



PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL HÍDRICO (PSAH)

Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”

Informe Anual N° 6

Período Enero – Diciembre 2021



Región de Antofagasta

Marzo 2022

INDICE GENERAL

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	16
3	OBJETIVOS	26
4	MATERIALES Y MÉTODOS	27
4.1	Área de estudio	27
4.2	Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de Medición y Muestreo.....	31
4.2.1	Implementación del Plan de Monitoreo	32
4.2.2	Red de Monitoreo Variables Meteorológicas	37
4.2.3	Red de Monitoreo de Evapotranspiración	39
4.2.4	Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas	43
4.2.5	Red de Monitoreo de Nivel, Posición Interfase Salina, Aforos y Calidad Química	46
4.2.6	Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre.....	63
4.2.7	Red del Plan de Alerta Temprana	67
4.3	Metodología y Materiales/Equipos de Muestreo, Medición y Análisis	73
4.3.1	Medición de Variables Meteorológicas.....	73
4.3.2	Medición de Evapotranspiración	74
4.3.3	Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas	80
4.3.4	Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas	86
4.3.5	Aforo de Caudales Superficiales	87
4.3.6	Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre.....	90
4.3.7	Medición de Posición de la Interfase Salina	91
4.3.8	Muestreo y Análisis de la Calidad Química de agua superficial y subterránea	93
4.3.9	Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre.....	101
4.4	Fechas campañas 2021	102
5	RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE	105
5.1	Variables meteorológicas	105
5.1.1	Precipitación	112
5.1.2	Temperatura	117
5.1.3	Presión atmosférica.....	119
5.1.4	Evaporación.....	120
5.2	Evapotranspiración.....	122
5.2.1	Sector La Punta-La Brava	123
5.2.2	Sector Peine	126
5.2.3	Sector Norte y Borde Este.....	129
5.2.4	Sector Núcleo	133
5.3	Superficie Cubierta por Lagunas.....	135

5.3.1	Sistema La Punta-La Brava	137
5.3.2	Sistema Peine	142
5.3.3	Sistema Aguas de Quelana.....	147
5.3.4	Sistema Soncor	152
5.4	Nivel limnimétrico de las lagunas	157
5.4.1	Sector La Punta-La Brava	158
5.4.2	Sector Peine	163
5.4.3	Sector Norte y Borde Este.....	169
5.5	Caudales Superficiales.....	174
5.6	Nivel freático en salmuera y agua dulce-salobre	179
5.6.1	Sector La Punta – La Brava	180
5.6.2	Sector Peine	208
5.6.3	Sector Norte y Borde Este.....	224
5.6.4	Sector Núcleo	230
5.7	Posición de la Interfase Salina	270
5.7.1	Sector La Punta – La Brava	271
5.7.2	Sector Peine	314
5.7.3	Sector Norte y Borde Este.....	354
5.8	Calidad Química del agua superficial y subterránea.....	361
5.8.1	Sector La Punta – La Brava	393
5.8.2	Sector Peine	450
5.8.3	Sector Norte y Borde Este.....	506
5.8.4	Química de los Pozos de Extracción.....	559
5.9	Caudales bombeados en salmuera y en agua dulce-salobre	566
5.9.1	Caudales bombeados en salmuera.....	566
5.9.2	Caudales bombeados en agua dulce-salobre.....	574
5.10	Red del Plan de Alerta Temprana	578
5.10.1	Sector de Alerta Núcleo.....	580
5.10.2	Sector de Alerta Acuífero	584
5.10.3	Sector de Alerta Norte	589
5.10.4	Medidas asociadas a los PAT	595
6	DISCUSIONES.....	601
6.1	Análisis en relación con límites establecidos en la RCA N°21/2016	602
6.1.1	Superficie cubierta por lagunas	602
6.1.2	Nivel Limnimétrico de las Lagunas.....	621
6.1.3	Aforos de Caudales Superficiales	622
6.1.4	Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre.....	623
6.1.5	Posición de la Interfase Salina	629
6.1.6	Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea.....	629

6.1.7	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	630
6.2	Análisis del año hidrológico	632
6.3	Análisis de la evolución temporal de la evapotranspiración	635
6.3.1	Evapotranspiración mediante domos	635
6.3.2	Evaporación de lámina libre	637
6.4	Análisis integrado de la información por sectores.....	638
6.4.1	Sector La Punta – La Brava	638
6.4.2	Sector Peine	650
6.4.3	Sector Norte y Borde Este.....	661
6.4.4	Sector Núcleo	672
6.5	Discusión y Revisión del Estado del PAT	679
6.6	En relación Reportabilidad a entregables 2021, en el marco de la RCA N°21/2016.....	684
6.6.1	En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA N°21/2016.	684
6.6.2	En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA N°21/2016	685
6.6.3	En relación con la cota topográfica de referencia, Considerando 10.10 de la RCA N°21/2016.....	685
6.6.4	En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA N°21/2016.....	686
6.6.5	En relación con los entregables asociados a las activaciones de los PAT.....	686
6.7	En relación con la conexión en línea y reporte electrónico para el monitoreo del componente hídrico, Resolución Exenta SMA N° 1.314/2020.....	688
7	CONCLUSIONES.....	689
8	REFERENCIAS.....	696

INDICE FIGURAS

Figura 4-1 Plano de Ubicación General del Salar de Atacama	28
Figura 4-2 Definición de Zonas y sub-cuencas del Salar y Sectores Asociados con el PSAH	30
Figura 4-3 Línea de Tiempo de Implementación del Plan de Monitoreo e Instalación de lisímetros	35
Figura 4-4 Red de Monitoreo PSAH.....	36
Figura 4-5 Ubicaciones de las Estaciones Meteorológicas	38
Figura 4-6 Red Monitoreo Evapotranspiración	40
Figura 4-7 Red Superficie Cubierta por Lagunas.....	45
Figura 4-8 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	48
Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector Peine	52
Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este.....	56
Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo	59
Figura 4-12 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera	66
Figura 4-13 Ubicación Puntos PAT	68
Figura 4-14 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados	74
Figura 4-15 Preparación del terreno e instalación del domo	77
Figura 4-16 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica	78
Figura 4-17 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria	80
Figura 4-18 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (ráster) a polígonos (shape)	86
Figura 4-19 Medición de nivel en reglilla.....	87
Figura 4-20 Esquema de medición de caudal de aforo	88
Figura 4-21 Aforo con molinete	89
Figura 4-22 Esquema de sección de aforo con dos polígonos.....	90
Figura 4-23 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros	91
Figura 4-24 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3.....	92
Figura 5-1 Precipitación diaria con data histórica, periodo 2009-2021	112
Figura 5-2 Precipitación mensual con data histórica, periodo 2002-2021	113
Figura 5-3 Precipitación anual EM-Rockwood, periodo 2002-2021.....	114
Figura 5-4 Precipitación por año hidrológico EM-Rockwood, año hidrológico 2003-2020	114
Figura 5-5 Temperaturas extremas diarias [°C], periodo 2009-2021.....	117
Figura 5-6 Distribución T° mínimas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021	118
Figura 5-7 Distribución T° máximas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021	118
Figura 5-8 Presión atmosférica diaria, periodo 2016-2021	119
Figura 5-9 Evaporación diaria, periodo 2009-2021.....	120
Figura 5-10 Distribución Evaporación Lámina Libre EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021	121
Figura 5-11 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector La Punta – La Brava	124
Figura 5-12 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-19, Sector La Punta-La Brava	125
Figura 5-13 Evolución de la evapotranspiración en los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22, Sector La Punta-La Brava.....	125
Figura 5-14 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Peine	127
Figura 5-15 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-18, Sector Peine	128
Figura 5-16 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, Sector Peine	128
Figura 5-17 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Norte y Borde Este 130	
Figura 5-18 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-5, Sector Norte y Borde Este.....	131
Figura 5-19 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4, Sector Norte y Borde Este	131
Figura 5-20 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-11 y EVT-12, Sector Norte y Borde Este	132

Figura 5-21 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-6, EVT-7 y EVT-8, Sector Norte y Borde Este	132
Figura 5-22 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Núcleo	134
Figura 5-23 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-9, EVT-10 y EVT-13, Sector Núcleo	135
Figura 5-24 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta-La Brava	138
Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta y La Brava, agosto – diciembre 2021	139
Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	140
Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	141
Figura 5-28 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine	143
Figura 5-29 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, agosto – diciembre 2021	144
Figura 5-30 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	145
Figura 5-31 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	146
Figura 5-32 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana	148
Figura 5-33 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, agosto – diciembre 2021	149
Figura 5-34 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	150
Figura 5-35 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 – 2017- 2018 – 2019 y 2020, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	151
Figura 5-36 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor	153
Figura 5-37 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, agosto – diciembre 2021	154
Figura 5-38 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021 sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	155
Figura 5-39 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)	156
Figura 5-40 Puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, sector La Punta-La Brava	159
Figura 5-41 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2021), sector La Punta - La Brava (parte 1 de 2)	162
Figura 5-42 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2021), sector La Punta - La Brava (parte 2 de 2)	162
Figura 5-43 Mapa de ubicación puntos de monitoreo niveles limnimétricos, sector Peine	163
Figura 5-44 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 1 de 3)	168
Figura 5-45 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 2 de 3)	168
Figura 5-46 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 3 de 3)	169
Figura 5-47 Mapa de ubicación puntos de monitoreo nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este .	170
Figura 5-48 Evolución histórica de nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este	174
Figura 5-49 Ubicación Puntos de Aforo PSAH	175
Figura 5-50 Diagramas de Cajas y Bigotes Caudales Aforados	177
Figura 5-51 Variación temporal de caudales superficiales Aforados	178
Figura 5-52 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector La Punta-La Brava	182
Figura 5-53 Hidrogramas de los pozos de observación del Este y Norte de las lagunas del sector La Punta-La Brava	204

Figura 5-54 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Sur de las lagunas, sector La Punta-La Brava	205
Figura 5-55 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Borde Sur, sector La Punta-La Brava	206
Figura 5-56 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector Peine	209
Figura 5-57 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Laguna Interna, Zona Media Lagunas e Inicio Laguna Salada, sector Peine	222
Figura 5-58 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Borde Este y sur de Peine	223
Figura 5-59 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Norte y Borde Este	225
Figura 5-60 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Norte y Borde Este	229
Figura 5-61 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Núcleo.....	233
Figura 5-62 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Núcleo Centro Norte y Núcleo Oeste	266
Figura 5-63 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Núcleo Este	267
Figura 5-64 Hidrogramas de los pozos de observación de la Zona de Producción	268
Figura 5-65 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector La Punta – La Brava	271
Figura 5-66 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C año 2021	300
Figura 5-67 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C	301
Figura 5-68 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C año 2021	303
Figura 5-69 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C	304
Figura 5-70 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C año 2021	305
Figura 5-71 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C	306
Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C año 2021	307
Figura 5-73 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C	308
Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C año 2021	310
Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C	311
Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C año 2021	312
Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C	313
Figura 5-78 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Peine	314
Figura 5-79 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1 año 2021	341
Figura 5-80 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-07C-1	342
Figura 5-81 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC año 2021	343
Figura 5-82 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC	344
Figura 5-83 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC año 2021	346
Figura 5-84 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC	347
Figura 5-85 Perfiles de C.E. en el punto PP-01 año 2021	348
Figura 5-86 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01	349
Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto PP-02 año 2021	350
Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02	351
Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto PP-03 año 2021	352
Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03	353
Figura 5-91 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Norte y Borde Este	354
Figura 5-92 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C año 2021	359
Figura 5-93 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C	360
Figura 5-94 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava.....	393
Figura 5-95 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico, Sector La Punta-La Brava.....	395
Figura 5-96 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava	396
Figura 5-97 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	399
Figura 5-98 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	400
Figura 5-99 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico (°C), Sector La Punta-La Brava	401

Figura 5-100 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava	403
Figura 5-101 Variación Temporal: SDT y OD <i>in situ</i> , Sector La Punta-La Brava	404
Figura 5-102 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector La Punta-La Brava	406
Figura 5-103 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector La Punta-La Brava.....	407
Figura 5-104 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	408
Figura 5-105 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector La Punta-La Brava	409
Figura 5-106 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	410
Figura 5-107 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava.....	411
Figura 5-108 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.....	415
Figura 5-109 Variación Temporal: HCO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava..	416
Figura 5-110 Variación Temporal: NO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	417
Figura 5-111 Variación Temporal: SO_4 en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	418
Figura 5-112 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	419
Figura 5-113 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	420
Figura 5-114 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	421
Figura 5-115 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	422
Figura 5-116 Diagrama de Piper, campaña enero 2021, Sector La Punta-La Brava	423
Figura 5-117 Diagrama de Piper, campaña febrero 2021, Sector La Punta-La Brava.....	424
Figura 5-118 Diagrama de Piper, campaña marzo 2021, Sector La Punta-La Brava	425
Figura 5-119 Diagrama de Piper, campaña abril 2021, Sector La Punta-La Brava	426
Figura 5-120 Diagrama de Piper, campaña julio 2021, Sector La Punta-La Brava.....	427
Figura 5-121 Diagrama de Piper, campaña octubre 2021, Sector La Punta-La Brava	428
Figura 5-122 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	431
Figura 5-123 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.	432
Figura 5-124 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	433
Figura 5-125 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	434
Figura 5-126 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	437
Figura 5-127 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	438
Figura 5-128 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	439
Figura 5-129 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	443
Figura 5-130 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	444
Figura 5-131 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava.	445
Figura 5-132 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	446
Figura 5-133 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	447
Figura 5-134 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	448
Figura 5-135 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava	449
Figura 5-136 Localización puntos de monitoreo Sector Peine	450
Figura 5-137 Diagrama de Caja, pH <i>in situ</i> histórico, Sector Peine.....	453
Figura 5-138 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica <i>in situ</i> histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Peine.....	454
Figura 5-139 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Peine.....	456
Figura 5-140 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Peine.....	457
Figura 5-141 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico ($^{\circ}\text{C}$), Sector Peine	458
Figura 5-142 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE <i>in Situ</i> , Sector Peine	460
Figura 5-143 Variación Temporal: SDT y OD <i>in Situ</i> , Sector Peine	461
Figura 5-144 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Peine	463

Figura 5-145 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Peine	464
Figura 5-146 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	466
Figura 5-147 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Peine	467
Figura 5-148 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine	468
Figura 5-149 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine	469
Figura 5-150 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	473
Figura 5-151 Variación Temporal: HCO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	474
Figura 5-152 Variación Temporal: NO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	475
Figura 5-153 Variación Temporal: SO_4 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	476
Figura 5-154 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	477
Figura 5-155 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	478
Figura 5-156 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	479
Figura 5-157 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	480
Figura 5-158 Diagrama de Piper, Campaña enero 2021 Sector Peine	481
Figura 5-159 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2021, Sector Peine	482
Figura 5-160 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2021, Sector Peine	483
Figura 5-161 Diagrama de Piper, Campaña abril 2021, Sector Peine.....	484
Figura 5-162 Diagrama de Piper, Campaña julio 2021, Sector Peine	485
Figura 5-163 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2021, Sector Peine	486
Figura 5-164 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	489
Figura 5-165 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	490
Figura 5-166 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	491
Figura 5-167 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	492
Figura 5-168 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	494
Figura 5-169 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	495
Figura 5-170 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	496
Figura 5-171 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	499
Figura 5-172 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	500
Figura 5-173 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	501
Figura 5-174 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	502
Figura 5-175 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	503
Figura 5-176 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine	504
Figura 5-177 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine.....	505
Figura 5-178 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este	506
Figura 5-179 Diagrama de Caja, pH in situ histórico, Sector Norte y Borde Este	507
Figura 5-180 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in situ histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este	509
Figura 5-181 Diagrama de Caja, SDT <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	510
Figura 5-182 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. <i>in situ</i> histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	512
Figura 5-183 Diagrama de Caja, Temperatura <i>in situ</i> histórico ($^{\circ}\text{C}$), Sector Norte y Borde Este	513
Figura 5-184 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE in situ, Sector Norte y Borde Este	515
Figura 5-185 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este.....	516
Figura 5-186 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Norte y Borde Este.....	518
Figura 5-187 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este	519
Figura 5-188 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este.....	521
Figura 5-189 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Norte y Borde Este	522
Figura 5-190 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	523
Figura 5-191 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este	524
Figura 5-192 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	527
Figura 5-193 Variación Temporal: HCO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este .	528
Figura 5-194 Variación Temporal: NO_3 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	529
Figura 5-195 Variación Temporal: SO_4 en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	530

Figura 5-196 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	531
Figura 5-197 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	532
Figura 5-198 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	533
Figura 5-199 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	534
Figura 5-200 Diagrama de Piper, Campaña enero 2021, Sector Norte y Borde Este.....	535
Figura 5-201 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2021, Sector Norte y Borde Este.....	536
Figura 5-202 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2021, Sector Norte y Borde Este	537
Figura 5-203 Diagrama de Piper, Campaña abril 2021, Sector Norte y Borde Este	538
Figura 5-204 Diagrama de Piper, Campaña julio 2021, Sector Norte y Borde Este.....	539
Figura 5-205 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2021, Sector Norte y Borde Este	540
Figura 5-206 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	542
Figura 5-207 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	543
Figura 5-208 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	544
Figura 5-209 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	545
Figura 5-210 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	547
Figura 5-211 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	548
Figura 5-212 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	549
Figura 5-213 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	552
Figura 5-214 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este.....	553
Figura 5-215 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	554
Figura 5-216 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este.....	555
Figura 5-217 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	556
Figura 5-218 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	557
Figura 5-219 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este	558
Figura 5-220 Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	562
Figura 5-221 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro .	564
Figura 5-222 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro .	565
Figura 5-223 Mapa de ubicación de los pozos de extracción de salmuera de Albemarle.....	567
Figura 5-224 Caudales Promedio Mensuales de Extracción de Salmuera por zona, año 2021	570
Figura 5-225 Extracción mensual de salmuera de Albemarle, periodo 1983-2021 (extracción total de zonas A1 y A2)	571
Figura 5-226 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2021	571
Figura 5-227 Caudal medio año operacional 2021	573
Figura 5-228 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2020 y año operacional 2021	573
Figura 5-229 Caudales mensuales por zona año operacional 2021	574
Figura 5-230 Caudales mensuales históricos bombeados en Tilopozo	575
Figura 5-231 Caudales mensuales históricos bombeados en Tucúcaro	576
Figura 5-232 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Peine	576
Figura 5-233 Caudal extraído desde Tilopozo y Tucúcaro durante año calendario 2021	577
Figura 5-234 Caudal extraído desde Tilopozo y Tucúcaro durante año operacional 2021	578
Figura 5-235 Niveles Punto de Monitoreo PN-05B	582
Figura 5-236 Niveles Punto de Monitoreo PN-08A	582

Figura 5-237 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B.....	583
Figura 5-238 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B.....	583
Figura 5-239 Niveles Punto de Monitoreo BA-05.....	585
Figura 5-240 Niveles Punto de Monitoreo BA-07.....	585
Figura 5-241 Niveles Punto de Monitoreo BA-16.....	587
Figura 5-242 Niveles Punto de Monitoreo BA-28.....	588
Figura 5-243 Niveles Punto de Monitoreo BA-30.....	588
Figura 5-244 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-G4 Pozo.....	590
Figura 5-245 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5.....	591
Figura 5-246 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L3-9.....	592
Figura 5-247 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10.....	593
Figura 5-248 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12.....	594
Figura 6-1 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector La Punta y la Brava.	603
Figura 6-2 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector La Punta y la Brava	606
Figura 6-3 Variación histórica Sistema Lagunar La Punta-La Brava, Landsat NDWI (1985-2021).....	607
Figura 6-4 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar La Punta y La Brava.....	608
Figura 6-5 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Peine.....	609
Figura 6-6 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector Peine	611
Figura 6-7 Variación histórica Sistema Lagunar Peine, Landsat NDWI (1985-2021).....	612
Figura 6-8 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Peine	613
Figura 6-9 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Aguas de Quelana	614
Figura 6-10 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector Aguas de Quelana	616
Figura 6-11 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Aguas de Quelana	617
Figura 6-12 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor	618
Figura 6-13 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor	619
Figura 6-14 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Soncor	620
Figura 6-15 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-05B... 625	625
Figura 6-16 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-08A... 625	625
Figura 6-17 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-14B... 626	626
Figura 6-18 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-16B... 626	626
Figura 6-19 Relación niveles freáticos Sector La Punta y La Brava (LPLB) y Peine versus precipitación	628
Figura 6-20 Evaporación de lámina libre estaciones EM-Rockwood y EM-SCL	637
Figura 6-21 Evolución de nivel en relación con la evaporación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava.....	639
Figura 6-22 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava.....	640
Figura 6-23 Evolución de nivel en relación con la evapotranspiración en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava	641
Figura 6-24 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava	641

Figura 6-25 Evolución de nivel profundos en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava	642
Figura 6-26 Evolución de niveles profundos próximos a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava	643
Figura 6-27 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Borde Oeste, Sistema La Punta-La Brava	644
Figura 6-28 Evolución niveles piezómetro somero próximo a pozo Tilopozo. Borde Sur, Sistema La Punta-La Brava.....	644
Figura 6-29 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava	645
Figura 6-30 Evolución histórica de superficie lagunar sistema La Punta- La Brava.....	646
Figura 6-31 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava	647
Figura 6-32 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava	648
Figura 6-33 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine	651
Figura 6-34 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y evaporación en el borde Este. Sistema Peine	652
Figura 6-35 Evolución de niveles en relación con la precipitación mensual. Sistema Lagunar Peine	653
Figura 6-36 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine.....	654
Figura 6-37 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine	655
Figura 6-38 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la precipitación	656
Figura 6-39 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la evaporación	657
Figura 6-40 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine	658
Figura 6-41 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Peine vs Precipitación mensual	659
Figura 6-42 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Peine (2016-2021).....	660
Figura 6-43 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana	663
Figura 6-44 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de Quelana	664
Figura 6-45 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Aguas de Quelana (2016-2021)	665
Figura 6-46 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Aguas de Quelana	665
Figura 6-47 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor	668
Figura 6-48 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a las precipitaciones.....	669
Figura 6-49 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a la evaporación	669
Figura 6-50 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor	670
Figura 6-51 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Soncor (2016-2021).....	671
Figura 6-52 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo	673
Figura 6-53 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Norte y Este	674
Figura 6-54 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Zona de Producción	674
Figura 6-55 Descensos 2014 -2019 sector La Punta-La Brava	676
Figura 6-56 Descensos 2014 -2019 sector Peine	677

INDICE TABLAS

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe PSAH	17
Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales reportados.....	18
Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH.....	20
Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5	23
Tabla 2-5 Responsables de Mediciones, Muestreo y/o Análisis.....	25
Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros	31
Tabla 4-2 Detalle de las Estaciones Meteorológicas	37
Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración.....	40
Tabla 4-4 Domos utilizados para la medición de la EVT en 2021	43
Tabla 4-5 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar	43
Tabla 4-6 Red de Monitoreo Sector La Punta-La Brava	49
Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine	53
Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este	57
Tabla 4-9 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo	60
Tabla 4-10 Pozos de bombeo monitoreados año 2021, 74 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre	63
Tabla 4-11 Indicadores de estado del PAT	71
Tabla 4-12 Condiciones de activación y desactivación PAT	71
Tabla 4-13 Equipos de Estación Meteorológica.....	73
Tabla 4-14 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2021.....	75
Tabla 4-15 Equipos y materiales complementarios al uso de domos.....	75
Tabla 4-16 Factor de corrección por forma.....	79
Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de parámetros <i>in situ</i>	93
Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194	94
Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras	94
Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras	95
Tabla 4-21 Características de preservación de muestras	95
Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros <i>in situ</i> para el muestreo de aguas	97
Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio	98
Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados.....	101
Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2021.....	102
Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase I y Fase II, PAT Sector alerta Norte 2021 y Activación Fase Única, PAT Sector Alerta Acuífero 2021	103
Tabla 4-27 Listado de variables por mes sin monitoreo	103
Tabla 5-1 Resumen registros por estación meteorológica	105
Tabla 5-2 Precipitación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2021	107
Tabla 5-3 Presión atmosférica diaria [mbar] en EM-Rockwood, año 2021.....	108
Tabla 5-4 Temperatura mínima diaria [°C] en EM-Rockwood, año 2021	109
Tabla 5-5 Temperatura máxima diaria en EM-Rockwood, año 2021	110
Tabla 5-6 Evaporación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2021.....	111
Tabla 5-7 Precipitación media mensual [mm] en estaciones meteorológicas en torno al Salar de Atacama	116
Tabla 5-8 Resumen información puntos de medición de evapotranspiración	122
Tabla 5-9 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector La Punta - La Brava	124
Tabla 5-10 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Peine	126
Tabla 5-11 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Norte y Borde Este	129
Tabla 5-12 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Núcleo	134
Tabla 5-13 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades-1A y Landsat 8) del monitoreo 2021 (invierno y verano), en comparación a los registros de línea de base (Adenda 5, 2015).....	136
Tabla 5-14 Clasificación de concordancia según Índice Kappa (Landis y Koch,1977)	137

Tabla 5-15 Resumen áreas medidas, índice capa y estadígrafos históricos para áreas lagunares RCA 21/2016.....	157
Tabla 5-16 Puntos monitoreados para nivel limnimétrico, por sector	157
Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector La Punta-La Brava, año 2021	160
Tabla 5-18 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2021	164
Tabla 5-19 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2021, en sector Norte - Borde Este	171
Tabla 5-20 Resumen información puntos de medición de caudal de escorrentía superficial	175
Tabla 5-21 Resultados campañas de aforo año 2021	176
Tabla 5-22 Estadígrafos por punto de monitoreo de caudal.....	177
Tabla 5-23 Periodo de registro red de monitoreo del sector La Punta-La Brava por zona	180
Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021	183
Tabla 5-25 Periodo de registro red de monitoreo del sector Peine	208
Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021	210
Tabla 5-27 Periodo de registro red de monitoreo del sector Norte y Borde Este	224
Tabla 5-28 Resultados mediciones de nivel en sector Norte y Borde este, año 2021	227
Tabla 5-29 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo.....	230
Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021	234
Tabla 5-31 Puntos de realización de perfiles de conductividad eléctrica	270
Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2021	273
Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2021	281
Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2021	284
Tabla 5-35 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2021	289
Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C campañas año 2021	293
Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2021	297
Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2021.....	315
Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2021	321
Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2021	326
Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2021	330
Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2021	335
Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2020	338
Tabla 5-44 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2021	355
Tabla 5-45 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2021 (1/3).....	364
Tabla 5-46 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2021 (1/3) ...	367
Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2021 (1/4).....	370
Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (1/4)	374
Tabla 5-49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (2/4)	375
.....	376
Tabla 5-50 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (3/4)	376
.....	377
Tabla 5-51 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (4/4)	377
.....	378
Tabla 5-52 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (1/5)	378
Tabla 5-53 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (2/5)	379
.....	379
Tabla 5-54 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (3/5)	380
.....	380
Tabla 5-55 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (4/5)	381
.....	381
Tabla 5-56 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (5/5)	382
.....	382
Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (1/4) ...	383
Tabla 5-58 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (2/4)	384
.....	384

Tabla 5-59 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (3/4)	385
Tabla 5-60 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (4/4)	386
Tabla 5-61 Listado de monitoreos no realizados	387
Tabla 5-62 Clasificación de los tipos de agua	389
Tabla 5-63 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2021	560
Tabla 5-64 Resultados Calidad Química de pozo Tilopozo año 2021	560
Tabla 5-65 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2021	561
Tabla 5-66 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)	561
Tabla 5-67 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año 2021	568
Tabla 5-68 Caudales promedio y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre, año 2021	575
Tabla 5-69 Umbrales de Activación aplicables año 2021	581
Tabla 5-70 Umbrales de Activación Sector Alerta Acuífero	584
Tabla 5-71 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte	589
Tabla 5-72 Medidas asociadas a la activación del PAT por sector	595
Tabla 5-73 Regla de reducción de bombeo de agua y salmuera (Fase Única PAT Alerta Acuífero)	596
Tabla 5-74 Regla de reducción de bombeo Fase II PAT Alerta Norte	597
Tabla 5-75 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT	600
Tabla 6-1 Superficie de sistemas lagunares	602
Tabla 6-2 Regla de extracción aprobada, RCA N°21/2016	630
Tabla 6-3 Precipitaciones anuales (mm)	633
Tabla 6-4 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia	635
Tabla 6-5 Precipitación Anual Año 2021 (mm)	635
Tabla 6-6 Medidas preventivas y acciones tomadas, PAT Alerta Acuífero	681
Tabla 6-7 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase I PAT Alerta Norte	682
Tabla 6-8 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase II PAT Alerta Norte	683

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Variables Meteorológicas

- Anexo A-1: Datos en escala diaria estación meteorológica de Albemarle (2009-2021)
- Anexo A-2: Datos en escala mensual estación meteorológica de Albemarle (2001-2021)
- Anexo A-3: Datos en escala mensual de estaciones DGA (PP mensuales 1970-2021)
- Anexo A-4: Datos en escala mensual de estaciones de terceros (PP mensuales 1970-2021)
- Anexo A-5: Registro de Datos Históricos Fuera de Rango
- Planilla Anexo A Variables Meteorológicas (1970-2021).xlsx

Anexo B: Evapotranspiración

- Registro Anexo B Evapotranspiración (2013-2021)
- Planilla Anexo B Evapotranspiración (2013-2021).xlsx

Anexo C: Superficie cubierta por Lagunas

- Anexo C-1: Informe “Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”
- Anexo C-2: Registro Superficie cubierta por Lagunas (1985-2021)
- Planilla Anexo C Superficie cubierta por Lagunas (1985-2021).xlsx

Anexo D: Nivel Limnimétrico de las Lagunas

- Anexo D-1: Registro Niveles Limnímetros (2016-2021)
- Anexo D-2: Registro Niveles Estacas (2016-2021)
- Planilla Anexo D Nivel Limnimétrico de las Lagunas (2016-2021).xlsx

Anexo E: Caudales Superficiales

- Registro Anexo E Caudales Superficiales (2014-2021)
- Planilla Anexo E Caudales Superficiales (2014-2021).xlsx

Anexo F: Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre

- Registro Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2021)
- Planilla Anexo F Niveles Freáticos en salmuera y en agua dulce-salobre (1985-2021).xlsx

Anexo G: Posición de la Interfase Salina

- Registro Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2021)
- Planilla Anexo G Posición de la Interfase Salina (2013-2021).xlsx

Anexo H: Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

Anexo H-1: Registro Calidad Química In-situ (2013-2021)

Anexo H-2: Registro Calidad Química Laboratorio (2013-2021)

Anexo H-3: Registro Certificados emitidos por ETFA

Anexo H-4: Registro de Calibración diaria del equipo multiparamétrico

Anexo H-5: Registro Estabilización de parámetros In-situ

Anexo H-6: Registro Cadena de custodia

Anexo H-7: Registro de Ajuste de Datos Históricos Fuera de Rango

Planilla Anexo H Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea (2013-2021).xlsx

Anexo I: Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre

Registro Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2021)

Planilla Anexo I Calidad química de pozos de extracción agua dulce-salobre (2003-2021).xlsx

Anexo J: Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre

Registro Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce (1983-2021)

Planilla Anexo J Caudales Bombeados de salmuera y agua dulce-salobre (1983-2021).xlsx

Anexo K: Libreta de terreno

Anexo L: Registro de Permiso de Terceros

Anexo M: Respaldo Resoluciones, Ordinarios y Cartas

Anexo N: Responsables y Participantes del Informe Anual de Seguimiento Ambiental

LISTADO DE ANEXOS FORMATO SMA (RES 894/2019)

Caudales Superficiales, aforos.

2021_SMA_FormatoCaudalAguaSuperficial_AFORO.xlsx

Niveles de Aguas y Salmuera (pozos y limnímetros)

2021_Nivel de Agua y Salmuera Históricos.xlsx

Caudales de Bombeo

2020_SMA_Bombeos.xlsx

Calidad de Aguas (superficial y subterránea)

2021_SMA_CalidadAguaSupYSub-LPLB.xlsx

2021_SMA_CalidadAguaSupYSub-NyBE.xlsx

2021_SMA_CalidadAguaSupYSub-Peine.xlsx

2021_SMA_Planilla Calidad Agua 3 Pozos Bombeo.xlsx

Estratigrafía y perfiles de habilitación.

2021_SMA_Listado_puntos_subte PSAH_Res894 a Dic_2021.xlsx

2021_SMA_Reportabilidad 894 pozos Produccion_ALB_Salar a Dic-21.xlsx

2021_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema LPLB.pdf

2021_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema NyBE.pdf

2021_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_Puntos Sistema Peine.pdf

2021_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo Actual.pdf

2021_SMA_Esquema Habilidadación y Estratigrafía_ Sistema Núcleo.pdf

1 RESUMEN

El presente documento corresponde al **Informe Anual N° 6 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH)**, el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N° 21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Específicamente, el PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua). El PSAH es un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, iniciando la fase de operación con fecha 28 de septiembre de 2016, razón por la cual se genera el presente Informe N° 6 de PSAH, el que entrega información de monitoreo del año N° 6, correspondiente al año calendario 2021.

En este informe se recopilan los resultados del monitoreo de las variables ambientales con análisis histórico e integrado, y verificación del comportamiento previsto del sistema hídrico. Las variables ambientales se presentan agrupadas en cuatro sectores de la cuenca: sectores La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y el área de extracción de salmuera (sector Núcleo).

Adicional a lo anterior, se destaca que el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a los umbrales establecidos en el Considerando N° 10.18 de la RCA N°21/2016, el cual permite detectar anticipadamente en el tiempo y el espacio desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los objetos de protección (sistemas lagunares).

Se verificó el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del proyecto en los puntos del PAT. Al respecto, durante el año 2021 se verificó lo siguiente:

Sector de Alerta Núcleo, los umbrales definidos no fueron sobrepasados en ninguna de las mediciones realizadas, por lo que no se activaron las fases PAT.

Sector de Alerta Acuífero, Albemarle ha adoptado de manera preventiva las exigencias establecidas en el Plan de Alerta Temprana en el Sector Acuífero asociado con la RCA N° 21/2016 con la correspondiente investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT en atención a lo siguiente:

En el Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico, lo comprometido corresponde a una medición mensual de los niveles y, por lo tanto, tres mediciones consecutivas por debajo del umbral se dan en tres meses seguidos. Dicha fue la metodología definida en la sección del Sector Acuífero del PAT para determinar la activación de la Fase única del PAT en este sector.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando el sector de Alerta Norte se activa (ver apartado siguiente Sector de Alerta Norte), Albemarle debe aumentar frecuencia de monitoreo, tomando mediciones quincenales de nivel freático en todo el PSAH que tiene en el Salar.

Durante el año 2021 se tomaron mediciones quincenales entre enero y marzo ya que el PAT del Sector Norte se activó el 6 de enero 2021. Dadas las mediciones quincenales entre enero y marzo, en el Acuífero, existieron 3 mediciones quincenales asociadas al Plan de Alerta en el Sector Norte bajo el umbral. Las mediciones exigidas en el Plan de Alerta Temprana Sector Acuífero, registraron sólo niveles bajo el umbral en enero y febrero del 2021. De esta manera, los niveles estuvieron bajo el umbral sólo dos meses y medio. Para mayor abundamiento, si el Sector Norte no hubiera estado activado, sólo se habrían medido niveles bajo el umbral durante dos meses (enero y febrero). Es importante tener en consideración que los niveles en todos los puntos PAT del Núcleo en la zona cercana a las lagunas se encuentran por sobre los umbrales de Fase I y Fase II y, por lo tanto, la activación del PAT en el sector Alerta Norte es totalmente independiente de los niveles en los puntos cercanos a las lagunas.

De acuerdo a lo anterior, Albemarle Albemarle realizó las siguientes actividades de manera preventiva en el Sector Acuífero:

- a) Dio aviso a la autoridad ambiental de la Región de Antofagasta dentro de los 5 días hábiles siguientes. El 3 de marzo, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-011, ALB solicitó a la SMA aclaración respecto a cómo debería activar el PAT en el Sector Acuífero, donde se solicitó de manera urgente acordar los aspectos asociados al PAT del Sector de Alerta Acuífero, pronunciándose la autoridad mediante Resolución N°724/2021 de la SMA de fecha 29 de marzo de 2021. Por otra parte, en reunión sostenida con equipo técnico de la SMA, el día 2 de marzo, Albemarle explicó que los niveles se encontraban bajo los umbrales y que si esto se mantenía por un plazo mayor, era probable que tuviésemos que activar el PAT a partir del 1 de abril, posteriormente, ante la incertidumbre de si correspondía activarse o no cuando existiesen mediciones bajo el umbral durante dos meses y medio, ALB solicitó un pronunciamiento a la autoridad mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-018 de fecha 5 de abril, donde se solicitó una confirmación de los criterios utilizados, ya que en forma preventiva se preveía con alta probabilidad una activación del PAT en el Sector de Alerta Acuífero en una fecha cercana. Esto fue respondido por la SMA a través de la Resolución

N°842/2021 del día 14 de abril de 2021, lo que a su vez fue respondido por Albemarle, mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA 023, solicitando asistencia al regulado, reunión que fue efectuada el día 26 de abril 2021.

b) Finalmente, Albemarle en atención al principio preventivo, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-024 de fecha 27 de abril, avisó a la SMA sobre las medidas preventivas adoptadas respecto al Plan de Alerta Temprana en el Sector Acuífero, aplicando las siguientes medidas de control:

1. Aumentó la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas a la frecuencia propuesta en la activación de la Fase I del Sector Norte y a la fase única del Sector Acuífero.
2. Redujo precautoriamente la extracción de salmuera y agua industrial: entre los meses de abril y junio, el caudal medio mensual de extracción de salmuera fue menor o igual a 382 l/s¹ y para agua industrial se bombeó menos de 10,9 l/s entre los meses de febrero y junio, que corresponde al límite establecido en la RCA frente a la activación del PAT.
3. Realizó una revisión extraordinaria de los resultados y del seguimiento del Plan de Manejo Biótico. Esta revisión fue entregada en el informe de investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT. No obstante, Albemarle de manera preventiva y, a raíz del inicio de los procesos de fiscalización y sancion liderados por la SMA contra otros titulares en el sector, realizó una revisión extraordinaria de su Plan de Seguimiento Hídrico, además de una revisión del comportamiento de la componente flora y vegetación y de la información pública asociada a otros monitoreos de terceros. Dicho informe, voluntario, cumple con ser una revisión extraordinaria del Plan de Manejo Biótico y se entregó a la autoridad en el mes de mayo de 2021, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-028.
4. Entregó mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
5. Realizó una investigación voluntaria de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT el que fue entregado a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-046 en el mes de agosto de 2021.

¹ De acuerdo a la Res Ex N°724/2021 de la SMA, en el Resuelvo, letra a) "La reducción de 60 l/s en la extracción de salmuera desde el núcleo deberá ser aplicada respecto al caudal máximo autorizado de 442 l/s y en los meses en que corresponda mantener activada la medida, lo que implica que en dicho periodo Albemarle Ltda. podrá bombear un caudal máximo de 382 l/s como promedio mensual.

Sector Alerta Norte, este año 2021 ha tenido las siguiente activaciones y superaciones de umbral:

PAT Fase I:

- Activación Fase I: 6 de enero de 2021 se registró una medición en el punto L1-G4 bajo el umbral y por lo tanto se activó la Fase I del PAT de este sector, lo que fue informado a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-002.
- Superación de umbral Fase I: 4 de febrero de 2021 se registró una medición en el punto L1-5 bajo el umbral, lo que fue informado a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-008.
- Superación de umbral Fase I: 24 de noviembre de 2021 se registró una medición en el punto L5-10 bajo el umbral, lo que fue informado a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-067.

PAT Fase II:

- Activación Fase II: el 28 de junio de 2021 se registró una medición en el punto L1-5 bajo el umbral lo que gatilló la activación de la Fase II del PAT en este sector, lo que fue informado a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-038.
- Superación de umbral Fase II: 14 de julio de 2021 se registró una medición en el punto L1-G4 Pozo que sobrepasó el umbral, lo que fue informado a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-045.

En resumen, en enero se activó el PAT Sector Alerta Norte en Fase I como consecuencia de la excedencia del umbral del punto de monitoreo L1-G4 Pozo del plan de seguimiento de SQM, ubicado en el sector del sistema Soncor. Una vez informada la activación Fase I del PAT Sector alerta Norte, Albemarle procedió al desarrollo de las acciones y medidas para dar cumplimiento al requerimiento recogido en la RCA N°21/2016. Las medidas incluyen el; a) aumento en la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses, la que comenzó el mismo mes de enero b) entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital y c) la activación de la herramienta de verificación del efecto sinérgico.

Por otra parte, en junio de activó el PAT Sector Alerta Norte en Fase II como consecuencia de la activación del Plan de Contingencia de SQM por la excedencia del umbral del punto de monitoreo L1-5 ubicado en el sector del sistema Soncor. Una vez informada la activación Fase II del PAT Sector alerta Norte, Albemarle procedió al desarrollo de las acciones y medidas para dar cumplimiento al requerimiento recogido en la RCA N°21/2016. Las medidas incluyen el; a) aumento en la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses, la que comenzó en el mes de julio, b) reducción precautoria de la explotación de salmuera del

proyecto c) entrega mensual a la autoridad de los datos de monitoreo en formato digital y d) activación de la herramienta de verificación del efecto sinérgico, y e) generación de informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera.

Por la activación del PAT en el Sector de Alerta Norte se adoptaron las siguientes medidas:

a) se aumentó la frecuencia de monitoreo durante los meses de enero, febrero y marzo de 2021 para la Fase I del PAT y en julio, agosto y septiembre para la Fase II del PAT en las variables y frecuencia indicadas en la Tabla 5-75 de este informe.

b) se entregó a la autoridad ambiental, en forma mensual durante todo el periodo de activación, todos los datos brutos de monitoreo del PSAH en formato de hoja de cálculo para las activaciones de Fase I y Fase II, lo que se sigue entregando hasta la fecha a la autoridad. Dicha información ha quedado respaldada por todas las cartas entregadas a la Autoridad durante los meses de enero a diciembre de 2021. En el Anexo M de este Informe Anual se entrega el respaldo de todas estas cartas.

c) se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega de resultados con fecha 09 de julio de 2021 a la SMA mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-040 para la Fase I del PAT y para la Fase II, la entrega se realizó el 28 de diciembre 2021, a través de carta ALB-GMA-2021-SMA-073 y su complemento fue entregado a través de carta ALB-GMA-2022-SMA 007 en el mes de enero de 2021, dando cumplimiento al numeral 10.20 de la RCA N° 21/2016.

En cuanto a la medida b) de la Fase II indicada en el Anexo 3 de la Adenda 5, Albemarle disminuyó su caudal de extracción de salmuera, donde las extracciones durante el año operacional² no superaron el nuevo límite anual máximo (considerando los meses de julio a septiembre activados), calculado en base al siguiente promedio ponderado:

$$\text{Nuevo Límite (L/s)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de meses con medida activa} \times (442 - \text{monto de reducción}) + \text{N}^\circ \text{ de meses sin medida activa} \times 442}{12}$$

² De acuerdo a la Res Ex N°427/2021, en el Considerando 11, letra B.2: "Atendiendo a la fecha de inicio reportada por el titular, para efectos de la definición y verificación del caudal medio anual autorizado, esta Superintendencia considera que, de acuerdo a las obligaciones establecidas en la RCA N° 21/2016, cada "año" debe entenderse comprendido entre octubre del año "t" y septiembre del año "t+1" (periodo de 12 meses corridos)"; y la Res Ex N°1510/2021 de la SMA, en su Resuelvo, Primero: "...para el cálculo y verificación del promedio anual de salmuera, corresponde a un periodo de 12 meses comprendido entre el 01 de octubre del año "t" y el 30 de septiembre del año "t+1" (año operacional)".

Actualmente, Albemarle se encuentra trabajando en el desarrollo del informe de efectividad de la medida de reducción de salmuera, el que será presentado a la autoridad en el mes de julio 2022.

Cabe mencionar, que el día 18 de agosto, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-047 Albemarle informó a la SMA, sobre la suspensión de los monitoreos asociados a la RCA N°21/2016, por razones absolutamente ajenas a su voluntad e imposibles de resistir, toda vez que producto de una huelga asociada a uno de nuestros sindicatos, se produjeron hechos violentos e ilegales, incluyendo corte de caminos con barricadas, amedrantamiento a trabajadores no adheridos a la paralización, ocasionando consiguientemente dificultades de traslado, accesos y movimientos. Todo lo anterior implicó que personal de Albemarle, contratistas y consultores estuviera imposibilitado de ingresar a la Planta, lo que además hizo imposible retirar el equipamiento, vehículos, combustible, llaves, entre otros, que son indispensables para la labor de monitoreo. Lo anterior, se mantuvo entre los meses de agosto y septiembre 2021.

Durante el año 2021, algunas variables hidrogeológicas, como el nivel freático, registraron medidas puntuales que bajaron respecto del mínimo histórico en algunos puntos de monitoreo en el Sector de La Punta La Brava, dentro de su comportamiento estacional histórico, son estas medidas las que por ejemplo gatillaron en algunos casos las acciones preventivas de ALB descritas anteriormente.

De los registros de precipitación, de la estación meteorológica EM-Rockwood se tiene que el año 2021 la precipitación total anual fue de 7,1 mm/año, equivalente a 60% de probabilidad de excedencia del registro histórico. Sólo se registraron precipitaciones en el mes de mayo de 2021, específicamente los días 28 y 29 de mayo, sin que se generara un aumento notable en los niveles asociados a la precipitación.

Respecto al registro de evaporación en lámina libre, se aprecia una variación estacional, donde las mayores tasas de evaporación se registran en los meses de verano y las menores en invierno. Específicamente para el 2021, el mes correspondiente al mayor registro de evaporación es diciembre y el menor corresponde a agosto (invierno). Estos resultados son acordes con las variaciones de temperatura entre las distintas estaciones del año, las mínimas alcanzaron los -2,67°C mientras que las temperaturas máximas alcanzaron los 35,09°C para 2021.

La presión atmosférica diaria comenzó a ser medida en mayo de 2016. Se puede observar que presenta un comportamiento estacional, en el cual los valores máximos se registran entre los meses de junio y agosto; y los mínimos entre noviembre y marzo. Por otra parte, durante el segundo semestre del año 2021 se registran valores fuera del rango esperado para la

situación geográfica del Salar de Atacama, los cuales se consideran anómalos para la estación. Finalmente, la RCA N° 21/2016 en su Considerando N°7, no indica nivel o límite comprometido para las variables meteorológicas.

En relación con la variable Evaporación y Evapotranspiración (“EVT”), durante el año 2021 fue medida con frecuencia trimestral en 22 puntos instalados en el área del Salar, a través del método del domo, dado que a la fecha no han entrado en funcionamiento los lisímetros instalados. A la fecha de presentación de este informe, se está a la espera de aprobación por parte de la autoridad para realizar la transformación de los lisímetros instalados a carga Variable³.

Para el año 2021 se observan valores dentro del rango histórico en cada una de las estaciones de medición de la evapotranspiración, y similares a lo observado entre los años 2017 a 2019. En el sector del Núcleo (puntos EVT-9, EVT-10 y EVT-13) el rango de las tasas de evapotranspiración de 2021 varía desde un mínimo de 0,055 mm/d durante junio a un máximo de 0,303 mm/d en septiembre de 2021. En cambio, en el sector del acuífero y zona intermedia las tasas varían entre 0,058 mm/día en septiembre de 2021 (EVT-17) y 0,968 mm/día en marzo de 2021 (EVT-22). Por último, en el sector de las lagunas se presenta una variación entre 0,821 m/día en junio de 2021 (EVT-18, sector Peine) y 4,331 mm/día en marzo en el sector La Punta-La Brava (EVT-19). La RCA N° 21/2016 en su Considerando N° 7, no indica nivel o límite comprometido para esta variable.

La Superficie Cubierta por Lagunas, correspondientes a los sistemas lagunares, La Punta-La Brava, Peine, Soncor y Aguas de Quelana, fueron monitoreados en temporada de invierno (agosto) y en temporada de verano (diciembre). Los resultados fueron para alta resolución en invierno 2021 (1) 45,8 ha en La Punta y La Brava, (2) 45,7 ha en Peine, (3) 15,6 ha en Aguas de Quelana, y (4) 204,0 ha Soncor; y para verano de 2021 las superficies son: (1) 24,1 ha en La Punta y La Brava, (2) 26,4 ha en Peine, (3) 8,9 ha en Aguas de Quelana y (4) 142,3 ha Soncor.

Las superficies lagunares estimadas en este monitoreo desde imágenes de media resolución (Landsat), en invierno de 2021 correspondieron a: (1) 40,00 ha en La Punta y La Brava, (2) 36,0 ha en Peine, (3) 15,6 ha en Aguas de Quelana, y (4) 216,1 ha Soncor; y para verano de

³ Mediante carta N° ALB-GMA-2021-SMA-053, entregada el día 01 de septiembre de 2021, Albemarle presentó un Reporte Técnico que atendió cada una de las observaciones formuladas por la Dirección General de Aguas en su Oficio ORD. DGA N° 51/2021, de la propuesta entregada para realizar el cambio metodológico de los lisímetros de carga constante instalados en el Salar a carga variable.

2021 las superficies son: (1) 35,5 ha en La Punta y La Brava, (2) 33,4 ha en Peine, (3) 24,0 ha en Aguas de Quelana y (4) 235,1 ha Soncor.

Según los resultados, para la comparación de superficies determinadas con imágenes satelitales de alta resolución, no todas las superficies lagunares para el año de monitoreo 2021 se encuentran por sobre el mínimo histórico de la RCA N°21/2016. Cabe mencionar, que el mínimo histórico de las imágenes consideradas en la Adenda 5 fueron medidas en meses diferentes a los períodos comprometidos en el reporte del PSAH.

Los sistemas lagunares Aguas de Quelana, La Punta-La Brava, Peine y Soncor presentaron superficies por debajo de la condición mínima histórica indicada en la Adenda 5 del proyecto para imágenes de alta resolución en el verano de 2021, y, en invierno de 2021 para el sistema Peine. No obstante, como un manera de verificar ciertos datos que se tenían de variabilidad en la tendencia durante el proceso de evaluación, (Adenda 5-Landsat), se realizaron nuevos análisis a través de imágenes satelitales Landsat (5, 6, 7 y 8) históricas, desde el año 1985 a 2021 realizado en el Sistema La Punta La Brava y Peine, muestran que las superficies determinadas por imágenes Landsat en el periodo del seguimiento (2016-2021) están dentro del rango de variación histórica de las lagunas.

En relación con las mediciones del nivel limnimétrico de las lagunas, se cuenta con una red de monitoreo mensual que corresponde a 16 limnímetros y 4 estacas instaladas el año 2016. El comportamiento histórico de éstas, en general, corresponde a oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de invierno y mínimos en los meses de verano, destacando en 2021 con cotas de agua estables y, en algunos casos, con una leve disminución de niveles principalmente en el sistema de la laguna La Punta.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, según lo previamente mencionado, para el año 2021 se observan en general variaciones que se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural en los puntos de control limnimétrico (2016-2021), excepto para sistema La Punta, que como se dijo previamente se observaron limnímetros con tendencia al descenso (LM-01, LM-02).

En relación con los aforos trimestrales de Caudales Superficiales, los puntos de medición se ubican principalmente en el sistema lagunar Peine, el que está conformado por las lagunas Salada, Saladita e Interna. Este sistema es monitoreado mediante aforos de caudales superficiales en 4 puntos ubicados en los canales que unen el sistema lagunar. Además, se cuenta con dos puntos de aforo ubicados en quebradas ubicadas en la zona cordillerana.

En términos de los aforos superficiales realizados en el sistema lagunar Peine se observa que los caudales de entrada de la laguna Salada son mayores (estaciones AFP-01 y AFP-02 con

promedios históricos de 45,91 L/s y 36,12 L/s, respectivamente) que los caudales de salida de ésta y entrada de la laguna Saladita (estación AFP-03 con un promedio de 27,06 L/s). La diferencia entre ambos caudales se relaciona principalmente a la evaporación y la infiltración mientras avanza el flujo. Las vertientes cordilleranas muestran variación dentro del año, pero con caudales estables y dentro del rango histórico durante el año 2021.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*”; conforme a las mediciones, se concluye que las variaciones en los valores de caudales superficiales se mantienen dentro de su variación histórica, a excepción del AFP-02 y AFP-03 que mostraron máximos históricos en el cuarto trimestre de 2021 (59,11 L/s) y en el segundo trimestre de 2021 (39,46 L/s), respectivamente.

En relación con los Niveles Freáticos en Salmuera y/o en Agua dulce-salobre, se cuenta con una red de monitoreo formada por 125 pozos de medición mensual de niveles. Los puntos de monitoreo que registran esta variable están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este, ubicados en la Zona Marginal y Núcleo del Salar de Atacama.

Los niveles en el Sector La Punta-La Brava y el Sector Peine, especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente. Se observan oscilaciones en el nivel durante el año, con ascensos durante la temporada de invierno y descensos durante los meses de verano debido principalmente a la evaporación desde el Salar. En el largo plazo se observa en general una tendencia estabilizada de los niveles, aunque en algunos pozos ubicados aguas arriba del Sistema La Punta La Brava, como por ejemplo BA-04, BA-05, BA-07, BA-08, BA-16 y MP-03C se reconoce una tendencia leve al descenso de niveles en su registro. A este comportamiento subyacen las variaciones estacionales suaves propias del sector.

En la zona de la Laguna Interna y hacia el borde del núcleo del sistema Peine (laguna Interna), los niveles presentan, en general una tendencia descendente, la que se ve interrumpida periódicamente por eventos de precipitación, los que generan ascensos de nivel. Por otra parte, los niveles cercanos a la Laguna Salada del sistema lagunar Peine, presentan una oscilación estacional con máximos en invierno y mínimos en verano, presentando una leve tendencia al ascenso los puntos que se ubican aguas arriba de la Laguna Salada.

Por otro lado, el registro histórico del sector Norte y Borde Este, se observan variaciones estacionales asociadas a fenómenos de evaporación, con máximos en invierno y mínimos en verano. Desde 2016 hasta 2020, se observa una leve alza de los niveles en el punto MP-12A y MP-12C, mostrándose estabilizados (pero con variaciones estacionales) hasta la fecha. En cuanto a los niveles del piezómetro BA-31, muestra aumentos de nivel asociados con las

precipitaciones en el registro histórico, mientras que el año 2021 se observa una leve tendencia al descenso.

Respecto del nivel o límite comprometido para esta variable, para el caso de niveles freáticos en agua dulce-salobre en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, según los resultados de monitoreo, en 2021 se observa que en general los niveles muestran el mismo comportamiento histórico con fluctuaciones asociadas a la evaporación y su variación estacional, con aumentos por los eventos de precipitaciones. No obstante, se observan descensos en algunos piezómetros aguas arriba del sector La Punta-La Brava.

Para los puntos ubicado en el Sector del Núcleo, se puede indicar que los pozos ubicados cerca de la zona de extracción de salmuera son los que presentan las mayores tasas de descensos en el tiempo. Por otra parte, los pozos de monitoreo de niveles que se ubican en el sector más externo del Núcleo presentan descensos menores y recuperaciones marcadas en respuesta a las recargas del sistema.

Al comparar los niveles observados de los pozos de los puntos PAT del Núcleo con los simulados en Esc1-CP y en Esc2-CP durante el año 2021 las tasas de descenso continúan en el mismo orden de magnitud a lo observado durante 2020 hasta el mes de junio de 2021. Luego se produce una disminución en la tasa de descenso, llegando a ser similares a las tasas indicadas por ambos escenarios del modelo numérico, pero con niveles más altos. De acuerdo con lo anterior, y considerando que el nivel o límite comprometido para esta variable para el caso de niveles freáticos en salmuera en la RCA es “*Descenso según modelo*”, se tiene que los niveles observados se encuentran sobre el nivel modelado.

En relación con la Posición de la Interfase Salina, el monitoreo trimestral se realiza a través de la medición de la conductividad eléctrica y temperatura para distintas profundidades, obteniendo un perfil de conductividad en 13 puntos. El registro histórico no muestra variaciones significativas en la posición de la interfase salina durante el período de registro.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener posición de la Interfase Salina*”, y considerando los resultados del año 2021, presentado en los perfiles de conductividad eléctrica se tiene que, para todos los puntos de monitoreo de todos los sectores, se han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica y, por lo tanto, la mantención de la posición de la Interfase Salina.

En relación con la Calidad Química del agua superficial y subterránea, el monitoreo trimestral se realiza a través de la medición en 40 puntos incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos. De las 180 muestras analizadas el 2021, el 98,8% (178

muestras) presenta un error del balance iónico inferior al 10% como valor absoluto, mientras que un 82,2% de las muestras (148) presenta un error inferior al 5%.

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, se puede señalar que, el pH es más neutro en las aguas superficiales y más ácido en las aguas subterráneas profundas. El alto contenido de sales en las aguas subterráneas profundas, hacen que las conductividades eléctricas sean mayores que las registradas en aguas superficiales.

Los resultados por sector muestran que los elementos analizados se ajustan a los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando tendencias al cambio durante el año 2021. No obstante, se advierten cambios al final del periodo de reporte que se asocian al cambio de ETFA y las dificultades de medición en un tipo de matriz que es más densa y con alta concentración de sólidos disueltos.

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”; así es posible afirmar que se han mantenido los parámetros físico-químicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua.

Respecto del tipo de aguas, al analizar los diagramas de Piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector se mantiene, siendo en general del tipo cloruradas sódicas. Esta composición exceptúa a las vertientes o escurrimientos superficiales, como son Antrepresa Tilomonte, Vertiente Peine y la zona de Tilopozo, que corresponden a aguas cloruradas sódico-cálcicas.

Junto con los resultados de calidad química de los puntos asociados al PSAH, se presentan los resultados de la calidad química de los pozos de extracción de agua dulce-salobre; Peine, Tilopozo y Tucúcaro; la que se ha reportado históricamente por Albemarle. Considerando la química de los pozos de agua dulce-salobre, los rangos de concentración presentado en ppm para cada elemento monitoreado se mantienen dentro del rango histórico y estable en el tiempo.

En relación con los caudales de salmuera y de agua dulce-salobre bombeados durante el año 2021 se bombearon 74 pozos de extracción de salmuera y los 3 pozos de agua dulce-salobre que tiene Albemarle, correspondiente a Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

El volumen de extracción de salmuera total de las áreas A1 y A2 para el año operacional 2021 (considerando octubre 2020 y septiembre 2021 según lo indicado en las Res Ex N°427/2021 y Res Ex N°1510/2021) fue de 13.110.198 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 415,72 L/s, que cumple con el caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s y el límite para el año operacional 2021 de 435,04 L/s derivado de la

activación de la Fase II de Alerta Norte. Por otra parte, debido a las medidas preventivas adoptadas por Albemarle en el marco de medidas bajo el umbral en el Sector de Alerta Acuífero, Albemarle entre abril y junio tuvo caudal medio de bombeo mensual menor al límite autorizado durante la activación del PAT (382 l/s) e incluso el bombeo se mantuvo inferior a 382 l/s hasta el mes de septiembre de 2021.

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de Tilopozo y Tucucaro de 16,9 L/s. Durante el año operacional 2021 el caudal promedio anual extraído fue del orden de 7,25 L/s, conformado por 5,10 L/s desde pozo Tilopozo y 2,15 L/s desde pozo Tucúcaro. En relación con las medidas preventivas asociadas al Sector de Alerta Acuífero la extracción conjunta de estos pozos no debe superar los 10,9 L/s en los meses que estas medidas preventivas se encuentren activas, cabe la pena mencionar, que durante todo el año operacional 2021 el caudal proveniente de Tilopozo y Tucucaro fue inferior 10,9 L/s. Adicionalmente, también se cuenta con autorización por derecho de aprovechamiento de agua para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine, para uso en el campamento emplazado en dicha comunidad, durante 2021 el caudal extraído del pozo Peine fue de 0,02 L/s por lo tanto se indica que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

Considerando el nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, de los caudales antes indicados, se tiene que la extracción de salmuera de ALB no excede al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s, ni los límites anuales o mensuales según las medidas asociadas a los PAT.

En resumen, se presenta el siguiente análisis integrado por sector enfocado principalmente en el comportamiento de los niveles freáticos.

Sector La Punta-La Brava

Para el Sector La Punta-La Brava, en 2021, los niveles subterráneos del acuífero mantienen la tendencia histórica mostrando estabilidad con variaciones estacionales asociado con los procesos de evaporación asociado con una recarga subterránea de carácter permanente, aunque en algunos pozos ubicados aguas arriba del sistema lagunar, como BA-04, BA-05, BA-07, BA-08, BA-16 y MP-03C se reconoce una tendencia leve al descenso de niveles en su registro. Las mayores oscilaciones en los niveles se presentan en los piezómetros someros ubicados al sur de las lagunas por una menor influencia de las precipitaciones y evaporación respecto de los puntos ubicados al norte de las lagunas y que están más cerca del Núcleo del Salar. A partir del monitoreo efectuado durante el año 2021, se confirma el modelo conceptual

de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental.

La calidad de química de las muestras analizadas durante el año 2021 se encuentra dentro de la variabilidad histórica y natural del sector, mientras la Interfase Salina permanece en general estable durante el año 2021 y dentro de lo observado históricamente para los puntos de medición. Se observa una profundización de la cuña salina a medida que aumenta la distancia con el Núcleo.

La superficie lagunar calculada mediante imágenes satelitales de alta resolución durante el año 2021 presentó la estacionalidad esperada según los registros históricos. En diciembre de 2021 se registró el mínimo histórico para imágenes de alta resolución, sin embargo, analizando las imágenes Landsat (1985-2021), e imágenes Landsat PSAH obtenidas entre 2016 y 2021 (con superficies determinadas mediante índice NDWI), éstas se presentan dentro del rango de variabilidad histórica.

Sector Peine

Para el Sector Peine, que presenta zonas de recarga, localizadas en el borde Este y sur del sistema lagunar, los niveles de agua subterránea, durante el 2021, siguen las tendencias esperadas, sensibles a las precipitaciones de mayor intensidad, que producen ascensos bruscos del nivel y que inmediatamente al finalizar el evento de precipitación retoman la tendencia general observada en el punto. En el sector de la Laguna Salada los niveles se muestran ciclos estacionales presentando máximos en invierno y mínimos en verano, mientras que los más próximos al Núcleo, muestran una respuesta más brusca ante las precipitaciones y una menor influencia de la variación estacional.

En el sector de la laguna Interna y más próximo al núcleo, los niveles se muestran sensibles a las lluvias que ocurren en el sector, registrando ascensos de nivel tras los eventos de precipitación, después de la lluvia, retoman la tendencia de descenso debido a la proximidad a las zonas de extracción de salmuera.

En relación con la química del agua, las muestras analizadas durante el año 2021 muestran valores dentro de la tendencia histórica, mientras la Interfase Salina permanece estable durante el año 2021, profundizándose a medida que los puntos se alejan del Núcleo.

En relación con la superficie lagunar calculada mediante imágenes de alta resolución, para el sector Peine, las mediciones de invierno y verano se encuentran bajo los mínimos históricos de AR, con una variación estacional no tan influenciada por la evaporación. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en AR han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y

diciembre). Analizando las imágenes Landsat presentadas (1985-2021), e imágenes Landsat PSAH obtenidas entre 2016 y 2021 (con superficies determinadas mediante índice NDWI), éstas se presentan dentro del rango de variabilidad histórica.

Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte y Borde Este, está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana. Para el sector de Aguas de Quelana, la evolución de niveles de este sector está condicionada por la recarga producto de las precipitaciones y por la evaporación, que es mayor en verano y menor en invierno.

Durante el año 2021 no se han detectado cambios en la ubicación de la Interfase Salina en este sector.

Aguas de Quelana

Los niveles medidos en las aguas subterráneas de MP-12A y MP-12C tiene una tendencia al aumento hasta el año 2020, mientras que el año 2021 presentan una tendencia estable, con variaciones estacionales. Estas variaciones estacionales también se observan en los niveles de agua de las lagunas y superficies lagunares y las que están asociadas a la evaporación. En el sistema lagunar se observan 2 tipos de agua; aguas intermedias cloruradas sódicas, que se disponen al Este del sistema en la zona de las vertientes, y aguas cloruradas sódicas, de mayor salinidad, que se localizan en el sector Oeste, en las lagunas y acuífero de agua dulce-salobre.

Se observa una disminución de las áreas cubiertas por el sistema lagunar Aguas de Quelana durante el año 2021, registrándose el segundo valor más bajo para el período 2016-2021 en diciembre de 2021.

Sector de Soncor

Para el sector de Soncor, considerando la variación de los niveles, se observa que hay una cierta oscilación estacional en la evolución de niveles, producto de la evaporación. Además, se producen ascensos bruscos de nivel como respuesta a los eventos de precipitación de mayor magnitud (BA-31). Este comportamiento se explica bien por la infiltración directa del agua de lluvia, o bien por el hecho de que parte del agua de escorrentía que fluye a través de los canales naturales que alimentan las lagunas se infiltra en esta área.

El flujo subterráneo que alimenta a las lagunas proviene del Este y del Norte y conforme fluye hacia el Núcleo, va incrementando su conductividad eléctrica debido a la disolución de sedimentos evaporíticos. En la zona donde la Interfase Salina intercepta la superficie

topográfica, se generan manantiales, el agua procedente de estos manantiales fluye de manera superficial-subsuperficial generando canales naturales en dirección sur y comienza a sufrir procesos de evaporación alimentando las lagunas Chaxa y finalmente Barros Negros.

En relación con las superficies históricas en alta resolución (Adenda 5 RWL, 2015), las superficies semestrales del PSAH se presentan sobre el mínimo en los registros de invierno 2021 y bajo el mínimo en diciembre 2021; con variabilidad estacional entre registros. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad intranual evidenciada en las imágenes Landsat. Las superficies Landsat PSAH 2021, se presentan en consistencia con las áreas estimadas de la serie Landsat 2016-2021 (NDWI), las que presentan una tendencia al descenso en sus superficies de invierno a partir del año 2019.

Sector Núcleo

Los niveles en el Núcleo presentan en general, una tendencia al descenso, registrando ascensos de nivel en respuesta a los eventos de precipitación y, en consecuencia, recarga del sistema. En la zona Oeste los niveles no están influenciados por el régimen de precipitación, presentando una tenencia a la baja, siguiendo el registro histórico de este sector. Por otra parte, en la zona de producción, los niveles presentan un comportamiento variable y con tendencia al descenso, influenciados por la explotación de los pozos productivos. Se observan mayores descensos en los pozos cercanos a las zonas de explotación de salmuera del Salar, evidenciando menores descenso a medida que se alejan de éstas. Estos descensos no se propagan a la zona marginal, debido a la existencia de una Interfase Salina bien marcada en el margen sur del Salar, la que actúa como barrera hidráulica para estos descensos.

2 INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe Anual N° 6 del Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (en adelante PSAH), el cual forma parte de las obligaciones ambientales del titular Albemarle⁴ (en adelante ALB), derivadas de la Resolución de Calificación Ambiental N° 21 de fecha 20 de enero del 2016 de la Comisión de Evaluación Ambiental de la Región de Antofagasta, en adelante RCA N°21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

El PSAH corresponde a un compromiso ambiental aplicable para las Fases de Operación y Cierre del Proyecto, iniciando la fase de operación con fecha 28 de septiembre de 2016⁵, razón por la cual se genera el presente Informe N° 6 de PSAH, el que entrega información de monitoreo del año calendario 2021. En relación al periodo informado cabe indicar que en el numeral 3.5.2 del Anexo 3 de la Adenda 5 del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de referencia se señaló que: *“El informe será entregado dentro del plazo de tres meses siguientes al término de cada año calendario”*.

Conjuntamente, el presente informe también incluye, la información de los puntos de monitoreo comprometidos en el Considerando 2.3.1.3. de la R.E. N° 165 de fecha 14 de octubre del 2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, que modificó la R.E. N° 092 de fecha 31 de mayo del 2000 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta que aprobó el proyecto “Construcción de Pozas de Evaporación Solar”, y lo establecido en el Resuelvo 4 de la R.E. N° 3132 de fecha 28 de noviembre del 2006 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, correspondiente a la autorización ambiental que aprobó el proyecto “Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar”. En la Tabla 2-1 se identifican las Resoluciones de Calificación Ambiental que son consideradas en el presente informe.

El PSAH da cumplimiento a lo establecido en el Considerando No 7 de la RCA No 21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua dulce – salobre y salmuera); Considerando No 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1.

⁴ Rockwood Litio Limitada a partir del día 01 de noviembre de 2017 modificó su razón social a “Albemarle Limitada”.

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

Tabla 2-1 Proyectos y RCA consideradas en el Informe PSAH

Proyecto	Resoluciones
Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 92/2000 modificada por R.E. N° 165/2003
Modificación al Proyecto Construcción de Pozas de Evaporación Solar	RCA N° 64/2005 modificada por RCA N° 3132/2006
Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama	RCA N° 21/2016 modificada por R.E. N° 1472/2017

Fuente: PSAH 2019 (marzo de 2020).

Específicamente, el Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016, establece los compromisos de seguimiento de variables hídricas y bióticas. Los informes del PSAH dan cuenta de las variables físicas relacionadas con recursos hídricos, mientras que los informes del Plan de Manejo Biótico (PMB), cuyo último informe anual fue entregado con fecha 31 de agosto de 2021 dan cuenta de las variables bióticas.

El Considerando N° 7 de la RCA N° 21/2016 establece que la frecuencia de entrega del informe del PSAH es anual, y se debe informar durante toda la fase de operación y los primeros 5 años de la fase de cierre del Proyecto (sólo para algunas de las variables ambientales). En el caso del informe PMB comienza en la fase de construcción y también se entrega con frecuencia anual. Asimismo, se indica que la información bruta de resultados es entregada (en planillas de Excel) a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) con frecuencia trimestral, para el caso del seguimiento de variables físicas relacionadas a recursos hídricos, y en forma semestral, para el seguimiento de variables bióticas.

De esta manera, el PSAH entrega el reporte y análisis de resultados del monitoreo de las variables ambientales que se indican en la Tabla 2-2, las que reflejan el comportamiento meteorológico, hidrológico (tamaño de lagunas, niveles y aforos), hidrogeológico (niveles freáticos, caudales de bombeo y posición de la interfase salina), e hidroquímico (calidad química de agua superficial y agua subterránea) para el área de estudio de Proyecto.

Cabe indicar que, para efectos del presente informe, se ha privilegiado el uso de la nomenclatura utilizada en la RCA N° 21/2016 (Considerando 7), en cuanto a la definición de componentes ambientales y variables ambientales, que difiere a las definiciones establecidas en las consideraciones generales de la R.E. N° 223/2015 de la SMA⁶.

⁶ En particular, el presente informe detalla las componentes ambientales que se presentan en la Tabla 2-2 según lo definido en la RCA N° 21/2016, mientras que en la R.E. N° 223/2015 de la SMA se debiese indicar que la componente ambiental correspondería a AGUA.

Tabla 2-2 Componentes y Variables Ambientales reportados

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Procedimiento de medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Estación meteorológica RWL y recopilación estaciones de la cuenca
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Imágenes satelitales
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Regletas (limnímetros)
	Aforo de Caudales superficiales	Aforos manual
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Mediciones con domos
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce - salobre	Mediciones con pozometro
	Posición de la Interfase Salina	Perfilaje de conductividad eléctrica
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Caudal de bombeo en cada pozo con caudalímetros certificados por la DGA
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Muestreo de terreno, análisis del laboratorio

Fuente: Adaptada de PSAH 2019 (marzo de 2020).

Adicional a lo anterior, el presente PSAH incluye el reporte de los puntos de activación del Plan de Alerta Temprana (PAT) con respecto a lo establecido en el Considerando N° 10.18 de la RCA N° 21/2016, el que a su vez remite al Capítulo 4 del Anexo 3 de la Adenda 5. Este PAT permite detectar en forma anticipada, desviaciones del nulo efecto pronosticado sobre los Sistemas Lagunares (objetos de protección).

En relación al estado del PAT, este año 2021, se activó 2 veces en el Sector de Alerta Norte y se tomaron las medidas preventivas respecto al PAT del sector Alerta Acuífero.

La primera activación fue con fecha 6 de enero de 2021, en la cual se activó la Fase I del PAT Alerta Norte, como consecuencia de la excedencia del umbral del punto L1-G4 pozo, perteneciente al Plan de Seguimiento del titular SQM Salar S.A, dado que la activación de Albemarle depende de la superación umbrales en pozos de SQM.

Posteriormente, el PAT se activó por segunda vez el 28 de junio de 2021, donde se activó la Fase II del PAT Alerta Norte, debido a la excedencia del umbral en el punto L1-5 del titular SQM Salar S.A.

Finalmente, en el sector de Alerta Acuífero, Albemarle tomó las medidas preventivas adoptadas respecto al Plan de Alerta Temprana de este sector, aplicando medidas de control, notificando a la autoridad mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-024.

El PAT, se describe en mayor detalle en los capítulos 4.2.7 y 5.10 de este informe y en resumen se puede señalar que se compone de tres sectores y tiene medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos.

Finalmente, se considera relevante indicar que los monitoreos de todas las variables que se encuentran dentro de los alcances específicos autorizados⁷ por la SMA fueron realizados con Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental correspondiente a la empresa Laboratorio Hidrolab S.A. (código ETFA 003-01), hasta el mes de abril, y luego apartir del siguiente monitoreo, del mes de julio 2021, lo realizó la empresa Laboratorio SGS Chile Ltda. (código ETFA 023-01) en adelante ETFA, cumpliendo así con lo señalado por la autoridad ambiental.

En la misma línea de trabajo, la elaboración de este informe considera las instrucciones generales sobre la elaboración de informes de seguimiento ambiental dictado por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) en su R.E.N° 223/2015.

Dicho lo anterior, en la Tabla 2-3 se presentan los considerandos y/o resueltos de las Resoluciones de Calificación Ambiental reportadas en este informe y en la Tabla 2-4 aquellos compromisos que se desprenden del Anexo 3 de Adenda 5 del proceso de evaluación ambiental (vinculado al numeral 10.19 de la RCA N° 21/2016).

Sin perjuicio de lo anterior, se tiene que la entrega de los archivos y planillas de los Anexos contienen datos en el formato de lo establecido por la SMA en la Resolución Exenta de la Superintendencia de Medio Ambiente N° 894/2019, la cual entró en vigencia el 27 de septiembre del año 2019.

⁷ De acuerdo a lo indicado por la SMA, aquellas actividades que no estén incluidos en los alcances de las ETFA autorizadas, podrán continuar desarrollándose de manera transitoria por empresas que cumplan con la R.E. N° 37/2013 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que "Dicta e instruye normas de carácter general sobre Entidades de Inspección Ambiental y validez de reportes" (disponible en <http://entidadestecnicas.sma.gob.cl/Home/Documentos>), hasta que la SMA autorice a ETFA en dichos alcances. Respecto de aquellos alcances que involucren actividades muestreo, medición y/o análisis, para los que no existan empresas acreditadas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), ni autorizadas por organismos de la administración del Estado (R.E. N° 37/2013 SMA), podrán seguir siendo ejecutados por las empresas que lo han realizado hasta ahora.

Tabla 2-3 Identificación de Considerandos en las RCAs asociadas al PSAH

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
RCA N° 92/2000	Considerando 9. Primer Bullet	Realizar el monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera ⁸ y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Segundo Bullet	Realizar el monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Considerando 9. Cuarto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 12 pozos de producción.
	Considerando 9. Quinto Bullet	Entregar al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
R.E. N° 165/2003 que modifica RCA N° 92/2000	Resuelvo 2.3.1.3.a	Instalación de al menos 4 estacas perimetrales numeradas, en el borde Norte y Este de la mayor porción anegada de la laguna Interna.
	Resuelvo 2.3.1.3.b	Instalación de una regla limnimétrica en la desembocadura de la laguna Interna, del canal aportante proveniente de la laguna Saladita.
RCA N° 3132/2006 que modifica a la RCA N° 64/2005	Resuelvo 4. Primer Bullet	Ejecución de monitoreo de la calidad química del acuífero de salmuera y entrega de dichos resultados a la COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Segundo Bullet	Ejecución de monitoreo del nivel freático de las aguas subterráneas, y entrega de dichos resultados a COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas.
	Resuelvo 4. Cuarto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de salmuera extraídos desde cada uno de los 3 pozos de producción, correspondientes al proyecto que se resuelve en el presente acto.
	Resuelvo 4. Quinto Bullet	Entrega al Secretario de COREMA II Región con copia a la Dirección Regional de Aguas, los volúmenes mensuales de agua extraídos para el proyecto desde los puntos de captación con derechos de aprovechamiento de agua.
RCAN°21/2016	Considerando 7. FISICO Hidrogeología	Profundidad Nivel en salmuera en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Descenso según modelo.

⁸ En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N° 21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de Anexo M de este Informe.

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Profundidad Nivel en agua dulce-salobre en m s.n.m. Con procedimiento de medición manual de profundidad con pozómetro, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p> <p>Conductividad Eléctrica vs Profundidad (Posición de Interfase Salina). Con procedimiento de medición de conductividad eléctrica vs. profundidad en piezómetros, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener la posición de la Interfase Salina.</p> <p>Flujo de Evaporación en mm/día (Evapotranspiración). Con procedimiento de medición continua mediante lisímetros u otros equipos acordados con la DGA del flujo de evaporación en mm/día, con frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p> <p>Caudales bombeados de salmuera en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p> <p>Caudales bombeados de agua dulce-salobre en cada pozo en L/s. Con procedimiento de medición en L/s mediante caudalímetros certificados por DGA, con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Además de datos disponibles en tiempo real en plataforma online. Niveles o límites comprometidos: Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente.</p> <p>Plan de Alerta Temprana (PAT). Entrega de información a SMA y DGA Región de Antofagasta.</p>
	<p>Considerando 7. FISICO Hidrología</p>	<p>Aforo de Caudales superficiales en L/s. Con procedimiento de medición de aforo manual en L/s, con frecuencia trimestral y reporte digital trimestral y reporte anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los caudales dentro de su variación histórica.</p> <p>Nivel limnimétrico de las Lagunas en m s.n.m. Procedimiento de medición de campo en m s.n.m., con frecuencia mensual y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener los niveles dentro de los rangos de oscilación natural.</p>

Resoluciones	Considerando / Resuelvo	Transcripción
		<p>Superficie cubierta por lagunas en m². Procedimiento de medición en m² de imágenes satelitales de alta definición y apoyo en terreno, con frecuencia semestral y reporte digital semestral e informe anual. Niveles o límites comprometidos: Mantener la superficie sobre mínimo histórico.</p>
	Considerando 7. FISICO Clima y Meteorología	<p>Variabes meteorológicas. Precipitación diaria en mm, Evaporación en lámina libre en mm, Presión atmosférica en mbar. Procedimiento de medición de toma de datos en estación meteorológica EM-Rockwood y recopilación de datos en estaciones disponibles de la cuenca, de frecuencia continua (diaria) y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA Región de Antofagasta. No aplica niveles o límites comprometidos.</p>
	Considerando 7. FISICO Calidad del Agua	<p>Parámetros Físicos <i>in situ</i>: pH, C.E., T°, TDS y Oxígeno Disuelto. Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. Elementos mayoritarios: Cl⁻, SO₄⁼, HCO₃⁻, NO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. Elementos minoritarios y trazas: B, Li, Sr, Al, As, Fe, Si. Procedimiento de medición mediante mediciones de campo y análisis de laboratorio, frecuencia trimestral y reporte digital trimestral e informe anual a SMA y DGA región de Antofagasta. Niveles o límites comprometidos: Mantener dentro de variabilidad natural.</p>
R.E. N° 1472/2017 que modifica RCA N°21/2016	Resuelvo 1 Primer bullet	<p>El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Hidrogeología”, para el monitoreo “Niveles freáticos de agua dulce - salobre” y “Posición de Interfase Salina”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.1 de esta Resolución.</p>
	Resuelvo 1 Segundo bullet	<p>El alcance del Plan de Seguimiento Ambiental, expuesto en el considerando 7 de la RCA, respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea”, debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N° 5 del proceso de evaluación de Proyecto, en atención a lo expuesto en el considerando 10.2 de esta Resolución.</p>
	Resuelvo 1 Tercer bullet	<p>El objeto de protección asociado al Plan de Seguimiento Ambiental, corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad del agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción, no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA.</p>

Fuente: PSAH 2019 (marzo de 2020).

Tabla 2-4 Variables Ambientales comprometidas en el PSAH del Anexo 3 de Adenda 5

Documento	Numeral	Transcripción
Adenda 5, Anexo 3 “Plan de Seguimiento Ambiental y Plan de Alerta Temprana de los Recursos Hídricos”	Numeral 3.2.1.	El nivel freático o piezométrico se reportará en m s.n.m. pero se medirá como profundidad del agua en unidades de longitud en pozos y piezómetros ubicados en el Núcleo, la Zona Marginal y borde del Salar. Para ello se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Este parámetro se medirá de forma manual, con periodicidad mensual, a un total de 124 puntos que se representan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.2.	El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realizará a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportarán como gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica (m s.n.m.) de la posición de la interfase se contará con la topografía de la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, en un total de 14 puntos y se presentan en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.3.	La medición de caudales , se realizará mediante aforos por vadeo con la utilización de un aforador de hélice o molinete. La medida se realizará con frecuencia trimestral en un total de 6 puntos ubicados en los sectores de Peine (5) y Borde Este (1). La ubicación de estos puntos se representa en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.4.	La calidad del agua superficial de las vertientes, lagunas, y aguas subterráneas de los acuíferos del borde del Salar se determinará a partir de la medición de parámetros <i>in situ</i> y del muestreo de aguas para su análisis en laboratorio. Estos análisis se realizarán en un laboratorio certificado siguiendo los protocolos y recomendaciones de la norma NCh 411 para el muestreo de aguas y las que indique el laboratorio según sus propios requerimientos. Esta variable se medirá con una periodicidad trimestral, a un total de 40 puntos, y su ubicación se presenta en el punto 3.3.4.
	Numeral 3.2.5.	El nivel de agua de las lagunas se medirá como cota topográfica del espejo de agua en m s.n.m. por lo tanto se dispondrá de la cota topográfica de referencia del punto de monitoreo. Esta medida se realizará mediante la instalación de una regla limnimétrica (limnómetro), adherida a una estaca. Este parámetro se medirá de forma manual con una frecuencia mensual, en un total de 17 puntos. La ubicación de estos puntos se presenta en el punto 3.3.4.

Documento	Numeral	Transcripción
	Numeral 3.2.6.	La superficie cubierta por las lagunas (área inundada) se medirá en los sistemas Peine, La Punta-La Brava, Soncor y Quelana donde esta variable se considera además de referencia ubicada en sectores vecinos no influenciados. Esta variable se medirá a partir del análisis de imágenes satelitales por resultar la opción menos invasiva. Se utilizarán imágenes satelitales multiespectrales con un tamaño de pixel de máximo 4 metros que incluirán los sistemas lagunares de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. Las imágenes de alta resolución se focalizarán en aquellas áreas de mayor interés y se realizará la toma de dos imágenes al año, en julio y diciembre, con un margen de más o menos un mes para asegurar la disponibilidad de imágenes despejadas y sin nubes que pudieran perjudicar el análisis de la misma. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales LANDSAT, de menor resolución, se realizará en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del satélite LANDSAT8 o similar, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición. Para la determinación de la superficie cubierta por lagunas, en la imagen de alta resolución se utilizará metodología Modificación del Índice Normalizado de diferencias de agua (MNDWI), que determina la presencia de agua mediante la respuesta espectral del infrarrojo medio. Esta variable se medirá con una frecuencia semestral para permitir comprender la dinámica estacional, en los cuatro polígonos que se describen en la sección 3.3.3.
	Numeral 3.2.7.	Las variables meteorológicas se medirán a partir de la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, en el Salar de Atacama, siendo los siguientes parámetros meteorológicos: Precipitación diaria [mm], Evaporación en lámina libre [mm], Temperatura atmosférica [°C] y Presión Atmosférica [mbar]. Estos parámetros se medirán en forma continua.
	Numeral 3.2.8.	El parámetro de la evapotranspiración se medirá en forma continua a través de lisímetros del tipo “carga constante” u otros equipos que permitan medir la evaporación real en forma continua, y que deberán ser propuestos a la DGA en un plazo máximo de 60 días después de aprobada la RCA del Proyecto. Para ello, estos equipos contarán con la instrumentación e infraestructura necesaria incluyendo, si corresponde, un pequeño piezómetro con un sensor de medición de nivel continuo. Este parámetro se medirá en forma continua en un total de 10 puntos en el Núcleo y Zona Marginal del Salar.
	Numeral 3.2.9	Los volúmenes bombeados de salmuera en el Núcleo y de agua dulce-salobre en los acuíferos del borde del Salar constituyen una salida del recurso hídrico y minero de la cuenca. Estos caudales son considerados en los modelos numéricos para determinar el efecto de esta explotación sobre los niveles freáticos del Núcleo, Zona Marginal o borde del Salar. Se medirá el volumen mensual bombeado, en m ³ , desde cada uno de los pozos que extraen salmuera o agua del acuífero para el presente proyecto, mediante el uso de caudalímetros o flujómetros certificados. La información estará disponible a tiempo real en línea y se remitirá de forma trimestral.

Fuente: PSAH 2019 (marzo de 2020).

Dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA, en la Tabla 2-5 se identifican las instituciones que llevaron a cabo las labores de medición, muestreo y análisis según corresponda a las variables ambientales durante el año 2021.

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

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Medición	Muestreo	Análisis
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Cedrem Consultores y Apogeos	No aplica	No aplica
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Albemarle	No aplica	No aplica
	Aforo de Caudales superficiales	Albemarle	No aplica	No aplica
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Albemarle	No aplica	No aplica
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Albemarle	No aplica	No aplica
	Posición de la Interfase Salina	Albemarle	No aplica	No aplica
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Albemarle	No aplica	No aplica
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Hidrolab* SGS Chile**	Hidrolab* SGS Chile**	Hidrolab* SGS Chile**

* Código ETFA N° 003-01. Realizaron estas labores en el periodo de enero a abril.

** Código ETFA N° 023-02. Realizaron estas labores en el periodo de mayo a diciembre.

Fuente: Elaboración propia

3 OBJETIVOS

El Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos es concebido como una herramienta de gestión para monitorear en forma anual el componente hídrico de la cuenca del proyecto en cuanto a sus variables físicas y químicas principales, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema hidrológico, hidrogeológico, e hidroquímico de la cuenca del Salar de Atacama. Asimismo, tiene por objeto dar cumplimiento a los considerandos correspondientes a la componente hídrica, asociado al Considerando N° 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N° 21/2016 .

El monitoreo con periodos establecidos por la RCA N° 21/2016 permite obtener información actualizada y trazable a lo largo del tiempo de las variables de asociados con la condición hidrológica e hidrogeológica, las cuales permiten analizar el comportamiento del sistema.

Los objetivos específicos de las variables que se monitorean en el presente plan de seguimiento ambiental son los siguientes:

- Monitorear el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Realizar un análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2021 con respecto a la data histórica existente.
- Realizar un seguimiento sobre variables de referencia ubicados en sectores vecinos no influenciados, lejanos al área de explotación de ALB.
- Realizar un análisis integrado de las variables que corresponda, de manera de prever el comportamiento en el sistema, tanto del Núcleo como de la Zona Marginal, respecto a los principales objetos de protección ambiental.
- Verificar el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas (estadísticamente calculadas) como a los efectos de la explotación del Proyecto en los puntos del PAT.
- Facilitar la fiscalización del Proyecto entregando la información levantada en terreno y analizada, proporcionando una herramienta de gestión y control durante la fase de operación del Proyecto y los 5 primeros años de la fase de cierre.

Todo el monitoreo y datos que van siendo registrados y reportados, son analizados en forma cada vez más robusta e integral, y el análisis de las variables que conforman este informe de PSAH N° 6, permite validar las hipótesis consideradas en la evaluación ambiental.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área de estudio

El área de estudio se enmarca en la cuenca hidrológica del Salar de Atacama, la cual se encuentra administrativamente en la comuna de San Pedro de Atacama, en el extremo Oriente de la Región de Antofagasta y muy cercana al límite internacional con las repúblicas de Argentina y Bolivia, como se muestra en la Figura 4-1.

El Salar de Atacama se sitúa en una depresión topográfica con una altitud promedio de 2.300 m s.n.m. y se ubica geográficamente dentro de la denominada “Gran Fosa” donde concurren aportes fluviales que desembocan en el Borde Norte del Salar por los ríos San Pedro y Vilama, además de los aportes de vertientes transversales que provienen de las lluvias estivales, y rodeada al oeste por la Cordillera de Domeyko y al Este por la Cordillera Prealtiplánica.

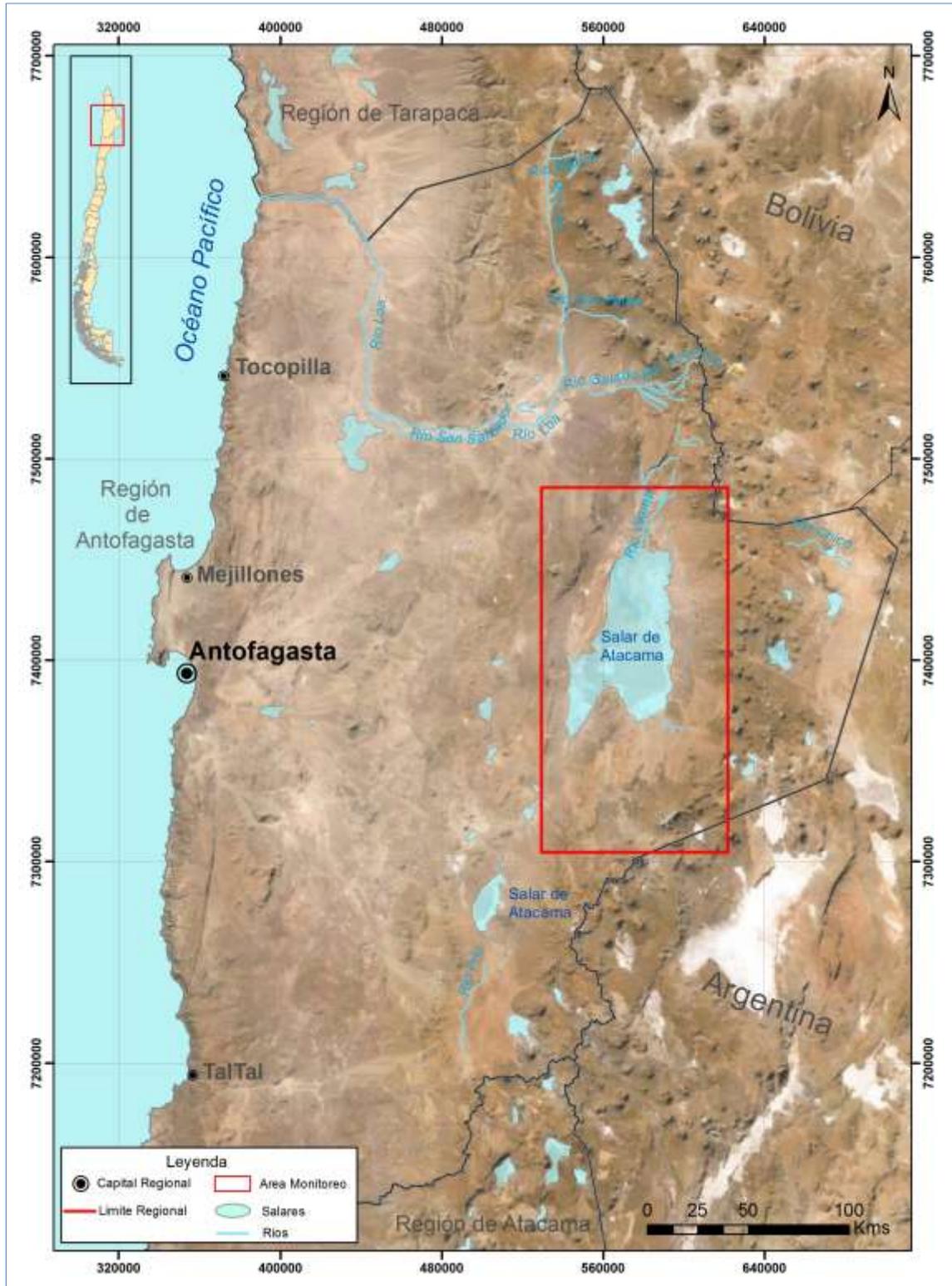
La cuenca del Salar de Atacama corresponde a una cuenca endorreica, en el depocentro de la cual se encuentra el Salar de Atacama. El Salar de Atacama está compuesto mayoritariamente por depósitos evaporíticos (cloruros, sulfatos y carbonatos) con intercalaciones menores de materiales detríticos (arcillas, limos, cenizas de origen volcánico, y arenas). A su vez, el Núcleo del Salar está compuesto principalmente por halita con un espesor que puede superar los 1.800 m, y en superficie se encuentra una costra de este material. La formación del Núcleo y de la costra se interpreta por efecto de la evaporación de salmuera desde una profundidad muy somera, inferior a 1 m.

En el depósito de halita del Núcleo del Salar se encuentra presente la salmuera, con mayores valores de la transmisividad y la conductividad hidráulica en sus primeros 50 metros, y con una reducción en las propiedades hidráulica en profundidad.

En los límites norte, sur y este del Núcleo, se sitúa una banda de sedimentos evaporíticos de color más claro, denominado la Zona Marginal. En la Zona Marginal este y sur, se sitúa la Interfase Salina, que separa las aguas dulces-salobres, de densidad menor ($\approx 1 \text{ g/cm}^3$) procedentes de los acuíferos de estos bordes, de la salmuera más densa ($\approx 1,22 \text{ g/cm}^3$) presente en el Núcleo.

En el Norte, donde la zona Marginal tiene una mayor amplitud, no se ha observado la presencia de una Interfase Salina brusca, sino una zona de transición, o interfase difusa, de más de 30 km de ancho, en la que las aguas procedentes de las subcuencas aportantes del Norte, así como de la infiltración de los cauces de los ríos Vilama y San Pedro, se van salinizando progresivamente, hasta convertirse en salmuera, ingresando al Núcleo por el Norte.

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



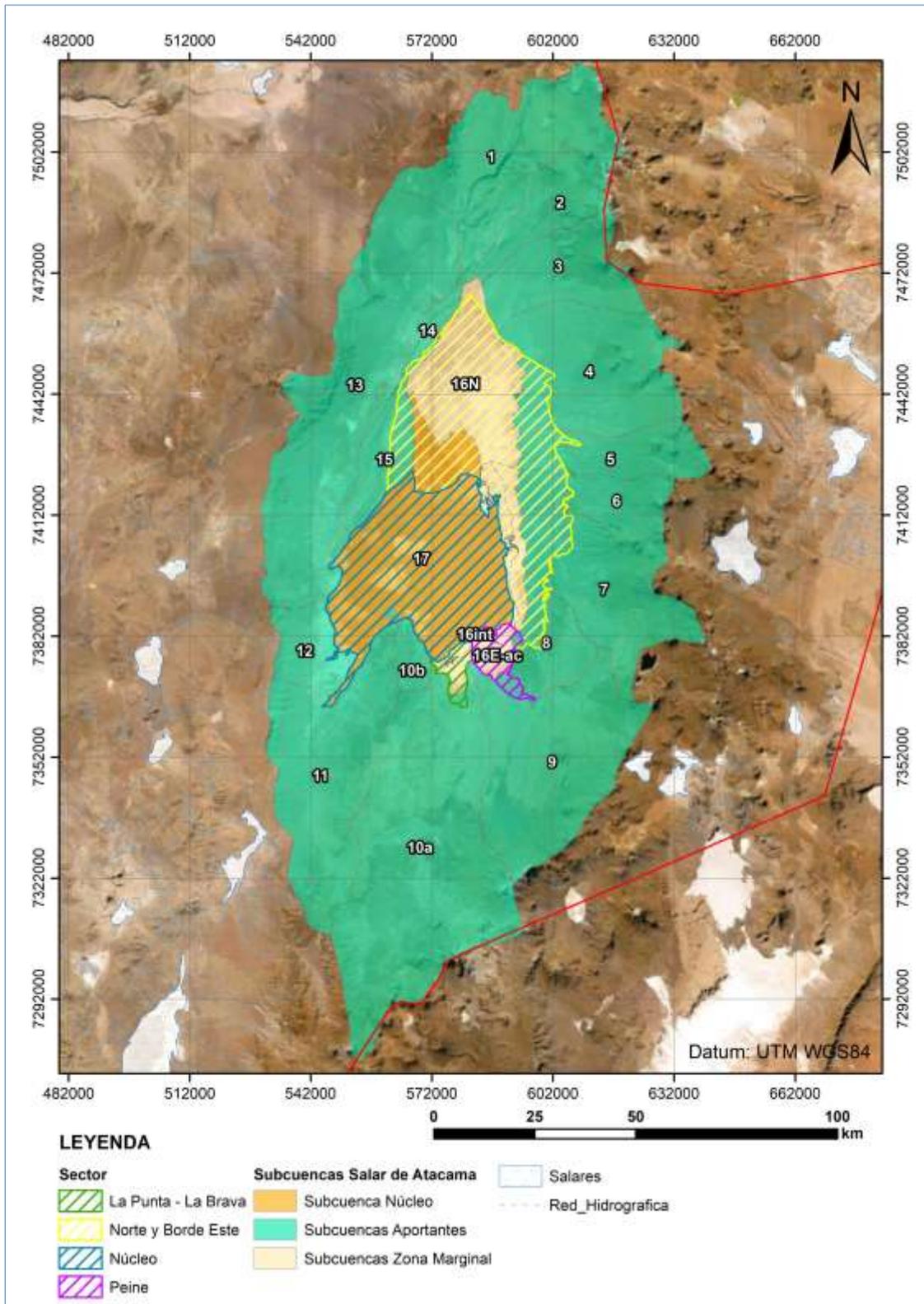
Fuente: Elaboración propia

La Interfase Salina en los bordes este y sur supone una separación hidráulica subterránea, de tal manera que el flujo procedente desde los acuíferos de las subcuencas aportantes se ve forzado a ascender, alcanzando la superficie y formando los Sistemas Lagunares permanentes, como es el caso de los sistemas de La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor.

Los monitoreos que se realizan en el marco de este PSAH se circunscriben al Núcleo y a la Zona Marginal del Salar de Atacama, áreas que se presentan en la Figura 4-2. Dichas áreas son divididas para el análisis del PSAH en los siguientes sectores:

- La Punta – La Brava – asociado con los sistemas lagunares ubicados en el sector de las lagunas La Punta-La Brava y vegas de Tilopozo en la zona sur de la cuenca.
- Peine – asociado con el sistema lagunar de Peine, que incluye las lagunas de Salada-Saladita e Interna, ubicadas en el límite SE del salar.
- Norte y Borde Este – zona amplia de descarga desde las quebradas del este y norte, asociado con los sistemas de lagunas Chaxa, Barros Negros, Soncor y Aguas de Quelana, ubicados en el sector NE del salar.
- Sector Núcleo – área del salar corresponde al depósito de materiales evaporíticos (costra de limos salines, costras de cloruro yesífera, yesífera, transición de cloruros y núcleo de cloruros).

Figura 4-2 Definición de Zonas y sub-cuencas del Salar y Sectores Asociados con el PSAH



Fuente: Elaboración propia

4.2 Variables Ambientales, Parámetros y Ubicación de los Puntos de Medición y Muestreo

En la Tabla 4-1 se resumen las 9 variables ambientales que se monitorean periódicamente en el área de estudio, los parámetros utilizados para caracterizar el estado y evolución de las variables ambientales, el número de puntos de monitoreo para cada variable y su frecuencia de monitoreo durante el año 2021.

Tabla 4-1 Resumen Variables Ambientales y Parámetros

Componente Ambiental	Variable Ambiental	Parámetros	N° de puntos medidos	Frecuencia de Medición
FISICO Clima y Meteorología	Variables Meteorológicas	Precipitación diaria en [mm], Temperatura atmosférica en [°C], Evaporación en lámina libre en [mm], Presión atmosférica en [mbar]	1	Diaria (Continuo)
FISICO Hidrología	Superficie Cubierta por Lagunas	Superficie en [m ²] de sistemas lagunares	4	Semestral
	Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Nivel en [m s.n.m.]	20 (1)	Mensual
	Aforo de Caudales superficiales	Caudal en [L/s]	6	Trimestral
FÍSICO Hidrogeología	Evapotranspiración	Flujo de evaporación en [mm/día]	22	Trimestral (Domos)
	Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Profundidad Nivel en [m s.n.m.]	125 (2)	Mensual
	Posición de la Interfase Salina	Conductividad Eléctrica [μS/cm] v/s Profundidad [m s.n.m.]	13 (3)	Trimestral
	Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Caudal de salmuera en [L/s]	74 Pozos (4)	Mensual
Caudal de agua industrial en [L/s]		2 y pozo Peine	Mensual	
FISICO Calidad del Agua	Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros Físicos <i>in situ</i>: pH, C.E., T°, TDS y Oxígeno Disuelto. - Parámetros físico-químicos laboratorio: pH, C.E., TDS y Densidad. - Elementos mayoritarios disueltos: Cl⁻, SO₄⁼, HCO₃⁻, NO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. - Elementos mayoritarios totales: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, y K⁺. - Elementos minoritarios y trazas disueltos: B, Li, Sr. - Elementos minoritarios y trazas totales: Al, As, B, Fe, Li, Si, Sr. 	40	Trimestral

(1) El limnómetro LM-15 fue reemplazo por un piezómetro (el BA-31) el año 2018 porque en la ubicación original del limnómetro no había agua superficial. Además, existen 4 estacas adicionales al Plan de Seguimiento presentado en la RCA en la Laguna Interna. La exigencia de la instalación de estas estacas fue establecida antes de la RCA 021/2016 a través de la RE 165/2003 de la Comisión Regional del Medio Ambiente, II Región de Antofagasta. Albemarle reporta esta información dentro del Plan de Seguimiento Ambiental.

(2) Son 125 por que ahora BA-31 se considera dentro de las red de piezómetros.

(3) Sólo 13 puntos, dado que originalmente eran 14, pero el pozo MP-08C se encuentra sellado desde el año 2016.

(4) Corresponde a la cantidad total de pozos que se han bombeado durante 2021.

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las variables meteorológicas, la medición de los parámetros se realizará de manera continua para cada una de ellas. Sin embargo, para efectos de la entrega de resultados, esta información continua, se integra a un valor por día.

Asimismo, es necesario señalar que en el caso de la información proveniente de caudales bombeados, se realiza un monitoreo en línea y en tiempo real.

Para facilitar la visualización de los datos y para permitir el análisis por zona, las variables niveles freáticos, niveles limnimétricos de lagunas, posición de la Interfase Salina, aforo de caudales superficiales y calidades químicas de aguas superficiales y subterráneas, se presentan agrupadas en los siguientes cuatro sectores de la cuenca, mostrados en la Figura 4-2, determinados según sus comportamiento y características hidrológicas e hidrogeológicas:

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

Para el caso de las variables meteorológicas, evapotranspiración y superficie lagunar, el análisis de la información se realiza a nivel de cuenca.

En cuanto a los bombeos de salmuera (presentados en volúmenes extraídos y caudales medios), éstos son analizados por área de bombeo que consiste en las áreas de extracción de salmuera de ALB A1 y A2 (así como el total de la operación).

4.2.1 Implementación del Plan de Monitoreo

El Plan de Seguimiento Ambiental contempla un total de 151 puntos de monitoreo u observación. Al momento de aprobarse la RCA, en enero del 2016, se encontraban implementados 97 puntos por lo que la implementación total de la red de monitoreo quedó establecida en la evaluación ambiental de acuerdo al programa que se presenta en la Figura 4-3, Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA.

El programa de implementación de la infraestructura de la red de monitoreo fue concebido en cuatro etapas sucesivas, de 6 meses cada una, donde los meses se contabilizan desde la fecha de inicio del Proyecto (28.09.2016). Esta fecha de inicio fue informada con una semana de anticipación a la SMA con Carta MA012/2016, recibida con fecha 21.09.2016, SMA Cod.50067.

A la fecha del presente documento, se ha informado la implementación de las cuatro etapas a la SMA mediante carta MA 02/2017 (Etapa 1), MA 035/2017 (Etapa 2), MA 064/2017 (Etapa 3), MA 087/2017 (Etapa 4) y, mediante carta del 07 de enero de 2019, se informa la finalización

de las labores de construcción de los 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama, dando así por finalizada la implementación de la red de monitoreo del PSAH. De forma complementaria, con fecha 15 de julio de 2019, se hace entrega del Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, que incluye el detalle de la construcción de los 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama⁹.

Es importante señalar que, a pesar de lo programado, a ALB le tomó más de 24 meses poder dar por finalizada la implementación completa de la red de monitoreo debido a los tiempos que tomaron todas las gestiones ante la Autoridad y las Comunidades, además de los tiempos de ejecución de las distintas tareas, lo que se constata a través de todo lo expuesto en el apartado anterior. Así mismo y como se menciona anteriormente, durante la puesta en marcha de los lisímetros de carga constante instalados, estos no lograron su correcto funcionamiento pese a los esfuerzos realizados en su reparación, proponiéndose finalmente el cambio de metodología a lisímetros de carga variable, proceso que fue expuesto a la autoridad durante el desarrollo del mismo. A la fecha de presentación de este informe, se está a la espera de respuesta por parte de la autoridad respecto a su aprobación para realizar el cambio metodológico propuesto para los lisímetros actualmente instalados (el detalle de las modificaciones en relación a los lisímetros se presenta en la sección 4.2.3), luego de la entrega del reporte técnico que dió respuesta a las inquietudes del proceso de cambio¹⁰.

En la Figura 4-3 se presenta, de forma resumida, la línea de tiempo correspondiente a la implementación de la red de monitoreo PSA, destacando los principales hitos.

En la Figura 4-4 se muestra de manera general la ubicación de los puntos que componen la red de monitoreo en los distintos sectores PSAH, señalando el tipo de punto de monitoreo (las coordenadas están en UTM *Datum* WGS 84 Huso 19 Sur).

En cuanto a las coordenadas y elevaciones definitivas de los puntos de monitoreo de la red, la condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016 indica que: “*El titular deberá remitir un completo Informe de la nivelación de precisión a realizar respecto de cada uno de los puntos de medición que lo requieran (pozos, reglillas y todos los otros puntos del PSA y del PAT), con los debidos antecedentes de respaldo*”. Este levantamiento topográfico ya fue realizado por ALB, con informe y respaldos entregados a la SMA con fecha 24 de agosto de 2020 (Carta ALB-GMA-2020-SMA-012), indicando que la topografía válida corresponde a la realizada entre el 2014 y 2015, la cual fue presentada durante la evaluación ambiental del proyecto. Esto,

⁹ Toda esta comunicación con la Autoridad puede ser consultada en el Anexo M de este Informe.

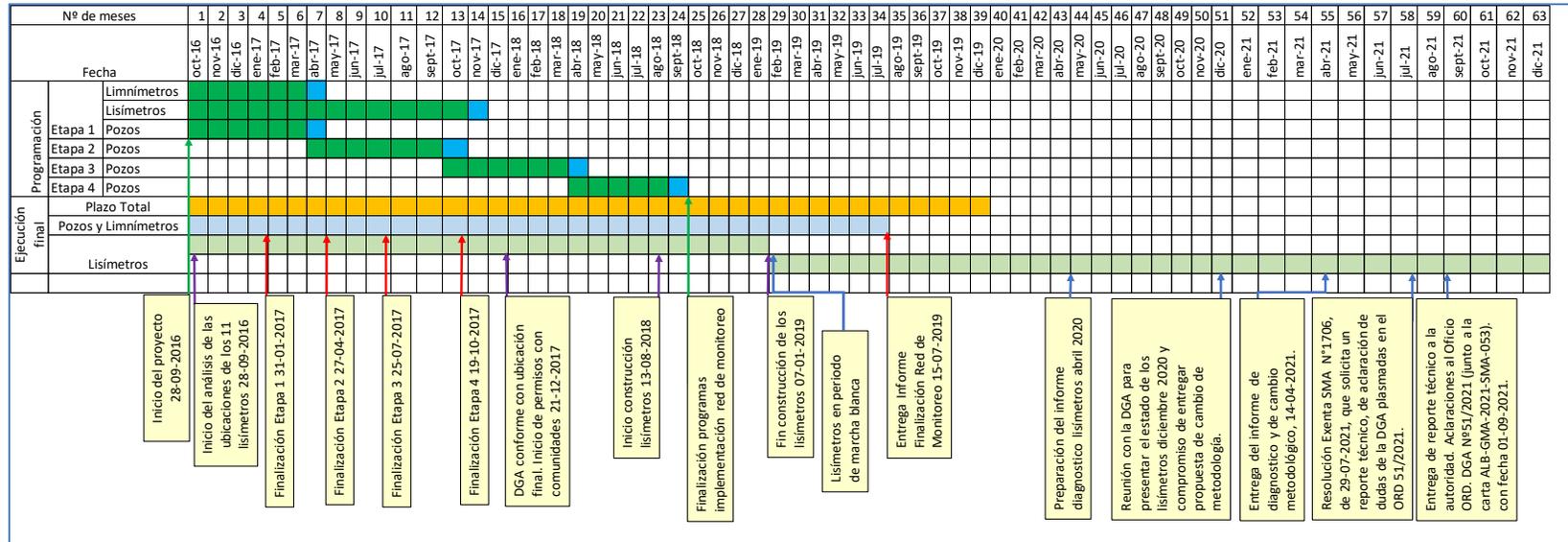
¹⁰ Reporte con aclaraciones al requerimiento de información plasmado en ORD DGA 051/2021 y contenido en la Res Ex SMA N° 1849, de 19 de agosto de 2021; fue entregado mediante carta conductora: ALB-GMA-2021-SMA-053 el día 01 de septiembre de 2021

debido a que los umbrales definidos en relación al Plan de Alerta Temprana, así como los valores de línea base han sido calculados utilizando dicha topografía. La actualización topográfica de 2020 muestra diferencias en los distintos puntos de monitoreo, las que se deben fundamentalmente al nivel de precisión de la topografía. A la fecha de emisión de este informe, la Autoridad no se ha pronunciado al respecto. En el caso de que la SMA estime necesario actualizar la información histórica con la nueva topografía, se requeriría hacer un ejercicio similar para recalcular los valores de línea base y, por ende, los umbrales asociados al Plan de Alerta Temprana. La carta ingresada con fecha 24 de agosto de 2020 se adjunta en el Anexo M de este Informe.

Sin perjuicio de lo indicado en el párrafo precedente, mediante carta ingresada ALB-GMA-2021-SMA-027 de mayo de 2021 y carta ALB-GMA-2021-SMA-034 de junio de 2021, y dando cumplimiento a lo establecido en condición específica 10.10 de la RCA 021/2016 referente a “Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años”, se hizo entrega a la SMA de informe del levantamiento topográfico georreferenciado, realizado en 2021 a los 16 limnímetros¹¹ y a las 4 estacas pertenecientes a la red del PSAH que se encuentran instalados en los cuerpos de agua del Salar. A la fecha, ALB no ha tenido respuesta por parte de la SMA respecto del informe entregado, por lo que las coordenadas y cotas presentadas en este informe son las correspondientes a las reportadas desde 2016. Las cartas ingresadas se adjuntan en el Anexo M de este Informe.

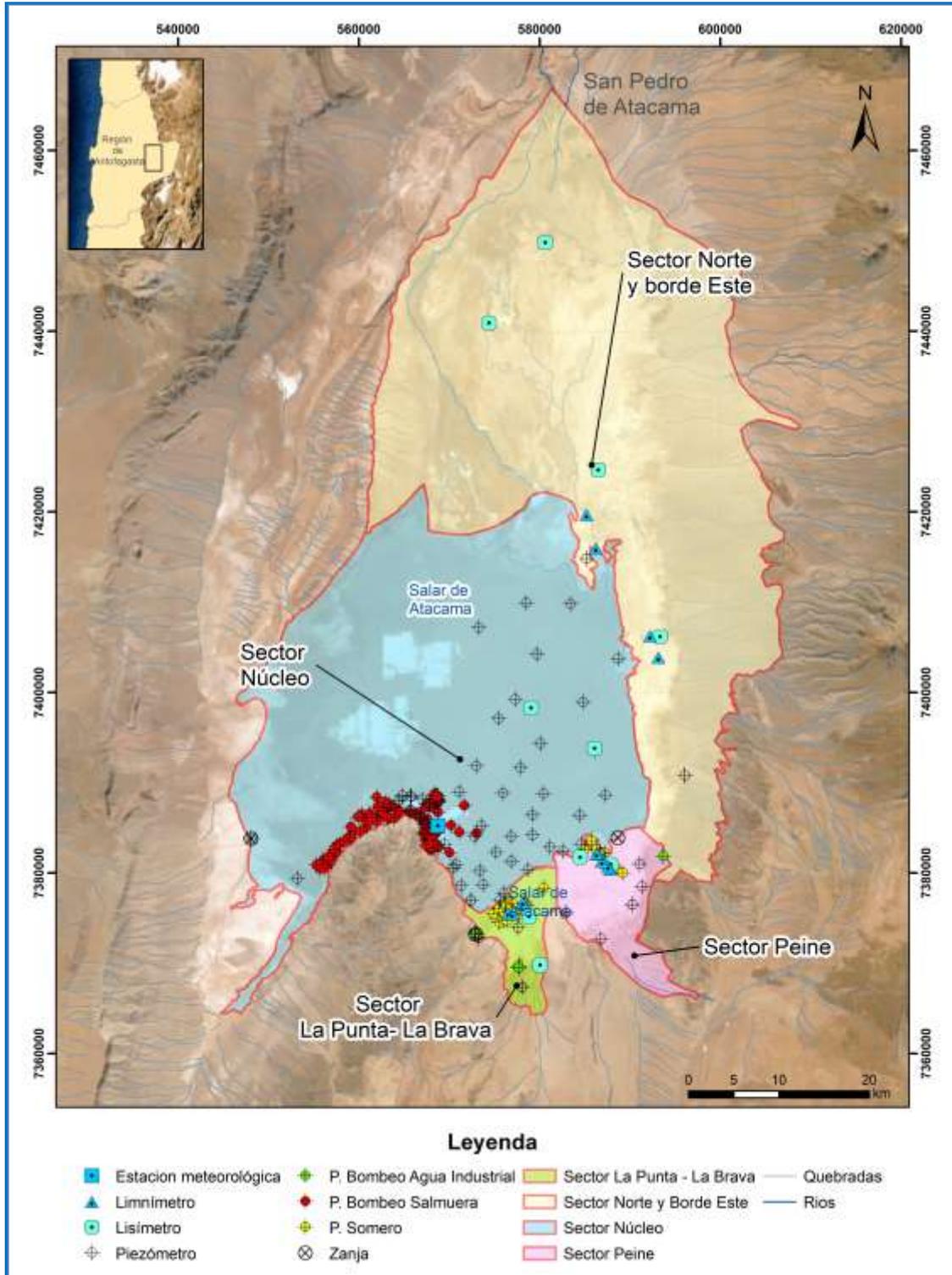
¹¹ El LM-15 se cambió por BA-31.

Figura 4-3 Línea de Tiempo de Implementación del Plan de Monitoreo e Instalación de lisímetros



Fuente: Elaboración propia

Figura 4-4 Red de Monitoreo PSAH



Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Red de Monitoreo Variables Meteorológicas

La medición de las variables meteorológicas se realiza actualmente en la estación denominada “EM-Rockwood”, la cual está ubicada en las instalaciones que tiene ALB en el Núcleo del salar. Al respecto, cabe recordar que esta estación comenzó su funcionamiento el 28 de abril de 2016, y que reemplaza la antigua estación denominada EM-SCL (también denominada “Planta SCL” en la Adenda 5), sustentada en la necesidad de incluir la medición de la variable de presión atmosférica comprometida en la RCA N°21/2016 y además a la incorporación de mejoras tecnológicas.

En la Tabla 4-2 y en la Figura 4-5 se indica la ubicación de las estaciones meteorológicas instaladas en la cuenca, las que son de propiedad de la DGA y de terceros, cuya información debe ser integrada al PSAH a medida que se encuentre disponible, tal como fue indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5.

Tabla 4-2 Detalle de las Estaciones Meteorológicas

Nombre	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota Referencia [m s.n.m.]	Propietario	Vigencia
	Este (m)	Norte (m)			
EM-SCL	569.244	7.384.662	2.300	ALBEMARLE	No Vigente
EM-Rockwood	568.772	7.385.236	2.300	ALBEMARLE	Vigente
Camar	605.746	7.410.665	2.700	DGA	Vigente ⁽³⁾
El Tatio	601.377	7.525.377	4.370	DGA	Vigente
Peine	595.837	7.380.038	2.460	DGA	Vigente ⁽⁴⁾
Río Grande	585.501	7.494.353	3.250	DGA	Vigente ⁽³⁾
San Pedro de Atacama	581.811	7.466.358	2.450	DGA	Vigente ⁽³⁾
Socaire	612.802	7.390.681	3.251	DGA	Vigente ⁽³⁾
Talabre	613.518	7.421.064	3.300	DGA	Vigente ⁽³⁾
EM-Chaxa ⁽¹⁾	583.508	7.424.264	2.304	SQM	Vigente
EM-Salar	561.348	7.396.266	2.300	SQM	No Vigente
EM-KCI ⁽²⁾	561.376	7.396.241	2.300	SQM	Vigente
EM-Tilopozo	578.068	7.368.320	2.313	MEL	Vigente ⁽⁵⁾

(1) Informe N° 21 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM Salar S.A. presenta coordenadas UTM: 583.530,01 mE; 7.424.240,32 mN.

(2) EM-KCL reemplazó EM-Salar en el año 2015.

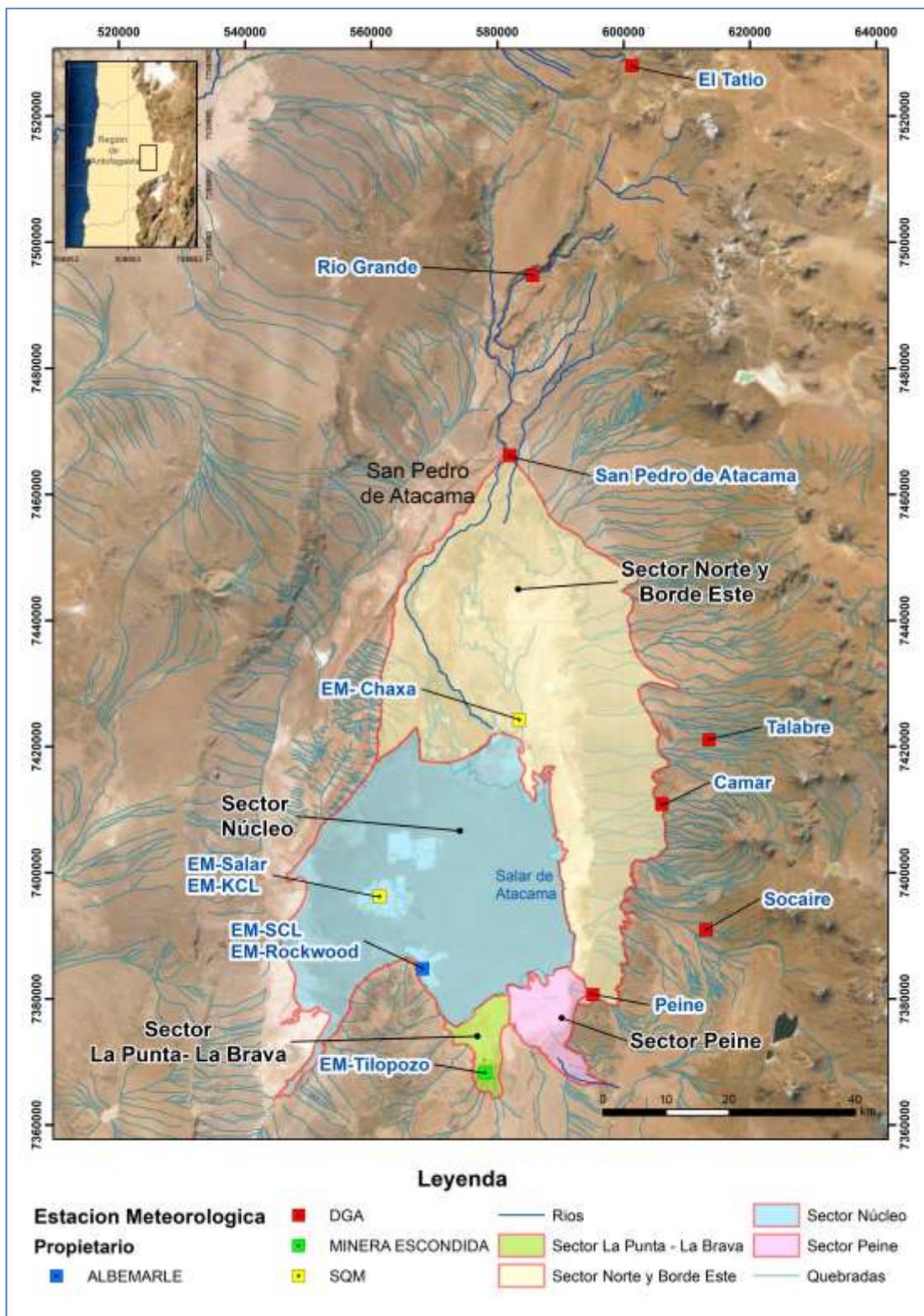
(3) Estación meteorológica sin datos actualizados al año 2022, tomado de <https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>.

(4) Estación meteorológica suspendida, según lo reportado en carta “Respuesta Solicitud Transparencia - AM006W0067963” que se encuentra en Anexo M.

(5) Estación meteorológica sin datos actualizados al año 2022, últimos datos conocidos, tomados del Informe: “Reporte Anual Monitoreo Ambiental Lixiviación de Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado”.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-5 Ubicaciones de las Estaciones Meteorológicas



Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

ALB tiene un compromiso de medir de forma continua las tasas de evaporación del salar con un total de 11 lisímetros de carga constante. No obstante, tal como se aclara en el acápite 4.2, por los desafíos asociados con el funcionamiento de los equipos, hasta la fecha no ha sido posible lograr mediciones confiables; y se esta a la espera de la aprobación por parte de la autoridad para hacer el cambio metodológico a lisímetro de carga variable.

Con el propósito de dar cumplimiento a lo establecido en la RCA y dar continuidad a las mediciones de evapotranspiración, se han continuado con las campañas trimestrales de medición con domos, que entregan información puntual de la evapotranspiración. En la Tabla 4-3 se presenta la información de los puntos de medición incluyendo su ubicación, concordancia con los futuros lisímetros, sector al cual se asocia la medición y la nomenclatura utilizada.

Tabla 4-3 Red de Monitoreo de Evapotranspiración

Punto de Monitoreo 2021	Red de Monitoreo Lisímetros	Sector	Coordenadas UTM (Datum WGS 84/Huso 19S)		Cota referencia [m s.n.m.]
			Este (m)	Norte (m)	
EVT-1	-	Norte y Borde Este	584.844	7.452.662	2.354,00
EVT-2	-	Norte y Borde Este	587.174	7.452.186	2.353,00
EVT-3	LS-01	Norte y Borde Este	580.655	7.449.818	2.340,00
EVT-4	LS-02	Norte y Borde Este	574.421	7.440.912	2.319,00
EVT-5	-	Norte y Borde Este	576.531	7.440.666	2.315,00
EVT-6	LS-03	Norte y Borde Este	586.521	7.424.624	2.305,00
EVT-7	-	Norte y Borde Este	589.510	7.424.633	2.310,00
EVT-8	-	Norte y Borde Este	592.323	7.424.633	2.323,00
EVT-9	LS-05	Núcleo	579.095	7.398.299	2.300,00
EVT-10	LS-06	Núcleo	586.123	7.393.805	2.300,00
EVT-11	-	Norte y Borde Este	591.423	7.393.882	2.303,00
EVT-12	-	Norte y Borde Este	591.748	7.394.054	2.305,00
EVT-13	-	Núcleo	572.869	7.384.102	2.300,00
EVT-15	-	Peine	590.373	7.383.699	2.300,36
EVT-16	-	Peine	591.963	7.383.004	2.303,04
EVT-17	LS-07	Peine	584.498	7.381.744	2.302,00
EVT-18	-	Peine	586.590	7.382.164	2.300,00
EVT-19	-	La Punta-La Brava	578.228	7.376.559	2.301,00
EVT-20	LS-10	La Punta-La Brava	578.855	7.375.174	2.304,00
EVT-21	-	La Punta-La Brava	578.733	7.372.927	2.306,00
EVT-22	LS-09	La Punta-La Brava	580.073	7.369.821	2.310,30
EVT-23	LS-08	Peine	587.897	7.380.946	2.304,00
LS-04*		Norte y Borde Este	593.358	7.406.165	2.300,19
LS-11*		Núcleo	560.582	7.411.613	2.300,15

* Los puntos LS-04 y LS-11 corresponden a lisímetros sin domo asociado.

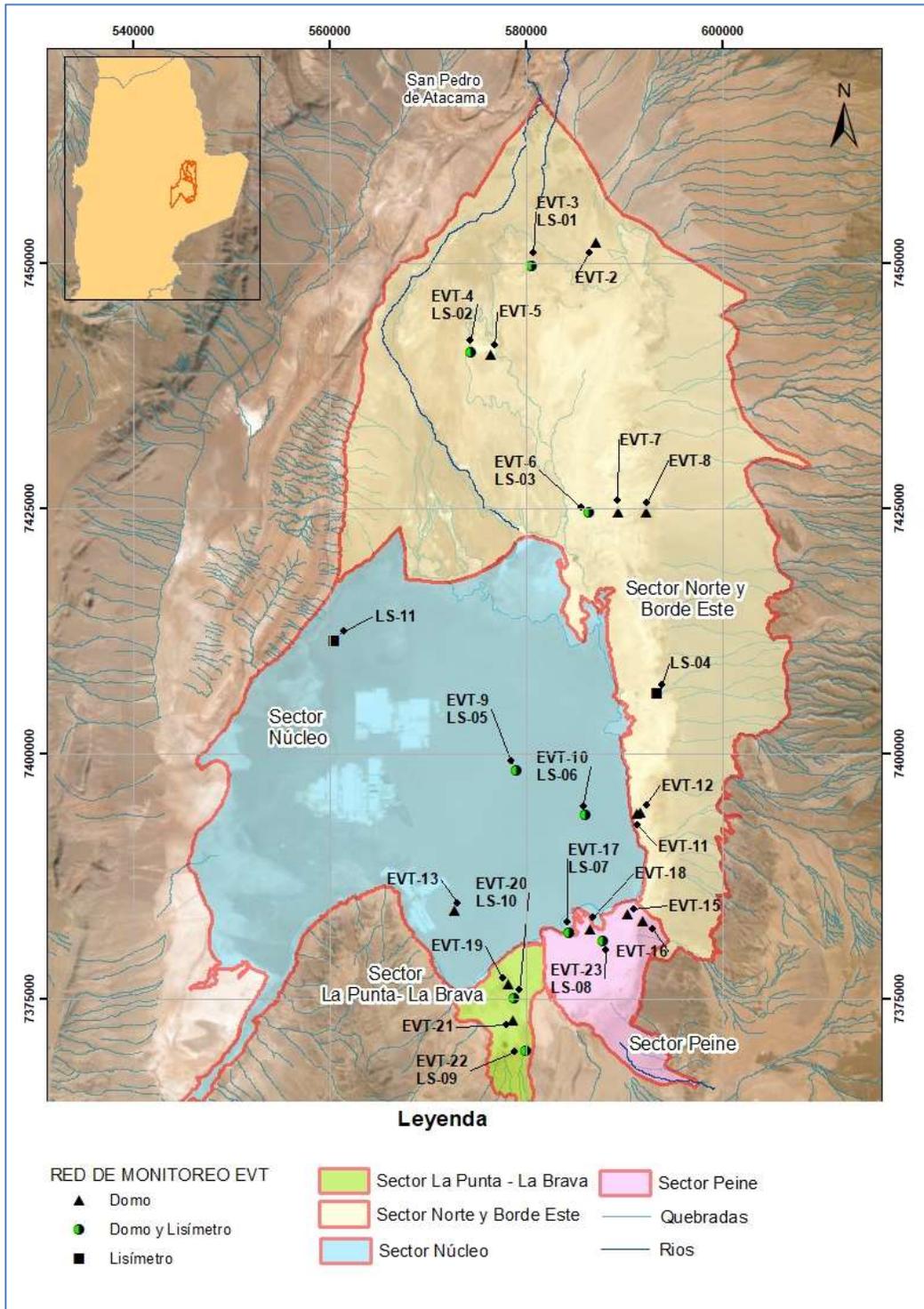
Nota: Cota Referencia y coordenadas UTM, corresponden a las presentadas en la Adenda 5.

* Los puntos de monitoreo LS-04 y LS-11 no se han medido nunca con domo ya que, aun habiendo en 2019 un lisímetro instalado en cada punto, estos no tiene un punto equivalente de medición con domo (EVT-XX).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4-6 se muestran la ubicación de los puntos en donde actualmente se mide la evapotranspiración a través de domo.

Figura 4-6 Red Monitoreo Evapotranspiración



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la variable evapotranspiración, la instalación prevista de lisímetros en la cuenca para la medición continua, con el objetivo de cumplir con el requisito del Anexo 3 (numeral

3.3.2) de la Adenda 5 del EIA señala que “La evapotranspiración real se medirá a partir de lisímetros u otros equipos que se instalarán en 10 puntos de medición distribuidos en el Núcleo y la Zona Marginal del Salar. Los equipos que se instalarán y sus características serán acordados con la DGA en dos reuniones técnicas que se realizarán en hasta 60 días después de la aprobación del Proyecto. estos equipos podrán ser calibrados o ajustados, si corresponde, con las mediciones realizadas con domos.”

La puesta en marcha de los lisímetros ha presentado una serie de inconvenientes, en relación al correcto funcionamiento de los equipos. A continuación, se presenta un resumen de las actividades realizadas:

- La campaña de instalación de los 11 lisímetros a implementar, se inició el día 13 de agosto de 2018. En una reunión con la DGA, sostenida el día 09 de noviembre de 2018, se presentó el avance de los trabajos de implementación, y un nuevo cronograma, en función del avance de las obras.
- El día 7 de enero 2019, se ingresó a la SMA carta donde se informa que, con fecha 05 de diciembre de 2018 finalizaron las labores de “Construcción de 11 lisímetros a lo largo del Salar de Atacama”, con lo que se dio por finalizada la implementación del PSAH.
- Para complementar lo anterior, el 15 de julio de 2019, se entregó a la SMA el Informe “Finalización de Implementación de la Red de Monitoreo PSA, según RCA N°21/2016”, con el detalle de la construcción de los 11 lisímetros.
- El 30 de octubre 2019, se tuvo una reunión con la SMA Nivel Central, donde se indicó que los lisímetros no estaban cumpliendo la función de carga constante.
- Se realizó una reunión con la SMA y DGA el 18 de diciembre de 2020, donde se señalaron los esfuerzos realizados, para que los lisímetros instalados funcionasen; sin obtener los resultados esperados, por lo cual se propuso transformar los lisímetros de carga constante a carga variable.
- El día 14 de abril de 2021, se entregó mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-020 el informe comprometido en la reunión del día 18 de diciembre del año 2020, presentando una nueva propuesta para lograr una medición continua de la evaporación en las ubicaciones acordadas en el Salar; que correspondería a la metodología de carga variable.
- Mediante la Resolución Exenta N° 1706, y la Resolución Exenta N° 1849 de la SMA (esta última para ampliar el plazo de respuesta); solicita aclarar las observaciones de la DGA en el Ord N°51/2021 referentes al informe con el cambio metodológico propuesto. Aclaraciones que fueron atendidas en un reporte técnico entregado a la autoridad junto a la carta ALB-GMA-2021-SMA-053 el 01 de septiembre de 2021.

Sin perjuicio de todo lo mencionado anteriormente, con respecto al funcionamiento de los lisímetros, según lo establecido en la RCA N°21/2016, y para dar continuidad a las mediciones, mientras no operen de forma definitiva los mismos, se han continuado realizando las campañas trimestrales de medición de evapotranspiración con domos¹², las cuales se mantendrán en el tiempo hasta la fecha que disponga la Autoridad Ambiental, por cuanto permitirán correlacionar las mediciones con los lisímetros.

En relación a los domos utilizados en las campañas de EVT, se usaron 6 domos, el SA-02, SA-04, SA-05, SA-06, SA-07 y SA-09, en la Tabla 4-4 se detallan domos en relación con mes de campaña.

Tabla 4-4 Domos utilizados para la medición de la EVT en 2021

Domo	Campaña Marzo	Campaña Junio	Campaña Septiembre	Campaña Diciembre
SA-02				X
SA-04			X	
SA-05	X	X	X	X
SA-06	X	X	X	
SA-07				X
SA-09				X

Nota: No se usaron los Domos SA-01, SA-03 y SA-08.

4.2.4 Red de Monitoreo Superficie Cubierta por Lagunas

El área inundada por la superficie lagunar se mide a través de imágenes satelitales de alta resolución y levantamiento en terreno, considerando cuatro polígonos de evaluación, uno para cada sistema lagunar objeto de protección del Proyecto. Los vértices de los polígonos se indican en la Tabla 4-5, y su ubicación espacial en la Figura 4-7.

Tabla 4-5 Vértices de los polígonos usados para evaluar superficie lagunar

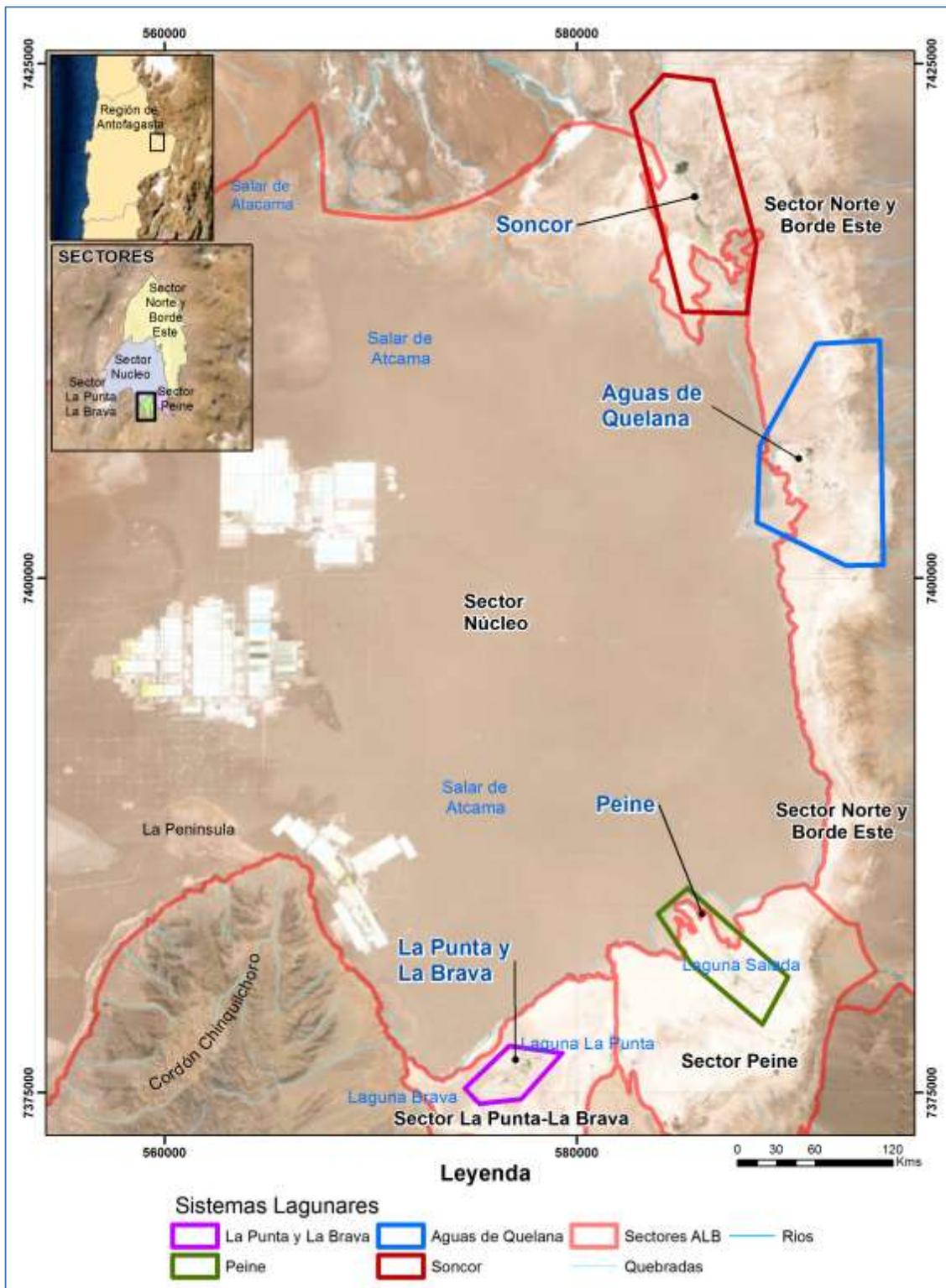
Sistema Lagunar	Nombre del Nodo	Coordenadas UTM (Datum WGS84/Huso 19S)	
		Este (m)	Norte (m)
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 1	574.483	7.375.332
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 2	576.811	7.377.422
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 3	579.192	7.377.051
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 4	577.261	7.374.855
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 5	575.171	7.374.617
Sistema La Punta - La Brava	Nodo 6	574.483	7.375.332

¹² En el Anexo 3 del Adenda 5 se indica que "Mientras se instala la nueva red de medición el titular deberá continuar con la red de monitoreo de evaporación y metodología del domo utilizada para los trabajos de la Adenda 5, con una frecuencia trimestral". El método de los domos permite obtener información puntual de la evapotranspiración.

Sistema Lagunar	Nombre del Nodo	Coordenadas UTM (Datum WGS84/Huso 19S)	
		Este (m)	Norte (m)
Sistema Peine	Nodo 1	583.770	7.383.878
Sistema Peine	Nodo 2	585.410	7.385.068
Sistema Peine	Nodo 3	590.358	7.380.729
Sistema Peine	Nodo 4	589.035	7.378.480
Sistema Peine	Nodo 5	585.648	7.381.285
Sistema Peine	Nodo 6	585.675	7.381.311
Sistema Peine	Nodo 7	583.770	7.383.878
Sistema Soncor	Nodo 1	588.234	7.412.889
Sistema Soncor	Nodo 2	585.093	7.412.988
Sistema Soncor	Nodo 3	582.447	7.422.414
Sistema Soncor	Nodo 4	584.200	7.424.366
Sistema Soncor	Nodo 5	586.482	7.424.101
Sistema Soncor	Nodo 6	588.631	7.416.164
Sistema Soncor	Nodo 7	588.234	7.412.889
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 1	591.549	7.411.420
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 2	594.658	7.411.519
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 3	594.823	7.400.770
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 4	592.872	7.400.869
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 5	588.738	7.402.754
Sistema Aguas de Quelana	Nodo 6	588.672	7.405.896

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-7 Red Superficie Cubierta por Lagunas



Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Red de Monitoreo de Nivel, Posición Interfase Salina, Aforos y Calidad Química

Las variables niveles (superficiales y piezométricos), posición de la Interfase Salina, aforos y calidad química del agua superficial y subterránea, se abordan de manera conjunta en este numeral tal y como propone el Anexo 3 de la Adenda 5 que aprobó el Proyecto. Esto, porque en varios de los puntos de monitoreo se mide más de una variable e hidrogeológicamente se relacionan entre sí. Para facilitar el seguimiento de resultados, cada uno de los puntos se presenta asociado a los sectores que han sido indicados previamente y que corresponde a La Punta-La Brava, Peine, Norte y Borde Este y Núcleo.

La red de puntos de monitoreo de agua subterránea se encuentra compuesta por:

- Pozos someros: también denominados como barrenos, cuya sigla corresponde a BA-XX¹³. Son pozos de poca profundidad, hasta 2 m, realizado por métodos manuales o con ayuda de maquinaria ligera también de pequeño diámetro (2-3 pulgadas) que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas en la zona de evaporación.
- Pozos profundos: pozos que alcanzan profundidades entre 80 m y 120 m, identificados con las siglas PP-XX, que sirven para medir en un punto específico, la profundidad del nivel de las aguas subterráneas, posición de la interfase salina y calidad química.
- Piezómetros: perforaciones de pequeño diámetro (2-5 pulgadas), realizada con maquinaria de perforación generalmente pesada, de profundidad variable, que sirven para medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas en un punto específico.
- Multipiezómetros: se define de esta forma al conjunto constituido por dos o tres piezómetros independientes, perforados y habilitados a diferentes profundidades. El nombre de cada multipiezómetro comienza con las iniciales MP, seguidas de un número correlativo y finaliza con una letra; A, B o C, cuyo significado es el siguiente:
 - MP-XXA: piezómetro somero perforado y habilitado sobre la posición de la Interfase Salina, es por tanto el menos profundo de los tres y sirve para la medición del nivel de agua y muestrear el acuífero de agua salobre.
 - MP-XXB: piezómetro intermedio habilitado únicamente por debajo de la posición de la Interfase Salina, destinado a la toma de muestras de salmuera.
 - MP-XXC: piezómetro profundo perforado por debajo de la interfase y habilitado en su totalidad, se destina a la realización de perfiles de conductividad y temperatura.

¹³ Se indica que “XX” corresponde a una denominación para abreviar números correlativos que indican nombre de punto de monitoreo.

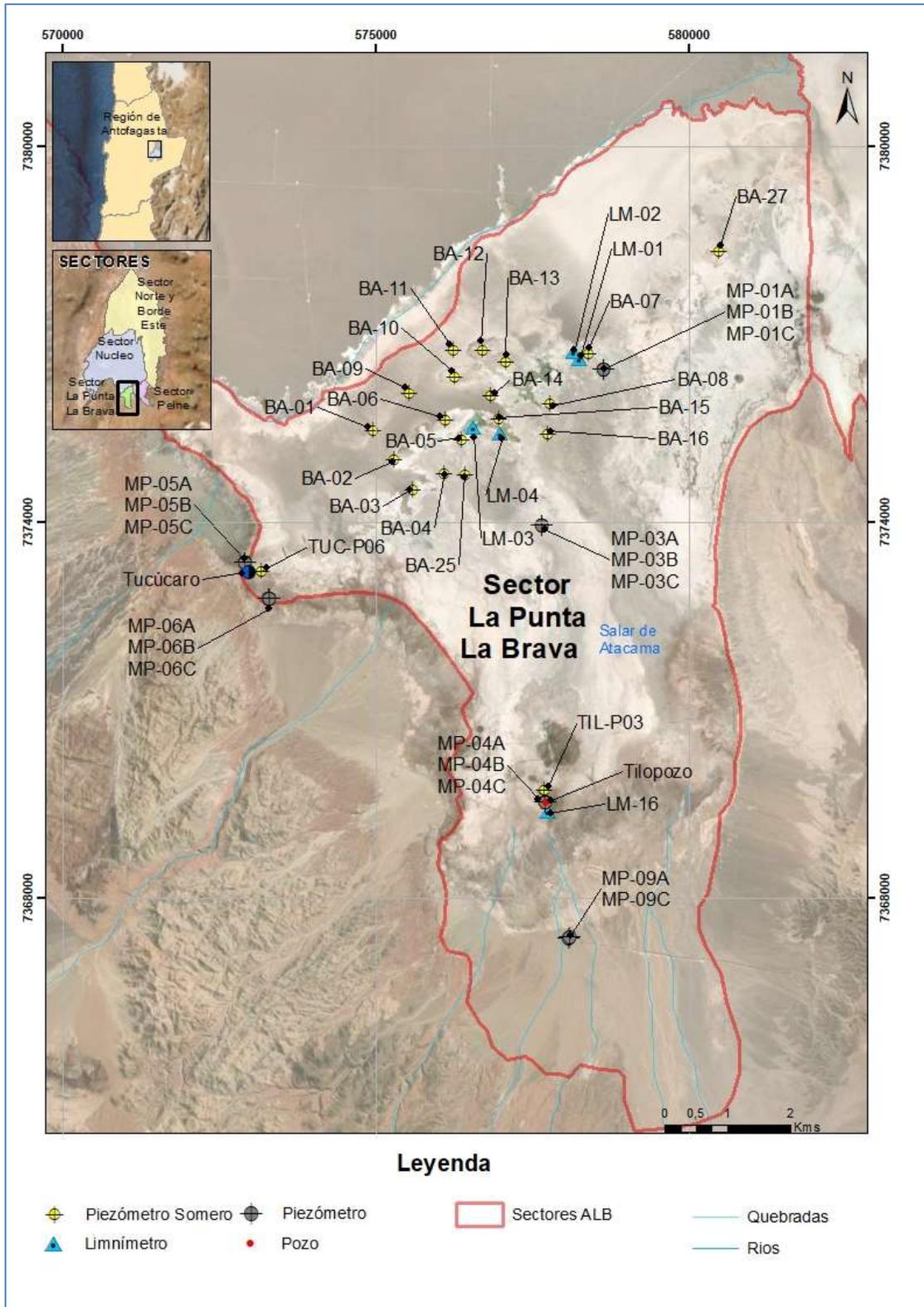
- Pozos de extracción: perforaciones de gran diámetro (20 a 60 pulgadas), realizados generalmente con maquinaria de perforación pesada, destinados a la extracción tanto de agua industrial como de salmuera.
- Zanjas: son excavaciones realizadas en el terreno mediante maquinaria tipo retroexcavadora, con profundidad en torno a los 5 metros, que permite medir la profundidad del nivel de las aguas subterráneas.

4.2.5.1 Monitoreo Sector La Punta – La Brava

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas. La Figura 4-8 muestra la distribución de estos puntos según su tipología y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta los 44 puntos de monitoreo considerados en este sector indicando las variables que deben ser medidas en cada punto, mediante una “x”.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “BA” para representar barrenos o piezómetros someros, “LM” corresponde a limnímetros y “MP” a multi-piezómetros. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la Figura 4-8 mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-8 Puntos de Monitoreo Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

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

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	BA-01	574.964	7.375.461	2.300,92	P. somero			x		
2	BA-02	575.305	7.375.003	2.301,37	P. somero			x		
3	BA-03	575.594	7.374.516	2.301,46	P. somero			x		
4	BA-04	576.096	7.374.776	2.301,35	P. somero			x		
5	BA-05	576.373	7.375.324	2.301,09	P. somero			x		
6	BA-06	576.120	7.375.626	2.301,41	P. somero			x		
7	BA-07	578.406	7.376.692	2.300,88	P. somero			x		
8	BA-08	577.783	7.375.887	2.301,15	P. somero			x		
9	BA-09	575.545	7.376.062	2.300,79	P. somero			x		
10	BA-10	576.268	7.376.317	2.300,79	P. somero			x		
11	BA-11	576.254	7.376.750	2.300,93	P. somero			x		
12	BA-12	576.707	7.376.759	2.301,00	P. somero			x		
13	BA-13	577.081	7.376.565	2.301,08	P. somero			x		
14	BA-14	576.842	7.376.029	2.301,38	P. somero			x		
15	BA-15	576.968	7.375.650	2.301,13	P. somero			x		
16	BA-16	577.746	7.375.405	2.301,78	P. somero			x		
17	BA-25	576.424	7.374.761	2.301,47	P. somero			x		
18	BA-27	580.485	7.378.338	2.301,48	P. somero			x		
19	LM-01	578.259	7.376.599	2.300,33	Limnómetro		x			x
20	LM-02	578.162	7.376.719	2.300,80	Limnómetro		x			x
21	LM-03	576.553	7.375.507	2.300,58	Limnómetro		x			x
22	LM-04	576.992	7.375.404	2.300,93	Limnómetro		x			x
23	LM-16	577.756	7.369.364	2.307,84	Limnómetro		x			x
24	MP-01A	578.647	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x		x
25	MP-01B	578.650	7.376.430	2.301,19	Piezómetro			x		x

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

Nº	Punto de Medición	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar* (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
26	MP-01C	578.646	7.376.429	2.301,23	Piezómetro			x	x	
27	MP-03A	577.651	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x		x
28	MP-03B	577.653	7.373.947	2.302,63	Piezómetro			x		x
29	MP-03C	577.650	7.373.947	2.302,64	Piezómetro			x	x	
30	MP-04A	577.716	7.369.509	2.308,65	Piezómetro			x		x
31	MP-04B	577.717	7.369.513	2.308,53	Piezómetro			x		x
32	MP-04C	577.713	7.369.510	2.308,61	Piezómetro			x	x	
33	MP-05A	572.915	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
34	MP-05B	572.913	7.373.356	2.303,24	Piezómetro			x		x
35	MP-05C	572.916	7.373.355	2.303,22	Piezómetro			x	x	
36	MP-06A	573.298	7.372.778	2.305,26	Piezómetro			x		x
37	MP-06B	573.296	7.372.777	2.305,24	Piezómetro			x		x
38	MP-06C	573.299	7.372.779	2.305,28	Piezómetro			x	x	
39	MP-09A	578.077	7.367.346	2.318,43	Piezómetro			x		x
40	MP-09C	578.099	7.367.353	2.318,26	Piezómetro			x	x	
41	TIL-P03	577.703	7.369.729	2.306,53	P. somero			x		
42	Tilopozo	577.715	7.369.511	2.308,10	Pozo			x		
43	TUC-P06	573.171	7.373.219	2.302,42	P. somero			x		
44	Tucúcaro	572.970	7.373.199	2.303,13	Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo						0	5	39	6	16

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.2 Monitoreo Sector Peine

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, Núcleo y Borde Sur alrededor del sistema lagunar de Peine, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna. El sector consiste de un total de 39 puntos de monitoreo de los cuales se muestran espacialmente en la Figura 4-9, haciendo la distinción en cuanto a las variables que se miden en cada uno de ellos.

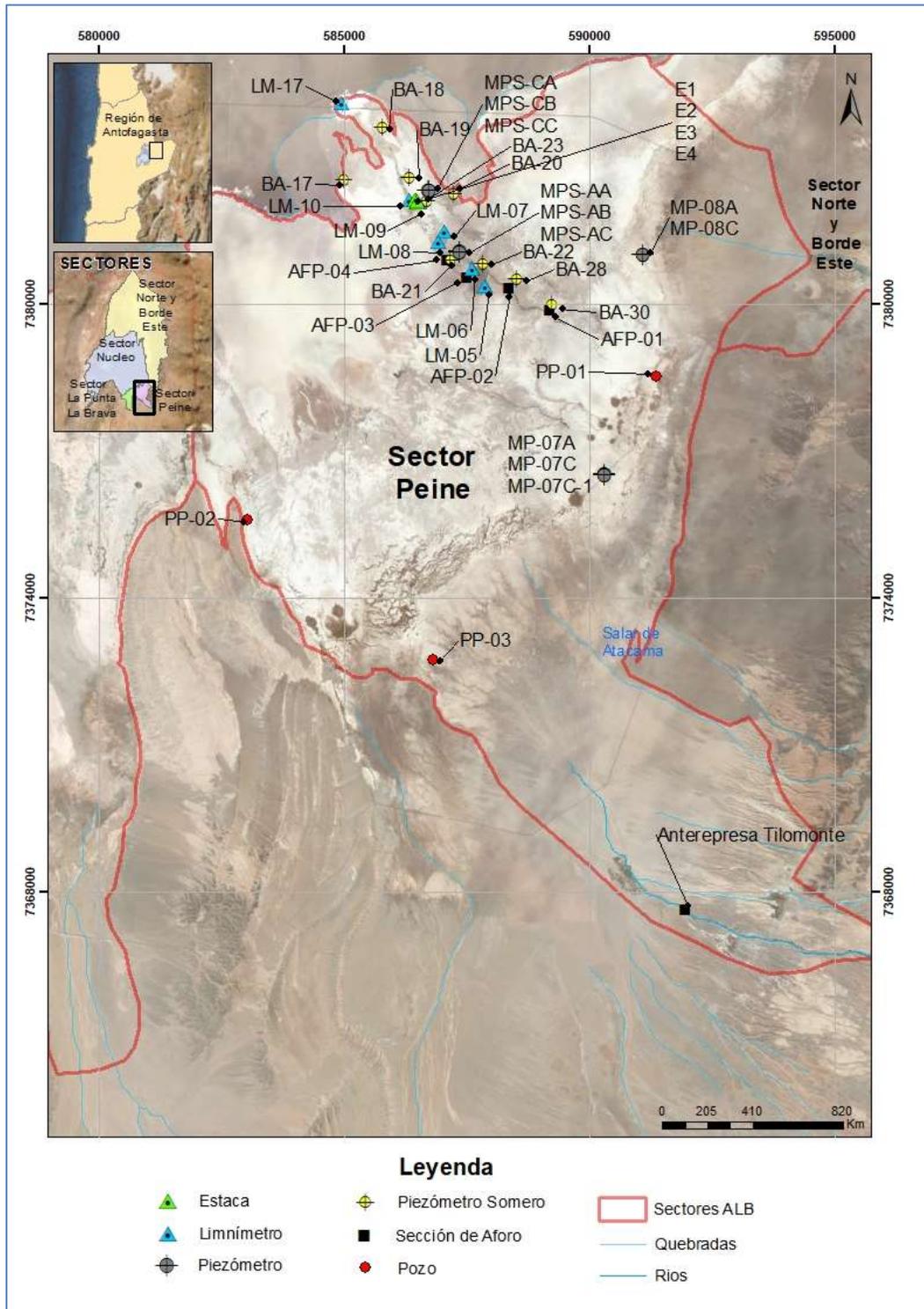
En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan todos los puntos de monitoreo considerados en este sector indicando sus coordenadas y las variables que se miden en cada uno de ellos.

En particular, se tiene:

- Piezómetro MP-07C: fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017 que notifica la implementación de la Etapa 3, que el piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no intercepto la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1.
- Piezómetro MP-08C: fue sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Asimismo, mediante carta MA 036/2017 se propone construcción de pozo equivalente MP-08C-1. Posteriormente, se recibe Ord. DGA N° 823 de 24.11.2017 con observaciones solicitando proponer otro par de piezómetros para el sistema Peine y modelación hidráulica conceptual del sistema, incorporando el acuífero confinado, a lo cual se dio respuesta mediante carta MA 033/2018 con fecha 14.03.2018, no habiéndose recibido comentarios a la fecha. Por lo anterior, este pozo no ha sido construido y se encuentra en revisión por parte de Albemarle, para retomar conversaciones con la autoridad.

Respecto de la nomenclatura, cabe señalar que se utiliza la notación “AFP” para representar afloros, “PP” corresponde a piezómetros, “MPS” corresponde a multi-piezómetros y “E” a estacas. Otros puntos de monitoreos preexistentes al desarrollo de esta red de monitoreo mantienen otra nomenclatura, pero se identifica claramente su tipología en la Figura 4-9 mediante la simbología que se indica en la leyenda.

Figura 4-9 Puntos de Monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfas e Salina	Calidad Química
1	AFP-01	589.192	7.379.865	2.301,02	Superficial	x				
2	AFP-02	588.361	7.380.335	2.300,22	Superficial	x				
3	AFP-03	587.490	7.380.535	2.300,05	Superficial	x				
4	AFP-04	587.084	7.380.894	2.299,90	Superficial	x				
5	Anterrepresa Tilomonte	591.959	7.367.623	2.425,10	Superficial	x				x
6	BA-17	584.997	7.382.542	2.300,95	P. somero			x		
7	BA-18	585.778	7.383.610	2.300,30	P. somero			x		
8	BA-19	586.321	7.382.592	2.300,50	P. somero			x		
9	BA-20	587.247	7.382.250	2.300,54	P. somero			x		
10	BA-21	587.159	7.380.905	2.301,39	P. somero			x		
11	BA-22	587.837	7.380.817	2.301,12	P. somero			x		
12	BA-23	586.684	7.382.108	2.300,51	P. somero			x		
13	BA-28	588.525	7.380.523	2.301,31	P. somero			x		
14	BA-30	589.239	7.380.003	2.302,28	P. somero			x		
15	LM-05	587.871	7.380.354	2.300,58	Limnómetro		x			x
16	LM-06	587.618	7.380.701	2.300,78	Limnómetro		x			x
17	LM-07	587.038	7.381.462	2.300,45	Limnómetro		x			x
18	LM-08	586.928	7.381.249	2.300,54	Limnómetro		x			x
19	LM-09	586.497	7.382.059	2.299,73	Limnómetro		x			x
20	LM-10	586.329	7.382.108	2.299,69	Limnómetro		x			x
21	LM-17	584.939	7.384.094	2.299,61	Limnómetro		x			x
22	MP-07A	590.305	7.376.507	2.306,63	Piezómetro			x		x
23	MP-07C ⁽²⁾	590.300	7.376.499	2.306,63	Piezómetro			x		
	MP-07C-1	590.302	7.376.494	2.306,68				x	x	
24	MP-08A	591.099	7.380.993	2.303,90	Piezómetro			x		x

Tabla 4-7 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Peine

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
25	MP-08C ⁽³⁾	591.088	7.380.990	2.303,48	Piezómetro			x	x	
26	MPS-AA	587.361	7.381.053	2.300,25	Piezómetro			x		x
27	MPS-AB	587.360	7.381.056	2.300,19	Piezómetro			x		x
28	MPS-AC	587.361	7.381.052	2.300,27	Piezómetro			x	x	
29	MPS-CA	586.725	7.382.313	2.299,60	Piezómetro			x		
30	MPS-CB	586.723	7.382.312	2.299,66	Piezómetro			x		x
31	MPS-CC	586.726	7.382.313	2.299,62	Piezómetro			x	x	
32	PP-01	591.348	7.378.507	2.305,56	Pozo			x	x	x
33	PP-02	583.007	7.375.594	2.303,98	Pozo			x	x	x
34	PP-03	586.803	7.372.719	2.309,09	Pozo			x	x	x
35	E1	586.496	7.382.071	2.299,47	Estaca		x			
36	E2	586.495	7.382.088	2.299,45	Estaca		x			
37	E3	586.476	7.382.107	2.299,37	Estaca		x			
38	E4	586.459	7.382.110	2.299,50	Estaca		x			
Total Puntos de Monitoreo						5	11	21	6	16

Notas:

- (1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.
- (2) El piezómetro MP-07C instalado en agosto del 2016 no intercepta la Interfase Salina, por lo que fue reemplazado por piezómetro MP-07C-1, lo que fue informado a la SMA mediante carta MA 064/2017.
- (3) Pozo sellado por presentar surgencia, lo cual fue informado a la SMA mediante carta MA 007/2016. Se propuso construcción de pozo de reemplazo (MP-08C-1), pero a la fecha no se ha materializado.

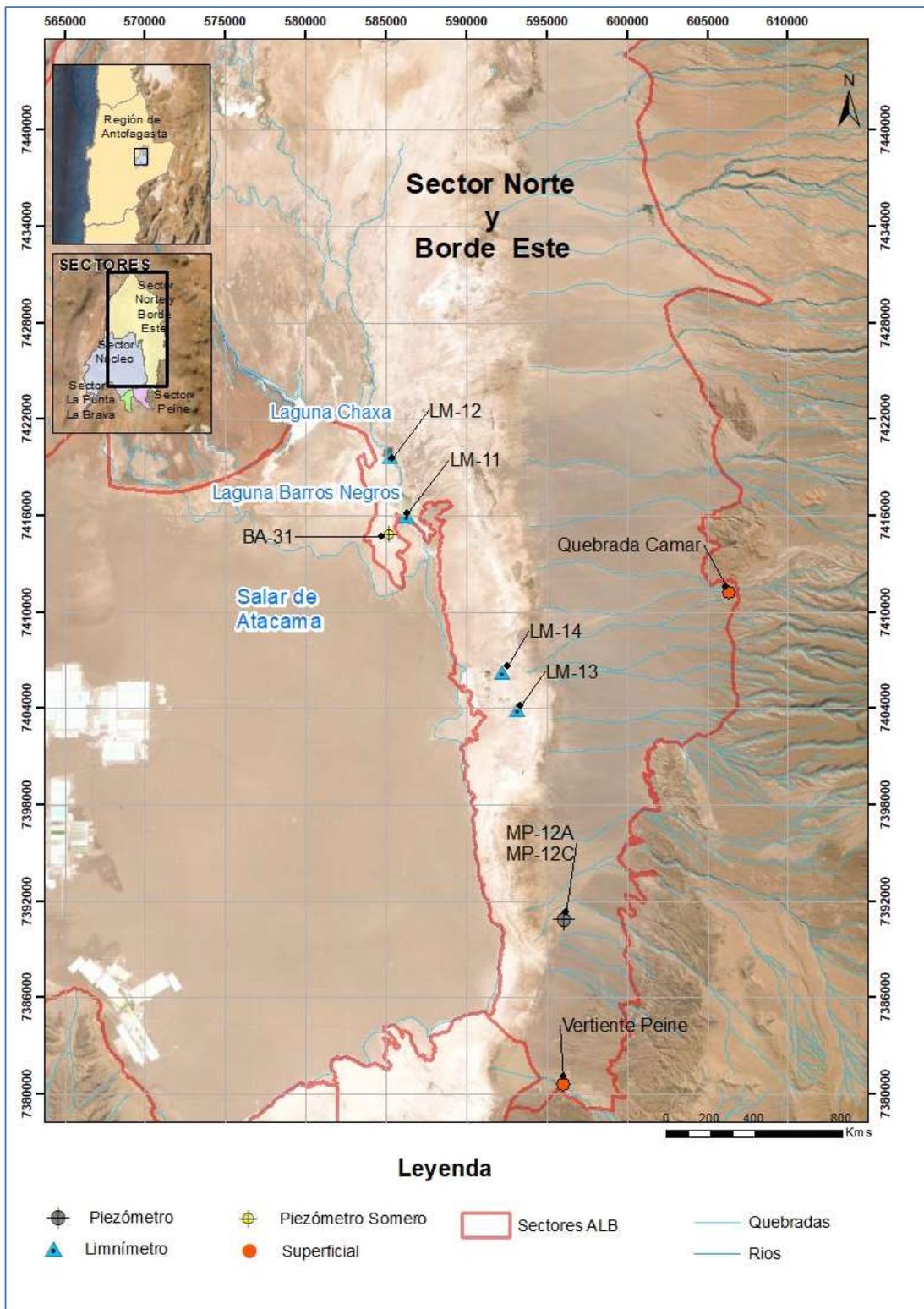
Fuente: Elaboración propia

4.2.5.3 *Monitoreo Sector Norte y Borde Este*

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, parte del Núcleo y Borde Este de la cuenca alrededor de los sistemas lagunares Soncor y Aguas de Quelana, que son áreas protegidas por formar parte de la Reserva Nacional Los Flamencos y estar incluidas en la convención Ramsar.

Además del análisis de la superficie lagunar que se realiza sobre estos sistemas, se tienen los 5 limnímetros en las coordenadas que se indican en la Tabla 4-8 para la medición del nivel de las lagunas. En los mismos puntos también se toman muestras de agua para su caracterización físico-química. La ubicación de los 9 puntos de monitoreo de este sector, se muestran en la Figura 4-10.

Figura 4-10 Puntos de Monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-8 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Norte y Borde Este

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	LM-11	586.259	7.415.937	2.299,87	Limnómetro		x			x
2	LM-12	585.236	7.419.626	2.299,73	Limnómetro		x			x
3	LM-13	593.159	7.403.846	2.300,38	Limnómetro		x			x
4	LM-14	592.251	7.406.216	2.300,50	Limnómetro		x			x
5	BA-31 ⁽²⁾ (ex LM-15)	585.222	7.414.817	2.298,80	P. somero			x		x
6	MP-12A	596.113	7.390.802	2.316,23	Piezómetro			x		x
7	MP-12C	596.123	7.390.799	2.316,62	Piezómetro			x	x	
8	Quebrada Camar	606.314	7.411.194	2.729,00	Superficial					x
9	Vertiente Peine	596.008	7.380.544	2.445,48	Superficial	x				x
Total Puntos de Monitoreo						1	4	3	1	8

(1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

(2) BA-31 corresponde a un piezómetro somero, que en forma previa fue erróneamente denominado como limnómetro LM-15.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5.4 Monitoreo Sector Núcleo

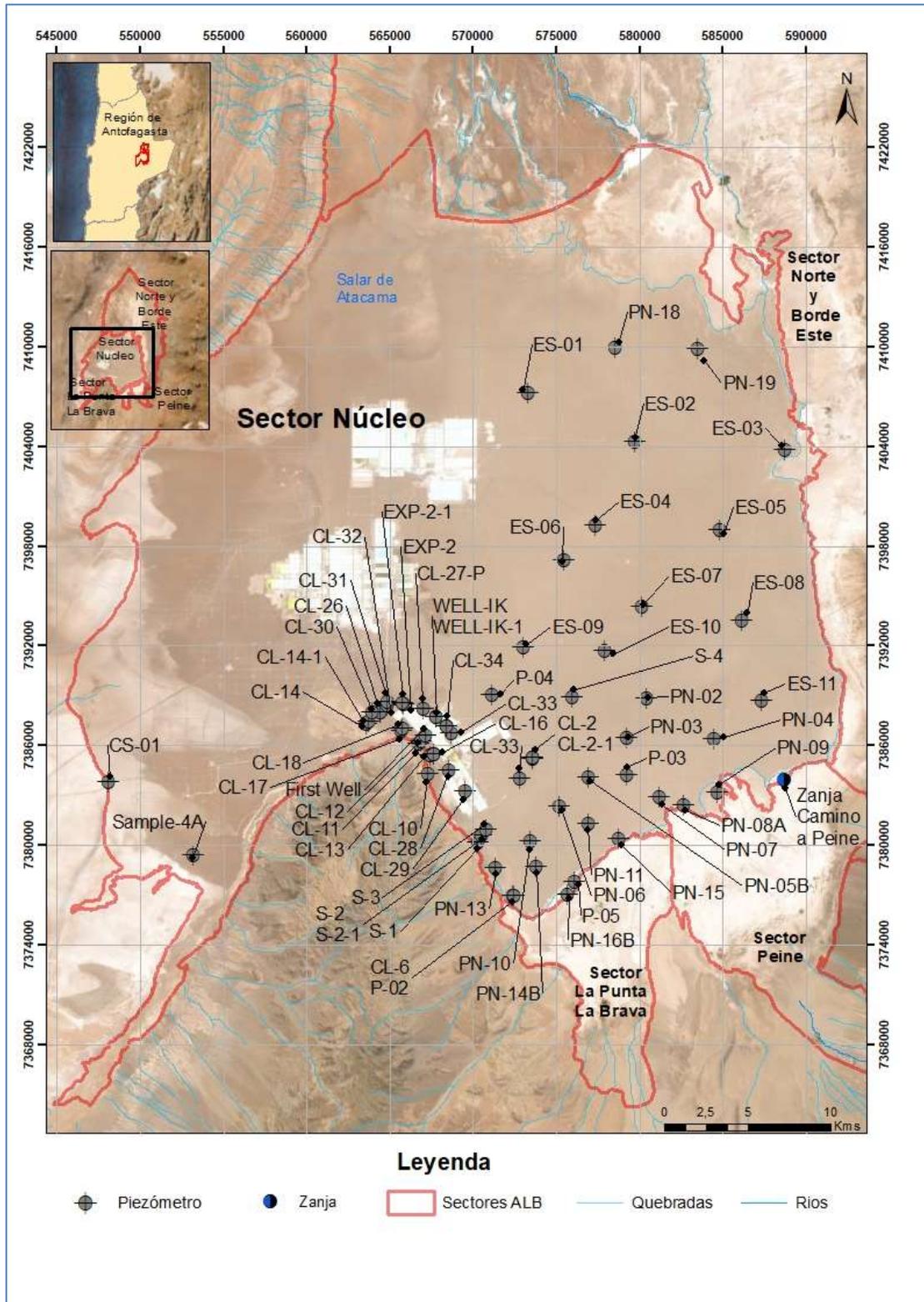
El sector Núcleo constituye el Núcleo del salar desde donde se extrae la salmuera. La red de monitoreo de este sector considera un total de 62 puntos para la medición mensual solamente de niveles piezométricos. En la Figura 4-11 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.

La no inclusión del monitoreo de la calidad química en los pozos de extracción de salmuera esta dada por la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N°21/2016, resuelta mediante la R.E. N° 1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva. Por lo anterior es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta dentro de Anexo M de este Informe.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la información de estos puntos. Los primeros 29 piezómetros, corresponden a puntos que ya eran monitoreados y reportados a la autoridad en cumplimiento de autorizaciones ambientales anteriores existentes (R.E. N° 092/00 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región de Antofagasta, y R.E. N° 3132/06 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente), y actualmente forman parte también de las obligaciones de la RCA N°21/2016.

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

Figura 4-11 Puntos de Monitoreo Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-9 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
1	CL-2	573.582	7.385.213	2.300,95	Piezómetro			x		
	CL-2-1 (2)	573.591	7.385.223	2.300,49						
2	CL-6	572.422	7.376.975	2.300,12	Piezómetro			x		
3	CL-10	567.294	7.384.280	2.300,28	Piezómetro			x		
4	CL-11	566.728	7.386.065	2.300,57	Piezómetro			x		
5	CL-12	566.856	7.386.218	2.300,16	Piezómetro			x		
6	CL-13	567.451	7.385.392	2.300,66	Piezómetro			x		
7	CL-14	563.624	7.387.299	2.300,24	Piezómetro			x		
	CL-14-1 (3)	563.769	7.387.448	2.300,75						
8	CL-16	567.641	7.385.485	2.300,30	Piezómetro			x		
	CL-16-1 (4)	567.614	7.385.472	2.301,26						
9	CL-17	565.711	7.386.853	2.300,26	Piezómetro			x		
10	CL-18	565.732	7.386.970	2.300,23	Piezómetro			x		
11	CL-26	564.419	7.387.956	2.300,63	Piezómetro			x		
	CL-26-1 (5)	564.435	7.387.975	2.300,51						
12	CL-27-P(6)	567.043	7.388.162	2.300,04	Piezómetro			x		
13	CL-28	568.539	7.384.505	2.300,88	Piezómetro			x		
14	CL-29	569.513	7.383.212	2.300,85	Piezómetro			x		
15	CL-30	563.915	7.387.985	2.300,30	Piezómetro			x		
16	CL-31	564.860	7.388.412	2.300,28	Piezómetro			x		
17	CL-32	564.868	7.388.580	2.300,18	Piezómetro			x		
18	CL-33	568.710	7.386.741	2.300,33	Piezómetro			x		
19	CL-34	568.431	7.387.167	2.300,07	Piezómetro			x		
	CL-34-1 (7)	568.432	7.387.160	2.300,31						
20	CS-01	548.122	7.383.820	2.300,86	Piezómetro			x		
21	ES-01	573.316	7.407.190	2.299,93	Piezómetro			x		

Tabla 4-9 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
22	ES-02	579.742	7.404.217	2.299,77	Piezómetro			x		
23	ES-03	588.711	7.403.738	2.299,54	Piezómetro			x		
24	ES-04	577.358	7.399.233	2.299,87	Piezómetro			x		
25	ES-05	584.854	7.398.928	2.299,76	Piezómetro			x		
26	ES-06	575.483	7.397.097	2.300,00	Piezómetro			x		
27	ES-07	580.131	7.394.358	2.300,02	Piezómetro			x		
28	ES-08	586.136	7.393.521	2.299,90	Piezómetro			x		
29	ES-09	573.027	7.391.861	2.300,21	Piezómetro			x		
30	ES-10	577.911	7.391.666	2.300,02	Piezómetro			x		
31	ES-11	587.315	7.388.648	2.299,59	Piezómetro			x		
32	EXP-2	565.861	7.388.442	2.299,87	Piezómetro			x		
	EXP-2-1 (8)	565.777	7.388.513	2.300,60				x		
33	First well	567.158	7.386.604	2.300,08	Piezómetro			x		
34	P-01	572.834	7.384.032	2.300,63	Piezómetro			x		
35	P-02	572.433	7.376.977	2.300,44	Piezómetro			x		
36	P-03	579.260	7.384.212	2.300,71	Piezómetro			x		
37	P-04	571.158	7.389.005	2.300,55	Piezómetro			x		
38	P-05	576.091	7.377.780	2.299,84	Piezómetro			x		
39	PN-02	580.458	7.388.790	2.300,09	Piezómetro			x		
40	PN-03	579.258	7.386.428	2.299,52	Piezómetro			x		
41	PN-04	584.483	7.386.395	2.300,13	Piezómetro			x		
42	PN-05B	576.901	7.384.044	2.300,81	Piezómetro			x		
43	PN-06	575.214	7.382.305	2.300,49	Piezómetro			x		
44	PN-07	581.187	7.382.874	2.300,32	Piezómetro			x		
45	PN-08A	582.633	7.382.424	2.300,72	Piezómetro			x		
46	PN-09	584.650	7.383.143	2.299,65	Piezómetro			x		

Tabla 4-9 Red de Monitoreo ubicados en el Sector Núcleo

N°	Punto de Medición	Coordenadas UTM ⁽¹⁾ (WGS 84/Huso 19S)		Cota Collar ⁽¹⁾ (m s.n.m.)	Tipo de Punto	Variable de Medición				
		Este (m)	Norte (m)			Aforo Caudal	Nivel Laguna	Nivel Freático	Interfase Salina	Calidad Química
47	PN-10	573.416	7.380.256	2.300,22	Piezómetro			x		
48	PN-11	576.928	7.381.292	2.300,41	Piezómetro			x		
49	PN-13	571.361	7.378.597	2.300,36	Piezómetro			x		
50	PN-14B	573.777	7.378.721	2.300,44	Piezómetro			x		
51	PN-15	578.762	7.380.378	2.300,37	Piezómetro			x		
52	PN-16B	575.663	7.377.001	2.300,42	Piezómetro			x		
53	PN-18	578.554	7.409.920	2.299,71	Piezómetro			x		
54	PN-19	583.463	7.409.811	2.299,45	Piezómetro			x		
55	S-1	570.270	7.380.179	2.300,51	Piezómetro			x		
56	S-2	570.521	7.380.563	2.300,33	Piezómetro			x		
57	S-2-1 (9)	570.522	7.380.565	2.300,33	Piezómetro					
58	S-3	570.775	7.380.949	2.300,49	Piezómetro			x		
59	S-4	575.984	7.388.860	2.300,21	Piezómetro			x		
60	Sample-4A	553.228	7.379.389	2.301,19	Piezómetro			x		
61	Well IK	567.801	7.387.700	2.299,88	Piezómetro			x		
	Well-IK-1 (10)	567.802	7.387.699	2.300,53						
62	Zanja camino a Peine	588.696	7.383.905	2.300,26	Zanja			x		
Total Puntos de Monitoreo						0	0	61	0	0

(1) Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016 ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

(2) Reemplaza a CL-2 desde julio de 2016;

(3) Reemplaza a CL-14 desde julio de 2016;

(4) Reemplaza a CL-16 desde julio 2016;

(5) Reemplaza a CL-26 desde julio 2016;

(6) Se modifica solo el nombre del punto, dado que existe un punto de bombeo que tiene el mismo nombre;

(7) Reemplaza a CL-34 desde julio 2016;

(8) Reemplaza a EXP-2 desde julio 2016;

(9) Reemplaza a S-2 desde junio 2019;

(10) Reemplaza a WELL-IK desde octubre 2016. Deja de ser operativo en septiembre 2017 y en octubre 2017 se reperfora y queda operativo.

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Red de Monitoreo Pozos de Bombeo de Salmuera y de Agua dulce-salobre

En la Tabla 4-10 se presentan los pozos de extracción tanto de salmuera como de agua dulce-salobre, que ALB ha operado durante el año 2021, asimismo se entregan sus coordenadas. En la Figura 4-12 se presenta su ubicación.

Tabla 4-10 Pozos de bombeo monitoreados año 2021, 74 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

Nº	Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
		Este (m)	Norte (m)		
1	CL-1	573.049	7.384.403	Salmuera	A2
2	CL-9	564.577	7.386.801	Salmuera	A1
3	CL-15	563.329	7.387.453	Salmuera	A1
4	CL-19	563.132	7.386.157	Salmuera	A1
5	CL-20	564.190	7.387.063	Salmuera	A1
6	CL-22	566.850	7.386.202	Salmuera	A1
7	CL-23	571.141	7.384.543	Salmuera	A2
8	CL-24	570.070	7.382.264	Salmuera	A2
9	CL-25	570.207	7.385.290	Salmuera	A2
10	CL-27	567.527	7.387.606	Salmuera	A1
11	CL-37	565.679	7.386.693	Salmuera	A1
12	CL-41	556.151	7.381.492	Salmuera	A1
13	CL-45	571.689	7.387.482	Salmuera	A2
14	CL-59	555.731	7.380.459	Salmuera	A1
15	CL-60	557.531	7.382.960	Salmuera	A1
16	CL-65	558.828	7.383.840	Salmuera	A1
17	CL-74	567.424	7.384.090	Salmuera	A1
18	CL-78	556.046	7.380.948	Salmuera	A1
19	CL-79	556.639	7.381.750	Salmuera	A1
20	CL-80	557.315	7.382.635	Salmuera	A1
21	CL-82	568.327	7.388.254	Salmuera	A1
22	CL-83	568.527	7.388.255	Salmuera	A1
23	CL-86	568.527	7.384.385	Salmuera	A1
24	CL-90	567.472	7.383.701	Salmuera	A1
25	CL-91	567.715	7.382.838	Salmuera	A1
26	CL-92	567.680	7.385.933	Salmuera	A1
27	CL-93	567.161	7.384.464	Salmuera	A1
28	CL-94	567.510	7.383.140	Salmuera	A1
29	CL-97	558.413	7.383.460	Salmuera	A1
30	CL-99	568.043	7.384.955	Salmuera	A1
31	CL-100	563.437	7.386.040	Salmuera	A1

Tabla 4-10 Pozos de bombeo monitoreados año 2021, 74 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

N°	Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
		Este (m)	Norte (m)		
32	CL-101	557.123	7.382.092	Salmuera	A1
33	CL-104	556.633	7.380.959	Salmuera	A1
34	CL-106	568.797	7.388.505	Salmuera	A1
35	CL-107	561.110	7.386.256	Salmuera	A1
36	CL-114	568.672	7.388.530	Salmuera	A1
37	CL-116	568.622	7.388.530	Salmuera	A1
38	CL-117	568.747	7.388.530	Salmuera	A1
39	CL-119	568.474	7.388.527	Salmuera	A1
40	CL-120	568.791	7.388.180	Salmuera	A1
41	CL-121	568.485	7.388.497	Salmuera	A1
42	CL-122	568.786	7.387.900	Salmuera	A1
43	CL-124	568.790	7.387.786	Salmuera	A1
44	CL-125	568.786	7.387.923	Salmuera	A1
45	CL-126	568.785	7.388.056	Salmuera	A1
46	CL-127	568.789	7.388.097	Salmuera	A1
47	CL-128	568.577	7.387.972	Salmuera	A1
48	CL-129	568.503	7.388.113	Salmuera	A1
49	CL-130	568.559	7.388.109	Salmuera	A1
50	CL-133	562.022	7.386.212	Salmuera	A1
51	CL-134	562.789	7.386.481	Salmuera	A1
52	CL-135	560.370	7.386.496	Salmuera	A1
53	CL-136	562.033	7.388.407	Salmuera	A1
54	CL-137	562.139	7.387.328	Salmuera	A1
55	CL-138	560.805	7.385.830	Salmuera	A1
56	CL-140	568.243	7.382.732	Salmuera	A1
57	CL-142	568.057	7.382.804	Salmuera	A1
58	CL-143	567.860	7.382.858	Salmuera	A1
59	CL-149	567.944	7.382.746	Salmuera	A1
60	CL-150	562.864	7.386.230	Salmuera	A1
61	CL-151	563.211	7.387.236	Salmuera	A1
62	CL-152	562.275	7.386.382	Salmuera	A1
63	CL-153	561.223	7.386.566	Salmuera	A1
64	CL-154	563.962	7.386.065	Salmuera	A1
65	CL-155	563.003	7.387.844	Salmuera	A1
66	CL-158	562.142	7.387.327	Salmuera	A1
67	CL-159	567.383	7.386.355	Salmuera	A1
68	CL-162	567.630	7.385.423	Salmuera	A1

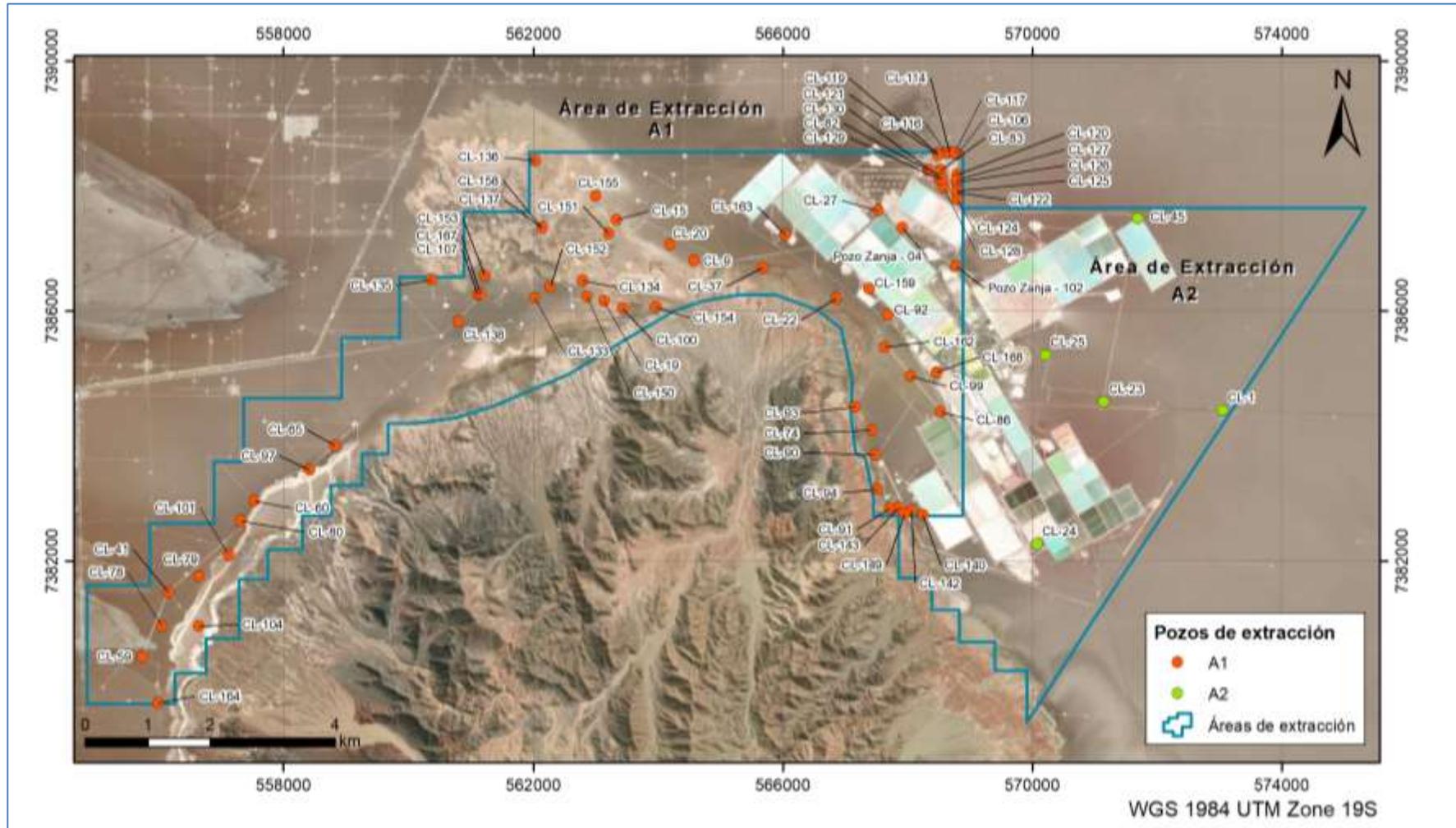
Tabla 4-10 Pozos de bombeo monitoreados año 2021, 74 puntos de extracción de salmuera y 3 puntos de extracción de agua dulce-salobre

N°	Punto	Coordenadas UTM* (WGS 84/Huso 19S)		Extracción	Área de Extracción
		Este (m)	Norte (m)		
69	CL-163	566.038	7.387.211	Salmuera	A1
70	CL-164	555.988	7.379.722	Salmuera	A1
71	CL-167	561.150	7.386.273	Salmuera	A1
72	CL-168	568.458	7.385.019	Salmuera	A1
73	Peine	593.721	7.381.894	Agua dulce-salobre	Peine
74	Pozo Zanja - 04	567.914	7.387.327	Salmuera	A1
75	Pozo Zanja - 102	568.778	7.386.716	Salmuera	A1
76	Tilopozo	577.715	7.369.511	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava
77	Tucúcaro	572.970	7.373.199	Agua dulce-salobre	La Punta-La Brava

*Coordenadas y cotas preliminares. Levantamiento topográfico para nivelación y homologación de coordenadas y cotas (condición específica 10.3 de la RCA N°21/2016) ya fue realizado, siendo entregado a la SMA el 24 de agosto de 2020.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4-12 Ubicación Puntos de Bombeo Salmuera



Fuente: Elaboración propia

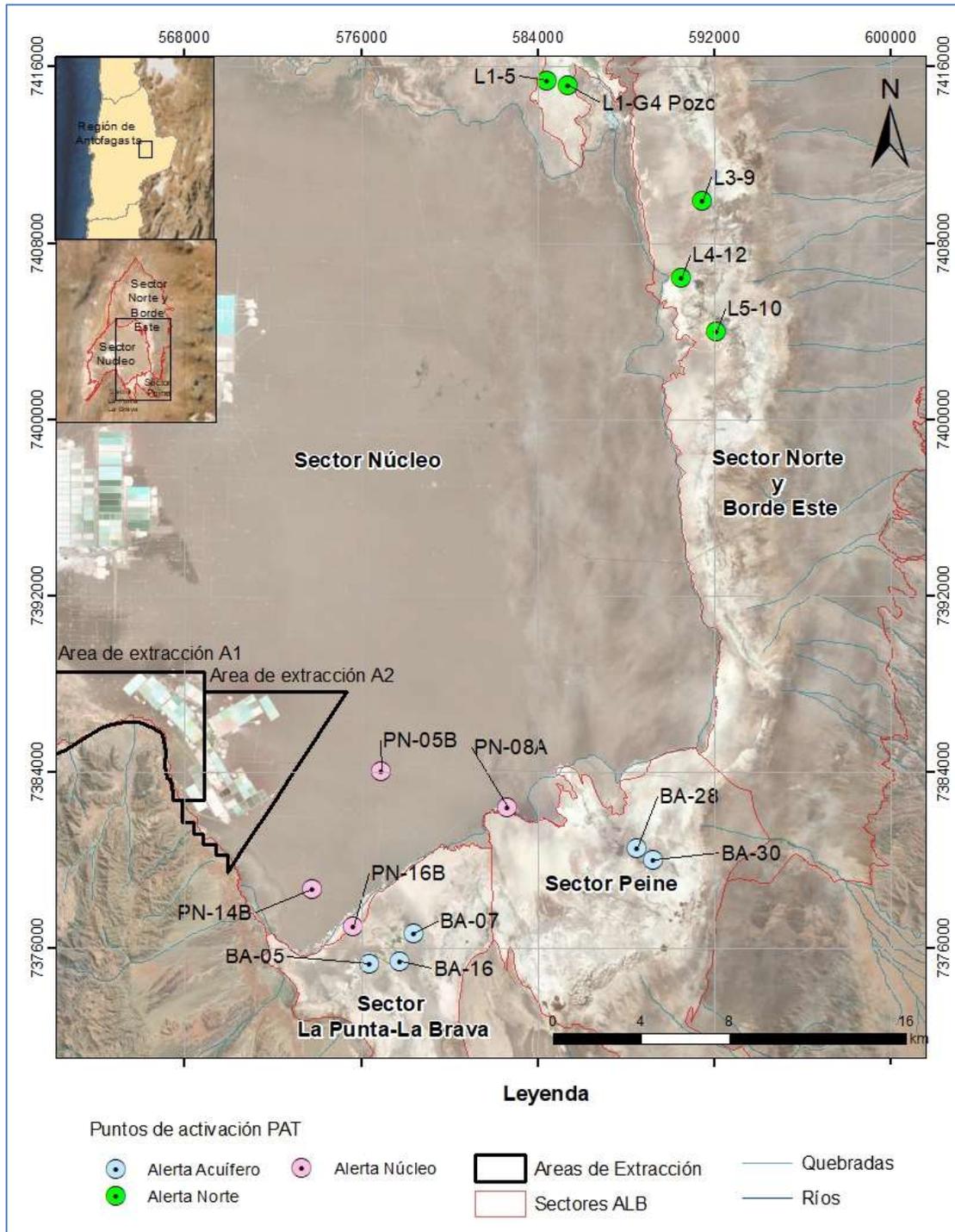
4.2.7 Red del Plan de Alerta Temprana

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar en forma anticipada (en el tiempo y en el espacio) desviaciones respecto a las proyecciones asociados con el comportamiento del componente hídrico que pudieren llegar a afectar los sistemas objeto de protección y en consecuencia la generación de activación de medidas preventivas para evitar un afectación no previsto de los sistemas. Las medidas pueden ser preventivas intermedias, para entender el origen del desvío, pero anticipadas, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción para revertir un comportamiento no esperado del sistema antes de que pudiera generarse un efecto adverso.

Para ello, el PAT utiliza un subconjunto de puntos de monitoreo del PSAH (Figura 4-13), denominados “puntos de activación”, y establece variables de estado indicadoras del comportamiento del Proyecto y de los objetos de protección, con “niveles de activación” (umbrales) que permiten anticiparse a la generación de efectos no previstos de la operación del Proyecto o del efecto sinérgico de los proyectos en el Salar. El Plan de Alerta Temprana considera los siguientes 3 Sectores de Alerta (Figura 4-13):

- Sector de alerta Núcleo, - se ubica en el Núcleo del Salar entre la explotación de ALB y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava
- Sector de alerta Acuífero - se ubica en el acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava
- Sector de alerta Norte - considera el sector del Núcleo frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana

Figura 4-13 Ubicación Puntos PAT



Fuente: Elaboración propia

Cada sector tiene sus puntos de activación, umbrales (ver Tabla 5-69, Tabla 5-70 y Tabla 5-71, del capítulo 5, sección 5.10 del presente informe), y medidas de acción diferentes (Tabla 4-11), que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

Respecto los umbrales de activación debe destacarse que para el Sector de alerta Acuífero se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 de la Adenda 5 que, *“considerando que los puntos de activación son los que presentan los registros históricos más cortos, se propone que los umbrales de los pozos del acuífero sean recalculados con la información monitoreada en el propio pozo después de la 2ª actualización del modelo (4 años); donde se revisarán y realizarán todos los cálculos antes descritos usando la misma metodología. Esto, previa revisión y autorización de la Autoridad Ambiental”*. Este punto fue recogido en la RCA N°21/2016 en la condición 10.15 donde se indicó *“Respecto del cálculo de los umbrales para el sistema La Punta-La Brava, el titular deberá recalcular los umbrales indicados en la Tabla 3-5, pero restando sólo una desviación estándar y no dos desviaciones estándar como está propuesto”*. Sin embargo, es importante destacar que la Tabla 3-5 mencionada corresponde al cálculo de los umbrales en el sistema Peine, y no La Punta-La Brava. En Peine la estadística de registros que se utilizó para el cálculo de umbrales es más corta, y que corresponde actualizar con un período mayor de datos.

De acuerdo a lo anterior, Albemarle este año 2021 ha trabajado en la actualización de los umbrales del sector de Alerta Acuífero, los cuales fueron entregados a la autoridad el mes de febrero 2022 mediante carta ALB-GMA-2022-SMA 012.

En relación a los umbrales de activación del Sector de alerta Núcleo se indicó en el Apéndice A del Anexo 3 del Adenda 5 que *“Debido a que las cotas expresadas en las tablas depende del mes en el que se inicie el proyecto, se hará entrega a la autoridad la actualización de los umbrales expresados como nivel freático en cota una vez conocido el inicio real del proyecto”*.

Cabe mencionar también, que la SMA a través de la Res Ex N°1510/2021 en su Resuelvo Segundo, indicó: *“los umbrales anuales escalonados del PAT Sector de Alerta Núcleo también deben definirse en función del hito de inicio informado por el titular (28 de septiembre de 2016). Por consiguiente, y adoptando el mismo criterio que para las extracciones, el año “1” para efectos de los umbrales debe entenderse comprendido entre el 01 de octubre del año 2016 y el 30 de septiembre del año 2017, y así sucesivamente hasta completar los 25 años de operación del Proyecto”*. Al respecto, ALB entregó en la Primera Actualización del Modelo los umbrales que corresponden considerando como fecha de inicio del Proyecto el 28 septiembre del 2016. Sin embargo, se está a la espera de la validación de la autoridad ambiental, por ende, **los umbrales presentados en la Adenda 5, siguen siendo los válidos a la fecha de realización de este informe.**

Es importante señalar, que para la red de monitoreo del PSAH, se estableció una frecuencia mensual en relación a la medición de niveles, y una frecuencia trimestral de las mediciones de la variable de la calidad química y posición de la interfase salina (frecuencia regular, sin activación del PAT), estas frecuencias cambian cuando existe una activación del PAT, aumentando la medición de niveles freáticos de mensual a quincenal, y en relación a la calidad química e interfase salina la frecuencia de monitoreo aumenta a mensual.

Se definen tres sectores de alerta (Anexo 3 de la Adenda 5) y sus principales características se presentan a continuación (resumidas en Tabla 4-12).

- Sector de Alerta Núcleo: Corresponde al área ubicada entre la explotación del titular y los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava. En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que han sido identificados por el modelo numérico MODFLOW pero que no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase salina. Por lo tanto, los indicadores de estado en este sector son los niveles freáticos en la salmuera. Se contemplan 4 puntos de activación, con diferentes umbrales para cada año según los descensos previstos, y con distintas medidas de acción, entre ellas, el cierre progresivo de la extracción de salmuera (ver Tabla 5-69, del capítulo 5, sección 5.10 del presente informe).
- Sector de Alerta Acuífero: (ver Tabla 5-70, del capítulo 5, sección 5.10 del presente informe) Corresponde al acuífero de agua dulce-salobre alrededor de los sistemas lagunares de Peine y La Punta-La Brava, más cercanos al proyecto de Rockwood. Los indicadores de estado son los niveles piezométricos del acuífero y, dado que no se contemplan descensos de nivel en esta área producto de la extracción de salmuera, los 5 puntos de activación definidos consideran un umbral fijo para cada punto a lo largo de todo el proyecto. Las medidas propuestas apuntan a generar mayor cantidad de información y a entender el origen de las desviaciones y poner en alerta al Plan de Manejo Biótico (Anexo 2 de esta Adenda).• Sector de Alerta Norte: (ver Tabla 5-71, del capítulo 5, sección 5.10 del presente informe) Corresponde al sector del núcleo del Salar frente los sistemas lagunares de Soncor y Aguas de Quelana, y dónde SQM tiene 5 puntos de activación en su Plan de Alerta Temprana, que consideran los niveles de salmuera como indicadores de estado. Dado que el proyecto Rockwood no prevé descensos adicionales en este sector, el titular durante la evaluación ambiental del proyecto, estableció los umbrales y puntos de activación de SQM, para activar medidas que contemplan una reducción precautoria de un % del caudal de extracción del proyecto, y la evaluación del origen de los mayores descensos para posteriormente reducir el caudal del proyecto en el porcentaje de responsabilidad que se determine en una evaluación del efecto sinérgico en la cuenca. Del informe de efecto sinérgico relacionado a la Fase I (carta ALB-GMA-2021-SMA-040 en el mes de julio de 2021) y

relacionado a la activación de la Fase II (carta ALB-GMA-2021-SMA-073 en el mes de diciembre de 2021), se tiene que la contribución al descenso adicional por parte de ALB del orden o menor al 10%.

Tabla 4-11 Indicadores de estado del PAT

Sector de Alerta	Descripción	Indicador	Nº Puntos de Activación	Efectos provistos por el proyecto
Núcleo	Núcleo frente Peine y La Punta-La Brava	Nivel freático de la salmuera	4	SI
Acuífero	Acuífero alrededor de Peine y La Punta- La Brava	Nivel freático del agua dulce-salobre	5	NO
Norte	Núcleo frente a Soncor y Aguas de Quelana	Nivel freático de la salmuera	5	NO

Fuente: Tabla 4.1, Anexo 3 de la Adenda 5

La activación del PAT, está determinado por la superación de umbrales en los puntos de activación que se detallan para cada sector. En cuanto a las condiciones de activación del PAT, éstas varían según los sectores mencionados (Sector de Alerta Núcleo, Sector de Alerta Acuífero y Sector de Alerta Norte), el detalle se indica en la Tabla 4-12.

Tabla 4-12 Condiciones de activación y desactivación PAT

PAT Sector Alerta Núcleo		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase I	Cuando el nivel registrado esté por bajo el umbral de Fase I durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.	Cuando el nivel registrado esté por sobre umbral de Fase I durante tres meses consecutivos, en todos los puntos de activación.
Fase II	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase II durante tres medidas consecutivas, en cualquier punto de activación.	Cuando el nivel registrado esté por encima de su umbral de Fase II durante tres meses consecutivos en todos los puntos de activación.
Fase Final	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral de Fase Final por una sola vez en al menos uno de los puntos de activación, a excepción de los tres últimos años de proyecto cuando se activará cuando en al menos uno de los puntos de activación, su nivel se registre por debajo de su umbral de Fase Final durante tres meses consecutivos.	Cuando el nivel se registre por encima de su umbral de Fase II en todos los puntos de activación, durante tres meses consecutivos.
PAT Sector Alerta Acuífero		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase Única	Cuando el nivel registrado esté por debajo de su umbral durante tres medidas consecutivos en al menos un punto de activación	Cuando el nivel registrado esté por encima su umbral durante tres meses consecutivos en todos los puntos de activación

PAT Sector Alerta Norte		
Fase	Condición de Activación	Condición de Desactivación
Fase I	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase I han sido superados. Sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase I se encuentran por debajo de los niveles en todos los pozos, ya sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.
Fase II	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase II han sido superados. Sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.	Albemarle toma conocimiento que los umbrales de la Fase II se encuentran por debajo de los niveles en todos los pozos, ya sea por notificación por parte de la autoridad ambiental o porque los niveles se encuentran a disposición del público.

(i) Fuente: Elaboración propia a partir de compromisos explicitados en numerales 4.3, 4.4 y 4.5 Anexo 3 de la Adenda 5.

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

A continuación, se señalan los materiales y equipos que son utilizados en las mediciones para cada una de las variables ambientales, y se describen las metodologías de medición. En aquellos casos en los cuales deben realizarse cálculos para determinar el valor de la variable, también se describe la metodología de cálculo utilizada.

Además, se señala que las variables relacionadas con la caracterización de la calidad química del agua se realizan procesos de medición, muestreo y análisis, por lo que se describen cada uno de los métodos y equipos utilizados.

4.3.1 Medición de Variables Meteorológicas

4.3.1.1 Materiales y/o Equipos

La medición de las variables meteorológicas se realiza en la estación meteorológica denominada EM-Rockwood, la cual se encuentra ubicada en las instalaciones que tiene la empresa en el Núcleo del Salar a 2.300 m s.n.m. Los equipos que conforman esta estación meteorológica se describen en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13 Equipos de Estación Meteorológica

Variable	Equipo	Marca	Modelo
Precipitación	Pluviómetro	RM Young	52202H
Presión Atmosférica	Barómetro	Vaisala	CS 106
Evaporación	Evaporímetro y Bandeja	Novalynx	255-100
Temperatura	Sensor de Temperatura	Campbell Scientific	CS 215

Estos equipos son los que cumplen los requerimientos de la DGA en sus Oficios Ordinarios N° 603/2016 y N° 276/2017.

Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2 Metodología de Medición

Las variables meteorológicas que mide la estación meteorológica instalada corresponden a: precipitación diaria [mm]; evaporación en lámina libre o de bandeja [mm], temperatura atmosférica [°C] y presión atmosférica [mbar]. Los valores son registrados directamente por el instrumental de la estación con transmisión electrónica de datos a la sala de control, desde donde se accede a ella para su descarga a través de un computador.

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

4.3.2 Medición de Evapotranspiración

4.3.2.1 Materiales y/o Equipos

La medición trimestral de evapotranspiración fue realizada en el 2020 a través de domos, método que consiste en instalar una semiesfera, o domo, de acrílico transparente de volumen conocido (de espesor igual o menor a 5 mm) sobre suelo con vegetación (para medición de evapotranspiración) o raso (para medición de evaporación), dependiendo de las características específicas del lugar a monitorear. En el interior de esta semiesfera, se instala un sistema de aireación constituido por dos ventiladores, y un sensor de humedad relativa y temperatura (psicrómetro) según la configuración que se muestra en la Figura 4-14.

Figura 4-14 Esquema de la cámara semiesférica dispuesta en terreno, con ventiladores y psicrómetro instalados



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Las características de los domos utilizados en las mediciones trimestrales se presentan en la Tabla 4-14.

Tabla 4-14 Características domos utilizados para la medición de la EVT en 2021

Domo	Diámetro (cm)	Altura (cm)
SA-01	110	51,3
SA-02	110	50,3
SA-03	101	51
SA-04	110	54
SA-05	110	54
SA-06	110	53,5
SA-07	100	51
SA-08	101	51
SA-09	101	51,8

Fuente: Elaboración propia

Los siguientes equipos y materiales complementan el uso de domos para realizar las mediciones:

Tabla 4-15 Equipos y materiales complementarios al uso de domos

Equipos y materiales	Parámetro de medición
(4 a 6) Ventiladores de 5 Volts	N/A
(3 o 4) Baterías portátiles de 5.000 y 10.000 miliamperios para alimentar los ventiladores	N/A
2 Psicrómetros (Vaisala MI70)	Grado de humedad en el aire
Pozómetro para medición de niveles (Solinst WLM Level 101 /15 m o Geotech ET WLM)	Profundidad del nivel de agua subterráneas

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 Metodología de Medición

El procedimiento de medición en terreno se describe a continuación:

- 1) Una vez se llega al punto de monitoreo, se escoge el mejor sitio de medición, teniendo en cuenta que debe representar el área que se pretende caracterizar (suelo desnudo, suelo con vegetación o lámina libre de agua) y que la superficie del terreno tiene que estar lo menos alterada posible.
- 2) Antes y después de cada medición se limpia el domo de polvo y humedad, con un paño suave y seco, esto con el fin de que la suciedad no interfiera la acción de la radiación solar, ni tampoco exista humedad en el domo que pueda interferir en la medición.
- 3) Se prepara la superficie para que el contacto entre el perímetro del domo y la superficie quede sellado, es decir, que el aire acumulado al interior del domo no pueda escapar a la atmosfera libre durante la medición. Idealmente y siempre que se pueda, se debe ocupar

material suelto del lugar para aislar los espacios entre el suelo y el domo, en el caso de no existir material suelto en el área, se deberá transportar de otro lugar (ver Figura 4-15).

- 4) En el caso de los puntos donde se mide la evaporación en lámina libre de agua, es suficiente que las paredes laterales del domo queden sumergidas alrededor de 5 cm en el agua, considerando que el agua que queda “encerrada” en el interior del domo disminuye el volumen de atmósfera que queda al interior del mismo.
- 5) El psicrómetro se pre-configura para que tome un dato cada 5 segundos durante 5 minutos, tomando un total de 60 registros, tiempo suficiente para medir zonas ya sean con vegetación o suelos secos. Antes de empezar con los registros en cada punto y mientras se preparan el domo y los ventiladores, el psicrómetro se deja encendido, al aire y a la sombra para ambientarlo, de manera que se estabilizan las mediciones de temperatura y humedad relativa ambiente.
- 6) Se instalan los ventiladores correspondientes en el terreno antes de situar el domo en la superficie de medición. Es importante que éstos queden opuestos entre sí y que no estén direccionados directamente al sensor del psicrómetro, tal como se muestra en la Figura 4-15.
- 7) Con la cámara aún no instalada en la superficie de medición, se encienden los ventiladores, acto seguido se instala el domo en el terreno e inmediatamente se parte con el registro de datos con el psicrómetro, asegurando de que no quedan espacios entre la base del domo y el terreno.
- 8) Una vez terminada la medición, se apaga el psicrómetro, se retira del domo, se apagan los ventiladores y se levanta el domo permitiendo que la atmósfera contenida al interior del mismo sea liberada, se limpia y se preparan los equipos para la siguiente medición, ya sea en el mismo punto o en otro.
- 9) Para cada día de medición se registra, siempre que se pueda, el nivel freático más cercano al punto de monitoreo de evaporación.
- 10) Todos los registros de nivel, horas de medición, variables atmosféricas relevantes y otras observaciones son anotados en la correspondiente ficha de terreno.

Figura 4-15 Preparación del terreno e instalación del domo



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Todos los puntos de monitoreo se miden durante dos días (bijnada), en horario diurno, con una frecuencia de medición de una a dos horas, dependiendo de las distancias que se encuentran los puntos de medición y las condiciones de los caminos, considerando ambas jornadas (esto significa de 5 a 8 mediciones al día por punto). Entre los dos días de medición, en la medida de lo posible, no se repite el mismo horario de medidas en un mismo punto de manera que al final de la campaña de terreno se cuenta con 10 a 16 mediciones en diferente horario y así contar con una mejor cobertura horaria por punto.

4.3.2.3 Metodología de Cálculo de tasa de evaporación diaria

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

$$ET(mm/d) = \frac{86,4 * M * V}{A * C}$$

Dónde:

ET= Tasa de evaporación instantánea

M = Tasa de cambio de la densidad de vapor de agua en el Domo, calculado como la pendiente máxima de la curva de la Figura 4-16 (g/m³*s)

V = Volumen del domo (m³)

A = Área superficial cubierta por el domo (m^2)

C = Factor de calibración por hidrofilia del domo (adimensional)*

86,4 = Factor de conversión a mm/d.

* Como Factor de calibración C se utilizó un valor de 1,0.

El factor 86,4 es un factor de conversión de unidades, que convierte gramos de agua por metro cúbico por segundo a milímetros por día. Las dimensiones de los domos utilizados para el monitoreo son las que se indicaron precedentemente.

El cálculo del volumen para los domos se realizó según las siguientes formulas:

$$Area\ basal_{Domo} = A_{Domo} = \pi \cdot \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2$$

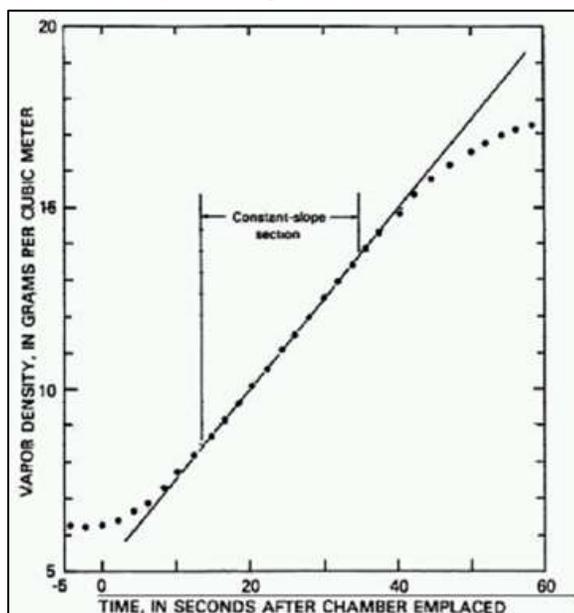
$$Volúmen\ interior_{Domo} = V_{Domo} = \frac{4}{3} \pi \cdot h_{Domo} \left(\frac{Diámetro_{Domo}}{2}\right)^2 \cdot 0,5$$

Dónde:

h_{Domo} : Altura del Domo [m]

$Diámetro_{Domo}$: Diámetro del domo [m]

Figura 4-16 Densidad de vapor de agua al interior de la cámara semiesférica



Fuente: Stannard (1988).

La tasa de evaporación calculada con la metodología anterior, debe ser multiplicada por un factor de corrección que depende de las dimensiones del domo, puesto que la plataforma de cálculo considera las dimensiones de un domo estándar ($\text{Diámetro}_{\text{Domo}} = 100 \text{ cm}$ y $h_{\text{Domo}} = 50 \text{ cm}$), y estas pueden variar levemente dependiendo del domo utilizado. El cálculo de este factor se realizó tal y como se indica en el numeral 4.5.1 del Apéndice J. de la Adenda 5. Para los domos utilizados durante 2020, los factores de corrección por forma utilizados se muestran en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16 Factor de corrección por forma

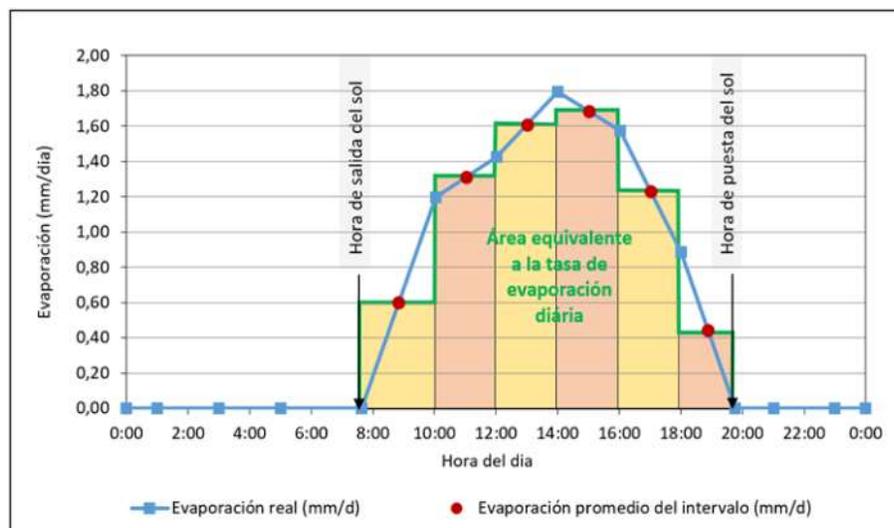
Domo	Área basal (m ²)	Volumen interior (m ³)	Factor Corrección
SA-01	0,95	0,33	1,027
SA-02	0,95	0,32	1,006
SA-03	0,79	0,27	1,021
SA-04	0,95	0,34	1,081
SA-05	0,95	0,34	1,081
SA-06	0,95	0,34	1,072
SA-07	0,79	0,27	1,021
SA-08	0,8	0,27	1,021
SA-09	0,79	0,27	1,036

Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4 Metodología de Cálculo de evaporación diaria

Debido a que la evaporación depende de la radiación solar, se define una tasa igual a 0 mm/día desde la hora en la que se pone el sol y hasta la hora que amanece, estas horas varían en función de la época del año en que se realizan las medidas. Luego, con el fin de obtener el área bajo la curva, se calcula el promedio de la tasa de evaporación entre cada par de medidas consecutivas de ambos días de medición y se multiplica este valor por el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos medidas. De esta manera, se obtiene un valor de evaporación para cada intervalo de tiempo, tal y como se muestra en la Figura 4-17, cuyo ejemplo se presenta para las mediciones de un solo día. Finalmente, y para obtener la tasa diaria de evaporación, se suma todos los valores promedios obtenidos.

Figura 4-17 Ejemplo de cálculo de evaporación diaria



Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Medición de la Superficie Cubierta por Lagunas

4.3.3.1 Materiales y/o Equipos

La variable ambiental superficie cubierta por las lagunas se mide a partir del análisis de imágenes satelitales multiespectrales de alta y mediana resolución con validación en terreno, a las que se suman el sobrevuelo de un dron para complementar la información.

Las imágenes de alta resolución se obtuvieron del sensor Pleiades-1A (pixel de 2 x 2 m de resolución, resolución pancromática de 50 cm), mientras que las imágenes de mediana resolución se obtuvieron del sensor público Landsat 8 (pixel de 30 x 30 m de resolución).

Para la validación en terreno se utilizaron receptores geodésicos Full GNSS/GPS de doble frecuencia, tecnología geoestacionaria de posicionamiento en tiempo real al decímetro (10 cm), con señal de corrección *Starfire*, que entrega información en coordenadas UTM WGS84, huso 19S.

Complementariamente, se utilizó un dron modelo DJI modelo *Mavic Pro* con cámara de 12 mega pixeles, con vuelo programado a 200 metros de altura en los sistemas lagunares de La Punta y La Brava y Peine, con algunas excepciones de 300 metros en sectores con alta concentración de avifauna (Estos mosaicos fueron georreferenciados en base a la imagen de alta resolución y a los puntos de validación de terreno GNSS y que se utilizan como apoyo en la determinación del recubrimiento de suelo, lo que permite mejorar la precisión. Todo el detalle de la metodología, resultados y análisis se presenta en Anexo C de este informe.

4.3.3.2 Metodología de Medición

Las imágenes de alta resolución se focalizan en aquellas áreas de mayor interés y se adquieren en agosto y diciembre, tal como quedase establecido en la RCA N°21/2016. Además, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes de alta resolución con la serie histórica disponible de imágenes satelitales Landsat, de menor resolución, se realiza en forma simultánea un análisis y correlación con una imagen de baja resolución disponible del sensor Landsat 8, de la fecha más próxima a las de las imágenes de alta definición, complementariamente se utilizó un dron con vuelo programado en los sistemas lagunares de difícil acceso (Peine y La Punta - La Brava).

Las etapas metodológicas empleada durante la medición y análisis se resumen a continuación. El detalle de ellas se encuentra en el Anexo C de este Informe.

- i. Trabajo en terreno para validación del tipo de recubrimiento de suelo existente, como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”, para cada punto de validación y por sistema lagunar de estudio. Para esta validación se utilizaron los mismos puntos¹⁴ de réplicas estacionales de las campañas de invierno y verano de años previos (2016,2017, 2018) en zonas representativas de lagunas permanentes.
- ii. Obtención de las imágenes satelitales, paralelo a la campaña de terreno y el sobrevuelo del dron DJI modelo *Mavic Pro*, con su respectivo procesamiento digital, considerando correcciones radiométricas y atmosféricas.
- iii. Desarrollo y validación del modelo de clasificación supervisada de imágenes satelitales en base a la metodología “Modificada del Índice Normalizado de Diferencia de Agua” (NDWI por su sigla en inglés), la cual fue empleada en el estudio desarrollado en la Adenda 5 del Proyecto.

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

Posteriormente, en un modelo de árbol de decisiones se estiman los cuerpos de agua, utilizando la combinación de los criterios definidos en el paso anterior y se evalúa el ajuste mediante la validación con los datos de terreno. Los parámetros evaluados

¹⁴ Puntos: 305 puntos en La Punta y La Brava, 191 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 256 puntos en Soncor para sensor Pleiades-1A, mientras que para sensor Landsat 8 se utilizaron 97 puntos en La Punta y La Brava, 182 puntos en Peine, 84 puntos en Aguas de Quelana y 233 puntos en Soncor.

durante la clasificación supervisada en el presente estudio fueron cinco y se indican en el siguiente Acápite (“Metodología de cálculo”).

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

4.3.3.3 Metodología de Cálculo

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

- i) Índice de Diferencia Normalizada de Agua –NDWI

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

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

Donde: **V** es la reflectancia en el verde

NIR es la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

El cálculo de este parámetro se realizó tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

- ii) Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación – NDVI

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

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

Donde: **R** es la reflectancia en la banda roja.

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

- iii) NIR – Reflectancia en la banda del infrarrojo cercano

La Banda NIR (Banda 5 en Landsat 8 y Banda 4 en Pleiades-1A), posee características espectrales útiles para la detección de cuerpos de agua. Dadas las propiedades del agua de

absorción de la radiación electromagnética; esta baja reflectividad en el infrarrojo resulta útil en la distinción de áreas de tierra o suelos desnudos y agua.

Para el cálculo de este parámetro, se realiza la reclasificación de este parámetro tanto en las imágenes Landsat 8 como en las imágenes de alta resolución Pleiades-1A.

iv) Reclasificación de bandas espectrales

Este parámetro consistió en un procedimiento de clasificación binaria de los píxeles en las imágenes espectrales Pleiades-1A, en que los píxeles de las bandas espectrales de las imágenes se enfrentaron a la condición lógica de la presencia de cuerpos de agua versus otros recubrimientos, en base al segmento de longitud de onda que refleja cada banda. Para este caso se procedió el cumplimiento de la condición: **(B1 < B2) y (B3 > B4)**. Donde las bandas corresponden a: B1 azul, B2 verde, B3 rojo y B4 infrarrojo cercano.

v) Transformación “Tasseled Cap”

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

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

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

vi) Umbrales de reclasificación y validación del modelo de clasificación supervisada

Durante el proceso de clasificación supervisada, se establecieron umbrales de reclasificación para cada parámetro del modelo, los cuales representaron el valor límite de clasificación de píxeles como “cuerpo de agua” u “otro recubrimiento”. Estos umbrales fueron definidos para cada sector, según el parámetro, y para cada tipo de imagen satelital.

La definición de cada umbral se realizó mediante inspección visual, validada por el conocimiento de las características de los objetos a catalogar, su respuesta espectral y de los umbrales determinados en campañas anteriores (Anexo C). Además, este proceso se realizó

en base a la representación del patrón espacial de las coberturas de la línea de base (Adenda 5, 2015). Cabe destacar que las variaciones de estos valores respecto a la línea de base son atribuibles al cambio del tipo de imágenes satelitales usadas, a las variaciones atmosféricas, las diferencias en el procesamiento de éstas y a cambios en los valores del conjunto de datos de cada imagen, correspondientes a los ajustes metodológicos detallados en el Anexo C.

Debido a la complejidad de las áreas de estudio, es preciso considerar diferentes intervalos en las distribuciones de las variables. Para ello, se utilizan los métodos de clasificación de datos por percentiles, intervalos equivalentes y quiebres naturales; esto con el objeto de encontrar el mejor ajuste en el modelo de clasificación. Este proceso se realiza en el software ArcGIS 10.0.

Una vez fijado cada umbral de clasificación, se extrae el conjunto de píxeles espectralmente similares que formaron grupos o clases, a las que luego se les asignó el tipo de recubrimiento de suelo que representaban (cuerpos de agua u otros recubrimientos).

El cálculo final del modelo por sector se realiza mediante la unión de los parámetros reclasificados según el umbral definido y se determina la cobertura de agua cuando al menos tres de los cuatro parámetros coincidían en clasificar el píxel como “cuerpo de agua”, de lo contrario queda asignado como “otro recubrimiento”; esto para ambos tipos de imágenes. El criterio de decisión en la cantidad de parámetros usados para asignar la categoría se relaciona con la complejidad del patrón espacial de cada sistema lagunar y de su variabilidad estacional (Ortiz, C. *et al*, 2014; DGA, 2014; Cornellà, O. *et al*, 2009).

Seguidamente, se procede con la validación del modelo de clasificación la cual se realiza a través de una matriz de confusión, que permite evaluar la exactitud del modelo. Fundamentalmente consiste en estimar el número de puntos correctamente cartografiados dentro de un conjunto de datos. En este caso, la matriz se construyó con la información del tipo de recubrimiento establecido en los puntos de validación de terreno y fueron comparados con los resultados del modelo. En esta matriz, la diagonal principal indica que las muestras fueron coincidentes o correctamente interpretadas (ITC, 1999; Flores, 2002).

El interés del uso de esta tabla de confusión proviene de su capacidad para plasmar conflictos entre categorías. De esta forma no solo se conoce la fiabilidad global de la clasificación, sino también la exactitud conseguida para cada una de las clases, así como los principales conflictos entre ellas (Chuvieco, 2006).

A partir de la matriz de confusión se realiza el cálculo del índice *Kappa*, el cual es una medida ajuste en términos de la exactitud del modelo de clasificación. Este mide la diferencia entre los datos de validación en terreno y la clasificación según el modelo, e intenta delimitar el grado

de ajuste de los datos, prescindiendo de los factores aleatorios (Congalton, 1991). El coeficiente *Kappa* fue calculado de la siguiente manera:

$$\kappa = \frac{[(\Sigma \text{ concordancias observadas}) - (\Sigma \text{ concordancias atribuibles al azar})]}{[(\text{total de observaciones}) - (\Sigma \text{ concordancias atribuibles al azar})]}$$

El índice *Kappa* tiene un rango entre 0 y 1 el cual representa proporcionalmente la exactitud en el ajuste del modelo. Valores de *K* cercanos a 1 revelan una muy buena concordancia entre la realidad observada y la cobertura obtenida. Contrariamente, valores próximos a 0 sugieren que la concordancia observada es sólo debido al azar. Según Landis y Koch (1977), valores $K > 0,4$ indican un modelo de clasificación aceptable en término de exactitud y mayores a 0,6 sugieren un modelo confiable en la clasificación del recubrimiento de suelo obtenida.

Con los datos tomados en terreno y la clasificación finalizada por sistema lagunar, se procedió a evaluar su ajuste mediante la utilización de la Matriz de Confusión y el Índice de *Kappa*, con la finalidad de determinar el nivel de ajuste obtenido.

vii) Depuración cartográfica de cuerpos de agua

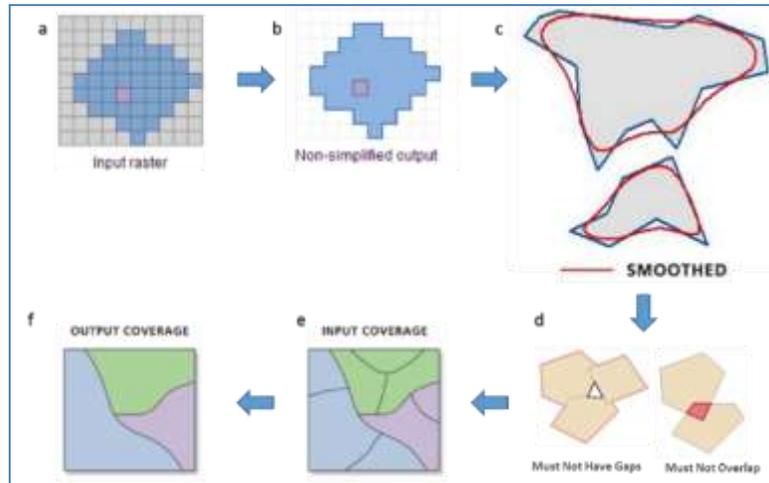
Posterior a obtener las coberturas de clasificación de los cuerpos de agua según el tipo de imagen satelital usada (Pleiades-1A y Landsat 8) y por sistema lagunar, se procedió con la depuración de las coberturas. Este proceso consistió primero en la transformación de los datos desde formato ráster a entidades de polígonos en formato *shape*. El resultado se sometió a un proceso de suavizado, por la presencia de ángulos cerrados en sus contornos, para mejorar la calidad estética de la cartografía y su aproximación al contexto real (Figura 4-18).

Adicionalmente, se realizó una depuración final en los *shapes*, la cual buscó reducir errores de clasificación aleatorios siguiendo dos criterios:

- Remoción de polígonos clasificados como cuerpos de agua con tamaño inferior al equivalente de un pixel (0,0004 ha en Pleiades-1A y 0,09 ha en Landsat 8) y que estuvieran aislados a los cuerpos de agua de mayor tamaño dentro del sector de estudio y,
- Revisión y ajuste de las coberturas mediante fotointerpretación en cuerpos de agua permanentes, con apoyo de las imágenes desde dron existentes, en relación al patrón espacial de los registros de línea de base (Adenda 5, 2015) y de monitoreos anteriores, sobre las imágenes de alta resolución y Landsat 8.

El resultado de estas operaciones originó una clasificación binaria (cuerpos de agua / otros recubrimientos), que fueron fusionados con parámetros con igual codificación, y ajustados a los polígonos que delimitan las áreas de estudio. El resultado final correspondió a un archivo en formato *shape* de cada sistema lagunar (La Punta - La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor).

Figura 4-18 Diagrama del proceso de transformación y depuración de imágenes formato de cobertura continua (ráster) a polígonos (shape)



Dónde: a: Ingreso Ráster; b: transformación a formato shape; c: suavizado de polígonos; d: corrección de errores topológicos; e: generación de entidades poligonales; f: fusión de polígonos.
 Fuente: Cedrem Consultores en base a imágenes ESRI.

Mayor detalle de cada una de las metodologías señaladas se presenta en el Anexo C del presente Informe.

4.3.4 Medición del Nivel Limnimétrico de las Lagunas

4.3.4.1 Materiales y/o Equipos

La variable de nivel de las Lagunas se mide a través de las reglas limnimétricas o estacas instaladas en los puntos de medición. Las reglas limnimétricas instaladas por ALB son de 1 cm de precisión, y la medición para la obtención de la elevación de la lámina de agua o altura limnimétrica se realiza con el uso de una cinta métrica, de precisión 1 mm.

4.3.4.2 Metodología de Medición

La medición se realiza en terreno, midiendo la distancia (h) desde el punto de referencia (punta de la estaca donde va amarrada la reglilla) hasta el espejo de agua (ver Figura 4-19). Posteriormente, durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel del espejo de agua en m s.n.m., para cada medición, restando a la cota del punto de referencia la altura o distancia h (en metros) medida con la cinta métrica.

La medida (h), tomada en terreno, se mide al menos tres veces, registrando la medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. Se destaca que producto del viento y el pequeño movimiento que éste genera en los niveles superficiales de agua, el error de medición de esta variable, es efectivamente mayor a la del instrumento de medición (cinta métrica).

Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en m s.n.m. (cota de referencia) obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

Figura 4-19 Medición de nivel en reglilla



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

4.3.5 Aforo de Caudales Superficiales

4.3.5.1 Materiales y/o Equipos

Para el cálculo de caudales superficiales se realizan mediciones de la velocidad de agua en L/s en una sección del cauce, para ello se utiliza un aforador de hélice o molinete, de marca Gurley Precision Instruments y modelo "Gurley Meter Manual 625D Pygmy-Digital" que tiene un rango de lectura de 0,02 a 0,9 m/s, con una precisión del 2%.

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, para determinar si existe flujo.

4.3.5.2 Metodología de Medición

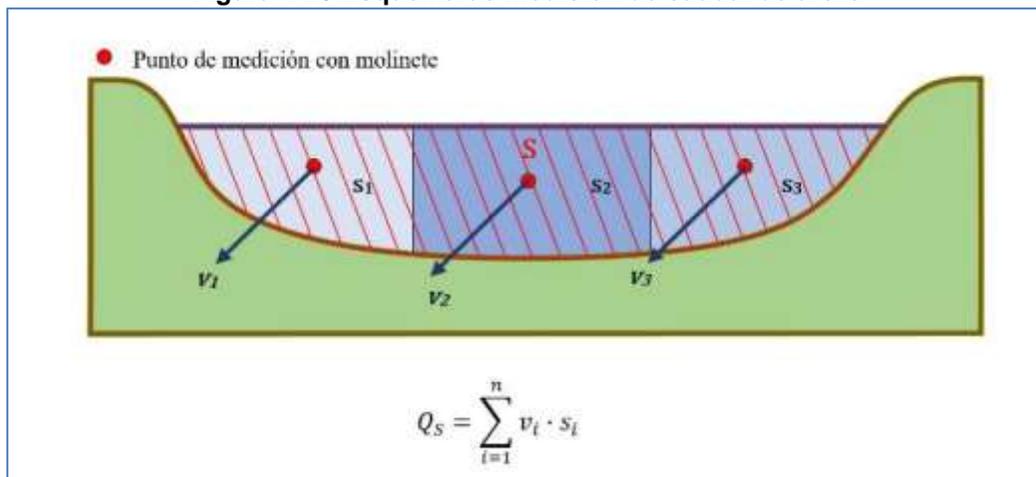
Para realizar la medida del aforo del caudal superficial, se divide el cauce en dos, tres o más áreas transversales o secciones, dependiendo de la geometría y ancho de éste, de manera de

medir velocidades en diferentes secciones de escurrimiento con velocidades uniformes en ellas.

Las secciones se miden a través de su componente vertical, que es la altura promedio total de escurrimiento comprendida desde el lecho hasta el nivel superficial del agua y su componente horizontal que corresponde a la longitud distancia entre dos puntos que dividen las secciones, a veces marcados con estacas en terreno. En el caso de las estaciones Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, se considera una única sección debido a que la velocidad de escurrimiento en toda su área es suficientemente uniforme por lo que no se considera necesario subdividir la sección.

La medición y registro de velocidades de escurrimiento se ejecuta colocando el molinete al 60% de profundidad y al centro, en la horizontal, de cada sección asignada (Figura 4-20 y Figura 4-21). El *logger* del molinete informa las mediciones de velocidad cada 4 segundos, las que se van anotando en la libreta de terreno. El profesional verifica que estas medidas sean relativamente uniformes, y que se mantengan dentro de un mismo rango de magnitud. Si esto ocurre, el dato de velocidad que se toma como característico de la sección medida es aquél que se repite al menos tres veces dentro del tamaño de muestra representativo de cada sección, que puede variar generalmente entre 6 y 9 mediciones consecutivas anotadas en la libreta.

Figura 4-20 Esquema de medición de caudal de aforo



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Figura 4-21 Aforo con molinete



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

4.3.5.3 Metodología de Cálculo

El caudal total de escurrimiento de cada punto de aforo se calcula como la sumatoria de los caudales de cada sub-sección establecida en terreno. El caudal de cada sección (q_i) se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$q_i = \text{velocidad}_i \text{ (m/s)} \times \text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)}$$

En el caso de secciones rectangulares, el área de la sección i es comprendida como la altura de la profundidad de escurrimiento por la longitud horizontal del flujo de agua en la misma:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

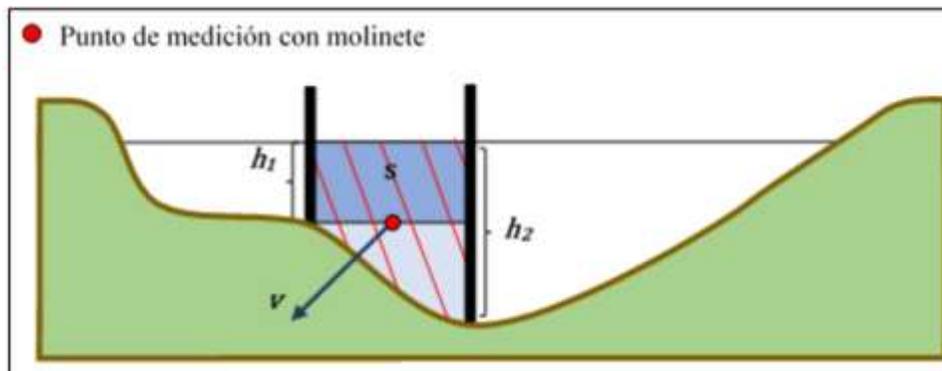
En el caso de secciones triangulares, el área se calculará de la siguiente manera:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = \frac{1}{2} \times \text{Longitud horizontal}_i \text{ (m)} \times \text{Altura profundidad máxima de escurrimiento}_i \text{ (m)}$$

En el caso de secciones compuestas por más de un polígono (normalmente un rectángulo y un triángulo rectángulo, Figura 4-22), el área de la sección i se calcula como la suma del área de ambos polígonos, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{área sección}_i \text{ (m}^2\text{)} = h_1 \text{ (m)} \times \text{Long. horizontal (m)} + \frac{1}{2} \times (h_2 \text{ (m)} - h_1 \text{ (m)}) \times \text{Long. horizontal (m)}$$

Figura 4-22 Esquema de sección de aforo con dos polígonos



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

Cuando la altura de escurrimiento del agua en una sección es menor a 4 cm, no se puede medir la velocidad del flujo con el molinete. En estos casos se hace la prueba con la técnica del flotador, y si existe flujo, se le asigna a la sección la mínima velocidad de escurrimiento, de 0,04 m/s, que es la velocidad mínima que puede cuantificar el equipo. En caso que no se detecte flujo, se asigna una velocidad de 0 m/s a la sección.

4.3.6 Medición de Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre

4.3.6.1 Materiales y/o Equipos

La medición de la profundidad del nivel del agua en pozos, piezómetros, piezómetros someros (barrenos) y zanjas fue realizada manualmente con pozómetros marca Solinst Modelo 101 (de distintas longitudes).

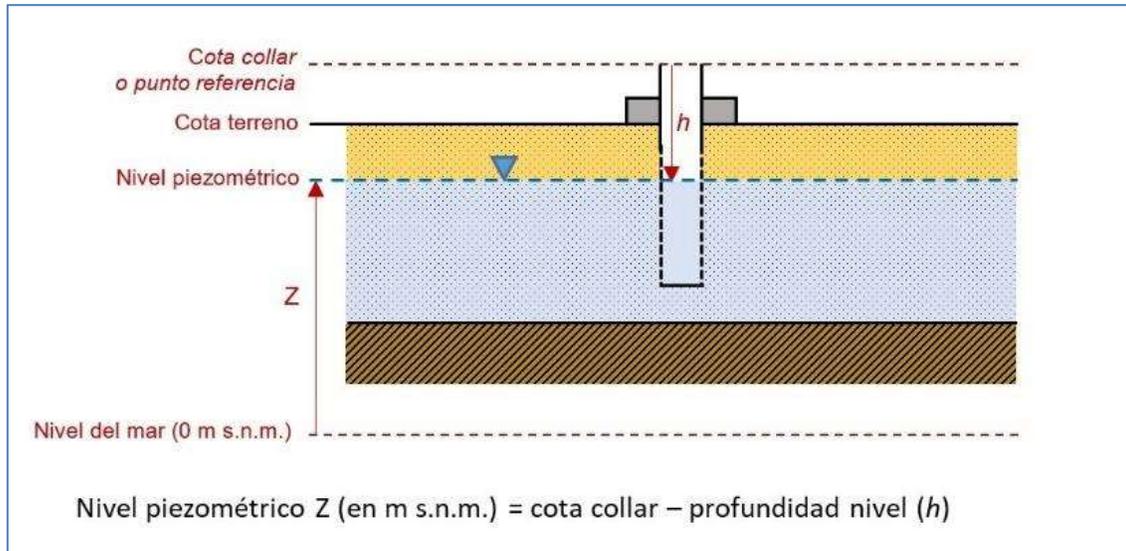
4.3.6.2 Metodología de Medición

Previo a cada campaña de monitoreo, se verifica el correcto funcionamiento del equipo, para esto se comprueba que el equipo emite una señal sonora y/o luminosa al entrar en contacto con el agua.

La medición de profundidad de nivel de agua se realiza desde un punto de referencia prefijado para cada piezómetro/pozo que normalmente es el collar de su brocal (Figura 4-23). En algunos casos, debido a que la perforación no tiene brocal o al hecho de que se trata de pozos con bomba y línea instalada, la medición se toma desde otro punto de referencia, pudiendo

ser ésta la cota terreno u otro punto predefinido. Así pues, las medidas de profundidad del nivel registradas en la libreta de terreno representan la profundidad de la lámina de agua/salmuera medida desde el punto de referencia que se denomina cota de referencia o cota collar. Para el caso de las zanjas, éstas tienen una tabla de madera con una marca que corresponde a la cota de referencia desde donde se mide la profundidad del nivel.

Figura 4-23 Medición de Nivel de Agua/Salmuera en Piezómetros



Fuente: PSAH (marzo de 2020).

La profundidad del nivel del agua (h) se mide al menos tres veces, registrando la última medición como medida definitiva en la libreta de terreno luego de verificar que entre cada medida no exista una diferencia mayor a 1 cm. En particular los pozómetros cuentan con una precisión de 1 a 2 milímetros, por lo tanto su variabilidad es menor al 0,1% de dispersión de datos. Es importante destacar, que cada vez que se utiliza el pozómetro, éste se lava con agua destilada y se seca con toalla de papel antes y después de efectuar cada medición.

Posteriormente durante el procesamiento de los datos en gabinete, se calcula la elevación del nivel de agua en m s.n.m. para cada medición, restando la profundidad medida del nivel de agua (h) a la cota de referencia. Cabe indicar que para todos los puntos medidos se dispone de la elevación del punto de referencia en ms.n.m. obtenida mediante levantamiento topográfico de precisión.

4.3.7 Medición de Posición de la Interfase Salina

4.3.7.1 Materiales y/o Equipos

La variable de la posición de la Interfase Salina se mide a través de perfiles de conductividad y temperatura en pozos y/o piezómetros ranurados en toda su longitud. Los equipos utilizados

durante el año fueron sondas marca SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3, Figura 4-24, de 100 m y de 250 m de largo.

4.3.7.2 Metodología de Medición

El monitoreo de la posición de la Interfase Salina se realiza a través de la medición manual de perfiles de conductividad eléctrica con la sonda (ver Figura 4-24) en piezómetros habilitados con tubería ranurada en toda su extensión. Los resultados se reportan como datos y gráficos de profundidad versus conductividad eléctrica. Para conocer la cota altimétrica [m s.n.m.] de la posición de la interfase, se cuenta con la cota collar o de referencia para cada uno de los puntos de monitoreo.

Figura 4-24 Sonda SEBA Hydrometrie con sensor MPS-D3



Fuente: SEBA Hydrometrie GmbH & Co. KG.

Previo al inicio de los trabajos en terreno, se realiza la calibración de la sonda y antes de iniciar la toma de las mediciones en cada punto, se verifica su correcto funcionamiento.

En el punto de medición se inicia el descenso de la sonda por el pozo, hasta que la sonda detecta el nivel del agua dentro de la perforación. Desde esa profundidad se registran las lecturas de conductividad (en mS/cm) y temperatura (en °C) durante el descenso de la sonda por la columna de agua/salmuera, en intervalos definidos, esperando que estas medidas se estabilicen y se muestren en el mismo valor de la pantalla durante 30 segundos.

Los intervalos de medición están sujetos a la variación de la conductividad. Cuando se detectan valores por sobre 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicativo de que se está cerca de la zona de

interfase entre agua salobre y salmuera, la medición se realiza cada 0,2 – 0,5 m. Luego que los registros de conductividad se estabilizan en torno al valor característico de la salmuera durante al menos tres intervalos, se pasa de nuevo a registrar la conductividad eléctrica cada 1 o 2 metros.

Las lecturas realizadas por la sonda se observan en una pantalla al costado del tambor del equipo; para cada profundidad de medición, una vez estabilizadas, son anotadas inmediatamente en la libreta de terreno por el supervisor encargado del monitoreo.

Una vez finalizado el perfil de conductividad y temperatura de la columna de agua del punto, se extrae la sonda y se lava el instrumento con agua destilada.

4.3.8 Muestreo y Análisis de la Calidad Química de agua superficial y subterránea

La calidad química de las aguas se mide a través de la medición de parámetros físico-químicos *in situ* y de la toma de muestras que son analizadas posteriormente en un laboratorio químico. Al corresponder estas actividades al muestreo, medición y análisis por cumplimiento de una RCA, éstas se realizan con un laboratorio certificado como ETFA (Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental) por la SMA. Durante el año 2020, la ETFA encargada del muestreo de aguas superficiales y subterráneas fue Hidrolab (Código ETFA N° 003-01), y fue asistida y acompañada en terreno por personal de ALB. A continuación, se presenta la metodología utilizada por la ETFA, la cual se rige por normativas NCh. 411 para el muestreo y medición en terreno de las muestras.

4.3.8.1 Materiales y/o Equipos

Para la variable de calidad físico química de las aguas, se realiza a) medición de parámetros *in situ*, b) toma de muestras de agua, para envío a laboratorio; y c) análisis en laboratorio, que en el año 2020 fue realizado por Hidrolab.

a) Materiales y equipos para la medición *in situ*

En la Tabla 4-17 se indican los materiales necesarios para la medición *in situ*.

Tabla 4-17 Materiales y Equipos para la medición de parámetros *in situ*

Equipo	Parámetros
Multiparámetro Hanna HI98194	Temperatura pH Conductividad eléctrica Sólidos disueltos totales Oxígeno disuelto
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Nivel piezométrico
Bomba Waterra	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4-18 presenta las especificaciones técnicas (resolución y rangos de medición) del fabricante del equipo multiparámetro utilizado por la ETFA en el monitoreo físico-químico *in situ*.

Tabla 4-18 Especificaciones técnicas equipo multiparámetro HI 98194

Parámetro	Rango medición	Resolución	Precisión
pH	0,00 a 14,00	0,01 ; 0,1 mV	± 0,02 ; ± 0,5mV
Conductividad eléctrica (CE)	0 a 200 mS/cm	0,01 mS/cm a 0,1 mS/cm	± 1% de la lectura; ± 1 µS/cm
Temperatura	-5,00 a 55,00 °C	0,01°C	± 0,15 °C
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0 a 9999 (mg/L)	1 ppm (mg/L)	± 1% de la lectura; ± 1 (mg/L)
Oxígeno Disuelto (O.D.)	0,00 a 50,0 (mg/L) (O.D. real L _{max} 14,6 mg/L)*	0,1% 0,01 (mg/L)	0,00 a 30 mg/L ± 1,5% de la lectura

*O.D. Límite máximo en aguas naturales (14,6 mg/L)

Fuente: Manual de instrucciones del equipo.

Los datos de conductividad eléctrica en terreno que superan los 200.000 µS/cm, quedan fuera del rango de medición del equipo, por lo que su conductividad eléctrica se calcula a partir del valor de conductividad absoluta aplicándole un factor de corrección que es función de la temperatura de la muestra.

Los registros de calibración diaria del equipo multiparamétrico utilizado por la ETFA para el monitoreo *in situ* se presentan en el Anexo H-4 de este informe.

b) Materiales y equipos para la toma de muestras

En la Tabla 4-19 se indican los materiales necesarios para la toma de muestras.

Tabla 4-19 Materiales y Equipos para la Toma de Muestras

Material/Equipo	Parámetros
Envases de Laboratorio	Analitos comprometidos para muestras de aguas superficiales y subterráneas.
Bomba peristáltica para filtrado Geotech	Para muestras de agua subterránea / superficial
Pozómetro marca Solinst Modelo 101	Para muestras de agua subterránea
Bomba "Wattera"	Para muestras de agua subterránea
Bailer simple	Para muestras de agua subterránea.
Kit filtrado Millipore	No hay parámetro asociado

Fuente: Elaboración propia

c) Materiales y equipos para análisis de laboratorio

En la Tabla 4-20 se indican los materiales necesarios para el almacenamiento y traslado de muestras.

Tabla 4-20 Materiales y Equipos para almacenamiento y Traslado de muestras

Equipo	Parámetros
Envases de plástico de 1 l	Cloruros Nitrato Sulfato pH Conductividad Densidad Bicarbonato Sólidos Disueltos Totales
Envases de plástico de 500 ml	Metales totales Metales disueltos
Preservantes HNO ₃	Metales totales y disueltos

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

Todos los envases son conservados en un cooler a una temperatura de 4 ± 2 °C hasta el momento de su análisis, mediante el uso de acumuladores de frío.

En función del analito o parámetro a determinar, algunos envases reservorios de muestras contienen agente preservante. En la Tabla 4-21 se indica las características de preservación de las muestras en caso que corresponda.

Tabla 4-21 Características de preservación de muestras

Analito(s) de interés	Preservación	Filtrado de muestra
Cationes mayoritarios disueltos (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	Sí
Aniones mayoritarios disueltos (Cl ⁻ , SO ₄ ⁼ , HCO ₃ ⁻ y NO ₃ ⁻)	Sin preservación	No
Elementos mayoritarios totales (Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Na ⁺ y K ⁺)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Elementos minoritarios y trazas disueltos (B, Li y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2% (después de filtrar)	Sí
Elementos minoritarios y trazas totales (Al, As, B, Fe, Li, Si y Sr)	pH<2 Ácido Nítrico 2%	No
Parámetros Físicoquímicos de laboratorio (pH, C.E., SDT y Densidad)	Sin preservación	No

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

Los registros de las cadenas de custodia de las muestras tomadas se presentan en el Anexo H-6 de este informe.

4.3.8.2 Metodología de toma de muestras

- **Aguas superficiales:** En el caso de las muestras de aguas naturales superficiales, su procedencia puede ser lagunar y de canal o vertiente, las que se obtienen directamente del punto de muestreo. Los envases reservorios de las muestras sin preservantes se ambientan 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y luego se toma la muestra. Es relevante indicar que al momento de tomar la muestra, se procura no levantar sedimentos del lecho, para no alterar la representatividad de la muestra, evitando así la sobreestimación de la química presente en los cuerpos de aguas monitoreados. Para las

muestras con preservantes se llenan con agua a partir de recipientes ambientados, con precaución de no derramar muestra y preservante.

- Aguas subterráneas: El muestreo de aguas subterráneas en pozos y piezómetros se realiza mediante extracción con una bomba Waterra. Para asegurar la representatividad de la muestra se utilizó el método de estabilización de parámetros físico-químicos (conductividad eléctrica, pH y temperatura), para de esta manera asegurar que la muestra obtenida es representativa del acuífero y no del almacenamiento en el propio piezómetro. Los criterios de estabilización de parámetros adoptados por Hidrolab en terreno son los indicados en la Tabla 4-22 y los registros de la estabilización de parámetros físico-químicos para cada muestreo se presentan en el Anexo H-5 de este informe.

El día de muestreo y medición, en el punto de monitoreo, se introduce la bomba *Waterra* y se comienza la purga, una vez los parámetros se estabilizan, se procede a registrar la medida de parámetros *in situ* en la libreta de terreno tomada desde un recipiente ambientado 3 veces con el agua del mismo punto de muestreo y se realiza el muestreo.

4.3.8.3 Metodologías de medición y análisis

a) Metodología para la medición de parámetros *in situ*

Los parámetros físico-químicos *in situ* de pH, Conductividad eléctrica, Sólidos disueltos totales, Oxígeno disuelto y Temperatura se miden con un equipo multiparamétrico (Hanna, Modelo HI 98194) propiedad de la ETFA. Se destaca, además, que al inicio de cada jornada de trabajo, personal de Albemarle chequea que las mediciones de este equipo son concordantes con las mediciones realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad de ALB (Hanna, Modelo HI 9829). Adicional a lo anterior, se utiliza para verificar las mediciones de las muestras de salmuera el equipo medidor de temperatura, CE, TDS, NaCl y resistividad de ALB (Hanna, HI 98192). Luego, durante las mediciones de parámetros físico-químicos, ALB contrasta cada medición realizada por Hidrolab con mediciones propias realizadas con el equipo multiparamétrico propiedad del titular.

Para el caso de aguas superficiales, los parámetros se miden en muestras extraídas directamente de los cuerpos de agua, desde recipientes sin preservantes ambientados tres veces con el agua del mismo punto de muestreo. Para el caso de aguas subterráneas, estas mediciones se registran una vez se detecta que los valores de los parámetros físico-químicos *in situ* se estabilizan dentro de los rangos ilustrados en la Tabla 4-22 en recipiente de muestreo.

Tabla 4-22 Criterio estabilización de parámetros *in situ* para el muestreo de aguas

Parámetro	Rango estabilización
pH	± 5%
Conductividad eléctrica (CE)	± 5%

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

b) Metodologías de análisis de aguas en Laboratorio

Los métodos analíticos y características de éstos utilizados por el laboratorio para la medición de parámetros físico-químicos y concentración de analitos se indican Tabla 4-23.

Asimismo, para los analitos disueltos se realiza un post-proceso de filtrado.

Tabla 4-23 Métodos de análisis en laboratorio

Parámetro/analito	Método analítico (Standard Method)	Unidades	Cód. Método	Límite de detección	Cód. Método	Límite de detección
			Hidrolab		SGS	
Conductividad Eléctrica	Conductividad Eléctrica	µS/cm	SM-2510 B	1,0	SM-2510 B	1,0
Densidad	Densímetro	g/mL	SM-2710 F	0,9	Picnometría	---
pH	Método Electrométrico	---	SM-4500HB	---	SM-4500HB	---
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻) ⁽¹⁾	Método de la Titulación	mg/L	SM-2320 B	1,2	SM-2320 B	0,2
Sólidos Disueltos Totales	Método Sólidos Disueltos Totales secados a 180°C	mg/L	SM-2540 C	3,00	SM-2540 C	5
Aluminio (Al)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,01	SM-3125 B	0,5
Arsénico (As)	Absorción atómica (generación de hidruros)	mg/L	SM-3114 C	0,001	SM-3114 C	0,001
Boro (B)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,002	SM-3125 B	0,05
Boro Disuelto (B)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,002	SM-3125 B	0,05
Calcio (Ca)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,20	SM-3125 B	0,01
Calcio Disuelto (Ca)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,20	SM-3125 B	0,01
Cloruros (Cl)	Método argentométrico	mg/L	SM-4500-Cl B	0,50	SM 4500-Cl B	5
Estroncio (Sr)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,001	SM-3125 B	0,01
Estroncio Disuelto (Sr)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,001	SM-3125 B	0,01
Hierro (Fe)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,02	SM-3125 B	0,01
Litio (Li)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,003	SM-3125 B	0,01
Litio Disuelto (Li)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,003	SM-3125 B	0,01
Magnesio (Mg)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01
Magnesio Disuelto (Mg)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01
Nitrato (N-NO ₃) ⁽²⁾	Electrodo de nitrato (Hidrolab) Espectrofotometría UV-visible (SGS)	mg/L	SM-4500-NO3 D	0,2	SM 4500-NO3 B	0,01
Potasio (K)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01
Potasio Disuelto (K)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01
Silicio (Si)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,02	SM-3125 B	2
Sulfato (SO ₄)	Gravimetría	mg/L	SM 4500-SO4- C	1,0	SM 4500-SO4- C	10
Sodio (Na)	Metal Total ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01
Sodio Disuelto (Na)	Metales Disueltos ICP	mg/L	SM-3120 B	0,2	SM-3125 B	0,01

- (1) SGS reporta la alcalinidad de bicarbonato como mg/l de HCO_3^- , a diferencia de Hidrolab que lo hace como mg/l de CaCO_3 .
- (2) SGS reporta Nitrato como mg/l de NO_3^- , a diferencia de Hidrolab que lo hace como mg/l de nitrógeno de NO_3^- .

Fuente: Laboratorio Hidrolab.

4.3.8.4 Validación de resultados, cálculo del Balance Iónico y otras verificaciones

Si bien el muestreo, las mediciones y los análisis químicos los ha realizado un laboratorio certificado como ETFA por la SMA (Hidrolab y desde julio 2021 SGS), una vez se reciben los certificados de laboratorio se revisan los valores entregados para cada muestra y parámetro con el objetivo de validar los resultados.

Una de las verificaciones más importantes para el control de calidad de los resultados de laboratorio es el cálculo del error de balance iónico a partir de la siguiente expresión, para la que comúnmente se consideran solamente los cationes y aniones mayoritarios (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} y NO_3^-), pero que también pueden considerarse otras especies disueltas si éstas se encuentran en concentraciones destacadas:

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} \text{ (en meq/L)}$$

Este cálculo mide la calidad global de los análisis de laboratorio ya que las aguas subterráneas y superficiales deben mostrar siempre un equilibrio entre las cargas eléctricas de sus especies disueltas. Los errores admitidos (en valor absoluto) son en general hasta un máximo de un 5%, aunque en ocasiones para aguas muy dulces, con conductividades menores a 200 $\mu\text{S/cm}$, pueden aceptarse errores un poco mayores, así como también para aguas muy salinas, en que el análisis de laboratorio es más complejo por las interferencias que se generan entre los diferentes parámetros disueltos y/o en suspensión.

Los errores de balance negativos indican que la concentración de alguna (o algunas) de sus especies aniónicas ha sido sobreestimada, o bien que los análisis de las especies catiónicas han subestimado alguna de sus concentraciones. El error de balance positivo, indica lo contrario.

En relación al cálculo del balance iónico (B.I.) de las muestras, en el considerando 10.8 de la RCA N°21/2016, se indica textual: “10.8. Monitoreo físico- químico de las aguas: en los respectivos Informes de Seguimiento se deberán presentar los resultados de los balances iónicos de los muestras ejecutados. Al respecto, se deberán considerar los lineamientos de la “Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA” (SEA, 2012), para efectos de contar con referencias vigentes sobre los valores de errores admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua. Además, deberán cumplirse los lineamientos que dicte la SMA respecto al organismo que analice las muestras (laboratorio).”

Al respecto, y como ya se ha mencionado, el organismo que analizó las muestras durante el 2020 fue el laboratorio Hidrolab, que cumple con los lineamientos de la SMA y está certificado como ETFA. Respecto a la fórmula de cálculo del error de balance iónico que indica la “*Guía del Servicio de Evaluación Ambiental para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA*” (SEA, 2012), en su acápite A3.4.1.1, ésta es la misma mencionada anteriormente, pero se indica de utilizar los 8 iones mayoritarios Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Cl^- , HCO_3^{2-} , SO_4^{2-} y NO_3^- . Sobre este punto, y considerando las características químicas generales de la mayor parte de las aguas salobres y salmueras de la cuenca del Salar es que para este Proyecto, al igual que lo realizado en su tramitación de Adenda 5, se han utilizado en el cálculo del error de balance las concentraciones disueltas de los cationes Estroncio (Sr^{2+}), Litio (Li^+) y Boro (B^{+3}). Esto, dado que en determinadas muestras, los miliequivalentes por litro de estas especies son importantes, y contribuyen al equilibrio eléctrico de las muestras.

En relación a los errores de balance iónico admisibles para diferentes conductividades eléctricas del agua, debe destacarse que la Guía, de “*carácter indicativo y referencial*” (Guía SEA 2012, pág. 14), presenta una tabla, modificada de Custodio y Llamas, aplicable para aguas dulces de 0 a 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando los errores de balance admisibles cada vez menores para los rangos de conductividad de 50 a 199 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de 200 a 499 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 500 a 1.999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y $>2.000 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Sin embargo, las muestras que forman parte del PSAH son aguas salobres y salmueras con conductividades mayores a 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; con el 75% de las muestras con conductividades por encima los 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una gran proporción con valores mayores a los 100.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que la referencia anterior, no se considera adecuada para las aguas de altas conductividades del Salar de Atacama. En los análisis de muestras salobres y salmueras, las dificultades técnicas de los laboratorios en conseguir errores de balance bajos recae en las interferencias que se producen entre las concentraciones de cada elemento durante su análisis, así como en la purga de los equipos entre cada una de las muestras, siendo muy difícil cumplir sistemáticamente, y para todas las muestras, con errores menores al 5% en error absoluto (carta SGS LAB-003-22-EC-STGO, enero 2022 ver Anexo M).

Es por ello que la verificación y validación de los resultados del laboratorio consistió en calcular el error de balance iónico de cada muestra, y verificar las tendencias históricas de cada parámetro, muestra por muestra, solicitando realizar las repeticiones necesarias al laboratorio para conseguir que la mayoría de muestras cumpla con el error de balance inferior al 5%, y todas con un error inferior al 10%. Las estadísticas de cumplimiento se describen en el Capítulo 5 de resultados en la sección 5.8 Calidad Química del agua superficial y subterránea.

4.3.9 Medición de los Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

Materiales y/o Equipos

Los equipos instalados en cada pozo para la medición del caudal extraído por las bombas instaladas corresponden a los caudalímetros o flujómetros que se indican en la Tabla 4-24. Estos equipos miden el flujo que pasa a través de la tubería en unidades de m³/h.

Tabla 4-24 Materiales y Equipos para la medición de Volúmenes Bombeados

Equipo	Parámetros
Caudalímetro o Flujómetro Arkon, modelo MAG X2	Caudal

Fuente: Elaboración propia

Metodología de Medición

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

La información se presenta en línea, a través de la plataforma “Dezem”, donde aparecen los pozos de extracción (salmuera y agua industrial), sus coordenadas, flujo y volumen en tiempo real. El usuario y clave de acceso se le entregó a la autoridad ambiental en el año 2016 y febrero de 2019 se envió el cambio de clave.

4.4 Fechas campañas 2021

Las fechas de muestreo y/o medición que se reportan en este Informe Anual PSAH son las que se indican en la Tabla 4-25, detallando los meses en los cuales se realizaron las campañas, y cuyas fechas exactas se presentan en las tablas de resultados de cada una de las variables, en el Capítulo 5 “Resultados y Análisis por Variable”.

Tabla 4-25 Fechas de Muestreo y Medición durante el año 2021

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Variables Meteorológicas	Continuo	X	X	X	X	X	X	X	X (1)	X (1)	X	X	X
Evapotranspiración	Trimestral			X			X	(3)	(3)	X			X
Superficie Cubierta por lagunas	Semestral								X				X
Nivel Limnimétrico de las Lagunas	Mensual*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aforos de Caudales superficiales	Trimestral			X			X			X	X		X
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Mensual*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Posición de la Interfase Salina	Trimestral*	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Trimestral*	X	X	X	X			X	(2)	(2)	X		
Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre	Mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

(1) No se realizó monitoreo continuo de evaporación dentro de las variables meteorológicas los meses completos de agosto y septiembre, debido a la contingencia informada en la carta ALB-GMA-2021-SMA-047.

(2) No se realiza monitoreo de calidad química en agosto y septiembre debido a contingencia informada en la carta ALB-GMA-2021-SMA-047.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los meses que hubo activación de PAT, el aumento de frecuencia de las variables ambientales mencionadas se puede ver en la Tabla 4 26.:

Tabla 4-26 Fechas de Muestreo y Medición adicionales asociadas a Activación Fase I y Fase II, PAT Sector alerta Norte 2021 y Activación Fase Única, PAT Sector Alerta Acuífero 2021

Variable Ambiental	Frecuencia Medición	Mes de Campaña realizada						
		Ene	Feb	Mar	Abr	Jul	Ago	Sep
Niveles Freáticos en Salmuera y en Agua dulce-salobre	Quincenal	X	X	X	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
Posición de la Interfase Salina	Mensual	X	X	X	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾
Calidad química del agua en agua superficial y subterránea	Mensual	X	X	X	X	X	X ⁽¹⁾	X ⁽¹⁾

- (1) No se realizó monitoreo continuo en relación a posición de interfase salina; y el monitoreo de niveles freáticos, y calidad química no se realizó en los meses de agosto y septiembre 2021, lo anterior, debido a la contingencia informada en la carta ALB-GMA-2021-SMA-047.

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros y periodos sin monitoreo se entregan en la Tabla 4-27. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4-27 Listado de variables por mes sin monitoreo

Mes	Estado*
Enero 2021	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ⁽¹⁾ .
Febrero 2021	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ⁽¹⁾ .
Marzo 2021	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ⁽²⁾ .
Abril 2021	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ⁽³⁾ .
Mayo 2021	Sin observaciones.

Mes	Estado*
Junio 2021	No se ejecuta monitoreo niveles en limnómetro LM-02 por presencia de flamencos ⁽⁴⁾ .
Julio 2021	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles en limnómetro LM-08 por presencia de flamencos ⁽⁵⁾ .
Agosto 2021	No se ejecuta monitoreo niveles e interfase salina en algunos puntos de los sectores de Peine, La Punta La Brava, Norte y Borde este y Núcleo ⁽⁶⁾ .
Septiembre 2021	No se ejecuta monitoreo niveles e interfase salina en algunos puntos de los sectores de Peine, La Punta La Brava, Norte y Borde este y Núcleo ⁽⁶⁾ .
Octubre 2020	No se ejecuta monitoreo calidad química Quebrada Camar, por falta de respuesta de la Comunidad y no se ejecuta monitoreo calidad y niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF. Dada la época de reproducción de flamencos ⁽⁷⁾ .
Noviembre 2020	No se ejecuta monitoreo de niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ^(7 y 8) .
Diciembre 2020	No se ejecuta monitoreo de niveles sectores de la Reserva Nacional Los Flamencos, por falta de permiso CONAF y en sectores de las lagunas Salada, Saladita e Interna, por restricción de Comunidad Atacameña de Peine. Dada la época de reproducción de flamencos ^(7 y 8) .

*Las cartas se entregan en el Anexo M.

- (1) Carta Oficial N2, N3 y N4 Albemarle_CONAF y Carta N78 Peine.
- (2) Carta N78 Peine.
- (3) Verificadores no autorización de ingreso a lagunas de Peine.
- (4) Acta de terreno no medición LM-02.
- (5) Acta de terreno no medición LM-08.
- (6) Carta ALB-GMA-2021-SMA-047.
- (7) Carta Carta Oficial 18-2021.
- (8) Carta Of. 2-2021.

Fuente: Elaboración propia

5 RESULTADOS Y ANÁLISIS POR VARIABLE

5.1 Variables meteorológicas

En el presente subcapítulo, se exhiben los registros de variables meteorológicas de la estación EM-Rockwood, la cual reporta datos de precipitación, presión atmosférica, temperatura atmosférica (máxima y mínima) y evaporación de lámina libre. Junto a los datos de la estación de Albemarle, se presentan los datos medidos por las estaciones de la DGA y de terceros en la Cuenca del Salar de Atacama. Entre las estaciones de ALB, DGA y terceros se cuenta con 13 estaciones presentadas en la Tabla 5-1, en conjunto con un resumen del periodo disponible de registro para cada estación, y su ubicación.

Tabla 5-1 Resumen registros por estación meteorológica

Nombre	Propietario	Sector	Periodo de registro	
			Fecha Inicio	Fecha Término
EM-SCL	ALBEMARLE	Núcleo	Enero 2002	Abril 2016
EM-Rockwood	ALBEMARLE	Núcleo	Mayo 2016	Diciembre 2021
Camar	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1979	Octubre 2020
El Tatio	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1978	Julio 2021
Peine	DGA	Peine	Noviembre 1974	Septiembre 2020
Río Grande	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1977	Diciembre 2020
San Pedro de Atacama	DGA	Norte y Borde Este	Enero 1970	Octubre 2017
Socaire	DGA	Norte y Borde Este	Agosto 1974	Noviembre 2017
Talabre	DGA	Norte y Borde Este	Agosto 1995	Noviembre 2020
EM-Chaxa ⁽¹⁾	SQM	Núcleo	Enero 1990	Julio 2021
EM-Salar	SQM	Núcleo	Enero 2000	Diciembre 2014
EM-KCI ⁽²⁾	SQM	Núcleo	Enero 2015	Diciembre 2021
EM-Tilopozo	MEL	La Punta – La Brava	Enero 2016	Diciembre 2020

(1) Informe N° 21 del Plan de Seguimiento Ambiental Hidrogeológico Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM Salar S.A. presenta coordenadas UTM: 583.530,01 m E; 7.424.240,32 m N. (2) EM-KCL reemplazó EM-Salar en el año 2015.

Fuente: Elaboración propia

Los registros con frecuencia diaria obtenidos durante 2021 de las variables meteorológicas de precipitación, presión atmosférica, temperatura atmosférica (máxima y mínima) y evaporación de lámina libre provenientes de la estación meteorológica EM-Rockwood, se presentan en la Tabla 5-2, Tabla 5-3, Tabla 5-4, Tabla 5-5 y Tabla 5-6. Los registros históricos a escala diaria y mensual del resto de las estaciones meteorológicas de Albemarle se presentan en el Anexo A-1 y el Anexo A-2, respectivamente, mientras que los datos históricos a escala mensual de las estaciones meteorológicas de la DGA y terceros, se presentan el Anexo A-3 y Anexo A-4, respectivamente.

Se aclara que, para cumplir con los parámetros de medición comprometidos en la RCA N° 21/2016, la estación EM-Rockwood reemplaza a la estación EM-SCL ubicada en Planta Salar

a partir de mayo 2016, de modo que el registro histórico de las variables meteorológicas de las estaciones de Albemarle considera la integración de los datos obtenidos por la EM-SCL desde enero 2009 hasta abril 2016 junto a los datos obtenidos por la EM-Rockwood desde mayo 2016 hasta diciembre 2021. Esta nueva estación se ubica a una distancia de 750 m al noreste de la estación que reemplaza.

Tabla 5-2 Precipitación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2021

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0
Total mensual	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0						
Total anual	7,1											

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-3 Presión atmosférica diaria [mbar] en EM-Rockwood, año 2021

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	772,5	771,5	770,9	772,2	776,6	777,0	777,6	777,6	763,2*	763,0*	775,1	772,8
2	772,4	771,8	772,1	772,7	776,5	775,0	777,9	777,3	775,7	773,6	774,7	773,2
3	772,2	772,6	773,3	772,3	776,5	774,5	777,8	776,0	775,5	772,9	773,7	773,3
4	771,7	773,3	772,3	773,4	776,4	774,4	777,9	764,1*	775,0	772,3	772,6	772,8
5	772,3	772,3	772,3	774,4	776,3	774,8	777,4	777,9	774,9	747,6*	773,6	773,1
6	773,1	771,8	772,6	774,2	775,9	775,2	777,4	777,5	773,8	773,3	775,1	772,8
7	773,8	772,5	772,9	774,6	775,4	776,8	775,4	776,1	762,9*	774,5	774,3	772,6
8	774,1	772,8	773,5	774,8	775,8	776,8	775,7	764,7*	775,6	773,6	773,6	760,7*
9	773,3	772,3	773,2	773,6	775,4	778,3	776,8	764,0*	762,7*	774,1	773,9	770,8
10	772,9	772,1	773,9	773,3	774,9	778,5	775,5	763,8*	775,0	775,7	773,9	771,3
11	772,7	772,7	773,2	773,0	774,0	776,7	774,6	774,9	775,9	775,1	774,3	738,7*
12	772,5	773,0	773,3	773,2	774,1	776,2	775,7	763,8*	775,9	762,9*	774,1	761,6*
13	772,5	772,9	773,7	773,1	776,8	776,8	776,9	777,1	775,5	773,3	773,2	762,2*
14	771,1	773,1	773,2	773,4	776,1	777,2	774,6	777,2	775,4	760,4*	772,4	774,3
15	770,6	774,3	773,5	773,3	776,3	777,0	774,4	776,8	775,9	750,2*	772,8	773,1
16	771,4	775,0	774,0	773,4	776,3	776,0	775,8	776,0	763,8*	751,8*	772,8	749,4*
17	772,2	774,9	773,2	774,2	776,5	774,8	776,8	776,3	752,1*	775,5	773,1	772,6
18	771,9	775,1	772,8	774,4	776,6	774,8	776,5	776,3	761,6*	774,4	762,0*	772,1
19	772,7	774,9	773,1	775,4	775,6	777,4	774,9	776,6	750,8*	774,7	773,9	771,7
20	772,2	774,6	774,2	774,8	773,9	776,5	774,9	774,9	749,4*	776,1	774,0	771,7
21	772,3	773,5	774,1	774,5	774,9	776,4	776,8	762,6*	751,5*	775,8	772,6	770,9
22	772,2	772,7	773,8	773,1	775,1	774,6	776,8	761,5*	775,5	774,4	772,0	770,9
23	772,5	771,6	773,7	773,0	776,4	774,8	775,7	760,2*	774,2	773,5	773,0	773,5
24	771,7	771,5	773,6	774,0	776,0	777,3	776,0	735,5*	763,9*	774,1	773,7	772,9
25	771,2	771,2	774,6	774,4	777,1	775,2	776,3	759,1*	776,4	774,4	772,6	773,4
26	773,2	771,3	773,7	774,6	777,5	774,3	776,1	773,2	775,4	774,3	773,0	773,6
27	772,6	771,7	772,6	775,0	776,7	774,2	776,2	774,8	764,7*	775,5	760,6*	773,8
28	772,0	770,9	772,3	775,5	777,0	778,0	775,9	776,5	775,0	775,3	760,6*	773,0
29	772,5	-	773,1	775,7	776,5	778,8	775,3	777,1	773,7	774,9	772,7	772,7
30	773,2	-	773,0	775,6	777,4	777,9	775,0	777,2	774,9	773,5	750,1*	772,2
31	772,5	-	772,0	-	778,3	-	777,1	775,8	-	774,6	-	770,8
Presión Atm. Promedio mensual [mbar]	772,4	772,8	773,1	774,0	776,1	776,2	776,2	771,0	769,2	770,8	771,5	769,6

(*) Dato Anómalo.

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-4 Temperatura mínima diaria [°C] en EM-Rockwood, año 2021

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	18,9	10,6	14,6	8,3	4,8	1,9	-2,7	4,7	10,2	8,1	9,4	9,9
2	15,3	11,2	11,7	8,5	4,8	2,6	-1,6	6,2	5,8	5,5	9,9	11,2
3	14,3	11,9	12,8	8,8	4,5	3,0	1,0	7,6	4,6	5,1	9,4	10,6
4	13,2	13,2	13,6	9,7	7,2	3,4	1,3	6,8	3,7	5,5	8,8	11,1
5	13,6	13,7	13,8	9,4	5,3	3,4	0,8	3,6	4,8	4,6	8,7	13,2
6	14,1	14,1	13,5	9,1	5,3	3,4	1,5	3,8	4,8	10,8	6,6	15,0
7	11,9	14,3	14,3	10,7	5,7	1,6	0,7	2,9	8,0	13,7	8,0	17,8
8	11,7	12,8	13,5	7,7	6,0	3,0	-0,2	3,4	1,7	14,7	8,2	13,1
9	12,1	14,0	14,4	8,6	6,9	2,3	1,3	3,5	4,1	12,7	7,8	11,8
10	11,4	14,3	12,7	9,4	4,7	1,7	1,4	2,2	4,8	7,1	8,6	14,3
11	11,8	11,1	11,3	8,6	11,7	0,6	1,3	7,5	4,9	7,0	7,8	12,0
12	12,4	11,2	12,3	8,6	6,3	-0,6	9,8	8,8	6,1	8,4	8,0	8,0
13	12,1	12,0	12,9	12,2	10,7	-0,1	10,3	1,7	5,3	9,5	8,6	9,4
14	13,3	11,5	13,0	8,4	5,4	2,4	7,3	4,5	3,1	6,7	8,5	10,0
15	12,9	12,1	13,5	8,0	6,6	5,3	3,6	5,1	4,7	4,7	9,5	10,7
16	13,0	10,9	11,9	7,9	5,8	7,7	1,6	5,2	3,9	4,9	8,5	11,9
17	12,2	10,5	9,9	6,9	5,4	2,8	1,6	4,4	5,9	5,8	8,3	14,2
18	12,1	10,6	11,8	7,4	4,9	2,4	2,3	3,4	7,6	5,6	6,0	15,4
19	12,7	9,5	12,6	7,5	5,0	2,3	2,0	3,2	8,1	6,6	7,7	18,0
20	13,0	10,7	9,7	6,7	7,7	3,5	2,5	3,2	7,7	6,8	8,1	15,8
21	11,8	9,5	9,4	6,5	6,5	4,3	2,4	2,3	12,9	6,8	9,6	16,4
22	12,2	11,5	11,7	6,0	3,8	4,3	3,1	3,7	10,7	7,6	10,9	17,0
23	14,2	13,9	10,8	6,4	2,0	5,0	3,6	3,7	8,3	11,4	11,3	15,3
24	12,5	14,7	10,1	6,4	2,9	0,2	8,3	1,6	6,7	6,5	10,9	14,7
25	12,3	14,5	10,5	4,9	4,1	0,4	3,8	1,2	6,0	9,1	11,3	15,4
26	14,5	13,3	9,1	4,9	5,8	2,5	0,9	0,2	6,6	7,9	10,4	16,6
27	12,0	14,3	8,6	3,9	8,3	0,9	-1,5	2,0	8,5	8,4	11,7	14,1
28	10,9	15,5	9,0	6,6	7,5	-1,0	-1,3	3,8	9,0	7,3	10,8	12,2
29	10,9	-	8,5	5,0	3,3	-2,5	5,4	4,1	10,0	9,6	9,4	13,2
30	10,4	-	9,5	4,5	3,9	1,3	4,5	5,4	9,2	8,8	8,9	13,8
31	10,8	-	9,6	-	3,4	-	8,0	15,0	-	9,8	-	14,7
Temperatura mínima Promedio Mensual [°C]	12,7	12,4	11,6	7,6	5,7	2,3	2,7	4,3	6,6	8,0	9,1	13,4

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-5 Temperatura máxima diaria en EM-Rockwood, año 2021

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	32,5	30,9	29,6	26,2	22,7	20,4	17,8	21,2	22,8	26,5	29,0	28,7
2	30,8	29,7	27,8	28,0	23,4	21,3	19,8	21,9	26,1	25,3	27,8	19,3
3	29,6	31,6	28,8	28,8	23,4	22,8	21,0	23,2	25,6	25,5	27,0	28,6
4	27,4	32,2	29,7	26,6	22,8	21,4	20,3	23,0	25,5	26,8	26,7	30,5
5	27,1	32,2	29,8	27,2	23,0	21,4	20,4	20,9	26,8	20,8	27,7	31,8
6	27,1	32,5	30,2	27,7	23,7	19,8	21,2	23,3	25,1	26,4	26,7	28,7
7	27,7	31,0	30,6	26,8	24,3	18,4	20,3	22,9	21,5	27,7	28,4	31,7
8	28,0	29,3	31,9	26,3	24,5	18,7	19,7	22,1	22,3	26,9	28,7	32,6
9	28,4	28,0	30,0	28,5	24,9	17,9	20,7	22,5	23,8	25,9	28,5	32,0
10	30,5	27,4	28,1	27,3	24,0	18,1	19,8	23,0	23,8	26,7	26,1	28,1
11	31,5	27,0	27,2	27,7	24,7	18,7	20,4	22,6	24,4	29,0	27,7	18,4
12	30,9	27,3	28,0	29,0	22,7	19,2	23,3	20,5	23,5	19,2	28,8	25,1
13	31,7	27,2	27,6	30,1	19,5	19,5	19,2	21,0	22,6	18,9	28,3	26,7
14	32,0	27,9	27,7	28,3	23,8	20,8	21,7	22,3	22,9	17,4	29,0	27,0
15	31,2	27,3	27,5	26,5	23,3	18,4	21,2	21,7	23,0	25,5	29,1	29,5
16	28,4	25,7	27,3	26,0	22,8	18,7	20,0	23,8	26,4	17,5	28,1	31,3
17	27,2	26,1	27,3	26,0	22,7	19,0	21,0	24,6	27,9	25,1	26,7	31,4
18	28,5	26,3	27,4	25,5	23,1	17,9	21,2	26,2	28,9	18,8	26,3	32,7
19	28,7	28,1	24,7	26,0	21,0	20,1	22,2	24,2	27,3	27,5	27,0	32,9
20	29,2	28,5	25,0	26,1	21,5	20,0	23,8	24,5	28,5	26,8	27,9	30,3
21	29,0	30,7	28,6	25,1	19,4	17,8	23,1	25,0	27,6	27,2	30,7	29,0
22	30,4	32,7	28,5	25,0	20,5	20,0	24,2	23,9	26,2	27,9	30,1	31,0
23	28,7	34,7	28,9	23,1	21,5	17,5	23,8	23,9	27,1	23,5	30,3	27,6
24	29,5	34,2	29,0	19,8	21,8	17,4	22,9	20,9	28,0	26,0	30,6	27,8
25	28,5	35,1	27,2	22,6	23,2	18,6	19,0	18,9	28,2	28,8	31,0	28,4
26	24,6	32,5	27,3	23,3	23,7	18,3	19,9	20,5	28,2	28,0	30,8	30,8
27	27,9	32,6	27,3	22,0	17,1	18,0	19,2	22,6	29,0	27,6	29,3	30,8
28	27,7	32,1	27,5	22,0	16,8	16,9	19,4	24,0	28,9	29,6	28,7	31,4
29	27,8	-	27,4	21,8	18,0	16,3	18,8	24,0	28,9	29,1	27,6	33,4
30	28,5	-	27,6	22,5	18,9	20,3	20,0	24,3	27,0	29,5	27,6	33,3
31	29,6	-	27,4	-	19,8	-	16,0	21,3	-	28,9	-	33,3
Temperatura a Máxima Promedio Mensual [°C]	29,0	30,0	28,2	25,7	22,0	19,1	20,7	22,7	25,9	25,5	28,4	29,5

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

Tabla 5-6 Evaporación diaria [mm] en EM-Rockwood, año 2021

Día del mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
1	17,1	14,0	*	10,5	7,2	10,6	7,4	5,3	**	13,4	*	15,8
2	15,7	*	14,3	10,2	7,9	10,3	8,6	*	**	11,3	14,9	15,9
3	14,7	18,0	14,0	10,7	*	10,4	9,6	8,8	**	11,3	14,2	15,2
4	*	17,3	13,4	10,8	8,6	11,0	9,5	11,1	**	*	13,8	*
5	15,3	15,9	13,0	*	8,5	12,7	*	6,6	**	13,0	13,4	15,2
6	14,1	15,6	13,2	12,7	7,7	11,5	13,5	6,0	**	10,7	13,6	10,8
7	14,2	15,5	13,1	11,4	7,8	*	10,3	8,3	**	13,8	13,3	16,9
8	14,4	*	*	9,9	7,4	11,7	9,5	7,7	**	14,8	*	14,7
9	15,7	16,2	17,3	10,2	6,4	11,4	11,1	*	**	14,0	14,6	14,7
10	15,1	15,2	14,8	10,1	*	9,0	9,6	8,7	**	11,7	12,8	15,6
11	*	13,0	12,4	10,8	8,6	9,6	9,6	**	**	*	13,7	14,6
12	18,3	13,2	12,4	*	9,1	9,4	*	**	**	16,0	14,0	10,9
13	16,5	13,5	10,3	14,0	6,1	10,1	10,9	**	**	15,3	13,4	*
14	15,6	13,4	11,0	11,1	6,3	*	19,9	**	**	13,7	13,7	15,6
15	16,9	*	*	9,7	6,8	12,5	15,4	**	**	12,4	*	15,2
16	15,1	15,2	13,3	8,8	6,0	16,6	8,9	**	**	12,5	21,0	15,4
17	13,9	14,8	12,6	9,6	*	12,9	10,3	**	**	12,4	14,1	17,0
18	*	13,4	12,3	9,1	8,8	16,0	10,1	**	**	*	12,2	17,8
19	17,1	12,7	11,9	*	7,9	7,5	*	**	**	14,2	13,8	15,5
20	14,5	13,6	9,3	10,7	10,6	12,6	11,6	**	**	13,4	12,2	12,3
21	14,5	14,4	11,3	10,0	7,4	*	15,0	**	**	12,5	14,7	*
22	15,4	*	*	9,5	5,6	15,2	13,1	**	11,6	14,6	*	20,7
23	13,6	18,8	13,7	11,2	5,8	15,2	16,2	**	10,3	16,3	17,3	16,1
24	14,6	16,9	13,9	6,3	*	6,0	20,2	**	11,6	11,7	15,9	12,3
25	*	16,9	11,7	7,6	6,6	10,0	10,9	**	12,0	*	17,2	12,8
26	16,7	16,2	10,7	*	6,4	11,4	*	**	11,9	16,9	16,4	17,7
27	15,7	13,9	10,7	9,3	5,5	12,5	16,5	**	*	13,7	16,0	*
28	14,3	14,4	11,2	9,4	*	*	16,0	**	13,2	13,3	14,6	18,5
29	14,1	-	*	7,4	4,3	9,2	12,0	**	13,1	13,1	*	18,0
30	13,8	-	12,5	8,7	5,1	9,5	13,4	**	12,7	14,6	16,7	16,7
31	13,9	-	11,8	-	*	-	11,7	**	-	13,9	-	18,8
Evaporación Total mensual [mm]	410,8	362,1	326,0	259,6	178,5	295,1	330,6	62,5	96,2	364,2	367,1	420,4

(*) Sin registro de evaporación diaria por limpieza de bateas. (**) No se realiza cambio de agua de bateas por toma de caminos.

Fuente: Datos estación meteorológica EM-Rockwood.

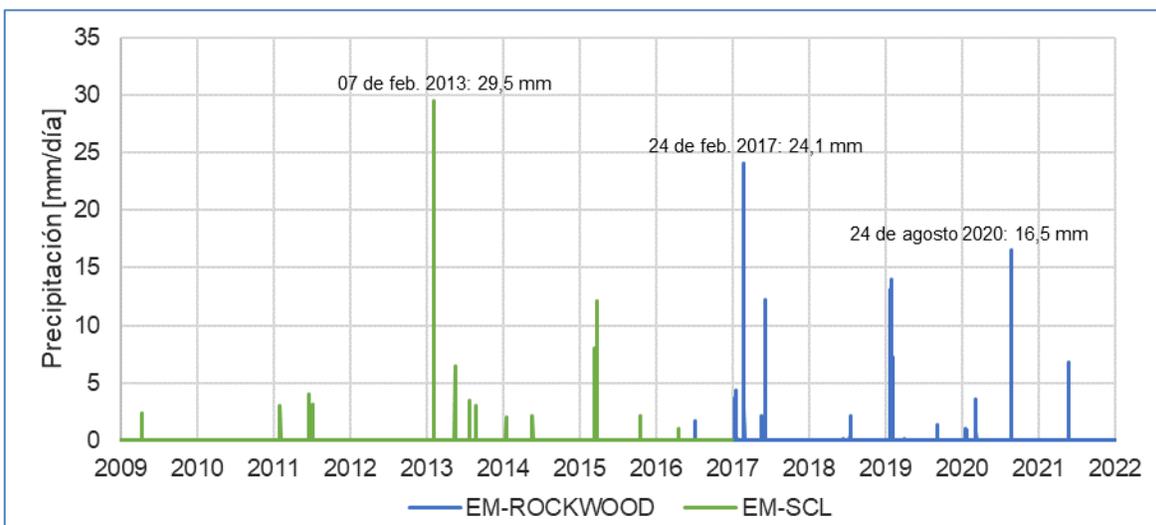
A continuación, se realiza la descripción de los resultados del registro de variables meteorológicas de las estaciones de propiedad de Albemarle.

5.1.1 Precipitación

El registro histórico disponible de precipitaciones varía según la frecuencia, de manera que el registro de precipitación anual y mensual se inicia en 2002 mientras que el registro de precipitación diaria se inició en enero 2009.

La Figura 5-1 presenta el registro histórico de precipitación diaria desde enero 2009 hasta diciembre 2021. En él, se observa que las lluvias más intensas registradas en un mismo día alcanzaron 29,5 mm/día en febrero 2013, seguidas por los 24,1 mm/día registrados en febrero 2017 y por los 16,5 mm/día registrados el 24 agosto 2020. Se reconoce un período de recurrencia de 2 años entre eventos de precipitaciones intensas que superan los 10 mm de agua caída como se observa en los años 2013, 2015, 2017 y 2019 las que ocurren principalmente en los meses de verano. No obstante, se han reconocido precipitaciones diarias de importancia, en meses del invierno estacional como es el caso de los años 2017, 2020 y 2021.

Figura 5-1 Precipitación diaria con data histórica, periodo 2009-2021



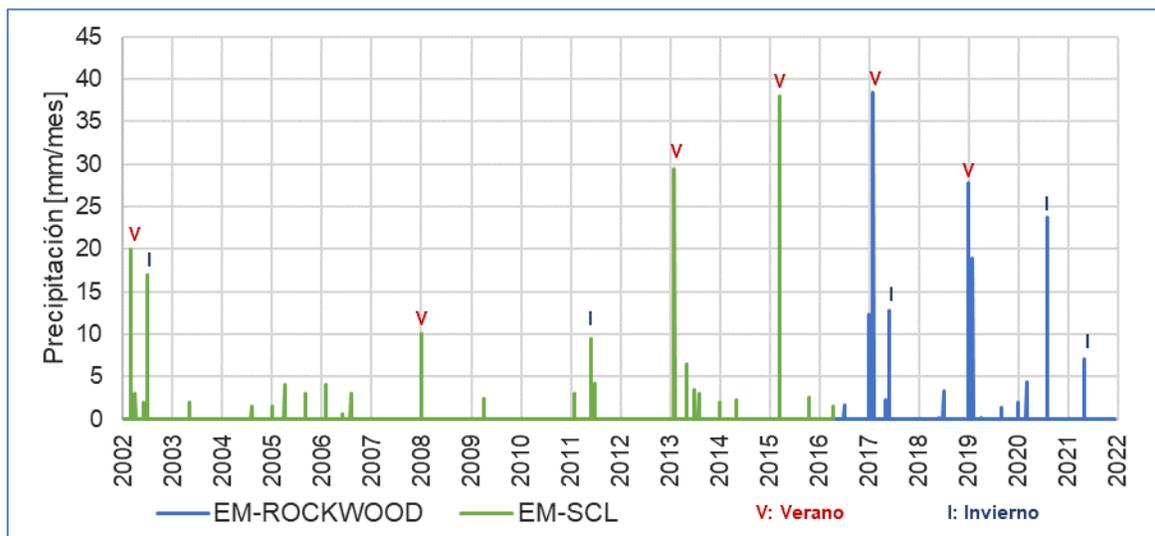
Fuente: Elaboración propia

En general, las precipitaciones más intensas se producen en los meses estivales, asociadas al fenómeno del invierno altiplánico como se observa en 2013, 2015, 2017 y 2019. Sin embargo, durante 2020 y 2021, las mayores precipitaciones tuvieron lugar en el invierno estacional.

En la Figura 5-2 se presenta el registro mensual histórico de precipitaciones a partir del 2002. En él se observa que, habitualmente, las mayores precipitaciones se desarrollan en los meses

estivales coincidiendo con el invierno altiplánico. No obstante, existen algunas ocasiones en donde precipitaciones de relevancia tienen lugar en el invierno estacional como ocurre en julio 2002 (16,7 mm), junio/julio 2011 (13,7 mm), junio 2017 (12,8 mm) y agosto 2020 (23,8 mm) y mayo 2021 (7,1 mm).

Figura 5-2 Precipitación mensual con data histórica, periodo 2002-2021



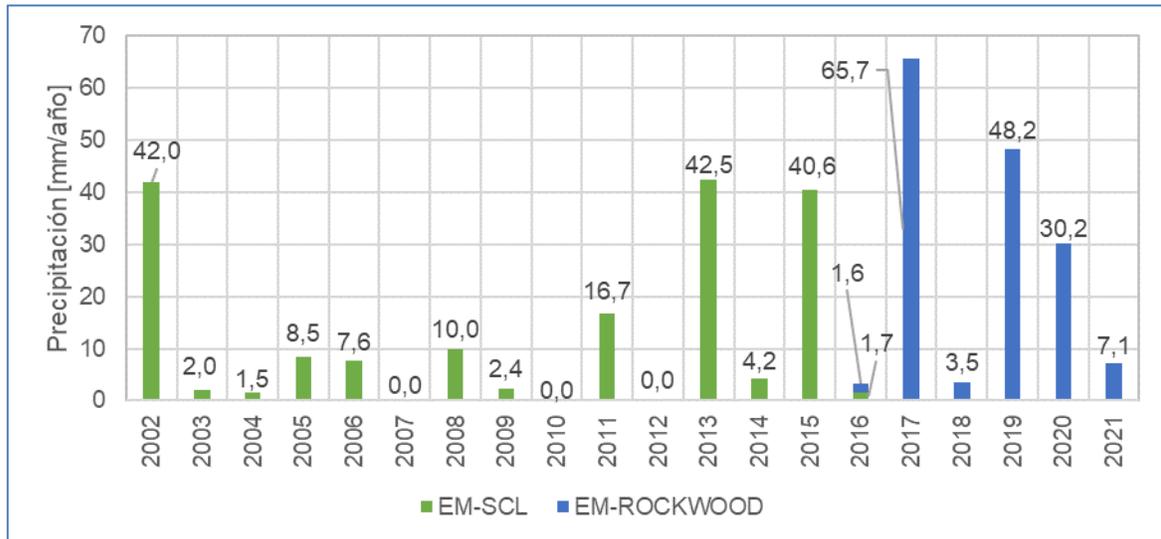
Fuente: Elaboración propia

Durante el año 2021 se registraron precipitaciones en el mes de mayo, precipitando 7,1 mm en el área de la estación meteorológica. Las precipitaciones registradas en mayo de 2021 coinciden con leves incrementos observados sólo en los niveles de algunos sectores del acuífero. No obstante, los aumentos han sido puntuales, en el capítulo de discusión se revisará en más detalle esta tendencia.

La Figura 5-3 presenta la precipitación total anualizada a partir del año 2002. En esta se observa que los años más lluviosos del registro, en orden decreciente, corresponden a los años 2017, 2019 y 2013, alcanzando 65,7 mm/año; 48,2 m/año y 42,5 m/año, respectivamente. Durante 2021, la precipitación total alcanzó los 7,1 mm/año siendo notoriamente menor a la registrado en los dos años anteriores, y siendo similar a las registradas en los años 2005, 2006, 2008 y 2018.

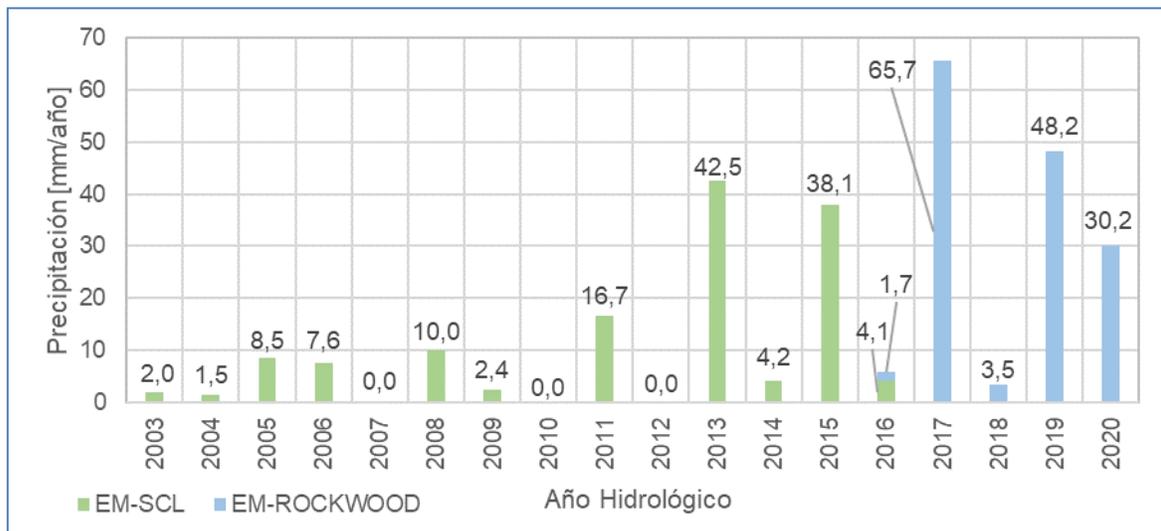
Por otra parte, la Figura 5-4 muestra la distribución de precipitaciones por año hidrológico completo según la información disponible (2003 a 2020). Se observa una buena correspondencia con las precipitaciones por año calendario indicadas en la Figura 5-3, teniendo diferencias solo en 2015 y 2016.

Figura 5-3 Precipitación anual EM-Rockwood, periodo 2002-2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-4 Precipitación por año hidrológico EM-Rockwood, año hidrológico 2003-2020



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5-7 presenta un resumen mensual y anual de la precipitación media durante los periodos de registro pluviométrico de las estaciones meteorológicas que se encuentran en el entorno del Salar, tanto propias como de terceros, cuyos datos se presentan en los anexos Anexo A-1 y Anexo A-2 La información de las estaciones DGA se obtiene desde la plataforma de Estadística hidrológica en línea de la DGA el día 04 de enero de 2022 (<https://snia.mop.gob.cl/BNAConsultas/reportes>).

Para las estaciones meteorológicas de SQM la información se obtuvo desde el portal www.sqmenlinea.com (05 de enero de 2022), donde dicha compañía dispone para todo público su información de seguimiento ambiental. Por último, la información de la estación meteorológica Tilopozo se ha obtenido de los informes del Plan de Alerta Temprana para Acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo N°17, N°19 y N°20 presentados por Minera Escondida.

Tabla 5-7 Precipitación media mensual [mm] en estaciones meteorológicas en torno al Salar de Atacama

Estación	Propietario	P. de registro	Precip. Media mensual [mm]												Precip. Media Anual [mm]
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
SCL/Rockwood	Albemarle	2002-2021	2,8	4,7	3,1	0,6	1,0	1,3	1,5	1,6	0,2	0,1	0,0	0,0	16,4
EM-Camar ⁽⁴⁾	DGA	1979-2020	10,0	16,6	7,6	0,5	1,2	3,1	0,6	1,4	0,4	0,0	0,2	0,6	42,2
EM-EI Tatio ⁽⁴⁾	DGA	1978-2021	43,2	46,7	27,7	0,9	3,4	3,3	1,0	1,8	1,8	0,4	0,5	6,4	131,8
EM-Peine ⁽⁴⁾	DGA	1974-2020	2,1	6,9	5,6	0,5	1,3	1,5	0,4	0,8	0,5	0,1	0,0	0,2	19,8
EM-Río Grande ⁽⁴⁾	DGA	1977-2020	21,4	32,1	14,3	0,7	1,1	3,3	0,8	1,0	0,6	0,1	0,2	1,7	77,0
EM-San Pedro de Atacama ⁽¹⁾	DGA	1970-2017	6,0	18,1	4,5	0,0	0,9	1,9	0,2	0,3	0,7	0,4	0,5	0,1	31,1
EM-Socaire ⁽²⁾	DGA	1974-2017	10,6	13,8	8,0	1,2	2,4	2,5	0,9	0,8	0,8	0,2	0,3	0,7	39,3
EM-Talabre ⁽⁴⁾	DGA	1995-2020	16,8	27,3	16,9	1,8	3,2	1,8	2,9	2,8	0,4	0,0	0,0	0,2	71,3
EM-Chaxa	SQM	1990-2021	5,3	7,5	1,7	1,4	0,4	0,7	0,2	1,0	0,1	0,0	0,0	0,5	18,9
EM-Salar/KCL	SQM	200-2021	2,6	1,4	1,7	0,4	0,3	1,2	0,4	0,8	0,0	0,1	0,3	0,4	9,6
EM-Tilopozo ⁽³⁾	MEL	2016-2020	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3

(1) Estación San Pedro de Atacama presenta datos hasta diciembre 2017.

(2) Estación Socaire presenta datos hasta noviembre 2017.

(3) Estación Tilopozo presenta datos hasta diciembre 2017.

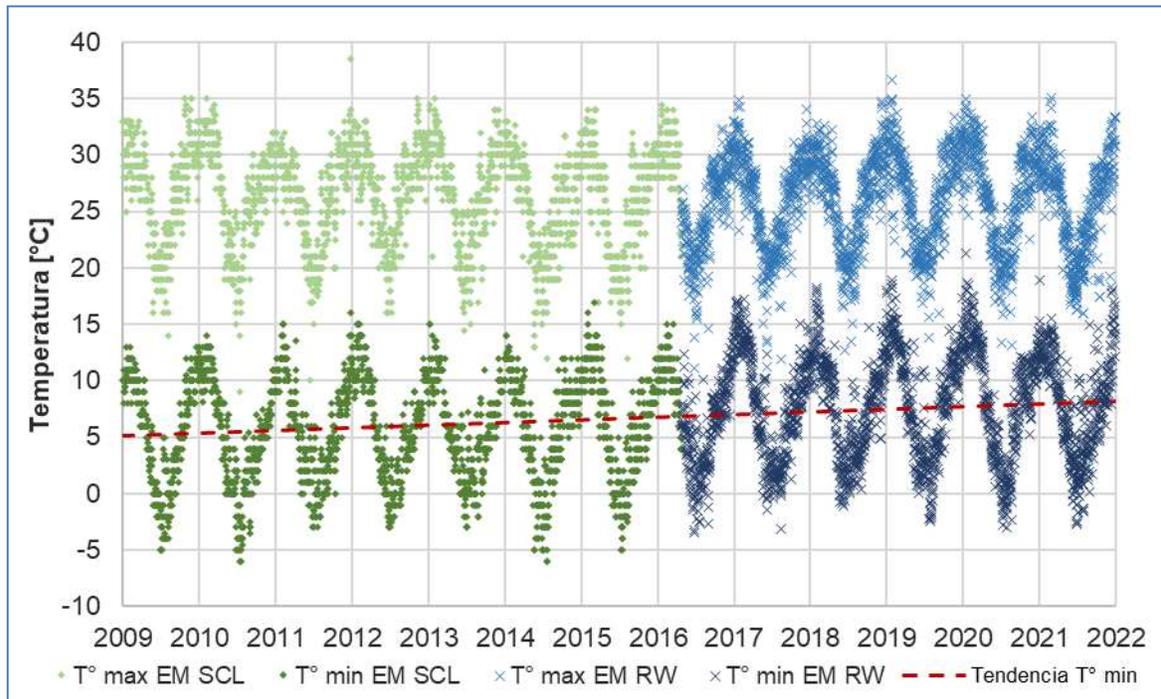
(4) Estación meteorológica no tiene datos publicados para 2021.

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Temperatura

En la Figura 5-5 se presenta el registro de las temperaturas extremas diarias obtenidas desde las estaciones EM-SCL y EM-Rockwood a partir de 2009 y hasta 2021. En ella, se observan variaciones de frecuencia estacional en donde las temperaturas máximas se registran entre octubre y abril, coincidiendo con las estaciones de primavera y verano, y las temperaturas mínimas se registran entre los meses de mayo y septiembre, coincidiendo con las estaciones de otoño e invierno. En el año 2021, la temperatura mínima registrada alcanzó los $-2,7^{\circ}\text{C}$ mientras que la temperatura máxima anual corresponde a $35,1^{\circ}\text{C}$. La oscilación térmica diaria promedio durante 2021 es de $17,5^{\circ}\text{C}$, con valores cercanos a la tendencia histórica de la estación Rockwood. Por otra parte, se observa una tendencia al alza de las temperaturas mínimas registradas en la estación (línea roja punteada en Figura 5-5), mientras que las temperaturas máximas se han mantenido dentro de los patrones observados.

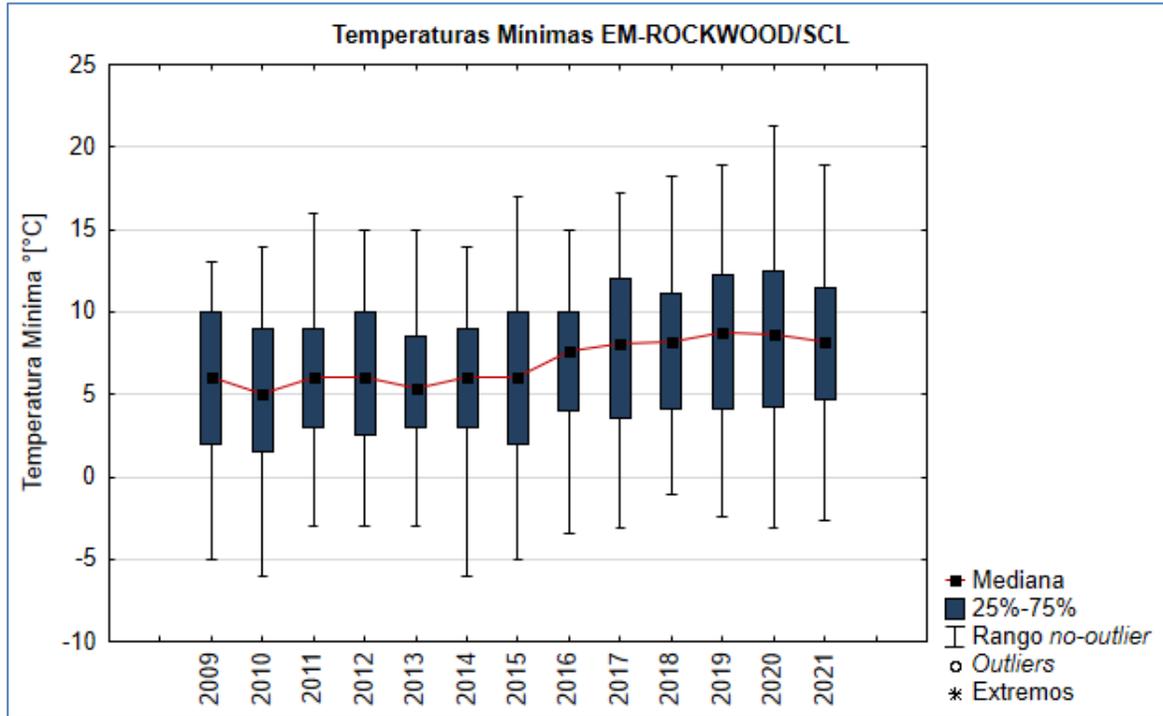
Figura 5-5 Temperaturas extremas diarias [$^{\circ}\text{C}$], periodo 2009-2021



Fuente: Elaboración propia

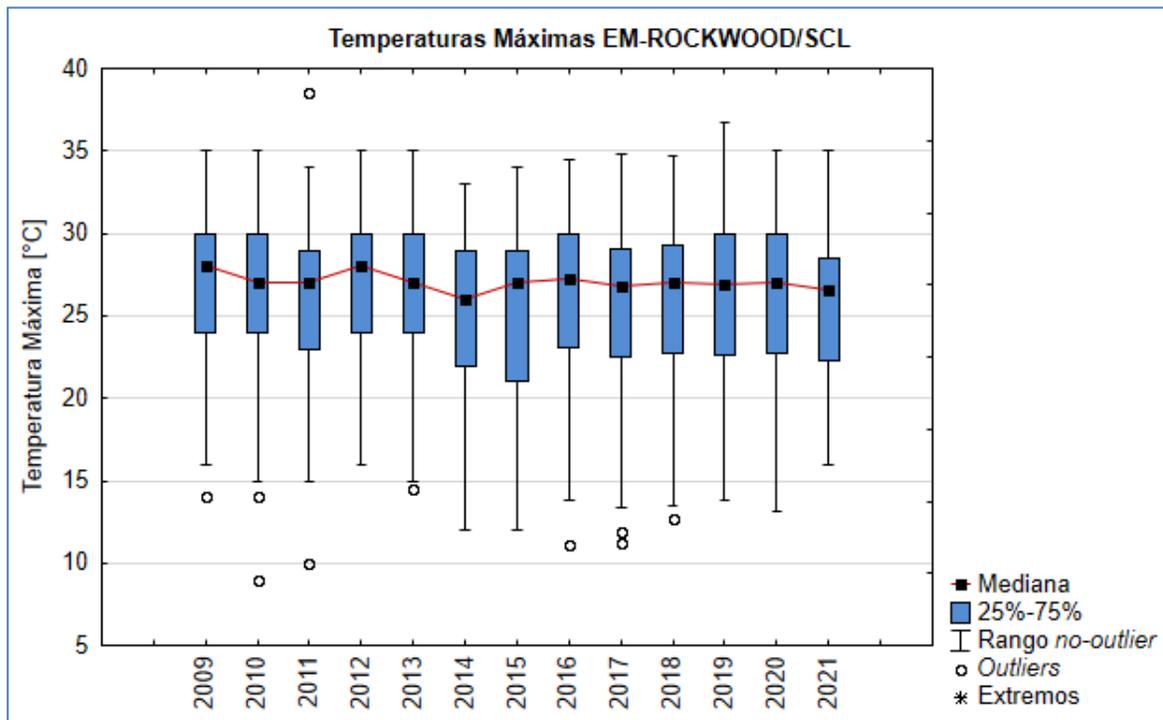
Para analizar más en detalle esta situación se han elaborado diagramas de caja para representar la variabilidad anual de las temperaturas mínimas y máximas (Figura 5-6 y Figura 5-7). Para las temperaturas mínimas se observa un aumento en la mediana de las mediciones anuales para los últimos 5 años en comparación con los primeros años del registro. Este aumento ha sido progresivo desde el año 2015, aunque se observan disminución en la mediana durante los años 2020 y 2021.

Figura 5-6 Distribución T° mínimas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-7 Distribución T° máximas por año EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021



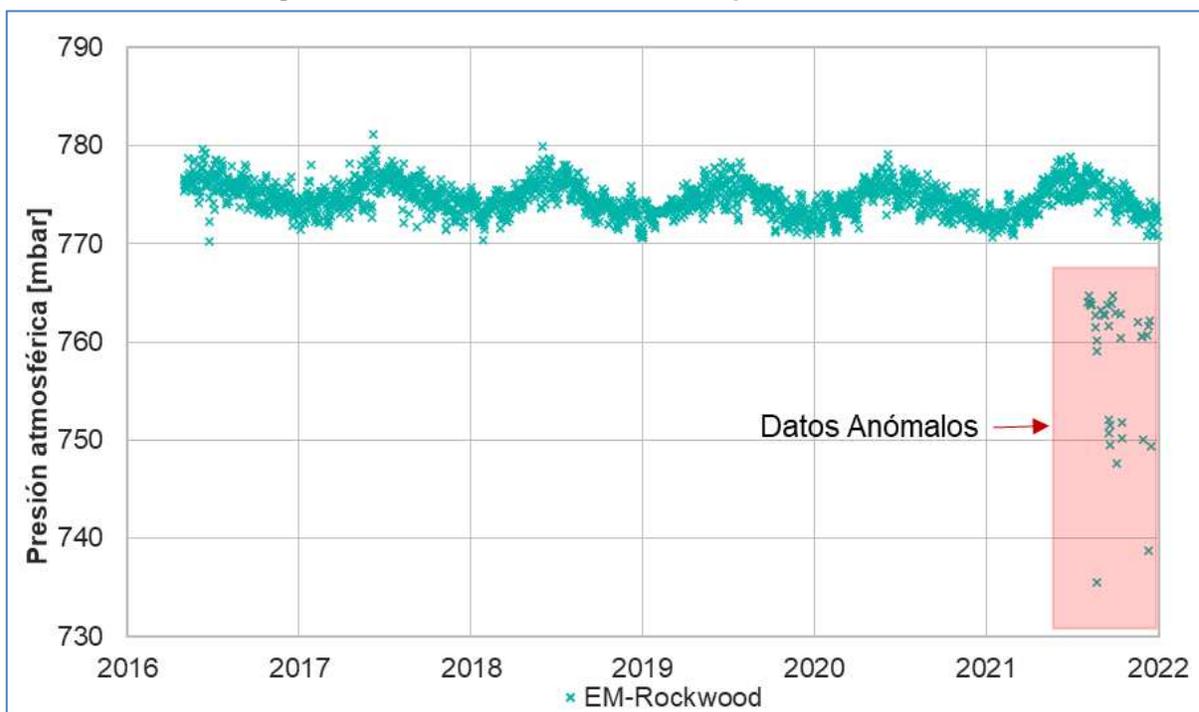
Fuente: Elaboración propia

En el caso de la temperatura máxima, las medianas y los rangos de variación se observan estables para el periodo de registro, donde la mayor variación de las medianas entre años se registra entre los años 2009 y 2015. Desde el año 2016 estas se mantienen estables en torno a los 27°C.

5.1.3 Presión atmosférica

En la Figura 5-8 se presenta el registro histórico de presión atmosférica diaria, para el periodo 2016-2021. Estos datos comenzaron su registro desde el inicio de la estación EM-Rockwood que incorpora los instrumentos necesarios para la medición de esta variable.

Figura 5-8 Presión atmosférica diaria, periodo 2016-2021



Fuente: Elaboración propia

Los registros de presión atmosférica muestran variaciones de origen estacional, registrándose los valores máximos en las estaciones húmedas (entre los meses de mayo y agosto) y los valores mínimos en las estaciones secas (entre los meses de octubre y marzo). Durante 2021, se presenta el mayor registro de presión atmosférica, cual alcanzó 778,8 mbar el día 29 de junio, mientras que el menor registro alcanzó 735,5 mbar el día 24 de agosto.

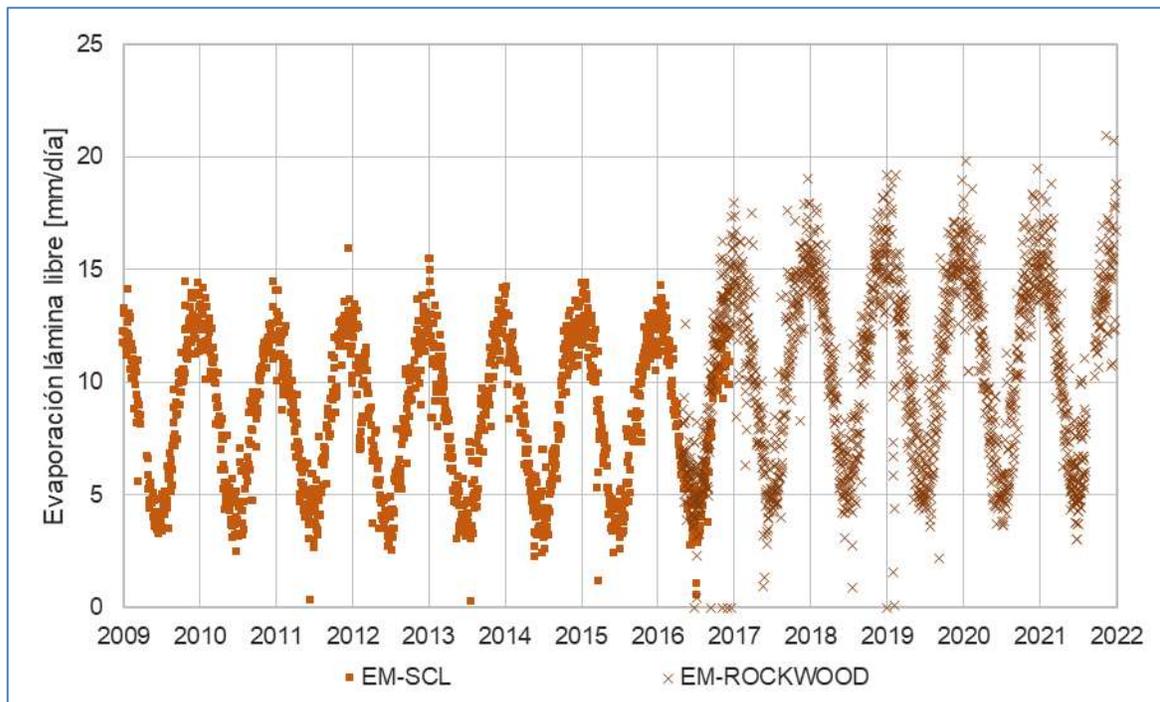
Se observan datos inferiores a los 770 mbar en el segundo semestre de 2021, los que pueden estar relacionados a fallas en los instrumentos de la estación meteorológica. Estos datos se consideran anómalos debido a que se encuentran fuera del registro histórico y no responden a lo esperado según la situación geográfica que se encuentra la estación (indicados en rojo en

la Figura 5-8). A pesar de esto, se presentan en la Figura 5-8 y Tabla 5-3 la totalidad de los datos obtenidos para el periodo de reporte del presente informe, con el fin de cumplir con los compromisos ambientales adquiridos por el titular de proyecto. De manera complementaria se presentan en el Anexo A-5 todos los valores considerados anómalos para el registro y consideraciones futuras.

5.1.4 Evaporación

En la Figura 5-9 se presenta el registro de evaporación de agua libre diaria en el periodo 2009-2021. De la misma manera que en las variables anteriormente descritas, se reconocen variaciones estacionales en donde los mayores registros de evaporación se presentan en las estaciones cálidas de primavera-verano, mientras que los menores registros se encuentran en las estaciones frías de otoño-invierno.

Figura 5-9 Evaporación diaria, periodo 2009-2021



Fuente: Elaboración propia

Además, se reconoce que los registros en ambas estaciones meteorológicas siguen una tendencia distinta, siendo mayores los registros de la EM-Rockwood en el orden de un 25% con respecto a la EM-SCL.

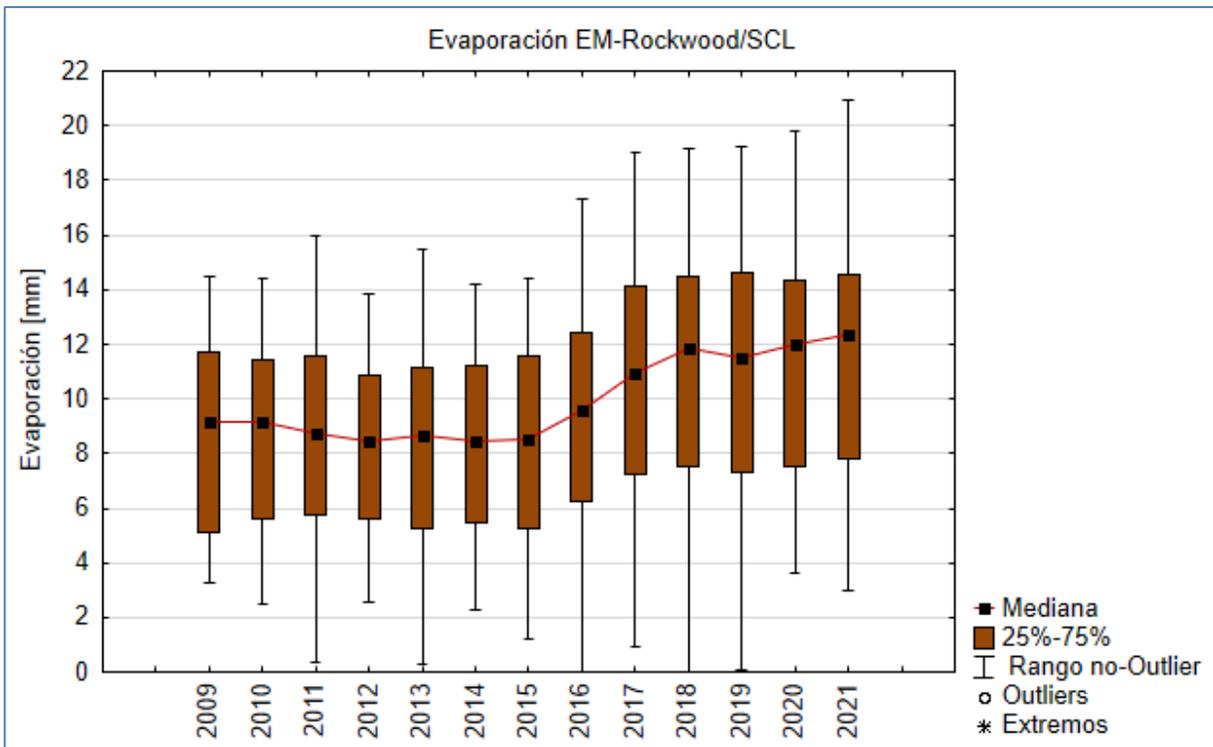
De esta manera, en el periodo 2009-2016 (EM-SCL) la evaporación de lámina libre oscila en torno a los 3,0 mm/día en los meses fríos y los 14,0 mm/día en los meses cálidos, mientras que en el periodo 2016-2021 (EM-Rockwood) la evaporación de lámina libre oscila en torno a

los 4,0 mm/día en los meses fríos y los 20 mm/día en los meses cálidos. Estas diferencias podrían atribuirse a diferencias en la estandarización de las instalaciones y a las condiciones del estanque de evaporación en que se realizó el reemplazo de la estación meteorológica. Por otra parte, la relación de este comportamiento con otras variables meteorológicas será analizada posteriormente en el capítulo de discusión.

Durante 2021, se registró una evaporación máxima de 21,0 mm/día el día 16 de noviembre, junto a una evaporación mínima de 3,6 mm/día el día 10 de julio. Este último valor se encuentra en lo esperado para la estación según el registro histórico, mientras que el máximo anual corresponde a un nuevo máximo histórico para la estación. Por otra parte, se observa una tendencia al alza en los valores mínimos y máximas de evaporación en los últimos 5 años.

En la Figura 5-10 se muestra la distribución anual de la evaporación en el período 2009-2021 para ambas estaciones meteorológicas (SCL/Rockwood). Como se mencionó anteriormente, se observa un contraste entre las mediciones realizada en la estación SCL (2009 - abril 2016) y Rockwood (mayo 2016 – presente) con diferencias entre 2 a 3 mm entre sus medianas. No obstante, se observa un mayor rango de variación en la estación EM - Rockwood y sus medianas presentan una tendencia al alza durante los últimos 5 años, coincidente con lo observado en la Figura 5-9.

Figura 5-10 Distribución Evaporación Lámina Libre EM-ROCKWOOD [°C], periodo 2009-2021



Fuente: Elaboración propia

5.2 Evapotranspiración

En la presente sección se muestran los resultados de las campañas de medición de la tasa de evapotranspiración (EVT) realizadas durante el año 2021 mediante el método del domo para los puntos comprendidos en la red de monitoreo del PSAH (Tabla 4-4). Como se menciona en el Capítulo 4, mientras no entren en funcionamiento los lisímetros instalados, estas mediciones deben realizarse con frecuencia trimestral mediante la metodología del domo según los compromisos adquiridos en el Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto. Con respecto a los lisímetros, Albemarle presentó a la autoridad los inconvenientes que han presentado los lisímetros de carga constante instalados en el salar junto a una propuesta de cambio metodológico a lisímetros de carga variable¹⁵. A la fecha de confección de este informe, el titular no ha obtenido la aprobación por parte de la autoridad sobre la modificación del método, por lo que se continúa con la medición de las tasas de evaporación mediante domos y el posterior periodo de calibración de los lisímetros.

La presentación de los resultados de las mediciones de evaporación se realizan por sector, de acuerdo con la siguiente individuación:

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

En la

se muestran los 22 puntos de monitoreo, para la evaporación, agrupados según el sector, donde se detalla las características de cada punto y su periodo de registro a la fecha.

Tabla 5-8 Resumen información puntos de medición de evapotranspiración

Sector	Punto de Monitoreo	Equivalencia futura Red de Monitoreo Lisímetros	Periodo de registro	
			Primer	Último
Norte y Borde Este	EVT-1	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-2	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-3	LS-01	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-4	LS-02	Mayo 2013	Marzo 2021
	EVT-5	-	Mayo 2013	Marzo 2021

¹⁵ Mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-020, el 14 de abril de 2021 Albemarle hace entrega a la SMA el informe "Propuesta de Conversión de Lisímetros a Carga Variable", donde se explican los inconvenientes y la propuesta de conversión a carga variable.
 Informe N°6 del PSAH

Tabla 5-8 Resumen información puntos de medición de evapotranspiración

Sector	Punto de Monitoreo	Equivalencia futura Red de Monitoreo Lisímetros	Periodo de registro	
			Primer	Último
	EVT-6	LS-03	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-7	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-8	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-11	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-12	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
Núcleo	EVT-9	LS-05	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-10	LS-06	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-13	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
Peine	EVT-15	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-16	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-17	LS-07	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-18	-	Mayo 2013	Septiembre 2021
	EVT-23	LS-08	Mayo 2013	Septiembre 2021
La Punta-La Brava	EVT-19	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-20	LS-10	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-21	-	Mayo 2013	Diciembre 2021
	EVT-22	LS-09	Agosto 2013	Diciembre 2021

Fuente: Elaboración propia

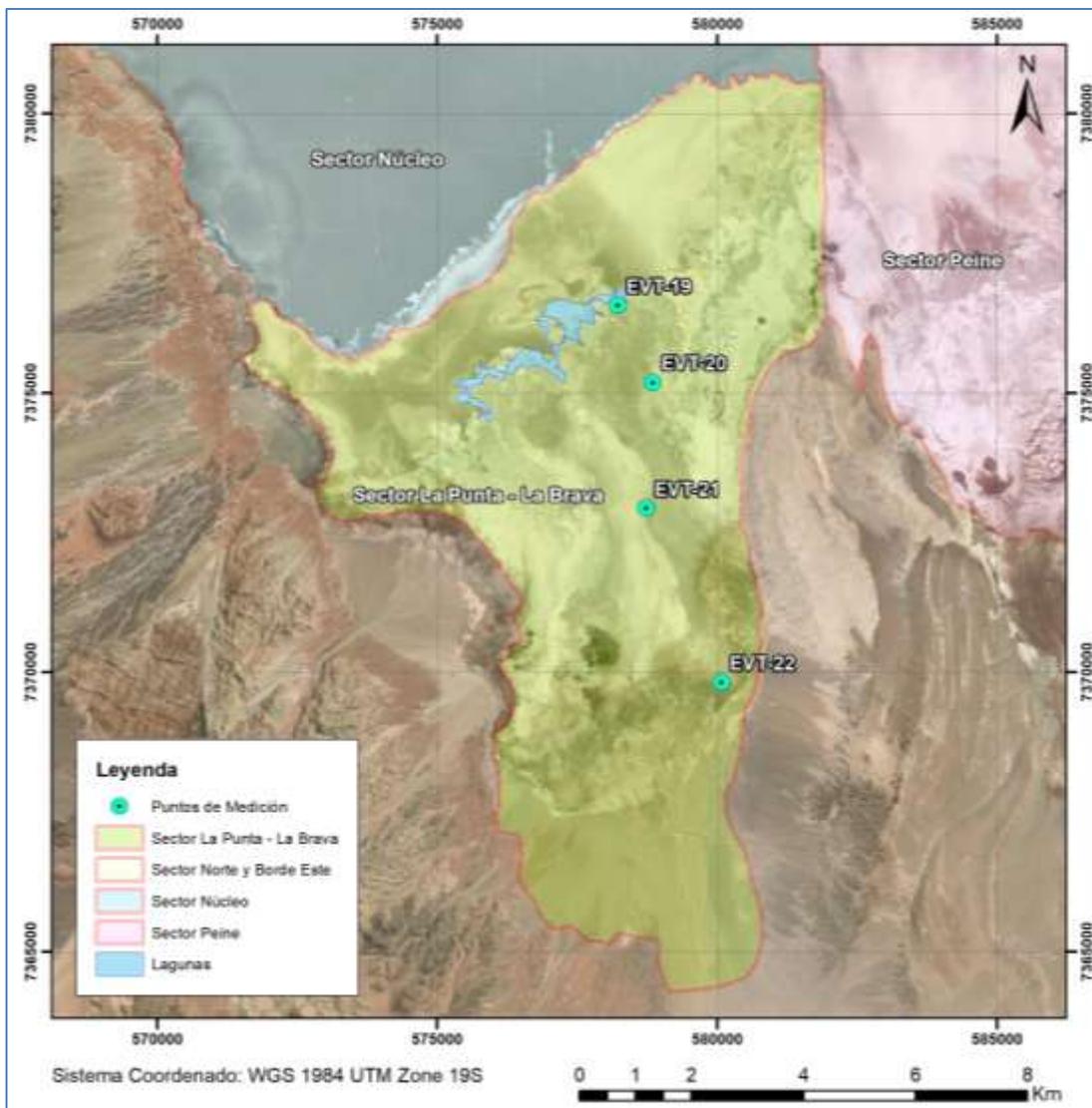
Los resultados registrados durante las campañas de monitoreo del año 2021 se detallan entre la Tabla 5-9 y Tabla 5-12 para cada sector respectivamente. Es importante mencionar que los lisímetros LS-04 y LS-11, de los sectores Norte Borde Este y Núcleo respectivamente, no cuentan con un punto equivalente de medición con el método del domo.

A continuación, se presenta la evolución temporal de las tasas de evapotranspiración medidas durante las campañas de terreno realizadas por el titular en los puntos comprometidos en el PSAH.

5.2.1 Sector La Punta-La Brava

En el Sector La Punta-La Brava, existen 4 puntos de monitoreo de medición de evaporación, estos son: EVT-19, EVT-20, EVT-21 y EVT-22, la ubicación de los puntos se presentan en el mapa de la Figura 5-11, y los resultados de las mediciones para el año 2021, se presentan en la Tabla 5-9.

Figura 5-11 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia

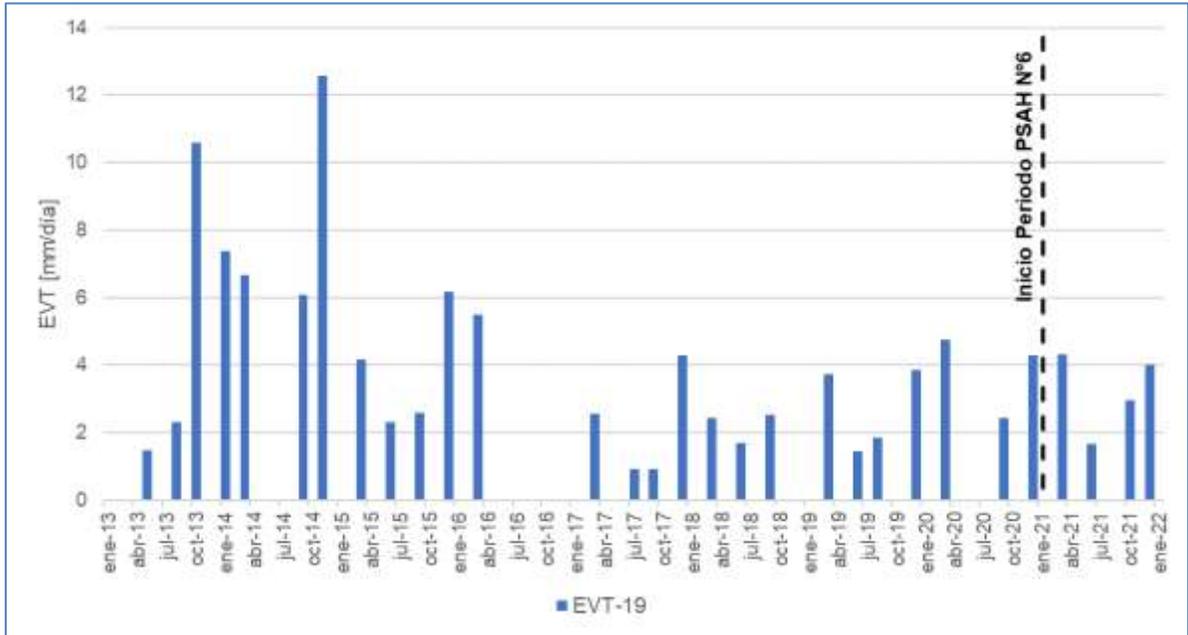
Tabla 5-9 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector La Punta - La Brava

Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2021	Junio 2021	Septiembre 2021	Diciembre 2021
EVT-19	4,331	1,649	2,953	4,018
EVT-20	0,377	0,687	0,938	0,907
EVT-21	0,480	0,481	0,452	0,380
EVT-22	0,968	0,259	0,138	0,481

Fuente: Elaboración propia

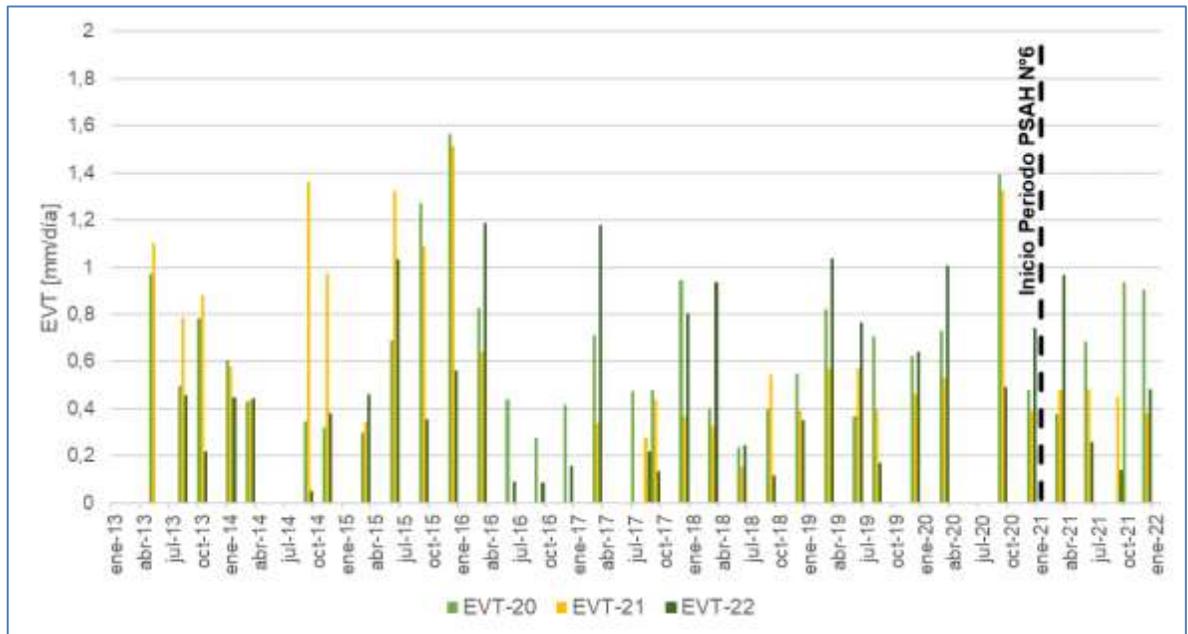
En la Figura 5-12 y Figura 5-13 se muestra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de medición de EVT comprometidos en el PSAH en el sector La Punta-La Brava. El punto EVT-19, ubicado en el espejo de agua de la laguna La Punta, se gráfica de manera particular en la Figura 5-12, debido a la diferencia de escala con respecto al resto de las mediciones.

Figura 5-12 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-19, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-13 Evolución de la evapotranspiración en los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En las estaciones EVT-20, EVT-21 y EVT-22, los valores determinados durante el año 2021 en el sector se mantienen en el rango de lo observado durante los años 2017, 2018, 2019 y 2020, e inferiores a los valores registrados el año 2015 y primer semestre de 2016. Durante el año 2021 el máximo registrado en los puntos mencionados corresponde a 0,968 mm/día en el punto EVT-22 (marzo 2021), mientras que el menor valor de evaporación registrado es 0,138 mm/día en la misma estación (septiembre 2021).

La estación EVT-19, cuyas medidas se realizan en el espejo de agua de la Laguna La Punta, tiene tasas de evapotranspiración determinadas entre 1,649 y 4,331 mm/día para el período del presente informe. Las tasas se mantienen similares a lo observado entre los años 2017 a 2020, pero inferiores a los registrados durante los años 2013 y 2014.

La serie de datos permite confirmar el comportamiento estacional mencionados en los informes PSAH anteriores, con máximos registrados principalmente en los meses de verano (diciembre a marzo) y mínimos en invierno (junio a septiembre).

5.2.2 Sector Peine

En el Sector Peine, existen 5 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-15, EVT-16 y EVT-17, EVT-18 y EVT-23. La ubicación de los puntos se presentan en el mapa de la Figura 5-14, y los resultados de las mediciones para el año 2021, se presentan en la Tabla 5-10.

Tabla 5-10 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Peine

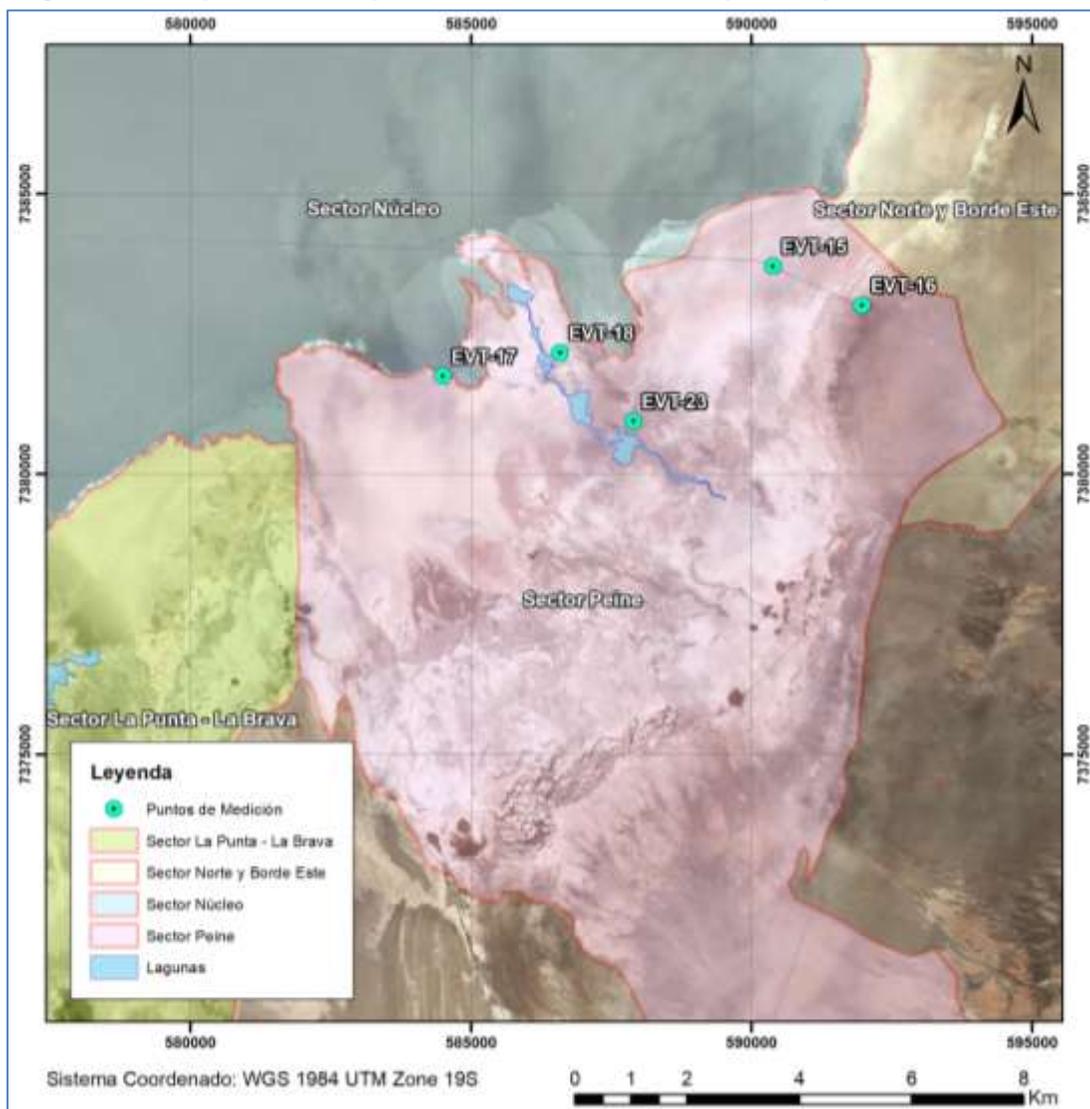
Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2021	Junio 2021	Septiembre 2021	Diciembre 2021
EVT-15	0,400	0,094	0,065	0,111
EVT-16	0,616	0,451	0,156	0,764
EVT-17	0,199	0,105	0,058	0,199
EVT-18	(1)	0,821	2,868	(2)
EVT-23	(1)	0,286	0,209	(3)

(1): Comunidad de Peine no autoriza ingreso al punto de monitoreo. (2): No se autoriza el ingreso por periodo de reproducción de flamencos. (3): CONAF no autoriza ingreso al punto de monitoreo

Fuente: Elaboración propia

Durante el año de 2021 existen trimestres donde no se cuenta con información de evapotranspiración en la red de monitoreo, debido a factores externos a la compañía que se detallan al pie de la Tabla 5-10.

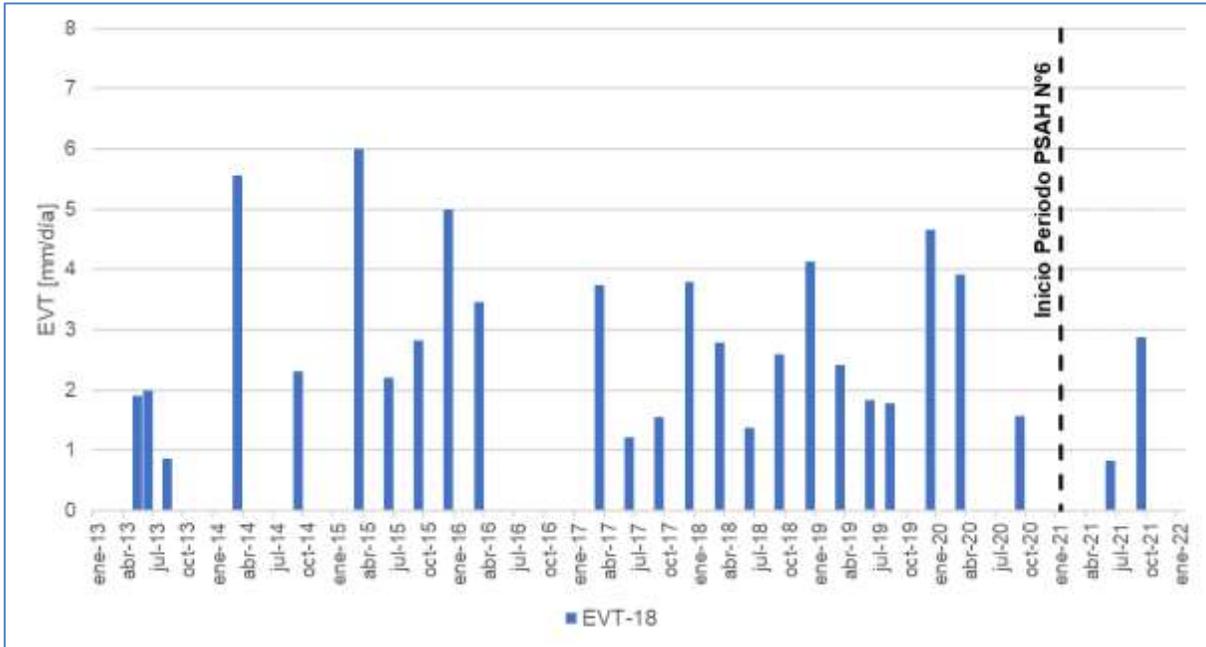
Figura 5-14 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Peine



Fuente: Elaboración propia

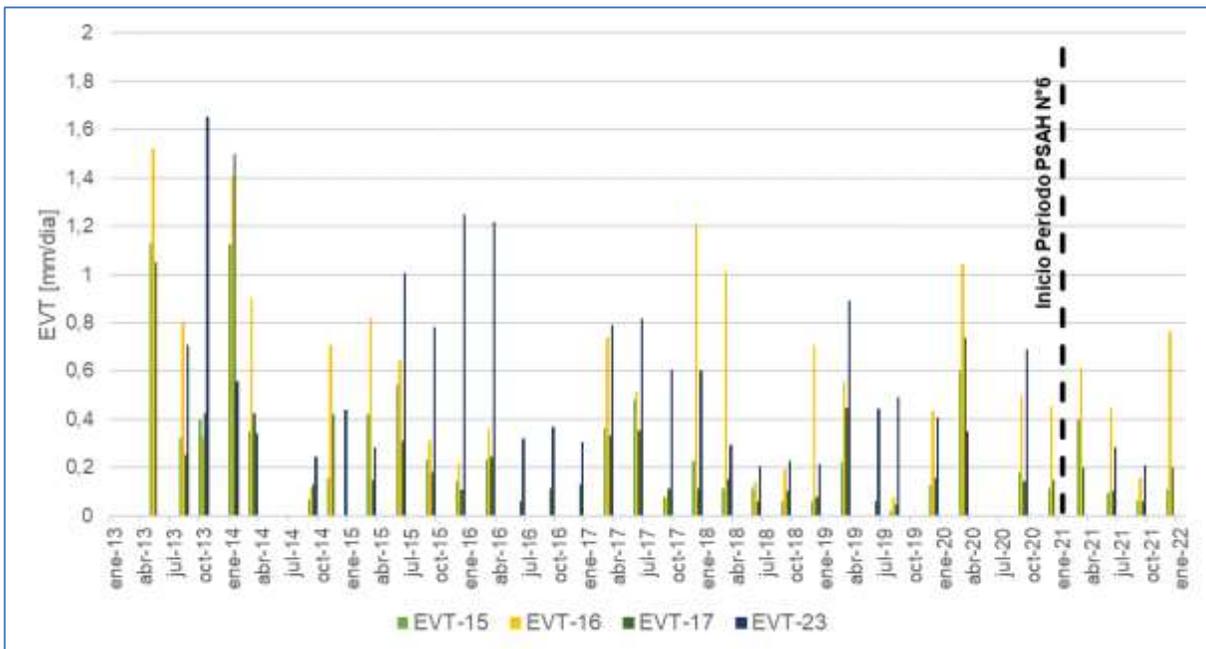
En la Figura 5-15 y Figura 5-16 se muestra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de medición de EVT comprometidos en el sector Peine. La estación EVT-18 se encuentra en el espejo de agua de la Laguna Interna, debido a esto se gráfica de manera independiente (Figura 5-16) por la diferencia de escala entre las tasas de esta estación y el resto de los puntos.

Figura 5-15 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-18, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-16 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Para este período se observan valores dentro de la variabilidad histórica para los puntos EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23. El rango de variación observado para estas estaciones varía

entre 0,058 mm/día (septiembre de 2021, EVT-17) y 0,764 mm/día (diciembre de 2021, EVT-16). La estación EVT-23 solo posee mediciones en el segundo y tercer trimestre del año por restricciones de acceso en el resto de los trimestres.

De la misma manera que en EVT-23, la estación EVT-18, ubicada en el espejo de agua de la Laguna Interna, tiene mediciones solo en segundo y tercer trimestre del año, por prohibición de acceso al punto de monitoreo. El valor medido junio de 2021 corresponde a un nuevo mínimo histórico para la estación con un valor de 0,821 mm/día, con magnitud similar al anterior (0,870 mm/día en agosto de 2013). La medida del tercer trimestre se mantiene dentro de lo observado anteriormente.

En general, se observa un comportamiento estacional de la evaporación, con menores tasas de evaporación durante el invierno estacional.

5.2.3 Sector Norte y Borde Este

En el Sector Norte y borde Este, existen 10 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-1, EVT-2, EVT-3, EVT-4, EVT-5, EVT-6, EVT-7, EVT-8, EVT-11 y EVT-12, la ubicación de los puntos se presentan en el mapa de la

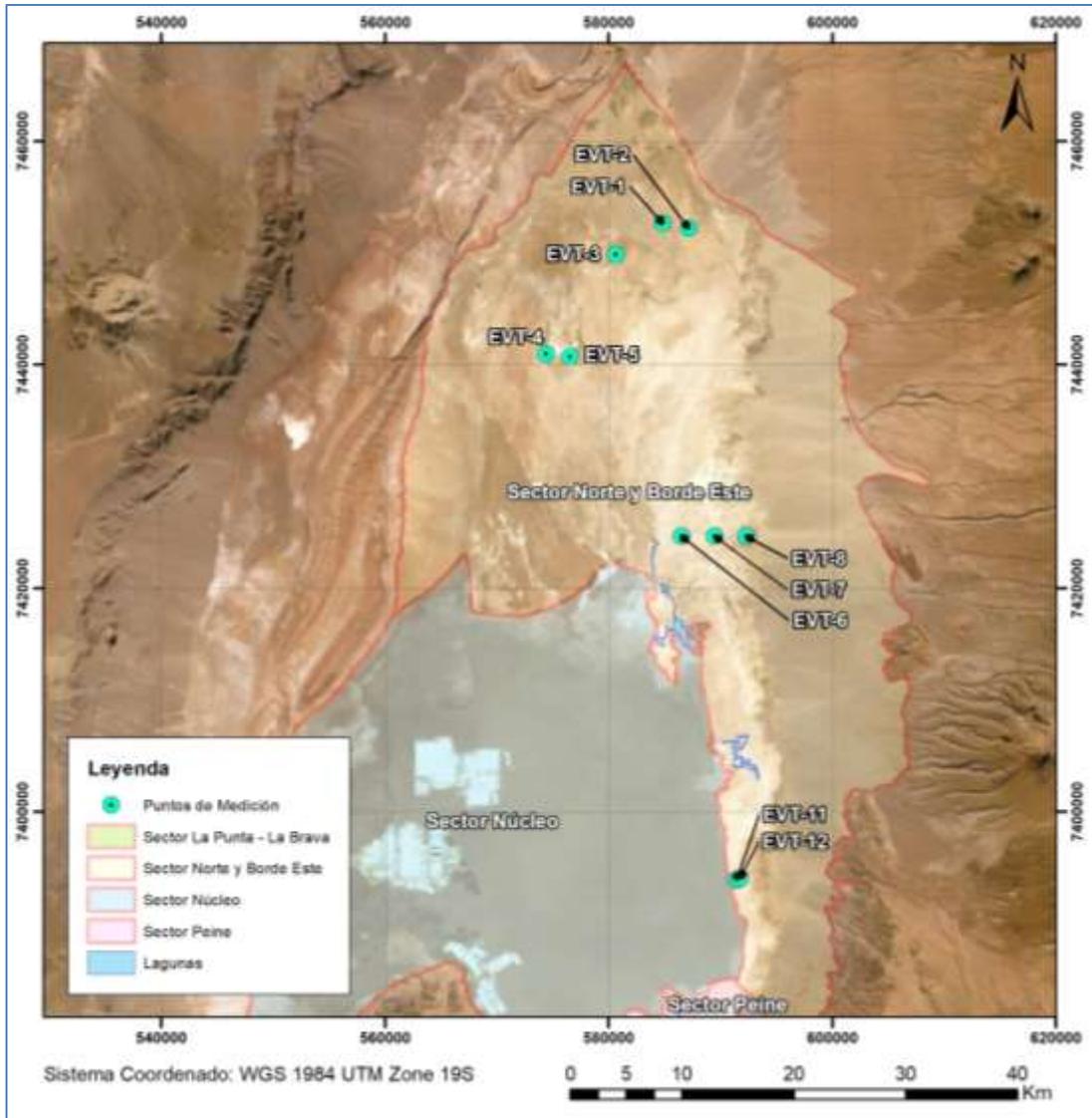
Figura 5-17, y los resultados de las mediciones para el año 2021, se presentan en la Tabla 5-11.

Tabla 5-11 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Norte y Borde Este

Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2021	Junio 2021	Septiembre 2021	Diciembre 2021
EVT-1	0,360	0,080	0,129	0,955
EVT-2	0,680	0,130	0,214	0,738
EVT-3	0,392	0,117	0,134	0,459
EVT-4	0,755	(1)	(1)	(1)
EVT-5	2,176	(1)	(1)	(1)
EVT-6	0,706	0,280	(2)	0,366
EVT-7	0,718	0,160	(2)	0,500
EVT-8	0,451	0,132	(2)	0,237
EVT-11	0,276	0,084	0,076	0,103
EVT-12	0,432	0,190	0,461	0,359

(1): Comunidad de Coyo no autoriza ingreso al punto de monitoreo. (2): No se realiza medición por toma de caminos.
 Fuente: Elaboración propia

Figura 5-17 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Norte y Borde Este

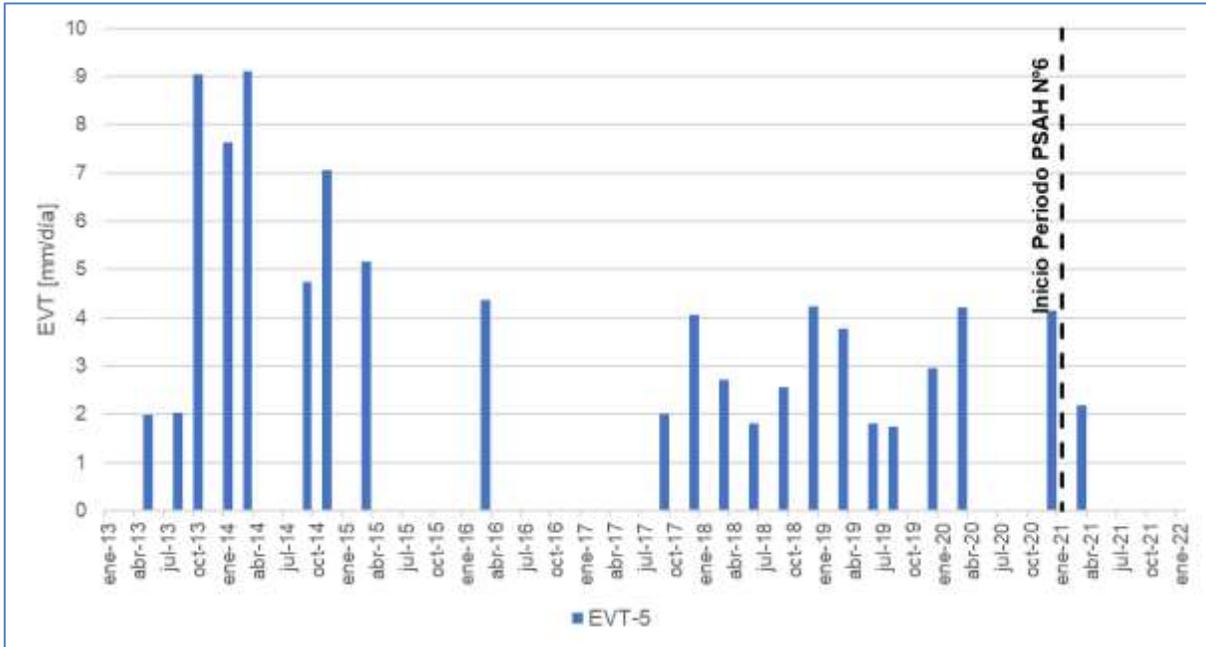


Fuente: Elaboración propia

Durante el año de 2021 existen trimestres donde no se cuenta con información de evapotranspiración en la red de monitoreo, debido a factores externos a la compañía que se detallan al pie de la Tabla 5-11.

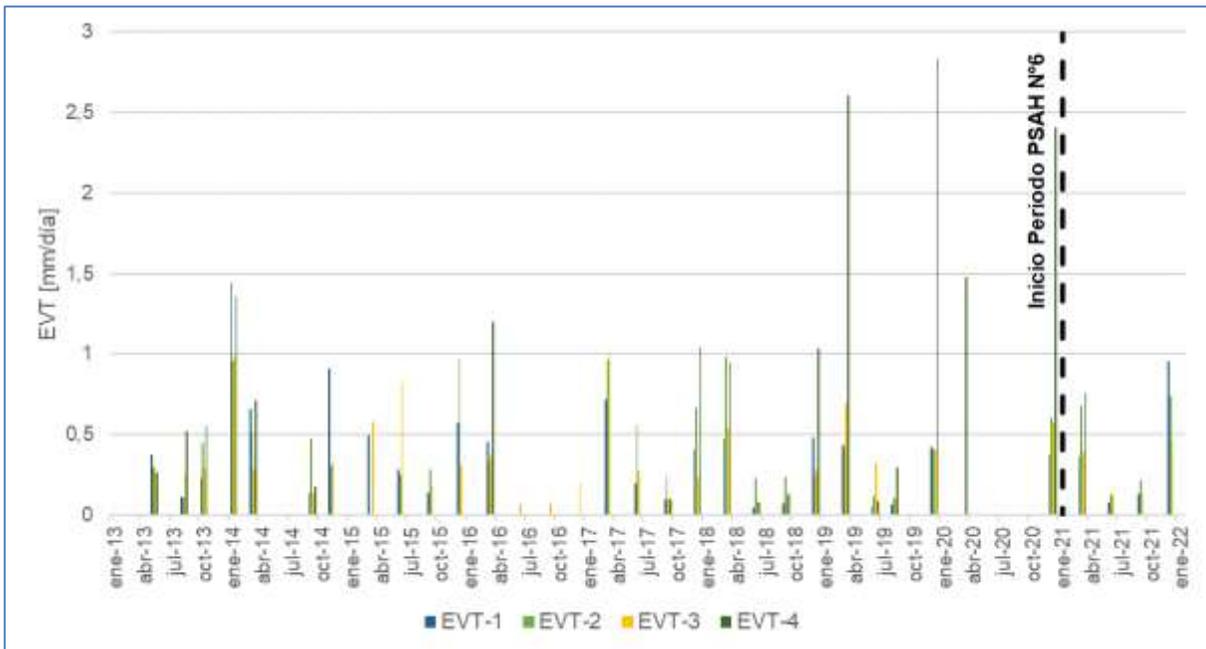
De la Figura 5-18 a la Figura 5-21, se ilustra la evolución de la evapotranspiración en los puntos de la red de monitoreo de evapotranspiración en el sector Norte y Borde Este. La estación EVT-5 se ubica en una superficie lagunar por lo que se gráfica de manera independiente debido a la diferencia de escala de las mediciones con el resto de los puntos.

Figura 5-18 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-5, Sector Norte y Borde Este



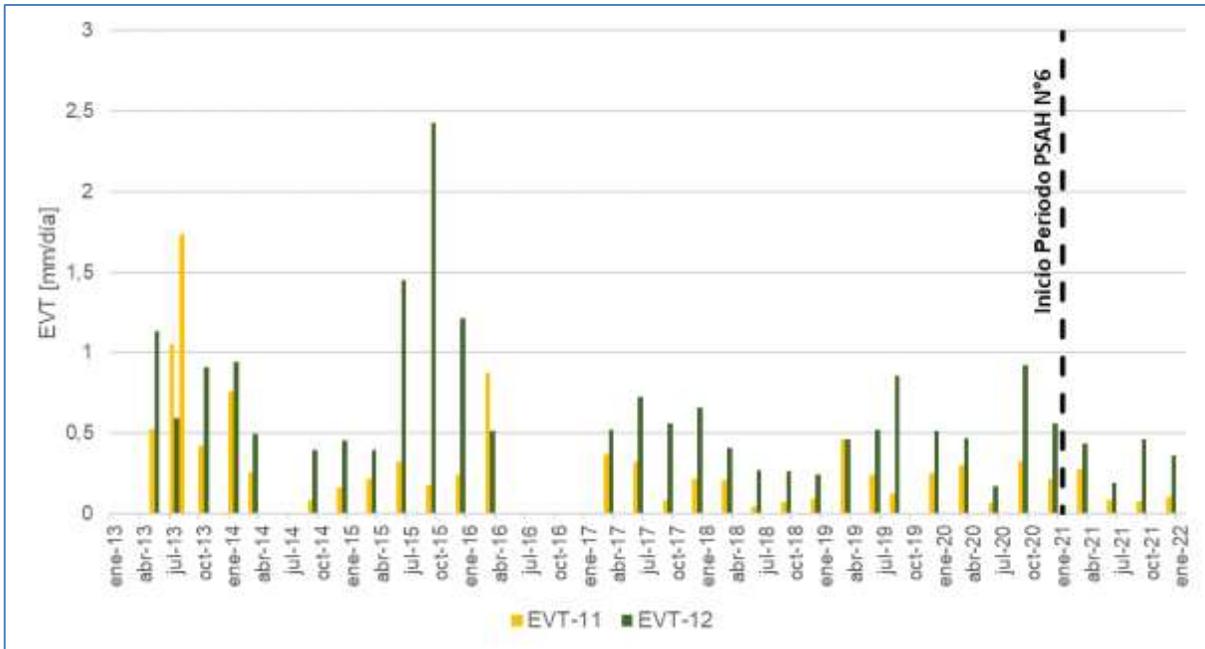
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-19 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4, Sector Norte y Borde Este



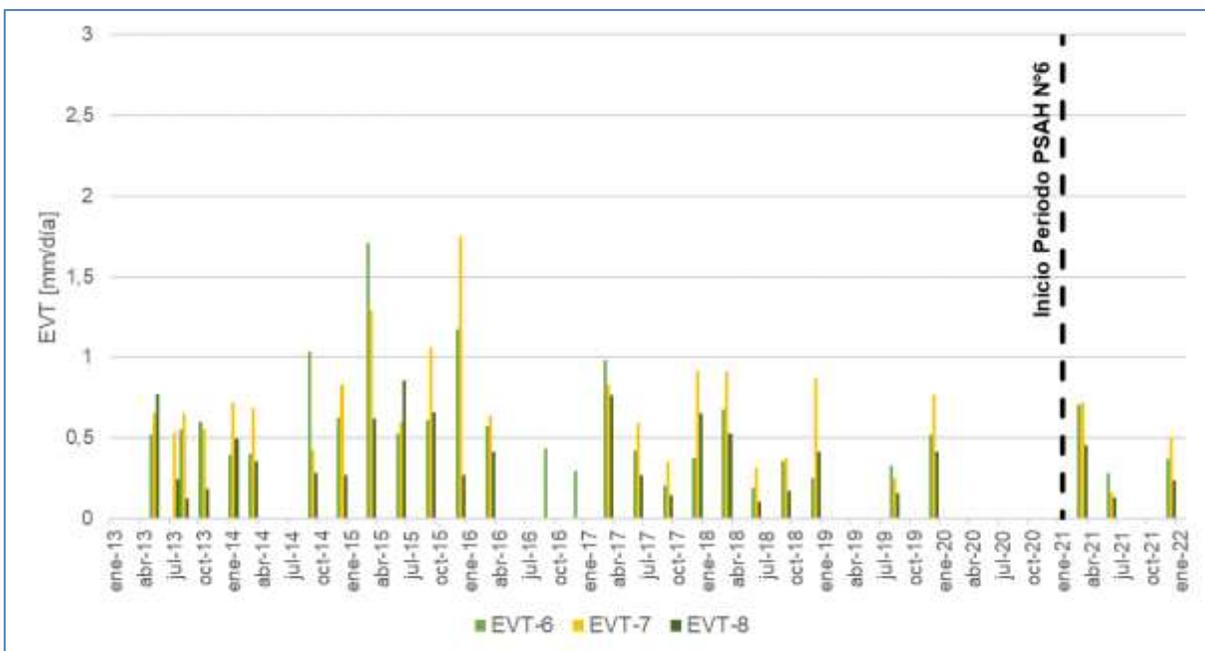
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-20 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-11 y EVT-12, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-21 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-6, EVT-7 y EVT-8, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Durante el año 2021 en el punto EVT-5 (superficie lagunar) solo realizó una medida de evaporación debido a restricciones de ingreso al punto de monitoreo. Durante este periodo solo se realizó la medida en el mes de marzo, obteniendo un valor de 2,176 mm/día en la estación, lo que se encuentra dentro de la variabilidad observada en el registro histórico.

En la Figura 5-19 se muestran las mediciones históricas de los puntos EVT-1, EVT-2, EVT-3 y EVT-4. De la misma manera que en el punto EVT-5 (Figura 5-18), la estación EVT-4 solo cuenta con mediciones para el mes de marzo de 2021, debido a las restricciones de acceso. Los valores obtenidos se mantienen dentro de la variabilidad observada en el registro histórico, con patrones similares a lo observado en los años 2017 a 2019. No obstante, el registro de marzo de 2021 posee un menor valor de evaporación en el punto EVT-4 con respecto a los datos anteriores de la estación (2019 y 2020), por lo que se debe esperar la toma de nuevos datos para confirmar la tendencia de este punto.

Los puntos EVT-11 y EVT-12, correspondientes a la parte sur del Borde Este del salar, cuentan con el registro de los cuatros trimestres según la frecuencia de medición establecida en el PSAH. Al igual que las estaciones anteriores, los valores 2021 se mantienen dentro del rango histórico, con resultados que varían en el rango comprendido entre 0,076 y 0,461 mm/día, siendo levemente menores a lo registrado durante el año 2020. Desde el año 2019 hasta el año 2021 se ha observado una leve tendencia a la baja en las tasas de evaporación obtenidas.

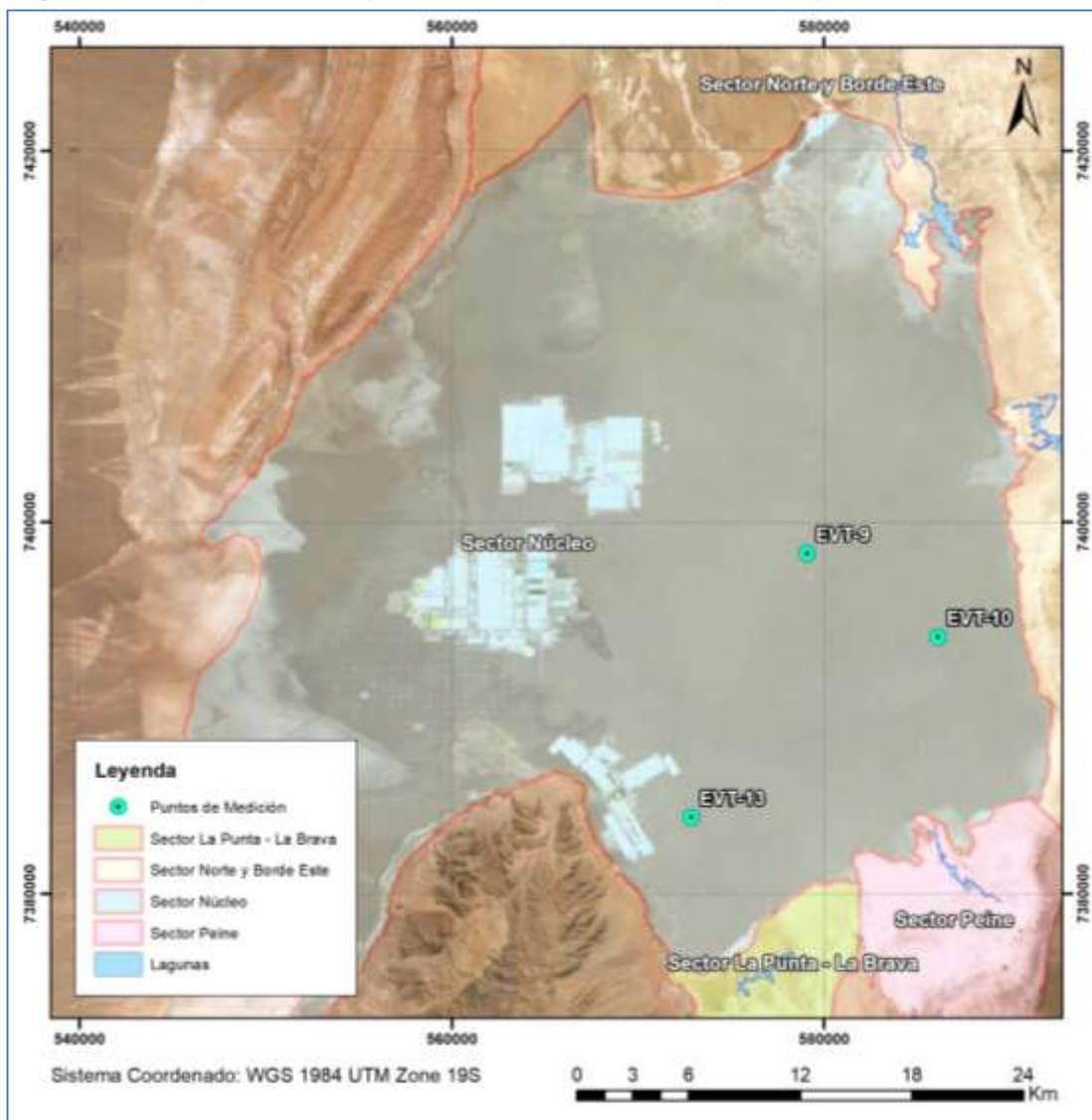
Los puntos EVT-6, EVT-7 y EVT-8 ubicados de la parte norte del Borde Este del salar vuelven a tener mediciones durante el año 2021 (a excepción del tercer trimestre). Los valores registrado son consistentes con los valores obtenidos durante los años 2017 a 2019. El punto EVT-7 muestra un nuevo mínimo histórico en el mes de junio de 2021, con una tasa de evaporación registrada de 0,160 mm/día.

En general, se observa una variación estacional de las tasas de evaporación con valores menores en los meses de invierno.

5.2.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo, existen 3 puntos de monitoreo de medición de evaporación: EVT-9, EVT-10 y EVT-13, la ubicación de los puntos se presentan en el mapa de la Figura 5-22, y los resultados de las mediciones para el año 2021, se presentan en la Tabla 5-12.

Figura 5-22 Mapa ubicación puntos de monitoreo de evapotranspiración sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-12 Resultados campaña de evapotranspiración 2021, Sector Núcleo

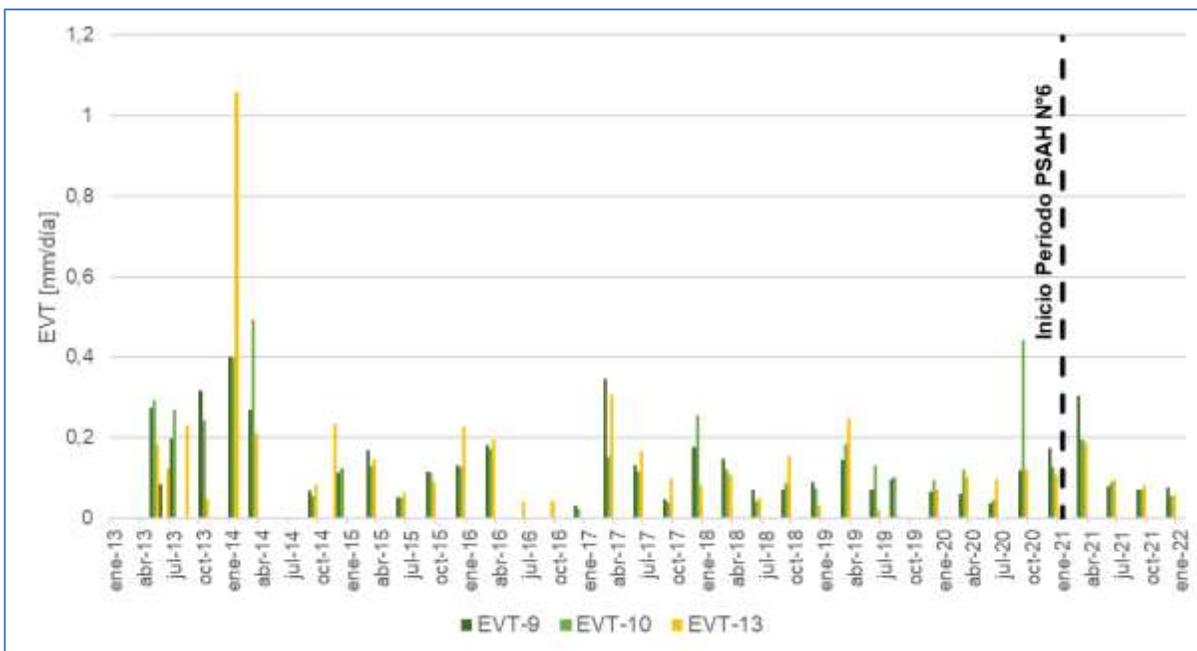
Punto de Monitoreo	Tasa Promedio EVT (mm/día)			
	1° Trim.	2° Trim.	3° Trim.	4° Trim.
	Marzo 2021	Junio 2021	Septiembre 2021	Diciembre 2021
EVT-9	0,303	0,079	0,071	0,076
EVT-10	0,195	0,090	0,069	0,055
EVT-13	0,187	0,093	0,081	0,056

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-23 se muestra la evolución histórica de la evapotranspiración en los puntos de la red de monitoreo de evapotranspiración en el Núcleo del salar.

Los valores reportados durante el año 2021 se encuentran en el rango de variación histórico de las campañas de monitoreo. El valor máximo se obtuvo en la estación EVT-9, ubicada en la costra salina, en el mes de septiembre con una tasa de 0,303 mm/día. Por otra parte, la menor tasa de evaporación se registró en el punto EVT-10 durante el mes de junio con una tasa de 0,055 mm/día.

Figura 5-23 Evolución de la evapotranspiración en el punto EVT-9, EVT-10 y EVT-13, Sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

5.3 Superficie Cubierta por Lagunas

Dentro de los compromisos ambientales en el marco del PSAH se realiza la medición de la superficie cubierta por las lagunas de los sistemas La Punta-La Brava, Peine, Aguas de Quelana y Soncor. El año 2021 este monitoreo se realizó en los meses de agosto y diciembre, correspondientes a las temporadas de invierno y verano, respectivamente.

La determinación de las superficies lagunares se realiza a través del análisis de imágenes satelitales de alta resolución, obtenidas a partir del satélite Pleiades-1A. De manera complementaria, con el objetivo de generar una correlación de estas imágenes con la serie histórica disponible de imágenes Landsat, de menor resolución, se realiza de manera simultánea un análisis de imágenes provenientes del satélite Landsat 8 o el similar, de la fecha más próxima a las imágenes de alta resolución provenientes del satélite Pleiades-1A.

Los resultados de las superficies estimadas en base a imágenes satelitales realizadas durante el año 2021, para las temporadas de invierno y verano, se presentan en la Tabla 5-13, mientras que en el Anexo C se presenta el informe “*Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021*”, con todo el detalle de las mediciones históricas y las realizadas a la fecha en el marco del PSAH N°6.

Tabla 5-13 Resultados de Superficies cubiertas por lagunas estimadas a través de imágenes satelitales (Pleiades-1A y Landsat 8) del monitoreo 2021 (invierno y verano), en comparación a los registros de línea de base (Adenda 5, 2015)

Sistema Lagunar	Superficies (ha) de registros históricos (AR) (Adenda 5, 2015)			Superficies (ha) Pleiades-1A de alta resolución 2021			Superficies (ha) Landsat 8 de media resolución 2021		
	Mín.	Máx.	Promedio	Invierno	Verano	Promedio anual	Invierno	Verano	Promedio anual
La Punta - La Brava	31,6	35	33,8	45,8	24,1	35,0	40,0	35,5	37,8
Peine	48,9	73,6	64,8	45,7	26,4	36,1	36,0	33,4	34,7
Aguas de Quelana	11,3	33,1	22,2	15,6	8,9	12,3	15,6	24,0	19,8
Soncor	192,4	234,2	217,4	204,0	142,3	173,2	216,1	235,1	225,6

Fuente: Adenda 5 (2015) y Cedrem Consultores (2021); AR: Alta Resolución.

Además, en la Tabla 5-13 se muestran el mínimo, máximo y promedio históricos (de imágenes de alta resolución, AR) de los registros de la línea base para cada uno de los sistemas estudiados, presentados en la Adenda 5 del EIA del Proyecto.

Durante el año 2021 la mayor superficie lagunar se registró en el sistema Soncor durante la campaña de invierno con valores de 204,0 ha desde la imagen Pleiades-1A y 216,1 ha desde Landsat 8. Por otro lado, los mínimos se presentan en el sistema Aguas de Quelana con 8,9 ha determinadas según las imágenes Pleiades-1A en el periodo de verano y 15,6 para Landsat 8 en el período de invierno.

Destacan los registros de verano del año 2021 de aguas de Quelana, Soncor, Peine y La Punta – La Brava de Pleiades-1A, los cuales fueron menores que los valores mínimos históricos AR presentados en la Adenda 5 del EIA del Proyecto. Esta situación se observa también en el período de invierno para el sistema lagunar Peine.

La validez y confianza del área de las lagunas determinadas es medida mediante el Índice *Kappa*, el que corresponde a una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos (variables categóricas). Valores cercanos a 1,00 indican un mejor ajuste entre los elementos de clasificación. En la Tabla 5-14 se indican la clasificación según concordancia en de los Índices *Kappa*.

Tabla 5-14 Clasificación de concordancia según Índice Kappa (Landis y Koch,1977)

Índice Kappa	Clasificación según concordancia
0	Pobre
0,01-0,20	Leve
0,21-0,40	Aceptable
0,41-0,60	Moderada
0,61-0,80	Considerable
0,81-1,00	Casi Perfecta

Fuente: Elaboración Propia a partir de criterio de Landis y Koch (1977) en Cedrem Consultores (2022).

A continuación, se presentan el detalle de estos resultados para cada sistema lagunar.

5.3.1 Sistema La Punta-La Brava

En el sistema lagunar La Punta y La Brava, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2021 es de 45,8 ha y en diciembre 2021 abarca una superficie de 24,1 ha. En la Figura 5-24 se muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2021, desde que se aprobó la RCA N°21/2016, tanto para AR como para resultados Landsat 8. En general se observa que las mayores superficies lagunares se dan en los meses de invierno.

Las superficies determinadas mediante imágenes de alta resolución muestran que para el año 2021 se registran las menores superficies medidas en invierno y en verano, en el sistema La Punta y La Brava, desde inicios del monitoreo asociado al proyecto aprobado por la RCA N°21/2016. En este contexto, la superficie determinada durante diciembre de 2021 se encuentra por debajo al mínimo histórico determinado en la Adenda 5 (diciembre de 2021: 24,1 ha; mínimo histórico Adenda 5: 31,6 ha), de manera similar al año 2020. Además, se puede observar la disminución de la superficie lagunar en comparación con respecto al año 2020, dónde la mayor disminución se observa comparando los inviernos (agosto de 2020 y 2021), mientras que en verano (diciembre de 2020 y diciembre de 2021) los valores son menores, pero de un orden similar.

En relación con las superficies lagunares determinadas por Landsat, se observa una situación similar que para las imágenes de alta resolución. La superficie determinada durante el invierno (agosto 2021) corresponde a la segunda menor desde el inicio de la medición asociada a la RCA N°21/2016 (monitoreada en agosto 2017), siendo mayor en 1,8 ha. La medida de verano (diciembre 2021) corresponde a la menor registrada desde el inicio del monitoreo relacionado al PSAH. En comparación con el año 2020, ambas estaciones muestran disminuciones similares que las vistas en las imágenes de alta resolución, es decir, una disminución en comparación al invierno anterior (agosto 2020 y agosto 2021) y valores similares entre veranos (diciembre 2020 y diciembre 2021).

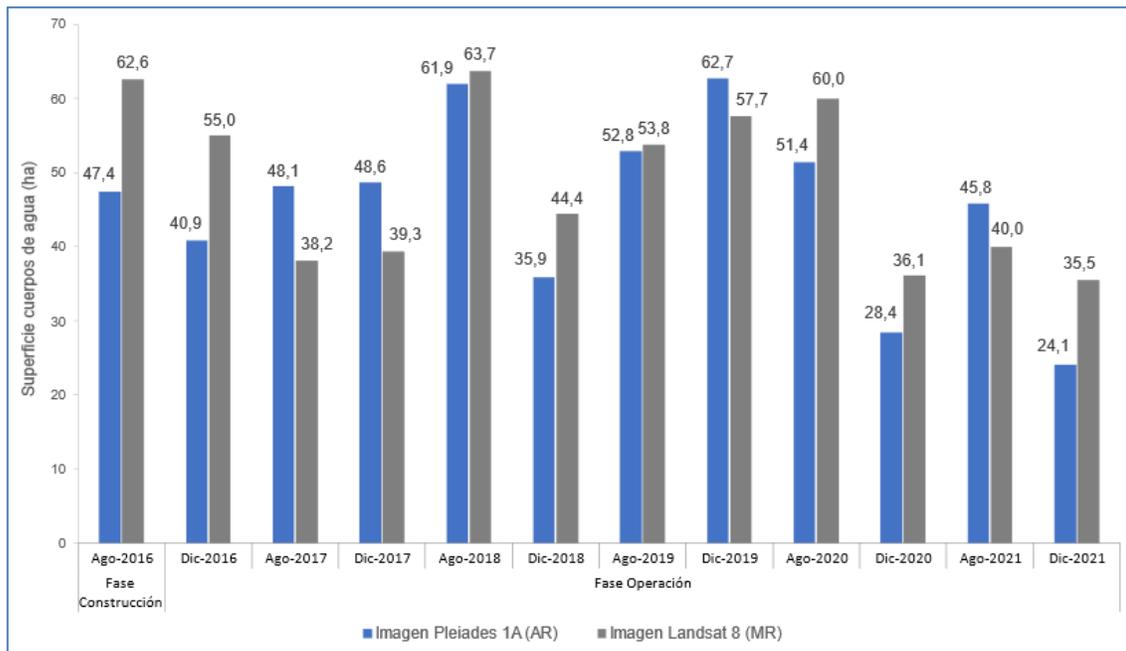
Los valores determinados durante el año 2021 muestran una diferencia de Landsat 8 sobre Pleiades 1-A de un -12,8% (-5,9 ha) para agosto 2021 y de un +32,2% (+11,4 ha) para diciembre 2021.

En cuanto a la validación de ajuste de las coberturas, el valor promedio (periodo 2016 a 2021) del índice *kappa* de las superficies de imágenes de alta resolución corresponde a 0,69, que corresponde a un valor considerable. Para las imágenes de media resolución, el valor del índice *kappa* promedio es de 0,59; considerado moderado.

En la Figura 5-24 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2021 y el registro histórico.

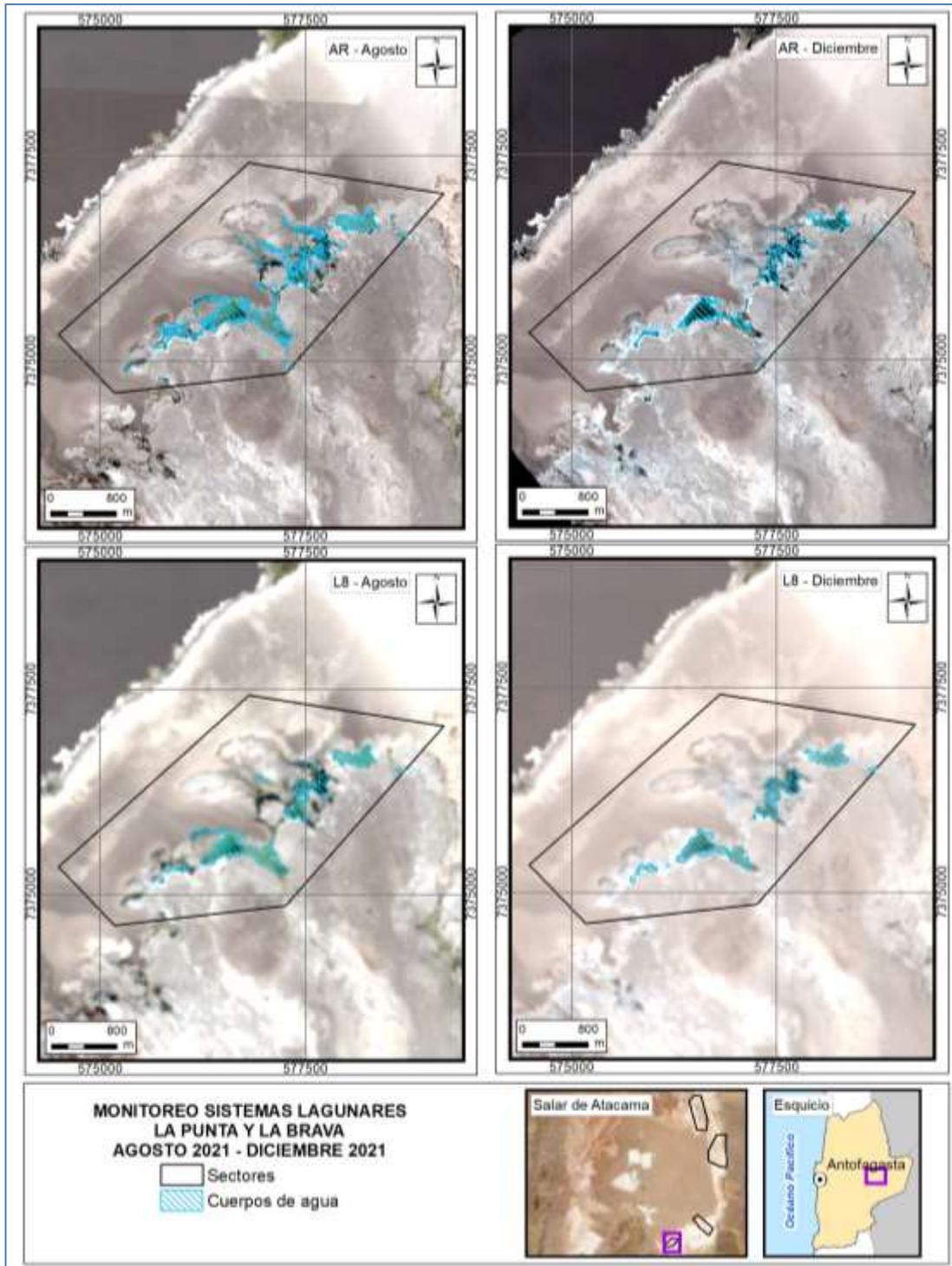
En la Figura 5-25 y Figura 5-26 muestran los cambios observados en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico entre los años 2016 y 2021 según tipo de imagen por año de monitoreo para las campañas de invierno (agosto) y campañas de verano (diciembre), en conjunto con gráficos de barra de las áreas ocupadas por estación del año.

Figura 5-24 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar La Punta-La Brava



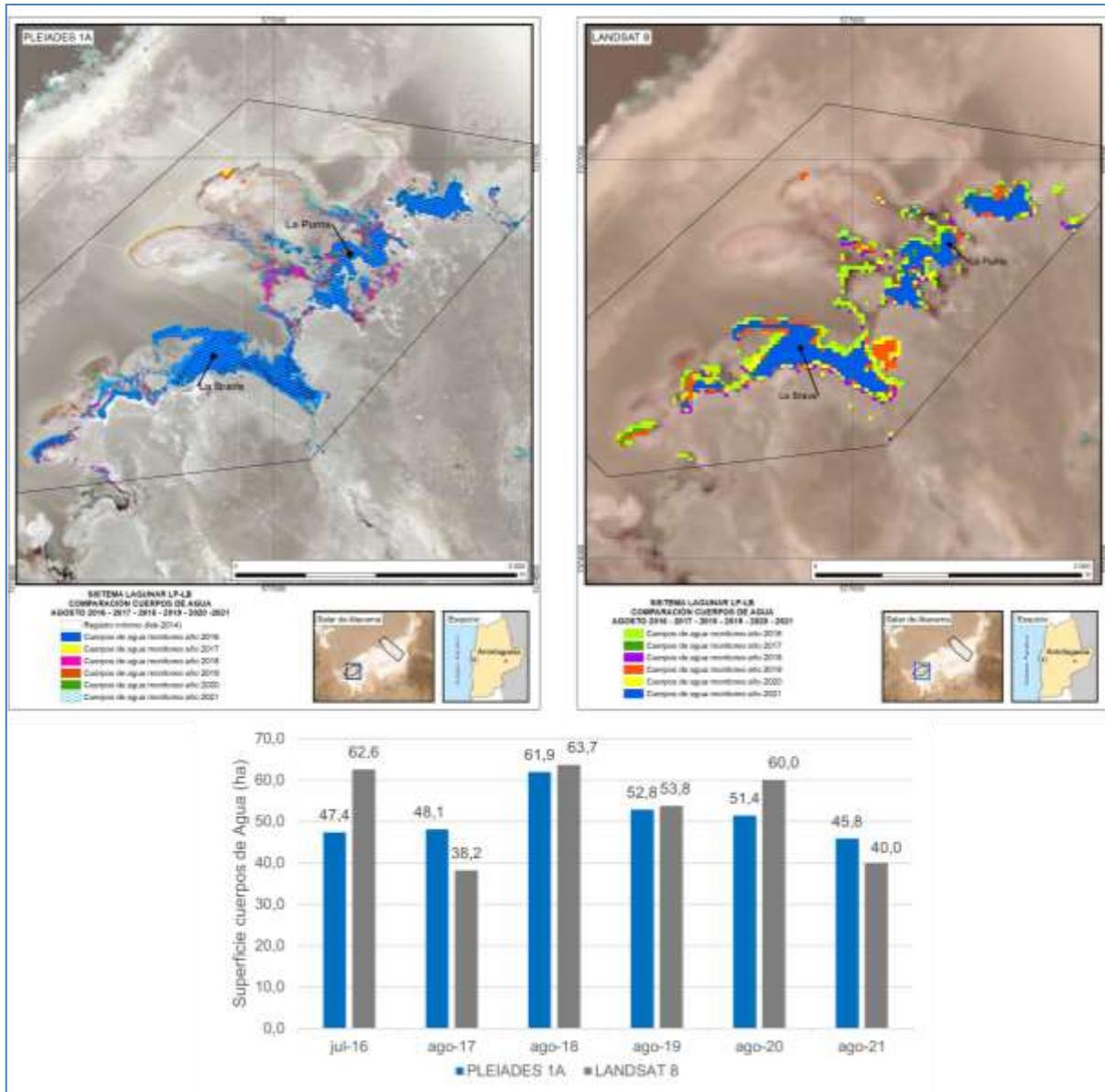
Donde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

Figura 5-25 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar La Punta y La Brava, agosto – diciembre 2021



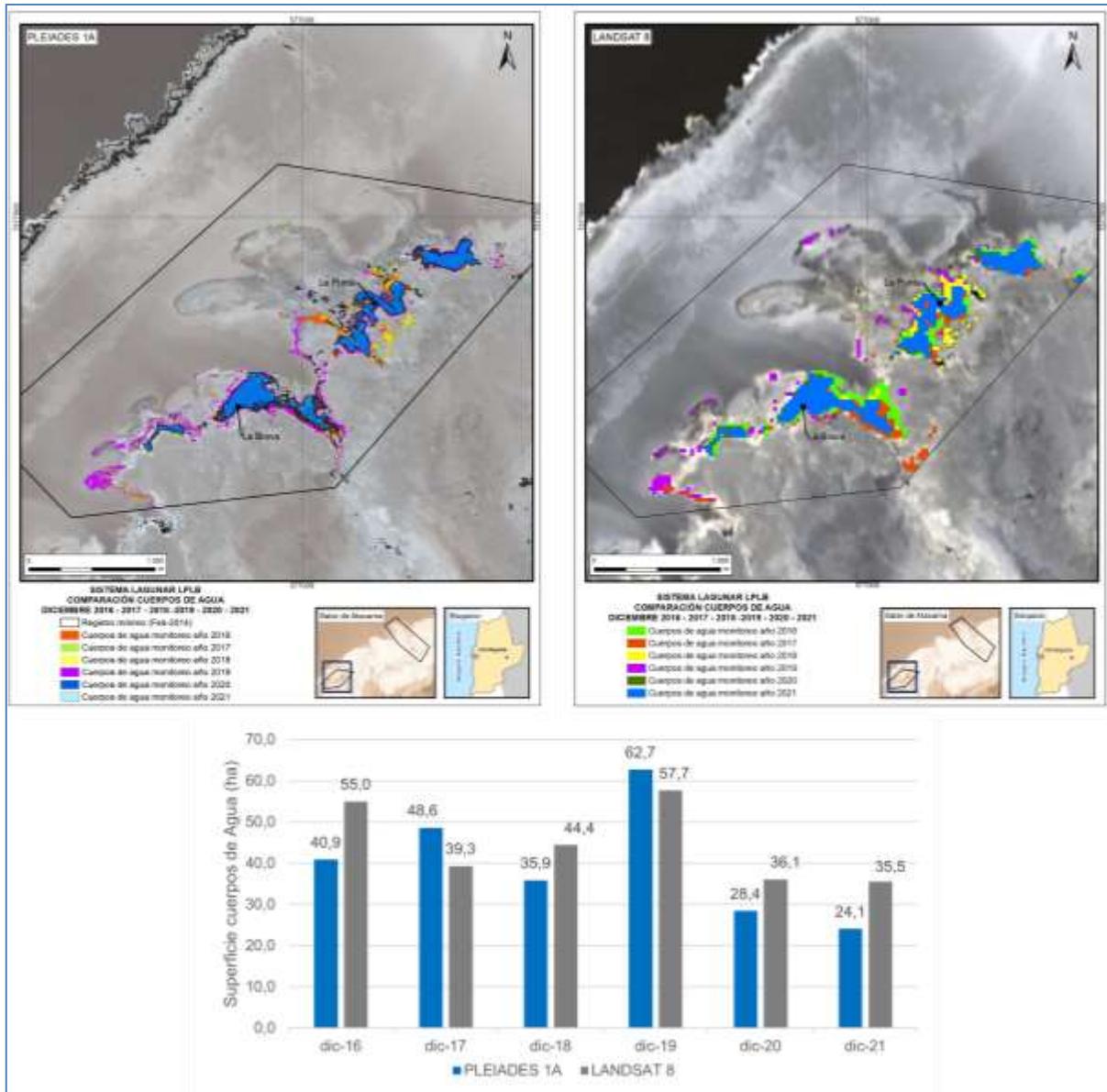
Dónde, AR: Imágenes de Alta Resolución (Pleiades-1A), L8: Imágenes de Landsat 8 (Mediana Resolución)
 Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2021

Figura 5-26 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2021

Figura 5-27 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar La Punta-La Brava, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2021

5.3.2 Sistema Peine

En el sistema lagunar Peine, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2021 es de 45,7 ha y en diciembre 2021 abarca una superficie de 26,4 ha. La Figura 5-28, muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2021, desde que se aprobó la RCA N°21/2016, tanto para imágenes AR como Landsat 8.

Las superficies determinadas mediante imágenes de alta resolución muestran que en el año 2021 se registran las menores superficies para invierno y verano en el sistema Peine, desde inicio del monitoreo asociado al proyecto aprobado por la RCA N°21/2016. En este contexto, las superficies determinadas durante el año 2021 se encuentran por debajo al mínimo histórico determinado en la Adenda 5 (agosto de 2021: 45,7 ha; diciembre de 2021: 26,4 ha; mínimo histórico Adenda 5: 48,9 ha). Además, se puede observar una disminución de la superficie lagunar en comparación con respecto al año 2020, tanto para los meses de invierno y de verano.

En relación con las superficies lagunares determinadas por Landsat, se observa una situación similar a las imágenes de alta resolución, dónde ambas medidas de 2021 corresponden a la superficie mínima desde el inicio del monitoreo relacionado al PSAH para invierno y para verano. En comparación con el año 2020, ambas estaciones muestran disminuciones similares que las vistas en las imágenes de alta resolución.

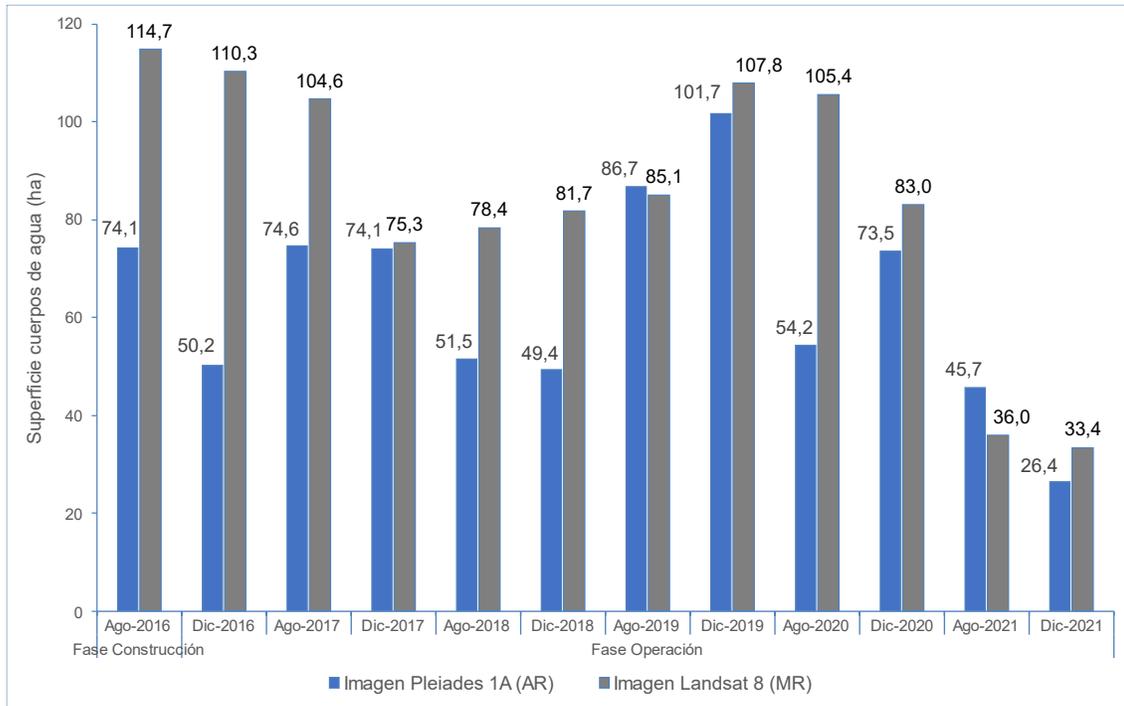
Los valores determinados para las áreas de lagunas durante las campañas del año 2021 muestran una diferencia de Landsat 8 sobre Pleiades 1-A de un -21,3% (-9,7 ha) para invierno y de un +21,0% (+7,0 ha) para verano.

En cuanto a la validación de ajuste de las coberturas, el valor promedio (periodo 2016 a 2021) del índice *kappa* de las superficies de imágenes de alta resolución corresponde a 0,86, que corresponde a un valor casi perfecto. Para las imágenes de media resolución, el valor del índice *kappa* promedio es de 0,78, lo que clasifica como “considerable”.

En la Figura 5-29 se presenta una comparación entre las superficies lagunares, calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para las campañas de invierno y verano del año 2021.

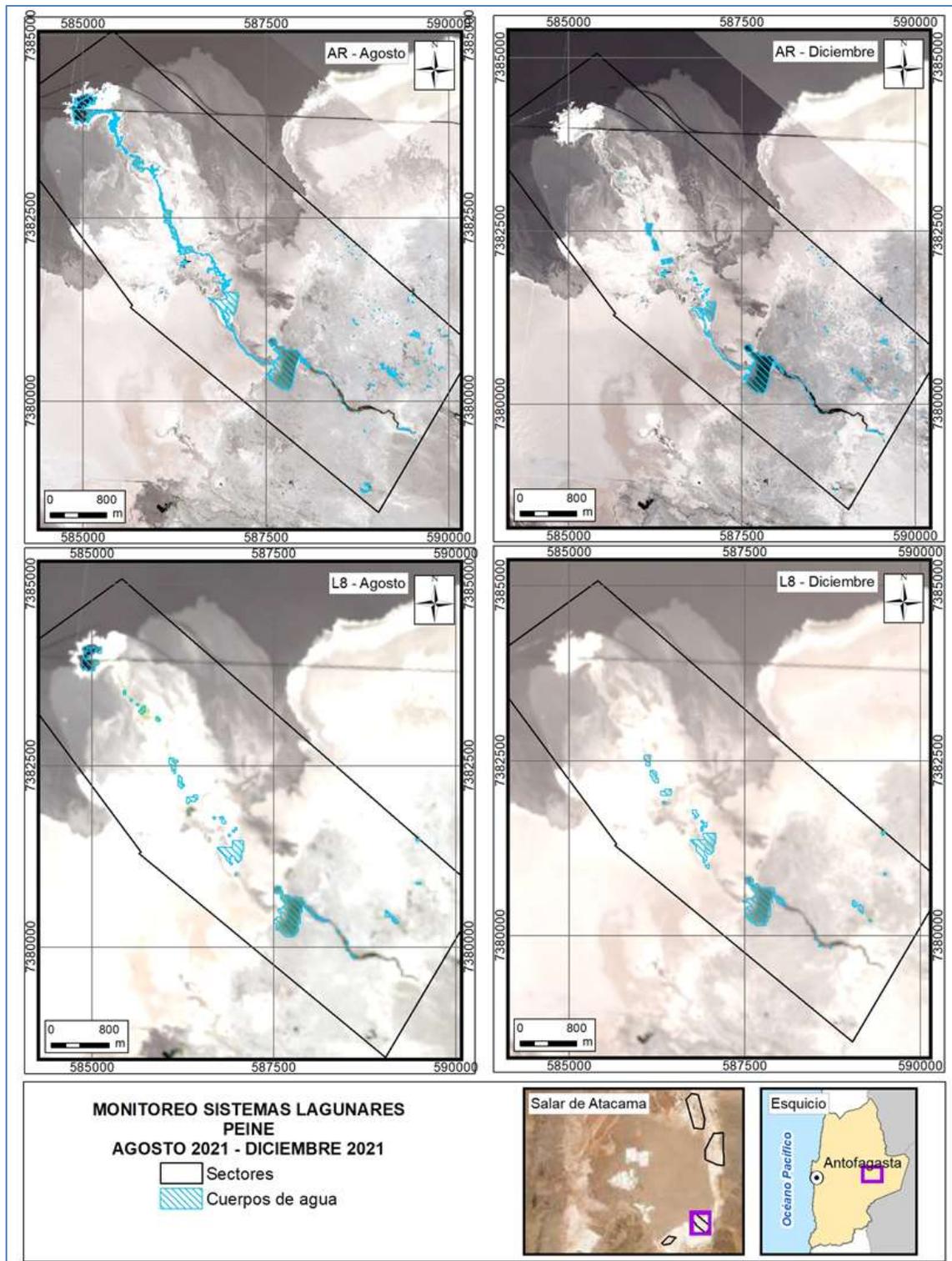
En la Figura 5-30 y la Figura 5-31 muestran las diferencias entre las superficies de los cuerpos de agua en comparación con las áreas determinadas entre los años 2016 y 2021 para las campañas de inviernos (agosto) y campañas de verano (diciembre), según tipo de imagen satelital utilizada, en conjunto con gráficos de barra de las áreas ocupadas por estación del año.

