. N°1940/2021, y Res. Ex. N°2389/2021.

Justo antes del cierre del primer semestre de 2021, el día 29 de junio, el pozo L10-11 atravesó el umbral de la Fase I por primera vez, pero tal y como se ha descrito en el capítulo 5.1.5, este indicador no ha activado fase del PC hasta el 30 de septiembre dada la definición de Plan de Contingencia para el sistema Peine denle los términos de la propuesta de Programa de Cumplimiento F-041-2016. Previo a la presentación de la versión de 29 de septiembre de 2021, se prevé activación considerando promedio de tres meses consecutivos; a partir de observaciones formuladas en Res. Ex. 34/RoI F-041-2016, la activación se realiza una vez que se registra nivel bajo umbral. Ambas condiciones se cumplieron el 30 de septiembre de 2021.

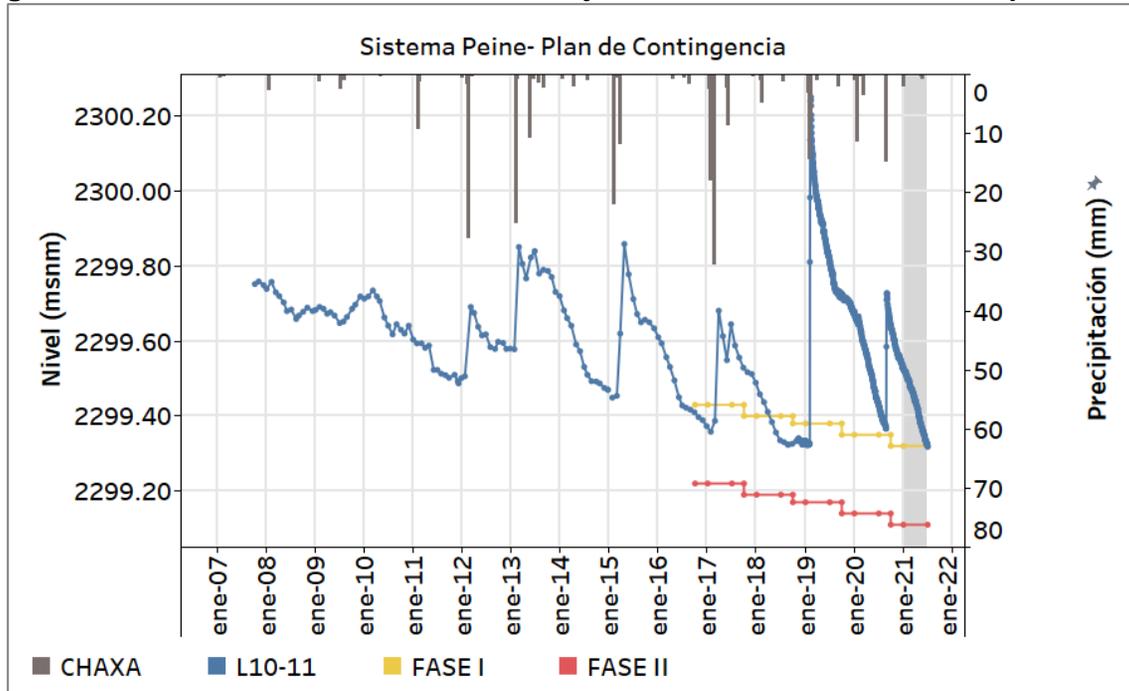
Por su parte, el L10-4 (Figura 6-136) se encuentra en el extremo de la zona marginal, cercano al núcleo, por lo que, a partir del análisis de niveles, se ha podido ver que este punto muestra un comportamiento transicional entre la zona marginal y el núcleo, aunque dada su proximidad al núcleo, se registran variaciones muy similares al resto de puntos caracterizados como núcleo. Al cierre del primer semestre de 2021, el pozo se encuentra a una distancia de 9 cm respecto su umbral de Fase I.