Figura 5-28 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Peine



Dónde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

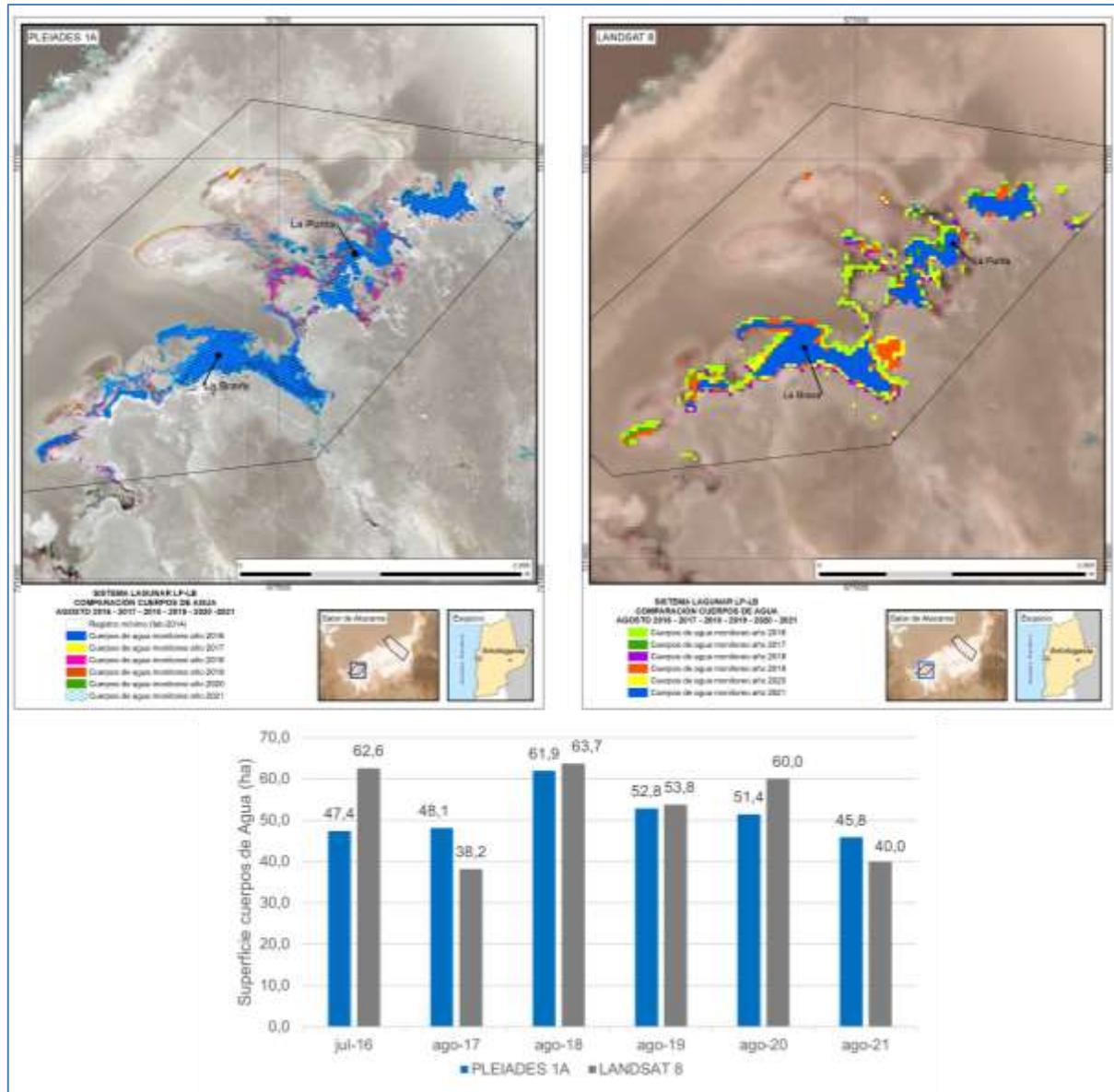
Figura 5-29 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Peine, agosto – diciembre 2021



Dónde, AR: Imágenes de Alta Resolución (Pleiades-1A), L8: Imágenes de Landsat 8 (Mediana Resolución)

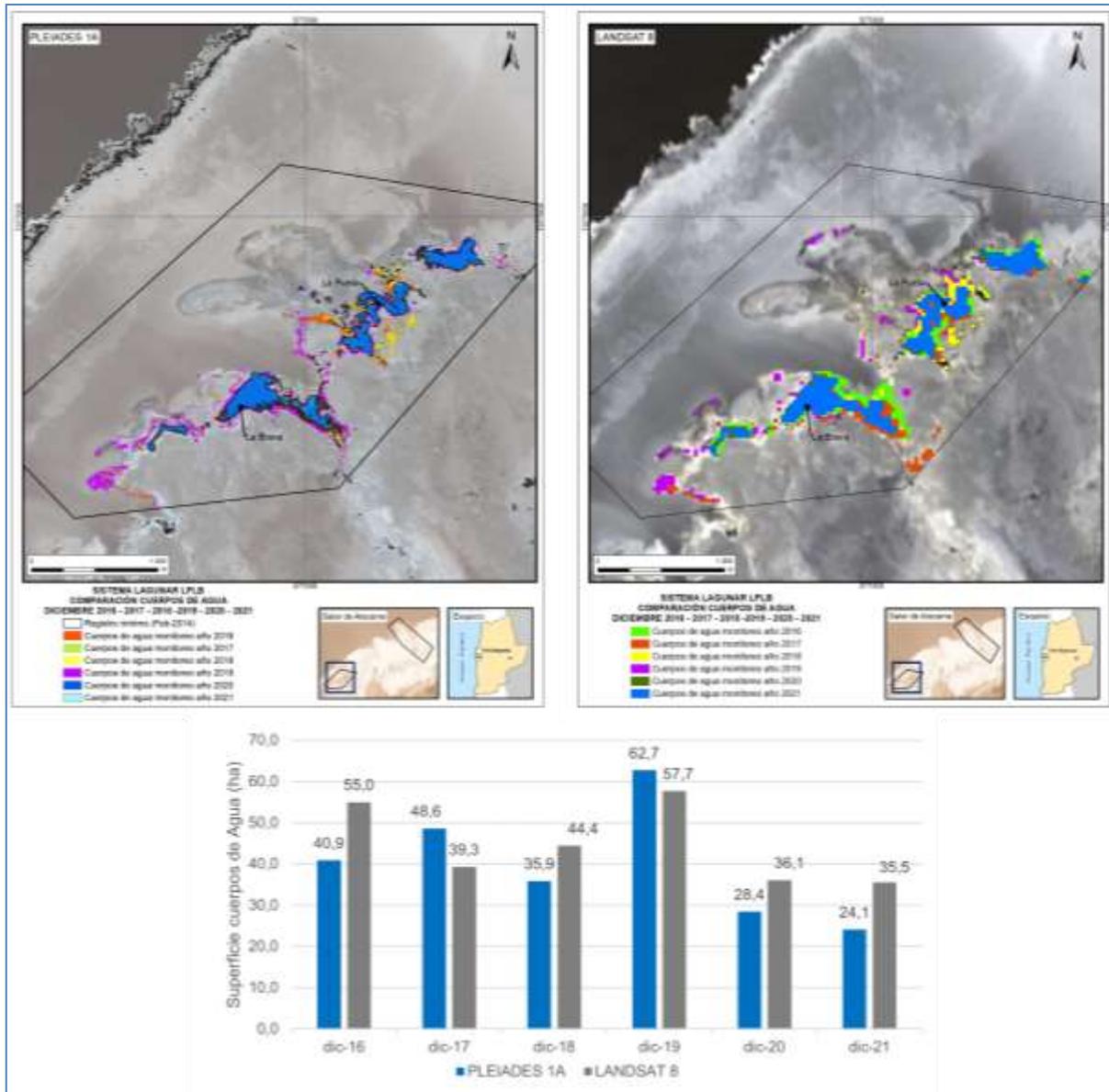
Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2021

Figura 5-30 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2021

Figura 5-31 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar Peine, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2021

5.3.3 Sistema Aguas de Quelana

En el sistema lagunar Aguas de Quelana, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2021 es de 15,6 ha y en diciembre 2021 abarca una superficie de 8,9 ha. La Figura 5-32 muestra los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2021, desde la aprobación de la RCA 021/2016, tanto para AR como para Landsat.

La superficie de cobertura determinada mediante imágenes de alta resolución para este sistema lagunar en agosto año 2021, corresponde a la menor superficie de agua en meses de invierno desde inicio del monitoreo asociado al proyecto aprobado por la RCA N°21/2016. La medida de este mes se encuentra por debajo al mínimo histórico determinado en la Adenda 5 (agosto de 2021: 8,9 ha; mínimo histórico Adenda 5: 11,3 ha). Por otra parte, la medida de verano corresponde al segundo menor valor durante este período, siendo muy similar a lo registrado en diciembre de 2020, además de ser menor al mínimo histórico registrado en la Adenda 5. En general, las superficies determinadas para el año 2021 mantienen la tendencia observada durante el año 2020.

En relación con las superficies lagunares determinadas por Landsat, se observa una situación similar en agosto de 2021 a lo indicado para las imágenes de alta resolución. La superficie determinada durante el invierno (agosto 2021) corresponde a la menor desde el inicio de la medición de invierno asociada a la RCA N°21/2016 determinada por esta metodología. La medida de verano (diciembre 2021) se encuentra dentro de lo observado para años anteriores.

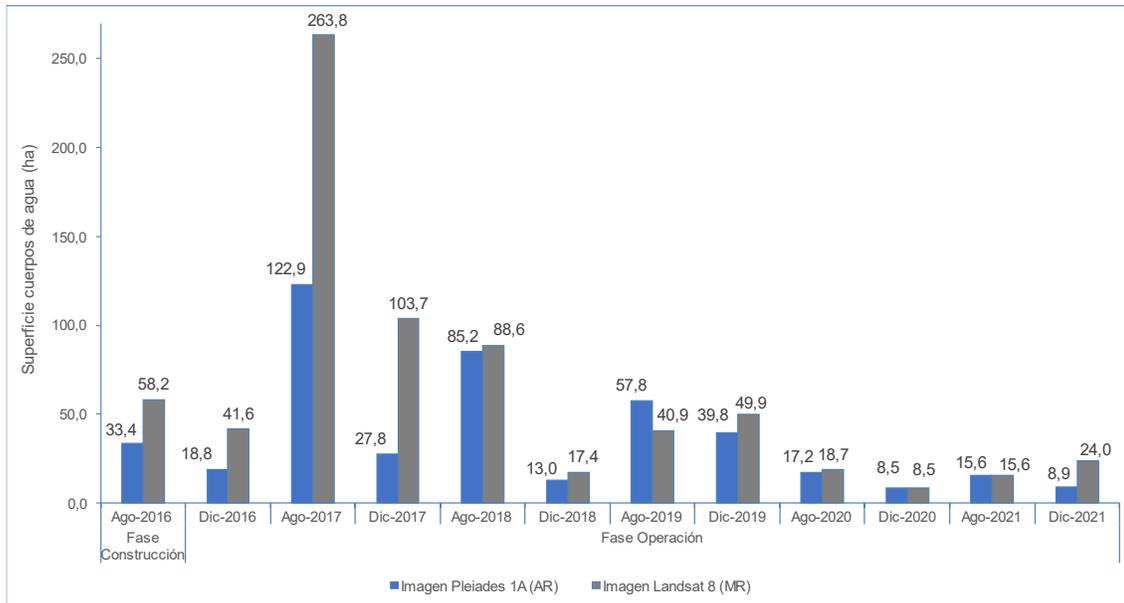
En el sistema lagunar Aguas de Quelana, los valores determinados para Pleiades 1-A, muestran una diferencia de Landsat 8 sobre Pleiades 1-A de +0,06 ha para invierno y de +15,1 ha (+62,9 %) para este periodo.

En cuanto a la validación de ajuste de las coberturas, el valor promedio (periodo 2016 a 2021) del índice *kappa* de las superficies de imágenes de alta resolución corresponde a 0,68, que corresponde a un valor considerable. Para las imágenes de media resolución, el valor del índice *kappa* promedio es de 0,71; clasificado como un valor considerable.

En la Figura 5-33 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares calculadas con imágenes de Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2021.

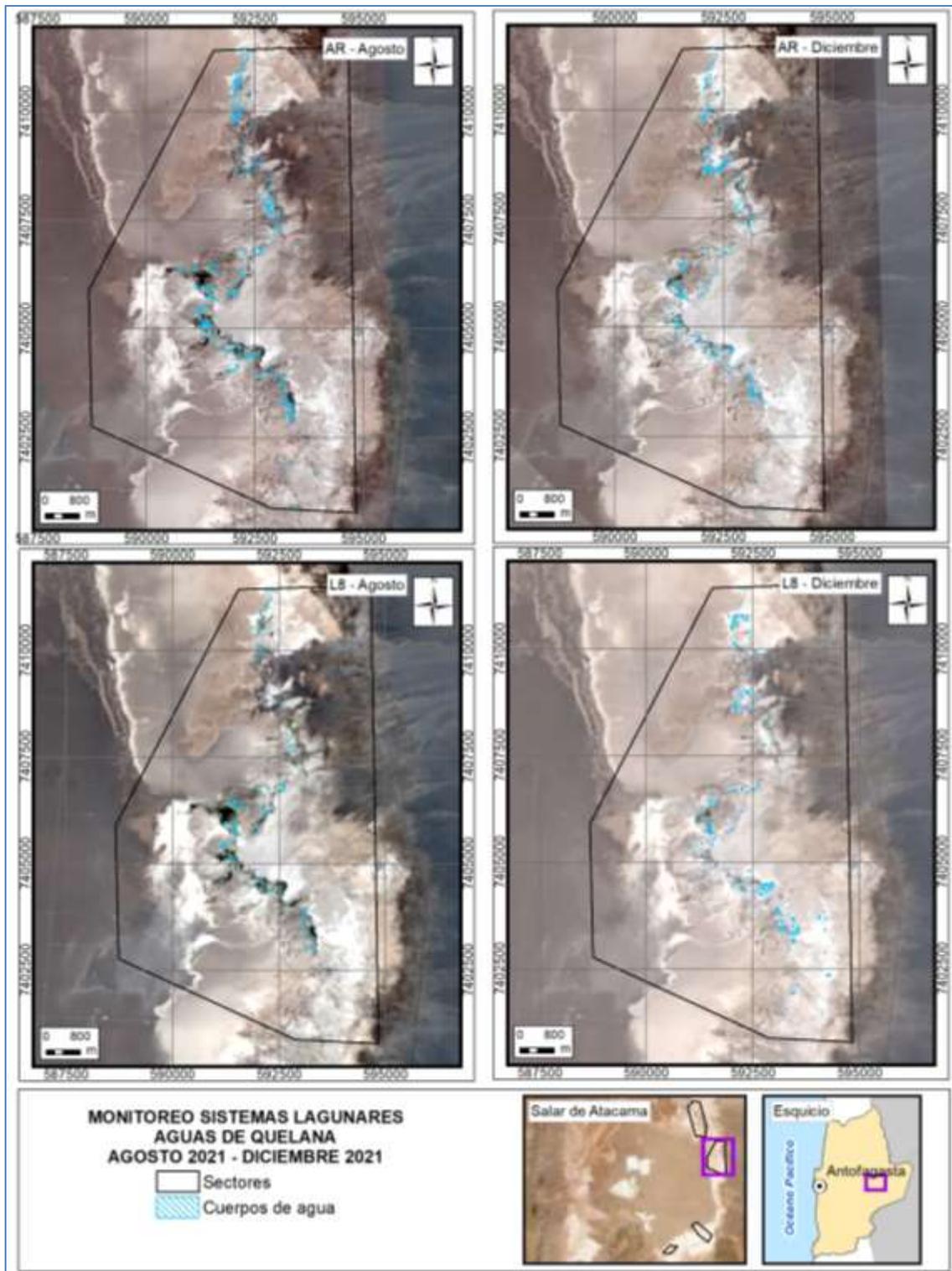
En la Figura 5-34 y la Figura 5-35 muestran los cambios observados en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico entre los años 2016 y 2021, según tipo de imagen por año de monitoreo para las campañas de inviernos (agosto) y campañas de verano (diciembre), en conjunto con gráficos de barra de las áreas ocupadas por estación del año.

Figura 5-32 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Aguas de Quelana



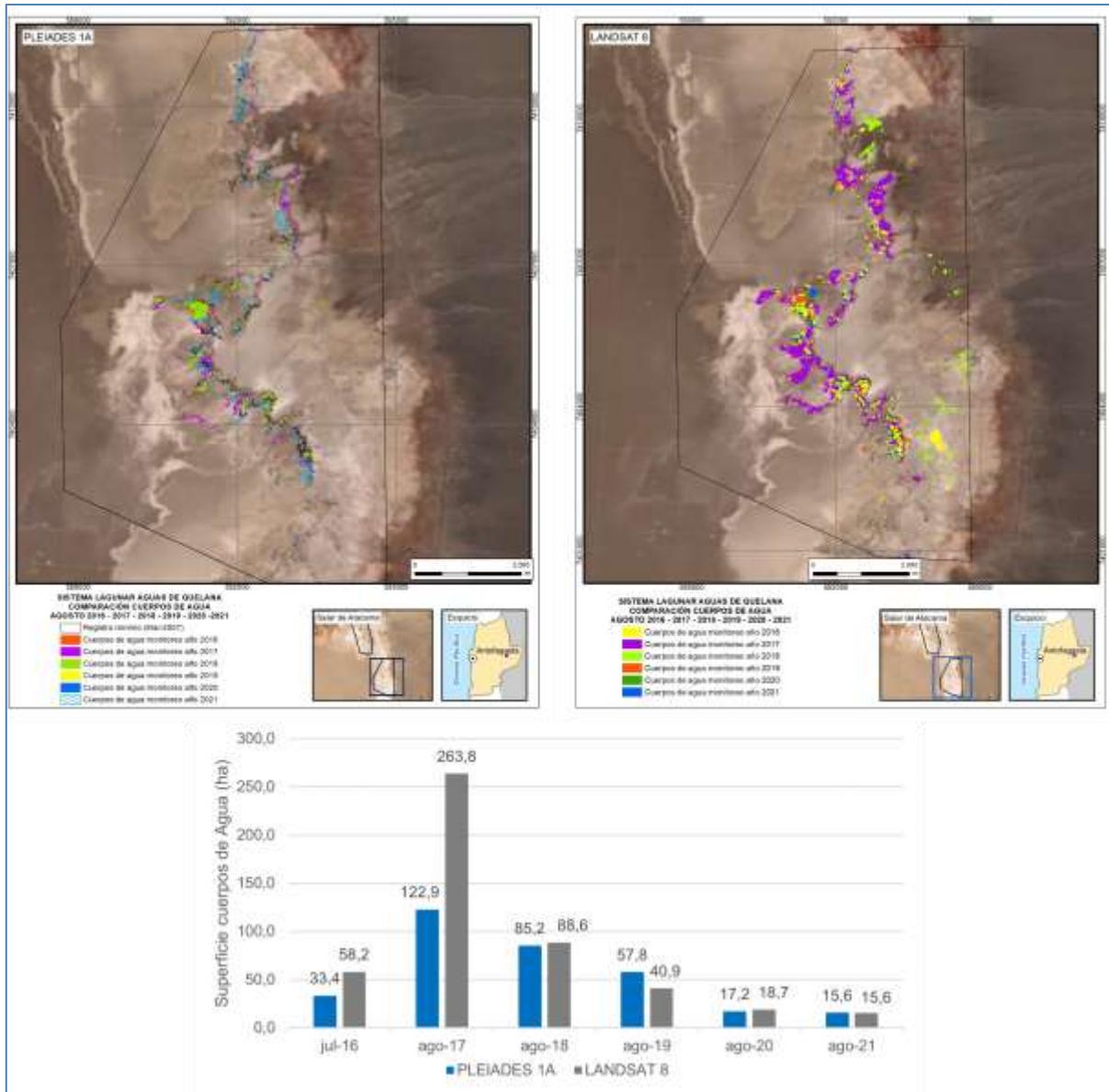
Dónde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m).
 Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

Figura 5-33 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Aguas de Quelana, agosto – diciembre 2021



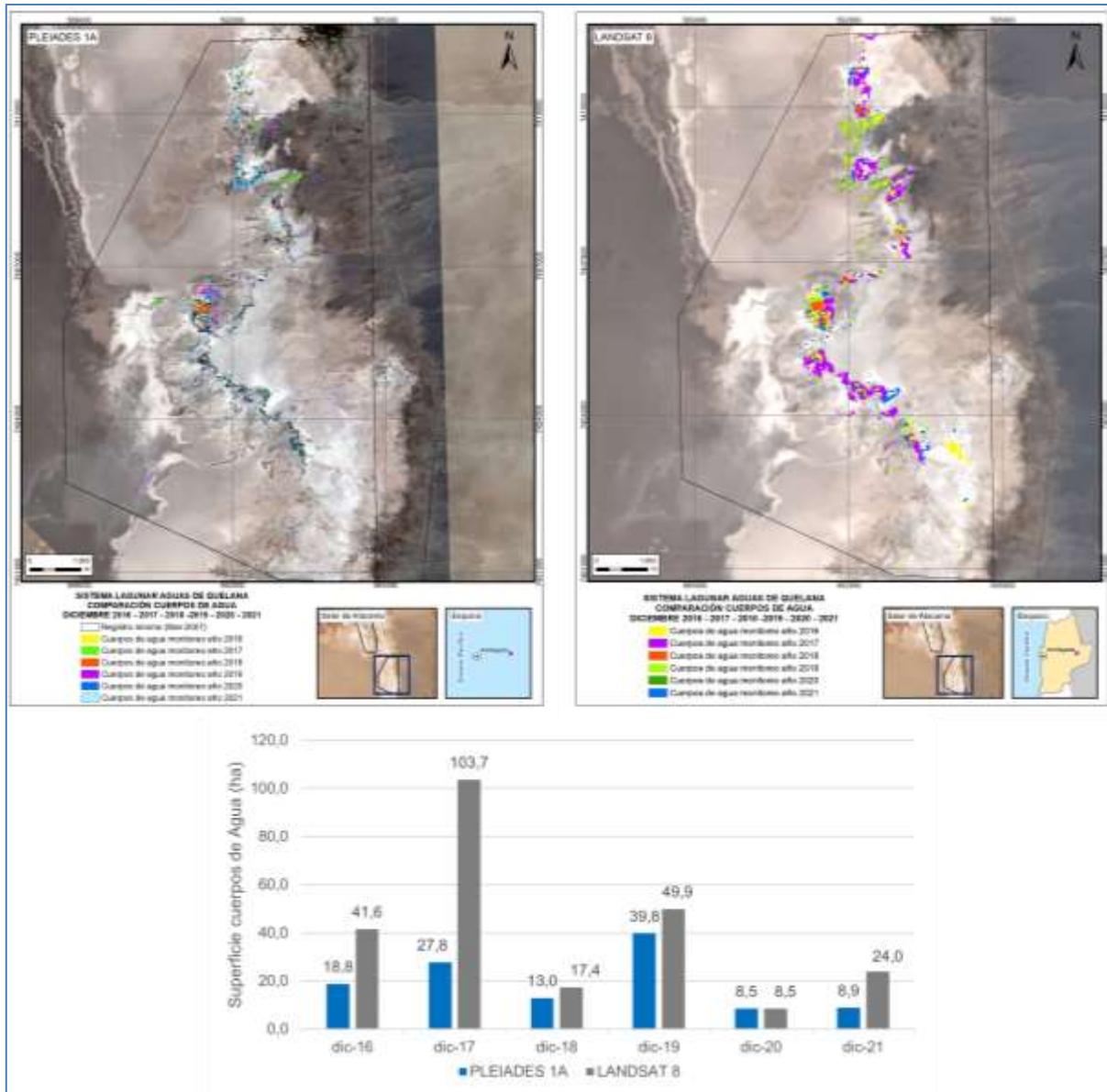
Dónde, AR: Imágenes de Alta Resolución (Pleiades-1A), L8: Imágenes de Landsat 8 (Mediana Resolución)
 Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2021

Figura 5-34 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2021

Figura 5-35 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 – 2017- 2018 – 2019 y 2020, sistema lagunar Aguas de Quelana, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2021

5.3.4 Sistema Soncor

En el sistema lagunar Soncor, la cobertura de cuerpos de agua estimada a partir de imágenes satelitales de alta resolución Pleiades-1A en agosto de 2021 es de 204,0 ha y en diciembre 2021 abarca una superficie de 142,3 ha. La Figura 5-36 muestran los resultados gráficos y numéricos de las superficies monitoreadas entre 2016 a 2021, desde la aprobación de la RCA 021/2016, tanto para AR como para Landsat.

Las superficies determinadas mediante imágenes de alta resolución muestran que para el año 2021 se registran las menores superficies para invierno y verano en el sistema Soncor, desde inicio del monitoreo asociado al proyecto aprobado por la RCA N°21/2016. La superficie determinada durante diciembre de 2021 se encuentra por debajo al mínimo histórico determinado en la Adenda 5 (diciembre de 2021: 142,3 ha; mínimo histórico Adenda 5: 192,4 ha). Además, se puede observar la disminución de la superficie lagunar en comparación con respecto al año 2020 para los meses de invierno y verano.

En relación con las superficies lagunares determinadas en 2021 por Landsat, estas se muestran dentro de lo observado en periodos anteriores de medición. No obstante, la medida de diciembre de 2021 representa la menor superficie lagunar definida para un invierno durante el periodo de medición asociado al PSAH.

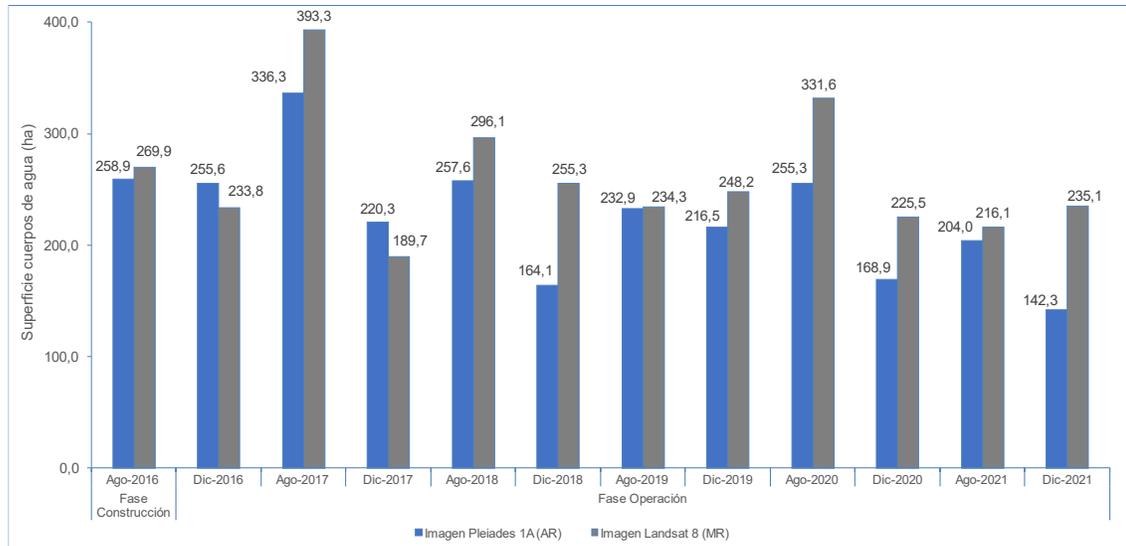
Los valores determinados durante el año 2021 muestran una diferencia de Landsat sobre Pleiades de un +5,6 % (+12,1 ha) para agosto de 2021 y de un +65,2% (+92,8 ha) para verano de 2021.

En cuanto a la validación de ajuste de las coberturas, el valor promedio (periodo 2016 a 2021) del índice *kappa* de las superficies de imágenes de alta resolución corresponde a 0,91, que corresponde a un valor casi perfecta. Para las imágenes de media resolución, el valor del índice *kappa* promedio es de 0,82; en el rango de considerable.

En la Figura 5-37 se presenta una comparación gráfica de las superficies lagunares determinadas a través de imágenes satelitales desde Pleiades-1A y Landsat 8 para el año 2021.

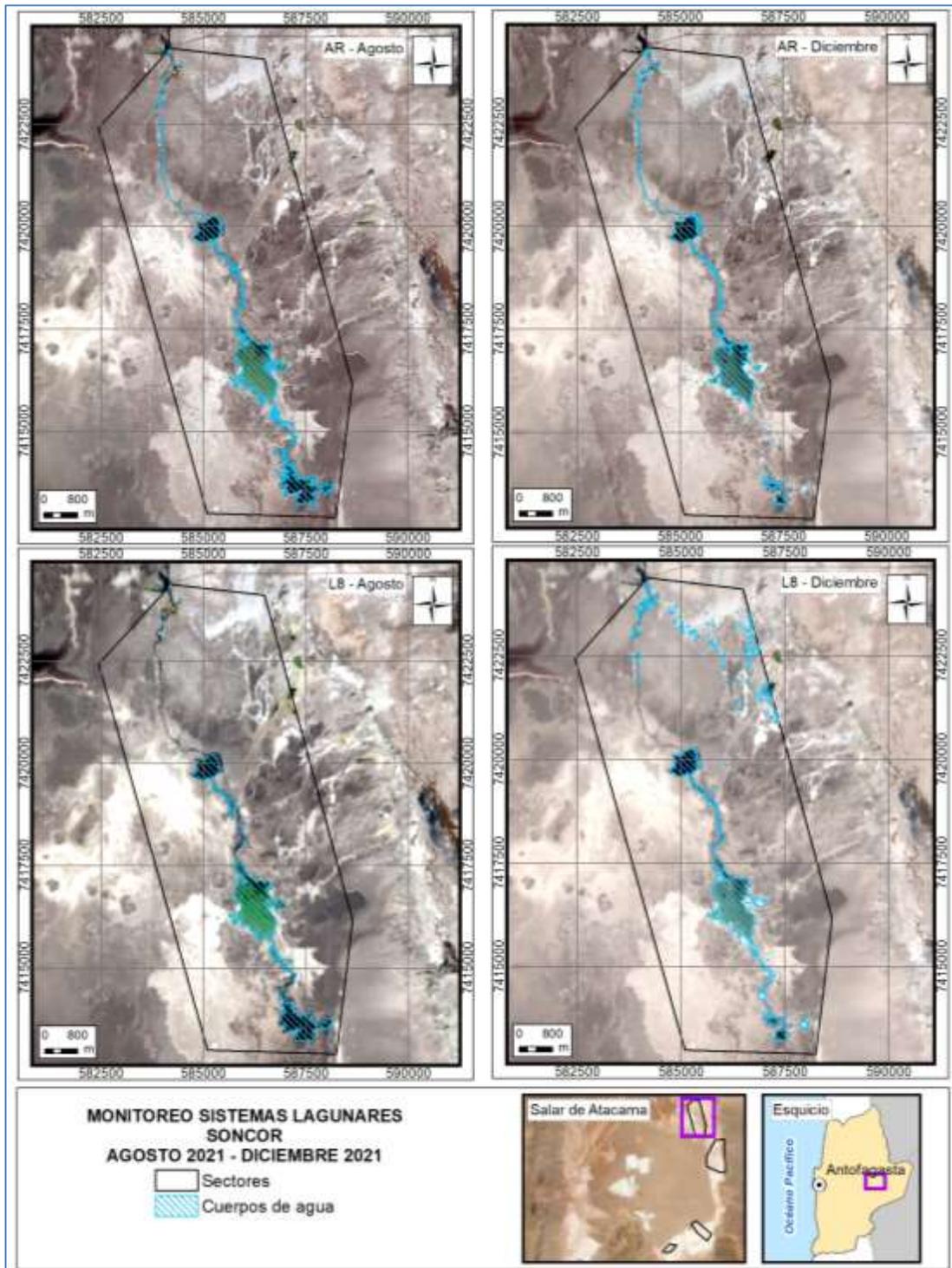
En la Figura 5-38 y la Figura 5-39 muestran los cambios observados en las superficies de los cuerpos de agua en comparación con el registro histórico entre los años 2016 y 2021, según tipo de imagen por año de monitoreo para las campañas de inviernos (agosto) y campañas de verano (diciembre), en conjunto con gráficos de barra de las áreas ocupadas por estación del año.

Figura 5-36 Registros históricos y superficie actual de los cuerpos de agua, sistema lagunar Soncor



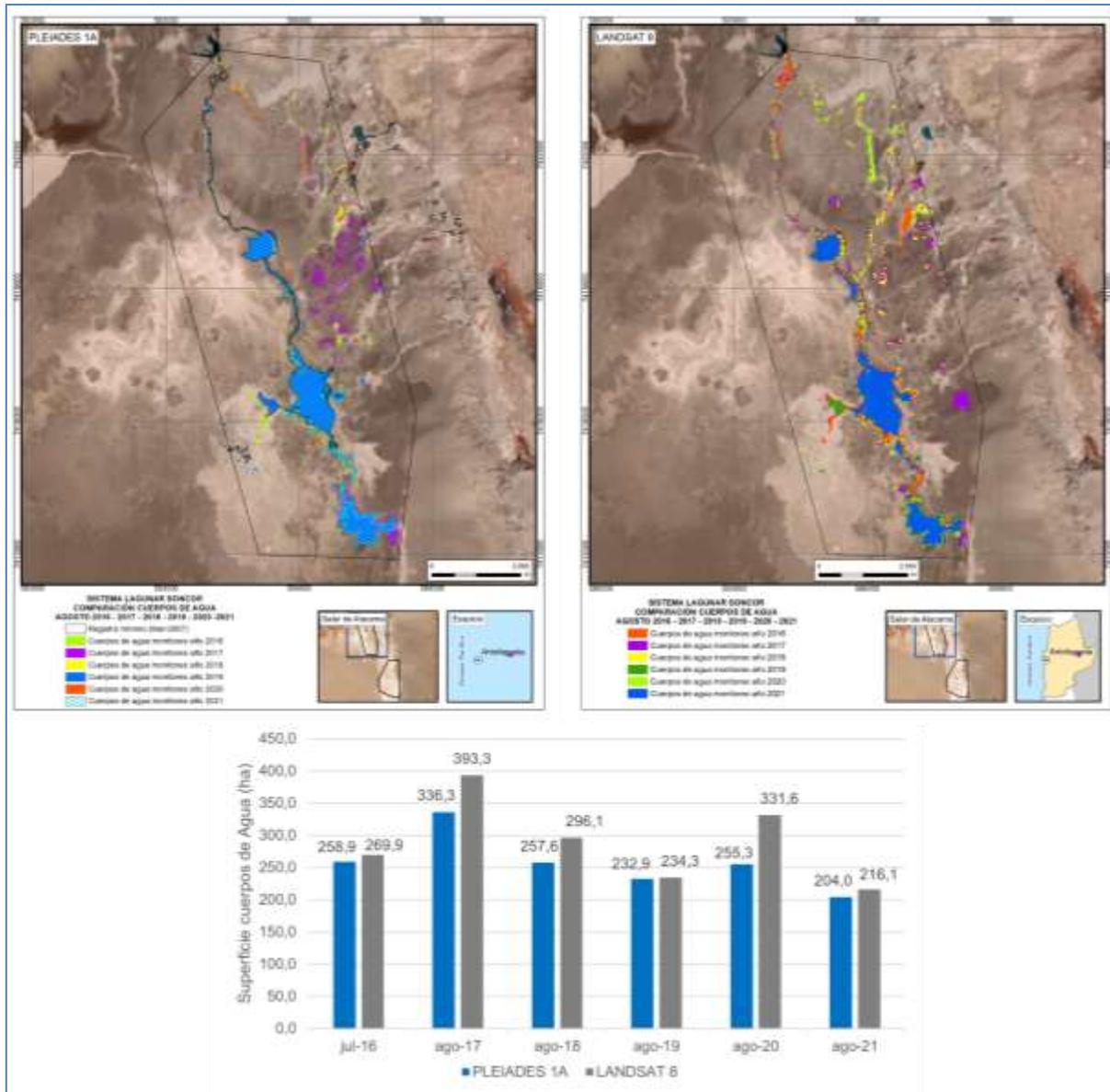
Dónde; MR: Imagen de Mediana Resolución (píxel 30m); AR: Imágenes de alta resolución (píxel menor a 4m). Fuente: Cedrem Consultores a partir de modelo de clasificación supervisada.

Figura 5-37 Cobertura de cuerpos de agua determinada a través de imágenes satelitales Pleiades-1A y Landsat 8 en el sistema lagunar Soncor, agosto – diciembre 2021



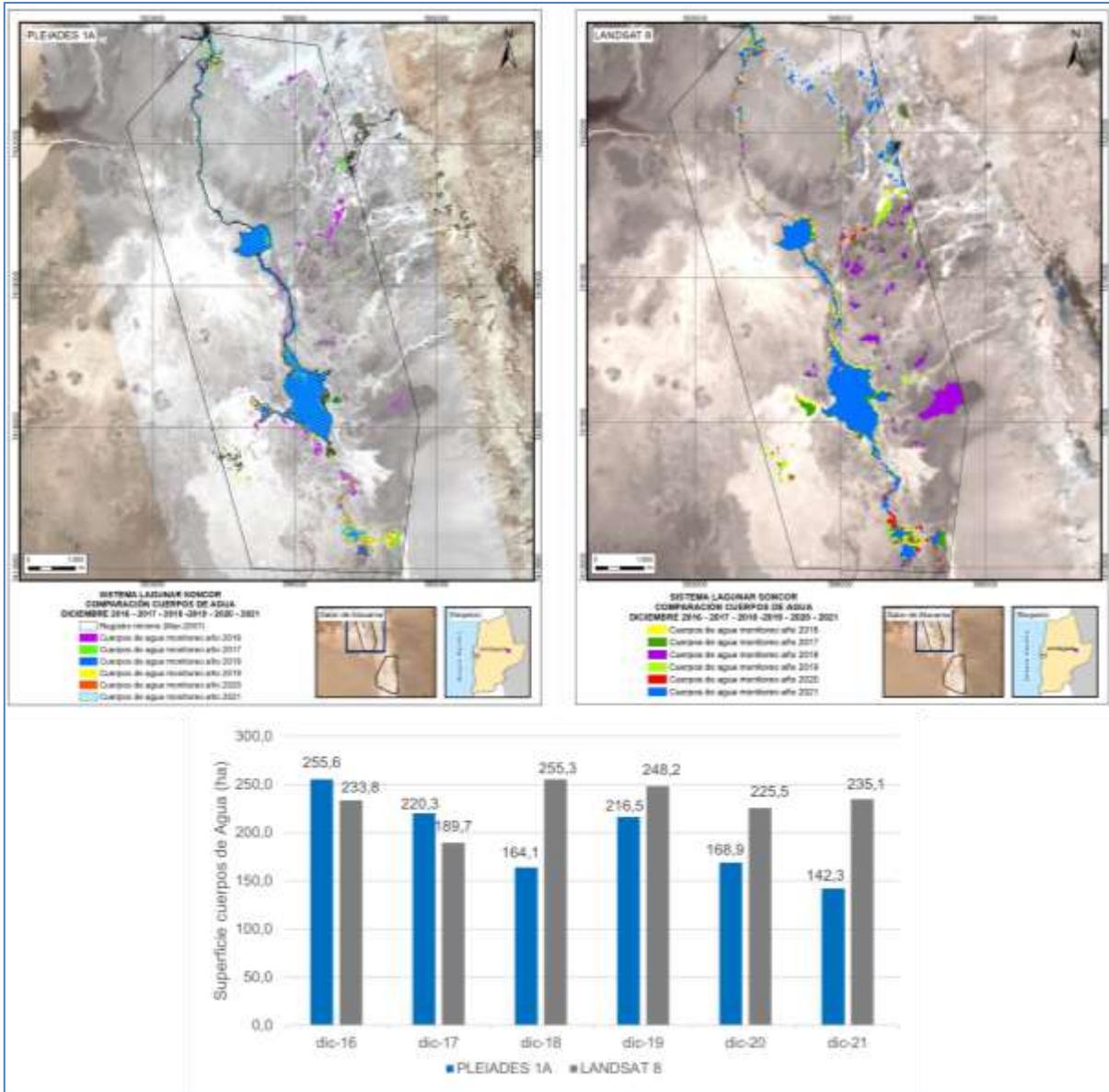
Dónde, AR: Imágenes de Alta Resolución (Pleiades-1A), L8: Imágenes de Landsat 8 (Mediana Resolución)
 Fuente: Cedrem Consultores en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto y diciembre de 2021

Figura 5-38 Registros de superficies lagunares de agosto 2016 a 2021 sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de agosto 2016 a agosto 2021

Figura 5-39 Registros de superficies lagunares de diciembre 2016 a 2021, sistema lagunar Soncor, a partir de imágenes Pleiades-1A (izq.) y Landsat 8 (der.)



Fuente: Modificado de Cedrem Consultores (2022) en base a clasificación supervisada de imágenes satelitales de diciembre 2016 a diciembre 2021

A modo de resumen se presenta en la Tabla 5-15, los resultados de las áreas medidas para cada sistema lagunar por estación (agosto y diciembre), el mínimo histórico, el promedio de las mediciones asociadas a la RCA N°21/2016 según el satélite utilizado, la variación porcentual entre ambos métodos y la clasificación según el índice Kappa de la serie de la RCA N°21/2016 de las áreas lagunares para cada tipo de imagen.

Tabla 5-15 Resumen áreas medidas, índice capa y estadígrafos históricos para áreas lagunares RCA 21/2016.

Sistema Lagunar	Fecha de Medición	Pleiades 1A AR (ha)	Landsat 8 MR (ha)	Porcentaje diferencia (Landsat 8 sobre Pleiades 1-A) (%)	Mínimo Adenda 5 AR (Ha)	Promedio RCA 21/2016 AR (Ha)	I.Kappa Pleiades 1A (RCA 21/2016)	I.Kappa Landsat 8 (RCA 21/2016)
La Punta-La Brava	Agosto 2021	45,8	40	-12,8	31,6	45,7	0,69	0,59
	Diciembre 2021	24,1	35,5	32,2				
Peine	Agosto 2021	45,7	36	-21,3	48,9	63,5	0,86	0,78
	Diciembre 2021	26,4	33,4	21,0				
Aguas de Quelana	Agosto 2021	15,6	15,6	0,0	11,3	37,4	0,68	0,71
	Diciembre 2021	8,9	24	62,9				
Soncor	Agosto 2021	204	216,1	5,6	192,4	226,1	0,91	0,82
	Diciembre 2021	142,3	235,1	39,5				

Fuente: Elaboración Propia en base a información de Cedrem Consultores (2022); AR: Alta Resolución, MR: Media Resolución.

5.4 Nivel limnimétrico de las lagunas

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados de las mediciones de nivel de agua de las lagunas a través de las reglas limnimétricas, en total se cuenta con 20 puntos de monitoreo asociados a esta variable, distribuidos en tres sectores, estos son:

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

En la Tabla 5-16, se muestran los 20 puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, agrupados según sector, y además se resume el periodo de registro, el cual comienza en mayo de 2016, para los sectores La Punta-La Brava y Peine, y en agosto de 2016, para el sector Norte y Borde Este; todos los sectores presentan puntos con mediciones hasta diciembre 2021.

Tabla 5-16 Puntos monitoreados para nivel limnimétrico, por sector

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de registro	
		Fecha inicio	Fecha final
La Punta-La Brava	LM-01	may-16	dic-21
	LM-02	may-16	dic-21
	LM-03	may-16	dic-21
	LM-04	may-16	dic-21

Tabla 5-16 Puntos monitoreados para nivel limnimétrico, por sector

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	LM-16	may-16	dic-21
Peine	E1	jun-16	dic-21
	E2	jun-16	dic-21
	E3	jun-16	dic-21
	E4	jun-16	dic-21
	LM-05	may-16	oct-21
	LM-06	may-16	oct-21
	LM-07	may-16	oct-21
	LM-08	may-16	oct-21
	LM-09	may-16	oct-21
	LM-10	may-16	oct-21
Norte y Borde Este	LM-11	ago-16	ago-21
	LM-12	ago-16	ago-21
	LM-13	ago-16	dic-21
	LM-14	ago-16	dic-21

Fuente: Elaboración propia

La base de datos histórica con las mediciones de nivel limnimétrico se incluye en el Anexo D.

Producto de la activación PAT del Sector de Alerta Norte Fase I, Fase II y medidas preventivas del PAT Sector Alerta Acuífero, se aumentó la frecuencia de monitoreo de las variables hidrológicas, Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2021 y en los meses de julio, agosto y septiembre de 2021.

5.4.1 Sector La Punta-La Brava

En el Sector La Punta-La Brava, existen 5 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, estos son: LM-01, LM-02, LM-03, LM-04 y LM-16; según se aprecia en la Tabla 5-16.

La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel limnimétrico en el sector La Punta-La Brava, se presentan en el mapa de la Figura 5-40, y los resultados de las mediciones de nivel limnimétrico para el año 2021, se presentan en la Tabla 5-17.

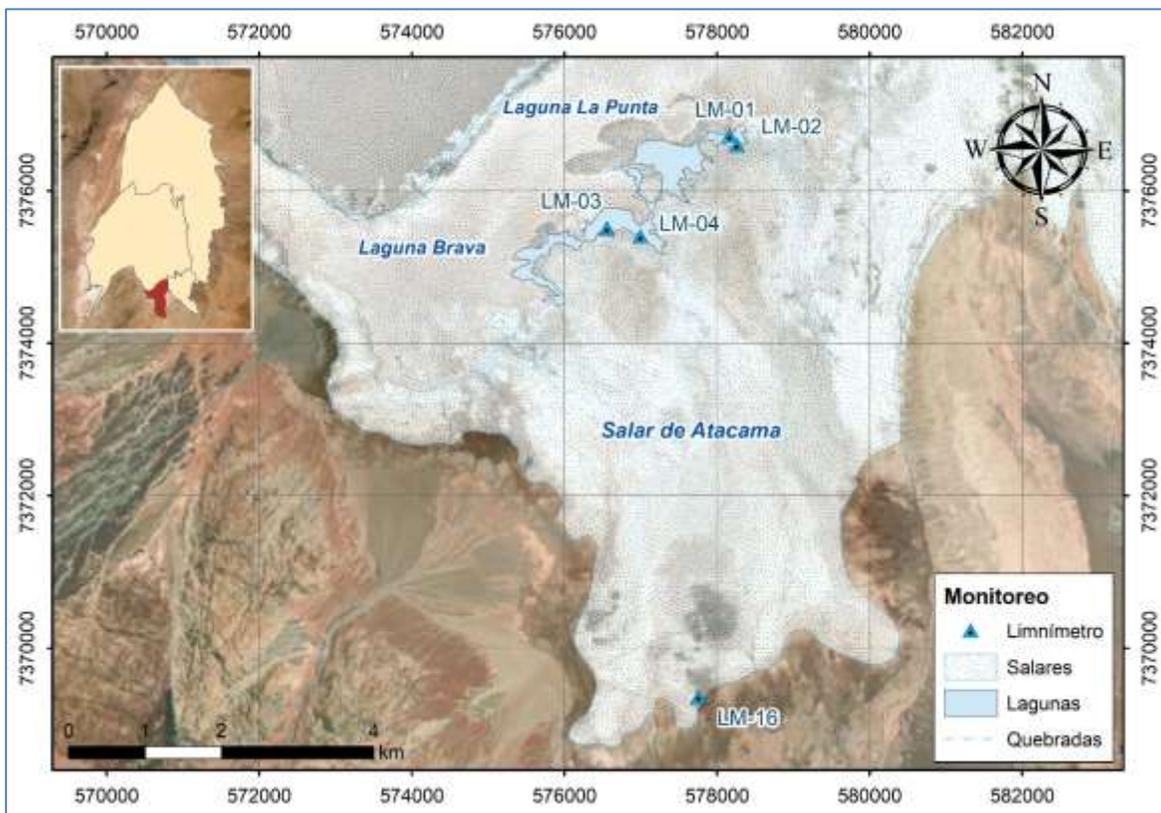
El registro histórico de las mediciones en el periodo 2016-2021, para todos los puntos monitoreados, se grafican en la Figura 5-41 y Figura 5-42. En los niveles graficados para todos

los puntos, se observan variaciones estacionales mostrando descensos de nivel en los meses de estaciones cálidas, y recuperándose en los meses de estaciones frías.

En el gráfico de la Figura 5-41, se observa que el comportamiento del punto de monitoreo LM-16, el cual a diferencia de los demás, se ubica en la zona de vegas de Tilopozo, y muestra una cota de nivel más alta que los otros puntos, y una tendencia a mantener los niveles estables para todo el periodo de registro, entre el año 2016 y 2021, y muestra un leve aumento en sus niveles para el año 2021, además presenta variaciones estacionales en torno a la cota de 2.307,4 m s.n.m., con una amplitud entre cotas máxima y mínima de alrededor de 0,036 m, durante el año 2021.

En el gráfico de la Figura 5-42, se observa para los puntos LM-01, LM-02, LM-03 y LM-04, tendencia al descenso de los niveles la que se hace más notoria sólo desde mediados del año 2020 hasta diciembre 2020, para estabilizarse el año 2021.

Figura 5-40 Puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-17 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-01	02-01-2021	2.300,330	0,417	2.299,913	05-07-2021	2.300,330	0,337	2.299,993
	16-01-2021	2.300,330	0,425	2.299,905	17-07-2021	2.300,330	0,342	2.299,988
	02-02-2021	2.300,330	0,421	2.299,909	03-08-2021	2.300,330	0,341	2.299,989
	21-02-2021	2.300,330	0,401	2.299,929	25-08-2021	2.300,330	(1)	
	02-03-2021	2.300,330	0,414	2.299,916	03-09-2021	2.300,330	(1)	
	26-03-2021	2.300,330	0,387	2.299,943	20-09-2021	2.300,330	0,357	2.299,973
	03-04-2021	2.300,330	0,380	2.299,950	02-10-2021	2.300,330	0,370	2.299,960
	17-04-2021	2.300,330	0,376	2.299,954	03-11-2021	2.300,330	0,402	2.299,928
	03-05-2021	2.300,330	0,362	2.299,968	02-12-2021	2.300,330	0,426	2.299,904
	06-06-2021	2.300,330	0,338	2.299,992				
LM-02	02-01-2021	2.300,795	0,870	2.299,925	05-07-2021	2.300,795	(2)	
	16-01-2021	2.300,795	0,874	2.299,921	17-07-2021	2.300,795	0,783	2.300,012
	02-02-2021	2.300,795	0,872	2.299,923	03-08-2021	2.300,795	0,787	2.300,008
	21-02-2021	2.300,795	0,876	2.299,919	25-08-2021	2.300,795	(1)	
	02-03-2021	2.300,795	0,862	2.299,933	03-09-2021	2.300,795	(1)	
	26-03-2021	2.300,795	0,841	2.299,954	20-09-2021	2.300,795	(2)	
	03-04-2021	2.300,795	0,833	2.299,962	02-10-2021	2.300,795	0,823	2.299,972
	17-04-2021	2.300,795	0,820	2.299,975	03-11-2021	2.300,795	0,852	2.299,943
	03-05-2021	2.300,795	0,811	2.299,984	02-12-2021	2.300,795	0,877	2.299,918
	06-06-2021	2.300,795	(2)					
LM-03	03-01-2021	2.300,576	0,470	2.300,106	03-07-2021	2.300,576	0,374	2.300,202
	17-01-2021	2.300,576	0,467	2.300,109	27-07-2021	2.300,576	0,376	2.300,200
	03-02-2021	2.300,576	0,462	2.300,114	06-08-2021	2.300,576	0,382	2.300,194
	21-02-2021	2.300,576	0,460	2.300,116	25-08-2021	2.300,576	(1)	
	03-03-2021	2.300,576	0,454	2.300,122	05-09-2021	2.300,576	(1)	
	20-03-2021	2.300,576	0,439	2.300,137	20-09-2021	2.300,576	0,414	2.300,162
	05-04-2021	2.300,576	0,420	2.300,156	03-10-2021	2.300,576	0,420	2.300,156
	18-04-2021	2.300,576	0,416	2.300,160	08-11-2021	2.300,576	0,442	2.300,134
	10-05-2021	2.300,576	0,409	2.300,167	14-12-2021	2.300,576	0,468	2.300,108
	13-06-2021	2.300,576	0,375	2.300,201				
LM-04	03-01-2021	2.300,934	0,852	2.300,082	03-07-2021	2.300,934	0,756	2.300,178
	17-01-2021	2.300,934	0,853	2.300,081	27-07-2021	2.300,934	0,759	2.300,175
	03-02-2021	2.300,934	0,848	2.300,086	06-08-2021	2.300,934	0,763	2.300,171
	21-02-2021	2.300,934	0,842	2.300,092	25-08-2021	2.300,934	(1)	
	03-03-2021	2.300,934	0,838	2.300,096	05-09-2021	2.300,934	(1)	

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	20-03-2021	2.300,934	0,813	2.300,121	20-09-2021	2.300,934	0,795	2.300,139
	05-04-2021	2.300,934	0,800	2.300,134	03-10-2021	2.300,934	0,802	2.300,132
	18-04-2021	2.300,934	0,800	2.300,134	08-11-2021	2.300,934	0,821	2.300,113
	10-05-2021	2.300,934	0,793	2.300,141	14-12-2021	2.300,934	0,850	2.300,084
	13-06-2021	2.300,934	0,758	2.300,176				
LM-16	15-01-2021	2.307,836	0,444	2.307,392	28-06-2021	2.307,836	0,416	2.307,420
	31-01-2021	2.307,836	0,451	2.307,385	07-07-2021	2.307,836	0,415	2.307,421
	11-02-2021	2.307,836	0,446	2.307,390	19-07-2021	2.307,836	0,416	2.307,420
	20-02-2021	2.307,836	0,446	2.307,390	15-08-2021	2.307,836	(1)	
	06-03-2021	2.307,836	0,445	2.307,391	31-08-2021	2.307,836	(1)	
	28-03-2021	2.307,836	0,441	2.307,395	15-09-2021	2.307,836	(1)	
	10-04-2021	2.307,836	0,439	2.307,397	30-09-2021	2.307,836	0,424	2.307,412
	24-04-2021	2.307,836	0,439	2.307,397	15-10-2021	2.307,836	0,428	2.307,408
	28-05-2021	2.307,836	(3)		28-11-2021	2.307,836	0,431	2.307,405
	01-06-2021	2.307,836	0,424	2.307,412	22-12-2021	2.307,836	0,431	2.307,405

Nota:

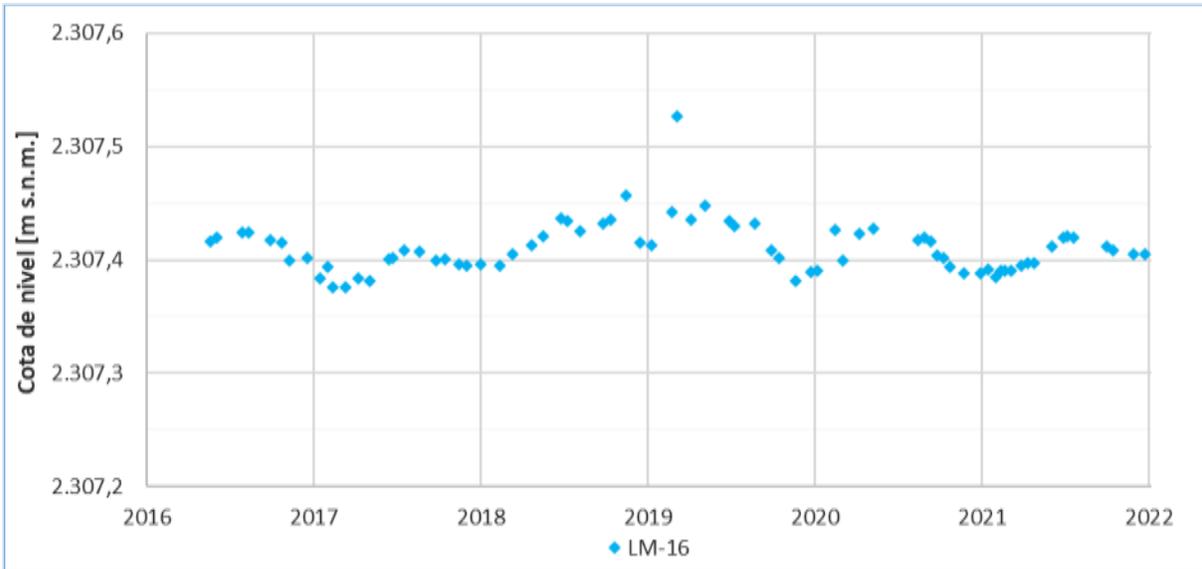
- (1) No se mide por toma de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle.
- (2) No se realiza, acceso restringido por presencia de flamencos
- (3) Se suspende el día de monitoreo (28 de mayo) por lluvia, se logró medir el dato el 1 de junio.
- (4) Corresponde a medida de mayo 2021.

Fuente: Elaboración propia

Los puntos de monitoreo LM-01 y LM-02 (ver Figura 5-42), ubicados en La Punta tienen un comportamiento muy similar entre sí, con cotas de nivel similares oscilando en torno a los 2.300 m s.n.m., hasta 2020, posterior a esta fecha oscila en torno a los 2.299,95. Mostrando un descenso en los mínimos y máximos estacionales, para el año 2021, lo que también se observa para los puntos de La Brava LM-03 y LM-04 (ver Figura 5-42), los puntos muestran variaciones estacionales, con una amplitud que alcanza los 0,094 m (medida en LM-02), calculada para el año 2021.

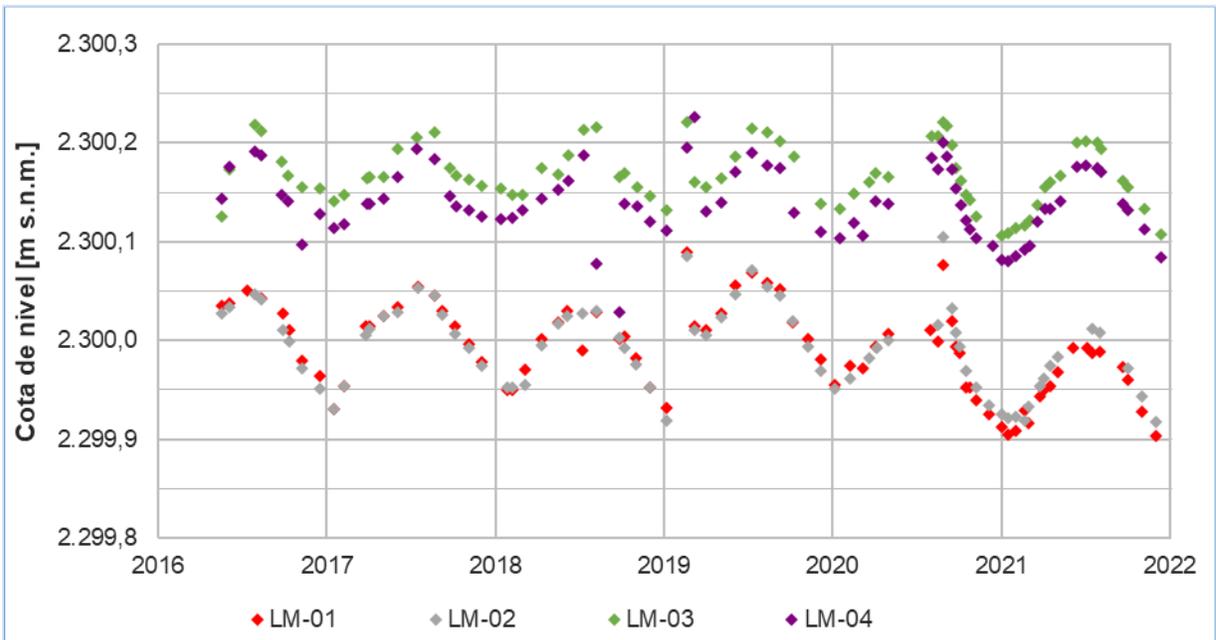
Los limnómetros LM-03 y LM-04 (ver Figura 5-42), ubicados en la laguna La Brava, presentan mayores cotas limnimétricas, que los puntos LM-01 y LM-02 (ver Figura 5-42), y muestran un comportamiento muy similar entre sí, con cotas que oscilan en forma estacional en torno a los 2.300,15 m s.n.m., con una amplitud que alcanza 0,097 m (medida en LM-04) durante el año 2021. De manera similar a LM-01 y LM-02 (ver Figura 5-42).

Figura 5-41 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2021), sector La Punta - La Brava (parte 1 de 2)



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-42 Evolución histórica de nivel limnimétrico (2016-2021), sector La Punta - La Brava (parte 2 de 2)



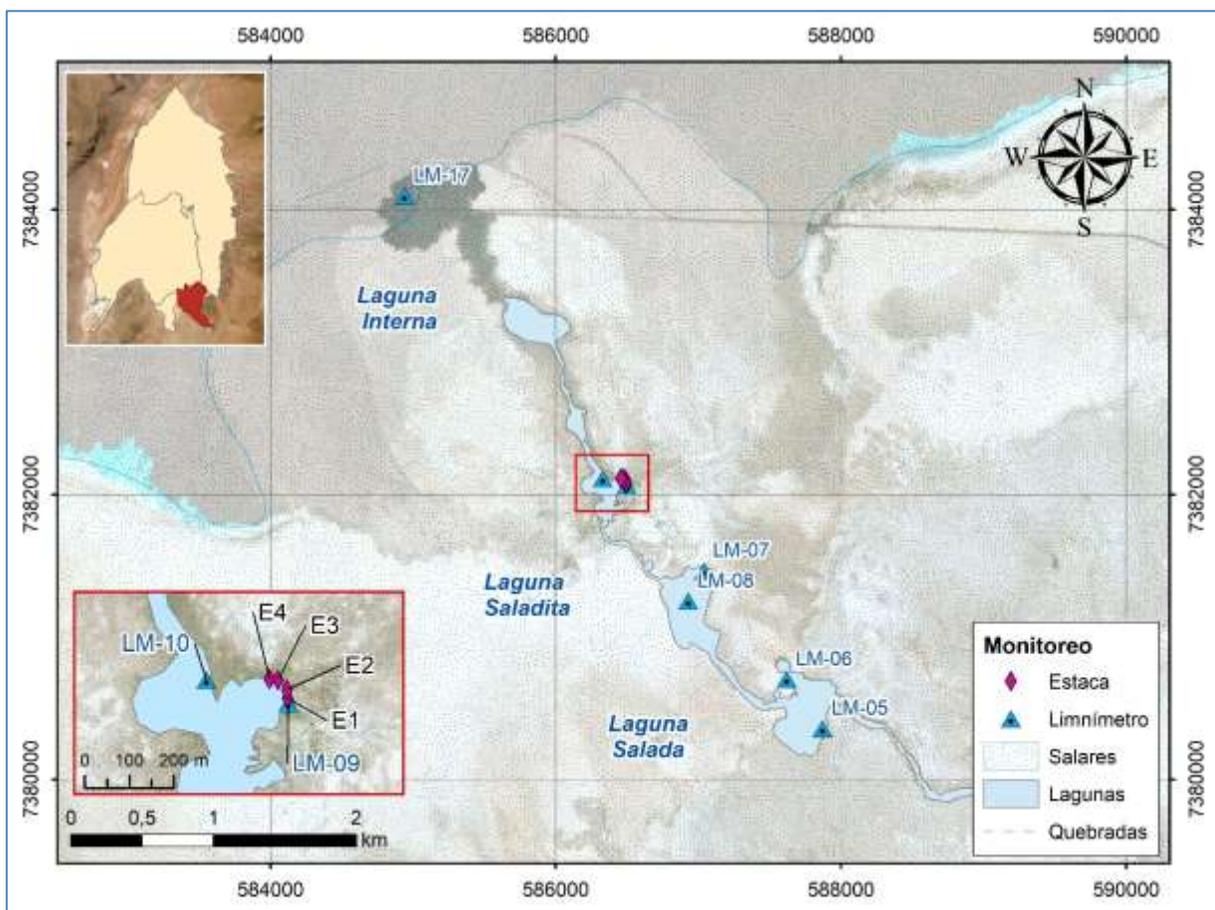
Fuente: Elaboración propia

5.4.2 Sector Peine

En el Sector Peine, existen 11 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, estos son: LM-05, LM-06, LM-07, LM-08, LM-09, LM-10, LM-17, E1, E2, E3 y E4, según se aprecia en la Tabla 5-16.

La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel limnimétrico en el sector Peine, se presenta en el mapa de la Figura 5-43, y los resultados de las mediciones de nivel, efectuadas durante 2021, en el sector Peine se presentan en la Tabla 5-18. El registro histórico de nivel limnimétrico para el año 2021, se grafica en la Figura 5-44, Figura 5-45 y Figura 5-46.

Figura 5-43 Mapa de ubicación puntos de monitoreo niveles limnimétricos, sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-18 Mediciones de nivel limnimétrico, en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-05	01-01-2021	2.300,583	(3)		02-08-2021	2.300,583	0,607	2.299,976
	01-02-2021	2.300,583	(3)		16-08-2021	2.300,583	(1)	
	01-03-2021	2.300,583	(3)		02-09-2021	2.300,583	(1)	
	01-04-2021	2.300,583	(3)		17-09-2021	2.300,583	(1)	
	02-05-2021	2.300,583	0,605	2.299,978	19-10-2021	2.300,583	0,612	2.299,971
	02-06-2021	2.300,583	0,607	2.299,976	01-11-2021	2.300,583	(3)	
	02-07-2021	2.300,583	0,603	2.299,980	01-12-2021	2.300,583	(3)	
	16-07-2021	2.300,583	0,612	2.299,971				
LM-06	01-01-2021	2.300,776	(3)		02-08-2021	2.300,776	0,854	2.299,922
	01-02-2021	2.300,776	(3)		16-08-2021	2.300,776	(1)	
	01-03-2021	2.300,776	(3)		02-09-2021	2.300,776	(1)	
	01-04-2021	2.300,776	(3)		17-09-2021	2.300,776	(1)	
	02-05-2021	2.300,776	0,850	2.299,926	01-10-2021	2.300,776	0,860	2.299,916
	02-06-2021	2.300,776	0,848	2.299,928	01-11-2021	2.300,776	(3)	
	02-07-2021	2.300,776	0,849	2.299,927	01-12-2021	2.300,776	(3)	
	16-07-2021	2.300,776	0,855	2.299,921				
LM-07	01-01-2021	2.300,447	(3)		09-08-2021	2.300,447	0,754	2.299,693
	01-02-2021	2.300,447	(3)		20-08-2021	2.300,447	(1)	
	01-03-2021	2.300,447	(3)		02-09-2021	2.300,447	(1)	
	01-04-2021	2.300,447	(3)		27-09-2021	2.300,447	0,761	2.299,686
	02-05-2021	2.300,447	0,752	2.299,695	09-10-2021	2.300,447	0,761	2.299,686
	12-06-2021	2.300,447	0,753	2.299,694	15-11-2021	2.300,447	(3)	
	09-07-2021	2.300,447	0,752	2.299,695	01-12-2021	2.300,447	(3)	
	18-07-2021	2.300,447	(2)					
LM-08	01-01-2021	2.300,542	(3)		09-08-2021	2.300,542	(1)	
	01-02-2021	2.300,542	(3)		20-08-2021	2.300,542	(1)	
	01-03-2021	2.300,542	(3)		02-09-2021	2.300,542	(1)	
	01-04-2021	2.300,542	(3)		27-09-2021	2.300,542	(2)	
	02-05-2021	2.300,542	0,664	2.299,878	09-10-2021	2.300,542	0,673	2.299,869
	12-06-2021	2.300,542	0,664	2.299,878	15-11-2021	2.300,542	(3)	
	09-07-2021	2.300,542	(2)		01-12-2021	2.300,542	(3)	
	24-07-2021	2.300,542	0,665	2.299,877				
LM-09	01-01-2021	2.299,726	(3)		09-08-2021	2.299,726	0,815	2.298,911
	01-02-2021	2.299,726	(3)		20-08-2021	2.299,726	(1)	

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	01-03-2021	2.299,726	(3)		02-09-2021	2.299,726	(1)	
	01-04-2021	2.299,726	(3)		27-09-2021	2.299,726	0,822	2.298,904
	20-05-2021	2.299,726	0,810	2.298,916	09-10-2021	2.299,726	0,820	2.298,906
	12-06-2021	2.299,726	0,805	2.298,921	15-11-2021	2.299,726	(3)	
	09-07-2021	2.299,726	0,812	2.298,914	01-12-2021	2.299,726	(3)	
	24-07-2021	2.299,726	0,812	2.298,914				
LM-10	01-01-2021	2.299,691	(3)		09-08-2021	2.299,691	0,785	2.298,906
	01-02-2021	2.299,691	(3)		20-08-2021	2.299,691	(1)	
	01-03-2021	2.299,691	(3)		02-09-2021	2.299,691	(1)	
	01-04-2021	2.299,691	(3)		27-09-2021	2.299,691	(2)	
	20-05-2021	2.299,691	0,790	2.298,901	09-10-2021	2.299,691	0,796	2.298,895
	12-06-2021	2.299,691	0,782	2.298,909	15-11-2021	2.299,691	(3)	
	09-07-2021	2.299,691	0,783	2.298,908	01-12-2021	2.299,691	(3)	
	24-07-2021	2.299,691	0,783	2.298,908				
LM-17	04-01-2021	2.299,606	(4)		04-07-2021	2.299,606	(4)	
	18-01-2021	2.299,606	(4)		18-07-2021	2.299,606	1,311	2.298,295
	01-02-2021	2.299,606	(4)		04-08-2021	2.299,606	(1)	
	16-02-2021	2.299,606	(4)		24-08-2021	2.299,606	(1)	
	02-03-2021	2.299,606	(4)		04-09-2021	2.299,606	(1)	
	19-03-2021	2.299,606	(4)		17-09-2021	2.299,606	(1)	
	04-04-2021	2.299,606	(4)		04-10-2021	2.299,606	1,374	2.298,232
	16-04-2021	2.299,606	(4)		05-11-2021	2.299,606	1,383	2.298,223
	07-05-2021	2.299,606	(4)		05-12-2021	2.299,606	(4)	
	07-06-2021	2.299,606	(4)					
E1	01-01-2021	2.299,472	(3)		09-08-2021	2.299,472	0,567	2.298,905
	01-02-2021	2.299,472	(3)		20-08-2021	2.299,472	(1)	
	01-03-2021	2.299,472	(3)		02-09-2021	2.299,472	(1)	
	01-04-2021	2.299,472	(3)		27-09-2021	2.299,472	0,531	2.298,941
	20-05-2021	2.299,472	0,580	2.298,892	09-10-2021	2.299,472	0,565	2.298,907
	12-06-2021	2.299,472	0,571	2.298,901	15-11-2021	2.299,472	(3)	
	09-07-2021	2.299,472	0,571	2.298,901	01-12-2021	2.299,472	(3)	
	24-07-2021	2.299,472	0,572	2.298,900				
E2	01-01-2021	2.299,453	(3)		09-08-2021	2.299,453	0,599	2.298,854
	01-02-2021	2.299,453	(3)		20-08-2021	2.299,453	(1)	
	01-03-2021	2.299,453	(3)		02-09-2021	2.299,453	(1)	

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	01-04-2021	2.299,453	(3)		27-09-2021	2.299,453	0,604	2.298,849
	20-05-2021	2.299,453	0,605	2.298,848	09-10-2021	2.299,453	0,603	2.298,850
	12-06-2021	2.299,453	0,597	2.298,856	15-11-2021	2.299,453	(3)	
	09-07-2021	2.299,453	0,599	2.298,854	01-12-2021	2.299,453	(3)	
	24-07-2021	2.299,453	0,601	2.298,852				
E3	01-01-2021	2.299,369	(3)		09-08-2021	2.299,369	0,560	2.298,809
	01-02-2021	2.299,369	(3)		20-08-2021	2.299,369	(1)	
	01-03-2021	2.299,369	(3)		02-09-2021	2.299,369	(1)	
	01-04-2021	2.299,369	(3)		27-09-2021	2.299,369	0,569	2.298,800
	20-05-2021	2.299,369	0,550	2.298,819	09-10-2021	2.299,369	0,563	2.298,806
	12-06-2021	2.299,369	0,550	2.298,819	15-11-2021	2.299,369	(3)	
	09-07-2021	2.299,369	0,554	2.298,815	01-12-2021	2.299,369	(3)	
	24-07-2021	2.299,369	0,555	2.298,814				
E4	01-01-2021	2.299,503	(3)		09-08-2021	2.299,503	0,680	2.298,823
	01-02-2021	2.299,503	(3)		20-08-2021	2.299,503	(1)	
	01-03-2021	2.299,503	(3)		02-09-2021	2.299,503	(1)	
	01-04-2021	2.299,503	(3)		27-09-2021	2.299,503	0,693	2.298,810
	20-05-2021	2.299,503	0,670	2.298,833	09-10-2021	2.299,503	0,691	2.298,812
	12-06-2021	2.299,503	0,672	2.298,831	15-11-2021	2.299,503	(3)	
	09-07-2021	2.299,503	0,674	2.298,829	01-12-2021	2.299,503	(3)	
	24-07-2021	2.299,503	0,675	2.298,828				

Nota:

- (1) No se mide por toma de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle.
- (2) No se realiza, acceso restringido por presencia de flamencos.
- (3) Sin autorización de ingreso por Comunidad de Peine.
- (4) Punto seco.

Fuente: Elaboración propia

En el sector Laguna Salada y Saladita, los puntos graficados (LM-05, LM-06, LM-07 y LM-08) en la Figura 5-44, muestran en relación su comportamiento histórico (2016-2021) una tendencia a mantenerse estables en el tiempo, exceptuando el punto LM-05, que muestra tendencia leve a aumentar sus niveles. Y para el año 2021, muestran un comportamiento similar en todos sus puntos.

Se observa que los puntos de monitoreo LM-05 y LM-06, ubicados en laguna Salada, oscilan en forma suave por sobre los 2.299,9 m s.n.m.. En relación con el punto LM-07, presenta variaciones mínimas en torno a los 2.299,7 m s.n.m., al igual que el punto LM-08 que oscila bajo los 2.299,9 m s.n.m., ambos ubicados en laguna Saladita. Para estos dos últimos puntos

se reconocen dos datos anómalos en enero 2017 que se consideran estadísticamente como outliers. En todos los puntos: LM-05, LM-06, LM-07 y LM-08, la amplitud de cota aproximada es de 0,01 m.

En el sector de Laguna Interna, se encuentran los siguientes puntos: LM-09, LM-10, E1, E2, E3 y E4, los que se observan en el gráfico de la Figura 5-45. Los limnómetros y las estacas mencionadas, presentan un comportamiento relativamente equivalente, desde febrero 2019 a diciembre 2021, marcado por variaciones estacionales.

Los puntos LM-09 y LM-10 (ver Figura 5-45), responden a eventos de precipitación intensa como los ocurridos en febrero 2017 y febrero 2019, y en el largo plazo se presentan relativamente estabilizados. Los niveles registrados en las estacas E1 al E4, que se exhiben en la Figura 5-45, al igual que los limnómetros LM-09 y LM-10, se muestran sensibles al evento de precipitación de febrero 2019.

Entre los años 2016 y 2021, el punto LM-09 muestra una leve tendencia a bajar los niveles, y el punto LM-10, una leve tendencia a subir sus niveles. Con una oscilación que rodea los 2.298,9 m s.n.m., con amplitud entre cotas máxima y mínima observada durante 2021 del orden de 0,017 m (medida en LM-09). Estas variaciones estacionales oscilan sobre los 2.298,8 m s.n.m., y bajo 2.998,95 m s.n.m., para el año 2021, para los puntos de monitoreo que son parte del sector Laguna Interna.

En relación con las estacas, en el largo plazo (2016-2021), se reconoce una leve tendencia al aumento en los niveles en el limnómetro E1, y un descenso de nivel en los limnómetros E2, E3 y E4, que se observa entre el año 2016 y 2019, para luego mantenerse estables.

Durante el año 2021, la estaca E1 muestra una tendencia leve a subir sus niveles, y la estaca E2 a mantenerse relativamente estable, mientras que los puntos E3, E4, LM-09 y LM-10, muestran una leve tendencia a bajar sus niveles. La amplitud entre cotas máxima y mínima calculadas para el año 2021, es del orden de 0,023 m (medida en E4).

En Peine, en relación con el año 2021 (sin considerar el punto LM-17), muestra un gap de datos en el año 2021, asociado principalmente a no contar con la autorización de ingreso por la Comunidad de Peine, para realizar las mediciones.

En el gráfico de la Figura 5-46, se observa el comportamiento fuertemente variable del punto de monitoreo LM-17, el cual se encuentra en la zona de avance de la laguna Interna hacia el Núcleo. En él, se reconoce una rápida respuesta a eventos de precipitación (como marzo 2017 o septiembre 2020) y una amplitud entre cotas máxima y mínima de 0,072 m medida entre julio y octubre de 2021. Este punto no presenta registros continuos ya que se presenta seco estacionalmente o con peligros de acceso por terreno inundado.

Figura 5-44 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 1 de 3)

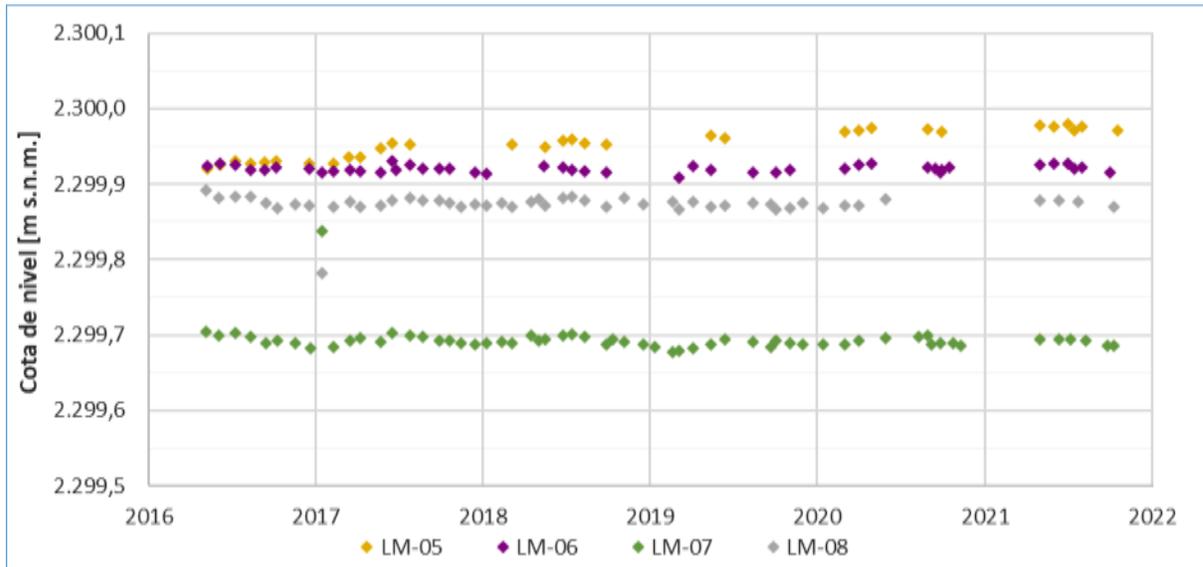


Figura 5-45 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 2 de 3)

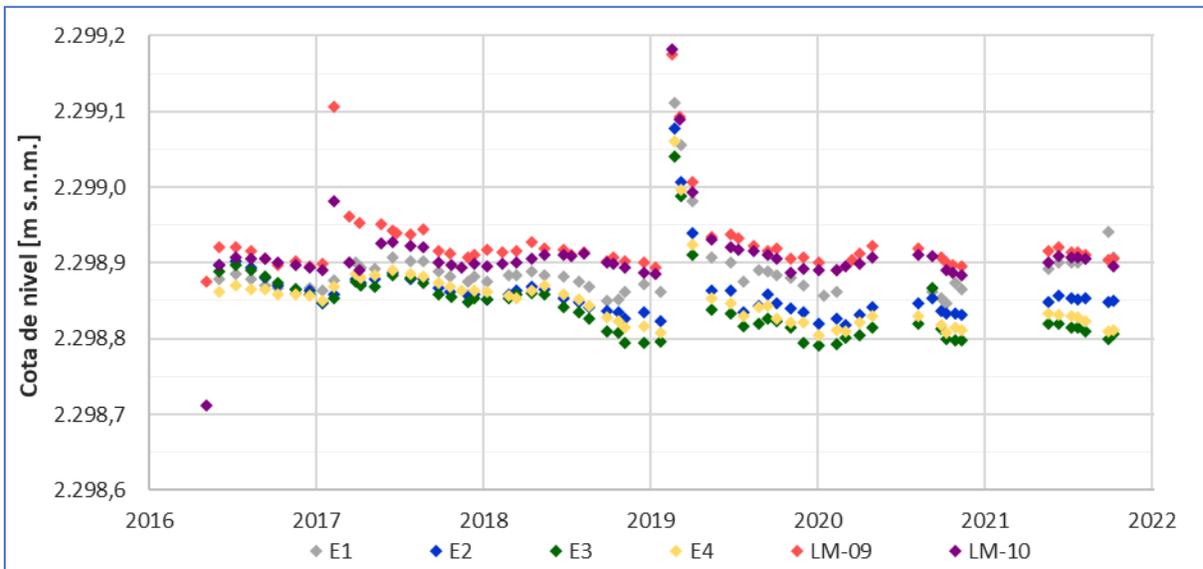
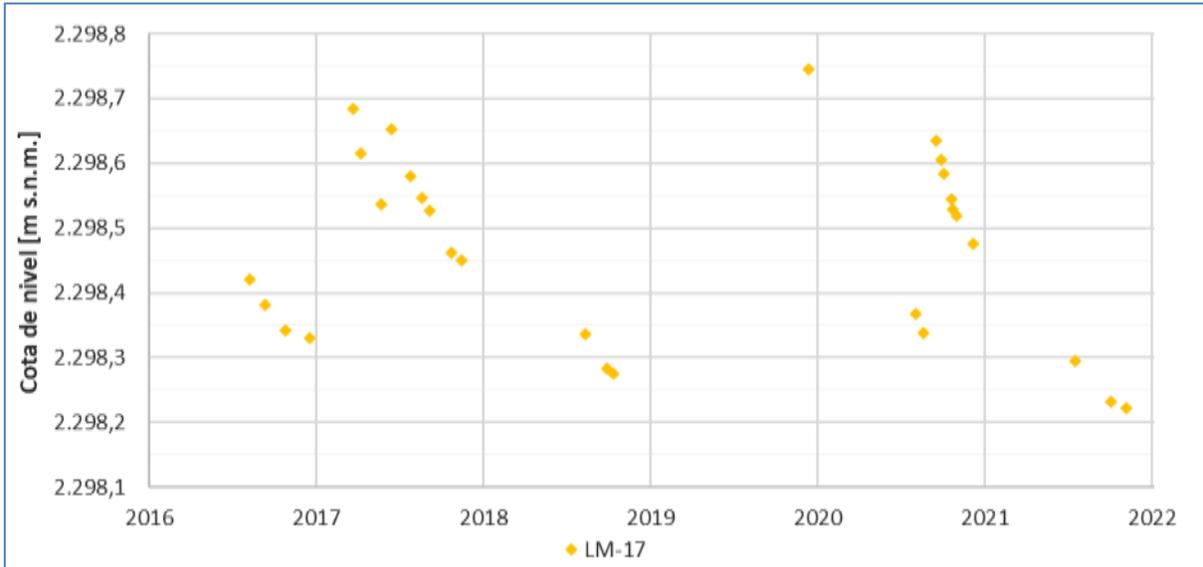


Figura 5-46 Evolución histórica de nivel limnimétrico en sector Peine (gráfico 3 de 3)



Fuente: Elaboración propia

5.4.3 Sector Norte y Borde Este

En el Sector Norte y Borde Este, existen 4 puntos de monitoreo de medición de nivel limnimétrico, estos son: LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14, según se aprecia en la Figura 5-40. Las 4 reglas limnimétricas, se ubican dentro de la Reserva Nacional los Flamencos, la cual es administrada por la CONAF.

La ubicación de los puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, se presenta en el mapa de la Figura 5-47, y los resultados de las mediciones de nivel, efectuadas durante 2021, se presentan en la Tabla 5-19. El registro histórico de nivel limnimétrico, se grafica en la Figura 5-48.

El monitoreo limnimétrico en el sector, el cual había sido suspendido el 18 de marzo de 2020 mediante Resolución N° 162/2020 de la dirección ejecutiva de CONAF, asociado a la contingencia COVID-19, es retomado el 18 de enero de 2021, de acuerdo con autorización presentada en Resolución N° 64/2020 de CONAF que establece literal:

“1. APRUÉBESE el “PROTOCOLO SANITARIO COVID19 PARA INVESTIGACIONES Y MONITOREOS AMBIENTALES SECTORES BOSQUE DE TAMBILLO, SISTEMA HIDROLÓGICO DE SONCOR Y AGUAS DE QUELANA EN RESERVA NACIONAL LOS FLAMENCOS, como complemento al Protocolo instaurado en la resolución N° 56/2019 de la Dirección regional de CONAF Antofagasta.

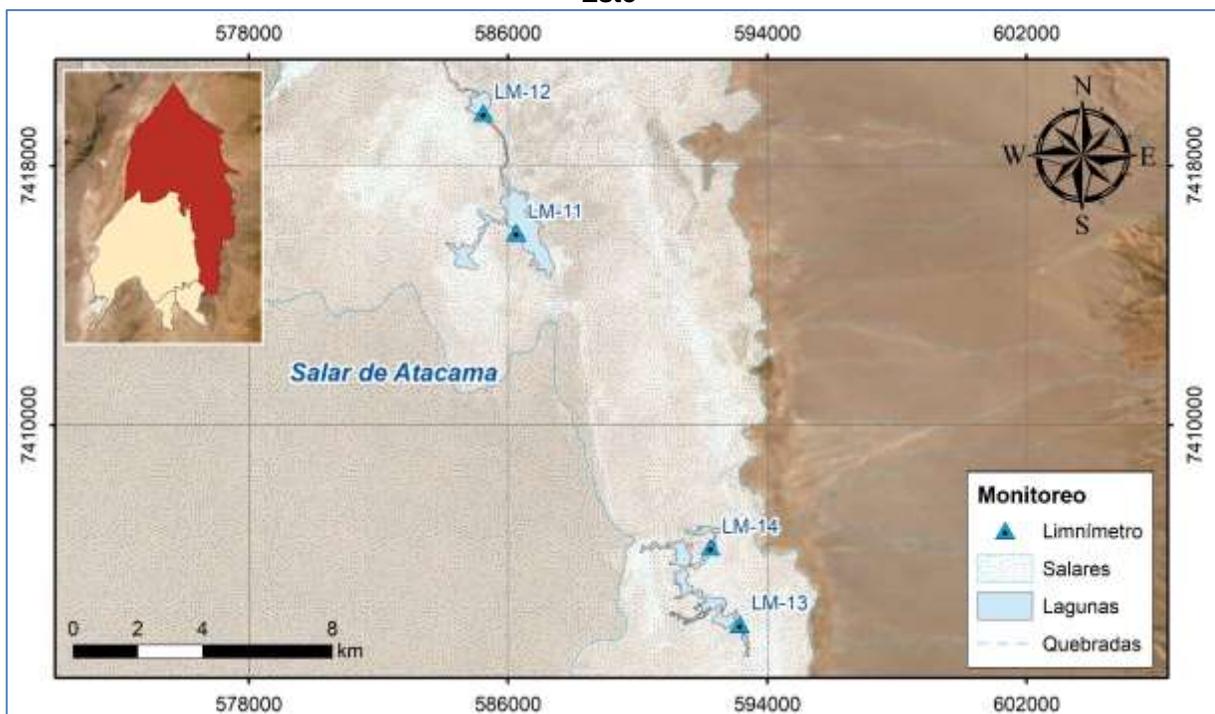
2. **IMPLEMÉNTENSE** el retorno gradual de las actividades de monitoreo ambiental e investigación en los sectores Bosque de Tambillo, Sistema Hidrológico de Soncor y Aguas de Quelana de la Reserva Nacional los Flamencos, Salar de Atacama. Estas actividades podrán realizarse a partir del 18 de enero de 2021, en función a la programación trimestral enviada a CONAF y la Comunidad Atacameña de Toconao de acuerdo al protocolo de ingreso al Salar de Atacama.

3. **IMPLEMÉNTENSE** el protocolo covid19 a partir del 18 de enero de 2021.

4. **INSTÁURESE** el protocolo COVID 19 con fecha de uso indefinida, en función al tiempo de duración de la emergencia sanitaria y los factores locales.

5. **PROHÍBASE** el ingreso y la ejecución de las actividades de monitoreo ambiental e investigación, cuando la autoridad sanitaria declare a la comuna de San Pedro de Atacama en "Cuarentena", o cuando la situación sanitaria local asociado a esta pandemia lo amerite."

Figura 5-47 Mapa de ubicación puntos de monitoreo nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-19 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2021, en sector Norte - Borde Este

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
LM-11	11-01-2021	2.299,865	(5)		09-07-2021	2.299,865	1,071	2.298,794
	22-01-2021	2.299,865	(2)		22-07-2021	2.299,865	1,070	2.298,795
	01-02-2021	2.299,865	(6)		12-08-2021	2.299,865	1,071	2.298,794
	16-02-2021	2.299,865	(4)		26-08-2021	2.299,865	(1)	
	12-03-2021	2.299,865	1,104	2.298,761	03-09-2021	2.299,865	(1)	
	25-03-2021	2.299,865	1,089	2.298,776	16-09-2021	2.299,865	(1)	
	08-04-2021	2.299,865	1,085	2.298,780	08-10-2021	2.299,865	(3)	
	23-04-2021	2.299,865	1,078	2.298,787	21-10-2021	2.299,865	(3)	
	13-05-2021	2.299,865	1,080	2.298,785	11-11-2021	2.299,865	(3)	
	27-05-2021	2.299,865	1,075	2.298,790	25-11-2021	2.299,865	(3)	
	10-06-2021	2.299,865	1,065	2.298,800	09-12-2021	2.299,865	(3)	
24-06-2021	2.299,865	(7)		23-12-2021	2.299,865	(3)		
LM-12	11-01-2021	2.299,732	(5)		09-07-2021	2.299,732	0,745	2.298,987
	22-01-2021	2.299,732	(2)		22-07-2021	2.299,732	0,745	2.298,987
	01-02-2021	2.299,732	(6)		12-08-2021	2.299,732	0,761	2.298,971
	16-02-2021	2.299,732	0,809	2.298,923	26-08-2021	2.299,732	(1)	
	12-03-2021	2.299,732	0,807	2.298,925	03-09-2021	2.299,732	(1)	
	25-03-2021	2.299,732	0,798	2.298,934	16-09-2021	2.299,732	(1)	
	08-04-2021	2.299,732	0,785	2.298,947	08-10-2021	2.299,732	(3)	
	23-04-2021	2.299,732	0,776	2.298,956	21-10-2021	2.299,732	(3)	
	13-05-2021	2.299,732	0,763	2.298,969	11-11-2021	2.299,732	(3)	
27-05-2021	2.299,732	0,75	2.298,982	25-11-2021	2.299,732	(3)		

Tabla 5-19 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2021, en sector Norte - Borde Este

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	10-06-2021	2.299,732	0,738	2.298,994	09-12-2021	2.299,732	(3)	
	24-06-2021	2.299,732	(7)		23-12-2021	2.299,732	(3)	
LM-13	11-01-2021	2.300,376	(5)		09-07-2021	2.300,376	0,913	2.299,463
	22-01-2021	2.300,376	0,944	2.299,432	22-07-2021	2.300,376	0,912	2.299,464
	01-02-2021	2.300,376	(6)		12-08-2021	2.300,376	0,905	2.299,471
	16-02-2021	2.300,376	(4)		26-08-2021	2.300,376	(1)	
	12-03-2021	2.300,376	0,961	2.299,415	03-09-2021	2.300,376	(1)	
	25-03-2021	2.300,376	0,938	2.299,438	16-09-2021	2.300,376	(1)	
	08-04-2021	2.300,376	0,934	2.299,442	08-10-2021	2.300,376	0,934	2.299,442
	23-04-2021	2.300,376	0,921	2.299,455	21-10-2021	2.300,376	0,949	2.299,427
	13-05-2021	2.300,376	0,913	2.299,463	11-11-2021	2.300,376	0,976	2.299,400
	27-05-2021	2.300,376	0,915	2.299,461	25-11-2021	2.300,376	0,989	2.299,387
	10-06-2021	2.300,376	0,913	2.299,463	23-12-2021	2.300,376	0,994	2.299,382
24-06-2021	2.300,376	(7)						
LM-14	11-01-2021	2.300,496	(5)		09-07-2021	2.300,496	0,883	2.299,613
	22-01-2021	2.300,496	0,999	2.299,497	22-07-2021	2.300,496	0,885	2.299,611
	01-02-2021	2.300,496	(6)		12-08-2021	2.300,496	0,882	2.299,614
	16-02-2021	2.300,496	1,020	2.299,476	26-08-2021	2.300,496	(1)	
	12-03-2021	2.300,496	1,015	2.299,481	03-09-2021	2.300,496	(1)	
	25-03-2021	2.300,496	0,993	2.299,503	16-09-2021	2.300,496	(1)	
	08-04-2021	2.300,496	0,978	2.299,518	08-10-2021	2.300,496	(3)	
	23-04-2021	2.300,496	0,950	2.299,546	21-10-2021	2.300,496	(3)	

Tabla 5-19 Mediciones de nivel limnimétrico, año 2021, en sector Norte - Borde Este

Punto de monitoreo	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]	Fecha de medición	Cota referencia [m s.n.m.]	Prof. Medida [m b.n.s.]	Cota de nivel [m s.n.m.]
	13-05-2021	2.300,496	0,893	2.299,603	11-11-2021	2.300,496	1,005	2.299,491
	27-05-2021	2.300,496	0,896	2.299,600	25-11-2021	2.300,496	1,020	2.299,476
	10-06-2021	2.300,496	0,889	2.299,607	23-12-2021	2.300,496	1,050	2.299,446
	24-06-2021	2.300,496	(7)					

Nota:

- (1) No se mide por toma de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle.
- (2) No se realiza, acceso restringido por presencia de flamencos.
- (3) Acceso restringido por parte de CONAF.
- (4) Punto seco.
- (5) No se realiza, dado que RNLF se encuentra cerrada por CONAF.
- (6) No se realiza, dado que CONAF sólo autoriza un día en febrero.
- (7) No se realiza, por condiciones climáticas adversas, suspende CONAF.

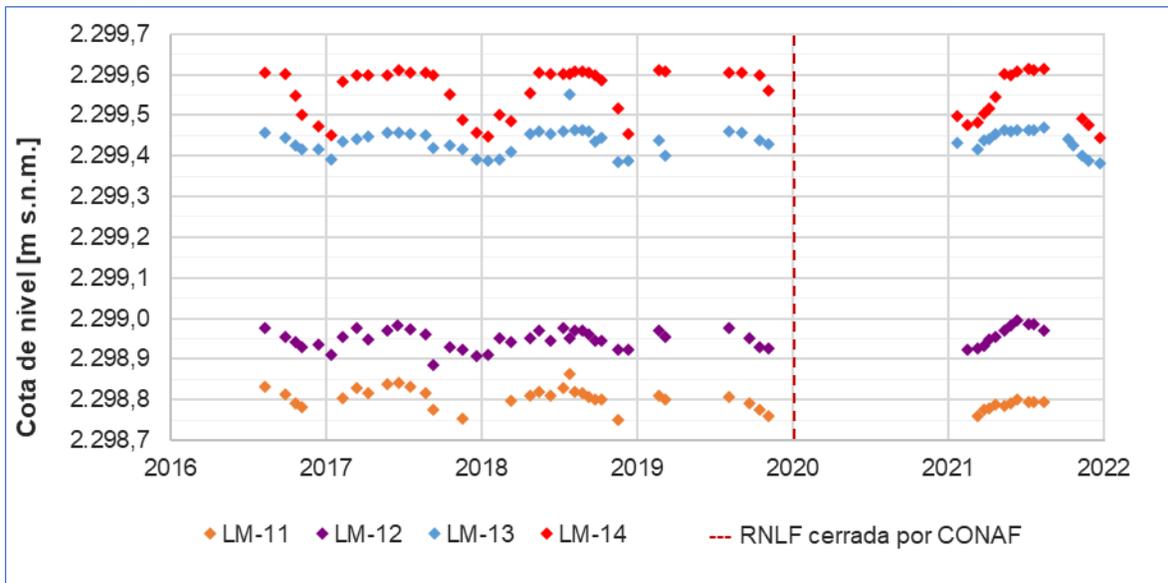
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la Figura 5-48 se observa para todos los puntos, que desde el año 2016 al 2019, al igual que para el año 2021, los niveles limnimétricos se mantienen estables (consistente al comportamiento de variabilidad estacional).

Además, se observa que los puntos de control LM-11 y LM-12 (ver Figura 5-48), ubicados en el sistema lagunar Soncor, presentan un comportamiento sincrónico con variaciones estacionales y un comportamiento estabilizado en el largo plazo en torno a los 2.298,8 m s.n.m (LM-11) y en torno a 2.298,95 m s.n.m. (LM-12), respectivamente. Con una amplitud entre cotas máxima y mínima del orden de 0,071 (medido en LM-12) m, calculadas para el año 2021.

Del mismo modo, los puntos de control LM-13 y LM-14 (ver Figura 5-48), ubicados en el sistema lagunar Aguas de Quelana, presentan un comportamiento sincrónico (aunque más pronunciado en LM-14), con variaciones estacionales y un comportamiento estabilizado en el largo plazo que oscila en torno a los 2.299,45 m s.n.m. y los 2.299,53 m s.n.m., respectivamente, y con amplitudes que están en el orden de los 0,089 m (medido en LM-13) y en el orden de 0,168 m (medido en LM-14), calculadas para el año 2021.

Figura 5-48 Evolución histórica de nivel limnimétrico, sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

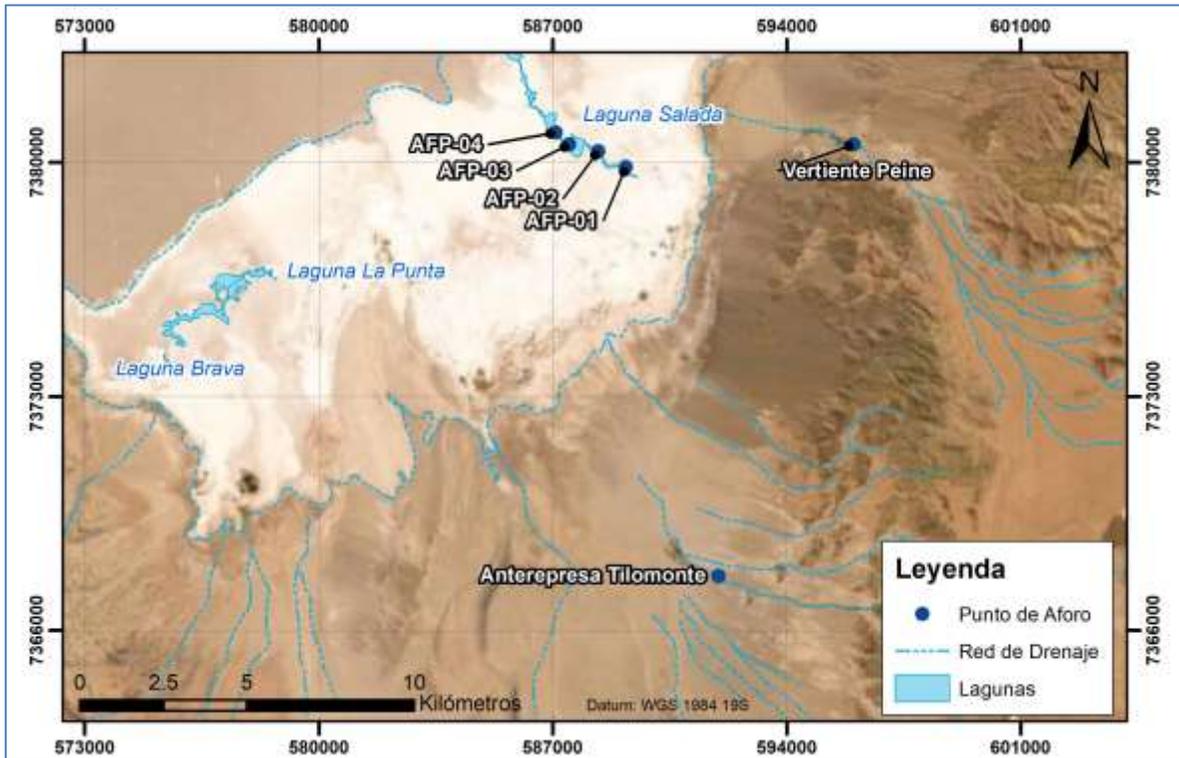
5.5 Caudales Superficiales

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados de medición de caudales de la red de monitoreo comprometida en el PSAH, conformada por 6 puntos de aforo, todos distribuidos en el sector Peine. La distribución de los puntos se muestra en el mapa de la Figura 5-49.

En la Tabla 5-20, se muestra el resumen de información por punto de aforo.

Los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04, ubicados en el Sistema Lagunar Peine, formado por las lagunas Salada, Saladita e Interna; y los puntos Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, los cuales corresponden a vertientes cuyos flujos provienen de las zonas cordilleranas. Se debe mencionar que el punto “Vertiente Peine”, corresponde al punto AFP-00 de la Adenda 5 del EIA del Proyecto.

Figura 5-49 Ubicación Puntos de Aforo PSAH



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-20 Resumen información puntos de medición de caudal de escorrentía superficial

Punto	Ubicación - Descripción	Periodo de registro	
		Primer	Ultimo
AFP-01	Sistema Lagunar Peine, Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2021
AFP-02	Sistema Lagunar Peine, Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2021
AFP-03	Sistema Lagunar Peine, Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2021
AFP-04	Sistema Lagunar Peine, Vertiente	Septiembre 2014	Octubre 2021
Anterepresa Tilomonte	Quebrada	Septiembre 2014	Diciembre 2021
Vertiente Peine	Vertiente	Septiembre 2014	Diciembre 2021

Fuente: Elaboración Propia

Los caudales aforados durante las campañas del año 2021 en los puntos comprometidos se presentan en la Tabla 5-21. Durante el primer trimestre del año 2021 no se realizó la medición de caudal en los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04, debido a restricciones de ingreso impuestas por la comunidad de Peine al sistema lagunar del mismo nombre por el cierre temporal del acceso a las lagunas, debido a la época de reproducción de flamencos. Durante el último trimestre se reportan los caudales medidos en octubre de 2021 en los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04 (última fecha con medición) debido a que se previó la prohibición de ingreso al área durante el mes de diciembre.

Tabla 5-21 Resultados campañas de aforo año 2021

Punto	Caudal (L/s)				
	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
	mar-21	jun-21	sept-21	oct-21	dic-21
AFP-01	-(1)	46,66	42,07	41,83	-(1)
AFP-02	-(1)	48,68	36,17	59,11	-(1)
AFP-03	-(1)	39,46	32,05	17,41	-(1)
AFP-04	-(1)	38,00	24,81	18,78	-(1)
Anterepresa Tilomonte	40,02	39,44	38,83	-(2)	35,36
Vertiente Peine	9,70	9,85	10,08	-(2)	5,70

Notas: 1. No se realiza aforo por la no autorización de ingreso al Sistema lagunar de Peine durante el trimestre época de reproducción de flamencos. 2. Medida del trimestre corresponde a la de diciembre de 2021.

Fuente: Elaboración propia

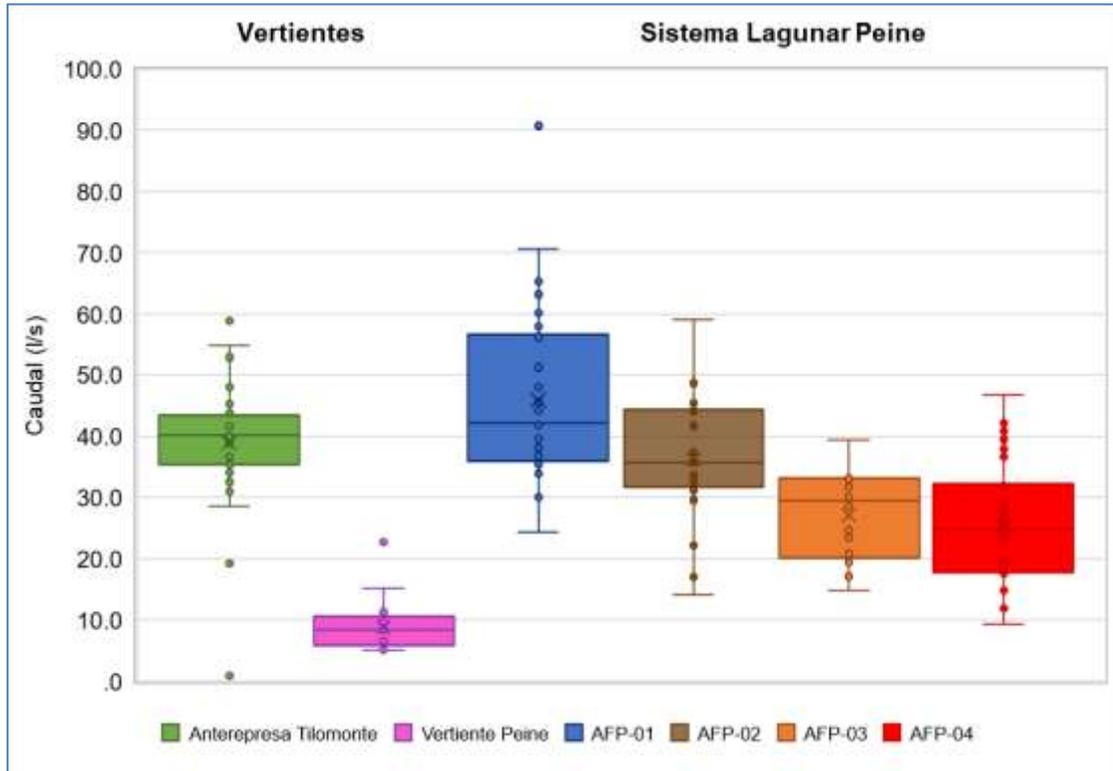
En la Figura 5-50 se muestra la distribución de los caudales históricos desde el año 2014, en cada uno de los puntos de medición mediante gráficos de caja y bigote. En estos se representan los percentiles 25% y 75% a través de los límites inferiores y superiores de la caja, mientras que los extremos de los bigotes representan el percentil 25 menos 1,5 veces el rango intercuartil y el percentil 75 más 1,5 veces el rango intercuartil para la estación. De manera complementaria se muestran los estadígrafos determinados para cada uno de los puntos de monitoreo para el período 2014 a 2021 en la Tabla 5-21.

De los valores destaca el mínimo observado para la Anterepresa Tilomonte, el que corresponde a 0,8 L/s en octubre de 2015. Este dato se considera anómalo para la distribución de caudales en el período de registro, por lo que se quitó de la serie de datos utilizados para determinar los estadígrafos, pero se mantuvo en el gráfico para evidenciar su existencia. Se observan mayores caudales en la quebrada asociada a la Anterepresa Tilomonte (mediana 40,15 L/s) que en la Vertiente Peine (mediana 8,41 L/s).

A partir de la Figura 5-50 se puede observar la evolución espacial de los caudales aforados en el Sistema Lagunar Peine, donde la numeración de los puntos de monitoreo es creciente en sentido aguas abajo. Se puede observar una disminución de caudal aguas abajo del

sistema lagunar, observándose los mayores caudales en el punto AFP-01, con una mediana de 42,07 L/s, y los menores en la estación de aforo AFP-04, con una mediana de 24,81 L/s.

Figura 5-50 Diagramas de Cajas y Bigotes Caudales Aforados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-22 Estadígrafos por punto de monitoreo de caudal

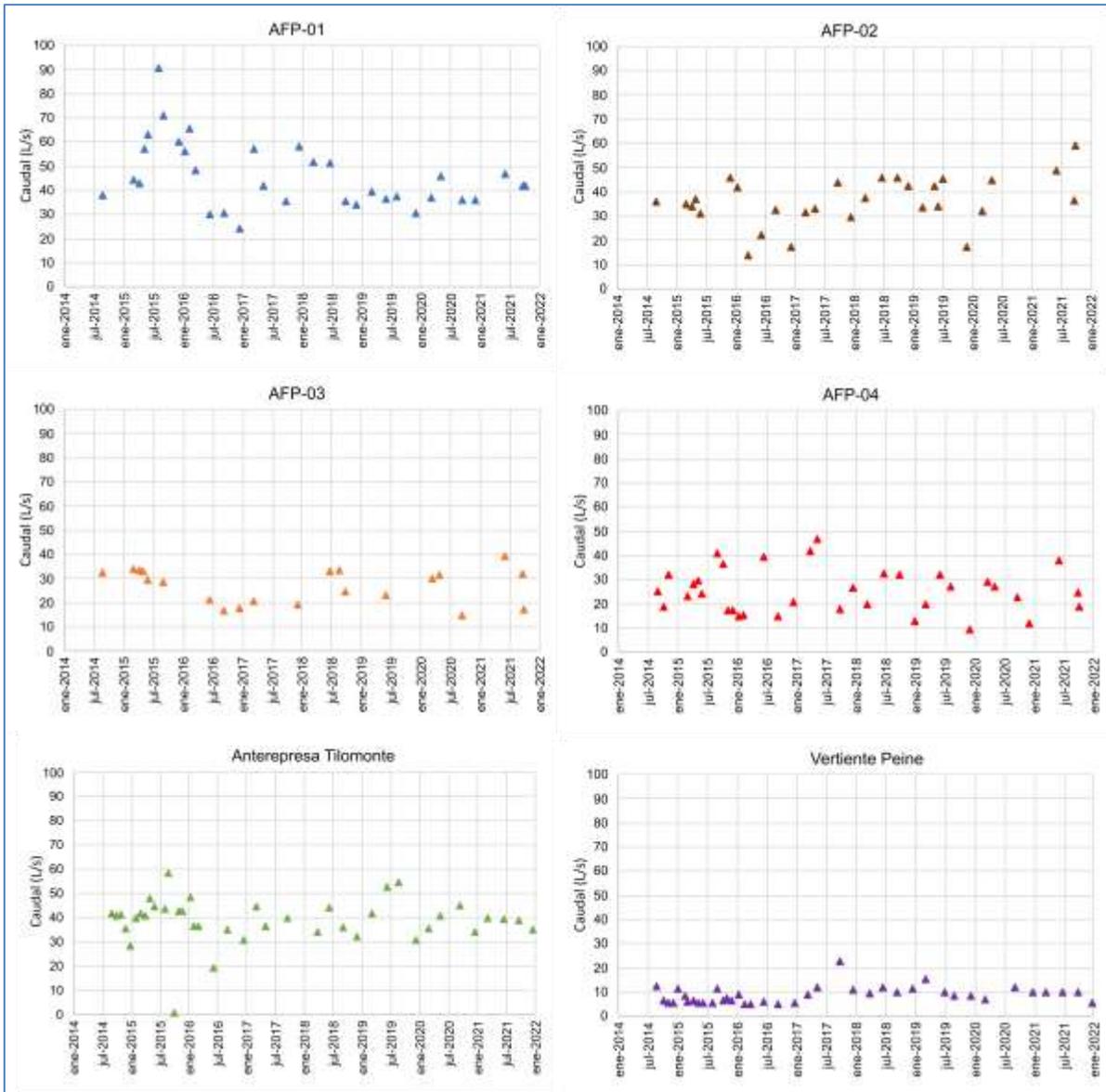
Punto de Monitoreo	Antepresa Tilomonte	Vertiente Peine	AFP-01	AFP-02	AFP-03	AFP-04
N° Datos	39	40	33	29	21	35
Mínimo	19,24	5,10	24,28	13,99	14,74	9,38
P25	35,49	5,84	36,06	31,88	20,78	17,76
Promedio	39,93	8,72	45,91	36,12	27,06	25,43
Mediana	40,15	8,41	42,07	35,76	29,50	24,81
P75	43,80	10,43	56,20	44,01	33,07	32,19
Máximo	58,80	22,65	90,70	59,11	39,46	46,76
RIC	8,31	4,60	20,14	12,13	12,29	14,43
Desviación Estándar	7,25	3,45	13,94	10,09	7,18	9,37

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-51 se muestra la evolución temporal (2014 a 2021) de los caudales aforados en cada punto de monitoreo. En general, los caudales aforados durante el año 2021 se mantienen dentro de lo observado durante los años 2019 a 2020. El detalle de las mediciones se encuentra en el Anexo E-1 del presente informe. Mientras que los datos considerados anómalos se registran en el Anexo E-2.

Durante el año 2021 se observan caudales en torno a 45 L/s en el punto AFP-01, durante el segundo y tercer trimestre. Esta tendencia coincide con la tendencia histórica observada desde el segundo semestre del año 2018, pero levemente mayores a lo registrado durante el año 2020, dónde los caudales registrados el año 2021 son cercanos a la mediana histórica para la estación de monitoreo (42,07 L/s).

Figura 5-51 Variación temporal de caudales superficiales Aforados



Fuente: Elaboración propia

El punto AFP-02 muestra un nuevo máximo histórico durante 2021 (59,11 L/s en octubre de 2021). No obstante, los caudales en este punto se mantienen cercanos a los observado durante los últimos tres años en el resto de las mediciones.

De la misma manera que el caso anterior, el punto AFP-03 registra un nuevo máximo durante junio de 2021 (39,46 L/s), el que es aproximadamente 5 L/s mayor que el máximo anterior (marzo de 2015). Existe una disminución de caudal durante el mes de octubre de 2021 consistente con lo observado en años anteriores.

La estación AFP-04, el punto más distal del Sistema Lagunar Peine, muestra caudales dentro lo registrado históricamente. Los caudales medidos durante el 2021 son levemente mayores a los registrado entre el año 2018 y 2020, y presentan una disminución en el segundo semestre similar a lo observado en años anteriores.

Los puntos de aforo cordilleranos muestran variación dentro del año, pero con caudales dentro del rango histórico durante el año 2021. La estación Anterepresa Tilomonte muestra un aumento de caudales con respecto al último trimestre del año 2020 durante el primer cuarto de 2021. Posteriormente los caudales disminuyen levemente hasta finales de 2021 dentro de lo observado anteriormente. Por otra parte, durante 2021 la Vertiente Peine presenta caudales dentro de lo observado entre los años 2018 a 2020 con valores cercanos a la mediana histórica (8,41 L/s) durante los primeros tres trimestres de 2021. Durante el último trimestre el caudal disminuye hasta valores cercanos al mínimo histórico (5,7 L/s en diciembre de 2021 y mínimo histórico de 5,1 L/s en febrero de 2016).

En general, los datos de las campañas de monitoreo del año 2021 muestran valores dentro del rango histórico, manteniéndose dentro de la variabilidad natural y estacional de cada punto de medición, con valores menores durante los meses de verano, con la excepción del caudal medido en el punto AFP-02 que es mayor a lo registrado en invierno en el año 2021.

5.6 Nivel freático en salmuera y agua dulce-salobre

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados y análisis de los registros de niveles freáticos medidos en salmuera y en el acuífero. El análisis de los resultados de la variable nivel freático, se realiza en base a los datos levantados con frecuencia mensual y quincenal cuando hubo activación de Plan de Alerta Temprana (PAT), ver sección 5.10. En particular el año 2021 la frecuencia de monitoreo del nivel freático en salmuera y agua dulce/salobre, se vio aumentada los meses de enero, febrero, marzo y abril, asociado a la activación del PAT en Fase I en el sector de Alerta Norte y a la toma de medidas preventivas del Sector de Alerta Acuífero, y los meses de julio, agosto y septiembre asociado a la activación del PAT en Fase II en el sector de Alerta Norte.

La presentación de los resultados de las campañas de monitoreo del nivel freático junto con el análisis se organiza y presenta de acuerdo a los siguientes sectores:

- La Punta – La Brava
- Peine
- Norte – Borde Este
- Núcleo.

Es importante señalar que, durante el año 2021, se presentaron dos eventos de precipitaciones, los días 27 (0,3 mm) y 20 de mayo (6,8 mm), registrando un total de 7,1 mm en el año. Destaca durante el año 2021, a diferencia del año anterior, la ausencia de eventos precipitación intensa comparables con los registrados en años anteriores, cuales superan los 9 mm, que de acuerdo a los registros históricos inciden en los aumentos relativamente instantáneos de los niveles en el acuífero y en el núcleo.

Los niveles medidos durante el periodo 2021, se presentan en tablas independientes según los sectores individualizados anteriormente, donde se detalla el periodo de registro de cada uno. La base de datos histórica con las mediciones de nivel freático se incluye en el Anexo F.

5.6.1 Sector La Punta – La Brava

En el Sector La Punta-La Brava, la red de monitoreo se compone de 39 puntos, según se aprecia en Tabla 5-23, se detalla el periodo de registro con mediciones para cada uno. Los puntos de monitoreo se han clasificado según su distribución en 4 zonas:

- Norte de las Lagunas
- Sur de las Lagunas
- Borde Sur
- Este de las Lagunas

La ubicación de los puntos, se presenta en el mapa de la Tabla 5-23, y los registros de las mediciones de nivel freático, se presentan en la Tabla 5-24, mientras que los gráficos con el registro histórico de las mediciones hasta el período 2021 se presentan en la Figura 5-53, Figura 5-54, y Figura 5-55.

Tabla 5-23 Periodo de registro red de monitoreo del sector La Punta-La Brava por zona

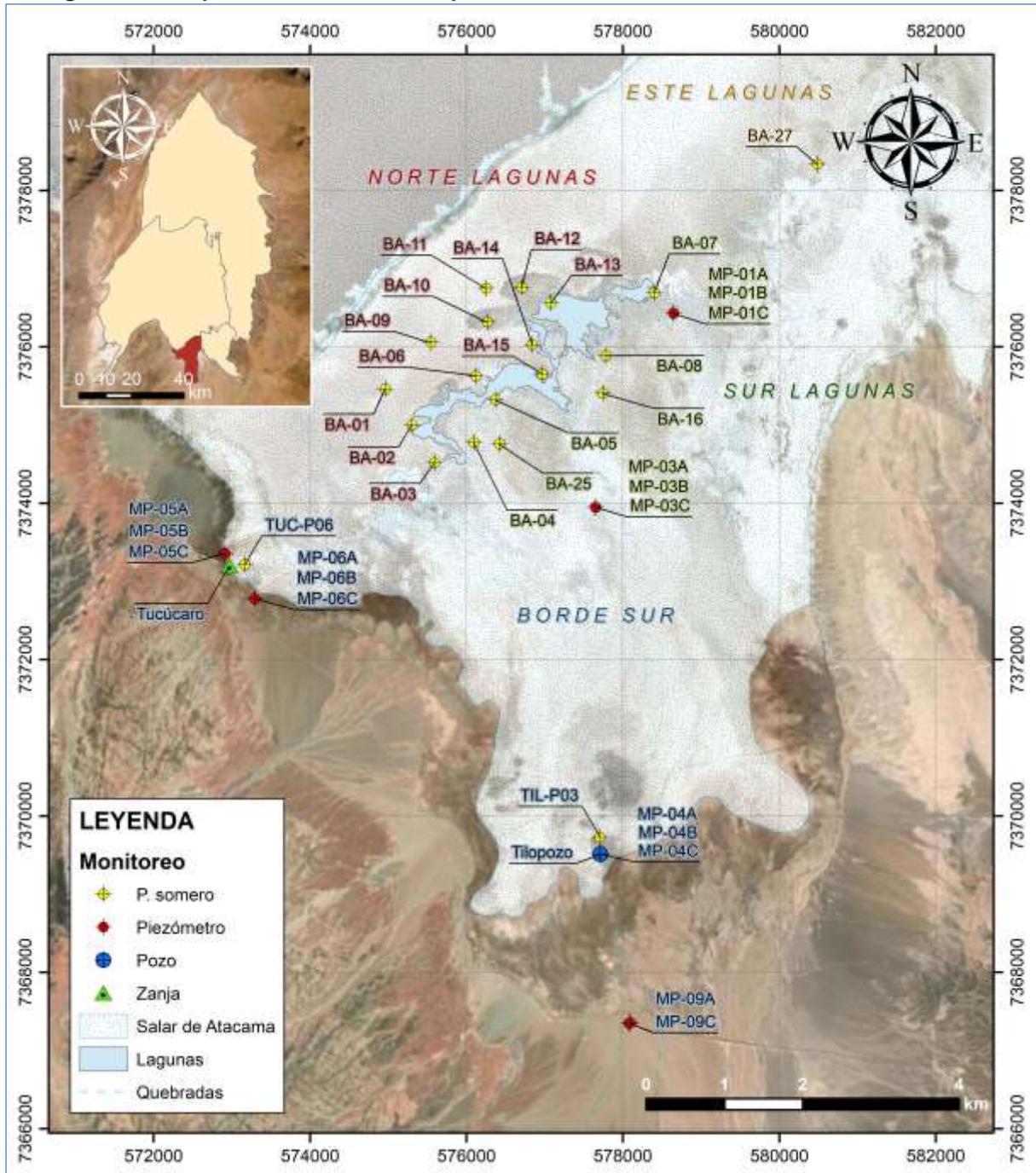
Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Borde Sur	MP-04A	22-10-13	22-12-21
	MP-04B	14-01-14	22-12-21
	MP-04C	22-10-13	22-12-21
	MP-05A	22-10-13	27-12-21
	MP-05B	25-10-13	27-12-21

Tabla 5-23 Periodo de registro red de monitoreo del sector La Punta-La Brava por zona

Zona	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	MP-05C	22-10-13	27-12-21
	MP-06A	22-10-13	27-12-21
	MP-06B	25-10-13	27-12-21
	MP-06C	22-10-13	27-12-21
	MP-09A	12-07-16	22-12-21
	MP-09C	12-07-16	22-12-21
	Tilopozo	28-01-01	28-12-21
	TIL-P03	14-07-15	22-12-21
	TUC-P06	10-06-15	27-12-21
	Tucúcaro	28-01-01	28-12-21
Este de las lagunas	BA-27	07-06-15	27-12-21
Norte de las lagunas	BA-01	07-09-13	14-12-21
	BA-02	19-08-13	14-12-21
	BA-03	18-08-13	14-12-21
	BA-06	17-05-13	13-12-21
	BA-09	20-10-13	20-12-21
	BA-10	07-09-13	20-12-21
	BA-11	19-08-13	20-12-21
	BA-12	19-08-13	20-12-21
	BA-13	19-08-13	20-12-21
	BA-14	21-06-13	02-12-21
	BA-15	21-06-13	02-12-21
Sur de las lagunas	BA-04	22-06-13	14-12-21
	BA-05	17-05-13	27-12-21
	BA-07	17-05-13	27-12-21
	BA-08	17-05-13	02-12-21
	BA-16	17-05-13	27-12-21
	BA-25	18-08-13	13-12-21
	MP-01A	22-10-13	02-12-21
	MP-01B	25-10-13	02-12-21
	MP-01C	22-10-13	02-12-21
	MP-03A	22-10-13	14-12-21
	MP-03B	25-10-13	14-12-21
MP-03C	22-10-13	14-12-21	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-52 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5-24 se presentan los resultados de las mediciones de nivel en metros sobre el nivel de mar (m s.n.m.) durante el año 2021, mediante la profundidad medida desde la cota collar hasta el nivel de agua y/o salmuera, mediante su cota topográfica equivalente.

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
BA-01	2.300,924	09-ene-21	1,616	2.299,308	12-jul-21	1,692	2.299,232
		25-ene-21	1,634	2.299,290	23-jul-21	1,691	2.299,233
		13-feb-21	1,654	2.299,270	08-ago-21	1,684	2.299,240
		27-feb-21	1,666	2.299,258	19-ago-21	(1)	
		11-mar-21	1,675	2.299,249	05-sept-21	(1)	
		30-mar-21	1,690	2.299,234	20-sept-21	1,697	2.299,227
		07-abr-21	1,698	2.299,226	06-oct-21	1,706	2.299,218
		21-abr-21	1,643	2.299,281	13-nov-21	1,729	2.299,195
		17-may-21	1,713	2.299,211	14-dic-21	1,753	2.299,171
		14-jun-21	1,707	2.299,217			
BA-02	2.301,369	09-ene-21	1,724	2.299,645	12-jul-21	1,564	2.299,805
		25-ene-21	1,74	2.299,629	23-jul-21	1,557	2.299,812
		13-feb-21	1,758	2.299,611	08-ago-21	1,566	2.299,803
		27-feb-21	1,765	2.299,604	19-ago-21	(1)	
		11-mar-21	1,770	2.299,599	05-sept-21	(1)	
		30-mar-21	1,774	2.299,595	20-sept-21	1,646	2.299,723
		07-abr-21	1,773	2.299,596	06-oct-21	1,677	2.299,692
		21-abr-21	1,765	2.299,604	13-nov-21	1,748	2.299,621
		17-may-21	1,726	2.299,643	14-dic-21	1,789	2.299,580
		14-jun-21	1,625	2.299,744			
BA-03	2.301,457	09-ene-21	1,645	2.299,812	12-jul-21	1,482	2.299,975
		25-ene-21	1,653	2.299,804	23-jul-21	1,480	2.299,977
		13-feb-21	1,654	2.299,803	08-ago-21	1,468	2.299,989
		27-feb-21	1,662	2.299,795	19-ago-21	(1)	

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		11-mar-21	1,662	2.299,795	05-sept-21	(1)	
		30-mar-21	1,658	2.299,799	20-sept-21	1,544	2.299,913
		07-abr-21	1,655	2.299,802	06-oct-21	1,578	2.299,879
		21-abr-21	1,638	2.299,819	13-nov-21	1,636	2.299,821
		17-may-21	1,583	2.299,874	14-dic-21	1,668	2.299,789
		14-jun-21	1,496	2.299,961			
BA-04	2.301,346	03-ene-21	1,157	2.300,189	03-jul-21	1,083	2.300,263
		17-ene-21	1,158	2.300,188	27-jul-21	1,092	2.300,254
		03-feb-21	1,155	2.300,191	06-ago-21	1,099	2.300,247
		21-feb-21	1,149	2.300,197	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	1,149	2.300,197	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	1,141	2.300,205	20-sept-21	1,122	2.300,224
		05-abr-21	1,132	2.300,214	03-oct-21	1,133	2.300,213
		18-abr-21	1,126	2.300,220	08-nov-21	1,147	2.300,199
		10-may-21	1,106	2.300,240	14-dic-21	1,159	2.300,187
13-jun-21	1,075	2.300,271					
BA-05	2.301,085	02-ene-21	0,960	2.300,125	05-jul-21	0,885	2.300,200
		16-ene-21	0,963	2.300,122	17-jul-21	0,891	2.300,194
		02-feb-21	0,960	2.300,125	03-ago-21	0,891	2.300,194
		27-feb-21	0,957	2.300,128	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	0,954	2.300,131	03-sept-21	(1)	
		28-mar-21	0,937	2.300,148	20-sept-21	0,916	2.300,169
		03-abr-21	0,931	2.300,154	02-oct-21	0,928	2.300,157
		17-abr-21	0,922	2.300,163	02-nov-21	0,946	2.300,139

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		03-may-21	0,911	2.300,174	27-dic-21	0,972	2.300,113
		06-jun-21	0,882	2.300,203			
BA-06	2.301,405	03-ene-21	1,639	2.299,766	03-jul-21	1,416	2.299,989
		17-ene-21	1,653	2.299,752	27-jul-21	1,414	2.299,991
		03-feb-21	1,664	2.299,741	06-ago-21	1,419	2.299,986
		21-feb-21	1,667	2.299,738	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	1,670	2.299,735	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	1,668	2.299,737	20-sept-21	1,461	2.299,944
		05-abr-21	1,654	2.299,751	03-oct-21	1,510	2.299,895
		18-abr-21	1,634	2.299,771	08-nov-21	1,620	2.299,785
		10-may-21	1,536	2.299,869	13-dic-21	1,673	2.299,732
		15-jun-21	1,418	2.299,987			
BA-07	2.300,881	02-ene-21	0,914	2.299,967	05-jul-21	0,844	2.300,037
		16-ene-21	0,919	2.299,962	17-jul-21	0,849	2.300,032
		02-feb-21	0,926	2.299,955	03-ago-21	0,849	2.300,032
		27-feb-21	0,917	2.299,964	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	0,913	2.299,968	03-sept-21	(1)	
		28-mar-21	0,894	2.299,987	20-sept-21	0,877	2.300,004
		03-abr-21	0,893	2.299,988	02-oct-21	0,889	2.299,992
		17-abr-21	0,885	2.299,996	02-nov-21	0,918	2.299,963
		03-may-21	0,870	2.300,011	27-dic-21	0,942	2.299,939
		06-jun-21	0,834	2.300,047			
BA-08	2.301,149	02-ene-21	0,809	2.300,34	05-jul-21	0,723	2.300,426

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		16-ene-21	0,814	2.300,335	17-jul-21	0,726	2.300,423
		02-feb-21	0,81	2.300,339	03-ago-21	0,727	2.300,422
		27-feb-21	0,804	2.300,345	17-ago-21		(1)
		02-mar-21	0,799	2.300,350	03-sept-21		(1)
		28-mar-21	0,777	2.300,372	20-sept-21	0,757	2.300,392
		03-abr-21	0,772	2.300,377	02-oct-21	0,774	2.300,375
		17-abr-21	0,763	2.300,386	03-nov-21	0,789	2.300,360
		03-may-21	0,744	2.300,405	02-dic-21	0,805	2.300,344
		06-jun-21	0,703	2.300,446			
BA-09	2.300,787	09-ene-21	1,519	2.299,268	12-jul-21	1,590	2.299,197
		25-ene-21	1,542	2.299,245	23-jul-21	1,587	2.299,200
		13-feb-21	1,565	2.299,222	08-ago-21	1,575	2.299,212
		27-feb-21	1,581	2.299,206	19-ago-21		(1)
		11-mar-21	1,589	2.299,198	05-sept-21		(1)
		30-mar-21	1,607	2.299,180	20-sept-21	1,591	2.299,196
		07-abr-21	1,615	2.299,172	06-oct-21	1,597	2.299,190
		21-abr-21	1,625	2.299,162	13-nov-21	1,626	2.299,161
		17-may-21	1,628	2.299,159	20-dic-21	1,659	2.299,128
		14-jun-21	1,614	2.299,173			
BA-10	2.300,791	09-ene-21	1,338	2.299,453	12-jul-21	1,215	2.299,576
		25-ene-21	1,358	2.299,433	23-jul-21	1,212	2.299,579
		13-feb-21	1,377	2.299,414	08-ago-21	1,220	2.299,571
		27-feb-21	1,387	2.299,404	19-ago-21		(1)
		11-mar-21	1,391	2.299,400	05-sept-21		(1)

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		30-mar-21	1,399	2.299,392	20-sept-21	1,268	2.299,523
		07-abr-21	1,398	2.299,393	06-oct-21	1,294	2.299,497
		21-abr-21	1,395	2.299,396	13-nov-21	1,369	2.299,422
		17-may-21	1,360	2.299,431	20-dic-21	1,420	2.299,371
		14-jun-21	1,248	2.299,543			
BA-11	2.300,928	09-ene-21	1,777	2.299,151	12-jul-21	1,778	2.299,150
		25-ene-21	1,795	2.299,133	23-jul-21	1,777	2.299,151
		13-feb-21	1,813	2.299,115	08-ago-21	1,793	2.299,135
		27-feb-21	1,824	2.299,104	19-ago-21		(1)
		11-mar-21	1,83	2.299,098	05-sept-21		(1)
		30-mar-21	1,842	2.299,086	20-sept-21	1,841	2.299,087
		07-abr-21	1,848	2.299,080	06-oct-21	1,855	2.299,073
		21-abr-21	1,853	2.299,075	13-nov-21	1,893	2.299,035
		17-may-21	1,85	2.299,078	20-dic-21	1,921	2.299,007
		14-jun-21	1,794	2.299,134			
BA-12	2.300,999	09-ene-21	1,628	2.299,371	12-jul-21	1,386	2.299,613
		25-ene-21	1,644	2.299,355	23-jul-21	1,391	2.299,608
		13-feb-21	1,658	2.299,341	08-ago-21	1,430	2.299,569
		27-feb-21	1,663	2.299,336	19-ago-21		(1)
		11-mar-21	1,667	2.299,332	05-sept-21		(1)
		30-mar-21	1,667	2.299,332	20-sept-21	1,565	2.299,434
		07-abr-21	1,663	2.299,336	06-oct-21	1,610	2.299,389
		21-abr-21	1,655	2.299,344	13-nov-21	1,681	2.299,318
		17-may-21	1,610	2.299,389	20-dic-21	1,724	2.299,275

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		14-jun-21	1,394	2.299,605			
BA-13	2.301,084	09-ene-21	1,420	2.299,664	12-jul-21	1,217	2.299,867
		25-ene-21	1,428	2.299,656	23-jul-21	1,217	2.299,867
		13-feb-21	1,431	2.299,653	08-ago-21	1,237	2.299,847
		27-feb-21	1,428	2.299,656	19-ago-21	(1)	
		11-mar-21	1,421	2.299,663	05-sept-21	(1)	
		30-mar-21	1,389	2.299,695	20-sept-21	1,310	2.299,774
		07-abr-21	1,372	2.299,712	06-oct-21	1,363	2.299,721
		21-abr-21	1,349	2.299,735	13-nov-21	1,434	2.299,650
		17-may-21	1,265	2.299,819	20-dic-21	1,482	2.299,602
				14-jun-21	1,218	2.299,866	
BA-14	2.301,375	02-ene-21	1,456	2.299,919	05-jul-21	1,335	2.300,040
		16-ene-21	1,461	2.299,914	17-jul-21	1,337	2.300,038
		02-feb-21	1,465	2.299,910	03-ago-21	1,334	2.300,041
		27-feb-21	1,460	2.299,915	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	1,459	2.299,916	03-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,438	2.299,937	20-sept-21	1,381	2.299,994
		03-abr-21	1,431	2.299,944	02-oct-21	1,401	2.299,974
		17-abr-21	1,431	2.299,944	03-nov-21	1,441	2.299,934
		03-may-21	1,372	2.300,003	02-dic-21	1,466	2.299,909
				06-jun-21	1,338	2.300,037	
BA-15	2.301,132	02-ene-21	1,198	2.299,934	05-jul-21	1,111	2.300,021
		16-ene-21	1,203	2.299,929	17-jul-21	1,115	2.300,017

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		02-feb-21	1,203	2.299,929	03-ago-21	1,116	2.300,016
		27-feb-21	1,195	2.299,937	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	1,193	2.299,939	03-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,169	2.299,963	30-sept-21	1,155	2.299,977
		03-abr-21	1,166	2.299,966	02-oct-21	1,155	2.299,977
		17-abr-21	1,166	2.299,966	03-nov-21	1,176	2.299,956
		03-may-21	1,140	2.299,992	02-dic-21	1,195	2.299,937
		06-jun-21	1,108	2.300,024			
BA-16	2.301,777	02-ene-21	0,953	2.300,824	05-jul-21	0,902	2.300,875
		16-ene-21	0,955	2.300,822	17-jul-21	0,904	2.300,873
		02-feb-21	0,953	2.300,824	03-ago-21	0,902	2.300,875
		27-feb-21	0,951	2.300,826	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	0,945	2.300,832	03-sept-21	(1)	
		28-mar-21	0,935	2.300,842	20-sept-21	0,923	2.300,854
		03-abr-21	0,934	2.300,843	02-oct-21	0,934	2.300,843
		17-abr-21	0,927	2.300,850	02-nov-21	0,945	2.300,832
		03-may-21	0,914	2.300,863	27-dic-21	0,952	2.300,825
		06-jun-21	0,880	2.300,897			
BA-25	2.301,472	03-ene-21	1,197	2.300,275	03-jul-21	1,179	2.300,293
		17-ene-21	1,198	2.300,274	27-jul-21	1,181	2.300,291
		03-feb-21	1,196	2.300,276	06-ago-21	1,184	2.300,288
		21-feb-21	1,194	2.300,278	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	1,194	2.300,278	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	1,194	2.300,278	20-sept-21	1,187	2.300,285

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		05-abr-21	1,191	2.300,281	03-oct-21	1,191	2.300,281
		18-abr-21	1,190	2.300,282	08-nov-21	1,195	2.300,277
		10-may-21	1,182	2.300,290	13-dic-21	1,197	2.300,275
		13-jun-21	1,178	2.300,294			
BA-27	2.301,475	14-ene-21	1,204	2.300,271	12-jul-21	1,235	2.300,240
		31-ene-21	1,221	2.300,254	27-jul-21	1,224	2.300,251
		12-feb-21	1,233	2.300,242	13-ago-21	1,215	2.300,260
		27-feb-21	1,243	2.300,232	28-ago-21		(1)
		10-mar-21	1,249	2.300,226	13-sept-21		(1)
		29-mar-21	1,263	2.300,212	28-sept-21	1,227	2.300,248
		14-abr-21	1,273	2.300,202	12-oct-21	1,237	2.300,238
		28-abr-21	1,277	2.300,198	22-nov-21	1,271	2.300,204
		24-may-21	1,278	2.300,197	27-dic-21	1,292	2.300,183
		23-jun-21	1,245	2.300,230			
MP-01A	2.301,226	02-ene-21	0,488	2.300,738	05-jul-21	0,448	2.300,778
		16-ene-21	0,491	2.300,735	17-jul-21	0,448	2.300,778
		02-feb-21	0,499	2.300,727	03-ago-21	0,450	2.300,776
		21-feb-21	0,502	2.300,724	25-ago-21		(1)
		02-mar-21	0,497	2.300,729	03-sept-21		(1)
		26-mar-21	0,494	2.300,732	20-sept-21	0,468	2.300,758
		03-abr-21	0,491	2.300,735	02-oct-21	0,479	2.300,747
		17-abr-21	0,485	2.300,741	03-nov-21	0,497	2.300,729
		03-may-21	0,474	2.300,752	02-dic-21	0,509	2.300,717
		06-jun-21	0,441	2.300,785			

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
MP-01B	2.301,192	02-ene-21	0,344	2.300,848	05-jul-21	0,500	2.300,692
		16-ene-21	0,353	2.300,839	17-jul-21	0,502	2.300,690
		02-feb-21	0,352	2.300,840	03-ago-21	0,320	2.300,872
		21-feb-21	0,352	2.300,840	25-ago-21		(1)
		02-mar-21	0,424	2.300,768	03-sept-21		(1)
		26-mar-21	0,378	2.300,814	20-sept-21	0,328	2.300,864
		03-abr-21	0,392	2.300,800	02-oct-21	0,333	2.300,859
		17-abr-21	0,401	2.300,791	03-nov-21	0,356	2.300,836
		03-may-21	0,509	2.300,683	02-dic-21	0,376	2.300,816
		06-jun-21	0,487	2.300,705			
MP-01C	2.301,234	02-ene-21	0,616	2.300,618	05-jul-21	0,585	2.300,649
		16-ene-21	0,621	2.300,613	17-jul-21	0,583	2.300,651
		02-feb-21	0,617	2.300,617	03-ago-21	0,585	2.300,649
		21-feb-21	0,620	2.300,614	25-ago-21		(1)
		02-mar-21	0,616	2.300,618	03-sept-21		(1)
		26-mar-21	0,613	2.300,621	20-sept-21	0,586	2.300,648
		03-abr-21	0,619	2.300,615	02-oct-21	0,586	2.300,648
		17-abr-21	0,615	2.300,619	03-nov-21	0,597	2.300,637
		03-may-21	0,596	2.300,638	02-dic-21	0,597	2.300,637
		13-jun-21	0,587	2.300,647			
MP-03A	2.302,644	02-ene-21	0,713	2.301,931	03-jul-21	0,601	2.302,043
		17-ene-21	0,720	2.301,924	27-jul-21	0,605	2.302,039
		03-feb-21	0,712	2.301,932	06-ago-21	0,605	2.302,039

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		21-feb-21	0,714	2.301,930	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	0,702	2.301,942	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	0,693	2.301,951	20-sept-21	0,626	2.302,018
		05-abr-21	0,680	2.301,964	03-oct-21	0,642	2.302,002
		18-abr-21	0,670	2.301,974	08-nov-21	0,669	2.301,975
		10-may-21	0,638	2.302,006	14-dic-21	0,697	2.301,947
		13-jun-21	0,595	2.302,049			
MP-03B	2.302,634	02-ene-21	0,738	2.301,896	03-jul-21	0,608	2.302,026
		17-ene-21	0,744	2.301,890	27-jul-21	0,618	2.302,016
		03-feb-21	0,743	2.301,891	06-ago-21	0,615	2.302,019
		21-feb-21	0,735	2.301,899	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	0,727	2.301,907	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	0,712	2.301,922	20-sept-21	0,632	2.302,002
		05-abr-21	0,700	2.301,934	03-oct-21	0,648	2.301,986
		18-abr-21	0,684	2.301,950	08-nov-21	0,669	2.301,965
		10-may-21	0,653	2.301,981	14-dic-21	0,689	2.301,945
13-jun-21	0,603	2.302,031					
MP-03C	2.302,644	02-ene-21	0,699	2.301,945	03-jul-21	0,593	2.302,051
		17-ene-21	0,705	2.301,939	27-jul-21	0,597	2.302,047
		03-feb-21	0,700	2.301,944	06-ago-21	0,597	2.302,047
		21-feb-21	0,700	2.301,944	28-ago-21	(1)	
		03-mar-21	0,691	2.301,953	05-sept-21	(1)	
		20-mar-21	0,684	2.301,960	20-sept-21	0,612	2.302,032
		05-abr-21	0,673	2.301,971	03-oct-21	0,628	2.302,016

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		18-abr-21	0,663	2.301,981	08-nov-21	0,656	2.301,988
		10-may-21	0,632	2.302,012	14-dic-21	0,680	2.301,964
		13-jun-21	0,589	2.302,055			
MP-04A	2.308,647	15-ene-21	1,028	2.307,619	07-jul-21	0,969	2.307,678
		21-ene-21	1,029	2.307,618	19-jul-21	0,968	2.307,679
		11-feb-21	1,044	2.307,603	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,042	2.307,605	30-ago-21	(1)	
		06-mar-21	1,053	2.307,594	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,031	2.307,616	30-sept-21	0,966	2.307,681
		10-abr-21	1,038	2.307,609	15-oct-21	0,969	2.307,678
		22-abr-21	1,030	2.307,617	28-nov-21	0,996	2.307,651
		01-jun-21	1,000	2.307,647	22-dic-21	1,009	2.307,638
		28-jun-21	0,984	2.307,663			
MP-04B	2.308,529	15-ene-21	5,772	2.302,757	07-jul-21	5,903	2.302,626
		21-ene-21	5,734	2.302,795	19-jul-21	5,820	2.302,709
		11-feb-21	6,303	2.302,226	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	6,119	2.302,410	30-ago-21	(1)	
		06-mar-21	6,472	2.302,057	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	6,304	2.302,225	30-sept-21	5,759	2.302,770
		10-abr-21	6,732	2.301,797	15-oct-21	5,662	2.302,867
		22-abr-21	6,505	2.302,024	28-nov-21	6,158	2.302,371
		01-jun-21	6,205	2.302,324	22-dic-21	5,988	2.302,541
		28-jun-21	5,984	2.302,545			

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
MP-04C	2.308,611	15-ene-21	1,145	2.307,466	07-jul-21	1,085	2.307,526
		21-ene-21	1,145	2.307,466	19-jul-21	1,082	2.307,529
		11-feb-21	1,160	2.307,451	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,158	2.307,453	30-ago-21	(1)	
		06-mar-21	1,177	2.307,434	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,146	2.307,465	30-sept-21	1,077	2.307,534
		10-abr-21	1,153	2.307,458	15-oct-21	1,084	2.307,527
		22-abr-21	1,145	2.307,466	28-nov-21	1,109	2.307,502
		01-jun-21	1,113	2.307,498	22-dic-21	1,125	2.307,486
		28-jun-21	1,097	2.307,514			
MP-05A	2.303,242	15-ene-21	1,548	2.301,694	15-jul-21	1,476	2.301,766
		21-ene-21	1,562	2.301,680	29-jul-21	1,486	2.301,756
		07-feb-21	1,592	2.301,650	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,595	2.301,647	30-ago-21	(1)	
		15-mar-21	1,583	2.301,659	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,599	2.301,643	30-sept-21	1,438	2.301,804
		10-abr-21	1,566	2.301,676	15-oct-21	1,474	2.301,768
		22-abr-21	1,558	2.301,684	19-nov-21	1,552	2.301,690
		21-may-21	1,530	2.301,712	27-dic-21	1,627	2.301,615
		23-jun-21	1,484	2.301,758			
MP-05B	2.303,237	15-ene-21	3,670	2.299,567	15-jul-21	3,769	2.299,468
		21-ene-21	3,673	2.299,564	29-jul-21	3,774	2.299,463
		07-feb-21	3,714	2.299,523	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	3,712	2.299,525	30-ago-21	(1)	

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		15-mar-21	3,736	2.299,501	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	3,730	2.299,507	30-sept-21	3,754	2.299,483
		10-abr-21	3,781	2.299,456	15-oct-21	3,762	2.299,475
		22-abr-21	3,773	2.299,464	19-nov-21	3,785	2.299,452
		21-may-21	3,794	2.299,443	27-dic-21	3,79	2.299,447
		23-jun-21	3,773	2.299,464			
MP-05C	2.303,219	15-ene-21	1,340	2.301,879	15-jul-21	1,142	2.302,077
		21-ene-21	1,346	2.301,873	29-jul-21	1,141	2.302,078
		07-feb-21	1,371	2.301,848	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,373	2.301,846	30-ago-21	(1)	
		15-mar-21	1,335	2.301,884	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,323	2.301,896	30-sept-21	1,076	2.302,143
		10-abr-21	1,287	2.301,932	15-oct-21	1,119	2.302,100
		22-abr-21	1,279	2.301,940	19-nov-21	1,198	2.302,021
		21-may-21	1,217	2.302,002	27-dic-21	1,268	2.301,951
23-jun-21	1,195	2.302,024					
MP-06A	2.305,256	15-ene-21	1,491	2.303,765	15-jul-21	1,511	2.303,745
		21-ene-21	1,496	2.303,760	27-jul-21	1,482	2.303,774
		07-feb-21	1,535	2.303,721	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,543	2.303,713	30-ago-21	(1)	
		15-mar-21	1,542	2.303,714	15-sept-21	(1)	
		29-mar-21	1,544	2.303,712	30-sept-21	1,485	2.303,771
		10-abr-21	1,562	2.303,694	15-oct-21	1,505	2.303,751
		22-abr-21	1,561	2.303,695	19-nov-21	1,517	2.303,739

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		21-may-21	1,532	2.303,724	27-dic-21	1,555	2.303,701
		23-jun-21	1,515	2.303,741			
MP-06B	2.305,239	15-ene-21	1,216	2.304,023	15-jul-21	1,204	2.304,035
		21-ene-21	1,220	2.304,019	27-jul-21	1,185	2.304,054
		07-feb-21	1,339	2.303,900	15-ago-21		(1)
		20-feb-21	1,251	2.303,988	30-ago-21		(1)
		15-mar-21	1,263	2.303,976	15-sept-21		(1)
		29-mar-21	1,266	2.303,973	30-sept-21	1,171	2.304,068
		10-abr-21	1,398	2.303,841	15-oct-21	1,177	2.304,062
		22-abr-21	1,389	2.303,850	19-nov-21	1,192	2.304,047
		21-may-21	1,225	2.304,014	27-dic-21	1,218	2.304,021
		23-jun-21	1,205	2.304,034			
MP-06C	2.305,279	15-ene-21	1,502	2.303,770	15-jul-21	1,522	2.303,757
		07-feb-21	1,544	2.303,735	29-jul-21	1,494	2.303,785
		20-feb-21	1,555	2.303,724	15-ago-21		(1)
		15-mar-21	1,553	2.303,726	30-ago-21		(1)
		29-mar-21	1,554	2.303,725	15-sept-21		(1)
		10-abr-21	1,572	2.303,707	30-sept-21	1,507	2.303,772
		22-abr-21	1,562	2.303,717	15-oct-21	1,516	2.303,763
		21-may-21	1,544	2.303,735	19-nov-21	1,531	2.303,748
				23-jun-21	1,526	2.303,753	27-dic-21
MP-09A	2.318,432	15-ene-21	9,274	2.309,158	07-jul-21	9,276	2.309,156
		21-ene-21	9,275	2.309,157	19-jul-21	9,267	2.309,165

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		11-feb-21	9,293	2.309,139	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	9,297	2.309,135	31-ago-21	(1)	
		06-mar-21	9,302	2.309,130	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	9,307	2.309,125	30-sept-21	9,233	2.309,199
		10-abr-21	9,306	2.309,126	22-oct-21	9,250	2.309,182
		24-abr-21	9,302	2.309,130	28-nov-21	9,261	2.309,171
		01-jun-21	9,293	2.309,139	22-dic-21	9,272	2.309,160
		28-jun-21	9,276	2.309,156			
MP-09C	2.318,261	15-ene-21	9,075	2.309,186	07-jul-21	9,078	2.309,183
		21-ene-21	9,075	2.309,186	19-jul-21	9,065	2.309,196
		11-feb-21	9,095	2.309,166	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	9,100	2.309,161	31-ago-21	(1)	
		06-mar-21	9,102	2.309,159	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	9,103	2.309,158	30-sept-21	9,041	2.309,220
		10-abr-21	9,108	2.309,153	15-oct-21	9,045	2.309,216
		24-abr-21	9,102	2.309,159	28-nov-21	9,060	2.309,201
		01-jun-21	9,050	2.309,211	22-dic-21	9,072	2.309,189
		28-jun-21	9,077	2.309,184			
Tilopozo	2.308,099	15-ene-21	0,929	2.307,170	15-jul-21	0,756	2.307,343
		31-ene-21	0,917	2.307,182	31-jul-21	0,807	2.307,292
		15-feb-21	0,937	2.307,162	15-ago-21	(1)	
		28-feb-21	1,014	2.307,085	31-ago-21	(1)	
		15-mar-21	0,950	2.307,149	15-sept-21	(1)	
		31-mar-21	0,883	2.307,216	30-sept-21	0,802	2.307,297

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		15-abr-21	0,803	2.307,296	15-oct-21	0,833	2.307,266
		28-abr-21	0,855	2.307,244	28-nov-21	0,865	2.307,234
		31-may-21	0,797	2.307,302	28-dic-21	0,885	2.307,214
		30-jun-21	0,802	2.307,297			
TIL-P03	2.306,533	15-ene-21	1,112	2.305,421	07-jul-21	0,836	2.305,697
		21-ene-21	1,127	2.305,406	31-jul-21	0,812	2.305,721
		11-feb-21	1,144	2.305,389	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,150	2.305,383	31-ago-21	(1)	
		06-mar-21	1,157	2.305,376	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,134	2.305,399	30-sept-21	0,794	2.305,739
		10-abr-21	1,112	2.305,421	15-oct-21	0,839	2.305,694
		22-abr-21	1,092	2.305,441	28-nov-21	0,960	2.305,573
		01-jun-21	0,951	2.305,582	22-dic-21	1,026	2.305,507
		28-jun-21	0,869	2.305,664			
TUC-P06	2.302,415	15-ene-21	1,037	2.301,364	31-jul-21	0,882	2.301,533
		07-feb-21	1,984	2.300,431	15-ago-21	(1)	
		20-feb-21	1,093	2.301,322	31-ago-21	(1)	
		15-mar-21	1,059	2.301,356	15-sept-21	(1)	
		28-mar-21	1,072	2.301,343	30-sept-21	0,827	2.301,588
		10-abr-21	1,054	2.301,361	15-oct-21	0,869	2.301,546
		22-abr-21	1,032	2.301,383	19-nov-21	0,973	2.301,442
		21-may-21	0,985	2.301,430	27-dic-21	1,066	2.301,349
		24-jun-21	0,926	2.301,489	31-jul-21	0,882	2.301,533
		15-jul-21	0,895	2.301,520			

Tabla 5-24 Resultados medición de niveles en sector La Punta-La Brava, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
Tucúcaro	2.303,125	15-ene-21	1,320	2.301,805	15-jul-21	1,013	2.302,112
		31-ene-21	1,322	2.301,803	31-jul-21	1,086	2.302,039
		15-feb-21	1,325	2.301,800	15-ago-21	(1)	
		28-feb-21	1,314	2.301,811	31-ago-21	(1)	
		15-mar-21	1,330	2.301,795	15-sept-21	(1)	
		31-mar-21	1,336	2.301,789	30-sept-21	0,932	2.302,193
		15-abr-21	1,235	2.301,890	15-oct-21	0,958	2.302,167
		28-abr-21	1,258	2.301,867	28-nov-21	1,149	2.301,976
		31-may-21	0,955	2.302,170	28-dic-21	1,336	2.301,789
		30-jun-21	1,016	2.302,109			

Notas: (1): No se mide por toma ilegal de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle, lo que fue informado mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-047 presenta en Anexo M.

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presenta el análisis de la evolución temporal observado en los niveles en el sector La Punta La Brava, organizado por las zonas definidas en la Tabla 5-23, la representación gráfica del registro de niveles del sector La Punta-La Brava, se presenta en la Figura 5-53, Figura 5-54 y Figura 5-55. Se destaca, que en agosto y septiembre de 2021, se tuvo problemas para tomar mediciones debido a la toma ilegal de caminos, asociado a huelga de uno de los sindicatos de Albemarle. Lo anterior fue reportado a la SMA, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-047, en el mes de agosto de 2021.

Los registros históricos de niveles freáticos se presentan en el Anexo F.

Zona Norte de las lagunas

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Norte de las lagunas fueron presentados en la Tabla 5-24 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-53, en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Los puntos de observación de este sector corresponden a 11 pozos someros (con profundidades máximas de 1,80 m) denominados barrenos (BA-XX), por lo que son particularmente sensibles a los procesos que ocurren en superficie.

Durante el año 2021, la cota del nivel freático se registró entre los 2.299,007 y 2.300,041 m s.n.m. medidos en BA-11 (diciembre) y en BA-14 (agosto) respectivamente, de acuerdo con los datos históricos registrados entre los años 2014 y 2020, los valores del año 2021 son similares a los históricos observados (Anexo F), los que varían entre 2.299,054 y 2.300,131 m s.n.m. medidos en BA-11 y BA-02. En el gráfico de la Figura 5-53 se aprecia que el conjunto de pozos de observación de la zona Norte de las lagunas, describe un comportamiento oscilante en forma sincrónica que responde a variaciones estacionales. Se reconoce un marcado aumento de niveles en los meses de invierno (alcanzando su peak máximo en julio - agosto) y su consecuente descenso de nivel en las estaciones más cálidas (enero – febrero). La amplitud de las variaciones estacionales son del orden de 0,069 m (calculado en BA-01) a 0,338 m (calculado en BA-12).

Históricamente se han registrado aumentos abruptos del nivel freático asociado a los eventos de precipitación máxima, como los registrados en la Estación Rockwood en febrero 2017 (24,10 mm/día), enero 2019 (14 mm/día) y en agosto de 2020 (16,50 mm/día), el detalle de los registros de precipitación en la Estación Rockwood pueden revisarse en la sección 5.1. Los pozos ubicados cerca del Núcleo, como BA-01, BA-09, BA-10, BA-11 y BA-12, para esas fechas presentaron aumentos de su nivel freático de hasta 0,67 m posterior a las precipitaciones registradas en enero de 2019 según lo registrado en el pozo BA-11 (Figura 5-53), durante el año 2021 los niveles freáticos no mostraron aumentos abruptos de nivel

freático, situación que coincide con la ausencia de eventos de precipitación intensa aquí citados.

Los pozos en el Zona Norte de las lagunas muestran niveles relativamente estables, el descenso promedio respecto de la cota mínima entre el año 2016 y 2021 es entorno a los 4 cm (promedio calculado entre los pozos BA-02, BA-03, BA-06; BA-13, BA-14 y BA-15), por otro lado los pozos cercanos al borde del Núcleo (BA-01, BA-09, BA-10, BA-11 y BA-12) muestran un descenso relativamente mayor, en promedio los niveles mínimos han disminuido entre 2016 y 2021, 7 cm, la tendencia de descenso se mantiene durante el año 2021. Estos valores son consistentes con los presentados en el informe de investigación “Informe Técnico N°1 Activación Plan de Alerta Temprana-Sector Alerta Acuífero”, entregado en agosto de 2021¹⁶.

Zona Este de las lagunas

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Este de las lagunas, fueron presentados en la Tabla 5-24 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-53 en conjunto con el mapa de ubicación del pozo somero BA-27, el único ubicado en el sector.

Durante el año 2021 los niveles freáticos se registraron entre 2.300,183 y 2.300,271 m s.n.m., medidos en diciembre y enero del 2021 respectivamente, estos valores son similares a los registros históricos, los cuales han variado entre los 2.300,191 y 2.300,546 m s.n.m.

En la Figura 5-53 (grafico superior) se representa el registro de nivel freático completo de BA-27. Su comportamiento es similar al de los barrenos ubicados al Norte de las lagunas, describiendo oscilaciones estacionales con máximos en invierno (julio – agosto) y mínimos en verano (entre enero y abril) . Como se describe en la Zona Norte de las lagunas, los niveles en la Zona Este también muestran saltos en sus niveles, posterior a los eventos de precipitación históricos, el máximo aumento se registra luego de las precipitaciones de enero 2019 (14,00 mm/día) de 0,355 m. Durante el año 2021 este comportamiento no es observado, lo cual se explica dada la ausencia de eventos de precipitación intensa durante este año, lo que de acuerdo a lo presentado en la sección 5.1 fueron 7,1 mm.

¹⁶ “Informe de Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del Plan de Alerta Temprana (PAT), en el sector de alerta Acuífero”, entregado con carta a la SMA: ALB-GMA-2021-SAMA-046 (en Anexo M)

Zona Sur de las lagunas

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Sur de las lagunas fueron presentados en Tabla 5-24 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-54 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 12 pozos, la mayoría corresponden a pozos someros de la serie de barrenos BA-XX (6) más 4 multipiezómetros de la serie MP-XX, la cual cuenta con tres habilitaciones, una somera (A), una profunda (B) y una instalación habilitada en todo su espesor (C). Los pozos más profundos en esta zona son de 30 m de profundidad, y corresponden a los pozos, MP-01B, MP-01C, MP-03B y MP-03C (para mayor detalle se puede revisar la Tabla 4-6 de la sección 4.2.5.1).

Durante el 2021 el nivel freático en la Zona Sur de las lagunas presentó valores entre 2.299,939 y 2.302,055 m s.n.m., medidos en BA-07 en diciembre y MP-03C en junio, valores relativamente menores a los registros históricos que se encuentran entre 2.299,957 y 2.302,167 m s.n.m., medidos en BA-07 en enero 2019 y en MP-03C en agosto 2020 respectivamente.

En el gráfico de la Figura 5-54 se observa que el conjunto de pozos de observación de la Zona Sur de las lagunas, describe un comportamiento homogéneo y oscilante, aunque con una menor amplitud en la variabilidad estacional que lo observado en la Zona Norte. Los niveles más someros se encuentran en las estaciones frías (entre abril y septiembre) y los niveles más profundos se encuentran en las estaciones más cálidas (entre octubre y marzo).

Zona Borde Sur

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Borde Sur fueron presentados en la Tabla 5-24 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-55 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector cuenta con 15 pozos de monitoreo, de los cuales 5 corresponden a multipiezómetros de la serie MP-XX, MP-04A a C, MP-05A a C, MP-06A a C y MP-09A a B, los pozos someros MP (serie A) tienen profundidades entre 20 y 40 m, los profundos de la serie B (habilitados por debajo de la interfase) y C (habilitados completos) tienen profundidades de hasta 120,5 m (MP-04C). A la serie de pozos someros, se suman los pozos TIL-P03 y TUC-P06 de profundidades entorno a los 2 m. Los otros pozos del sector, Tucúcaro y Tilopozo, corresponden a pozos de extracción de agua industrial, y presentan la data histórica de niveles más extensa, desde el año 2001, lo cual se puede observar en los hidrogramas presentados en la Figura 5-55, en el Anexo F se presentan las tablas con los registros históricos de niveles freáticos para este sector.

Los pozos MP-05A y MP-05C presentan un comportamiento sincrónico entre ambos, con leves descensos, lo que se ha mantenido relativamente estable para todo el periodo de registro, tanto para los niveles máximos como mínimos. El pozo MP-05B (habilitado entre 40 y 60 m b.n.t.), sin embargo, presenta un descenso abrupto de su cota de 0,838 m en su registro de junio de 2016, iniciando una tendencia al descenso de nivel que se mantuvo hasta mayo de 2020, posteriormente su nivel se observa estabilizado hasta diciembre de 2021.

Los puntos MP-06A, MP-06-B y MP-06C, presentan la cota de nivel más alta del sector, principalmente entre los 2.303,631 m s.n.m. y 2.304,166 m s.n.m., se observa un comportamiento sincrónico entre los puntos MP-06A y MP-06C, y en el registro histórico presentan una leve tendencia al descenso. El comportamiento del pozo MP-06B, que corresponde a un pozo habilitado en profundidad, se presenta irregular en sus descensos y en su recuperación desde el inicio de su registro en octubre 2013 hasta julio 2017, desde donde inicia un comportamiento más estable y se ve claramente acoplado a los pozos MP-06A y MP-06C, a partir del 2019.

Los pozos MP-09A y MP-09C inician su registro en junio 2017 y, desde entonces, han descrito un comportamiento estable de nivel, en torno a 2.309,15 m s.n.m.

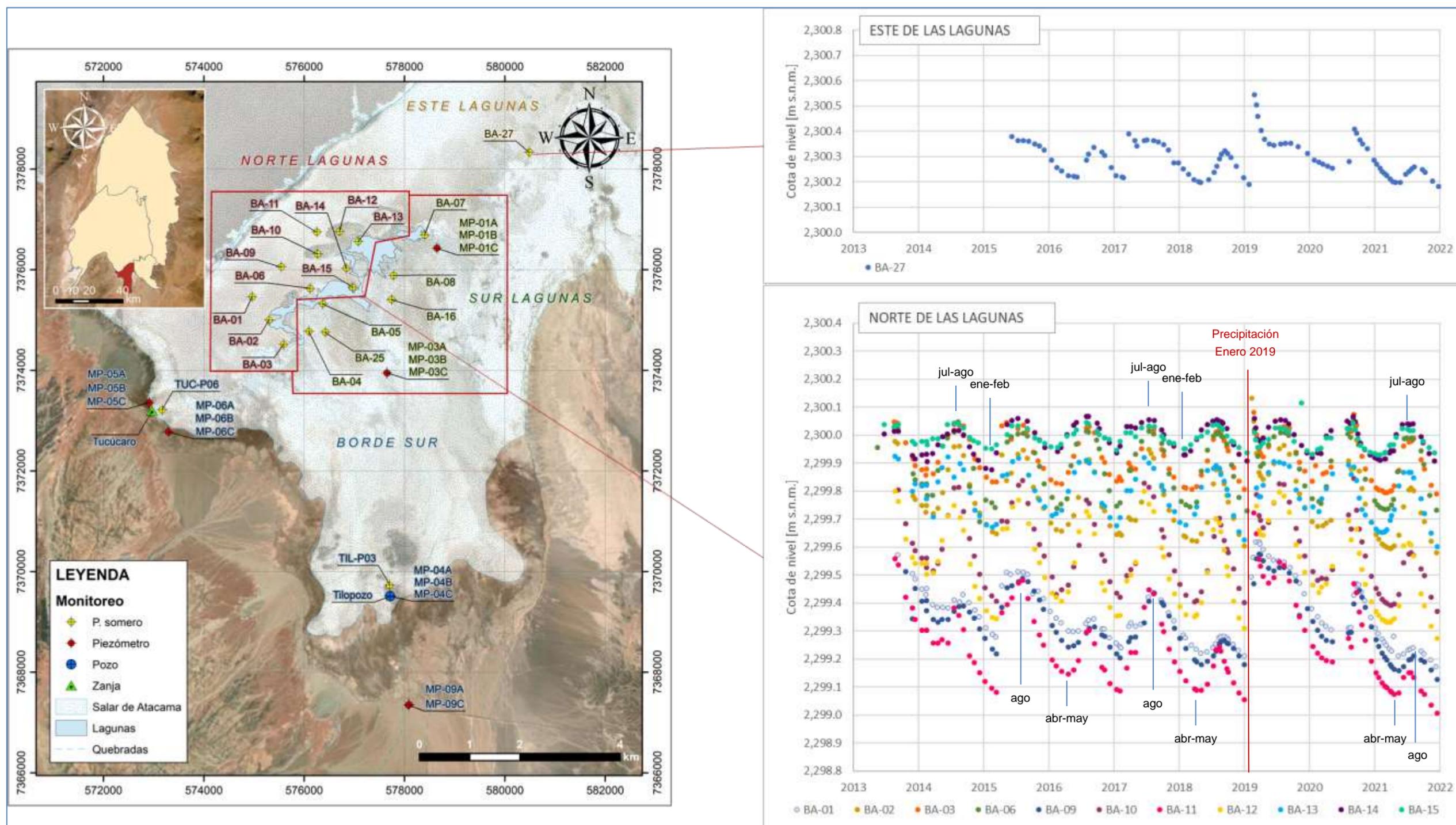
Los pozos MP-04A y MP-04C presentan un comportamiento estable y sincrónico entre ambos, entre 2.307,4 y 2.307,75 m s.n.m. El pozo MP-04B, profundo y desconectado de los dos anteriores, presenta un comportamiento distinto. Entre enero y noviembre de 2014 describe una leve tendencia al aumento de nivel, alcanzando 2.300,528 m s.n.m., disminuyendo abruptamente en diciembre del mismo año (en 0,781 m) e iniciando una tendencia al descenso de nivel que se mantiene hasta octubre 2019. A partir de esa fecha, inicia una rápida recuperación que, en el registro de diciembre 2020, alcanza 2.302,636 m s.n.m. nivel en torno al cual se ha mantenido durante el año 2021.

El pozo TIL-P03 pozo somero, con registros a partir de julio de 2015, describe un comportamiento oscilante que responde a la variabilidad estacional.

El pozo Tilopozo corresponde a un pozo de extracción de agua dulce-salobre, y desde el inicio de su registro en enero 2001 hasta diciembre 2021, presenta un comportamiento estabilizado en torno a los 2.307,2 m s.n.m.

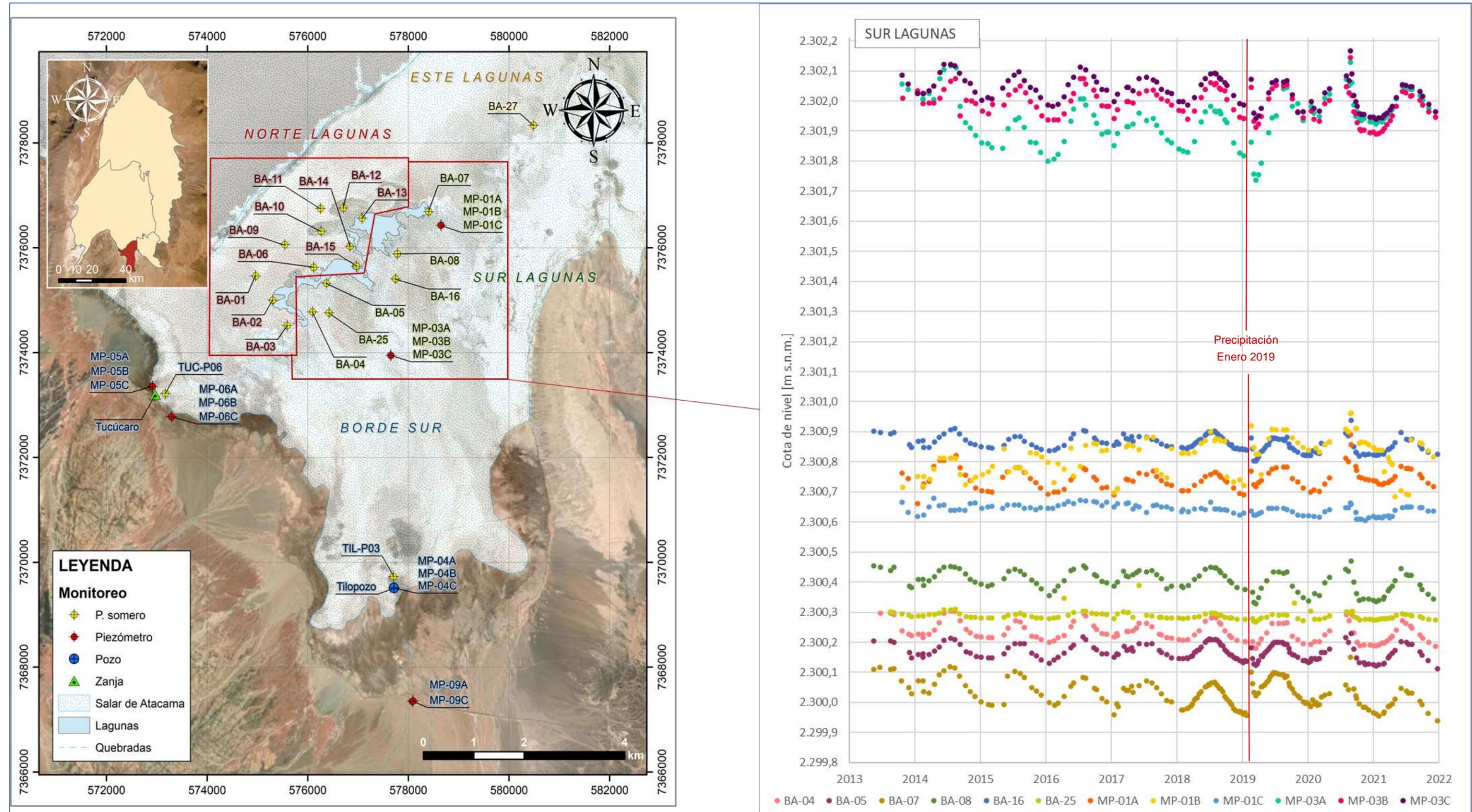
El pozo Tucúcaro que, al igual que el pozo Tilopozo, corresponde a un pozo de extracción de agua dulce-salobre, presenta un registro oscilante pero estabilizado en el largo plazo, en torno a los 2.302 m s.n.m.

Figura 5-53 Hidrogramas de los pozos de observación del Este y Norte de las lagunas del sector La Punta-La Brava



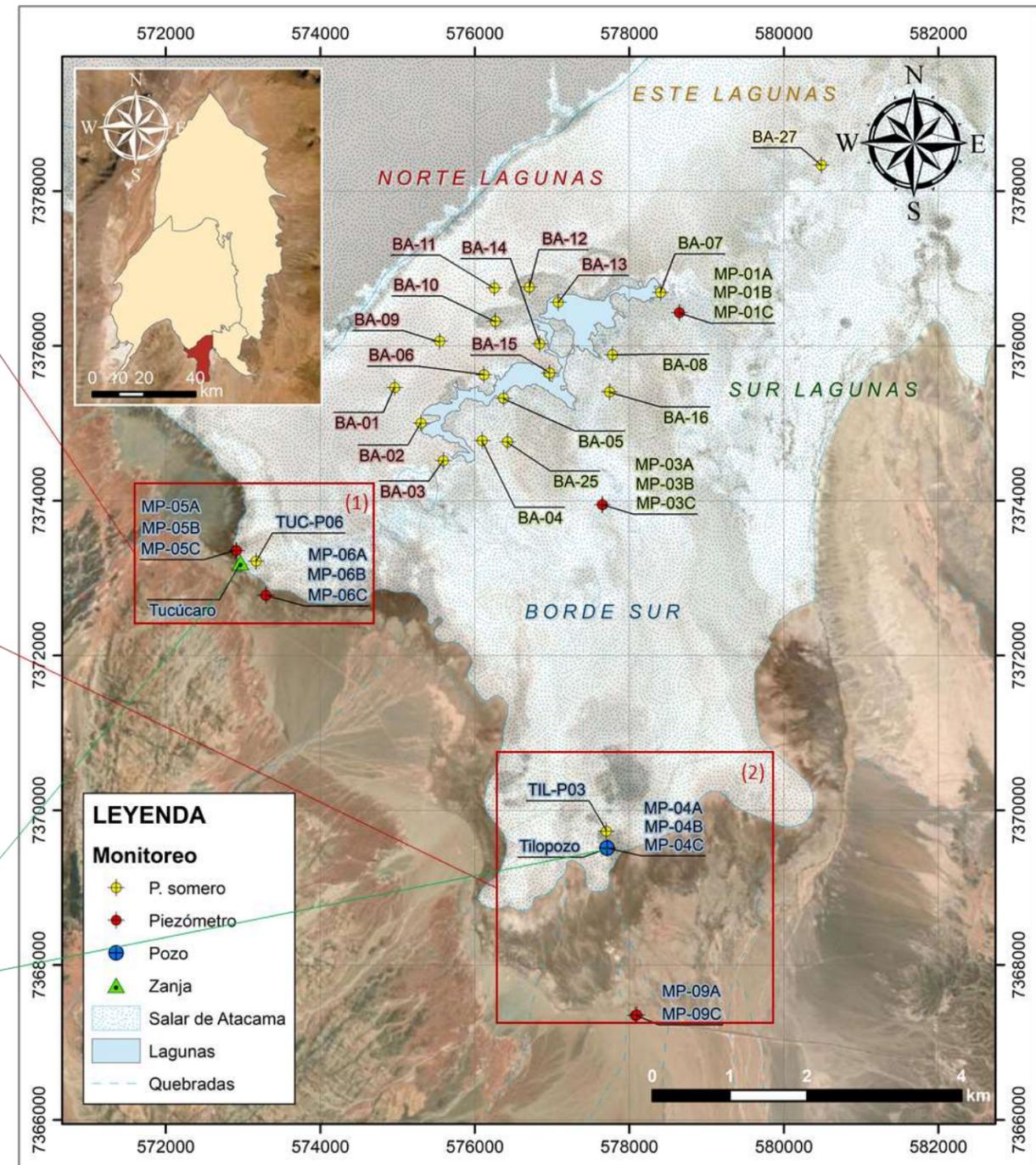
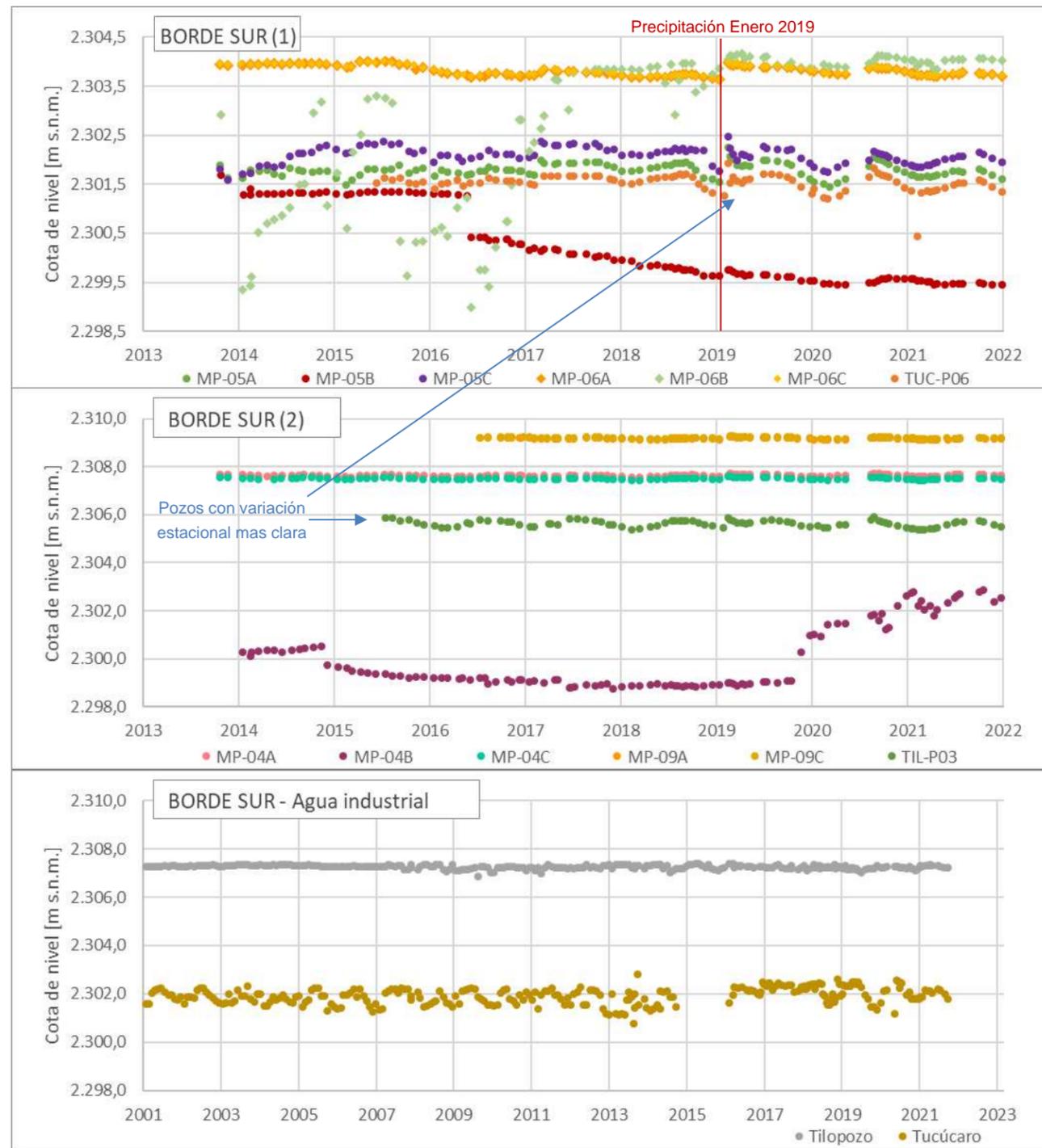
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-54 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Sur de las lagunas, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-55 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Borde Sur, sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen, en el sector La Punta – La Brava se ha observado lo siguiente:

- En términos generales, se observa que los pozos más sensibles a fenómenos superficiales (con mayor amplitud de variación entre las cotas mínima y máxima a lo largo de un año) corresponden a los pozos de la zona Norte de las lagunas seguidos por los pozos ubicados al sur de las lagunas, con algunas diferencias de magnitud de la amplitud de oscilación. Éstos responden a la recarga de flujos subsuperficiales y subterráneos provenientes desde la parte sur de la cuenca (sector de Monturaqui) y de infiltración por precipitación directa, presentando un comportamiento marcadamente estacional y con tendencia general al descenso considerando los registros desde el año 2013 a la fecha. La precipitación del 2019 y en menor medida la de 2020, hace que aumenten los niveles para luego retomar la misma tasa de descenso.
- Los pozos del Borde Sur se encuentran, en general, estabilizados, respondiendo a sus tendencias históricas, con pozos como MP-05B (habilitados en profundidad) mostrando un descenso leve en sus niveles. Destaca el comportamiento del pozo MP-04B (profundo) que en octubre 2019 inicia una rápida recuperación que tiende a estabilizarse entre marzo y septiembre de 2020, comportamiento que se mantiene hasta diciembre de 2021. En el Borde Sur, algunos pozos someros como TUC-P06 y MP-05A muestran un comportamiento estacional mas marcado a partir del año 2019, como el observado en los sectores Norte y Sur de las Lagunas, con MP-05C sincrónico con la habilitación somera, una magnitud menor de variación estacional la registran MP-06A, B y C. De manera general los pozos MP-04A, MP-04C y TIL-P03 entorno del pozo Tilopozo muestran niveles estables sin evidencia de una tendencia el descenso.
- Los pozos de bombeo de agua industrial se presentan estabilizados en el largo plazo. El pozo Tilopozo se encuentra esencialmente estabilizado en torno a los 2.307,2 m s.n.m., y el pozo Tucúcaro, a pesar de mantener su tendencia en el largo plazo, durante 2021 presenta una menor amplitud entre sus cotas mínima y máxima, respecto de lo observado los años 2019 y 2020.

5.6.2 Sector Peine

En el Sector de Peine, la red de monitoreo se compone de 21 puntos, según se aprecia en Tabla 5-25, ahí se detalla el periodo de registro con mediciones para cada uno. Los puntos de monitoreo se han clasificado según su distribución en 4 zonas:

- Laguna Interna
- Zona Media Lagunas
- Inicio Laguna Salada
- Borde Este y Sur de Peine

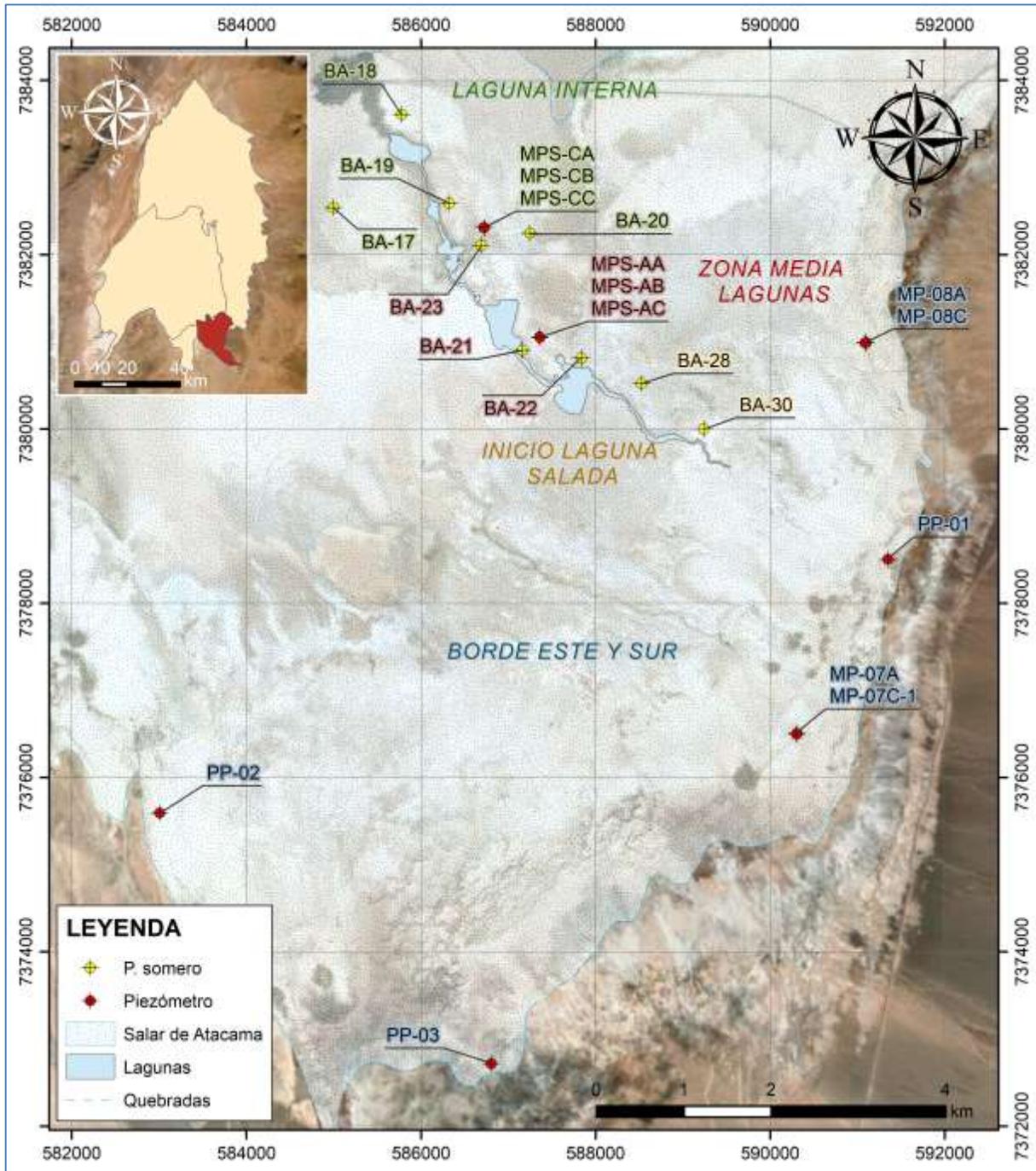
La ubicación de los puntos, se presenta en el mapa de la Figura 5-56. En la Tabla 5-26 se presentan los resultados de las mediciones de nivel durante el año 2021 mediante la profundidad medida desde la cota collar hasta el nivel de agua y/o salmuera, y mediante su cota topográfica equivalente.

Tabla 5-25 Periodo de registro red de monitoreo del sector Peine

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Borde este y sur de peine	MP-07A	25-09-16	01-12-21
	MP-07C-1 (ex MP-07C)	01-09-16	01-12-21
		14-07-17	01-12-21
	MP-08A	01-08-16	01-12-21
	PP-01	11-07-16	19-12-21
	PP-02	25-09-16	01-12-21
Inicio laguna salada	PP-03	01-08-16	01-12-21
	BA-28	09-07-15	01-12-21
Laguna interna	BA-30	09-07-15	01-12-21
	BA-17	17-06-13	05-12-21
	BA-18	17-06-13	01-12-21
	BA-19	17-06-13	01-12-21
	BA-20	17-06-13	01-12-21
	BA-23	21-05-13	01-12-21
	MPS-CA	24-10-13	01-12-21
	MPS-CB	24-10-13	01-12-21
Zona media lagunas	MPS-CC	24-10-13	01-12-21
	BA-21	21-05-13	01-12-21
	BA-22	10-09-13	01-12-21
	MPS-AA	24-10-13	01-12-21
	MPS-AB	24-10-13	01-12-21
	MPS-AC	24-10-13	01-12-21

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-56 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
BA-17	2.300,948	04-ene-21	1,052	2.298,796	04-jul-21	1,229	2.298,619
		18-ene-21	1,062	2.298,786	18-jul-21	1,237	2.298,611
		01-feb-21	1,074	2.298,774	04-ago-21	1,242	2.298,606
		16-feb-21	1,089	2.298,759	17-ago-21	(1)	
		02-mar-21	1,099	2.298,749	04-sept-21	(1)	
		19-mar-21	1,115	2.298,733	17-sept-21	(1)	
		04-abr-21	1,140	2.298,708	04-oct-21	1,259	2.298,589
		16-abr-21	1,146	2.298,702	05-nov-21	1,271	2.298,577
		07-may-21	1,173	2.298,675	05-dic-21	1,281	2.298,567
		07-jun-21	1,200	2.298,648			
BA-18	2.300,302	01-ene-21	(2)		11-ago-21	(1)	
		01-feb-21	(2)		29-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		07-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	1,709	2.298,593
		15-may-21	1,626	2.298,676	09-oct-21	1,719	2.298,583
		15-jun-21	1,663	2.298,639	06-nov-21	(2)	
		11-jul-21	1,682	2.298,620	01-dic-21	(2)	
		26-jul-21	1,691	2.298,611			
BA-19	2.300,499	01-ene-21	(2)		11-ago-21	(3)	
		01-feb-21	(2)		29-ago-21	(3)	
		01-mar-21	(2)		07-sept-21	(3)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	1,872	2.298,627
		15-may-21	1,790	2.298,709	09-oct-21	1,880	2.298,619

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		15-jun-21	1,826	2.298,673	06-nov-21	(2)	
		11-jul-21	1,849	2.298,650	01-dic-21	(2)	
		26-jul-21	1,856	2.298,643			
BA-20	2.300,542	01-ene-21	(2)		11-ago-21	(3)	
		01-feb-21	(2)		29-ago-21	(3)	
		01-mar-21	(2)		07-sept-21	(3)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	1,544	2.298,998
		15-may-21	1,477	2.299,065	09-oct-21	1,553	2.298,989
		15-jun-21	1,498	2.299,044	06-nov-21	(2)	
		11-jul-21	1,523	2.299,019	01-dic-21	(2)	
		26-jul-21	1,529	2.299,013			
BA-21	2.301,393	01-ene-21	(2)		02-ago-21	1,313	2.300,080
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(3)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(3)	
		01-abr-21	(2)		17-sept-21	(3)	
		02-may-21	1,314	2.300,079	01-oct-21	1,321	2.300,072
		02-jun-21	1,302	2.300,091	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	1,311	2.300,082	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	1,315	2.300,078			
BA-22	2.301,124	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,835	2.300,289
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(3)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(3)	
		01-abr-21	(2)		17-sept-21	(3)	

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		02-may-21	0,846	2.300,278	01-oct-21	0,842	2.300,282
		02-jun-21	0,825	2.300,299	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,839	2.300,285	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,838	2.300,286			
BA-23	2.300,513	01-ene-21	(2)		09-ago-21	1,143	2.299,370
		01-feb-21	(2)		20-ago-21	(3)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(3)	
		01-abr-21	(2)		27-sept-21	1,141	2.299,372
		20-may-21	1,093	2.299,420	09-oct-21	1,141	2.299,372
		12-jun-21	1,115	2.299,398	15-nov-21	(2)	
		09-jul-21	1,134	2.299,379	01-dic-21	(2)	
		24-jul-21	1,135	2.299,378			
BA-28	2.301,313	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,600	2.300,713
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	0,633	2.300,680
		02-may-21	0,661	2.300,652	01-oct-21	0,609	2.300,704
		02-jun-21	0,619	2.300,694	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,620	2.300,693	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,605	2.300,708			
BA-30	2.302,279	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,706	2.301,573
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	0,746	2.301,533
		02-may-21	0,711	2.301,568	01-oct-21	0,746	2.301,533
		02-jun-21	0,677	2.301,602	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,701	2.301,578	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,702	2.301,577			
MP-07A	2.306,628	14-ene-21	1,043	2.305,585	10-jul-21	0,920	2.305,708
		22-ene-21	1,046	2.305,582	25-jul-21	0,920	2.305,708
		09-feb-21	1,052	2.305,576	10-ago-21	0,923	2.305,705
		19-feb-21	1,041	2.305,587	21-ago-21	(1)	
		07-mar-21	1,041	2.305,587	08-sept-21	(1)	
		27-mar-21	1,022	2.305,606	22-sept-21	0,945	2.305,683
		12-abr-21	1,010	2.305,618	10-oct-21	0,963	2.305,665
		24-abr-21	0,984	2.305,644	14-nov-21	1,003	2.305,625
		18-may-21	0,949	2.305,679	01-dic-21	1,027	2.305,601
MP-07C-1	2.306,677	14-ene-21	0,587	2.306,090	10-jul-21	0,505	2.306,172
		22-ene-21	0,588	2.306,089	25-jul-21	0,501	2.306,176
		09-feb-21	0,606	2.306,071	10-ago-21	0,502	2.306,175
		19-feb-21	0,605	2.306,072	21-ago-21	(1)	
		07-mar-21	0,602	2.306,075	08-sept-21	(1)	
		27-mar-21	0,595	2.306,082	22-sept-21	0,521	2.306,156
		12-abr-21	0,582	2.306,095	10-oct-21	0,533	2.306,144
		24-abr-21	0,575	2.306,102	14-nov-21	0,557	2.306,120
		18-may-21	0,547	2.306,130	01-dic-21	0,571	2.306,106

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		19-jun-21	0,521	2.306,156			
MP-08A	2.303,898	14-ene-21	1,369	2.302,529	10-jul-21	1,324	2.302,574
		22-ene-21	1,375	2.302,523	30-jul-21	1,304	2.302,594
		07-feb-21	1,385	2.302,513	07-ago-21	1,294	2.302,604
		19-feb-21	1,390	2.302,508	21-ago-21	(1)	
		14-mar-21	1,403	2.302,495	06-sept-21	(1)	
		27-mar-21	1,413	2.302,485	22-sept-21	1,279	2.302,619
		06-abr-21	1,413	2.302,485	08-oct-21	1,280	2.302,618
		24-abr-21	1,400	2.302,498	20-nov-21	1,305	2.302,593
		14-may-21	1,385	2.302,513	01-dic-21	1,308	2.302,590
		18-jun-21	1,347	2.302,551			
MPS-AA	2.300,25	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,788	2.299,462
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	0,794	2.299,456
		02-may-21	0,786	2.299,464	01-oct-21	0,796	2.299,454
		02-jun-21	0,781	2.299,469	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,786	2.299,464	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,787	2.299,463			
MPS-AB	2.300,19	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,738	2.299,452
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		21-sept-21	0,743	2.299,447

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		02-may-21	0,738	2.299,452	01-oct-21	0,744	2.299,446
		02-jun-21	0,732	2.299,458	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,736	2.299,454	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,737	2.299,453			
MPS-AC	2.300,27	01-ene-21	(2)		02-ago-21	0,798	2.299,472
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		27-sept-21	0,804	2.299,466
		02-may-21	0,795	2.299,475	01-oct-21	0,804	2.299,466
		02-jun-21	0,789	2.299,481	01-nov-21	(2)	
		02-jul-21	0,794	2.299,476	01-dic-21	(2)	
		16-jul-21	0,797	2.299,473			
MPS-CA	2.299,6	01-ene-21	(2)		09-ago-21	1,316	2.298,284
		01-feb-21	(2)		16-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		27-sept-21	1,327	2.298,273
		20-may-21	1,256	2.298,344	09-oct-21	1,332	2.298,268
		12-jun-21	1,281	2.298,319	15-nov-21	(2)	
		09-jul-21	1,310	2.298,290	01-dic-21	(2)	
		24-jul-21	1,310	2.298,290			
MPS-CB	2.299,66	01-ene-21	(2)		09-ago-21	1,344	2.298,316
		01-feb-21	(2)		20-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		01-abr-21	(2)		27-sept-21	1,351	2.298,309
		20-may-21	1,273	2.298,387	09-oct-21	1,355	2.298,305
		12-jun-21	1,292	2.298,368	15-nov-21	(2)	
		09-jul-21	1,325	2.298,335	01-dic-21	(2)	
		24-jul-21	1,338	2.298,322			
MPS-CC	2.299,62	01-ene-21	(2)		09-ago-21	1,377	2.298,243
		01-feb-21	(2)		20-ago-21	(1)	
		01-mar-21	(2)		02-sept-21	(1)	
		01-abr-21	(2)		27-sept-21	1,388	2.298,232
		20-may-21	1,314	2.298,306	09-oct-21	1,393	2.298,227
		12-jun-21	1,340	2.298,280	15-nov-21	(2)	
		09-jul-21	1,368	2.298,252	01-dic-21	(2)	
		24-jul-21	1,370	2.298,250			
PP-01	2.305,561	14-ene-21	1,068	2.304,493	10-jul-21	0,946	2.304,615
		23-ene-21	1,076	2.304,485	25-jul-21	0,945	2.304,616
		09-feb-21	1,087	2.304,474	10-ago-21	0,948	2.304,613
		19-feb-21	1,087	2.304,474	21-ago-21	(1)	
		07-mar-21	1,090	2.304,471	08-sept-21	(1)	
		27-mar-21	1,076	2.304,485	22-sept-21	0,970	2.304,591
		12-abr-21	1,056	2.304,505	10-oct-21	0,992	2.304,569
		24-abr-21	1,040	2.304,521	14-nov-21	1,022	2.304,539
		18-may-21	0,999	2.304,562	19-dic-21	1,064	2.304,497
		19-jun-21	0,962	2.304,599			

Tabla 5-26 Resultados mediciones de nivel en sector Peine, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
PP-02	2.303,98	14-ene-21	0,398	2.303,582	10-jul-21	0,283	2.303,697
		23-ene-21	0,390	2.303,590	25-jul-21	0,283	2.303,697
		09-feb-21	0,377	2.303,603	10-ago-21	0,299	2.303,681
		19-feb-21	0,371	2.303,609	21-ago-21	(1)	
		07-mar-21	0,361	2.303,619	08-sept-21	(1)	
		28-mar-21	0,344	2.303,636	22-sept-21	0,359	2.303,621
		12-abr-21	0,326	2.303,654	10-oct-21	0,377	2.303,603
		24-abr-21	0,313	2.303,667	14-nov-21	0,395	2.303,585
		18-may-21	0,285	2.303,695	01-dic-21	0,406	2.303,574
		19-jun-21	0,282	2.303,698			
PP-03	2.309,093	14-ene-21	0,469	2.308,624	10-jul-21	0,455	2.308,638
		23-ene-21	0,478	2.308,615	25-jul-21	0,447	2.308,646
		09-feb-21	0,493	2.308,600	10-ago-21	0,444	2.308,649
		19-feb-21	0,493	2.308,600	21-ago-21	(1)	
		07-mar-21	0,516	2.308,577	08-sept-21	(1)	
		28-mar-21	0,501	2.308,592	22-sept-21	0,447	2.308,646
		12-abr-21	0,500	2.308,593	10-oct-21	0,451	2.308,642
		24-abr-21	0,494	2.308,599	14-nov-21	0,461	2.308,632
		18-may-21	0,488	2.308,605	01-dic-21	0,474	2.308,619
		19-jun-21	0,470	2.308,623			

Notas: (1) No se mide por toma de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle, avisado en carta ALB-GMA-2021-SMA-047 (Anexo M). (2) Sin autorización de ingreso por Comunidad de Peine., notificado con carta N°78/2020 de la Comunidad atacameña de Peine. Fuente: Elaboración propia

La representación gráfica del registro de niveles del sector Peine, se presenta en las figuras Figura 5-57 y Figura 5-58. A continuación, se realiza el análisis de la evolución temporal del nivel freático, el cual se organiza por zona, definidas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Se destaca, que en septiembre y agosto 2021 se tuvo problemas para tomar mediciones debido a toma de caminos, asociado a la huelga de uno de los sindicatos de Albemarle, esto fue reportado a la SMA, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-047, en el mes de agosto de 2021.

Laguna Interna

Los resultados de las mediciones de nivel freático en el sector Laguna Interna, fueron presentados en la **Figura 5-57** mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la **Figura 5-57** en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 8 pozos, los que corresponden a 5 pozos someros de la serie de barrenos BA-XX más 1 multipiezómetro somero de la serie MPS-XX.

Durante 2021 la cota nivel en la zona de Laguna Interna varía entre 2.298,227 y 2.299,420 m s.n.m., medidos en MPS-CC en el mes de octubre y BA-23 en mayo respectivamente, niveles similares al rango de los valores históricos observados, los cuales se encuentran entre 2.298,313 para septiembre de 2018 en MPS-CC y 2.299,717 m s.n.m. en febrero de 2019 para BA-23. .

En el gráfico de la **Figura 5-57** se observa que el conjunto de pozos de observación de la zona Laguna interna, describen un comportamiento sincrónico. Los niveles mínimos se registran en verano, entre octubre y diciembre de cada año, y los máximos se alcanzan como respuesta a los eventos de precipitación, entre los años 2013 y 2019 ocurridos entre los meses de enero y mayo, aquí los niveles pueden subir hasta 0,85 m respecto del valor mínimo alcanzado (diferencia calculada en MPS-CB, en febrero de 2019). En el caso particular del año 2020, el evento de precipitación al cual responden los niveles, ocurre en el mes de agosto, siendo el descenso interrumpido por el efecto de la recarga, posterior al cual se retoma la tasa de descenso anterior a la precipitación.

La tasa de descenso para todos los pozos es similar, entre 2016 y 2020 se observa un descenso en torno a 9 cm. Durante el año 2021 no se registraron eventos de precipitación que se tradujeran en un aumento abrupto del nivel en cada pozo del sector.

Zona Media Lagunas

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la Zona Media Lagunas, fueron presentados en la **Tabla 5-26** mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la **Figura 5-57** en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del

sector. Este sector es monitoreado en 5 puntos, los que corresponden a 3 pozos someros, 2 de la serie de barrenos, BA-21 y BA-22, más 1 multipiezometro somero MPS-AA y 2 multipiezómetros profundos MPS-AB y MPS-AC.

Durante el año 2021 el nivel freático en la Zona Media de lagunas se encuentra entre las cotas 2.299,446 y 2.300,299 m s.n.m., valores registrados en MPS-AB en octubre y en BA-22 en el mes de junio, los que se encuentran en el rango de los valores históricos observados, esto es, entre 2.299.398 y 2.300,326 m s.n.m., en MPS-AB (ago-20) y en BA-22 (mar-17) para el periodo comprendido entre los años 2013 y 2020. Los niveles en este sector se han mantenido relativamente estables durante el periodo de registro.

Los niveles mínimos se registran en verano entre octubre y diciembre de cada año, y los máximos se alcanzan como respuesta a los eventos de precipitación, entre los años 2013 y 2019 ocurridos entre los meses de enero y mayo, de igual manera que lo observado en la Laguna Interna, para el año 2020 en octubre. Los niveles muestran ascensos menores posterior a los eventos de precipitación respecto a lo que se observa en la Zona Laguna Interna, en la Zona Media los saltos de nivel alcanzan valores de hasta 0,149 m en BA-21 (ascenso observado en marzo de 2017 respecto a enero del mismo año) y 0,043 m en BA-22 (ascenso observado en septiembre de 2020 respecto a agosto del mismo año) .A medida que los puntos de control se alejan del borde del Núcleo del salar, la respuesta asociada a los eventos de precipitación disminuye.

Los pozos BA-21, BA-22, MPS-AA, AB y AC, muestran una estabilización del nivel desde julio de 2021.

Inicio Laguna Salada

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la zona Inicio Laguna Salada, fueron presentados en la Tabla 5-26 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-57 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 2 pozos someros de la serie de barrenos BA-XX (BA-28 y BA-30), con habilitaciones inferiores a los 2 metros.

Durante 2021 la cota del nivel freático se encontró entre 2.300,652 en mayo para BA-28 y 2.301,602 m s.n.m. en junio de 2021 para BA-30, valores en el rango de los niveles históricos observados, los que se encuentran entre 2.300,599 y 2.301,652 m s.n.m. para el periodo comprendido entre los años 2015 y 2020. Los niveles en ambos pozos se observan relativamente estables para todo el periodo de registro, BA-30 entorno a 2.301,52 m s.n.m. y BA28 en torno a 2.300,64 m s.n.m.

En el gráfico de la Figura 5-57 se observa que ambos pozos de observación de la Zona Inicio Laguna Salada, describen un comportamiento sincrónico y estacional, con niveles máximos que se registran entre junio y septiembre, y mínimos entre diciembre y marzo. La amplitud de las variaciones estacionales son del orden de 0,10m (calculado en BA-28).

Similar a lo observado en las zonas anteriores, los niveles de BA-28 muestran una respuesta mas clara a los eventos de precipitación registrados en 2017 y 2019, los niveles suben entre 0,05 m. (septiembre 2020) y 0,012 (marzo 2017) posterior a los eventos de precipitaciones. Respecto a BA-30, en el evento de precipitación de 2020, éste muestra un leve ascenso de 0,058 m en el mes de septiembre con respecto a agosto, el cual puede interpretarse como respuesta a las precipitaciones (Figura 5-58).

Durante el 2021 no se registraron eventos de precipitación que se correlacionen con aumentos de nivel abrupto como los que aquí se citaron, los niveles mantienen su comportamiento estacional oscilatorio.

Borde Este y Sur de Peine

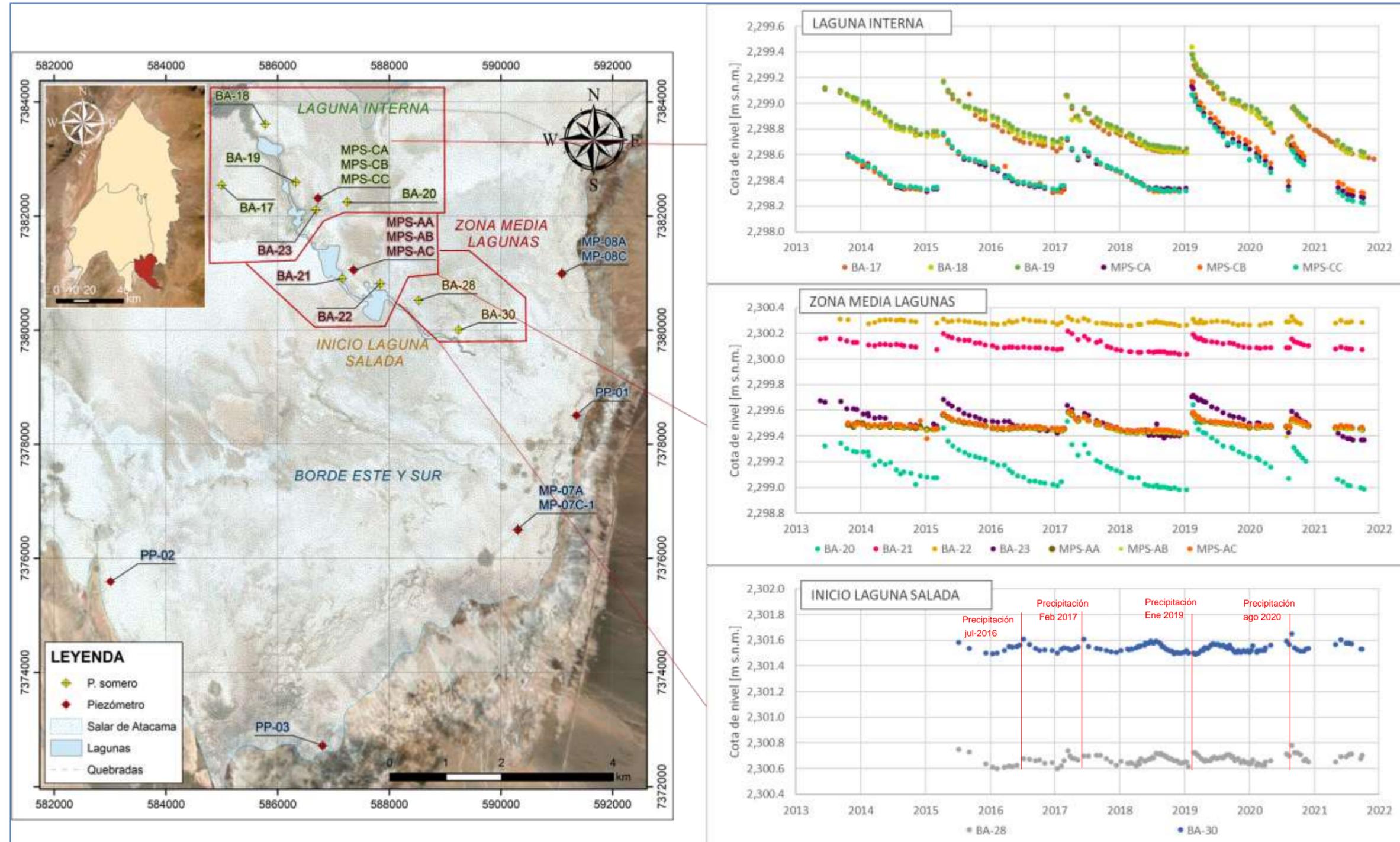
Los resultados de las mediciones de nivel freático en el Borde Este y Sur de Peine, fueron presentados en la Tabla 5-26 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-57 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. La red de monitoreo del sector corresponde exclusivamente a piezómetros profundos, dada su ubicación alejada de los cuerpos de agua en superficie y cercana a la zona del piedemonte del frente de montaña. Por la proximidad al acuífero aluvial que se desarrolla en este sector, la red de monitoreo es sensible a los aportes provenientes desde las subcuencas frente a eventos de precipitación o deshielo, al igual que aluviones que hacen su descarga en el sector marginal del Salar de Atacama. La red esta compuesta por 6 pozos, de los cuales 3 corresponden a multipiezómetros de la serie MP-XX y 3 a la serie PP-XX.

Durante el año 2021 la cota de nivel piezométrico de estos pozos se encuentra entre 2.302,485 en MP-08A para abril y 2.308,649 m s.n.m en agosto de 2021 para PP-03., en el rango de los valores históricos observados, los que se encuentran entre 2.302,362 y 2.308,754 m s.n.m. para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2020. Destaca en este sector la presencia de niveles surgentes ocasionales, es el caso del pozo PP-02, MP-07C-1 y PP-03 , niveles medios hasta 0,21 m s.n.t. (metros sobre el nivel de terreno), registrado en PP-02 en junio de 2021. Los niveles para el periodo de registro se observan estables.

Todos los pozos de control del sector Borde Este y Sur de Peine, incluyendo los pozos con niveles surgentes, muestran un comportamiento sincrónico, con oscilacion estacional y respuesta a los eventos de precipitación con ascenso brusco de los niveles, y de magnitudes

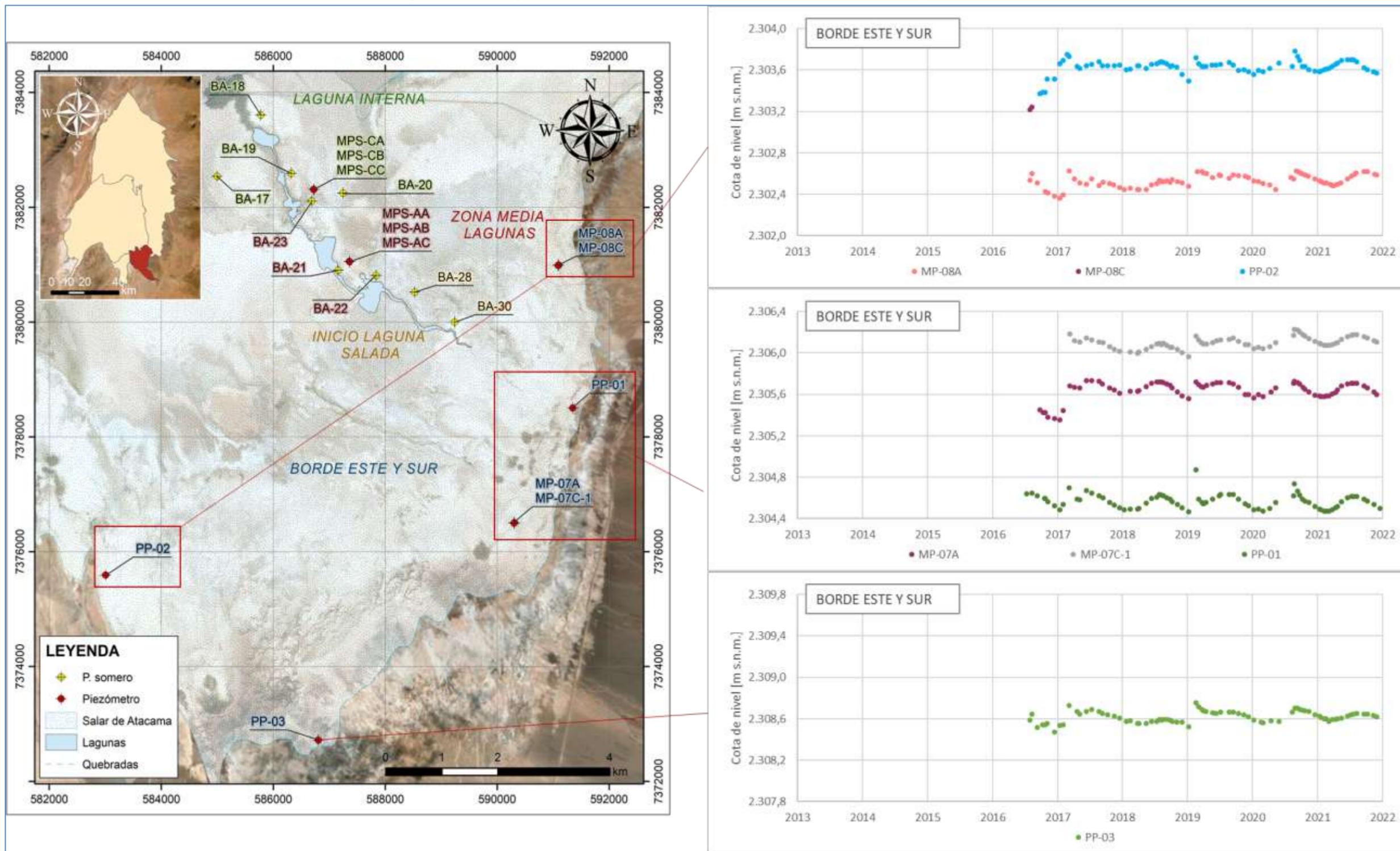
distintas entre los pozos. Los niveles máximos se registran entre agosto y septiembre, y mínimos entre enero y marzo.

Figura 5-57 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Laguna Interna, Zona Media Lagunas e Inicio Laguna Salada, sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-58 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Borde Este y sur de Peine



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen de lo observado en el sector Peine, se tiene que:

- Los pozos del Borde Este y Sur junto a los pozos ubicados al inicio de la Laguna Salada presentan variaciones estacionales controladas por fenómenos asociados con los procesos de evaporación, con una respuesta menor a eventos de precipitación intensa como los ocurridos en abril 2017, febrero 2019 y enero de 2020, si se compara con los del sector de zona media de lagunas y laguna interna.
- Los pozos del Borde Este y Sur junto a los pozos ubicados al inicio de la Laguna Salada y un grupo de la Zona Media Lagunas (BA-21 y BA-22), se presentan estables en el largo plazo. Incluso, se observa una leve tendencia al ascenso de los puntos BA-28 y BA-30.
- Los pozos ubicados en la Zona Laguna Interna presentan la mayor variabilidad de sus niveles, dada la rápida respuesta a las precipitaciones, alcanzando para dichos eventos incrementos de hasta 0,85 m (2019).
- Los pozos ubicados en la Zona Media presentan una variabilidad intermedia, con incrementos de hasta 0,149 m frente a dicho evento de precipitación (2019).

5.6.3 Sector Norte y Borde Este

La red de monitoreo del sector Norte-Borde Este se compone de 3 pozos de observación del nivel freático según se aprecia en la Tabla 5-27, donde se presenta el periodo de registro para cada punto, y cuya ubicación se presenta en el mapa de la Figura 5-59.

La Tabla 5-27 presenta los resultados de las mediciones de nivel durante 2021 mediante la profundidad medida desde la cota collar hasta el nivel de agua y mediante su cota topográfica equivalente.

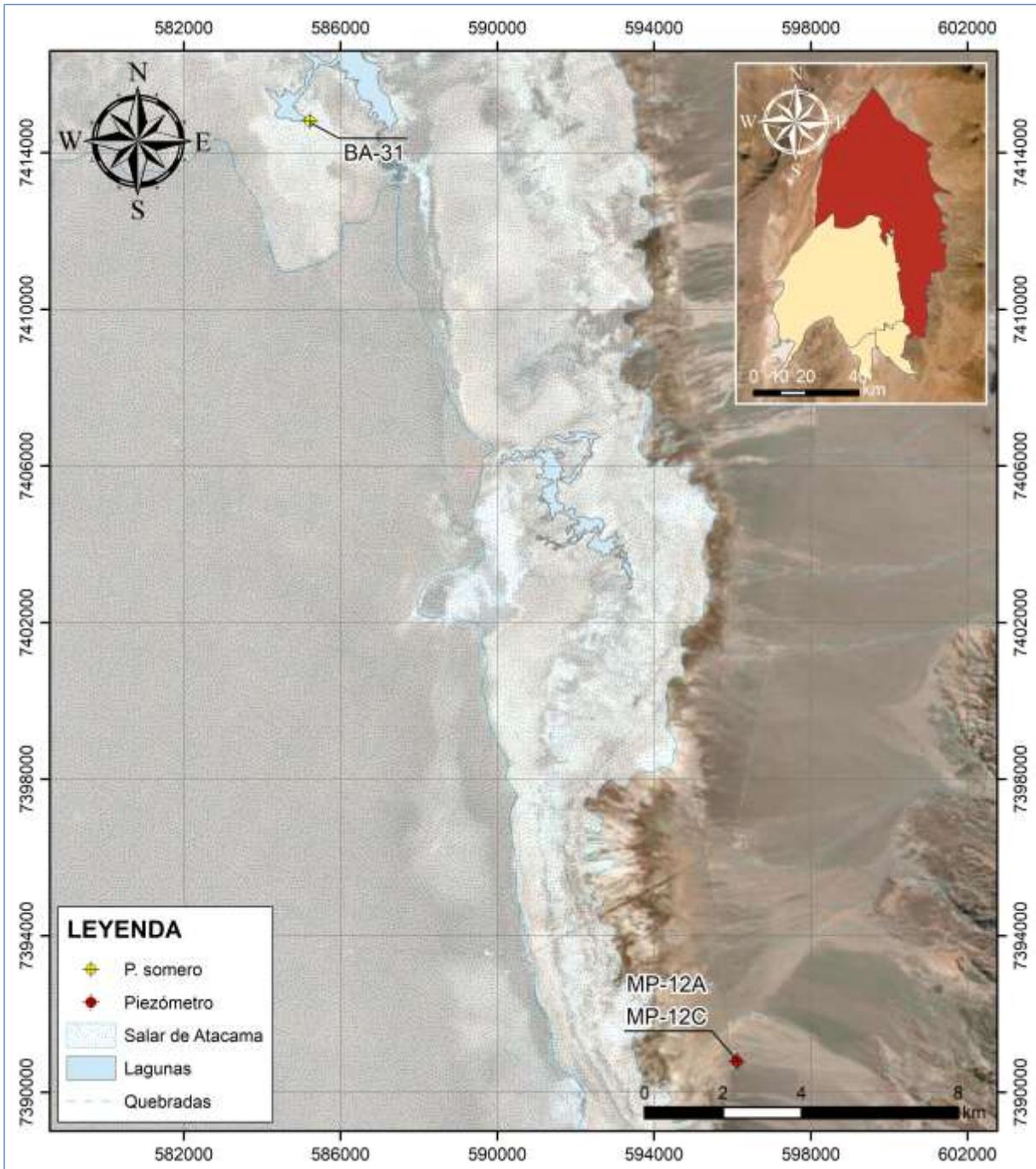
Tabla 5-27 Periodo de registro red de monitoreo del sector Norte y Borde Este

Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
	Fecha inicio	Fecha inicio
BA-31 (ex LM-15)	21-10-16	23-12-21
MP-12A	25-09-16	19-12-21
MP-12C	25-09-16	19-12-21

Fuente: Elaboración propia

El sector Norte y Borde Este se compone del punto de monitoreo BA-31, ubicado en el sistema lagunar Soncor, y los puntos MP-12A y MP-12C, ubicados en la zona sur. La representación gráfica del registro histórico de niveles de los pozos del sector se presenta en la Figura 5-60.

Figura 5-59 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

El pozo BA-31 no incorporó mediciones de nivel durante 2020 por encontrarse cerrada la Reserva Nacional Los Flamencos, administrada por CONAF, en el contexto de la pandemia por COVID-19. Sin embargo, durante 2021 se ha logrado acceder en algunas fechas; en este punto se reconoce una rápida respuesta a eventos de precipitación, evidencia de esto es el aumento de nivel de 0,44 m posterior a las precipitaciones ocurridas en enero-febrero 2019. Posterior a las precipitaciones, tanto de febrero de 2017 y enero-febrero de 2019, los niveles retoman la tendencia pre-lluvia, similar a lo observado en los pozos de la zona Laguna Interna del sector Peine.

En cuanto al registro de los pozos MP-12A y MP-12C, se observa que ambos pozos presentan una tendencia al aumento de niveles observada en su data a la fecha, con variaciones estacionales del orden de 0,1 m. La recarga en la zona Este es por flujos de aporte subsuperficial y subterráneo, principalmente, y en menor escala por precipitaciones y aportes superficiales, reconociéndose períodos de aumento tanto en los meses de verano como en los meses de invierno. Los valores observados durante 2021 inician con un descenso desde enero a junio similar a lo reportado para el año 2020, y continúan con una recuperación de los niveles entre los meses de agosto y diciembre.

Tabla 5-28 Resultados mediciones de nivel en sector Norte y Borde este, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
BA-31	2.298,795	11-ene-21	(1)		09-jul-21	1,091	2.297,704
		22-ene-21	(1)		22-jul-21	1,099	2.297,696
		16-feb-21	0,966	2.297,829	12-ago-21	1,111	2.297,684
		25-feb-21	0,974	2.297,821	26-ago-21	(3)	
		12-mar-21	0,981	2.297,814	03-sept-21	(3)	
		25-mar-21	0,994	2.297,801	16-sept-21	(3)	
		08-abr-21	1,005	2.297,790	08-oct-21	1,132	2.297,663
		23-abr-21	1,018	2.297,777	21-oct-21	(1)	
		13-may-21	1,038	2.297,757	11-nov-21	1,135	2.297,660
		27-may-21	1,053	2.297,742	25-nov-21	(1)	
		10-jun-21	1,066	2.297,729	09-dic-21	(1)	
24-jun-21	(1)		23-dic-21	(1)			
MP-12A	2.316,232	14-ene-21	9,281	2.306,951	10-jul-21	9,303	2.306,929
		22-ene-21	9,277	2.306,955	22-jul-21	9,303	2.306,929
		07-feb-21	9,286	2.306,946	07-ago-21	9,305	2.306,927
		19-feb-21	9,290	2.306,942	26-ago-21	(2)	
		14-mar-21	9,291	2.306,941	06-sept-21	(2)	
		27-mar-21	9,300	2.306,932	22-sept-21	9,297	2.306,935
		06-abr-21	9,305	2.306,927	08-oct-21	9,296	2.306,936
		23-abr-21	9,303	2.306,929	20-nov-21	9,291	2.306,941
		14-may-21	9,308	2.306,924	19-dic-21	9,298	2.306,934
18-jun-21	9,313	2.306,919					
MP-12C	2.316,621	14-ene-21	9,518	2.307,103			

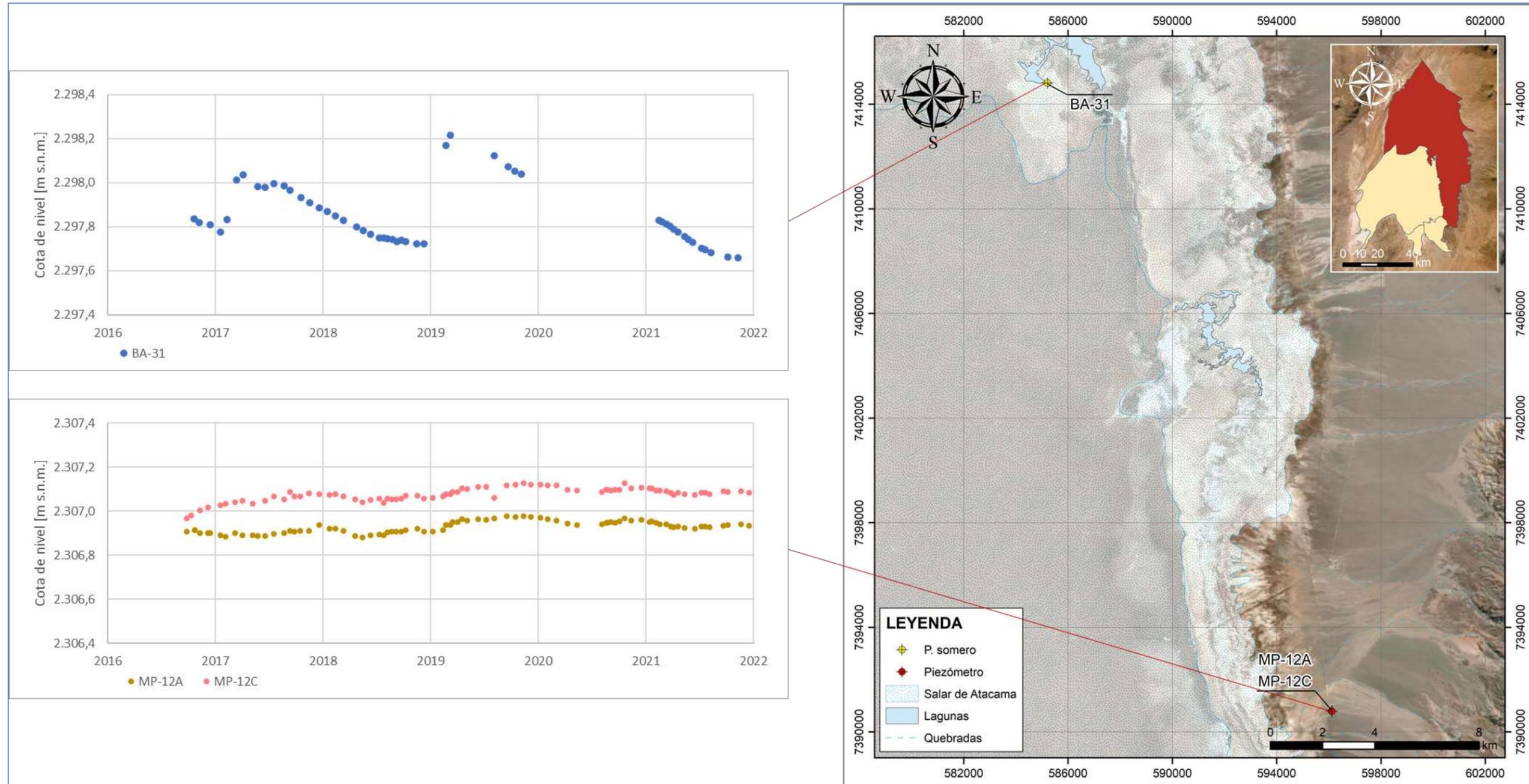
Tabla 5-28 Resultados mediciones de nivel en sector Norte y Borde este, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		22-ene-21	9,517	2.307,104	10-jul-21	9,537	2.307,084
		07-feb-21	9,526	2.307,095	22-jul-21	9,536	2.307,085
		19-feb-21	9,528	2.307,093	07-ago-21	9,544	2.307,077
		14-mar-21	9,529	2.307,092	26-ago-21	(2)	
		27-mar-21	9,538	2.307,083	06-sept-21	(2)	
		06-abr-21	9,546	2.307,075	22-sept-21	9,531	2.307,090
		23-abr-21	9,537	2.307,084	08-oct-21	9,533	2.307,088
		14-may-21	9,545	2.307,076	20-nov-21	9,531	2.307,090
		18-jun-21	9,547	2.307,074	19-dic-21	9,537	2.307,084

Notas: (1) Sin autorización de acceso de CONAF. (2) Reserva Nacional Los Flamencos se encuentra cerrada por CONAF.

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-60 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

5.6.4 Sector Núcleo

En el Sector Núcleo, la red de monitoreo se compone de 62 puntos, según se aprecia en Tabla 5-29, donde se presenta el periodo de registro del nivel freático disponible para cada punto, los caules se agrupan en 4 zonas:

- Núcleo Centro Norte
- Núcleo Oeste
- Núcleo Este
- Zona de Producción

Tabla 5-29 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Núcleo Centro Norte	ES-01	17-11-16	17-11-16
	ES-02	17-11-16	17-11-16
	ES-03	17-11-16	17-11-16
	ES-04	17-11-16	17-11-16
	ES-05	17-11-16	17-11-16
	ES-06	17-11-16	17-11-16
	ES-07	17-11-16	17-11-16
	ES-08	17-11-16	17-11-16
	ES-09	02-08-16	02-08-16
	ES-10	02-08-16	02-08-16
	ES-11	08-07-16	08-07-16
	PN-18	25-10-16	25-10-16
	PN-19	25-10-16	25-10-16
	ES-01	17-11-16	17-11-16
	ES-02	17-11-16	17-11-16
	ES-03	17-11-16	17-11-16
	ES-04	17-11-16	17-11-16
	ES-05	17-11-16	17-11-16
	ES-06	17-11-16	17-11-16
	ES-07	17-11-16	17-11-16
	ES-08	17-11-16	17-11-16
	ES-09	02-08-16	02-08-16
ES-10	02-08-16	02-08-16	
ES-11	08-07-16	08-07-16	
PN-18	25-10-16	25-10-16	
PN-19	25-10-16	25-10-16	

Tabla 5-29 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
Núcleo Oeste	CS-01 (ex Zanja Cordillera de la Sal)	28-01-01	30-09-06
		02-07-16	02-07-16
	SAMPLE-4A (ex SAMPLE-4)	28-01-01	28-01-01
		26-09-16	26-09-16
Núcleo Este	CL-6	28-01-01	28-01-01
	P-01	20-07-13	20-07-13
	P-02	19-07-13	19-07-13
	P-03	21-07-13	21-07-13
	P-04	06-09-13	06-09-13
	P-05	17-10-13	17-10-13
	PN-02	08-07-16	08-07-16
	PN-03	08-07-16	08-07-16
	PN-04	08-07-16	08-07-16
	PN-05B	12-11-14	12-11-14
	PN-06	02-08-16	02-08-16
	PN-07	02-08-16	02-08-16
	PN-08A	07-12-14	07-12-14
	PN-09	08-07-16	08-07-16
	PN-10	02-08-16	02-08-16
	PN-11	02-08-16	02-08-16
	PN-13	02-08-16	02-08-16
	PN-14B	07-11-14	07-11-14
	PN-15	02-08-16	02-08-16
	PN-16B	07-11-14	07-11-14
	S-1	24-08-89	24-08-89
	S-2-1 (ex S-2)	27-09-90	27-09-90
		27-06-19	27-06-19
S-3	24-08-89	24-08-89	
S-4	24-08-89	24-08-89	
Zanja Camino a Peine	28-01-01	28-01-01	
Zona de Producción	CL-10	02-05-85	02-05-85
	CL-11	02-05-85	02-05-85
	CL-12	02-05-85	02-05-85
	CL-13	02-05-85	02-05-85
	CL-14-1 (ex CL-14)	24-08-89	24-08-89
		02-06-16	02-06-16
	CL-16-1 (ex CL-16)	02-05-85	02-05-85
		02-06-16	02-06-16
CL-17	02-05-85	02-05-85	

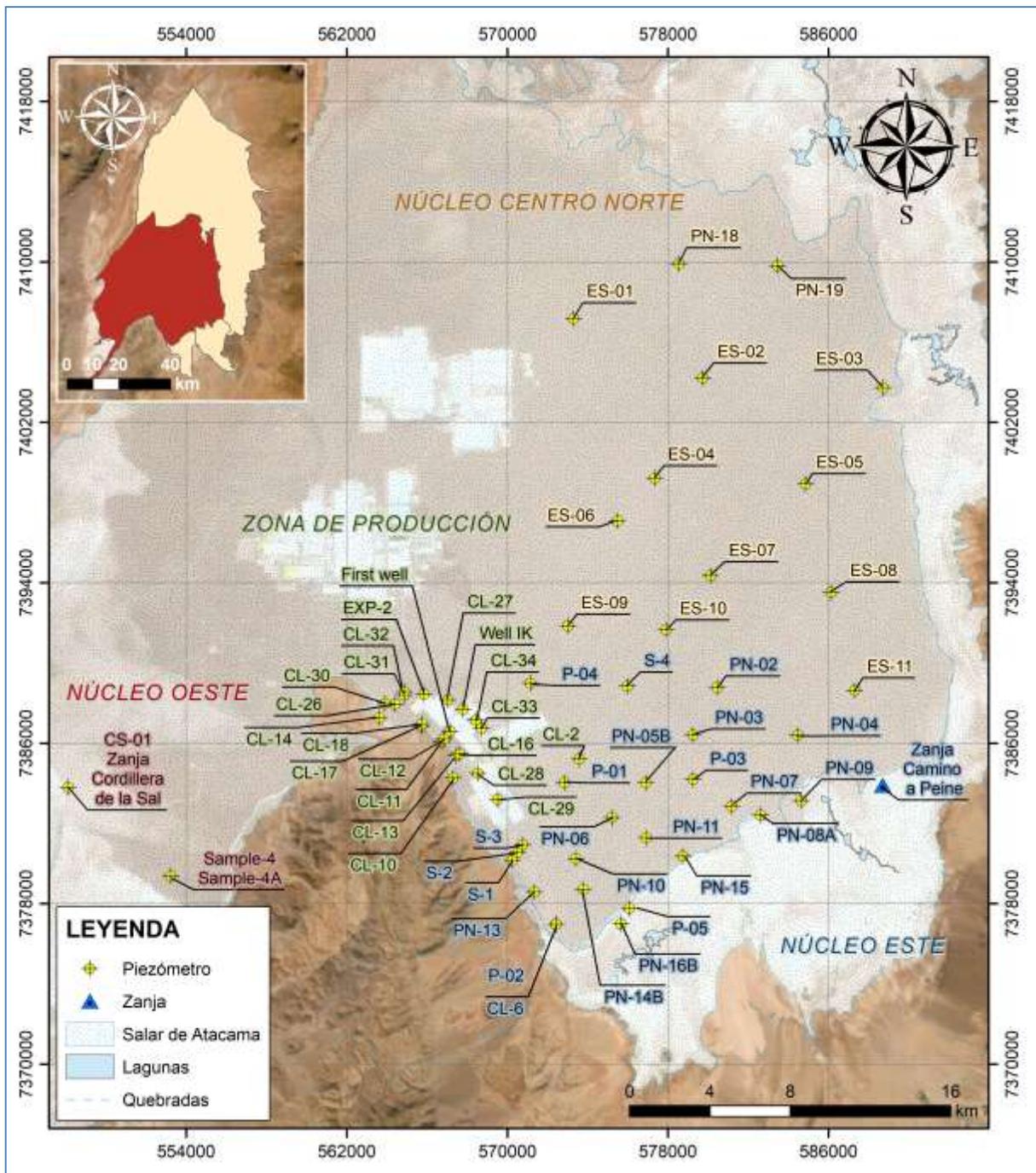
Tabla 5-29 Periodo de registro puntos de monitoreo sector Núcleo

Sector	Punto de monitoreo	Periodo de Registro	
		Fecha inicio	Fecha final
	CL-18	02-05-85	02-05-85
	CL-2	04-07-85	04-07-85
	CL-2-1	14-08-16	14-08-16
	CL-26	28-01-01	28-01-01
	CL-26-1	15-08-16	15-08-16
	CL-27	28-01-01	28-01-01
	CL-28	28-01-01	28-01-01
	CL-29	28-01-01	28-01-01
	CL-30	28-01-01	28-01-01
	CL-31	28-01-01	28-01-01
	CL-32	28-01-01	28-01-01
	CL-33	28-01-01	28-01-01
	CL-34-1 (ex CL-34)	28-01-01	28-01-01
		15-08-16	15-08-16
	EXP-2-1 (ex EXP-2)	28-01-01	28-01-01
		25-09-16	25-09-16
	First well	28-01-01	28-01-01
	Well IK-1 (ex Well IK)	02-05-85	02-05-85
		07-10-16	07-10-16

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5-30 se presentan los resultados de las mediciones de nivel durante el año 2021 mediante la profundidad medida desde la cota collar hasta el nivel de agua y mediante su cota topográfica equivalente.

Figura 5-61 Mapa de ubicación puntos de monitoreo sector Núcleo



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
CL-10	2.300,278	10-01-21	(1)		01-07-21	(1)	
		28-01-21	(1)		19-07-21	(1)	
		09-02-21	(1)		01-08-21	(1)	
		26-02-21	(1)		23-08-21	(1)	
		10-03-21	(1)		01-09-21	(1)	
		24-03-21	(1)		28-09-21	(1)	
		01-04-21	(1)		05-10-21	(1)	
		26-04-21	(1)		21-11-21	(1)	
		26-05-21	(1)		07-12-21	(1)	
		27-06-21	(1)				
CL-11	2.300,571	10-01-21	8,156	2.292,415	01-07-21	7,522	2.293,049
		28-01-21	8,197	2.292,374	19-07-21	8,868	2.291,703
		09-02-21	8,442	2.292,129	01-08-21	9,017	2.291,554
		26-02-21	8,579	2.291,992	23-08-21	(1)	
		10-03-21	8,661	2.291,910	01-09-21	(1)	
		24-03-21	8,824	2.291,747	28-09-21	9,078	2.291,493
		01-04-21	8,906	2.291,665	05-10-21	9,137	2.291,434
		26-04-21	8,914	2.291,657	21-11-21	9,661	2.290,910
		26-05-21	8,930	2.291,641	07-12-21	9,791	2.290,780
		27-06-21	7,590	2.292,981			
CL-12	2.300,162	10-01-21	8,289	2.291,873	01-07-21	7,224	2.292,938
		28-01-21	8,361	2.291,801	19-07-21	9,395	2.290,767
		09-02-21	8,721	2.291,441	01-08-21	9,519	2.290,643

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		26-02-21	8,893	2.291,269	23-08-21	(1)	
		10-03-21	9,037	2.291,125	01-09-21	(1)	
		24-03-21	9,380	2.290,782	28-09-21	9,593	2.290,569
		01-04-21	9,403	2.290,759	05-10-21	9,689	2.290,473
		29-04-21	9,221	2.290,941	21-11-21	10,337	2.289,825
		26-05-21	9,362	2.290,800	07-12-21	10,485	2.289,677
		27-06-21	7,305	2.292,857			
CL-13	2.300,663	10-01-21	(1)		01-07-21	(1)	
		28-01-21	(1)		19-07-21	(1)	
		09-02-21	(1)		01-08-21	(1)	
		26-02-21	(1)		23-08-21	(1)	
		10-03-21	(1)		01-09-21	(1)	
		24-03-21	(1)		28-09-21	(1)	
		01-04-21	(1)		05-10-21	(1)	
		26-04-21	(1)		21-11-21	(1)	
		26-05-21	(1)		07-12-21	(1)	
27-06-21	(1)						
CL-14-1	2.300,745	10-01-21	9,264	2.291,481	01-07-21	9,648	2.291,097
		28-01-21	9,432	2.291,313	19-07-21	9,715	2.291,030
		09-02-21	9,536	2.291,209	01-08-21	9,725	2.291,020
		26-02-21	9,574	2.291,171	23-08-21	(2)	
		10-03-21	9,578	2.291,167	01-09-21	(2)	
		24-03-21	9,595	2.291,150	28-09-21	9,964	2.290,781

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		01-04-21	9,614	2.291,131	05-10-21	10,025	2.290,720
		26-04-21	9,647	2.291,098	21-11-21	10,307	2.290,438
		26-05-21	9,643	2.291,102	07-12-21	10,359	2.290,386
		27-06-21	9,652	2.291,093			
CL-16-1	2.301,257	10-01-21	6,605	2.294,652	01-07-21	7,681	2.293,576
		28-01-21	6,838	2.294,419	19-07-21	7,668	2.293,589
		09-02-21	6,869	2.294,388	01-08-21	7,843	2.293,414
		26-02-21	7,022	2.294,235	23-08-21		(2)
		10-03-21	7,015	2.294,242	01-09-21		(2)
		24-03-21	7,056	2.294,201	28-09-21	7,935	2.293,322
		01-04-21	7,074	2.294,183	05-10-21	7,986	2.293,271
		26-04-21	7,120	2.294,137	21-11-21	8,094	2.293,163
		26-05-21	7,175	2.294,082	07-12-21	8,040	2.293,217
		27-06-21	7,564	2.293,693			
CL-17	2.300,26	10-01-21	5,209	2.295,051	01-07-21	5,670	2.294,590
		28-01-21	5,276	2.294,984	19-07-21	5,604	2.294,656
		09-02-21	5,331	2.294,929	01-08-21	5,662	2.294,598
		26-02-21	5,378	2.294,882	23-08-21		(2)
		10-03-21	5,424	2.294,836	01-09-21		(2)
		24-03-21	5,470	2.294,790	28-09-21	5,775	2.294,485
		01-04-21	5,515	2.294,745	06-10-21	5,753	2.294,507
		26-04-21	5,615	2.294,645	21-11-21	5,906	2.294,354
		26-05-21	5,682	2.294,578	07-12-21	5,921	2.294,339

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		27-06-21	5,690	2.294,570			
CL-18	2.300,234	10-01-21	5,198	2.295,036	01-07-21	5,642	2.294,592
		28-01-21	5,270	2.294,964	19-07-21	5,605	2.294.629
		09-02-21	5,326	2.294,908	01-08-21	5,672	2.294.562
		26-02-21	5,357	2.294,877	23-08-21	(2)	
		10-03-21	5,386	2.294,848	01-09-21	(2)	
		24-03-21	5,434	2.294,800	28-09-21	5,792	2.294.442
		01-04-21	5,494	2.294,740	05-10-21	5,789	2.294.445
		26-04-21	5,585	2.294,649	21-11-21	5,908	2.294.326
		26-05-21	5,652	2.294,582	07-12-21	5,926	2.294.308
		27-06-21	5,657	2.294,577			
CL-2-1	2.300,492	06-01-21	1,894	2.298,598	06-07-21	2,095	2.298.397
		19-01-21	1,902	2.298,590	25-07-21	2,097	2.298.395
		06-02-21	1,920	2.298,572	11-08-21	(2)	
		22-02-21	1,943	2.298,549	21-08-21	(2)	
		13-03-21	1,953	2.298,539	06-09-21	(2)	
		31-03-21	1,974	2.298,518	26-09-21	2,116	2.298.376
		01-04-21	1,976	2.298,516	06-10-21	2,113	2.298.379
		26-04-21	2,013	2.298,479	17-11-21	2,128	2.298.364
		05-05-21	2,027	2.298,465	21-12-21	2,136	2.298.356
		05-06-21	2,027	2.298,465			
CL-26-1	2.300,509	10-01-21	5,958	2.294,551	01-07-21	6,466	2.294.043
		28-01-21	5,991	2.294,518	20-07-21	6,481	2.294.028

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		09-02-21	6,026	2.294,483	01-08-21	6,501	2.294,008
		25-02-21	6,086	2.294,423	23-08-21	(2)	
		10-03-21	6,158	2.294,351	01-09-21	(2)	
		24-03-21	6,188	2.294,321	28-09-21	6,603	2.293,906
		01-04-21	6,220	2.294,289	05-10-21	6,614	2.293,895
		26-04-21	6,304	2.294,205	21-11-21	6,682	2.293,827
		26-05-21	6,394	2.294,115	06-12-21	6,691	2.293,818
		27-06-21	6,453	2.294,056			
CL-28	2.300,880	10-01-21	4,608	2.296,268	01-07-21	4,464	2.296,416
		09-02-21	4,671	2.296,209	20-07-21	4,467	2.296,413
		26-02-21	4,691	2.296,189	01-08-21	4,481	2.296,399
		10-03-21	4,691	2.296,189	24-08-21	(2)	
		24-03-21	4,704	2.296,176	01-09-21	(2)	
		01-04-21	4,677	2.296,203	28-09-21	4,348	2.296,532
		26-04-21	4,676	2.296,204	05-10-21	4,410	2.296,470
		16-05-21	4,642	2.296,238	21-11-21	4,598	2.296,282
		01-06-21	4,378	2.296,502	07-12-21	4,640	2.296,240
CL-29	2.300,847	10-01-21	2,450	2.298,397	01-07-21	2,606	2.298,241
		28-01-21	2,410	2.298,437	20-07-21	2,546	2.298,301
		09-02-21	2,433	2.298,414	01-08-21	2,595	2.298,252
		28-02-21	2,442	2.298,405	24-08-21	(2)	
		10-03-21	2,469	2.298,378	01-09-21	(2)	
		24-03-21	2,422	2.298,425	28-09-21	2,746	2.298,101

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		01-04-21	2,400	2.298,447	05-10-21	2,771	2.298,076
		26-04-21	2,503	2.298,344	21-11-21	2,795	2.298,052
		16-05-21	2,570	2.298,277	07-12-21	2,743	2.298,104
		01-06-21	2,575	2.298,272			
CL-30	2.300,303	10-01-21	7,535	2.292,768	01-07-21	7,922	2.292,381
		28-01-21	7,584	2.292,719	20-07-21	7,942	2.292,361
		09-02-21	7,624	2.292,679	01-08-21	7,955	2.292,348
		25-02-21	7,668	2.292,635	24-08-21		(2)
		10-03-21	7,708	2.292,595	01-09-21		(2)
		24-03-21	7,736	2.292,567	28-09-21	8,035	2.292,268
		01-04-21	7,756	2.292,547	05-10-21	8,052	2.292,251
		26-04-21	7,805	2.292,498	21-11-21	8,120	2.292,183
		16-05-21	7,838	2.292,465	07-12-21	8,181	2.292,122
		01-06-21	7,875	2.292,428			
CL-31	2.300,280	10-01-21	3,449	2.296,831	01-07-21	3,856	2.296,424
		28-01-21	3,475	2.296,805	20-07-21	3,866	2.296,414
		09-02-21	3,493	2.296,787	01-08-21	3,759	2.296,521
		25-02-21	3,509	2.296,771	24-08-21		(2)
		10-03-21	3,557	2.296,723	01-09-21		(2)
		24-03-21	3,574	2.296,706	28-09-21	3,735	2.296,545
		01-04-21	3,606	2.296,674	05-10-21	3,740	2.296,540
		26-04-21	3,687	2.296,593	21-11-21	3,755	2.296,525
		16-05-21	3,745	2.296,535	06-12-21	3,773	2.296,507

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		01-06-21	3,774	2.296,506			
CL-32	2.300,175	10-01-21	2,972	2.297,203	01-07-21	3,248	2.296,927
		28-01-21	2,995	2.297,180	20-07-21	3,263	2.296,912
		09-02-21	3,008	2.297,167	01-08-21	3,271	2.296,904
		25-02-21	3,034	2.297,141	24-08-21	(2)	
		10-03-21	3,055	2.297,120	01-09-21	(2)	
		24-03-21	3,075	2.297,100	28-09-21	3,264	2.296,911
		01-04-21	3,093	2.297,082	05-10-21	3,257	2.296,918
		26-04-21	3,143	2.297,032	21-11-21	3,265	2.296,910
		16-05-21	3,178	2.296,997	06-12-21	3,274	2.296,901
		01-06-21	3,200	2.296,975			
CL-33	2.300,330	10-01-21	2,326	2.298,007	01-07-21	2,530	2.297,803
		28-01-21	2,227	2.298,106	20-07-21	2,527	2.297,806
		09-02-21	2,314	2.298,019	01-08-21	2,524	2.297,809
		25-02-21	2,439	2.297,894	24-08-21	(2)	
		10-03-21	2,573	2.297,760	01-09-21	(2)	
		24-03-21	2,643	2.297,690	28-09-21	2,496	2.297,837
		01-04-21	2,594	2.297,739	05-10-21	2,494	2.297,839
		26-04-21	2,583	2.297,750	21-11-21	2,506	2.297,827
		16-05-21	2,567	2.297,766	07-12-21	2,508	2.297,825
		01-06-21	2,547	2.297,786			
CL-34-1	2.300,311	10-01-21	3,994	2.296,317	01-07-21	4,040	2.296,271
		28-01-21	3,957	2.296,354	20-07-21	3,730	2.296,581

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		09-02-21	3,959	2.296,352	01-08-21	3,630	2.296,681
		25-02-21	4,066	2.296,245	24-08-21	(2)	
		10-03-21	4,081	2.296,230	01-09-21	(2)	
		24-03-21	4,102	2.296,209	28-09-21	3,523	2.296,788
		01-04-21	4,112	2.296,199	05-10-21	3,773	2.296,538
		26-04-21	4,091	2.296,220	21-11-21	3,934	2.296,377
		16-05-21	4,112	2.296,199	07-12-21	4,187	2.296,124
		01-06-21	4,083	2.296,228			
CL-6	2.300,120	11-01-21	1,474	2.298,646	05-07-21	1,677	2.298,443
		25-01-21	1,512	2.298,608	17-07-21	1,668	2.298,452
		13-02-21	1,514	2.298,606	03-08-21	1,658	2.298,462
		27-02-21	1,537	2.298,583	17-08-21	(2)	
		14-03-21	1,541	2.298,579	03-09-21	(2)	
		30-03-21	1,578	2.298,542	18-09-21	(2)	
		03-04-21	1,561	2.298,559	06-10-21	1,692	2.298,428
		21-04-21	1,600	2.298,520	21-11-21	1,715	2.298,405
		03-05-21	1,606	2.298,514	16-12-21	1,702	2.298,418
		07-06-21	1,632	2.298,488			
CS-01	2.300,864	10-01-21	7,563	2.293,301	07-07-21	7,633	2.293,231
		28-01-21	7,632	2.293,232	28-07-21	7,647	2.293,217
		09-02-21	7,634	2.293,230	13-08-21	(2)	
		28-02-21	7,625	2.293,239	22-08-21	(2)	
		10-03-21	7,623	2.293,241	12-09-21	(2)	

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		29-03-21	7,606	2.293,258	28-09-21	7,687	2.293,177
		14-04-21	7,614	2.293,250	13-10-21	7,707	2.293,157
		26-04-21	7,610	2.293,254	23-11-21	7,742	2.293,122
		01-05-21	7,613	2.293,251	26-12-21	7,819	2.293,045
		01-06-21	7,612	2.293,252			
ES-01	2.299,925	07-01-21	2,017	2.297,908	08-07-21	2,227	2.297,698
		21-01-21	2,022	2.297,903	23-07-21	2,231	2.297,694
		04-02-21	2,038	2.297,887	05-08-21	2,239	2.297,686
		18-02-21	2,054	2.297,871	19-08-21	(2)	
		04-03-21	2,062	2.297,863	09-09-21	(2)	
		18-03-21	2,077	2.297,848	23-09-21	2,242	2.297,683
		08-04-21	2,106	2.297,819	07-10-21	2,243	2.297,682
		22-04-21	2,126	2.297,799	21-10-21	2,247	2.297,678
		06-05-21	2,152	2.297,773	04-11-21	2,247	2.297,678
		21-05-21	2,172	2.297,753	18-11-21	2,251	2.297,674
		03-06-21	2,191	2.297,734	02-12-21	2,254	2.297,671
		17-06-21	2,205	2.297,720	16-12-21	2,254	2.297,671
ES-02	2.299,774	07-01-21	1,931	2.297,843	08-07-21	2,137	2.297,637
		21-01-21	1,934	2.297,840	23-07-21	2,138	2.297,636
		04-02-21	1,950	2.297,824	05-08-21	2,148	2.297,626
		18-02-21	1,970	2.297,804	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,973	2.297,801	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,991	2.297,783	23-09-21	2,150	2.297,624

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		08-04-21	2,021	2.297,753	07-10-21	2,152	2.297,622
		22-04-21	2,038	2.297,736	21-10-21	2,157	2.297,617
		06-05-21	2,065	2.297,709	04-11-21	2,156	2.297,618
		21-05-21	2,084	2.297,690	18-11-21	2,161	2.297,613
		03-06-21	2,099	2.297,675	02-12-21	2,164	2.297,610
		17-06-21	2,114	2.297,660	16-12-21	2,163	2.297,611
ES-03	2.299,537	07-01-21	1,642	2.297,895	08-07-21	1,841	2.297,696
		21-01-21	1,650	2.297,887	23-07-21	1,844	2.297,693
		04-02-21	1,665	2.297,872	05-08-21	1,847	2.297,690
		18-02-21	1,680	2.297,857	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,685	2.297,852	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,704	2.297,833	23-09-21	1,853	2.297,684
		08-04-21	1,728	2.297,809	07-10-21	1,859	2.297,678
		22-04-21	1,747	2.297,790	21-10-21	1,866	2.297,671
		06-05-21	1,772	2.297,765	04-11-21	1,862	2.297,675
		21-05-21	1,786	2.297,751	18-11-21	1,870	2.297,667
		03-06-21	1,803	2.297,734	02-12-21	1,875	2.297,662
		17-06-21	1,815	2.297,722	16-12-21	1,874	2.297,663
ES-04	2.299,872	07-01-21	1,904	2.297,968	08-07-21	2,114	2.297,758
		21-01-21	1,913	2.297,959	23-07-21	2,119	2.297,753
		04-02-21	1,927	2.297,945	05-08-21	2,126	2.297,746
		18-02-21	1,945	2.297,927	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,953	2.297,919	09-09-21	(2)	

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		18-03-21	1,969	2.297,903	23-09-21	2,129	2.297,743
		08-04-21	1,998	2.297,874	07-10-21	2,131	2.297,741
		22-04-21	2,018	2.297,854	21-10-21	2,135	2.297,737
		06-05-21	2,044	2.297,828	04-11-21	2,135	2.297,737
		21-05-21	2,063	2.297,809	18-11-21	2,139	2.297,733
		03-06-21	2,081	2.297,791	02-12-21	2,142	2.297,730
		17-06-21	2,094	2.297,778	16-12-21	2,143	2.297,729
ES-05	2.299,764	07-01-21	1,819	2.297,945	08-07-21	2,022	2.297,742
		21-01-21	1,825	2.297,939	23-07-21	2,028	2.297,736
		04-02-21	1,841	2.297,923	05-08-21	2,035	2.297,729
		18-02-21	1,857	2.297,907	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,863	2.297,901	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,881	2.297,883	23-09-21	2,034	2.297,730
		08-04-21	1,910	2.297,854	07-10-21	2,038	2.297,726
		22-04-21	1,928	2.297,836	21-10-21	2,044	2.297,720
		06-05-21	1,956	2.297,808	04-11-21	2,040	2.297,724
		21-05-21	1,972	2.297,792	18-11-21	2,047	2.297,717
		03-06-21	1,992	2.297,772	02-12-21	2,051	2.297,713
		17-06-21	2,002	2.297,762	16-12-21	2,050	2.297,714
ES-06	2.300,003	07-01-21	1,952	2.298,051	08-07-21	2,158	2.297,845
		21-01-21	1,959	2.298,044	23-07-21	2,164	2.297,839
		04-02-21	1,973	2.298,030	05-08-21	2,172	2.297,831
		18-02-21	1,993	2.298,010	19-08-21	(2)	

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		04-03-21	1,999	2.298,004	09-09-21	(2)	
		18-03-21	2,015	2.297,988	23-09-21	2,174	2.297,829
		08-04-21	2,045	2.297,958	07-10-21	2,176	2.297,827
		22-04-21	2,065	2.297,938	21-10-21	2,181	2.297,822
		06-05-21	2,088	2.297,915	04-11-21	2,181	2.297,822
		21-05-21	2,108	2.297,895	18-11-21	2,184	2.297,819
		03-06-21	2,126	2.297,877	02-12-21	2,188	2.297,815
		17-06-21	2,140	2.297,863	16-12-21	2,189	2.297,814
ES-07	2.300,016	07-01-21	1,886	2.298,130	08-07-21	2,092	2.297,924
		21-01-21	1,892	2.298,124	23-07-21	2,097	2.297,919
		04-02-21	1,907	2.298,109	05-08-21	2,104	2.297,912
		18-02-21	1,924	2.298,092	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,933	2.298,083	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,949	2.298,067	23-09-21	2,108	2.297,908
		08-04-21	1,977	2.298,039	07-10-21	2,110	2.297,906
		22-04-21	1,997	2.298,019	21-10-21	2,115	2.297,901
		06-05-21	2,022	2.297,994	04-11-21	2,114	2.297,902
		21-05-21	2,041	2.297,975	18-11-21	2,118	2.297,898
		03-06-21	2,060	2.297,956	02-12-21	2,121	2.297,895
		17-06-21	2,073	2.297,943	16-12-21	2,122	2.297,894
ES-08	2.299,903	07-01-21	1,821	2.298,082	08-07-21	2,029	2.297,874
		21-01-21	1,828	2.298,075	23-07-21	2,032	2.297,871
		04-02-21	1,845	2.298,058	05-08-21	2,037	2.297,866

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		18-02-21	1,860	2.298,043	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,870	2.298,033	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,886	2.298,017	23-09-21	2,044	2.297,859
		08-04-21	1,912	2.297,991	07-10-21	2,044	2.297,859
		22-04-21	1,932	2.297,971	21-10-21	2,050	2.297,853
		06-05-21	1,959	2.297,944	04-11-21	2,048	2.297,855
		21-05-21	1,975	2.297,928	18-11-21	2,052	2.297,851
		03-06-21	1,996	2.297,907	02-12-21	2,055	2.297,848
		17-06-21	2,007	2.297,896	16-12-21	2,057	2.297,846
ES-09	2.300,209	06-01-21	1,871	2.298,338	13-07-21	2,077	2.298.132
		19-01-21	1,879	2.298,330	28-07-21	2,088	2.298.121
		06-02-21	1,890	2.298,319	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,917	2.298,292	22-08-21	(2)	
		14-03-21	1,925	2.298,284	11-09-21	(2)	
		31-03-21	1,950	2.298,259	26-09-21	2,094	2.298.115
		01-04-21	1,952	2.298,257	16-10-21	2,099	2.298.110
		29-04-21	1,999	2.298,210	12-11-21	2,100	2.298.109
		05-05-21	2,008	2.298,201	06-12-21	2,107	2.298.102
		05-06-21	2,048	2.298,161			
ES-10	2.300,015	06-01-21	1,767	2.298,248	13-07-21	1,974	2.298.041
		19-01-21	1,774	2.298,241	28-07-21	1,983	2.298.032
		06-02-21	1,789	2.298,226	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,812	2.298,203	22-08-21	(2)	

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		14-03-21	1,820	2.298,195	11-09-21	(2)	
		31-03-21	1,845	2.298,170	26-09-21	1,990	2.298.025
		01-04-21	1,846	2.298,169	16-10-21	1,995	2.298.020
		29-04-21	1,892	2.298,123	12-11-21	1,997	2.298.018
		05-05-21	1,904	2.298,111	06-12-21	2,002	2.298.013
		05-06-21	1,942	2.298,073			
ES-11	2.299,586	07-01-21	1,689	2.297,897	08-07-21	1,893	2.297.693
		21-01-21	1,696	2.297,890	23-07-21	1,896	2.297.690
		04-02-21	1,713	2.297,873	05-08-21	1,900	2.297.686
		18-02-21	1,727	2.297,859	19-08-21	(2)	
		04-03-21	1,730	2.297,856	09-09-21	(2)	
		18-03-21	1,752	2.297,834	23-09-21	1,906	2.297,680
		08-04-21	1,773	2.297,813	07-10-21	1,909	2.297,677
		22-04-21	1,793	2.297,793	21-10-21	1,914	2.297,672
		06-05-21	1,817	2.297,769	04-11-21	1,914	2.297,672
		21-05-21	1,836	2.297,750	18-11-21	1,919	2.297,667
		03-06-21	1,854	2.297,732	02-12-21	1,921	2.297,665
		17-06-21	1,867	2.297,719	16-12-21	1,922	2.297,664
EXP-2-1	2.300,598	10-01-21	2,763	2.297,835	01-07-21	3,038	2.297,560
		28-01-21	2,773	2.297,825	19-07-21	3,077	2.297,521
		09-02-21	2,777	2.297,821	01-08-21	3,113	2.297,485
		25-02-21	2,777	2.297,821	23-08-21	(2)	
		10-03-21	2,791	2.297,807	01-09-21	(2)	

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		29-03-21	2,798	2.297,800	28-09-21	3,224	2.297,374
		01-04-21	2,810	2.297,788	05-10-21	3,245	2.297,353
		26-04-21	2,867	2.297,731	21-11-21	3,294	2.297,304
		26-05-21	2,942	2.297,656	07-12-21	3,306	2.297,292
		27-06-21	3,020	2.297,578			
First well	2.300,079	10-01-21	4,985	2.295,094	01-07-21	5,281	2.294,798
		28-01-21	5,094	2.294,985	20-07-21	4,222	2.295,857
		09-02-21	5,161	2.294,918	01-08-21	5,198	2.294,881
		28-02-21	5,259	2.294,820	24-08-21	(2)	
		10-03-21	5,308	2.294,771	01-09-21	(2)	
		24-03-21	5,364	2.294,715	28-09-21	5,333	2.294,746
		01-04-21	5,380	2.294,699	05-10-21	5,392	2.294,687
		26-04-21	5,428	2.294,651	21-11-21	5,575	2.294,504
		16-05-21	5,470	2.294,609	07-12-21	5,612	2.294,467
		29-06-21	5,320	2.294,759			
P-01	2.300,628	11-01-21	1,922	2.298,706	06-07-21	2,120	2.298,508
		26-01-21	1,946	2.298,682	25-07-21	2,127	2.298,501
		06-02-21	1,946	2.298,682	07-08-21	2,134	2.298,494
		22-02-21	1,969	2.298,659	26-08-21	(2)	
		14-03-21	1,987	2.298,641	06-09-21	(2)	
		31-03-21	2,005	2.298,623	26-09-21	2,147	2.298,481
		06-04-21	2,019	2.298,609	13-10-21	2,148	2.298,480
		21-04-21	2,031	2.298,597	17-11-21	2,159	2.298,469

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		22-05-21	2,081	2.298,547	21-12-21	2,165	2.298,463
		20-06-21	2,111	2.298,517			
P-02	2.300,435	11-01-21	1,698	2.298,737	05-07-21	1,879	2.298,556
		25-01-21	1,736	2.298,699	17-07-21	1,890	2.298,545
		13-02-21	1,738	2.298,697	03-08-21	1,889	2.298,546
		27-02-21	1,754	2.298,681	17-08-21	(2)	
		14-03-21	1,762	2.298,673	03-09-21	(2)	
		30-03-21	1,803	2.298,632	18-09-21	(2)	
		03-04-21	1,786	2.298,649	06-10-21	1,915	2.298,520
		21-04-21	1,826	2.298,609	06-11-21	1,942	2.298,493
		07-05-21	1,824	2.298,611	16-12-21	1,944	2.298,491
		07-06-21	1,856	2.298,579			
P-03	2.300,708	11-01-21	1,962	2.298,746	06-07-21	2,164	2.298,544
		26-01-21	1,977	2.298,731	25-07-21	2,171	2.298,537
		06-02-21	1,983	2.298,725	07-08-21	2,180	2.298,528
		22-02-21	2,006	2.298,702	25-08-21	(2)	
		14-03-21	2,021	2.298,687	06-09-21	(2)	
		31-03-21	2,038	2.298,670	26-09-21	2,189	2.298,519
		06-04-21	2,054	2.298,654	13-10-21	2,194	2.298,514
		21-04-21	2,075	2.298,633	17-11-21	2,198	2.298,510
		22-05-21	2,118	2.298,590	21-12-21	2,205	2.298,503
		20-06-21	2,152	2.298,556			
P-04	2.300,549	06-01-21	2,011	2.298,538	13-07-21	2,227	2.298,322

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		19-01-21	2,024	2.298,525	28-07-21	2,234	2.298,315
		06-02-21	2,036	2.298,513	14-08-21		(2)
		22-02-21	2,065	2.298,484	22-08-21		(2)
		14-03-21	2,073	2.298,476	09-09-21		(2)
		31-03-21	2,100	2.298,449	28-09-21	2,241	2.298,308
		01-04-21	2,102	2.298,447	16-10-21	2,249	2.298,300
		28-04-21	2,146	2.298,403	12-11-21	2,251	2.298,298
		05-05-21	2,157	2.298,392	06-12-21	2,259	2.298,290
		05-06-21	2,195	2.298,354			
P-05	2.299,844	05-01-21	1,167	2.298,677	05-07-21	1,302	2.298,542
		25-01-21	1,183	2.298,661	17-07-21	1,305	2.298,539
		13-02-21	1,197	2.298,647	03-08-21	1,308	2.298,536
		27-02-21	1,206	2.298,638	17-08-21		(2)
		11-03-21	1,215	2.298,629	03-09-21		(2)
		30-03-21	1,227	2.298,617	18-09-21		(2)
		05-04-21	1,232	2.298,612	16-10-21	1,328	2.298,516
		21-04-21	1,243	2.298,601	06-11-21	1,342	2.298,502
		03-05-21	1,256	2.298,588	02-12-21	1,346	2.298,498
		06-06-21	1,283	2.298,561			
PN-02	2.300,090	06-01-21	1,799	2.298,291	13-07-21	2,003	2.298,087
		20-01-21	1,806	2.298,284	28-07-21	2,013	2.298,077
		05-02-21	1,824	2.298,266	14-08-21		(2)
		22-02-21	1,843	2.298,247	22-08-21		(2)

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		03-03-21	1,846	2.298,244	11-09-21	(2)	
		19-03-21	1,864	2.298,226	26-09-21	2,023	2.298,067
		09-04-21	1,892	2.298,198	22-10-21	2,026	2.298,064
		24-04-21	1,913	2.298,177	12-11-21	2,031	2.298,059
		05-05-21	1,932	2.298,158	06-12-21	2,035	2.298,055
		05-06-21	1,971	2.298,119			
PN-03	2.299,521	06-01-21	1,882	2.297,639	13-07-21	2,090	2.297,431
		20-01-21	1,892	2.297,629	28-07-21	2,099	2.297,422
		05-02-21	1,909	2.297,612	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,928	2.297,593	22-08-21	(2)	
		03-03-21	1,931	2.297,590	11-09-21	(2)	
		19-03-21	1,950	2.297,571	26-09-21	2,110	2.297,411
		09-04-21	1,978	2.297,543	22-10-21	2,113	2.297,408
		24-04-21	2,000	2.297,521	12-11-21	2,117	2.297,404
		05-05-21	2,019	2.297,502	06-12-21	2,121	2.297,400
05-06-21	2,056	2.297,465					
PN-04	2.300,126	04-01-21	1,822	2.298,304	04-07-21	2,023	2.298,103
		18-01-21	1,832	2.298,294	18-07-21	2,031	2.298,095
		01-02-21	1,845	2.298,281	04-08-21	2,037	2.298,089
		16-02-21	1,863	2.298,263	18-08-21	(2)	
		02-03-21	1,872	2.298,254	04-09-21	(2)	
		19-03-21	1,891	2.298,235	19-09-21	(2)	
		04-04-21	1,909	2.298,217	04-10-21	2,051	2.298,075

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		16-04-21	1,926	2.298,200	05-11-21	2,058	2.298,068
		07-05-21	1,958	2.298,168	05-12-21	2,062	2.298,064
		07-06-21	1,995	2.298,131			
PN-05B	2.300,812	04-01-21	2,020	2.298,792	04-07-21	2,230	2.298,582
		18-01-21	2,032	2.298,780	18-07-21	2,233	2.298,579
		01-02-21	2,048	2.298,764	04-08-21	2,239	2.298,573
		16-02-21	2,069	2.298,743	18-08-21	(2)	
		03-03-21	2,077	2.298,735	04-09-21	(2)	
		19-03-21	2,095	2.298,717	21-09-21	2,246	2.298,566
		04-04-21	2,116	2.298,696	04-10-21	2,252	2.298,560
		16-04-21	2,129	2.298,683	05-11-21	2,262	2.298,550
		05-05-21	2,161	2.298,651	05-12-21	2,265	2.298,547
		01-06-21	2,194	2.298,618			
PN-06	2.300,49	11-01-21	1,941	2.298,549	04-07-21	2,138	2.298.352
		20-01-21	1,949	2.298,541	28-07-21	2,146	2.298.344
		05-02-21	1,968	2.298,522	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,985	2.298,505	22-08-21	(2)	
		03-03-21	1,990	2.298,500	11-09-21	(2)	
		19-03-21	2,007	2.298,483	26-09-21	2,161	2.298.329
		09-04-21	2,034	2.298,456	16-10-21	2,164	2.298.326
		24-04-21	2,053	2.298,437	12-11-21	2,172	2.298.318
		22-05-21	2,092	2.298,398	06-12-21	2,177	2.298.313
		20-06-21	2,126	2.298,364			

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
PN-07	2.300,321	04-01-21	1,876	2.298,445	04-07-21	2,075	2.298.246
		18-01-21	1,886	2.298,435	18-07-21	2,083	2.298.238
		01-02-21	1,902	2.298,419	04-08-21	2,089	2.298.232
		16-02-21	1,919	2.298,402	22-08-21	(2)	
		02-03-21	1,928	2.298,393	04-09-21	(2)	
		19-03-21	1,948	2.298,373	19-09-21	(2)	
		04-04-21	1,968	2.298,353	04-10-21	2,105	2.298.216
		16-04-21	1,979	2.298,342	05-11-21	2,114	2.298.207
		07-05-21	2,011	2.298,310	05-12-21	2,117	2.298.204
		07-06-21	2,046	2.298,275			
PN-08A	2.300,716	04-01-21	1,981	2.298,735	04-07-21	2,169	2.298.547
		18-01-21	1,989	2.298,727	18-07-21	2,171	2.298.545
		01-02-21	1,998	2.298,718	04-08-21	2,180	2.298.536
		16-02-21	2,018	2.298,698	18-08-21	(2)	
		02-03-21	2,026	2.298,690	04-09-21	(2)	
		19-03-21	2,045	2.298,671	21-09-21	2,189	2.298,527
		04-04-21	2,063	2.298,653	04-10-21	2,199	2.298,517
		16-04-21	2,066	2.298,650	05-11-21	2,203	2.298,513
		07-05-21	2,097	2.298,619	05-12-21	2,208	2.298,508
		07-06-21	2,130	2.298,586			
PN-09	2.299,647	04-01-21	1,608	2.298,039	04-07-21	1,795	2.297,852
		18-01-21	1,618	2.298,029	18-07-21	1,805	2.297,842
		01-02-21	1,628	2.298,019	04-08-21	1,809	2.297,838

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		16-02-21	1,646	2.298,001	18-08-21	(2)	
		02-03-21	1,651	2.297,996	04-09-21	(2)	
		19-03-21	1,670	2.297,977	19-09-21	(2)	
		04-04-21	1,686	2.297,961	04-10-21	1,834	2.297,813
		16-04-21	1,699	2.297,948	05-11-21	1,840	2.297,807
		07-05-21	1,735	2.297,912	05-12-21	1,845	2.297,802
		07-06-21	1,763	2.297,884			
PN-10	2.300,222	11-01-21	1,850	2.298,372	13-07-21	2,044	2.298,178
		20-01-21	1,858	2.298,364	28-07-21	2,049	2.298,173
		05-02-21	1,877	2.298,345	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,893	2.298,329	22-08-21	(2)	
		03-03-21	1,900	2.298,322	11-09-21	(2)	
		19-03-21	1,916	2.298,306	26-09-21	2,065	2.298,157
		09-04-21	1,942	2.298,280	16-10-21	2,072	2.298,150
		24-04-21	1,961	2.298,261	12-11-21	2,077	2.298,145
		22-05-21	1,997	2.298,225	06-12-21	2,083	2.298,139
		20-06-21	2,028	2.298,194			
PN-11	2.300,41	11-01-21	1,811	2.298,599	13-07-21	2,013	2.298,397
		20-01-21	1,820	2.298,590	28-07-21	2,020	2.298,390
		05-02-21	1,848	2.298,562	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,851	2.298,559	22-08-21	(2)	
		03-03-21	1,858	2.298,552	11-09-21	(2)	
		19-03-21	1,881	2.298,529	26-09-21	2,038	2.298,372

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		09-04-21	1,911	2.298,499	16-10-21	1,893	2.298,517
		24-04-21	1,924	2.298,486	12-11-21	2,044	2.298,366
		22-05-21	1,965	2.298,445	06-12-21	2,053	2.298,357
		20-06-21	2,002	2.298,408			
PN-13	2.300,364	11-01-21	1,662	2.298,702	13-07-21	1,890	2.298,474
		16-01-21	1,669	2.298,695	28-07-21	1,897	2.298,467
		05-02-21	1,712	2.298,652	14-08-21		(2)
		22-02-21	1,710	2.298,654	22-08-21		(2)
		03-03-21	1,721	2.298,643	11-09-21		(2)
		19-03-21	1,744	2.298,620	26-09-21	1,902	2.298,462
		09-04-21	1,778	2.298,586	16-10-21	1,893	2.298,471
		24-04-21	1,796	2.298,568	24-11-21	1,897	2.298,467
		22-05-21	1,843	2.298,521	06-12-21	1,909	2.298,455
		20-06-21	1,866	2.298,498			
PN-14B	2.300,442	04-01-21	2,040	2.298,402	04-07-21	2,234	2.298.208
		17-01-21	2,057	2.298,385	18-07-21	2,237	2.298.205
		01-02-21	2,067	2.298,375	04-08-21	2,243	2.298.199
		16-02-21	2,092	2.298,350	18-08-21		(2)
		03-03-21	2,098	2.298,344	04-09-21		(2)
		19-03-21	2,116	2.298,326	21-09-21	2,254	2.298.188
		04-04-21	2,135	2.298,307	04-10-21	2,261	2.298.181
		16-04-21	2,145	2.298,297	05-11-21	2,275	2.298.167

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		07-05-21	2,174	2.298,268	05-12-21	2,278	2.298.164
		01-06-21	2,200	2.298,242			
PN-15	2.300,368	11-01-21	1,794	2.298,574	13-07-21	1,972	2.298.396
		20-01-21	1,803	2.298,565	28-07-21	1,982	2.298.386
		05-02-21	1,823	2.298,545	14-08-21	(2)	
		22-02-21	1,828	2.298,540	22-08-21	(2)	
		03-03-21	1,837	2.298,531	11-09-21	(2)	
		19-03-21	1,861	2.298,507	26-09-21	2,001	2.298.367
		09-04-21	1,879	2.298,489	22-10-21	1,998	2.298.370
		24-04-21	1,891	2.298,477	12-11-21	2,017	2.298.351
		22-05-21	1,931	2.298,437	06-12-21	2,019	2.298.349
		20-06-21	1,962	2.298,406			
PN-16B	2.300,415	05-01-21	1,536	2.298,879	05-07-21	1,654	2.298.761
		17-01-21	1,547	2.298,868	17-07-21	1,657	2.298.758
		03-02-21	1,562	2.298,853	03-08-21	1,658	2.298.757
		17-02-21	1,571	2.298,844	17-08-21	(2)	
		03-03-21	1,581	2.298,834	03-09-21	(2)	
		17-03-21	1,589	2.298,826	20-09-21	1,672	2.298,743
		05-04-21	1,605	2.298,810	06-10-21	1,678	2.298,737
		18-04-21	1,613	2.298,802	04-11-21	1,689	2.298,726
		03-05-21	1,623	2.298,792	05-12-21	1,695	2.298,720
		06-06-21	1,643	2.298,772			
PN-18	2.299,713	07-01-21	1,885	2.297,828	08-07-21	2,113	2.297,600

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		21-01-21	1,888	2.297,825	23-07-21	2,114	2.297,599
		04-02-21	1,904	2.297,809	05-08-21	2,124	2.297,589
		18-02-21	1,922	2.297,791	19-08-21		(2)
		04-03-21	1,922	2.297,791	09-09-21		(2)
		18-03-21	1,943	2.297,770	23-09-21	2,119	2.297,594
		08-04-21	1,976	2.297,737	07-10-21	2,118	2.297,595
		22-04-21	1,993	2.297,720	21-10-21	2,131	2.297,582
		06-05-21	2,034	2.297,679	04-11-21	2,116	2.297,597
		21-05-21	2,051	2.297,662	18-11-21	2,127	2.297,586
		03-06-21	2,070	2.297,643	02-12-21	2,131	2.297,582
		17-06-21	2,090	2.297,623	16-12-21	2,125	2.297,588
PN-19	2.299,450	07-01-21	1,843	2.297,607	08-07-21	2,046	2.297,404
		21-01-21	1,851	2.297,599	23-07-21	2,046	2.297,404
		04-02-21	1,865	2.297,585	08-08-21	2,054	2.297,396
		18-02-21	1,884	2.297,566	19-08-21		(2)
		04-03-21	1,891	2.297,559	09-09-21		(2)
		18-03-21	1,909	2.297,541	23-09-21	2,058	2.297,392
		08-04-21	1,936	2.297,514	07-10-21	2,058	2.297,392
		22-04-21	1,952	2.297,498	21-10-21	2,067	2.297,383
		06-05-21	1,978	2.297,472	04-11-21	2,065	2.297,385
		21-05-21	1,993	2.297,457	18-11-21	2,070	2.297,380
		03-06-21	2,009	2.297,441	02-12-21	2,074	2.297,376
17-06-21	2,023	2.297,427	16-12-21	2,074	2.297,376		

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
S-1	2.300,513	11-01-21	1,829	2.298,684	06-07-21	2,029	2.298,484
		19-01-21	1,840	2.298,673	25-07-21	2,031	2.298,482
		06-02-21	1,856	2.298,657	07-08-21	2,036	2.298,477
		22-02-21	1,879	2.298,634	21-08-21	(2)	
		13-03-21	1,895	2.298,618	06-09-21	(2)	
		31-03-21	1,917	2.298,596	26-09-21	2,049	2.298,464
		06-04-21	1,928	2.298,585	12-10-21	2,052	2.298,461
		21-04-21	1,945	2.298,568	17-11-21	2,060	2.298,453
		22-05-21	1,985	2.298,528	21-12-21	2,070	2.298,443
		20-06-21	2,012	2.298,501			
S-2	2.300,333	11-01-21	(1)		06-07-21	(1)	
		19-01-21	(1)		25-07-21	(1)	
		06-02-21	(1)		07-08-21	(1)	
		22-02-21	(1)		21-08-21	(1)	
		13-03-21	(1)		06-09-21	(1)	
		31-03-21	(1)		26-09-21	(1)	
		06-04-21	(1)		13-10-21	(1)	
		21-04-21	(1)		17-11-21	(1)	
		22-05-21	(1)		21-12-21	(1)	
		20-06-21	(1)				
S-2-1	2.301,046	11-01-21	2,111	2.298,935	06-07-21	2,316	2.298,730
		19-01-21	2,124	2.298,922	25-07-21	2,316	2.298,730
		06-02-21	2,141	2.298,905	07-08-21	2,321	2.298,725

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar [m s.n.m.]	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
			[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		22-02-21	2,164	2.298,882	21-08-21	(2)	
		13-03-21	2,179	2.298,867	06-09-21	(2)	
		31-03-21	2,222	2.298,824	26-09-21	2,336	2.298,710
		06-04-21	2,214	2.298,832	13-10-21	2,339	2.298,707
		21-04-21	2,231	2.298,815	17-11-21	2,346	2.298,700
		22-05-21	2,272	2.298,774	21-12-21	2,357	2.298,689
		20-06-21	2,300	2.298,746			
S-3	2.300,491	11-01-21	1,894	2.298,597	06-07-21	2,097	2.298,394
		19-01-21	1,903	2.298,588	25-07-21	2,096	2.298,395
		06-02-21	1,917	2.298,574	07-08-21	2,102	2.298,389
		22-02-21	1,942	2.298,549	21-08-21	(2)	
		13-03-21	1,953	2.298,538	06-09-21	(2)	
		31-03-21	1,982	2.298,509	26-09-21	2,117	2.298,374
		06-04-21	1,989	2.298,502	13-10-21	2,120	2.298,371
		21-04-21	2,008	2.298,483	17-11-21	2,128	2.298,363
		22-05-21	2,051	2.298,440	21-12-21	2,139	2.298,352
		20-06-21	2,081	2.298,410			
S-4	2.300,211	06-01-21	1,679	2.298,532	06-07-21	1,882	2.298,329
		19-01-21	1,686	2.298,525	25-07-21	1,888	2.298.323
		06-02-21	1,699	2.298,512	07-08-21	1,895	2.298.316
		22-02-21	1,725	2.298,486	21-08-21	(2)	
		14-03-21	1,732	2.298,479	06-09-21	(2)	
		31-03-21	1,758	2.298,453	26-09-21	1,903	2.298.308

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		06-04-21	1,770	2.298,441	13-10-21	1,907	2.298.304
		24-04-21	1,793	2.298,418	17-11-21	1,913	2.298.298
		05-05-21	1,813	2.298,398	21-12-21	1,921	2.298.290
		05-06-21	1,852	2.298,359			
SAMPLE-4	2.301.536	21-01-21	8,923	2.294,347	19-07-21	9,090	2.294.180
		21-01-21	8,925	2.294,345	19-07-21	9,090	2.294.180
		21-02-21	8,953	2.294,317	26-08-21	9,127	2.294.143
		21-02-21	8,953	2.294,317	26-08-21	9,128	2.294.142
		22-03-21	8,984	2.294,286	21-09-21	9,150	2.294.120
		22-03-21	8,984	2.294,286	21-09-21	9,151	2.294.119
		19-04-21	9,007	2.294,263	22-10-21	9,180	2.294.090
		19-04-21	9,007	2.294,263	22-10-21	9,181	2.294.089
		23-05-21	9,040	2.294,230	23-11-21	9,210	2.294.060
		23-05-21	9,042	2.294,228	23-11-21	9,210	2.294.060
		24-06-21	9,066	2.294,204	26-12-21	9,240	2.294.030
		24-06-21	9,067	2.294,203	26-12-21	9,240	2.294.030
SAMPLE-4A	2.301,188	10-01-21	8,088	2.293,100	07-07-21	8,258	2.292.930
		28-01-21	8,104	2.293,084	28-07-21	8,278	2.292.910
		09-02-21	8,115	2.293,073	13-08-21		(2)
		26-02-21	8,135	2.293,053	22-08-21		(2)
		10-03-21	8,148	2.293,040	11-09-21		(2)
		29-03-21	8,163	2.293,025	28-09-21	8.331	2.292.857
		14-04-21	8,179	2.293,009	13-10-21	8.353	2.292.835

Tabla 5-30 Resultados mediciones de nivel en sector Núcleo, año 2021

Punto de monitoreo	Cota Collar	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel	Fecha de medición	Prof. medida	Cota de nivel
	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]		[m b.n.s.]	[m s.n.m.]
		26-04-21	8,183	2.293,005	23-11-21	8.386	2.292.802
		01-05-21	8,192	2.292,996	26-12-21	8.420	2.292.768
		01-06-21	8,221	2.292,967			
Zanja Camino a Peine	2.300,258	04-01-21	0,914	2.299,344	04-07-21	1.085	2.299.173
		18-01-21	0,925	2.299,333	18-07-21	1.095	2.299.163
		01-02-21	0,932	2.299,326	04-08-21	1.006	2.299.252
		16-02-21	0,941	2.299,317	18-08-21	(2)	
		02-03-21	0,951	2.299,307	04-09-21	(2)	
		19-03-21	0,967	2.299,291	19-09-21	(2)	
		04-04-21	0,981	2.299,277	04-10-21	1.131	2.299.127
		16-04-21	1,001	2.299,257	05-11-21	1.137	2.299.121
		07-05-21	1,027	2.299,231	05-12-21	1.140	2.299.118
		07-06-21	1,054	2.299,204			

Notas: (1) No se mide por toma ilegal de caminos, asociado a huelga de unos de los sindicatos de Albemarle, lo que fue informado mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-047 presenta en Anexo M. (2): Pozo Seco.

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la evolución temporal del nivel freático en el sector Núcleo en conjunto con la representación gráfica del registro de niveles se presentan a continuación.

Núcleo Centro Norte

Los resultados de las mediciones de nivel freático en el sector Núcleo Centro Norte, fueron presentados en la Tabla 5-30 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Tabla 5-30 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 13 pozos, 11 de la serie ES y 2 de la serie PN, las habilitaciones varían entre los 0,86 y 10,79 m b.n.t.

La cota del nivel para el año 2021, reportado en el presente informe de PSAH, se encuentra entre 2.297,376 y 2.298,338 m s.n.m. en PN-19 y ES-09 respectivamente, similar al rango de los valores históricos observados, entre 2.297,412 y 2.298,896 m s.n.m. para el periodo comprendido entre los años 2016 y 2020

Todos los pozos del sector presentan un comportamiento similar y sincrónico, con una rápida respuesta a eventos de precipitación como los ocurridos en febrero 2019 y agosto de 2020, en donde se reconocen por ejemplo aumentos de nivel entre 0,48 m en PN-18 y 0,89 m en ES-11. Ambos eventos han permitido que el sistema recupere sus niveles, manteniendo para el periodo entre 2017 y 2021, niveles mínimos entorno a 2.297,6 y 2.297,8 m s.n.m.

Núcleo Oeste

Los resultados de las mediciones de nivel freático en el sector Núcleo Oeste, fueron presentados en la Tabla 5-30 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-62 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 2 puntos, los pozos CS-01 y Sample-4A que reemplazan a los puntos Zanja Cordillera de la Sal y Sample-4, respectivamente (Tabla 5-30).

El registro histórico de los pozos de este sector muestra una tendencia generalizada al descenso de nivel que suman un total aproximado de 6,0 m de descenso en 20 años, influenciados por los conos de descenso de niveles producidos por la explotación de salmuera en el Núcleo del Salar (Figura 5-62, grafico inferior).

Núcleo Este

Los resultados de las mediciones de nivel freático en el sector Núcleo Este, fueron presentados en la Tabla 5-30 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-63 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 26 pozos, importante mencionar que el pozo S-2-1 reemplaza al

pozo S-2 (Tabla 5-29), debido a que S-2 se secó y Albemarle perforó un pozo gemelo el año 2019 para tener una continuidad de datos.

Las cotas más bajas de los pozos del sector las presenta el pozo PN-03, alcanzando 2.297,400 m s.n.m., en diciembre de 2021 y las más altas las presenta el pozo PN-16B, alcanzando cotas en torno a los 2.298,879 m s.n.m. en el último año.

Los pozos con el registro más extenso corresponden a los pozos S-1, S-2, S-3, S-4 y CL-6, los que presentan cotas similares entre los 2.299,235 m s.n.m. y los 2.298,692 m s.n.m. en un comportamiento sincrónico y descendente, con recuperaciones puntuales provocadas por eventos de precipitación. La Zanja Camino a Peine inicia su registro el año 2001 y su comportamiento es similar al de los pozos S-1 a S-4 y CL-6. El descenso acumulado de cada uno de los sectores indicados en la Figura 5-63 alcanza el orden de 1,2 m en 32 años en el sector 1 del orden de 0,37 m en 20 años en el sector 2 y del orden de 1,3 m en 32 años en el sector 3.

El resto de los pozos de monitoreo del sector Núcleo Este presentan un comportamiento sincrónico descendente e interrumpido por episodios breves de recarga como consecuencia de episodios de intensas precipitaciones como las observadas en marzo 2013, abril 2015, febrero 2017, marzo 2019 y agosto 2020. Entre los años 2002 y 2013 no se observan recuperaciones de nivel por la ausencia de precipitaciones significativas.

Observando el registro histórico de los pozos del sector, se reconocen tres tendencias en las tasas de descenso, calculadas en base al registro representativo de S-4. Entre 1989 y mediados de 1999 se reconoce una tasa de descenso del orden de 0,03 m/año. Entre 2001 y 2013 se reconoce una tasa de descenso del orden de 0,06 m/año. En los períodos 2013-2015, 2015-2017 y 2017-2019 se reconocen tasas de descenso del orden de 0,22 m/año, en el período 2019-2020, y agosto a diciembre de 2020 se reconocen tasas de descenso del orden de 0,45 m/año, y finalmente en el periodo agosto 2020- octubre 2021 se reconocen tasas de descenso del orden de 0,33 m/año.

Zona de Producción

Los resultados de las mediciones de nivel freático en la Zona de Producción, fueron presentados en la Tabla 5-30 mientras que la representación gráfica del registro histórico de niveles se presenta en la Figura 5-64 en conjunto con el mapa de ubicación de los puntos del sector. Este sector es monitoreado en 28 pozos y importante mencionar que 7 de estos pozos han sido reemplazados, el detalle de los pozos que se rempazan se presentó en la Tabla 5-30.

En la Figura 5-64 se observa una tendencia generalizada al descenso de nivel controlada por el bombeo de salmuera en los pozos de producción aledaños. Se reconocen cuatro tendencias

generales en los pozos de monitoreo de la zona de Producción, en los períodos 1985-1999, 2001-2012, 2013-2017 y 2017-2021 marcados por tasas de descenso bajas a moderadas con algunos episodios de recarga como el observado en marzo 1997; tasas de descenso moderadas entre 2001 y 2009 seguidas de una recuperación entre 2009 y 2013; tasas de descenso altas entre 2013 y 2017 que, finalmente, se ven incrementadas entre 2017 y 2021, respectivamente.

Los pozos CL-14 (y CL-14-1), CL-26 (y CL-26-1) y CL-30 presentan un comportamiento sincrónico con tasas de descenso pronunciadas que acumulan una disminución aproximada de 7,5 m en 32 años en una tasa de descenso equivalente de 0,23 m/año, junto a las cotas más bajas del sector, de 2.291,5 m s.n.m., 2.294,6 m s.n.m. y 2.292,8 m s.n.m., respectivamente. Los pozos CL-31, CL-32 y Exp-2 (y Exp-2-1) presentan también un comportamiento sincrónico con tasas de descenso moderadas que acumulan una disminución aproximada de 1,9 m en 20 años en una tasa de descenso equivalente de 0,10 m/año.

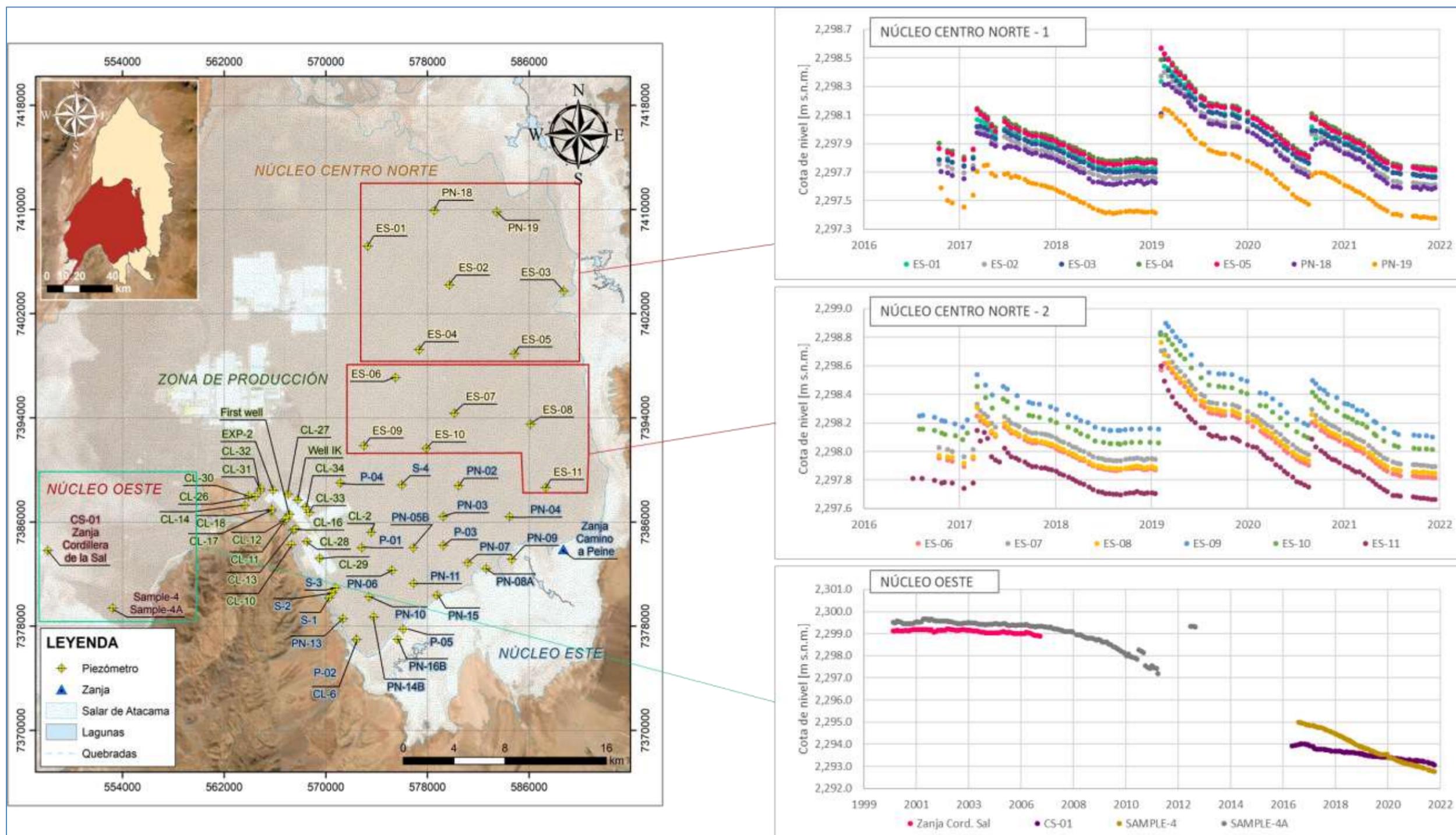
Los pozos CL-11, CL-12, CL-33, CL-34 (y CL-34-1), First-Well y Well-I-K (y Well-I-K-1) presentan un comportamiento similar con grandes variaciones anuales que responden fuertemente al bombeo de salmuera y a períodos de recuperación. Entre 2017 y 2019 describen un fuerte descenso en sus niveles, alcanzando un descenso aproximado de 3,8 m (en CL-11) para, a partir de las lluvias de febrero 2019, iniciar la recuperación de sus niveles. El descenso acumulado en 35 años de monitoreo observado en el pozo CL-11 es de 6,3 m, a una tasa de descenso equivalente de 0,18 m/año.

Los pozos CL-17, CL-18 y CL-27 también presentan un comportamiento similar con importantes variaciones anuales fuertemente influenciadas por el bombeo de salmuera. A partir de 2013, los pozos CL-17 y CL-18 mantienen y profundizan su tendencia al descenso de nivel, iniciando una recuperación a partir de 2019 que se mantiene al año 2020; mientras que el pozo CL-27 sigue una tendencia a la recuperación de su nivel freático hasta marzo 2017, en donde comienza nuevamente a descender hasta inicios de 2019, en donde termina de acoplarse a la tendencia generalizada de recuperación de sus niveles. El descenso de nivel en CL-17 y CL-18 observado en 35 años de monitoreo alcanza los 4,0 m, en una tasa de -0,11 m/año mientras que el descenso observado en 19 años de monitoreo en CL-27 es de 1,1 m en una tasa de descenso equivalente de 0,06 m/año.

Los pozos CL-10, CL-13 y CL-16 (y CL-16-1), con registros a partir de 1985, presentan un comportamiento sincrónico (a excepción de CL-16 entre 1985 y 1989) y sensible a procesos de recarga como los ocurridos en marzo 2013 o febrero 2019 pero con menores variaciones anuales frente a las observadas en otros pozos como CL-17 y CL-18, y que acumulan un descenso aproximado de 3,7 m en 35 años en una tasa de descenso equivalente de 0,11 m/año. Los pozos CL-28 y CL-29, con registros a partir de 2001, presentan un comportamiento

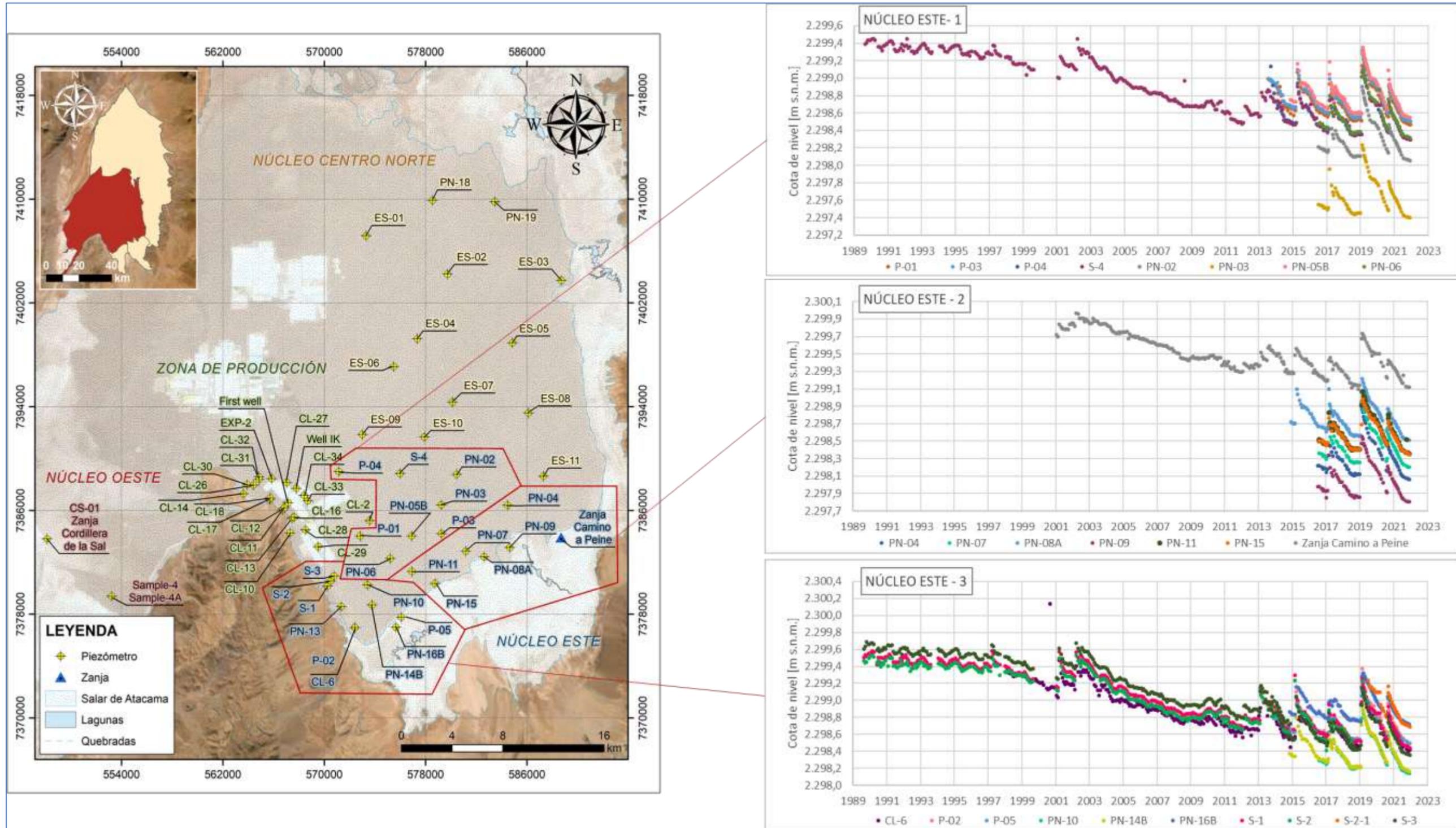
sincrónico y sensible a episodios de recarga, con variaciones anuales de menor escala y un descenso acumulado de 3,8 m y 1,5 m, en tasas de descenso equivalentes de 0,19 m/año y 0,07 m/año, respectivamente. CL-28 presenta una cota de 2.296,3 m s.n.m. y CL-29 presenta la cota más somera de todos los pozos del sector, de 2.298,4 m s.n.m.

Figura 5-62 Hidrogramas de los pozos de observación de los sectores Núcleo Centro Norte y Núcleo Oeste



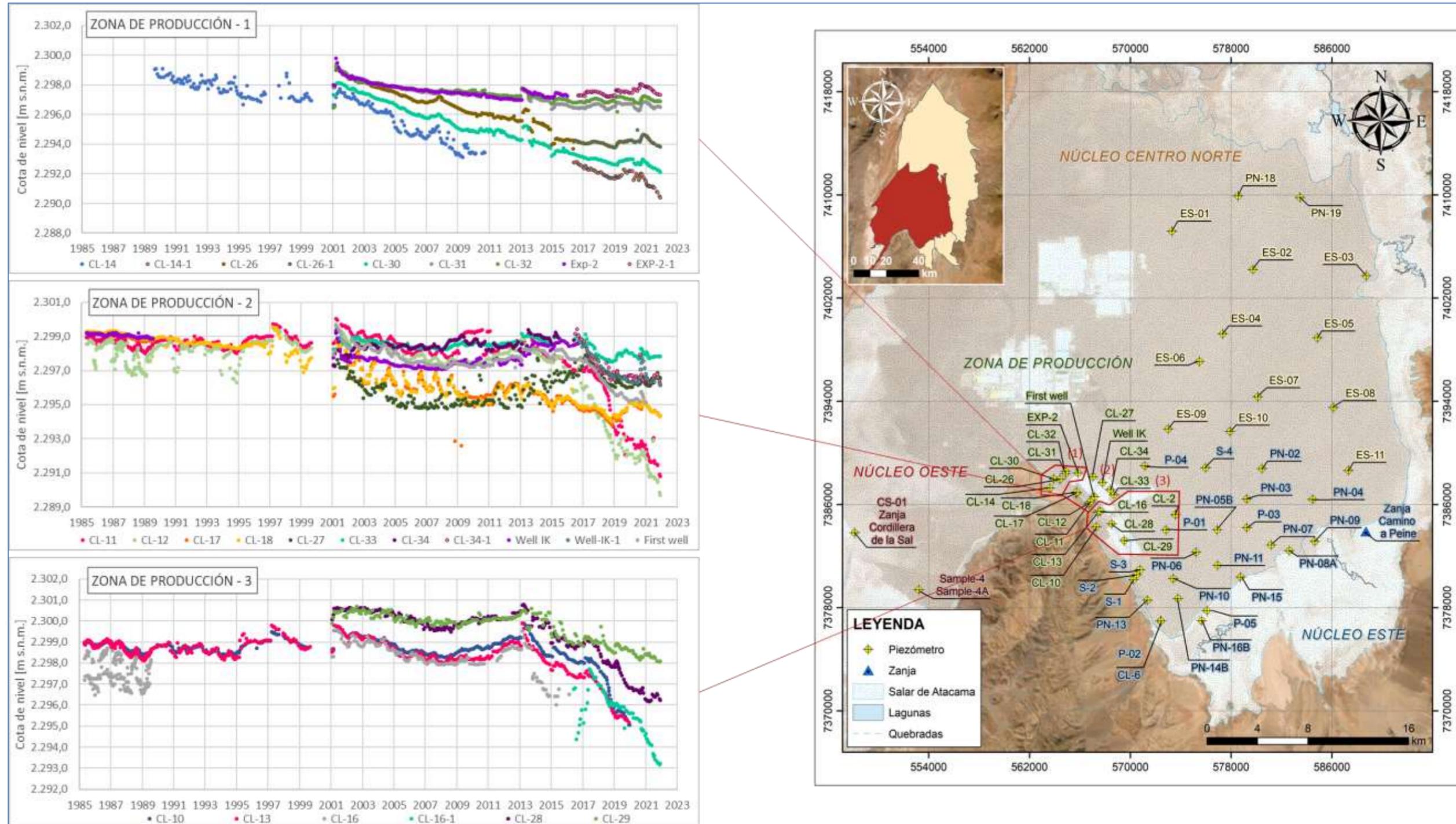
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-63 Hidrogramas de los pozos de observación del sector Núcleo Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-64 Hidrogramas de los pozos de observación de la Zona de Producción



Fuente: Elaboración propia

A modo de resumen de las observaciones del sector Núcleo, se señala que:

- Los pozos ubicados en torno a la zona de extracción de salmuera como CL-14-1, CL-21-1 y CL-30 son los que presentan las mayores tasas de descenso en el tiempo.
- Los pozos de monitoreo que se ubican aledaños al Cordón de Lila presentan descensos y recuperaciones marcadas, fuertemente sensibles a la recarga del sistema.
- Los pozos de monitoreo ubicados en zonas más alejadas al campo de extracción de salmuera presentan las menores tasas de descenso junto a una menor variabilidad estacional con tasas de descenso relativamente constantes durante 2021.
- El pozo que presenta la cota más baja del sector corresponde al pozo CL-12, con una cota de 2289,99 m s.n.m. mientras que el pozo con la cota más alta corresponde al punto Zanja Camino a Peine con una cota de 2.299,34 m s.n.m.
- En los pozos de monitoreo de la Zona de Producción se reconocen cuatro tendencias generales en los períodos 1985-1999, marcado por tasas de descenso bajas a moderadas; 2001-2012, marcado por tasas de descenso moderadas; 2013-2017, marcado por tasas de descenso moderadas a altas y 2017-2021, marcado por tasas de descenso altas que, como referencia, alcanzan los 1,09 m/año en CL-11 en dicho período.

5.7 Posición de la Interfase Salina

La posición de la Interfase Salina corresponde a aquella profundidad en la cual se detecta un cambio importante en la conductividad eléctrica del fluido pasando gradualmente de aguas salobres del acuífero a la salmuera que las subyace.

En el presente subcapítulo, se exhiben los resultados de los perfiles conductividad eléctrica y temperatura en profundidad a la columna de agua de pozos pertenecientes a la red de monitoreo del PSAH. El objetivo de estas mediciones es determinar la profundidad a la cual se encuentra la Interfase Salina, las que se realizan en 13 pozos distribuidos en los sectores que se individualizan a continuación:

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

En la Tabla 5-31 se presentan los pozos donde se realizan los perfiles de conductividad, agrupados por sector, aquí se detalla fecha de construcción y periodo de registro de los perfiles de conductividad.

Tabla 5-31 Puntos de realización de perfiles de conductividad eléctrica

Sector	Punto	Fecha de Construcción	Periodo de registro	
			Fecha Inicio	Fecha Término
La Punta-La Brava	MP-01C	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MP-03C	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MP-04C	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MP-05C	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MP-06C	Agosto 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MP-09C	Agosto 2016	Julio 2016	Octubre 2021
Sector Peine	MP-07C-1 ⁽¹⁾	Julio 2017	Julio 2017	Octubre 2021
	MPS-AC	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	MPS-CC	Septiembre 2013	Octubre 2013	Octubre 2021
	PP-01	Julio 2016	Julio 2016	Octubre 2021
	PP-02	Agosto 2016	Octubre 2016	Octubre 2021
	PP-03	Julio 2016	Agosto 2016	Octubre 2021
Sector Norte y Borde Este	MP-12C	Agosto 2016	Octubre 2016	Octubre 2021

Nota (1): Pozo de reemplazo de pozo original MP-07C, dado que este no interceptó la cuña salina.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de estos perfiles se muestran desde la Tabla 5-32 hasta la Tabla 5-44. Durante el año 2021 se realizó un aumento en la frecuencia de monitoreo por activaciones del PAT, teniendo mediciones en los meses de enero, febrero, marzo, abril, julio, agosto, septiembre y

octubre. De manera complementaria, se muestran de manera gráfica los perfiles de conductividad eléctrica con los resultados de las campañas comprendidas en el presente período de reporte y la comparación del año reportado con respecto al registro histórico.

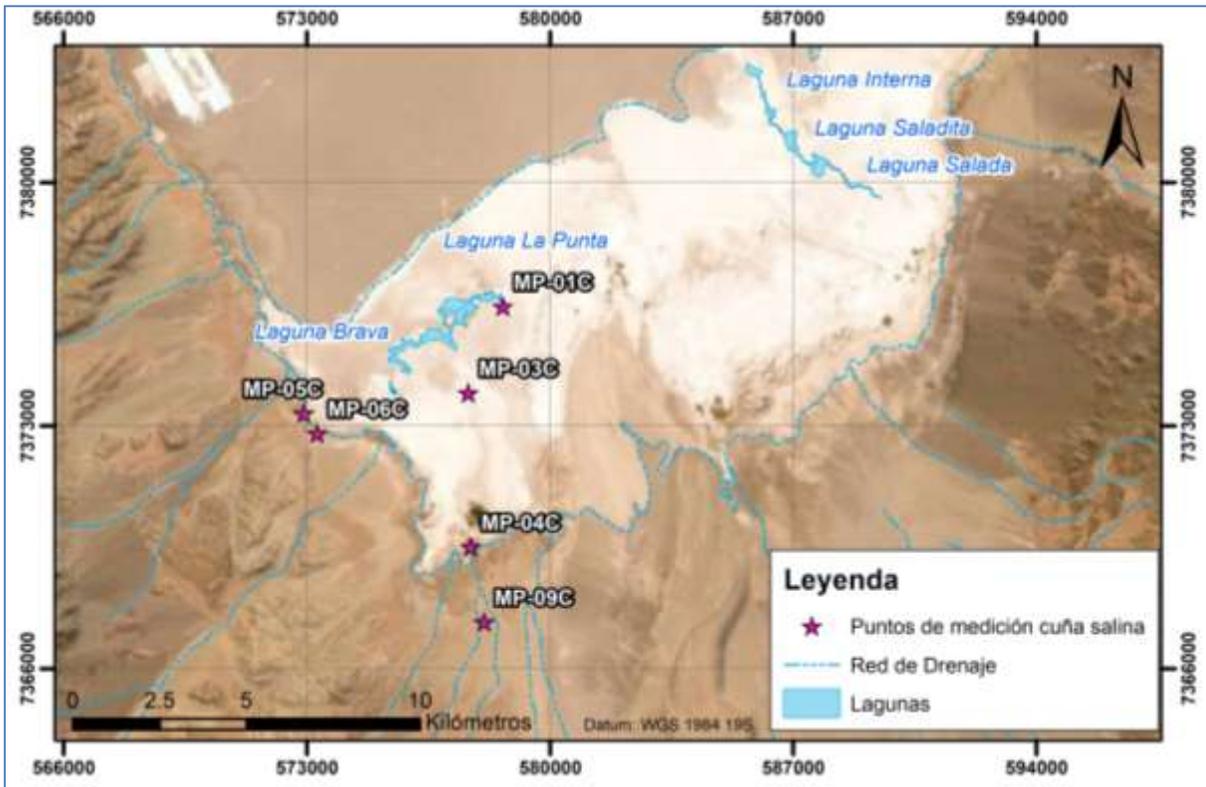
Como fue descrito en la sección 4.2.5 de este informe, el pozo MP-07C fue reemplazado, con el respectivo reporte a la autoridad, por el pozo MP-07C-1 en julio de 2017, ya que el primero no interceptó la cuña salina, por ende, no mide la posición de la Interfase Salina.

A continuación, se presentarán los análisis de los datos obtenidos por sector (La Punta – La Brava, Peine y, Norte y Borde Este).

5.7.1 Sector La Punta – La Brava

En la Figura 5-65 se muestra la ubicación de los puntos comprometidos para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el sector La Punta – La Brava. De forma particular estos corresponden a los puntos MP-01C, MP-03C, MP-04C, MP-05C, MP-06C y MP-09C.

Figura 5-65 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los registros de profundidad (m), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), y temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de los distintos pozos obtenidos en las campañas realizadas en el año

2021, mientras que en el Anexo G del presente informe se detallan los registros históricos en los puntos de medición.

Tabla 5-32 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-01C campañas año 2021

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,9	66.310	15,34	0,9	66.130	15,46	0,9	65.850	15,34	0,9	64.310	15,33	0,6	55.250	15,29	0,6	57.190	15,37
1,0	66.400	15,33	1,0	66.130	15,34	1,0	65.910	15,34	1,0	64.360	15,32	0,7	55.260	15,34	0,7	57.240	15,37
1,5	66.370	15,33	1,5	66.230	15,34	1,5	65.880	15,33	1,5	64.360	15,32	0,8	55.010	15,35	0,8	57.240	15,37
2,0	66.630	15,33	2,0	66.300	15,34	2,0	65.940	15,34	2,0	64.430	15,32	0,9	55.130	15,35	0,9	57.290	15,37
3,0	66.740	15,33	3,0	66.430	15,34	3,0	66.880	15,34	3,0	64.500	15,32	1,0	55.160	15,35	1,0	57.280	15,37
4,0	66.910	15,34	4,0	66.770	15,33	4,0	66.020	15,33	4,0	64.200	15,32	1,1	55.160	15,35	1,1	57.080	15,37
5,0	67.410	15,33	5,0	67.280	15,33	5,0	66.670	15,33	5,0	65.400	15,31	1,2	54.990	15,35	1,2	57.220	15,37
6,0	67.430	15,33	6,0	66.900	15,33	6,0	67.180	15,32	6,0	65.670	15,31	1,3	55.170	15,35	1,3	57.150	15,37
7,0	67.750	15,33	7,0	67.800	15,33	7,0	66.980	15,32	7,0	65.460	15,31	1,4	54.920	15,35	1,4	57.170	15,37
8,0	68.420	15,33	8,0	68.140	15,33	8,0	67.720	15,32	8,0	66.030	15,31	1,5	55.090	15,35	1,5	57.360	15,37
9,0	69.190	15,32	9,0	68.650	15,32	9,0	68.330	15,32	9,0	66.620	15,30	1,6	55.080	15,35	1,6	57.400	15,37
10,0	71.250	15,31	10,0	70.710	15,31	10,0	70.030	15,30	10,0	68.140	15,29	1,7	55.030	15,35	1,7	57.460	15,37
10,5	72.280	15,30	10,5	72.020	15,30	10,5	70.840	15,29	10,5	69.610	15,28	1,8	55.190	15,35	1,8	57.350	15,37
11,0	74.360	15,29	11,0	73.860	15,29	11,0	73.160	15,28	11,0	71.730	15,27	1,9	55.240	15,35	1,9	57.580	15,37
11,2	75.520	15,28	11,2	76.000	15,28	11,2	74.740	15,28	11,2	72.690	15,26	2,0	55.040	15,35	2,0	57.330	15,37
11,4	77.490	15,27	11,4	77.790	15,27	11,4	76.870	15,27	11,4	74.710	15,25	2,1	55.320	15,35	2,1	57.210	15,37
11,6	81.020	15,25	11,6	80.890	15,25	11,6	79.280	15,25	11,6	78.120	15,23	2,2	55.100	15,35	2,2	57.340	15,37
11,8	83.240	15,23	11,8	84.540	15,24	11,8	82.560	15,23	11,8	80.980	15,21	2,3	55.080	15,35	2,3	57.410	15,37
12,0	89.530	15,20	12,0	89.920	15,20	12,0	87.860	15,22	12,0	86.910	15,18	2,4	55.280	15,35	2,4	57.290	15,37
12,2	99.090	15,17	12,2	99.100	15,16	12,2	98.410	15,15	12,2	96.930	15,13	2,5	55.280	15,35	2,5	57.380	15,37
12,4	106.400	15,13	12,4	106.800	15,30	12,4	104.700	15,12	12,4	103.200	15,10	2,6	55.200	15,35	2,6	57.310	15,37

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
12,6	238.400	15,31	12,6	235.900	15,30	12,6	241.000	15,30	12,6	234.200	15,31	2,7	55.170	15,35	2,7	57.430	15,37
12,8	239.600	15,35	12,8	235.900	15,34	12,8	241.000	15,34	12,8	234.200	15,34	2,8	55.260	15,34	2,8	57.240	15,37
13,0	240.100	15,35	13,0	236.000	15,36	13,0	241.100	15,34	13,0	234.300	15,34	2,9	55.100	15,35	2,9	57.290	15,37
13,2	240.200	15,35	13,2	236.100	15,36	13,2	241.100	15,35	13,2	234.300	15,34	3,0	55.090	15,35	3,0	57.220	15,37
13,4	240.700	15,35	13,4	236.200	15,35	13,4	241.100	15,35	13,4	234.300	15,34	3,1	55.280	15,35	3,1	57.420	15,37
13,6	240.800	15,35	13,6	236.200	15,35	13,6	241.100	15,34	13,6	234.300	15,34	3,2	55.110	15,38	3,2	57.360	15,37
13,8	240.800	15,35	13,8	236.300	15,35	13,8	241.100	15,34	13,8	234.300	15,34	3,3	55.370	15,35	3,3	57.350	15,37
14,0	240.900	15,35	14,0	236.300	15,35	14,0	241.100	15,34	14,0	234.300	15,34	3,4	55.370	15,35	3,4	57.450	15,37
15,0	240.900	15,35	15,0	236.300	15,35	15,0	241.100	15,34	15,0	234.300	15,34	3,5	55.320	15,35	3,5	57.470	15,37
16,0	240.900	15,35	16,0	236.300	15,35	16,0	241.000	15,34	16,0	234.200	15,34	3,6	55.160	15,34	3,6	57.590	15,37
18,0	240.100	15,31	18,0	235.500	15,31	18,0	240.100	15,31	18,0	233.300	15,30	3,7	55.250	15,35	3,7	57.470	15,37
20,0	240.200	15,30	20,0	235.500	15,31	20,0	240.200	15,30	20,0	233.400	15,29	3,8	55.300	15,34	3,8	57.330	15,37
22,0	240.200	15,27	22,0	235.400	15,27	22,0	240.000	15,27	22,0	233.300	15,26	3,9	55.500	15,35	3,9	57.460	15,37
24,0	240.200	15,23	24,0	235.500	15,22	24,0	240.000	15,26	24,0	233.300	15,21	4,0	55.280	15,35	4,0	57.320	15,37
26,0	240.200	15,17	26,0	235.500	15,17	26,0	240.000	15,16	26,0	233.300	15,15	4,1	55.190	15,35	4,1	57.480	15,37
28,0	240.300	15,13	28,0	235.500	15,13	28,0	240.100	15,13	28,0	233.300	15,12	4,2	55.600	15,35	4,2	57.540	15,37
29,0	240.300	15,13	29,0	235.500	15,13	29,0	240.000	15,12	29,0	233.300	15,11	4,3	55.330	15,34	4,3	57.590	15,37
29,5	221.400	15,13	29,5	224.100	15,13	29,5	234.400	15,12	29,5	217.900	15,11	4,4	55.320	15,35	4,4	57.320	15,37
29,7	211.400	15,12										4,5	55.490	15,35	4,5	57.330	15,37
												4,6	55.380	15,35	4,6	57.580	15,37
												4,7	55.320	15,35	4,7	57.460	15,37
												4,8	55.200	15,34	4,8	57.360	15,37

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
												4,9	55.290	15,34	4,9	57.480	15,37
												5,0	55.490	15,34	5,0	57.530	15,37
												5,1	55.520	15,34	5,1	57.390	15,37
												5,2	55.540	15,34	5,2	57.530	15,37
												5,3	55.200	15,34	5,3	57.340	15,37
												5,4	55.250	15,34	5,4	57.640	15,37
												5,5	55.180	15,34	5,5	57.580	15,37
												5,6	55.580	15,34	5,6	57.640	15,37
												5,7	55.310	15,35	5,7	57.510	15,37
												5,8	55.370	15,34	5,8	57.460	15,37
												5,9	55.530	15,35	5,9	57.600	15,37
												6,0	55.410	15,34	6,0	57.600	15,37
												6,1	55.410	15,34	6,1	57.430	15,37
												6,2	55.450	15,35	6,2	57.430	15,37
												6,3	55.350	15,35	6,3	57.620	15,37
												6,4	55.430	15,34	6,4	57.520	15,37
												6,5	55.540	15,34	6,5	57.530	15,37
												6,6	55.340	15,34	6,6	57.460	15,37
												6,7	55.400	15,34	6,7	57.600	15,37
												6,8	55.540	15,34	6,8	57.580	15,37
												6,9	55.450	15,34	6,9	57.440	15,37
												7,0	55.480	15,34	7,0	57.810	15,37

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
												7,1	55.560	15,34	7,1	57.550	15,37
												7,2	55.630	15,34	7,2	57.590	15,37
												7,3	55.520	15,34	7,3	57.470	15,37
												7,4	55.590	15,35	7,4	57.330	15,37
												7,5	55.410	15,34	7,5	57.670	15,37
												7,6	55.540	15,34	7,6	57.530	15,37
												7,7	55.300	15,35	7,7	57.600	15,37
												7,8	55.800	15,34	7,8	57.130	15,37
												7,9	55.620	15,34	7,9	57.480	15,37
												8,0	55.800	15,34	8,0	57.610	15,37
												8,1	55.670	15,34	8,1	57.480	15,37
												8,2	55.600	15,34	8,2	57.620	15,37
												8,3	55.650	15,34	8,3	57.640	15,37
												8,4	55.740	15,34	8,4	57.510	15,37
												8,5	55.520	15,34	8,5	57.130	15,37
												8,6	55.770	15,34	8,6	57.570	15,37
												8,7	55.670	15,34	8,7	57.250	15,37
												8,8	55.770	15,34	8,8	57.610	15,37
												8,9	55.940	15,34	8,9	57.760	15,37
												9,0	55.850	15,34	9,0	57.610	15,37
												9,1	55.810	15,34	9,1	57.540	15,37
												9,2	55.650	15,34	9,2	58.010	15,37

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
												9,3	55.740	15,34	9,3	57.290	15,37
												9,4	55.480	15,34	9,4	57.610	15,37
												9,5	55.690	15,34	9,5	57.830	15,37
												9,6	56.050	15,34	9,6	57.330	15,37
												9,7	55.740	15,34	9,7	58.040	15,37
												9,8	55.890	15,34	9,8	57.740	15,37
												9,9	55.780	15,34	9,9	57.850	15,37
												10,0	55.720	15,34	10,0	58.050	15,37
												10,1	55.600	15,34	10,1	57.830	15,37
												10,2	55.840	15,34	10,2	57.530	15,37
												10,3	56.060	15,34	10,3	58.030	15,37
												10,4	55.870	15,34	10,4	58.400	15,37
												10,5	55.850	15,34	10,5	58.090	15,37
												10,6	55.960	15,34	10,6	57.920	15,37
												10,7	55.830	15,34	10,7	58.120	15,37
												10,8	56.000	15,34	10,8	58.330	15,37
												10,9	56.160	15,36	10,9	57.910	15,37
												11,0	56.670	15,34	11,0	58.180	15,36
												11,1	55.900	15,34	11,1	58.150	15,37
												11,2	56.760	15,34	11,2	58.660	15,36
												11,3	56.550	15,34	11,3	58.760	15,37
												11,4	57.130	15,34	11,4	58.700	15,36

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
												11,5	57.120	15,34	11,5	59.670	15,36
												11,6	57.200	15,34	11,6	59.030	15,36
												11,7	56.530	15,34	11,7	59.520	15,36
												11,8	57.720	15,33	11,8	59.310	15,36
												11,9	57.260	15,33	11,9	59.660	15,36
												12,0	57.070	15,33	12,0	60.570	15,35
												12,1	57.360	15,33	12,1	59.680	15,35
												12,2	58.870	15,33	12,2	60.260	15,35
												12,3	58.490	15,32	12,3	60.280	15,35
												12,4	59.830	15,32	12,4	63.610	15,34
												12,5	60.530	15,32	12,5	62.330	15,34
												12,6	60.130	15,32	12,6	61.830	15,34
												12,7	61.080	15,32	12,7	60.920	15,34
												12,8	62.190	15,32	12,8	63.340	15,35
												12,9	69.960	15,26	12,9	80.210	15,24
												13,0	79.070	15,21	13,0	93.950	15,20
												13,1	101.600	15,10	13,1	136.700	15,12
												13,2	146.300	15,07	13,2	242.900	15,27
												13,3	236.200	15,02	13,3	241.600	15,33
												13,4	234.600	15,30	13,4	241.700	15,34
												13,5	234.700	15,32	13,5	241.700	15,34
												14,0	234.800	15,33	13,6	241.700	15,34

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
												14,5	234.800	15,33	13,7	241.800	15,34
												15,0	234.800	15,33	13,8	241.800	15,34
												15,5	234.800	15,32	13,9	241.800	15,34
												16,0	234.800	15,32	14,0	241.800	15,34
												16,5	234.400	15,30	14,1	241.800	15,34
												17,0	234.400	15,27	14,2	241.800	15,34
												17,5	234.400	15,27	14,3	241.800	15,34
												18,0	234.400	15,27	14,4	241.900	15,33
												18,5	234.580	15,26	14,5	241.900	15,34
												19,0	234.400	15,26	15,0	241.900	15,34
												19,5	234.400	15,27	15,5	241.900	15,34
												20,0	234.500	15,26	16,0	241.800	15,33
												20,5	234.600	15,26	16,5	241.800	15,33
												21,0	234.700	15,23	17,0	241.400	15,29
												21,5	234.800	15,22	17,5	241.400	15,29
												22,0	234.800	15,21	18,0	241.400	15,28
												22,5	234.900	15,20	18,5	241.400	15,28
												23,0	235.000	15,20	19,0	241.400	15,28
												23,5	235.000	15,19	19,5	241.500	15,27
												24,0	235.000	15,18	20,0	241.000	15,26
												24,5	234.500	15,16	20,5	241.700	15,26
												25,0	234.900	15,14	21,0	241.700	15,25

MP-01C																	
Fecha de Campaña																	
24-01-2021			02-02-2021			28-03-2021			17-04-2021			05-07-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
												25,5	234.400	15,13	21,5	241.700	15,25
												26,0	234.400	15,12	22,0	241.700	15,26
												26,5	234.400	15,12	22,5	242.000	15,22
												27,0	234.400	15,12	23,0	242.100	15,21
												27,5	234.400	15,11	23,5	242.000	15,21
												28,0	234.400	15,11	24,0	241.900	15,21
												28,5	234.400	15,11	24,5	242.000	15,18
												29,0	234.400	15,10	25,0	242.000	15,15
												29,5	219.100	15,10	25,5	242.000	15,14
															26,0	241.900	15,14
															26,5	242.000	15,13
															27,0	242.000	15,13
															27,5	242.000	15,12
															28,0	242.000	15,12
															28,5	242.000	15,12
															29,0	241.900	15,11
															29,5	225.500	15,11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-33 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-03C campañas año 2021

MP-03C																							
Fecha de Campaña																							
24-01-2021			21-02-2021			20-03-2021			05-04-2021			05-07-2021			06-08-2021			20-09-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,8	7.720	14,82	0,8	7.716	14,68	0,8	7.832	14,67	0,8	7.851	14,80	0,8	7.683	14,04	0,8	7.767	14,03	0,8	8.081	15,31	0,8	7.954	14,86
1,0	7.705	14,64	1,0	7.710	14,68	1,0	7.820	14,63	1,0	7.839	14,65	1,0	7.686	14,44	1,0	7.790	14,50	1,0	8.024	14,91	1,0	7.946	14,81
1,5	7.707	14,63	1,5	7.709	14,59	1,5	7.819	14,62	1,5	7.841	14,64	1,5	7.680	14,59	1,5	7.790	14,66	1,5	8.065	14,86	1,5	7.947	14,70
2,0	7.707	14,63	2,0	7.708	14,59	2,0	7.819	14,61	2,0	7.835	14,64	2,0	7.690	14,68	2,0	7.776	14,76	2,0	8.073	14,86	2,0	7.948	14,29
4,0	7.709	14,63	4,0	7.711	14,60	4,0	7.816	14,62	4,0	7.835	14,63	4,0	7.671	14,74	4,0	7.774	14,81	4,0	8.074	14,85	4,0	7.948	14,79
6,0	7.708	14,63	6,0	7.713	14,60	6,0	7.823	14,62	6,0	7.836	14,63	6,0	7.675	14,75	6,0	7.779	14,81	6,0	8.070	14,85	6,0	7.971	14,79
8,0	7.703	14,62	8,0	7.710	14,60	8,0	7.816	14,62	8,0	7.830	14,63	8,0	7.670	14,76	8,0	7.779	14,82	8,0	8.059	14,83	8,0	7.933	14,79
10,0	7.708	14,64	10,0	7.711	14,62	10,0	7.817	14,63	10,0	7.831	14,64	10,0	7.665	14,76	10,0	7.768	14,82	10,0	8.065	14,85	10,0	7.941	14,79
12,0	7.709	14,67	12,0	7.710	14,64	12,0	7.818	14,63	12,0	7.829	14,65	12,0	7.666	14,76	12,0	7.769	14,82	12,0	8.065	14,85	12,0	7.942	14,80
13,0	7.708	14,69	13,0	7.710	14,64	13,0	7.819	14,63	13,0	7.830	14,64	13,0	7.665	14,77	13,0	7.769	14,82	13,0	8.065	14,86	13,0	7.943	14,80
14,0	7.706	14,71	14,0	7.711	14,64	14,0	7.817	14,63	14,0	7.829	14,64	14,0	7.665	14,77	14,0	7.770	14,82	14,0	8.065	14,86	14,0	7.943	14,80
15,0	7.708	14,78	15,0	7.711	14,68	15,0	7.818	14,64	15,0	7.831	14,65	15,0	7.665	14,77	15,0	7.770	14,82	15,0	8.064	14,86	15,0	7.944	14,82
16,0	10.060	15,10	16,0	7.709	14,72	16,0	7.817	14,63	16,0	7.830	14,65	16,0	7.666	14,77	16,0	7.770	14,83	16,0	8.065	14,88	16,0	7.940	14,84
17,0	28.530	15,21	17,0	29.440	15,03	17,0	26.950	14,86	17,0	7.829	14,69	17,0	7.668	14,80	17,0	7.772	14,85	17,0	30.600	15,10	17,0	30.230	15,10
17,2	33.530	15,22	17,2	34.230	15,17	17,2	34.300	15,08	17,2	34.910	15,06	17,2	23.640	14,92	17,2	34.090	15,04	17,2	35.100	15,17	17,2	34.290	15,16
17,4	34.160	15,23	17,4	34.660	15,19	17,4	34.960	15,15	17,4	35.090	15,12	17,4	34.090	15,07	17,4	34.600	15,13	17,4	35.770	15,22	17,4	35.200	15,19
17,6	34.490	15,23	17,6	34.650	15,19	17,6	35.110	15,16	17,6	35.110	15,15	17,6	34.100	15,13	17,6	34.620	15,16	17,6	35.850	15,23	17,6	35.250	15,21
17,8	34.640	15,23	17,8	34.720	15,20	17,8	35.150	15,18	17,8	35.160	15,16	17,8	34.210	15,16	17,8	34.600	15,18	17,8	35.900	15,25	17,8	35.300	15,22
18,0	34.710	15,23	18,0	34.710	15,16	18,0	35.170	15,19	18,0	35.180	15,18	18,0	34.220	15,17	18,0	34.680	15,20	18,0	35.920	15,25	18,0	35.300	15,22
18,2	44.860	15,23	18,2	39.810	15,21	18,2	41.750	15,20	18,2	40.820	15,20	18,2	37.860	15,18	18,2	38.610	15,21	18,2	42.520	15,26	18,2	31.900	15,22
18,4	64.830	15,22	18,4	63.140	15,21	18,4	63.620	15,21	18,4	65.190	15,20	18,4	65.630	15,19	18,4	69.060	15,21	18,4	66.860	15,26	18,4	64.630	15,22

MP-03C																							
Fecha de Campaña																							
24-01-2021			21-02-2021			20-03-2021			05-04-2021			05-07-2021			06-08-2021			20-09-2021			03-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
18,6	120.900	15,22	18,6	122.100	15,21	18,6	124.300	15,21	18,6	125.000	15,20	18,6	130.600	15,19	18,6	132.300	15,21	18,6	131.300	15,26	18,6	134.200	15,22
18,8	128.900	15,22	18,8	129.000	15,21	18,8	131.600	15,20	18,8	131.600	15,20	18,8	131.000	15,19	18,8	132.500	15,21	18,8	136.700	15,26	18,8	134.300	15,22
19,0	132.800	15,22	19,0	132.700	15,20	19,0	134.400	15,20	19,0	134.000	15,20	19,0	131.200	15,19	19,0	132.600	15,21	19,0	136.600	15,26	19,0	134.500	15,22
19,5	133.900	15,21	19,5	132.700	15,20	19,5	134.300	15,20	19,5	133.800	15,20	19,5	131.200	15,18	19,5	132.600	15,20	19,5	136.800	15,25	19,5	134.600	15,21
20,0	134.200	15,20	20,0	132.800	15,18	20,0	134.400	15,19	20,0	133.700	15,19	20,0	131.300	15,18	20,0	132.700	15,20	20,0	136.900	15,25	20,0	134.600	15,20
20,2	134.400	15,20	20,2	132.800	15,18	20,2	134.400	15,19	20,2	133.600	15,18	20,2	131.300	15,17	20,2	132.700	15,19	20,2	137.000	15,23	20,2	134.600	15,20
20,4	134.500	15,19	20,4	132.900	15,18	20,4	134.500	15,18	20,4	133.600	15,18	20,4	131.400	15,17	20,4	132.800	15,18	20,4	137.000	15,23	20,4	134.700	15,19
20,6	140.500	15,18	20,6	138.800	15,17	20,6	140.300	15,17	20,6	139.200	15,17	20,6	137.100	15,16	20,6	138.700	15,18	20,6	142.400	15,22	20,6	140.000	15,19
20,8	160.200	15,18	20,8	158.100	15,17	20,8	158.300	15,17	20,8	158.300	15,17	20,8	152.400	15,16	20,8	155.500	15,18	20,8	160.500	15,22	20,8	156.900	15,18
21,0	182.500	15,18	21,0	181.000	15,16	21,0	182.200	15,17	21,0	182.200	15,17	21,0	176.600	15,15	21,0	178.600	15,17	21,0	185.800	15,21	21,0	181.100	15,18
21,2	209.500	15,18	21,2	207.000	15,16	21,2	208.900	15,17	21,2	206.700	15,16	21,2	201.200	15,15	21,2	205.400	15,17	21,2	211.500	15,21	21,2	206.800	15,18
21,4	222.100	15,17	21,4	219.700	15,16	21,4	222.600	15,16	21,4	220.100	15,16	21,4	216.500	15,15	21,4	218.700	15,17	21,4	226.100	15,21	21,4	222.000	15,17
21,6	227.500	15,17	21,6	225.200	15,16	21,6	228.000	15,16	21,6	225.600	15,16	21,6	221.900	15,15	21,6	224.500	15,17	21,6	231.900	15,20	21,6	228.100	15,17
21,8	229.800	15,17	21,8	227.700	15,15	21,8	230.200	15,16	21,8	227.400	15,15	21,8	224.400	15,14	21,8	227.000	15,16	21,8	234.300	15,20	21,8	230.500	15,17
22,0	232.000	15,17	22,0	229.400	15,15	22,0	232.300	15,15	22,0	229.300	15,15	22,0	226.400	15,14	22,0	224.300	15,16	22,0	236.200	15,20	22,0	233.200	15,16
22,2	235.900	15,16	22,2	232.900	15,15	22,2	235.200	15,15	22,2	232.000	15,15	22,2	229.600	15,13	22,2	232.200	15,16	22,2	240.300	15,20	22,2	237.300	15,16
22,4	237.600	15,16	22,4	234.600	15,14	22,4	237.400	15,15	22,4	232.000	15,15	22,4	231.500	15,13	22,4	234.100	15,15	22,4	243.200	15,19	22,4	239.100	15,16
22,6	238.800	15,15	22,6	235.800	15,14	22,6	238.900	15,14	22,6	235.000	15,14	22,6	232.300	15,13	22,6	234.600	15,15	22,6	243.700	15,19	22,6	239.700	15,15
22,8	239.200	15,15	22,8	236.100	15,13	22,8	239.200	15,14	22,8	235.300	15,13	22,8	232.500	15,13	22,8	234.800	15,15	22,8	244.000	15,18	22,8	239.900	15,15
23,0	239.800	15,15	23,0	236.400	15,13	23,0	239.400	15,14	23,0	235.400	15,13	23,0	232.600	15,12	23,0	235.000	15,14	23,0	244.100	15,18	23,0	240.000	15,14
23,5	240.400	15,14	23,5	237.100	15,12	23,5	239.900	15,13	23,5	236.200	15,12	23,5	232.600	15,12	23,5	235.200	15,13	23,5	244.500	15,17	23,5	240.500	15,13
24,0	240.600	15,13	24,0	237.400	15,12	24,0	240.200	15,12	24,0	236.800	15,12	24,0	233.300	15,11	24,0	235.800	15,12	24,0	244.400	15,16	24,0	241.400	15,13

MP-03C																									
Fecha de Campaña																									
24-01-2021			21-02-2021			20-03-2021			05-04-2021			05-07-2021			06-08-2021			20-09-2021			03-10-2021				
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)		
24,5	240.900	15,12	24,5	237.600	15,11	24,5	240.500	15,11	24,5	237.500	15,11	24,5	234.000	15,10	24,5	236.500	15,12	24,5	245.900	15,15	24,5	241.800	15,12		
25,0	241.400	15,12	25,0	238.100	15,10	25,0	241.000	15,10	25,0	237.800	15,11	25,0	234.300	15,10	25,0	236.700	15,11	25,0	246.200	15,15	25,0	242.200	15,11		
26,0	241.700	15,11	26,0	238.800	15,09	26,0	242.000	15,09	26,0	238.600	15,09	26,0	235.400	15,08	26,0	237.800	15,18	26,0	247.000	15,13	26,0	242.800	15,10		
27,0	242.200	15,10	27,0	239.500	15,08	27,0	242.700	15,08	27,0	239.400	15,08	27,0	236.200	15,07	27,0	238.500	15,09	27,0	247.500	15,12	27,0	243.300	15,09		
28,0	243.900	15,09	28,0	241.100	15,08	28,0	244.400	15,08	28,0	241.000	15,07	28,0	237.900	15,07	28,0	240.200	15,08	28,0	249.500	15,12	28,0	245.200	15,08		
28,3	244.100	15,08	28,3	241.100	15,07	28,3	244.400	15,08	28,3	241.200	15,07	28,3	238.300	15,06	28,3	240.400	15,08	28,3	249.600	15,11	28,3	245.200	15,08		
28,5	147.900	15,09	28,5	145.200	15,07	28,5	155.400	15,07	28,5	159.800	15,07	28,5	141.500	15,06	28,5	163.100	15,08	28,5	157.700	15,11	28,5	150.700	15,08		
28,6	142.900	15,09	28,6	140.400	15,07	28,6	144.200	15,07	28,6	164.700	15,07														

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-34 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-04C campañas año 2021

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,5	3.654	25,78	1,5	3.637	25,05	1,5	3.646	25,72	1,5	3.646	25,62	1,5	3.589	25,49	1,5	3.501	25,69
2,0	3.652	25,75	2,0	3.637	25,65	2,0	3.646	25,73	2,0	3.646	25,71	2,0	3.585	25,69	2,0	3.542	25,75
2,5	3.650	25,75	2,5	3.638	25,71	2,5	3.646	25,74	2,5	3.646	25,73	2,5	3.586	25,71	2,5	3.542	25,76
3,0	3.651	25,74	3,0	3.639	25,72	3,0	3.647	25,73	3,0	3.647	25,73	3,0	3.585	25,72	3,0	3.541	25,75
4,0	3.651	25,74	4,0	3.640	25,73	4,0	3.647	25,73	4,0	3.647	25,74	4,0	3.585	25,72	4,0	3.541	25,76
5,0	3.650	25,74	5,0	3.640	25,71	5,0	3.648	25,74	5,0	3.648	25,73	5,0	3.584	25,73	5,0	3.542	25,76
6,0	3.651	25,74	6,0	3.641	25,73	6,0	3.648	25,74	6,0	3.648	25,74	6,0	3.385	25,72	6,0	3.543	25,76
8,0	3.652	25,74	8,0	3.645	25,73	8,0	3.652	25,74	8,0	3.652	25,74	8,0	3.589	25,72	8,0	3.548	25,76
10,0	3.653	25,74	10,0	3.647	25,73	10,0	3.653	25,74	10,0	3.653	25,74	10,0	3.592	25,73	10,0	3.555	25,76
12,0	3.653	25,74	12,0	3.647	25,73	12,0	3.654	25,74	12,0	3.654	25,74	12,0	3.591	25,72	12,0	3.552	25,76
14,0	3.653	25,75	14,0	3.657	25,73	14,0	3.660	25,74	14,0	3.660	25,74	14,0	3.596	25,73	14,0	3.577	25,77
16,0	3.684	25,75	16,0	4.073	25,73	16,0	4.084	25,74	16,0	4.084	25,74	16,0	3.976	25,73	16,0	4.210	25,76
18,0	4.916	25,75	18,0	4.411	25,74	18,0	4.527	25,74	18,0	4.527	25,74	18,0	4.231	25,73	18,0	4.657	25,77
20,0	6.700	25,75	20,0	5.713	25,73	20,0	6.155	25,74	20,0	6.155	25,74	20,0	5.273	25,73	20,0	5.945	25,77
22,0	7.254	25,76	22,0	6.336	25,74	22,0	6.388	25,75	22,0	6.388	25,75	22,0	5.961	25,74	22,0	6.178	25,78
24,0	7.691	25,77	24,0	6.335	25,75	24,0	6.387	25,75	24,0	6.387	25,75	24,0	5.964	25,74	24,0	6.193	25,79
26,0	8.064	25,78	26,0	6.334	25,75	26,0	6.384	25,76	26,0	6.384	25,75	26,0	5.968	25,75	26,0	6.193	25,79
28,0	8.148	25,78	28,0	6.330	25,76	28,0	6.386	25,77	28,0	6.386	25,77	28,0	5.983	25,75	28,0	7.208	25,79
30,0	8.674	25,79	30,0	8.084	25,77	30,0	8.110	25,79	30,0	8.110	25,78	30,0	7.533	25,77	30,0	7.866	25,81
32,0	8.705	25,80	32,0	8.219	25,78	32,0	8.334	25,79	32,0	8.334	25,79	32,0	7.918	25,78	32,0	8.001	25,83
34,0	10.890	25,82	34,0	8.461	25,80	34,0	8.391	25,81	34,0	8.391	25,81	34,0	8.076	25,79	34,0	8.005	25,83

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
36,0	12.050	25,83	36,0	8.461	25,80	36,0	8.393	25,81	36,0	8.393	25,81	36,0	8.128	25,80	36,0	8.005	25,83
38,0	12.100	25,84	38,0	9.400	25,83	38,0	9.703	25,84	38,0	9.703	25,83	38,0	8.372	25,82	38,0	9.485	25,86
39,0	12.110	25,84	39,0	10.480	25,84	39,0	10.620	25,85	39,0	10.620	25,84	39,0	9.749	25,84	39,0	10.060	25,88
40,0	12.110	25,84	40,0	11.730	25,85	40,0	11.800	25,86	40,0	11.800	25,86	40,0	10.530	25,84	40,0	11.620	25,89
41,0	12.130	25,86	41,0	12.390	25,85	41,0	12.420	25,87	41,0	12.420	25,86	41,0	11.810	25,85	41,0	12.100	25,90
42,0	12.560	25,88	42,0	12.690	25,87	42,0	12.790	25,88	42,0	12.790	25,87	42,0	12.420	25,86	42,0	12.460	25,91
43,0	13.020	25,89	43,0	13.210	25,88	43,0	13.330	25,89	43,0	13.330	25,88	43,0	12.640	25,87	43,0	13.200	25,92
44,0	13.450	25,90	44,0	14.100	25,89	44,0	14.290	25,91	44,0	14.290	25,90	44,0	13.440	25,89	44,0	13.860	25,93
45,0	14.210	25,91	45,0	14.710	25,90	45,0	12.790	25,91	45,0	12.790	25,90	45,0	13.830	25,89	45,0	14.800	25,93
46,0	15.250	25,93	46,0	15.810	25,92	46,0	13.330	25,92	46,0	13.330	25,91	46,0	14.650	25,90	46,0	15.940	25,95
46,5	15.920	25,94	46,5	16.580	25,92	46,5	14.290	25,90	46,5	14.290	25,92	46,5	14.840	25,92	46,5	17.080	25,96
47,0	16.470	25,94	47,0	18.130	25,93	47,0	15.160	25,95	47,0	15.160	25,94	47,0	15.810	25,92	47,0	18.310	25,96
47,5	18.260	25,95	47,5	22.090	25,94	47,5	16.040	25,95	47,5	16.040	25,94	47,5	18.020	25,93	47,5	27.920	25,97
48,0	21.640	25,96	48,0	30.750	25,95	48,0	16.710	25,96	48,0	16.710	25,95	48,0	25.640	25,94	48,0	30.510	25,98
48,2	24.120	25,97	48,2	32.420	25,95	48,2	18.840	25,96	48,2	18.840	25,96	48,2	27.990	25,94	48,2	30.950	25,99
48,4	28.130	25,97	48,4	32.740	25,95	48,4	23.550	25,96	48,4	23.550	25,95	48,4	29.320	25,94	48,4	31.250	25,99
48,6	29.900	25,97	48,6	33.840	25,96	48,6	32.060	25,97	48,6	32.060	25,96	48,6	31.310	25,95	48,6	34.950	25,99
48,8	32.570	25,98	48,8	38.020	25,96	48,8	32.580	25,97	48,8	32.580	25,96	48,8	34.390	25,95	48,8	39.100	26,00
49,0	34.360	25,98	49,0	42.810	25,96	49,0	32.870	25,97	49,0	32.870	25,96	49,0	39.960	25,96	49,0	43.340	26,00
49,2	36.940	25,98	49,2	47.080	25,97	49,2	34.730	25,98	49,2	34.730	25,97	49,2	44.640	25,96	49,2	47.770	26,00
49,4	50.730	25,98	49,4	54.430	25,97	49,4	39.370	25,98	49,4	39.370	25,97	49,4	52.060	25,96	49,4	53.640	26,00
49,6	64.820	25,99	49,6	63.040	25,97	49,6	44.590	25,98	49,6	44.590	25,98	49,6	57.450	25,96	49,6	63.390	26,00

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
49,8	74.630	25,99	49,8	74.140	25,97	49,8	75.720	25,98	49,8	75.720	25,98	49,8	67.860	25,96	49,8	70.670	26,00
50,0	83.210	25,99	50,0	83.300	25,98	50,0	82.940	25,99	50,0	82.940	25,98	50,0	77.460	25,97	50,0	79.690	26,01
50,2	92.630	26,00	50,2	91.880	25,98	50,2	92.930	25,99	50,2	92.930	25,98	50,2	88.560	25,97	50,2	88.320	26,01
50,4	99.140	26,00	50,4	98.710	25,98	50,4	99.840	25,99	50,4	99.840	25,98	50,4	95.590	25,98	50,4	95.360	26,02
50,6	111.400	26,00	50,6	107.300	25,98	50,6	107.400	25,99	50,6	107.400	25,99	50,6	102.400	25,98	50,6	103.500	26,02
50,8	116.400	26,00	50,8	117.100	25,99	50,8	115.500	26,00	50,8	115.500	25,99	50,8	110.600	25,98	50,8	111.700	26,02
51,0	126.600	26,01	51,0	125.400	26,00	51,0	125.900	26,00	51,0	125.900	26,00	51,0	119.200	25,98	51,0	120.600	26,02
51,2	134.700	26,01	51,2	132.800	25,99	51,2	133.800	26,00	51,2	133.800	26,00	51,2	130.100	25,99	51,2	129.600	26,03
51,4	144.000	26,01	51,4	141.500	26,00	51,4	143.000	26,01	51,4	143.000	26,00	51,4	136.900	25,99	51,4	136.300	26,03
51,6	150.200	26,01	51,6	148.700	26,00	51,6	150.600	26,01	51,6	150.600	26,01	51,6	143.300	25,99	51,6	142.900	26,03
51,8	159.400	26,02	51,8	157.800	26,00	51,8	157.700	26,01	51,8	157.700	26,00	51,8	151.600	26,00	51,8	151.100	26,03
52,0	169.700	26,02	52,0	167.800	26,00	52,0	168.900	26,01	52,0	168.900	26,01	52,0	162.200	25,99	52,0	162.900	26,04
52,2	178.200	26,02	52,2	176.100	26,01	52,2	177.300	26,02	52,2	177.300	26,01	52,2	172.200	26,00	52,2	171.300	26,04
52,4	185.500	26,03	52,4	183.600	26,01	52,4	182.900	26,01	52,4	182.900	26,01	52,4	176.800	26,00	52,4	177.700	26,05
52,6	191.400	26,03	52,6	190.400	26,01	52,6	191.100	26,02	52,6	191.100	26,01	52,6	183.800	26,00	52,6	184.600	26,05
52,8	195.700	26,03	52,8	194.600	26,02	52,8	194.800	26,02	52,8	194.800	26,02	52,8	198.900	26,01	52,8	189.000	26,06
53,0	199.300	26,04	53,0	197.900	26,02	53,0	198.200	26,02	53,0	198.200	26,02	53,0	192.900	26,01	53,0	191.800	26,06
53,2	203.900	26,04	53,2	202.400	26,03	53,2	202.600	26,03	53,2	202.600	26,03	53,2	197.000	26,02	53,2	196.500	26,06
53,4	206.400	26,04	53,4	205.200	26,03	53,4	205.400	26,03	53,4	205.400	26,03	53,4	201.500	26,02	53,4	199.100	26,06
53,6	209.800	26,05	53,6	209.000	26,03	53,6	209.900	26,04	53,6	209.900	26,03	53,6	205.200	26,02	53,6	202.400	26,06
53,8	213.100	26,05	53,8	212.500	26,03	53,8	212.900	26,04	53,8	212.900	26,04	53,8	208.800	26,03	53,8	206.900	26,06
54,0	217.100	26,05	54,0	215.900	26,04	54,0	215.800	26,05	54,0	215.800	26,04	54,0	211.900	26,03	54,0	210.100	26,07

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
54,5	222.800	26,06	54,5	221.700	26,04	54,5	222.200	26,05	54,5	222.200	26,05	54,5	218.100	26,03	54,5	216.100	26,07
55,0	227.200	26,07	55,0	226.100	26,05	55,0	226.700	26,05	55,0	226.700	26,05	55,0	222.600	26,05	55,0	220.300	26,08
55,5	230.400	26,08	55,5	229.100	26,06	55,5	230.200	26,06	55,5	230.200	26,06	55,5	226.300	26,05	55,5	223.900	26,08
56,0	232.500	26,08	56,0	232.000	26,07	56,0	232.600	26,07	56,0	232.600	26,06	56,0	228.900	26,06	56,0	226.700	26,09
57,0	235.300	26,10	57,0	234.600	26,08	57,0	235.200	26,09	57,0	235.200	26,07	57,0	231.800	26,07	57,0	229.600	26,10
58,0	236.700	26,11	58,0	236.100	26,10	58,0	236.500	26,10	58,0	236.500	26,08	58,0	233.100	26,09	58,0	231.000	26,11
59,0	237.400	26,13	59,0	236.700	26,11	59,0	237.100	26,11	59,0	237.100	26,10	59,0	233.800	26,09	59,0	231.600	26,13
60,0	238.000	26,14	60,0	237.200	26,13	60,0	237.700	26,13	60,0	237.700	26,10	60,0	234.400	26,11	60,0	232.300	26,15
62,0	238.200	26,17	62,0	237.600	26,16	62,0	238.000	26,16	62,0	238.000	26,12	62,0	234.900	26,13	62,0	232.700	26,17
64,0	238.600	26,21	64,0	237.800	26,19	64,0	238.300	26,20	64,0	238.300	26,16	64,0	235.100	26,18	64,0	233.100	26,21
66,0	238.700	26,23	66,0	238.500	26,22	66,0	238.500	26,24	66,0	238.500	26,16	66,0	235.700	26,21	66,0	233.500	26,23
68,0	238.700	26,27	68,0	238.800	26,26	68,0	238.500	26,25	68,0	238.500	26,22	68,0	235.800	26,23	68,0	233.500	26,27
70,0	238.400	26,30	70,0	238.900	26,29	70,0	238.400	26,29	70,0	238.400	26,25	70,0	235.600	26,26	70,0	233.200	26,31
72,0	238.200	26,33	72,0	238.800	26,33	72,0	238.200	26,33	72,0	238.200	26,32	72,0	235.300	26,30	72,0	233.000	26,35
74,0	237.000	26,37	74,0	237.300	26,39	74,0	236.700	26,37	74,0	236.700	26,37	74,0	233.700	26,36	74,0	231.500	26,40
76,0	237.000	26,41	76,0	237.000	26,44	76,0	236.700	26,44	76,0	236.700	26,44	76,0	233.600	26,43	76,0	231.400	26,45
78,0	236.900	26,45	78,0	236.800	26,46	78,0	236.700	26,46	78,0	236.700	26,48	78,0	233.600	26,45	78,0	231.400	26,47
81,0	236.900	26,49	81,0	236.500	26,48	81,0	236.700	26,48	81,0	236.700	26,48	81,0	233.700	26,46	81,0	231.400	26,49
84,0	236.800	26,52	84,0	236.400	26,50	84,0	236.700	26,50	84,0	236.700	26,49	84,0	233.700	26,48	84,0	231.400	26,51
87,0	236.800	26,59	87,0	236.400	26,51	87,0	236.700	26,51	87,0	236.700	26,51	87,0	233.700	26,50	87,0	231.400	26,52
90,0	236.600	26,65	90,0	236.200	26,63	90,0	236.600	26,63	90,0	236.600	26,61	90,0	233.500	26,62	90,0	231.300	26,65
93,0	236.600	26,67	93,0	236.100	26,66	93,0	236.600	26,67	93,0	236.600	26,66	93,0	233.500	26,68	93,0	231.300	26,70

MP-04C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
96,0	236.100	26,76	96,0	235.600	26,76	96,0	236.000	26,76	96,0	236.000	26,76	96,0	233.500	26,70	96,0	231.200	26,74
99,0	233.900	26,83	99,0	233.200	26,83	99,0	233.600	26,83	99,0	233.600	26,83	99,0	230.700	26,81	99,0	228.300	26,85
102,0	233.200	26,90	102,0	232.700	26,89	102,0	233.100	26,89	102,0	233.100	26,88	102,0	230.100	26,86	102,0	227.900	26,90
105,0	232.700	26,92	105,0	232.300	26,94	105,0	232.700	26,94	105,0	232.700	26,93	105,0	229.800	26,92	105,0	227.600	26,95
108,0	232.000	27,01	108,0	231.500	27,00	108,0	231.900	27,00	108,0	231.900	27,02	108,0	228.700	27,01	108,0	226.700	27,03
111,0	231.800	27,09	111,0	231.300	27,09	111,0	231.700	27,08	111,0	231.700	27,07	111,0	228.700	27,06	111,0	226.500	27,08
114,0	231.800	27,13	114,0	231.300	27,11	114,0	231.700	27,12	114,0	231.700	27,01	114,0	228.700	27,10	114,0	226.500	27,12
116,0	231.800	27,15	116,0	231.300	27,13	116,0	231.700	27,14	116,0	231.700	27,13	116,0	228.700	27,12	116,0	226.500	27,15
			117,9	155.700	27,20												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-35 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-05C campañas año 2021

MP-05C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			20-02-2021			15-03-2021			10-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,5	79.390	19,67	1,5	71.720	21,72	1,5	70.350	20,88	1,5	63.300	21,22	1,5	67.770	18,87	1,5	63.970	19,38	1,5	63.640	19,31
2,0	79.280	19,42	2,0	71.790	20,09	2,0	69.620	20,47	2,0	63.430	20,28	2,0	67.660	18,69	2,0	63.940	19,21	2,0	63.600	19,15
2,5	79.270	19,28	2,5	72.210	19,39	2,5	70.320	19,68	2,5	64.860	19,73	2,5	67.760	18,74	2,5	63.920	19,15	2,5	63.590	19,10
3,0	79.260	19,22	3,0	72.160	19,24	3,0	70.720	19,37	3,0	64.800	19,28	3,0	67.760	18,82	3,0	64.000	19,10	3,0	63.600	19,08
4,0	79.190	19,15	4,0	72.080	19,10	4,0	70.820	19,22	4,0	64.830	19,18	4,0	67.740	18,96	4,0	64.170	19,50	4,0	63.480	19,05
5,0	79.130	19,08	5,0	72.010	19,04	5,0	70.870	19,12	5,0	64.880	19,10	5,0	67.680	18,99	5,0	64.240	19,99	5,0	63.440	18,99
6,0	79.200	18,91	6,0	71.840	18,98	6,0	70.940	19,01	6,0	65.060	18,99	6,0	67.600	18,96	6,0	64.310	18,95	6,0	63.420	18,95
7,0	79.260	18,90	7,0	71.720	18,90	7,0	70.910	18,93	7,0	65.140	18,93	7,0	67.610	18,91	7,0	64.360	18,93	7,0	63.390	18,93
8,0	79.210	18,90	8,0	71.640	18,89	8,0	70.940	18,91	8,0	65.150	18,92	8,0	67.620	18,96	8,0	64.400	18,93	8,0	63.390	18,93
10,0	80.250	18,90	10,0	71.620	18,89	10,0	70.910	18,90	10,0	65.180	18,92	10,0	67.620	18,90	10,0	64.440	18,93	10,0	63.390	18,92
12,0	84.070	18,89	12,0	73.010	18,88	12,0	71.560	18,89	12,0	65.960	18,91	12,0	67.970	18,89	12,0	64.490	18,93	12,0	63.310	18,92
12,5	84.830	18,89	12,5	74.370	18,89	12,5	72.960	18,89	12,5	67.600	18,91	12,5	69.250	18,89	12,5	64.920	18,92	12,5	63.690	18,92
13,0	85.610	18,89	13,0	75.120	18,88	13,0	73.690	18,89	13,0	68.320	18,90	13,0	70.410	18,89	13,0	65.250	18,92	13,0	63.920	18,92
13,5	86.360	18,89	13,5	75.790	18,88	13,5	74.460	18,90	13,5	69.050	18,90	13,5	70.620	18,89	13,5	65.580	18,92	13,5	64.600	18,92
14,0	87.040	18,89	14,0	76.620	18,88	14,0	75.170	18,90	14,0	69.780	18,91	14,0	70.950	18,89	14,0	65.780	18,92	14,0	64.630	18,91
14,5	87.900	18,89	14,5	77.280	18,88	14,5	75.940	18,90	14,5	70.480	18,90	14,5	71.330	18,88	14,5	66.140	18,92	14,5	64.670	18,92
15,0	88.840	18,88	15,0	78.230	18,88	15,0	74.490	18,89	15,0	71.440	18,91	15,0	71.860	18,88	15,0	66.530	18,92	15,0	64.970	18,91
15,5	90.700	18,88	15,5	79.330	18,88	15,5	77.920	18,89	15,5	72.340	18,90	15,5	72.940	18,87	15,5	67.990	18,91	15,5	66.520	18,91
16,0	91.100	18,88	16,0	80.420	18,87	16,0	79.120	18,88	16,0	75.350	18,90	16,0	73.850	18,87	16,0	69.970	18,91	16,0	68.350	18,90
18,0	100.300	18,85	18,0	88.070	18,85	18,0	86.890	18,86	18,0	79.440	18,89	18,0	80.190	18,86	18,0	76.790	18,97	18,0	74.940	18,89
20,0	111.000	18,82	20,0	94.420	18,83	20,0	94.050	18,83	20,0	89.440	18,85	20,0	84.660	18,83	20,0	82.530	18,97	20,0	80.360	18,87

MP-05C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			20-02-2021			15-03-2021			10-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
21,0	121.600	18,80	21,0	100.800	18,81	21,0	100.600	18,83	21,0	94.450	18,83	21,0	87.380	18,82	21,0	87.920	18,85	21,0	85.610	18,84
21,5	131.700	18,78	21,5	106.800	18,80	21,5	106.700	18,81	21,5	100.600	18,82	21,5	89.110	18,82	21,5	89.940	18,89	21,5	87.720	18,84
22,0	147.000	18,77	22,0	115.000	18,79	22,0	116.400	18,81	22,0	111.500	18,81	22,0	90.870	18,81	22,0	91.730	18,54	22,0	89.190	18,84
23,0	184.600	18,79	23,0	142.000	18,78	23,0	141.500	18,79	23,0	140.700	18,80	23,0	94.760	18,79	23,0	97.840	18,82	23,0	94.810	18,82
24,0	223.400	18,91	24,0	171.800	18,80	24,0	168.400	18,79	24,0	177.000	18,82	24,0	97.040	18,78	24,0	105.300	18,80	24,0	99.560	18,80
24,5	241.200	19,05	24,5	183.700	18,83	24,5	178.300	18,81	24,5	195.200	18,88	24,5	99.240	18,77	24,5	105.900	18,79	24,5	103.900	18,79
25,0	241.200	19,07	25,0	209.800	18,89	25,0	210.900	18,91	25,0	205.400	18,96	25,0	150.200	18,75	25,0	140.500	18,78	25,0	130.500	18,77
25,2	241.300	19,08	25,2	209.900	19,02	25,2	210.600	18,99	25,2	205.400	19,00	25,2	199.000	18,78	25,2	178.600	18,87	25,2	169.500	18,82
25,4	241.300	19,08	25,4	209.900	19,02	25,4	210.700	19,02	25,4	205.600	19,01	25,4	200.800	18,93	25,4	192.400	18,93	25,4	191.400	18,95
25,6	241.300	19,10	25,6	209.900	19,02	25,6	210.600	19,04	25,6	205.700	19,03	25,6	201.300	18,96	25,6	193.400	18,94	25,6	194.300	18,98
25,8	241.300	19,13	25,8	209.900	19,04	25,8	210.800	19,03	25,8	205.600	19,05	25,8	202.200	18,99	25,8	193.500	18,94	25,8	195.100	19,00
26,0	241.600	19,15	26,0	209.900	19,06	26,0	210.700	19,05	26,0	205.700	19,05	26,0	202.500	19,01	26,0	195.900	18,96	26,0	196.200	19,01
26,5	242.800	19,17	26,5	210.200	19,13	26,5	211.000	19,09	26,5	206.500	19,09	26,5	208.600	19,06	26,5	214.400	19,05	26,5	206.600	19,10
27,0	246.200	19,21	27,0	211.300	19,15	27,0	212.000	19,12	27,0	207.500	19,12	27,0	208.800	19,12	27,0	215.000	19,16	27,0	207.100	19,18
27,2	251.700	19,24	27,2	213.700	19,16	27,2	214.900	19,14	27,2	209.900	19,13	27,2	210.900	19,13	27,2	216.400	19,19	27,2	208.600	19,19
27,4	256.000	19,25	27,4	215.900	19,17	27,4	216.190	19,16	27,4	212.200	19,15	27,4	211.900	19,14	27,4	217.700	19,19	27,4	209.700	19,21
27,6	257.600	19,26	27,6	217.300	19,21	27,6	218.700	19,19	27,6	214.400	19,16	27,6	215.700	19,15	27,6	220.300	19,21	27,6	212.300	19,23
27,8	258.300	19,27	27,8	219.600	19,22	27,8	221.100	19,20	27,8	216.900	19,19	27,8	218.000	19,18	27,8	222.500	19,24	27,8	214.300	19,25
28,0	258.400	19,28	28,0	225.400	19,24	28,0	227.500	19,21	28,0	223.300	19,20	28,0	224.400	19,20	28,0	228.400	19,25	28,0	220.500	19,26
28,5	260.900	19,29	28,5	225.400	19,25	28,5	227.700	19,24	28,5	223.500	19,23	28,5	224.400	19,22	28,5	229.000	19,27	28,5	220.500	19,29
29,0	260.900	19,31	29,0	225.400	19,28	29,0	227.700	19,25	29,0	223.500	19,25	29,0	224.400	19,24	29,0	229.000	19,31	29,0	220.500	19,29
30,0	263.200	19,37	30,0	229.500	19,34	30,0	232.600	19,30	30,0	228.800	19,29	30,0	229.800	19,30	30,0	229.500	19,34	30,0	224.600	19,36

MP-05C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			20-02-2021			15-03-2021			10-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
31,0	263.200	19,38	31,0	229.700	19,36	31,0	232.700	19,34	31,0	229.100	19,33	31,0	230.000	19,33	31,0	233.700	19,38	31,0	224.800	19,39
33,0	263.300	19,45	33,0	229.800	19,42	33,0	233.000	19,40	33,0	229.500	19,38	33,0	230.400	19,38	33,0	233.900	19,44	33,0	225.000	19,43
34,0	263.400	19,45	34,0	229.800	19,43	34,0	232.900	19,42	34,0	229.400	19,42	34,0	230.300	19,40	34,0	233.900	19,45	34,0	225.000	19,45
35,0	263.400	19,45	35,0	229.800	19,44	35,0	233.000	19,42	35,0	229.400	19,42	35,0	230.300	19,42	35,0	234.000	19,45	35,0	225.000	19,46
35,2	263.300	19,47	35,2	229.800	19,43	35,2	232.900	19,42	35,2	229.400	19,42	35,2	230.300	19,42	35,2	233.900	19,48	35,2	225.100	19,46
35,4	263.300	19,46	35,4	229.800	19,44	35,4	232.900	19,43	35,4	229.400	19,42	35,4	230.400	19,41	35,4	234.100	19,48	35,4	225.100	19,47
35,6	263.500	19,45	35,6	229.800	19,44	35,6	232.900	19,43	35,6	229.400	19,43	35,6	230.400	19,43	35,6	234.000	19,46	35,6	225.000	19,47
35,8	263.400	19,47	35,8	229.800	19,44	35,8	233.000	19,44	35,8	229.400	19,42	35,8	230.400	19,43	35,8	234.000	19,46	35,8	225.100	19,49
36,0	263.300	19,47	36,0	229.800	19,44	36,0	232.900	19,44	36,0	229.400	19,43	36,0	230.300	19,45	36,0	233.900	19,47	36,0	225.000	19,49
36,2	263.300	19,48	36,2	229.800	19,44	36,2	232.900	19,45	36,2	229.400	19,43	36,2	230.400	19,42	36,2	234.000	19,46	36,2	225.100	19,50
36,4	263.400	19,49	36,4	229.800	19,45	36,4	232.900	19,45	36,4	229.400	19,43	36,4	230.500	19,41	36,4	234.000	19,48	36,4	225.000	19,49
36,6	263.300	19,49	36,6	229.800	19,46	36,6	232.900	19,45	36,6	229.500	19,43	36,6	230.500	19,42	36,6	234.100	19,46	36,6	225.100	19,46
36,8	263.200	19,46	36,8	229.800	19,46	36,8	232.900	19,46	36,8	229.400	19,45	36,8	230.400	19,45	36,8	234.000	19,84	36,8	225.000	19,50
37,0	263.200	19,47	37,0	229.900	19,46	37,0	232.900	19,45	37,0	229.400	19,45	37,0	230.300	19,45	37,0	234.000	19,50	37,0	225.100	19,46
37,5	263.400	19,47	37,5	229.800	19,46	37,5	233.000	19,45	37,5	229.400	19,45	37,5	230.500	19,43	37,5	234.100	19,45	37,5	225.000	19,49
38,0	263.400	19,49	38,0	229.900	19,46	38,0	233.000	19,46	38,0	229.400	19,45	38,0	230.200	19,47	38,0	234.000	19,48	38,0	225.000	19,50
38,2	263.400	19,47	38,2	229.900	19,46	38,2	232.900	19,46	38,2	229.400	19,47	38,2	230.300	19,46	38,2	234.000	19,48	38,2	225.100	19,49
38,4	263.400	19,48	38,4	229.800	19,47	38,4	232.900	19,46	38,4	229.400	19,46	38,4	230.400	19,44	38,4	234.000	19,50	38,4	225.000	19,49
38,6	263.300	19,50	38,6	229.800	19,47	38,6	232.900	19,46	38,6	229.400	19,46	38,6	230.500	19,43	38,6	234.100	19,48	38,6	225.000	19,50
38,8	263.400	19,47	38,8	229.900	19,47	38,8	232.900	19,46	38,8	229.400	19,46	38,8	230.300	19,47	38,8	234.100	19,47	38,8	225.000	19,49
39,0	263.300	19,48	39,0	229.900	19,47	39,0	232.900	19,46	39,0	229.400	19,47	39,0	230.400	19,45	39,0	233.900	19,54	39,0	224.900	19,47
40,0	263.200	19,50	40,0	229.900	19,47	40,0	232.900	19,46	40,0	229.400	19,45	40,0	230.400	19,45	40,0	234.000	19,49	40,0	225.000	19,49

MP-05C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			20-02-2021			15-03-2021			10-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
41,0	263.300	19,47	41,0	229.900	19,47	41,0	232.900	19,47	41,0	229.400	19,47	41,0	230.500	19,44	41,0	234.100	19,47	41,0	224.900	19,49
42,0	263.300	19,48	42,0	229.900	19,46	42,0	232.900	19,47	42,0	229.400	19,46	42,0	230.300	19,47	42,0	234.000	19,50	42,0	224.900	19,50
44,0	263.500	19,51	44,0	229.900	19,48	44,0	232.900	19,49	44,0	229.500	19,48	44,0	230.400	19,48	44,0	234.000	19,52	44,0	225.000	19,50
46,0	264.600	19,63	46,0	230.900	19,56	46,0	233.000	19,51	46,0	229.400	19,50	46,0	230.400	19,50	46,0	235.300	19,72	46,0	226.200	19,60
48,0	264.500	19,65	48,0	231.000	19,67	48,0	234.000	19,74	48,0	230.200	19,71	48,0	231.200	19,65	48,0	235.100	19,84	48,0	226.200	19,70
50,0	264.500	19,60	50,0	230.900	19,71	50,0	233.800	19,81	50,0	230.000	19,80	50,0	231.100	19,70	50,0	235.100	19,84	50,0	226.200	19,73
52,0	264.500	19,78	52,0	231.000	19,74	52,0	233.800	19,83	52,0	230.100	19,82	52,0	231.000	19,75	52,0	235.100	19,86	52,0	226.300	19,74
55,0	264.600	19,81	55,0	231.000	19,78	55,0	233.900	19,84	55,0	230.100	19,84	55,0	231.000	19,79	55,0	235.000	19,87	55,0	226.100	19,82
58,0	264.700	19,88	58,0	231.000	19,82	58,0	233.900	19,87	58,0	230.000	19,91	58,0	231.200	19,83	58,0	234.900	19,93	58,0	226.200	19,85
61,0	264.700	19,90	61,0	231.000	19,86	61,0	233.900	19,89	61,0	229.900	19,93	61,0	231.300	19,89	61,0	235.000	20,01	61,0	226.200	19,91
64,0	264.600	20,00	64,0	231.000	19,96	64,0	233.800	19,99	64,0	230.200	19,99	64,0	231.100	20,01	64,0	235.000	20,08	64,0	226.300	20,00
67,0	264.700	20,11	67,0	231.100	20,07	67,0	233.600	20,14	67,0	230.100	20,15	67,0	231.200	20,04	67,0	235.200	20,18	67,0	226.200	20,12
68,0	264.700	20,13	68,0	231.000	20,12	68,0	233.900	20,14	68,0	230.100	20,15	68,0	231.200	20,14	68,0	235.100	20,24	68,0	226.300	20,13
70,0	264.600	20,24	70,0	230.900	20,20	70,0	233.900	20,21	70,0	230.000	20,26	70,0	231.100	20,22	70,0	235.200	20,27	70,0	226.200	20,22
72,0	264.500	20,32	72,0	230.900	20,29	72,0	233.700	20,31	72,0	230.100	20,32	72,0	231.200	20,29	72,0	235.000	20,41	72,0	226.200	20,28
74,0	264.500	20,39	74,0	230.900	20,34	74,0	233.700	20,38	74,0	230.100	20,36	74,0	231.200	20,35	74,0	235.100	20,40	74,0	226.100	20,33
76,0	264.600	20,41	76,0	230.900	20,40	76,0	233.900	20,39	76,0	230.000	20,43	76,0	231.100	20,43	76,0	235.000	20,41	76,0	226.300	20,41
77,0	256.900	20,42	77,0	230.700	20,40	77,0	232.000	20,41	77,0	228.600	20,44	77,0	229.800	20,42	77,0	235.100	20,45	77,0	223.600	20,40

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-36 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-06C campañas año 2021

MP-06C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			21-02-2021			28-03-2021			22-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
2,0	17.670	20,84	2,0	15.980	21,53	2,0	18.000	20,96	2,0	16.420	20,89	2,0	15.910	20,04	2,0	15.530	20,33	2,0	15.320	20,38
2,5	17.670	20,65	2,5	20.060	20,98	2,5	17.990	20,90	2,5	16.420	20,77	2,5	15.980	20,21	2,5	15.530	20,32	2,5	15.340	20,39
3,0	17.680	20,69	3,0	20.090	20,81	3,0	17.990	20,79	3,0	16.420	20,67	3,0	15.970	20,30	3,0	15.530	20,32	3,0	15.340	20,38
4,0	17.690	20,47	4,0	19.580	20,68	4,0	17.980	20,59	4,0	16.420	20,53	4,0	15.970	20,37	4,0	15.540	20,36	4,0	15.340	20,41
6,0	17.690	20,44	6,0	18.210	20,46	6,0	18.010	20,43	6,0	16.440	20,44	6,0	15.970	20,42	6,0	15.540	20,44	6,0	15.340	20,46
8,0	17.690	20,44	8,0	17.860	20,42	8,0	18.010	20,43	8,0	16.460	20,42	8,0	15.970	20,42	8,0	15.550	20,45	8,0	15.340	20,46
10,0	17.750	20,43	10,0	17.740	20,42	10,0	18.030	20,44	10,0	16.470	20,42	10,0	15.990	20,41	10,0	15.550	20,46	10,0	15.340	20,47
12,0	18.000	20,43	12,0	17.570	20,42	12,0	18.010	20,42	12,0	16.460	20,41	12,0	16.000	20,41	12,0	15.610	20,46	12,0	15.360	20,46
13,0	20.370	20,43	13,0	19.780	20,41	13,0	18.940	20,42	13,0	18.410	20,42	13,0	17.170	20,44	13,0	17.350	20,46	14,0	18.310	20,46
14,0	21.110	20,42	14,0	21.370	20,41	14,0	21.300	20,38	14,0	19.670	20,43	14,0	18.730	20,39	14,0	18.680	20,45	16,0	19.430	20,46
15,0	22.000	20,44	15,0	23.890	20,41	15,0	23.980	20,41	15,0	20.970	20,42	15,0	20.210	20,43	15,0	19.450	20,45	18,0	19.620	20,43
16,0	23.720	20,42	16,0	25.770	20,40	16,0	24.250	20,41	15,5	21.240	20,39	15,5	20.360	20,38	15,5	19.680	20,44	20,0	19.670	20,43
18,0	23.700	20,42	18,0	26.870	20,40	18,0	24.390	20,41	16,0	21.300	20,41	16,0	20.380	20,41	16,0	19.710	20,46	21,0	87.240	20,45
20,0	23.710	20,42	20,0	29.610	20,40	20,0	24.440	20,41	16,5	21.330	20,42	16,5	20.440	20,37	16,5	19.750	20,43	21,2	90.250	20,44
21,0	118.000	20,41	21,0	39.280	20,39	21,0	86.810	20,39	17,0	21.540	20,41	17,0	20.490	20,41	17,0	19.830	20,45	21,4	90.860	20,44
21,2	118.200	20,41	21,2	47.810	20,39	21,2	87.090	20,38	17,5	21.610	20,44	17,5	20.490	20,44	17,5	19.990	20,44	21,6	93.080	20,44
21,4	118.400	20,41	21,4	50.250	20,39	21,4	87.850	20,39	18,0	24.380	20,38	18,0	20.520	20,39	18,0	20.960	20,42	21,8	93.380	20,42
21,6	118.400	20,42	21,6	61.080	20,37	21,6	88.220	20,37	18,5	24.610	20,40	18,5	20.510	20,41	18,5	21.010	20,42	22,0	93.470	20,43
21,8	119.100	20,40	21,8	109.200	20,36	21,8	88.290	20,36	19,0	24.990	20,40	19,0	20.500	20,43	19,0	21.150	20,45	22,2	93.520	20,42
22,0	120.500	20,42	22,0	109.800	20,36	22,0	88.310	20,36	19,5	25.650	20,40	19,5	20.510	20,42	19,5	21.460	20,46	22,4	93.690	20,42
22,2	120.900	20,40	22,2	110.300	20,36	22,2	88.400	20,36	20,0	36.260	20,39	20,0	20.550	20,40	20,0	27.160	20,46	22,6	94.390	20,42

MP-06C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			21-02-2021			28-03-2021			22-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
22,4	121.200	20,40	22,4	111.100	20,37	22,4	88.670	20,35	20,5	36.000	20,39	20,5	78.470	20,38	20,5	90.780	20,44	22,8	94.410	20,42
22,6	121.100	20,43	22,6	111.400	20,38	22,6	88.750	20,35	21,0	86.720	20,36	21,0	92.810	20,40	21,0	91.210	20,43	23,0	94.400	20,42
22,8	121.200	20,43	22,8	111.500	20,36	22,8	88.770	20,34	21,5	86.690	20,36	21,5	93.390	20,38	21,5	91.430	20,44	23,2	94.430	20,42
23,0	121.200	20,42	23,0	111.400	20,37	23,0	88.750	20,35	22,0	86.710	20,37	22,0	93.690	20,37	22,0	91.480	20,44	23,5	94.440	20,41
23,2	121.300	20,41	23,2	111.400	20,39	23,2	88.780	20,35	22,5	87.150	20,34	22,5	94.290	20,36	22,5	92.110	20,43	24,0	94.460	20,40
23,5	121.500	20,40	23,5	111.300	20,36	23,5	88.730	20,35	23,0	87.160	20,36	23,0	94.600	20,38	23,0	92.400	20,42	25,0	94.740	20,38
24,0	121.900	20,40	24,0	111.100	20,37	24,0	88.720	20,33	23,5	87.210	20,33	23,5	94.730	20,36	23,5	92.400	20,42	25,5	95.050	20,38
25,0	123.700	20,36	25,0	110.400	20,38	25,0	88.700	20,34	24,0	87.200	20,34	24,0	94.870	20,34	24,0	92.400	20,42	26,0	103.700	20,36
25,5	139.800	20,37	25,5	110.000	20,36	25,5	88.780	20,31	24,5	87.210	20,34	24,5	94.990	20,34	24,5	92.380	20,42	26,2	116.300	20,37
26,0	188.100	20,46	26,0	111.200	20,38	26,0	93.160	20,29	25,0	87.500	20,31	25,0	95.140	20,34	25,0	92.810	20,39	26,4	132.900	20,39
26,2	188.200	20,47	26,2	116.900	20,38	26,2	102.000	20,29	25,5	87.710	20,32	25,5	95.520	20,31	25,5	93.950	20,38	26,6	155.600	20,43
26,4	183.300	20,46	26,4	122.900	20,39	26,4	117.400	20,32	26,0	94.340	20,29	26,0	103.600	20,32	26,0	105.600	20,37	26,8	160.400	20,47
26,6	188.200	20,49	26,6	129.700	20,41	26,6	147.000	20,35	26,2	102.700	20,30	26,2	113.700	20,32	26,2	122.300	20,36	27,0	160.300	20,53
26,8	188.100	20,50	26,8	134.400	20,43	26,8	169.200	20,42	26,4	118.300	20,32	26,4	128.600	20,31	26,4	147.000	20,41	27,2	160.500	20,51
27,0	188.300	20,46	27,0	148.300	20,45	27,0	168.900	20,48	26,6	153.100	20,37	26,6	152.300	20,36	26,6	165.400	20,46	27,4	160.400	20,52
27,5	188.300	20,48	27,5	163.200	20,47	27,5	168.900	20,48	26,8	163.200	20,45	26,8	163.600	20,37	26,8	165.400	20,47	27,6	160.400	20,53
28,0	188.300	20,49	28,0	163.500	20,50	28,0	168.900	20,50	27,0	163.300	20,46	27,0	163.500	20,45	27,0	165.400	20,48	27,8	160.400	20,54
29,0	188.300	20,49	29,0	163.500	20,50	29,0	168.900	20,48	27,5	163.200	20,50	27,5	163.500	20,47	27,5	165.400	20,50	28,0	160.400	20,52
30,0	188.300	20,49	30,0	163.600	20,48	30,0	169.000	20,47	28,0	163.300	20,46	28,0	163.500	20,46	28,0	165.500	20,50	28,5	160.500	20,52
32,0	188.300	20,52	32,0	163.600	20,47	32,0	168.900	20,51	29,0	163.400	20,46	29,0	163.500	20,47	29,0	165.400	20,53	29,0	160.500	20,52
34,0	199.000	20,53	34,0	172.100	20,54	34,0	178.200	20,51	30,0	163.200	20,50	30,0	163.500	20,49	30,0	165.500	20,51	30,0	160.500	20,52
34,5	202.400	20,56	34,5	174.300	20,52	34,5	178.800	20,54	32,0	163.200	20,51	32,0	163.500	20,50	32,0	165.500	20,53	31,0	160.400	20,54

MP-06C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			21-02-2021			28-03-2021			22-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
35,0	207.900	20,54	35,0	177.100	20,51	35,0	181.700	20,52	34,0	172.200	20,53	34,0	172.800	20,51	34,0	168.700	20,54	33,0	161.300	20,53
35,2	210.000	20,54	35,2	178.400	20,52	35,2	183.400	20,55	34,5	172.800	20,49	34,5	173.000	20,53	34,5	175.100	20,54	34,0	169.400	20,55
35,4	219.700	20,54	35,4	179.100	20,54	35,4	185.100	20,53	35,0	175.800	20,49	35,0	175.800	20,50	35,0	177.400	20,57	34,5	169.800	20,55
35,6	223.200	20,59	35,6	180.800	20,52	35,6	187.100	20,52	35,2	177.400	20,55	35,2	177.500	20,53	35,2	178.900	20,55	35,0	172.300	20,56
35,8	224.400	20,60	35,8	184.200	20,53	35,8	192.800	20,54	35,4	179.300	20,51	35,4	179.400	20,53	35,4	181.500	20,56	35,2	173.700	20,56
36,0	224.900	20,59	36,0	187.700	20,55	36,0	199.200	20,53	35,6	181.100	20,54	35,6	181.700	20,55	35,6	183.900	20,55	35,4	175.900	20,56
36,2	225.600	20,59	36,2	189.200	20,56	36,2	200.600	20,55	35,8	181.400	20,53	35,8	185.900	20,55	35,8	188.500	20,56	35,6	178.100	20,56
36,4	226.400	20,57	36,4	190.100	20,55	36,4	201.400	20,57	36,0	192.500	20,56	36,0	193.300	20,55	36,0	195.600	20,57	35,8	182.800	20,55
36,6	226.500	20,58	36,6	190.700	20,56	36,6	201.800	20,57	36,2	194.200	20,56	36,2	194.500	20,55	36,2	197.900	20,60	36,0	189.200	20,61
36,8	228.300	20,58	36,8	192.200	20,57	36,8	202.700	20,55	36,4	194.800	20,59	36,4	195.500	20,58	36,4	197.900	20,57	36,2	191.000	20,60
37,0	234.700	20,61	37,0	194.000	20,58	37,0	202.900	20,58	36,6	195.400	20,55	36,6	196.200	20,56	36,6	198.300	20,59	36,4	191.800	20,62
37,2	241.900	20,60	37,2	195.600	20,56	37,2	203.200	20,61	36,8	195.700	20,59	36,8	196.800	20,57	36,8	199.100	20,60	36,6	192.300	20,59
37,4	246.200	20,62	37,4	198.500	20,56	37,4	205.700	20,58	37,0	196.300	20,58	37,0	197.300	20,58	37,0	199.400	20,60	36,8	192.800	20,61
37,6	251.400	20,61	37,6	205.600	20,57	37,6	213.500	20,57	37,2	196.800	20,57	37,2	197.600	20,55	37,2	199.700	20,61	37,0	193.300	20,61
37,8	254.900	20,63	37,8	208.900	20,59	37,8	216.900	20,63	37,4	199.900	20,56	37,4	200.200	20,58	37,4	202.100	20,60	37,5	197.500	20,61
38,0	256.800	20,64	38,0	212.900	20,60	38,0	220.700	20,57	37,6	205.900	20,55	37,6	207.400	20,57	37,6	210.100	20,61	38,0	210.800	20,63
38,2	257.600	20,62	38,2	217.300	20,64	38,2	225.500	20,59	37,8	206.700	20,57	37,8	211.500	20,57	37,8	213.300	20,60	38,2	215.800	20,63
38,4	258.700	20,65	38,4	219.300	20,65	38,4	227.200	20,62	38,0	214.600	20,58	38,0	215.400	20,60	38,0	218.200	20,61	38,4	218.000	20,63
38,6	260.900	20,64	38,6	221.000	20,65	38,6	228.700	20,59	38,2	218.600	20,61	38,2	220.700	20,58	38,2	223.800	20,63	38,6	219.400	20,64
38,8	261.000	20,64	38,8	222.300	20,63	38,8	228.700	20,63	38,4	220.300	20,64	38,4	222.900	20,62	38,4	226.100	20,62	38,8	219.600	20,66
39,0	261.400	20,63	39,0	224.100	20,66	39,0	229.900	20,67	38,6	221.500	20,65	38,6	224.400	20,61	38,6	227.500	20,64	39,0	221.000	20,66
39,5	262.200	20,65	39,5	227.500	20,60	39,5	231.400	20,64	38,8	221.900	20,63	38,8	224.700	20,60	38,8	227.700	20,66	39,5	222.800	20,66

MP-06C																				
Fecha de Campaña																				
21-01-2021			21-02-2021			28-03-2021			22-04-2021			15-07-2021			30-09-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
40,0	262.200	20,66	40,0	228.500	20,61	40,0	232.100	20,67	39,0	223.200	20,59	39,0	226.100	20,62	39,0	227.900	20,65	40,0	223.600	20,66
41,0	262.300	20,68	41,0	228.700	20,66	41,0	232.200	20,68	39,5	224.800	20,64	39,5	228.000	20,63	39,5	231.500	20,65	41,0	223.700	20,67
42,0	262.400	20,69	42,0	228.800	20,66	42,0	232.500	20,64	40,0	225.500	20,63	40,0	228.900	20,62	40,0	232.200	20,66	42,0	223.800	20,69
44,0	262.700	20,75	44,0	229.800	20,71	44,0	232.600	20,66	41,0	225.700	20,61	41,0	228.900	20,64	41,0	232.300	20,67	44,0	224.000	20,73
46,0	265.200	20,76	46,0	231.500	20,76	46,0	232.600	20,69	42,0	225.500	20,63	42,0	229.000	20,66	42,0	232.400	20,70	46,0	226.300	20,76
48,0	266.300	20,79	48,0	232.200	20,75	48,0	234.600	20,75	44,0	225.800	20,70	44,0	229.200	20,70	44,0	232.600	20,72	48,0	226.900	20,80
50,0	266.700	20,81	50,0	232.400	20,82	50,0	235.500	20,77	46,0	228.000	20,72	46,0	231.600	20,73	46,0	235.000	20,77	50,0	227.400	20,82
52,0	266.800	20,89	52,0	232.900	20,86	52,0	236.300	20,84	48,0	228.900	20,74	48,0	232.300	20,78	48,0	235.900	20,80	52,0	227.600	20,88
54,0	267.600	21,01	54,0	233.600	20,94	54,0	237.000	20,97	50,0	229.000	20,82	50,0	232.800	20,79	50,0	236.300	20,82	55,0	228.300	21,01
56,0	267.600	21,01	56,0	233.500	20,97	56,0	236.900	21,00	52,0	229.500	20,83	52,0	233.200	20,82	52,0	236.600	20,86	58,0	228.200	21,04
58,0	267.500	21,01	58,0	233.500	20,99	58,0	236.900	21,00	54,0	230.200	20,89	54,0	233.700	20,88	54,0	237.300	20,98	61,0	228.200	21,09
60,0	267.700	21,03	60,0	233.500	21,01	60,0	236.800	21,04	56,0	230.300	20,96	56,0	233.700	20,94	56,0	237.300	20,99	64,0	228.400	21,15
62,0	267.700	21,09	62,0	233.400	21,08	62,0	237.000	21,06	58,0	230.200	20,89	58,0	233.800	20,97	58,0	237.300	21,03	67,0	228.200	21,21
64,0	267.600	21,15	64,0	233.600	21,10	64,0	237.100	21,12	60,0	230.100	21,03	60,0	233.800	21,03	60,0	237.300	21,02	70,0	228.300	21,30
66,0	267.600	21,20	66,0	233.400	21,17	66,0	236.900	21,17	62,0	230.200	21,07	62,0	233.900	21,05	62,0	237.200	21,10			
68,0	267.600	21,25	68,0	233.300	21,24	68,0	237.000	21,22	64,0	230.200	21,13	64,0	234.000	21,13	64,0	237.200	21,14			
70,0	267.500	21,30	70,0	233.500	21,27	70,0	236.900	21,27	66,0	230.300	21,15	66,0	234.000	21,20	66,0	237.200	21,24			
70,5	93.150	21,35	70,5	233.400	21,29	70,5	236.800	21,31	68,0	230.100	21,24	68,0	233.900	21,26	68,0	237.400	21,26			
						70,6	236.800	21,31	70,0	230.300	21,24	70,0	233.900	21,28	70,0	237.200	21,33			
									70,5	230.100	21,30	70,5	233.900	21,30	70,5	237.300	21,32			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-37 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-09C campañas año 2021

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (μS/cm)	TEMP (°C)
9,3	4.398	25,70	9,3	3.830	25,53	9,3	3.850	25,06	9,3	3.860	24,01	9,3	3.819	24,56	9,3	3.763	25,56
9,4	4.395	25,67	9,4	3.844	25,47	9,4	3.846	25,46	9,4	3.863	25,14	9,4	3.810	24,92	9,4	3.766	25,63
9,6	4.392	25,64	9,6	3.845	25,56	9,6	3.853	25,54	9,6	3.840	25,41	9,6	3.811	25,14	9,6	3.757	25,67
10,0	4.393	25,63	10,0	3.844	25,63	10,0	3.849	25,61	10,0	3.836	25,56	10,0	3.809	25,45	10,0	3.752	25,67
10,5	4.393	25,63	10,5	3.844	25,63	10,5	3.849	25,63	10,5	3.835	25,62	10,5	3.803	25,59	10,5	3.752	25,68
11,0	4.392	25,63	11,0	3.845	25,62	11,0	3.849	25,63	11,0	3.834	25,63	11,0	3.802	25,62	11,0	3.751	25,68
12,0	4.392	25,63	12,0	3.845	25,62	12,0	3.849	25,63	12,0	3.834	25,63	12,0	3.802	25,63	12,0	3.753	25,68
13,0	4.394	25,63	13,0	3.844	25,62	13,0	3.850	25,62	13,0	3.834	25,63	13,0	3.802	25,64	13,0	3.753	25,68
14,0	4.394	25,63	14,0	3.844	25,62	14,0	3.850	25,62	14,0	3.834	25,62	14,0	3.803	25,63	14,0	3.753	25,68
16,0	4.394	25,63	16,0	3.844	25,62	16,0	3.849	25,63	16,0	3.834	25,64	16,0	3.803	25,63	16,0	3.753	25,69
18,0	4.395	25,63	18,0	3.844	25,62	18,0	3.849	25,63	18,0	3.834	25,64	18,0	3.804	25,63	18,0	3.753	25,68
20,0	4.394	25,63	20,0	3.844	25,62	20,0	3.849	25,63	20,0	3.833	25,64	20,0	3.804	25,63	20,0	3.753	25,69
22,0	4.394	25,63	22,0	3.845	25,62	22,0	3.849	25,64	22,0	3.834	25,64	22,0	3.803	25,64	22,0	3.753	25,69
24,0	4.396	25,68	24,0	3.844	25,66	24,0	3.849	25,67	24,0	3.835	25,65	24,0	3.804	25,67	24,0	3.753	25,71
26,0	4.395	25,75	26,0	3.844	25,76	26,0	3.849	25,76	26,0	3.836	25,72	26,0	3.802	25,73	26,0	3.754	25,73
28,0	4.396	25,76	28,0	3.844	25,76	28,0	3.848	25,75	28,0	3.835	25,74	28,0	3.804	25,74	28,0	3.753	25,79
30,0	4.395	25,76	30,0	3.843	25,75	30,0	3.849	25,75	30,0	3.834	25,76	30,0	3.804	25,75	30,0	3.752	25,78
32,0	4.396	25,78	32,0	3.844	25,75	32,0	3.849	25,76	32,0	3.834	25,76	32,0	3.802	25,76	32,0	3.754	25,78
34,0	4.396	25,78	34,0	3.845	25,77	34,0	3.849	25,77	34,0	3.834	25,77	34,0	3.803	25,76	34,0	3.753	25,79
36,0	4.396	25,78	36,0	3.845	25,77	36,0	3.848	25,78	36,0	3.834	25,78	36,0	3.804	25,76	36,0	3.752	25,81
38,0	4.396	25,77	38,0	3.843	25,77	38,0	3.848	25,78	38,0	3.835	25,79	38,0	3.805	25,76	38,0	3.752	25,81

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
40,0	4.396	25,77	40,0	3.844	25,77	40,0	3.849	25,78	40,0	3.837	25,79	40,0	3.804	25,76	40,0	3.753	25,80
42,0	4.396	25,78	42,0	3.844	25,77	42,0	3.849	25,79	42,0	3.834	25,77	42,0	3.804	25,76	42,0	3.753	25,81
44,0	4.396	25,78	44,0	3.843	25,78	44,0	3.848	25,79	44,0	3.833	25,78	44,0	3.804	25,77	44,0	3.753	25,82
46,0	4.398	25,81	46,0	3.844	25,79	46,0	3.850	25,79	46,0	3.835	25,79	46,0	3.798	25,78	46,0	3.754	25,81
48,0	4.394	25,78	48,0	3.845	25,79	48,0	3.850	25,79	48,0	3.835	25,79	48,0	3.803	25,78	48,0	3.753	25,82
50,0	4.388	25,78	50,0	3.843	25,79	50,0	3.850	25,81	50,0	3.837	25,79	50,0	3.805	25,78	50,0	3.753	25,83
52,0	4.388	25,78	52,0	3.844	25,79	52,0	3.850	25,81	52,0	3.839	25,81	52,0	3.811	25,80	52,0	3.754	25,83
54,0	4.398	25,77	54,0	3.848	25,82	54,0	3.846	25,80	54,0	3.832	25,80	54,0	3.813	25,82	54,0	3.760	25,85
56,0	4.409	25,85	56,0	3.849	25,83	56,0	3.860	25,81	56,0	3.847	25,83	56,0	3.806	25,82	56,0	3.762	25,86
58,0	4.409	25,85	58,0	3.856	25,84	58,0	3.860	25,84	58,0	3.847	25,84	58,0	3.817	25,83	58,0	3.761	25,87
60,0	4.412	25,86	60,0	3.854	25,84	60,0	3.863	25,84	60,0	3.842	25,84	60,0	3.808	25,73	60,0	3.753	25,81
62,0	4.413	25,85	62,0	3.854	25,84	62,0	3.863	25,84	62,0	3.847	25,84	62,0	3.816	25,83	62,0	3.764	25,87
64,0	4.414	25,86	64,0	3.859	25,84	64,0	3.862	25,86	64,0	3.849	25,84	64,0	3.817	25,83	64,0	3.768	25,87
66,0	4.415	25,86	66,0	3.860	25,84	66,0	3.868	25,85	66,0	3.851	25,85	66,0	3.828	25,84	66,0	3.769	25,87
68,0	9.331	25,86	68,0	3.890	25,84	68,0	3.884	25,85	68,0	3.887	25,84	68,0	3.853	25,83	68,0	3.807	25,87
68,5	15.790	25,87	68,5	7.738	25,85	68,5	7.389	25,86	68,5	7.952	25,85	68,5	5.404	25,84	68,5	5.463	25,87
69,0	25.260	25,88	69,0	13.680	25,86	69,0	14.170	25,86	69,0	13.340	25,86	69,0	11.560	25,85	69,0	11.016	25,89
69,5	43.430	25,88	69,5	22.910	25,86	69,5	24.700	25,87	69,5	23.670	25,86	69,5	21.150	25,85	69,5	17.061	25,89
70,0	77.240	25,89	70,0	38.350	25,87	70,0	40.830	25,88	70,0	37.320	25,87	70,0	35.650	25,86	70,0	33.000	25,90
70,5	121.400	25,90	70,5	68.790	25,88	70,5	69.100	25,89	70,5	69.270	25,88	70,5	64.480	25,87	70,5	60.260	25,91
71,0	170.400	25,91	71,0	106.400	25,88	71,0	105.500	25,89	71,0	106.200	25,89	71,0	104.800	25,88	71,0	102.300	25,92
71,2	193.000	25,91	71,2	122.700	25,89	71,2	122.600	25,89	71,2	123.300	25,89	71,2	122.600	25,88	71,2	120.000	25,92

MP-09C																	
Fecha de Campaña																	
21-01-2021			20-02-2021			06-03-2021			10-04-2021			07-07-2021			15-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
71,4	216.500	25,92	71,4	141.500	25,89	71,4	142.200	25,89	71,4	142.400	25,89	71,4	142.600	25,89	71,4	141.600	25,92
71,6	233.100	25,92	71,6	161.900	25,90	71,6	161.200	25,90	71,6	161.800	25,90	71,6	163.900	25,89	71,6	163.200	25,93
71,8	248.100	25,92	71,8	182.700	25,90	71,8	182.100	25,90	71,8	181.500	25,90	71,8	184.500	25,88	71,8	184.400	25,93
72,0	256.500	25,92	72,0	200.000	25,90	72,0	199.200	25,91	72,0	199.700	25,90	72,0	201.700	25,90	72,0	201.300	25,93
72,5	265.800	25,93	72,5	224.700	25,91	72,5	224.400	25,91	72,5	224.100	25,91	72,5	223.100	25,90	72,5	221.800	25,94
73,0	268.400	25,94	73,0	232.200	25,92	73,0	232.600	25,93	73,0	231.800	25,92	73,0	229.500	25,91	73,0	227.100	25,94
74,0	269.600	25,96	74,0	234.800	25,94	74,0	235.300	25,94	74,0	234.300	25,94	74,0	232.000	25,93	74,0	229.700	25,96
76,0	270.000	25,99	76,0	235.600	25,97	76,0	236.000	25,98	76,0	235.000	25,97	76,0	232.800	25,96	76,0	230.700	25,99
78,0	269.900	26,03	78,0	235.500	26,00	78,0	236.000	26,01	78,0	235.100	26,01	78,0	232.800	26,00	78,0	230.600	26,03
80,0	267.900	26,07	80,0	234.600	26,05	80,0	235.000	26,06	80,0	234.200	26,04	80,0	232.200	26,04	80,0	230.100	26,07
82,0	266.100	26,10	82,0	231.700	26,09	82,0	232.200	26,10	82,0	231.400	26,09	82,0	229.100	26,08	82,0	226.900	26,07
84,0	265.100	26,15	84,0	231.200	26,14	84,0	231.700	26,15	84,0	230.800	26,13	84,0	228.600	26,12	84,0	226.300	26,12
86,0	264.900	26,21	86,0	231.200	26,18	86,0	231.600	26,19	86,0	230.700	26,18	86,0	228.500	26,17	86,0	226.300	26,17
88,0	264.900	26,24	88,0	231.100	26,22	88,0	231.600	26,22	88,0	230.700	26,22	88,0	228.500	26,21	88,0	226.300	26,24
90,0	264.800	26,29	90,0	231.100	26,26	90,0	231.500	26,27	90,0	230.700	26,26	90,0	228.600	26,26	90,0	226.300	26,28

Fuente: Elaboración propia

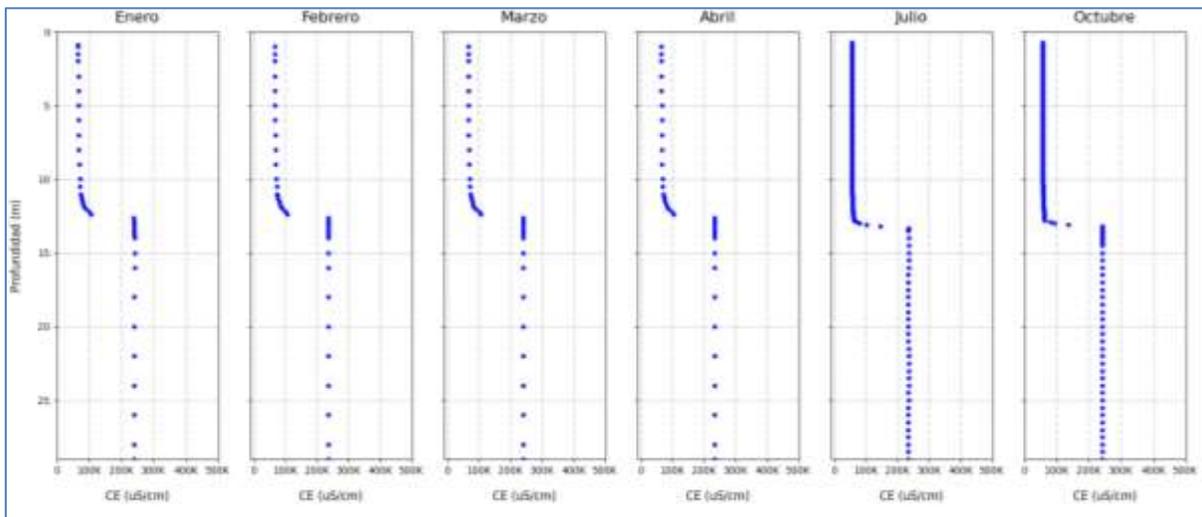
A continuación, se muestra la descripción de los resultados obtenidos durante las campañas del año 2021, en conjunto con su representación gráfica y comparación con el registro histórico. En los gráficos presentados para el registro histórico anual las series se separan en trimestres para una mejor representación.

En general se observa una mayor dispersión durante los años 2013, 2014 y 2015 en el registro histórico, debido a la utilización de un equipo con baja precisión para la medición de conductividad eléctrica en medios de alta salinidad.

5.7.1.1 MP-01C

Durante el año 2021 posición de la interfase salina se mantiene entre los 12,6 y 13,3 m de profundidad en el punto MP-01C (Figura 5-66). Se observa una leve profundización durante el segundo semestre de 2021, mostrando su mayor profundidad durante el mes de de julio.

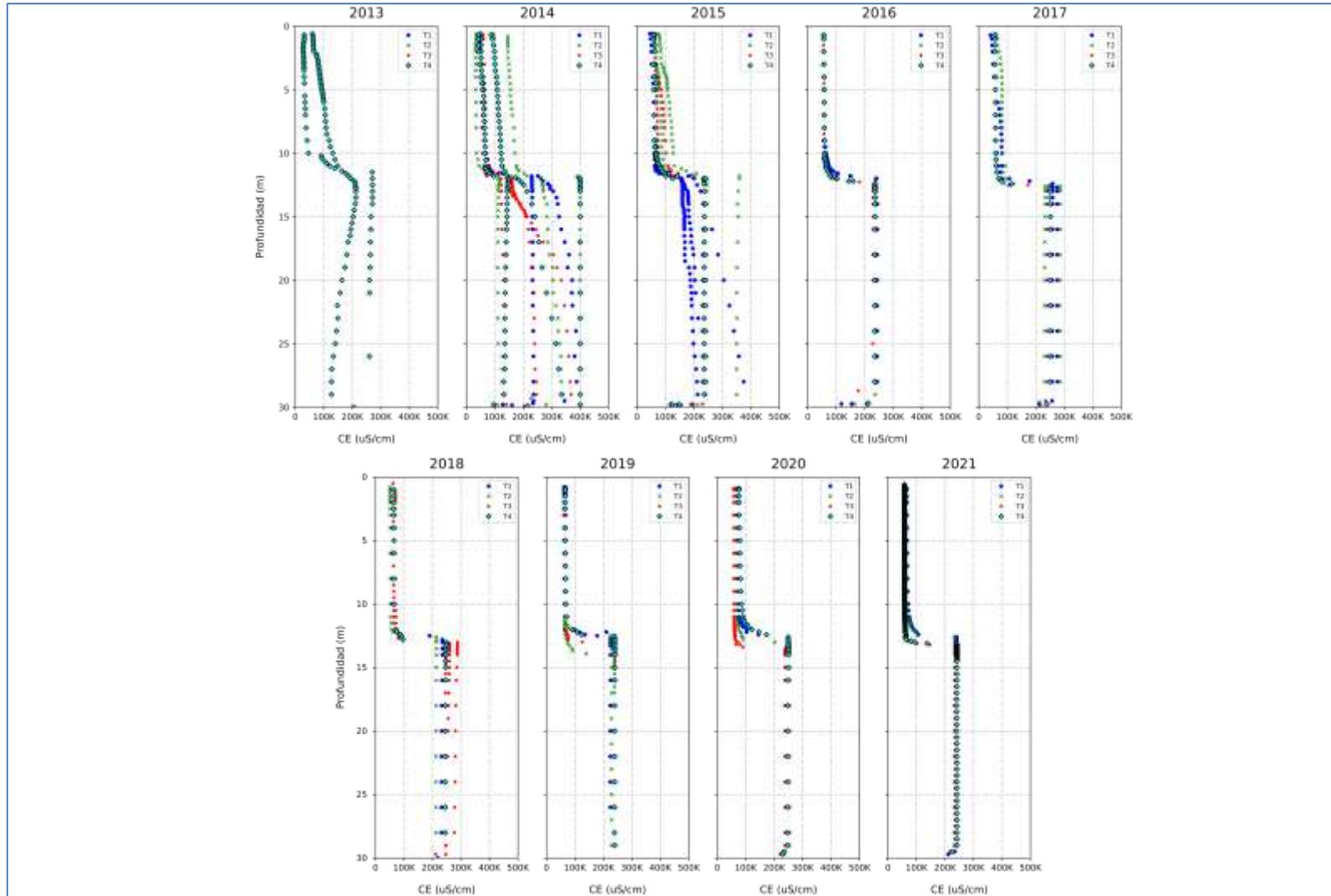
Figura 5-66 Perfiles de C.E. en el punto MP-01C año 2021



Fuente: Elaboración propia

Es relevante mencionar que todos los resultados históricos son adecuados para identificar la posición de la Interfase Salina (Figura 5-67), la cual corresponde a una zona o franja, y para este pozo MP-01C se presenta entre los 11 y 14 m de profundidad durante todos los años en los que se tiene registro.