**Figura 6-134: Niveles medidos en el 1028 junto con sus umbrales, pertenecientes al Plan de Contingencia del sistema Peine**



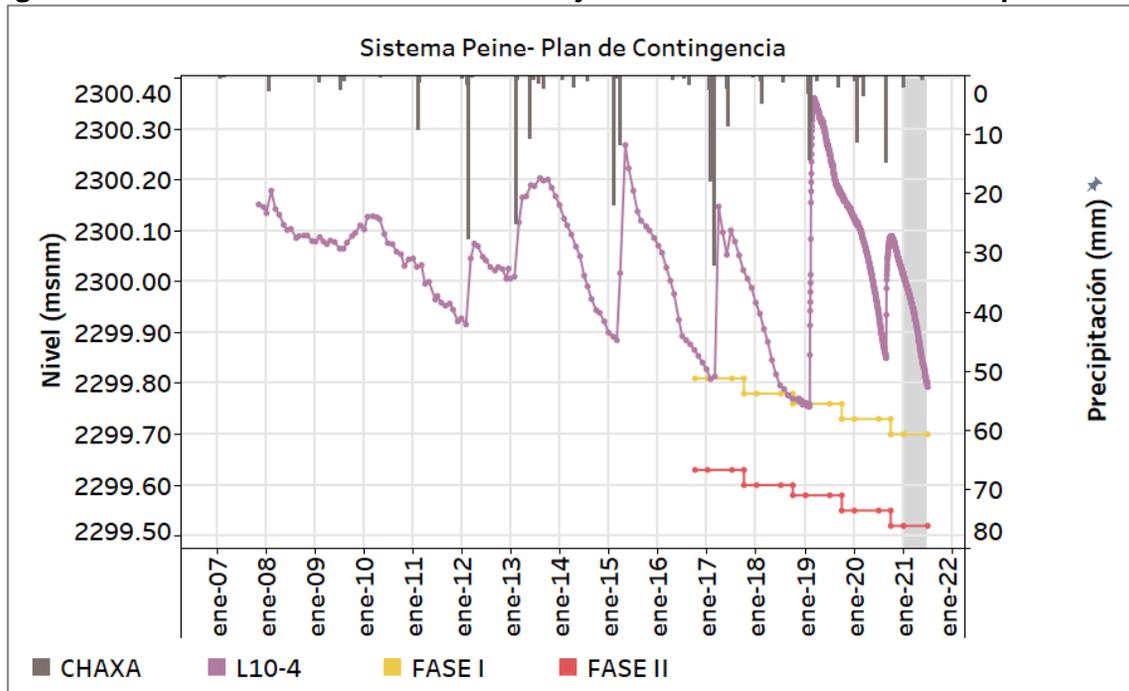
Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-135: Niveles medidos en el L10-11 junto con sus umbrales correspondientes**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

**Figura 6-136: Niveles medidos en el L10-4 junto con sus umbrales correspondientes**



Fuente: Elaboración propia. Sistema referencia WGS-84.

## 7. CONCLUSIONES

El PSAH asociado a la RCA 226/2006 abarca una gran extensión espacial, con 225 puntos de monitoreo en los que se registran 35 parámetros, con diferente frecuencia de medición en función del punto, de la variable y del parámetro objeto de control (desde medición continua a frecuencia anual). El PSAH permite monitorear el comportamiento hidrogeológico del Salar de Atacama, entregando información clave para, por un lado, el resguardo de los sistemas lacustres y vegetativos y por otro, para mejorar el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico de la cuenca, información con la que se nutren las actualizaciones del modelo numérico hidrogeológico comprometidas en la RCA indicada anteriormente.

Durante el periodo semestral reportado, comprendido entre el 1 de enero y el 30 de junio del año 2021, se efectuaron campañas de monitoreo de todos los puntos incluidos en el PSAH, de acuerdo con la frecuencia establecida. Uno de los mayores obstáculos que se ha venido produciendo en los anteriores semestres es mantener la frecuencia de mediciones comprometidas en todos los puntos que conforman la red de seguimiento. Esta situación ha sido debido, por un lado, a la aplicación de la normativa que restringe el ingreso a las áreas de RNF del Sistema Soncor y Sistema Aguas de Quelana (Res. N°56/2019 de la SMA). Además, se ha visto agravada por las medidas sanitarias tomadas ante el estado de pandemia del COVID-19, que ha mantenido completamente cerrado el acceso a estas zonas. En este sentido, en el primer semestre 2021 se reabrieron los accesos a las reservas y se pudieron reanudar los trabajos, por lo que este semestre ha destacado por el número elevado de puntos se han podido volver a visitar, puntos en algunos casos no habían sido medidos desde que la resolución N°56/2019 entró en vigor. Vale decir que, no obstante, en algunos casos la frecuencia no ha podido ser la deseada según los compromisos de SQM, ya que los procedimientos y condicionantes necesarios para el ingreso limitan el tiempo y los sectores en cada visita.