Figura 5-67 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-01C



Fuente: Elaboración propia

5.7.1.2 MP-03C

El punto MP-03C muestra un patrón escalonado en la conductividad eléctrica del fluido durante las mediciones del año 2021 (Figura 5-68), con tres aumentos notorios hasta estabilizarse en valores cercanos a los 250.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La interfase salina ha sido reconocida entre los 17 y 21 m de profundidad en las campañas del año 2021.

Los registros históricos muestran una situación similar a lo observado durante el 2021, con una interfase salina ubicada, entre los 17 y 21 m de profundidad, donde no se registra una variación notable en su posición (Figura 5-69).

5.7.1.3 MP-04C

La información levantada en las campañas de 2021 (Figura 5-70) en este punto muestra una interfase salina con una posición constante, con un aumento gradual de la conductividad eléctrica alrededor de los 50 m, en un tramo de aproximadamente 5 m.

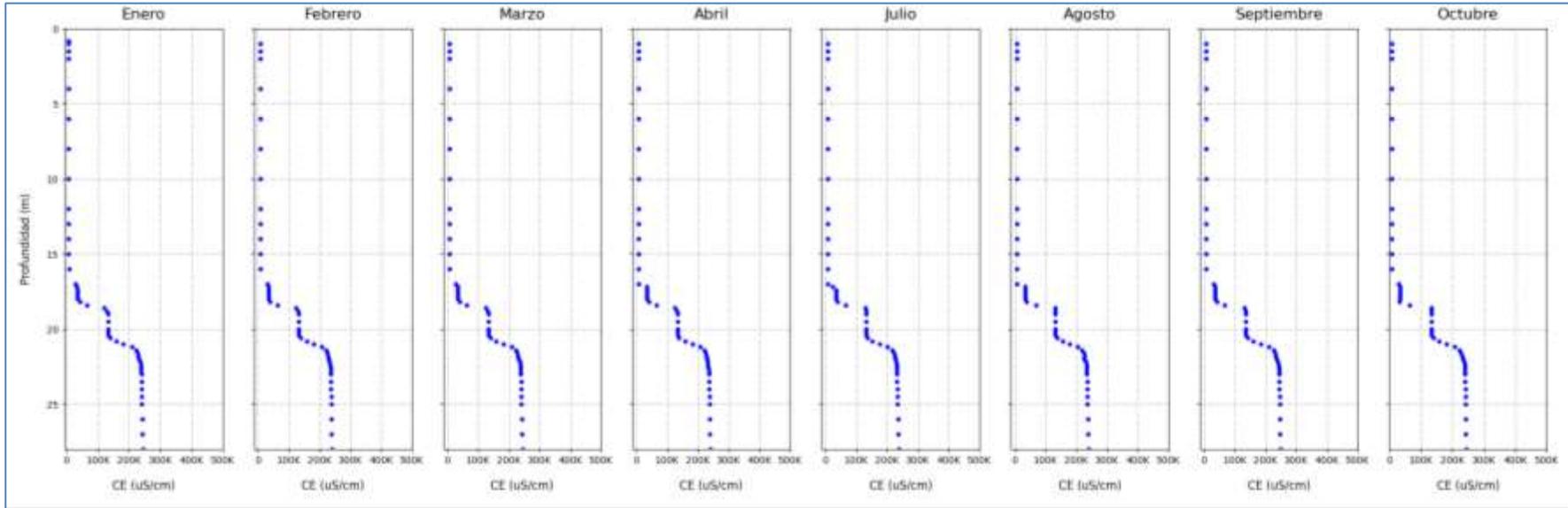
El registro histórico indica que la interfase salina ha mantenido una posición constante en este punto (Figura 5-71), aumentando la conductividad eléctrica de manera gradual a una profundidad de aproximadamente 50 m.

5.7.1.4 MP-05C

Los perfiles realizados durante el año 2021 en el punto MP-05C no muestran cambios en la posición de la interfase salina, ubicada alrededor de los 14 y 30 m de profundidad (Figura 5-72). En todas las campañas se observa un aumento gradual de la conductividad eléctrica desde aproximadamente 18 m bajo la superficie, variando a un patrón escalonado hasta los 27 m de profundidad para estabilizarse en los 30 metros de profundidad hasta valores cercanos a 230.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

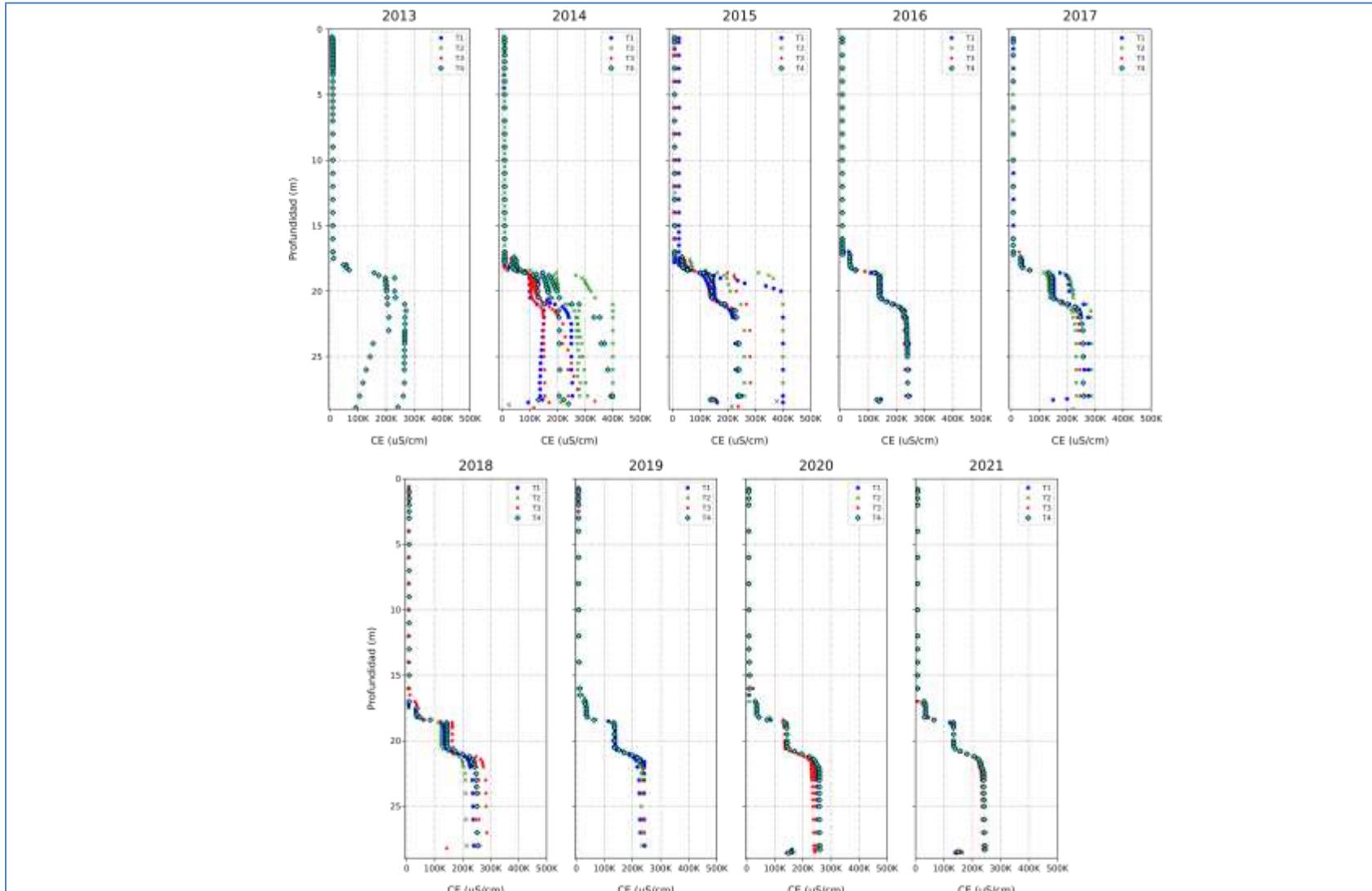
En general, el registro histórico muestra una posición de la interfase salina estable, en torno a los 25 m de profundidad. El registro de abril de 2019 muestra una desviación a esta tendencia, con un aumento escalonado de la conductividad eléctrica en profundidades menores.

Figura 5-68 Perfiles de C.E. en el punto MP-03C año 2021



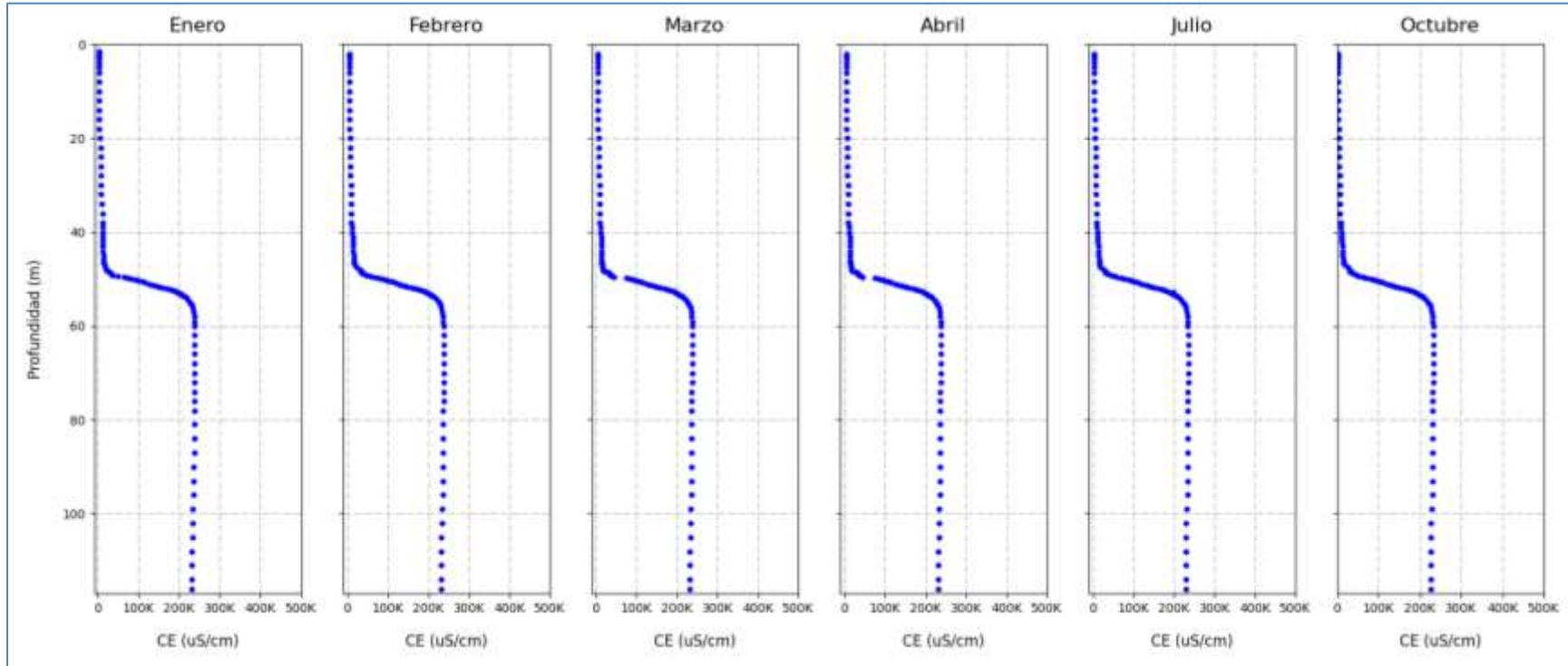
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-69 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-03C



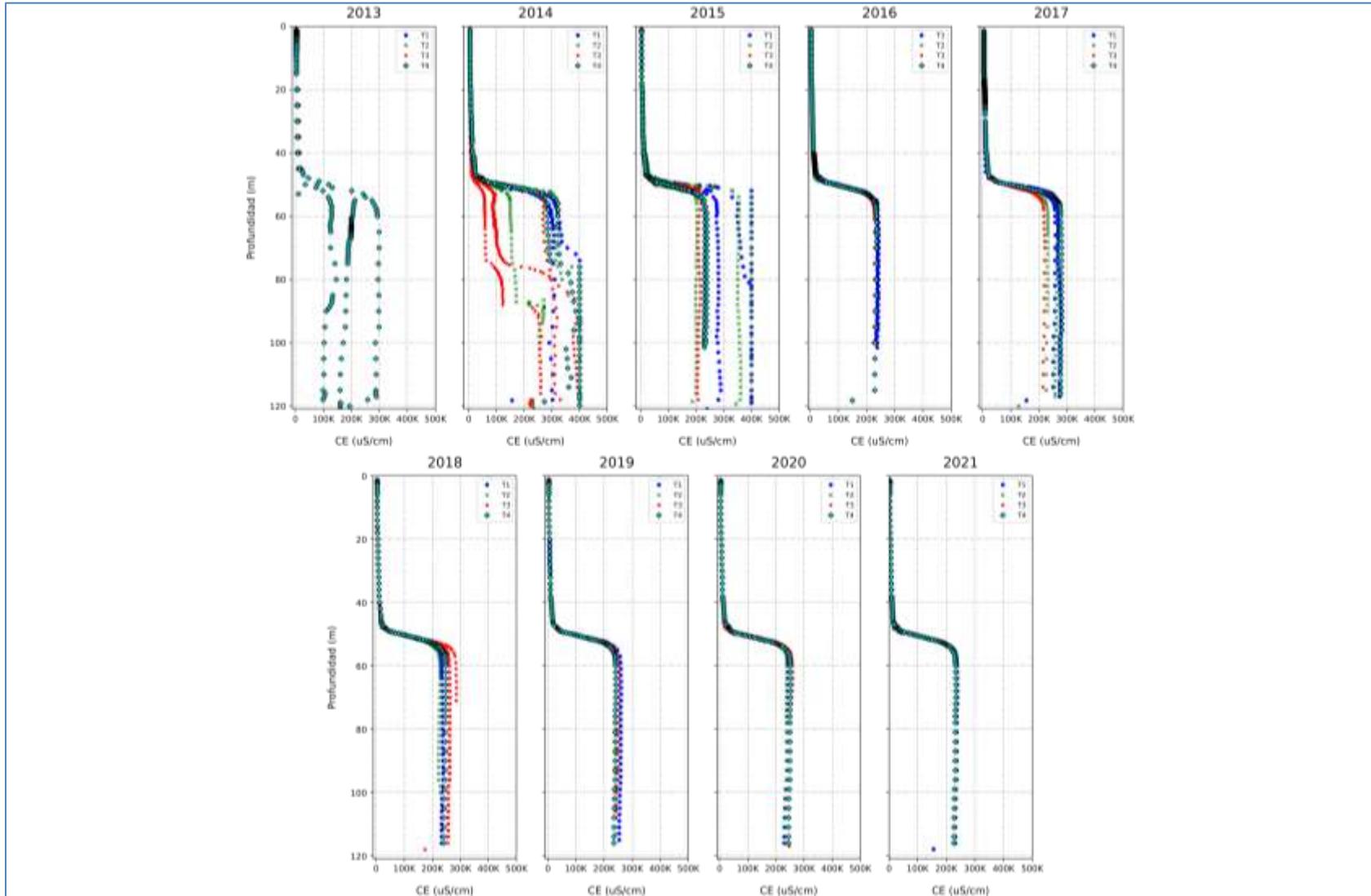
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-70 Perfiles de C.E. en el punto MP-04C año 2021



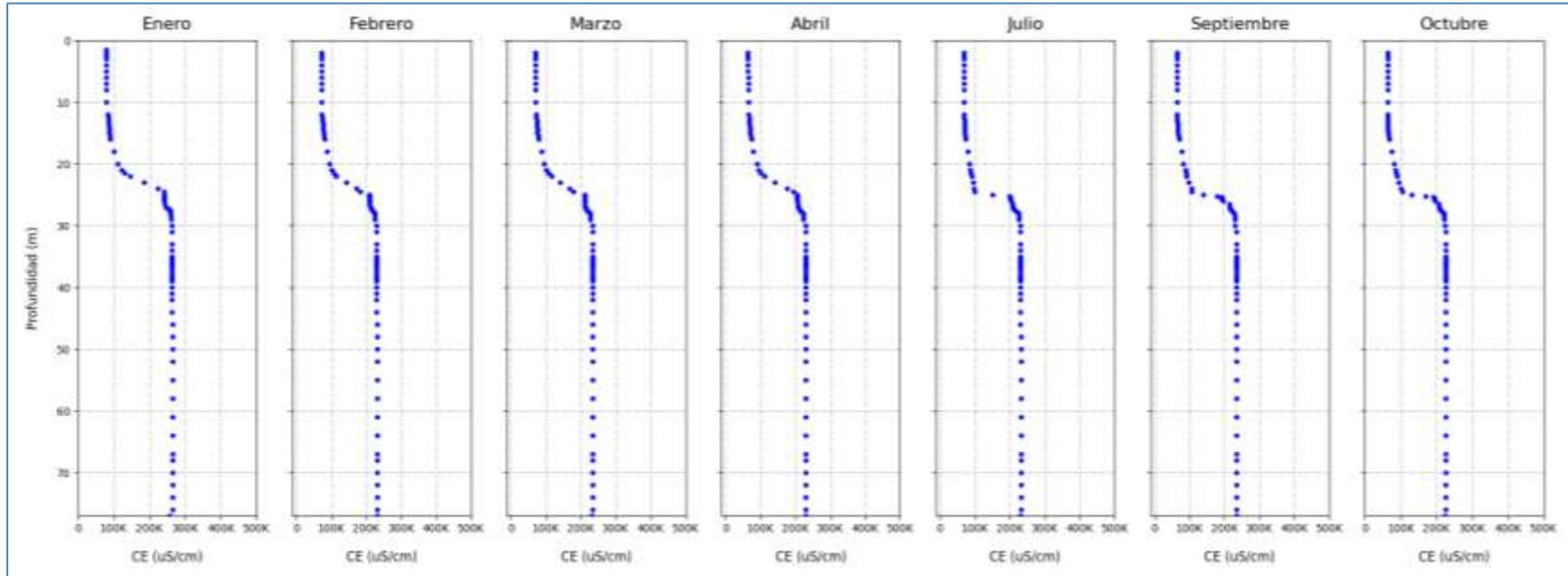
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-71 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-04C



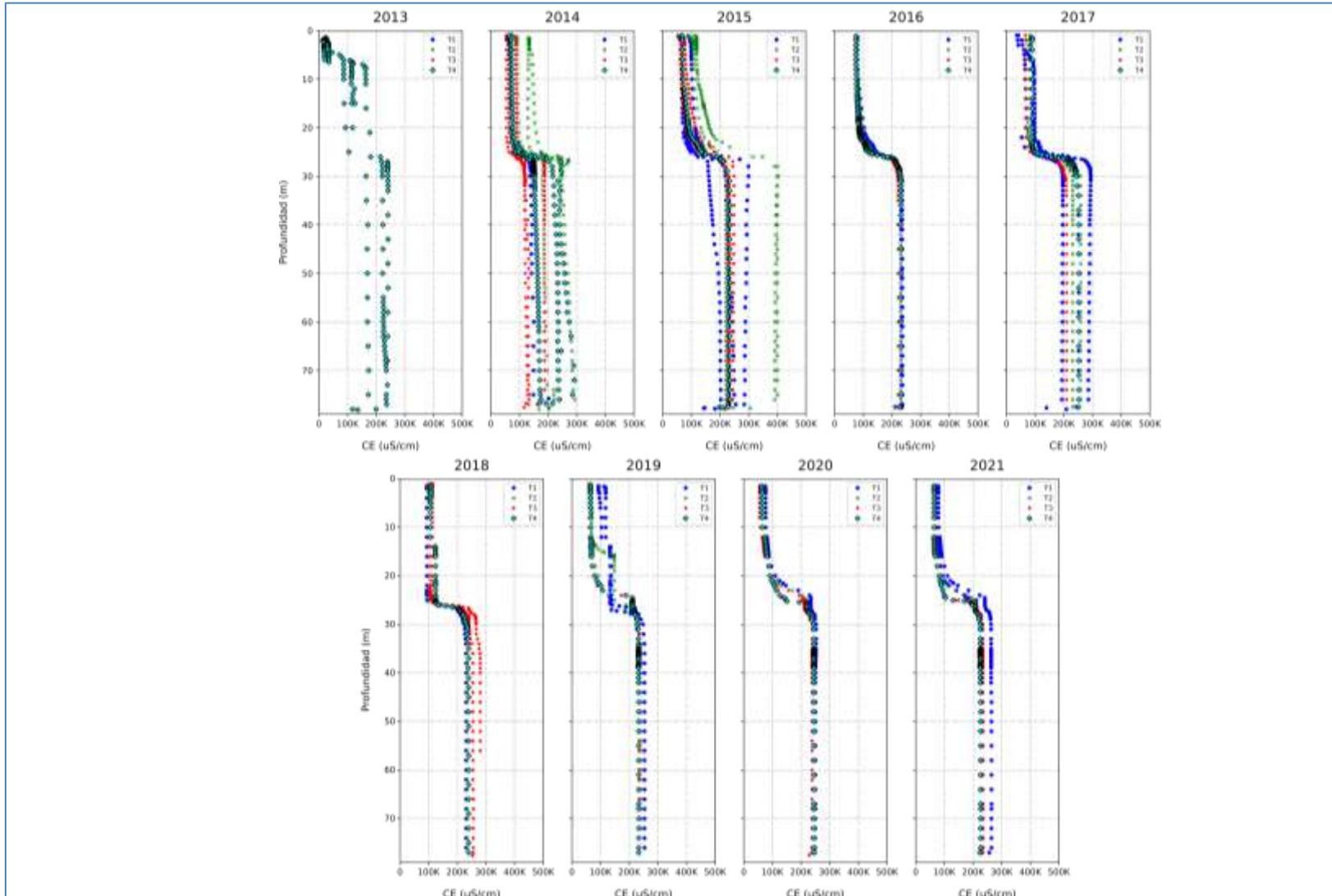
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-72 Perfiles de C.E. en el punto MP-05C año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-73 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-05C



Fuente: Elaboración propia

5.7.1.5 MP-06C

En la Figura 5-74 se muestran los resultados de las mediciones de conductividad eléctrica de las campañas del año 2021 en el punto MP-06C. Los resultados muestran un patrón escalonado similar en todas mediciones entre los 20 y 40 m. La interfase salina no muestra variaciones en su posición para el período del presente PSAH.

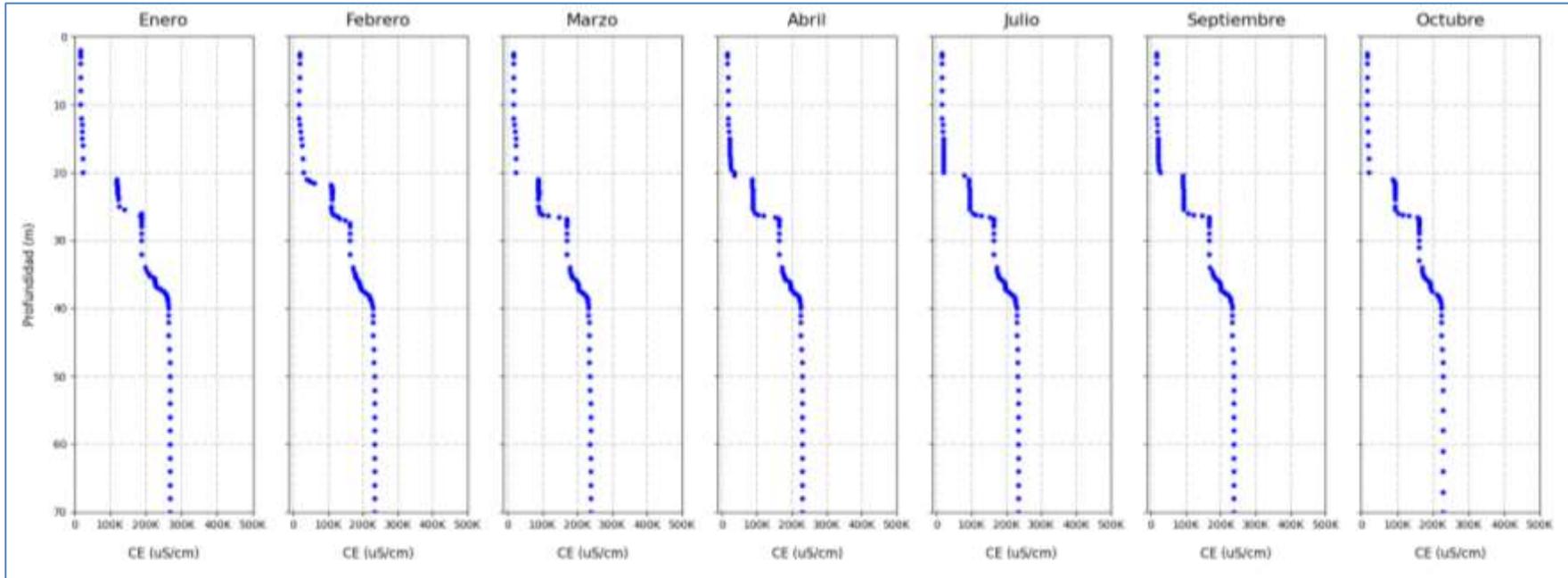
En comparación con el registro histórico (Figura 5-75), los nuevos registros no muestran cambios con respecto lo observado en años anteriores, donde la interfase salina se mantiene entre los 20 y 40 m de profundidad, mostrando un patrón escalonado.

5.7.1.6 MP-09C

Los perfiles realizados durante el año 2021 en el punto MP-09C muestra que la interfase salina se encuentra a aproximadamente 70 m, con un aumento gradual de la conductividad eléctrica en un tramo de aproximadamente 3 m (Figura 5-76).

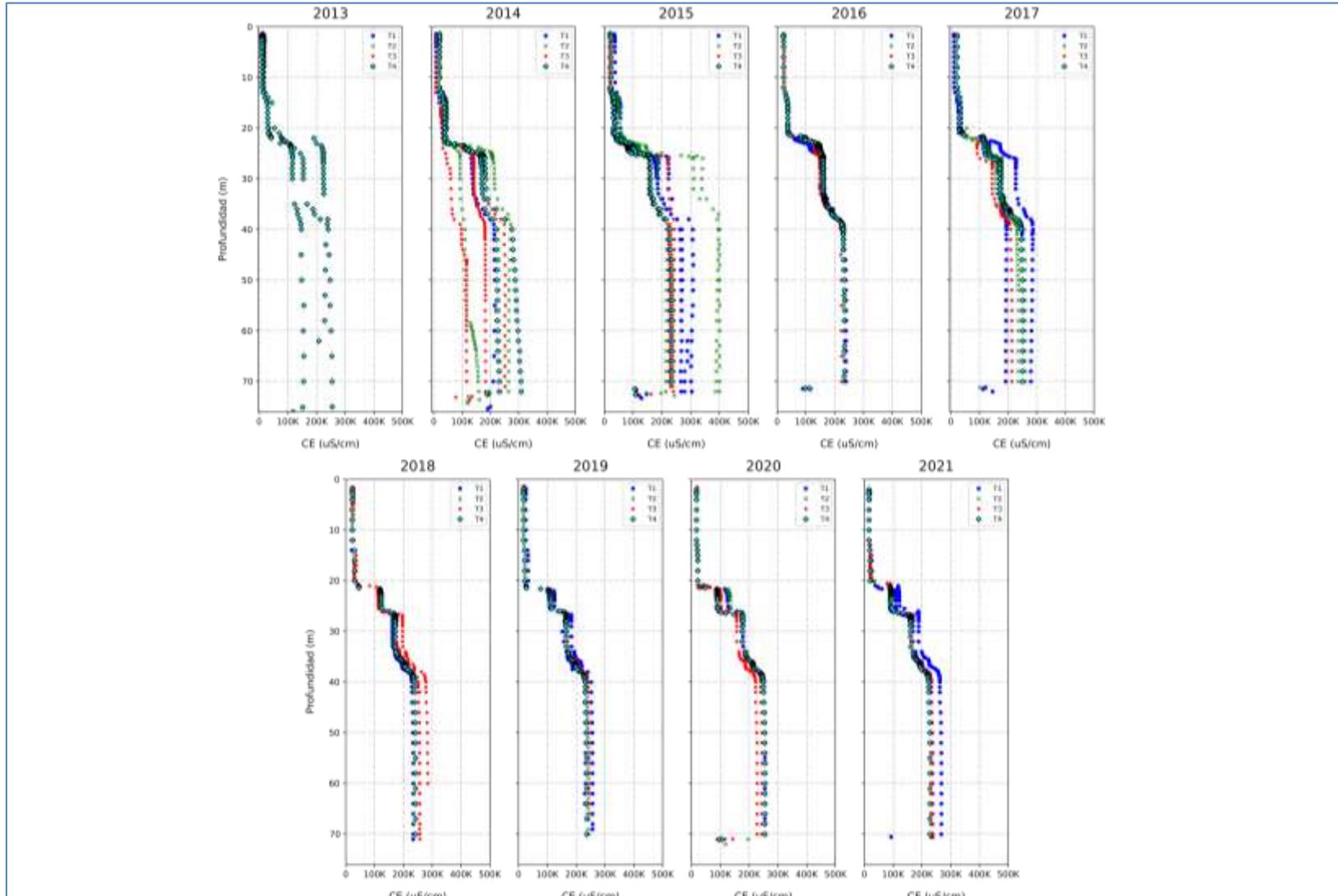
Los registros históricos muestran las mismas características que lo observado durante el año 2021, no registrándose cambios desde el inicio del registro (Figura 5-77).

Figura 5-74 Perfiles de C.E. en el punto MP-06C año 2021



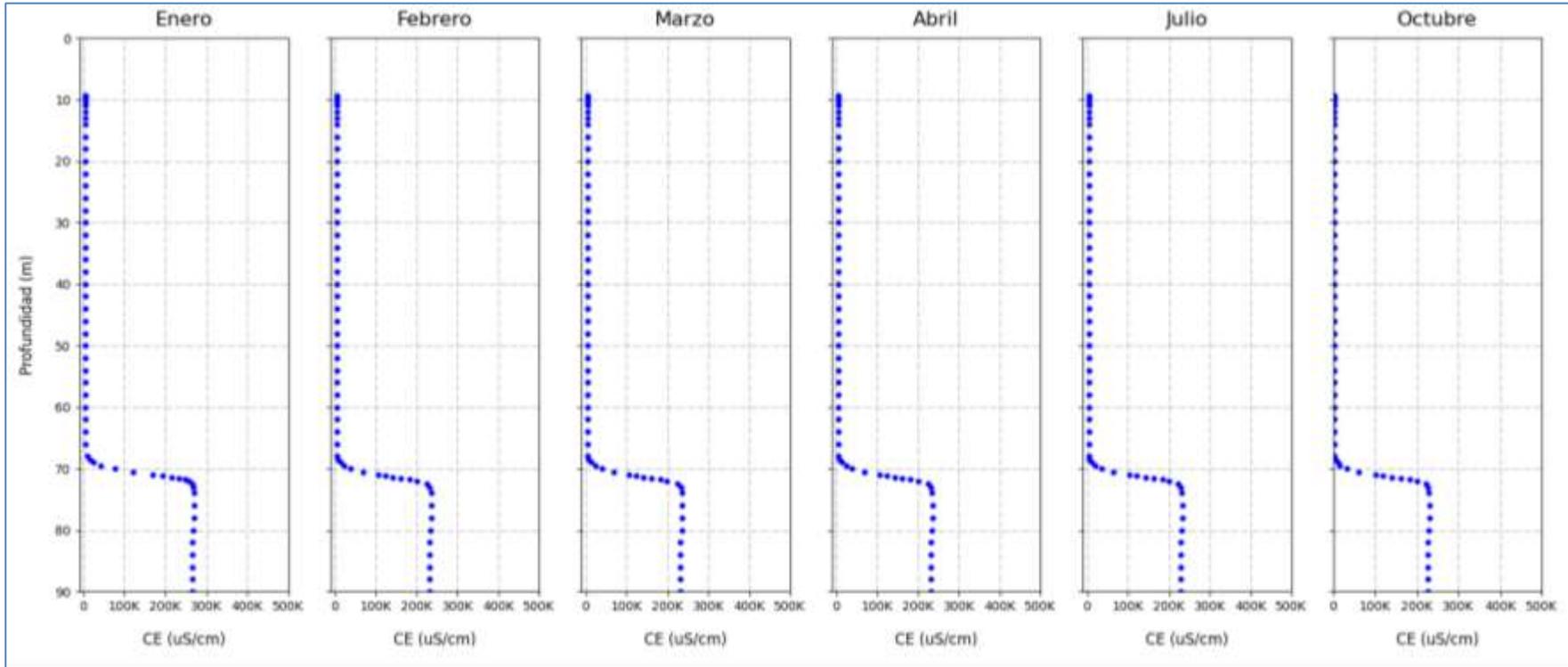
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-75 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-06C



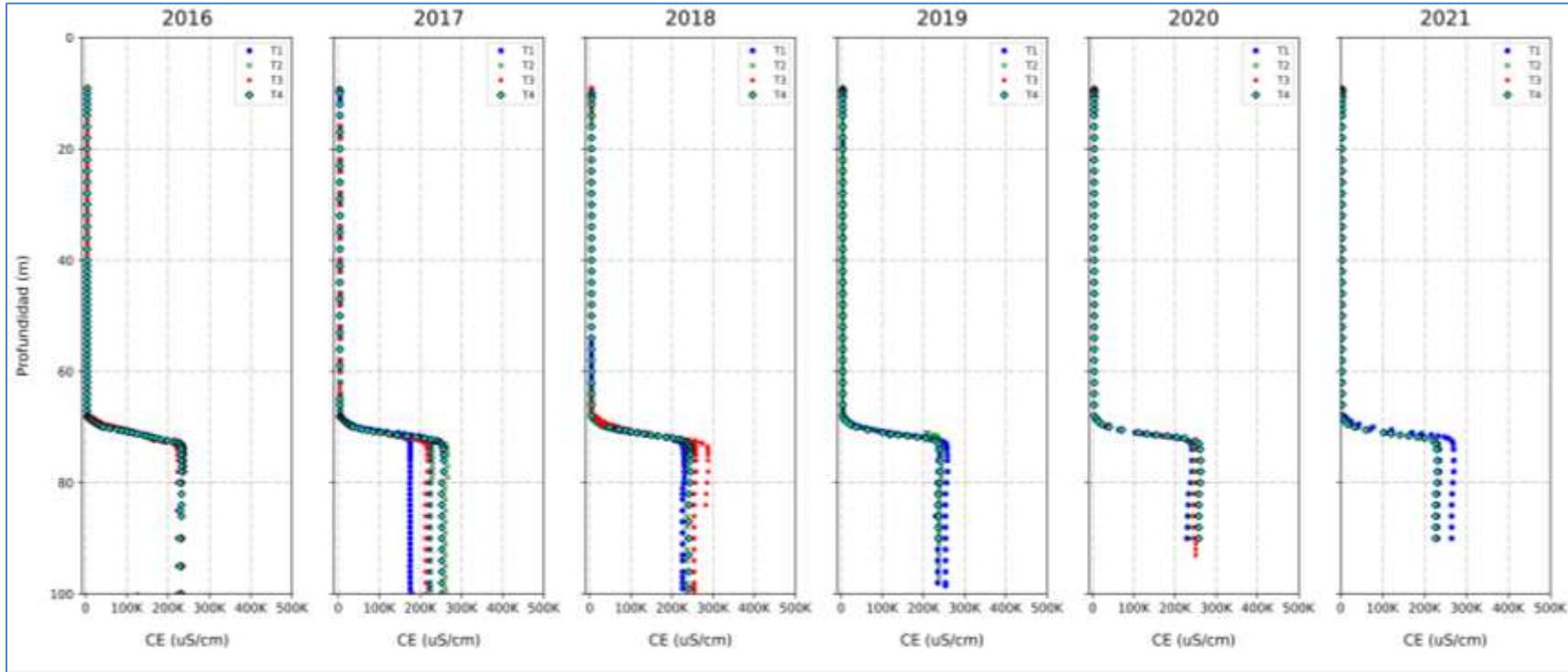
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-76 Perfiles de C.E. en el punto MP-09C año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-77 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-09C

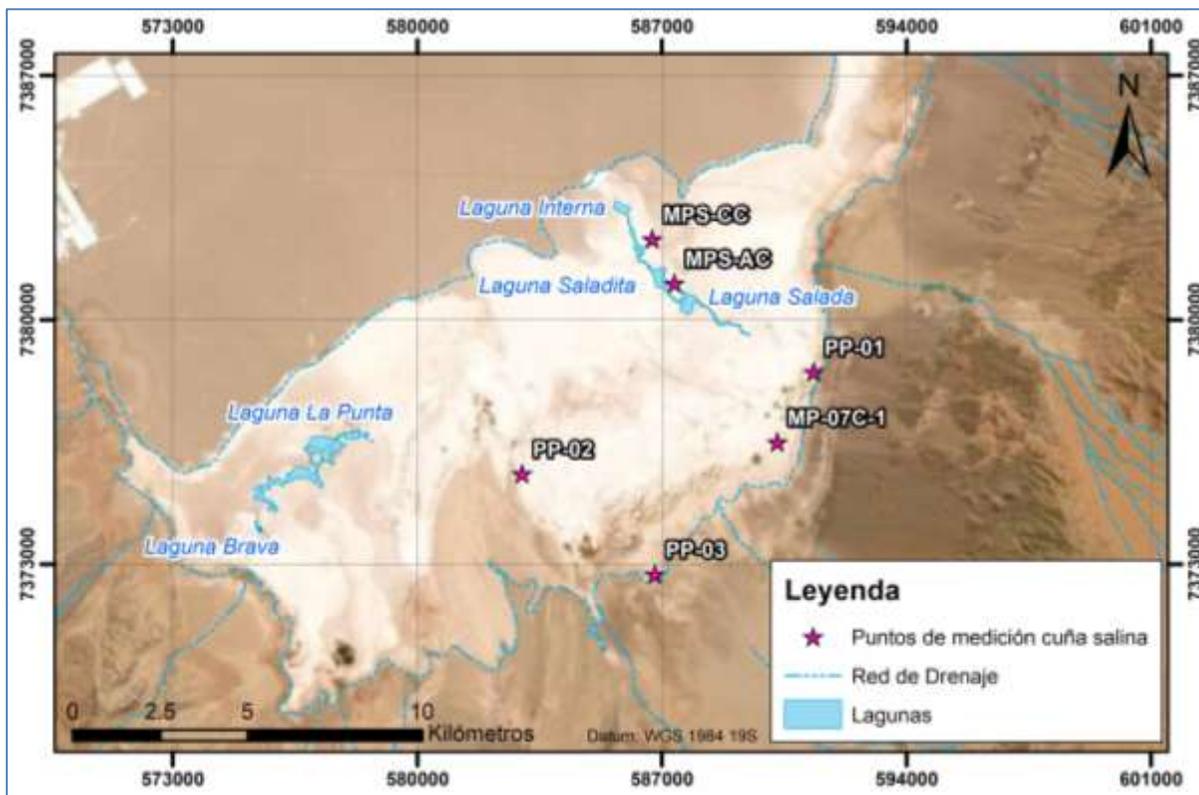


Fuente: Elaboración propia

5.7.2 Sector Peine

En la Figura 5-78 se muestra la ubicación de los puntos comprometidos para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el sector Peine. Estos corresponden a los pozos: MP-07C-1, PP-01, PP-02, PP-03, MPS-AC y MPS-CC.

Figura 5-78 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se indican los resultados de los perfiles conductividad eléctrica y temperatura en profundidad de cada uno de los puntos monitoreados en las campañas del año 2021. Asimismo, en el Anexo G de este informe se encuentran los resultados de las campañas históricas.

Tabla 5-38 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-07C-1 campañas año 2021

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,0	9.710	20,79	1,0	9.747	20,38	1,0	9.662	20,70	1,0	9.420	20,37	1,0	9.423	19,55	1,0	9.747	20,60	1,0	9.701	20,30
1,5	9.768	20,58	1,5	9.777	20,59	1,5	9.668	20,60	1,5	9.424	20,40	1,5	9.409	19,66	1,5	9.749	20,44	1,5	9.695	20,31
2,0	9.768	20,58	2,0	9.786	20,56	2,0	9.650	20,60	2,0	9.422	20,41	2,0	9.421	19,86	2,0	9.749	20,46	2,0	9.693	20,38
4,0	9.752	20,59	4,0	9.774	20,56	4,0	9.649	20,57	4,0	9.416	20,47	4,0	9.419	20,33	4,0	9.752	20,55	4,0	9.695	20,48
5,0	9.754	20,60	5,0	9.808	20,59	5,0	9.688	20,59	5,0	9.447	20,54	5,0	9.428	20,46	5,0	10.080	20,61	5,0	9.950	20,59
6,0	9.776	20,62	6,0	9.840	20,61	6,0	9.718	20,61	6,0	9.476	20,58	6,0	9.448	20,54	6,0	10.240	20,68	6,0	10.010	20,66
8,0	9.770	20,62	8,0	9.836	20,62	8,0	9.720	20,61	8,0	9.440	20,58	8,0	9.445	20,59	8,0	10.240	20,69	8,0	9.986	20,67
10,0	9.772	20,62	10,0	9.834	20,62	10,0	9.720	20,61	10,0	9.400	20,59	10,0	9.453	20,59	10,0	10.240	20,69	10,0	9.987	20,67
12,0	9.771	20,62	12,0	9.835	20,62	12,0	9.721	20,61	12,0	9.397	20,57	12,0	9.451	20,58	12,0	10.240	20,69	12,0	9.985	20,67
14,0	9.774	20,62	14,0	9.834	20,62	14,0	9.721	20,61	14,0	9.403	20,59	14,0	9.458	20,59	14,0	10.250	20,69	14,0	9.987	20,67
16,0	9.770	20,62	16,0	9.827	20,62	16,0	9.721	20,61	16,0	9.429	20,59	16,0	9.456	20,59	16,0	10.230	20,69	16,0	9.984	20,68
18,0	9.776	20,62	18,0	9.826	20,62	18,0	9.725	20,62	18,0	9.456	20,58	18,0	9.452	20,58	18,0	10.240	20,69	18,0	9.993	20,67
20,0	9.772	20,62	20,0	9.812	20,62	20,0	9.725	20,61	20,0	9.466	20,59	20,0	9.461	20,58	20,0	10.240	20,69	20,0	9.992	20,68
22,0	9.795	20,63	22,0	9.822	20,62	22,0	9.733	20,61	22,0	9.486	20,60	22,0	9.444	20,58	22,0	10.230	20,69	22,0	10.000	20,68
24,0	9.850	20,63	24,0	9.869	20,62	24,0	9.768	20,62	24,0	9.561	20,60	24,0	9.539	20,59	24,0	10.310	20,69	24,0	10.080	20,68
25,0	10.010	20,65	25,0	10.080	20,64	25,0	10.000	20,63	25,0	9.736	20,61	25,0	9.667	20,60	25,0	10.460	20,71	25,0	10.120	20,69
26,0	10.180	20,67	26,0	10.220	20,66	26,0	10.120	20,65	26,0	9.902	20,63	26,0	9.849	20,62	26,0	10.760	20,73	26,0	10.500	20,73
26,5	10.560	20,69	26,5	10.380	20,67	26,5	10.840	20,67	26,5	10.190	20,65	26,5	10.110	20,64	26,5	11.040	20,75	26,5	10.750	20,74
27,0	23.000	21,68	27,0	21.420	21,74	27,0	22.890	21,81	27,0	21.020	21,32	27,0	20.660	21,58	27,0	23.640	21,61	27,0	21.610	21,41
27,5	23.140	21,93	27,5	23.210	21,91	27,5	22.920	21,90	27,5	20.950	21,81	27,5	20.740	21,83	27,5	23.630	21,91	27,5	23.200	21,90
28,0	23.260	21,96	28,0	23.290	21,94	28,0	23.200	21,95	28,0	31.010	21,95	28,0	20.810	21,87	28,0	23.780	21,96	28,0	23.270	21,95

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
29,0	23.940	22,03	29,0	23.890	22,00	29,0	23.790	22,02	29,0	23.200	21,97	29,0	22.940	21,95	29,0	24.420	22,01	29,0	23.870	21,99
30,0	22.510	22,15	30,0	25.500	22,13	30,0	25.380	22,15	30,0	25.010	22,11	30,0	24.820	22,07	30,0	26.050	22,13	30,0	25.420	22,11
32,0	26.650	22,26	32,0	26.780	22,25	32,0	26.630	22,25	32,0	26.520	22,25	32,0	26.360	22,13	32,0	27.380	22,24	32,0	26.640	22,23
34,0	27.090	22,32	34,0	27.070	22,31	34,0	27.090	22,27	34,0	26.850	22,31	34,0	26.650	22,29	34,0	27.650	22,31	34,0	26.970	22,29
36,0	27.100	22,33	36,0	27.080	22,31	36,0	27.090	22,32	36,0	26.840	22,32	36,0	26.660	22,30	36,0	27.650	22,32	36,0	26.950	22,30
38,0	27.100	22,32	38,0	27.070	22,31	38,0	27.090	22,32	38,0	26.840	22,32	38,0	26.660	22,30	38,0	27.640	22,32	38,0	26.960	22,29
40,0	27.100	22,23	40,0	27.070	22,32	40,0	27.070	22,32	40,0	26.840	22,33	40,0	26.670	22,30	40,0	27.650	22,32	40,0	26.970	22,30
42,0	27.100	22,33	42,0	27.060	22,31	42,0	27.060	22,32	42,0	26.840	22,32	42,0	26.660	22,30	42,0	27.640	22,32	42,0	26.970	22,30
44,0	27.100	22,33	44,0	27.060	22,32	44,0	27.070	22,32	44,0	26.850	22,32	44,0	26.660	22,30	44,0	27.650	22,32	44,0	26.950	22,30
46,0	27.090	22,33	46,0	27.060	22,31	46,0	27.060	22,32	46,0	26.840	22,33	46,0	26.650	22,30	46,0	27.650	22,32	46,0	26.940	22,29
48,0	27.100	22,33	48,0	27.060	22,31	48,0	27.060	22,32	48,0	26.850	22,33	48,0	26.650	22,30	48,0	27.640	22,32	48,0	26.920	22,29
50,0	27.070	22,32	50,0	26.990	22,31	50,0	27.030	22,32	50,0	26.850	22,33	50,0	26.650	22,30	50,0	27.600	22,31	50,0	26.890	22,29
52,0	26.860	22,30	52,0	26.690	22,27	52,0	26.850	22,29	52,0	26.640	22,30	52,0	26.400	22,28	52,0	27.460	22,29	52,0	26.780	22,27
54,0	26.610	22,27	54,0	26.540	22,25	54,0	26.570	22,25	54,0	26.280	22,24	54,0	26.190	22,23	54,0	27.320	22,27	54,0	26.700	22,25
56,0	26.600	22,27	56,0	26.540	22,25	56,0	26.560	22,25	56,0	26.280	22,24	56,0	26.180	22,23	56,0	27.300	22,27	56,0	26.700	22,25
58,0	22.610	22,27	58,0	26.540	22,25	58,0	26.560	22,25	58,0	26.290	22,24	58,0	26.180	22,23	58,0	27.320	22,27	58,0	26.690	22,25
60,0	28.040	22,30	60,0	27.190	22,26	60,0	32.950	22,32	60,0	27.800	22,27	60,0	28.530	22,27	60,0	28.020	22,28	60,0	27.260	22,26
60,5	34.000	22,47	60,5	34.060	22,43	60,5	34.140	22,46	60,5	33.780	22,46	60,5	33.990	22,43	60,5	35.430	22,46	60,5	34.440	22,42
61,0	34.170	22,48	61,0	34.150	22,47	61,0	34.240	22,48	61,0	34.030	22,48	61,0	34.110	22,46	61,0	35.650	22,50	61,0	34.530	22,47
61,5	34.390	22,49	61,5	34.410	22,48	61,5	34.500	22,49	62,0	34.490	22,49	62,0	34.980	22,48	62,0	36.160	22,52	62,0	34.780	22,49
62,0	35.660	22,51	62,0	35.240	22,50	62,0	35.520	22,52	62,5	35.200	22,52	62,5	35.130	22,50	62,5	36.700	22,56	62,5	35.840	22,52
62,5	35.740	22,53	62,5	35.610	22,52	62,5	35.650	22,53	63,0	35.520	22,53	63,0	35.290	22,51	63,0	36.980	22,57	63,0	36.240	22,56

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
63,0	36.260	22,56	63,0	36.160	22,54	63,0	35.910	22,54	63,1	133.200	22,62	63,1	41.280	22,45	63,1	37.220	22,59	63,1	134.700	22,62
63,1	133.500	22,63	63,1	133.800	22,60	63,1	133.800	22,64	63,2	133.000	22,63	63,2	133.400	22,60	63,2	135.500	22,65	63,2	134.300	22,65
63,2	133.400	22,64	63,2	133.300	22,62	63,2	133.800	22,64	63,3	133.100	22,63	63,3	133.400	22,62	63,3	137.600	22,62	63,3	134.300	22,66
63,3	133.400	22,65	63,3	133.300	22,63	63,3	133.800	22,64	63,5	133.100	22,63	63,5	133.400	22,62	63,5	137.600	22,67	63,5	134.300	22,66
63,5	133.400	22,65	63,5	133.400	22,63	63,5	133.800	22,64	63,6	133.100	22,63	63,6	133.400	22,62	63,6	137.600	22,67	63,6	134.300	22,66
63,6	133.400	22,64	63,6	133.300	22,63	63,6	133.800	22,64	64,0	133.100	22,63	64,0	133.500	22,62	64,0	137.700	22,67	64,0	134.200	22,66
64,0	133.400	22,65	64,0	133.400	22,63	64,0	133.800	22,64	65,0	133.100	22,63	65,0	133.500	22,62	65,0	137.700	22,67	65,0	134.300	22,66
65,0	133.400	22,64	65,0	133.300	22,63	65,0	133.700	22,64	66,0	133.100	22,63	66,0	133.500	22,62	66,0	137.700	22,67	66,0	134.300	22,66
66,0	133.400	22,65	66,0	133.300	22,63	66,0	133.700	22,64	68,0	133.100	22,63	68,0	133.500	22,62	68,0	137.700	22,67	68,0	134.300	22,66
68,0	133.400	22,64	68,0	133.300	22,63	68,0	133.800	22,64	70,0	133.100	22,63	70,0	133.500	22,62	70,0	137.700	22,67	70,0	134.300	22,66
70,0	133.400	22,65	70,0	133.400	22,63	70,0	133.800	22,64	72,0	133.100	22,64	72,0	133.500	22,62	72,0	137.700	22,67	72,0	134.300	22,66
72,0	133.400	22,65	72,0	133.300	22,63	72,0	133.800	22,64	74,0	133.100	22,63	74,0	133.500	22,62	74,0	137.700	22,67	74,0	134.300	22,66
74,0	133.400	22,65	74,0	133.300	22,63	74,0	133.800	22,64	76,0	133.100	22,64	76,0	133.500	22,62	76,0	137.700	22,67	76,0	134.300	22,66
76,0	133.400	22,65	76,0	133.300	22,63	76,0	133.800	22,64	78,0	133.100	22,64	78,0	133.500	22,63	78,0	137.700	22,67	78,0	134.300	22,66
78,0	133.400	22,65	78,0	133.300	22,64	78,0	133.800	22,64	80,0	133.100	22,64	80,0	133.500	22,63	80,0	137.700	22,67	80,0	134.400	22,66
80,0	133.400	22,65	80,0	133.300	22,64	80,0	133.800	22,64	82,0	133.100	22,64	82,0	133.500	22,63	82,0	137.700	22,67	82,0	134.400	22,66
82,0	133.400	22,65	82,0	133.300	22,64	82,0	133.800	22,64	84,0	133.100	22,64	84,0	133.500	22,63	84,0	137.700	22,67	84,0	134.400	22,67
84,0	133.400	22,65	84,0	133.300	22,64	84,0	133.800	22,65	86,0	133.100	22,64	86,0	133.500	22,63	86,0	137.800	22,67	86,0	134.400	22,66
86,0	133.500	22,65	86,0	133.400	22,64	86,0	133.800	22,64	87,0	133.200	22,64	87,0	133.500	22,63	87,0	137.800	22,67	87,0	134.500	22,67
87,0	133.500	22,65	87,0	133.400	22,64	87,0	133.800	22,65	88,0	142.200	22,66	88,0	142.900	22,65	88,0	147.200	22,70	88,0	143.500	22,69
88,0	142.600	22,68	88,0	142.300	22,67	88,0	142.900	22,68	89,0	142.200	22,67	89,0	142.900	22,66	89,0	147.200	22,71	89,0	143.500	22,70
89,0	142.700	22,68	89,0	142.200	22,67	89,0	142.900	22,68	90,0	142.200	22,67	90,0	142.900	22,66	90,0	147.200	22,71	90,0	143.600	22,70

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
90,0	142.600	22,69	90,0	142.300	22,67	90,0	143.000	22,68	92,0	142.300	22,67	92,0	143.000	22,66	92,0	147.300	22,70	92,0	143.700	22,70
92,0	142.700	22,68	92,0	142.400	22,67	92,0	143.100	22,68	93,0	142.700	22,67	93,0	143.100	22,66	93,0	147.600	22,71	93,0	144.000	22,70
93,0	142.900	22,69	93,0	142.700	22,67	93,0	143.400	22,68	94,0	143.200	22,67	94,0	143.800	22,66	94,0	148.200	22,71	94,0	144.600	22,70
94,0	143.500	22,69	94,0	143.300	22,67	94,0	144.000	22,68	95,0	144.200	22,68	95,0	144.100	22,67	95,0	148.600	22,71	95,0	145.300	22,70
95,0	144.500	22,69	95,0	144.400	22,68	95,0	144.400	22,69	95,5	144.100	22,68	95,5	144.700	22,67	95,5	148.800	22,71	95,5	145.200	22,71
95,5	144.900	22,69	95,5	144.900	22,68	95,5	145.400	22,69	96,0	144.300	22,68	96,0	145.500	22,67	96,0	149.200	22,71	96,0	146.000	22,71
96,0	145.600	22,70	96,0	145.900	22,68	96,0	146.600	22,69	96,5	144.500	22,68	96,5	150.200	22,69	96,5	152.100	22,72	96,5	150.600	22,72
96,5	148.900	22,71	96,5	148.900	22,69	96,5	149.400	22,70	97,0	153.300	22,70	97,0	155.200	22,70	97,0	159.500	22,74	97,0	155.000	22,73
97,0	153.200	22,72	97,0	153.600	22,71	97,0	154.000	22,71	97,2	155.200	22,72	97,2	156.300	22,71	97,2	161.100	22,76	97,2	157.600	22,74
97,2	173.300	22,82	97,2	154.700	22,71	97,2	155.600	22,73	97,4	176.200	22,80	97,4	177.800	22,81	97,4	182.000	22,85	97,4	176.400	22,85
97,4	173.500	22,84	97,4	174.000	22,74	97,4	175.300	22,83	97,6	176.100	22,84	97,6	177.500	22,84	97,6	181.900	22,87	97,6	176.400	22,86
97,6	173.500	22,84	97,6	173.800	22,82	97,6	175.300	22,83	97,8	176.100	22,85	97,8	177.600	22,84	97,8	181.900	22,87	97,8	176.200	22,86
97,8	173.900	22,84	97,8	173.900	22,83	97,8	175.400	22,84	98,0	176.100	22,85	98,0	177.800	22,84	98,0	181.500	22,87	98,0	176.400	22,86
98,0	173.600	22,84	98,0	173.700	22,83	98,0	175.400	22,84	98,2	175.800	22,85	98,2	177.700	22,84	98,2	181.900	22,87	98,2	176.300	22,86
98,2	173.600	22,84	98,2	174.100	22,83	98,2	175.700	22,84	98,4	176.100	22,85	98,4	177.300	22,84	98,4	182.100	22,87	98,4	176.600	22,86
98,4	173.600	22,84	98,4	174.000	22,83	98,4	175.800	22,84	98,6	176.100	22,85	98,6	177.600	22,84	98,6	182.200	22,87	98,6	176.800	22,86
98,6	173.400	22,84	98,6	174.400	22,83	98,6	175.400	22,84	98,8	176.000	22,84	98,8	177.700	22,84	98,8	181.900	22,87	98,8	176.800	22,86
98,8	173.400	22,84	98,8	174.300	22,83	98,8	175.400	22,84	99,0	176.300	22,85	99,0	178.000	22,85	99,0	181.900	22,87	99,0	176.900	22,86
99,0	173.700	22,84	99,0	173.900	22,83	99,0	175.700	22,85	99,5	176.400	22,84	99,5	178.800	22,85	99,5	182.000	22,88	99,5	177.300	22,86
99,5	173.900	22,84	99,5	174.600	22,83	99,5	175.700	22,85	100,0	176.500	22,85	100,0	179.200	22,88	100,0	182.100	22,88	100,0	176.100	22,86
100,0	173.400	22,84	100,0	173.800	22,83	100,0	174.900	22,83	100,2	177.700	22,86	100,2	183.900	22,88	100,2	184.000	22,88	100,2	177.300	22,86
100,2	174.600	22,83	100,2	174.200	22,83	100,2	177.400	22,83	100,4	172.200	22,85	100,4	168.600	22,79	100,4	172.500	22,81	100,4	171.400	22,83

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
100,4	164.500	22,80	100,4	168.000	22,78	100,4	168.600	22,80	100,6	169.100	22,81	100,6	160.800	22,79	100,6	179.100	22,85	100,6	172.600	22,85
100,6	160.000	22,78	100,6	163.100	22,78	100,6	162.400	22,78	100,8	161.400	22,78	100,8	234.900	23,58	100,8	244.000	23,47	100,8	238.000	23,31
100,8	235.300	23,61	100,8	235.400	23,57	100,8	235.600	23,21	101,0	234.400	23,42	101,0	234.700	23,73	101,0	243.500	23,66	101,0	237.100	23,77
101,0	235.600	23,76	101,0	234.900	23,74	101,0	235.300	23,74	101,5	234.400	23,75	101,5	234.700	23,74	101,5	243.000	23,77	101,5	237.200	23,78
101,5	235.300	23,78	101,5	234.800	23,77	101,5	235.200	23,78	102,0	234.300	23,76	102,0	235.000	23,77	102,0	243.000	23,79	102,0	237.200	23,79
102,0	235.300	23,78	102,0	234.800	23,78	102,0	235.300	23,79	102,5	234.200	23,79	102,5	235.000	23,77	102,5	243.000	23,80	102,5	237.200	23,79
102,5	235.300	23,80	102,5	234.800	23,78	102,5	235.300	23,78	103,0	234.300	23,78	103,0	235.000	23,78	103,0	243.100	23,81	103,0	237.200	23,80
103,0	235.300	23,81	103,0	234.800	23,80	103,0	235.300	23,79	104,0	234.300	23,79	104,0	235.000	23,78	104,0	243.100	23,80	104,0	237.200	23,81
104,0	235.300	23,81	104,0	234.900	23,78	104,0	235.300	23,76	106,0	234.300	23,79	106,0	235.000	23,78	106,0	243.100	23,82	106,0	237.200	23,81
106,0	235.300	23,81	106,0	234.900	23,78	106,0	235.300	23,80	108,0	234.300	23,79	108,0	235.000	23,78	108,0	243.100	23,83	108,0	237.200	23,81
108,0	235.200	23,81	108,0	234.900	23,79	108,0	235.300	23,80	110,0	234.300	23,80	110,0	234.900	23,79	110,0	243.100	23,83	110,0	237.300	23,81
110,0	235.200	23,82	110,0	234.800	23,80	110,0	235.300	23,80	112,0	234.200	23,81	112,0	235.000	23,80	112,0	243.100	23,83	112,0	237.200	23,82
112,0	235.200	23,82	112,0	234.700	23,81	112,0	235.300	23,81	114,0	234.200	23,81	114,0	235.000	23,80	114,0	243.100	23,84	114,0	237.200	23,83
114,0	235.200	23,83	114,0	234.800	23,81	114,0	235.200	23,81	117,0	234.100	23,81	117,0	234.800	23,83	117,0	243.000	23,86	117,0	237.100	23,85
117,0	235.100	23,84	117,0	234.600	23,85	117,0	235.200	23,81	120,0	233.900	23,88	120,0	234.600	23,88	120,0	242.700	23,91	120,0	236.900	23,90
120,0	234.900	23,90	120,0	234.500	23,88	120,0	234.900	23,89	123,0	233.900	23,89	123,0	234.600	23,88	123,0	242.700	23,92	123,0	236.800	23,90
123,0	234.900	23,91	123,0	234.300	23,91	123,0	234.900	23,90	126,0	233.800	23,90	126,0	234.500	23,93	126,0	242.600	23,97	126,0	236.700	23,96
126,0	234.700	23,96	126,0	234.400	23,94	126,0	234.900	23,91	129,0	234.000	23,97	129,0	234.600	23,99	129,0	242.700	24,02	129,0	236.800	24,02
129,0	234.700	24,02	129,0	234.300	24,00	129,0	234.800	24,00	132,0	233.800	24,01	132,0	234.500	24,00	132,0	242.600	24,05	132,0	236.700	24,03
132,0	234.700	24,02	132,0	234.300	24,00	132,0	234.800	24,01	134,8	233.700	24,06	134,8	234.600	24,01	134,8	242.600	24,06	134,8	236.800	24,04
135,0	234.600	24,08	135,0	234.400	24,07	135,0	234.800	24,04												
136,0	234.700	24,13	136,0	234.400	24,11	136,0	234.800	24,12												

MP-07C-1																				
Fecha de Campaña																				
22-01-2021			20-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
138,5	234.600	24,16	138,5	234.400	24,15	138,5	234.800	24,19												
139,0	234.700	24,22	139,0	234.400	24,15	139,0	234.800	24,20												
139,5	234.700	24,22	139,5	234.400	24,15	139,5	234.800	24,20												
139,6	234.700	24,22	139,6	234.400	24,15	139,6	234.800	24,21												

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-39 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-01 campañas año 2021

PP-01																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,4	11.250	19,85	1,4	11.060	20,68	1,4	12.210	20,67	1,4	12.250	20,72	1,4	11.310	19,62	1,4	13.670	19,17	1,4	12.770	19,28
1,5	11.250	19,90	1,5	11.080	20,30	1,5	12.610	20,54	1,5	12.610	20,71	1,5	12.610	19,62	1,5	12.610	18,91	1,5	12.800	19,25
2,0	11.550	19,80	2,0	11.070	20,20	2,0	12.820	20,49	2,0	12.500	20,71	2,0	11.354	19,61	2,0	14.240	18,88	2,0	14.960	19,00
2,2	11.650	19,77	2,2	11.110	20,16	2,2	12.830	20,48	2,2	12.530	20,72	2,2	11.570	19,76	2,2	14.280	18,88	2,2	15.160	18,96
2,4	11.610	19,78	2,4	11.120	20,15	2,4	12.850	20,45	2,4	12.550	20,70	2,4	11.620	19,80	2,4	14.410	18,89	2,4	15.210	18,98
2,6	11.760	19,77	2,6	11.150	20,14	2,6	14.150	20,37	2,6	13.830	20,69	2,6	11.620	19,81	2,6	15.120	18,96	2,6	29.190	19,49
2,8	11.920	19,77	2,8	11.150	20,14	2,8	14.230	20,33	2,8	14.160	20,58	2,8	11.560	19,81	2,8	18.190	19,15	2,8	30.440	20,13
3,0	12.570	19,78	3,0	11.290	20,13	3,0	15.900	20,31	3,0	15.260	20,54	3,0	11.720	19,81	3,0	21.610	19,37	3,0	30.610	20,28
4,0	29.710	20,06	4,0	29.880	20,22	4,0	29.390	20,25	4,0	29.090	20,31	4,0	30.780	20,09	4,0	31.590	20,16	4,0	30.640	20,32
6,0	30.220	20,27	6,0	30.450	20,22	6,0	29.410	20,24	6,0	29.120	20,25	6,0	30.920	20,17	6,0	31.550	20,29	6,0	30.630	20,33
8,0	30.220	20,27	8,0	30.490	20,21	8,0	29.410	20,24	8,0	29.120	20,24	8,0	30.980	20,21	8,0	31.550	20,30	8,0	30.640	20,33
10,0	30.220	20,28	10,0	30.820	20,21	10,0	29.430	20,24	10,0	29.120	20,24	10,0	30.980	20,22	10,0	31.550	20,30	10,0	30.640	20,33
12,0	30.210	20,28	12,0	31.840	20,23	12,0	29.450	20,25	12,0	29.110	20,24	12,0	30.990	20,22	12,0	31.550	20,30	12,0	30.640	20,33
14,0	30.200	20,28	14,0	31.850	20,23	14,0	29.450	20,23	14,0	29.110	20,24	14,0	30.980	20,21	14,0	31.550	20,30	14,0	30.630	20,33
16,0	30.200	20,29	16,0	31.880	20,24	16,0	29.450	20,25	16,0	29.090	20,25	16,0	30.980	20,22	16,0	31.550	20,32	16,0	30.650	20,33
18,0	30.160	20,30	18,0	31.690	20,26	18,0	29.550	20,30	18,0	29.070	20,26	18,0	31.000	20,26	18,0	31.590	20,35	18,0	30.620	20,35
20,0	30.140	20,31	20,0	31.640	20,28	20,0	29.710	20,32	20,0	29.070	20,27	20,0	31.020	20,28	20,0	31.670	20,38	20,0	30.660	20,39
22,0	30.160	20,33	22,0	31.620	20,28	22,0	29.840	20,33	22,0	29.060	20,29	22,0	31.080	20,29	22,0	31.730	20,39	22,0	30.670	20,41
24,0	30.230	20,33	24,0	31.640	20,29	24,0	30.070	20,34	24,0	29.290	20,32	24,0	31.270	20,30	24,0	31.890	20,41	24,0	30.710	20,42
26,0	30.290	20,34	26,0	31.640	20,29	26,0	30.190	20,34	26,0	29.370	20,32	26,0	31.400	20,32	26,0	32.000	20,41	26,0	30.870	20,42
27,0	30.400	20,35	27,0	31.660	20,29	27,0	30.300	20,34	27,0	29.490	20,33	27,0	31.460	20,32	27,0	32.040	20,42	27,0	30.920	20,43

PP-01																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
28,0	30.450	20,36	28,0	31.680	20,29	28,0	30.360	20,35	28,0	29.750	20,33	28,0	31.540	20,32	28,0	32.120	20,42	28,0	30.920	20,44
28,5	44.580	20,39	28,5	31.730	20,29	28,5	49.820	20,45	28,5	45.850	20,39	28,5	33.320	20,33	28,5	33.890	20,43	28,5	35.020	20,46
29,0	50.680	20,51	29,0	40.860	20,43	29,0	51.470	20,52	29,0	50.530	20,49	29,0	37.600	20,36	29,0	47.370	20,47	29,0	48.940	20,55
29,5	52.950	20,57	29,5	44.710	20,53	29,5	53.390	20,55	29,5	52.950	20,52	29,5	42.630	20,39	29,5	52.190	20,52	29,5	52.340	20,59
30,0	53.050	20,59	30,0	48.680	20,56	30,0	53.910	20,60	30,0	53.190	20,56	30,0	44.020	20,43	30,0	52.760	20,56	30,0	52.900	20,62
31,0	53.530	20,64	31,0	50.190	20,59	31,0	54.290	20,65	31,0	53.560	20,60	31,0	45.260	20,46	31,0	53.270	20,62	31,0	53.010	20,68
32,0	53.530	20,71	32,0	54.500	20,64	32,0	56.430	20,72	32,0	55.350	20,69	32,0	53.940	20,56	32,0	55.880	20,70	32,0	54.800	20,74
33,0	55.610	20,74	33,0	55.450	20,70	33,0	56.450	20,77	33,0	55.890	20,74	33,0	54.650	20,71	33,0	56.070	20,77	33,0	54.890	20,78
34,0	55.640	20,76	34,0	55.610	20,77	34,0	56.440	20,78	34,0	55.890	20,75	34,0	54.730	20,75	34,0	56.020	20,79	34,0	54.890	20,79
35,0	55.640	20,77	35,0	55.630	20,80	35,0	56.470	20,80	35,0	55.890	20,77	35,0	54.720	20,79	35,0	56.050	20,81	35,0	54.880	20,80
36,0	55.630	20,78	36,0	55.630	20,81	36,0	56.490	20,81	36,0	55.890	20,78	36,0	54.720	20,80	36,0	56.050	20,81	36,0	54.880	20,80
38,0	55.630	20,79	38,0	55.650	20,82	38,0	56.520	20,83	38,0	55.890	20,80	38,0	54.780	20,82	38,0	56.060	20,84	38,0	54.890	20,81
40,0	55.630	20,80	40,0	55.650	20,82	40,0	56.580	20,84	40,0	55.890	20,80	40,0	54.800	20,83	40,0	56.130	20,85	40,0	54.890	20,83
42,0	55.620	20,81	42,0	55.680	20,83	42,0	56.600	20,84	42,0	55.900	20,81	42,0	54.840	20,83	42,0	56.200	20,88	42,0	54.890	20,83
44,0	55.630	20,81	44,0	55.690	20,83	44,0	56.630	20,84	44,0	55.910	20,81	44,0	54.850	20,83	44,0	56.220	20,89	44,0	54.870	20,83
46,0	55.630	20,81	46,0	55.700	20,83	46,0	56.650	20,85	46,0	55.910	20,82	46,0	54.870	20,84	46,0	56.260	20,89	46,0	54.900	20,85
48,0	55.640	20,81	48,0	55.730	20,84	48,0	56.680	20,85	48,0	55.920	20,83	48,0	54.900	20,84	48,0	56.310	20,89	48,0	54.900	20,87
49,0	55.670	20,81	49,0	55.760	20,84	49,0	56.700	20,86	49,0	55.940	20,84	49,0	54.910	20,84	49,0	56.350	20,90	49,0	54.910	20,87
49,2	55.650	20,81	49,2	55.760	20,84	49,2	56.720	20,85	49,2	55.950	20,85	49,2	54.920	20,84	49,2	56.350	20,90	49,2	54.910	20,87
49,4	55.660	20,82	49,4	55.790	20,84	49,4	56.790	20,85	49,4	55.990	20,85	49,4	54.930	20,85	49,4	56.370	20,90	49,4	54.910	20,88
49,6	55.660	20,81	49,6	58.070	20,86	49,6	57.090	20,86	49,6	56.000	20,85	49,6	55.030	20,84	49,6	56.680	20,89	49,6	54.980	20,87
49,8	88.880	21,02	49,8	85.380	20,95	49,8	85.740	21,03	49,8	83.540	20,93	49,8	83.180	20,96	49,8	86.320	20,99	49,8	84.320	20,99

PP-01																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
50,0	89.030	21,05	50,0	86.580	21,05	50,0	86.080	21,07	50,0	84.510	21,06	50,0	84.150	21,05	50,0	86.570	21,08	50,0	84.870	21,07
50,2	91.760	21,06	50,2	89.290	21,07	50,2	89.430	21,08	50,2	87.150	21,08	50,2	87.020	21,06	50,2	89.540	21,09	50,2	87.350	21,08
50,4	92.300	21,08	50,4	89.740	21,08	50,4	89.900	21,10	50,4	88.180	21,08	50,4	87.480	21,07	50,4	90.470	21,11	50,4	88.440	21,11
50,6	92.590	21,10	50,6	90.130	21,12	50,6	90.320	21,14	50,6	88.380	21,10	50,6	87.870	21,11	50,6	90.980	21,14	50,6	88.770	21,12
50,8	93.400	21,12	50,8	90.670	21,13	50,8	90.900	21,14	50,8	89.140	21,13	50,8	88.510	21,12	50,8	91.410	21,15	50,8	89.260	21,15
51,0	94.080	21,12	51,0	91.340	21,13	51,0	91.300	21,14	51,0	89.610	21,13	51,0	88.840	21,12	51,0	91.720	21,17	51,0	89.700	21,15
53,0	95.100	21,19	53,0	92.070	21,16	53,0	91.900	21,18	53,0	90.290	21,16	53,0	89.190	21,15	53,0	92.130	21,21	53,0	89.950	21,19
55,0	95.090	21,21	55,0	90.070	21,19	55,0	91.890	21,20	55,0	90.300	21,18	55,0	89.220	21,16	55,0	92.150	21,21	55,0	89.960	21,21
57,0	95.130	21,24	57,0	92.080	21,18	57,0	91.880	21,21	57,0	90.290	21,20	57,0	89.230	21,16	57,0	92.170	21,22	57,0	89.950	21,23
59,0	96.430	21,27	59,0	93.080	21,21	59,0	93.020	21,23	59,0	91.160	21,23	59,0	90.240	21,20	59,0	93.020	21,24	59,0	90.660	21,24
61,0	97.110	21,27	61,0	93.650	21,24	61,0	93.440	21,25	61,0	91.860	21,23	61,0	90.720	21,22	61,0	93.680	21,26	61,0	91.430	21,26
61,2	97.300	21,28	61,2	93.750	21,24	61,2	93.640	21,25	61,2	92.040	21,23	61,2	90.870	21,21	61,2	93.780	21,26	61,2	91.560	21,26
61,4	97.710	21,30	61,4	93.990	21,25	61,4	94.000	21,25	61,4	92.250	21,24	61,4	91.110	21,22	61,4	94.000	21,27	61,4	91.840	21,26
61,6	123.800	21,41	61,6	122.900	21,35	61,6	123.700	21,41	61,6	122.600	21,33	61,6	122.900	21,35	61,6	126.500	21,34	61,6	123.800	21,34
61,8	123.600	21,43	61,8	123.500	21,37	61,8	124.000	21,44	61,8	123.800	21,40	61,8	123.600	21,37	61,8	128.100	21,43	61,8	124.400	21,42
62,0	123.700	21,45	62,0	123.400	21,44	62,0	124.100	21,44	62,0	123.600	21,43	62,0	123.900	21,42	62,0	128.000	21,47	62,0	125.000	21,47
62,5	123.700	21,44	62,5	123.500	21,45	62,5	124.100	21,45	62,5	123.600	21,45	62,5	124.000	21,43	62,5	128.000	21,47	62,5	124.900	21,47
63,0	123.800	21,43	63,0	123.600	21,45	63,0	124.100	21,46	63,0	123.700	21,45	63,0	124.000	21,43	63,0	128.000	21,49	63,0	124.900	21,48
64,0	123.800	21,45	64,0	123.600	21,45	64,0	124.100	21,45	64,0	123.700	21,45	64,0	124.000	21,44	64,0	128.000	21,48	64,0	125.000	21,48
66,0	123.800	21,44	66,0	123.600	21,45	66,0	124.100	21,46	66,0	123.700	21,45	66,0	124.000	21,44	66,0	128.100	21,48	66,0	124.900	21,48
68,0	123.800	21,45	68,0	123.600	21,46	68,0	124.100	21,46	68,0	123.700	21,45	68,0	124.000	21,44	68,0	128.100	21,49	68,0	125.000	21,49
70,0	123.800	21,46	70,0	123.600	21,46	70,0	124.100	21,47	70,0	123.700	21,46	70,0	124.000	21,45	70,0	128.100	21,50	70,0	125.000	21,49

PP-01																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
71,0	123.700	21,46	71,0	123.600	21,47	71,0	124.100	21,47	71,0	123.700	21,48	71,0	124.000	21,46	71,0	128.100	21,52	71,0	125.000	21,51
72,0	123.800	21,47	72,0	123.600	21,47	72,0	124.100	21,49	72,0	123.600	21,50	72,0	124.000	21,46	72,0	128.100	21,54	72,0	125.000	21,53
73,0	138.100	21,60	73,0	137.200	21,58	73,0	138.000	21,61	73,0	136.900	21,58	73,0	137.500	21,59	73,0	141.500	21,62	73,0	138.200	21,61
74,0	143.000	21,66	74,0	142.200	21,65	74,0	142.500	21,65	74,0	139.400	21,63	74,0	141.400	21,64	74,0	145.200	21,67	74,0	142.800	21,68
74,5	156.900	21,69	74,5	153.600	21,68	74,5	155.300	21,69	74,5	152.300	21,67	74,5	152.400	21,68	74,5	158.100	21,73	74,5	154.600	21,71
75,0	174.100	21,73	75,0	174.700	21,73	75,0	178.900	21,73	75,0	176.800	21,73	75,0	175.200	21,69	75,0	181.300	21,75	75,0	178.400	21,74
75,2	176.900	21,75	75,2	179.100	21,74	75,2	179.100	21,76	75,2	181.500	21,74	75,2	178.900	21,73	75,2	185.300	21,77	75,2	182.600	21,76
75,4	180.700	21,78	75,4	183.700	21,77	75,4	185.900	21,78	75,4	184.100	21,77	75,4	182.300	21,76	75,4	189.100	21,79	75,4	185.200	21,78
75,6	186.000	21,80	75,6	189.000	21,78	75,6	193.100	21,81	75,6	189.500	21,79	75,6	188.700	21,78	75,6	195.600	21,82	75,6	190.600	21,81
75,8	191.200	21,82	75,8	196.600	21,81	75,8	199.900	21,82	75,8	189.700	21,80	75,8	196.500	21,99	75,8	202.900	21,83	75,8	198.100	21,82
76,0	195.900	21,85	76,0	202.400	21,86	76,0	204.900	21,85	76,0	202.700	21,85	76,0	199.600	21,83	76,0	206.700	21,85	76,0	202.900	21,83
76,2	200.200	21,87	76,2	206.600	21,85	76,2	210.200	21,88	76,2	207.900	21,86	76,2	204.400	21,84	76,2	210.700	21,87	76,2	206.700	21,86
76,4	204.500	21,89	76,4	212.700	21,88	76,4	214.400	21,91	76,4	211.400	21,90	76,4	207.600	21,87	76,4	214.500	21,88	76,4	211.000	21,88
76,6	211.300	21,93	76,6	217.500	21,92	76,6	218.800	21,94	76,6	215.100	21,90	76,6	211.300	21,88	76,6	219.200	21,91	76,6	215.700	21,90
76,8	218.300	21,97	76,8	223.300	21,95	76,8	224.800	21,98	76,8	220.800	21,95	76,8	216.800	21,91	76,8	225.200	21,94	76,8	221.200	21,93
77,0	224.500	22,01	77,0	227.400	22,00	77,0	228.800	22,02	77,0	225.000	21,98	77,0	222.000	21,94	77,0	231.300	21,97	77,0	226.400	21,96
77,5	235.400	22,13	77,5	235.100	22,01	77,5	236.100	22,14	77,5	234.800	22,09	77,5	235.000	22,00	77,5	243.300	22,04	77,5	236.000	21,99
78,0	237.300	22,35	78,0	236.000	22,28	78,0	237.000	22,39	78,0	236.100	22,26	78,0	236.500	22,14	78,0	244.700	22,11	78,0	239.100	22,25
79,0	236.900	22,45	79,0	236.100	22,41	79,0	236.900	22,44	79,0	235.900	22,39	79,0	236.600	22,28	79,0	244.800	22,33	79,0	238.600	22,37
80,0	236.900	22,44	80,0	236.000	22,44	80,0	236.900	22,45	80,0	235.900	22,40	80,0	236.500	22,30	80,0	244.700	22,37	80,0	238.800	22,38
82,0	236.900	22,45	82,0	236.100	22,43	82,0	237.000	22,45	82,0	235.800	22,41	82,0	236.500	22,30	82,0	244.700	22,38	82,0	238.800	22,39
84,0	236.900	22,45	84,0	236.000	22,46	84,0	237.000	22,44	84,0	235.900	22,40	84,0	236.600	21,31	84,0	244.700	22,39	84,0	238.800	22,38

PP-01																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
86,0	236.900	22,48	86,0	236.000	22,48	86,0	236.900	22,49	86,0	235.900	22,45	86,0	236.500	22,36	86,0	244.700	22,46	86,0	238.800	22,42
88,0	236.900	22,51	88,0	236.000	22,50	88,0	236.900	22,51	88,0	235.900	22,48	88,0	236.600	22,42	88,0	244.700	22,50	88,0	238.900	22,46
90,0	236.800	22,52	90,0	236.000	22,51	90,0	236.900	22,51	90,0	235.900	22,50	90,0	236.600	22,46	90,0	244.800	22,49	90,0	238.800	22,51
92,0	236.800	22,54	92,0	236.000	22,52	92,0	236.900	22,53	92,0	235.900	22,51	92,0	236.500	22,49	92,0	244.700	22,53	92,0	238.800	22,52
94,0	236.800	22,55	94,0	236.100	22,53	94,0	237.000	22,54	94,0	236.000	22,52	94,0	236.600	22,50	94,0	244.800	22,55	94,0	238.900	22,54
96,0	236.900	22,56	96,0	236.100	22,55	96,0	237.000	22,56	96,0	238.900	22,54	96,0	238.900	22,52	96,0	244.900	22,56	96,0	238.900	22,56
98,0	236.800	22,56	98,0	236.000	22,56	98,0	236.800	22,57	98,0	236.500	22,55	98,0	236.500	22,52	98,0	244.700	22,59	98,0	238.700	22,58
99,0	180.900	22,61	99,0	198.700	22,60	99,0	155.600	22,61	99,0	155.900	22,60	99,0	155.900	22,56	98,7	180.700	22,61	98,7	238.600	22,59
99,1	179.300	22,62	99,1	195.400	22,60	99,1	155.300	22,61	99,1	56.200	22,62									

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-40 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-02 campañas año 2021

PP-02																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
1,0	35.090	20,63	1,0	33.120	20,90	1,0	32.900	20,64	1,0	31.350	20,10	1,0	31.200	19,50	1,0	34.230	20,31	1,0	33.930	19,64
1,5	35.090	20,66	1,5	33.100	20,85	1,5	32.920	20,67	1,5	31.370	20,25	1,5	31.220	19,77	1,5	34.170	20,05	1,5	34.110	20,12
2,0	35.060	20,72	2,0	33.120	20,84	2,0	32.950	20,74	2,0	31.640	20,41	2,0	32.210	20,01	2,0	34.190	20,63	2,0	34.070	20,50
3,0	35.050	20,82	3,0	33.110	20,83	3,0	32.930	20,80	3,0	31.610	20,61	3,0	31.200	20,44	3,0	34.200	20,70	3,0	34.110	20,60
4,0	35.040	20,86	4,0	33.150	20,83	4,0	32.870	20,81	4,0	31.560	20,75	4,0	31.200	20,62	4,0	36.460	20,84	4,0	35.440	20,86
6,4	35.010	20,86	6,4	33.150	20,83	6,4	32.870	20,81	6,4	31.550	20,79	6,4	31.190	20,78	6,4	36.410	20,90	6,4	35.440	20,88
7,0	35.000	20,86	7,0	33.150	20,82	7,0	32.880	20,82	7,0	31.540	20,79	7,0	31.170	20,78	7,0	36.410	20,90	7,0	35.430	20,88
8,0	35.040	20,86	8,0	33.160	20,83	8,0	32.870	20,82	8,0	31.550	20,79	8,0	31.190	20,78	8,0	36.420	20,90	8,0	35.440	20,88
10,0	35.240	20,87	10,0	33.140	20,83	10,0	32.840	20,82	10,0	31.550	20,80	10,0	31.180	20,78	10,0	36.420	20,89	10,0	35.440	20,88
12,0	35.800	20,88	12,0	33.130	20,82	12,0	32.780	20,81	12,0	31.490	20,79	12,0	31.170	20,78	12,0	36.420	20,89	12,0	35.490	20,88
14,0	35.850	20,88	14,0	33.000	20,83	14,0	32.800	20,81	14,0	31.440	20,79	14,0	31.180	20,79	14,0	36.420	20,90	14,0	35.680	20,89
16,0	35.690	20,88	16,0	32.920	20,83	16,0	32.790	20,83	16,0	31.360	20,80	16,0	31.180	20,79	16,0	36.480	20,91	16,0	35.750	20,91
16,5	35.740	20,89	16,5	32.870	20,83	16,5	32.920	20,83	16,5	31.250	20,80	16,5	38.540	20,86	16,5	36.550	20,92	16,5	36.230	20,90
17,0	35.900	20,88	17,0	32.940	20,83	17,0	33.500	20,85	17,0	31.190	20,80	17,0	38.840	20,90	17,0	60.120	20,89	17,0	63.380	20,97
17,2	36.220	20,89	17,2	32.930	20,83	17,2	33.610	20,84	17,2	31.190	20,80	17,2	38.840	20,90	17,2	62.410	20,95	17,2	63.560	21,23
17,4	37.980	20,90	17,4	32.210	20,83	17,4	33.720	20,84	17,4	30.050	20,80	17,4	38.810	20,90	17,4	63.070	21,06	17,4	63.700	21,26
17,6	40.070	20,93	17,6	33.660	20,84	17,6	34.460	20,85	17,6	32.190	20,81	17,6	38.750	20,91	17,6	63.210	21,12	17,6	63.670	21,26
17,8	40.490	20,93	17,8	33.750	20,84	17,8	34.500	20,85	17,8	32.610	20,82	17,8	38.800	20,91	17,8	63.100	21,15	17,8	63.630	21,27
18,0	40.600	20,94	18,0	33.440	20,84	18,0	34.710	20,86	18,0	32.740	20,82	18,0	38.900	20,91	18,0	63.180	21,16	18,0	63.560	21,28
18,5	42.110	20,96	18,5	34.090	20,85	18,5	36.210	20,88	18,5	33.630	20,84	18,5	39.790	20,92	18,5	63.100	21,16	18,5	63.410	21,30
19,0	44.940	21,00	19,0	34.760	20,86	19,0	38.240	20,91	19,0	36.630	20,86	19,0	43.510	20,96	19,0	63.480	21,28	19,0	63.630	21,34

PP-02																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
20,0	62.770	21,29	20,0	60.930	21,18	20,0	59.370	21,20	20,0	58.780	21,11	20,0	61.780	21,12	20,0	64.900	21,36	20,0	65.120	21,39
21,0	64.700	21,38	21,0	64.110	21,32	21,0	64.160	21,32	21,0	63.590	21,31	21,0	63.760	21,26	21,0	66.710	21,40	21,0	65.200	21,43
22,0	64.830	21,40	22,0	61.210	21,36	22,0	64.400	21,36	22,0	63.660	21,34	22,0	63.800	21,32	22,0	66.780	21,44	22,0	65.260	21,44
24,0	66.290	21,49	24,0	65.710	21,38	24,0	65.860	21,43	24,0	64.970	21,40	24,0	65.220	21,39	24,0	68.240	21,50	24,0	66.570	21,47
26,0	67.230	21,64	26,0	66.920	21,61	26,0	67.130	21,61	26,0	66.790	21,58	26,0	66.920	21,58	26,0	69.190	21,64	26,0	67.550	21,64
28,0	67.400	21,69	28,0	67.100	21,67	28,0	67.320	21,66	28,0	66.990	21,64	28,0	67.040	21,65	28,0	69.370	21,69	28,0	67.750	21,70
30,0	67.570	21,73	30,0	67.330	21,72	30,0	67.630	21,73	30,0	67.120	21,71	30,0	67.290	21,71	30,0	69.520	21,75	30,0	67.920	21,75
32,0	68.660	21,89	32,0	68.510	21,88	32,0	68.990	21,91	32,0	68.170	21,89	32,0	68.270	21,85	32,0	70.840	21,89	32,0	69.360	21,87
33,0	70.910	22,09	33,0	70.910	22,06	33,0	71.320	22,09	33,0	70.540	22,01	33,0	70.980	22,09	33,0	72.460	22,05	33,0	81.730	22,31
34,0	81.090	22,36	34,0	80.810	22,34	34,0	81.040	22,36	34,0	80.290	22,31	34,0	81.040	22,28	34,0	83.740	22,32	34,0	81.830	22,39
35,0	81.220	22,42	35,0	80.860	22,41	35,0	81.110	22,41	35,0	80.630	22,40	35,0	80.840	22,39	35,0	83.560	22,43	35,0	81.560	22,43
36,0	81.240	22,43	36,0	80.860	22,41	36,0	81.110	22,41	36,0	80.640	22,41	36,0	80.850	22,41	36,0	83.540	22,43	36,0	81.560	22,43
38,0	81.250	22,41	38,0	80.890	22,39	38,0	81.130	22,40	38,0	80.640	22,41	38,0	80.850	22,39	38,0	83.510	22,43	38,0	81.550	22,42
40,0	81.240	22,40	40,0	80.890	22,38	40,0	81.140	22,39	40,0	80.650	22,39	40,0	80.850	22,38	40,0	83.530	22,41	40,0	81.580	22,40
42,0	81.260	22,40	42,0	80.920	22,39	42,0	81.140	22,40	42,0	80.710	22,39	42,0	80.880	22,38	42,0	83.540	22,42	42,0	81.580	22,41
44,0	81.310	22,42	44,0	80.940	22,41	44,0	81.200	22,42	44,0	80.710	22,41	44,0	80.900	22,40	44,0	83.600	22,43	44,0	81.630	22,43
46,0	81.990	22,41	46,0	81.690	22,39	46,0	81.940	22,39	46,0	81.430	22,39	46,0	81.580	22,38	46,0	84.300	22,42	46,0	82.340	22,41
48,0	82.220	22,39	48,0	81.950	22,35	48,0	82.160	22,38	48,0	81.720	22,37	48,0	81.860	22,36	48,0	84.560	22,40	48,0	82.610	22,40
50,0	83.370	22,29	50,0	83.180	22,26	50,0	83.460	22,27	50,0	83.050	22,28	50,0	83.230	22,25	50,0	85.690	22,30	50,0	83.690	22,29
52,0	90.540	22,10	52,0	90.220	22,11	52,0	90.480	22,11	52,0	90.060	22,11	52,0	90.290	22,18	52,0	93.270	22,15	52,0	90.920	22,13
54,0	93.920	22,06	54,0	93.360	22,05	54,0	93.670	22,05	54,0	93.150	22,05	54,0	93.430	22,04	54,0	96.580	22,08	54,0	94.250	22,07
56,0	95.560	22,03	56,0	95.190	22,02	56,0	95.450	22,03	56,0	94.940	22,02	56,0	95.160	22,02	56,0	98.280	22,05	56,0	95.960	22,04

PP-02																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
58,0	96.420	22,03	58,0	95.920	22,01	58,0	95.940	22,01	58,0	95.910	22,01	58,0	95.920	22,00	58,0	99.080	22,04	58,0	96.870	22,03
60,0	117.500	22,03	60,0	116.100	22,01	60,0	116.400	22,01	60,0	116.500	22,01	60,0	115.900	22,00	60,0	119.900	22,04	60,0	117.300	22,03
60,5	125.800	22,03	60,5	124.000	22,01	60,5	125.800	22,02	60,5	124.700	22,01	60,5	124.800	22,00	60,5	129.400	22,04	60,5	125.800	22,03
61,0	133.200	22,03	61,0	132.900	22,01	61,0	133.200	22,02	61,0	132.300	22,01	61,0	132.500	22,00	61,0	136.700	22,04	61,0	134.000	22,04
61,2	136.000	22,03	61,2	134.600	22,01	61,2	136.000	22,02	61,2	134.900	22,01	61,2	135.000	22,01	61,2	137.200	22,04	61,2	136.300	22,04
61,4	138.100	22,03	61,4	138.000	22,01	61,4	138.000	22,02	61,4	137.000	22,01	61,4	137.300	22,00	61,4	142.200	22,05	61,4	138.700	22,03
61,6	139.900	22,03	61,6	139.600	22,02	61,6	140.100	22,02	61,6	139.000	22,02	61,6	139.400	22,01	61,6	145.800	22,05	61,6	140.600	22,04
61,8	142.000	22,03	61,8	140.900	22,02	61,8	141.800	22,02	61,8	140.700	22,01	61,8	141.100	22,01	61,8	146.600	22,05	61,8	142.300	22,04
62,0	143.400	22,03	62,0	142.600	22,02	62,0	143.200	22,02	62,0	142.200	22,02	62,0	142.700	22,01	62,0	147.200	22,05	62,0	143.800	22,04
62,5	146.800	22,04	62,5	145.200	22,03	62,5	146.300	22,03	62,5	145.500	22,02	62,5	145.900	22,01	62,5	150.800	22,05	62,5	147.800	22,04
63,0	148.700	22,04	63,0	148.500	22,02	63,0	149.000	22,03	63,0	147.700	22,02	63,0	148.000	22,02	63,0	152.900	22,05	63,0	149.500	22,03
63,5	152.700	22,05	63,5	151.500	22,03	63,5	152.500	22,03	63,5	151.600	22,04	63,5	151.800	22,02	63,5	156.900	22,05	63,5	153.200	22,05
64,0	155.500	22,05	64,0	155.000	22,03	64,0	155.900	22,04	64,0	154.700	22,03	64,0	154.800	22,02	64,0	160.200	22,06	64,0	156.500	22,05
64,5	159.800	22,05	64,5	159.100	22,03	64,5	159.900	22,04	64,5	158.000	22,04	64,5	159.300	22,02	64,5	164.200	22,06	64,5	160.300	22,06
65,0	163.900	22,05	65,0	163.500	22,04	65,0	165.200	22,04	65,0	162.700	22,03	65,0	163.100	22,02	65,0	168.600	22,06	65,0	163.800	22,06
65,5	166.900	22,06	65,5	165.800	22,04	65,5	166.800	22,04	65,5	165.900	22,04	65,5	166.400	22,03	65,5	171.700	22,07	65,5	167.700	22,06
66,0	173.300	22,06	66,0	172.000	22,04	66,0	173.000	22,05	66,0	172.100	22,05	66,0	172.100	22,03	66,0	177.900	22,07	66,0	174.200	22,06
66,2	175.100	22,06	66,2	174.200	22,05	66,2	174.900	22,05	66,2	173.800	22,05	66,2	173.500	22,04	66,2	179.800	22,07	66,2	175.700	22,07
66,4	179.400	22,07	66,4	178.800	22,05	66,4	178.800	22,05	66,4	178.500	22,05	66,4	178.500	22,04	66,4	182.600	22,08	66,4	179.000	22,06
66,6	184.100	22,07	66,6	183.800	22,04	66,6	183.000	22,06	66,6	182.600	22,05	66,6	182.400	22,04	66,6	188.500	22,08	66,6	183.900	22,07
66,8	212.800	22,07	66,8	213.000	22,05	66,8	215.800	22,06	66,8	212.400	22,05	66,8	211.800	22,04	66,8	218.100	22,08	66,8	214.200	22,08
67,0	216.100	22,06	67,0	215.100	22,05	67,0	215.800	22,06	67,0	214.800	22,06	67,0	215.500	22,04	67,0	222.700	22,08	67,0	217.300	22,07

PP-02																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
67,2	216.000	22,08	67,2	215.300	22,05	67,2	215.900	22,06	67,2	214.900	22,05	67,2	215.600	22,05	67,2	222.700	22,08	67,2	217.300	22,07
67,4	216.100	22,07	67,4	215.300	22,05	67,4	215.300	22,05	67,4	214.900	22,05	67,4	215.500	22,05	67,4	222.700	22,08	67,4	217.400	22,07
67,6	216.100	22,07	67,6	215.400	22,05	67,6	215.900	22,06	67,6	214.900	22,06	67,6	215.600	22,04	67,6	222.600	22,08	67,6	217.400	22,08
68,0	216.200	22,07	68,0	215.400	22,06	68,0	216.000	22,06	68,0	215.000	22,06	68,0	215.600	22,05	68,0	222.800	22,08	68,0	217.500	22,08
69,0	216.500	22,09	69,0	215.600	22,07	69,0	216.300	22,07	69,0	215.300	22,05	69,0	215.900	22,05	69,0	223.200	22,09	69,0	217.900	22,09
70,0	216.600	22,09	70,0	215.800	22,07	70,0	216.500	22,07	70,0	215.400	22,07	70,0	216.100	22,06	70,0	223.300	22,10	70,0	218.000	22,09
72,0	220.500	22,10	72,0	219.600	22,09	72,0	220.500	22,10	72,0	219.300	22,09	72,0	219.400	22,06	72,0	227.000	22,12	72,0	221.600	22,11
74,0	222.400	22,12	74,0	221.600	22,11	74,0	222.300	22,11	74,0	221.300	22,10	74,0	222.000	22,10	74,0	229.400	22,13	74,0	223.900	22,13
76,0	222.700	22,13	76,0	221.900	22,12	76,0	222.600	22,13	76,0	221.700	22,12	76,0	222.300	22,11	76,0	229.700	22,14	76,0	224.500	22,14
77,8	135.900	22,16	77,8	136.000	22,13	77,6	183.000	22,14	77,6	162.800	22,13	77,6	181.200	22,32	77,6	127.300	22,16	77,4	182.700	22,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-41 Resultados Perfilajes de C.E. punto PP-03 campañas año 2021

PP-03																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
0,6	24.230	25,56	0,6	24.200	26,17	0,6	24.200	25,29	0,6	24.110	25,33	0,6	23.870	24,74	0,6	24.650	25,22	0,6	24.330	25,05
1,0	24.210	25,60	1,0	24.200	25,67	1,0	24.280	25,61	1,0	24.170	25,40	1,0	24.230	25,13	1,0	24.660	25,48	1,0	24.520	25,21
2,0	24.220	25,65	2,0	24.200	25,65	2,0	24.270	25,63	2,0	24.170	25,62	2,0	24.230	25,60	2,0	25.030	25,65	2,0	24.410	25,63
3,0	24.220	25,65	3,0	24.210	25,64	3,0	24.280	25,64	3,0	24.170	25,63	3,0	24.220	25,62	3,0	25.020	25,67	3,0	24.420	25,66
4,0	24.230	25,65	4,0	24.200	25,64	4,0	24.280	25,64	4,0	24.170	25,63	4,0	24.230	25,62	4,0	25.030	25,67	4,0	24.420	25,65
6,0	24.220	25,65	6,0	24.200	25,64	6,0	24.280	25,64	6,0	24.160	25,64	6,0	24.230	25,64	6,0	25.020	25,68	6,0	24.420	25,65
8,0	24.230	25,65	8,0	24.200	25,64	8,0	24.270	25,64	8,0	24.180	25,64	8,0	24.240	25,63	8,0	25.020	25,68	8,0	24.410	25,66
10,0	24.230	25,65	10,0	24.210	25,64	10,0	24.280	25,64	10,0	24.180	25,63	10,0	24.240	25,63	10,0	25.020	25,68	10,0	24.430	25,66
12,0	24.230	25,66	12,0	24.210	25,64	12,0	24.280	25,64	12,0	24.160	25,65	12,0	24.230	25,63	12,0	25.020	25,68	12,0	24.420	25,66
14,0	24.230	25,65	14,0	24.200	25,65	14,0	24.280	25,65	14,0	24.160	25,64	14,0	24.240	25,63	14,0	25.030	25,68	14,0	24.420	25,67
16,0	24.230	25,66	16,0	24.210	25,65	16,0	24.280	25,64	16,0	24.170	25,64	16,0	24.240	25,63	16,0	25.030	25,68	16,0	24.430	25,66
18,0	24.230	25,65	18,0	24.210	25,64	18,0	24.270	25,64	18,0	24.170	25,65	18,0	24.240	25,63	18,0	25.030	25,68	18,0	24.410	25,67
20,0	24.230	25,66	20,0	24.210	25,65	20,0	24.290	25,64	20,0	24.160	25,64	20,0	24.230	25,63	20,0	25.030	25,67	20,0	24.420	25,67
22,0	24.240	25,66	22,0	24.210	25,64	22,0	24.280	25,65	22,0	24.180	25,64	22,0	24.240	25,63	22,0	25.030	25,68	22,0	24.420	25,66
24,0	24.230	25,66	24,0	24.210	25,64	24,0	24.280	25,64	24,0	24.170	25,64	24,0	24.230	25,63	24,0	25.040	25,68	24,0	24.410	25,66
26,0	24.230	25,66	26,0	24.210	25,64	26,0	24.280	25,65	26,0	24.170	25,65	26,0	24.240	25,63	26,0	25.020	25,67	26,0	24.410	25,67
28,0	24.240	25,66	28,0	24.210	25,64	28,0	24.270	25,65	28,0	24.170	25,64	28,0	24.240	25,63	28,0	25.030	25,68	28,0	24.420	25,67
30,0	24.240	25,66	30,0	24.200	25,65	30,0	24.270	25,65	30,0	24.170	25,64	30,0	24.240	25,64	30,0	25.020	25,68	30,0	24.420	25,67
32,0	24.230	25,66	32,0	24.210	25,65	32,0	24.270	25,66	32,0	24.170	25,64	32,0	24.240	25,64	32,0	25.030	25,68	32,0	24.420	25,68
34,0	24.240	25,66	34,0	24.220	25,65	34,0	24.280	25,66	34,0	24.170	25,65	34,0	24.240	25,64	34,0	25.010	25,68	34,0	24.420	25,67
36,0	24.240	25,66	36,0	24.220	25,65	36,0	24.280	25,66	36,0	24.170	25,65	36,0	24.250	25,64	36,0	25.040	25,68	36,0	24.430	25,67

PP-03																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
38,0	24.220	25,67	38,0	24.220	25,65	38,0	24.290	25,66	38,0	24.180	25,66	38,0	24.250	25,64	38,0	25.030	25,68	38,0	24.440	25,68
40,0	24.230	25,67	40,0	24.220	25,65	40,0	24.280	25,66	40,0	24.180	25,66	40,0	24.260	25,65	40,0	25.030	25,69	40,0	24.430	25,67
42,0	24.280	25,67	42,0	24.250	25,66	42,0	24.300	25,66	42,0	24.190	25,65	42,0	24.280	25,64	42,0	25.070	25,69	42,0	24.430	25,68
44,0	24.290	25,67	44,0	24.240	25,66	44,0	24.340	25,67	44,0	24.220	25,66	44,0	24.300	25,65	44,0	25.070	25,69	44,0	24.460	25,68
46,0	24.330	25,68	46,0	24.320	25,67	46,0	24.420	25,68	46,0	24.300	25,67	46,0	24.360	25,66	46,0	25.160	25,70	46,0	24.550	25,69
48,0	24.420	25,69	48,0	24.400	25,68	48,0	24.470	25,68	48,0	24.360	25,68	48,0	24.440	25,67	48,0	25.230	25,71	48,0	24.630	25,70
50,0	24.450	25,70	50,0	24.410	25,68	50,0	24.490	25,69	50,0	24.390	25,68	50,0	24.480	25,68	50,0	25.240	25,71	50,0	24.650	25,71
52,0	24.460	25,70	52,0	24.430	25,68	52,0	24.500	25,69	52,0	24.390	25,68	52,0	24.500	25,68	52,0	25.250	25,72	52,0	24.680	25,71
54,0	24.430	25,70	54,0	24.450	25,69	54,0	24.510	25,70	54,0	24.440	25,70	54,0	24.510	25,68	54,0	25.280	25,73	54,0	24.690	25,72
56,0	24.660	25,72	56,0	24.710	25,70	56,0	24.710	25,70	56,0	24.470	25,69	56,0	24.690	25,69	56,0	25.390	25,74	56,0	24.800	25,72
58,0	24.740	25,73	58,0	24.720	25,71	58,0	24.720	25,73	58,0	24.710	25,72	58,0	24.750	25,70	58,0	25.570	25,75	58,0	24.940	25,74
60,0	24.730	25,73	60,0	24.700	25,72	60,0	24.780	25,72	60,0	24.710	25,72	60,0	24.800	25,71	60,0	25.590	25,75	60,0	24.960	25,74
62,0	24.720	25,73	62,0	24.650	25,72	62,0	24.800	25,72	62,0	24.720	25,72	62,0	24.850	25,71	62,0	25.560	25,76	62,0	24.960	25,74
64,0	24.740	25,73	64,0	24.650	25,72	64,0	24.800	25,73	64,0	24.720	25,72	64,0	24.780	25,71	64,0	25.580	25,75	64,0	24.960	25,75
66,0	24.760	25,74	66,0	24.640	25,72	66,0	24.770	25,73	66,0	24.710	25,72	66,0	24.810	25,71	66,0	25.630	25,76	66,0	24.730	25,74
68,0	24.840	25,74	68,0	24.820	25,73	68,0	24.830	25,73	68,0	24.790	25,73	68,0	24.850	25,72	68,0	25.640	25,76	68,0	25.020	25,75
70,0	24.860	25,74	70,0	24.710	25,73	70,0	24.640	25,72	70,0	24.780	25,73	70,0	24.890	25,72	70,0	25.560	25,76	70,0	25.070	25,76
72,0	24.980	25,76	72,0	24.880	25,74	72,0	25.000	25,75	72,0	24.910	25,74	72,0	25.010	25,73	72,0	25.790	25,77	72,0	25.160	25,76
74,0	25.010	25,75	74,0	24.840	25,74	74,0	24.990	25,74	74,0	24.870	25,74	74,0	25.070	25,73	74,0	25.790	25,77	74,0	25.230	25,77
76,0	25.180	25,75	76,0	25.090	25,74	76,0	25.000	25,74	76,0	24.950	25,74	76,0	25.170	25,73	76,0	25.910	25,78	76,0	25.330	25,77
78,0	25.250	25,76	78,0	25.130	25,74	78,0	25.320	25,75	78,0	25.170	25,75	78,0	25.240	25,74	78,0	26.070	25,78	78,0	25.410	25,78
80,0	25.340	25,76	80,0	25.250	25,74	80,0	25.350	25,72	80,0	25.240	25,75	80,0	25.320	25,74	80,0	26.140	25,79	80,0	25.500	25,78

PP-03																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
82,0	25.490	25,77	82,0	25.330	25,75	82,0	25.370	25,76	82,0	25.450	25,75	82,0	25.630	25,74	82,0	26.390	25,79	82,0	25.710	25,78
84,0	25.710	25,77	84,0	25.800	25,75	84,0	25.480	25,76	84,0	25.230	25,75	84,0	25.700	25,74	84,0	26.350	25,79	84,0	26.030	25,79
86,0	26.690	25,78	86,0	26.280	25,77	86,0	27.070	25,78	86,0	26.780	25,78	86,0	26.910	25,76	86,0	27.670	25,80	86,0	26.480	25,79
88,0	27.900	25,80	88,0	28.370	25,79	88,0	28.650	25,79	88,0	28.560	25,79	88,0	27.730	25,78	88,0	28.710	25,82	88,0	28.770	25,82
89,0	28.740	25,80	89,0	28.710	25,79	89,0	28.760	25,79	89,0	28.590	25,79	89,0	28.840	25,78	89,0	29.710	25,82	89,0	28.950	25,82
89,2	28.730	25,80	89,2	28.700	25,79	89,2	28.900	25,79	89,2	28.750	25,79	89,2	28.850	25,78	89,2	29.710	25,83	89,2	28.930	25,82
89,4	28.740	25,80	89,4	28.650	25,79	89,4	28.930	25,80	89,4	28.830	25,79	89,4	28.930	25,78	89,4	29.690	25,83	89,4	28.990	25,82
89,6	28.780	25,80	89,6	28.700	25,79	89,6	28.980	25,80	89,6	28.800	25,79	89,6	28.970	25,78	89,6	29.850	25,83	89,6	29.090	25,82
89,8	28.760	25,80	89,8	28.760	25,79	89,8	29.060	25,79	89,8	29.010	25,79	89,8	28.930	25,78	89,8	30.120	25,83	89,8	29.420	25,82
90,0	60.640	25,81	90,0	38.500	25,79	90,0	36.220	25,79	90,0	62.970	25,81	90,0	64.760	25,82	90,0	66.600	25,86	90,0	64.240	25,84
90,2	60.740	25,81	90,2	62.590	25,80	90,2	61.570	25,81	90,2	63.690	25,82	90,2	67.660	25,83	90,2	66.630	25,86	90,2	64.750	25,85
90,4	60.820	25,83	90,4	63.000	25,81	90,4	61.820	25,83	90,4	63.730	25,82	90,4	67.690	25,83	90,4	66.310	25,86	90,4	64.780	25,85
90,6	64.750	25,86	90,6	65.110	25,84	90,6	65.610	25,85	90,6	65.700	25,85	90,6	65.650	25,85	90,6	67.560	25,86	90,6	65.940	25,87
90,8	65.780	25,87	90,8	65.820	25,85	90,8	66.250	25,87	90,8	66.040	25,87	90,8	66.490	25,86	90,8	68.480	25,90	90,8	66.530	25,89
91,0	66.200	25,87	91,0	66.250	25,86	91,0	66.530	25,87	91,0	66.570	25,89	91,0	66.790	25,86	91,0	68.650	25,90	91,0	66.970	25,89
91,5	66.510	25,89	91,5	66.550	25,88	91,5	66.780	25,89	91,5	66.750	25,88	91,5	67.040	25,87	91,5	69.130	25,92	91,5	67.410	25,91
92,0	66.560	25,90	92,0	66.580	25,89	92,0	66.900	25,89	92,0	66.820	25,89	92,0	67.070	25,88	92,0	69.130	25,92	92,0	67.400	25,91
93,0	69.740	25,91	93,0	69.720	25,90	93,0	69.980	25,91	93,0	69.580	25,91	93,0	69.940	25,90	93,0	72.120	25,94	93,0	70.350	25,93
94,0	70.600	25,93	94,0	70.620	25,91	94,0	71.170	25,91	94,0	70.570	25,91	94,0	71.630	25,91	94,0	73.100	25,95	94,0	71.230	25,93
96,0	77.160	25,96	96,0	76.730	25,94	96,0	77.450	25,95	96,0	77.360	25,94	96,0	77.640	25,94	96,0	79.660	25,97	96,0	83.080	25,99
98,0	84.150	26,00	98,0	84.110	25,98	98,0	84.360	25,95	98,0	84.370	25,98	98,0	84.510	25,98	98,0	89.490	26,02	98,0	84.810	26,01
99,0	89.120	26,02	100,0	99.620	26,01	100,0	100.500	25,99	100,0	101.100	26,02	100,0	101.100	26,02	100,0	104.000	26,05	100,0	100.200	26,05

PP-03																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
100,0	101.400	26,04	100,2	107.800	26,02	100,2	108.400	26,03	100,2	106.100	26,03	100,2	108.300	26,02	100,2	111.100	26,06	100,2	108.500	26,06
100,2	108.400	26,04	100,4	111.800	26,03	100,4	112.000	26,04	100,4	111.200	26,03	100,4	111.300	26,02	100,4	114.800	26,06	100,4	112.300	26,06
100,4	112.100	26,05	100,6	111.800	26,04	100,6	112.000	26,04	100,6	111.200	26,04	100,6	111.300	26,02	100,6	114.800	26,06	100,6	112.300	26,06
100,6	112.100	26,05	100,8	113.400	26,04	100,8	114.700	26,05	100,8	113.800	26,04	100,8	113.100	26,03	100,8	116.400	26,07	100,8	113.600	26,06
100,8	114.600	26,05	101,0	118.100	26,04	101,0	118.800	26,05	101,0	117.700	26,04	101,0	119.400	26,40	101,0	121.600	26,07	101,0	119.300	26,07
101,0	118.500	26,06	101,5	120.900	26,06	101,5	120.800	26,05	101,5	120.400	26,05	101,5	120.700	26,04	101,5	124.600	26,08	101,5	121.800	26,08
101,5	121.300	26,06	102,0	121.000	26,06	102,0	121.200	26,06	102,0	120.500	26,06	102,0	120.700	26,05	102,0	124.800	26,09	102,0	121.900	26,08
102,0	121.400	26,08	102,5	120.900	26,07	102,5	121.300	26,08	102,5	120.500	26,07	102,5	120.700	26,06	102,5	124.800	26,10	102,5	121.800	26,10
102,5	121.500	26,08	103,0	121.700	26,07	103,0	122.400	26,08	103,0	121.600	26,08	103,0	122.200	26,07	103,0	126.100	26,11	103,0	123.100	26,11
103,0	122.800	26,09	103,5	133.200	26,08	103,5	134.500	26,10	103,5	133.800	26,10	103,5	134.000	26,09	103,5	138.400	26,13	103,5	135.100	26,12
103,5	134.100	26,11	104,0	139.800	26,10	104,0	140.100	26,11	104,0	139.200	26,11	104,0	139.700	26,10	104,0	144.300	26,14	104,0	140.800	26,13
104,0	140.500	26,11	104,5	145.100	26,11	104,5	144.400	26,12	104,5	144.000	26,11	104,5	143.900	26,10	104,5	148.800	26,14	104,5	144.800	26,13
104,5	145.400	26,13	105,0	163.900	26,11	105,0	164.400	26,13	105,0	164.300	26,12	105,0	164.600	26,12	105,0	169.500	26,16	105,0	165.800	26,16
105,0	165.600	26,14	105,2	174.000	26,12	105,2	174.300	26,13	105,2	173.600	26,13	105,2	173.300	26,11	105,2	179.500	26,16	105,2	174.200	26,16
105,2	174.500	26,14	105,4	178.700	26,12	105,4	179.900	26,14	105,4	179.200	26,13	105,4	179.100	26,11	105,4	185.200	26,16	105,4	180.700	26,16
105,4	180.600	26,14	105,6	183.500	26,13	105,6	184.300	26,14	105,6	183.400	26,13	105,6	183.500	26,13	105,6	188.800	26,16	105,6	185.300	26,16
105,6	184.000	26,15	105,8	187.600	26,14	105,8	188.200	26,15	105,8	186.400	26,14	105,8	187.600	26,13	105,8	193.000	26,17	105,8	188.500	26,17
105,8	188.900	26,16	106,0	191.500	26,14	106,0	191.900	26,15	106,0	189.100	26,14	106,0	191.400	26,14	106,0	196.600	26,17	106,0	192.700	26,17
106,0	191.700	26,16	106,2	193.400	26,15	106,2	193.600	26,15	106,2	192.800	26,15	106,2	193.200	26,14	106,2	199.500	26,18	106,2	194.900	26,18
106,2	194.000	26,16	106,4	194.300	26,15	106,4	194.700	26,16	106,4	193.600	26,16	106,4	194.300	26,14	106,4	200.700	26,18	106,4	196.000	26,18
106,4	194.900	26,17	106,6	195.700	26,16	106,6	196.000	26,16	106,6	194.800	26,16	106,6	195.600	26,15	106,6	202.100	26,20	106,6	197.400	26,19
106,6	196.200	26,17	106,8	197.100	26,16	106,8	197.700	26,16	106,8	196.300	26,16	106,8	196.900	26,15	106,8	203.300	26,20	106,8	198.700	26,19

PP-03																				
Fecha de Campaña																				
23-01-2021			19-02-2021			07-03-2021			12-04-2021			10-07-2021			22-09-2021			10-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
106,8	197.600	26,17	107,0	199.500	26,16	107,0	200.700	26,17	107,0	199.500	26,17	107,0	199.900	26,16	107,0	205.300	26,20	107,0	201.700	26,20
107,0	200.600	26,18	107,2	203.000	26,17	107,2	203.300	26,17	107,2	202.200	26,17	107,2	202.700	26,16	107,2	208.900	26,20	107,2	204.700	26,20
107,2	203.400	26,18	107,4	206.200	26,17	107,4	207.200	26,18	107,4	206.300	26,17	107,4	206.600	26,18	107,4	213.900	26,21	107,4	208.800	26,21
107,4	207.500	26,19	107,6	207.500	26,18	107,6	207.900	26,18	107,6	206.900	26,18	107,6	207.500	26,17	107,6	214.500	26,21	107,6	209.400	26,21
107,6	208.000	26,19	107,8	208.100	26,18	107,8	208.700	26,19	107,8	207.600	26,19	107,8	208.300	26,17	107,8	215.200	26,21	107,8	210.200	26,21
107,8	208.900	26,20	108,0	209.500	26,18	108,0	209.900	26,18	108,0	209.000	26,19	108,0	209.200	26,18	108,0	216.400	26,22	108,0	211.500	26,22
108,0	210.100	26,20	108,5	212.600	26,20	108,5	212.900	26,21	108,5	212.000	26,20	108,5	212.700	26,19	108,5	219.800	26,23	108,5	214.500	26,22
108,5	213.100	26,21	109,0	213.300	26,21	109,0	213.500	26,21	109,0	212.500	26,21	109,0	213.100	26,20	109,0	220.200	26,24	109,0	215.200	26,24
109,0	213.700	26,22	110,0	214.800	26,23	110,0	215.200	26,23	110,0	214.100	26,23	110,0	214.500	26,20	110,0	221.800	26,26	110,0	216.800	26,25
110,0	215.100	26,24	112,0	216.000	26,26	112,0	216.100	26,25	112,0	215.400	26,26	112,0	216.100	26,25	112,0	223.300	26,29	112,0	218.200	26,29
112,0	216.300	26,28	114,0	216.400	26,32	114,0	216.700	26,33	114,0	215.700	26,32	114,0	216.400	26,32	114,0	223.900	26,31	114,0	218.400	26,32
114,0	216.700	26,34	116,0	216.300	26,35	116,0	216.700	26,36	116,0	215.700	26,36	116,0	216.500	26,33	116,0	223.700	26,38	116,0	218.400	26,38
116,0	216.700	26,37	118,0	222.600	26,39	118,0	222.700	26,42	118,0	221.700	26,41	118,0	222.300	26,41	118,0	229.900	26,42	118,0	218.400	26,43
118,0	222.700	26,43	118,2	113.800	26,43	118,4	116.300	26,44	118,1	112.300	26,43	118,1	159.000	26,42	118,1	185.700	26,45	118,1	216.200	26,45
118,4	145.300	26,45																		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-42 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-AC campañas año 2021

MPS-AC																		
Fecha de Campaña																		
Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	02-05-2021			02-07-2021			02-08-2021			27-09-2021			08-10-2021		
				Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos.	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	0,8	53.900	16,06	0,8	46.160	8,64	0,8	48.920	10,62	0,9	56.690	15,54	0,8	55.170	16,09
				1,0	41.220	15,09	1,0	47.160	9,26	1,0	48.810	10,45	1,0	56.740	15,26	1,0	55.310	16,11
				1,8	54.850	15,83	1,8	47.180	9,77	1,8	54.820	10,83	1,8	57.930	13,23	1,8	55.780	14,20
				2,0	72.480	16,19	2,0	69.450	11,55	2,0	68.490	11,35	2,0	66.740	12,80	2,0	62.230	13,73
				2,2	83.400	16,93	2,2	80.890	12,67	2,2	82.330	11,95	2,2	81.360	12,70	2,2	75.960	13,52
				2,4	93.270	16,53	2,4	91.210	13,26	2,4	93.120	12,31	2,4	94.710	12,74	2,4	85.610	13,44
				2,6	101.500	16,57	2,6	99.590	13,76	2,6	101.200	12,92	2,6	103.500	12,83	2,6	97.340	13,36
				2,8	112.900	16,56	2,8	106.900	13,91	2,8	105.600	13,06	2,8	107.000	12,94	2,8	101.000	13,36
				3,0	125.800	16,53	3,0	117.900	14,40	3,0	118.800	13,44	3,0	117.000	13,07	3,0	109.400	13,38
				3,2	144.800	16,46	3,2	140.000	14,75	3,2	143.000	13,79	3,2	143.500	13,26	3,2	133.600	13,46
				3,4	155.100	16,36	3,4	151.900	14,85	3,4	154.100	14,09	3,4	157.700	13,45	3,4	147.500	13,50
				3,6	164.000	16,24	3,6	160.200	15,20	3,6	162.100	14,29	3,6	165.900	13,64	3,6	155.100	13,61
				3,8	172.600	16,12	3,8	169.300	15,28	3,8	172.100	14,58	3,8	175.400	13,81	3,8	165.000	13,73
				4,0	177.200	16,02	4,0	174.700	15,40	4,0	176.700	14,76	4,0	180.600	13,96	4,0	170.900	13,90
				4,2	179.700	15,93	4,2	178.200	15,46	4,2	180.700	14,88	4,2	186.100	14,14	4,2	175.600	13,99
				4,4	180.900	15,80	4,4	178.800	15,49	4,4	181.000	15,01	4,4	186.200	14,28	4,4	176.000	14,12
				4,6	190.100	15,69	4,6	182.200	15,50	4,6	184.900	15,12	4,6	190.600	14,41	4,6	176.300	14,23
4,8	194.900	15,60	4,8	194.000	15,50	4,8	197.000	15,18	4,8	203.900	14,53	4,8	192.800	14,23				
5,0	196.500	15,53	5,0	195.800	15,49	5,0	198.400	15,22	5,0	205.400	14,64	5,0	194.400	14,44				
5,2	197.500	15,44	5,2	196.800	15,47	5,2	199.500	15,25	5,2	206.300	14,72	5,2	194.400	14,54				
5,4	198.400	15,38	5,4	197.500	15,44	5,4	200.300	15,28	5,4	207.200	14,79	5,4	196.000	14,62				

MPS-AC																		
Fecha de Campaña																		
Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	02-05-2021			02-07-2021			02-08-2021			27-09-2021			08-10-2021		
				Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
				5,6	198.800	15,32	5,6	198.000	15,43	5,6	200.600	15,29	5,6	207.500	14,86	5,6	196.500	14,68
				5,8	199.200	15,28	5,8	198.100	15,41	5,8	200.800	15,31	5,8	207.800	14,91	5,8	196.700	14,73
				6,0	199.300	15,24	6,0	198.200	15,39	6,0	201.000	15,31	6,0	207.900	14,96	6,0	196.700	14,81
				6,5	199.700	15,18	6,5	198.500	15,34	6,5	201.200	15,31	6,5	207.900	15,15	6,5	197.000	14,92
				7,0	199.800	15,12	7,0	198.600	15,29	7,0	201.300	15,29	7,0	208.000	15,17	7,0	196.900	15,08
				7,5	199.700	15,11	7,5	198.600	15,23	7,5	201.300	15,27	7,5	208.000	15,17	7,5	196.900	15,08
				8,0	199.800	15,11	8,0	198.600	15,20	8,0	201.200	15,24	8,0	208.000	15,18	8,0	196.900	15,10
				9,0	215.500	15,16	9,0	213.600	15,18	9,0	215.700	15,21	9,0	223.300	15,23	9,0	209.700	15,16
				10,0	219.300	15,21	10,0	218.000	15,20	10,0	221.100	15,21	10,0	228.900	15,25	10,0	216.800	15,22
				12,0	227.700	15,26	12,0	225.300	15,22	12,0	229.400	15,24	12,0	237.700	15,27	12,0	224.500	15,24
				14,0	232.100	15,29	14,0	230.600	15,28	14,0	234.000	15,28	14,0	242.000	15,29	14,0	229.000	15,27
				16,0	234.100	15,32	16,0	232.600	15,31	16,0	236.000	15,32	16,0	244.200	15,33	16,0	231.100	15,31
				18,0	235.000	15,34	18,0	233.400	15,33	18,0	236.700	15,34	18,0	244.900	15,35	18,0	231.900	15,33
				20,0	235.200	15,37	20,0	233.500	15,36	20,0	236.800	15,37	20,0	245.000	15,38	20,0	231.900	15,36
				22,0	235.400	15,42	22,0	233.600	15,41	22,0	236.800	15,42	22,0	245.100	15,41	22,0	231.900	15,40
				24,0	235.500	15,44	24,0	233.600	15,44	24,0	236.800	15,45	24,0	245.200	15,46	24,0	231.900	15,42
				26,0	235.700	15,45	26,0	233.600	15,45	26,0	236.900	15,46	26,0	245.100	15,50	26,0	231.900	15,49
				28,0	235.900	15,47	28,0	233.700	15,48	28,0	236.900	15,49	28,0	245.100	15,54	28,0	231.900	15,52
				30,0	236.100	15,51	30,0	233.700	15,51	30,0	236.900	15,52	30,0	245.100	15,59	30,0	231.900	15,56
				32,0	236.300	15,60	32,0	233.700	15,60	32,0	237.000	15,62	32,0	245.100	15,64	32,0	231.900	15,65
				34,0	236.300	15,69	34,0	233.700	15,70	34,0	237.000	15,70	34,0	245.200	15,74	34,0	231.900	15,71
				36,0	236.500	15,78	36,0	233.700	15,78	36,0	236.800	15,80	36,0	245.200	15,81	36,0	231.900	15,78

MPS-AC																		
Fecha de Campaña																		
Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	02-05-2021			02-07-2021			02-08-2021			27-09-2021			08-10-2021		
				Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
				38,0	236.600	15,85	38,0	233.800	15,84	38,0	236.900	15,86	38,0	245.100	15,88	38,0	231.900	15,85
				40,0	237.700	15,89	40,0	233.800	15,89	40,0	236.900	15,90	40,0	245.200	15,93	40,0	231.900	15,91
				40,2	236.800	15,90	40,2	233.800	15,90	40,2	236.900	15,91	40,2	245.200	15,93	40,2	231.900	15,91
				40,4	236.900	15,91	40,4	233.800	15,90	40,4	237.000	15,91	40,4	245.200	15,94	40,4	231.900	15,91
				40,6	236.900	15,91	40,6	233.900	15,90	40,6	237.000	15,91	40,6	245.200	15,95	40,6	231.900	15,92
				40,8	237.000	15,91	40,8	233.900	15,91	40,8	237.000	15,92	40,8	245.200	15,94	40,8	231.900	15,92
				41,0	221.800	15,93	40,9	233.700	15,91	40,9	236.900	15,92	40,9	243.600	15,95	40,9	231.900	15,94

Nota: Medición de mayo se realiza para cumplir con la frecuencia de medición para el trimestre.
 Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-43 Resultados Perfilajes de C.E. punto MPS-CC campañas año 2020

MPS-CC																		
Fecha de Campaña																		
Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	20-05-2021			09-07-2021			09-08-2021			27-09-2021			09-10-2021		
				Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	Comunidad de Peine no permite acceso al punto de monitoreo por época de reproducción de flamencos	1,5	152.700	19,21	1,5	157.300	14,46	1,5	157.700	15,07	1,5	160.300	16,63	1,5	155.000	17,80
				1,6	152.900	19,26	1,6	156.400	15,07	1,6	158.100	14,82	1,6	160.600	16,44	1,6	155.000	17,53
				1,8	152.900	19,28	1,8	156.200	15,25	1,8	158.200	14,80	1,8	160.600	16,21	1,8	155.000	17,29
				2,0	152.900	19,28	2,0	156.000	15,36	2,0	158.200	14,81	2,0	160.800	15,93	2,0	154.900	16,93
				2,2	153.000	19,29	2,2	156.100	15,52	2,2	158.300	15,08	2,2	161.100	15,75	2,2	155.800	16,44
				2,4	153.100	19,31	2,4	155.800	15,60	2,4	158.400	15,33	2,4	161.400	15,68	2,4	156.000	16,37
				2,6	153.200	19,73	2,6	156.000	15,66	2,6	158.400	15,36	2,6	162.100	15,68	2,6	156.000	16,25
				2,8	154.100	19,56	2,8	156.000	15,67	2,8	158.500	15,37	2,8	163.100	15,72	2,8	157.800	16,16
				3,0	155.200	19,66	3,0	156.000	15,67	3,0	158.600	15,40	3,0	163.600	15,82	3,0	158.400	16,13
				3,2	159.100	19,54	3,2	157.900	16,72	3,2	158.700	15,51	3,2	164.000	15,92	3,2	158.800	16,16
				3,4	170.700	19,39	3,4	171.400	17,30	3,4	165.200	15,81	3,4	171.200	16,08	3,4	163.300	16,24
				3,6	181.800	19,20	3,6	178.700	17,54	3,6	177.800	16,41	3,6	179.500	16,26	3,6	173.800	16,31
				3,8	205.200	18,93	3,8	202.600	17,64	3,8	200.600	16,78	3,8	203.300	16,47	3,8	195.400	16,46
				4,0	226.800	18,61	4,0	225.400	17,67	4,0	226.300	16,99	4,0	229.400	16,59	4,0	220.700	16,57
				4,2	234.500	18,41	4,2	236.600	17,66	4,2	240.300	17,22	4,2	248.700	16,74	4,2	241.700	16,70
				4,4	235.200	18,20	4,4	236.700	17,64	4,4	240.400	17,26	4,4	248.400	16,84	4,4	241.300	16,81
				4,6	235.200	18,11	4,6	236.700	17,63	4,6	240.400	17,27	4,6	248.400	16,87	4,6	241.200	16,84
4,8	234.800	17,99	4,8	236.700	17,60	4,8	240.500	17,28	4,8	248.400	16,87	4,8	241.200	16,84				
5,0	234.400	17,85	5,0	236.700	17,55	5,0	240.500	17,30	5,0	248.400	16,89	5,0	241.300	16,85				
5,5	231.800	17,56	5,5	233.500	17,26	5,5	237.100	17,31	5,5	245.500	17,04	5,5	238.300	17,01				
6,0	232.600	17,26	6,0	233.500	17,20	6,0	237.200	17,20	6,0	244.800	17,14	6,0	237.800	17,13				

MPS-CC																		
Fecha de Campaña																		
Enero 2021	Febrero 2021	Marzo 2021	Abril 2021	20-05-2021			09-07-2021			09-08-2021			27-09-2021			09-10-2021		
				Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
				8,0	232.500	17,09	8,0	233.500	17,04	8,0	237.200	17,07	8,0	244.700	17,10	8,0	238.100	17,12
				10,0	232.900	16,99	10,0	233.600	16,98	10,0	237.100	17,01	10,0	244.600	17,05	10,0	238.100	17,09
				12,0	232.900	16,94	12,0	233.600	16,94	12,0	237.200	16,97	12,0	244.700	16,99	12,0	238.100	17,04
				14,0	232.900	16,91	14,0	233.400	16,90	14,0	237.000	16,96	14,0	244.600	16,95	14,0	237.900	16,98
				16,0	233.200	16,89	16,0	233.400	16,89	16,0	237.000	16,94	16,0	244.600	16,94	16,0	238.100	16,97
				18,0	233.200	16,88	18,0	233.300	16,88	18,0	236.900	16,93	18,0	244.400	16,93	18,0	237.900	16,96
				20,0	233.600	16,88	20,0	233.200	16,88	20,0	236.900	16,93	20,0	244.400	16,92	20,0	238.000	16,95
				22,0	233.800	16,88	22,0	233.300	16,89	22,0	237.000	16,93	22,0	244.500	16,93	22,0	238.000	16,95
				24,0	233.900	16,90	24,0	233.200	16,90	24,0	236.800	16,94	24,0	244.400	16,94	24,0	237.900	16,96
				26,0	234.000	16,91	26,0	233.100	16,91	26,0	236.800	16,95	26,0	244.200	16,94	26,0	237.900	16,97
				28,0	234.200	16,92	28,0	233.000	16,92	28,0	236.700	16,95	28,4	244.200	16,95	28,0	237.800	16,97
				30,0	234.400	16,94	30,0	233.000	16,95	30,0	236.800	16,98	30,0	244.200	16,98	30,0	237.900	17,00
				32,0	234.500	16,96	32,0	233.000	16,96	32,0	236.800	17,00	32,0	244.200	16,99	32,0	237.900	17,02
				34,0	234.800	17,02	34,0	233.000	17,04	34,0	236.800	17,02	34,0	244.200	17,04	34,0	238.000	17,07
				36,0	235.000	17,08	36,0	233.100	17,00	36,0	236.800	17,10	36,0	244.200	17,10	36,0	238.000	17,12
				37,0	235.100	17,11	37,0	233.100	17,09	37,0	236.800	17,13	37,0	244.200	17,12	37,0	238.000	17,15

Nota: Medición de mayo se realiza para cumplir con la frecuencia de medición para el trimestre.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra la descripción de los resultados obtenidos durante las campañas del año 2021, en conjunto con su representación gráfica y comparación con el registro histórico de los puntos del sector Peine. En los gráficos presentados para el registro histórico anual las series se separan en trimestres para una mejor representación.

En general se observa una mayor dispersión durante los años 2013, 2014 y 2015 en el registro histórico, debido a la utilización de un equipo con baja precisión para la medición de conductividad eléctrica en medios de alta salinidad.

5.7.2.1 MP-07C-1

Debido a que el punto MP-07C, de 101,5 m de profundidad, fue instalado en el año 2016 y no interceptó la cuña salina, se reemplazó por el punto MP-07C-1, 42,5 m más profundo, el cual permitió determinar que la interfase salina se ubica a partir de los 100 m de profundidad.

Tanto en el registro para el año 2021 (Figura 5-79), como en el registro histórico (Figura 5-80), se observa un notorio aumento escalonado en dos etapas de la conductividad eléctrica desde los 65 m de profundidad, con valores entre 100.000 y 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por aproximadamente 35 m. A aproximadamente 100 m de profundidad, se registran valores de conductividad eléctrica mayores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, característicos para salmuera. No se observan cambios en la posición de la interfase salina en el registro histórico.

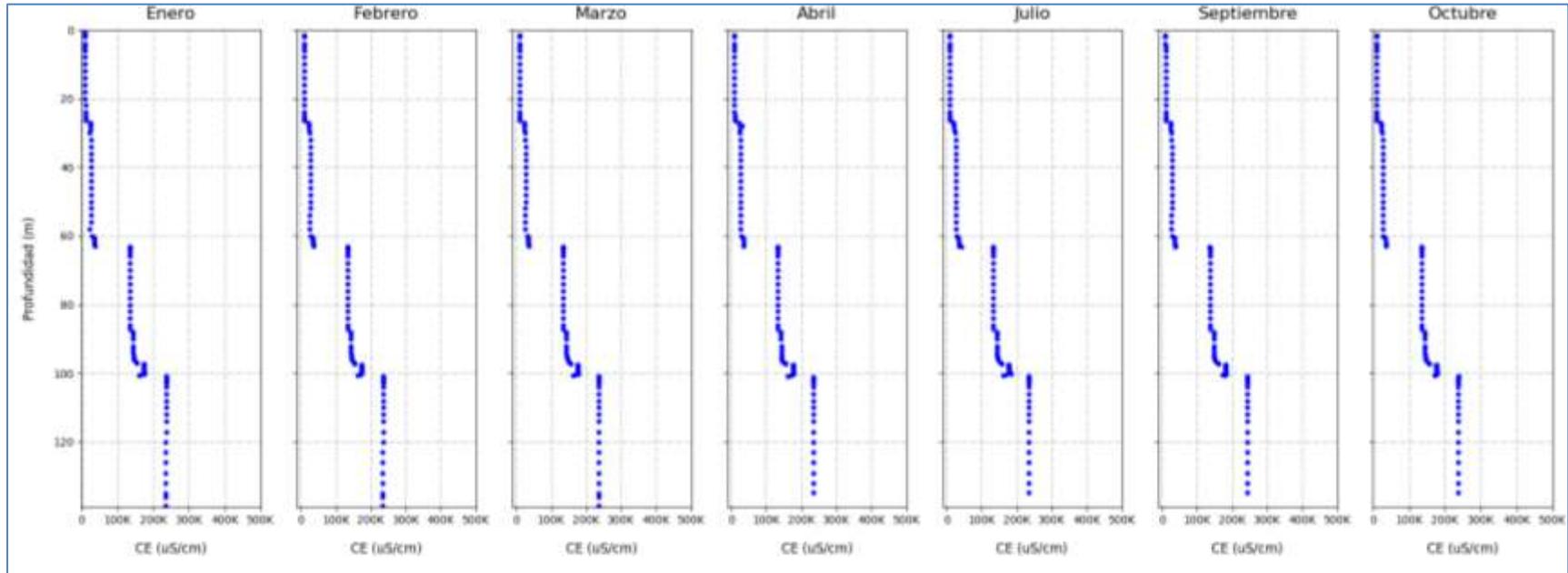
Durante el primer y segundo trimestre del año 2018, no se pudo registrar la posición de la Interfase Salina por el rango de medición del equipo utilizado (Solinst), el cual tiene un límite de detección de 80.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.7.2.2 MPS-AC

En el punto MPS-AC, ubicado en el entorno del sistema Peine, las medidas de las campañas del 2021 identifican la posición de la interfase salina a través del aumento gradual de la conductividad eléctrica entre los 3 y 5 m de profundidad, alcanzando alrededor de 230.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5-81).

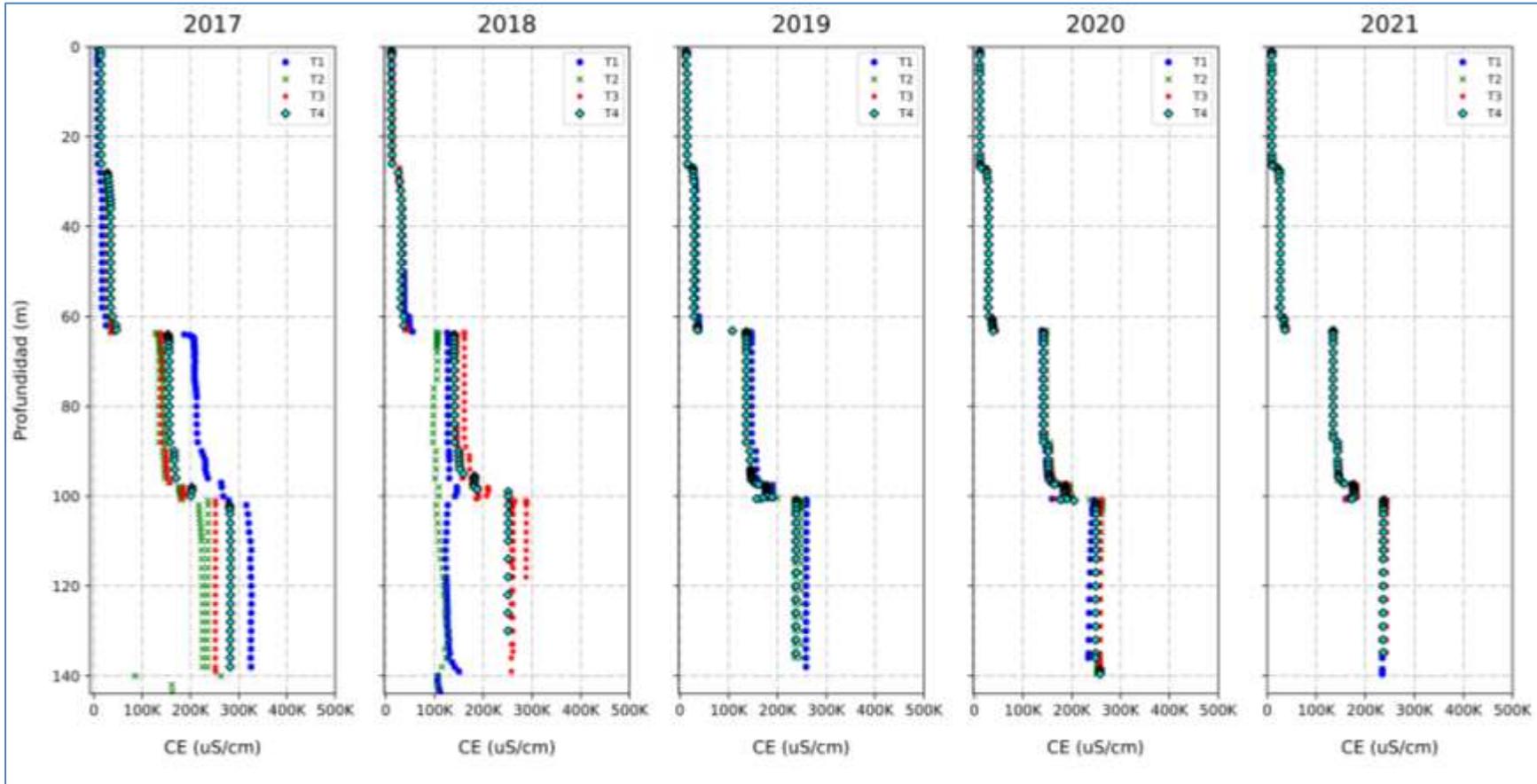
En la Figura 5-82 se observa en los registros histórico que la profundidad del nivel de la Interfase Salina no ha variado durante el período de registro, manteniéndose entre los 3 m y 5 m de profundidad.

Figura 5-79 Perfiles de C.E. en el punto MP-07C-1 año 2021



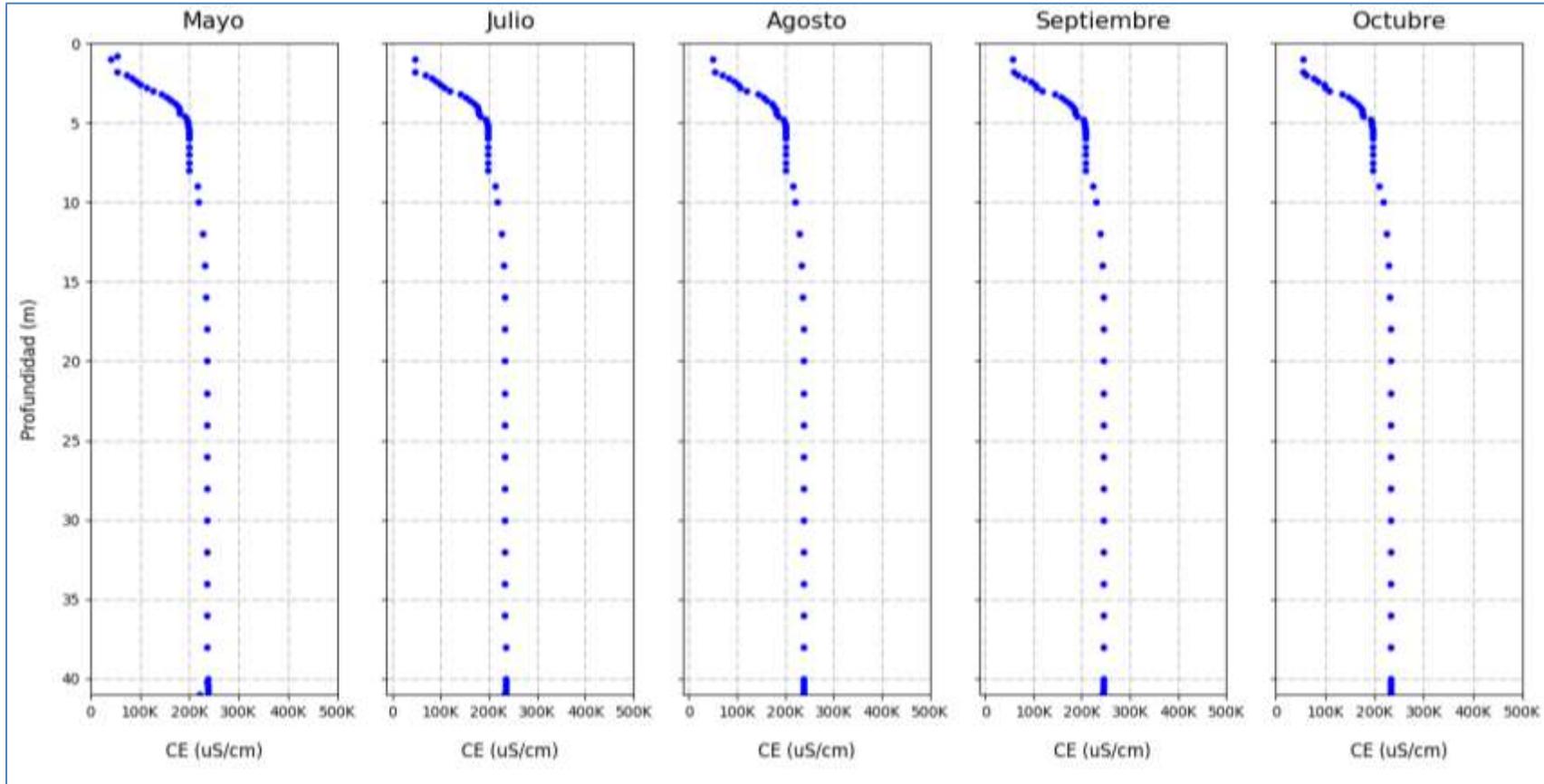
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-80 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-07C-1



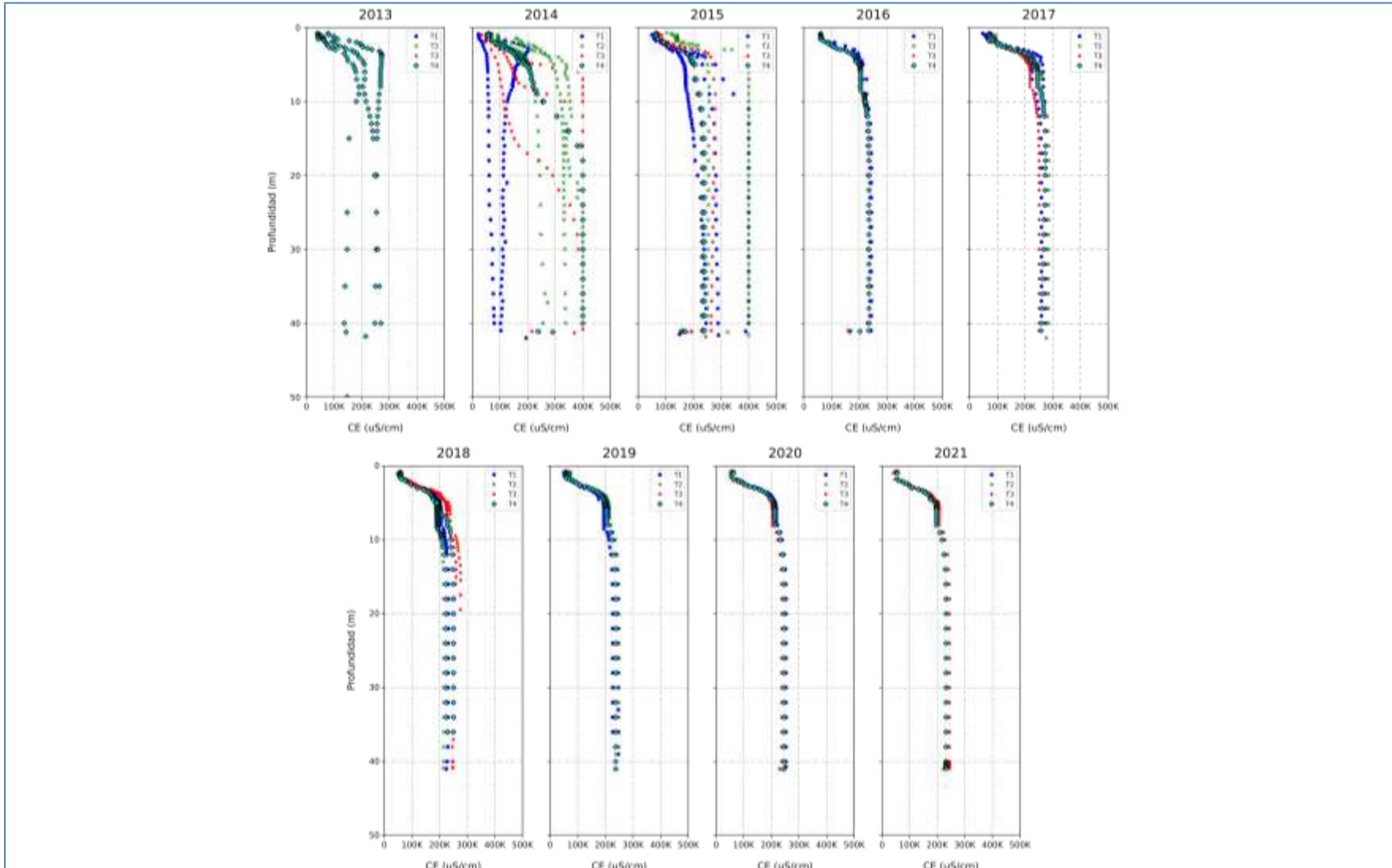
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-81 Perfiles de C.E. en el punto MPS-AC año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-82 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-AC



Fuente: Elaboración propia

5.7.2.3 MPS-CC

En la Figura 5-83 se muestra el resultado de las campañas durante el año 2021. La interfase salina se observa entre los 3 y 5 m, con un comportamiento similar que el pozo MPS-AC. El registro histórico muestra una interfase en una posición estable, entre 3 y 5 m (Figura 5-84). Los puntos MPS-AC y MPS-CC corresponden a los más cercanos al núcleo del salar en el sector Peine, donde se encuentra la interfase salina a una profundidad somera.

Destaca la alta conductividad eléctrica registrada en profundidades más someras desde el inicio del pozo, con agua salobre de conductividad eléctrica desde los 150.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

5.7.2.4 PP-01

Durante el año 2021 el punto PP-01 muestra cuatro aumentos escalonados de conductividad eléctrica hasta los aproximadamente 80 m de profundidad, al igual que su comportamiento histórico. El comportamiento de este pozo se ha mantenido relativamente estable durante el registro histórico (Figura 5-85), con una leve someración del inicio de los registros de conductividad mayores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante los años 2020 y 2021.

5.7.2.5 PP-02

En la Figura 5-87 se muestran los resultados de los perfiles realizados durante el 2021 para el punto PP-02. La zona de cambio de conductividades eléctricas se presenta entre los 20 a 67 m de profundidad, con un aumento más pronunciado entre los 60 y 67 m, desde dónde se registran valores superiores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

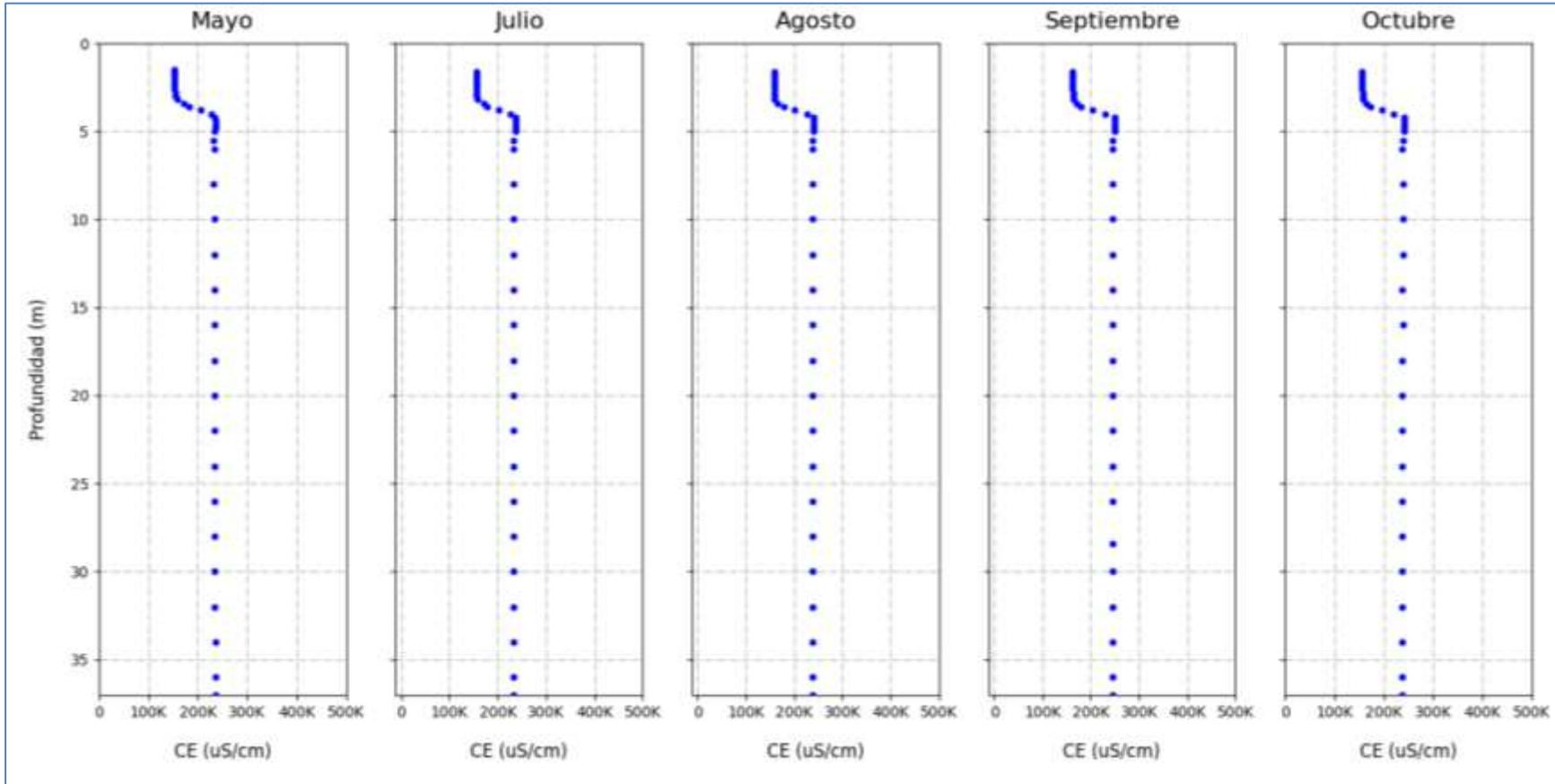
En la Figura 5-88, se presentan los registros históricos desde el año 2016 al año 2021, donde es posible apreciar que la posición de la interfase salina no ha tenido variaciones importantes.

5.7.2.6 PP-03

Las campañas de 2021 de perfiles de conductividad en el punto PP-03 muestran que la interfase salina se presenta desde los 90 hasta 110 m de profundidad, donde la conductividad eléctrica aumenta de manera gradual a valores por sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5-89).

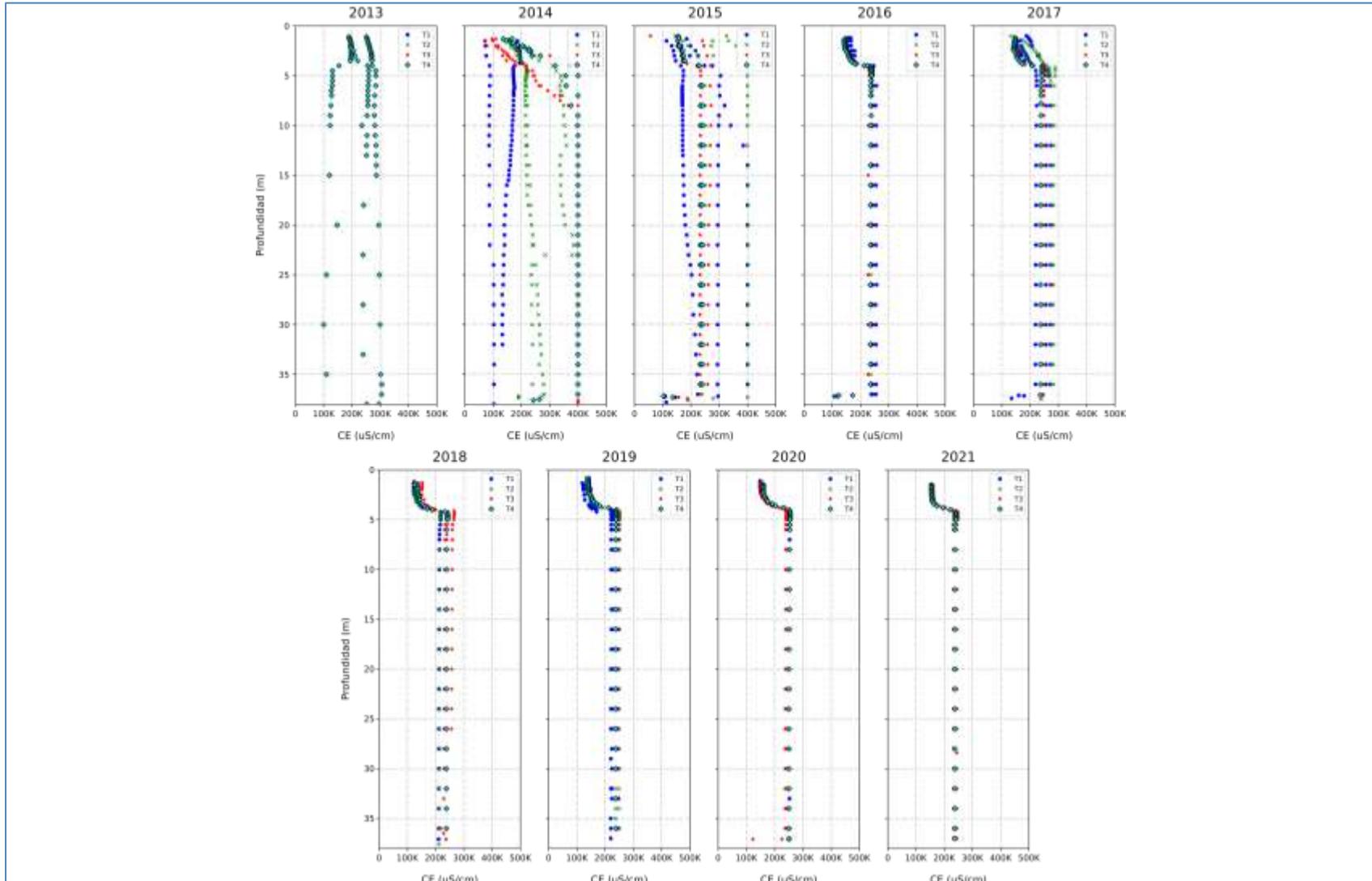
El registro histórico no muestra variaciones en la posición de la interfase salina durante el período de registro (Figura 5-90).

Figura 5-83 Perfiles de C.E. en el punto MPS-CC año 2021



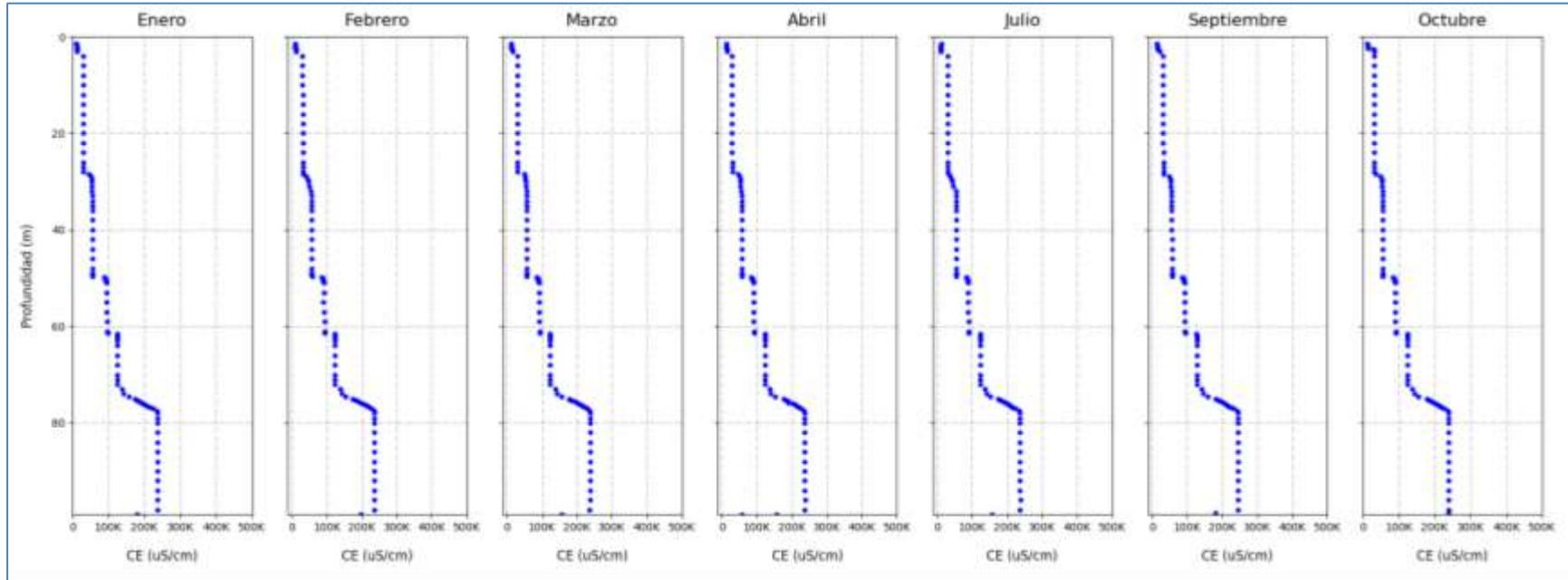
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-84 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MPS-CC



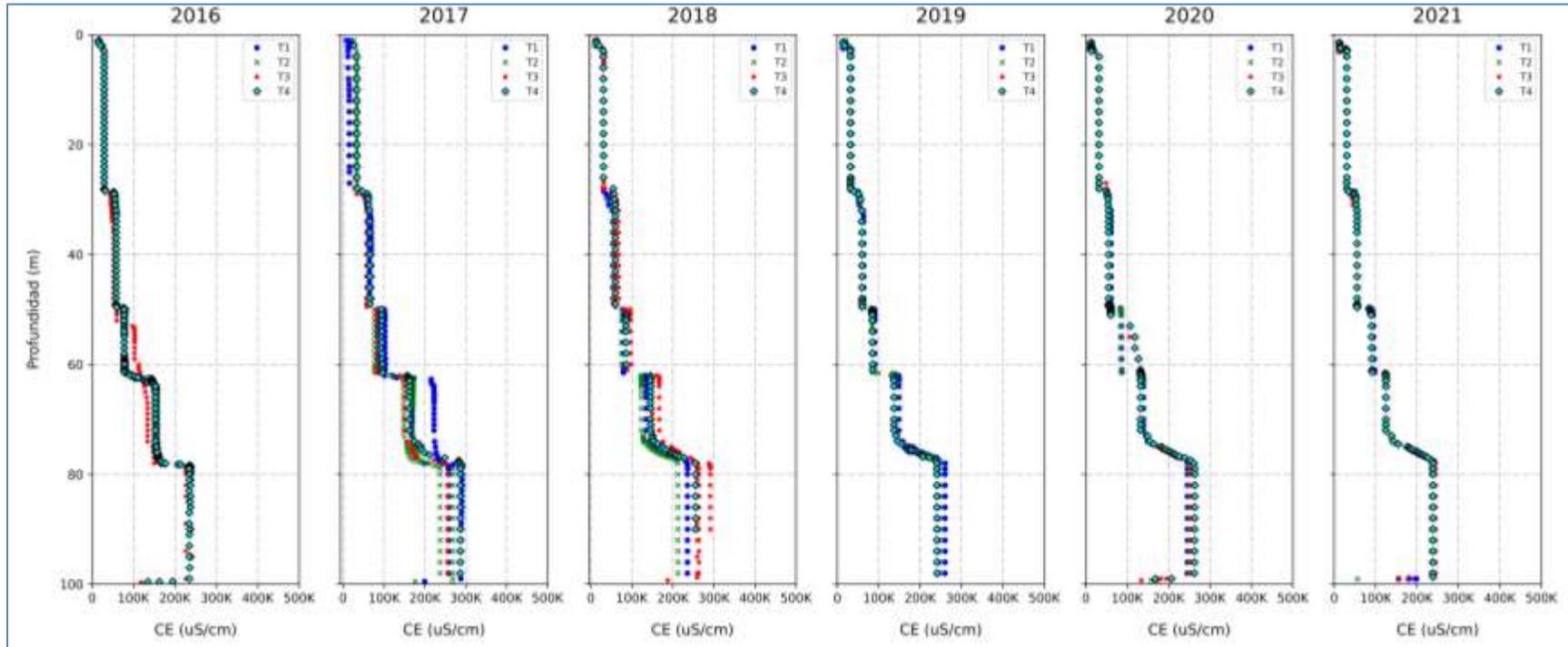
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-85 Perfiles de C.E. en el punto PP-01 año 2021



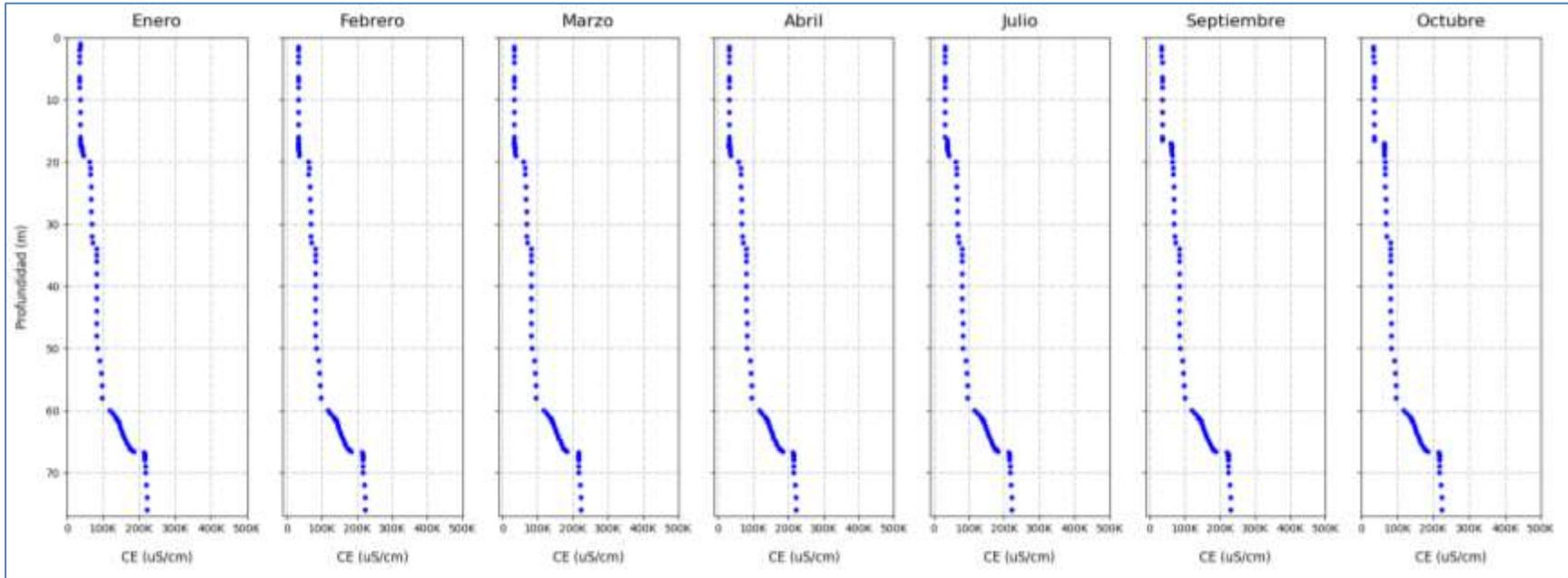
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-86 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-01



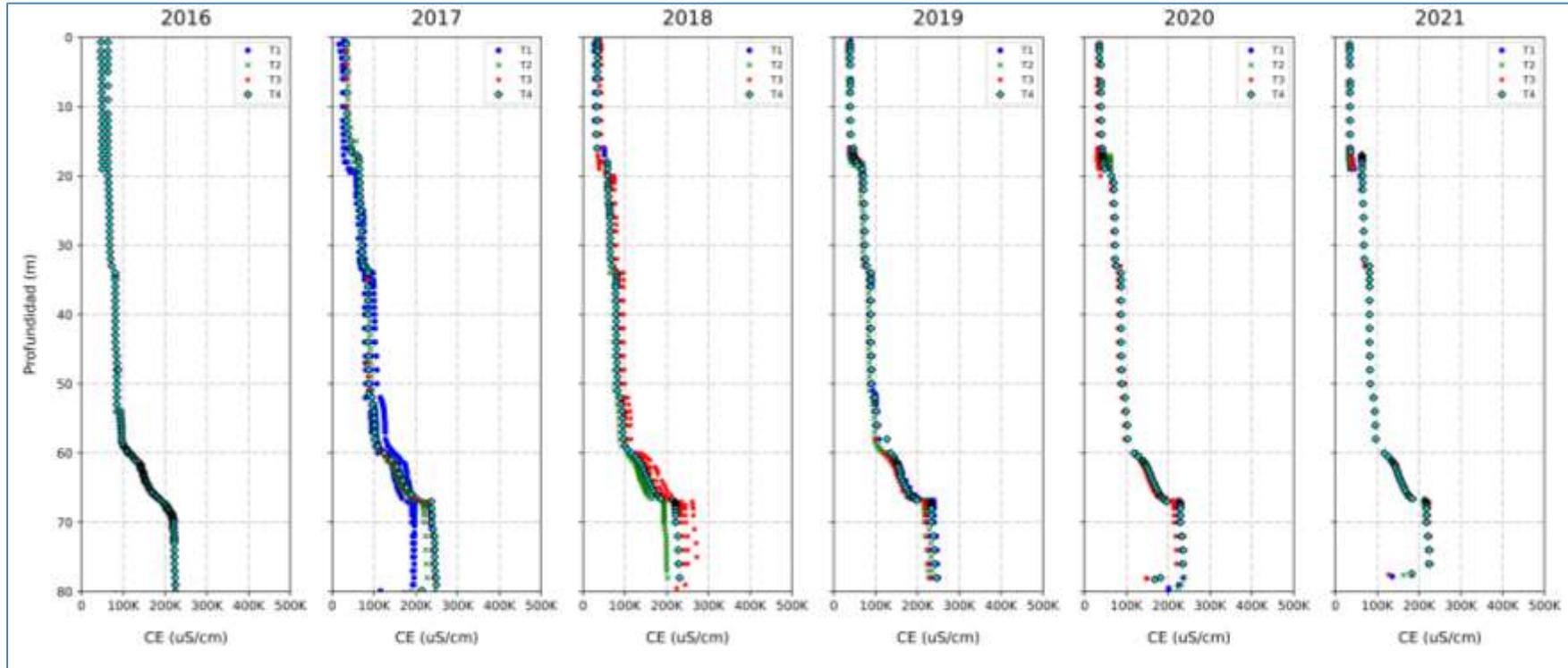
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-87 Perfiles de C.E. en el punto PP-02 año 2021



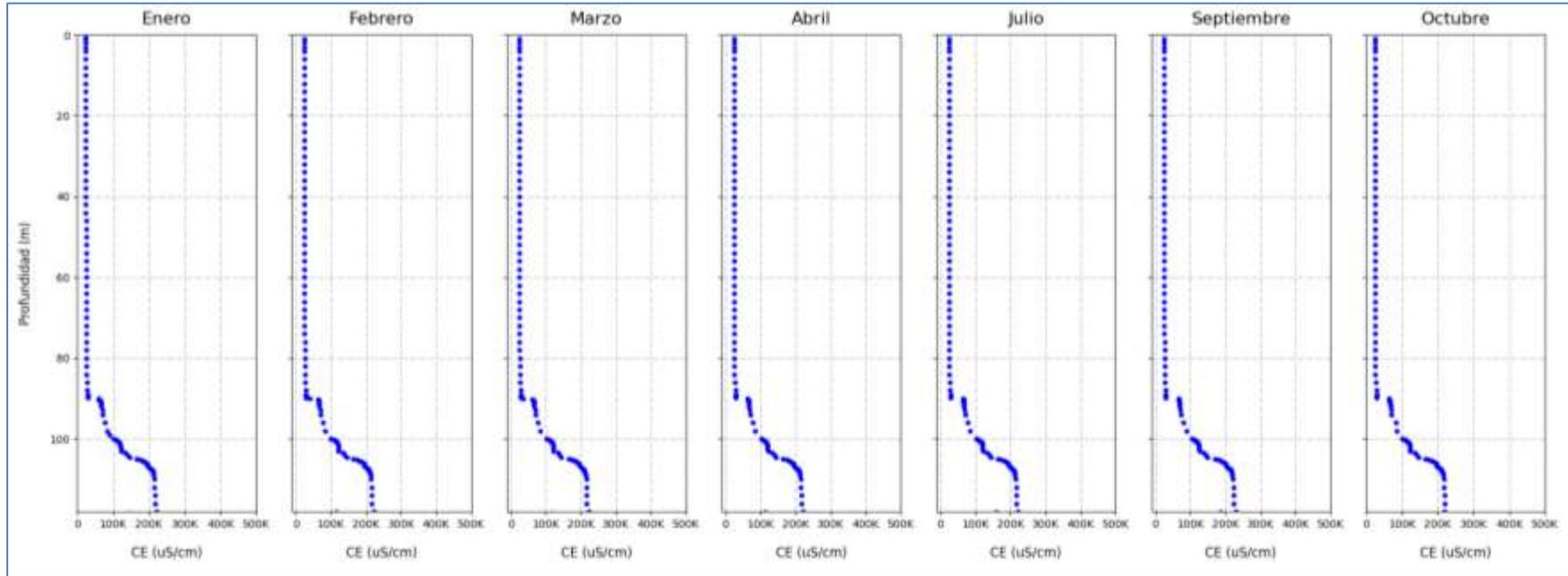
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-88 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-02



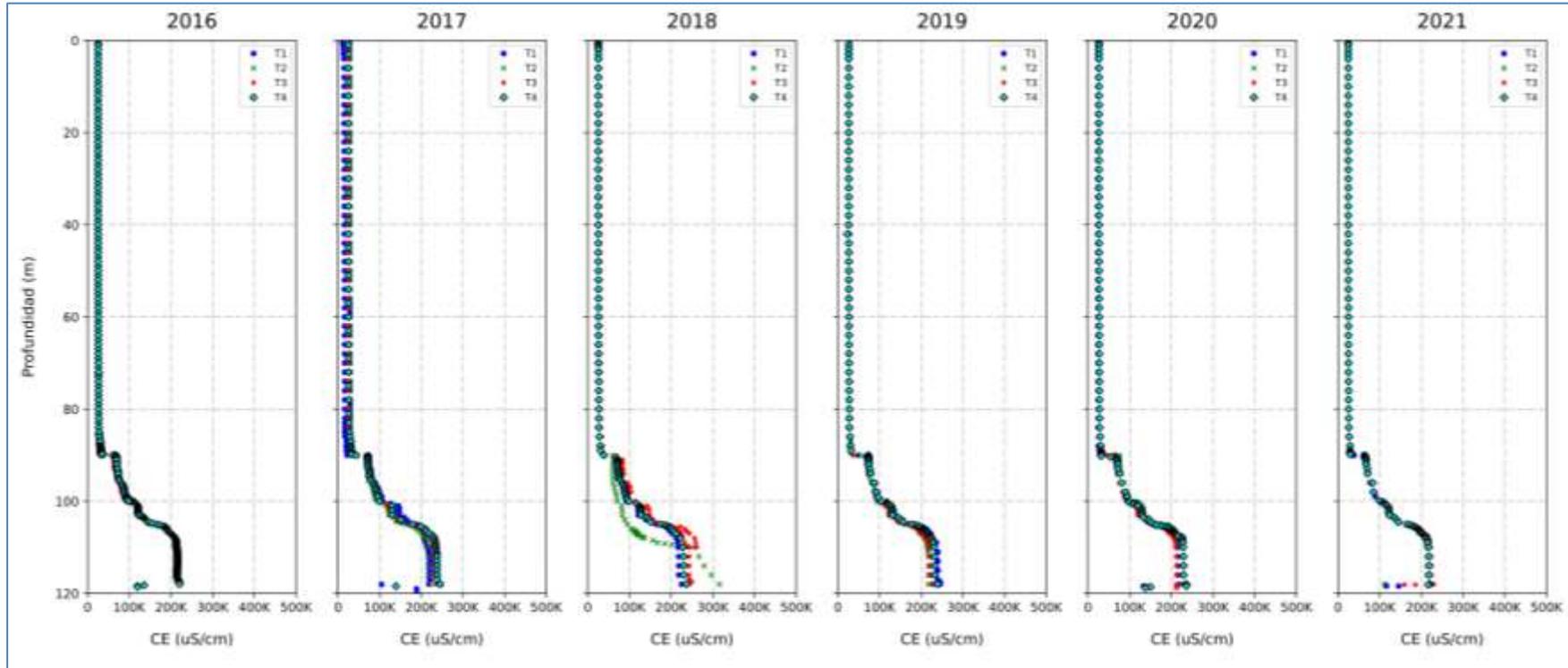
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-89 Perfiles de C.E. en el punto PP-03 año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-90 Perfiles Históricos de C.E. en el punto PP-03

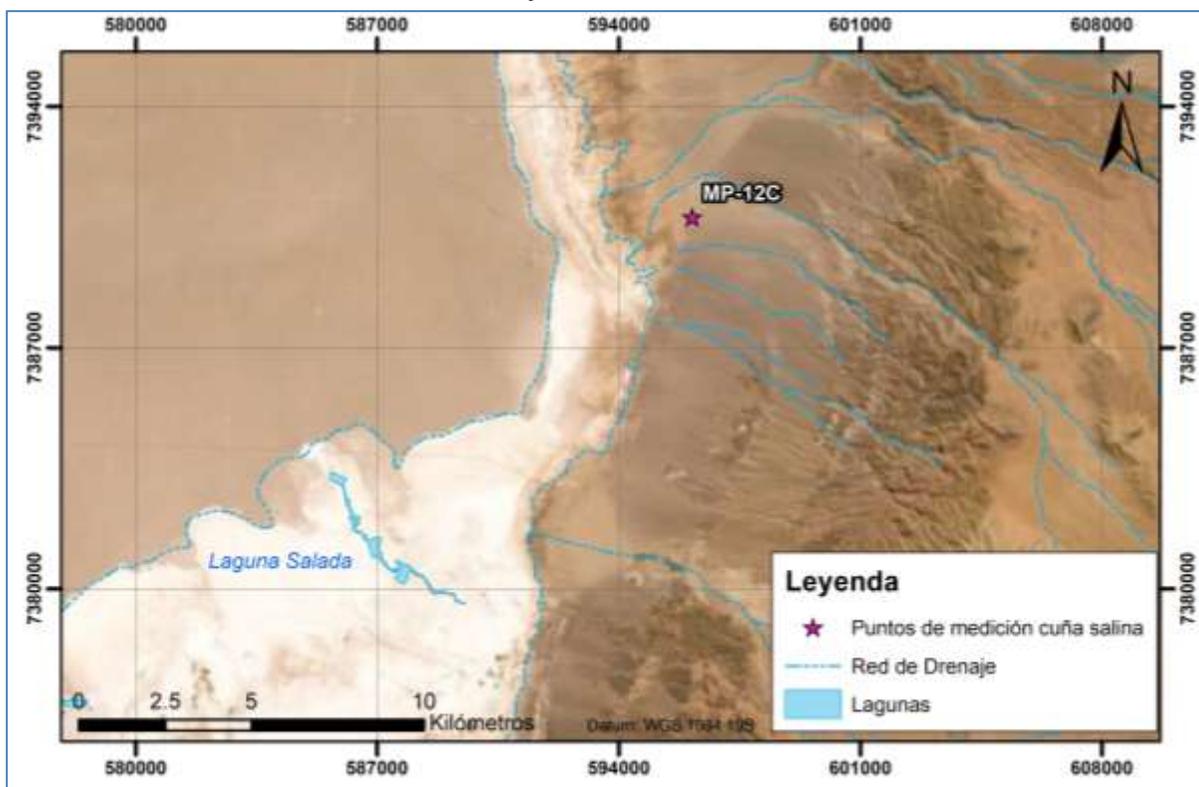


Fuente: Elaboración propia

5.7.3 Sector Norte y Borde Este

En la Figura 5-91 se muestra la ubicación del punto comprometido para la medición de perfiles de conductividad eléctrica en el Norte y Borde Este, el cual corresponde al punto MP-12C.

Figura 5-91 Ubicación puntos de medición de perfiles de conductividad eléctrica, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los registros de profundidad, conductividad eléctrica y temperatura obtenidos durante las campañas realizadas en el año 2021.

5.7.3.1 MP-12C

En la Figura 5-92 se observa los resultados para las campañas de medición de perfiles de conductividad eléctrica para el año 2021. Se observa un aumento gradual en la conductividad eléctrica entre los 50 m hasta los 70 llegando a valores superiores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alrededor de los 70 m de profundidad. Los valores históricos muestran que la interfase salina se ha mantenido constante desde la perforación del pozo (Figura 5-93).

Tabla 5-44 Resultados Perfilajes de C.E. punto MP-12C campañas año 2021

MP-12C																							
Fecha de Campaña																							
22-01-2021			19-02-2021			14-03-2021			06-04-2021			30-07-2021			07-08-2021			22-09-2021			08-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
10,2	6.777	22,64	10,2	6.389	22,69	10,2	6.279	22,43	10,2	6.145	22,46	10,2	5.300	22,69	10,2	5.675	22,27	10,2	5.351	22,78	10,2	5.367	22,50
10,5	6.782	22,64	10,5	6.390	22,64	10,5	6.282	22,52	10,5	6.151	22,55	10,5	5.344	22,70	10,5	5.712	22,47	10,5	5.400	22,78	10,5	5.401	22,65
11,0	7.146	22,65	11,0	6.699	22,64	11,0	6.689	22,62	11,0	6.577	22,61	11,0	5.812	22,69	11,0	5.981	22,67	11,0	5.652	22,77	11,0	5.776	22,73
12,0	7.647	22,68	12,0	7.513	22,67	12,0	7.515	22,66	12,0	7.518	22,66	12,0	6.905	22,68	12,0	7.011	22,67	12,0	6.842	22,76	12,0	6.687	22,74
14,0	9.158	22,70	14,0	9.168	22,70	14,0	9.385	22,69	14,0	9.425	22,69	14,0	9.261	22,70	14,0	9.173	22,70	14,0	9.485	22,75	14,0	9.238	22,75
16,0	9.385	22,74	16,0	9.445	22,73	16,0	9.634	22,73	16,0	9.704	22,73	16,0	9.555	22,73	16,0	9.557	22,75	16,0	9.835	22,78	16,0	9.621	22,78
18,0	9.667	22,77	18,0	9.845	22,76	18,0	10.120	22,76	18,0	10.140	22,76	18,0	9.802	22,76	18,0	9.947	22,72	18,0	10.150	22,80	18,0	10.810	22,80
20,0	11.040	22,81	20,0	11.070	22,80	20,0	11.140	22,80	20,0	11.520	22,80	20,0	10.790	22,80	20,0	11.140	22,81	20,0	11.270	22,84	20,0	11.200	22,84
22,0	17.690	22,85	22,0	17.160	22,84	22,0	17.550	22,82	22,0	17.550	22,84	22,0	11.620	22,80	22,0	17.440	22,84	22,0	17.370	22,88	22,0	17.160	22,88
22,5	17.720	22,86	22,5	17.200	22,85	22,5	17.560	22,85	22,5	17.620	22,85	22,5	15.806	22,82	22,5	17.530	22,86	22,5	17.420	22,89	22,5	17.190	22,89
23,0	17.740	22,88	23,0	17.810	22,86	23,0	17.790	22,86	23,0	17.870	22,86	23,0	17.230	22,85	23,0	17.550	22,86	23,0	17.640	22,90	23,0	17.210	22,89
24,0	20.660	22,89	24,0	22.400	22,88	24,0	22.560	22,88	24,0	22.750	22,89	24,0	20.920	22,87	24,0	20.760	22,89	24,0	22.500	22,92	24,0	20.090	22,91
25,0	25.480	22,91	25,0	25.330	22,90	25,0	25.890	22,89	25,0	26.100	22,94	25,0	25.630	22,89	25,0	25.520	22,90	25,0	26.310	22,94	25,0	25.490	22,93
26,0	27.800	22,94	26,0	27.750	22,92	26,0	28.220	22,92	26,0	28.370	22,92	26,0	27.600	22,92	26,0	27.660	22,93	26,0	28.370	22,96	26,0	27.650	22,95
27,0	30.120	22,97	27,0	30.430	22,95	27,0	30.570	22,94	27,0	31.120	22,95	27,0	30.260	22,94	27,0	30.300	22,96	27,0	31.080	22,98	27,0	30.400	22,98
28,0	31.700	22,99	28,0	37.830	22,97	28,0	32.460	22,97	28,0	32.650	22,97	28,0	31.680	22,97	28,0	31.720	22,98	28,0	32.400	23,01	28,0	31.560	23,00
30,0	34.570	23,02	30,0	34.440	23,01	30,0	35.200	23,00	30,0	35.440	23,01	30,0	33.970	23,00	30,0	34.320	23,02	30,0	34.730	23,05	30,0	33.910	23,05
32,0	36.390	23,07	32,0	36.570	23,05	32,0	37.110	23,05	32,0	37.840	23,06	32,0	35.590	23,05	32,0	35.090	23,06	32,0	36.190	23,09	32,0	35.220	23,09
34,0	46.100	23,11	34,0	46.180	23,09	34,0	47.100	23,09	34,0	46.290	23,10	34,0	43.890	23,09	34,0	43.830	23,10	34,0	44.530	23,14	34,0	43.350	23,13
35,0	48.220	23,13	35,0	48.830	23,12	35,0	49.500	23,11	35,0	50.040	23,12	35,0	47.890	23,11	35,0	47.850	23,12	35,0	48.790	23,16	35,0	47.390	23,14
36,0	52.490	23,16	36,0	52.360	23,14	36,0	53.020	23,13	36,0	53.670	23,14	36,0	51.730	23,13	36,0	52.030	23,15	36,0	52.720	23,18	36,0	51.240	23,17

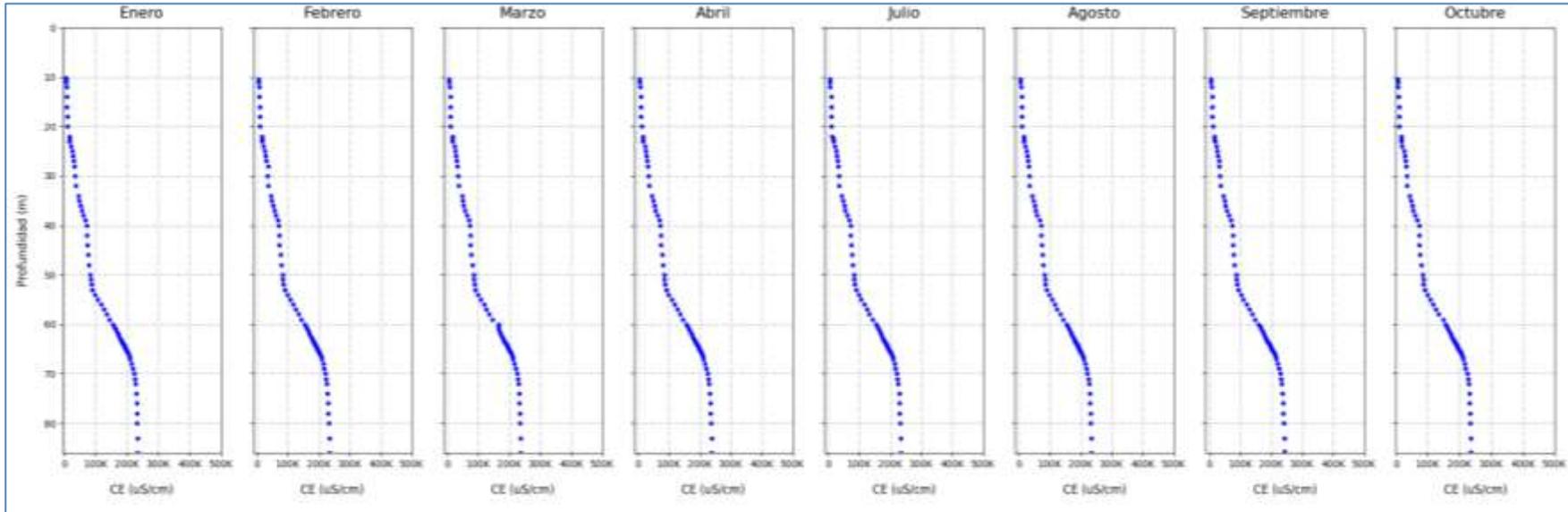
MP-12C																							
Fecha de Campaña																							
22-01-2021			19-02-2021			14-03-2021			06-04-2021			30-07-2021			07-08-2021			22-09-2021			08-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
37,0	55.780	23,17	37,0	56.230	23,16	37,0	57.220	23,15	37,0	57.400	23,16	37,0	54.960	23,15	37,0	55.490	23,17	37,0	55.510	23,20	37,0	54.460	23,19
38,0	61.210	23,20	38,0	62.090	23,18	38,0	62.790	23,18	38,0	62.790	23,18	38,0	60.940	23,18	38,0	59.810	23,19	38,0	62.080	23,22	38,0	60.190	23,21
39,0	67.460	23,22	39,0	68.050	23,21	39,0	69.000	23,21	39,0	69.300	23,23	39,0	67.890	23,21	39,0	67.140	23,22	39,0	69.330	23,24	39,0	67.190	23,24
40,0	71.200	23,24	40,0	71.180	23,23	40,0	72.370	23,23	40,0	72.690	23,23	40,0	71.980	23,23	40,0	71.620	23,24	40,0	74.440	23,27	40,0	72.410	23,26
42,0	72.120	23,29	42,0	72.140	23,27	42,0	73.470	23,27	42,0	73.860	23,32	42,0	73.050	23,26	42,0	73.200	23,28	42,0	75.310	23,30	42,0	73.450	23,31
44,0	73.440	23,35	44,0	73.460	23,33	44,0	74.820	23,33	44,0	75.220	23,33	44,0	73.960	23,32	44,0	74.180	23,34	44,0	76.070	23,36	44,0	74.200	23,36
46,0	76.010	23,40	46,0	76.040	23,38	46,0	77.430	23,39	46,0	77.870	23,39	46,0	76.290	23,38	46,0	76.310	23,39	46,0	78.530	23,41	46,0	76.540	23,40
48,0	79.470	23,46	48,0	79.200	23,43	48,0	80.540	23,43	48,0	80.880	23,44	48,0	79.000	23,43	48,0	79.040	23,44	48,0	81.300	23,47	48,0	79.410	23,47
50,0	83.700	23,50	50,0	83.630	23,49	50,0	84.830	23,48	50,0	84.860	23,48	50,0	83.560	23,47	50,0	83.350	23,50	50,0	86.410	23,53	50,0	84.140	23,52
51,0	84.830	23,53	51,0	84.600	23,50	51,0	86.000	23,51	51,0	86.090	23,49	51,0	84.490	23,50	51,0	84.820	23,52	51,0	87.520	23,55	51,0	85.500	23,55
52,0	86.770	23,55	52,0	86.660	23,54	52,0	87.470	23,53	52,0	87.480	23,53	52,0	86.190	23,53	52,0	86.580	23,54	52,0	89.430	23,57	52,0	87.290	23,57
53,0	89.710	23,57	53,0	89.340	23,56	53,0	90.720	23,56	53,0	91.220	23,56	53,0	89.370	23,55	53,0	90.840	23,57	53,0	92.980	23,60	53,0	91.150	23,59
54,0	99.020	23,61	54,0	99.410	23,59	54,0	99.790	23,59	54,0	99.880	23,59	54,0	99.270	23,58	54,0	99.060	23,61	54,0	102.200	23,62	54,0	99.430	23,62
55,0	107.500	23,64	55,0	106.900	23,62	55,0	108.600	23,62	55,0	108.900	23,62	55,0	106.200	23,61	55,0	107.000	23,63	55,0	110.200	23,65	55,0	107.200	23,65
56,0	117.300	23,66	56,0	116.900	23,65	56,0	118.500	23,64	56,0	118.300	23,65	56,0	116.300	23,64	56,0	116.300	23,66	56,0	120.000	23,68	56,0	117.200	23,68
57,0	126.000	23,68	57,0	125.600	23,67	57,0	126.600	23,66	57,0	127.300	23,68	57,0	124.700	23,66	57,0	123.100	23,68	57,0	129.000	23,70	57,0	125.600	23,70
58,0	134.700	23,71	58,0	133.800	23,69	58,0	135.200	23,69	58,0	136.000	23,69	58,0	132.800	23,68	58,0	133.800	23,71	58,0	137.800	23,73	58,0	134.800	23,72
59,0	143.800	23,74	59,0	143.200	23,72	59,0	145.200	23,71	59,0	145.400	23,72	59,0	143.300	23,71	59,0	143.200	23,74	59,0	148.100	23,76	59,0	149.900	23,76
60,0	155.000	23,77	60,0	154.700	23,76	60,0	165.200	23,75	60,0	156.500	23,75	60,0	154.100	23,75	60,0	154.300	23,76	60,0	159.000	23,78	60,0	154.700	23,78
60,5	159.900	23,79	60,5	158.800	23,76	60,5	165.200	23,77	60,5	161.900	23,77	60,5	159.000	23,77	60,5	159.000	23,78	60,5	164.300	23,80	60,5	160.600	23,80
61,0	163.800	23,80	61,0	163.400	23,79	61,0	165.000	23,78	61,0	165.400	23,79	61,0	162.600	23,78	61,0	163.000	23,80	61,0	168.000	23,81	61,0	164.200	23,81
61,5	168.400	23,82	61,5	167.800	23,80	61,5	169.600	23,80	61,5	170.200	23,80	61,5	167.000	23,80	61,5	167.500	23,81	61,5	172.900	23,83	61,5	168.700	23,83

MP-12C																							
Fecha de Campaña																							
22-01-2021			19-02-2021			14-03-2021			06-04-2021			30-07-2021			07-08-2021			22-09-2021			08-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
62,0	171.500	23,83	62,0	170.800	23,82	62,0	173.000	23,82	62,0	173.600	23,82	62,0	170.200	23,81	62,0	170.600	23,83	62,0	176.400	23,85	62,0	172.300	23,85
62,5	175.000	23,85	62,5	174.400	23,84	62,5	176.600	23,83	62,5	176.800	23,83	62,5	174.400	23,82	62,5	174.000	23,84	62,5	180.100	23,87	62,5	176.000	23,86
63,0	179.000	23,86	63,0	178.200	23,84	63,0	180.400	23,84	63,0	180.600	23,84	63,0	177.600	23,84	63,0	178.000	23,86	63,0	183.700	23,88	63,0	179.700	23,88
63,2	180.700	23,87	63,2	180.000	23,85	63,2	182.000	23,85	63,2	182.600	23,86	63,2	179.300	23,84	63,2	180.000	23,86	63,2	185.400	23,89	63,2	181.100	23,89
63,4	182.600	23,87	63,4	182.000	23,86	63,4	184.000	23,86	63,4	184.400	23,86	63,4	181.100	23,85	63,4	181.500	23,87	63,4	187.700	23,89	63,4	182.800	23,89
63,6	184.300	23,88	63,6	183.600	23,86	63,6	186.200	23,86	63,6	186.500	23,86	63,6	183.700	23,86	63,6	183.300	23,87	63,6	190.000	23,90	63,6	185.600	23,89
63,8	186.400	23,88	63,8	185.900	23,87	63,8	187.600	23,86	63,8	188.400	23,87	63,8	184.700	23,86	63,8	185.500	23,88	63,8	191.900	23,91	63,8	187.200	23,89
64,0	187.600	23,89	64,0	187.500	23,87	64,0	189.800	23,87	64,0	189.900	23,87	64,0	187.000	23,86	64,0	187.500	23,88	64,0	193.400	23,91	64,0	188.800	23,91
64,2	189.600	23,89	64,2	188.700	23,87	64,2	191.300	23,87	64,2	192.000	23,88	64,2	188.600	23,87	64,2	188.800	23,89	64,2	195.100	23,92	64,2	190.600	23,91
64,4	191.200	23,90	64,4	190.500	23,88	64,4	193.200	23,88	64,4	193.700	23,88	64,4	190.200	23,88	64,4	190.600	23,90	64,4	196.800	23,92	64,4	192.100	23,91
64,6	192.900	23,90	64,6	192.000	23,89	64,6	194.700	23,89	64,6	195.700	23,89	64,6	191.700	23,88	64,6	192.200	23,90	64,6	198.800	23,92	64,6	193.700	23,92
64,8	194.500	23,91	64,8	193.600	23,89	64,8	196.000	23,89	64,8	196.700	23,89	64,8	193.100	23,89	64,8	193.800	23,91	64,8	200.300	23,93	64,8	195.300	23,92
65,0	196.200	23,91	65,0	195.500	23,90	65,0	198.000	23,90	65,0	198.400	23,90	65,0	194.800	23,89	65,0	194.100	23,91	65,0	201.600	23,93	65,0	196.900	23,93
65,2	197.800	23,92	65,2	197.100	23,90	65,2	199.400	23,90	65,2	200.200	23,91	65,2	196.600	23,89	65,2	197.000	23,91	65,2	203.500	23,93	65,2	198.600	23,93
65,4	199.300	23,92	65,4	198.700	23,91	65,4	201.100	23,91	65,4	201.800	23,91	65,4	198.300	23,90	65,4	198.600	23,92	65,4	205.400	23,94	65,4	200.200	23,94
65,6	201.200	23,93	65,6	200.500	23,91	65,6	202.900	23,91	65,6	203.300	23,91	65,6	200.300	23,91	65,6	200.300	23,93	65,6	207.100	23,94	65,6	202.300	23,94
65,8	203.100	23,93	65,8	202.100	23,92	65,8	204.600	23,92	65,8	205.400	23,92	65,8	201.300	23,91	65,8	201.700	23,93	65,8	208.400	23,95	65,8	204.400	23,95
66,0	204.700	23,94	66,0	204.200	23,92	66,0	206.500	23,92	66,0	206.900	23,92	66,0	203.000	23,91	66,0	204.000	23,94	66,0	211.000	23,95	66,0	205.800	23,95
66,5	207.900	23,95	66,5	207.100	23,93	66,5	209.700	23,93	66,5	210.200	23,93	66,5	207.000	23,93	66,5	207.200	23,95	66,5	214.000	23,97	66,5	209.300	23,97
67,0	210.200	23,96	67,0	209.400	23,95	67,0	212.200	23,95	67,0	212.700	23,95	67,0	209.200	23,95	67,0	209.580	23,96	67,0	216.800	23,98	67,0	211.500	23,98
68,0	214.200	24,00	68,0	213.500	23,98	68,0	216.300	23,98	68,0	216.600	23,95	68,0	213.400	23,97	68,0	213.600	23,99	68,0	220.800	24,01	68,0	215.500	24,00
69,0	218.000	24,02	69,0	217.100	24,00	69,0	220.100	24,00	69,0	220.600	23,99	69,0	217.200	23,99	69,0	217.500	24,01	69,0	224.900	24,04	69,0	219.500	24,03

MP-12C																							
Fecha de Campaña																							
22-01-2021			19-02-2021			14-03-2021			06-04-2021			30-07-2021			07-08-2021			22-09-2021			08-10-2021		
Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)	Prof (m)	C.E. (µS/cm)	TEMP (°C)
70,0	222.100	24,05	70,0	221.200	24,03	70,0	224.300	24,03	70,0	224.700	24,02	70,0	221.400	24,03	70,0	221.700	24,05	70,0	228.900	24,06	70,0	223.900	24,06
71,0	224.800	24,07	71,0	223.800	24,06	71,0	227.100	24,06	71,0	227.400	24,03	71,0	224.000	24,05	71,0	224.500	24,06	71,0	232.000	24,09	71,0	226.400	24,09
72,0	226.700	24,11	72,0	225.900	24,09	72,0	229.000	24,09	72,0	229.300	24,08	72,0	226.000	24,08	72,0	226.400	24,10	72,0	234.000	24,10	72,0	228.300	24,12
74,0	229.200	24,16	74,0	228.400	24,14	74,0	231.800	24,12	74,0	232.200	24,15	74,0	228.800	24,12	74,0	229.000	24,15	74,0	236.900	24,17	74,0	231.200	24,15
76,0	230.500	24,21	76,0	229.700	24,20	76,0	233.000	24,19	76,0	233.400	24,20	76,0	229.800	24,18	76,0	230.200	24,21	76,0	238.000	24,22	76,0	232.200	24,21
78,0	231.000	24,27	78,0	230.300	24,25	78,0	233.500	24,25	78,0	234.300	24,20	78,0	230.600	24,24	78,0	230.900	24,27	78,0	238.900	24,27	78,0	233.100	24,27
80,0	232.400	24,32	80,0	231.600	24,30	80,0	234.900	24,31	80,0	235.500	24,26	80,0	232.000	24,29	80,0	232.300	24,32	80,0	240.300	24,33	80,0	234.500	24,32
83,0	234.400	24,42	83,0	233.700	24,38	83,0	237.000	24,38	83,0	237.600	24,37	83,0	234.700	24,37	83,0	234.500	24,39	83,0	242.700	24,38	83,0	236.800	24,39
86,0	234.300	24,49	86,0	233.600	24,44	86,0	236.900	24,47	86,0	237.600	24,37	86,0	234.200	24,44	86,0	234.400	24,46	85,7	242.400	24,49	85,9	236.500	24,49
10,2	6.777	22,64	10,2	6.389	22,69	10,2	6.279	22,43	10,2	6.145	22,46	10,2	5.300	22,69	10,2	5.675	22,27	10,2	5.351	22,78	10,2	5.367	22,50

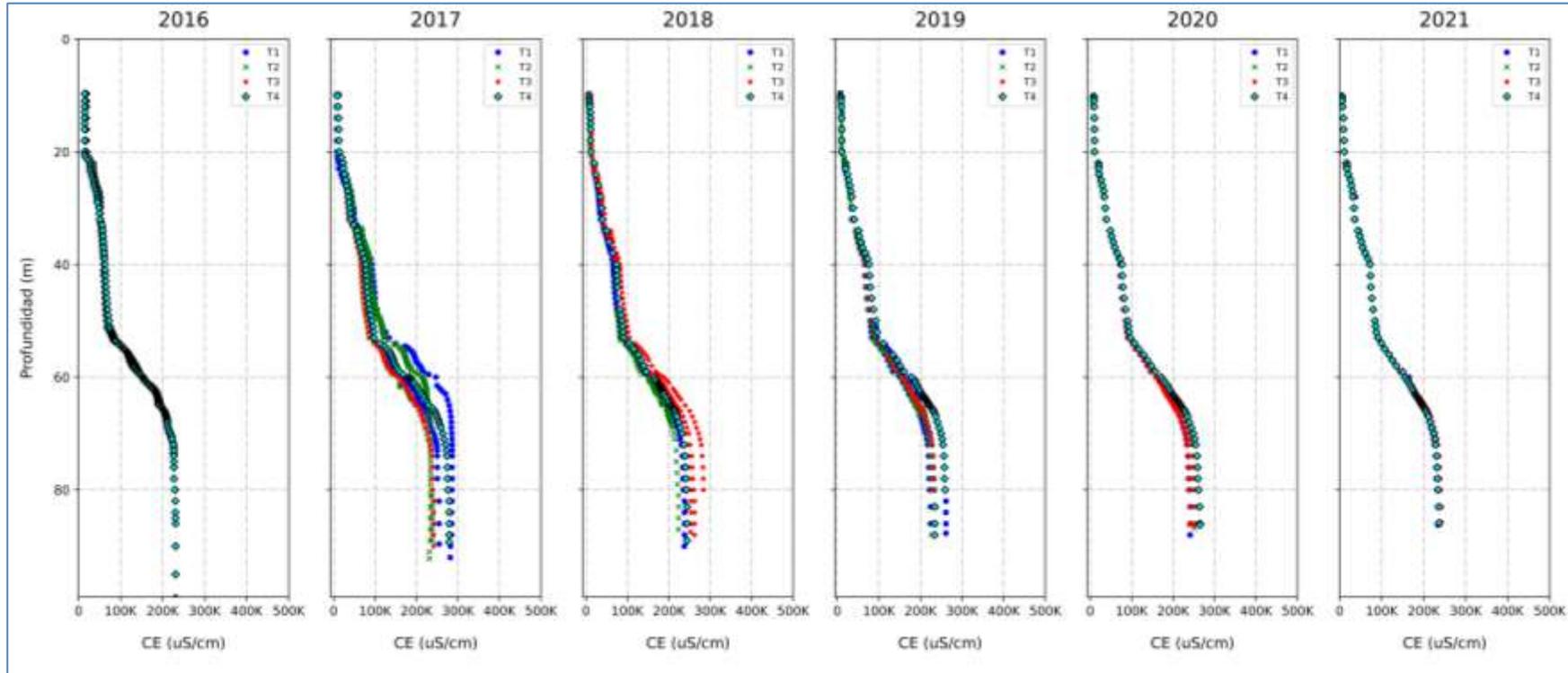
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-92 Perfiles de C.E. en el punto MP-12C año 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-93 Perfiles Históricos de C.E. en el punto MP-12C



Fuente: Elaboración propia

5.8 Calidad Química del agua superficial y subterránea

En el presente subcapítulo se exhiben los resultados de calidad de las aguas en base al monitoreo comprometido de frecuencia trimestral, en los puntos definidos en el PSAH, los cuales se distribuyen en 3 sectores individualizados como:

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

La descripción de los resultados se realiza abordando su presentación por cada sector señalado. La ubicación de los puntos de monitoreo se presenta en la Figura 5-94, Figura 5-136 y Figura 5-178.