Otros de los motivos que ha venido dificultando los trabajos de monitoreo es la denegación del ingreso del personal de SQM a los sectores pertenecientes a la comunidad de Peine (parte de la red del Sistema Peine) y la Comunidad de Coyo (norte sistema Soncor, sector de Tambillo). En este sentido, este primer semestre de 2021 también se ha caracterizado por haber logrado volver a contar con la autorización de la Comunidad de Peine para la visita a los puntos que están en

su área de control; esto ha llevado a poder volver a medir puntos que llevaban sin ser visitados desde 2018. Aunque, como ha ocurrido en las áreas de RNF, no ha sido posible mantener la frecuencia deseable según los compromisos del PSAH. Respecto del área de Tambillo, donde se encuentran tres puntos de control, todavía no se ha contado con la autorización, por lo que se mantienen sin ser visitados desde octubre 2019.

A continuación, se describen las principales conclusiones de las variables de seguimiento y del estado del Plan de Contingencias.

#### De los niveles de agua/salmuera subterránea

En general, para el primer semestre de 2021 y según la información que se ha conseguido levantar, todos los pozos han mostrado, según sus niveles, mantener el comportamiento esperado según su patrón Tipo Núcleo, Tipo Marginal, Tipo Aluvial, Influencia de agua superficial y todos los comportamientos transicionales asociados.

Los del Tipo Núcleo, influenciados por la extracción de salmuera en el núcleo, todavía están mostrando la recuperación (descenso) posterior al evento de lluvia de agosto de 2020. Los de Tipo Aluvial, influenciados por la extracción de agua industrial, han mantenido las tasas de descenso con respecto al anterior semestre, a excepción de aquellos puntos que se ven influenciados por la detención o disminución de los pozos de agua industrial Allana, Mullay-1 y Camar-2. Destaca el comportamiento observado en el pozo L10-1, que llevaba sin ser medido desde marzo 2019 y las mediciones de este primer semestre 2021 han resultado encontrarse casi un metro por debajo de la última medición, cuando además este punto llevaba una tendencia de ascenso. Lo que es posible que se haya producido algún cambio en el acuífero aluvial del sistema Peine. De los puntos influenciados por los cuerpos de agua superficiales (sistema Soncor y Peine) se ha podido comprobar con los recientes datos, que se mantienen estables dentro del comportamiento histórico en cada caso.

#### Del plan de contingencias

Durante el primer semestre de 2012, en el sistema Soncor se ha registrado la activación de la Fase II de los indicadores L1-5 y L1-G4 Reglilla en el mes de abril. Los análisis elaborados en el

informe de investigación asociado resuelven que la causa radica en que estos puntos dejaron de recibir los aportes de agua superficial producto de los desbordes de la laguna Barros Negros sobre el sector de Cola de Pez. En ambos casos, la Fase II se mantiene activada, incluso en el momento de la elaboración del presente informe.

En el sistema de Vegetación Borde Este – Vegetación Hidromorfa se ha producido de nuevo las activaciones de Fase II de los indicadores L1-17 (3 de marzo 2021) y L2-27 (9 de febrero 2021). Durante el primer semestre 2021 se produce la desactivación de la Fase II y posteriormente también la Fase I.

En el sistema de Vegetación Borde Este – Vegetación Brea Atriplex se mantienen activadas las Fases I (con respecto al anterior semestre reportado) de los indicadores L7-6, L2-7, L1-3 y L2-28.

Respecto del sistema Peine, el día 29 de junio 2021 se registra la activación de la Fase I del indicador L10-11, que se mantiene activa incluso hasta la fecha de la elaboración de este reporte.

Del sistema Aguas de Quelana y de los indicadores adicionales (sistema Vegetación Borde Este), no se ha producido ninguna activación de fase en este periodo. Respecto los indicadores de estado PN-05B y PN-08 del PAT Sector Alerta Núcleo de de la RCA N°21/2016<sup>71</sup>, SQM no ha recibido ninguna notificación por parte de la SMA sobre la activación de alguno de ellos.

#### De las variables meteorológicas

El análisis histórico de las variables meteorológicas considera la medición de precipitación, evaporación, velocidad del viento y temperatura, variables que condicionan en distinta medida el

---

<sup>71</sup> Asociados a los indicadores de estado, umbrales de activación y medidas de control definidas para el Sistema Peine, en el marco del Programa de Cumplimiento propuesto a la Superintendencia del Medio Ambiente en el procedimiento administrativo sancionatorio F-041-2016, y a las medidas provisionales impuestas por el mismo organismo a través de Resolución Exenta N°1367/2020, de 6 de agosto de 2020, renovadas mediante Res. Ex. N°2141/2020, Res. Ex. N°962/2021, Res Ex. N° 1695/2021, Res. Ex. N°1940/2021, y Res Ex. N°2389/2021, que disponen la continuidad de parte de las acciones incluidas en el programa de cumplimiento propuesto por SQM Salar S.A

comportamiento de los niveles del PSAH. El registro histórico de precipitación muestra un cambio de tendencias en el tiempo, diferenciándose dos épocas. Durante el primer periodo, entre el 2007 y el 2011, se registraron pocos eventos de precipitación, mientras que, en forma posteriormente se observa un incremento de estas. Durante el periodo a reportar, no se han registrado grandes eventos de precipitación, los mayores eventos son de 2,1 mm en enero para Chaxa, y en mayo para KCL.

#### De la extensión lagunar

Este periodo contempla el levantamiento de información respecto de esta variable mediante imagen satelital de alta resolución, recorrido RTK (que quedó pendiente del año anterior) y estacas perimetrales. En el primer semestre 2021 se ha logrado realizar el RTK en las lagunas Chaxa, Barros Negros, Salada y Saladita, no así en las lagunas Puilar e Interna producto de las limitaciones que suponen las autorizaciones de ingreso a RNF y al área del sistema Peine controlada por la Comunidad de Peine. Durante el recorrido a pie del RTK, se realizó también el levantamiento de la información mediante estacas perimetrales. Aunque esta actividad tiene una frecuencia trimestral (dos veces cada semestre), solo se ha podido realizar en el mes de abril, ya que en enero no se contó con los permisos para acceder a las lagunas.

#### De los caudales de agua superficial

En los dos últimos meses del primer semestre 2021 se han podido retomar las mediciones en el sistema Soncor (puntos Aforo Barros Negros y Puente San Luis) y también en el sistema Peine (puntos aforo Salada y Saladita), lo cual ha supuesto un buen aporte al registro de estos puntos teniendo en cuenta que el aforo Barros Negros no se media desde octubre 2019 y los aforos de Peine desde abril 2018. No obstante, al largo periodo sin mediciones, las nuevas mediciones se observan estar en valores similares a los años previos, por lo que es probable que no haya habido cambios destacables en el patrón de comportamiento de estos puntos.

#### De la calidad química de aguas superficiales y subterráneas

En relación a la calidad físico-química de las aguas superficiales y subterráneas, y en base a las mediciones y muestras que se han logrado tomar, es posible concluir que la gran mayoría de los

parámetros monitoreados durante el primer semestre del año 2021 se encuentran dentro del rango histórico, con excepciones aisladas que no sugieren un comportamiento anómalo del sistema ni se evidencian tendencias generalizadas. Cabe mencionar un cambio en la calidad en el punto L10-1, que no había podido ser muestreado desde octubre de 2018 y las últimas muestras presentan un aumento considerable respecto a su registro histórico para CE, densidad, SDT y ST y valores mínimos para el pH de terreno. Este cambio se condice con lo observado en niveles y posición de la cuña, se atribuye a algún cambio en el acuífero aluvial.

#### De las extracciones de agua industrial

Los pozos que se encuentran 100 % operativos son el CA-2015 (Sistema Vegetación Borde Este) y el Socaire-5B (Sistema Aguas de Quelana). Durante el segundo primer semestre de 2021 se han mantenido por debajo de los límites ambientalmente aprobados.

Del resto, en el Sistema Soncor, el pozo Mullay-1 se ha reactivado con la mitad de su caudal autorizado y el Allana se ha detenido. En el Sistema de Aguas de Quelana, a partir de junio de 2021 se procedió al desmantelamiento de la infraestructura de bombeo del pozo Camar-2, que llevaba detenido desde enero de 2018.