Como se menciona en la sección 4.3.8 del presente informe, la calidad de las aguas superficiales y subterráneas se obtiene a través de la medición de parámetros *in situ* y del muestreo de aguas para su análisis químico en laboratorio.

El total de puntos que se consideran como parte de esta variable son 40, incluyendo puntos en aguas superficiales (vertientes y lagunas) y pozos, todos los cuales se encuentran operativos. En la Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8, se presentan todos los puntos de monitoreos de calidad de agua para cada uno de los sectores.

Cabe señalar que, el compromiso de muestreo, medición y análisis de calidad físico-química de las aguas, como de todas las variables reportadas, comienza en la fase de operación, es decir, a partir de 28 de septiembre del 2016. Al respecto cabe indicar que Albemarle, mantuvo las campañas de calidad de aguas durante el periodo previo al inicio de la operación del Proyecto, con el sólo objetivo de dar continuidad a las mediciones que se venían realizando durante la tramitación del Proyecto.

En el Anexo H de este Informe se presentan los registros e información relacionada con la variable calidad de aguas, dentro de los cuales se encuentran todos los datos históricos de calidad química *in situ* y de laboratorio, los certificados e informes emitidos por las ETFAs, respaldos de calibraciones, estabilizaciones de parámetros *in situ* y cadenas de custodia de las campañas que se han realizado, en el marco del Proyecto, durante 2021.

Además, en la sección 5.8.4 del presente capítulo, se presentan los resultados asociados a los tres pozos de extracción de agua dulce-salobre que tienen compromiso de análisis químico de aguas en el marco de la RCA N° 92/2000, donde se monitorean la densidad y las concentraciones totales de calcio, litio, potasio, magnesio, sodio y sulfato. Estos pozos corresponden a los denominados Peine, Tilopozo y Tucúcaro.

Por otro lado, debido a la activación de la Fase I del PAT Sector alerta Norte, según se indica en la tabla Tabla 4-26, se aumentó la frecuencia de monitoreo a mensual, por lo que se cuenta con monitoreos realizados durante los meses de enero, febrero y marzo de 2021. Sin embargo, existen puntos ubicados en la Reserva Nacional Los Flamencos donde por falta de permisos entregados por CONAF y/o Comunidades, no se pudo efectuar el monitoreo. En la Tabla 5-61 se indican los puntos y los motivos por los cuales no fue posible realizar el muestreo en determinadas campañas del 2021.

Desde la Tabla 5-45 a la Tabla 5-57 se entregan los resultados y/o registros de las campañas del año 2021, de los meses de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre, indicando el nombre de cada punto, la fecha de muestreo y medición, los valores de los parámetros *in situ* y resultados de los parámetros analizados en laboratorio comprometidos en el PSAH. Cabe destacar que en estas mismas tablas se indica que los monitoreos de los meses enero, febrero, marzo y abril de 2021 fueron realizados por la ETFA Hidrolab, mientras que los de los meses julio y octubre de 2021 por la ETFA SGS. Luego de estas tablas, se presentan los resultados en gráficos de cajas, estadígrafos y gráficas de evolución temporal para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros. Cabe señalar que algunas de las gráficas presentadas, dada la diferencia en los rangos de los valores para los diferentes tipos de aguas, se muestran en escala logarítmica.

Se indica que para hacer uso de los registros en gráficos y estadígrafos de aquellos valores reportados como menores al límite de detección, se utilizó un tercio del valor de dicho límite.

Los valores de concentración de nitrato (NO_3) indicados en dichas tablas fueron calculados a partir de la concentración de NO_3-N , que es la unidad de reporte del laboratorio Hidrolab, utilizando la relación entre pesos moleculares (PM) para conversión:

$$[NO_3] = [NO_3 - N] \cdot \frac{PM\ NO_3}{PM\ N}$$

Los valores de concentración de bicarbonato (HCO_3) son reportados en miligramos de carbonato de calcio por litro ($mg\ CaCO_3/L$), desde el laboratorio Hidrolab. Por ello, es necesario calcular la concentración de HCO_3 expresada en miligramos por litro, para lo cual se utilizó la siguiente relación, considerando los pesos moleculares (PM):

$$HCO_3 \left[\frac{mg}{L} \right] = HCO_3 \left[\frac{mg\ CaCO_3}{L} \right] \cdot \frac{PM\ HCO_3}{PM\ CaCO_3/2}$$

SGS, por otro lado, reporta nitrato (NO_3) y la alcalinidad de bicarbonato directamente como miligramos por litro, por lo que no se requiere de conversión.

Por otra parte, se tienen valores históricos de conductividad eléctrica $>300.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ (en particular, años 2014, 2015 y 2017), los cuales no se consideran válidos ya que son datos obtenidos a partir de diluciones a las que se les aplica un factor de corrección lineal en función del número de diluciones, por lo que se determinó dejar estos registros en la base de datos como dato no utilizable para realizar el análisis histórico.

Relacionado con el párrafo precedente, se indica que entre los parámetros de sólidos totales disueltos (SDT) y conductividad eléctrica (CE) existe siempre una buena correlación hasta valores en torno a $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad. El conjunto de puntos analizados históricamente en el Salar presenta una línea de tendencia según la siguiente relación $\text{TDS}=0,95*\text{CE}$ (ver sección 7.6.1 del Anexo 1 Adenda 5, que aprobó el Proyecto que da origen al presente PSAH). En cambio, en las muestras hipersalinas, por sobre $200.000 \mu\text{S}/\text{cm}$, la correlación directa entre ambos parámetros es nula, dado que la conductividad es afectada por la composición específica de iones presentes en el agua (Custodio y Llamas, 2001). En dichos ambientes, si bien, es posible determinar dos muestras con la misma salinidad, la conductividad puede ser significativamente diferente, dado que las especies iónicas presentan niveles de conductancia específica diferentes.

A continuación, en la Tabla 5-45 a Tabla 5-57, se presentan los resultados de monitoreo de la calidad química de las aguas, que consideran mediciones, muestreos y análisis trimestrales. En la Tabla 5-61 se indican los puntos y los motivos por los cuales no fue posible realizar el muestreo en determinadas campañas del 2021.

Tabla 5-45 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2021 (1/3)

Punto	A. Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-13	LM-14	LM-16	MP-01A		
Código analítico laboratorio	694023-01	694042-01	694043-01	694044-01	694045-01	694020-01	694021-01	694027-01	694038-01		
Fecha de muestreo	23-01-2021	24-01-2021	24-01-2021	24-01-2021	24-01-2021	22-01-2021	22-01-2021	23-01-2021	24-01-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,56	8,30	8,36	8,15	7,97	7,14	7,92	7,45	7,61
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6845	101000	89350	130900	170600	221900	192100	5050	25200
Temperatura	°C	0,01	18,93	20,36	16,33	23,85	30,47	19,84	22,55	25,09	17,04
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3422	50180	46390	65460	85340	113800	95500	2491	12470
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,14	0,90	1,04	0,72	0,50	0,33	0,58	1,10	0,54
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	8,43	8,26	8,25	7,96	7,76	7,08	7,83	7,21	7,67
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6520	94100	93100	132700	170800	228000	208000	4290	23200
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	2960	76033	74000	117467	169533	361267	237567	2600	14860
Densidad	g/ml	0,900	1,004	1,050	1,049	1,072	1,104	1,218	1,151	1,002	1,006
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	1782	38215	36552	55625	81801	181724	122090	952	7405
Sulfato	mg/l	1	664	4651	6388	9494	14818	20072	13020	601	827
Bicarbonato	mg/l	1,22	224,48	613,66	595,36	683,20	773,48	2022,76	1007,72	424,56	411,14
Nitrato	mg/l	0,44	<0,44	5,27	4,91	4,83	8,54	11,11	48,70	4,43	0,89
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	293	728	731	830	1096	301	517	155	257
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	142	1510	1499	2587	3823	11770	5417	84,1	372
Sodio disuelto	mg/l	0,2	773	19800	19590	32710	42500	75000	50900	574	3656
Potasio disuelto	mg/l	0,2	59,7	2752	2754	4669	6827	24605	9263	78	661
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,92	12,3	12,9	11,8	16,1	2,94	7,25	1,43	7,41
Litio disuelto	mg/l	0,003	1,5	191	189	252	358	1672	704	5,1	40,8
Boro disuelto	mg/l	0,002	9,37	180	177	204	283	940	298	10,2	37,6
Error del balance iónico	%	-	-4,0	-2,1	-2,1	2,0	-3,1	-3,5	-10,0	-3,4	-0,9
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	308	736	740	841	1128	302	584	163	263
Magnesio total	mg/l	0,2	149	1510	1531	2747	3953	12550	6246	88,7	385
Sodio total	mg/l	0,2	807	20130	19680	32840	46360	78500	60700	600	3866
Potasio total	mg/l	0,2	63,6	2779	2779	4965	7058	25805	10470	84,1	668
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico total	mg/l	0,001	0,094	5,65	5,45	9,8	12,6	10,9	7,3	0,46	1,28
Boro total	mg/l	0,002	10,2	192	197	225	309	986	336	11,6	40,6
Estroncio total	mg/l	0,001	2,98	13,5	14,7	12,6	16,6	2,98	7,33	1,52	8,6
Hierro total	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	0,035	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	2,2	204	220	308	373	1732	748	5,7	44,1
Silicio total	mg/l	0,02	41	72	65	59	56	7,7	0,77	94	50

Tabla 5-45 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2021 (2/3)

Punto	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B		
Código analítico laboratorio	694039-01	694040-01	694041-01	694031-01	694032-01	694033-01	694034-01	694035-01	694026-01		
Fecha de muestreo	24-01-2021	24-01-2021	24-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	23-01-2021		
Laboratorio	Hidrolab										
Sector	La Punta-La Brava										
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea							
Parámetros in situ											
pH	-	-	6,50	7,65	6,76	7,00	6,45	7,55	6,60	7,39	6,60
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	246400	8638	232300	5532	255900	36310	242400	45210	240600
Temperatura	°C	0,01	17,31	19,18	16,00	24,68	25,20	22,40	22,45	21,44	21,03
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	129800	4377	111500	2667	127500	19400	121400	23120	120700
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,01	0,30	0,15	1,34	0,32	0,31	0,04	0,54	0,06
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	6,60	7,78	6,83	7,52	6,14	7,48	6,38	7,26	6,40
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	241000	8780	215000	5030	242000	36500	222000	46100	228000
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	337500	5200	245460	2480	354567	24100	358367	33455	320433
Densidad	g/ml	0,900	1,201	1,002	1,152	1,003	1,214	1,017	1,214	1,019	1,195
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	180214	2400	128045	1359	206138	12283	179909	16159	150765
Sulfato	mg/l	1	8122	541	8987	422	10578	1420	14090	1885	14982
Bicarbonato	mg/l	1,22	412,36	447,74	403,82	453,84	220,82	446,52	452,62	466,04	467,26
Nitrato	mg/l	0,44	14,56	1,77	18,28	3,10	7,44	3,54	5,76	4,43	3,98
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	592	167	805	104	416	212	261	247	449
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	7030	166	4828	77,8	6792	659	8235	855	7867
Sodio disuelto	mg/l	0,2	96600	1360	62220	631	88300	5737	83000	7446	74760
Potasio disuelto	mg/l	0,2	15350	224	10220	93,1	17330	1272	16370	1702	15350
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	18,2	1,99	29,8	1,4	3,48	2,05	1,96	1,43	1,34
Litio disuelto	mg/l	0,003	944	14,9	762	7	1203	95,9	1074	110	1005
Boro disuelto	mg/l	0,002	551	19,2	530	10,3	839	58	627	78,2	630
Error del balance iónico	%	-	1,2	2,6	-3,3	-11,4	-8,3	-2,3	-4,3	-3,0	-0,6
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	608	169	873	154	427	222	272	270	503
Magnesio total	mg/l	0,2	7036	167	4976	85,6	7093	695	8680	882	8437
Sodio total	mg/l	0,2	98400	1364	69090	678	92500	6195	88350	8036	80500
Potasio total	mg/l	0,2	15360	225	10600	99,8	18170	1347	17280	1733	16600
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,361	0,093	0,101	5680	17,8	45,8
Arsénico total	mg/l	0,001	27,8	0,655	2,28	0,35	4,3	0,645	2,74	0,99	2,22
Boro total	mg/l	0,002	573	19,4	539	11	917	69,4	757	89,2	692
Estroncio total	mg/l	0,001	18,7	2,22	36,9	1,5	3,5	2,24	1,98	1,44	1,47
Hierro total	mg/l	0,02	0,054	<0,02	<0,02	0,67	0,281	0,229	3220	17,2	18,5
Litio total	mg/l	0,003	975	15	825	7,1	1268	97,8	1192	120	1034
Silicio total	mg/l	0,02	5	54	7,3	57	5,2	45	7,8	43	5,8

Tabla 5-45 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña enero 2021 (3/3)

Punto	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine		
Código analítico laboratorio	694016-01	694017-01	694028-01	694015-01	694024-01	694029-01	694030-01	694018-01		
Fecha de muestreo	22-01-2021	22-01-2021	23-01-2021	22-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	23-01-2021	22-01-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	Peine	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial	
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,12	6,87	7,45	7,41	7,16	7,45	7,44	7,76
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	15329	7870	4720	16320	50840	74310	27160	4713
Temperatura	°C	0,01	21,16	19,08	25,59	26,53	20,28	22,14	25,61	24,95
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	7707	3950	2370	8183	25920	37100	13520	2358
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	1,54	1,10	0,61	1,53	0,24	0,13	0,44	0,91
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	7,42	7,76	7,74	7,63	7,34	7,33	7,39	7,72
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	14950	7870	4450	16900	48300	70800	26000	3880
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	7167	4240	2100	7533	34800	51267	16660	1780
Densidad	g/ml	0,900	1,003	1,003	1,001	1,006	1,020	1,011	1,003	1,001
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	0,5	4802	2114	1041	5336	18072	28593	8834	845
Sulfato	mg/l	1	718	786	412	461	1453	1432	650	693
Bicarbonato	mg/l	1,22	269,62	403,82	416,02	246,44	380,64	219,60	204,96	137,86
Nitrato	mg/l	0,44	3,10	3,54	4,43	3,54	2,66	3,10	2,21	3,98
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,2	273	370	161	139	381	449	279	277
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	261	123	86,5	211	703	943	382	69,5
Sodio disuelto	mg/l	0,2	2297	967	584	2804	8916	12130	4080	423
Potasio disuelto	mg/l	0,2	364	86,7	82,8	466	1420	2055	703	22,6
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	1,62	2,65	1,41	2,62	5,86	4,83	3,21	1,57
Litio disuelto	mg/l	0,003	24,9	2,97	4,9	29,4	114	175	58,2	0,326
Boro disuelto	mg/l	0,002	10,3	7,68	9,89	6,12	46,7	79,8	27,5	5,71
Error del balance iónico	%	-	-2,0	-5,5	-0,6	-0,4	-2,3	-8,2	-2,8	-1,8
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,2	281	390	166	142	393	450	287	290
Magnesio total	mg/l	0,2	266	130	90,1	213	722	949	391	73,1
Sodio total	mg/l	0,2	2359	969	603	2825	9137	12190	4235	436
Potasio total	mg/l	0,2	369	90,1	85	472	1457	2062	720	23,5
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,01	<0,01	10,7	<0,01	<0,01	0,294	0,157	<0,01	0,041
Arsénico total	mg/l	0,001	0,208	0,268	0,47	0,177	0,56	1,56	0,51	0,088
Boro total	mg/l	0,002	11,2	8,17	10,1	6,63	49,7	80,9	29,6	5,94
Estroncio total	mg/l	0,001	1,65	2,8	1,48	2,98	5,91	5,13	3,63	1,59
Hierro total	mg/l	0,02	<0,02	9,72	0,096	<0,02	0,576	0,296	<0,02	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	25,3	3,05	5	30,2	127	182	64,6	0,333
Silicio total	mg/l	0,02	28	24	70	20	39	29	45	24

Tabla 5-46 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2021 (1/3)

Punto			Antepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A
Código analítico laboratorio			700245-01	700495-01	700496-01	700497-01	700498-01	700483-01	700499-01	700491-01	700492-01
Fecha de muestreo			19-02-2021	21-02-2021	21-02-2021	21-02-2021	21-02-2021	20-02-2021	21-02-2021	21-02-2021	21-02-2021
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			Peine	La Punta-La Brava							
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,37	8,03	8,03	7,90	7,79	6,96	7,36	6,24	7,24
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6388	91400	90150	131900	151800	4110	23080	245200	8614
Temperatura	°C	0,01	15,72	14,24	10,55	16,38	17,19	22,80	15,19	14,93	16,68
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3192	45700	45120	61660	75350	2051	11110	120100	4308
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,17	1,37	1,33	0,73	0,66	1,18	0,35	0,07	0,33
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	8,33	8,04	8,00	7,90	7,80	7,24	7,37	6,16	7,55
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6470	93100	91300	131500	153300	4240	23300	253000	8890
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	3890	72000	97033	78914	184300	3030	13980	309250	7000
Densidad	g/ml	0,900	1,001	1,046	1,070	1,044	1,099	1,001	1,008	1,206	1,001
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	1782	39738	38738	61431	64230	1030	7878	200438	2539
Sulfato	mg/l	1	671	4956	5598	8863	12708	442	1087	8479	630
Bicarbonato	mg/l	1,22	272,06	683,20	686,86	775,92	791,78	464,82	448,96	447,74	490,44
Nitrato	mg/l	0,44	<0,44	4,96	4,96	4,74	7,97	3,98	0,89	9,03	0,44
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	320	677	656	763	1025	161	259	551	168
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	157	1495,6	1455,6	2809	3004	85,2	376	6852	172
Sodio disuelto	mg/l	0,2	847	20500	19700	31640	32280	524	4219	94550	1432
Potasio disuelto	mg/l	0,2	65,3	2776	2688	5014	5170	74,5	666	15160	240
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,38	7,23	6,46	5,51	6,94	1,33	5,62	5,93	1,88
Litio disuelto	mg/l	0,003	1,01	205	196	323	370	4,11	53,5	885	16,7
Boro disuelto	mg/l	0,002	6,95	182	176	270	326	9,54	41,1	624	14,6
Error del balance iónico	%	-	-0,3	-2,9	-4,2	-2,2	-4,3	-5,4	0,8	-5,0	1,1
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	331	728	705	804	1080	173	265	671	177
Magnesio total	mg/l	0,2	159	1554	1555	2842	3077	91,3	381	7288	174
Sodio total	mg/l	0,2	847	21560	20480	32280	33670	524	4312	102950	1470
Potasio total	mg/l	0,2	65,3	2910	2914	5061	5342	79,7	674	16160	242
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	0,042	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,042	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico total	mg/l	0,001	0,107	6,1	6	9,8	12,3	0,44	1,94	24,6	0,65
Boro total	mg/l	0,002	7,38	189	184	275	347	9,7	41,4	663	15,2
Estroncio total	mg/l	0,001	2,43	7,66	7,11	6,02	7,26	1,37	5,64	6,24	2,01
Hierro total	mg/l	0,02	0,141	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,202	<0,02	<0,02	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	1,59	215	209	335	393	4,28	54	939	17
Silicio total	mg/l	0,02	39	63	48	43	44	41	24	12	50

Tabla 5-46 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2021 (2/3)

Punto	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A		
Código analítico laboratorio	700493-01	700486-01	700487-01	700489-01	700490-01	700484-01	700485-01	700244-01	700242-01		
Fecha de muestreo	21-02-2021	20-02-2021	20-02-2021	20-02-2021	20-02-2021	20-02-2021	20-02-2021	19-02-2021	19-02-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab								
Sector	La Punta-La Brava	Peine	Peine								
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea					
Parámetros in situ											
pH	-	-	6,56	6,87	6,32	7,16	6,88	7,26	6,48	7,24	6,88
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	227100	4453	250200	34560	236200	30180	231100	15140	7741
Temperatura	°C	0,01	15,81	25,15	25,27	20,30	19,80	19,84	20,09	20,15	14,78
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	118300	2221	122100	16910	117200	15090	115100	7550	3871
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,08	1,07	0,20	0,39	0,11	0,47	0,11	1,73	1,13
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	6,46	7,27	6,06	7,28	6,23	7,20	6,30	7,32	7,26
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	226000	4610	241000	36000	234000	30800	232000	15520	8050
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	225255	3367	344276	21540	325893	18200	310846	9320	4830
Densidad	g/ml	0,900	1,148	1,001	1,003	1,016	1,213	1,011	1,195	1,005	1,001
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	137957	1120	202437	12546	194440	11384	185942	5103	2238
Sulfato	mg/l	1	8500	412	11237	1568	15083	774	12746	720	803
Bicarbonato	mg/l	1,22	433,10	488,00	262,30	489,22	496,54	467,26	456,28	308,66	363,56
Nitrato	mg/l	0,44	14,12	4,43	10,18	3,54	6,60	4,47	3,10	3,10	3,10
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	770	153	424	207	271	192	335	294	436
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	4842	92,7	7598	589	8798	506	8158	271	144
Sodio disuelto	mg/l	0,2	67350	658	94600	6283	92700	5846	78600	2368	1075
Potasio disuelto	mg/l	0,2	10430	86,2	20450	1250	17400	964	17470	384	101
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	11,9	1,31	2,01	2,2	1,54	1,28	0,951	2,06	3,45
Litio disuelto	mg/l	0,003	512	5,51	852	92,3	1022	95,2	1004	27,9	3,71
Boro disuelto	mg/l	0,002	446	10,3	726	36,6	723	51,7	694	10,5	9,26
Error del balance iónico	%	-	-4,2	-0,4	-4,2	-1,8	-3,4	0,5	-7,3	-2,9	-0,8
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	847	171	454	218	292	195	357	309	452
Magnesio total	mg/l	0,2	4924	94,2	7735	671	9654	592	9293	280	149
Sodio total	mg/l	0,2	70450	668	101400	6599	95650	6659	90000	2452	1101
Potasio total	mg/l	0,2	10640	91,2	20820	1304	19120	1126	20010	395	101
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	0,182	<0,01	<0,01	<0,01	6,38	11,3	123	0,07	2,2
Arsénico total	mg/l	0,001	22,4	0,445	5,2	0,685	3,25	0,9	2,64	0,226	0,38
Boro total	mg/l	0,002	518	10,7	838	38,6	758	59	791	11,5	9,86
Estroncio total	mg/l	0,001	13,5	1,36	2,22	2,39	2,05	1,4	1,12	2,21	3,54
Hierro total	mg/l	0,02	0,096	0,032	0,031	<0,02	2,3	11,2	126	0,182	2,41
Litio total	mg/l	0,003	591	5,74	1148	96,6	1073	106	1085	27,9	3,81
Silicio total	mg/l	0,02	19	76	19	37	11	41	15	37	49

Tabla 5-46 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña febrero 2021 (3/3)

Punto	MP-09A	MP-12A	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine		
Código analítico laboratorio	700488-01	700241-01	700243-01	700246-01	700247-01	700248-01		
Fecha de muestreo	20-02-2021	19-02-2021	19-02-2021	19-02-2021	19-02-2021	19-02-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Superficial				
Parámetros in situ								
pH	-	-	6,54	7,54	7,00	7,24	7,26	7,40
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	4465	15730	48330	69870	25680	4233
Temperatura	°C	0,01	26,15	21,57	20,09	21,53	25,43	23,82
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	2189	7860	23920	34570	12780	2064
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,71	1,49	0,48	0,37	0,51	1,71
Fisicoquímico laboratorio								
pH	-	-	7,16	7,58	7,11	7,11	7,31	7,59
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	4490	16320	46600	70800	26300	4300
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	1950	9790	27980	42500	15800	2880
Densidad	g/ml	0,900	1,205	1,004	1,020	1,009	1,030	1,001
Elementos mayoritarios disueltos								
Aniones								
Cloruro	mg/l	0,5	1095	5538	17010	29391	8662	980
Sulfato	mg/l	1	467	502	1704	1550	770	737
Bicarbonato	mg/l	1,22	462,38	264,74	429,44	251,32	226,92	416,02
Nitrato	mg/l	0,44	11,47	3,54	2,21	1,77	1,33	4,47
Cationes								
Calcio disuelto	mg/l	0,2	160	151	414	501	298	324
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	94,7	193	681	1036	338	82,8
Sodio disuelto	mg/l	0,2	620	2652	8110	14720	4735	480
Potasio disuelto	mg/l	0,2	76,8	465	1485	2580	778	24,2
Elementos minoritarios y trazas disueltos								
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	1,65	3,86	4,41	4,71	2,75	2,58
Litio disuelto	mg/l	0,003	5,33	39,2	98	221	53,1	0,561
Boro disuelto	mg/l	0,002	11,4	9,37	32,8	99,7	25,7	8,44
Error del balance iónico	%	-	-1,9	-4,2	-3,7	-0,4	2,7	-4,7
Elementos mayoritarios totales								
Calcio total	mg/l	0,2	175	152	451	507	306	357
Magnesio total	mg/l	0,2	94,8	203	789	1056	414	88,8
Sodio total	mg/l	0,2	651	2754	8907	15240	4905	521
Potasio total	mg/l	0,2	84,9	475	1653	2668	790	25,6
Elementos minoritarios y trazas totales								
Aluminio total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,095	<0,01	<0,01	<0,01
Arsénico total	mg/l	0,001	0,4	0,192	0,52	1,98	0,53	0,107
Boro total	mg/l	0,002	11,7	10,2	42,4	113	27,8	8,76
Estroncio total	mg/l	0,001	1,76	3,91	4,71	4,96	2,76	2,75
Hierro total	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	0,288	<0,02	<0,02	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	5,76	39,2	117	248	57,4	0,607
Silicio total	mg/l	0,02	83	36	38	42	37	35

Tabla 5-47 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2021 (1/4)

Punto	Antepresa Tilomonte	BA-31	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-11	LM-12		
Código analítico laboratorio	708699-01	708608-01	708688-01	708687-01	708686-01	708685-01	708607-01	708609-01		
Fecha de muestreo	27-03-2021	25-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	25-03-2021	25-03-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,40	6,84	7,92	7,84	8,05	8,12	7,29	7,74
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6318	215200	88300	89640	124800	141000	230100	131700
Temperatura	°C	0,01	17,89	23,94	22,84	23,52	15,15	7,50	22,07	31,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	3158	107200	44270	44830	62410	70680	114900	65940
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	4,57	0,00	2,66	1,59	1,76	1,22	0,05	0,89
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	8,42	7,86	8,20	8,15	8,02	7,92	7,32	7,85
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6634	233200	61750	88900	130600	147500	221000	132700
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	3984	288733	67740	42660	104500	137700	352967	95067
Densidad	g/ml	0,900	1,002	1,173	1,044	1,043	1,067	1,081	1,215	1,071
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	0,5	1769	152453	35689	36289	54883	66279	184943	61231
Sulfato	mg/l	1	687	20841	5729	5664	8314	11689	25039	9343
Bicarbonato	mg/l	1,22	231,80	874,74	610,00	610,00	671,00	683,20	1964,20	713,70
Nitrato	mg/l	0,44	2,66	4,91	5,05	5,05	5,05	7,44	22,27	3,10
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,2	333	104	704	736	771	1169	128	702
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	155	7458	1379	1440	2391	2974	9729	2852
Sodio disuelto	mg/l	0,2	897	81300	19044	19436	29795	37325	88950	31595
Potasio disuelto	mg/l	0,2	66,8	13160	2758	2819	4699	5695	15970	4700
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,84	8,64	9,97	10,1	8,66	12,3	14,2	13,4
Litio disuelto	mg/l	0,003	1,17	1032	217	225	347	424	1321	366
Boro disuelto	mg/l	0,002	9,68	812	169	174	271	330	1061	299
Error del balance iónico	%	-	2,3	-0,3	-1,9	-1,3	-0,2	0,9	-3,6	-2,3
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,2	340	128	737	822	906	1169	151	774
Magnesio total	mg/l	0,2	158	7865	1437	1565	2572	2979	10460	2975
Sodio total	mg/l	0,2	901	82700	19972	19774	31360	37905	92400	33245
Potasio total	mg/l	0,2	70,4	13890	2893	2873	4914	5716	17140	4917
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,01	0,261	5,9	0,01	0,182	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Arsénico total	mg/l	0,001	0,112	8,85	5,4	5,1	8,65	10,2	6,65	1,94
Boro total	mg/l	0,002	10,1	836	173	176	285	352	1095	322
Estroncio total	mg/l	0,001	2,96	9,65	10,4	10,3	8,9	12,4	14,6	14,1
Hierro total	mg/l	0,02	0,177	4,58	0,02	0,193	0,02	0,151	0,733	0,602
Litio total	mg/l	0,003	1,44	1080	230	229	347	427	1321	380
Silicio total	mg/l	0,02	39	16	60	63	51	51	23	29

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2021 (2/4)

Punto	LM-13	LM-14	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B		
Código analítico laboratorio	708610-01	708611-01	708706-01	708692-01	708693-01	708690-01	708691-01	708707-01	708708-01		
Fecha de muestreo	25-03-2021	25-03-2021	28-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	26-03-2021	28-03-2021	28-03-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava								
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,22	7,56	6,88	7,35	5,99	7,23	6,11	6,96	6,08
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	248100	233600	4130	21910	248100	8688	244500	4345	249400
Temperatura	°C	0,01	29,54	28,73	25,28	18,31	20,41	16,34	16,53	26,98	25,56
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	126200	114500	2065	11390	12090	4344	11990	2165	121500
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,07	1,55	2,40	0,93	0,10	0,81	0,06	2,84	0,01
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	7,25	7,45	7,21	7,44	6,12	7,64	6,25	7,33	6,17
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	221000	227000	4416	24600	254400	9284	245500	4456	255000
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	333567	307500	2660	14760	357533	5575	233900	2673	348500
Densidad	g/ml	0,900	1,204	1,186	1,002	1,012	1,214	1,002	1,202	1,005	1,215
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	207436	199938	1069	7508	201812	2519	185442	1070	205770
Sulfato	mg/l	1	14694	19716	412	1062	10187	650	8678	440	12513
Bicarbonato	mg/l	1,22	15,25	1001,62	445,30	420,90	237,90	408,70	427,00	420,90	231,80
Nitrato	mg/l	0,44	6,51	66,41	4,43	1,77	9,78	1,33	12,88	4,43	8,72
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	579	483	169	270	509	169	667	187	106
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	6720	8075	81,2	358	6669	172	6273	83,1	6607
Sodio disuelto	mg/l	0,2	99222	98789	593	3927	96350	1380	92850	670	100500
Potasio disuelto	mg/l	0,2	17160	14575	73,8	648	18200	220	16070	81,6	18250
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	8,77	6,73	1,42	8,25	4,26	2,18	10,7	1,52	4,1
Litio disuelto	mg/l	0,003	1229	1372	5,01	52,2	1481	17,3	1440	5,75	1768
Boro disuelto	mg/l	0,002	585	571	10,4	41,9	822	18,4	806	11,4	893
Error del balance iónico	%	-	-5,0	-3,9	-1,7	0,2	-3,4	0,6	-1,3	3,1	-2,9
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	635	494	190	285	533	177	668	187	292
Magnesio total	mg/l	0,2	7080	8355	85,3	370	6931	190	6431	95,4	6968
Sodio total	mg/l	0,2	112024	109216	641	3993	99550	1403	93600	675	103450
Potasio total	mg/l	0,2	17870	15135	77,7	664	18880	226	16440	93,2	19250
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	0,092	0,152	0,01	0,124	0,563	0,086	0,01
Arsénico total	mg/l	0,001	5,95	12,3	0,48	1,26	6,4	0,655	30,2	0,465	3,64
Boro total	mg/l	0,002	588	600	11,4	42,7	823	19	809	11,5	909
Estroncio total	mg/l	0,001	8,9	6,76	1,54	8,35	4,28	2,23	10,9	1,52	4,18
Hierro total	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,02	1,31	0,02	0,02	0,02	0,046
Litio total	mg/l	0,003	1279	1426	5,32	53,8	1497	17,4	1468	5,65	1894
Silicio total	mg/l	0,02	28	25	58	44	8	47	10	56	9,9

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2021 (3/4)

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A
Código analítico laboratorio			708709-01	708710-01	708758-01	708759-01	708697-01	708700-01	708705-01	708696-01
Fecha de muestreo			28-03-2021	28-03-2021	29-03-2021	29-03-2021	27-03-2021	27-03-2021	28-03-2021	27-03-2021
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,40	6,37	7,05	6,43	6,98	7,01	6,96	7,53
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	33300	235700	49410	234500	14660	7820	4358	15840
Temperatura	°C	0,01	19,97	20,65	20,80	21,07	22,22	17,19	24,94	23,85
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	19970	115800	24700	11000	7153	3910	2117	7925
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	1,41	0,03	2,10	0,02	3,79	1,82	3,29	2,90
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	7,33	6,33	7,12	6,44	7,26	7,44	7,22	7,60
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	36370	245800	50630	234000	15480	8340	4606	17060
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	22750	316260	30390	315540	9295	5000	2777	10230
Densidad	g/ml	0,900	1,015	1,210	1,022	1,172	1,005	1,003	1,001	1,005
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	0,5	12334	184110	17620	151453	4724	2149	1068	5383
Sulfato	mg/l	1	1556	18003	2190	15847	720	868	432	502
Bicarbonato	mg/l	1,22	414,80	433,10	448,96	8,30	250,10	384,30	390,40	262,30
Nitrato	mg/l	0,44	3,98	5,84	4,78	7,26	2,66	3,54	4,43	3,10
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,2	247	276	267	157	310	471	153	159
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	671	8369	906	7070	263	144	90,6	222
Sodio disuelto	mg/l	0,2	6342	91850	9401	77900	2209	1118	641	2782
Potasio disuelto	mg/l	0,2	1363	17330	1927	15370	358	87,7	86	486
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,21	2,56	1,45	1,63	2,58	4,36	1,69	4,31
Litio disuelto	mg/l	0,003	107	1311	152	1300	26,5	4,64	5,63	31,4
Boro disuelto	mg/l	0,002	59,3	775	83,6	716	15,8	14,2	11,9	11,4
Error del balance iónico	%	-	1,5	-1,6	2,3	0,2	-1,6	1,9	1,7	-0,4
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,2	270	339	275	191	325	483	172	168
Magnesio total	mg/l	0,2	731	9431	920	7568	276	151	96,4	233
Sodio total	mg/l	0,2	7104	97400	9448	82700	2327	1181	656	2816
Potasio total	mg/l	0,2	1492	19420	1959	16430	372	90,3	91,1	513
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,01	0,01	1,39	25,6	48,1	0,018	5,83	0,1	0,115
Arsénico total	mg/l	0,001	0,69	2,12	1,78	1,99	0,232	0,545	0,475	0,181
Boro total	mg/l	0,002	65,1	801	86	719	17,1	14,2	12,1	11,4
Estroncio total	mg/l	0,001	2,44	2,59	1,5	1,63	2,74	4,37	1,76	4,33
Hierro total	mg/l	0,02	0,02	1,72	21	9,23	<0,02	6,56	0,02	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	121	1434	156	1346	27,5	4,68	5,77	31,6
Silicio total	mg/l	0,02	47	1,7	34	6,9	43	45	58	32

Tabla 5-47 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña marzo 2021 (4/4)

Punto	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine
Código analítico laboratorio	708698-01	708703-01	708704-01	708689-01
Fecha de muestreo	27-03-2021	28-03-2021	28-03-2021	26-03-2021
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector	Peine	Peine	Peine	Peine

Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial
Parámetros in situ						
pH	-	-	6,98	7,16	7,11	7,27
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	44480	68840	25920	4270
Temperatura	°C	0,01	21,78	21,80	25,72	23,89
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	22230	34430	12970	2102
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	2,46	1,28	1,86	3,93
Fisicoquímico laboratorio						
pH	-	-	7,02	7,36	7,32	7,55
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	47830	74560	27660	4418
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	28707	44740	16600	2667
Densidad	g/ml	0,900	1,019	1,031	1,010	1,001
Elementos mayoritarios disueltos						
Aniones						
Cloruro	mg/l	0,5	17969	24459	8522	947
Sulfato	mg/l	1	1704	1701	782	753
Bicarbonato	mg/l	1,22	372,10	237,90	195,20	170,80
Nitrato	mg/l	0,44	0,44	1,77	2,21	4,83
Cationes						
Calcio disuelto	mg/l	0,2	462	510	319	337
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	742	995	401	65,7
Sodio disuelto	mg/l	0,2	8046	14220	4692	494
Potasio disuelto	mg/l	0,2	1527	2437	769	20,8
Elementos minoritarios y trazas disueltos						
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	5,55	4,87	2,78	2,9
Litio disuelto	mg/l	0,003	108	185	58	0,494
Boro disuelto	mg/l	0,002	51,2	92,2	26,6	9,31
Error del balance iónico	%	-	-5,3	6,1	4,4	0,0
Elementos mayoritarios totales						
Calcio total	mg/l	0,2	491	532	332	340
Magnesio total	mg/l	0,2	785	1034	414	73,9
Sodio total	mg/l	0,2	8575	14240	4699	507
Potasio total	mg/l	0,2	1615	2441	792	23,3
Elementos minoritarios y trazas totales						
Aluminio total	mg/l	0,01	0,01	<0,01	0,027	0,127
Arsénico total	mg/l	0,001	0,465	1,86	0,52	0,103
Boro total	mg/l	0,002	53,5	94,7	26,8	9,8
Estroncio total	mg/l	0,001	5,77	4,94	2,79	3,03
Hierro total	mg/l	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Litio total	mg/l	0,003	113	196	58,8	0,508
Silicio total	mg/l	0,02	37	30	31	39

Tabla 5-48 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (1/4)

Punto	Antepresa Tilomonte	BA-31	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-11	LM-12		
Código analítico laboratorio	708699-01	708608-01	708688-01	708687-01	708686-01	708685-01	708607-01	708609-01		
Fecha de muestreo	24-04-2021	23-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	23-04-2021	23-04-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Peine	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,34	7,22	8,12	8,14	7,96	7,95	7,46	7,88
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5840	212100	71370	70650	103600	110600	217600	105900
Temperatura	°C	0,01	13,43	21,73	11,49	10,05	14,66	18,42	19,97	17,67
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	2919	105600	35690	35340	51790	55380	109800	52940
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	4,08	0,01	2,99	2,68	2,51	2,16	0,54	1,07
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	8,17	6,99	8,22	8,23	8,04	7,97	7,42	7,87
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6120	226000	74400	73700	109500	114900	217000	112000
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	3844	222500	37980	34820	67400	116200	312889	92200
Densidad	g/ml	0,900	1,002	1,185	1,038	1,035	1,059	1,063	1,165	1,060
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	0,5	1692	135208	27616	26242	47485	48860	135708	45111
Sulfato	mg/l	1	595	21403	4720	4569	7162	8891	19921	7697
Bicarbonato	mg/l	1,22	233,02	823,50	591,70	585,60	616,10	597,80	1427,40	628,30
Nitrato	mg/l	0,44	0,89	6,42	4,91	4,78	4,69	6,73	7,84	3,10
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,2	297	467	553	560	681	930	847	755
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	131	7331	1133	1133	1889	2093	11130	2249
Sodio disuelto	mg/l	0,2	798	79800	15220	15430	24135	25550	73350	24955
Potasio disuelto	mg/l	0,2	52,7	12150	2148	2123	3616	3804	11250	3560
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,75	9,15	4,51	4,44	4,05	5,47	15,8	12,5
Litio disuelto	mg/l	0,003	1,47	1076	194	196	342	354	1013	342
Boro disuelto	mg/l	0,002	10,9	613	60,6	137	204	71,7	676	199
Error del balance iónico	%	-	-0,8	3,9	-0,9	2,5	-3,4	-2,9	4,3	0,8
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,2	303	472	566	570	689	989	853	758
Magnesio total	mg/l	0,2	137	7498	1134	1137	1909	2167	11490	2294
Sodio total	mg/l	0,2	819	80800	15460	15530	24765	27395	76700	25000
Potasio total	mg/l	0,2	54,6	12410	2189	2186	3795	3927	11690	3600
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,01	0,104	0,982	<0,01	0,047	<0,01	0,042	0,06	0,041
Arsénico total	mg/l	0,001	0,089	6,6	4,15	3,9	7,05	7,6	3,9	1,54
Boro total	mg/l	0,002	11	613	62,6	139	211	86,5	691	203
Estroncio total	mg/l	0,001	2,87	9,68	4,91	7,11	4,65	5,54	16	12,9
Hierro total	mg/l	0,02	0,342	0,691	<0,02	0,081	<0,02	0,151	0,135	0,404
Litio total	mg/l	0,003	1,53	1077	196	198	351	360	1043	351
Silicio total	mg/l	0,02	40	8,8	24	21	20	19	27	26

Tabla 5-49 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (2/4)

Punto	LM-13	LM-14	LM-16	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B		
Código analítico laboratorio	708610-01	708611-01	708706-01	708692-01	708693-01	708690-01	708691-01	708707-01	708708-01		
Fecha de muestreo	23-04-2021	23-04-2021	24-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	25-04-2021	22-04-2021	22-04-2021		
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab		
Sector	Sector Norte y Borde Este	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava								
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,30	7,76	7,04	7,27	6,13	7,37	6,48	7,00	6,11
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	238100	186400	4043	21570	245400	8330	217100	4428	243500
Temperatura	°C	0,01	25,14	22,73	25,06	16,72	16,42	16,62	16,42	26,54	26,33
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	111800	92970	2024	10790	116100	4117	102800	2213	123400
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,52	2,26	2,06	0,27	0,06	0,70	0,04	1,85	0,01
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	7,21	7,73	7,17	7,39	6,23	7,53	6,58	7,44	5,96
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	236000	197900	4230	22900	242000	8820	219000	4590	240000
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	229733	202200	2530	10800	224700	5618	180500	2730	244700
Densidad	g/ml	0,900	1,180	1,132	1,001	1,009	1,209	1,002	1,141	1,001	1,206
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	0,5	153640	108904	923	7538	172197	2609	124524	1100	204936
Sulfato	mg/l	1	11689	13583	381	1070	8314	630	8932	401	12554
Bicarbonato	mg/l	1,22	567,30	939,40	429,44	420,90	408,70	427,00	402,60	433,10	256,20
Nitrato	mg/l	0,44	5,40	34,31	4,96	1,33	8,99	2,21	13,19	6,06	10,76
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,2	606	537	154	234	629	159	893	149	449
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	4750	5422	83,7	335	6198	138	4578	89,8	7208
Sodio disuelto	mg/l	0,2	79500	60650	576	3823	90600	1358	68050	619	100800
Potasio disuelto	mg/l	0,2	10880	9392	72,3	586	13770	218	9921	86,2	17782
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	7,89	5,54	1,37	7,17	12,2	1,88	24,8	1,3	3,93
Litio disuelto	mg/l	0,003	958	874	5,87	53,2	1213	18	941	6,83	1551
Boro disuelto	mg/l	0,002	376	319	10,6	36,1	615	16,5	496	12,1	722
Error del balance iónico	%	-	-2,9	2,0	2,7	-2,1	0,3	-3,1	1,5	-0,5	-2,6
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,2	610	544	162	245	771	165	922	150	486
Magnesio total	mg/l	0,2	4752	5622	86,7	349	6798	144	4656	90,9	7618
Sodio total	mg/l	0,2	79750	62250	594	3990	96600	1396	69350	624	102000
Potasio total	mg/l	0,2	10960	9730	75	609	14870	223	10140	87	18868
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,01	0,142	0,082	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,017	0,145	0,097
Arsénico total	mg/l	0,001	3,85	7,1	0,42	1,24	27,4	0,565	19,4	0,4	5,3
Boro total	mg/l	0,002	380	331	10,8	37,2	639	17,9	512	12,2	746
Estroncio total	mg/l	0,001	7,9	5,73	1,39	7,42	12,5	1,95	25,3	1,3	4,05
Hierro total	mg/l	0,02	0,083	0,053	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,07	0,176	1,32
Litio total	mg/l	0,003	971	895	5,98	54,7	1281	18,7	950	6,86	1563
Silicio total	mg/l	0,02	23	33	55	42	8,7	43	14	52	9,9

Tabla 5-50 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (3/4)

Punto			MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A
Código analítico laboratorio			708709-01	708710-01	708758-01	708759-01	708697-01	708700-01	708705-01	708696-01
Fecha de muestreo			22-04-2021	22-04-2021	22-04-2021	22-04-2021	24-04-2021	24-04-2021	24-04-2021	23-04-2021
Laboratorio			Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector			La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,26	6,31	7,18	6,44	7,12	6,95	7,07	7,49
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	30400	231400	19270	225100	13780	7522	4188	15490
Temperatura	°C	0,01	20,22	20,31	21,33	21,36	22,06	17,07	24,33	22,88
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	15200	110500	9633	113600	6887	3760	2092	7742
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	0,51	0,10	1,19	0,06	2,40	1,30	2,14	2,23
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	7,22	6,19	7,19	6,47	7,13	7,01	7,14	7,69
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	31900	232000	20800	226000	14550	7910	4420	16190
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	24133	262550	12940	221150	8910	5820	3180	9440
Densidad	g/ml	0,900	1,014	1,208	1,008	1,195	1,007	1,003	1,001	1,008
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	0,5	10909	180944	15955	153702	4814	2219	1040	5453
Sulfato	mg/l	1	1490	19880	992	16011	720	764	412	519
Bicarbonato	mg/l	1,22	451,40	457,50	427,00	427,00	273,28	389,18	416,02	241,56
Nitrato	mg/l	0,44	4,43	5,89	5,49	3,10	4,47	5,58	5,53	5,18
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,2	196	292	164	408	271	435	162	131
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	542	9164	315	7709	249	142	82,8	201
Sodio disuelto	mg/l	0,2	5887	94750	9171	78300	2171	1093	612	2683
Potasio disuelto	mg/l	0,2	1065	17280	639	12580	324	95,6	72,9	427
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	2,07	2,87	1,3	1,59	2,41	4,42	1,54	3,98
Litio disuelto	mg/l	0,003	95,1	1470	63,3	1317	28,6	5,85	6,46	34,2
Boro disuelto	mg/l	0,002	50,9	708	34,7	631	15,8	15	11,1	11,9
Error del balance iónico	%	-	1,4	0,8	-1,7	-0,5	-4,4	0,4	0,6	-3,6
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,2	198	301	170	417	294	448	167	139
Magnesio total	mg/l	0,2	549	9557	323	7948	266	148	85,6	207
Sodio total	mg/l	0,2	6144	94950	9183	80250	2286	1122	624	2895
Potasio total	mg/l	0,2	1082	17460	641	13690	347	99,2	75	444
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,01	0,063	2,4	26	75	0,183	7,14	<0,01	0,209
Arsénico total	mg/l	0,001	0,57	1,78	1,44	1,76	0,2	0,36	0,445	0,149
Boro total	mg/l	0,002	51,4	709	35,4	632	16,7	15,4	11,3	12,8
Estroncio total	mg/l	0,001	2,09	2,89	1,38	1,63	2,55	4,54	1,55	4,3
Hierro total	mg/l	0,02	0,05	2,12	25,5	21,4	0,169	5,63	<0,02	0,167
Litio total	mg/l	0,003	98,2	1491	63,7	1337	30,6	6,01	6,69	36,1
Silicio total	mg/l	0,02	42	6,8	41	17	41	48	56	33

Tabla 5-51 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña abril 2021 (4/4)

Punto	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine
Código analítico laboratorio	708698-01	708703-01	708704-01	708689-01
Fecha de muestreo	24-04-2021	24-04-2021	24-04-2021	23-04-2021
Laboratorio	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab	Hidrolab
Sector	Peine	Peine	Peine	Peine

Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial
Parámetros in situ						
pH	-	-	6,89	7,22	7,20	7,44
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	42350	66500	24990	2645
Temperatura	°C	0,01	21,28	21,73	26,08	22,39
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	21180	33220	12500	1322
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	1,49	0,92	1,41	2,83
Fisicoquímico laboratorio						
pH	-	-	7,05	7,19	7,19	7,51
Conductividad eléctrica	μS/cm	1	44700	71000	26100	2750
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	25550	43560	16720	2080
Densidad	g/ml	0,900	1,004	1,032	1,009	1,001
Elementos mayoritarios disueltos						
Aniones						
Cloruro	mg/l	0,5	15245	27117	8422	523
Sulfato	mg/l	1	1679	1729	766	498
Bicarbonato	mg/l	1,22	390,40	230,58	207,40	96,87
Nitrato	mg/l	0,44	2,21	2,21	2,66	4,47
Cationes						
Calcio disuelto	mg/l	0,2	418	493	285	193
Magnesio disuelto	mg/l	0,2	728	1054	394	48,3
Sodio disuelto	mg/l	0,2	7833	13920	4569	265
Potasio disuelto	mg/l	0,2	1437	2267	717	16,9
Elementos minoritarios y trazas disueltos						
Estroncio disuelto	mg/l	0,001	5,78	2,41	3,02	1,63
Litio disuelto	mg/l	0,003	143	248	68,6	0,45
Boro disuelto	mg/l	0,002	48,7	90,5	27,2	7,42
Error del balance iónico	%	-	1,3	0,9	3,6	-0,8
Elementos mayoritarios totales						
Calcio total	mg/l	0,2	448	516	304	200
Magnesio total	mg/l	0,2	780	1103	420	51,3
Sodio total	mg/l	0,2	8114	14080	4614	277
Potasio total	mg/l	0,2	1525	2384	775	17
Elementos minoritarios y trazas totales						
Aluminio total	mg/l	0,01	0,481	0,099	<0,01	0,07
Arsénico total	mg/l	0,001	0,49	1,7	0,48	0,055
Boro total	mg/l	0,002	49,6	91,9	27,4	7,9
Estroncio total	mg/l	0,001	5,82	5,27	3,03	1,69
Hierro total	mg/l	0,02	0,539	0,177	<0,02	0,084
Litio total	mg/l	0,003	149	252	69,9	0,47
Silicio total	mg/l	0,02	40	32	35	37

Tabla 5-52 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (1/5)

Punto	Anterepresa Tilomonte	BA-31	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-05	LM-06		
Código analítico laboratorio	ES21-36032-1	ES21-37150-1	ES21-36021-1	ES21-36018-1	ES21-36028-1	ES21-36027-1	ES21-35930-1	ES21-35931-1		
Fecha de muestreo	21-07-2021	22-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	20-07-2021	20-07-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	Peine	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,39	7,36	8,33	8,34	8,07	8,06	8,14	8,19
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5052	242612	43672	43843	73862	88099	36153	44729
Temperatura	°C	0,01	9,00	14,20	10,10	9,50	11,60	17,90	14,90	20,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	4725,5	198575	39585	40319,5	64480	64804,99	28853,5	31947,5
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01								
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	8,30	8,30	8,30	8,30	8,10	8,10	8,30	8,20
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5998	219568	39153	40104	71388	74261	38364	33055
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	5590	208790	28138	27278	56687	56716	23942	21340
Densidad	g/ml	0,900	1,000	1,170	1,020	1,020	1,040	1,040	1,020	1,010
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	1439	141419	14028	14321	28991	29455	13589	12045
Sulfato	mg/l	10	622,34	16752,12	1852,2	1864,55	4144,81	4729,28	1370,63	1098,97
Bicarbonato	mg/l	0,244	217,70	690,20	531,30	538,90	553,50	556,80	304,60	333,50
Nitrato	mg/l	0,01	<0,01	7,95	3,48	6,81	4,39	5,00	2,67	2,79
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	281,74	477,3	311,28	354,3	521,85	669,31	731,2	684,08
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	153,16	2413,95	475,41	470,4	395,75	387,21	545,77	390,2
Sodio disuelto	mg/l	0,01	844,73	74406,1	7503,66	8232,42	16052,25	16757,82	6696,78	6015,63
Potasio disuelto	mg/l	0,01	70,56	10128,75	1209,73	1285,4	2567,15	3242,2	1261,83	1115,98
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	5,8	26,21	12,16	10,86	17,71	20,1	15,63	13,77
Litio disuelto	mg/l	0,01	0,99	824,85	77,1	79,09	164,73	175,74	69,43	61,86
Boro disuelto	mg/l	0,5	7,2	422,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Error del balance iónico	%	-	8,3	-4,7	-2,3	0,8	-3,8	-1,9	-0,2	-0,3
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	284,18	477,3	444,58	458,25	768,07	880,37	759,28	686,28
Magnesio total	mg/l	0,01	173,34	2421,58	475,77	489,63	1745,5	1489,5	830,1	710,45
Sodio total	mg/l	0,01	968,93	80151,4	8078,61	8330,08	16152,34	17938,23	6801,76	6052,25
Potasio total	mg/l	0,01	85,91	13317,75	1567,65	1583,5	3618,5	3687,7	1300,25	1127,18
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,058	4,525	1,64	1,73	3,465	3,49	0,399	0,375
Boro total	mg/l	0,5	7,9	450,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Estroncio total	mg/l	0,01	5,89	29,61	13,66	13,86	19,01	20,45	16,03	14,32
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	0,76	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	1,07	851,35	84,27	83,41	173,53	185,73	71,27	62,23
Silicio total	mg/l	2	32	4	41	41	31	27	33	35

Tabla 5-53 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (2/5)

Punto			LM-07	LM-09	LM-10	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	LM-16
Código analítico laboratorio			ES21-35932-1	ES21-35933-1	ES21-35934-1	ES21-37151-1	ES21-37156-2	ES21-37152-1	ES21-37153-1	ES21-35615-1
Fecha de muestreo			20-07-2021	20-07-2021	20-07-2021	22-07-2021	22-07-2021	22-07-2021	22-07-2021	19-07-2021
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Peine	Peine	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava			
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Parámetros in situ										
pH	-	-	8,07	8,09	8,13	7,85	7,86	7,84	8,45	7,41
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	46054	46076	46478	161919	97900	132381	48508	4720
Temperatura	°C	0,01	19,90	18,50	18,20	17,10	12,40	22,90	20,20	25,20
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	33130,5	34073	34710	124020	83654,99	89700	34801	3061,5
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01								
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	8,20	8,10	8,10	8,40	7,70	8,00	8,50	7,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	37478	38580	38997	138306	92269	136026	53428	4045
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	24928	25680	26244	113690	69384	107224	34542	2592
Densidad	g/ml	0,900	1,020	1,020	1,020	1,080	1,050	1,070	1,080	1,000
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	13085	13768	13865	61968	37164	60910	20209	966
Sulfato	mg/l	10	1358,28	1597,01	1123,67	9104,59	6042,29	7046,59	2020,96	411,6
Bicarbonato	mg/l	0,244	293,00	275,40	262,80	653,70	620,50	512,00	364,00	472,90
Nitrato	mg/l	0,01	2,13	2,88	2,75	3,13	2,21	2,82	2,15	5,62
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	748,78	863,77	867,31	1160,16	654,05	807,98	232,79	210,94
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	579,91	580,59	530,35	1580,56	988,77	1341,8	600,59	71,01
Sodio disuelto	mg/l	0,01	6909,18	7268,07	7176,51	33923,35	20513,93	33013,9	10287,48	535,65
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1290,48	1342,8	1414,2	6149,9	3094,5	6640,6	1956,78	78,37
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	15,75	19,32	19,79	40,77	30,57	8,13	2,43	3,22
Litio disuelto	mg/l	0,01	69,71	74,85	75,3	333,08	247,7	422,75	140,14	4,98
Boro disuelto	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	201	156,4	147,8	572,5	<0,5
Error del balance iónico	%	-	3,2	3,0	3,2	-0,6	-0,8	-0,4	8,8	-1,3
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	786,62	892,09	873,78	1335,94	719,97	987,31	253,13	223,93
Magnesio total	mg/l	0,01	894,15	930,2	878,3	1582,28	1560,38	1527,84	670,66	74,41
Sodio total	mg/l	0,01	6948,24	7280,27	7358,4	34735,1	22076,43	33099,35	10815,43	537,6
Potasio total	mg/l	0,01	1307,98	1384,28	1453,43	6731	3361,8	7954,1	1969,6	86,41
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,342	0,561	0,574	1,503	0,848	2,708	1,25	0,347
Boro total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	223	159,9	155,8	599,5	<0,5
Estroncio total	mg/l	0,01	16	19,73	20,8	42,11	31,71	18,21	4,17	3,26
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	0,35	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	72,13	77,75	79,98	337,33	249,25	425,45	141,97	7,66
Silicio total	mg/l	2	33	31	32	20	16	14	18	49

Tabla 5-54 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (3/5)

Punto	LM-17	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B		
Código analítico laboratorio	ES21-35936-1	ES21-36026-1	ES21-36023-1	ES21-36030-1	ES21-36031-1	ES21-35617-1	ES21-35616-1	ES21-37163-1	ES21-37164-1		
Fecha de muestreo	20-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	21-07-2021	19-07-2021	19-07-2021	23-07-2021	23-07-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	Peine	La Punta-La Brava									
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea						
Parámetros in situ											
pH	-	-	8,03	7,38	6,17	7,47	6,26	7,59	6,36	7,56	6,45
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	105750	27160	290647	8862	238030	6789	259452	37687	284567
Temperatura	°C	0,01	19,60	15,90	15,80	14,70	14,90	22,80	23,10	18,20	19,40
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	76765	21333	229450	7176	192075	4608,5	7491,5	2812,5	207090
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01									
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	8,10	7,50	6,30	7,50	6,40	7,40	6,20	7,50	6,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	87873	21983	208670	9608	230331	6962	228140	31728	231078
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	64480	20896	202060	5298	210450	3652	49996	20098	209290
Densidad	g/ml	0,900	1,040	1,010	1,230	1,000	1,180	1,000	1,210	1,010	1,210
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	39393	7230	260069	2395	157033	1623	192128	11304	180210
Sulfato	mg/l	10	3535,64	926,92	7672,22	602,58	9022,27	411,6	11244,91	1148,36	15476,16
Bicarbonato	mg/l	0,244	268,10	478,20	443,30	494,40	493,80	503,40	291,00	526,60	515,30
Nitrato	mg/l	0,01	3,37	5,29	4,39	1,21	91,90	2,40	9,62	3,50	5,48
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	1733,59	232,13	768,8	168,99	253,52	222,46	536,87	190,19	357,32
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	643,41	352,11	6274,4	110,51	3612,05	87,18	3850,1	382,02	3287,35
Sodio disuelto	mg/l	0,01	20275,88	3848,27	114238,3	1340,03	88269	862,92	95706,3	5678,71	90523,8
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1499	840,25	15417,5	242,5	67,29	164,4	12504	1127,93	15762,25
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	32,03	9,93	36,06	4,22	5,83	3,2	3,05	3,14	1,19
Litio disuelto	mg/l	0,01	85,05	51,12	1249,8	14,7	1,06	10	904,5	78,59	1190,4
Boro disuelto	mg/l	0,5	465,6	<0,5	665,6	16	274,6	<0,5	728,8	49,3	643,2
Error del balance iónico	%	-	0,5	1,3	-8,8	0,3	-4,5	-0,9	-4,6	-1,4	-4,2
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	1851,57	332,4	1164,55	182,76	778,08	225,59	886,72	208,15	385,55
Magnesio total	mg/l	0,01	928,2	401,12	8764,5	135,74	4620,95	96,25	4040,55	412,66	3881,25
Sodio total	mg/l	0,01	21240,23	3864,14	119803,4	1578,37	88501	907,1	104765,2	5900,88	96862,75
Potasio total	mg/l	0,01	1730,95	921,26	21085	255,74	12655,75	186,88	19180,25	1317,15	21008,25
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,695	0,48	16,95	0,345	14,55	0,3	3,935	0,415	0,645
Boro total	mg/l	0,5	529,4	<0,5	679,4	<0,5	297,6	<0,5	767,7	52,6	670
Estroncio total	mg/l	0,01	35,85	13,84	38,01	4,73	40,31	3,3	4,84	5,04	4,74
Hierro total	mg/l	0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	6,74	0,06	0,63
Litio total	mg/l	0,01	89,11	53,58	1264,6	16,57	887,2	11,22	1410,4	79,94	1466,9
Silicio total	mg/l	2	32	39	<2	39	8	48	6	31	4

Tabla 5-55 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (4/5)

Punto	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A	MP-12A	MPS-AA	MPS-AB		
Código analítico laboratorio	ES21-37162-1	ES21-37161-1	ES21-37168-1	ES21-37170-1	ES21-35614-1	ES21-37154-1	ES21-35929-2	ES21-35928-2		
Fecha de muestreo	23-07-2021	23-07-2021	23-07-2021	23-07-2021	19-07-2021	22-07-2021	20-07-2021	20-07-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	La Punta-La Brava	Sector Norte y Borde Este	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,49	6,46	7,40	7,22	7,48	7,39	7,96	6,72
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	25072	298560	13639	6521	4865	15493	53438	251081
Temperatura	°C	0,01	20,70	20,60	20,70	15,40	23,60	22,40	11,80	15,20
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	18447	210794,98	9665,5	5174	3295	10595	46150	200849,98
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01								
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	7,40	6,30	7,30	7,10	7,30	7,60	7,80	6,80
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	22001	232407	14767	7891	5171	16144	52490	227039
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	19880	203650	8642	4662	2829	9736	36213	198840
Densidad	g/ml	0,900	1,010	1,210	1,000	1,000	1,000	1,000	1,030	1,190
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	8498	187204	4188	2582	1028	6384	25061	180830
Sulfato	mg/l	10	926,92	13623,96	686,55	772,16	335,87	451,11	3148,74	8264,93
Bicarbonato	mg/l	0,244	490,10	469,90	299,70	444,70	471,90	280,70	175,20	633,20
Nitrato	mg/l	0,01	4,83	6,14	3,79	4,77	5,83	4,02	1,92	41,68
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	194,09	330,08	266,9	396,97	219,14	141,06	1341,8	1177,93
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	294,92	3503,4	259,52	66,53	76,7	151,92	680,78	923,19
Sodio disuelto	mg/l	0,01	3673,1	91612,2	2294,92	1080,02	576,17	2797	8472,9	93691,4
Potasio disuelto	mg/l	0,01	789,79	15747	404,06	101,5	84,67	489,26	1578,38	3857,05
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	2,6	0,61	4,71	7,55	3,49	8,89	28,74	37,79
Litio disuelto	mg/l	0,01	54,6	1192,1	26,61	4,49	5,29	31,36	88,75	1190,6
Boro disuelto	mg/l	0,5	27,3	628	19,5	18,2	<0,5	12,8	423	613,2
Error del balance iónico	%	-	-7,6	-5,0	5,8	-8,8	1,7	-9,0	-7,8	-6,4
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	205,37	410,89	312,74	416,75	239,55	141,06	1688,48	1239,26
Magnesio total	mg/l	0,01	298,95	3629,75	305,61	125,18	73,8	181,58	1154,8	1048,6
Sodio total	mg/l	0,01	3879,09	96832,25	2666,02	2081,3	578,86	2803,96	11499,03	97609,9
Potasio total	mg/l	0,01	840,33	22155,75	475,71	109,8	91,75	743,16	1782,35	4155,25
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	0,8	2,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	1,175	2,193	0,123	0,21	0,32	0,105	0,87	3,52
Boro total	mg/l	0,5	30	651	20	18,3	<0,5	13	445	630
Estroncio total	mg/l	0,01	3,49	3,3	5,9	9,13	3,58	9,14	33,08	39,7
Hierro total	mg/l	0,01	5,18	1,23	<0,01	0,49	<0,01	<0,01	0,25	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	54,81	1573,3	29,61	4,5	5,49	31,37	96,71	1240,8
Silicio total	mg/l	2	34	7	37	42	57	24	12	4

Tabla 5-56 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña julio 2021 (5/5)

Punto	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine		
Código analítico laboratorio	ES21-35935-1	ES21-37169-1	ES21-37165-1	ES21-37166-1	ES21-37155-1		
Fecha de muestreo	20-07-2021	23-07-2021	23-07-2021	23-07-2021	22-07-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	Peine	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial
Parámetros in situ							
pH	-	-	6,63	7,18	7,42	7,40	7,50
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	262644	30251	53428	26671	4035
Temperatura	°C	0,01	16,90	20,10	20,90	25,40	22,10
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	201825	27697	41210	17121	2801,5
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01					
Fisicoquímico laboratorio							
pH	-	-	7,30	7,10	7,30	7,30	7,60
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	213521	33154	47782	26013	4170
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	224000	20570	36826	18634	3516
Densidad	g/ml	0,900	1,220	1,010	1,020	1,010	1,000
Elementos mayoritarios disueltos							
Aniones							
Cloruro	mg/l	5	198250	12117	17322	9067	808
Sulfato	mg/l	10	11689,44	1251,26	1117,91	739,23	716,18
Bicarbonato	mg/l	0,244	384,30	451,30	285,70	231,60	164,60
Nitrato	mg/l	0,01	26,71	3,57	4,27	1,94	5,42
Cationes							
Calcio disuelto	mg/l	0,01	1613,77	368,04	425,54	248,05	288,87
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	6056,05	424,81	522,95	319,83	70,61
Sodio disuelto	mg/l	0,01	99401,4	5737,3	8576,66	4771,73	538,33
Potasio disuelto	mg/l	0,01	22393,75	1061,1	1629,65	830,81	31,03
Elementos minoritarios y trazas disueltos							
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	6,13	7,24	7,03	5,38	5,97
Litio disuelto	mg/l	0,01	1597,4	75,43	123,16	54,12	0,55
Boro disuelto	mg/l	0,5	515,6	41,8	58,7	31,6	10
Error del balance iónico	%	-	0,1	-3,1	-0,3	1,7	7,9
Elementos mayoritarios totales							
Calcio total	mg/l	0,01	1777,5	384,03	350,1	319,48	308,79
Magnesio total	mg/l	0,01	6627,9	498,78	560,18	370,24	93,42
Sodio total	mg/l	0,01	107574,5	5969,24	10986,33	5069,58	538,82
Potasio total	mg/l	0,01	28309	1219,8	2139,9	853,52	35,28
Elementos minoritarios y trazas totales							
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	4,49	0,178	1,275	0,333	0,027
Boro total	mg/l	0,5	579,4	44,9	62,5	35	11,7
Estroncio total	mg/l	0,01	7,87	9,1	9,17	6,82	6,22
Hierro total	mg/l	0,01	0,07	<0,01	2,87	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	1816,9	76,72	124,28	55,87	0,68
Silicio total	mg/l	2	2	35	28	30	29

Tabla 5-57 Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (1/4)

Punto	Antepresa Tilomonte	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08		
Código analítico laboratorio	EA21-06937-1	EA21-06928-1	EA21-06925-1	EA21-06914-1	EA21-06913-1	EA21-06829-2	EA21-06830-1	EA21-06831-1	EA21-06832-2		
Fecha de muestreo	21-10-2021	22-10-2021	22-10-2021	21-10-2021	21-10-2021	19-10-2021	19-10-2021	19-10-2021	19-10-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	Peine	Peine	Peine	Peine		
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	
Parámetros in situ											
pH	-	-	9,18	8,44	8,54	8,29	8,06	8,34	8,55	7,76	7,78
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	5660	49090	51070	77898	99071	32770	38780	51665	47594
Temperatura	°C	0,01	16,30	19,60	20,30	20,50	23,60	16,80	16,70	21,90	23,60
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	4407	35594	36464	55380	66170	24730	29950	35685	31720
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	5,97	6,19	5,85	5,07	3,36	4,88	4,64	5,31	5,64
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	8,40	8,50	8,50	8,40	8,40	8,50	8,60	8,40	8,50
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6009	53890	55530	79290	118000	41600	47390	55400	48321
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	4238	35200	36810	57075	87801	32451	30200	43769	36264
Densidad	g/ml	0,900	1,020	1,050	1,040	1,050	1,060	1,010	1,020	1,020	1,010
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1749	18924	19734	41648	53148	15633	19108	21738	19306
Sulfato	mg/l	10	650,33	2547,8	2617,78	5099,72	6657,63	1376,8	1757,53	2105,33	1808,98
Bicarbonato	mg/l	0,244	220,10	551,90	551,90	697,80	770,80	308,60	307,40	235,40	326,10
Nitrato	mg/l	0,01	0,12	4,27	4,36	233,30	6,75	1,80	1,62	2,17	2,08
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	312,5	415,89	400,39	749,02	1001,46	645,02	765,63	1012,7	896,97
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	138,37	608,58	525,98	1484,3	1849,98	3726,8	770,02	955,08	838,01
Sodio disuelto	mg/l	0,01	723,71	11636,45	12026	19791,23	26160,45	4008,9	8627,93	10914,2	8957,9
Potasio disuelto	mg/l	0,01	61,59	1580,2	4228,25	3186,65	4703	1119,08	1316,53	1655,88	1363,23
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	1	16,09	18,07	23,71	28,1	19,41	22	26,32	23,1
Litio disuelto	mg/l	0,01	1,21	133,42	138,23	229,85	326,98	79,3	87,11	112,11	99,66
Boro disuelto	mg/l	0,5	66,5	131	130	267	259	79,5	100,5	105,5	112
Error del balance iónico	%	-	8,4	6,1	9,5	-3,5	-2,2	9,7	-2,6	2,3	-0,3
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	338,92	503,42	435,55	787,11	1029,69	756,35	854,98	1052,15	950,49
Magnesio total	mg/l	0,01	142,33	757,08	667,9	1936	1922,53	6696,8	935,42	976,02	887,35
Sodio total	mg/l	0,01	760,5	13446,65	16544,8	22808,85	28552,25	7938,23	8978,27	11187,75	9422,6
Potasio total	mg/l	0,01	68,82	1729,13	6970,25	3391,1	6151,1	1308,9	1653,13	1892,7	1741,03
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,055	1,98	2,113	4,7	5,2	0,492	0,229	0,743	0,549
Boro total	mg/l	0,5	69,5	132	133,5	268	292,5	81,5	104	126	114
Estroncio total	mg/l	0,01	5,8	24,68	21	32,47	38,35	27,54	30,91	35,91	30,49
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	0,36	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	1,96	148,75	141,28	271,85	339,98	86,82	97,41	122,22	109,62
Silicio total	mg/l	2	33	46	38	41	46	79	37	38	38

Tabla 5-58 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (2/4)

Punto			LM-09	LM-13	LM-16	LM-17	MP-01A	MP-01B	MP-03A	MP-03B
Código analítico laboratorio			EA21-06833-1	EA21-06930-2	EA21-06924-2	EA21-0683-1	EA21-06927	EA21-06926-1	EA21-06916	EA21-06915-1
Fecha de muestreo			19-10-2021	21-10-2021	22-10-2021	19-10-2021	22-10-2021	22-10-2021	21-10-2021	21-10-2021
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Peine	Sector Norte y Borde Este	La Punta-La Brava	Peine	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava	La Punta-La Brava
Parámetros	Unidad	LD	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,49	6,98	7,33	6,90	7,37	6,84	7,23	5,57
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	55234	235117	4335	219208	19271	207609	6474	167460
Temperatura	°C	0,01	24,10	19,10	25,40	19,80	15,40	15,90	17,10	16,20
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	36270	172380	2795	157430	15372	163084	4960	130650
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	5,16	0,61	4,38	0,75	0,67	0,11	1,27	0,41
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	8,40	7,40	7,30	6,90	7,50	6,50	7,60	7,30
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	56380	239340	4228	219220	23430	205100	9056	256100
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	40400	181944	3440	166611	17335	156190	6770	172030
Densidad	g/ml	0,900	1,020	1,050	1,030	1,200	1,050	1,040	1,000	1,190
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	23276	188342	738	50548	7528	192690	3273	174747
Sulfato	mg/l	10	2286,44	25910,22	447,82	4591,4	1037,23	5264,36	605,05	7748,37
Bicarbonato	mg/l	0,244	246,50	2017,40	431,10	222,40	425,70	406,70	459,30	470,10
Nitrato	mg/l	0,01	2,13	11,69	4,84	4,47	1,34	51,04	1,26	90,13
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	1180,18	465,58	171,68	163,87	247,9	786,13	158,64	785,64
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	1069,3	7834,25	93,88	2353,8	329,18	458,22	156,86	4392,1
Sodio disuelto	mg/l	0,01	10652,68	90210	578,11	116070,5	3826,78	98042,25	1394,65	67919,9
Potasio disuelto	mg/l	0,01	1486,83	30981,5	80,6	4211,4	626,85	16308,5	288,09	15728,75
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	32,57	37,18	3,25	69,58	14,06	46,22	4,49	41,63
Litio disuelto	mg/l	0,01	110,84	2368,2	5,77	266,13	58,84	1437,7	17,43	1308
Boro disuelto	mg/l	0,5	93	924	47	236,5	74	729	72,5	810
Error del balance iónico	%	-	-1,2	0,8	2,1	-3,0	-3,6	-0,4	0,4	4,4
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	1197,25	625,98	189,06	191,95	297,56	1110,35	191,21	979,49
Magnesio total	mg/l	0,01	1234,1	8895,75	134,77	2483,5	512,45	648,07	171,94	4814,45
Sodio total	mg/l	0,01	12372,8	96676,25	609,13	122558,5	4219,97	110888,6	15127,75	83697,8
Potasio total	mg/l	0,01	1618,35	38604,5	82,84	6400,1	695,07	42383	296,75	18698
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,179	5,405	0,28	0,246	0,401	21,2	0,625	18,15
Boro total	mg/l	0,5	97,5	926	48,5	243	77,5	755	73,5	812
Estroncio total	mg/l	0,01	46,12	52,15	4,88	85,35	20,36	69,56	8,13	57,47
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	0,16
Litio total	mg/l	0,01	126,15	3982,5	6,8	321,05	59,11	1497,1	21,63	1498
Silicio total	mg/l	2	34	19	47	16	39	9	42	12

Tabla 5-59 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (3/4)

Punto	MP-04A	MP-04B	MP-05A	MP-05B	MP-06A	MP-06B	MP-07A	MP-08A	MP-09A		
Código analítico laboratorio	EA21-06921	EA21-06922	EA21-06811-1	EA21-06812-1	EA21-06919	EA21-06923-1	EA21-06931-1	EA21-06933-1	EA21-06920		
Fecha de muestreo	22-10-2021	22-10-2021	18-10-2021	18-10-2021	22-10-2021	22-10-2021	21-10-2021	21-10-2021	22-10-2021		
Laboratorio	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS		
Sector	La Punta-La Brava	Peine	Peine	La Punta-La Brava							
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	
Parámetros in situ											
pH	-	-	7,29	6,47	7,00	6,12	6,35	6,01	7,91	7,59	7,55
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	7527	178331	33959	245000	22447	261733	15665	7410	4501
Temperatura	°C	0,01	26,00	27,70	18,50	19,70	21,10	21,20	21,50	17,20	24,90
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	4810	109135	24999		15756	182105	10978	5811	2931,5
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	1,90	0,25	0,56	0,39	3,62	0,11	4,16	4,10	4,33
Fisicoquímico laboratorio											
pH	-	-	7,20	7,00	7,40	6,70	7,30	6,50	7,40	7,20	7,10
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	6390	274200	37050	260800	21140	271320	15280	7974	4407
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	5065	191990	25490	179900	18230	207750	11048	5518	3355
Densidad	g/ml	0,900	1,030	1,030	1,010	1,210	1,030	1,030	1,050	1,050	1,050
Elementos mayoritarios disueltos											
Aniones											
Cloruro	mg/l	5	1779	80225	13301	195443	7238	189241	4669	4169	1239
Sulfato	mg/l	10	467,58	4476,15	1195,7	17805,82	936,8	16817,98	736,76	788,63	436,3
Bicarbonato	mg/l	0,244	456,10	362,20	150,40	473,60	435,80	404,40	273,70	390,80	431,10
Nitrato	mg/l	0,01	2,01	4,38	3,49	6,07	4,51	6,09	3,47	4,49	4,42
Cationes											
Calcio disuelto	mg/l	0,01	157,28	366,31	235,06	499,02	201,27	407,96	319,04	446,41	167,97
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	104,35	1778,5	911,62	6967,8	328,81	4931,35	261,04	141,31	83,85
Sodio disuelto	mg/l	0,01	900,02	39449,85	2697,5	86942,5	3399,68	68340	2224,19	2063,64	262,99
Potasio disuelto	mg/l	0,01	167,66	8332,5	7908	17895,5	653,32	39820,5	395,45	100,22	75,67
Elementos minoritarios y trazas disueltos											
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	3,11	5,88	9,74	9,64	2,98	7,79	5,88	8,75	3,36
Litio disuelto	mg/l	0,01	12,17	721,7	92,68	1413,6	62,11	2102,6	32,51	5,29	5,65
Boro disuelto	mg/l	0,5	43	383,5	112,5	823	56,5	880	63,5	52	110,5
Error del balance iónico	%	-	-1,2	5,7	-5,6	-1,0	-6,8	8,1	4,8	0,4	8,2
Elementos mayoritarios totales											
Calcio total	mg/l	0,01	196,73	493,65	483,4	504,88	228,42	534,67	354,25	528,81	194,82
Magnesio total	mg/l	0,01	139,77	2880	1023,54	8008,8	383,06	7531,7	329,35	193,12	148,32
Sodio total	mg/l	0,01	968,26	41113,3	27512,2	95260,2	3622,44	71293,9	2447,51	2158,21	280,81
Potasio total	mg/l	0,01	172,43	9762	19882,8	19845,5	750,49	65478,5	423,1	113,41	88,01
Elementos minoritarios y trazas totales											
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,266	1,713	0,305	0,211	0,412	2,285	0,133	0,153	0,297
Boro total	mg/l	0,5	45	395	113,5	889	58	886	76,5	58	140,5
Estroncio total	mg/l	0,01	3,85	6,86	10,4	13,79	4,19	23,68	10,11	15,94	4,07
Hierro total	mg/l	0,01	0,01	1,02	5,51	0,36	1,54	0,32	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	15,19	758	124,8	1648,4	68,69	2224,6	36,08	9,75	7,52
Silicio total	mg/l	2	46	23	6	4	41	4	38	42	48

Tabla 5-60 (Cont.) Resultados de Calidad Físico – Química de Aguas para Campaña octubre 2021 (4/4)

Punto			MP-12A	MPS-AA	MPS-AB	MPS-CB	PP-01	PP-02	PP-03	Vert. Peine
Código analítico laboratorio			EA21-06934	EA21-06815-1	EA21-06814-2	EA21-06816-2	EA21-06932-1	EA21-06929-1	EA21-06935-1	EA21-06936-1
Fecha de muestreo			21-10-2021	19-10-2021	19-10-2021	19-10-2021	21-10-2021	22-10-2021	21-10-2021	21-10-2021
Laboratorio			SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS	SGS
Sector			Sector Norte y Borde Este	Peine						
Parámetros	Unidad	LD	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Subterránea	Agua Superficial
Parámetros in situ										
pH	-	-	7,51	7,99	6,82	5,43	7,27	6,24	7,83	8,05
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	18090	52538	205465	204730	34503	49993	28250	4786
Temperatura	°C	0,01	24,30	15,70	15,40	17,90	21,80	20,80	23,30	24,30
Sólidos disueltos totales	mg/l	-	11882	41537	163478	153724	23807	35308	19123	3159
Oxígeno disuelto	mg/l	0,01	5,30	1,92	0,37	0,15	3,53	1,01	3,22	5,59
Fisicoquímico laboratorio										
pH	-	-	7,70	8,10	7,20	5,40	7,20	7,40	7,40	7,70
Conductividad eléctrica	µS/cm	1	16580	60900	210421	201120	33280	53340	26760	4180
Sólidos disueltos totales	mg/l	3	11695	43924	157167	136900	20890	35400	19310	3066
Densidad	g/ml	0,900	1,050	1,030	1,190	1,070	1,050	1,050	1,050	1,050
Elementos mayoritarios disueltos										
Aniones										
Cloruro	mg/l	5	5128	24071	187701	214898	10797	19644	8707	1070
Sulfato	mg/l	10	518,62	3368,95	8133,22	13698,05	1253,73	1082,51	807,56	758,17
Bicarbonato	mg/l	0,244	239,20	148,10	577,00	986,50	392,70	242,30	204,90	145,60
Nitrato	mg/l	0,01	3,54	2,06	15,24	31,93	3,32	3,84	1,65	5,27
Cationes										
Calcio disuelto	mg/l	0,01	164,36	1784,18	1127,93	491,21	423,95	448,98	309,91	169,97
Magnesio disuelto	mg/l	0,01	206,38	1424,6	8344,7	6497,8	479,42	601,23	356,63	85,08
Sodio disuelto	mg/l	0,01	2600,83	11248,68	82950,9	85953,4	5620,32	8983	4284,33	439,66
Potasio disuelto	mg/l	0,01	508,06	1590,58	17013,5	31737	1090,1	1871,35	760,74	30,75
Elementos minoritarios y trazas disueltos										
Estroncio disuelto	mg/l	0,01	1,76	39,82	44,29	6,84	8,74	9,02	1,38	0,95
Litio disuelto	mg/l	0,01	38,56	112,3	1094,7	162,35	90,96	163,13	66,12	0,58
Boro disuelto	mg/l	0,5	41	126,5	677	738	69	124	82	65
Error del balance iónico	%	-	2,7	2,4	-3,2	-8,8	4,0	-1,0	3,1	0,8
Elementos mayoritarios totales										
Calcio total	mg/l	0,01	181,93	1819,34	1333,01	612,05	515,14	556,15	354,2	180,86
Magnesio total	mg/l	0,01	243,53	2261,4	8695,1	7329,1	574,95	783,2	383,79	86,53
Sodio total	mg/l	0,01	2841,8	11927,4	84238,8	102935,75	5653,08	10498,05	4624,03	458,5
Potasio total	mg/l	0,01	521,25	1726,08	21106	32080	1346,45	2110,6	813	54,88
Elementos minoritarios y trazas totales										
Aluminio total	mg/l	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	mg/l	0,001	0,128	0,082	0,213	1,968	0,254	0,951	0,355	0,064
Boro total	mg/l	0,5	44	131,5	696	776	71	130,5	85	68,5
Estroncio total	mg/l	0,01	8,88	51,78	55,62	10,28	17,51	18,36	6,68	5,73
Hierro total	mg/l	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,74	<0,01	<0,01
Litio total	mg/l	0,01	47,53	121,39	1231,9	251,85	99,74	180,73	97,9	0,66
Silicio total	mg/l	2	29	24	3	<2	37	33	32	32

Tabla 5-61 Listado de monitoreos no realizados

Sector	Mes	Punto de Monitoreo	Observación
Trimestre 1			
Sector Norte y Borde Este		BA-31 (ex LM-15)	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine	Enero	LM-05	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-06	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-07	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-08	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-09	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-10	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-17	No realizado por condiciones del punto.
		MPS-AA	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-AB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-CB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
Sector Norte y Borde Este		BA-31 (ex LM-15)	CONAF mantiene cerrado el acceso al punto de monitoreo.
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-14	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine	Febrero	LM-05	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-06	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-07	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-08	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-09	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-10	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-17	Punto Seco
		MPS-AA	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-AB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-CB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
Sector Norte y Borde Este	Marzo	Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine		LM-05	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-06	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos

Sector	Mes	Punto de Monitoreo	Observación
		LM-07	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-08	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-09	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-10	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-17	Punto Seco
		MPS-AA	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-AB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-CB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
Trimestre 2			
Sector Norte y Borde Este		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine	Abril	LM-05	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-06	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-07	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-08	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-09	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-10	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		LM-17	Punto Seco
		MPS-AA	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
		MPS-AB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos
MPS-CB	Comunidad de Peine cierra ingreso Lagunas Salada. Comunidad de Peine, no autoriza por presencia de flamencos		
Trimestre 3			
Sector Norte y Borde Este	Julio	Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine		LM-08	No realizado por presencia de flamencos.
Trimestre 4			
Sector Norte y Borde Este	Octubre	BA-31 (ex LM-15)	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-11	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-12	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		LM-14	No realizado por restricción de acceso por parte de CONAF a RNLF.
		Quebrada Camar	Sin acceso al punto de monitoreo por parte de la Comunidad de Camar
Sector Peine		LM-10	No realizado por presencia de flamencos.

Nota: En el Anexo M se indican y entregan cartas de respaldo.

Fuente: Elaboración propia

Las campañas anteriores, se presentan en conjunto con todos los registros de calidad química de aguas histórico, en el Anexo H de este documento.

Conductividad Eléctrica en el Salar de Atacama

La conductividad eléctrica ha sido un parámetro de clasificación del tipo de agua, utilizado en la evaluación ambiental, para poder hacer la distinción entre aguas que son parte del Núcleo (salmuera) y las aguas que se encuentran en las cuencas aportantes (agua dulce - salobre). Para facilitar el entendimiento del análisis que se presenta a continuación, se entrega en la Tabla 5-62, los rangos de conductividad que presentan las muestras, los cuales también fueron utilizados en la evaluación ambiental del Proyecto.

Tabla 5-62 Clasificación de los tipos de agua

Tipo de Agua	SDT (mg/l)	CE (µS/cm)
Dulce	0 – 4.200	0 – 4.500
Salobre	4.200 – 200.000	4.500 – 200.000
Salmuera	> 200.000	>200.000

Fuente: Tabla 7-6 Anexo 1 Adenda 5.

Cumplimiento del error de Balance Iónico

El error de balance iónico se calculó para todas las muestras a partir de la siguiente expresión con los cationes Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Sr²⁺, Li⁺ y B⁺, y aniones Cl⁻, HCO₃²⁻, SO₄²⁻ y NO₃⁻ (ver metodología en Capítulo 4).

$$\text{error de balance (\%)} = 100 \times \frac{\text{suma de cationes} - \text{suma de aniones}}{\text{suma de cationes} + \text{suma de aniones}} (\text{meq/L})$$

Los errores obtenidos se incluyen en las tablas anteriores de resultados químicos. De las 180 muestras analizadas el 2021, el 82,2% de las muestras (148) presenta un error inferior al 5%, 13 muestras (7,2%) presentan un error entre 5% y 7% (ambos porcentajes inclusive), 17 muestras (9,4%) presentan un error de balance inferior entre 7% y 10% y 2 muestras (1,1%) presentan un error de balance mayor que 10%, todo lo anterior en valor absoluto.

Estos porcentajes de cumplimiento se consideran adecuados por la tipología de muestras analizadas (mayoritariamente muestras salobres y salmueras), siendo que los lineamientos de la Guía SEA, 2102, “de carácter indicativo y referenciales”, son aplicables para aguas dulces y no consideraría las aguas salobres y salmueras. Porcentajes del error del balance iónico menores a 10% como valor absoluto se consideran aceptables de acuerdo con la ETFA SGS (ver carta LAB-003-22-EC-STGO en Anexo M), debido a que se pueden esperar errores más altos debido a diluciones sucesivas de las muestras (para obtener un resultado de cada uno de los analitos involucrados en el cálculo de balance iónico y disminuir la interferencia por cloruro en los ensayos) y el efecto matriz (la viscosidad y densidad de las muestras dificultan determinar con una alta exactitud las concentraciones de cada uno de los compuestos químicos disueltos debido a que muchos de ellos se encuentran cercanos a su índice de solubilidad).

Representación de resultados

A continuación, se presenta la variabilidad histórica de los valores medidos y analizados, a través de diagramas o gráficos de caja para los parámetros físico-químicos, el cual incluye tablas de estadígrafos, así como gráficos temporales que permiten ver las tendencias a través del tiempo los parámetros analizados en *in situ* y en el laboratorio.

Las tablas de estadígrafos que se presentan tienen por objetivo mostrar, por un lado, la cantidad de registros históricos totales que se tienen para cada punto (N° Datos) y, por otro, los valores representativos de los diagramas de caja, vale decir: mínimo (Min), Percentil 25% (P25), mediana, Percentil 75% (P75), máximo de la serie (Máx.) y rango intercuartílico (RQ). Cabe señalar que, el rango intercuartílico corresponde a la diferencia entre el primer cuartil (P25) y el tercer cuartil (P75), dicho de otra forma, el RQ se utiliza para describir la dispersión de los datos, a medida que aumenta la dispersión mayor será el rango intercuartílico.

En los diagramas de caja que se han generado para cada parámetro físicoquímicos y sector de análisis, los puntos del PSAH de aguas superficiales se han representado en variedades de color naranja, los puntos de aguas subterráneas somera se han destacado en colores verde y los puntos de aguas subterráneas profunda se han representado en tonalidades azules. Respecto a los diagramas propiamente tal, los extremos de la caja representan los percentiles 25% y 75%, indicado como “P25” y “P75” respectivamente en las tablas de estadígrafos. La línea dentro de cada caja corresponde a la mediana de la serie de datos. Los bigotes de los diagramas, tanto superior como inferior, corresponden a los valores de 1,5 veces el RQ¹⁷ de cada serie de datos. Fuera de los bigotes se muestran los valores fuera de tendencia de cada una de las series históricas de valores para cada parámetro analizado. Es importante señalar que estos valores no corresponden a valores *outliers* o fuera de serie, debido a que estos son previamente quitados de las gráficas y análisis como se indica a continuación; así, corresponden a datos que se encuentran fuera de la tendencia histórica de cada serie, considerando el criterio RQ.

A partir de las concentraciones de los elementos mayoritarios (cationes y aniones) se han elaborado los diagramas de Piper, con el objetivo de caracterizar el tipo de aguas, y visualizar si las composiciones químicas han variado respecto a las tendencias naturales o históricas.

Valores Anómalos u “Outliers”

Respecto de la identificación de datos anómalos u “*outliers*” de la composición química del agua, se realizó una depuración de ellos con la finalidad de generar gráficos y tablas de

¹⁷ RQ corresponde al rango intercuartílico (diferencia entre P75 y P25)

estadígrafos que sean útiles para analizar la mantención de los parámetros dentro de la variabilidad natural del sistema. Para ello, se utilizaron los siguientes criterios:

- Para aquellos registros que poseen una cantidad de datos menor a 30, se utilizaron criterios amplios sobre la mediana, asegurando que corresponden a datos fuera de rango, además de validación visual.
- Para los puntos de monitoreo que poseen una cantidad de datos mayor a 30, se considera que la muestra es lo suficientemente grande y los registros independientes entre sí, por lo tanto, se puede aplicar el teorema del límite central, que permite asumir que los parámetros químicos tendrán una distribución normal. Se considera un intervalo de confianza de 3 desviaciones estándar (DV), es decir, los valores atípicos detectados son aquellos que quedan fuera de este margen, los cuales son como máximo 0,27 % de los datos. En el caso donde existen diferencias significativas entre los datos, se aplicó el criterio anterior en dos iteraciones de limpieza de datos, esto con el fin de detectar un posible *outlier* que sea enmascarado por otro de mayor magnitud.
- Para las medidas de conductividad eléctrica (CE) superior a los 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dichos registros han sido eliminados de los gráficos y no fueron consideradas para el cálculo de estadígrafos. Lo anterior se basa en que el dato *outlier* superior a los 300.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ es considerado un error, ya que son datos obtenidos a partir de muestras diluidas. Se aplica el mismo criterio para conductividad eléctrica in situ.

En el caso particular del agua de salmuera (Pozos MP-XXB), cuando se tienen registros con CE menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, éstos han sido considerados anómalos o *outliers*, dado que corresponden principalmente a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Se debe indicar que éstos si se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero no se consideran característicos de este tipo de agua.

Cabe recalcar que los valores anómalos identificados solo fueron excluidos de gráficos y tablas de estadígrafos, pero en ningún caso fueron eliminados de la base de datos, que se presenta en el Anexo H (Anexos H-1 y H-2). En el Anexo H-7, se presentan en detalle todos los registros considerados anómalos.

Es importante destacar que, como se señaló, los valores anómalos solo fueron excluidos de gráficos y tablas de estadígrafos. Sin embargo, esto se aplicó sólo para los datos registrados hasta diciembre de 2020, ya que en este informe se deben presentar todos los datos registrados en 2021, los cuales la SMA no ha tenido a la vista, y que, eventualmente, podrían salir del registro de datos anómalos en caso de que fueran consistentes con una tendencia futura de la concentración del parámetro. Por esto, en el texto explicativo de cada gráfico que

presente uno o más datos anómalos de 2021, se indicará cuál es el punto de monitoreo, fecha y valor registrado.

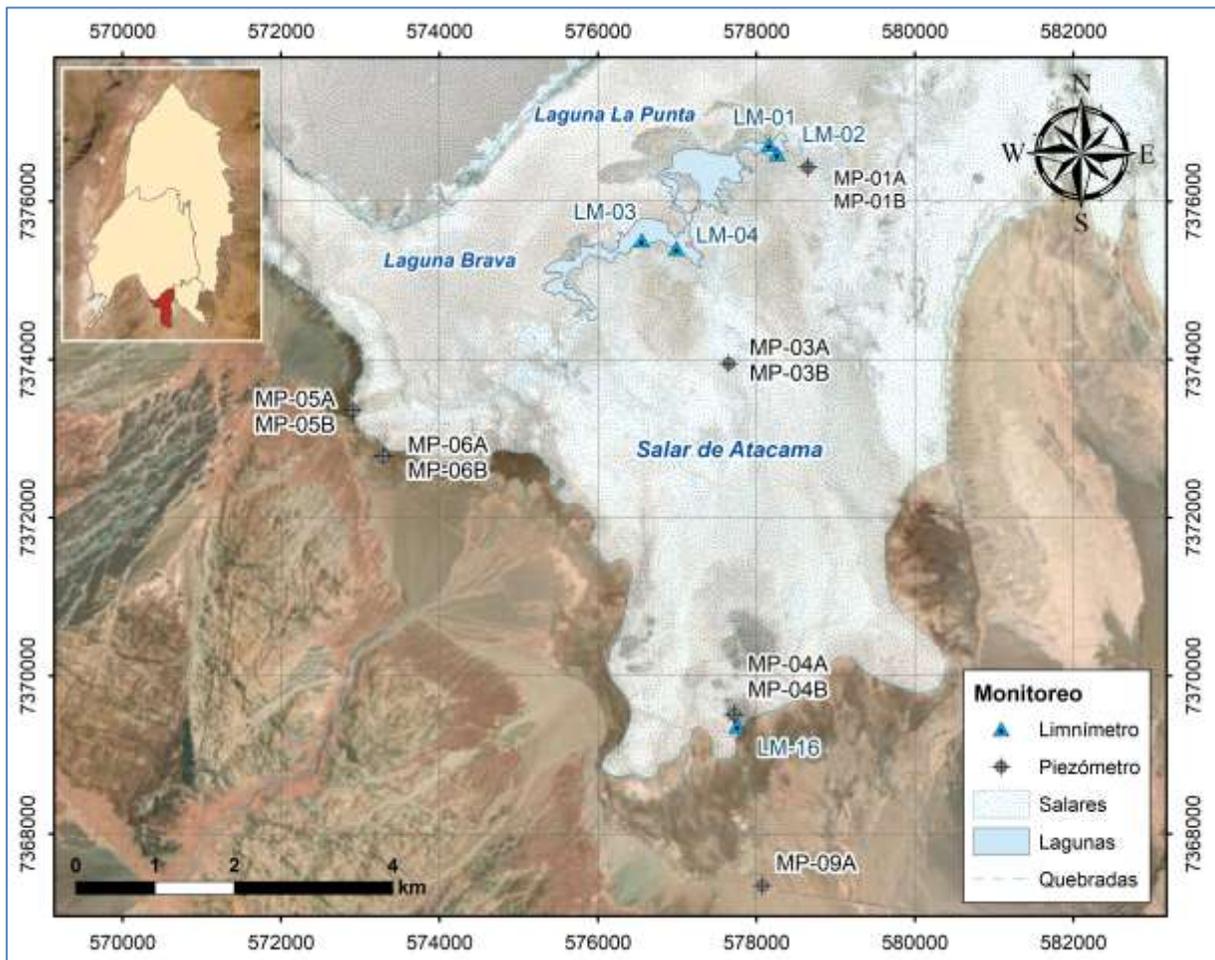
A continuación, se presentan los resultados gráficos, estadígrafos, resultados tabulares y gráficas temporales para cada uno de los parámetros por sector de análisis y por tipo de grupo de parámetros, siguiendo el orden de lo indicado en la Tabla 4-1 del Capítulo 4 de este documento.

Importante de señalar es que el análisis y descripción que se presenta de los resultados de cada parámetro hace énfasis en su comportamiento temporal y los estadígrafos característicos considerados, son la mediana y para el caso de hablar de rangos en los sectores, se refiere fundamentalmente a los percentiles 25% (P25) y 75% (P75).

5.8.1 Sector La Punta – La Brava

La ubicación de los puntos de monitoreo de este sector se presenta en la Figura 5-94.

Figura 5-94 Localización puntos de monitoreo Sector La Punta – La Brava



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físico-Químicos *in situ*

pH in situ

Los resultados de pH para el Sector La Punta-La Brava, considerando los diagramas de caja y tabla con estadígrafos, que se presentan en la Figura 5-95, indican que las aguas superficiales de las lagunas presentan valores de pH mayores que las aguas de pozos, con medianas que varían entre 8,04 en LM-04 a 8,27 en LM-02. Las aguas salobres de este sector presentan rangos de pH intermedios, con medianas que varían entre 7,12 en MP-09A a 7,52 en MP-03A y las salmueras son las que presentan en general el pH más bajo, con valores de medianas que varían entre 6,08 en MP-04B a 6,55 en MP-03B, manteniendo los valores dentro de los rangos históricos. El punto LM-16 se encuentra en el sector denominado Tilopozo,

ubicado al sur del resto de los puntos de las lagunas, con un pH de tendencia neutra (mediana de 7,06).

Conductividad Eléctrica *in situ*

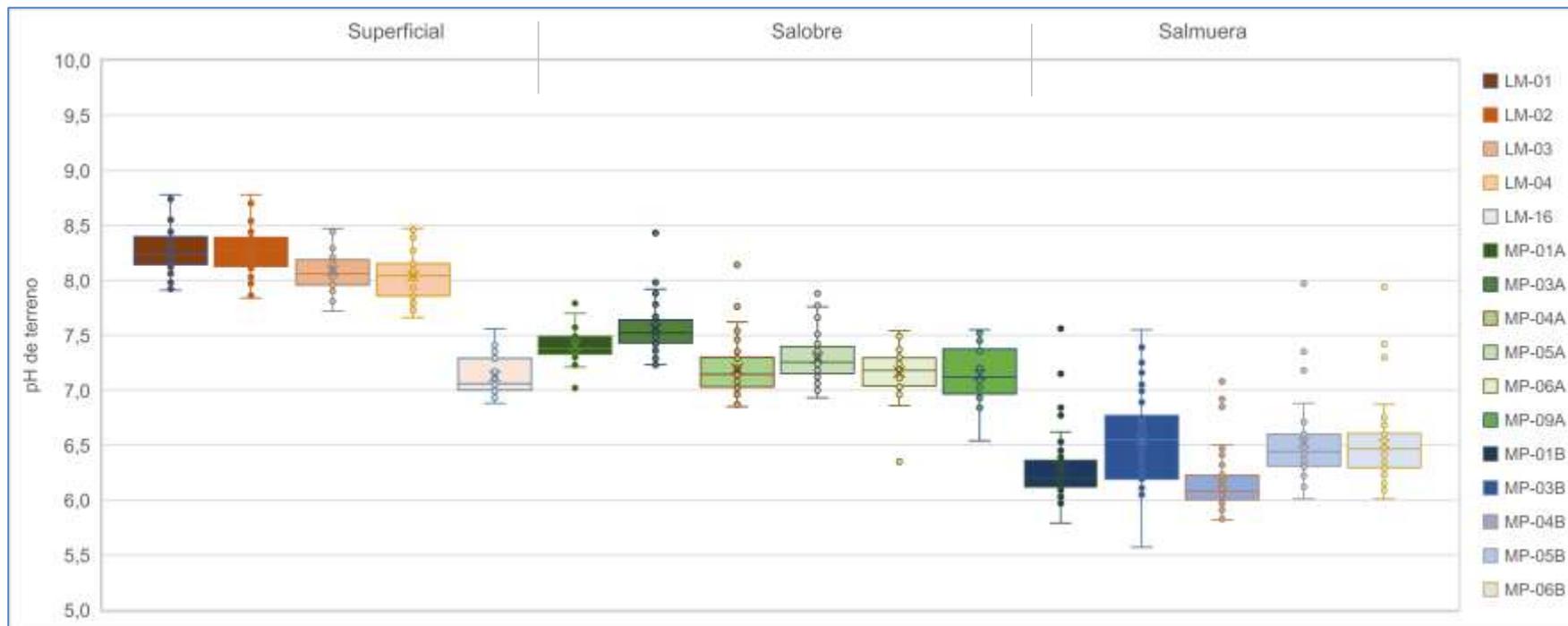
Respecto a la conductividad eléctrica (CE) del sector La Punta-La Brava (Figura 5-96), se aprecia que la salmuera (pozos “MP-XXB”) presenta mayor variabilidad en los rangos de C.E que las aguas superficiales (“LM”) y que las aguas salobres (pozos “MP-XXA”), alcanzado típicamente valores por sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Algunas muestras de salmuera (pozo MP-XXB), tienen valores que en el registro histórico son menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, las que corresponden a muestras que han sido tomadas erróneamente en pozos de agua salobre (MP-XXA) homólogos. Estos registros se incluyen en los gráficos y tablas de estadísticos de este parámetro, pero como fue mencionado anteriormente no se consideran característicos de este tipo de aguas.

Para las aguas subterráneas profundas (salmuera), el rango de la mediana de CE varía aproximadamente entre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los 240.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este valor es consistente con la presencia de aguas más salobres a medida que se profundiza la medición, por cuanto se acerca a la Interfase Salina. Para el caso de las aguas subterráneas someras (salobres), este rango está dado por un P25 de 4.447 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-09A) y un P75 de 44.755 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-06A). Estas aguas presentan los valores más bajos de CE del sector.

Todas las aguas de las lagunas La Punta-La Brava, representadas por los puntos LM-01 hasta LM-04, registran valores mayores a 34.760 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y menores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo que indica que son aguas salobres. En términos de la mediana, los puntos LM-01 y LM-02 presentan conductividades menores, con medianas en torno a 59.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y los puntos LM-03 y LM-04 presentan medianas en torno a 110.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

El punto LM-16, ubicado al sur del sector, tiene los menores valores de CE relativo al resto de las lagunas, con mediana de 4.317 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

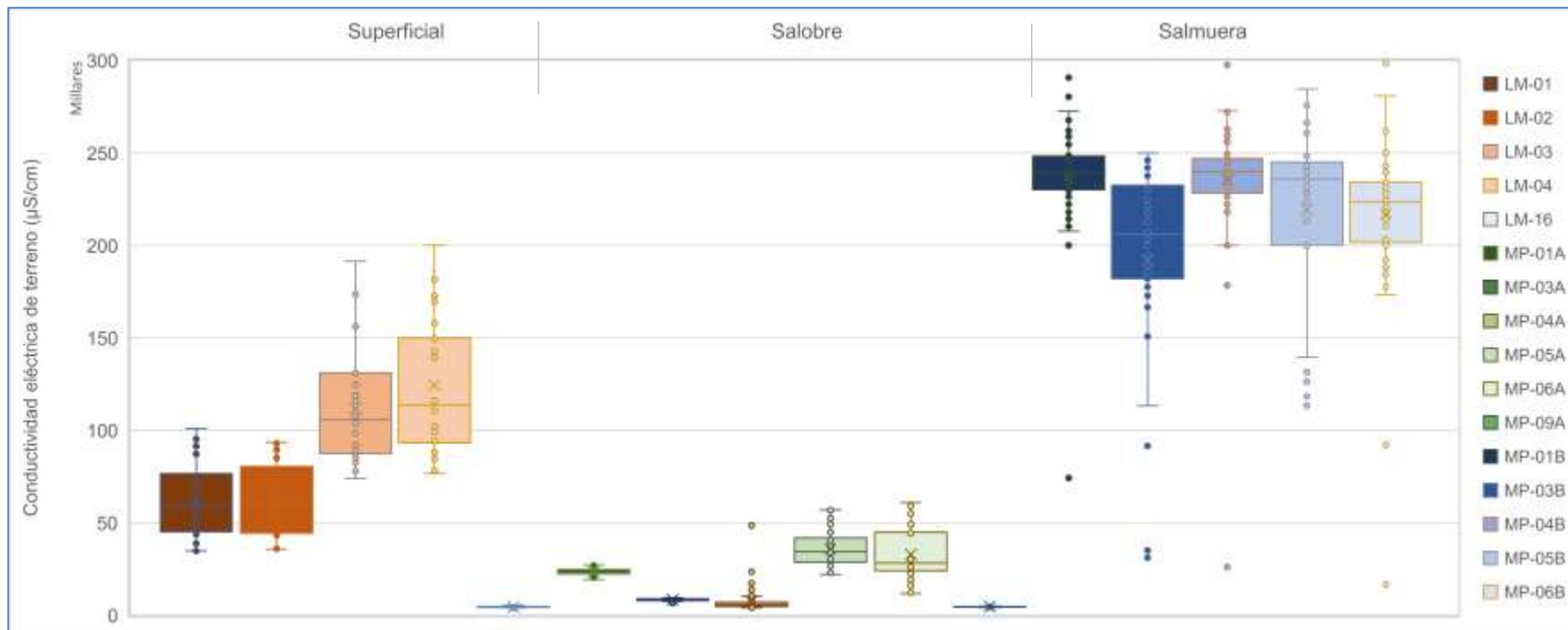
Figura 5-95 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico, Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	27	54	57	60	60	33	29	59	59	60	33	60
Min	7,91	7,84	7,72	7,66	6,88	7,02	7,23	6,85	6,93	6,35	6,54	5,79	5,57	5,82	6,01	6,01
P25	8,14	8,13	7,96	7,86	7,00	7,33	7,43	7,03	7,15	7,04	6,97	6,12	6,19	6,00	6,31	6,30
Mediana	8,24	8,27	8,06	8,04	7,06	7,38	7,52	7,15	7,26	7,18	7,12	6,20	6,55	6,08	6,44	6,47
P75	8,40	8,39	8,19	8,15	7,29	7,49	7,64	7,30	7,40	7,30	7,38	6,36	6,77	6,23	6,60	6,61
Max	8,78	8,78	8,47	8,47	7,56	7,82	8,43	8,14	7,88	7,54	7,55	7,57	7,55	7,08	7,97	7,94
RQ	0,26	0,26	0,23	0,29	0,29	0,16	0,21	0,27	0,25	0,26	0,41	0,24	0,58	0,23	0,29	0,31

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-96 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	29	59	56	60	60	37	29	58	59	59	35	60
Min	34.760	35.630	73.862	76.590	4.043	19.271	6.474	4.003	22.150	11.720	4.188	74.190	31.030	26.100	113.300	16.630
P25	45.051	44.472	87.493	93.173	4.218	22.370	7.973	4.708	28.723	24.055	4.447	230.025	181.900	228.200	200.000	201.750
Mediana	59.160	59.480	105.600	113.650	4.317	23.100	8.468	5.747	34.300	28.250	4.501	239.050	206.000	239.800	235.700	223.550
P75	76.570	80.340	131.050	150.000	4.692	24.680	8.821	7.004	41.773	44.755	4.659	248.216	232.500	247.000	245.000	234.275
Max	101.000	93.600	191.400	200.000	5.200	27.160	9.431	48.540	56.970	60.930	5.654	290.647	250.000	297.600	284.567	298.560
RQ	31.519	35.868	43.557	56.827	474	2.310	848	2.296	13.050	20.700	212	18.191	50.600	18.800	45.000	32.525

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

Para los sólidos disueltos totales (SDT), Figura 5-97, dada a la relación directa que tienen con la CE *in situ*, la situación que se observa para los diferentes puntos, tanto superficiales como subterráneos es similar.

Como es de esperar, los pozos de la salmuera, “MP-XXB”, presentan valores más altos, cuya mediana es ligeramente superior a los 100.000 mg/l, indicando que son aguas más profundas, mientras que los pozos “MP-XXA” presentan una concentración de SDT más bajos, con un P25 de 2.225 mg/l (MP-09A) y un P75 de 23.745 mg/l (MP-06A).

En el caso de los puntos superficiales, LM-01 y LM-02 tienen valores registrados entre 1.880 mg/l (LM-02) y casi los 50.000 mg/l (LM-01 y LM-02), valores más bajos comparados a los puntos del otro extremo del sistema lagunar, LM-03 y LM-04, que presentan valores mayores de 38.300 mg/l (LM-04) y que van hasta los 115.300 mg/l (LM-04). El punto LM-16, presenta valores de SDT menores al resto de puntos en las lagunas, con un rango entre 2.024 mg/l a 3.062 mg/l, debido a que corresponde a un punto aguas abajo de las lagunas.

Oxígeno Disuelto *in situ*

El contenido de oxígeno disuelto (O.D.) se presenta en la Figura 5-98, desde donde resulta evidente que un mayor contenido de sales presente en la muestra, asociado a valores altos de CE, implica una menor concentración de O.D.

Los pozos que monitorean salmuera presentan menor contenido de O.D., con valores de mediana que se encuentran bajo los 0,3 mg/l y presentan menor variación. Este comportamiento es consistente con la condición de la menor aireación de las aguas profundas relativo a las más someras. Estas últimas, las aguas salobres, tienen medianas que varían entre 1,3 mg/l y 2,3 mg/l.

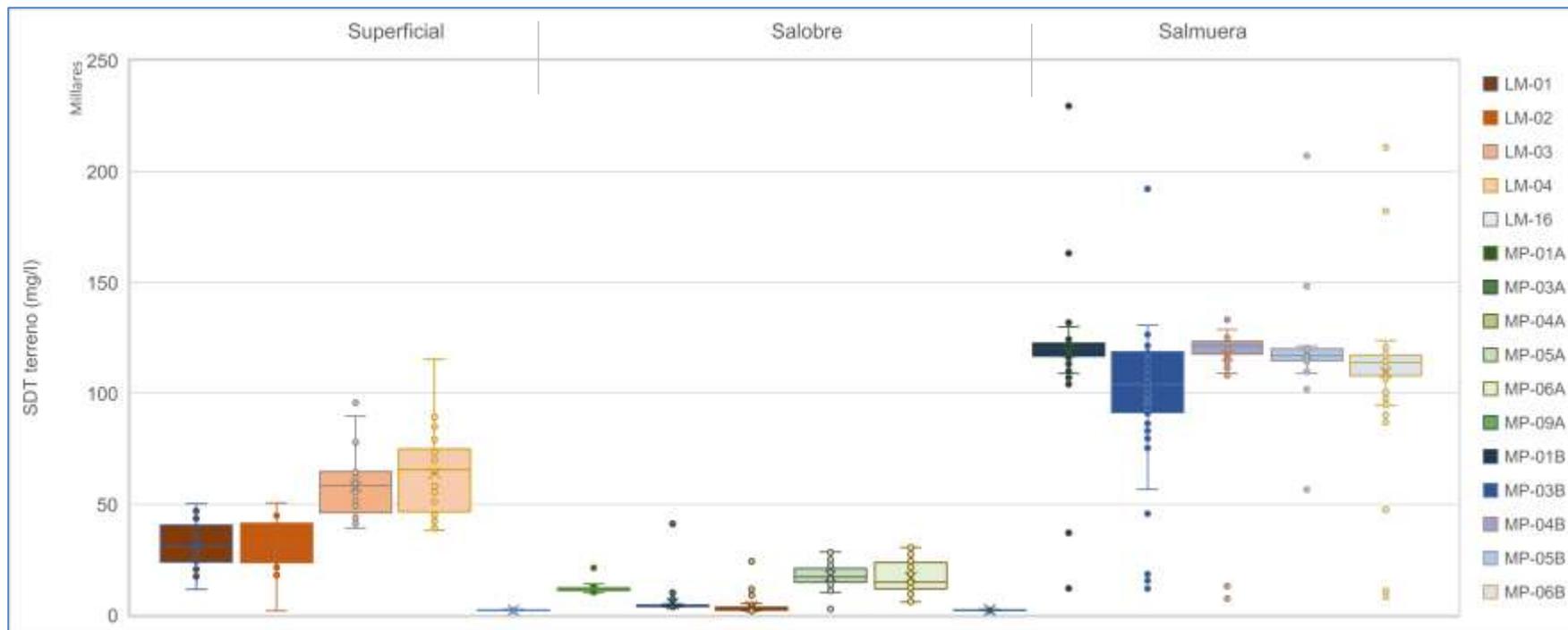
Los puntos LM-01 y LM-02, presentan en general medianas del orden de 3,3 mg/l, con la mayor variación en puntos superficiales, mientras que los puntos LM-03 y LM-04 presentan menor contenido de O.D. con medianas cercanas a los 2 mg/l, al igual que el punto LM-16.

Temperatura *in situ*

Para la temperatura del agua (°C), Figura 5-99, los puntos de salmuera presentan un amplio rango de temperatura, con mínimos de 13°C y máximos de 30°C aproximadamente, de los cuales los puntos MP-01A, MP-01B, MP-03A y MP-03B indican medianas de alrededor de los 16°C (acercándose a los valores de las lagunas) y el resto de los puntos un promedio de medianas de alrededor de 22°C. Las aguas superficiales, presentan valores de temperaturas

de más amplio rango de variación, que van desde los 6,2°C (LM-02) hasta 31,1°C (LM-04), debido a su relación directa con la temperatura ambiente.

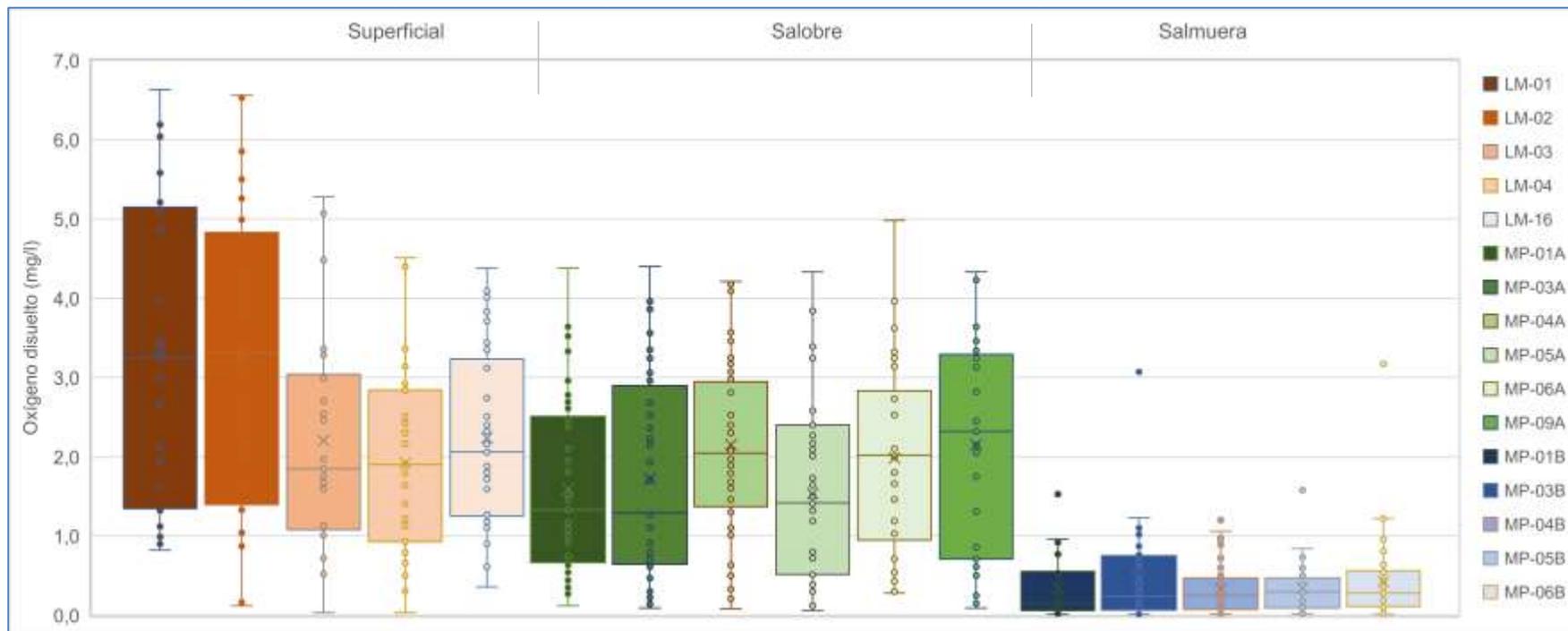
Figura 5-97 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	57	60	60	33	29	58	58	59	30	60
Min	11.590	1.880	39.280	38.300	2.024	10.200	3.741	2.005	2.813	5.860	2.092	12.090	11.990	7.492	56.660	8.311
P25	23.958	23.740	46.218	46.608	2.126	11.110	4.015	2.357	14.858	11.920	2.225	116.675	91.290	117.600	114.700	107.875
Mediana	31.095	30.580	58.450	65.487	2.160	11.530	4.271	2.902	17.230	14.890	2.261	120.100	103.900	121.500	116.900	114.000
P75	40.584	41.465	64.725	74.938	2.377	12.340	4.425	3.561	21.080	23.745	2.365	122.650	118.750	123.400	120.050	117.250
Max	50.180	50.540	95.700	115.300	3.062	21.333	41.170	24.270	28.480	30.520	3.295	229.450	192.075	133.400	207.090	210.795
RQ	16.626	17.725	18.507	28.330	251	1.230	410	1.204	6.222	11.825	140	5.975	27.460	5.800	5.350	9.375

Fuente: Elaboración propia

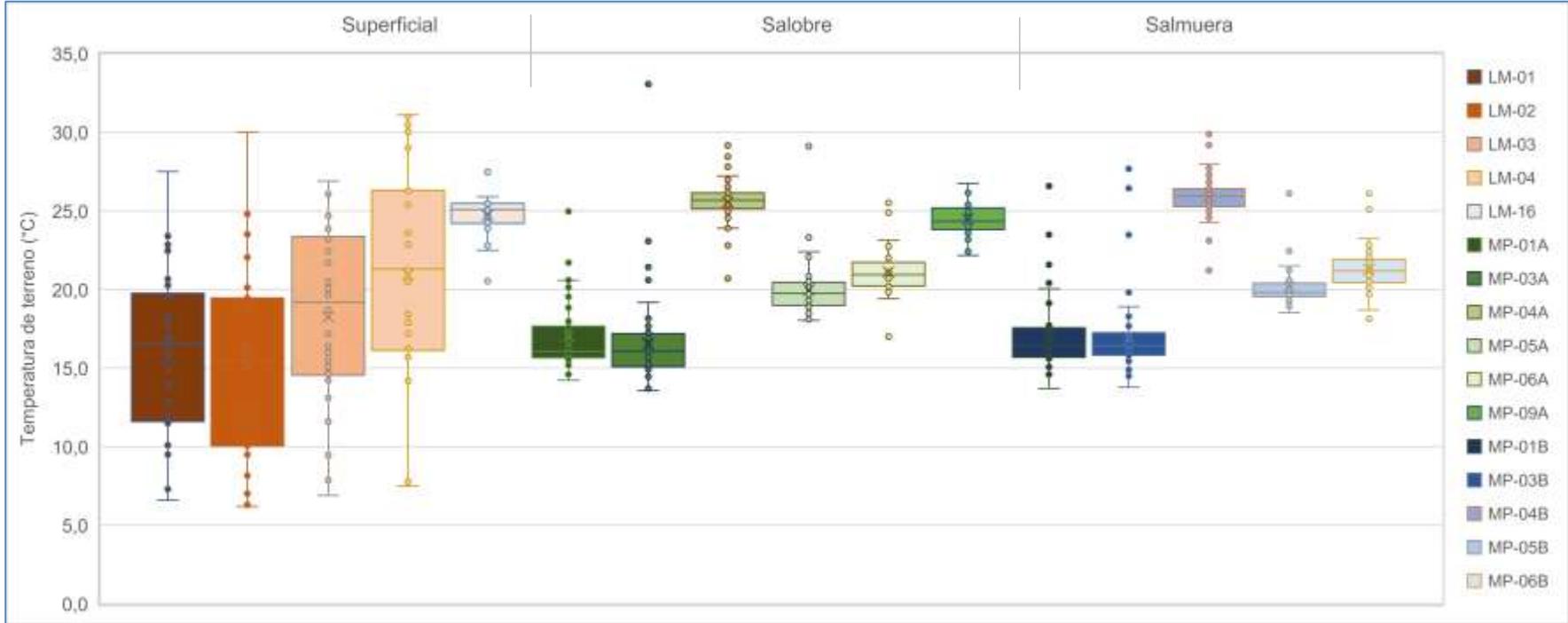
Figura 5-98 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. in situ histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	29	28	27	27	29	53	52	52	49	30	27	40	40	37	26	43
Min	0,82	0,12	0,03	0,03	0,36	0,12	0,09	0,08	0,06	0,28	0,09	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
P25	1,35	1,40	1,08	0,93	1,26	0,67	0,64	1,37	0,52	0,95	0,71	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11
Mediana	3,25	3,33	1,85	1,90	2,06	1,33	1,29	2,05	1,42	2,02	2,32	0,15	0,24	0,25	0,30	0,28
P75	5,15	4,83	3,04	2,84	3,24	2,51	2,90	2,95	2,40	2,83	3,29	0,55	0,75	0,47	0,47	0,56
Max	6,63	6,56	5,28	4,51	4,38	4,38	4,40	4,21	4,33	4,98	4,33	1,53	3,07	1,20	1,58	3,17
RQ	3,80	3,43	1,96	1,91	1,98	1,84	2,26	1,58	1,88	1,88	2,58	0,49	0,68	0,39	0,38	0,45

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-99 Diagrama de Caja, Temperatura *in situ* histórico (°C), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	27	30	30	27	56	59	60	60	33	29	59	59	60	37	60
Min	6,60	6,20	6,90	7,50	20,54	14,22	13,56	20,70	18,03	17,00	22,17	13,71	13,78	21,20	18,53	18,13
P25	11,60	10,05	14,55	16,11	24,20	15,66	15,09	25,13	18,99	20,24	23,80	15,69	15,81	25,27	19,54	20,44
Mediana	16,55	15,49	19,18	21,30	25,09	16,07	16,08	25,68	19,75	20,95	24,33	16,42	16,42	25,94	19,80	21,19
P75	19,77	19,46	23,37	26,32	25,48	17,67	17,20	26,15	20,45	21,73	25,20	17,56	17,26	26,41	20,40	21,93
Max	27,50	30,00	26,90	31,10	27,48	25,00	33,06	29,15	29,12	25,51	26,75	26,58	27,67	29,89	26,11	26,09
RQ	8,17	9,41	8,82	10,21	1,28	2,01	2,11	1,02	1,46	1,49	1,40	1,87	1,45	1,14	0,86	1,49

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros *in situ*

En esta sección se presentan los resultados del comportamiento temporal de estas variables, vale decir, se presenta gráficamente cuál ha sido la variación en el tiempo, representando los datos desde 2013 a 2021. Cabe destacar que en el presente periodo de reporte se efectuó el cambio de la ETFA encargada de los monitoreos en terreno y análisis de laboratorio (ver Tabla 5-45 a

Tabla 5-57); de esta forma los resultados reportados para los meses de enero, febrero, marzo y abril de 2021 fueron realizados por la ETFA Hidrolab, mientras que los de julio y octubre de 2021 por la ETFA SGS.

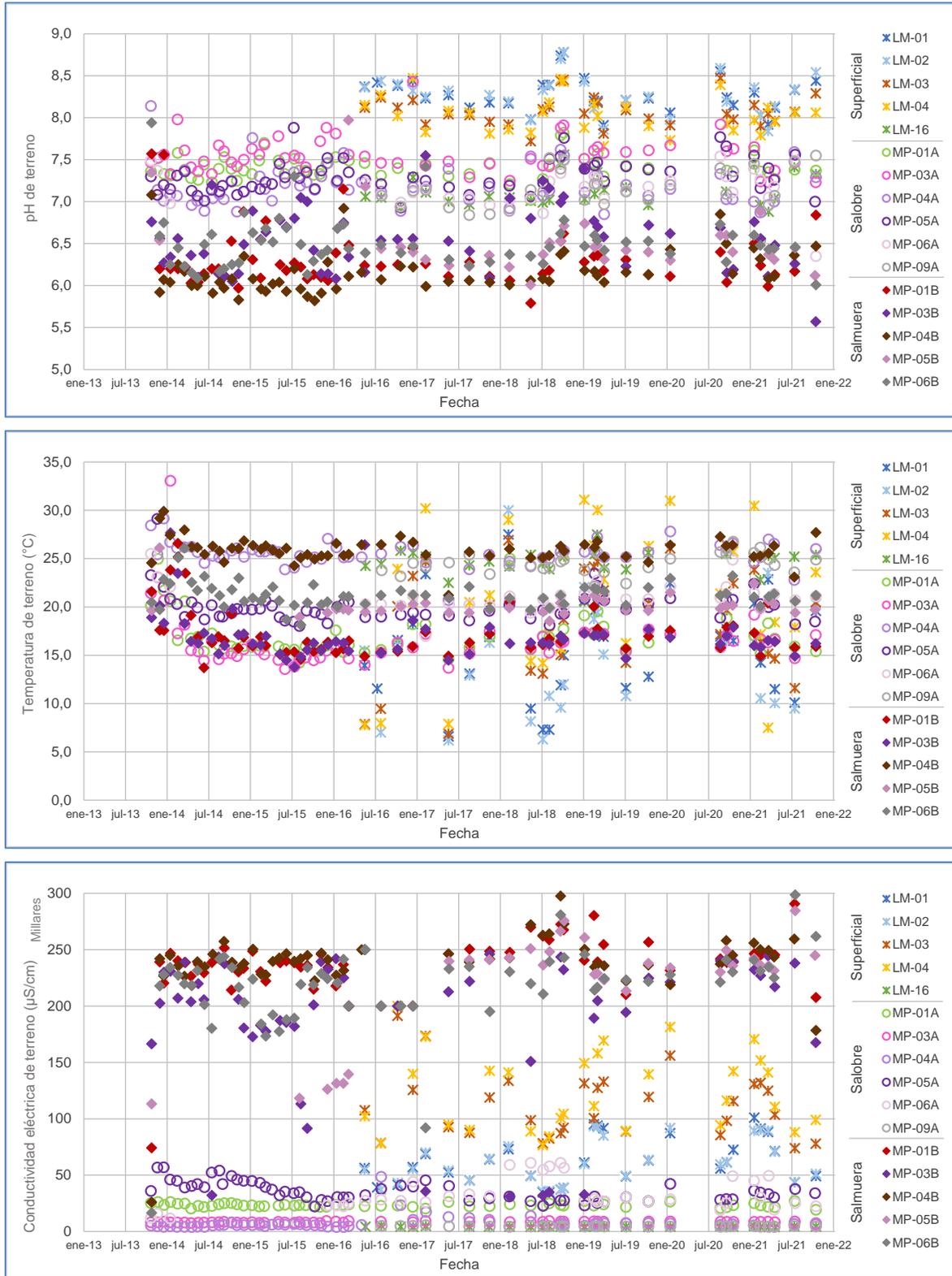
En la Figura 5-100 y Figura 5-101, se presenta la gráfica para los 5 parámetros *in situ* comprometidos: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales para los puntos del Sector La Punta-La Brava.

La variación temporal general de los datos permite indicar que los valores de parámetros *in situ* para 2021, antes del cambio de ETFA, tienen un comportamiento similar con variaciones estacionales que se marcan mayormente en la temperatura y CE.

De manera general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2021 se mantiene dentro de lo esperado, dentro de los rangos de la variación natural y estacional, al menos durante el primer semestre. Ya en el segundo trimestre, los mayores valores de CE en julio de 2021 en las salmueras coinciden con aumentos abruptos en los SDT y cambios bruscos de pH; sin embargo, estos valores, junto a las concentraciones de SDT de MP-01B y MP-06B de octubre de 2021, se encuentran fuera de rango coincidiendo con el cambio de ETFA a cargo de las mediciones en terreno. Sumado a lo anterior, en el mes de octubre de 2021 se registraron bajos valores de CE en tres puntos de monitoreo de las salmueras (MP-01B, MP-03B y MP-04B).

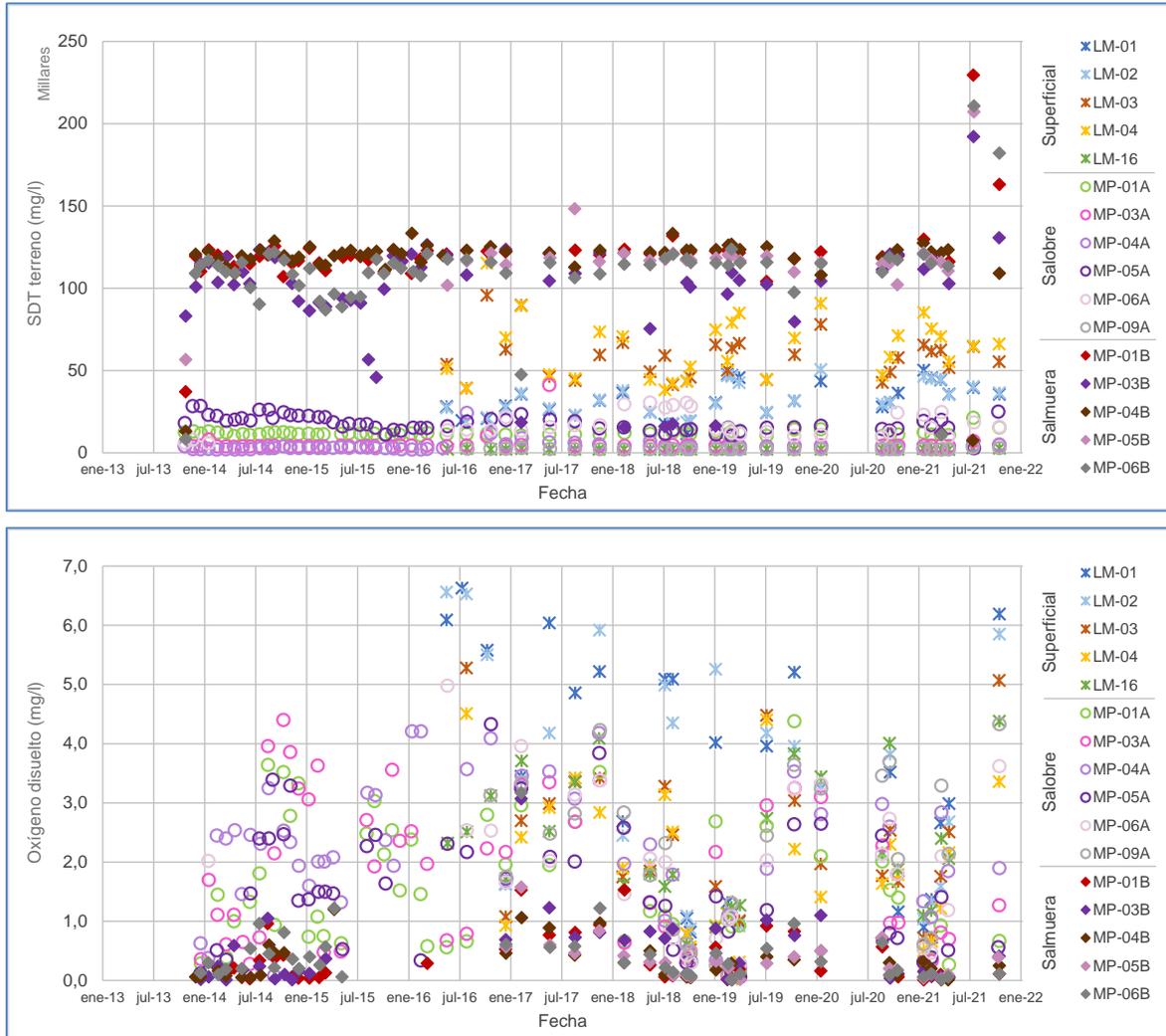
Por otro lado, los valores más altos de CE y SDT a comienzos de 2019 se explican producto de las precipitaciones de febrero 2019.

Figura 5-100 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-101 Variación Temporal: SDT y OD *in situ*, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Fisicoquímicos de laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio, presentados en la Figura 5-102 son un poco mayores en magnitud que los parámetros medidos *in situ*. Lo anterior es debido a que las condiciones del medio, temperatura y otros, hacen que varíen las concentraciones de los parámetros, respecto a las obtenidas *in situ*, al simular el estado del ambiente en que estaba la muestra al momento de realizar el análisis. En general, las aguas superficiales y las aguas salobres se presentan neutras a levemente básicas. Para la salmuera, en cambio, son aguas levemente más ácidas.

Conductividad Eléctrica de Laboratorio

Con relación a la CE, Figura 5-103, los resultados de laboratorio tienen valores similares a las CE medidas en terreno. La conductividad de las lagunas La Punta y La Brava, presentan valores intermedios, entre las aguas salobres y la salmuera. Lo anterior, se puede atribuir al proceso de evaporación a las que están expuestas las lagunas, produciendo concentración de elementos y sales aumentando así sus conductividades. Al igual que para la CE *in situ*, se tienen valores de conductividad en salmueras bajo los rangos normales de variación de este parámetro, los que se presentan en el gráfico, pero se consideran valores anómalos, debido probablemente a errores en la toma de muestras.

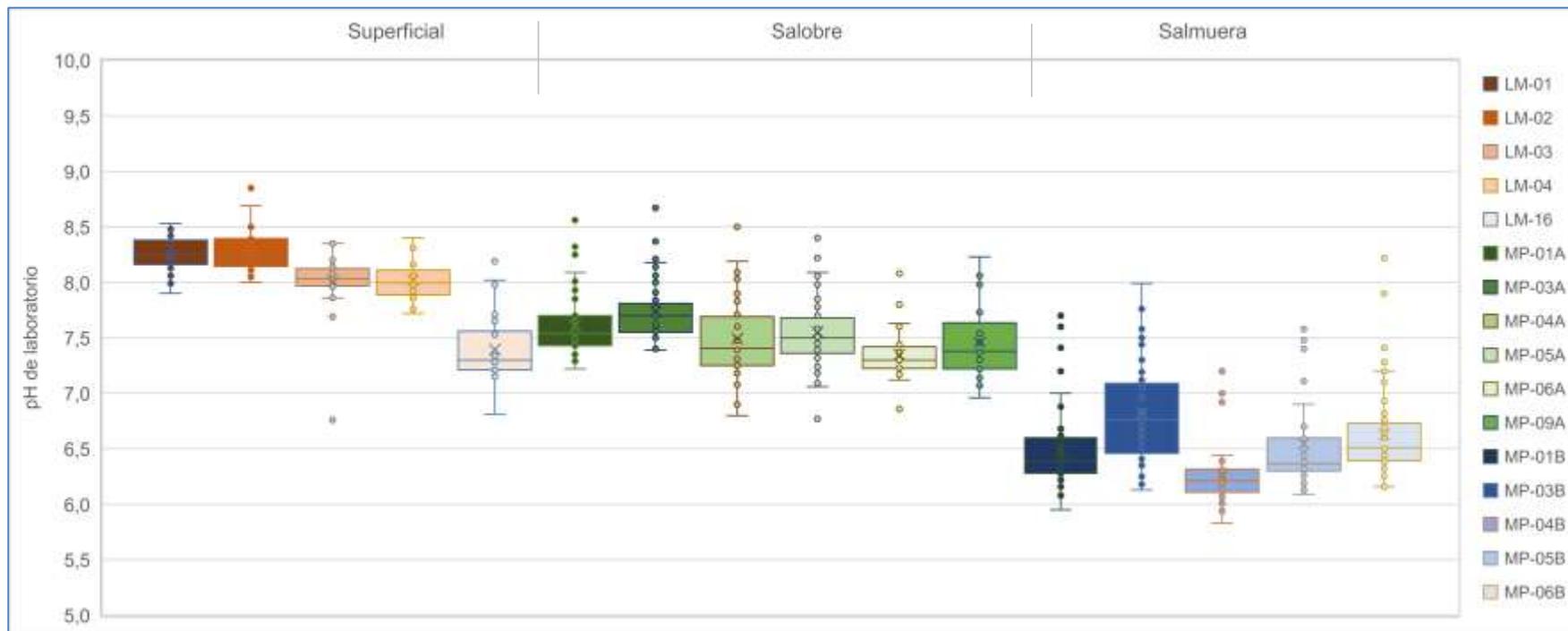
Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

En la Figura 5-104 se presentan los resultados de laboratorio de la estimación de SDT. La carga de material disuelto, como es esperable, es mucho mayor en las muestras de salmuera, con medianas que varían entre casi los 200.000 mg/l y 330.000 mg/l. Los SDT de las muestras de las lagunas (superficiales) están en un rango intermedio de concentraciones, con máximos que alcanzan los 184.300 mg/l. Para las aguas subterráneas someras (salobres) los SDT son prácticamente menores a los 50.000 mg/l.

Densidad

Con respecto a la densidad, Figura 5-105, los valores para las salmueras son mayores que aquellos de las aguas salobres, con medianas entre los 1,141 y 1,210 g/ml. Las aguas salobres, como es de esperar por la menor carga de material disuelto, tienen medianas y percentiles muy cercanos a 1,000 g/ml y 1,020 g/ml, y presentan muchos valores fuera del P75. Las aguas superficiales de las lagunas tienen densidades que se circunscriben entre las de las salmueras y las aguas salobres, con densidades entre 1,000 g/ml y 1,113 g/ml.

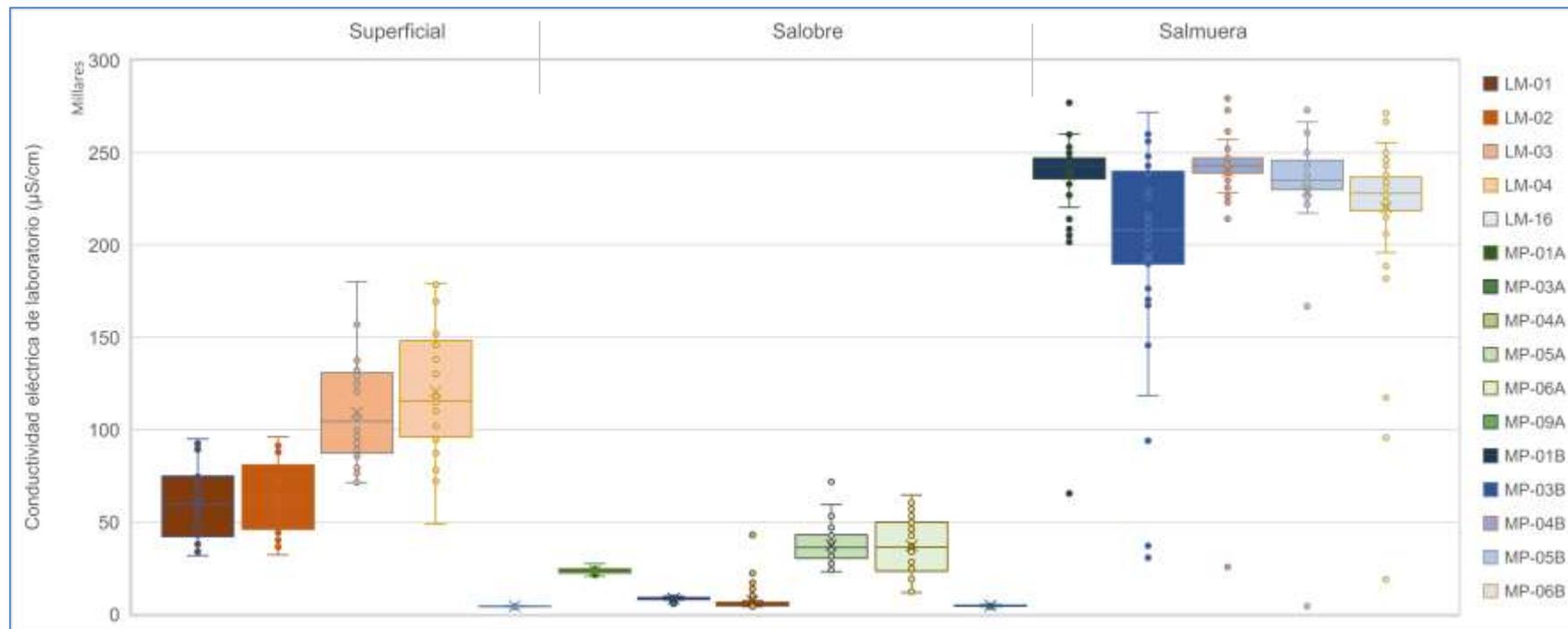
Figura 5-102 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	60	60	33	29	59	59	60	32	60
Min	7,90	8,00	6,76	7,72	6,81	7,22	7,39	6,80	6,77	6,86	6,96	5,95	6,13	5,83	6,09	6,16
P25	8,16	8,15	7,97	7,89	7,21	7,43	7,55	7,25	7,36	7,23	7,22	6,28	6,46	6,11	6,30	6,39
Mediana	8,25	8,25	8,03	8,00	7,30	7,54	7,70	7,41	7,50	7,30	7,38	6,39	6,76	6,21	6,37	6,51
P75	8,38	8,40	8,13	8,11	7,56	7,70	7,81	7,69	7,68	7,42	7,64	6,60	7,09	6,32	6,60	6,73
Max	8,53	8,85	8,40	8,40	8,19	8,56	8,67	8,54	8,44	8,08	8,23	7,70	7,99	7,20	7,58	8,22
RQ	0,22	0,25	0,16	0,22	0,35	0,27	0,26	0,44	0,32	0,19	0,42	0,32	0,63	0,21	0,30	0,34

Fuente: Elaboración propia

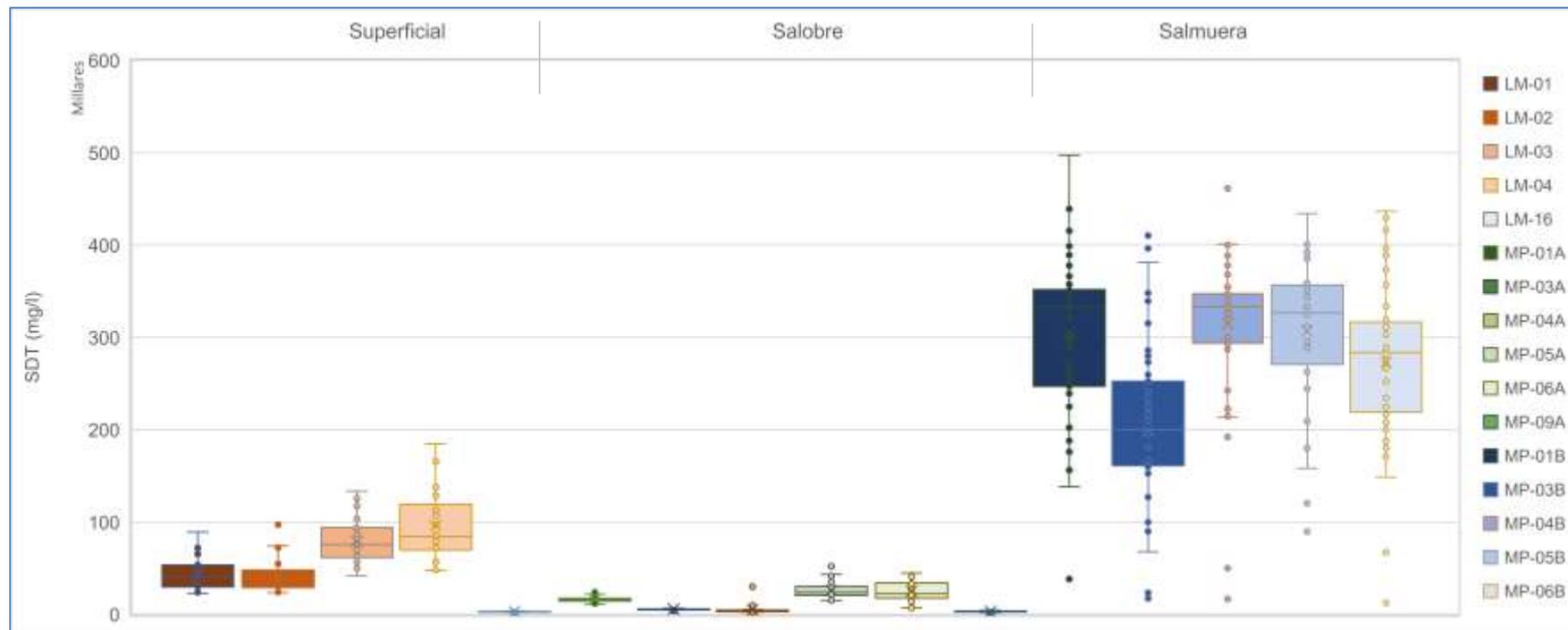
Figura 5-103 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	59	60	59	33	29	58	59	59	31	60
Min	31.700	32.100	71.300	49.000	3.980	20.500	5.660	4.120	23.100	11.780	4.100	65.400	30.600	25.600	4.300	18.890
P25	41.963	46.050	87.275	95.925	4.205	22.300	8.020	4.595	30.300	23.351	4.409	235.750	189.700	239.000	230.000	218.500
Mediana	59.600	60.000	104.350	115.500	4.275	23.150	8.380	5.540	36.100	36.300	4.490	243.000	208.200	243.000	235.000	228.000
P75	74.800	80.900	130.825	148.100	4.445	24.600	8.860	6.306	43.000	49.800	4.795	247.000	240.000	247.000	245.800	236.750
Max	94.900	96.100	180.100	179.300	5.050	27.330	9.780	42.900	71.800	64.600	5.870	279.000	271.800	279.400	273.000	271.320
RQ	32.837	34.850	43.550	52.175	240	2.300	840	1.711	12.700	26.449	386	11.250	50.300	8.000	15.800	18.250

Fuente: Elaboración propia

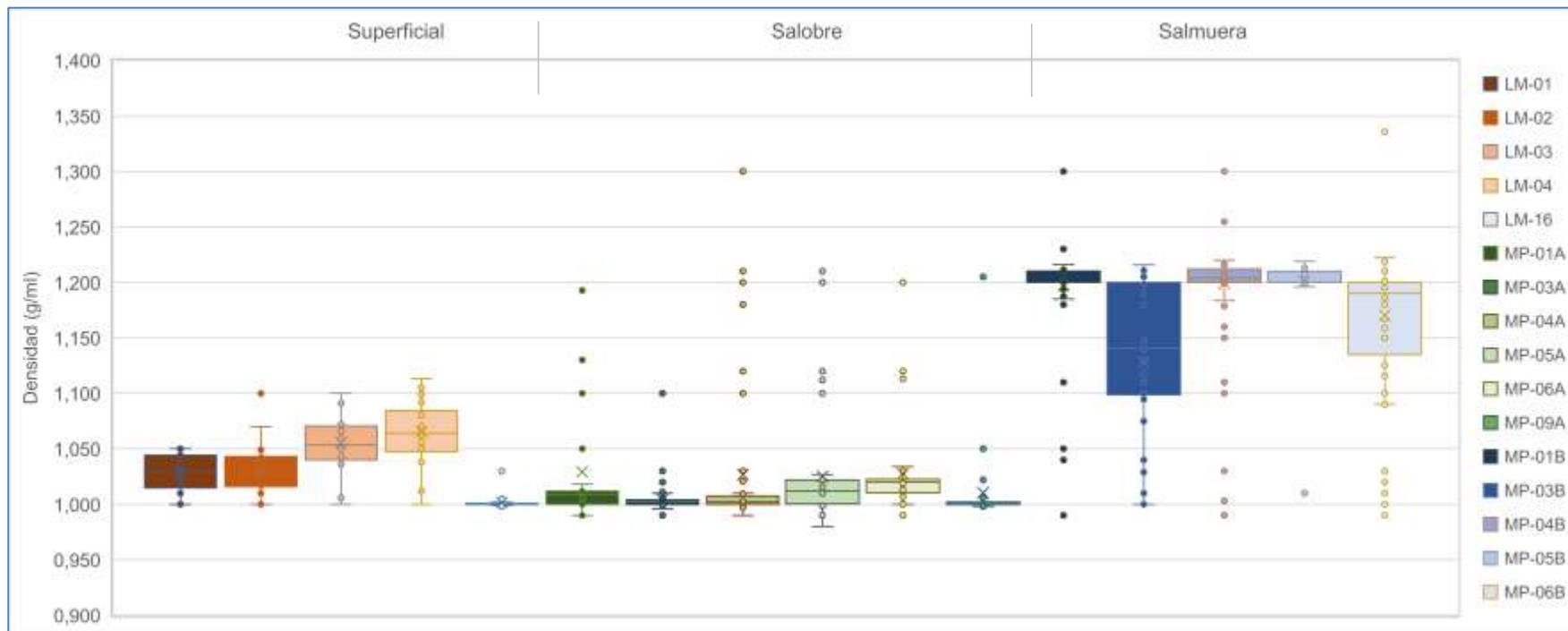
Figura 5-104 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	58	60	59	33	29	59	59	60	32	60
Min	22.620	23.540	41.550	47.400	1.740	10.800	3.910	2.320	14.640	7.010	1.950	38.210	17.200	16.360	89.530	12.215
P25	29.617	29.092	61.567	69.533	2.521	14.070	4.940	3.040	20.600	17.527	2.744	246.990	161.000	293.690	270.667	218.741
Mediana	40.769	38.620	75.500	84.207	2.645	15.160	5.214	3.625	23.667	22.100	2.965	332.394	200.033	333.100	326.447	283.444
P75	53.530	47.767	93.959	119.230	2.928	17.335	5.590	4.273	30.092	34.100	3.295	351.720	252.450	347.382	356.659	316.535
Max	89.200	97.033	133.433	184.300	3.440	25.450	9.860	29.800	51.890	44.733	4.060	497.350	410.192	461.194	434.100	436.392
RQ	23.913	18.675	32.392	49.697	407	3.265	650	1.233	9.492	16.573	551	104.730	91.450	53.692	85.992	97.794

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-105 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector La Punta-La Brava



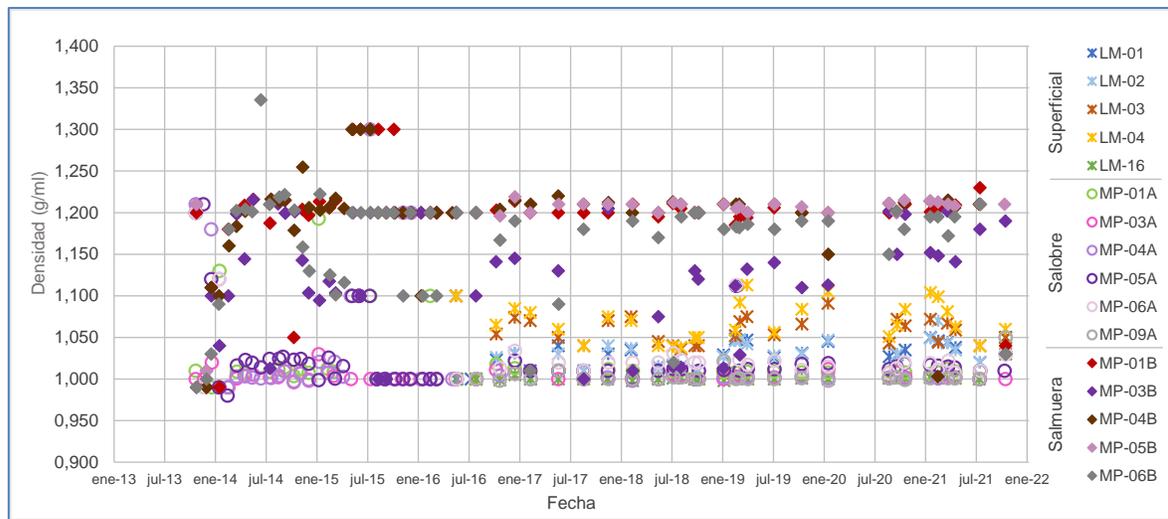
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	57	58	59	59	33	29	58	58	59	32	60
Min	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,990	0,990	0,990	0,980	0,990	0,998	0,990	1,000	0,990	1,010	0,990
P25	1,015	1,016	1,040	1,048	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,011	1,000	1,200	1,099	1,200	1,200	1,135
Mediana	1,030	1,030	1,054	1,064	1,000	1,009	1,001	1,002	1,012	1,020	1,000	1,200	1,141	1,204	1,210	1,190
P75	1,044	1,043	1,071	1,084	1,001	1,012	1,004	1,007	1,022	1,023	1,002	1,210	1,200	1,212	1,210	1,200
Max	1,050	1,100	1,100	1,113	1,030	1,600	1,100	1,300	1,210	1,200	1,205	1,300	1,216	1,697	1,219	1,555
RQ	0,029	0,027	0,031	0,036	0,001	0,012	0,004	0,007	0,022	0,012	0,002	0,010	0,101	0,012	0,010	0,065

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros fisicoquímicos de Laboratorio

En la Figura 5-106, se presenta la variación temporal de la densidad medida en laboratorio, donde se observa claramente un cambio en las densidades para las aguas superficiales, producto de las precipitaciones de febrero 2020. Los puntos LM-01 a LM-04 muestran que la densidad de las aguas aumenta relativamente en los meses de febrero y marzo para luego disminuir pasado el estío. Los valores registrados en el 2021 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

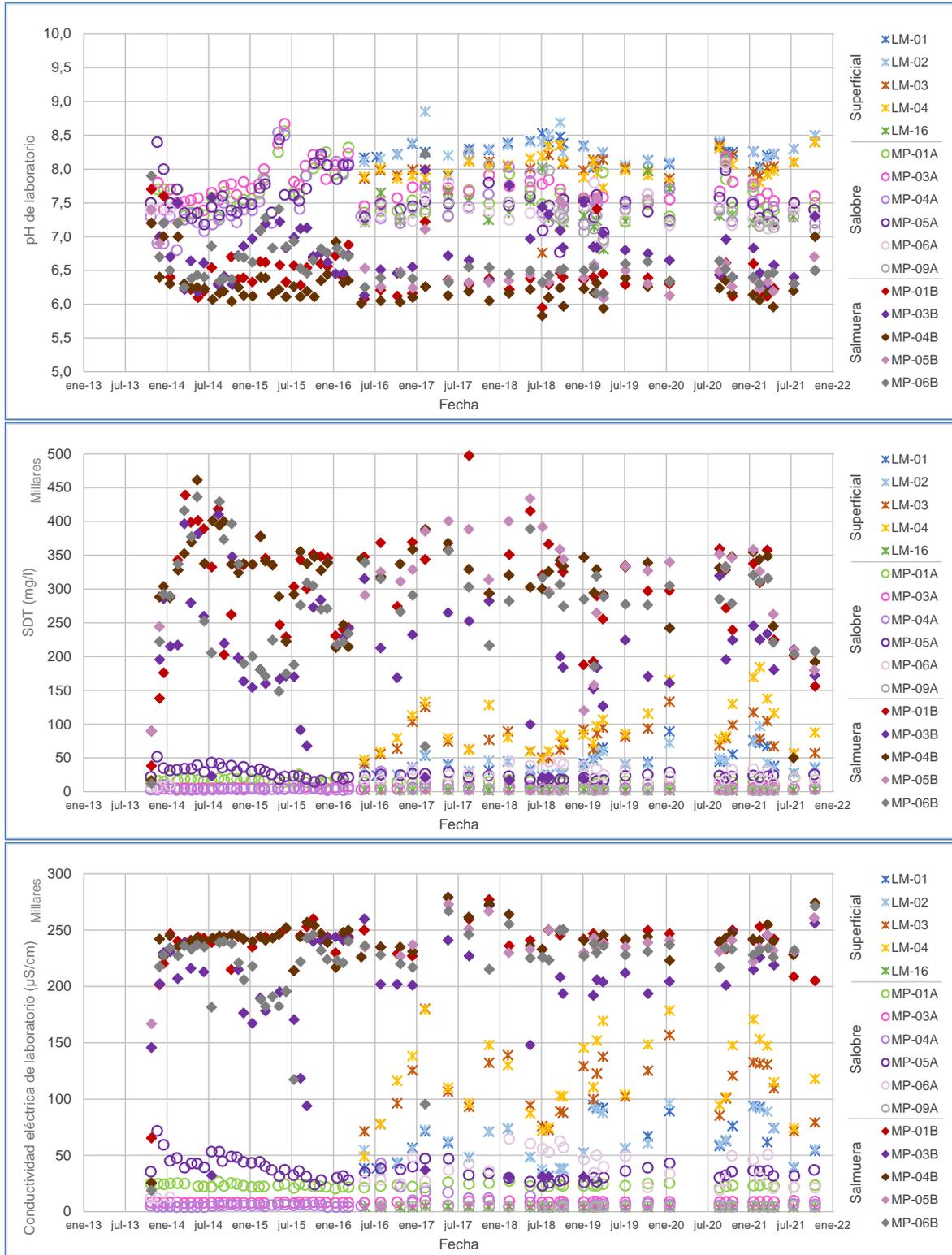
Figura 5-106 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-107, se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio. Al igual que para los parámetros *in situ*, en general, el comportamiento de los parámetros analizados durante el año 2021 se comporta dentro de los registros históricos. No obstante, las mediciones de SDT de julio y octubre de 2021 son muy bajas relativo a las históricas, coincidente con el cambio de ETFA. Actualmente Albemarle se encuentra verificando con la ETFA los protocolos de muestreo y análisis para este parámetro, dado a que esta caída en las concentraciones de SDT no es coincidente con las variaciones de CE al final del periodo.

Figura 5-107 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Aniones mayores

Los aniones mayores corresponden a cloruros (Cl^-), bicarbonatos (HCO_3^-), nitratos (NO_3^-) y sulfatos (SO_4^{2-}), y se presentan gráficamente en la Figura 5-108 a Figura 5-111. Cada figura presenta una tabla con los estadígrafos representativos de la serie histórica.

Entre estos aniones, las concentraciones de los cloruros son las mayores, por lo que responden de manera similar a lo descrito para la CE y los SDT. Las aguas superficiales, representadas por los puntos LM, registran valores de mediana entre 21.307 mg/l (LM-01) y máximo de 50.669 mg/l (LM-04), con concentraciones máximos que se sitúan en los meses de verano. Para el punto LM-16, la concentración de cloruros es menor a los anteriores, con mediana de 986 mg/l. Por otro lado, las aguas salobres presentan valores menores a las aguas superficiales lagunares, con rango de mediana entre 1.057 mg/l para MP-09A y de 12.304 mg/l en MP-05A. Los pozos profundos, que monitorean la salmuera, por su parte presentan las mayores concentraciones de cloruros, con valores de mediana que van desde los 124.819 mg/l para MP-03B hasta los 182.326 mg/l para MP-04B, lo que resulta ser consistente con la presencia de la salmuera en profundidad y sin percibir los cambios que si se detectan en superficie.

De la gráfica de los bicarbonatos se observa un rango de variación similar entre las 3 fuentes de aguas, que se circunscriben en general entre los 350 mg/l y 500 mg/l. Las aguas superficiales lagunares, sin embargo, presentan concentraciones mayores de bicarbonato, alcanzando hasta los 840 mg/l debido a su interacción con la atmósfera, con máximos particularmente en verano. En el otro extremo, las concentraciones en la salmuera obtenida desde MP-04B son las menores, con un valor de mediana de 238 mg/l de bicarbonato. El rango completo de las series de datos se presenta entre un valor de P25 mínimo de 211,5 mg/l en MP-04B, hasta el P75 máximo de 771,5 mg/l en LM-04. En el año 2021 los valores se sitúan dentro de los rangos históricos, salvo una medición en MP-06B (8,3 mg/l en marzo de 2021) y en MP-05A (150,4 mg/l en octubre de 2021).

El nitrato, en el caso de la salmuera, presenta dispersión en sus valores más que en las otras fuentes. En el caso de las lagunas y aguas salobres, los valores son bajos y similares entre ellos. Para este parámetro, se tiene una serie de valores anómalos dentro del registro histórico de pozos y limnímetros en el sector, los cuales se presentan en detalle en el Anexo H-7. En 2021 las concentraciones de nitrato se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, salvo en MP01-B, MP03-B y en LM-03, donde las concentraciones de nitrato se encuentran entre los 51 mg/l y 233 mg/L al final del periodo de reporte.

En el caso de los sulfatos, al igual que en el caso de los cloruros, también se observa la diferencia de concentración para las aguas salobres y para la salmuera, con mediana que varían entre 432 mg/l (MP-09A) hasta 1.573 mg/l (MP-05A) para el caso de las aguas salobres, y entre 8.452 mg/l (MP-03B) hasta 16.711 mg/l (en MP-05B), para la salmuera. Se observa que producto de procesos de evaporación y precipitaciones durante el verano existe un aumento en la concentración de sulfato en las lagunas, LM-03 y LM-04, mayores que LM-01 y LM-02, lo que no se vislumbra tan marcadamente en las aguas salobres como en el caso de las lagunas. En general, las concentraciones de sulfato durante el 2021 se encuentran dentro de los rangos naturales y variaciones estacionales típicas.

Cationes mayores

Los cationes mayores que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+), cuya evolución temporal y tabla con estadígrafos de la serie se presentan en la Figura 5-112 a Figura 5-115.

Una característica común a los 4 cationes considerados es que los pozos profundos, que monitorean la salmuera, presentan los mayores contenidos o concentraciones, mientras que los pozos someros, correspondiente a aguas salobres, presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas superficiales en lagunas y, en algunos, casos éstos son superados por estas últimas.

Las concentraciones de calcio muestran, en términos de mediana, variaciones para las aguas superficiales entre 156 mg/l (LM-16) a 844 mg/l (LM-04), para las aguas salobres entre 139 mg/l (MP-03A) a 217 mg/l (MP-06A) y, para la salmuera, entre 323 mg/l (MP-05B) a 812 mg/l (MP-03B). En 2021 los valores de calcio disuelto se mantienen dentro del rango histórico, salvo en LM-04, donde en el primer semestre ocurre un aumento en las concentraciones. En las muestras de salmuera se advierte una disminución en calcio relativo a años previos, aunque dentro de los rangos definidos históricamente.

El potasio se presenta estable a lo largo del tiempo, con las mayores concentraciones alcanzadas en la salmuera. Los valores máximos de medianas alcanzan cerca de los 17.500 mg/l en MP04-B, mientras en la laguna, particularmente en el punto LM-16, las concentraciones de potasio disuelto son relativamente más bajas, llegando a un valor de mediana de 77 mg/l. En el 2021 las variaciones en las concentraciones se comportan dentro de los rangos históricos, salvo una medición de octubre de 2021 en MP06-B de 39.821 mg/l.

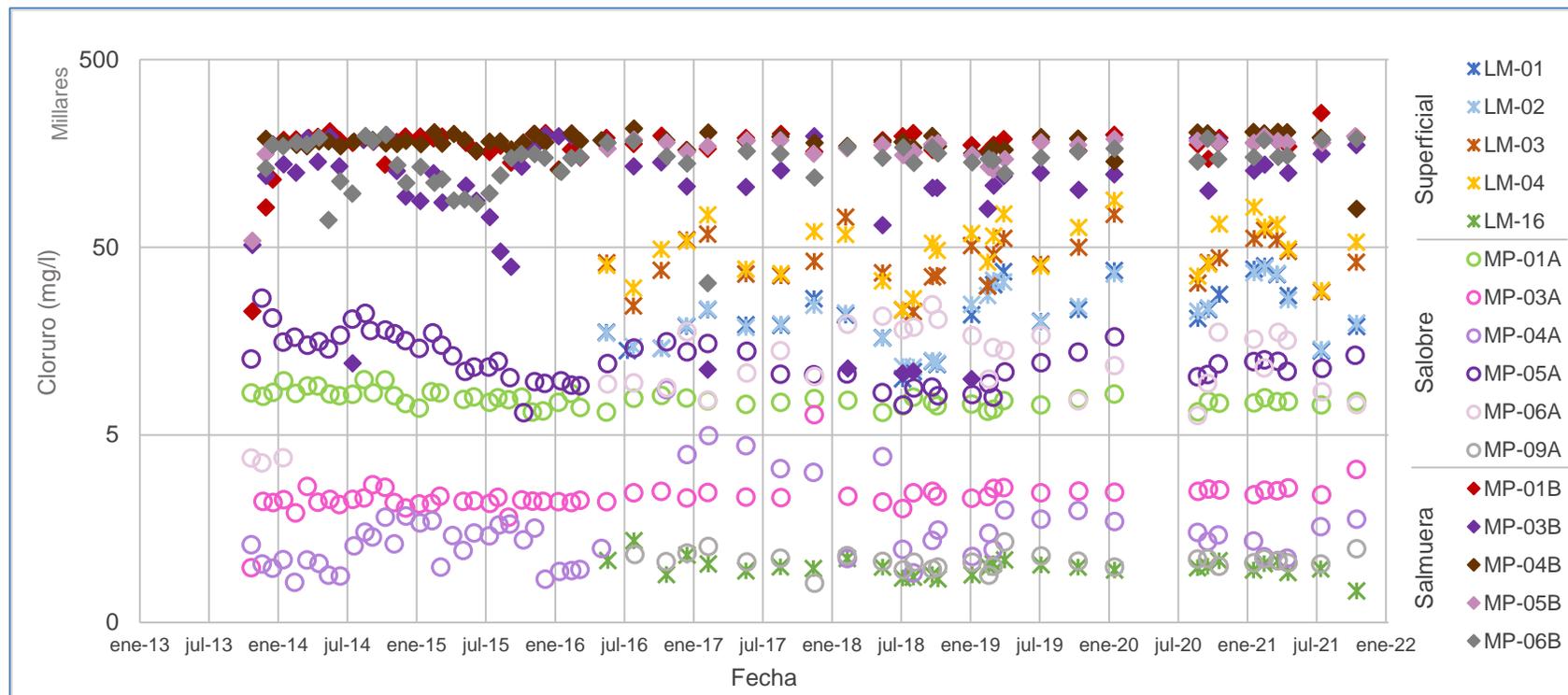
Las concentraciones de magnesio presentan un comportamiento muy similar a las de calcio, con los valores más bajos para los pozos someros, con mediana entre los 87 mg/l (MP-09A) y los 586 mg/l (MP-05A). Las lagunas presentan concentraciones mayores, con medianas entre 810 mg/l (LM-02) y 1.895 mg/l (LM-04). Para el punto LM-16, la mediana es menor, con 86

mg/l. Finalmente los pozos profundos (salmuera), pueden llegar medianas de 8.294 mg/l (MP-05B). Estas mediciones se enmarcan en los rangos históricos.

El sodio es el elemento que se presenta en mayor concentración respecto al resto de cationes mayoritarios. En los pozos someros (agua salobre), los rangos de mediana varían entre 612 mg/l (MP-09A) y 6.142 mg/l (MP-06A). Le siguen las lagunas, con variaciones de mediana entre 11.751 mg/l (LM-01) hasta 25.179 mg/l (LM-04), pero LM-16 sigue manteniendo concentraciones más bajas que las anteriores, con mediana de 557 mg/l. Las lagunas presentan un aumento de la concentración de sodio en enero debido a mayores procesos de evaporación y precipitaciones durante el verano. Los pozos profundos (salmuera) tienen valores de mediana entre 62.220 mg/l (MP-03B) hasta llegar a 90.600 mg/l (MP-01B). Estos valores de medianas son ligeramente más altos que los reportados el periodo anterior, aun cuando en MP-09A se advierte un mínimo en las concentraciones en octubre de 2021 de 263 mg/l (este dato se encuentra fuera del rango del registro histórico).

De manera general, entre las aguas superficiales, salobres y salmuera, las aguas de las lagunas presentan valores intermedios respecto de los valores de aguas salobres y salmueras, debido a que las lagunas se exponen a procesos de evaporación por lo que los elementos tienden a concentrarse. Además, corresponden a la zona de descarga del sistema, razón por la cual se concentran en dirección al flujo hasta descargar en las lagunas. Las aguas profundas son las caracterizadas como salmueras. En general se observa que para los 4 cationes analizados los valores medidos en el 2021 aumentan, aunque se mantuvieron dentro de la variación natural en relación con los rangos registrados en años anteriores (salvo una muestra en MP-09A para sodio, de acuerdo con párrafo anterior). Este aumento, sin embargo, se debería a la mayor cantidad de muestras obtenidas durante el primer semestre del año, que es cuando se advierten los aumentos en las concentraciones para estos parámetros.

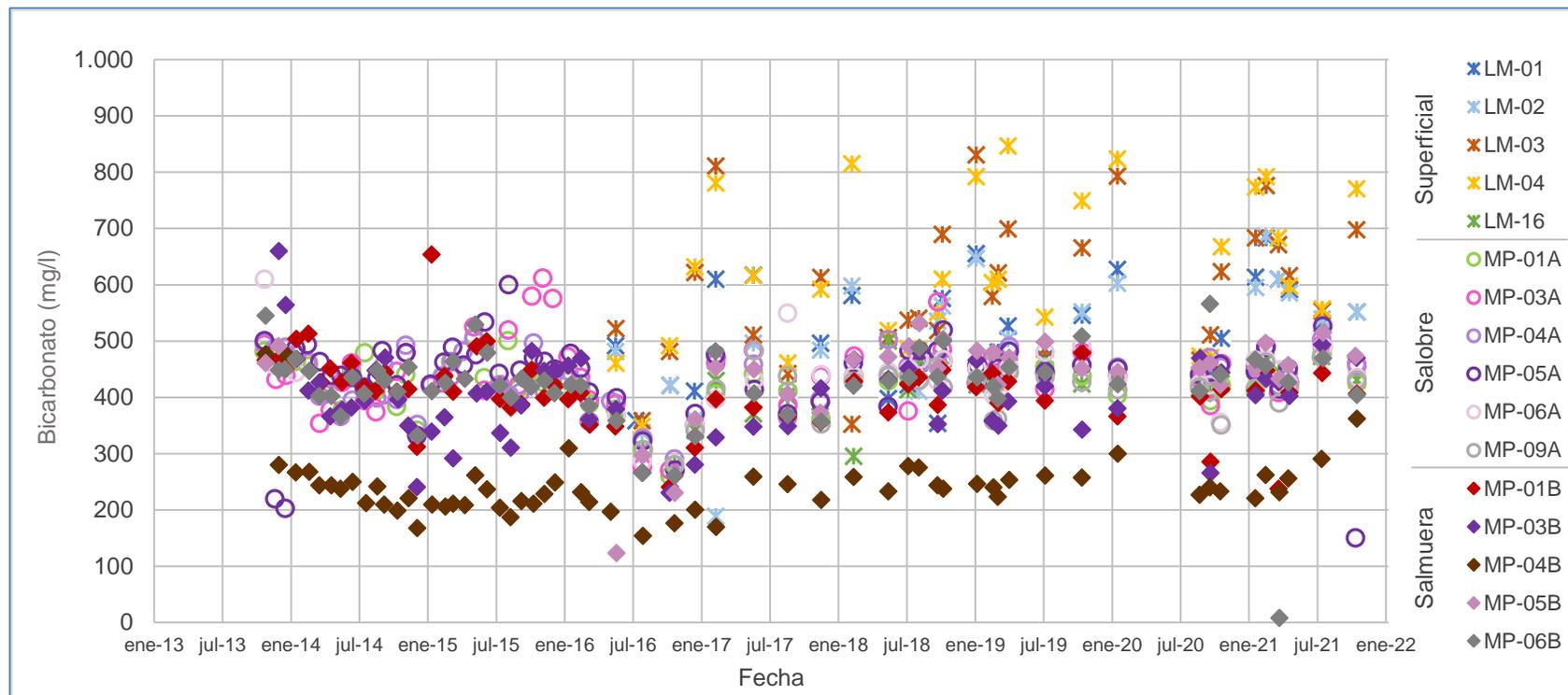
Figura 5-108 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	60	33	29	58	59	59	32	59
Min	9.969	11.520	22.693	23.250	738	6.582	982	818	6.570	3.550	810	22.784	9.917	80.225	54.152	32.176
P25	15.970	15.571	35.094	37.728	917	7.290	2.202	1.084	10.121	8.714	998	164.481	88.542	173.376	158.169	126.216
Mediana	21.307	22.323	41.532	50.669	986	7.709	2.314	1.378	12.304	11.721	1.057	182.285	124.819	182.326	177.823	149.851
P75	28.816	26.940	54.851	63.761	1.039	8.229	2.505	1.732	15.554	17.620	1.118	194.205	174.747	193.395	184.208	170.954
Max	39.738	38.738	74.927	88.910	1.366	9.855	6.418	8.708	26.799	24.736	1.345	260.069	197.908	215.006	195.443	198.805
RQ	12.846	11.369	19.757	26.033	122	939	303	648	5.433	8.906	120	29.724	86.205	20.019	26.039	44.738

Fuente: Elaboración propia

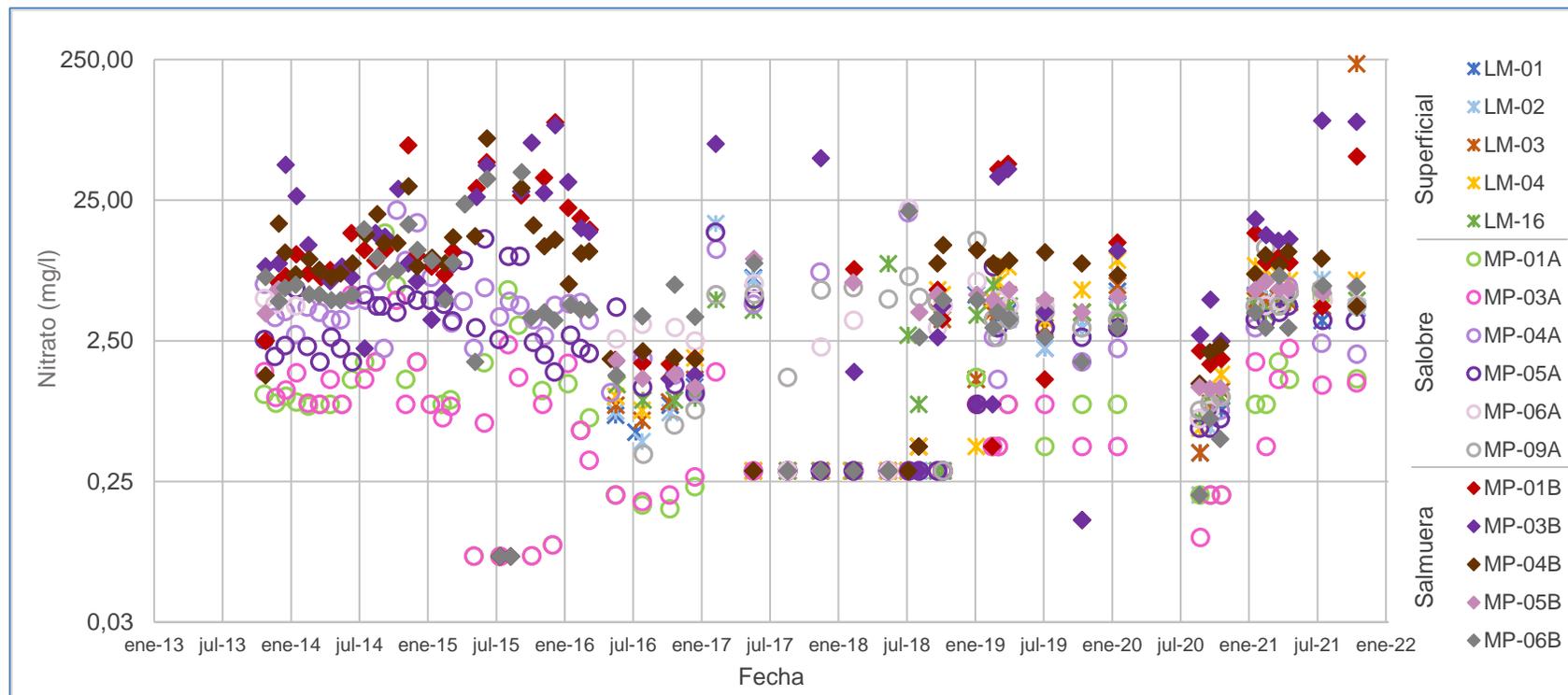
Figura 5-109 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	60	60	33	29	59	58	60	32	60
Min	353,8	189,0	352,6	348,2	280,8	260,8	270,8	290,9	150,4	280,8	280,8	237,9	230,7	153,9	123,5	8,3
P25	422,1	424,2	509,8	490,3	397,0	411,0	408,7	408,9	419,4	415,4	376,4	386,7	350,1	211,5	424,9	404,9
Mediana	500,5	484,0	596,3	607,0	424,1	429,8	438,0	448,2	451,4	440,0	418,5	412,4	403,2	237,9	455,3	428,2
P75	596,3	574,0	684,7	771,5	450,2	453,8	473,4	469,9	479,2	466,7	438,0	444,1	449,1	258,9	482,5	452,9
Max	683,2	686,9	830,8	846,7	500,2	508,5	612,0	503,9	600,1	610,0	483,0	653,9	660,0	478,0	531,9	566,1
RQ	174,2	149,8	174,9	281,2	53,2	42,8	64,7	61,0	59,8	51,3	61,6	57,4	99,0	47,4	57,6	48,0

Fuente: Elaboración propia

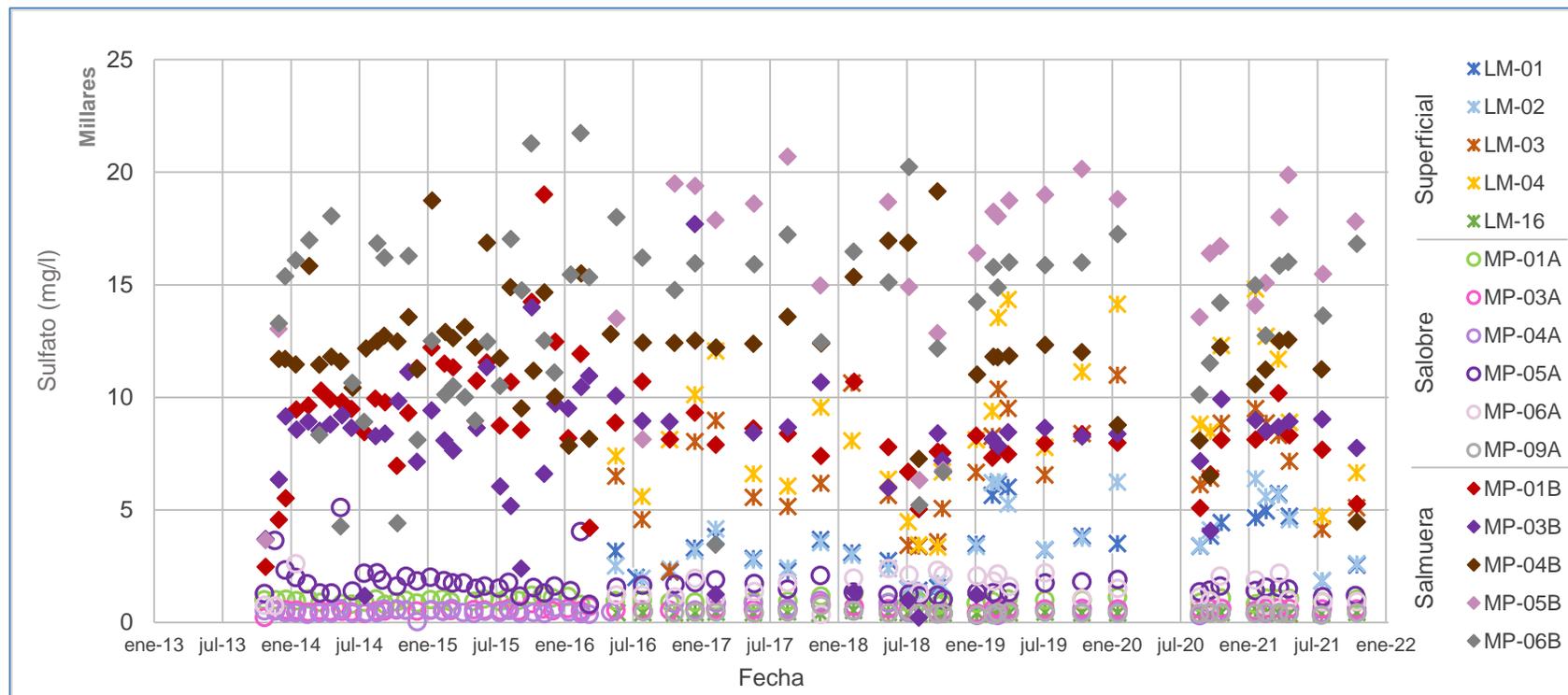
Figura 5-110 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	29	29	29	29	30	58	58	60	60	31	29	56	59	59	30	59
Min	0,30	0,20	0,30	0,30	0,30	0,07	0,07	0,30	0,30	0,30	0,30	0,07	0,07	0,07	0,30	0,07
P25	0,30	0,30	0,42	0,44	0,93	0,30	0,30	1,80	1,29	2,58	1,19	1,72	2,08	2,08	1,31	3,10
Mediana	1,18	1,33	1,33	1,89	3,90	0,89	0,78	3,54	2,70	4,42	4,42	7,74	8,45	8,86	4,87	4,51
P75	4,89	4,85	4,54	6,62	4,43	1,33	1,33	4,78	4,43	4,78	5,45	14,04	26,80	11,77	5,77	7,10
Max	7,00	17,01	233,30	9,38	8,81	14,61	5,31	21,25	14,79	21,70	12,89	89,50	91,90	68,61	9,57	39,40
RQ	4,59	4,55	4,12	6,18	3,50	1,03	1,03	2,98	3,14	2,20	4,26	12,32	24,72	9,69	4,46	4,00

Fuente: Elaboración propia

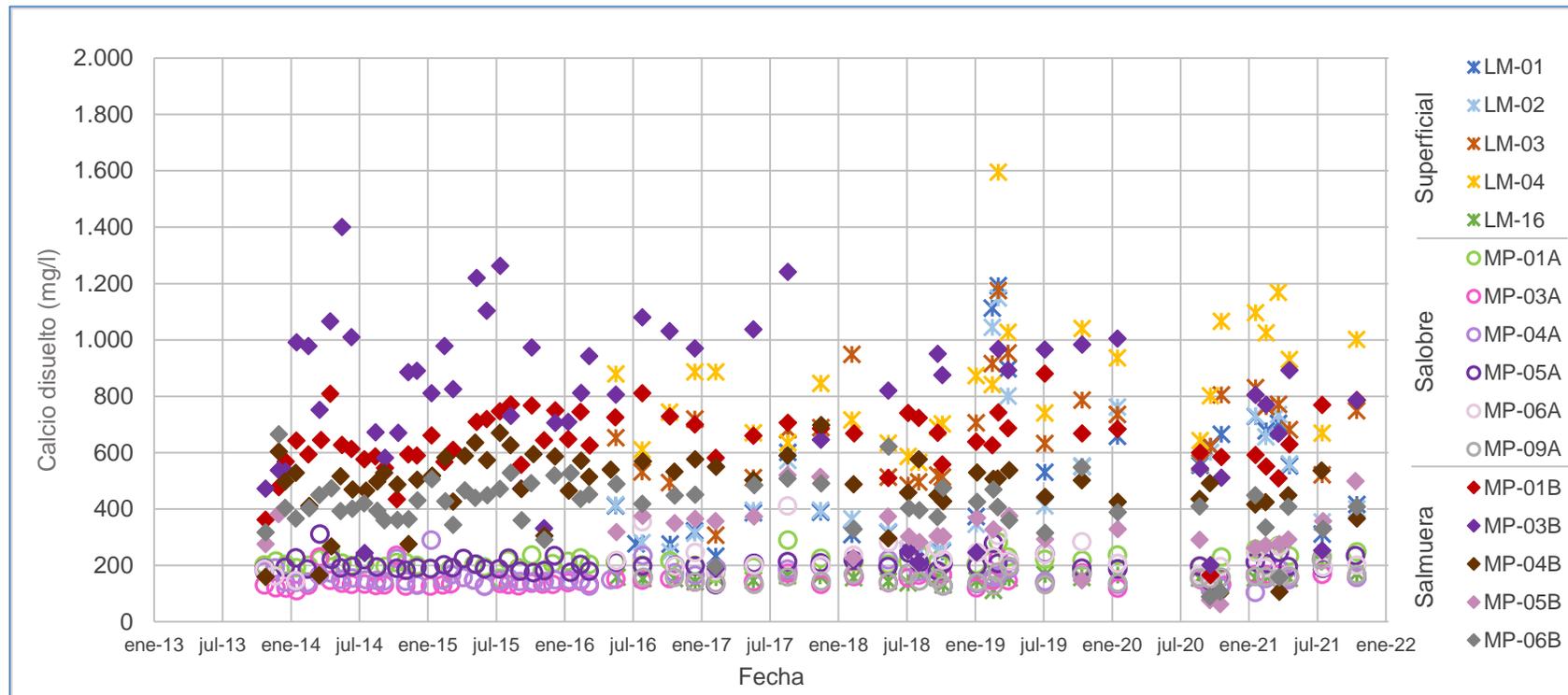
Figura 5-111 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	59	59	60	33	29	59	59	59	31	59
Min	1.429	1.285	2.274	3.353	381	771	231	45	803	355	336	2.480	220	4.476	3.663	3.459
P25	2.274	2.383	5.090	6.546	418	902	520	414	1.335	1.029	414	7.586	7.147	11.237	13.562	10.646
Mediana	3.354	3.260	6.528	8.304	429	986	562	451	1.573	1.523	432	8.452	8.500	12.212	16.711	14.875
P75	4.497	4.921	8.853	11.782	443	1.049	607	541	1.843	2.097	469	10.187	9.162	12.820	18.744	16.203
Max	6.153	6.388	10.990	14.818	601	1.298	850	991	5.120	2.621	753	19.005	17.697	19.148	20.686	21.740
RQ	2.223	2.538	3.763	5.236	25	147	87	127	508	1.068	55	2.601	2.015	1.583	5.182	5.557

Fuente: Elaboración propia

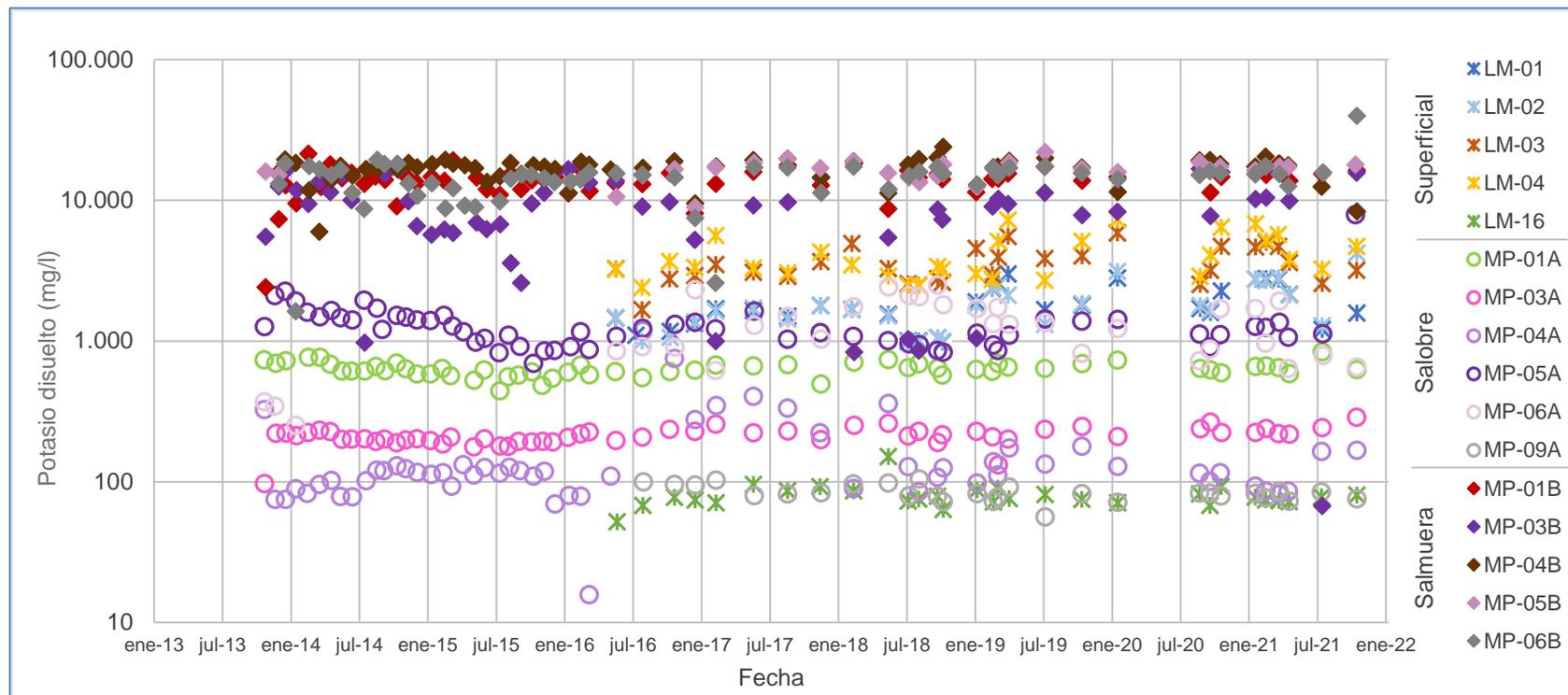
Figura 5-112 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	58	33	29	59	58	60	32	60
Min	233	177	307	565	111	150	110	104	132	146	129	165	188	102	63	89
P25	301	297	518	670	147	200	132	143	189	193	141	585	543	430	278	362
Mediana	414	400	681	844	156	210	139	152	198	217	155	644	812	503	323	414
P75	660	629	775	1.007	162	227	156	174	213	259	164	723	978	564	374	470
Max	1.192	1.149	1.175	1.595	211	290	236	290	311	411	219	880	1.400	698	520	665
RQ	359	332	257	337	15	27	24	31	24	66	23	138	435	134	96	108

Fuente: Elaboración propia

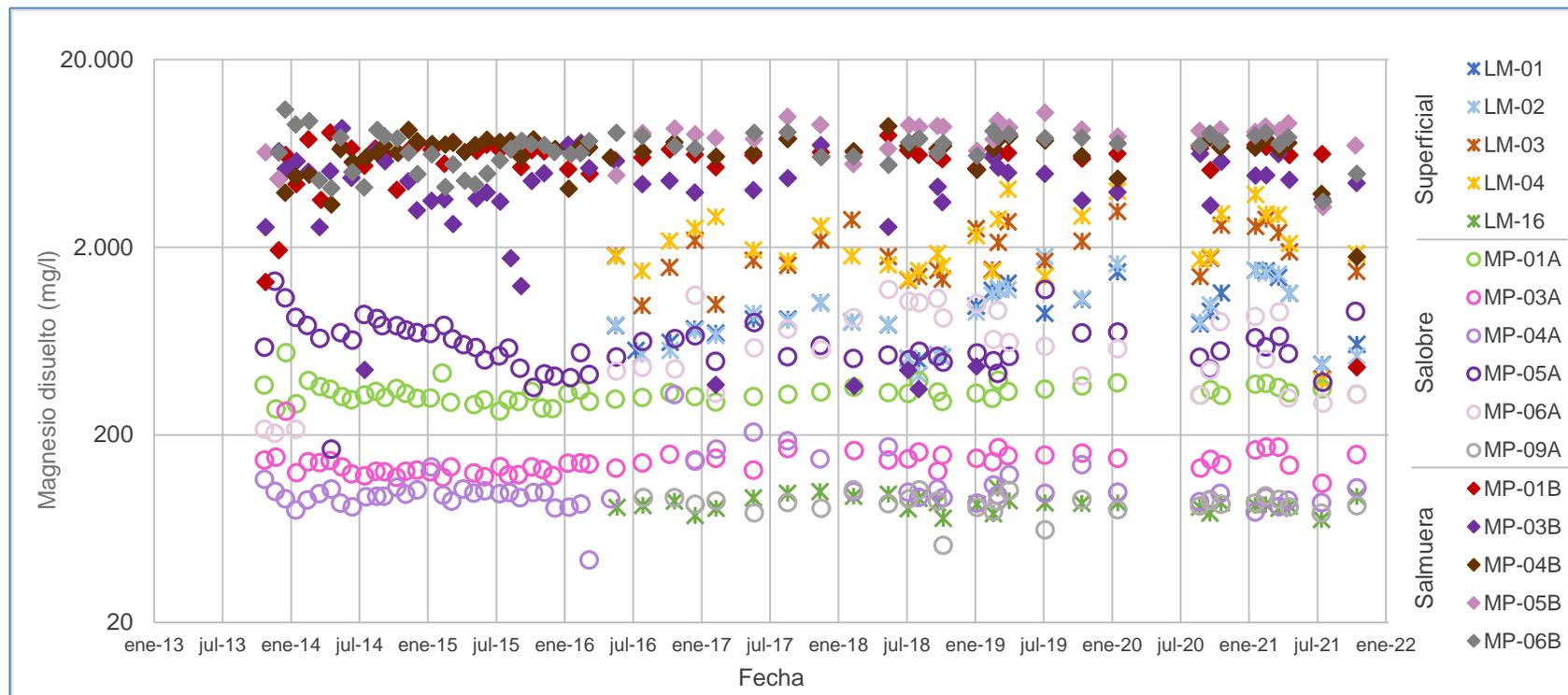
Figura 5-113 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	59	60	60	33	29	59	59	59	32	58
Min	983	986	1.671	2.405	52	443	97	16	695	252	56	2.417	67	5.968	8.956	1.630
P25	1.300	1.302	2.774	2.977	72	594	197	90	991	805	77	12.770	6.210	15.400	15.303	12.804
Mediana	1.676	1.677	3.267	3.428	77	633	212	116	1.189	1.293	82	14.230	9.449	17.460	16.663	15.167
P75	2.295	2.264	4.583	5.139	86	680	228	134	1.436	1.746	94	15.530	13.667	18.796	17.772	16.726
Max	2.990	4.228	5.876	7.320	151	840	288	1.180	7.908	2.489	105	21.459	18.035	24.000	22.020	39.821
RQ	995	962	1.809	2.162	14	86	31	44	445	941	17	2.760	7.457	3.396	2.469	3.922

Fuente: Elaboración propia

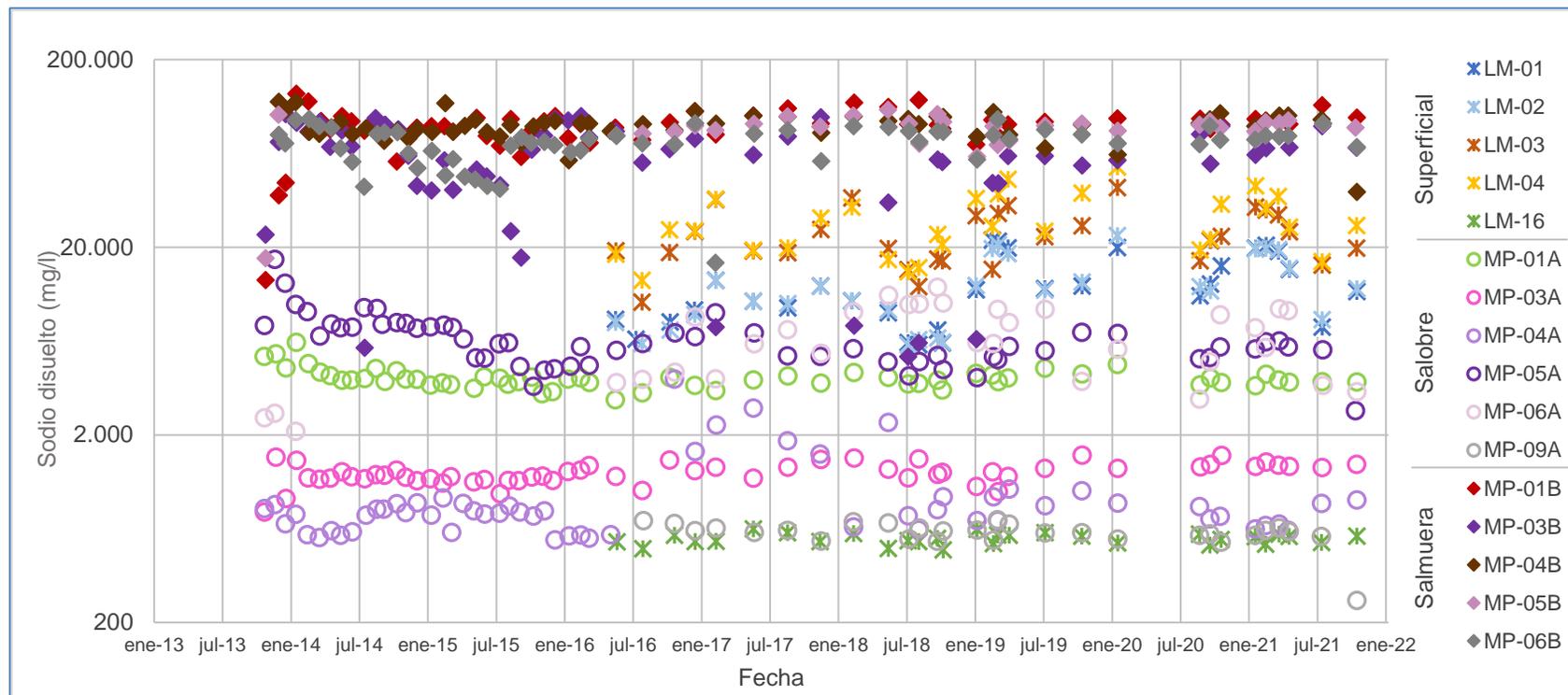
Figura 5-114 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	58	59	60	33	29	58	59	58	32	58
Min	475	417	396	387	71	269	111	43	168	204	52	458	351	1.779	3.287	3.503
P25	618	551	1.462	1.606	81	310	128	90	506	373	82	5.745	3.474	6.053	7.101	5.995
Mediana	828	810	1.767	1.895	86	333	142	97	586	583	87	6.357	4.509	6.756	8.294	7.022
P75	1.150	1.160	2.422	2.913	92	352	153	103	703	881	91	6.720	5.716	7.256	8.795	7.786
Max	1.510	1.783	3.108	4.069	104	549	267	329	1.318	1.189	102	8.167	8.628	8.828	10.430	10.822
RQ	532	609	960	1.307	11	42	25	13	197	508	9	975	2.242	1.203	1.694	1.791

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-115 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava

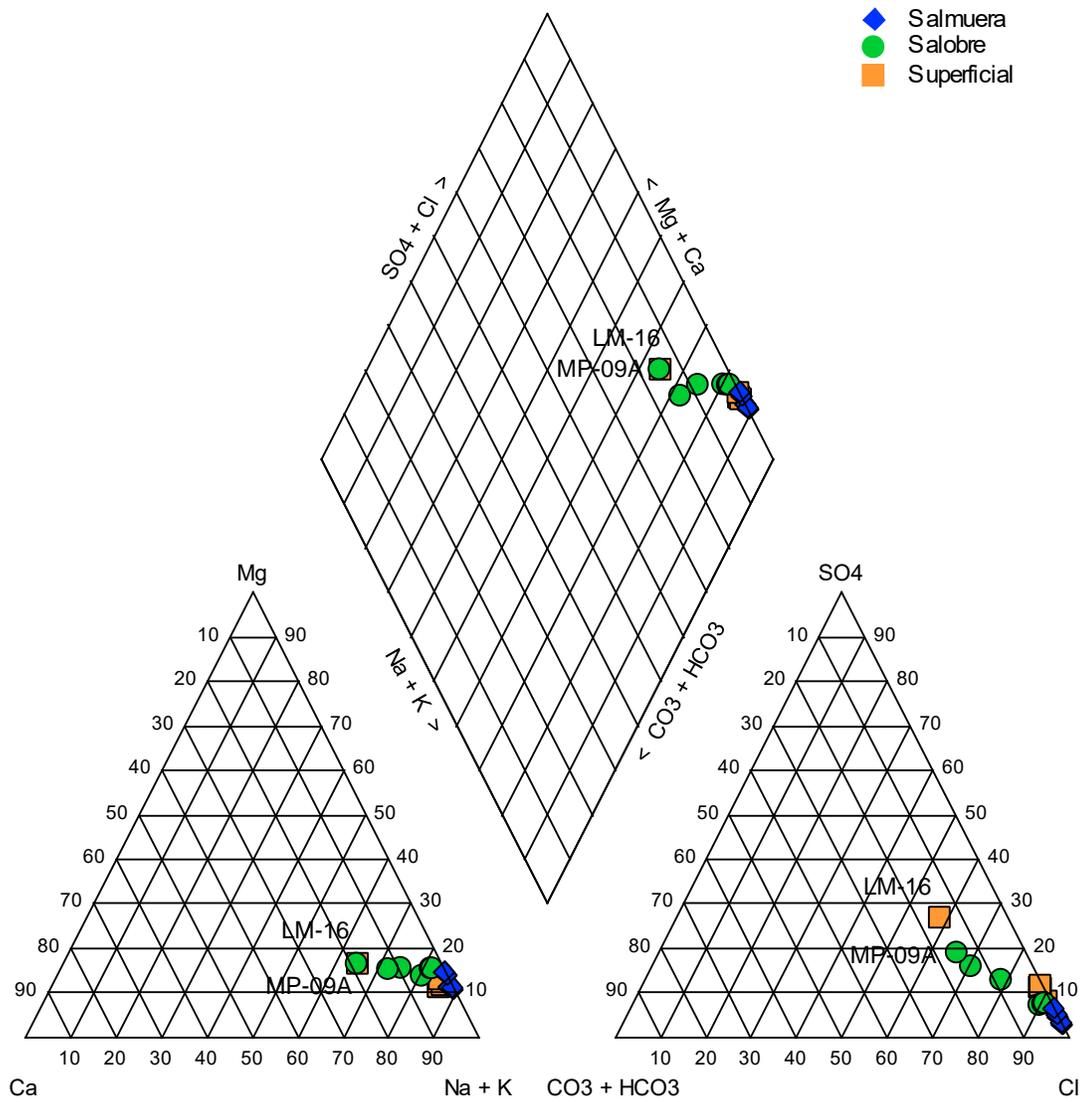


	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	60	33	29	59	59	59	32	59
Min	6.062	6.027	10.184	13.351	488	3.076	777	552	2.698	2.089	263	13.356	5.226	39.450	17.470	16.500
P25	8.202	8.086	17.190	19.355	534	3.766	1.170	646	5.141	3.902	567	82.501	43.840	81.994	82.694	65.200
Mediana	11.751	11.833	22.239	25.179	557	3.930	1.234	772	6.027	6.142	612	90.600	62.220	90.560	89.031	74.760
P75	16.671	16.974	29.926	36.210	588	4.172	1.358	866	7.493	9.254	640	96.800	82.975	96.400	93.005	82.393
Max	21.840	23.090	41.645	53.600	632	6.238	1.558	3.968	17.237	12.240	707	131.663	102.373	119.141	108.100	96.488
RQ	8.469	8.888	12.736	16.855	54	406	188	220	2.352	5.352	73	14.299	39.135	14.406	10.311	17.193

Fuente: Elaboración propia

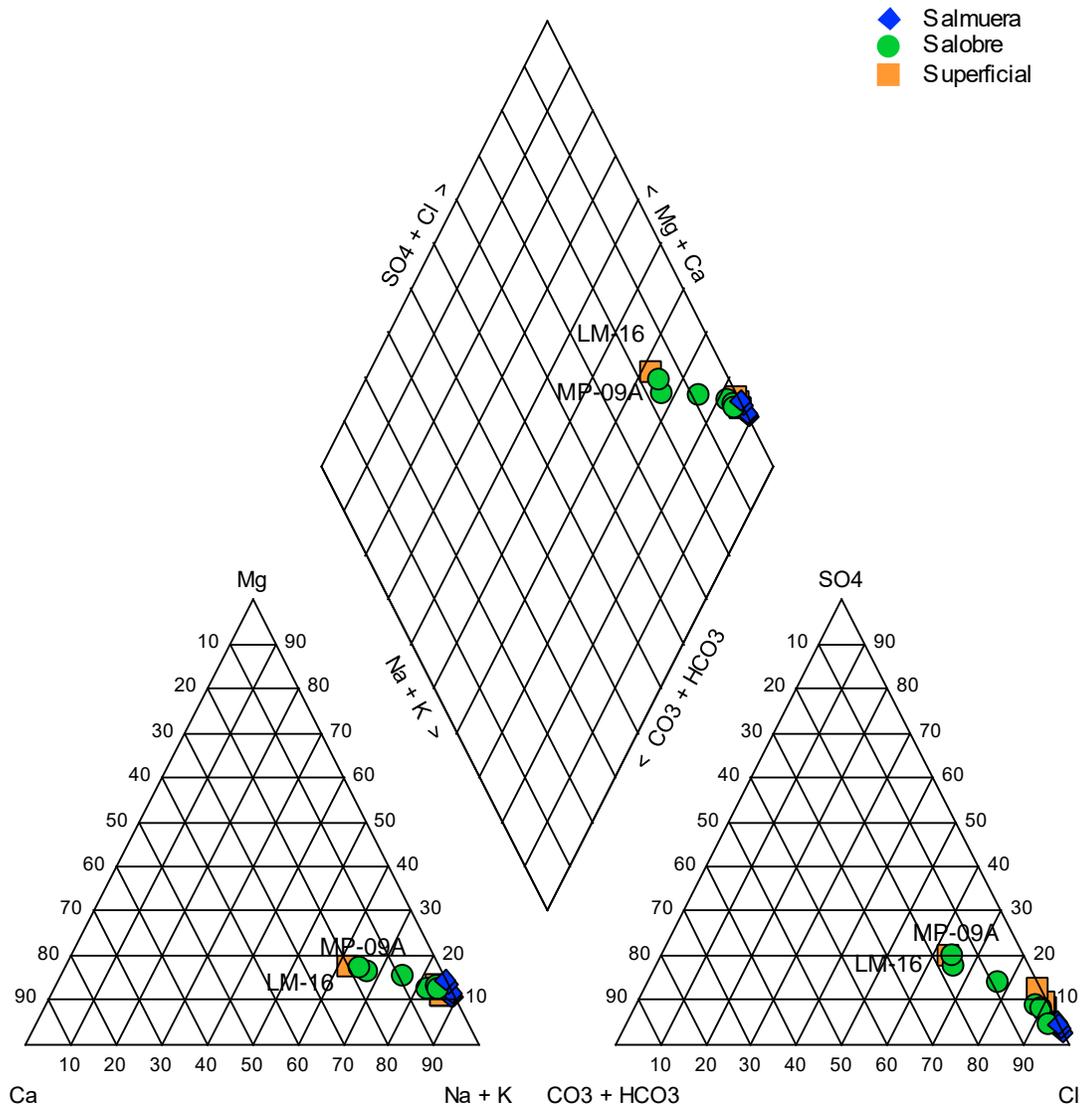
Desde la Figura 5-116 a la Figura 5-121, se presentan Diagramas de Piper con las composiciones de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2021, respectivamente. Se puede observar que todas las muestras y todas las aguas son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente. La variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayores entre una campaña y otra no ha sido significativa, con la excepción de la muestra del mes de octubre de 2021 en MP-09A (Figura 5-121), donde las bajas concentraciones de sodio disuelto registradas en dicho mes producen el cambio en la composición (Figura 5-115). Este valor, sin embargo, se encuentra fuera del rango histórico de concentraciones de sodio disuelto.

Figura 5-116 Diagrama de Piper, campaña enero 2021, Sector La Punta-La Brava



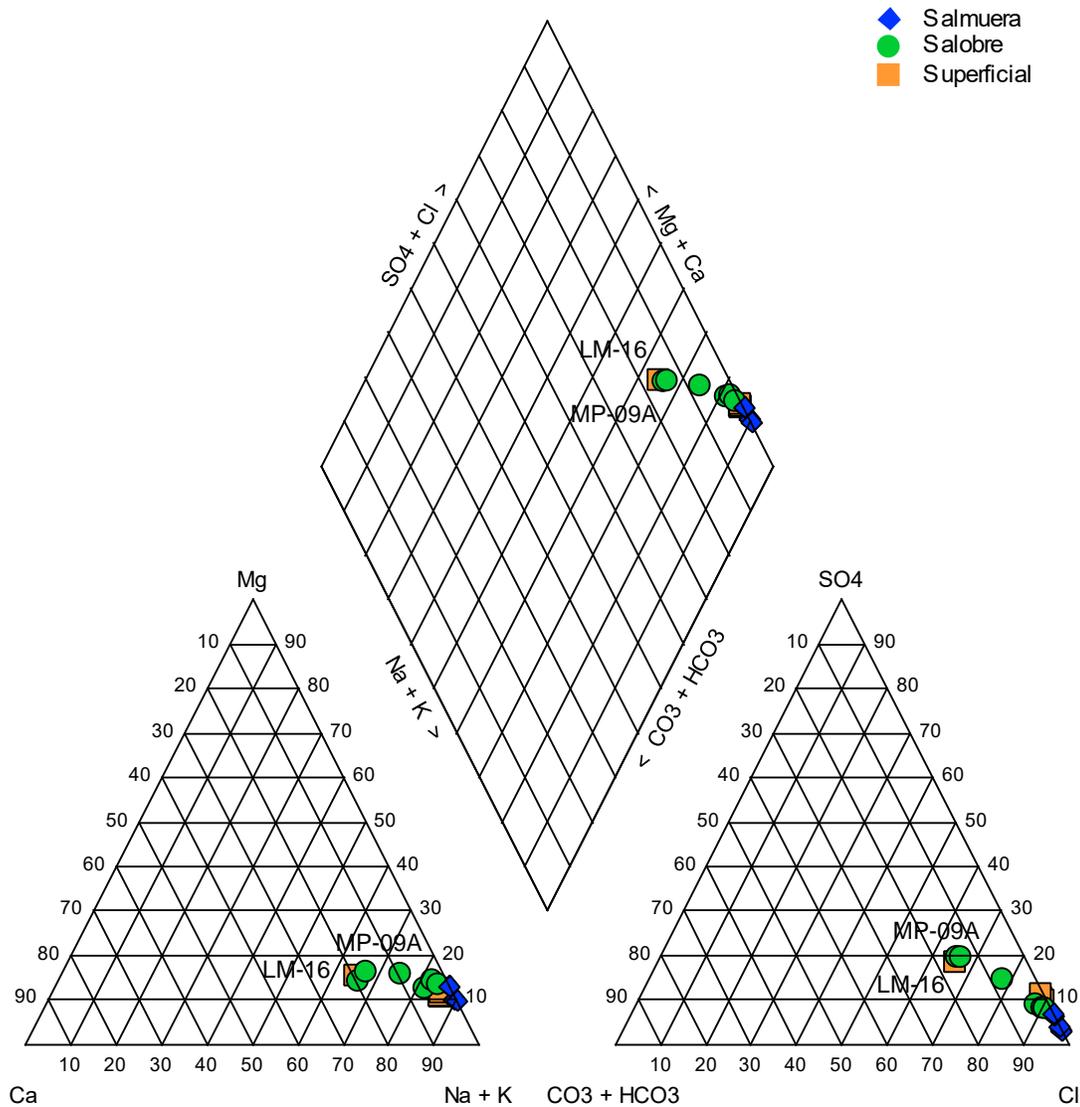
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-117 Diagrama de Piper, campaña febrero 2021, Sector La Punta-La Brava



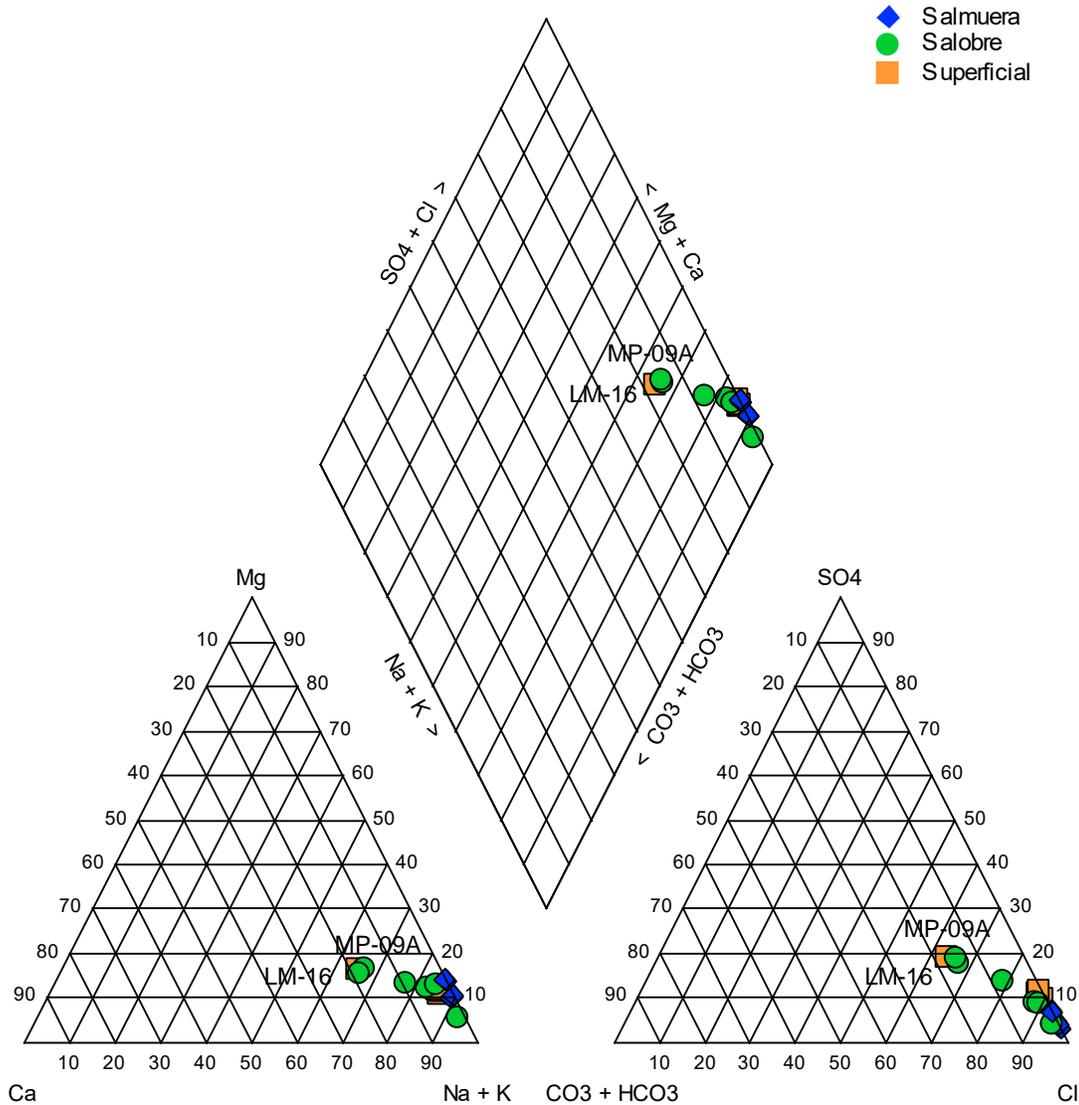
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-118 Diagrama de Piper, campaña marzo 2021, Sector La Punta-La Brava



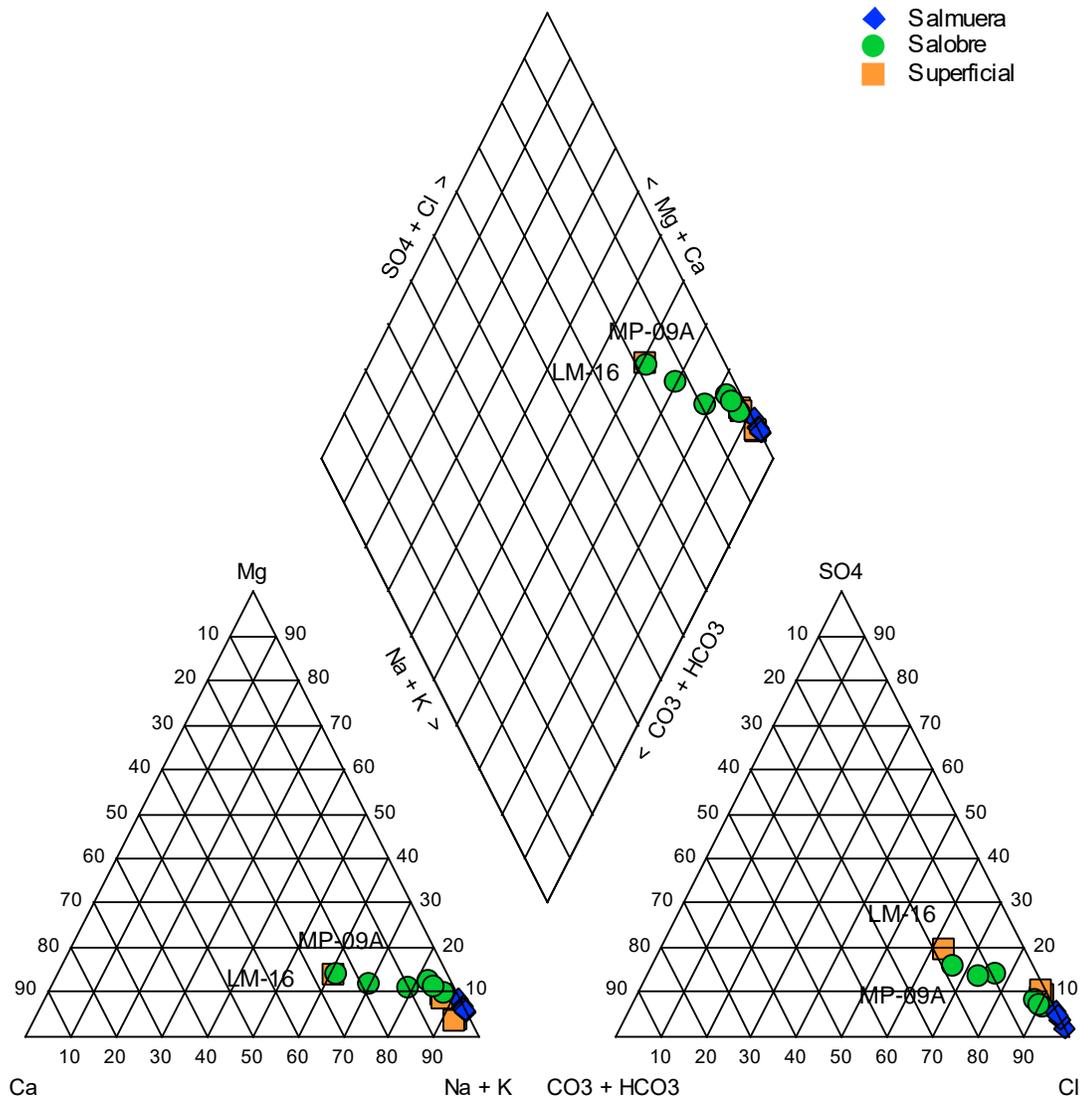
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-119 Diagrama de Piper, campaña abril 2021, Sector La Punta-La Brava



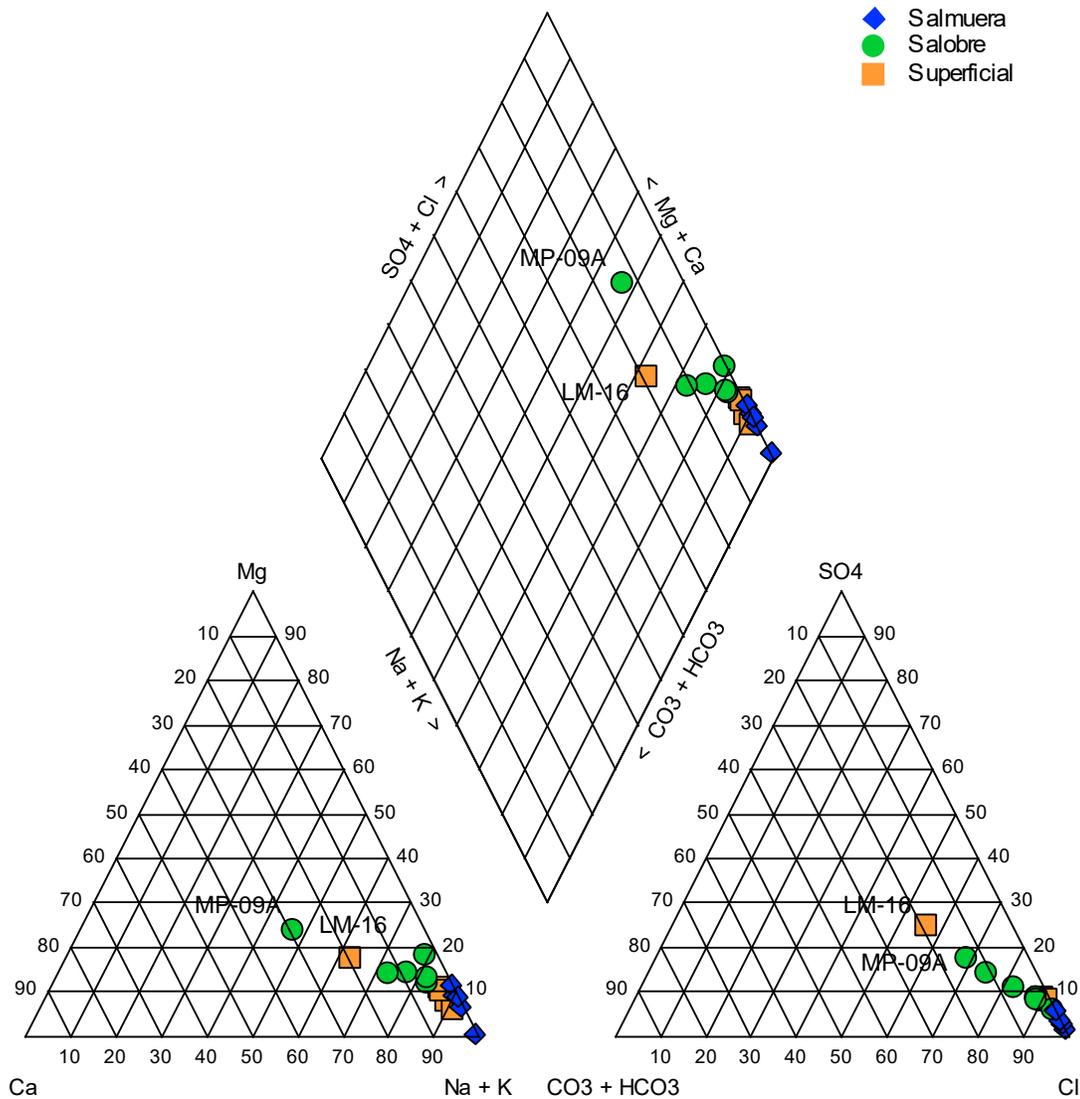
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-120 Diagrama de Piper, campaña julio 2021, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-121 Diagrama de Piper, campaña octubre 2021, Sector La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K), y en la Figura 5-122 a Figura 5-125 se presenta la evolución en el periodo 2013 - 2021 y los estadígrafos de la serie. La tendencia temporal de estos parámetros, al igual que en los elementos mayoritarios disueltos, es la que los valores intermedios se atribuyen a las aguas de las lagunas y, en general, las de menores concentraciones para las aguas salobres y las de mayores concentraciones para las aguas profundas (salmuera).

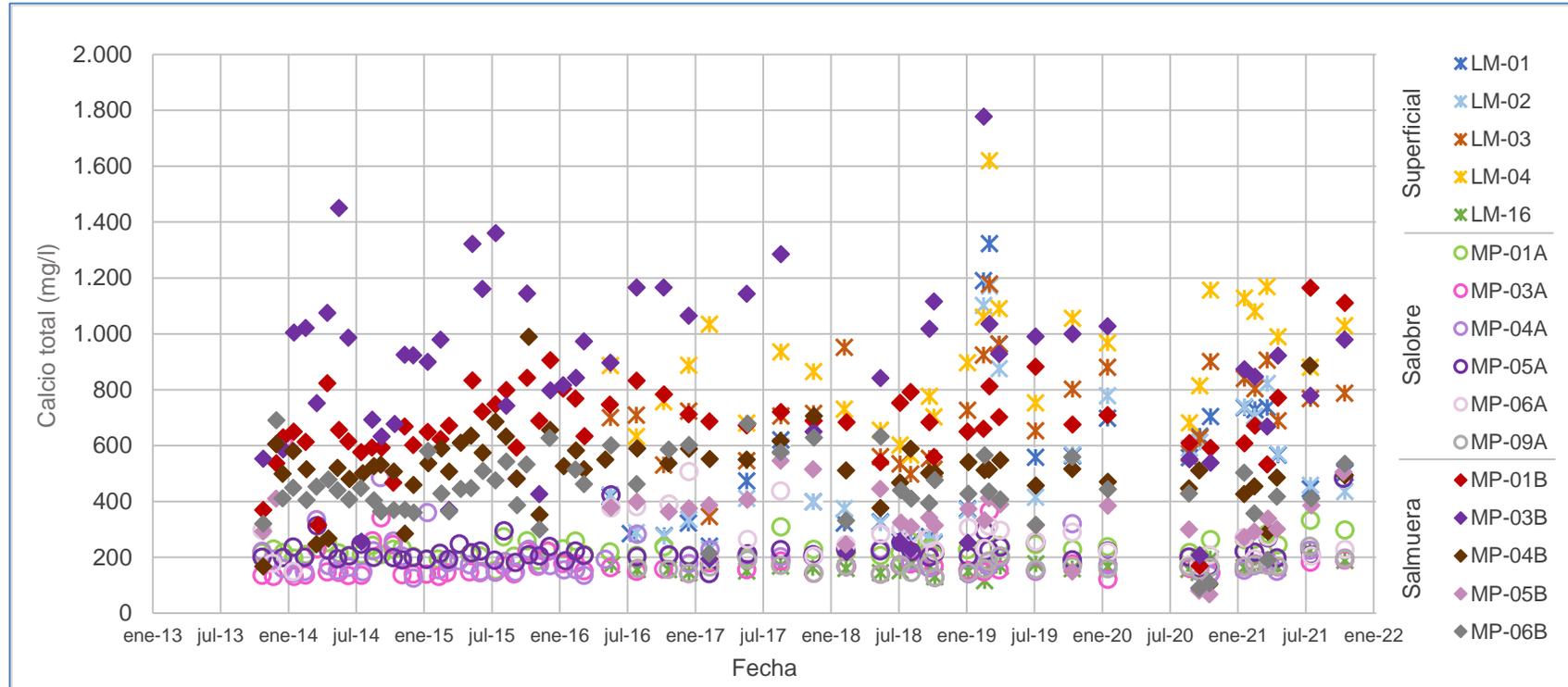
En el caso del calcio total, se tiene que las menores concentraciones se registran para aguas salobres, con medianas que van desde 156 mg/l (MP-03A) hasta 264 mg/l (MP-06A). Las aguas superficiales y la salmuera se encuentran en un rango general similar, con valores de mediana que van desde 424 mg/l (LM-02) a 887 mg/l (LM-04) para las lagunas y desde 440 mg/l (MP-06B) a 896 mg/l (MP-03B) para las salmueras. El punto LM-16 presenta una mediana de 163 mg/l. En 2021 los valores de calcio total se mantienen dentro del rango histórico, salvo en MP-01B, donde en el segundo semestre se advierte un aumento, fuera del rango histórico de las concentraciones, en julio y octubre. Por otro lado, si bien se encuentran dentro del rango histórico de variabilidad, en LM-04 las concentraciones de calcio total son más altas que las registradas el periodo anterior de reporte (esta apreciación es advertida por la mayor cantidad de muestras obtenidas durante el primer semestre de 2021 comparado al resto del año).

Para el caso del potasio total, las menores concentraciones se presentan en las aguas salobres, con medianas entre 88 mg/l (MP-04A) a 1.340 (MP-06A), luego le siguen las aguas superficiales, con medianas entre 1.732 mg/l (LM-01) y 3.874 mg/l (LM-04), y con la mayor concentración de potasio total se encuentra la salmuera, alcanzando medianas de hasta 18.332 mg/l (MP-04B). En LM-16 el valor de la mediana se sitúa en 83 mg/l. Los valores se encuentran dentro del rango de variabilidad histórico, salvo en la medición de octubre de 2021 en MP-01B y MP-06B.

Para el magnesio total, las menores concentraciones las tienen los pozos someros (aguas salobres), con valores mínimos de mediana de 93 mg/l (MP-09A) y máximos de mediana de 612 mg/l en MP-05A. En cambio, las mayores concentraciones se presentan en los pozos profundos (salmuera), llegando a registrar una mediana de 8.677 mg/l para el pozo MP-05B. En el caso de las aguas superficiales, estas muestran un rango de medianas entre 871 mg/l (LM-01) y de 2.128 mg/l (LM-04), mientras que en LM-16 la mediana es de 91 mg/l. Las concentraciones de magnesio total en el presente periodo de reporte se mantienen dentro del rango de variación histórico, salvo en algunas muestras de salmuera y agua salobre (MP-01B, MP-04A y MP09A) y en LM-16, todas obtenidas en octubre de 2021.

Para el caso del sodio total las concentraciones menores se presentan en los pozos someros (aguas salobres), con un valor mínimo de mediana 651 mg/l (MP-09A) y máximas de mediana de 6.737 mg/l en MP-06A. Los valores más altos se registran en los pozos que monitorean la salmuera, con valor máximo de mediana de 94.340 mg/l en MP-04B. En el caso de las aguas superficiales, la mediana se encuentra en torno a 12.500 mg/l para LM-01 y LM-02, y en torno a 24.500 mg/l para LM-03 y LM-04. El punto LM-16 presenta mediana de 593 mg/l, lo que se justifica por su ubicación espacial. El valor obtenido en octubre de 2021 en MP-03A y MP-05A se encuentra por sobre el rango de variación histórico, mientras que en MP-09A y en MP-04B este se encuentra por debajo del mismo.

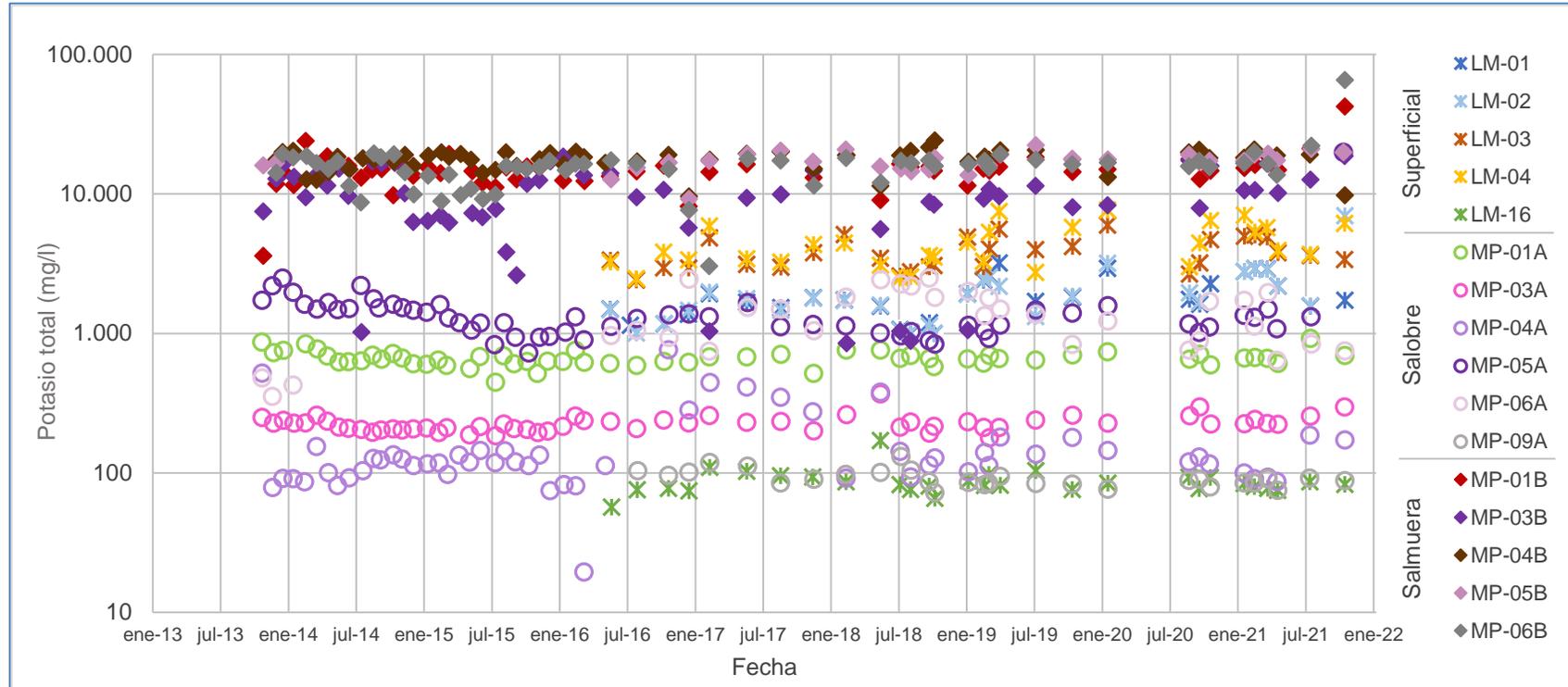
Figura 5-122 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	59	60	58	33	29	59	59	60	32	59
Min	240	229	346	566	116	154	122	126	142	149	129	170	194	104	68	90
P25	313	305	559	723	152	206	143	153	200	205	155	608	606	473	300	387
Mediana	488	424	712	887	163	222	156	174	209	264	166	672	896	515	352	440
P75	700	659	851	1.057	174	244	178	204	228	300	174	768	1.027	582	397	532
Max	1.323	1.171	1.178	1.620	224	332	615	486	483	508	240	1.165	1.778	989	546	691
RQ	387	354	292	334	22	38	35	51	28	95	19	160	421	109	97	145

Fuente: Elaboración propia

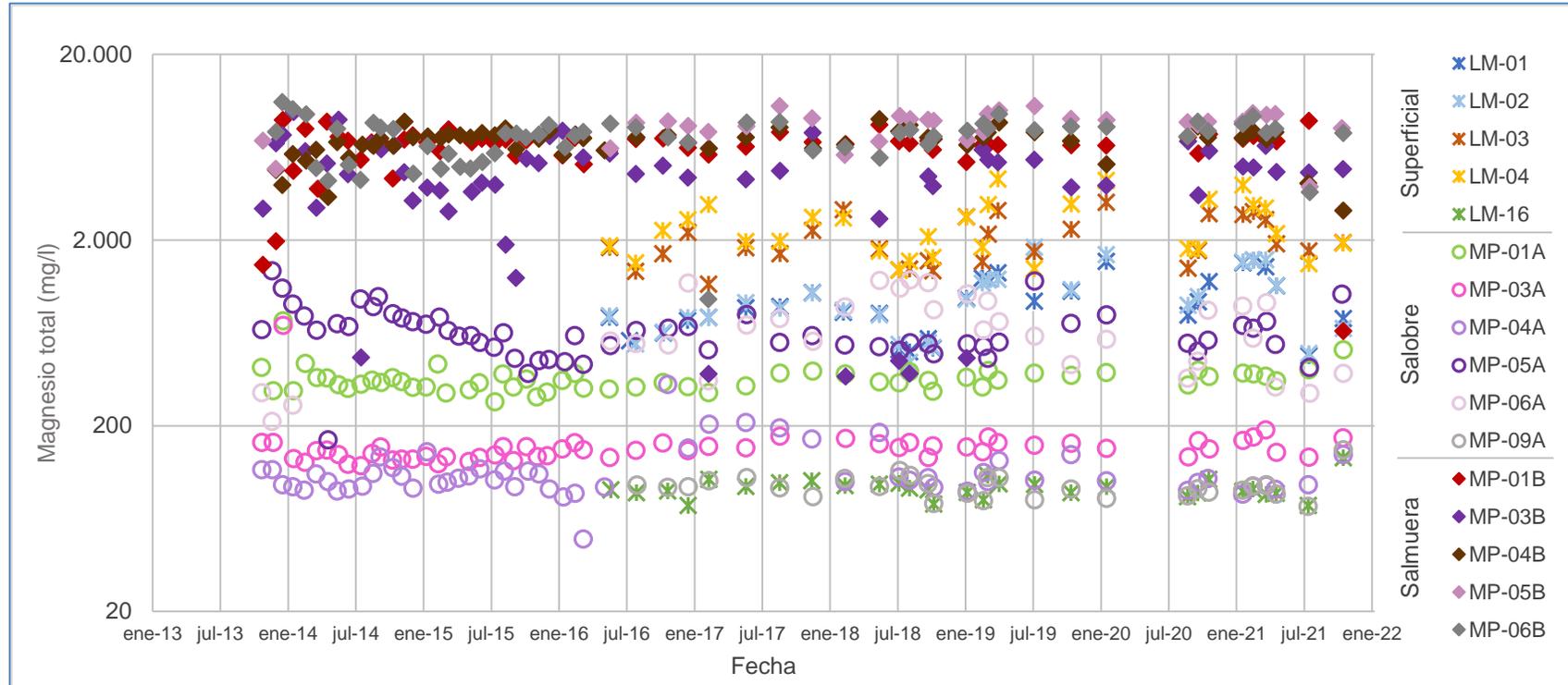
Figura 5-123 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	59	59	60	33	29	59	59	58	32	59
Min	998	1.005	2.413	2.472	57	447	179	20	727	353	72	3.592	851	9.619	9.195	3.032
P25	1.468	1.394	2.989	3.247	77	619	207	93	1.044	838	84	13.100	7.010	16.629	15.760	13.800
Mediana	1.732	1.775	3.542	3.874	83	660	224	120	1.297	1.340	88	14.970	9.902	18.332	17.270	16.363
P75	2.304	2.318	4.856	5.723	93	700	238	145	1.518	1.817	99	16.160	13.698	19.649	19.145	17.420
Max	3.205	6.970	5.966	7.680	171	921	369	765	19.883	2.497	131	42.383	19.253	24.200	22.400	65.479
RQ	836	924	1.867	2.476	16	81	31	52	474	979	15	3.060	6.688	3.020	3.385	3.620

Fuente: Elaboración propia

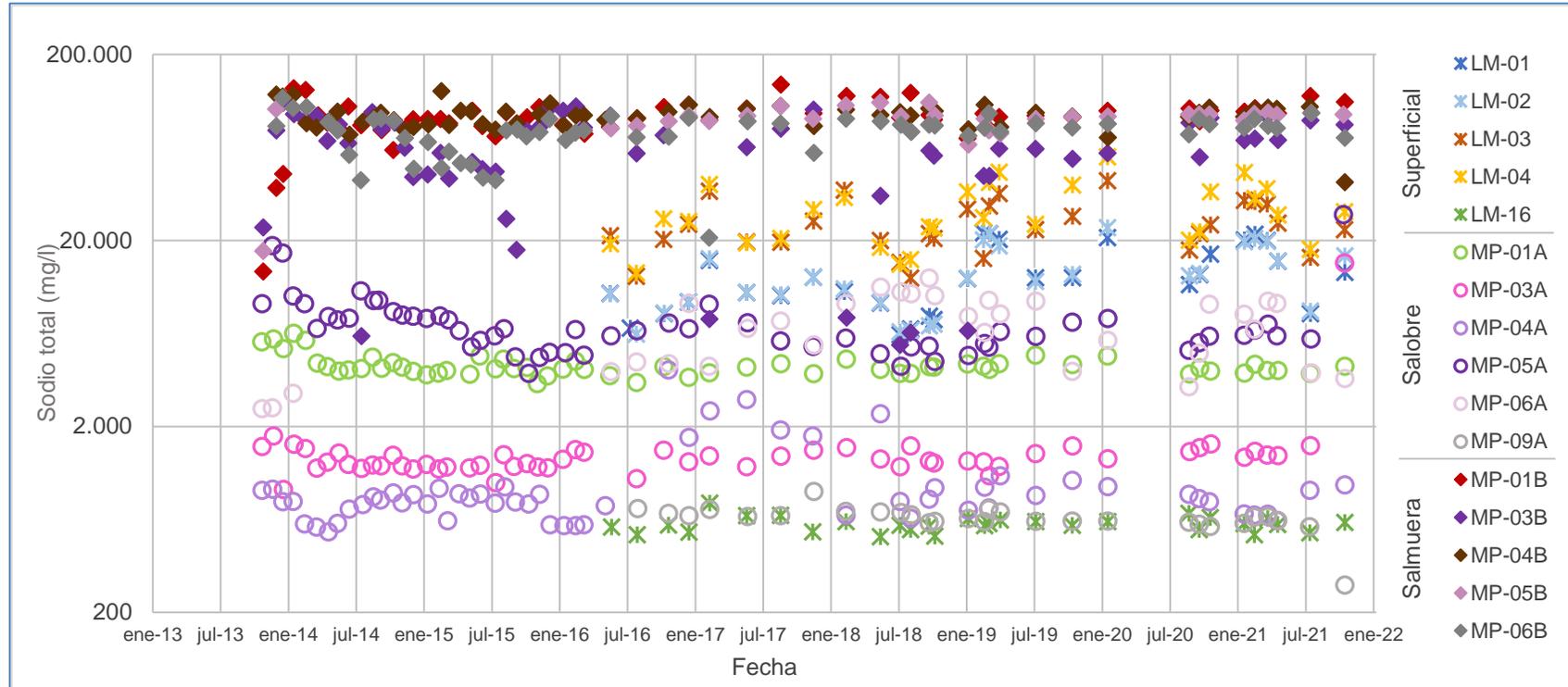
Figura 5-124 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	58	59	60	33	29	58	59	58	32	58
Min	476	440	1.158	1.383	74	269	122	49	168	211	74	648	369	2.880	3.881	961
P25	710	653	1.544	1.781	87	324	136	94	534	405	85	6.041	3.637	6.237	7.641	6.024
Mediana	871	892	1.820	2.128	91	351	149	102	612	607	93	6.724	4.656	7.097	8.677	7.544
P75	1.205	1.196	2.596	3.083	98	383	162	116	730	901	103	7.115	6.048	7.436	9.261	8.148
Max	1.554	1.832	3.189	4.267	135	736	694	333	1.364	1.222	148	8.867	9.779	8.948	10.534	11.072
RQ	495	543	1.052	1.302	11	59	26	22	196	496	18	1.074	2.411	1.199	1.620	2.124

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-125 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	58	59	60	33	29	59	59	58	32	58
Min	6.227	6.276	12.570	13.367	510	3.399	916	542	3.856	2.492	281	13.631	5.486	41.113	17.559	20.700
P25	8.939	8.823	19.614	19.913	553	3.882	1.219	678	5.396	4.081	614	83.100	45.200	85.020	87.487	71.195
Mediana	12.516	12.540	22.834	26.279	593	4.110	1.317	806	6.538	6.737	651	93.650	66.600	94.340	93.171	80.375
P75	17.653	17.611	30.820	36.881	631	4.354	1.475	929	7.769	9.313	691	102.950	85.930	101.500	95.553	87.590
Max	22.000	23.375	41.805	56.200	775	6.332	15.128	4.029	27.512	12.540	895	137.600	110.068	127.000	110.211	116.654
RQ	8.714	8.788	11.206	16.968	78	472	256	251	2.373	5.232	77	19.850	40.730	16.480	8.066	16.395

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos comúnmente denominados como minoritarios, se encuentran boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr), los cuales están comprometidos a ser medidos tanto en su fracción disuelta como total. Los resultados analíticos de las fracciones disueltas se muestran en forma gráfica en la Figura 5-126, Figura 5-127 y

Figura 5-128, respectivamente, junto a las tablas con datos estadísticos básicos.

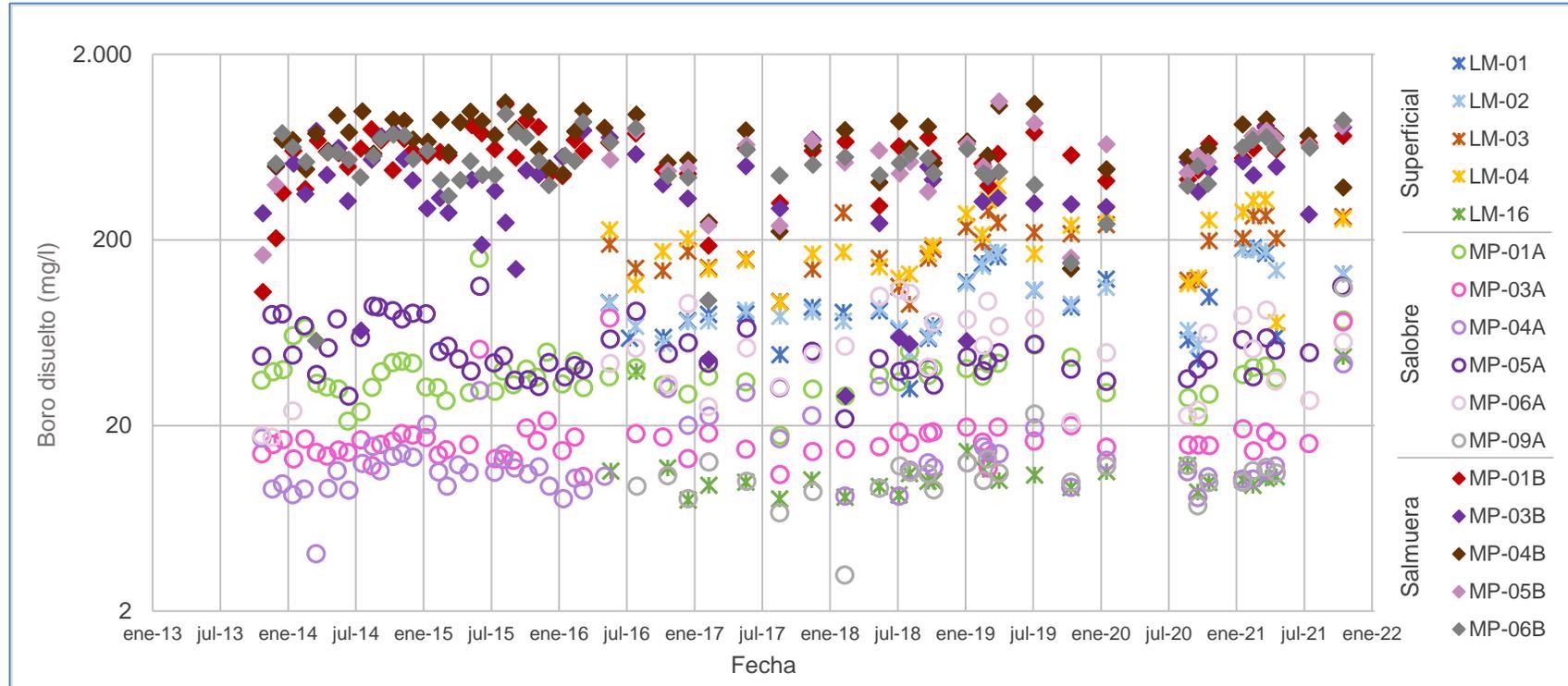
En el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero (pozos someros) como en la salmuera (pozos profundos), contenidos considerables de boro y litio. En el caso del comportamiento de la concentración boro, litio y estroncio disueltos en el 2021, estos se mantienen, en general, dentro de los rangos históricos.

Para el boro disuelto se aprecia que los pozos profundos (salmuera) muestran una gran variabilidad histórica de los registros, presentando un rango dado por un P25 mínimo de 296 mg/l (MP-03B) y un P75 máximo de 871 mg/l (MP-04B). Las lagunas (aguas superficiales) presentan rangos intermedios, siendo marcada la diferencia entre los puntos LM-01 y LM-02, con valores que se mueven entre 60 mg/l (P25 de LM-01) y 134 mg/l (P75 de LM-02), y los puntos LM-03 y LM-04, con rangos un poco más altos, entre 130 mg/l (P25 de LM-04) y 263 mg/l (P75 de LM-04). El punto LM-16, destaca con valores más bajos que los anteriores debido a su ubicación, alcanzando una mediana de 10 mg/l. La concentración de boro disuelto se encuentra dentro del rango de variación definido por el registro histórico, salvo en los puntos de agua salobre donde se registra un aumento en los valores en el mes de octubre de 2021 (MP-03A, MP-04A, MP-05A, MP-09A).

En el caso del litio disuelto, las concentraciones son altas para los pozos profundos (salmuera) comparado con las concentraciones menores en los pozos someros (agua salobre) y lagunas. Respecto a las concentraciones para los pozos profundos, el rango de valores característicos es bastante amplio, el que varía entre 347 mg/l (P25 en MP-03B) y 1.492 mg/l (P75 en MP-04B). Las lagunas y pozos someros en cambio presentan concentraciones menores. Los pozos someros no superan los 195 mg/l (MP-06A) en toda la serie registrada y presentan un valor mínimo con un mínimo de 1 mg/l en MP-04A, quitando *outliers*. Para las lagunas, se observa que LM-01 y LM-02 tienen menor contenido de litio disuelto que LM-03 y LM-04, en donde la mediana de los primeros puntos es de 120 mg/l y de los dos últimos puntos está alrededor de 230 mg/l. Para el LM-16 las concentraciones son bajas, de 3 mg/l a 8 mg/l. Únicamente la muestra obtenida en MP-03B en el mes de julio de 2021 se considera como fuera de serie, presentando un valor de 1,06 mg/l, muy por debajo de la concentración de litio que caracteriza a las salmueras.

Para el estroncio disuelto, lo observado de las series histórica es un poco distinto, ya que los pozos someros y profundos registran valores y similares, con medianas entre 1,4 y 5,9 mg/l, salvo en MP-01B y MP-03B, los cuales presentan valores más altos que las demás series, con medianas de 14,5 y 24,8 mg/l, respectivamente. Para las lagunas, los valores tienden a ser un poco mayores a la de las aguas salobres, con medianas entre 7,3 mg/l y 10,6 mg/l. LM-16, ubicado en la zona de Tilopozo, presenta una mediana de 1,4 mg/l. Algunas mediciones del segundo semestre de 2021 se encuentran fuera del rango de variación histórico (o al menos son más altas que los periodos inmediatamente anteriores) en las muestras de agua salobre.

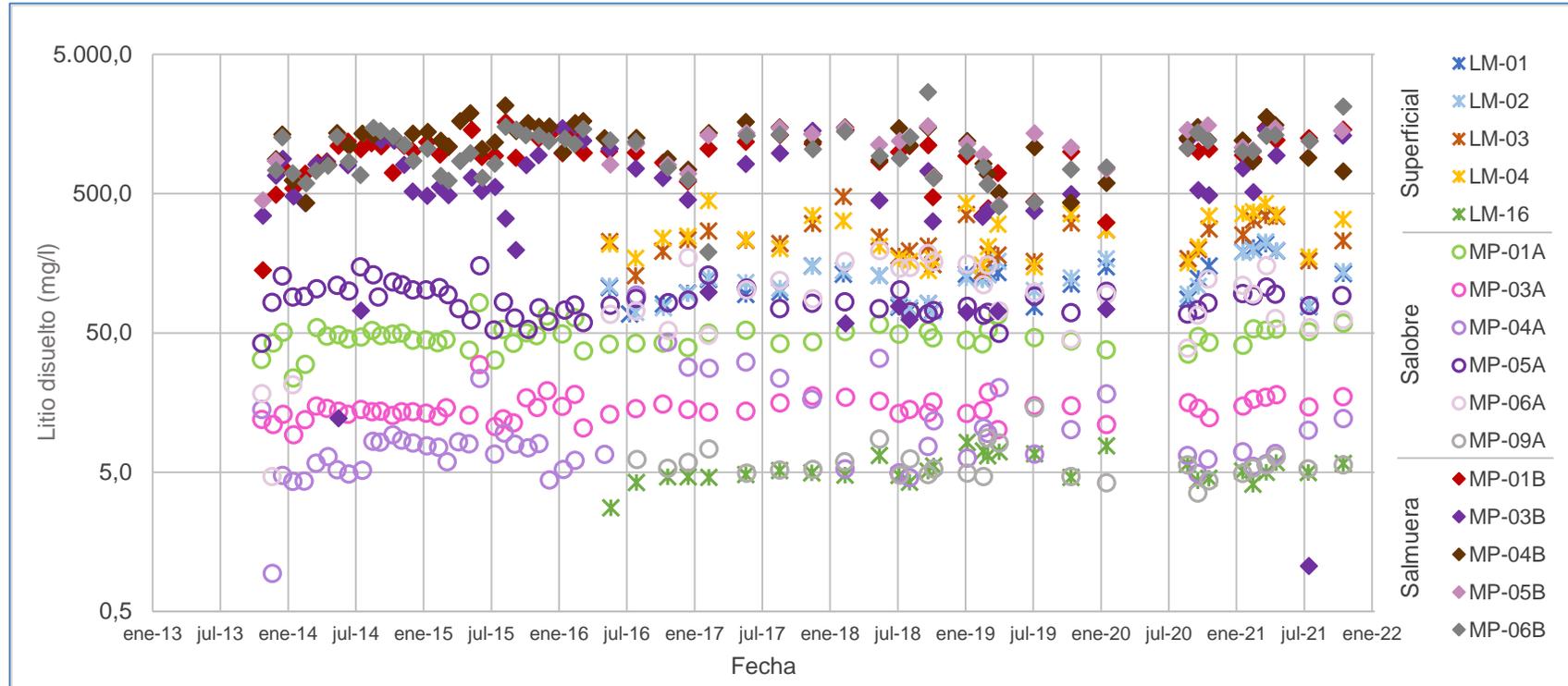
Figura 5-126 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	60	33	29	58	59	59	32	59
Min	0	0	0	0	0	0	11	0	22	17	0	105	29	140	160	57
P25	60	67	138	130	9	32	15	9	40	30	9	476	296	538	456	442
Mediana	82	84	184	173	10	37	16	12	47	52	11	602	422	702	534	533
P75	125	134	237	263	11	42	18	15	60	75	12	687	542	871	677	630
Max	182	177	288	392	47	160	76	43	113	108	111	1.076	810	1.097	1.113	954
RQ	65	67	99	133	2	10	3	6	20	45	3	211	246	333	221	188

Fuente: Elaboración propia

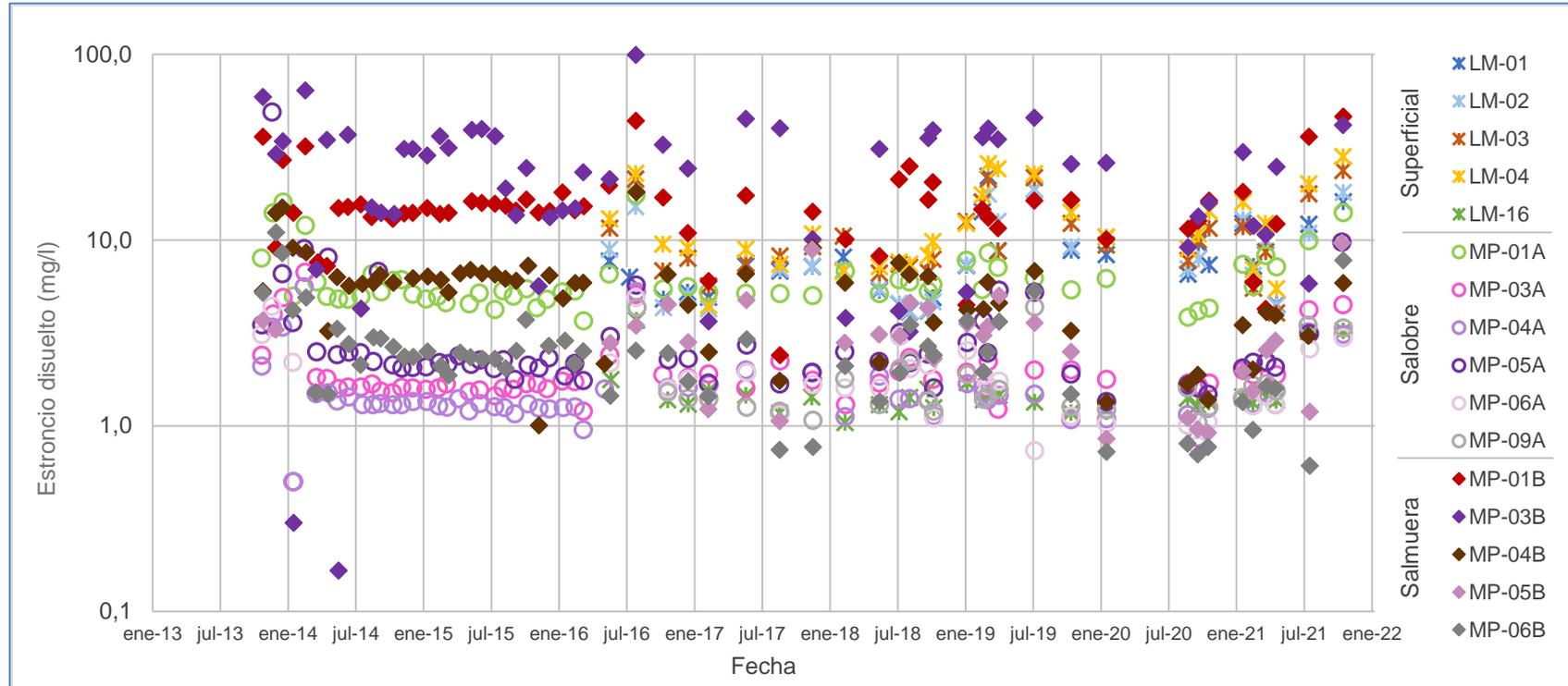
Figura 5-127 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	59	33	29	59	59	57	32	59
Min	68	70	129	140	3	24	9	1	42	5	4	141	1	429	414	190
P25	81	88	180	171	5	42	13	6	72	58	5	834	347	886	821	745
Mediana	122	120	228	237	5	47	14	8	83	95	5	1.005	559	1.251	1.166	1.044
P75	139	145	286	350	6	52	16	10	102	150	6	1.170	941	1.492	1.368	1.300
Max	217	225	475	446	8	82	30	94	152	195	15	1.626	1.530	2.143	1.548	2.684
RQ	58	57	106	179	1	10	3	4	30	92	1	336	594	606	547	555

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-128 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	60	60	33	29	59	59	60	32	59
Min	4,12	4,15	4,05	4,44	1,04	3,67	0,00	0,50	1,35	0,74	1,05	2,40	0,17	1,00	0,85	0,61
P25	5,16	4,86	7,37	7,58	1,30	4,98	1,59	1,25	2,05	1,22	1,27	12,20	11,90	3,31	1,65	1,50
Mediana	7,28	7,37	8,96	10,60	1,40	5,40	1,70	1,35	2,24	1,65	1,44	14,48	24,80	5,89	2,96	2,34
P75	9,69	11,73	12,38	16,45	1,51	6,58	1,99	1,57	2,98	2,19	1,84	16,54	35,70	6,52	3,67	2,92
Max	22,10	18,80	23,71	28,10	3,70	17,53	6,70	5,60	49,00	4,90	4,36	46,22	99,32	18,15	9,64	11,00
RQ	4,53	6,87	5,01	8,87	0,21	1,60	0,40	0,32	0,93	0,97	0,57	4,34	23,80	3,21	2,02	1,42

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas comprometidos a analizar en su concentración total se encuentran: aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En la Figura 5-129 a Figura 5-135 se presentan los gráficos de variación temporal de la serie de datos de cada parámetro, junto con la tabla de estadísticos de dicha serie. Respecto del comportamiento temporal de estos parámetros en 2021, en general, la mayoría de ellos se mantiene dentro de su variación natural, aunque cambios para algunos parámetros, como se verá a continuación, se advierten en los meses de julio y octubre de 2021 coincidente con el cambio de ETFA.

Para el aluminio total, las concentraciones registradas más altas se presentan en los pozos someros (salobre), destacando el pozo MP-06A con las mayores concentraciones (mediana de 26 mg/l), y algunos pozos profundos (salmueras) con valores puntuales altos (como en MP-05B, con un valor atípico de 5.680 mg/l en enero de 2021). En general, los pozos que monitorean la salmuera registran medianas con valores bajos, entre 0,167 mg/l (en MP-03B) a 0,277 mg/l (en MP-01B), salvo en MP-06B donde la mediana tiene un valor de 6,667 mg/l. Los mayores valores en los pozos MP-06A y MP-06B, estaría indicando altos contenidos de Al total para el acuífero (salobre) y la salmuera en esta zona, que corresponde al borde en la zona de Tucúcaro. Las muestras de las lagunas, en comparación con las aguas someras (salobres) en este sector, en general presentan bajos contenidos de aluminio total. Los mayores valores de aluminio total en los meses de julio y octubre de 2021 relativo a los meses anteriores, para la mayoría de los puntos, se relacionan con el nuevo límite de detección de este analito reportado por la ETFA encargada del monitoreo y análisis. Fuera de tendencia se encuentra el análisis realizado en enero de 2021 para el punto MP-05B.

Para el arsénico total, los pozos profundos son los que presentan las mayores concentraciones, destacando los pozos MP-01B y MP-03B que se encuentran en el área de la Zona Marginal, más cercanos a las lagunas La Punta – La Brava. Los valores de mediana son 24,1 mg/l y 12,1 mg/l, respectivamente. Para el caso de las lagunas, los puntos LM-01 y LM-02 presentan medianas de concentraciones alrededor de 2,94 mg/l, menores que los puntos LM-03 y LM-04, de medianas de 6,98 mg/l y 8,12 mg/l, respectivamente. El punto LM-16 presenta una mediana de 0,44 mg/l. Respecto de 2021, se observa un comportamiento consistente con su serie histórica.

Respecto del boro total, al igual que para las concentraciones disueltas, este elemento se presenta en concentraciones elevadas en el sector, particularmente en las salmueras. De la variación temporal de los datos, se observa una alta variabilidad en las concentraciones de los pozos profundos (salmuera), con valores característicos que van desde 321 mg/l (P25 en MP-03B) a 883 mg/l (P75 en MP-04B), estando todos por sobre los valores de las aguas de los

pozos someros (aguas salobres) y también de las aguas superficiales (lagunas). En las lagunas, las concentraciones de boro total en los puntos LM-01 y LM-02 son menores que los puntos LM-03 y LM-04, presentando estos últimos valores de hasta 402 mg/l, más del doble de las concentraciones máximas medidas en los primeros puntos. El punto LM-16, ubicado aguas arriba del sector lagunar en Tilopozo, presenta la mediana más baja entre las muestras superficiales con 11 mg/l. Las aguas de las lagunas concentran más contenido de boro que las aguas someras (salobres), debido al proceso de evaporación a la que se ven expuestas. Las aguas someras (salobres) presentan medianas no superiores a 58 mg/l. La concentración de boro total se encuentra dentro del rango de variación definido por el registro histórico, salvo en los puntos de agua salobre donde se registra un aumento en los valores en el mes de octubre de 2021 (MP-03A, MP-04A, MP-05A, MP-09A).

Con relación a las concentraciones de hierro total de la serie registrada, el pozo profundo MP-06B, y su homólogo somero MP-06A, son los que presentan las mayores concentraciones de hierro la mayoría del tiempo. El resto de los pozos someros y profundos muestran concentraciones más bajas y con más dispersión. Las aguas superficiales (lagunas) presentan un comportamiento general estable, con valores muy bajos de concentraciones. Cabe indicar que, en particular para el año 2020, los valores mínimos suben debido a que el límite de detección del equipo para este parámetro es más alto en comparación al de años anteriores. Fuera de tendencia se encuentra el análisis realizado en enero de 2021 para el punto MP-05B (el valor de hierro total registrado es de 3.220 mg/l).

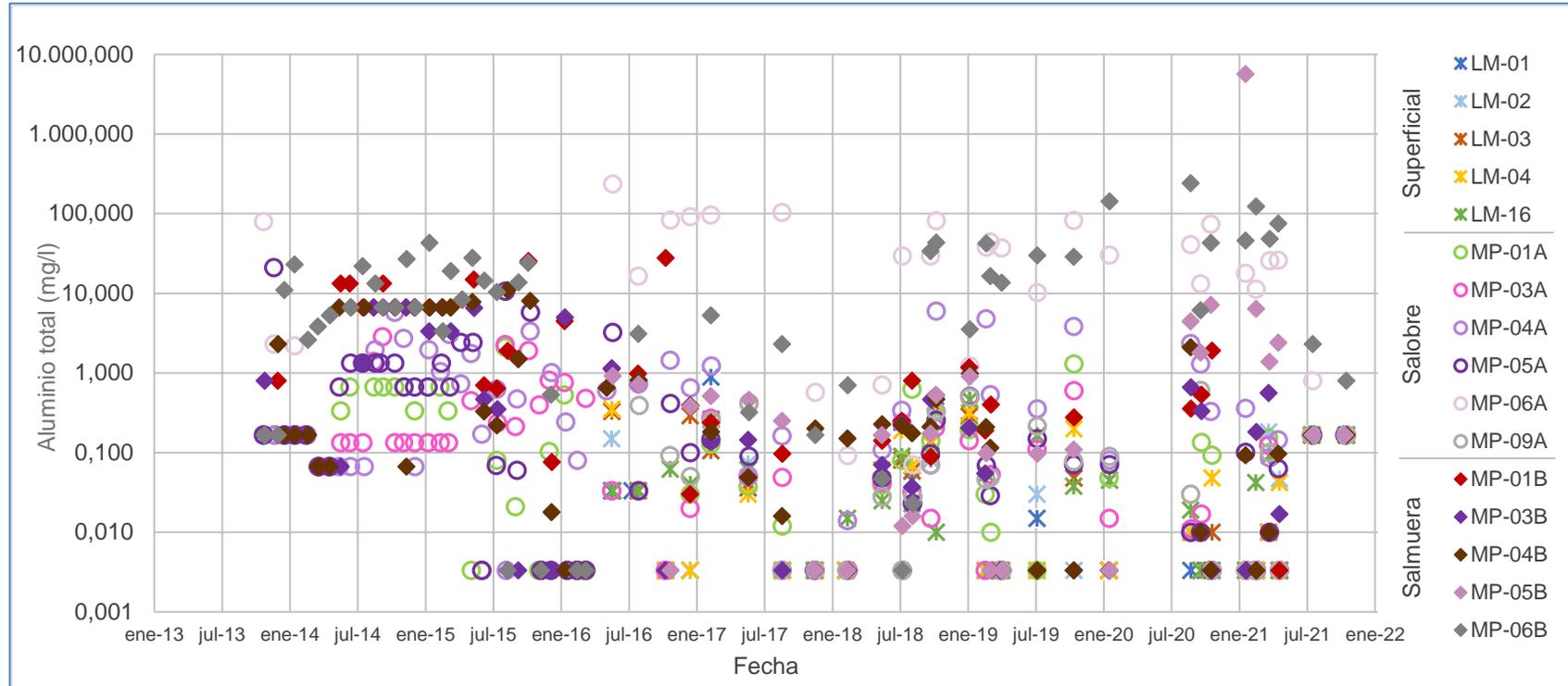
Así como el boro, el litio total se encuentra presente en la cuenca en concentraciones elevadas. De la variación temporal, se aprecia que son los pozos profundos (salmuera) los que presentan aguas con mayor concentración. El valor de las medianas de las concentraciones de litio total en salmuera varía entre 653 mg/l (MP-03B) hasta los 1.321 mg/l (MP-04B). Las aguas someras (salobres) y las aguas de las lagunas, presentan concentraciones por debajo de los contenidos de la salmuera, como evidentemente se espera para el sector en análisis. Las lagunas presentan concentraciones de litio con medianas que van desde los 125 mg/l hasta los 244 mg/l, con el primer valor característico de los puntos LM-01 y LM-02, mientras que el segundo de LM-03 y LM-04. El punto LM-16 tiene una mediana de 6 mg/l. Las aguas salobres tienen medianas desde los 6 mg/l en MP-09A, hasta los 106 mg/l en MP-06A, valores muy por debajo de los registrados para las salmueras. Estos valores se encuentran dentro del rango de variación histórico para este elemento.

En el caso del silicio total, son las aguas someras (salobres) y superficiales las que presentan los mayores contenidos de ese elemento, con valores medianas muy similares, entre 34,0 mg/l (MP-06A) y 51,5 mg/l (LM-16). En cuanto a la salmuera, los registros son similares, pero con rango de medianas menor, que van de 5,9 mg/l (MP-05B) a 16,3 mg/l (MP-06B). Estos valores

se encuentran dentro del rango de variación histórico para este elemento, salvo en MP-01B el mes de julio de 2021.

Para el estroncio total, se tiene que los pozos MP-03B, y MP-01B tienen las concentraciones más altas del período registrado, con valores que ascienden como máximo hasta los 102,1 mg/l en MP-03B. Este parámetro muestra un comportamiento con mayor variabilidad en pozos profundos (salmuera) con medianas que van de 2,6 mg/l en MP-06B a 28,6 mg/l en MP-03B. Los pozos someros (salobres) tienen un comportamiento más acotado, con medianas entre 1,5 mg/l (MP-04A) a 5,6 mg/l (MP-01A). Las lagunas presentan un comportamiento más estable, con medianas similares que varían entre los 7,9 mg/l (LM-02) y 11,0 (LM-04), mientras que en LM-16 la mediana alcanza un valor de 1,5 mg/l. En 2021, las salmueras y aguas salobres aumentan progresivamente sus concentraciones de estroncio total (desde mediados de 2020), con datos fuera de las tendencias desde mediados de 2021, particularmente para las muestras de agua salobre.

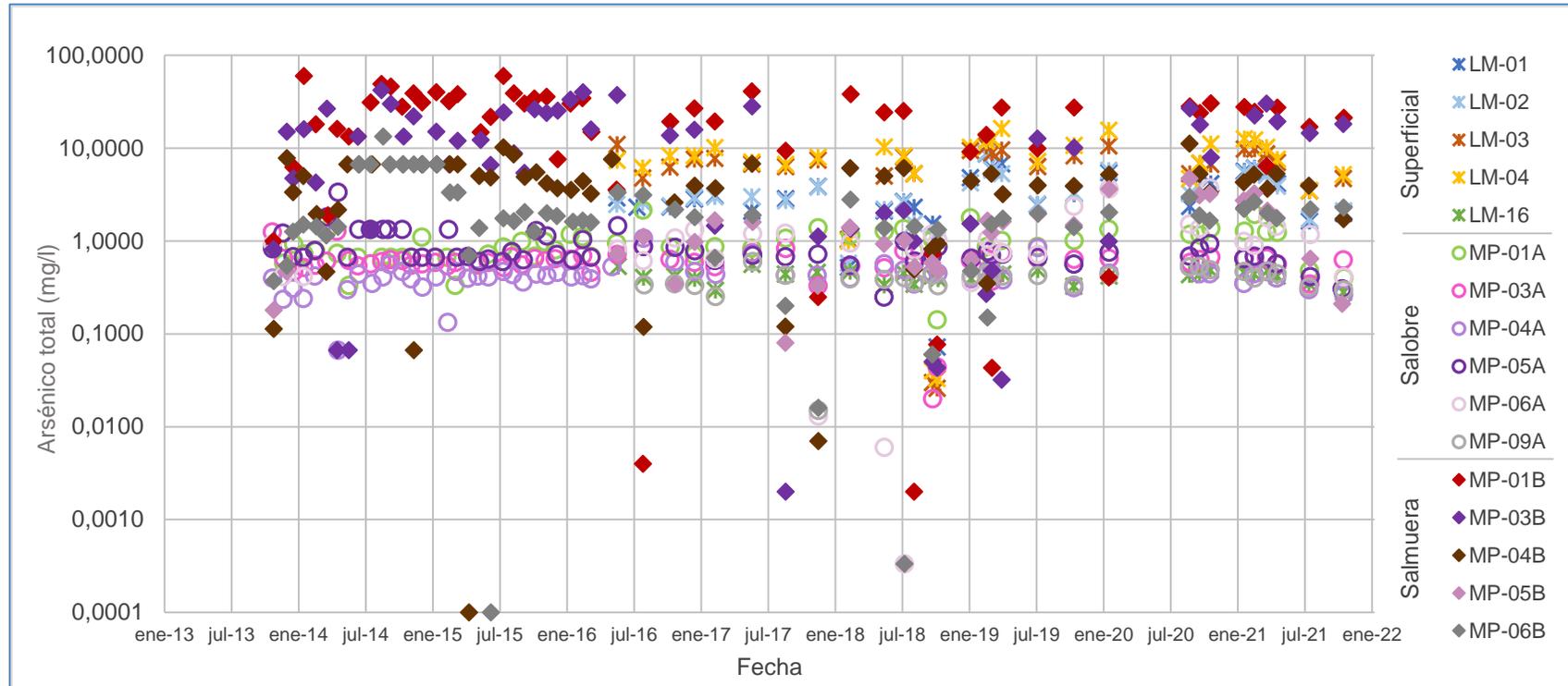
Figura 5-129 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	29	29	30	29	29	58	59	59	60	33	29	59	56	58	32	55
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,070	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,007	0,010	0,017	0,067	0,010	1,715	0,003	0,067	0,003	0,018	0,036	0,800
Mediana	0,003	0,030	0,010	0,010	0,038	0,098	0,133	0,171	0,099	26,000	0,050	0,277	0,167	0,171	0,170	6,667
P75	0,064	0,120	0,114	0,167	0,091	0,333	0,205	1,040	0,667	77,150	0,191	4,472	0,638	1,653	0,915	27,901
Max	0,892	0,290	0,425	0,430	0,461	2,112	2,860	5,980	21,000	236,000	0,604	27,881	6,667	10,986	5,680	242,000
RQ	0,061	0,117	0,111	0,164	0,084	0,323	0,188	0,973	0,657	75,435	0,188	4,405	0,635	1,635	0,879	27,101

Fuente: Elaboración propia

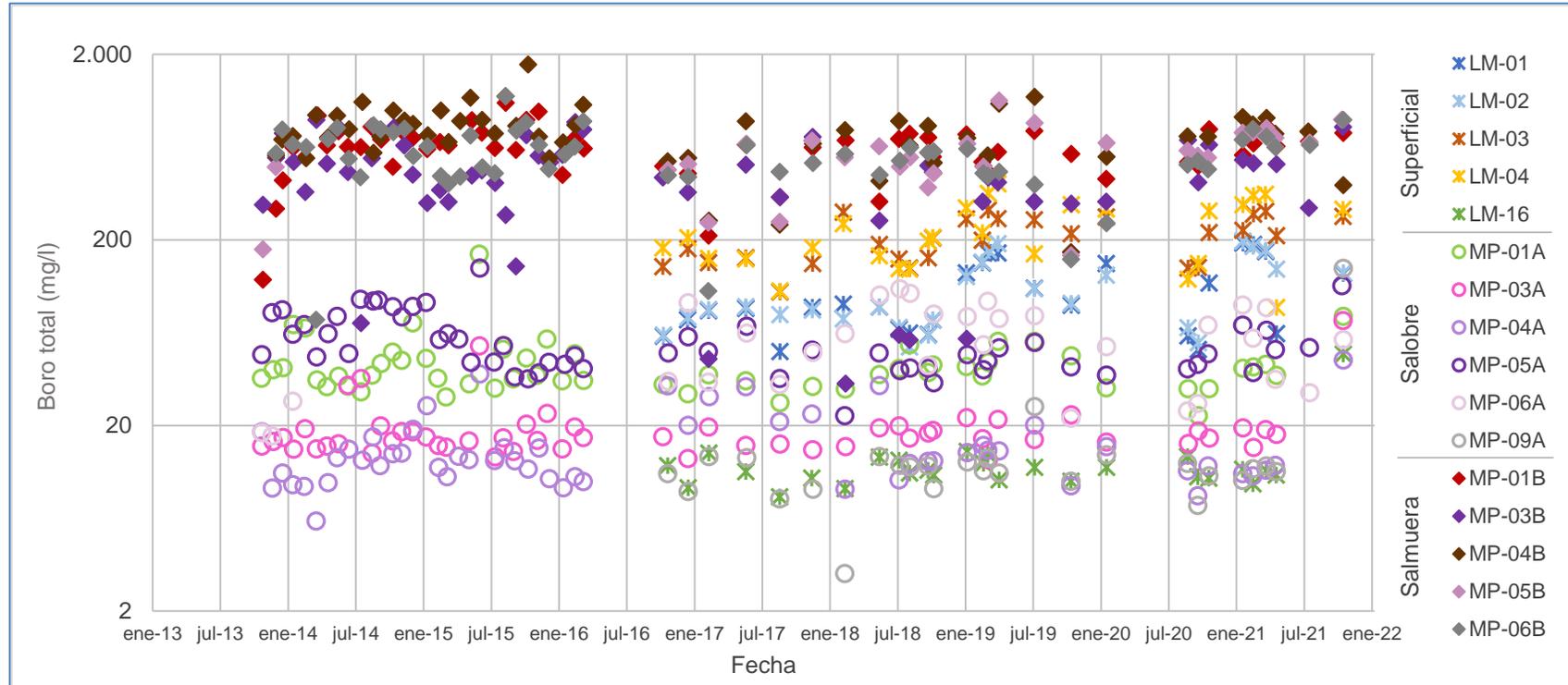
Figura 5-130 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	59	59	60	33	29	58	58	58	32	59
Min	0,0720	0,5750	0,0260	0,0330	0,2800	0,1420	0,0200	0,0667	0,2500	0,0003	0,0150	0,0020	0,0020	0,0001	0,0800	0,0001
P25	2,2575	2,2967	5,2250	5,9541	0,3938	0,6667	0,5500	0,3800	0,6579	0,6297	0,3367	9,2950	1,4325	2,4929	0,5388	1,3200
Mediana	2,8814	2,9900	6,9750	8,1173	0,4375	0,8700	0,6141	0,4245	0,7000	0,9500	0,4200	24,1000	12,1167	4,3500	1,1705	1,7600
P75	4,9575	4,6600	9,0325	10,8000	0,4700	1,1800	0,6514	0,4696	0,9234	1,2700	0,4475	31,2500	22,1000	6,2417	1,9150	2,6400
Max	8,7000	8,8000	10,9510	16,3000	0,5600	2,1585	1,2780	1,0699	3,3530	3,7400	0,6000	60,0000	42,0000	11,2000	4,7000	13,3333
RQ	2,7000	2,3633	3,8075	4,8459	0,0762	0,5133	0,1014	0,0896	0,2655	0,6403	0,1108	21,9550	20,6675	3,7488	1,3762	1,3200

Fuente: Elaboración propia

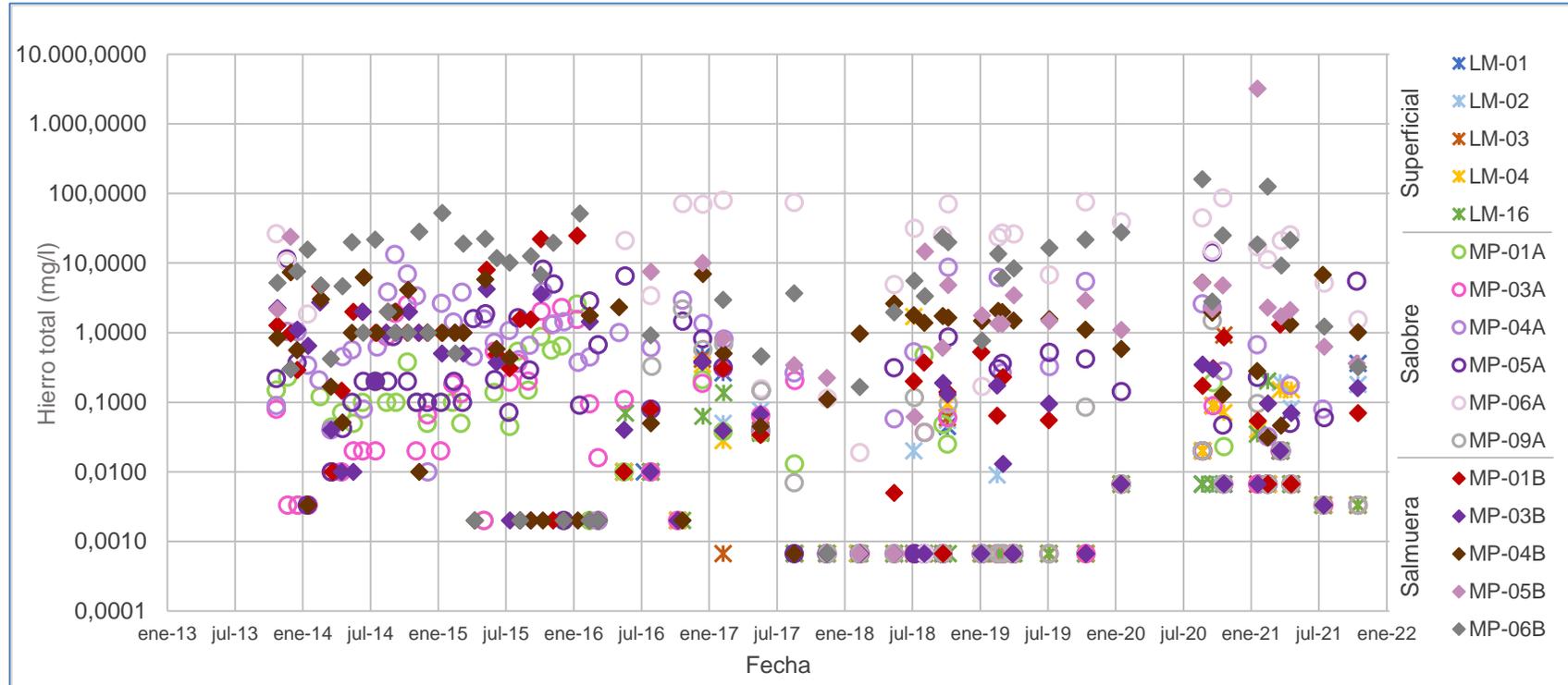
Figura 5-131 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	28	27	28	28	28	57	57	58	58	31	28	57	57	57	30	57
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	23	18	0	122	34	172	165	74
P25	63	68	150	151	10	33	15	11	41	33	9	525	321	571	472	457
Mediana	87	87	202	201	11	38	17	13	50	58	12	634	463	732	563	586
P75	145	139	260	297	13	46	19	16	69	80	13	743	610	883	692	710
Max	192	197	289	402	49	168	74	45	141	109	141	1.097	886	1.760	1.128	1.189
RQ	82	71	110	146	3	13	4	5	28	47	4	218	289	312	220	253

Fuente: Elaboración propia

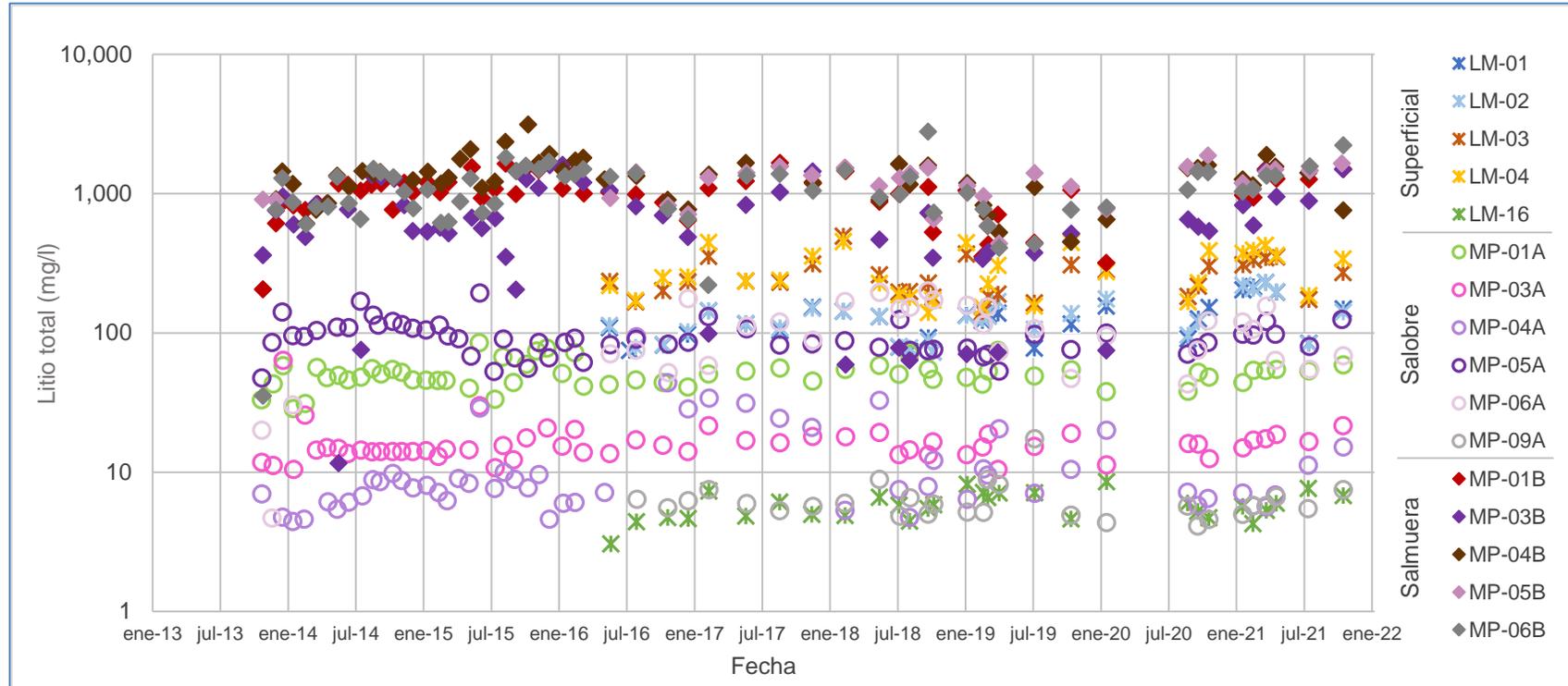
Figura 5-132 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	29	28	30	30	30	59	58	60	59	33	29	59	57	59	30	57
Min	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
P25	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,064	0,042	4,155	0,001	0,007	0,002	0,050	0,570	0,960
Mediana	0,007	0,007	0,003	0,005	0,003	0,036	0,020	0,491	0,200	21,150	0,007	0,230	0,070	1,000	1,740	5,570
P75	0,015	0,020	0,013	0,052	0,013	0,120	0,185	1,432	0,674	42,000	0,107	1,000	0,575	1,950	4,793	19,757
Max	0,463	0,193	0,923	1,700	0,202	2,571	2,560	13,300	14,300	86,200	2,187	24,810	4,245	7,390	3.220,0	160,000
RQ	0,014	0,019	0,012	0,051	0,012	0,117	0,182	1,368	0,632	37,845	0,106	0,993	0,573	1,900	4,223	18,797

Fuente: Elaboración propia

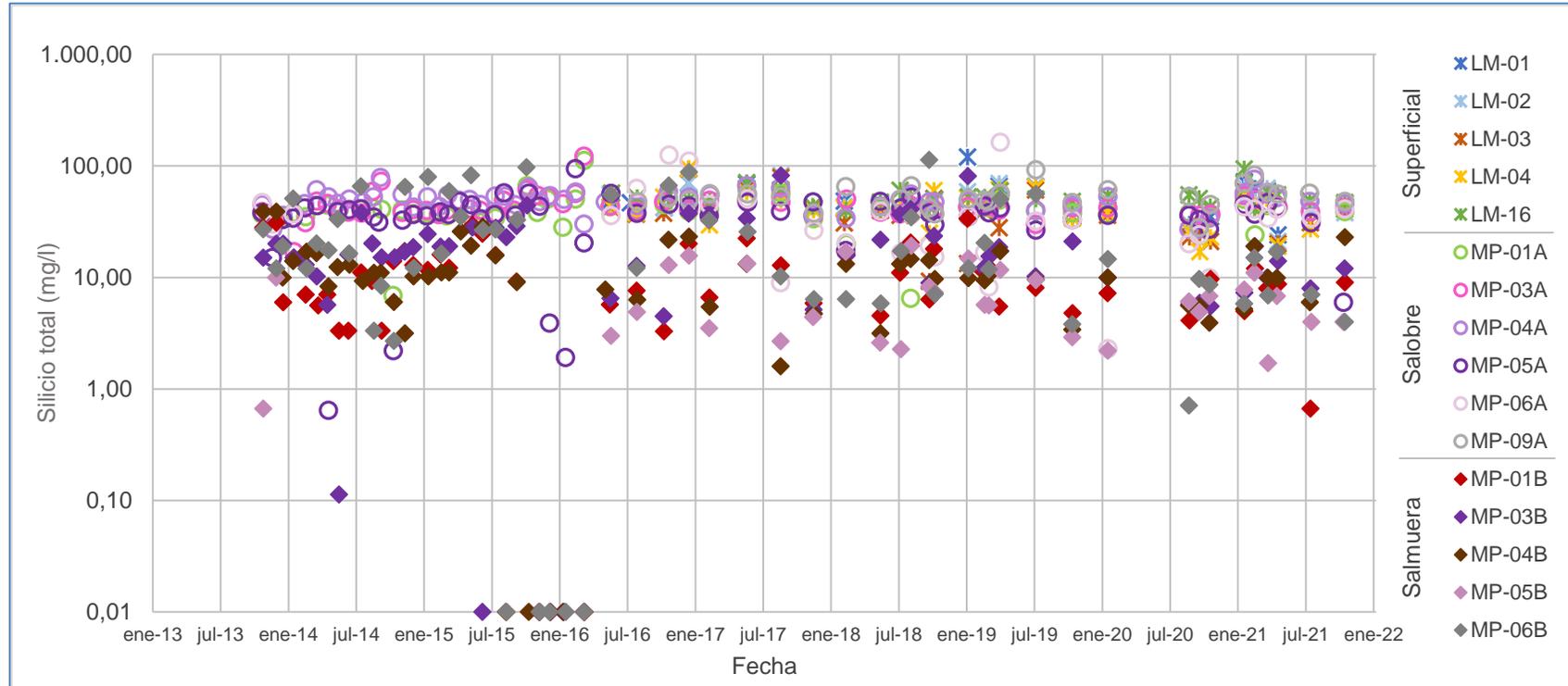
Figura 5-133 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	58	57	59	33	29	56	59	58	32	60
Min	73	73	142	140	3	29	11	4	48	5	4	206	12	450	439	35
P25	89	92	188	184	5	44	14	6	77	61	5	854	377	1.052	912	775
Mediana	125	126	234	244	6	51	15	8	90	106	6	1,053	653	1.321	1.302	1.060
P75	150	148	309	377	7	55	17	11	108	154	7	1,210	956	1.565	1.462	1.400
Max	230	229	496	452	9	85	64	94	193	200	17	1,674	1.721	3.128	1.877	2.784
RQ	61	56	121	193	2	11	3	5	31	93	2	356	579	513	550	625

Fuente: Elaboración propia

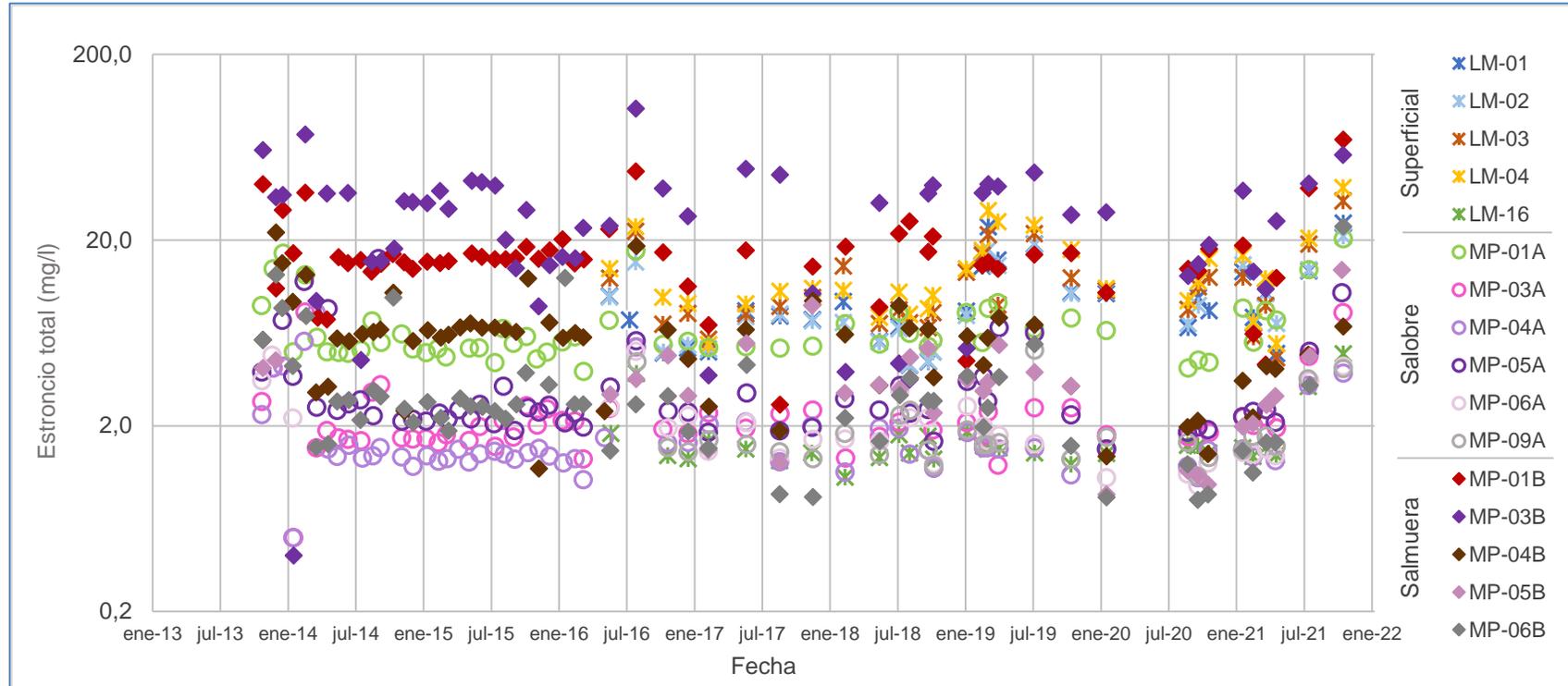
Figura 5-134 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	59	56	57	60	33	29	57	58	59	32	59
Min	24,00	21,00	9,23	17,00	39,80	6,50	17,00	27,00	0,64	2,30	28,00	0,01	0,01	0,01	0,67	0,01
P25	40,78	40,80	29,98	32,88	47,15	35,60	38,50	44,45	33,00	19,65	47,40	5,25	7,83	5,50	3,13	6,90
Mediana	46,70	46,20	39,85	43,15	51,50	39,20	41,69	49,12	37,25	34,00	51,47	8,70	15,30	10,00	5,88	16,30
P75	61,35	60,80	46,95	51,86	55,53	42,60	47,96	54,90	43,88	42,00	57,50	14,50	23,07	14,30	10,75	34,60
Max	120,00	82,00	93,88	95,01	94,00	112,24	122,23	78,90	94,54	163,00	92,00	33,70	82,00	39,00	19,30	113,00
RQ	20,57	20,00	16,97	18,98	8,38	7,00	9,46	10,45	10,88	22,35	10,10	9,25	15,24	8,80	7,62	27,70

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-135 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector La Punta-La Brava



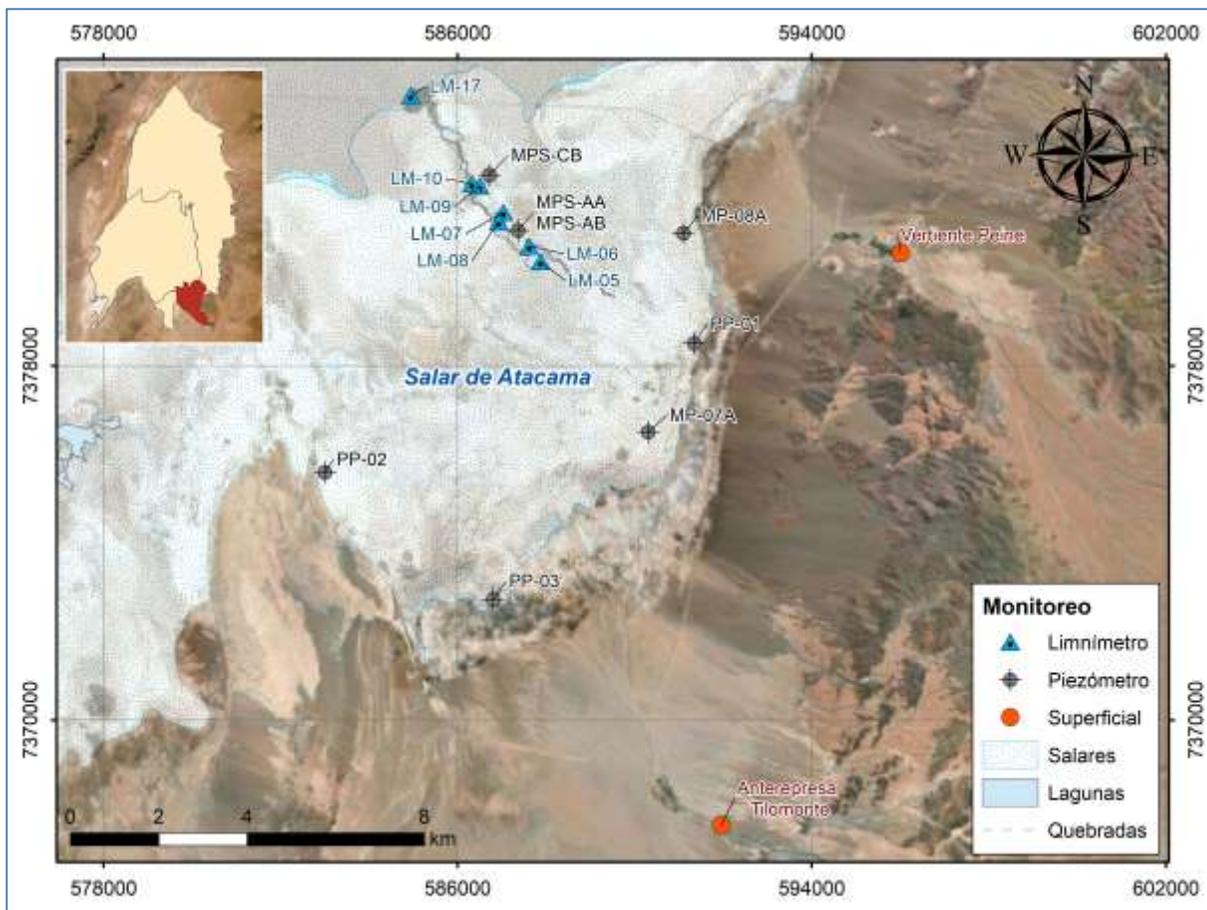
	LM-01	LM-02	LM-03	LM-04	LM-16	MP-01A	MP-03A	MP-04A	MP-05A	MP-06A	MP-09A	MP-01B	MP-03B	MP-04B	MP-05B	MP-06B
N° Datos	30	29	30	30	30	58	56	59	58	33	29	59	58	60	32	59
Min	4,2	4,3	4,7	5,5	1,1	3,9	0,5	0,5	1,5	1,0	1,1	2,6	0,4	1,2	0,9	0,8
P25	5,6	6,2	7,8	9,1	1,4	5,2	1,7	1,3	2,1	1,4	1,4	14,0	14,5	3,5	2,1	1,6
Mediana	8,3	7,9	9,4	11,0	1,5	5,6	2,0	1,5	2,4	1,7	1,6	15,8	28,6	6,1	3,2	2,6
P75	11,3	14,2	13,7	17,7	1,7	7,5	2,4	1,7	3,3	2,4	1,9	17,9	38,1	6,8	4,6	3,3
Max	24,7	21,0	32,5	38,4	4,9	20,4	8,2	8,1	15,9	5,1	5,1	69,6	102,1	22,0	13,8	23,7
RQ	5,7	8,0	5,9	8,6	0,3	2,3	0,7	0,4	1,2	1,0	0,5	3,9	23,6	3,3	2,5	1,7

Fuente: Elaboración propia

5.8.2 Sector Peine

La distribución de los puntos de monitoreo para el sector se detalla en la Figura 5-136.

Figura 5-136 Localización puntos de monitoreo Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que el punto LM-17 es un limnómetro que se instaló en pleno Núcleo, que gran parte del año está seco (como en febrero, marzo y abril del presente periodo de reporte) y que sólo puede muestrearse cuando hay lluvia o cuando la laguna Interna genera desbordes. Sin embargo, cuando ocurre un evento de lluvia mayor el acceso se encuentra restringido por peligro en el camino.

Aunque indicado como parte del sector Norte y Borde Este en el Anexo 3 de la Adenda 5, el punto Vertiente Peine se incluye en este sector dada su ubicación geográfica.

Los pozos PP-01, PP-02 y PP-03 están definidos como pozos de monitoreo de niveles freáticos, calidad química y posición de la cuña salina y, debido a esto último, los pozos están ranurados completamente. Para el monitoreo de la calidad química, la muestra se toma en la parte somera del pozo por lo que es representativa de las aguas salobres de este sector.

Se debe hacer una referencia especial a la situación del pozo MPS-AB, el cual comenzó a ser monitoreado con *bailer* a partir de febrero de 2019, debido a la imposibilidad de acceder a él con una bomba para toma de muestra profunda, por el estado del terreno posterior al evento de precipitación de dicho mes. Este cambio significó que finalmente la muestra no se obtuviera desde la profundidad debida para este caso (corresponde a pozo profundo) y se tomara de agua más bien somera (salobre). Esto se evidencia en los resultados de la calidad fisicoquímica de este pozo, desde febrero en adelante, donde pasa a ser muy similar a la calidad fisicoquímica de los pozos someros. Además, debido a este cambio de método de monitoreo en el punto MPS-AB, muchos de los registros de este pozo en 2019 se consideran anómalos, de acuerdo con los criterios detallados en la introducción de este apartado. Todos los datos anómalos de este sector se presentan en la Tabla 3 del Anexo H-7.

Es relevante indicar que durante el 2021 no se pudo llevar a cabo el muestreo en algunos puntos debido a que no se contó con autorizaciones desde la CONAF y de la Comunidad para acceder a este sector (Tabla 5-61).

El período de información que se analiza a continuación corresponde al periodo desde el año 2013 al 2021.

Parámetros Físico Químicos in situ

pH in situ

Los valores históricos de pH se presentan en diagramas de caja en la Figura 5-137, donde se incluye la tabla con estadígrafos correspondientes. De la gráfica y datos, se observa que las aguas superficiales presentan valores históricos de pH con medianas entre 6,6 (MPS-CB) y 8,4 (Anterrepresa Tilomonte), correspondiendo a aguas neutras a básicas. Los pozos en la salmuera muestran pH con medianas en torno a un valor de 6,7, y las aguas salobres corresponden a aguas circunneutrales, salvo en MPS-AA, donde las condiciones son ligeramente más básicas. De acuerdo con los criterios establecidos, en 2021 se tienen tres registros considerados fuera de tendencia, para Anterrepresa Tilomonte, PP-02 y MPS-CB, los que de igual manera se incluyen en los gráficos y estadígrafos.

Conductividad Eléctrica in situ

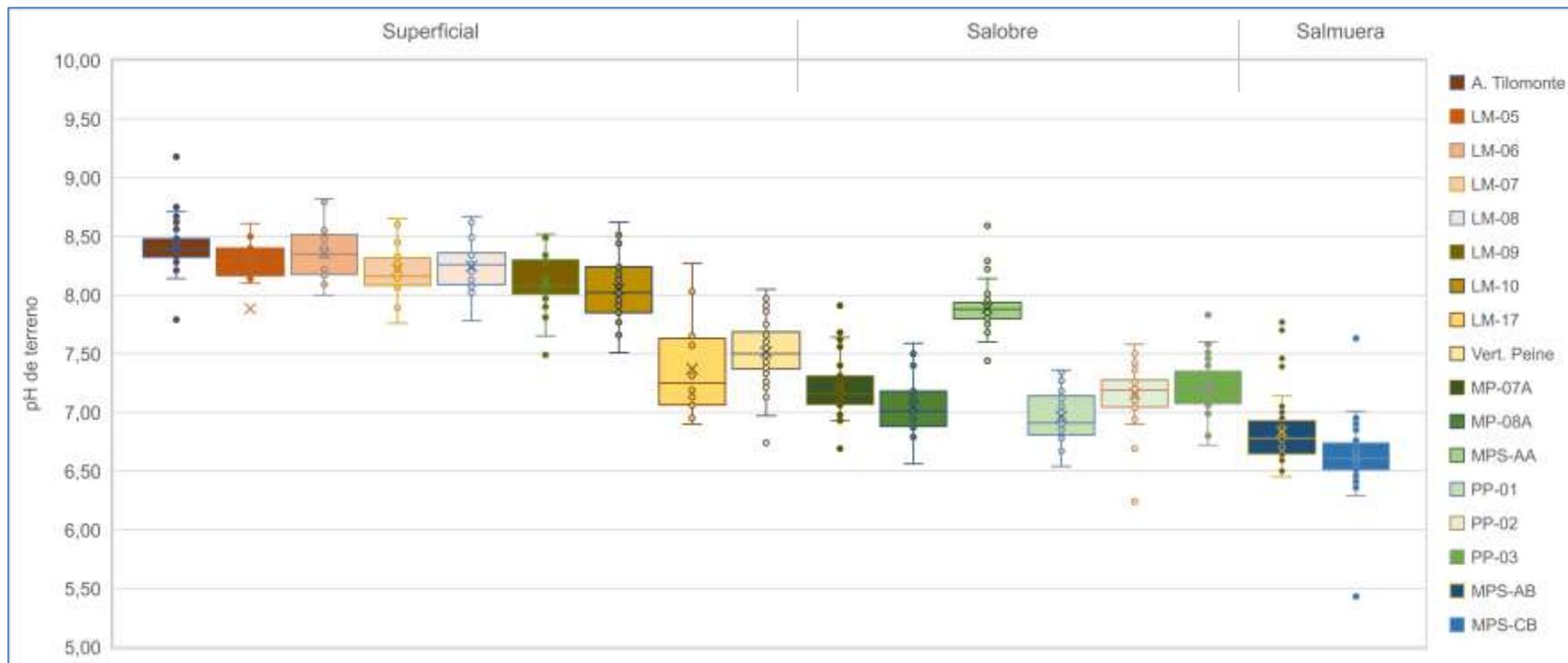
La conductividad eléctrica (CE) del sector Peine, de acuerdo con la Figura 5-138, muestra que el punto de monitoreo Anterrepresa Tilomonte presenta CE con una mediana de 6.115 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cercano al límite inferior de las aguas consideradas como salobres. Este punto se ubica al sur del sector Peine, más alejado del Núcleo y donde recibe agua de las quebradas proveniente de la precordillera. Vertiente Peine, con mediana de 4.086 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y P75 de 4.271 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se considera agua dulce, lo que se condice con su ubicación y el origen de sus aguas. Para el

resto de los puntos superficiales, las conductividades registradas evidentemente indican aguas salobres con valores de P25 desde 36.117 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 152.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como valor máximo para los limnímetros, (LM-05 y LM-10, respectivamente). El LM-17, que como se ha informado anteriormente corresponde a un punto ubicado entre la laguna Interna y el Núcleo, presentando valores de CE mayores (228.720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de mediana).

Para el caso de las aguas profundas (salmueras), los valores de CE son bastante altos, con valores de P25 mayores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el 2019 se registraron valores bajo los 150.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en MPS-AB, debido a que fue monitoreado con *bailer*, no obteniéndose la toma de muestra profunda, sin embargo, se prefiere mantener en las gráficas y estadígrafos. Ya en el 2020 se retomó el muestreo con bomba, alcanzando valores dentro del registro histórico hasta el presente periodo.

Para las aguas someras los registros de CE son menores, aunque comparables a los de las aguas lagunares superficiales, con el valor más alto en el MPS-AA (mediana de 66.695 $\mu\text{S}/\text{cm}$), el cual se encuentra al lado de las lagunas, cercano a la Laguna Salada. Los puntos MP-07A y MP-08A, cercanos al borde del salar, presentan valores que tienden a ser más bajos (medianas de 13.765 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 8.096 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente). Los puntos PP-XX, presentan diferencias relativas en sus valores, esto posiblemente debido a su ubicación. Cabe destacar que la ubicación de los puntos PP-XX se encuentran sobre el borde del salar, alejados del Núcleo, por lo que es considerable que los valores de los parámetros medidos sean valores intermedios.

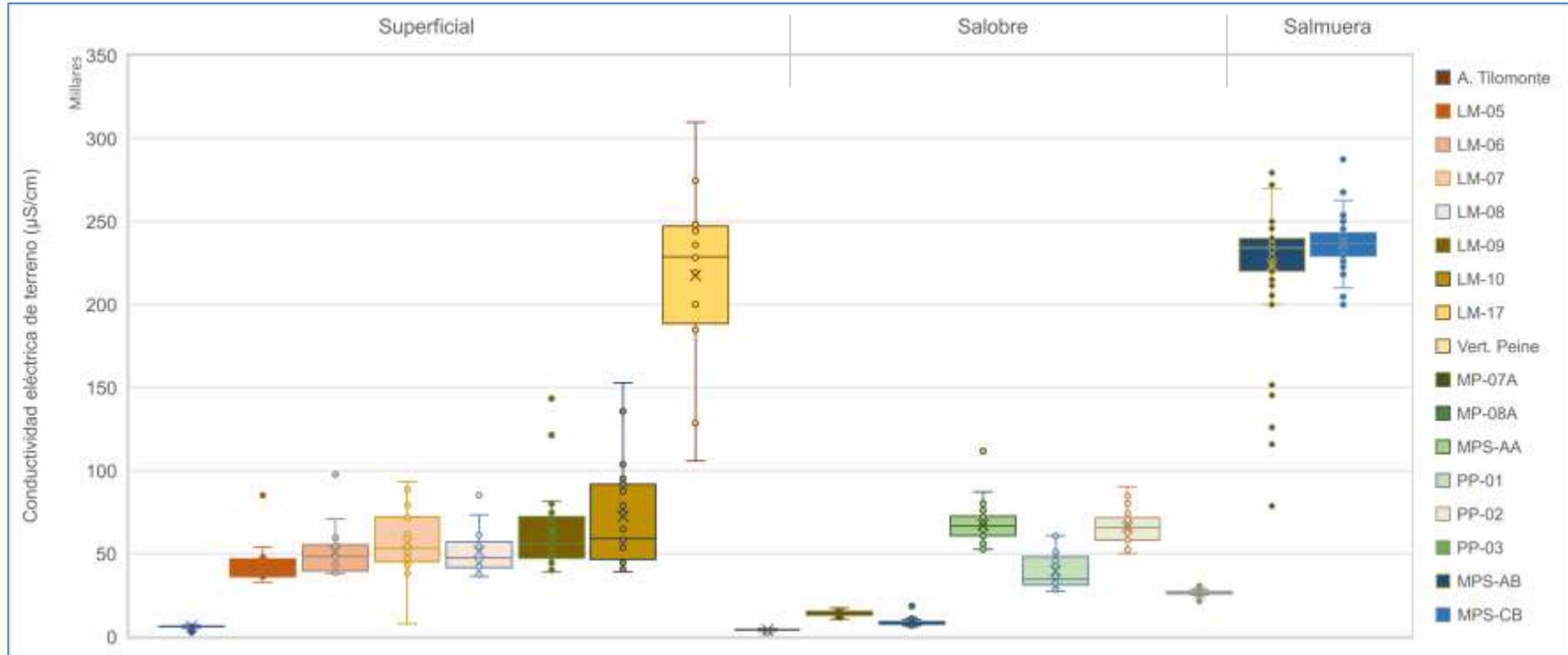
Figura 5-137 Diagrama de Caja, pH *in situ* histórico, Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	12	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	56	56
Min	7,79	8,10	8,00	7,76	7,78	7,49	7,51	6,90	6,74	6,69	6,56	7,44	6,54	6,24	6,72	6,45	5,43
P25	8,32	8,20	8,18	8,08	8,09	8,01	7,85	7,06	7,37	7,07	6,88	7,80	6,81	7,05	7,08	6,64	6,51
Mediana	8,39	8,32	8,35	8,16	8,26	8,08	8,02	7,25	7,50	7,16	7,01	7,88	6,91	7,19	7,19	6,78	6,61
P75	8,48	8,40	8,52	8,32	8,36	8,30	8,24	7,63	7,69	7,31	7,18	7,94	7,14	7,28	7,35	6,93	6,74
Max	9,18	8,61	8,82	8,65	8,67	8,52	8,62	8,27	8,05	7,91	7,59	8,59	7,36	7,58	7,83	7,81	7,63
RQ	0,16	0,20	0,34	0,24	0,27	0,29	0,39	0,57	0,32	0,24	0,30	0,14	0,33	0,23	0,27	0,29	0,23

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-138 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica *in situ* histórico (µS/cm), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	55	54
Min	2.550	32.770	37.680	7.634	36.210	39.130	39.050	105.750	2.645	10.490	6.521	52.500	27.160	49.993	21.440	78.620	200.000
P25	5.850	36.117	39.500	45.016	41.425	47.088	46.478	188.525	3.892	12.920	7.522	60.703	31.160	58.190	25.760	219.900	229.125
Mediana	6.115	38.700	48.230	53.190	47.570	55.750	59.070	228.720	4.086	13.765	8.096	66.695	34.503	65.760	26.640	234.100	236.650
P75	6.336	46.767	55.338	72.111	57.063	72.227	91.800	247.247	4.271	15.100	8.833	72.550	48.055	71.565	27.130	239.974	243.096
Max	7.446	85.070	97.690	93.400	85.120	143.300	152.800	309.800	5.284	17.280	18.340	111.600	60.800	90.240	30.437	279.300	290.400
RQ	486	10.650	15.838	27.095	15.638	25.139	45.322	58.722	379	2.180	1.311	11.847	16.895	13.375	1.370	20.074	13.971

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

Los sólidos disueltos totales (SDT) se presentan en la Figura 5-139 con el diagrama de caja y tabla de estadígrafos para este sector. Dada a la relación directa que tienen con las mediciones de CE *in situ*, la situación que se observa para los diferentes puntos es similar.

En general, las muestras de las lagunas (LM-5 a LM-10) tienen valores de medianas de SDT comparables y en el rango de 22.400 mg/l (LM-05) a 32.380 mg/l (LM-10). El punto de monitoreo Antepresa Tilomonte presenta valores SDT con mediana de 3.098 mg/l. El punto Vertiente Peine presenta valores de SDT con mediana de 2.064 mg/l. El punto superficial LM-17, que se encuentra en el Núcleo, presenta altas concentraciones de sólidos disueltos, con una mediana de 121.350 mg/l. Las aguas salobres presentan, en general, concentraciones de SDT similares a las lagunas, exceptuando los puntos MP-07A y MP-08A, los que presentan medianas de 6.966 mg/l y 4.050 mg/l, respectivamente. Las aguas profundas en cambio son las que tienen las SDT mayores, con valores de mediana en torno a 118.000 mg/l. Para el caso del pozo MPS-AB, los registros bajo el bigote inferior corresponden a los valores anómalos de 2019, evidentemente correspondientes a los de CE *in situ* de la figura anterior.

Oxígeno Disuelto *in situ*

En la Figura 5-140 se presenta la gráfica de cajas para el oxígeno disuelto (O.D.), junto con los datos con los estadígrafos de este elemento.

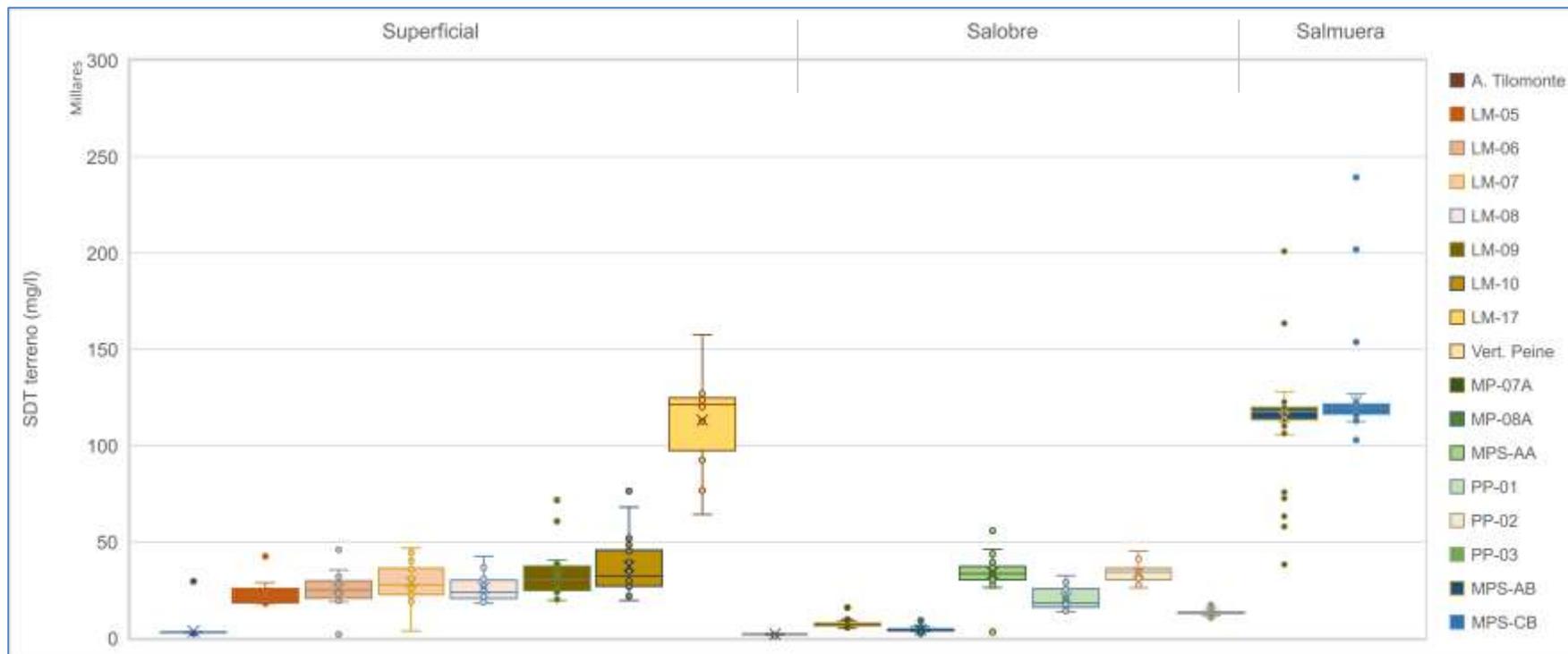
En el gráfico de cajas se puede observar que para los puntos de lagunas y la muestra superficial Antepresa Tilomonte y Vertiente Peine, las medianas corresponden a los valores de O.D. más altos del sector (estas dos últimas con medianas de 5,46 mg/l y 4,30 mg/l, respectivamente), además de presentar mayor dispersión (valor RQ). Para el punto LM-17, el valor de O.D. es menor al resto, con una mediana de 0,56 mg/l. Para el caso de las aguas profundas, se presentan contenidos aún menores que los anteriores, con aguas anóxicas dada la alta concentración de sales y su obtención a mayor profundidad, con medianas de O.D. en torno a 0,28 mg/l. Las aguas someras (salobres), presentan concentraciones intermedias respecto de las mencionadas anteriormente, con medianas entre 1,01 mg/l (PP-02) y 2,50 mg/l (MP-07A).

Temperatura *in situ*

La temperatura del agua registrada en las muestras del sector Peine se presenta en la Figura 5-141 con diagrama de cajas y con los datos estadígrafos.

De la gráfica y registros históricos, se puede señalar que los rangos tanto de las aguas profundas con las aguas superficiales y someras son del mismo orden y magnitud, con alta variabilidad en el tiempo, con mínimas de 3,4°C y máximas de 32,2°C.

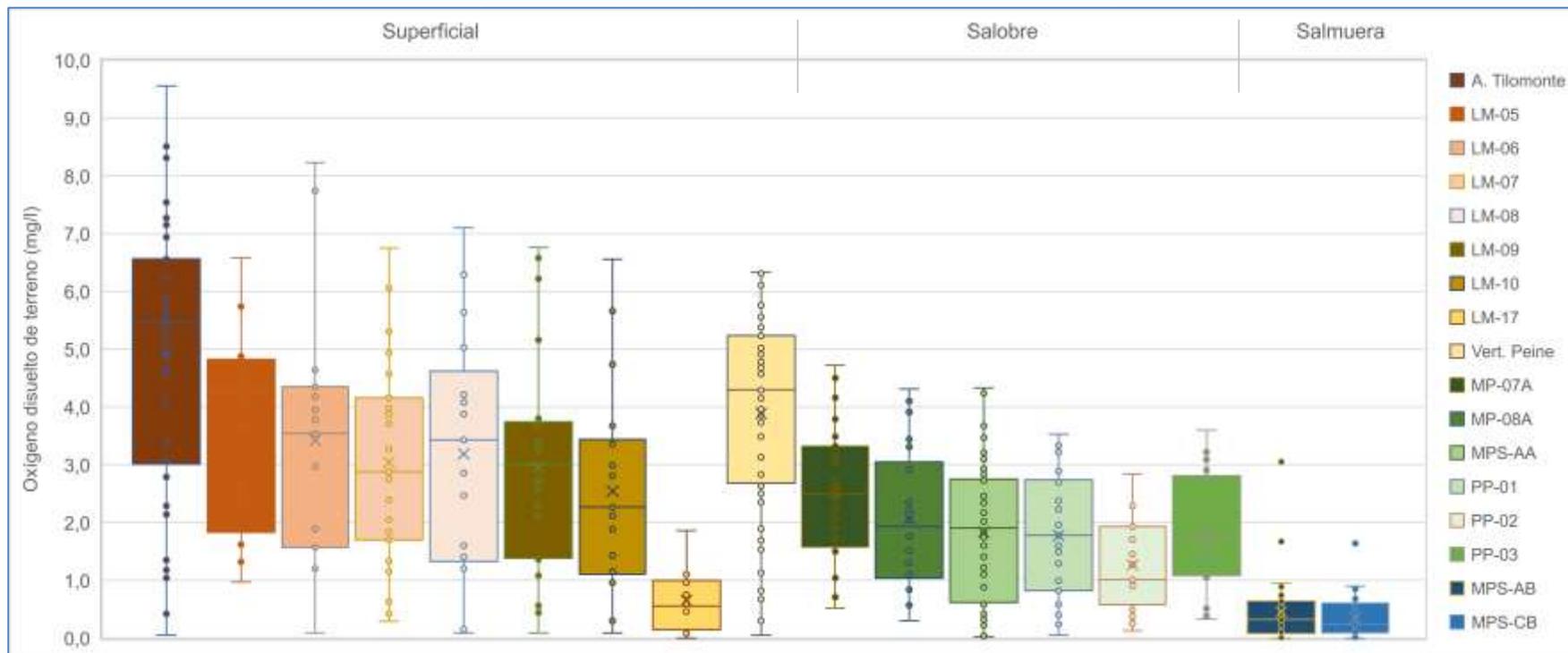
Figura 5-139 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	63	28	23	56	29	28	29	55	55
Min	2.393	17.990	1.956	3.768	18.100	19.570	19.530	64.240	1.322	5.248	2.389	3.200	13.580	26.200	10.740	38.300	102.900
P25	2.962	18.320	20.810	22.630	20.680	24.760	26.910	97.450	1.947	6.509	3.910	30.370	16.015	30.305	12.835	113.400	116.300
Mediana	3.098	22.400	25.050	27.800	23.780	30.300	32.380	121.350	2.064	6.966	4.050	33.539	18.280	34.500	13.320	117.800	119.300
P75	3.184	25.805	29.810	36.403	30.088	37.370	45.700	124.700	2.142	7.668	4.722	37.335	25.670	36.340	13.715	119.900	121.600
Max	29.510	42.540	45.850	46.750	42.560	71.690	76.380	157.430	3.159	15.930	9.171	55.800	32.500	45.120	19.123	200.850	239.200
RQ	222	7.485	9.000	13.773	9.408	12.610	18.790	27.250	195	1.159	812	6.965	9.655	6.035	880	6.500	5.300

Fuente: Elaboración propia

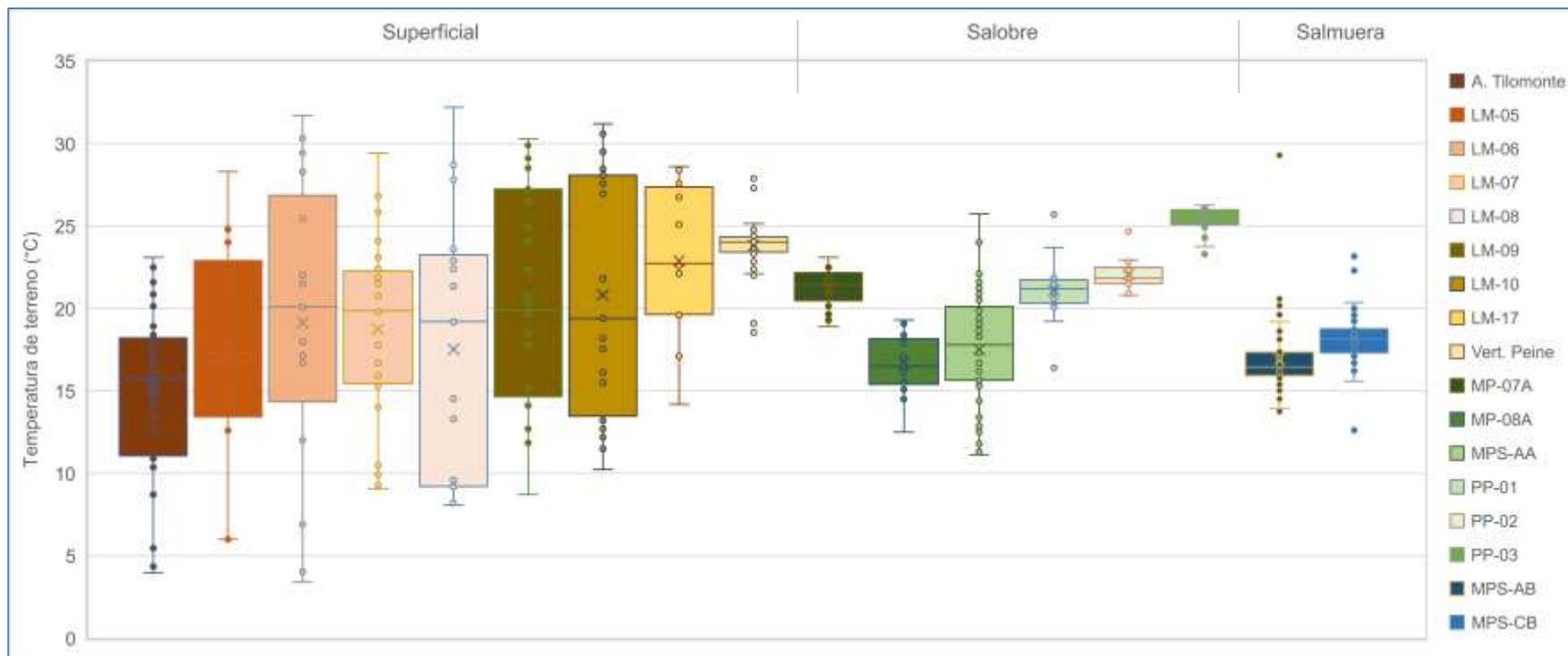
Figura 5-140 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto OD in situ histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	42	12	15	23	17	24	22	10	60	27	22	50	27	27	28	38	36
Min	0,05	0,97	0,09	0,29	0,09	0,09	0,09	0,00	0,05	0,52	0,30	0,02	0,05	0,13	0,33	0,00	0,00
P25	3,01	1,83	1,57	1,70	1,33	1,38	1,11	0,15	2,68	1,58	1,04	0,62	0,82	0,58	1,08	0,08	0,09
Mediana	5,46	4,27	3,54	2,88	3,43	3,01	2,27	0,56	4,30	2,50	1,93	1,91	1,78	1,01	1,72	0,32	0,24
P75	6,57	4,83	4,35	4,16	4,62	3,74	3,44	1,00	5,24	3,32	3,05	2,75	2,74	1,93	2,81	0,64	0,60
Max	9,56	6,58	8,23	6,75	7,10	6,76	6,56	1,86	6,33	4,72	4,31	4,33	3,53	2,84	3,60	3,05	1,64
RQ	3,56	3,00	2,78	2,46	3,29	2,36	2,33	0,85	2,56	1,74	2,01	2,13	1,92	1,35	1,73	0,56	0,51

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-141 Diagrama de Caja, Temperatura in situ histórico (°C), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	56	56
Min	3,98	6,00	3,40	9,07	8,08	8,71	10,23	14,20	18,54	18,90	12,50	11,14	16,40	20,80	23,30	13,75	12,62
P25	11,06	13,43	14,35	15,45	9,22	14,66	13,47	19,65	23,43	20,48	15,40	15,65	20,32	21,50	25,09	15,93	17,32
Mediana	15,74	16,80	20,10	19,86	19,20	19,90	19,40	22,74	24,04	21,45	16,50	17,80	21,20	21,85	25,50	16,46	18,16
P75	18,22	22,91	26,86	22,28	23,25	27,25	28,08	27,37	24,36	22,17	18,17	20,12	21,74	22,51	25,99	17,35	18,77
Max	23,10	28,30	31,70	29,41	32,20	30,30	31,20	28,60	27,88	23,10	19,30	25,73	25,69	24,70	26,27	29,30	23,17
RQ	7,16	9,48	12,51	6,83	14,03	12,59	14,61	7,72	0,93	1,69	2,77	4,47	1,42	1,01	0,90	1,42	1,45

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros *in situ*

Para los parámetros *in situ* analizados en Sector Peine se presenta en la Figura 5-142 y en la Figura 5-143 los gráficos con la variación temporal de los valores registrados en el período 2013 a 2021.

El pH muestra en el tiempo una tendencia sin mayores variaciones de los valores registrados en cada punto, tanto para los pozos profundos (salmuera), como para los someros (salobre) y lagunas. Se puede observar que para las muestras de las lagunas predominan aguas neutras a básicas, entre 7 y 9; para las someras la tendencia es neutra a básica y para las profundas más neutras, entre 6 a 7. Los valores registrados para el 2021 se acotan dentro de los valores históricos, salvo las mediciones del mes de octubre para los puntos Anterepresa Tilomonte, PP-02 y MPS-CB, nuevamente coincidente con el cambio de ETFA.

La temperatura, evidencia un comportamiento con rangos variables para los pozos someros, profundos y aguas superficiales (lagunas, Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine), siendo éstas últimas las que presentan los valores más altos y bajos en temperatura, debido a su relación con la temperatura ambiente.

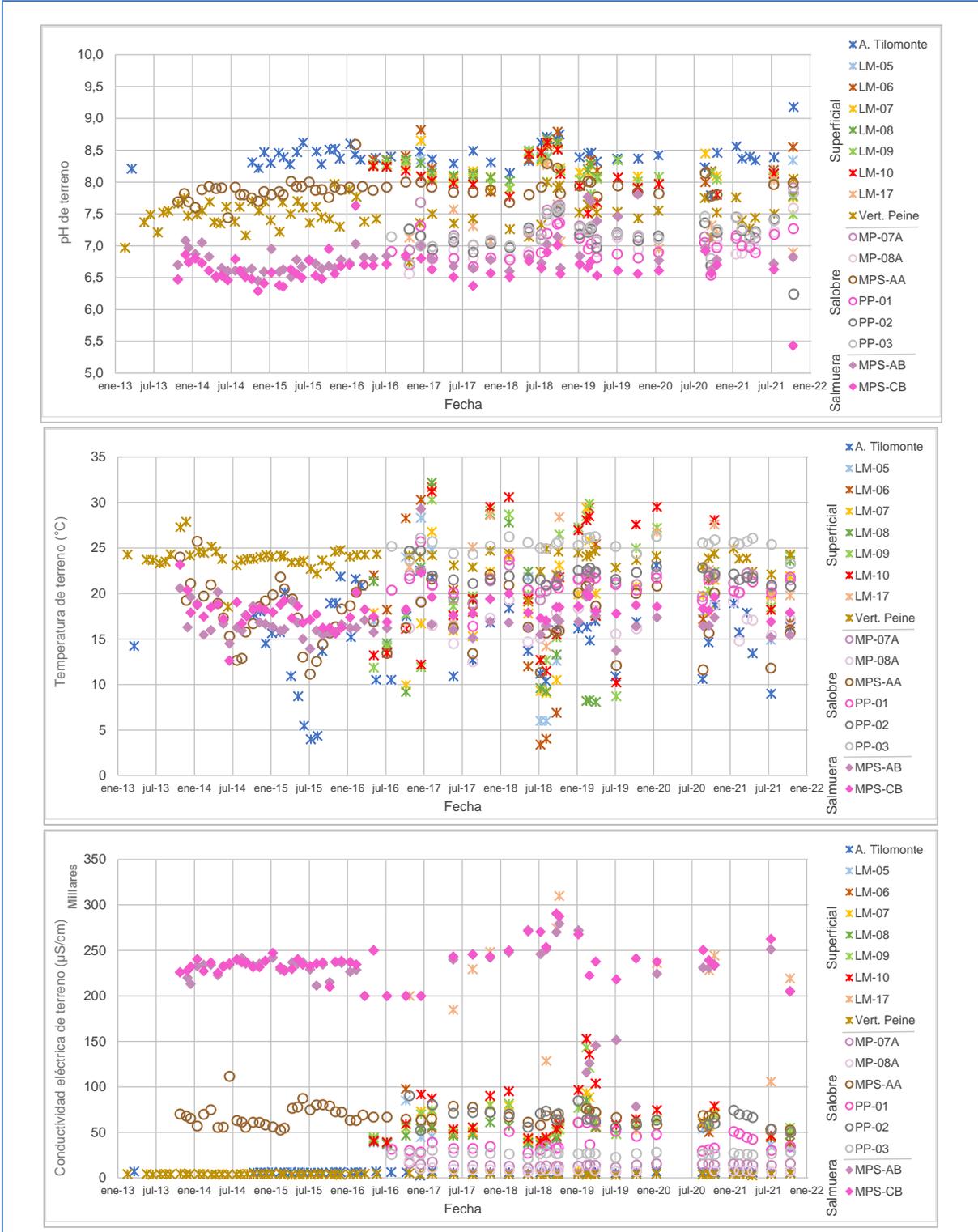
Para la conductividad eléctrica (CE), los valores más altos se presentan en los pozos profundos, con valores que superan los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en registros históricos (y en lo registrado para el año 2020), excepto el pozo MPS-AB en el 2019, debido a la obtención de las muestras mediante *bailer*. En el caso de los pozos someros, se observa una cierta variación estacional; para la Anterepresa Tilomonte y la Vertiente Peine las conductividades son las más bajas y para las lagunas se registran conductividades altas como las del punto LM-17, en campañas que registran valores mayores a los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, inclusive en el 2021 (salvo en julio).

Los SDT muestran el mismo comportamiento que la CE, dada la correlación directa existente entre estos dos parámetros. No se excluye de esta gráfica el dato de septiembre de 2020 de 239.200 mg/l, debido a que es cercano a las concentraciones elevadas del 2021 en los meses de julio y octubre (durante el primer semestre no se pudo acceder al punto (ver Tabla 5-61)).

El O.D. presenta mucha dispersión para la estación Anterepresa Tilomonte, al igual que para las lagunas, con la mayor variabilidad de todos los puntos, y una tendencia a aumentar esta dispersión después de Julio 2014. Dicha tendencia cambia y a fines de 2018 tiende a descender y a inicios de 2019 vuelve a subir. Durante el presente periodo de reporte, las concentraciones de O.D. se mantienen dentro de la variabilidad del registro histórico.

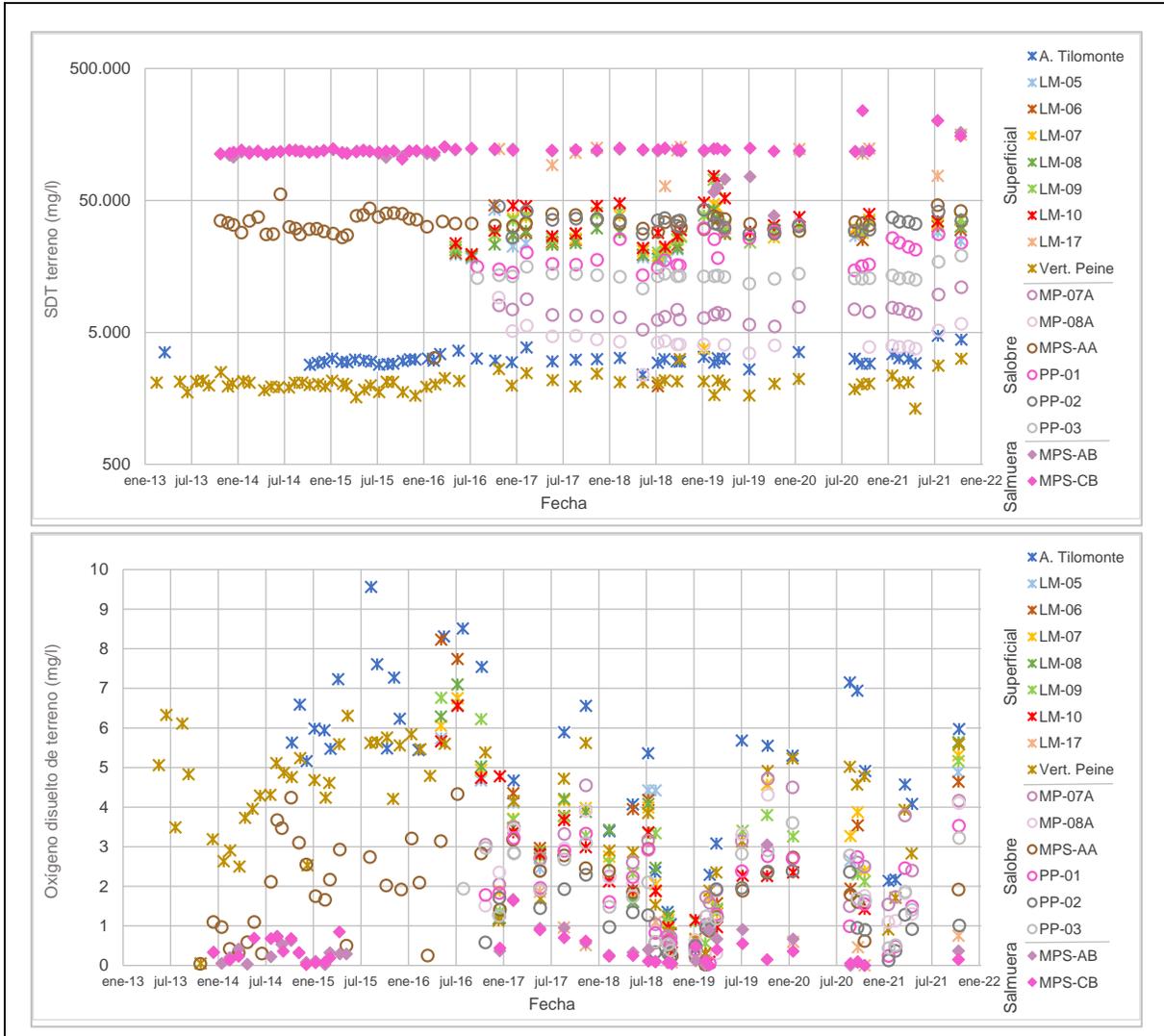
En general, los parámetros *in situ* medidos en el 2021, registran valores que se encuentran dentro del rango de variación natural con excepciones puntuales en el mes de octubre.

Figura 5-142 Variación Temporal: pH, Temperatura, CE *in Situ*, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-143 Variación Temporal: SDT y OD in Situ, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físico Químicos de laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio para el Sector Peine se entregan en la Figura 5-144. Estos valores son muy similares a los medidos *in situ*.

Para la muestra Antepresa Tilomonte, se tienen valores de pH acotados entre 8,1 a 8,6, mientras que en Vertiente Peine esta variación es entre 6,9 y 8,2. Las lagunas presentan rangos de mediana entre 8,0 y 8,3 (LM-10 y LM-06, respectivamente). El LM-17, presenta pH más bajo dado que está cerca del Núcleo, con una mediana de 7,1.

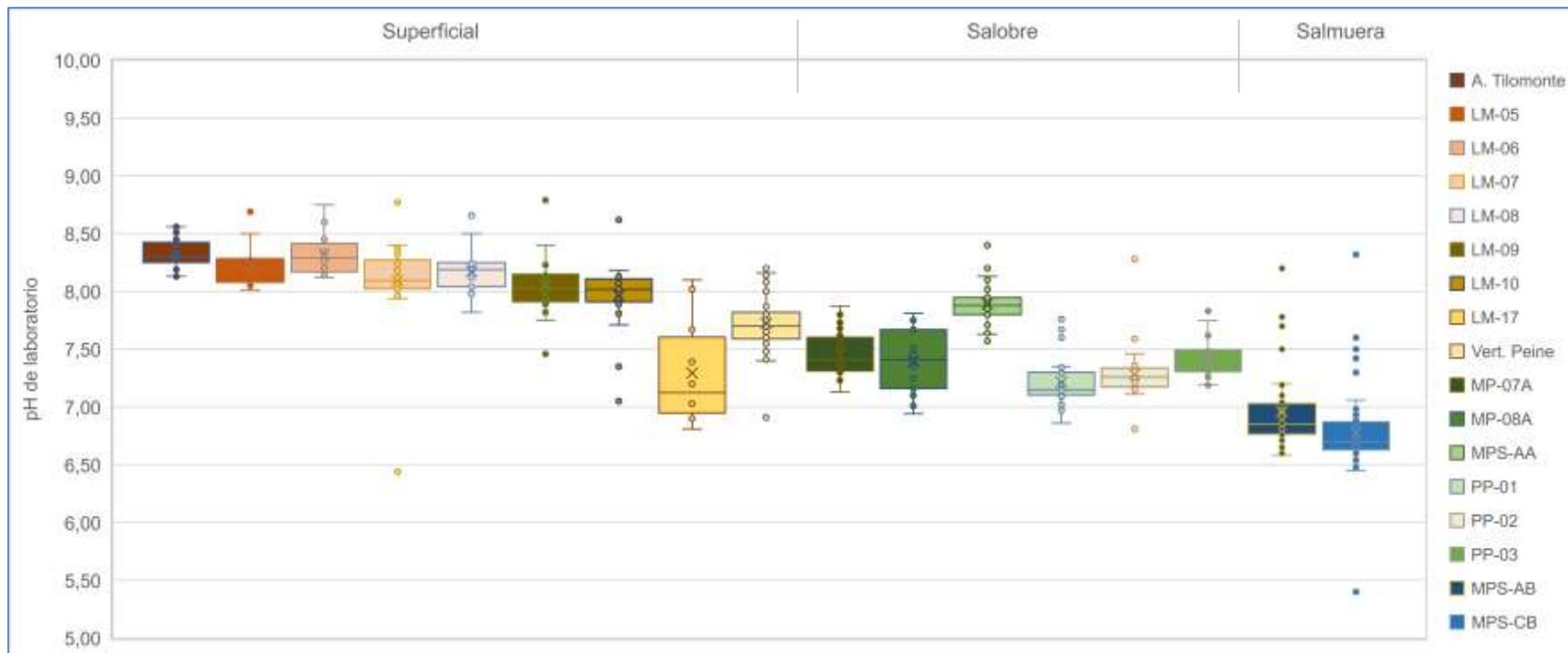
Los resultados de pH obtenidos en laboratorio para los pozos profundos son los más bajos para el sector, con medianas en torno a 6,8. Las aguas de los pozos someros (salobres) tienen valores intermedios relativo a las salmueras y las aguas lagunares.

Conductividad Eléctrica de Laboratorio

Los datos de CE obtenidos en laboratorio se presentan en la Figura 5-145. Los valores medidos en laboratorio son similares a los de terreno. Las lagunas (LM-05 a LM-10) presentan medianas entre 41.600 $\mu\text{S/cm}$ y 63.800 $\mu\text{S/cm}$. Por su cercanía al Núcleo del Salar, el punto LM-17 presenta valores más elevados, con mediana de 239.350 $\mu\text{S/cm}$. La estación Antepresa Tilomonte es la que presenta las CE más bajas con una mediana de 6.130 $\mu\text{S/cm}$. Además, la Vertiente Peine presenta una CE estable, con mediana de 4.090 $\mu\text{S/cm}$.

Los pozos profundos presentan medianas en torno a 240.000 $\mu\text{S/cm}$ y el pozo MPS-AB presenta una serie de valores bajos, los cuales corresponden a los registros considerados anómalos para 2019, esto producto de las diferencias metodológicas en el muestreo. Los pozos someros MPS-AA, PP-01 y PP-02 presentan CE comparable con las lagunas, mientras que los pozos MP-07A, MP-08A y PP-03 presentan CE menores, con baja dispersión.

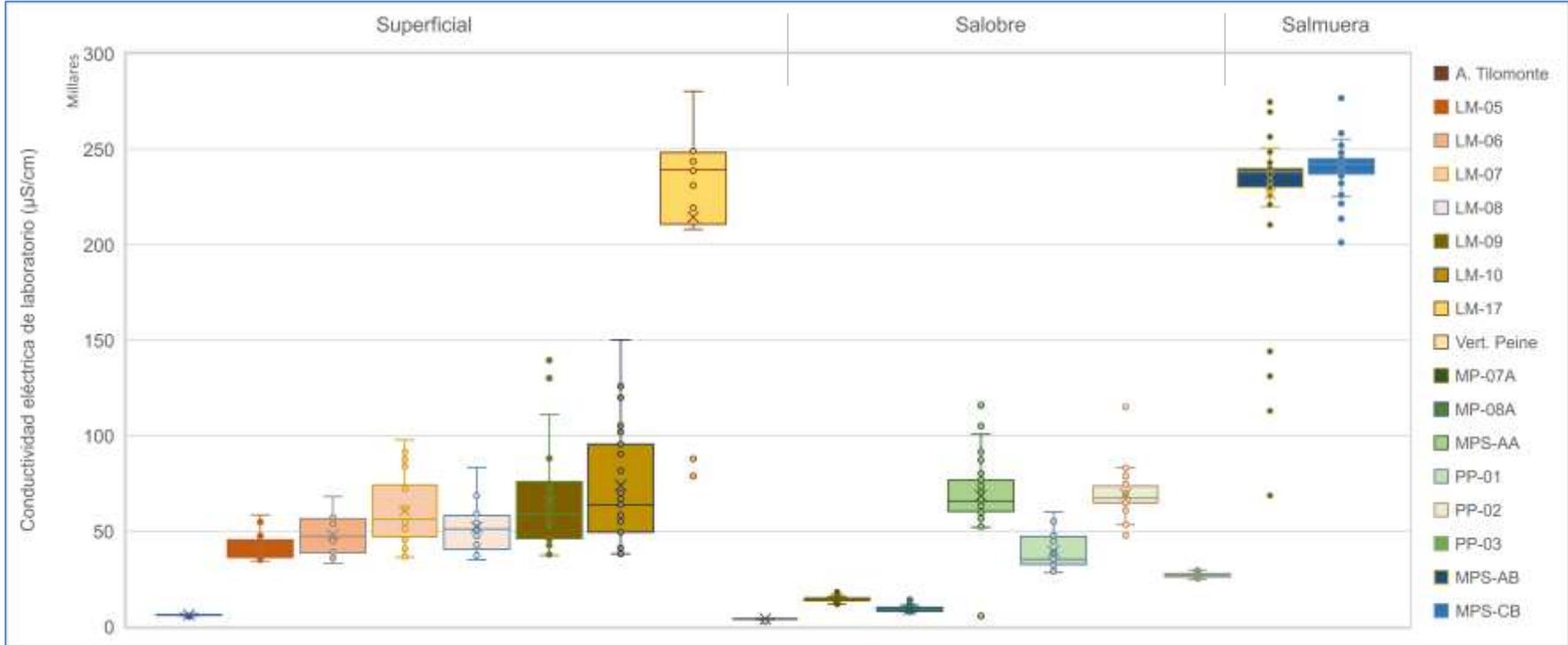
Figura 5-144 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	56	56
Min	8,13	8,01	8,12	6,44	7,82	7,46	7,05	6,81	6,91	7,13	6,94	7,57	6,86	6,81	7,19	6,58	5,40
P25	8,25	8,08	8,17	8,02	8,04	7,91	7,91	6,95	7,59	7,31	7,16	7,80	7,11	7,17	7,31	6,77	6,63
Mediana	8,30	8,19	8,29	8,10	8,19	8,03	8,02	7,13	7,70	7,41	7,41	7,88	7,15	7,26	7,37	6,85	6,70
P75	8,43	8,29	8,42	8,27	8,25	8,15	8,11	7,61	7,82	7,60	7,67	7,95	7,30	7,34	7,50	7,03	6,87
Max	8,56	8,69	8,75	8,77	8,66	8,79	8,62	8,10	8,23	7,87	7,81	8,40	7,76	8,28	7,83	8,20	8,32
RQ	0,18	0,21	0,25	0,25	0,21	0,24	0,20	0,66	0,23	0,29	0,51	0,15	0,19	0,17	0,19	0,26	0,24

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-145 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	55	55
Min	5.280	34.300	33.055	36.400	35.100	37.300	38.100	78.900	2.750	11.710	7.850	5.580	28.210	47.782	24.800	68.700	201.120
P25	5.989	36.200	38.700	47.025	40.400	46.050	49.500	210.805	3.925	13.603	8.050	60.375	32.600	64.800	26.057	230.000	237.000
Mediana	6.130	41.600	47.390	56.150	51.100	58.900	63.800	239.350	4.090	14.575	8.315	65.835	35.300	67.250	26.600	238.000	242.000
P75	6.355	45.550	56.500	74.175	58.100	76.000	95.500	248.250	4.225	15.045	10.120	76.650	47.215	73.670	27.780	240.000	245.000
Max	7.730	58.500	68.100	97.800	83.200	139.500	150.200	280.400	5.300	17.940	13.910	115.900	60.200	115.000	32.000	274.700	276.800
RQ	366	9.350	17.800	27.150	17.700	29.950	46.000	37.445	300	1.442	2.070	16.275	14.615	8.870	1.723	10.000	8.000

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

Para el caso de los sólidos disueltos totales (SDT), Figura 5-146, se obtienen resultados más acotados y valores menores para el caso de las lagunas y pozos someros, y valores mayores para el caso de LM-17 y pozos profundos.

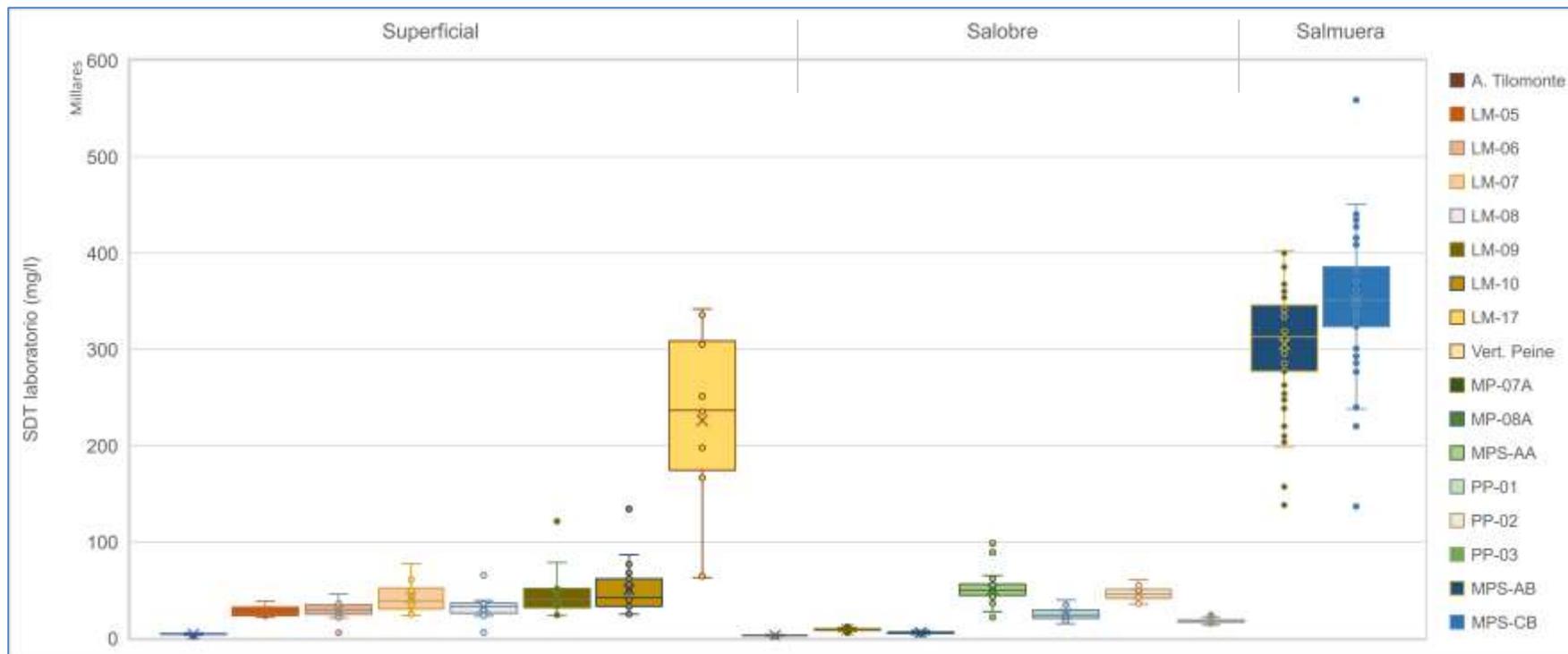
Las lagunas, representadas por los puntos LM-05 a LM-10, presentan valores de SDT, en general, por debajo de los 61.640 mg/l (P75). El punto LM-17 al estar cerca del Núcleo, y ser por lo tanto aguas muy salobres, presenta SDT altos, con una mediana de 236.600 mg/l. La vertiente Peine presenta valores muy estables en todo su registro, con mediana 2.836 mg/l. Los pozos profundos presentan medianas altas, de 312.720 mg/l y 351.000 mg/l.

Para los puntos PP-0X, los valores de medianas están entre 17.180 mg/l a los 45.567 mg/l.

Densidad

En la Figura 5-147 se presentan los datos de densidad medida en laboratorio. Estos indican que tanto la estación Anterrepresa Tilomonte como las lagunas y los pozos someros, tienen menor densidad y rangos muy acotados, con valores de mediana entre 1,000 g/ml y 1,030 g/ml ya que corresponden a aguas dulces y salobres, pero menos densas que, lógicamente, las salmueras. Las aguas profundas presentan densidades más altas, con mediana de 1,192 g/ml y 1,210 g/ml. Estos valores son similares a los valores de densidad medidos en las muestras del punto LM-17, más cercanas al Núcleo, con mediana de 1,200.

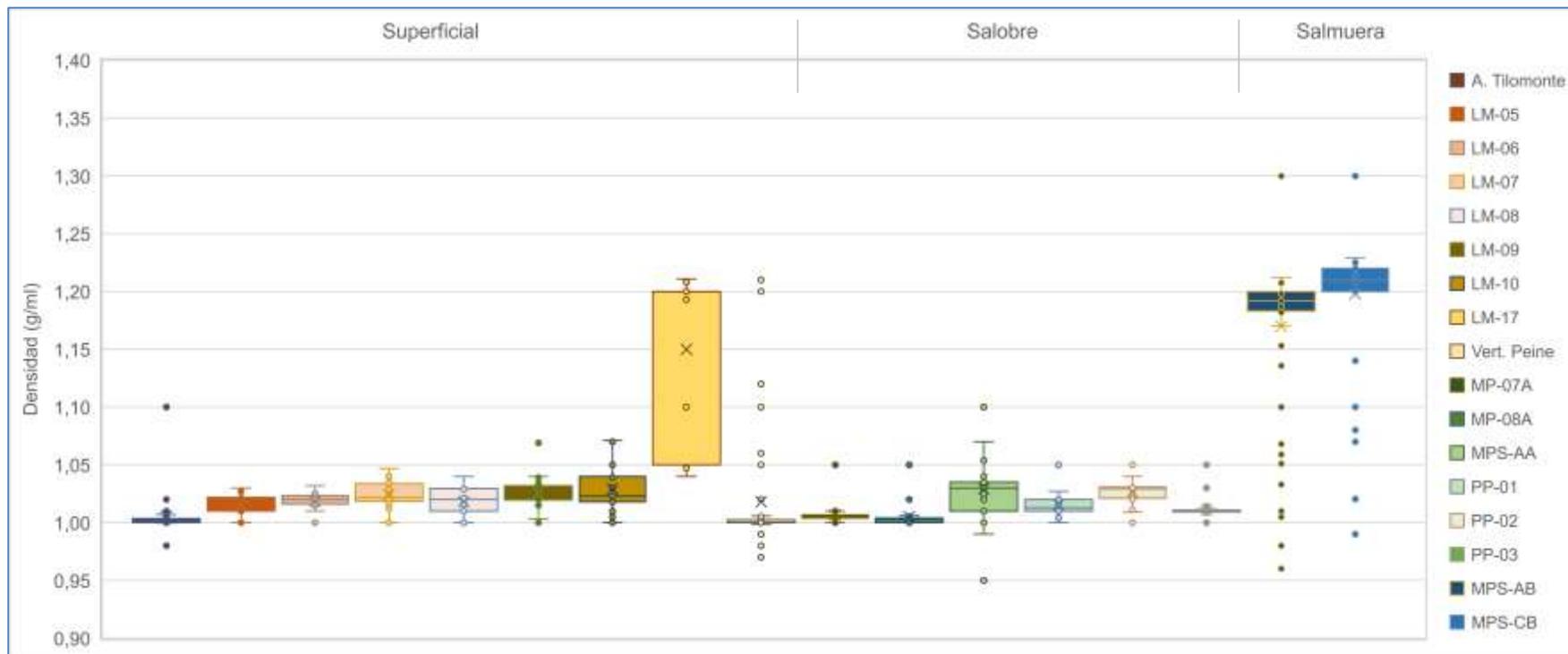
Figura 5-146 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	51	56
Min	2.180	21.750	5.802	23.350	6.020	23.960	24.750	62.833	1.700	5.833	3.967	21.801	14.980	35.400	14.100	138.278	136.900
P25	3.925	23.510	24.825	30.238	25.970	31.617	33.000	174.397	2.617	8.198	4.830	44.657	20.730	41.450	16.580	277.158	323.690
Mediana	4.170	25.800	29.440	38.817	32.920	40.400	42.170	236.600	2.836	8.985	5.690	49.955	23.933	45.567	17.180	312.720	351.000
P75	4.618	32.221	34.660	52.117	36.232	51.525	61.640	308.665	3.091	9.543	6.233	56.054	29.029	50.713	18.834	345.967	385.700
Max	5.590	38.220	45.933	77.133	65.600	121.367	134.167	342.000	3.702	13.100	9.860	98.280	39.633	60.500	24.080	401.992	559.000
RQ	693	8.711	9.835	21.879	10.262	19.908	28.640	134.268	474	1.345	1.403	11.397	8.299	9.263	2.254	68.809	62.010

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-147 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	11	63	28	23	55	29	28	29	56	53
Min	0,980	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,040	0,970	1,000	1,000	0,950	1,000	1,000	1,000	0,960	0,990
P25	1,000	1,010	1,016	1,019	1,010	1,020	1,018	1,050	1,000	1,004	1,000	1,010	1,010	1,021	1,009	1,183	1,200
Mediana	1,001	1,020	1,020	1,022	1,020	1,020	1,023	1,200	1,000	1,005	1,003	1,030	1,013	1,029	1,010	1,192	1,210
P75	1,004	1,022	1,024	1,034	1,030	1,032	1,040	1,200	1,002	1,007	1,004	1,035	1,020	1,031	1,011	1,200	1,220
Max	1,100	1,030	1,032	1,047	1,040	1,070	1,071	1,211	1,210	1,050	1,050	1,100	1,050	1,050	1,050	1,300	1,300
RQ	0,004	0,012	0,008	0,015	0,020	0,012	0,022	0,150	0,002	0,003	0,004	0,025	0,010	0,010	0,002	0,017	0,020

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros de laboratorio

Las gráficas de datos temporales de laboratorio, de 2013 a 2021, para pH, CE, SDT y densidad se presenta en la Figura 5-148 y Figura 5-149.

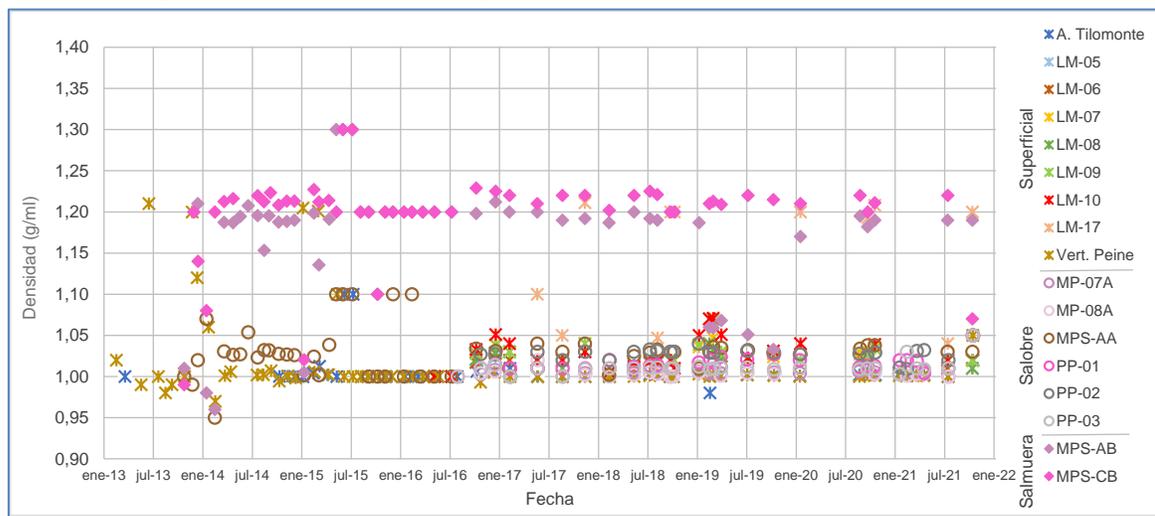
El registro de densidad muestra un comportamiento estable para toda la serie disponible, salvo en el mes de octubre de 2021 para el punto MPS-CB. Todos estos valores se encuentran circunscritos dentro del rango histórico para cada serie.

El pH en general presenta valores que oscilan entre el rango neutro a neutro alcalino, con valores de 6,5 y 8,6. Los valores se mantienen estables, con leves variaciones estacionales dentro de los rangos de variación natural, salvo en MPS-CB en el mes de octubre de 2021, donde se obtiene un valor de pH de 5,4.

Los SDT, en general, muestran un comportamiento diferenciado entre aguas profundas y aguas más someras. Los valores se enmarcan en los valores delimitados por el registro histórico, salvo en el mes de octubre para las muestras de agua profundas y la muestra del punto LM-17, donde se advierte una disminución de las concentraciones.

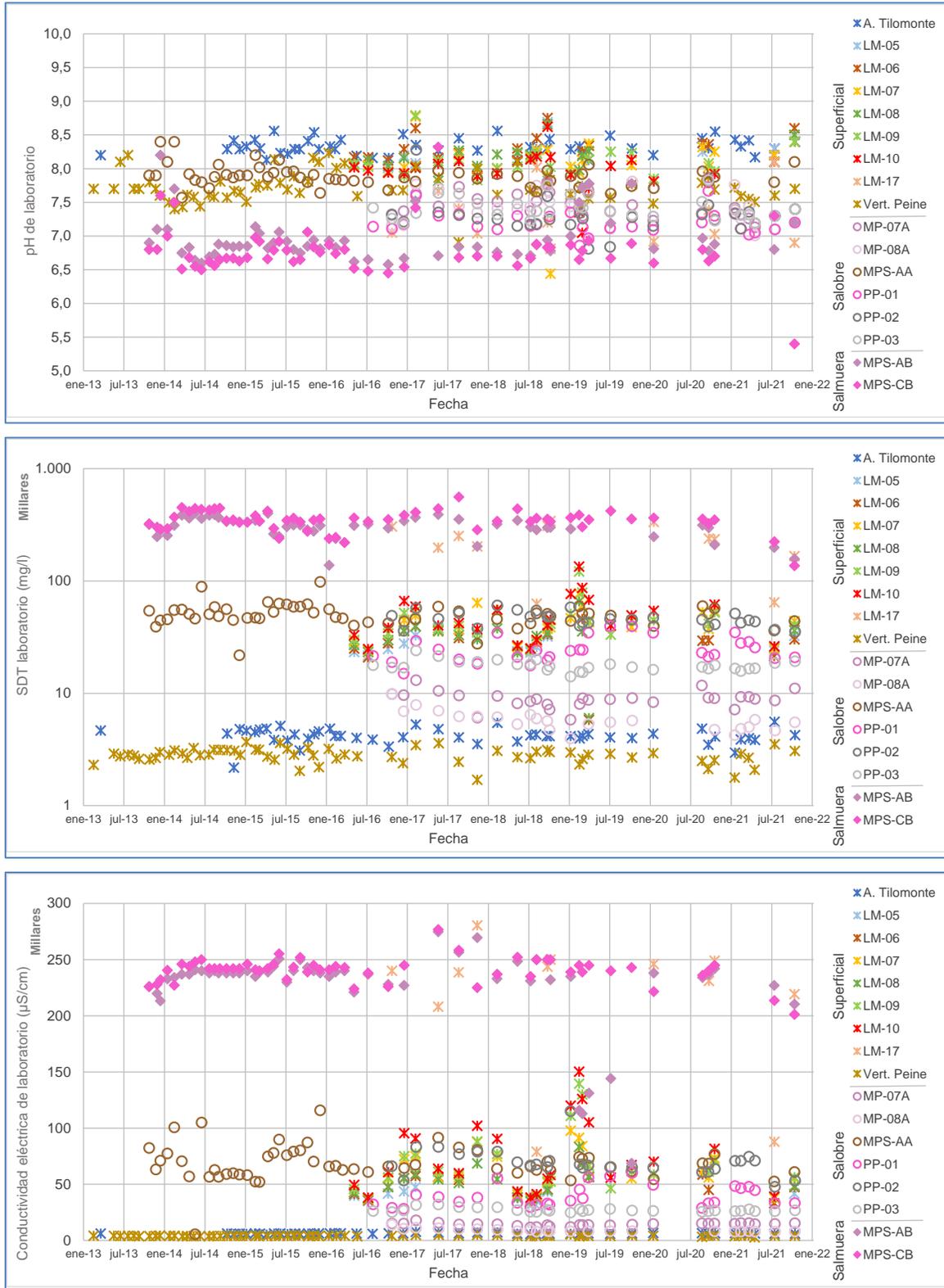
La CE, según la serie de datos registrados no presenta una variabilidad estacional marcada. Las aguas profundas presentan una tendencia estable, con rangos entre los 213.000 µS/cm y los 269.000 µS/cm. En el caso de las aguas someras, estas presentan mayor dispersión de los datos y rango de valores, entre los 5.000 µS/cm y 115.900 µS/cm, aproximadamente. Al final del 2021 se vislumbra una disminución en los valores de CE para las salmueras, ligeramente por debajo de las tendencias históricas.

Figura 5-148 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-149 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Los elementos mayoritarios disueltos, divididos en aniones y cationes, se presentan desde la Figura 5-150 a la Figura 5-157.

Aniones mayores

Los aniones que se analizan corresponden a cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) y nitratos (NO_3^-). En cuanto a la evolución temporal, se observa que en general los valores medidos en el 2021, en relación con los rangos registrados en años anteriores se mantienen dentro de la variación natural.

Los registros de cloruros (Figura 5-150), permiten evidenciar un comportamiento distinto, con rangos diferenciados en magnitud, para las aguas profundas (MPS-AB y MPS-CB) con mediana de concentraciones en torno a 183.000 mg/l. Las aguas someras representadas por MPS-AA tienen una mediana de 24.039 mg/l, mientras que las aguas dulces de quebradas o vertientes tienen concentraciones bastante más bajas, como es el caso de estación Anterrepresa Tilomonte (mediana de 1.665 mg/l) y Vertiente Peine (mediana de 917 mg/l). En la vertiente Anterrepresa Tilomonte, los cloruros presentan poca variación en el tiempo, al igual que la Vertiente Peine, ambas con tendencia estable. Los registros de las lagunas presentan también un comportamiento estable en el tiempo, con medianas entre 13.912 mg/l (LM-05) y 21.285 mg/l (LM-10). El punto LM-17, cercano al Núcleo, tiene concentraciones mayores que el resto de los puntos de las lagunas, con un valor de mediana de 142.771 mg/l. Las aguas someras (salobres) tienen un amplio rango de concentraciones, con medianas que van desde 2.350 mg/l (MP-08A) a 24.422 mg/l (PP-02). La tendencia temporal de los registros es estable en el tiempo.

De la gráfica de los bicarbonatos se observa que las aguas superficiales y salobres (someras) se encuentran en un rango de variación muy similar, con medianas que van entre los 144 mg/l y 395 mg/l, aproximadamente, a diferencia de las aguas profundas (salmuera), que están entre los 500 mg/l y 598 mg/l. La tendencia general de este parámetro es estable en el tiempo y los pozos profundos (MPS-AB y MPS-CB) presentan la mayor dispersión. Al final del periodo se advierte un valor fuera de serie en el MPS-CB.

Para el nitrato se observa una gran dispersión de valores en todos los tipos de aguas. Sin embargo, en general, las aguas superficiales lagunares presentan menor concentración de nitratos, con medianas entre 0,41 mg/l y 0,84 mg/l (a excepción de LM-17 con mediana de 2,20 mg/l). En Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, los valores de mediana alcanza 0,44 mg/l y 4,87 mg/l, respectivamente. Las concentraciones intermedias se observan en las aguas salobres, con medianas entre 0,89 mg/l y 3,10 mg/l, mientras que las mayores concentraciones se presentan en la salmuera, con medianas de 6,64 mg/l y 6,78 mg/l en MPS-AB y MPS-CB,

respectivamente. Las mediciones de 2021 se encuentran entre los rangos históricos, salvo para la muestra de Antepresa Tilomonte del mes de julio la cual es muy baja.

Las concentraciones de sulfatos muestran que existen diferencias de concentración, dependiendo de la ubicación y profundidad de las muestras. Las concentraciones menores se registran en el punto de monitoreo de Tilomonte (Antepresa Tilomonte), mientras que el punto que presenta mayor cantidad de sulfatos es MPS-CB. En general las tendencias son estables, sin variaciones significativas que acusen un cambio en la química de las aguas monitoreadas. Las concentraciones medias de sulfatos en el sector se presentan en las lagunas de Peine, con medianas que van aumentando desde 1.841 mg/l en LM-05 a 3.133 mg/l en LM-10. Esto permite suponer que, de acuerdo con el sentido del flujo de estas aguas superficiales, estas se van enriqueciendo en sulfatos. Este aumento de sulfatos podría estar relacionado con procesos de evaporación de aguas y/o con aportes de materia orgánica producto de las colonias de flamencos que habitan el sector. Los puntos de monitoreo que representan aguas más profundas tienen concentraciones de valor de mediana de hasta 14.681 mg/l en MPS-CB.

Cationes mayores

Los cationes que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+) representados en la Figura 5-154 a Figura 5-157. En cuanto a la evolución temporal, se observa que, para los cationes analizados, en general los valores medidos en el 2021, en relación con los rangos registrados en años anteriores, se mantienen dentro de la variación natural.

El pozo somero MPS-AA presenta un alto contenido de calcio, con mediana de 1.350 mg/l. En el resto de los pozos someros, los valores son menores, con un rango de medianas entre 271 mg/l (PP-03) y 449 mg/l (PP-02). En las aguas superficiales destaca el punto de monitoreo LM-17, con una mediana de 1.131 mg/l. Dentro de los pozos profundos, estos presentan valores de mediana entre 402 mg/l en MPS-CB y 820 mg/l en MPS-AB.

El potasio, magnesio y sodio disueltos muestran que las aguas profundas (salmueras) son las que tienen mayores concentraciones de estos elementos. Se observan concentraciones diferenciadas entre las aguas profundas (salmueras), las aguas someras (salobres) y aguas superficiales. Las concentraciones para el año 2021, se acotan dentro de los rangos históricos.

Para el potasio los mayores valores de concentración se dan en los pozos de salmuera, con medianas entre 14.090 mg/l y 20.700 mg/l. Las lagunas presentan medianas entre 1.092 mg/l (LM-05) y 1.626 mg/l (LM-10), con LM-17 con mediana de 3.728 mg/l. Las aguas salobres muestran un comportamiento disímil, ya que los pozos MP-07A y MP-08A tienen medianas bajas, entre 100 mg/l y 323 mg/l, mientras que el resto de los pozos tiene mediana mayor,

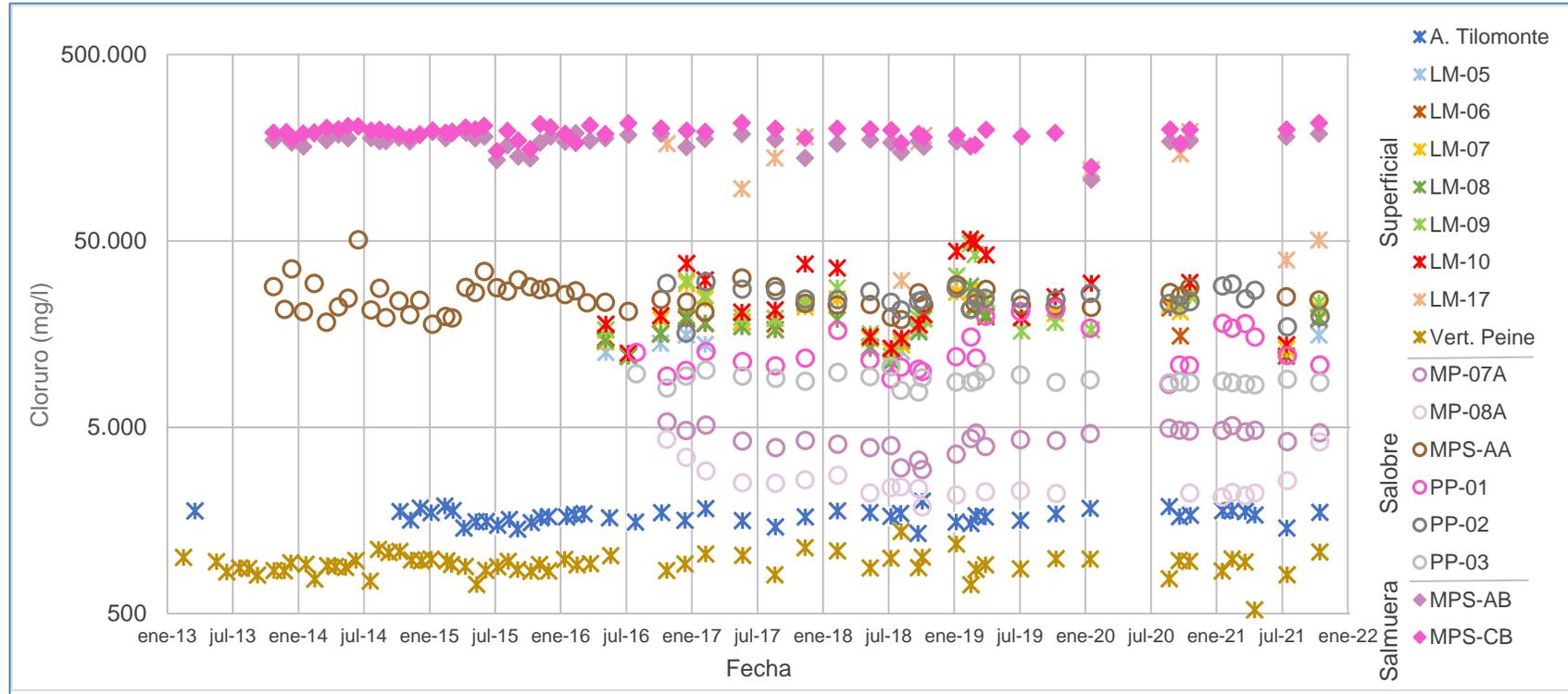
similar a la de las lagunas, con medianas entre 716 mg/l (PP-03) y 2.188 (PP-02). Las muestras de agua superficial de Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas de 60 mg/l y 25 mg/l, respectivamente.

Las concentraciones de magnesio para las aguas superficiales muestran un valor de medianas entre 566 mg/l (LM-05) y 1.007 mg/l (LM-10): sin embargo, Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas más bajas que las lagunas (de 139 mg/l y 80 mg/l, respectivamente). LM-17 destaca por una mediana de 2.024 mg/l. Estos valores contrastan con los de las salmueras (aguas profundas), con valor promedio de magnesio en torno a los 8.000 mg/l, aproximadamente.

En el caso del sodio las concentraciones de la salmuera presentan un rango de mediana entre 83.950 mg/l y 89.775 mg/l. LM-17 tiene una mediana en el mismo rango, lo que se explica por su ubicación, más cercana al Núcleo. Para el resto de las aguas superficiales, las medianas varían entre 6.697 mg/l (LM-05) y 11.545 mg/l (LM-10). En cambio, las aguas salobres tienen medianas que varían entre 1.183 mg/l (MP-08A) y 12.724 mg/l (PP-02), siendo las medianas de PP-02 y MPS-AA cercanas a las de las aguas lagunares (~12.000 mg/l). Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine tienen medianas de 766 mg/l y 457 mg/l, respectivamente.

Para todos los elementos mencionados se observa que LM-17, al estar cercano al Núcleo, presenta concentraciones de calcio, sodio y potasio cercanas al rango de los pozos profundos.