#### De la posición de la cuña salina

En el presente semestre de reporte se han podido realizar todos los perfiles de conductividad eléctrica, con la excepción del pozo Cuña 5, debido a situarse dentro de RNF y no contar con permiso de acceso. Respecto de los perfiles que sí se han realizado (Cuña 1, Cuña 2 y Cuña 3 en el Sistema Soncor, Cuña 4 y L4-3 en el Sistema Aguas de Quelana y Cuña 6, L10-1 y Cuña 7 en el sistema Peina), únicamente cabe desatacar un cambio en los valores de CE medidos en la parte superior (primeros 50 m) del pozo L10-1, mostrando en la actualidad valores de CE mayores a profundidades menores. Este cambio se condice con lo observado en las variables niveles y calidad y se atribuye a algún cambio en el acuífero aluvial. De lo observado en todos los pozos se concluye que la interfaz se mantiene con un comportamiento estable y sin tendencia en el tiempo.



**INFORME N.º 29 DEL PSAH PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN  
MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA  
RCA N.º 226/2006**

---

## 8. REFERENCIAS

- Amphos 21. (2009a). *Actualización del modelo conceptual del sector Soncor, Informe para SQM*. Santiago.
- Boutt, D., Corenthal, L., Moran, B., Munk, L., & Hynek, S. (2021). Imbalance in the modern hydrologic budget of topographic catchments along the western slope of the Andes (21-25°S): implications for groundwater recharge assessment. *Hydrogeology Journal*, 985-1007. doi:<https://doi.org/10.1007/s10040-021-02309-z>
- Fetter, C. W. (2001). *Applied Hydrogeology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hidroestudios. (2021). *Informe de investigación Activación fase II indicador de estado L2-27 (marzo 2021)*. Santiago.
- Hidroestudios. (2021). *Informe investigación Activación Fase II L1-17 (marzo 2021)*. Santiago.
- IDAEA-CSIC. (Noviembre de 2018). *Informe de Efectividad de Acción*. Barcelona.
- IDAEA-CSIC. (2018). *Informe de Investigación producto de la activación del plan de contingencia en los puntos L1-5 y regilla L1-G4*. Barcelona.
- Marazuela, M. A., Vázquez, E., Palma, T., García, A., & Ayora, C. (2018). 3D mapping, hydrodynamics and modelling of the freshwater-brine mixing zone in salt flats similar to the Salar de Atacama (Chile). *Journal of Hydrology* 561, 223–235.
- SGA, S. e. (2015). *Estudio hidrogeológico y modelo numérico Sector Sur del Salar de Atacama (Anexo 1). Estudio de Impacto Ambiental proyecto "Modificaciones del Sistema de Pozas de Evaporación solar en el Salar de Atacama de Rockwood Lithium"*. Santiago.
- SQM. (2016). *INFORME N° 19 DEL PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HIDROGEOLOGICO PROYECTO CAMBIOS Y MEJORAS DE LA OPERACIÓN MINERA EN EL SALAR DE ATACAMA*. Santiago.

Urrutia, J., Guimerà, J., Custodio, E., Herrera, C., Jódar, J., Acosta, O., & Ansón, I. (2021). Processes explaining the origin and evolution of groundwater composition in the Andean Precordillera and Altiplano of the Tarapacá Region of northern Chile. *Science of the Total Environment*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149742>

## 9. GLOSARIO Y ABREVIACIONES

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

**Cota piezométrica:** Altura del agua/salmuera respecto al nivel medio del mar.

**Cota de punto de referencia:** Altura del punto de referencia respecto al nivel medio del mar, desde donde se mide el nivel del agua y/o salmuera.

**Cota punto:** Definición equivalente a Cota de punto de referencia indicada en los Informes N°1 y N°2 de Integrant, 2007.

**DGA:** Dirección General de Aguas.

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

**Limnómetro:** Reglilla graduada para medición de nivel.

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

**Zona de transición:** Agua superficial o subterránea con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 3.000 y 100.000 mg/L. o análogamente, aguas con conductividades entre 2,2 y 142,9 mS/cm.

**C.:** Registros Continuos de nivel.

**LD:** Límite de detección.

**LM:** Límite de medición (superior).

**LT:** Level Troll (equipo para medición en continuo de niveles basado en sensores de presión hidroestática).

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

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

**PC:** Plan de Contingencias.

**PSA:** Plan de Seguimiento Ambiental.

**PSAH:** Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico.

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

**Remediación:** medición que se realiza sobre un punto ya medido previamente, con la finalidad de ratificar el resultado original.

**WGS84:** sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).