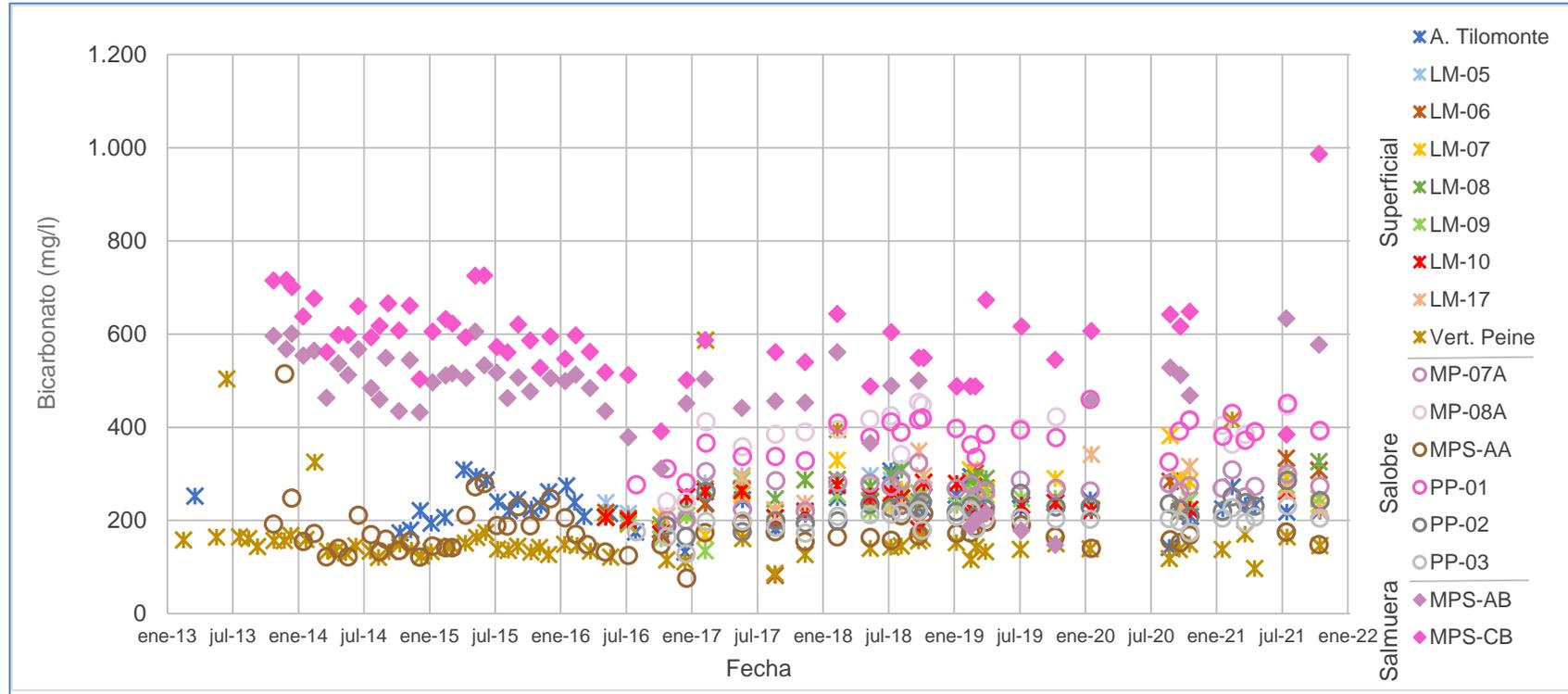
Figura 5-150 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	51	56
Min	1.345	11.370	12.009	12.300	11.230	12.037	12.494	30.596	523	2.966	1.869	17.890	8.498	16.015	7.716	106.435	124.174
P25	1.571	12.681	13.975	15.340	14.596	16.523	17.813	61.686	853	3.952	2.217	21.620	10.587	23.200	8.664	168.276	182.599
Mediana	1.665	13.912	17.616	20.657	17.327	19.449	21.285	142.771	917	4.315	2.350	24.039	11.746	24.422	8.839	173.512	191.916
P75	1.766	16.169	19.078	24.322	19.890	25.387	37.601	177.823	981	4.804	2.609	27.967	16.755	27.091	9.419	181.504	199.915
Max	2.006	22.074	22.602	29.604	28.512	48.410	51.022	192.798	1.382	5.332	4.305	50.652	21.639	30.209	10.551	205.823	214.898
RQ	195	3.488	5.103	8.982	5.294	8.864	19.788	116.137	128	852	392	6.347	6.168	3.891	755	13.228	17.316

Fuente: Elaboración propia

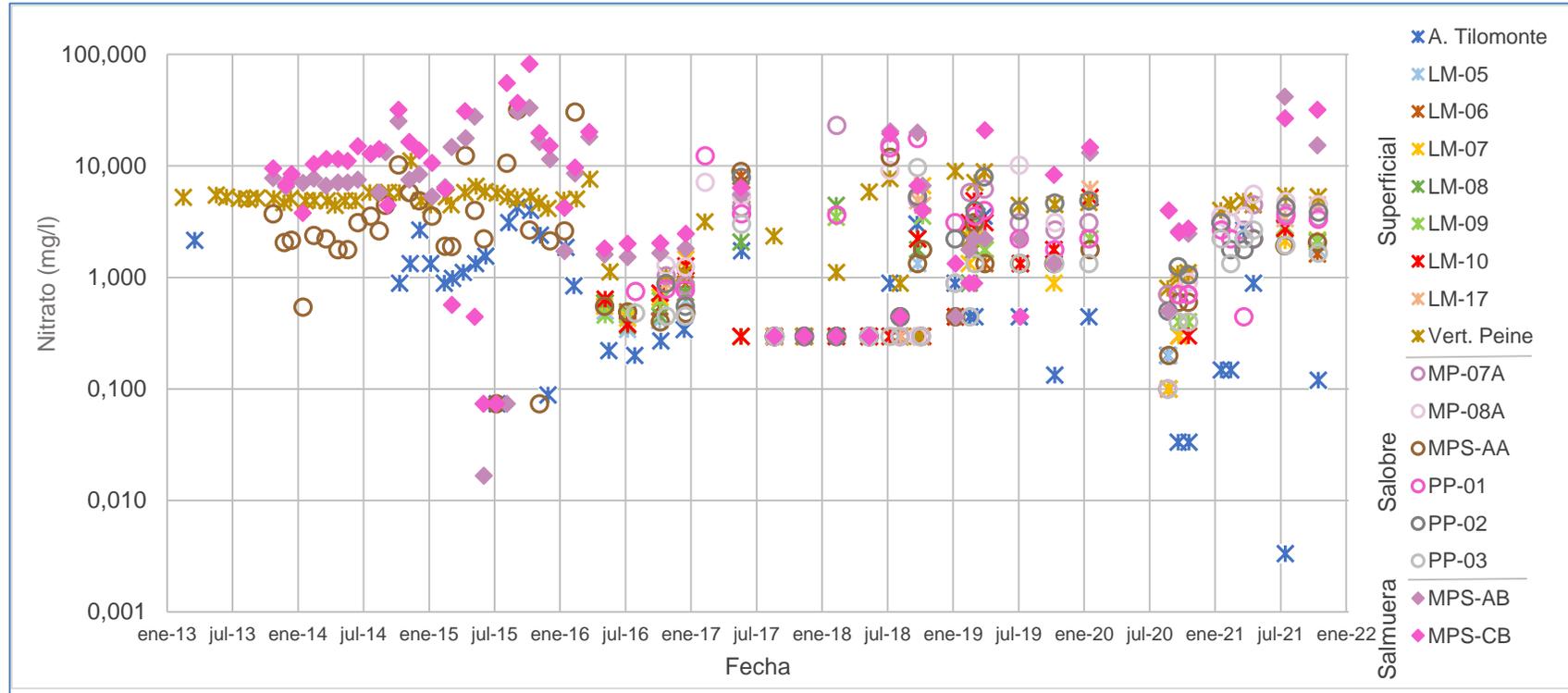
Figura 5-151 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	54	54
Min	132,1	180,5	82,4	168,0	190,6	135,0	170,5	210,6	86,7	200,6	240,7	76,2	276,5	165,5	128,6	147,7	384,3
P25	213,5	232,5	211,1	222,2	230,5	213,3	214,7	224,9	133,5	261,4	384,3	147,7	337,0	208,7	184,0	452,6	546,0
Mediana	232,0	284,3	239,1	270,2	272,1	242,8	233,0	252,6	144,0	273,3	395,3	169,0	384,3	228,5	203,7	499,6	597,6
P75	251,2	300,5	276,9	288,0	291,0	257,4	262,0	311,1	158,5	284,2	417,2	193,5	409,9	237,3	210,5	538,6	642,0
Max	308,7	312,3	333,5	381,9	326,1	286,0	281,8	348,9	587,0	323,3	453,8	515,0	459,9	285,7	231,6	633,2	986,5
RQ	37,7	68,0	65,8	65,8	60,5	44,1	47,3	86,2	25,0	22,8	32,9	45,8	72,9	28,6	26,5	86,0	96,0

Fuente: Elaboración propia

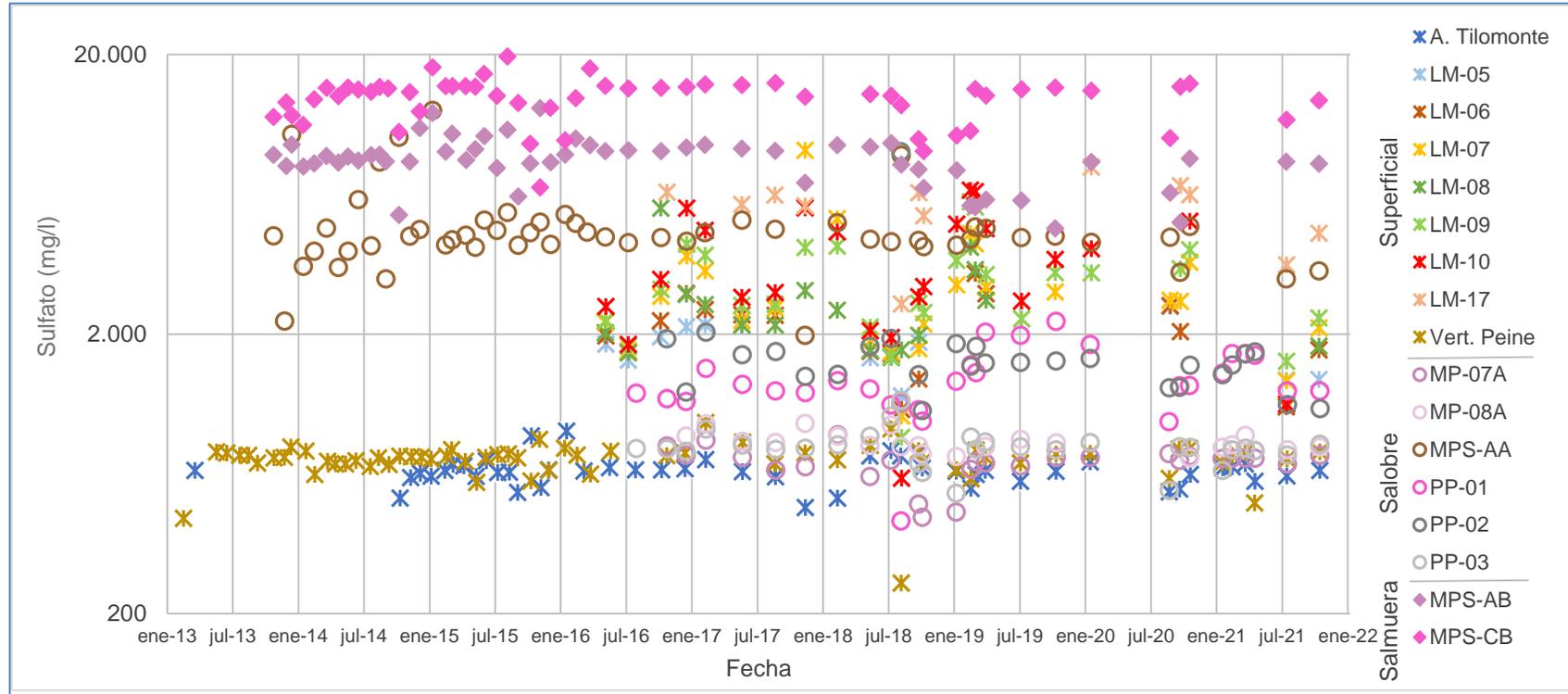
Figura 5-152 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	47	11	15	22	16	24	22	12	64	27	21	54	28	24	25	55	55
Min	0,00	0,20	0,10	0,10	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,07	0,10	0,30	0,10	0,02	0,07
P25	0,22	0,30	0,30	0,30	0,30	0,32	0,30	0,44	4,23	0,70	0,30	0,55	0,51	0,51	0,35	1,65	1,81
Mediana	0,44	0,41	0,59	0,50	0,66	0,84	0,54	2,20	4,87	3,10	3,10	1,99	2,21	1,99	0,89	6,64	6,78
P75	1,55	1,33	1,77	1,86	1,77	2,21	2,35	4,77	5,47	4,25	5,09	3,54	3,56	4,20	1,80	13,10	15,05
Max	4,25	2,67	8,06	6,64	4,43	3,54	5,22	6,19	11,07	23,07	10,14	31,87	17,58	7,97	9,65	41,68	81,89
RQ	1,33	1,03	1,47	1,56	1,47	1,89	2,05	4,33	1,24	3,55	4,79	2,99	3,05	3,69	1,45	11,45	13,24

Fuente: Elaboración propia

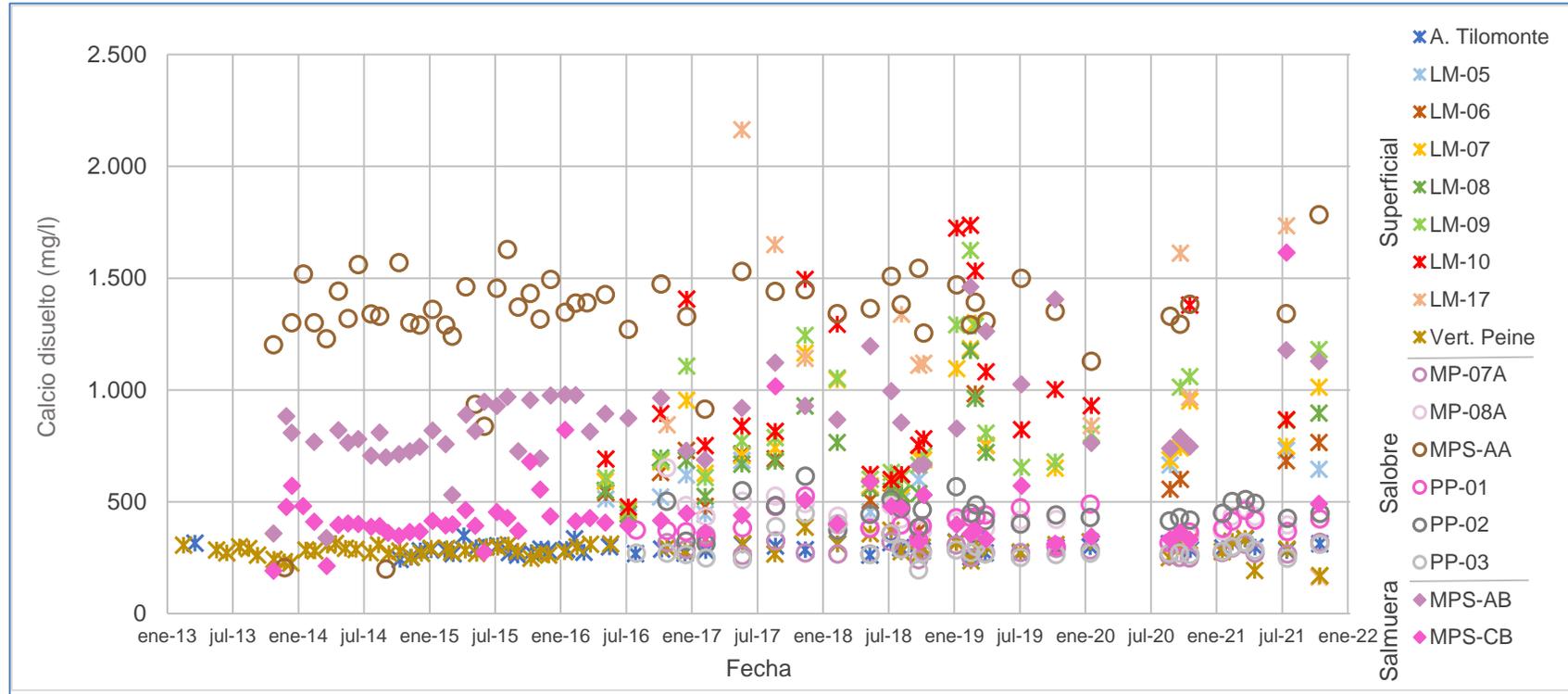
Figura 5-153 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	56	56
Min	479	1.201	1.076	1.019	1.649	854	610	2.564	257	443	722	1.978	429	1.066	539	4.779	6.695
P25	618	1.495	1.711	1.945	1.783	2.253	2.512	4.768	689	672	786	4.157	1.203	1.418	764	7.875	12.604
Mediana	649	1.841	2.042	2.630	2.153	2.891	3.133	6.057	727	719	803	4.449	1.309	1.581	781	8.437	14.681
P75	675	2.143	2.487	3.552	2.819	3.914	4.947	6.429	755	735	864	4.851	1.618	1.788	813	9.285	15.346
Max	900	2.511	3.297	9.093	5.645	5.935	6.536	7.911	964	1.131	1.174	12.636	2.223	8.971	1.159	12.874	20.175
RQ	57	648	776	1.607	1.036	1.661	2.435	1.661	66	63	78	694	415	370	49	1.410	2.742

Fuente: Elaboración propia

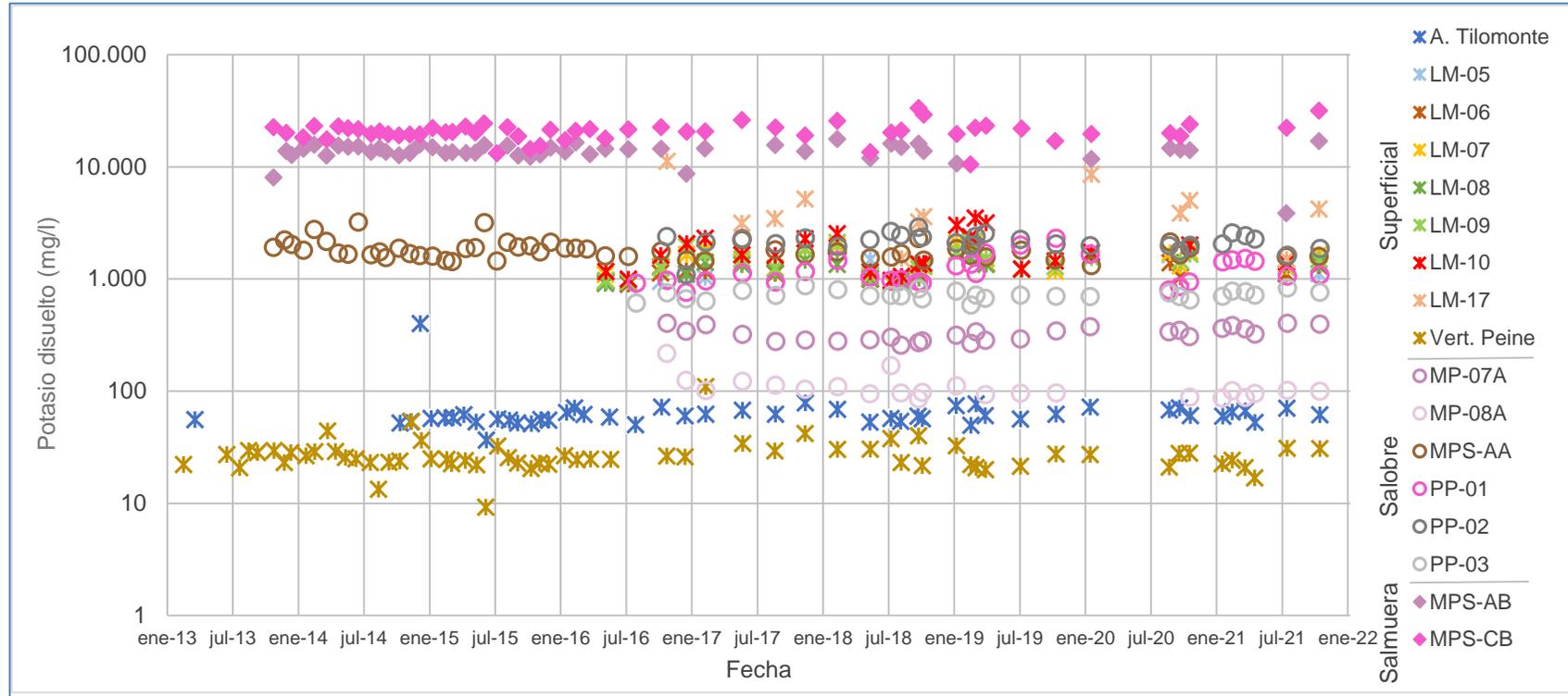
Figura 5-154 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	54	56
Min	242	428	371	460	443	467	477	164	170	241	345	199	303	313	195	338	192
P25	274	481	521	633	542	643	751	875	269	267	391	1.293	365	417	264	736	364
Mediana	289	534	601	724	681	787	867	1.131	289	277	434	1.350	393	449	271	820	402
P75	309	655	722	998	831	1.083	1.379	1.640	307	305	483	1.453	432	499	300	966	476
Max	348	731	983	1.300	1.176	1.624	1.736	2.164	387	352	652	1.784	525	615	449	1.461	1.614
RQ	35	174	201	365	289	440	628	765	38	38	92	160	67	82	36	230	112

Fuente: Elaboración propia

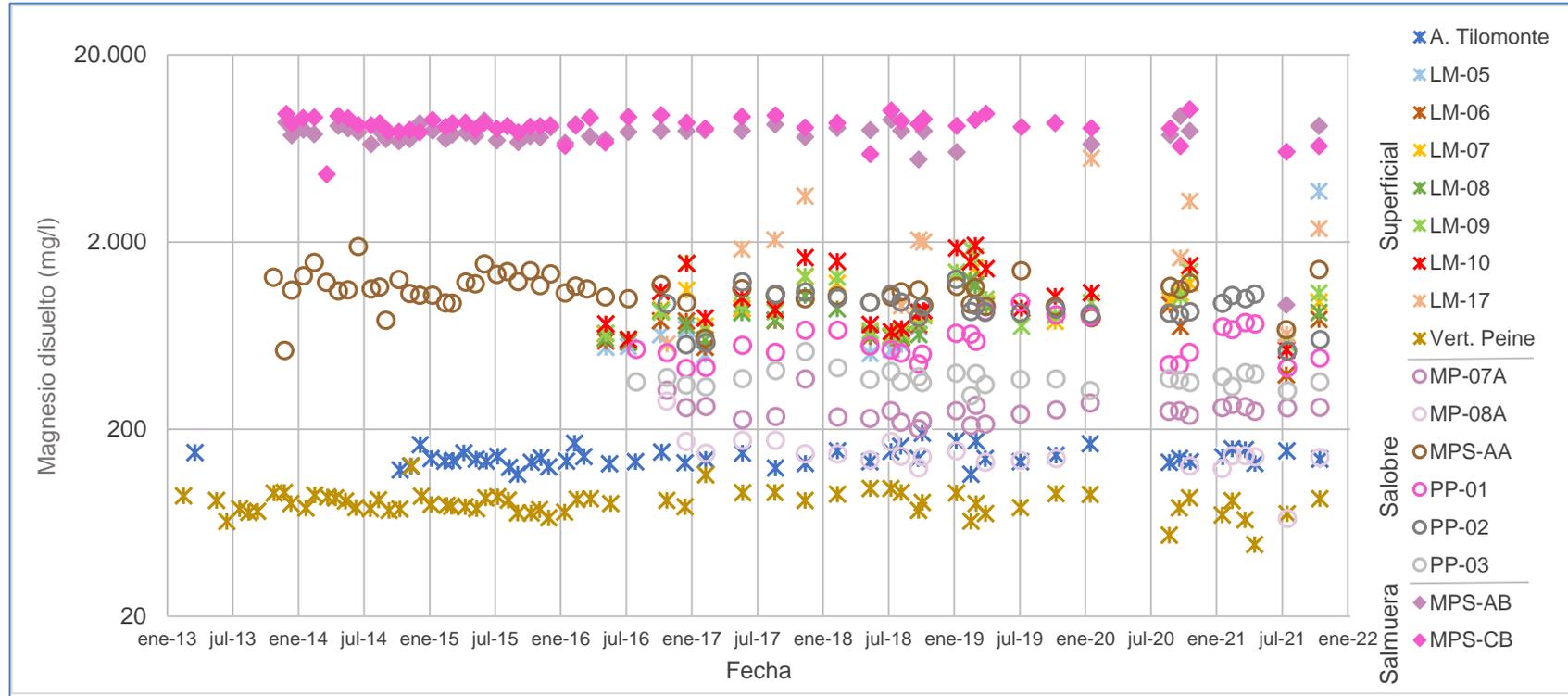
Figura 5-155 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	64	28	23	56	29	28	29	49	55
Min	37	900	902	923	914	935	971	1.499	9	257	85	1.318	764	1.094	585	3.857	10.550
P25	55	926	1.006	1.191	991	1.223	1.230	3.167	23	285	95	1.588	943	1.990	686	12.951	19.110
Mediana	60	1.092	1.121	1.360	1.277	1.446	1.626	3.728	25	323	100	1.743	1.090	2.188	716	14.090	20.700
P75	67	1.304	1.349	1.814	1.388	1.726	2.309	5.124	29	363	112	1.926	1.452	2.398	774	15.150	22.554
Max	400	1.648	1.861	2.164	1.865	2.269	3.494	11.215	110	404	218	3.210	2.312	2.895	872	17.730	33.420
RQ	12	378	343	623	397	503	1.079	1.957	6	78	17	338	509	408	88	2.199	3.444

Fuente: Elaboración propia

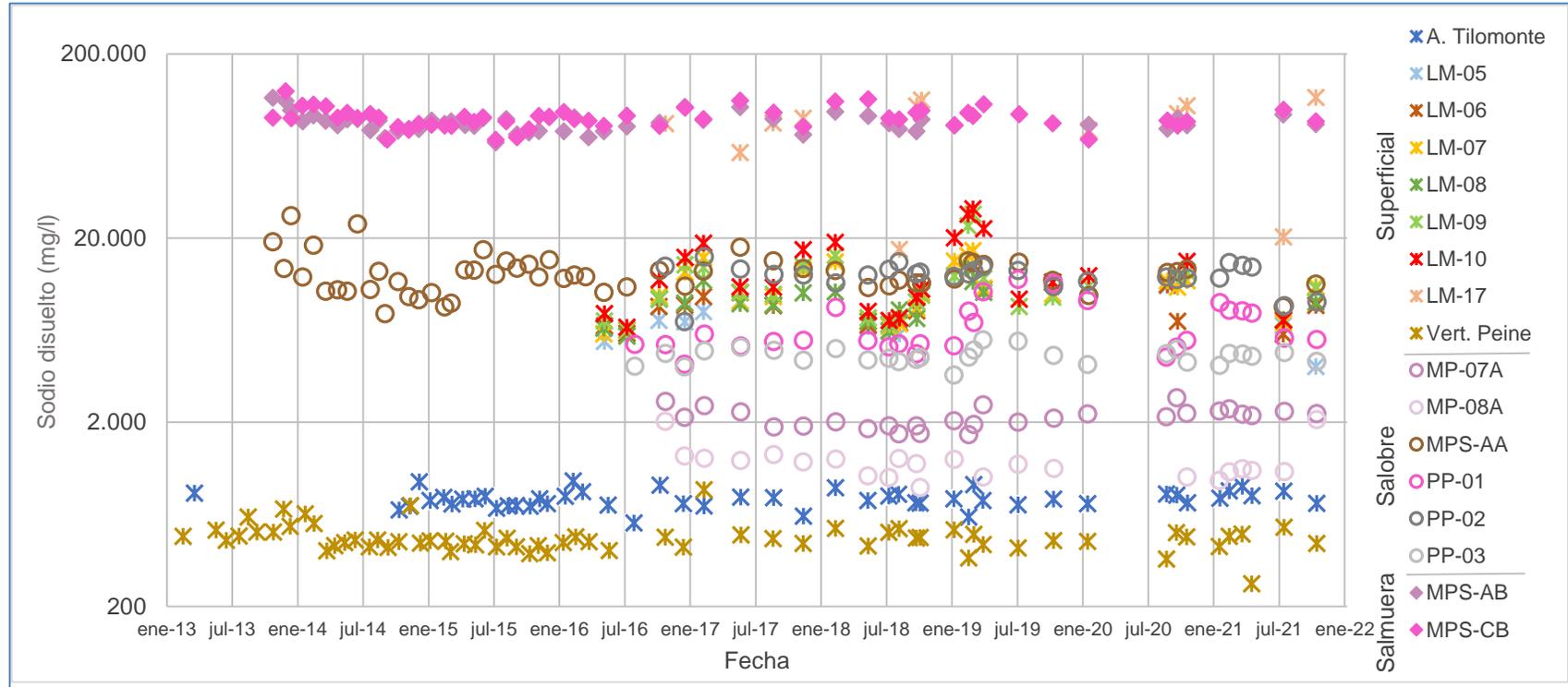
Figura 5-156 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	49	54
Min	115	501	390	580	587	581	530	568	48	201	67	527	423	523	302	923	4.602
P25	133	539	603	668	628	673	730	1.095	74	229	136	996	491	827	350	7.110	8.040
Mediana	139	566	721	875	765	849	1.007	2.024	80	251	143	1.112	556	909	369	7.759	8.425
P75	151	775	826	1.178	894	1.306	1.534	3.065	87	263	153	1.218	692	1.028	395	8.105	9.101
Max	190	3.727	1.192	1.452	1.256	1.843	1.919	5.599	127	371	283	1.890	951	1.264	520	9.423	10.220
RQ	18	236	223	510	266	633	804	1.970	13	34	17	222	201	201	45	995	1.061

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-157 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine

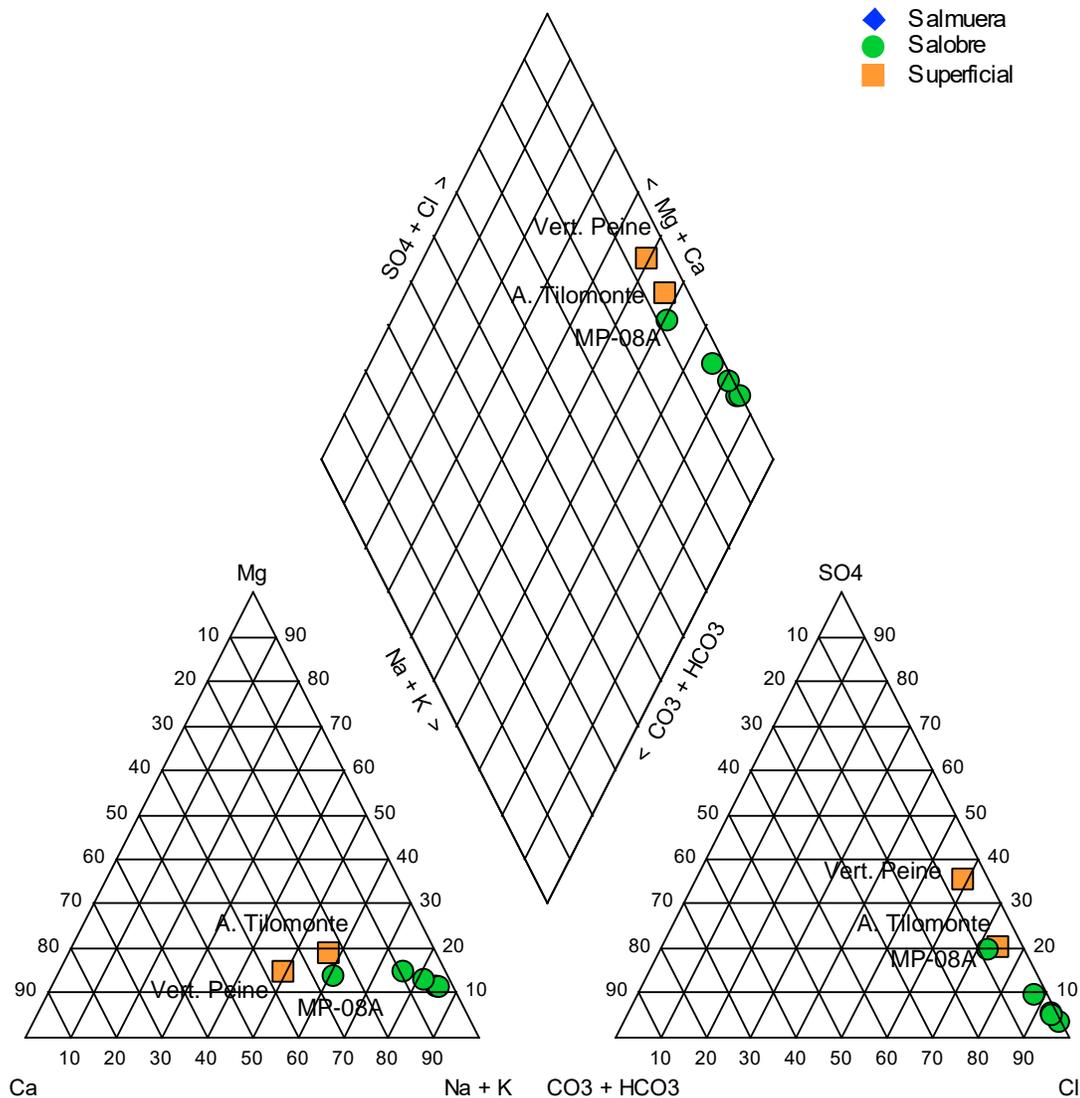


	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	51	56
Min	568	4.009	6.016	6.036	5.871	6.322	6.550	17.330	265	1.713	883	7.780	4.132	7.039	3.616	66.159	68.254
P25	717	5.984	6.764	7.440	7.185	7.970	7.985	62.840	426	1.910	1.022	10.809	5.245	11.965	4.275	78.070	82.265
Mediana	766	6.697	8.492	10.387	8.859	10.160	11.545	86.880	457	2.134	1.183	12.474	5.570	12.724	4.569	83.950	89.775
P75	808	8.458	9.859	13.348	10.183	13.465	18.740	104.575	504	2.289	1.271	14.219	8.078	13.830	4.903	89.550	95.920
Max	959	11.010	13.796	17.112	13.640	26.989	28.860	116.071	861	2.720	2.064	26.462	11.960	15.820	5.599	115.492	125.235
RQ	91	2.474	3.095	5.908	2.998	5.495	10.755	41.735	78	379	249	3.410	2.833	1.865	628	11.480	13.655

Fuente: Elaboración propia

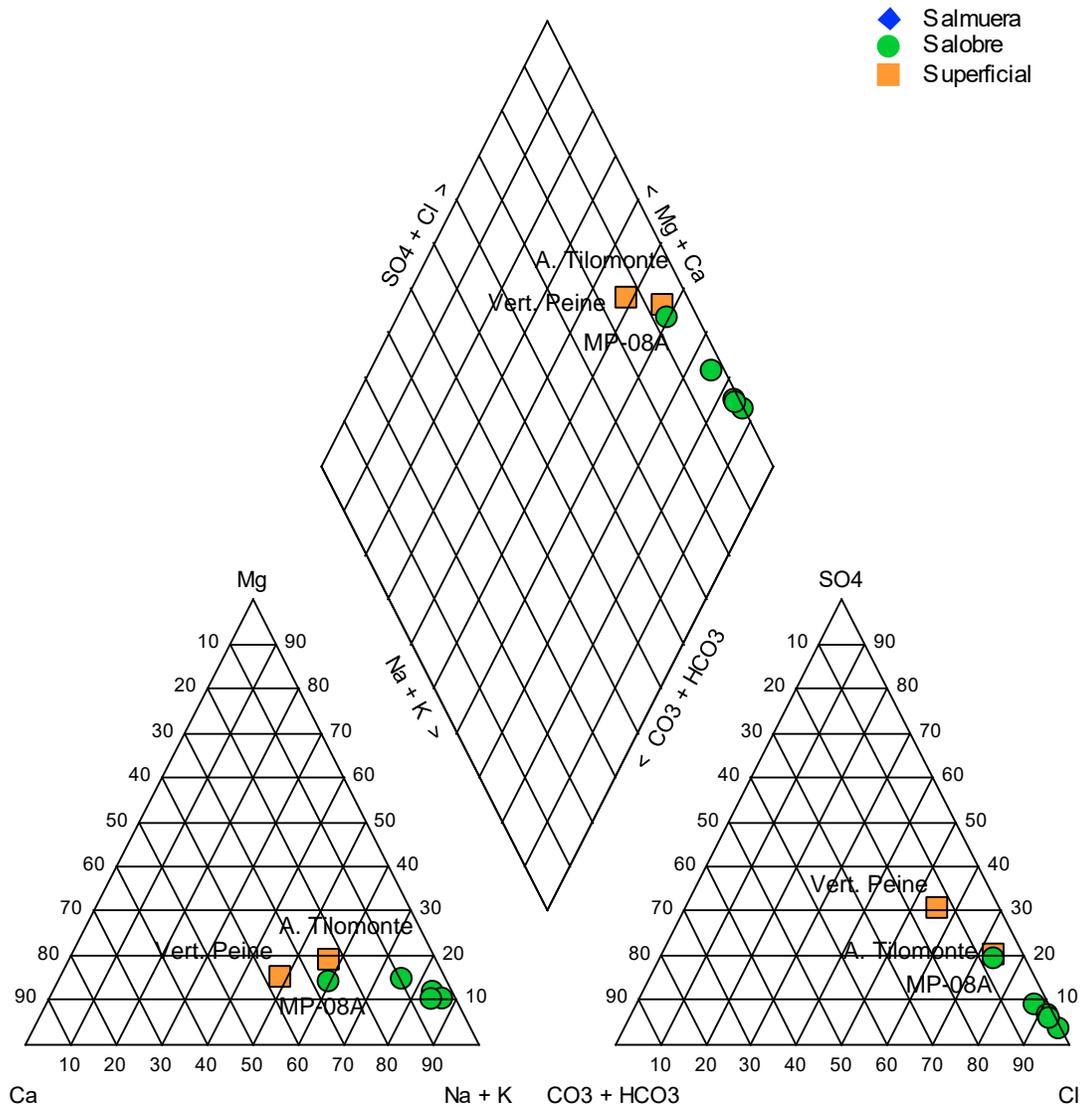
Desde la Figura 5-158 a la Figura 5-163, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2021. Se puede observar que, para este sector, todas las muestras y todas las aguas son del tipo cloruradas sódicas, misma clasificación otorgada históricamente, y la variación de los contenidos porcentuales de los elementos mayoritarios entre una campaña y otra no ha sido significativa. Dentro de esta composición clorurada sódica, las muestras con menores porcentajes de cloruros y sodio son la muestra superficial de Antrepresa Tilomonte y Vertiente, coherente con la menor salinidad de estas dos muestras. A su vez, LM-17 proporcionalmente tiene más sodio que las muestras de salmueras.

Figura 5-158 Diagrama de Piper, Campaña enero 2021 Sector Peine



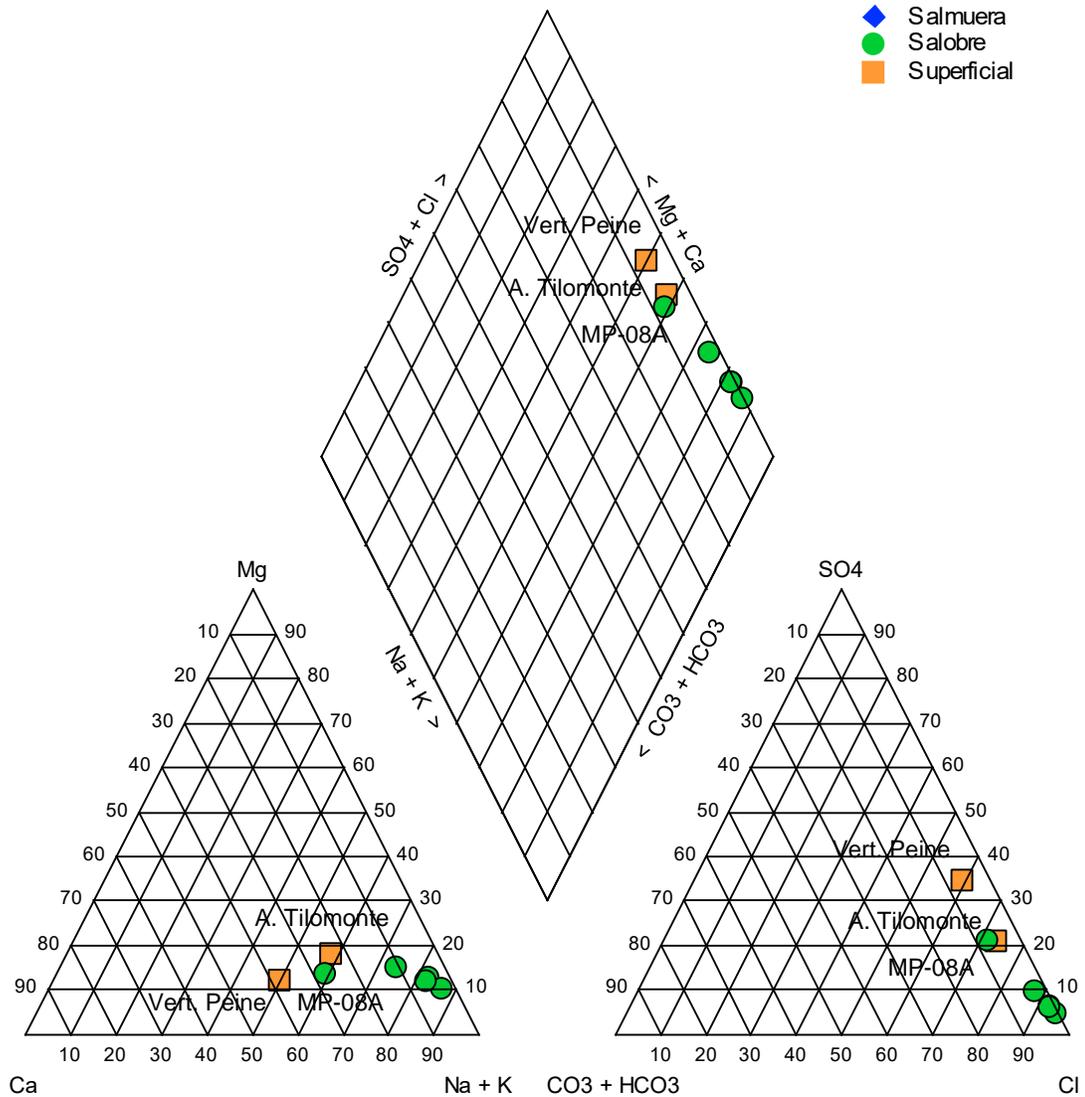
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-159 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2021, Sector Peine



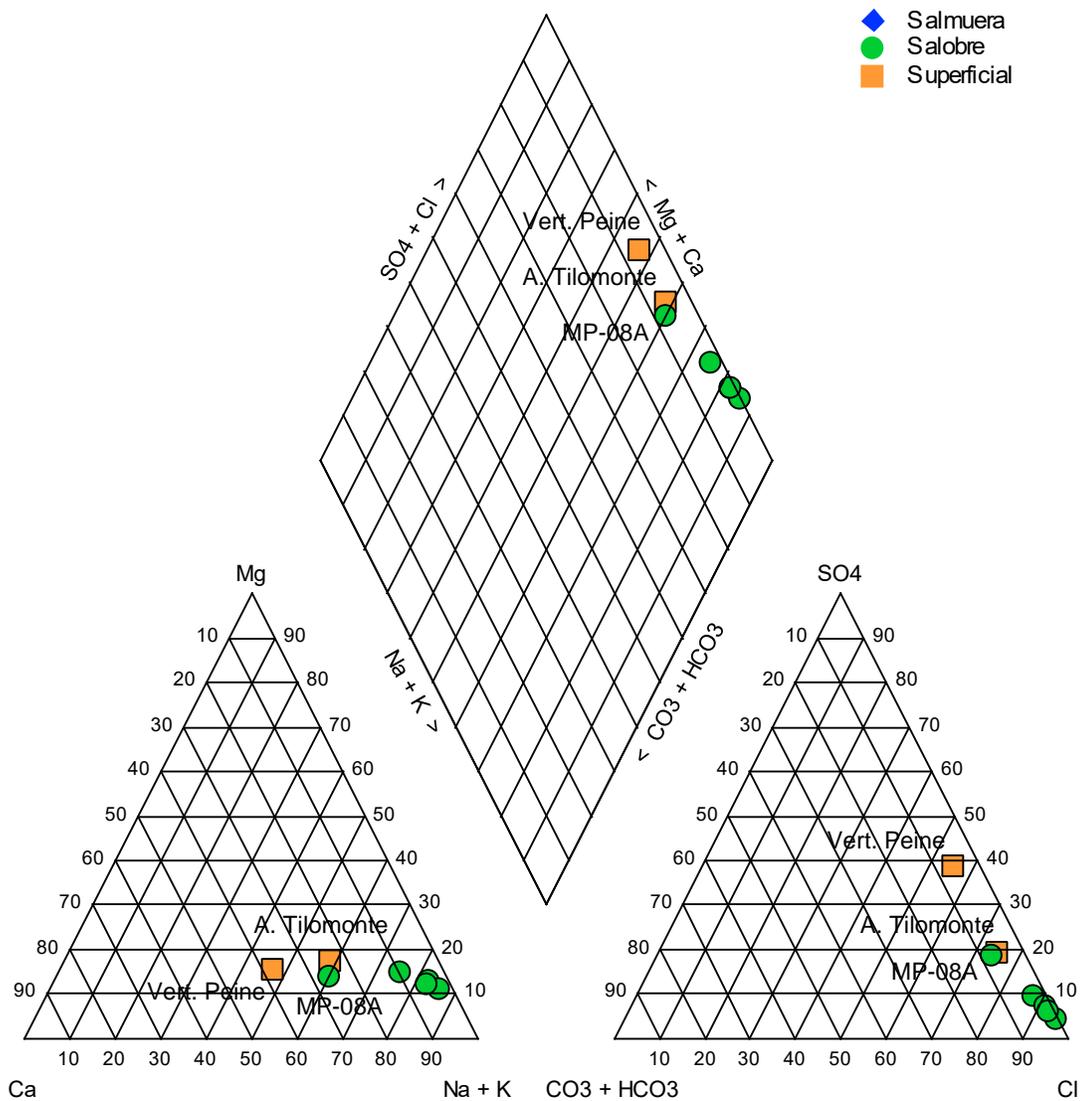
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-160 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2021, Sector Peine



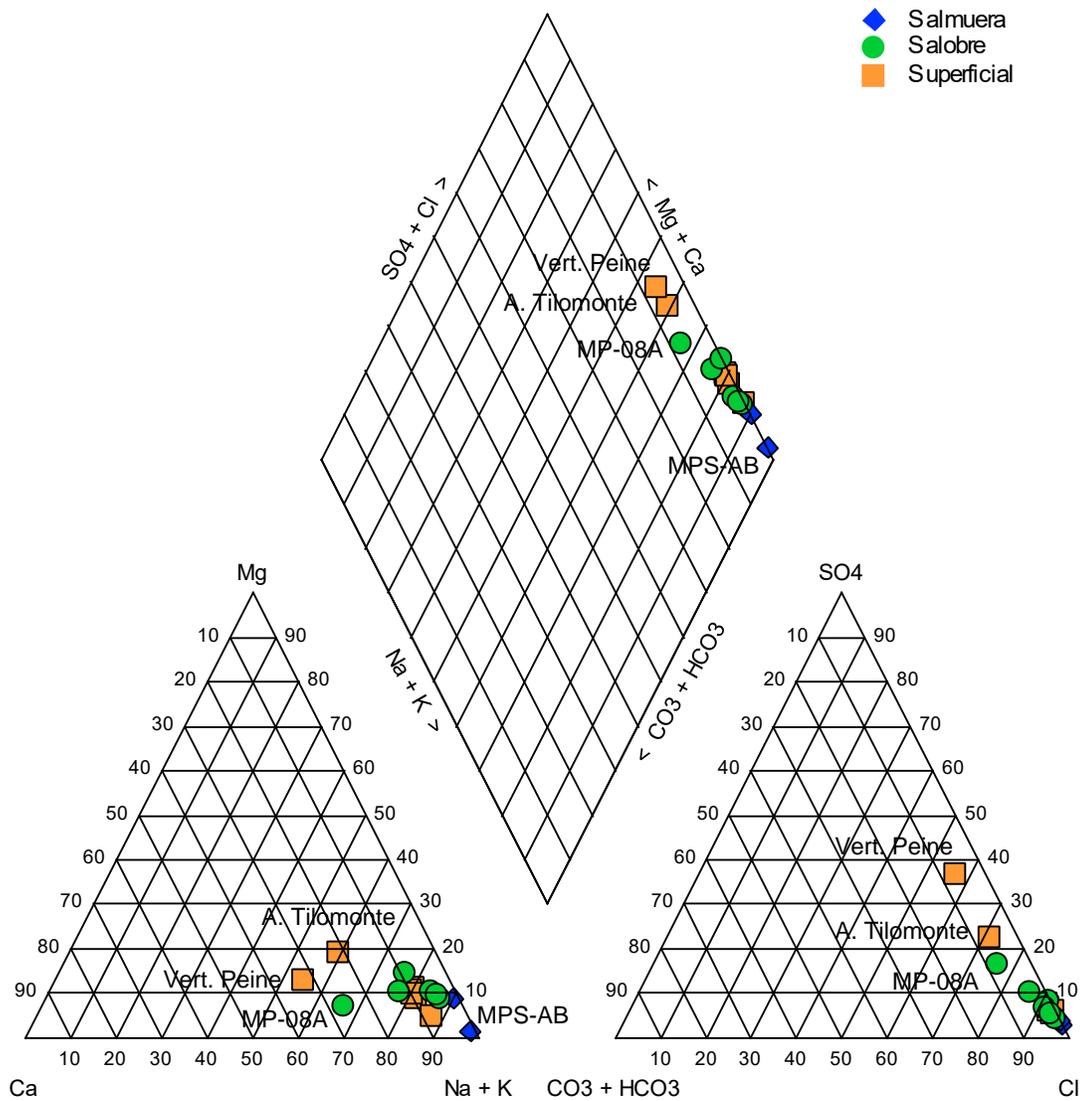
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-161 Diagrama de Piper, Campaña abril 2021, Sector Peine



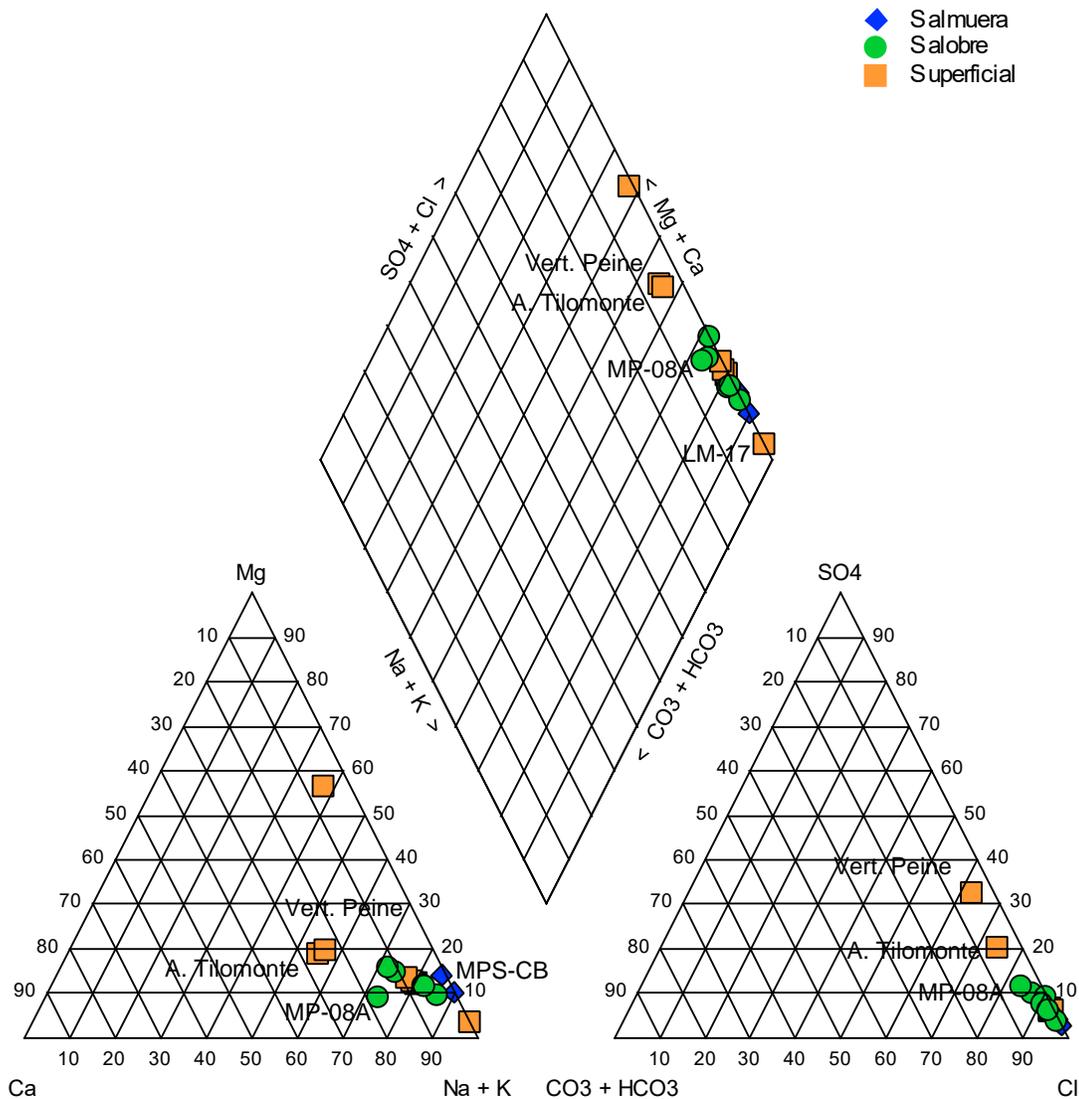
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-162 Diagrama de Piper, Campaña julio 2021, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-163 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2021, Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K), y en la Figura 5-164 a Figura 5-167 se presenta la evolución temporal en el período 2013-2021 y los estadígrafos de cada serie.

En términos generales, se aprecian tendencias estables que se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

En cuanto a calcio, las aguas someras, representado por MPS-AA para los registros históricos, presenta concentraciones de mediana 1.444 mg/l, con un valor máximo de concentración de 2.160 mg/l. Los puntos someros MP-07A y PP-03 presentan valores menores, con medianas de 298 mg/l y 284 mg/l, respectivamente, con el resto de los pozos someros con medianas en torno a 450 mg/l. Las aguas profundas (salmuera) presentan medianas de 916 mg/l en MPS-AB, y 430 mg/l en MPS-CB. Las muestras lagunares presentan concentraciones de medianas entre 587 mg/l (LM-05) y 874 mg/l (LM-10), mientras que en LM-17 la mediana alcanza un valor de 1.196 mg/l. Las muestras de Anterepresa Tilomonte, junto con Vertiente Peine, presentan medianas similares prácticamente de 300 mg/l, menor a las lagunas.

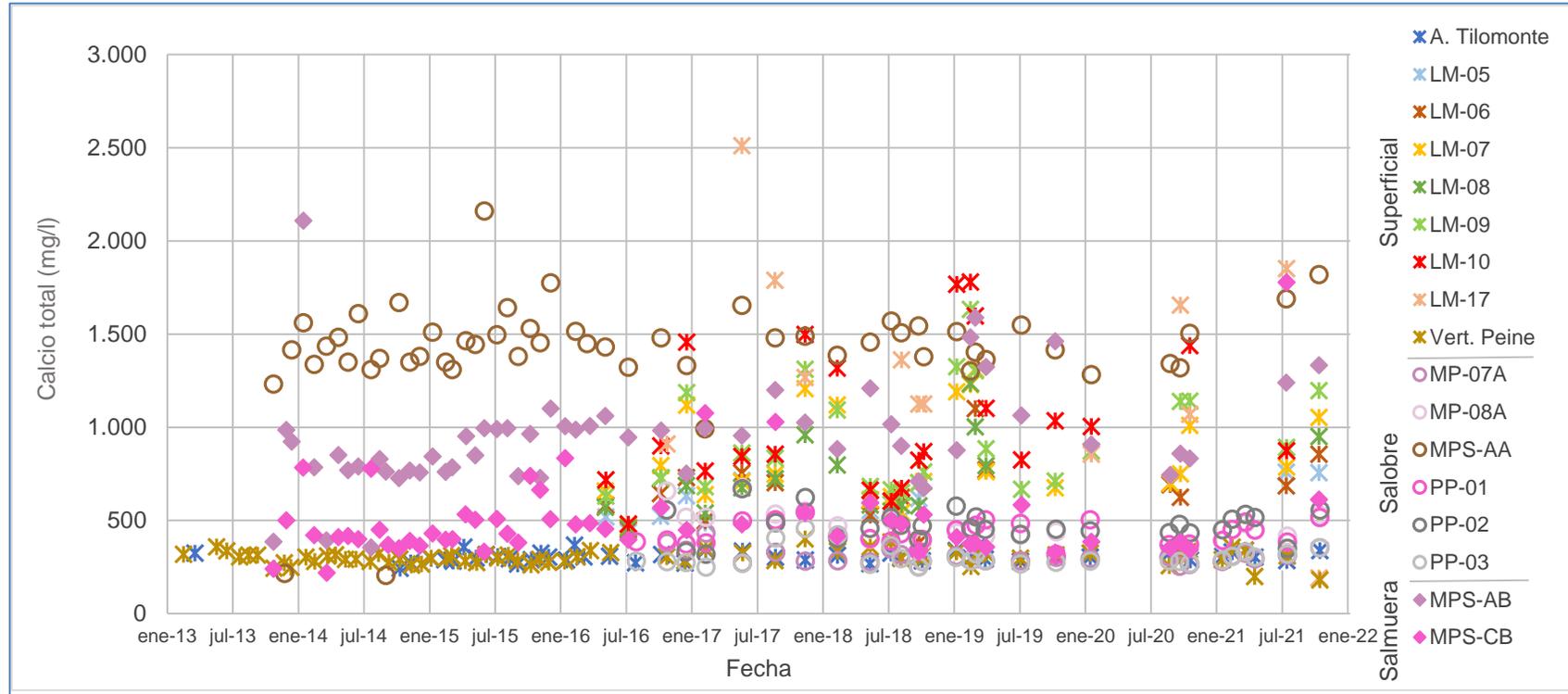
Las concentraciones de potasio total tienen medianas de 14.960 mg/l y 21.695 mg/l para las aguas profundas, mientras que las aguas someras tienen medianas entre 101 mg/l (MP-08A) y 2.334 mg/l (PP-02). Las muestras lagunares tienen medianas entre 1.144 mg/l (LM-05) y 1.650 mg/l (LM-10), con LM-17 con un valor de mediana de 3.945 mg/l. Las medianas en Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine es de 62 mg/l y 26 mg/l, respectivamente. Todas estas mediciones se encuentran dentro de los rangos de variación históricos.

El magnesio presenta un comportamiento similar al del potasio, con concentraciones en dos rangos claramente diferenciado. Uno para los pozos profundos (salmuera) y otra para los someros y aguas superficiales. Las aguas profundas registran valores, en general, entre los 7.340 mg/l (P25 de MPS-AB) y los 9.652 mg/l (P75 de MPS-CB). Las aguas superficiales presentan concentraciones mínimas, representadas por la Vertiente Peine, con mediana de 84 mg/l, y máximas, con mediana de 1.011 mg/l para LM-10. LM-17 tiene, a su vez, una mediana de 2.062 mg/l. Las aguas someras (salobres) son representadas por MPS-AA, con mediana de 1.170 mg/l, con el resto de los puntos de aguas someras, ubicadas al borde del salar, presentando medianas entre 151 mg/l (MP-08A) y 925 mg/l (PP-02). Salvo por la medición de abril de 2021 en vertiente Peine, las mediciones se acotan a los rangos históricos de variabilidad natural.

Las concentraciones de sodio total también muestran diferencias dependiendo de su clasificación, y son, en general, estables, con la medición de abril en vertiente Peine fuera de los rangos históricos. Para las aguas profundas (salobres), los valores de medianas se

encuentran entre 87.000 mg/l y 93.997 mg/l, valores similares a los de LM-17 (94.870 mg/l). Las aguas someras y superficiales tienen valores de mediana que varían desde 794 mg/l (Anterrepresa Tilomonte) hasta los 11.560 mg/l (LM-10).

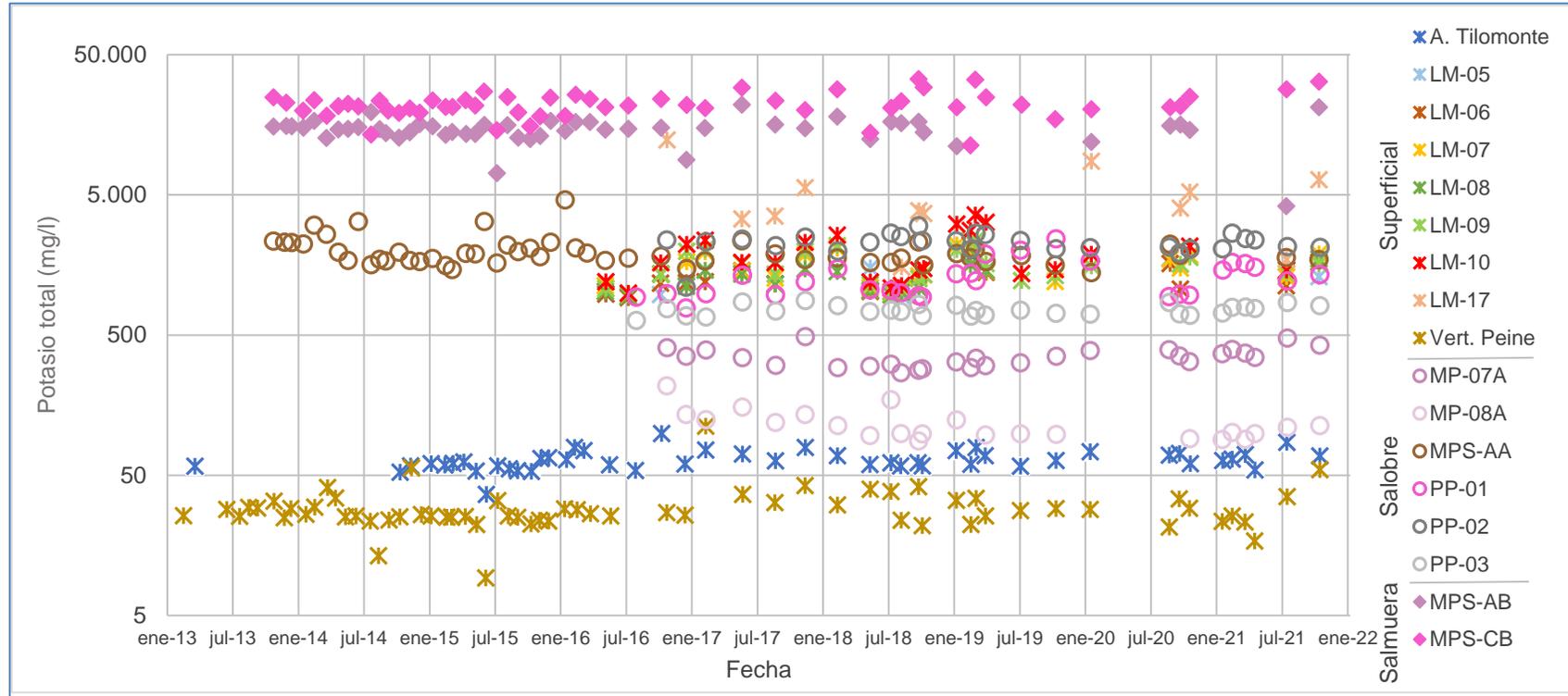
Figura 5-164 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	55	29	28	29	56	55
Min	244	438	381	468	460	478	480	192	181	251	360	206	319	319	250	356	220
P25	288	514	555	662	575	682	765	950	282	281	416	1.350	382	434	275	769	381
Mediana	304	587	644	750	687	862	874	1.196	304	298	452	1.444	421	466	284	916	430
P75	325	706	742	1.102	874	1.163	1.438	1.756	322	326	518	1.514	487	518	320	1.014	533
Max	368	759	1.100	1.312	1.235	1.632	1.780	2.510	401	432	675	2.160	544	670	458	2.109	1.778
RQ	37	192	187	440	299	481	673	806	40	45	102	164	105	84	45	245	152

Fuente: Elaboración propia

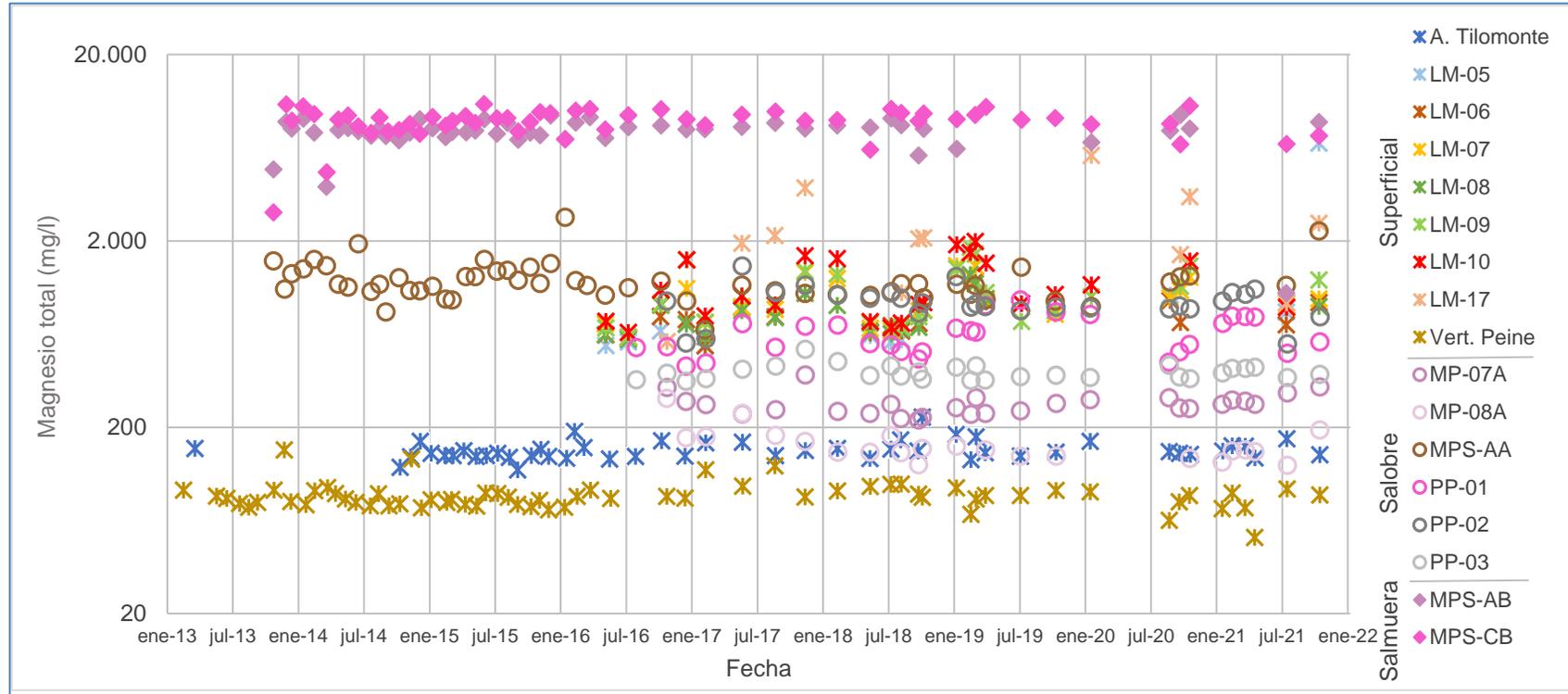
Figura 5-165 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	64	28	23	56	29	28	29	51	55
Min	37	942	923	981	946	977	998	1.532	9	269	88	1.392	781	1.100	636	4.155	11.310
P25	58	975	1.046	1.222	1.034	1.245	1.375	3.413	25	303	97	1.693	974	2.073	701	13.611	19.949
Mediana	62	1.144	1.162	1.433	1.360	1.551	1.650	3.945	26	347	101	1.833	1.220	2.334	750	14.960	21.695
P75	70	1.349	1.423	1.888	1.465	1.980	2.378	6.204	33	391	125	2.171	1.505	2.481	812	15.840	24.677
Max	99	1.773	1.944	2.202	1.873	2.368	3.596	12.358	112	487	218	4.598	2.430	3.005	883	22.020	33.520
RQ	12	374	377	666	431	735	1.003	2.791	8	88	28	478	531	408	111	2.229	4.728

Fuente: Elaboración propia

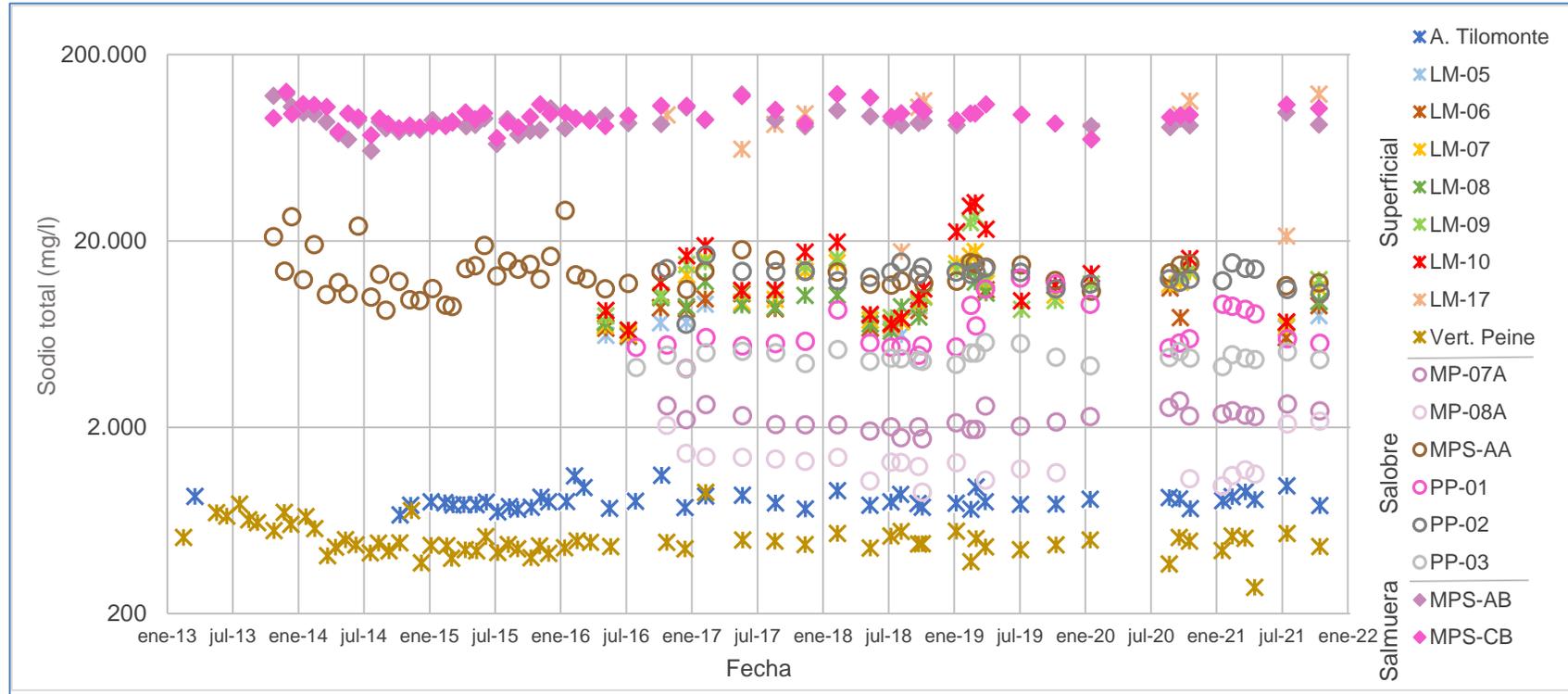
Figura 5-166 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	51	55
Min	118	544	549	603	593	609	646	577	51	219	125	666	426	560	354	1.049	2.842
P25	140	574	649	749	643	736	790	1.210	77	239	140	1.052	509	864	368	7.340	8.220
Mediana	146	657	730	901	776	930	1.011	2.062	84	266	151	1.170	575	925	384	7.938	8.950
P75	159	849	909	1.220	943	1.354	1.585	3.212	91	281	178	1.323	751	1.049	420	8.342	9.652
Max	227	6.697	1.216	1.470	1.320	1.851	1.986	5.745	151	382	286	2.676	963	1.468	525	9.478	10.849
RQ	19	275	260	471	300	618	795	2.002	14	42	38	271	242	185	52	1.002	1.432

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-167 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	51	56
Min	676	6.103	6.052	6.351	6.539	6.626	6.637	17.450	277	1.737	897	8.490	4.132	7.148	4.117	60.900	70.060
P25	761	6.519	7.037	7.933	7.539	8.249	8.464	65.978	445	2.013	1.101	11.608	5.453	12.193	4.519	81.400	85.486
Mediana	794	7.284	8.634	10.709	9.053	10.668	11.560	94.870	478	2.240	1.292	13.144	5.788	13.570	4.703	87.000	93.997
P75	846	9.055	10.080	13.713	10.362	14.406	18.830	110.488	530	2.451	1.381	14.958	8.741	14.160	5.025	91.162	102.442
Max	1.104	11.480	13.936	17.538	13.756	27.050	32.020	122.559	893	2.772	2.158	29.108	12.660	16.830	5.710	122.998	126.120
RQ	85	2.536	3.043	5.780	2.823	6.157	10.366	44.510	85	438	280	3.350	3.288	1.967	506	9.762	16.956

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Dentro de los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear se encuentran el boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr). En la Figura 5-168, Figura 5-169 y Figura 5-170 se presenta la gráfica de su variación temporal, junto con sus estadígrafos de la serie registrada de cada elemento, respectivamente.

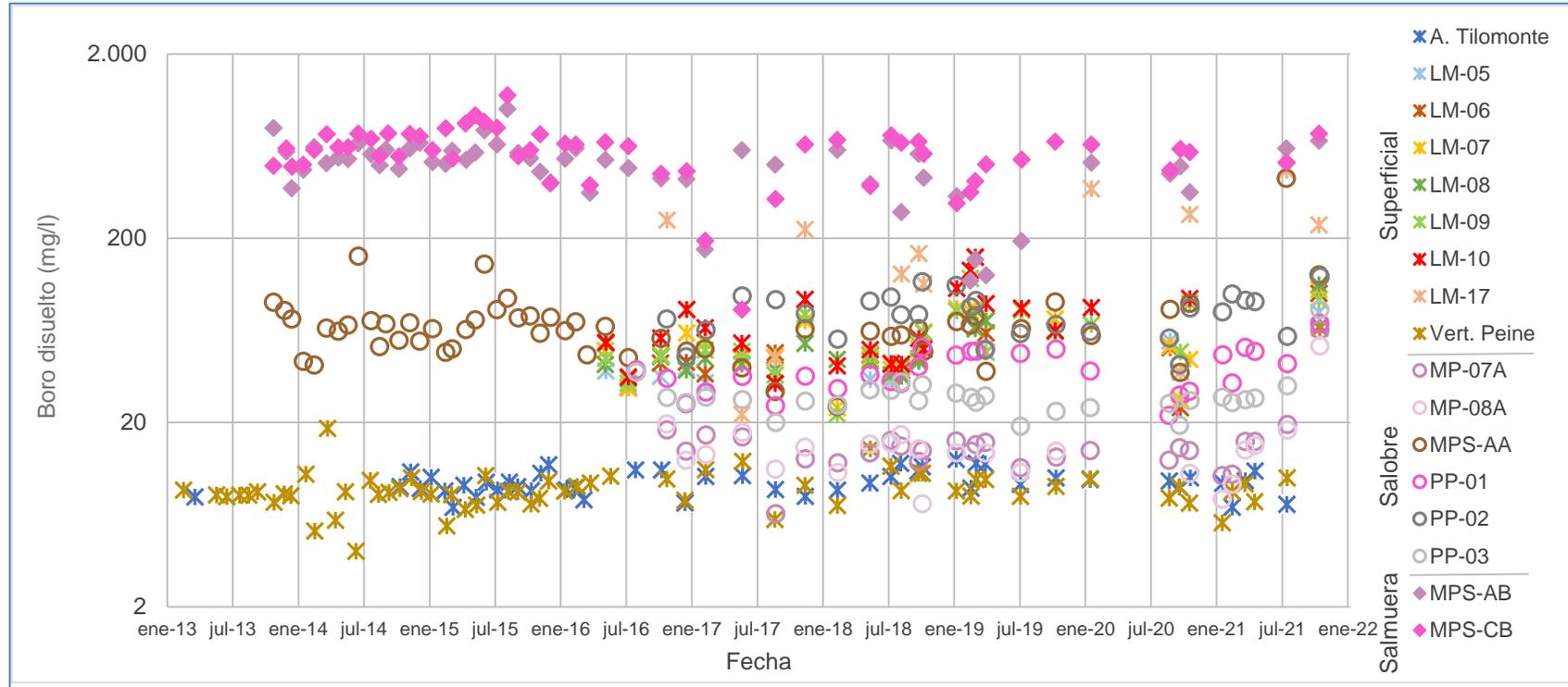
El boro y litio, en general son considerados elementos minoritarios, ya que en la mayoría de las aguas se encuentran en concentraciones muy pequeñas, sin embargo, en el Salar de Atacama, y en particular en la zona del Proyecto, la hidrogeología de la cuenca y los procesos de evaporación hacen que existan tanto en el acuífero como en la salmuera, contenidos considerables de boro y de litio. Así, para estos dos elementos, la evolución temporal que se observa es muy similar, con altos contenidos de boro y litio disueltos en las aguas profundas, y en menor concentración presentes en las aguas someras y superficiales.

El boro disuelto en las aguas profundas (salmuera) registra medianas entre 525 mg/l y 612 mg/l, aproximadamente. En las aguas someras y superficiales, las medianas de estos puntos no superan los 58 mg/l, salvo en LM-17, el que, dado que está inserto en el Núcleo, tiene concentraciones mayores con mediana de 194 mg/l. Los valores de 2021 se encuentran dentro del rango definido por los datos históricos, aunque en octubre se advierte un aumento en las concentraciones de las aguas salobres.

Las concentraciones de litio disuelto, en el caso de las aguas profundas, presentan valores de mediana entre 1.087 mg/l y 1.490 mg/l, aproximadamente. En el caso de las aguas someras y superficiales, éstas tienen medianas que van desde los 6,5 mg/l en MP-08A hasta 171,5 mg/l en PP-02. LM-17 presenta una mediana de 250,6 mg/l. Los puntos con las menores concentraciones de litio disuelto corresponden a Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con valores de mediana de 1,1 mg/l y 0,5 mg/l, respectivamente. Los valores de 2021 se encuentran dentro de los valores de variabilidad natural histórica.

El estroncio disuelto presenta un comportamiento diferente a los anteriores, donde las salmueras no difieren significativamente de las concentraciones de las aguas salobres y superficiales. Estos puntos de monitoreo tienen medianas que varían entre 2,59 mg/l (MP-07A) y 16,80 mg/l (MPS-AA), con los en Anterrepresa Tilomonte y Vertiente Peine con medianas de 2,81 mg/l y 2,57, respectivamente. Sólo en LM-17 el valor de la mediana es mayor, presentando concentraciones con mediana de 33,70 mg/l. Los valores de 2021 parecen aumentar con el tiempo, aunque se encuentran dentro del rango de valores definido por los datos históricos, salvo en el mes de octubre de 2021, donde se vislumbran variaciones por sobre y bajo los rangos para casi todas las muestras.

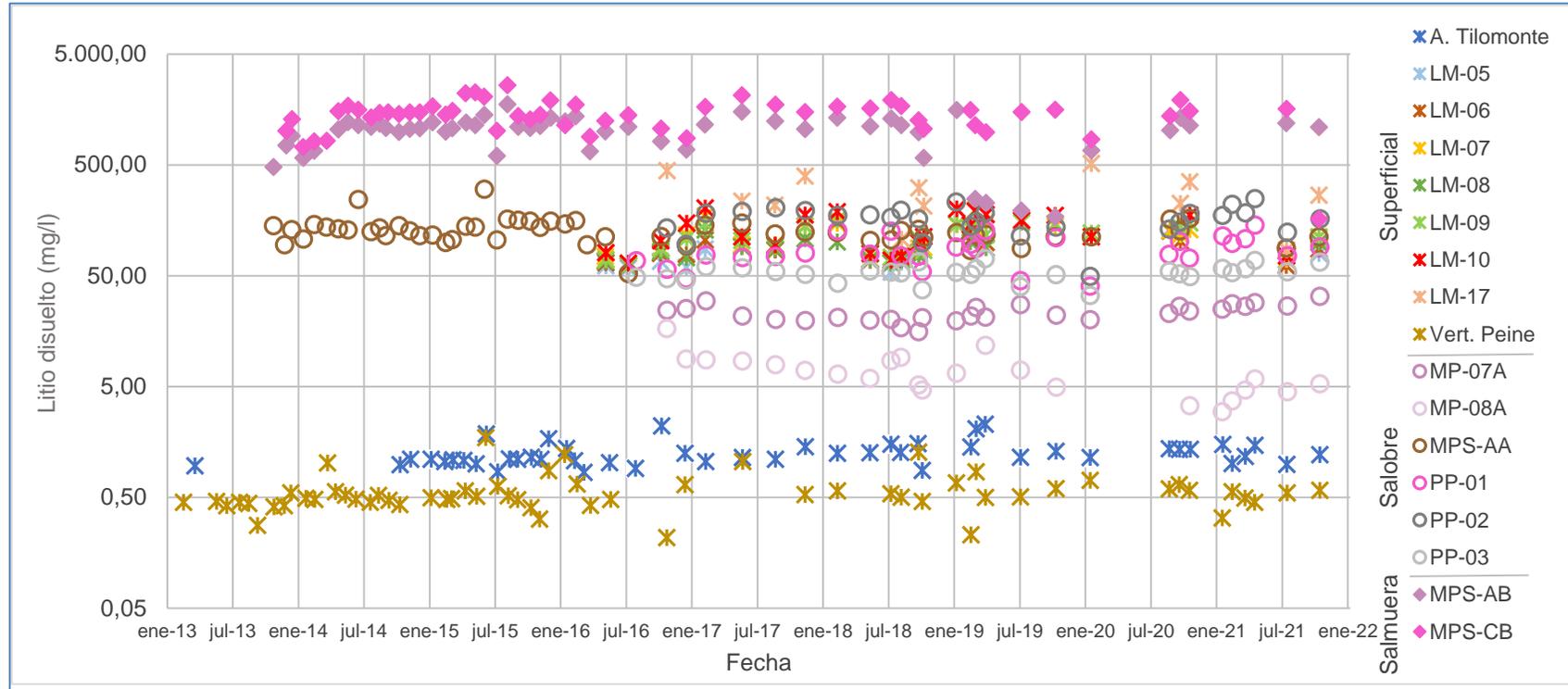
Figura 5-168 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	54	56
Min	7	0	0	0	35	0	0	22	4	6	7	24	22	41	19	118	82
P25	9	34	38	41	39	43	42	62	8	13	11	51	32	61	26	422	497
Mediana	9	36	44	50	43	50	58	194	8	14	14	65	38	79	27	525	612
P75	11	44	52	71	59	81	88	265	10	16	16	74	49	93	29	604	710
Max	67	80	101	106	112	157	158	466	65	64	52	423	69	124	82	1.006	1.193
RQ	2	10	14	30	20	38	46	203	2	3	5	23	17	32	3	182	213

Fuente: Elaboración propia

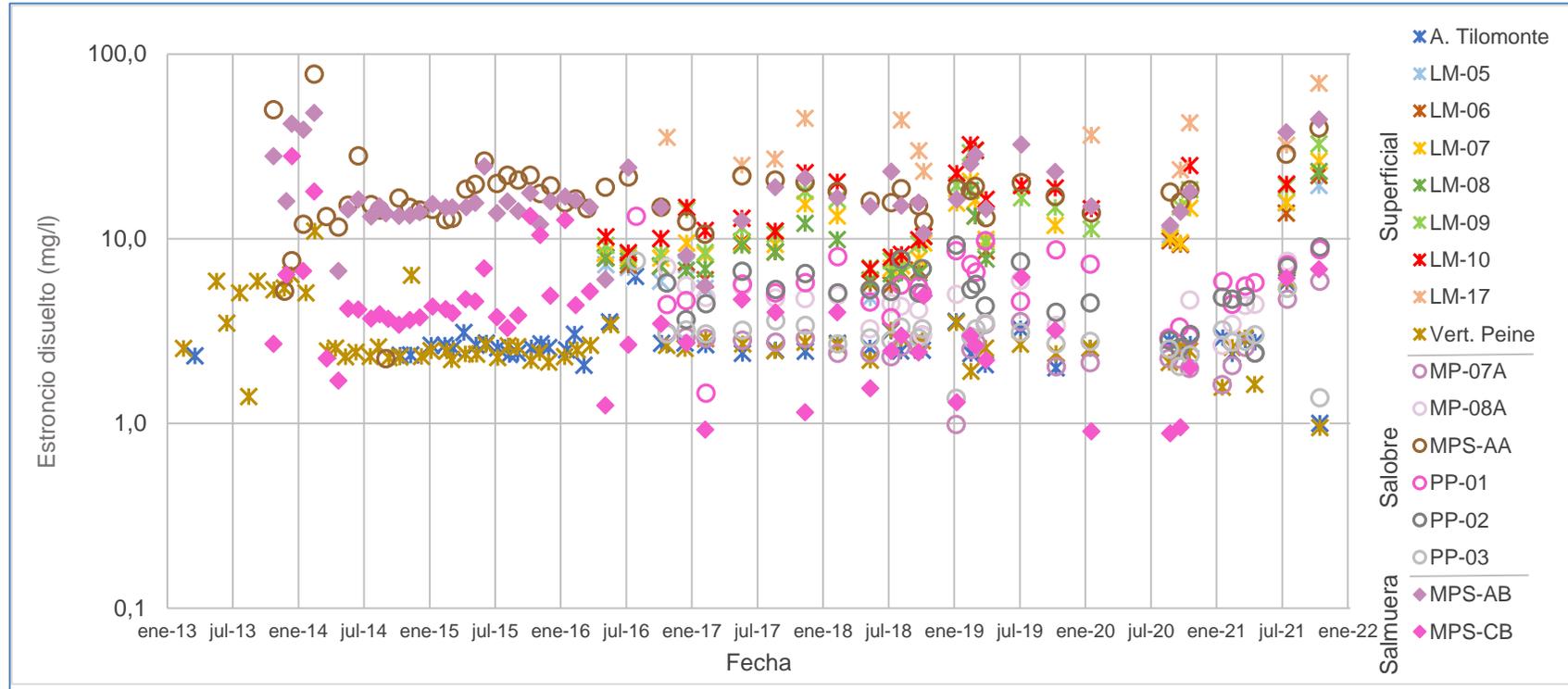
Figura 5-169 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	47	13	17	24	17	25	23	12	60	28	23	56	29	28	29	54	54
Min	0,8	54,0	61,4	64,3	61,7	62,0	64,8	85,1	0,2	15,6	3,0	52,3	40,3	49,2	33,2	170,0	162,4
P25	1,1	60,5	67,6	78,2	69,7	81,4	80,5	214,0	0,5	20,2	4,7	111,3	72,6	135,7	48,8	799,3	1.141,1
Mediana	1,1	68,1	81,2	110,1	87,0	110,8	112,0	250,6	0,5	22,5	6,5	124,5	78,2	171,5	53,6	1.087,4	1.490,0
P75	1,4	83,2	101,4	138,5	101,0	146,5	177,0	384,8	0,6	26,5	8,6	141,0	105,0	188,8	58,1	1.206,9	1.681,8
Max	2,3	132,0	126,0	172,0	129,0	196,0	204,0	515,0	1,7	32,5	16,7	300,8	143,0	248,0	71,2	1.756,2	2.621,4
RQ	0,3	22,7	33,8	60,3	31,3	65,1	96,5	170,8	0,1	6,3	3,9	29,7	32,4	53,1	9,3	407,6	540,7

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-170 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	65	28	23	56	29	28	29	55	56
Min	1,00	4,80	5,65	6,00	5,95	6,95	6,85	23,20	0,95	0,99	2,65	2,24	1,46	2,41	1,37	5,54	0,88
P25	2,42	5,75	6,69	7,95	6,64	8,84	10,04	25,50	2,31	2,24	3,53	14,30	4,48	4,35	2,73	13,90	2,51
Mediana	2,61	6,98	7,90	9,50	7,77	11,50	14,50	33,70	2,57	2,59	4,66	16,80	5,61	5,14	3,02	15,40	3,76
P75	2,79	10,10	9,68	15,20	11,00	18,25	20,30	43,53	2,89	2,92	5,52	20,06	7,28	6,62	3,26	21,30	4,86
Max	6,25	19,41	22,00	26,32	23,10	32,57	32,30	69,58	11,00	5,88	8,75	78,00	13,25	9,26	7,58	48,00	28,00
RQ	0,37	4,35	2,99	7,25	4,36	9,41	10,26	18,03	0,58	0,68	1,99	5,76	2,80	2,27	0,53	7,40	2,35

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios en trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En las Figura 5-171 a Figura 5-177 se muestran los gráficos temporales, con sus respectivas tablas de estadígrafos.

En general se observa para todos los elementos minoritarios totales, tendencias estables a lo largo del registro histórico, y, en particular, los datos correspondientes al año 2021 se encuentran dentro de rangos normales de variación. El aluminio, arsénico y hierro totales son elementos que se encuentran en bajas concentraciones en comparación con el boro total y el litio total.

En particular, en los meses de julio y octubre de 2021, todas las mediciones de aluminio total se encuentran bajo el nuevo límite de detección reportado por la ETFA. El aluminio total, en general, muestra concentraciones muy dispersas para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

El arsénico total, en el caso de las aguas profundas, presenta concentraciones características que van desde los 1,43 mg/l (P25, MPS-AB) a los 9,22 mg/l (P75, MPS-CB), rango similar al de LM-17, dada a su cercanía geográfica con el Núcleo. Para las muestras de aguas someras las concentraciones más altas de P75 ocurren en PP-02 con un valor de 4,55 mg/l, mientras que las aguas superficiales el P75 mayor es de 3,50 mg/l en LM-10. Si bien los valores de arsénico total parecen disminuir Durante el segundo semestre de 2021, estos se encuentran dentro de los rangos de variación natural.

El boro total, presenta el mismo comportamiento que el boro disuelto. Las aguas profundas (salmuera) presenta las mayores concentraciones históricas, muy por sobre el resto de los puntos de monitoreo, con medianas de 580 mg/l para MPS-AB y 670 mg/l para MPS-CB. Las aguas superficiales muestran concentraciones con medianas por sobre 40 mg/l y hasta 67 mg/l, a excepción de los puntos de monitoreo Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con medianas prácticamente de 10 mg/l, y LM-17 con 206 mg/l de mediana. Salvo en el mes de octubre de 2021 fundamentalmente para las aguas salobres de PP-03, MP-07A, MP-08A y las muestras de agua superficial de Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, los valores se encuentran dentro de los rangos definidos por los valores históricos.

El hierro total, es el elemento que muestra menor concentración en relación con los demás elementos minoritarios analizados para el Sector. Además, presenta una gran dispersión de valores para cada punto de monitoreo y se evidencia que en el periodo completo de análisis

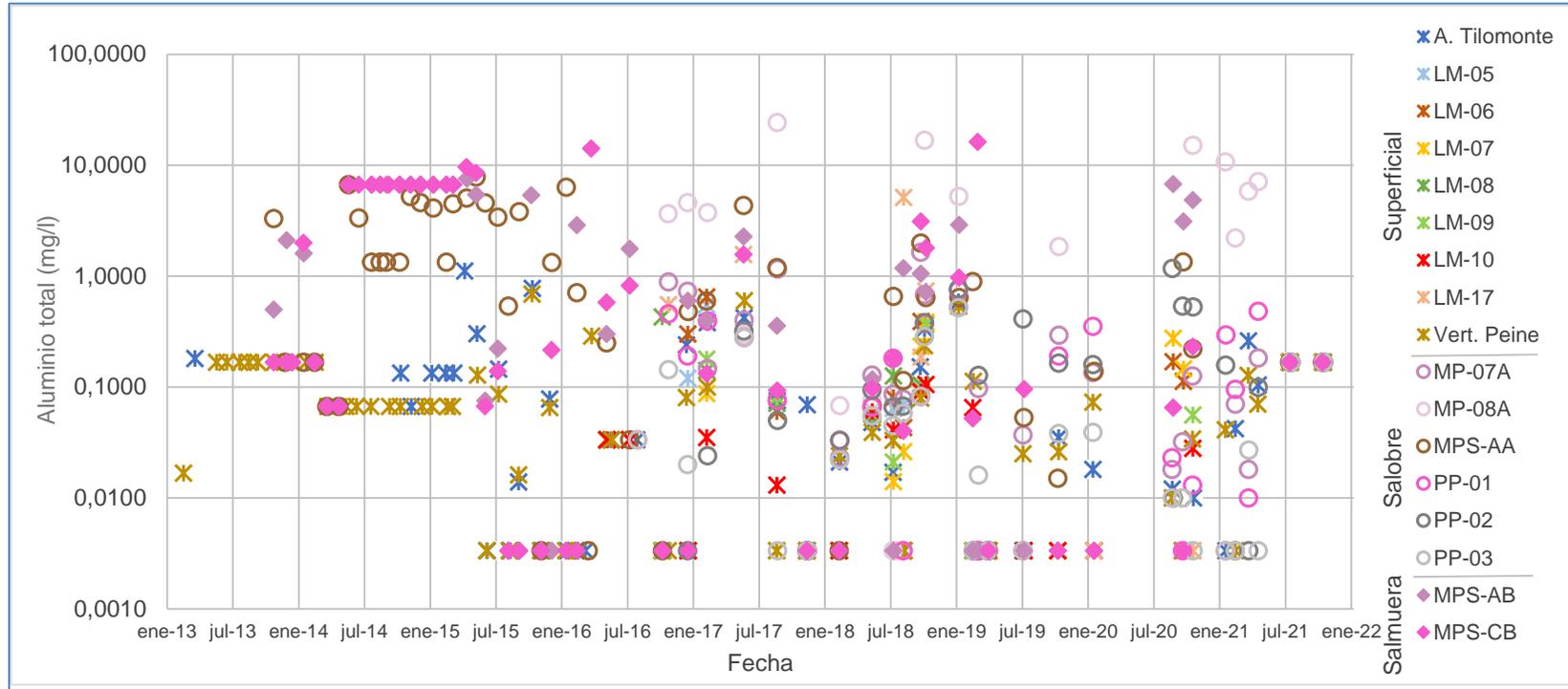
este parámetro ha tenido diferentes límites de detección, relacionado con cambios de laboratorio y técnicas de análisis, lo que no permite hacer un análisis de mayor detalle de su comportamiento.

De la variación temporal del litio total, se puede señalar que presenta el mismo comportamiento que el litio disuelto. Son las aguas profundas las que presentan concentraciones mayores de litio, con valores de mediana entre 1.190 mg/l y 1.582 mg/l para MPS-AB y MPS-CB, respectivamente. Las aguas someras, presentan menos dispersión de concentraciones, que van desde los 7,3 mg/l a los 178,5 mg/l de mediana. Destaca la concentración de los puntos Anterepresa Tilomonte y Vertiente Peine, con valores de mediana de 1,4 mg/l y 0,5 mg/l, respectivamente, siendo más bajos que los registrados en las muestras lagunares (69,4 mg/l a 137,0 mg/l, con LM-17 con mediana de 286,0 mg/l). Los valores de 2021 se encuentran dentro del rango de variación natural, salvo en MPS-CB en el mes de octubre.

Las concentraciones de silicio total son mayores en aguas someras, con medianas que varían desde los 24,05 mg/l en MPS-AA, hasta los 48,70 mg/l en MP-08A. Esto contrasta con las medianas alcanzadas en las salmueras, las que no superan los 4 mg/l. Las aguas superficiales tienen medianas cercanas a los 34 mg/l, salvo en LM-17, donde ésta tiene un valor de 15,5 mg/l. Los valores de 2021 están dentro del rango del registro histórico, salvo para la muestra de octubre de LM-05.

Para el estroncio total las salmueras no difieren significativamente de las concentraciones de las aguas salobres y superficiales. Para estos últimos las medianas varían entre 2,7 y 2,8 mg/l (en Anterepresa Tilomonte, Vertiente Peine y, prácticamente, MP-07A) hasta 18,7 mg/l (MPS-AA). Sólo en LM-17 el valor de la mediana es mayor, presentando concentraciones con mediana de 36,2 mg/l.

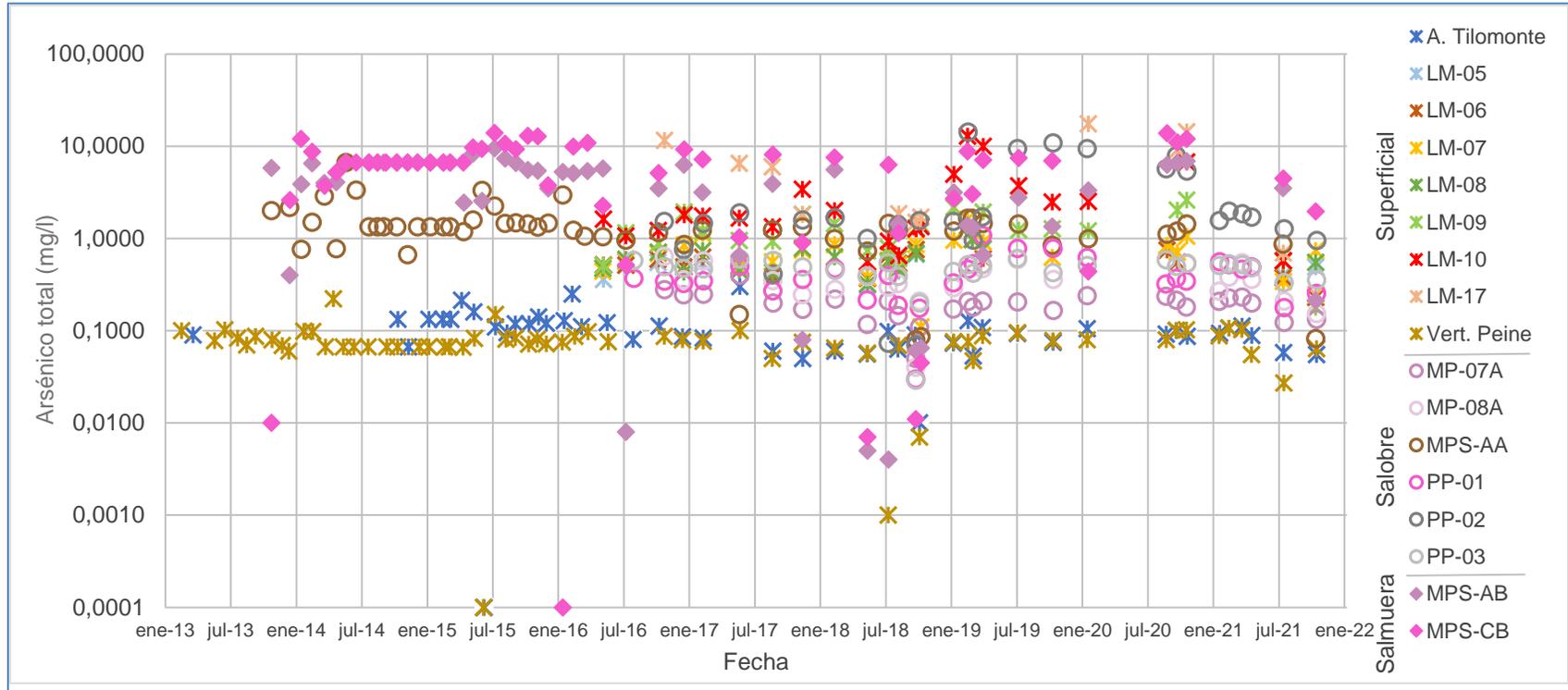
Figura 5-171 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	12	16	22	16	23	20	12	62	28	21	54	29	25	28	54	55
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,033	0,033	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,017	0,025	0,072	0,067	0,007	0,029	0,003	0,003	0,040
Mediana	0,045	0,067	0,070	0,020	0,033	0,003	0,021	0,167	0,067	0,127	2,200	0,640	0,082	0,127	0,025	0,449	0,167
P75	0,163	0,155	0,168	0,151	0,121	0,081	0,055	0,689	0,167	0,373	6,485	3,308	0,287	0,350	0,076	5,380	6,667
Max	1,107	0,548	0,649	0,385	0,428	0,365	0,167	5,100	0,687	1,640	24,300	7,823	0,748	1,170	0,516	7,543	16,200
RQ	0,160	0,122	0,135	0,148	0,118	0,078	0,052	0,686	0,150	0,348	6,413	3,241	0,280	0,321	0,073	5,377	6,627

Fuente: Elaboración propia

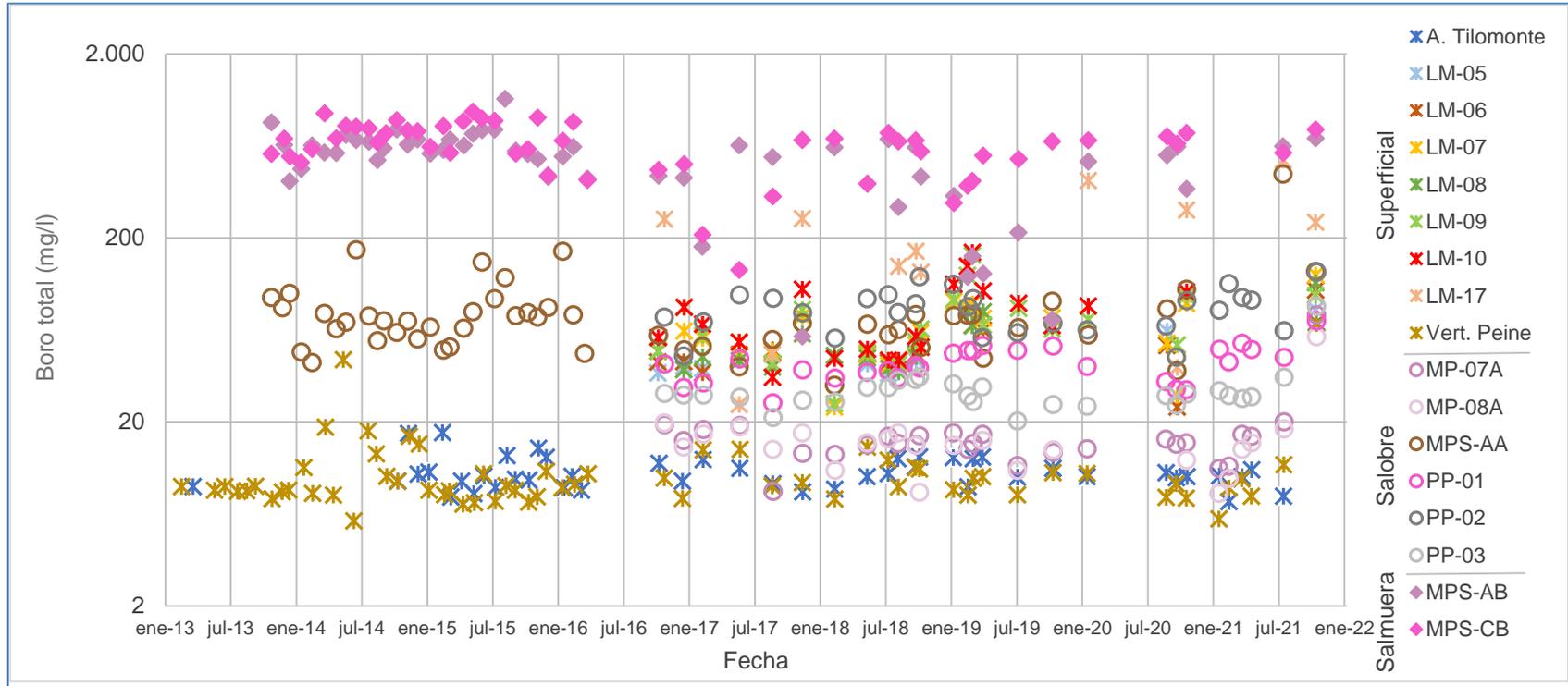
Figura 5-172 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	23	22	12	63	28	23	55	29	28	29	54	55
Min	0,0001	0,3100	0,2290	0,1100	0,3200	0,1790	0,5600	0,2460	0,0001	0,0500	0,0400	0,0800	0,0300	0,0700	0,0290	0,0040	0,0001
P25	0,0735	0,4195	0,4400	0,5263	0,4550	0,7860	1,1786	1,5500	0,0667	0,1670	0,2680	0,9900	0,2950	1,0688	0,4225	1,4275	2,7100
Mediana	0,0966	0,5350	0,5350	0,7265	0,5961	1,2100	1,7100	3,9250	0,0760	0,2065	0,3563	1,3333	0,3700	1,5750	0,4931	4,5780	6,6667
P75	0,1219	0,6192	0,6460	0,9050	0,7555	1,8300	3,4950	10,9919	0,0871	0,2305	0,5300	1,4674	0,5100	4,5450	0,5350	6,6667	9,2200
Max	0,3000	0,8250	0,9800	1,6100	1,3800	2,6000	12,9000	17,5000	0,2210	0,4000	0,6389	6,6667	1,0800	14,2000	0,6100	9,4700	13,9400
RQ	0,0484	0,1997	0,2060	0,3787	0,3005	1,0440	2,3164	9,4419	0,0204	0,0635	0,2620	0,4774	0,2150	3,4762	0,1125	5,2392	6,5100

Fuente: Elaboración propia

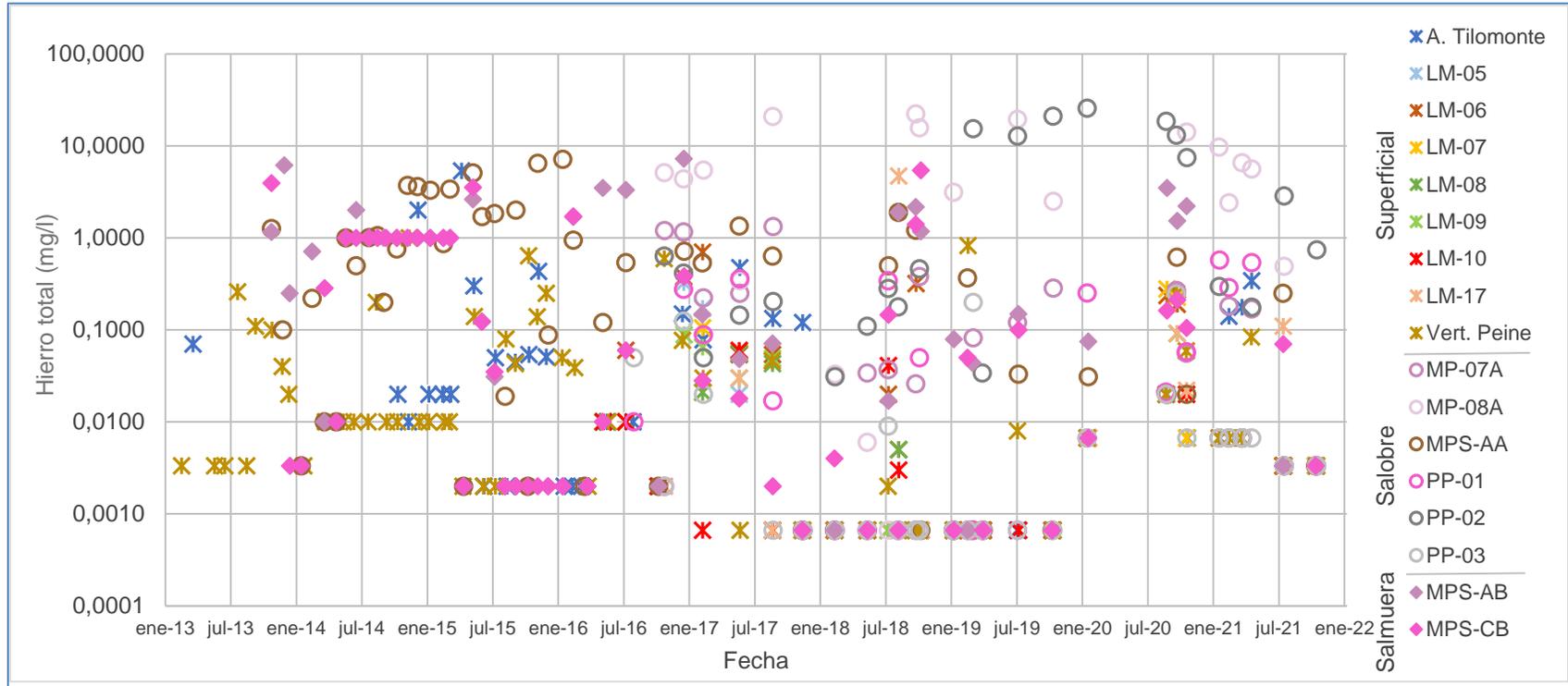
Figura 5-173 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	47	11	15	22	15	23	21	12	64	28	23	54	28	28	28	54	53
Min	7	0	0	0	37	0	0	25	6	8	8	32	25	45	20	58	134
P25	9	37	39	45	40	48	47	67	8	14	12	56	35	64	26	423	546
Mediana	10	40	46	55	45	64	67	206	9	15	15	70	41	83	28	580	670
P75	13	46	52	78	67	84	103	276	11	17	17	83	49	95	31	650	770
Max	70	82	104	126	114	161	167	529	69	77	58	445	71	131	85	1.141	972
RQ	4	9	13	33	27	36	56	209	3	3	5	27	14	31	5	227	224

Fuente: Elaboración propia

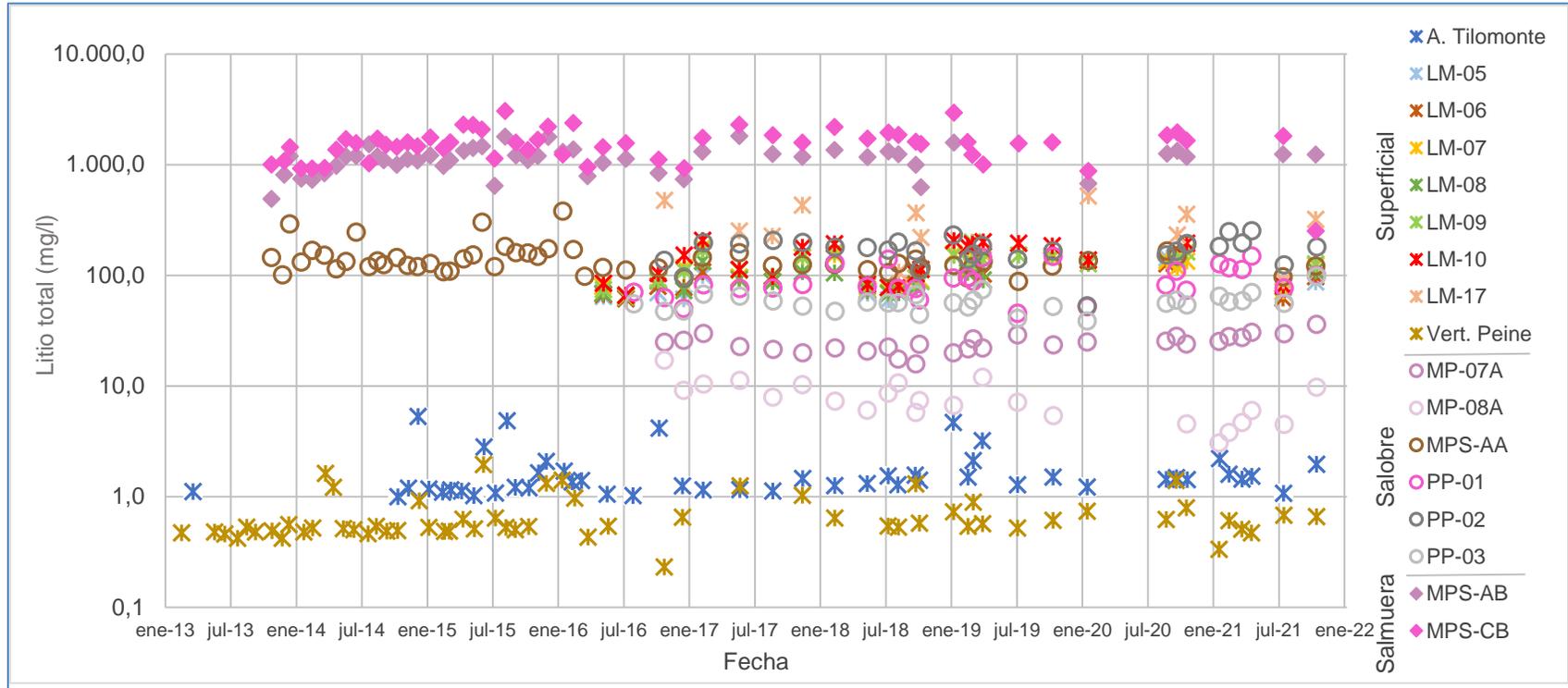
Figura 5-174 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	22	16	25	22	12	64	28	23	55	28	26	28	54	52
Min	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
P25	0,0013	0,0007	0,0027	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0023	0,0033	0,0060	0,0033	0,0007	0,0460	0,0007	0,0030	0,0020
Mediana	0,0100	0,0033	0,0200	0,0007	0,0013	0,0007	0,0007	0,0050	0,0100	0,0355	3,1400	0,3680	0,0083	0,2895	0,0033	0,1485	0,0550
P75	0,0990	0,0200	0,2130	0,0100	0,0100	0,0150	0,0075	0,0765	0,0568	0,2433	9,7200	1,2100	0,2518	8,8100	0,0084	1,1650	1,0000
Max	5,3280	0,3260	0,7030	0,2780	0,0560	0,0910	0,0600	4,7100	1,0000	1,3300	22,3000	7,1460	0,5760	25,6000	0,2470	7,2360	5,4100
RQ	0,0977	0,0193	0,2103	0,0093	0,0093	0,0143	0,0068	0,0758	0,0545	0,2400	9,7140	1,2067	0,2511	8,7640	0,0077	1,1620	0,9980

Fuente: Elaboración propia

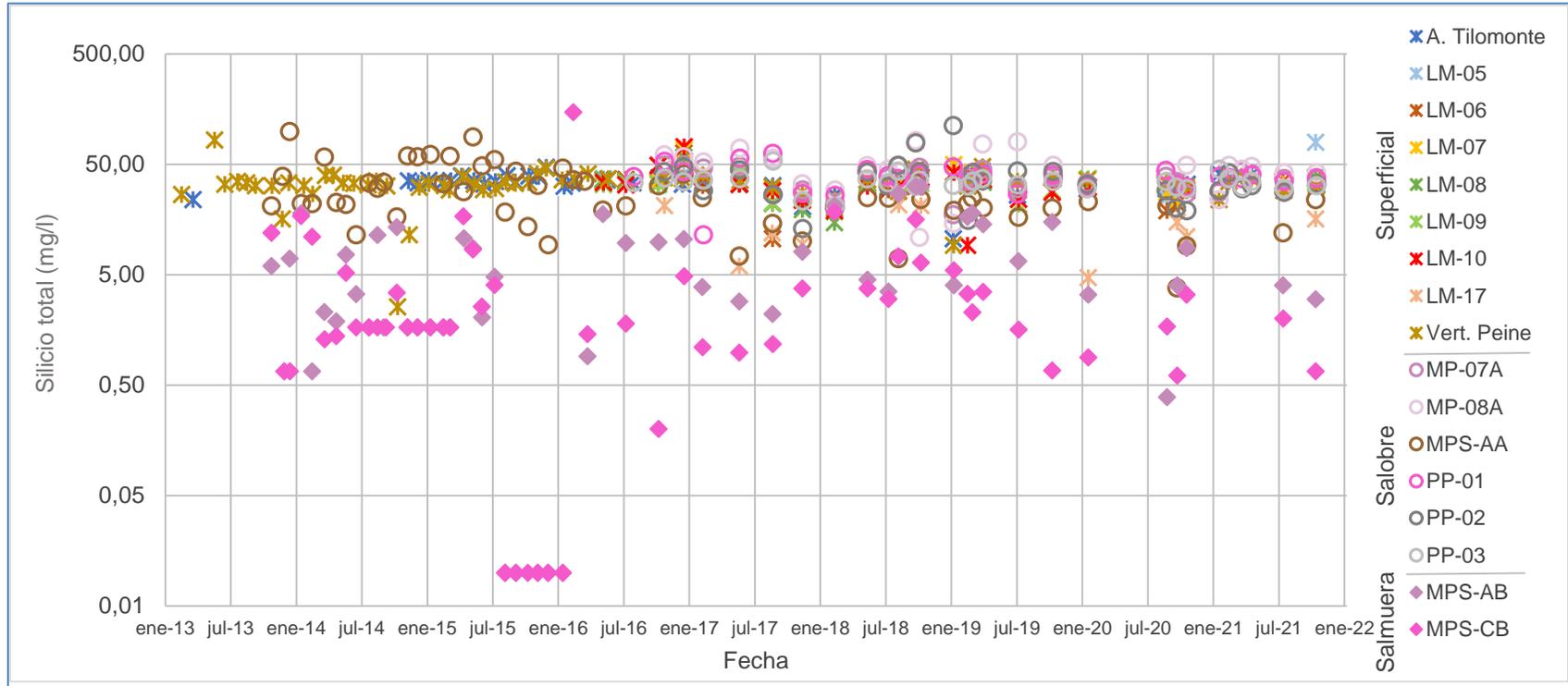
Figura 5-175 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	49	13	17	24	17	25	23	12	60	28	23	56	29	28	29	51	56
Min	1,0	60,0	61,5	64,6	66,3	63,5	65,9	89,1	0,2	15,8	3,1	88,1	45,4	53,1	38,8	489,0	251,9
P25	1,2	63,6	73,7	82,3	71,4	84,0	84,5	220,8	0,5	21,8	5,4	117,3	74,8	143,3	51,9	974,0	1.226,8
Mediana	1,4	69,4	83,1	114,1	88,7	126,2	137,0	286,0	0,5	24,4	7,3	128,0	82,0	178,5	56,4	1.190,0	1.582,0
P75	1,6	97,5	105,0	145,0	107,0	150,5	193,0	414,8	0,7	27,8	10,3	152,8	115,0	196,8	62,2	1.312,0	1.836,5
Max	5,3	144,0	155,0	178,0	133,0	199,0	207,0	519,0	2,0	36,1	17,1	380,6	149,0	252,0	97,9	1.812,0	3.045,7
RQ	0,4	33,9	31,3	62,7	35,6	66,5	108,5	194,0	0,2	6,0	4,9	35,5	40,2	53,5	10,3	338,0	609,7

Fuente: Elaboración propia

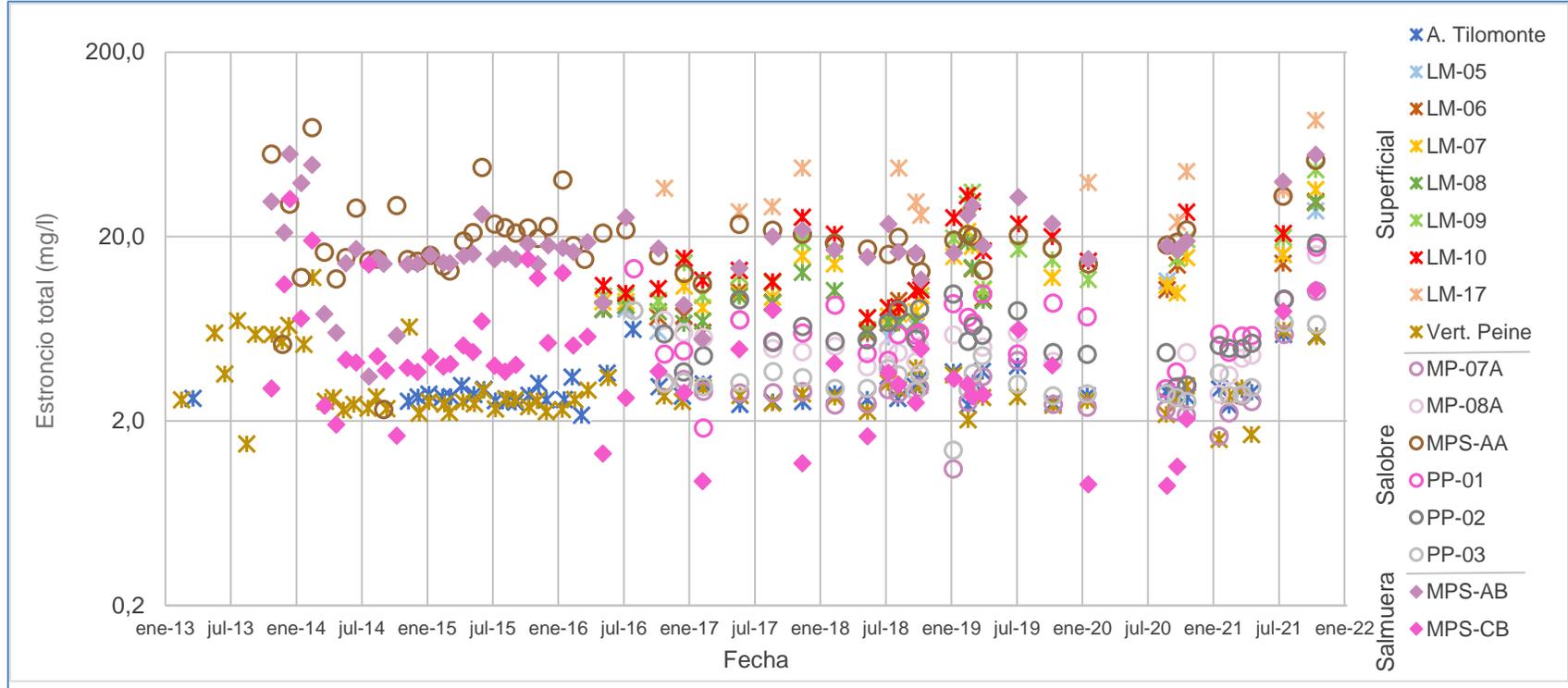
Figura 5-176 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	47	13	17	24	17	24	23	12	65	28	23	56	29	28	29	53	55
Min	10,60	25,00	10,60	20,90	14,80	18,60	9,25	4,70	2,56	17,50	10,90	3,80	11,50	13,10	20,90	0,01	0,01
P25	32,00	32,35	30,50	29,25	31,55	29,23	28,70	9,85	31,00	31,08	35,10	19,13	34,00	28,25	31,30	1,67	0,99
Mediana	34,60	34,10	34,70	34,90	34,70	32,77	32,00	15,50	34,00	38,00	48,70	24,05	38,70	33,00	34,70	4,00	1,67
P75	38,71	40,85	36,20	37,80	39,10	36,50	37,90	21,43	37,00	44,78	58,70	35,92	42,55	42,95	36,95	10,62	4,02
Max	47,07	79,00	63,19	67,34	57,69	42,30	72,11	35,20	83,00	49,22	82,10	99,00	62,90	112,00	53,60	31,60	148,53
RQ	6,71	8,50	5,70	8,55	7,55	7,27	9,20	11,58	6,00	13,70	23,60	16,79	8,55	14,70	5,65	8,95	3,03

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-177 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Peine



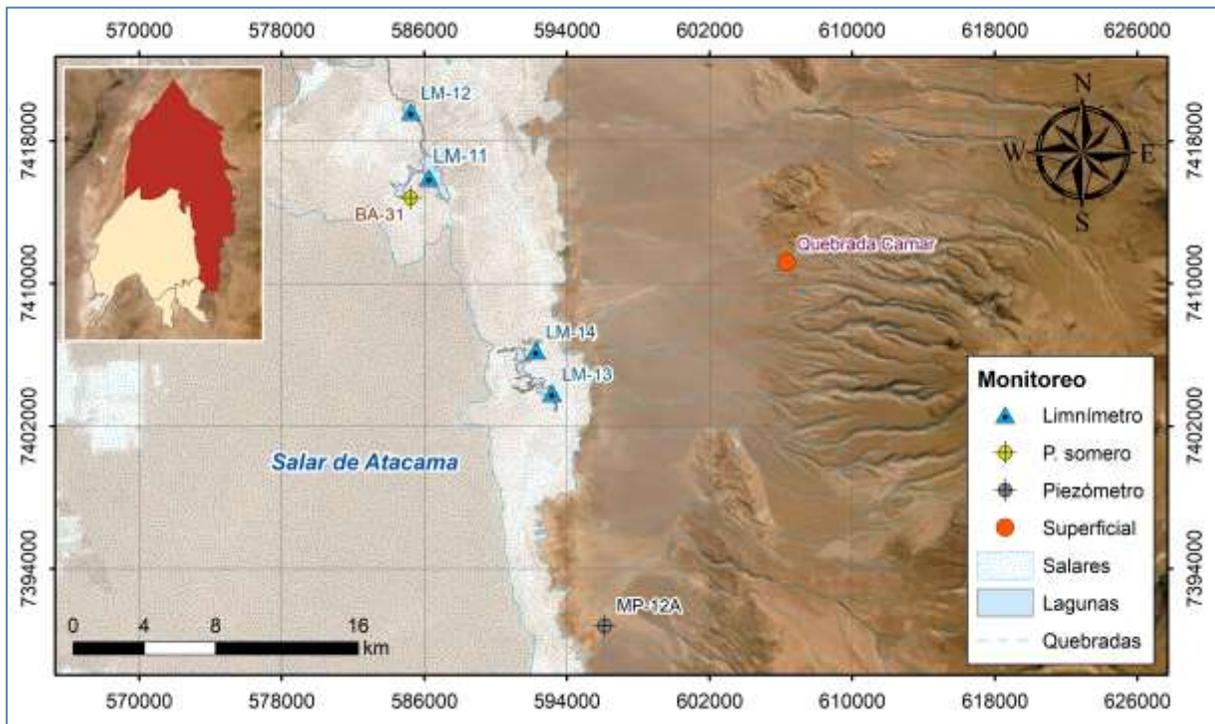
	A. Tilomonte	LM-05	LM-06	LM-07	LM-08	LM-09	LM-10	LM-17	Vert. Peine	MP-07A	MP-08A	MPS-AA	PP-01	PP-02	PP-03	MPS-AB	MPS-CB
N° Datos	48	13	17	24	17	25	23	12	64	28	23	56	29	28	29	56	56
Min	2,1	5,7	6,0	6,3	6,2	7,3	7,3	24,0	1,5	1,1	2,8	2,3	1,8	3,1	1,4	3,5	0,9
P25	2,6	6,1	7,1	8,9	6,9	9,5	10,3	27,7	2,4	2,4	4,4	15,0	4,6	4,8	2,8	14,3	2,7
Mediana	2,8	7,3	8,8	10,1	8,5	12,3	14,7	36,2	2,7	2,8	4,9	18,7	5,9	5,5	3,2	16,5	4,0
P75	3,2	10,7	11,9	15,6	11,5	19,0	23,4	46,6	3,2	3,1	6,0	22,1	7,9	7,6	3,6	21,5	5,6
Max	6,3	27,5	30,9	35,9	30,5	46,1	33,3	85,4	12,0	10,1	15,9	78,0	17,5	18,4	8,0	56,0	32,0
RQ	0,6	4,6	4,8	6,7	4,6	9,5	13,1	18,9	0,8	0,7	1,6	7,1	3,3	2,8	0,8	7,2	2,9

Fuente: Elaboración propia

5.8.3 Sector Norte y Borde Este

La distribución de los puntos de monitoreo del sector Norte y Borde Este se presenta en la Figura 5-178.

Figura 5-178 Localización puntos de monitoreo Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Es relevante indicar que durante el 2021 no se pudo llevar a cabo el muestreo en algunos puntos debido a que no se contó con autorizaciones desde la CONAF y de la Comunidad para acceder a este sector (Tabla 5-61).

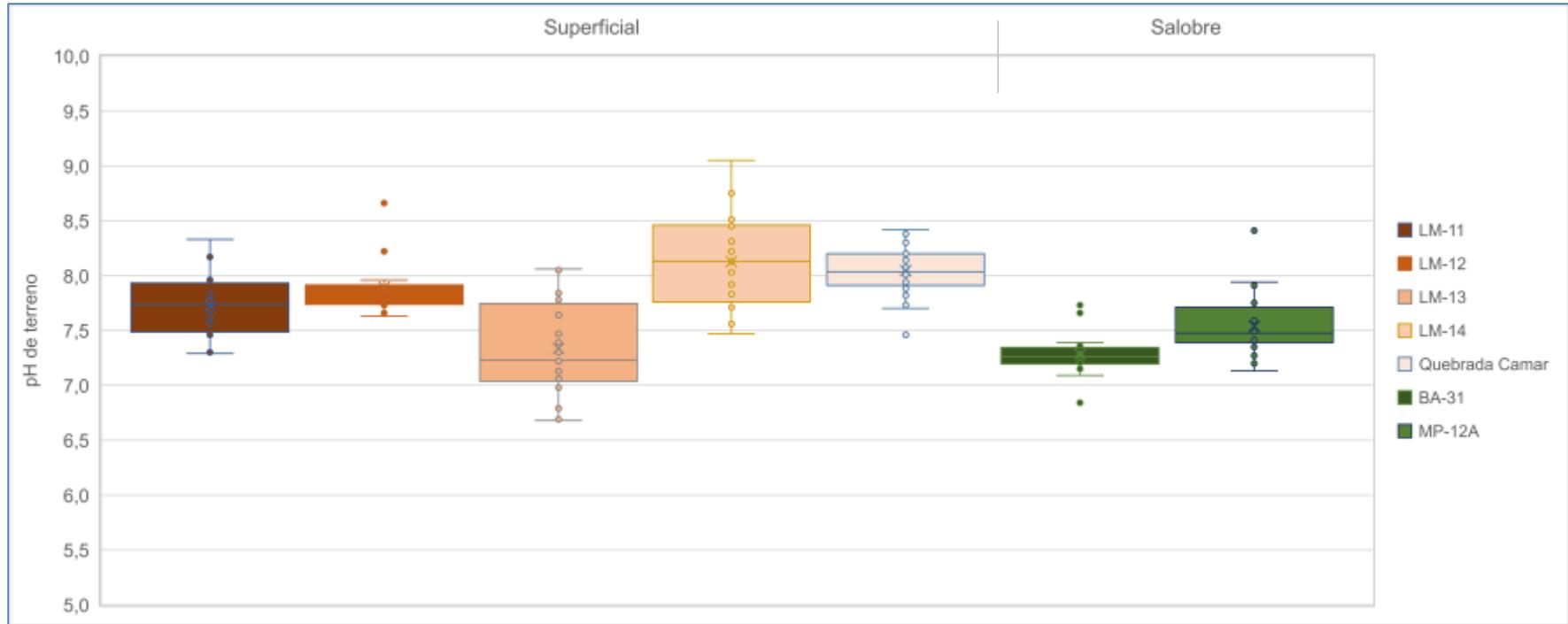
Parámetros Físico Químicos in situ

pH *in situ*

En la Figura 5-179 se presenta la variación espacial del pH medido *in situ*, tanto para aguas superficiales, puntos LM, como para las aguas subterráneas salobres, MP-12A y BA-31.

En este sector no se aprecian diferencias significativas de pH entre aguas superficiales y subterráneas, por cuanto todas se presentan, en términos de las medianas, en el rango entre 7,2 (LM-13) y 8,1 (LM-14), tendiendo a presentar aguas neutras a básicas.

Figura 5-179 Diagrama de Caja, pH in situ histórico, Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	7,29	7,63	6,68	7,47	7,46	6,84	7,13
P25	7,49	7,74	7,04	7,76	7,91	7,20	7,39
Mediana	7,74	7,86	7,23	8,13	8,04	7,26	7,48
P75	7,93	7,92	7,75	8,46	8,20	7,35	7,71
Max	8,33	8,66	8,06	9,05	8,42	7,73	8,41
RQ	0,44	0,18	0,71	0,70	0,29	0,15	0,32

Fuente: Elaboración propia

Conductividad Eléctrica *in situ*

A diferencia del pH, la Conductividad Eléctrica (CE) muestra una marcada diferencia entre las aguas de lagunas y de vertientes, e incluso con las aguas subterráneas (Figura 5-180).

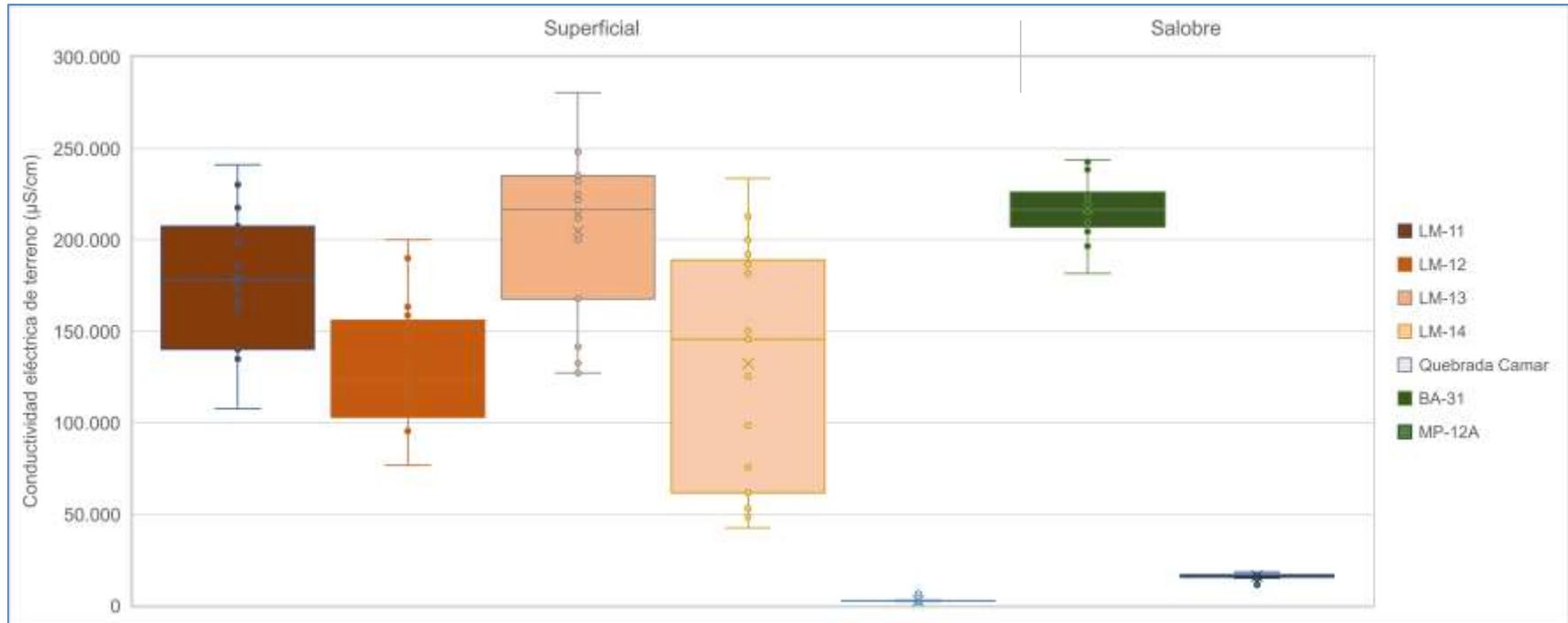
Los valores más altos de CE se registran en las lagunas (puntos LM-XX) con medianas variables entre 123.750 $\mu\text{S/cm}$ (LM-12) hasta los 216.500 $\mu\text{S/cm}$ (LM-13). Estas aguas, al presentar CE más altas con relación a las otras muestras en este sector, indican mayores contenidos de sales, lo que resulta ser concordante con el proceso de evaporación, el cual concentra las sales presentes en el agua, además de indicar que estos puntos se encuentran más cerca del Núcleo. Para la Quebrada Camar se tienen conductividades mucho menores, donde la mediana es de 2.579 $\mu\text{S/cm}$.

Para las muestras de agua subterránea somera (MP-12A) los valores son intermedios, aunque bajos, presentando una mediana de 16.290 $\mu\text{S/cm}$. En el pozo BA-31, sin embargo, se advierte un valor de mediana de 216.432 $\mu\text{S/cm}$, similar a las de las aguas lagunares (superficiales).

Sólidos Disueltos Totales *in situ*

El comportamiento de los sólidos disueltos totales en la Figura 5-181, es similar, como es de esperar dada su relación directa, al de la CE *in situ*. Las aguas de las lagunas presentan valores significativamente más altos que el de la Quebrada Camar. Como se aprecia en la gráfica de cajas, el rango de SDT *in situ* varía entre 34.801 mg/l (LM-14, valor mínimo de P25) y 121.975 mg/l (LM-13, valor máximo de P75) para las aguas de las lagunas, y entre 1.263 mg/l y 1.339 mg/l en la Quebrada Camar (P25 y P75, respectivamente). Los SDT de MP-12A son intermedios, aunque bajos, con valores entre 7.860 mg/l y 8.523 mg/l (P25 y P75, respectivamente). En BA-31 el valor de la mediana es 107.200 mg/l, valor comparable a las de las lagunas.

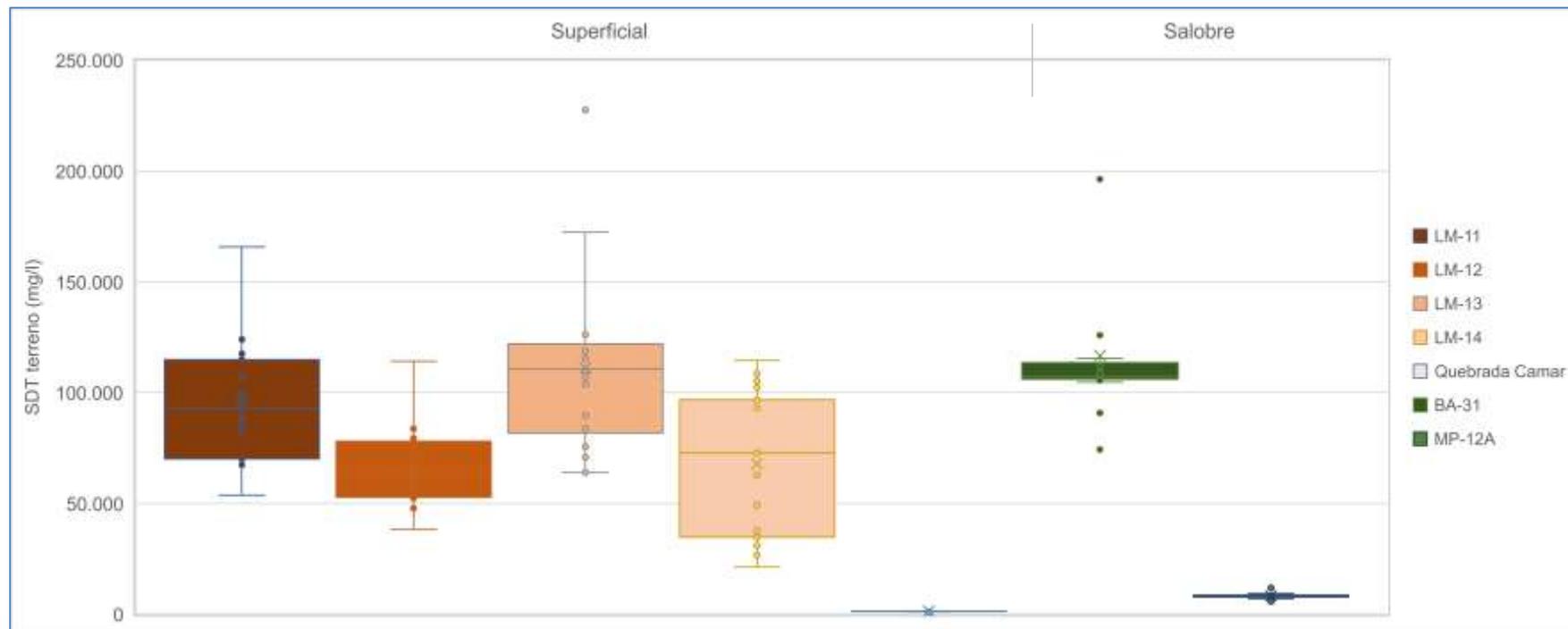
Figura 5-180 Diagrama de Caja, Conductividad Eléctrica in situ histórico ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	15	18	19	19	46	17	27
Min	107.600	76.700	127.200	42.520	1.854	181.600	11.410
P25	140.050	103.000	167.700	61.650	2.517	207.050	15.670
Mediana	178.100	123.750	216.500	145.700	2.579	216.410	16.290
P75	207.500	156.075	235.117	189.019	2.691	226.205	16.760
Max	241.100	200.000	280.500	233.600	6.470	243.693	18.349
RQ	67.450	53.075	67.417	127.369	174	19.155	1.090

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-181 Diagrama de Caja, SDT *in situ* histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	15	18	18	19	46	17	27
Min	53.770	38.350	63.920	21.260	928	74.380	5.709
P25	70.100	52.805	81.810	34.801	1.263	106.000	7.860
Mediana	93.150	63.480	110.850	72.780	1.292	107.200	8.183
P75	114.900	78.085	121.975	96.770	1.339	113.600	8.523
Max	165.800	114.200	227.600	114.500	3.235	198.575	11.882
RQ	44.800	25.280	40.165	61.969	76	7.600	663

Fuente: Elaboración propia

Oxígeno Disuelto *in situ*

Los registros de oxígeno disuelto (O.D.) se entregan en la Figura 5-182 junto con los estadígrafos respectivos. Respecto de este parámetro cabe indicar que las mediciones se realizan en las lagunas a partir de diciembre de 2016, y la Quebrada Camar posee mayores registros, desde 2013.

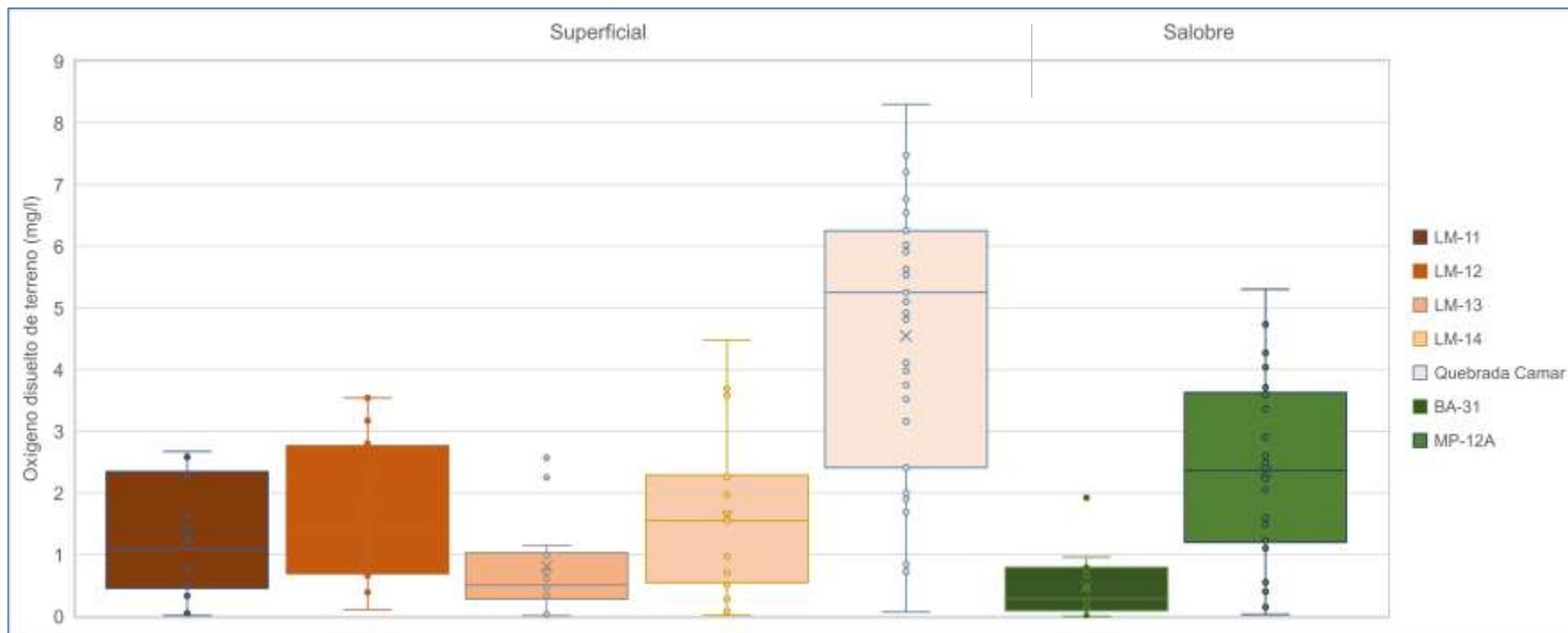
Para la Quebrada Camar, el oxígeno disuelto varía entre 0,07 mg/l y 8,3 mg/l, mostrando una gran dispersión entre los valores. En términos de los valores de las medianas, estas se encuentran en torno a 5 mg/l. Las lagunas presentan concentraciones en general por debajo de los 4,5 mg/l.

Para el pozo MP-12A, las concentraciones de O.D. varían entre 0,03 mg/l hasta los 5,3 mg/l. Las muestras obtenidas desde el pozo BA-31 tienen un valor de P75 de 0,8 mg/l.

Temperatura *in situ*

En cuanto a la temperatura del agua se aprecia en la Figura 5-183 que, considerando toda la data de registros, para el punto LM-14, los valores varían entre 12,6°C y los 34,90 °C; mientras que el resto de los puntos asociados a las lagunas presentan rangos entre los 9,40°C (LM-11) y 32,7°C (LM-13). Para la Quebrada Camar los valores van desde 16,9°C a 29,30°C. Para el pozo MP-12A, la mediana es de 23,23°C, mientras que en BA-31 esta es de 20,40 mg/l.

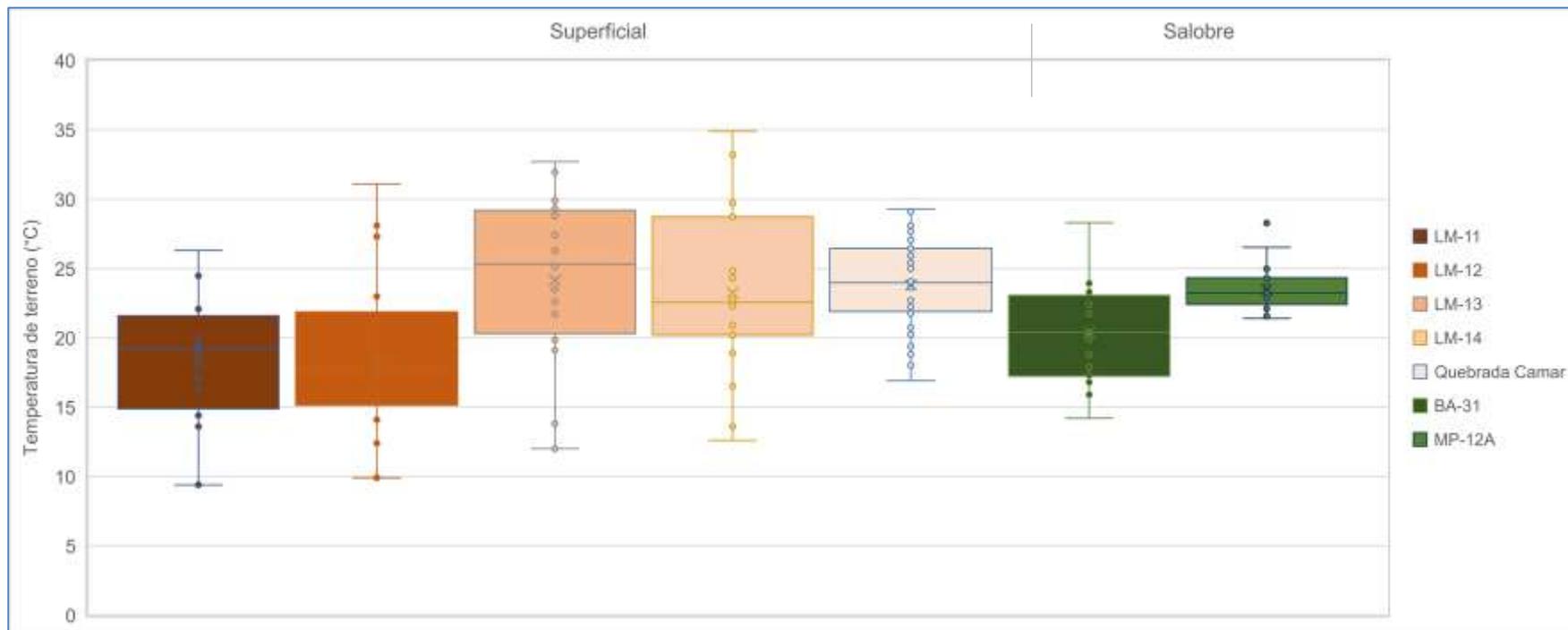
Figura 5-182 Diagrama de Caja, Oxígeno Disuelto O.D. *in situ* histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	14	16	18	17	39	15	26
Min	0,01	0,11	0,01	0,02	0,07	0,00	0,03
P25	0,45	0,69	0,28	0,55	2,41	0,09	1,20
Mediana	1,09	1,39	0,51	1,55	5,25	0,29	2,36
P75	2,35	2,77	1,03	2,29	6,25	0,79	3,63
Max	2,67	3,54	2,57	4,48	8,30	1,92	5,30
RQ	1,90	2,08	0,75	1,74	3,84	0,70	2,43

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-183 Diagrama de Caja, Temperatura *in situ* histórico (°C), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	9,40	9,90	12,00	12,60	16,90	14,20	21,40
P25	14,88	15,15	20,31	20,20	21,90	17,25	22,40
Mediana	19,21	17,94	25,32	22,55	23,98	20,40	23,23
P75	21,59	21,87	29,19	28,73	26,44	23,05	24,33
Max	26,30	31,10	32,70	34,90	29,30	28,30	28,28
RQ	6,71	6,72	8,88	8,53	4,54	5,80	1,93

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros

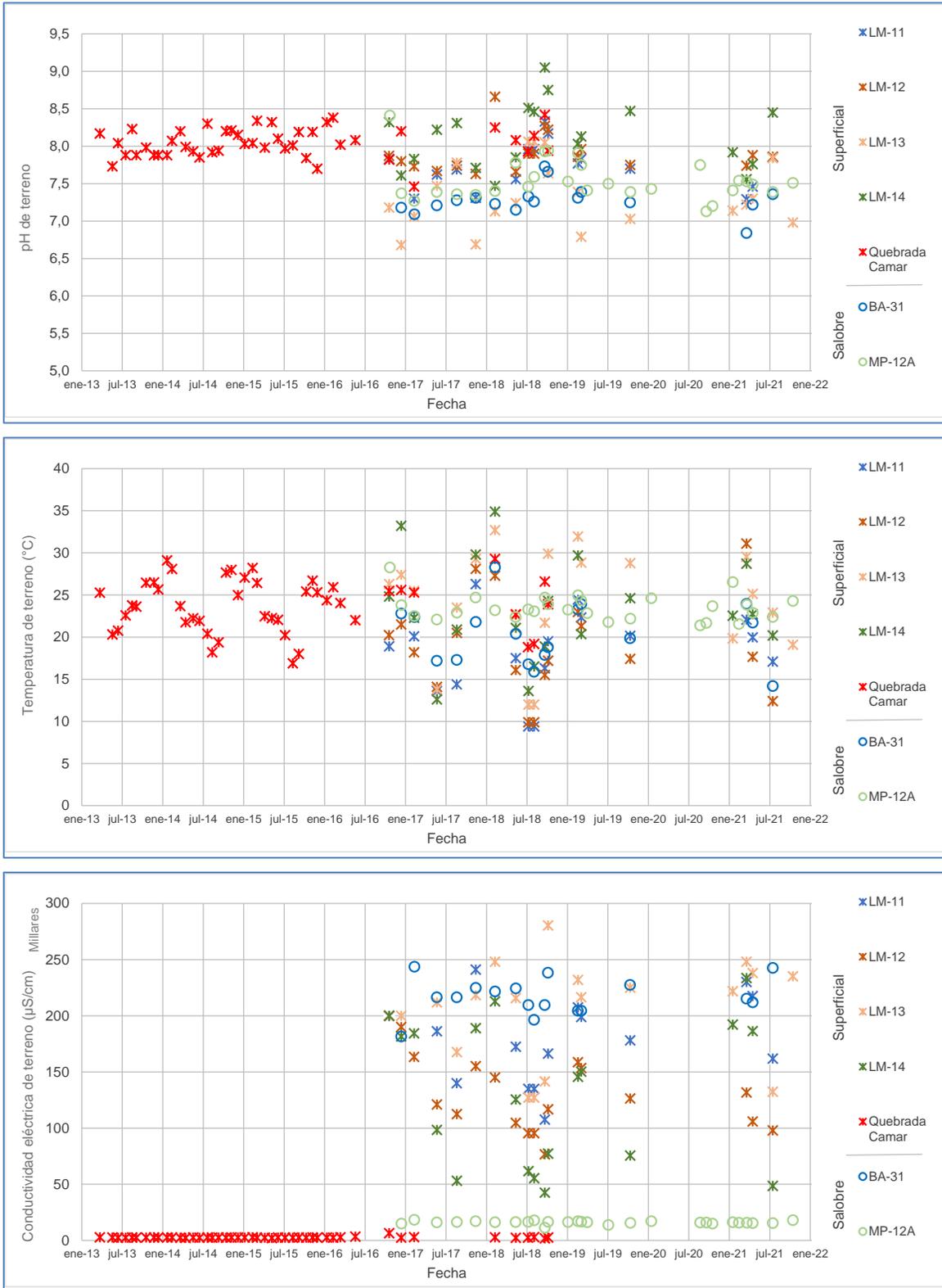
En la Figura 5-184 y Figura 5-185 se presenta la serie temporal para los parámetros *in situ* comprometidos, pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales, de los puntos del Sector Norte y Borde Este (Vertiente Peine se consideró en el Sector Peine).

Las aguas superficiales, LM-11, LM-12, LM-13 y LM-14 presentan una tendencia de aguas neutras a básicas con conductividades intermedias a altas. Los pozos someros, en el caso de MP-12A, presenta en general muestras principalmente neutras y conductividades bajas y para el BA-31, el pH neutro y conductividades altas. El comportamiento de la Quebrada Camar presenta pH con tendencia básica y conductividades muy bajas, además de presentar un comportamiento estable en el tiempo no observándose ningún tipo de estacionalidad. En el caso de la temperatura, los registros de la Quebrada Camar muestran la estacionalidad con temperaturas máximas en los meses diciembre-febrero y mínimas en los meses junio-agosto, concordante con las épocas del año. El año 2021, los parámetros de pH, temperatura y CE en BA-31 se mantienen dentro de los rangos históricos, salvo un valor mínimo de pH en el primer semestre.

En relación con los SDT, estos no muestran estacionalidad en el tiempo. Las aguas superficiales presentan valores altos concordantes, con la conductividad registrada para ellos, al igual que para el punto BA-31. La Quebrada Camar, con mediciones únicamente hasta octubre de 2018, presenta estabilidad durante sus registros históricos, con concentraciones bajas, típicamente bajo 1.400 mg/l. En el 2021, los valores de SDT se mantienen dentro de los rangos históricos, salvo para mediciones altas en enero y octubre en LM-13, y en julio en BA-31.

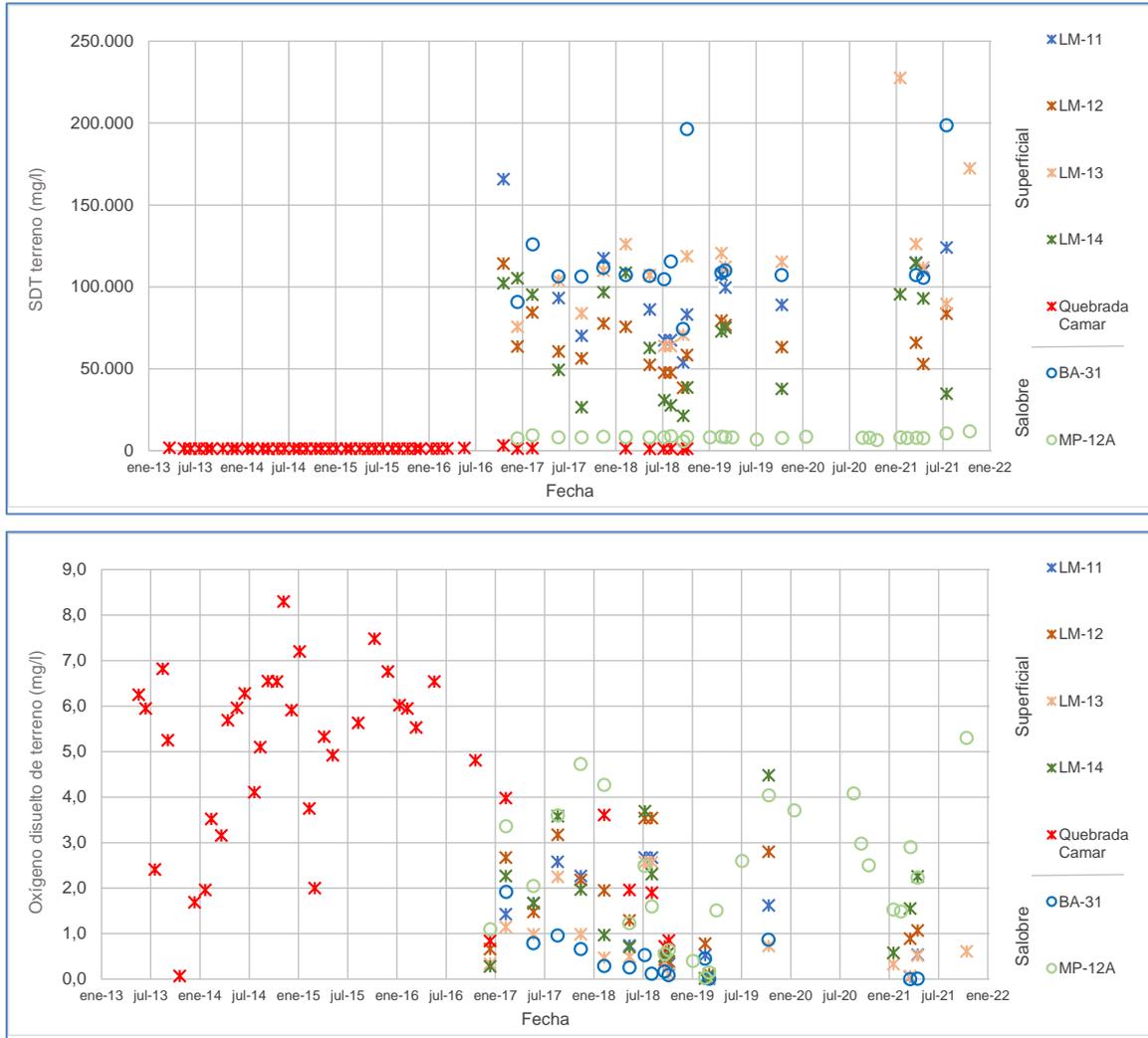
Para el caso del O.D. se observan históricamente registros dispersos para todos los puntos, no mostrando ningún tipo de tendencia. En el 2021, las concentraciones se mantienen dentro de los valores mínimos y máximos históricos, salvo en MP-12A para la medición de octubre.

Figura 5-184 Variación Temporal: pH, Temperatura y CE in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

.Figura 5-185 Variación Temporal: SDT y OD in situ, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Parámetros Físico Químicos en laboratorio

pH de Laboratorio

Los resultados de pH medidos en laboratorio se entregan en la Figura 5-186. Éstos presentan la misma variabilidad que las mediciones de pH *in situ*, aunque son levemente mayores en magnitud.

Los valores de pH varían entre 7,3 y 8,1 de mediana, para las aguas de las lagunas, mientras que para las aguas subterráneas someras (BA-31 y MP-12A), esta variación es más acotada, entre 7,3 y 7,6, por lo que estas aguas tienen la tendencia a ser neutras a básicas. Para Quebrada Camar el pH de laboratorio alcanza un valor de mediana de 8,2 siendo así básicas.

Conductividad Eléctrica de Laboratorio

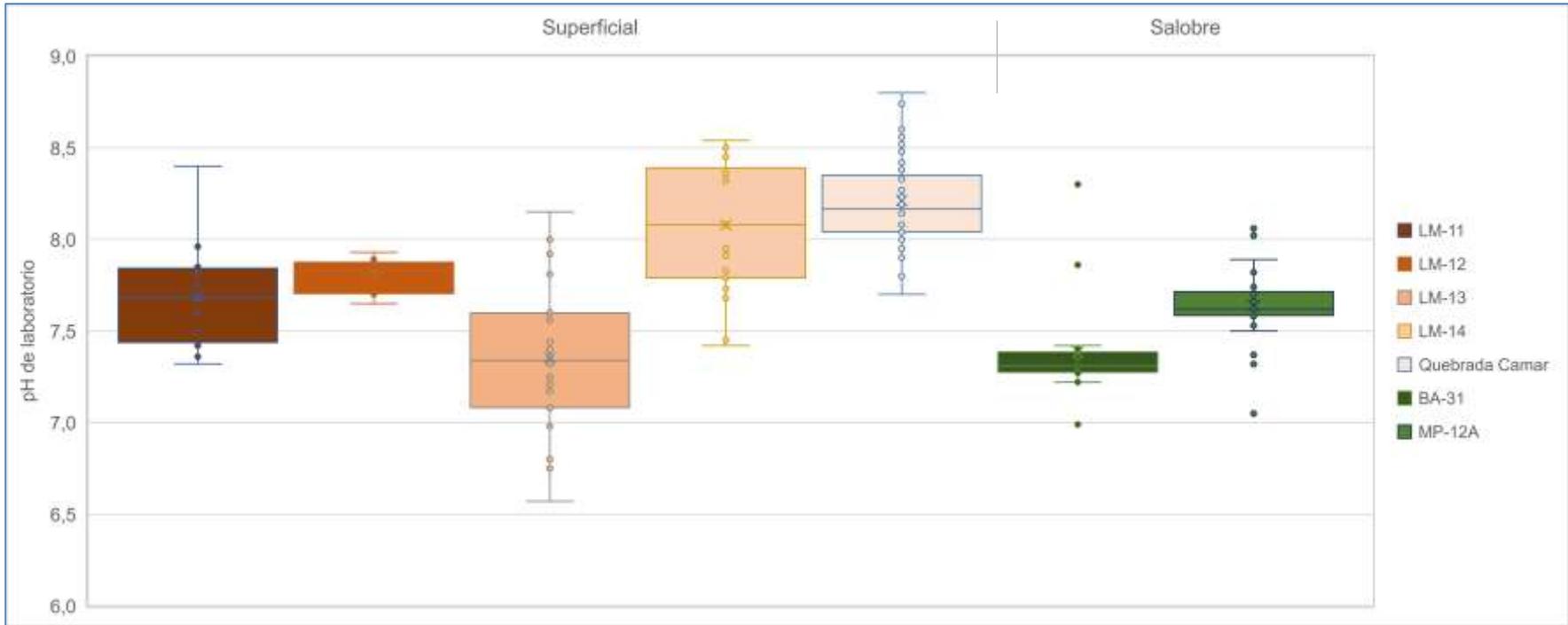
La

Figura 5-187 presentan los resultados de laboratorio de CE, los que en general son ligeramente más altos que las mediciones *in situ*, pero en el mismo orden de magnitud.

Las aguas de las lagunas muestran mayor variabilidad y altos valores de CE, con valores de mediana entre 115.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 228.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para LM-14 y LM-13, respectivamente. Las aguas de Quebrada Camar tiene la menor mediana, alcanzando los 2.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas salobres difieren entre sí, con valores de CE para BA-31 similares a los de las lagunas (mediana de 226.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mientras que el pozo MP-12A presenta valores intermedios que alcanzan una mediana de 16.320 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Lo que se presenta tanto en los datos de laboratorio como en terreno es que las aguas de las lagunas tienen conductividades eléctricas mayores que la de las aguas superficiales (Quebrada Camar), lo que es concordante con la exposición al proceso de evaporación.

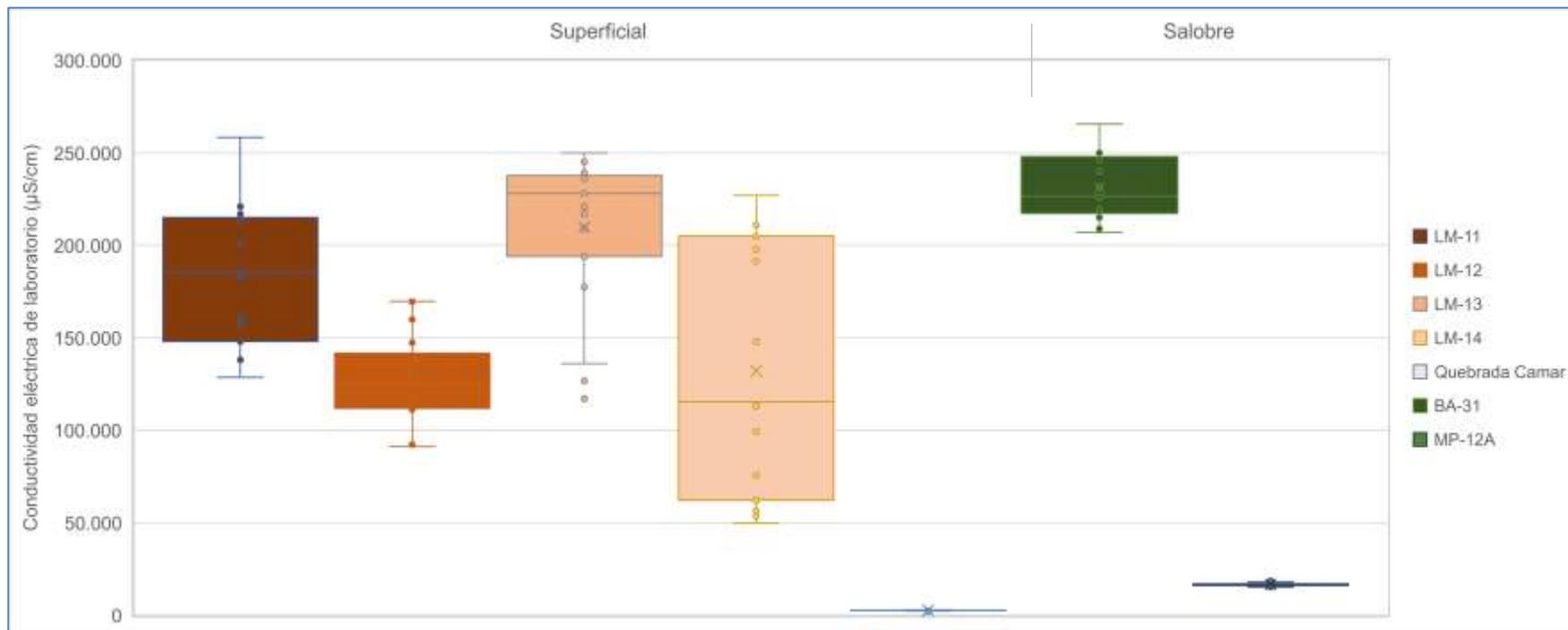
Figura 5-186 Diagrama de Caja, pH de laboratorio histórico, Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	17	20	19	46	17	28
Min	7,32	7,65	6,57	7,42	7,70	6,99	7,05
P25	7,44	7,71	7,08	7,79	8,04	7,28	7,59
Mediana	7,69	7,83	7,34	8,08	8,17	7,31	7,62
P75	7,84	7,88	7,60	8,39	8,35	7,39	7,72
Max	8,40	7,93	8,15	8,54	8,80	8,30	8,06
RQ	0,40	0,17	0,52	0,60	0,31	0,11	0,13

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-187 Diagrama de Caja, CE de laboratorio histórico (µS/cm), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	15	18	19	19	46	17	28
Min	128.600	91.100	117.000	49.700	2.290	207.000	15.220
P25	148.000	111.800	194.000	62.100	2.530	217.284	16.156
Mediana	185.300	125.150	228.000	115.400	2.600	226.600	16.320
P75	215.000	141.675	237.800	205.000	2.662	248.050	16.908
Max	258.400	169.800	250.000	227.000	3.180	265.600	19.160
RQ	67.000	29.875	43.800	142.900	132	30.766	752

Fuente: Elaboración propia

Sólidos Disueltos Totales de Laboratorio

Los valores de SDT se observan en la gráfica presentada en la Figura 5-188. De los resultados obtenidos para este sector se observa que el comportamiento de los registros de SDT es muy similar a los de CE, dada la relación existente entre estos parámetros.

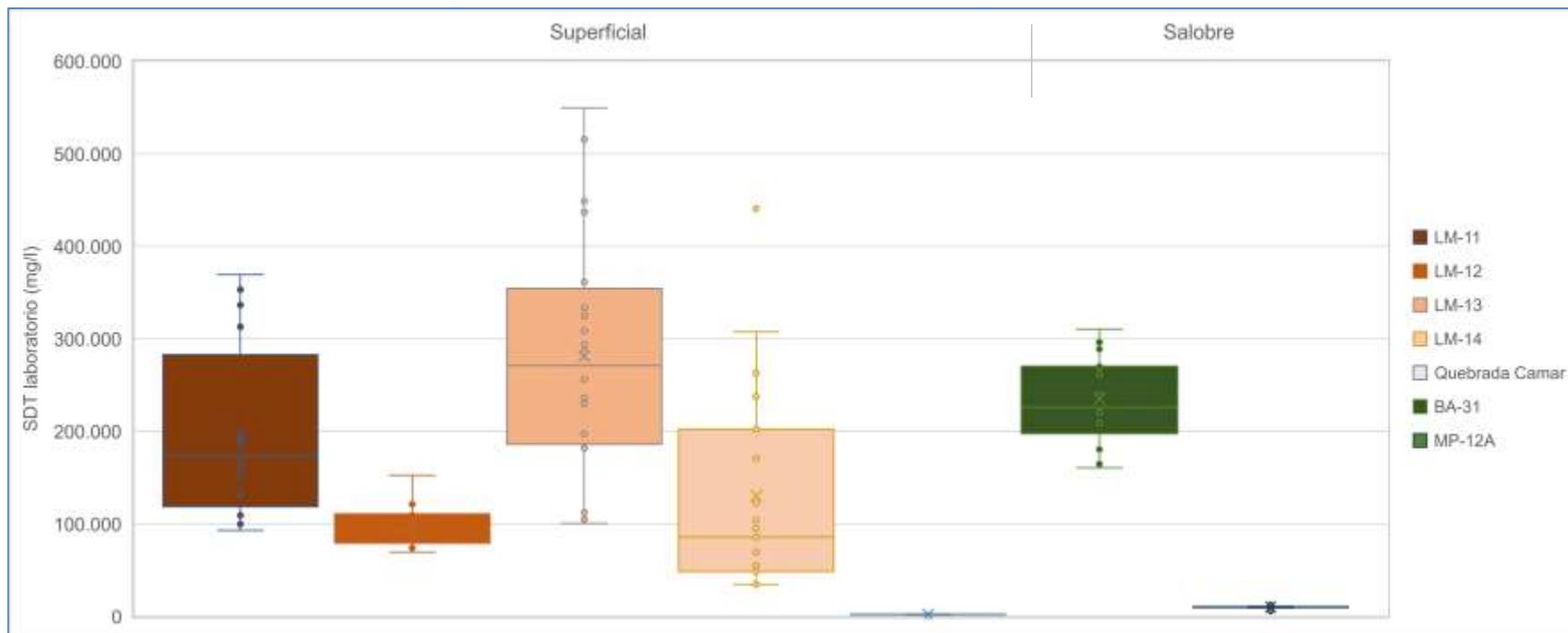
Los valores de SDT de las muestras lagunares son mayores que los de Quebrada Camar, donde para este último la mediana es de 1.988 mg/l, mientras que para las lagunas las medianas varían entre 85.467 mg/l (LM-14) y 270.750 mg/l (LM-13). Para las aguas salobres, en BA-31 la mediana es de 226.000 mg/l, mientras que en MP-12A es de 9.915 mg/l.

Densidad

Las mediciones de densidad se presentan en la

Figura 5-189. Los rangos varían entre los puntos de las lagunas y las aguas salobres. Para Quebrada Camar, la mediana es de 1,000 g/ml, muy parecida a la alcanzada en MP-12A (1,005 g/ml). Por otro lado, las muestras de las lagunas tienen medianas que varían entre los 1,060 g/ml (LM-14) hasta los 1,195 g/ml (LM-13). Las aguas obtenidas desde el pozo BA-31 tienen valores de densidad dentro del rango de las muestras de LM-12, alcanzando una mediana de 1,160 g/ml. De manera general, los valores de densidades, mayores en las lagunas que en la muestra Quebrada Camar, resulta concordante con lo mostrado por la conductividad eléctrica, y con el proceso de evaporación a las cuales se ven expuestas las primeras.

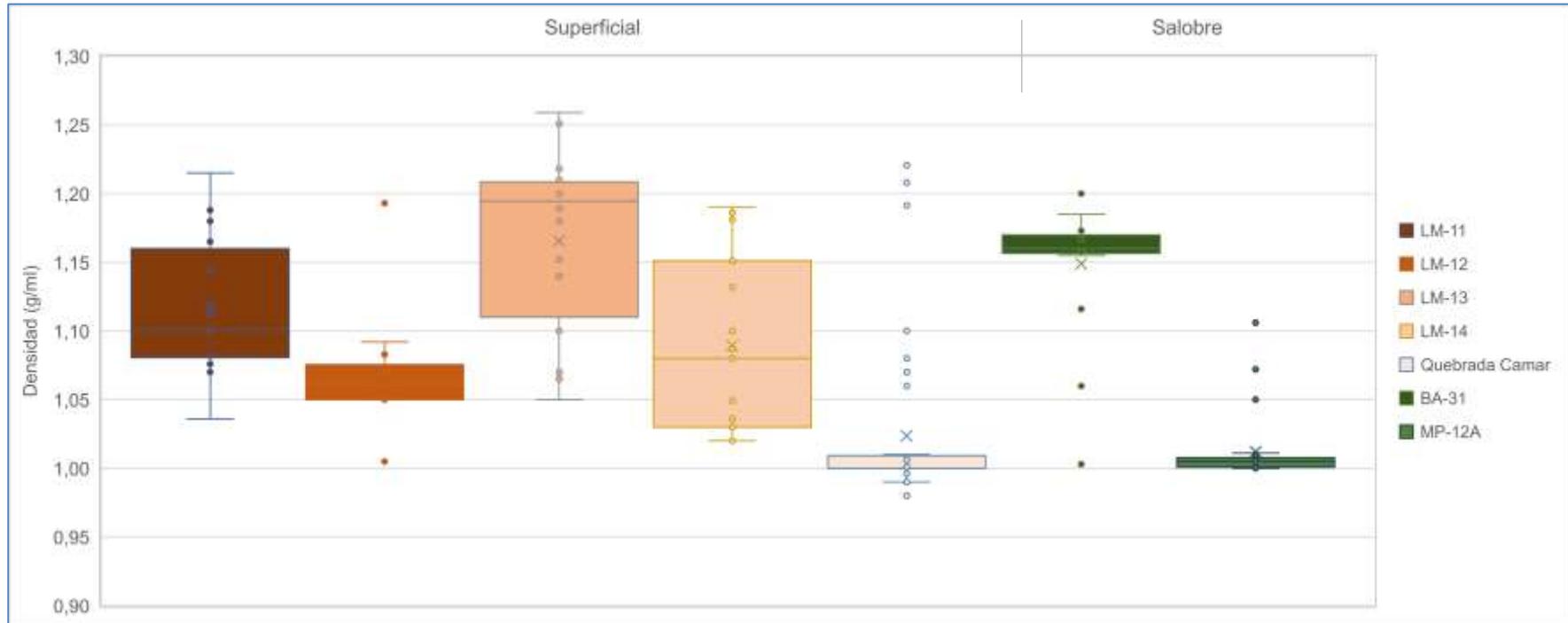
Figura 5-188 Diagrama de Caja, SDT de laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	92.800	69.384	100.260	34.490	928	160.440	5.733
P25	118.359	79.175	185.766	48.400	1.863	197.412	9.543
Mediana	173.984	93.634	270.750	85.467	1.988	226.000	9.915
P75	282.784	110.595	354.342	202.200	2.137	270.460	10.335
Max	369.320	152.300	549.500	440.660	4.548	310.400	13.600
RQ	164.425	31.420	168.576	153.800	274	73.048	792

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-189 Diagrama de Caja, Densidad de laboratorio histórico (g/ml), Sector Norte y Borde Este



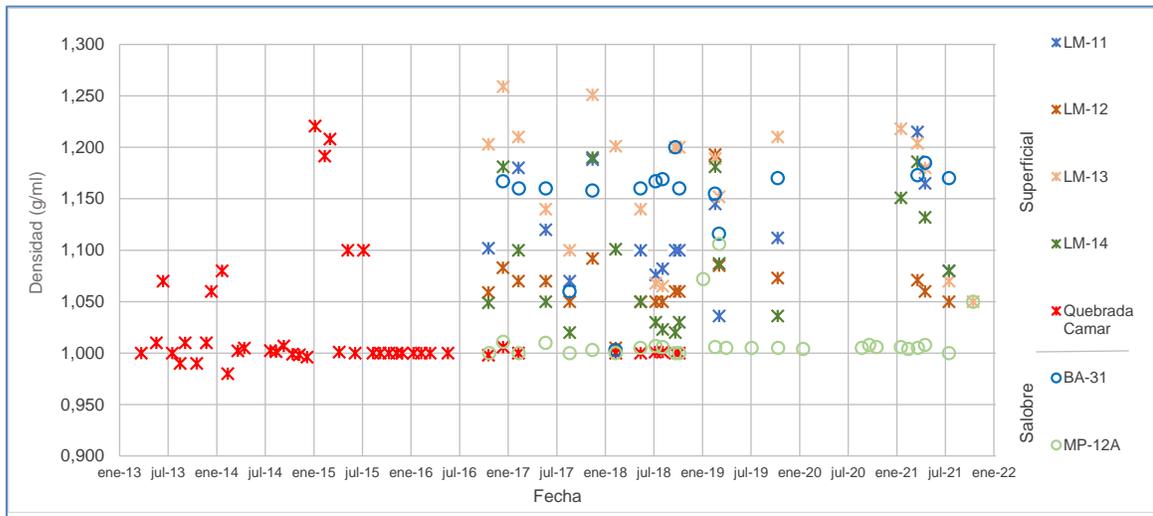
	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	44	17	28
Min	1,036	1,005	1,050	1,020	0,980	1,003	1,000
P25	1,081	1,050	1,110	1,030	1,000	1,157	1,001
Mediana	1,101	1,060	1,195	1,080	1,000	1,160	1,005
P75	1,160	1,076	1,209	1,151	1,009	1,170	1,008
Max	1,215	1,193	1,259	1,190	1,221	1,200	1,106
RQ	0,079	0,026	0,099	0,121	0,009	0,013	0,007

Fuente: Elaboración propia

Variación Temporal de los parámetros

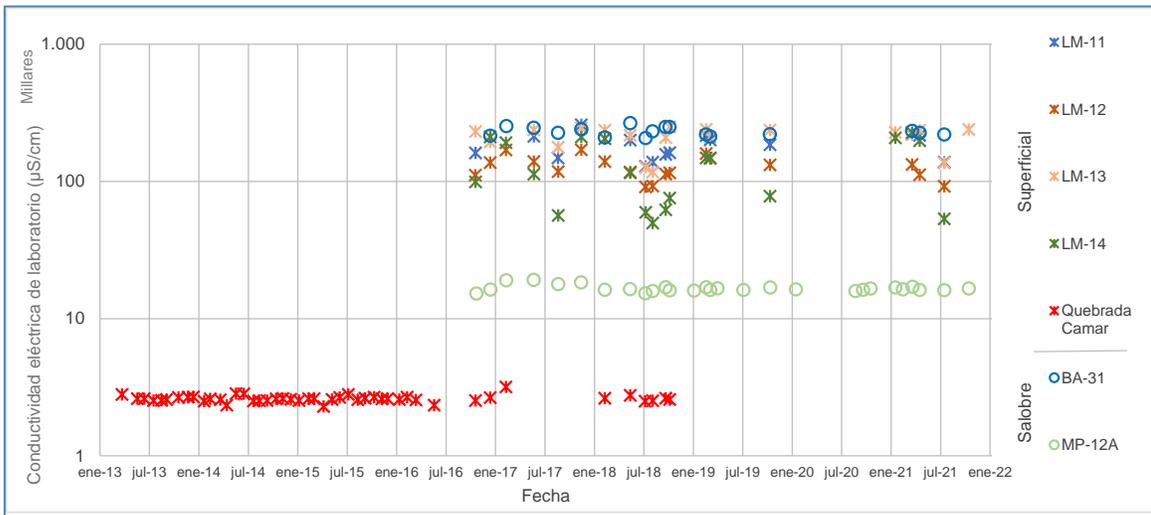
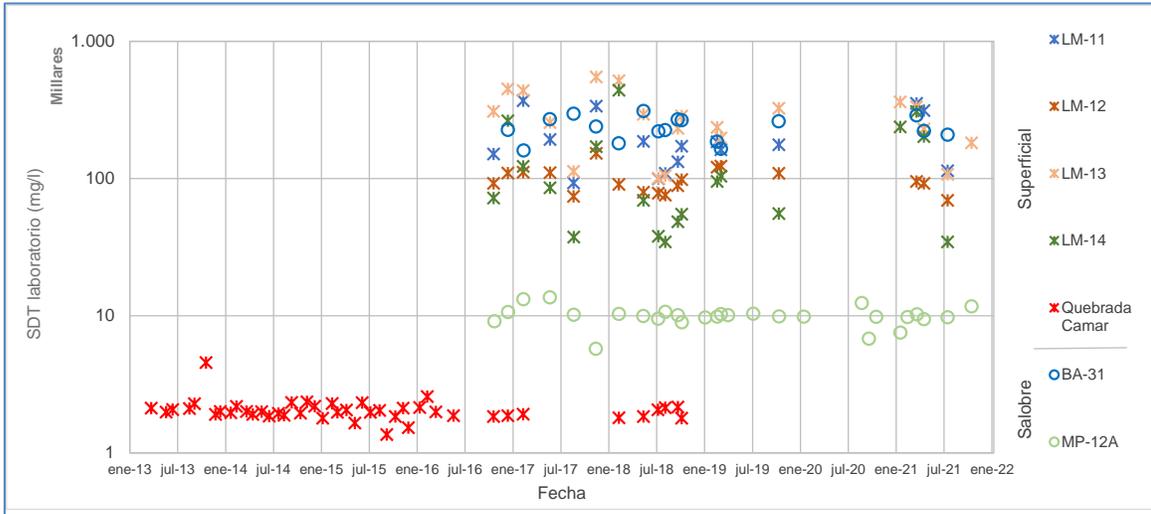
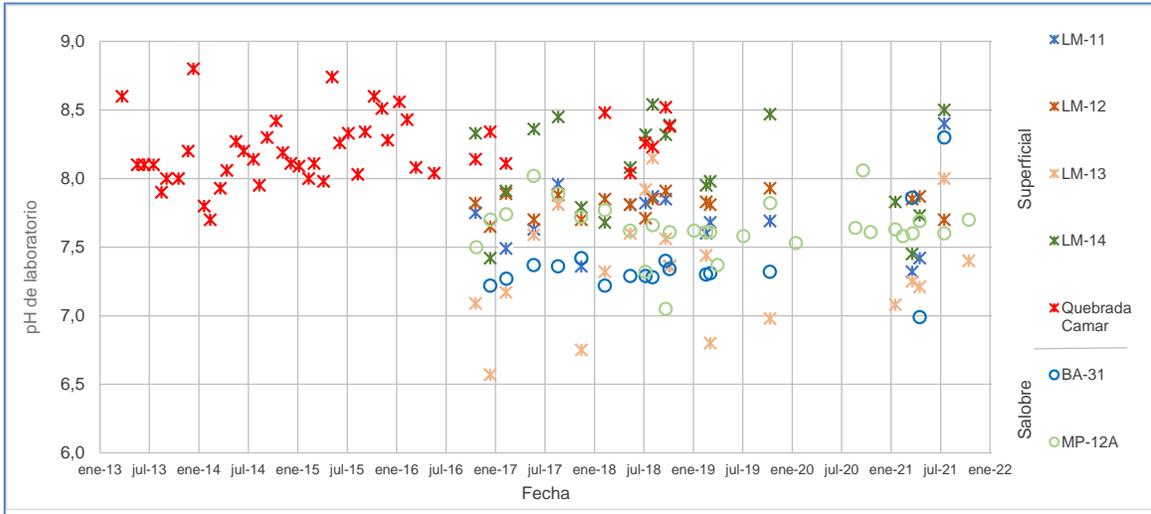
En la Figura 5-190 y Figura 5-191 se presenta la variación temporal de los valores de los parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio. Las mediciones de 2021 se mantienen dentro de la variación natural observada en el registro histórico, salvo para la medición de pH abril en BA-31 (por debajo de los valores históricos más bajos) y de julio en BA-31 y LM-11 (por sobre los valores históricos más altos).

Figura 5-190 Variación Temporal: Densidad en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-191 Variación Temporal: pH, SDT, CE en laboratorio, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Disueltos

Aniones mayores

Los elementos mayoritarios disueltos se presentan en la Figura 5-192 a Figura 5-195. Los aniones que se analizan corresponden a cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-) y nitratos (NO_3^-), mostrados junto con sus estadígrafos.

Entre los aniones mayoritarios analizados, los cloruros son los predominantes, particularmente en las muestras de agua de las lagunas, lo que es totalmente concordante con la ubicación de estos puntos.

Las concentraciones de cloruro presentes en las muestras de las aguas de las lagunas son más altas comparadas con las aguas superficiales (Quebrada Camar). Esto resulta ser concordante con el comportamiento mostrado por la conductividad eléctrica. Si se observan los estadígrafos, las lagunas presentan valores de medianas de 48.513 mg/l en LM-14 hasta 161.178 mg/l en LM-13, mientras que los datos de Quebrada Camar se caracterizan por una mediana de 260 mg/l. Para el punto BA-31, los valores son aún mayores, con una mediana de 130.863 mg/l, debido a su ubicación cerca del Núcleo. En MP-12A, los valores no varían mayormente, con una mediana de 5.255 mg/l. Los datos del año 2021 caen dentro del rango histórico de mediciones.

En cuanto a la concentración de bicarbonatos, las aguas de Quebrada Camar muestran una mediana de 545 mg/l. El punto MP-12A se presenta estable en el 2021, con una mediana de 248 mg/l. Las concentraciones en las aguas de las lagunas muestran variabilidad en los datos, con valor de P25 mínimo de 406 mg/l (LM-14), hasta valores máximos de P75 de 1.906 mg/l (en LM-13). Los datos del año 2021 caen dentro del rango histórico de mediciones, salvo para LM-11 donde las concentraciones de marzo y abril se encuentran por sobre esta.

Para los nitratos disueltos, es posible indicar que, entre los puntos de las lagunas, LM-13 es aquel que presenta el valor de mediana más alto, con 5,40 mg/l. Para los otros puntos LM-XX, la mediana de concentraciones varía entre 2,21 mg/l (LM-12) a 4,43 mg/l (LM-11). Las muestras obtenidas de BA-31, sin embargo, presentan una mediana de 5,76 mg/l. MP-12A presenta una media de 2,66 mg/l. Los datos de 2021 se circunscriben dentro de los históricos, salvo en muestras obtenidas durante el primer semestre en LM-11 y LM-14.

De la misma manera que los cloruros las lagunas presentan concentraciones de sulfato más altas respecto de la Quebrada Camar. Para las lagunas, las medianas varían desde 6.132 mg/l (LM-14) hasta 15.662 mg/l (LM-13), mientras que en Quebrada Camar la mediana es de 684 mg/l. La mediana de concentraciones en MP-12A es cercana a la registrada en Quebrada Camar, con un valor de 506 mg/l. En BA-31, la mediana es comparable a la alcanzada en las

lagunas, con una mediana de 18.460 mg/l. En el 2021 los valores se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

Cationes mayores

Los cationes que se analizan corresponden a calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y sodio (Na^+) y, cuya variación en el tiempo se presenta en la Figura 5-196 a Figura 5-199.

Una característica común a los cuatro cationes considerados y que también se observa en los aniones es que las lagunas presentan las mayores concentraciones, mientras que las muestras de Quebrada Camar presentan valores semejantes a las concentraciones de las aguas subterráneas someras (MP-12A).

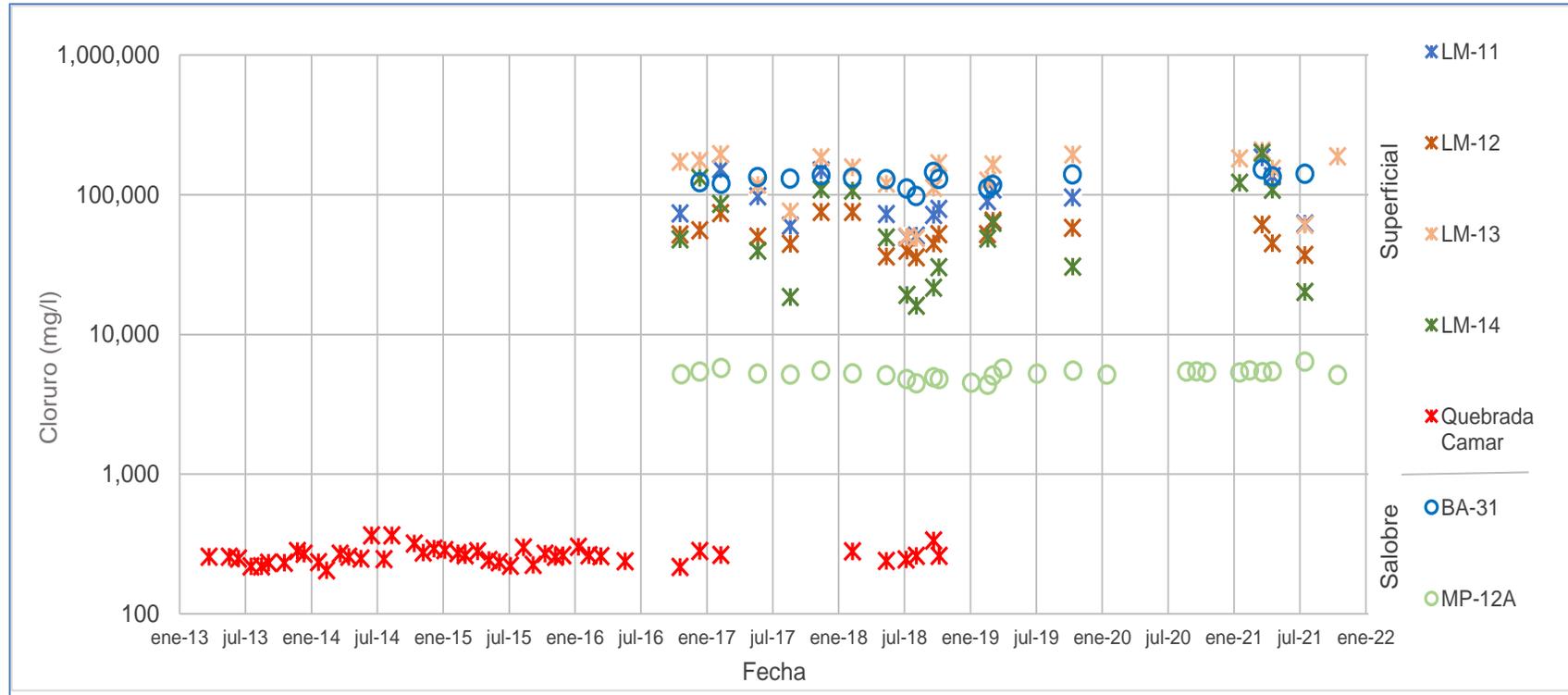
Para el calcio disuelto, las aguas de las lagunas varían desde medianas de 483 mg/l (LM-14) hasta 970 mg/l (LM-11), mientras que las muestras de Quebrada Camar y MP-12A la mediana es de 130 mg/l y 146 mg/l, respectivamente. En BA-31, la mediana es de 582 mg/l. La variación temporal del calcio es estable sin evidencia de comportamiento estacional, dentro de los rangos históricos, salvo para la muestra de BA-31 del mes de marzo de 2021.

Las muestras de MP-12A para potasio se comportan dentro de la variabilidad natural histórica. Para este punto, la mediana es de 488 mg/l. Estos valores están por debajo de las concentraciones logradas en las muestras de las lagunas y BA-31, las cuales tienen medianas que varían entre 3.843 mg/l (LM-12) a 14.805 mg/l (LM-13). Las muestras de Quebrada Camar son las que presentan las concentraciones más bajas, con una mediana de 18 mg/l.

Las concentraciones de magnesio muestran que las correspondientes a la Quebrada Camar y MP-12A son las más bajas del sector, con medianas 126 mg/l para el primero, y 211 mg/l para MP-12A.. Las aguas lagunares, y las obtenidas desde el pozo BA-31 son las que presentan las mayores concentraciones de magnesio disuelto, con valores de mediana que van desde los 2.254 mg/l en LM-14, hasta los 6.519 mg/l en BA-31. Con respecto al presente periodo de reporte, las mediciones de julio de 2021 se encuentran fuera de los rangos de variación del registro histórico, al igual que las de LM-11 de marzo y abril de 2021.

El sodio se comporta de manera similar al potasio, donde las muestras de MP-12A se sitúan en un rango intermedio entre las aguas lagunares (además de BA-31) y de las de Quebrada Camar. La mediana de sodio en MP-12A es de 2.778 mg/l. En Quebrada Camar la mediana es de 265 mg/l, mientras que las muestras superficiales (lagunas) y BA-31 varían entre 22.415 mg/l en LM-14 y 77.250 mg/l en LM-13. Salvo las muestras de obtenidas desde LM-11 en marzo y abril de 2021, el resto de las mediciones está acotada a la variación natural.

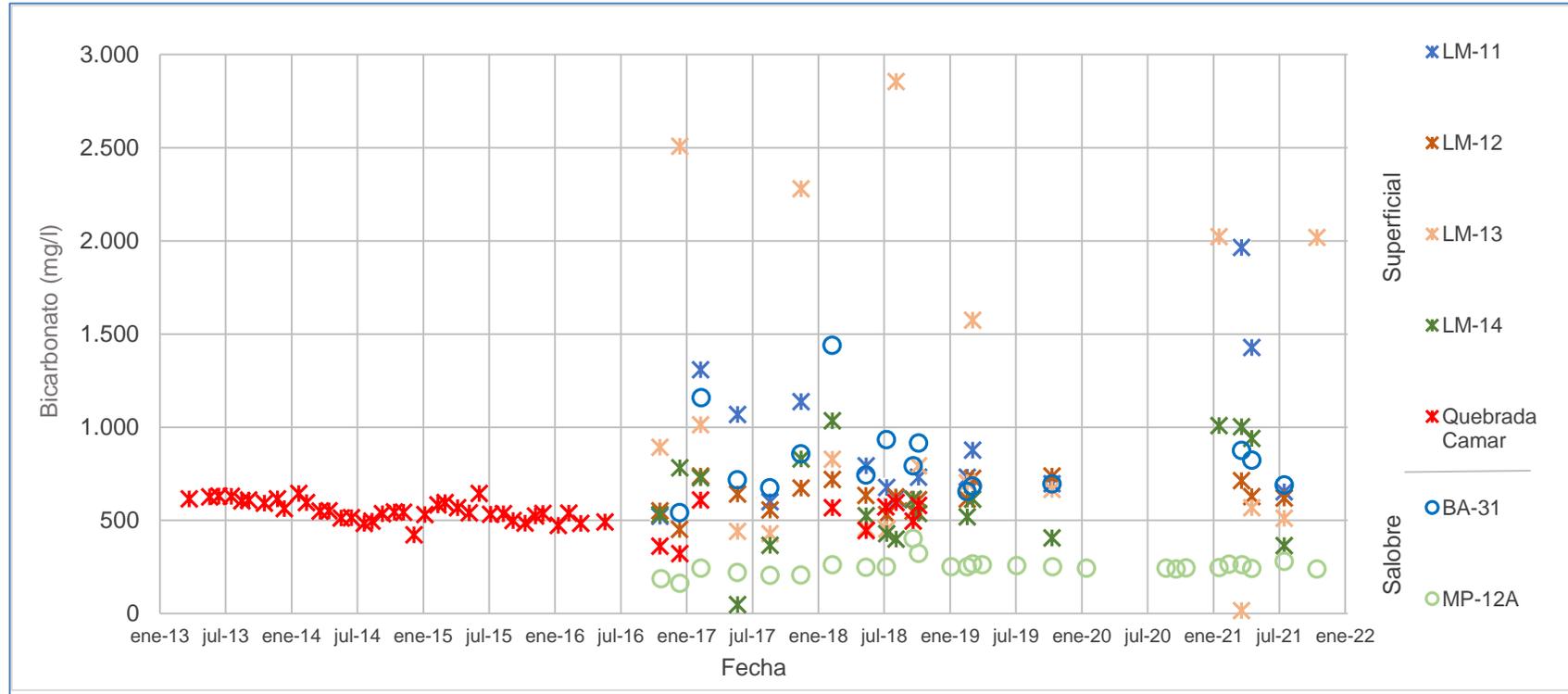
Figura 5-192 Variación Temporal: Cl en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	45	17	28
Min	49.735	35.589	48.935	16.095	205	98.170	4.374
P25	64.400	43.373	113.399	21.657	239	118.971	5.092
Mediana	84.706	52.034	161.178	48.513	260	130.863	5.255
P75	129.148	62.215	184.333	108.904	280	139.105	5.451
Max	184.943	75.259	207.436	199.938	365	152.453	6.384
RQ	64.748	18.842	70.934	87.247	41	20.134	359

Fuente: Elaboración propia

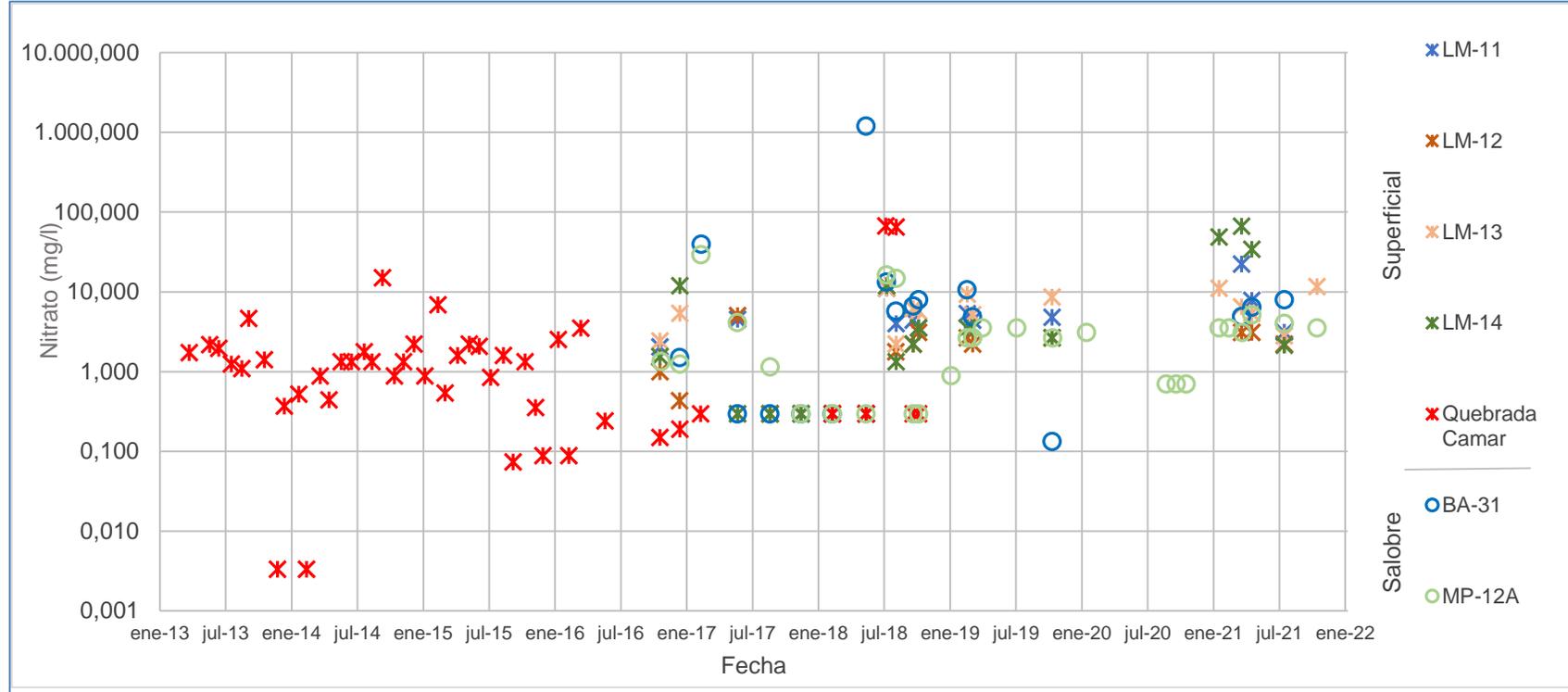
Figura 5-193 Variación Temporal: HCO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	16	27
Min	522	451	15	48	321	542	163
P25	628	554	471	406	498	686	239
Mediana	732	627	748	537	545	769	248
P75	1.120	715	1.906	829	596	905	262
Max	1.964	737	2.855	1.035	645	1.440	403
RQ	492	161	1.435	423	98	219	23

Fuente: Elaboración propia

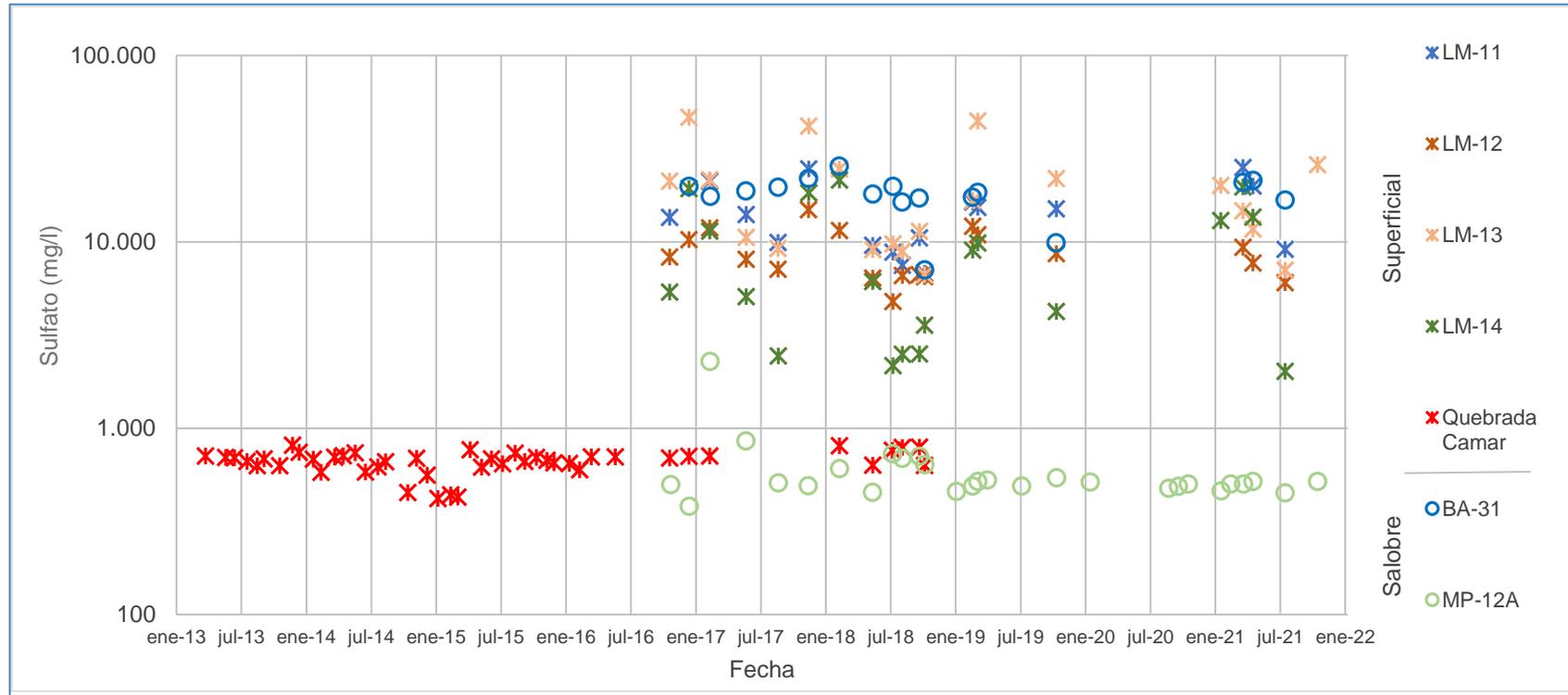
Figura 5-194 Variación Temporal: NO₃ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	15	17	18	18	46	17	28
Min	0,30	0,30	0,30	0,30	0,00	0,13	0,30
P25	2,04	0,36	1,73	0,30	0,30	0,30	0,70
Mediana	4,43	2,21	5,40	2,44	1,17	5,76	2,66
P75	5,31	3,10	8,77	11,95	1,99	9,30	3,54
Max	22,27	11,96	11,69	66,41	67,31	1.204,57	29,32
RQ	3,27	2,74	7,04	11,65	1,69	9,00	2,84

Fuente: Elaboración propia

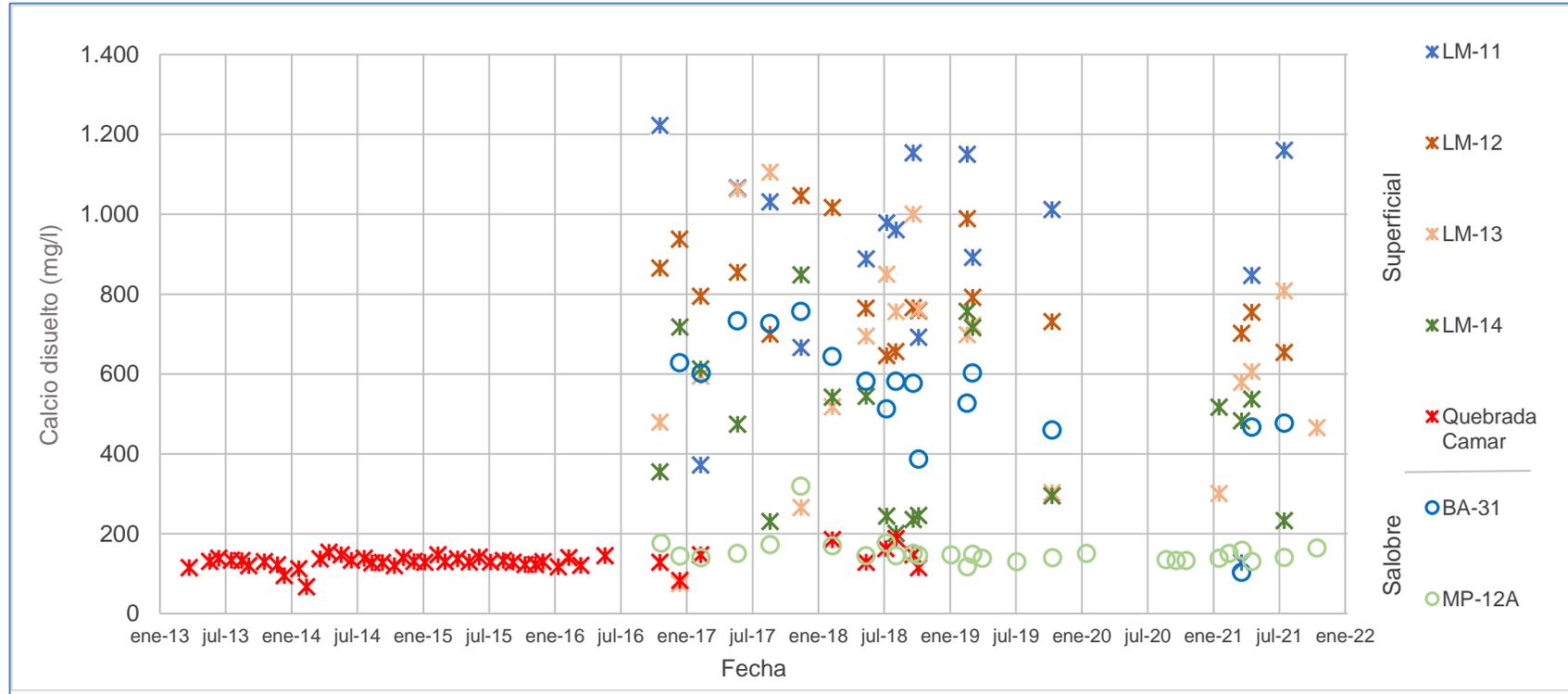
Figura 5-195 Variación Temporal: SO₄ en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	45	17	28
Min	6.775	4.787	6.674	2.021	420	7.067	382
P25	9.224	6.578	9.337	2.503	630	16.970	489
Mediana	13.762	8.179	15.662	6.132	684	18.460	506
P75	19.037	11.052	23.920	13.583	710	20.361	591
Max	25.039	14.883	46.609	21.495	811	25.515	2.286
RQ	9.813	4.474	14.583	11.080	80	3.391	102

Fuente: Elaboración propia

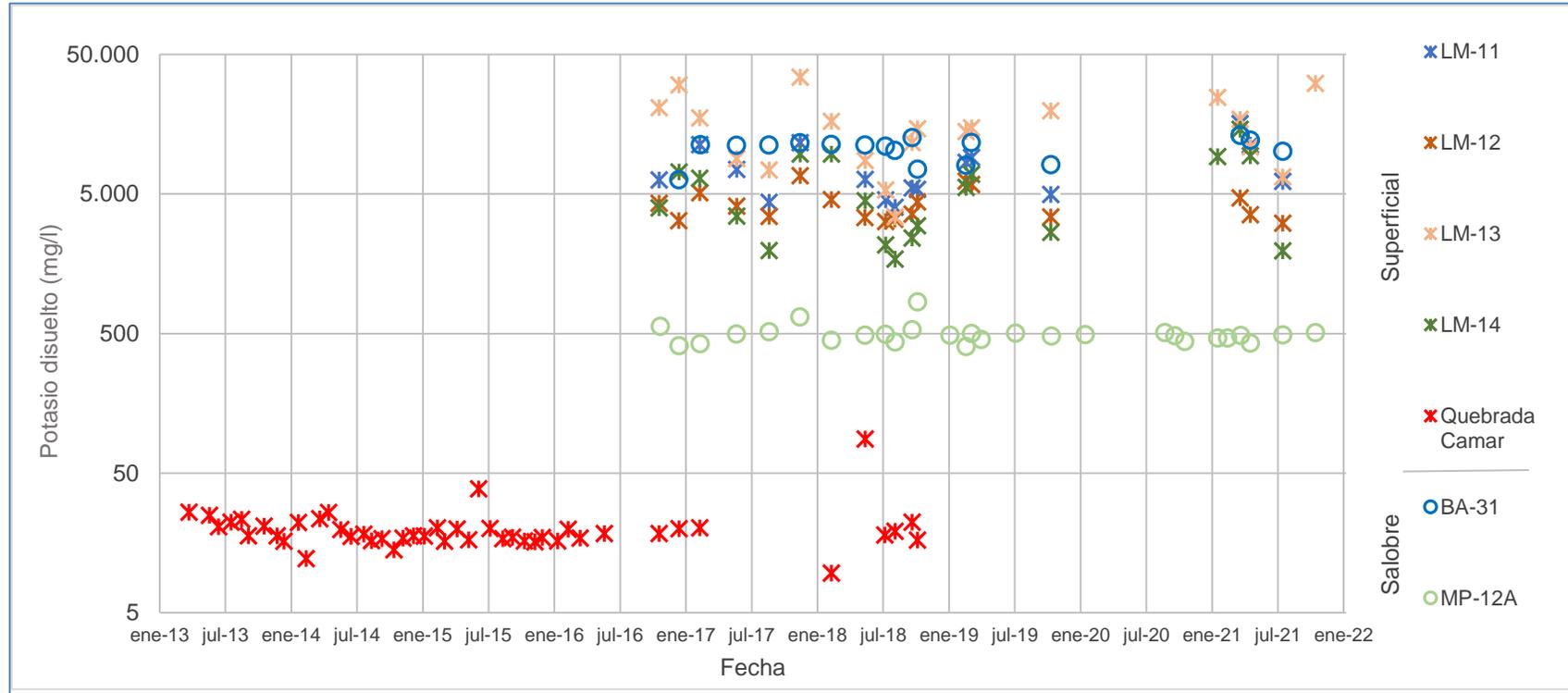
Figura 5-196 Variación Temporal: Ca disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	128	646	75	201	68	104	117
P25	731	702	469	244	123	472	139
Mediana	970	766	651	483	130	582	146
P75	1.129	883	796	613	140	636	157
Max	1.222	1.047	1.105	848	188	757	319
RQ	398	181	327	369	17	164	18

Fuente: Elaboración propia

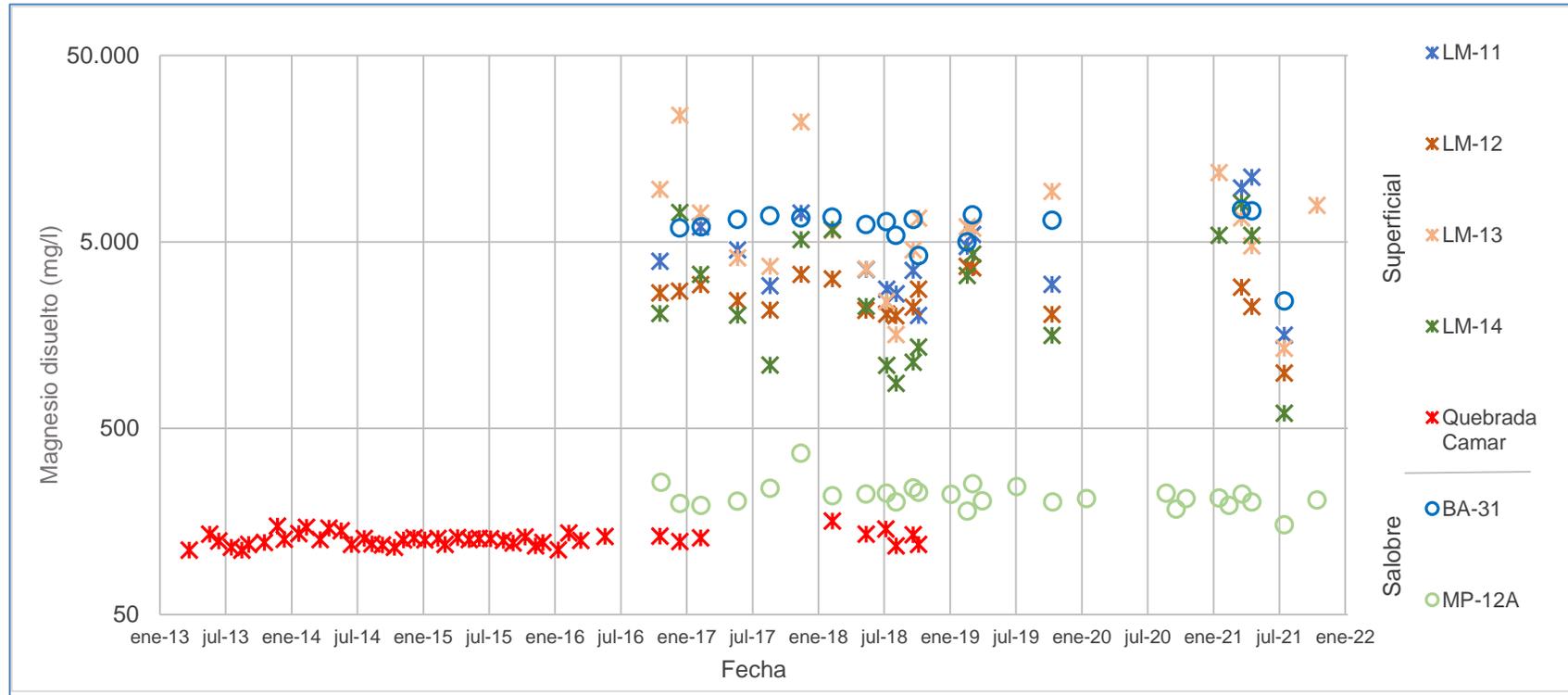
Figura 5-197 Variación Temporal: K disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	4.021	3.095	3.423	1.707	10	6.335	405
P25	5.067	3.368	8.759	2.415	17	9.126	450
Mediana	6.334	3.843	14.805	4.470	18	11.220	488
P75	10.721	4.799	20.543	9.263	21	11.695	507
Max	15.970	6.774	34.360	14.575	88	13.160	846
RQ	5.654	1.431	11.784	6.848	4	2.569	57

Fuente: Elaboración propia

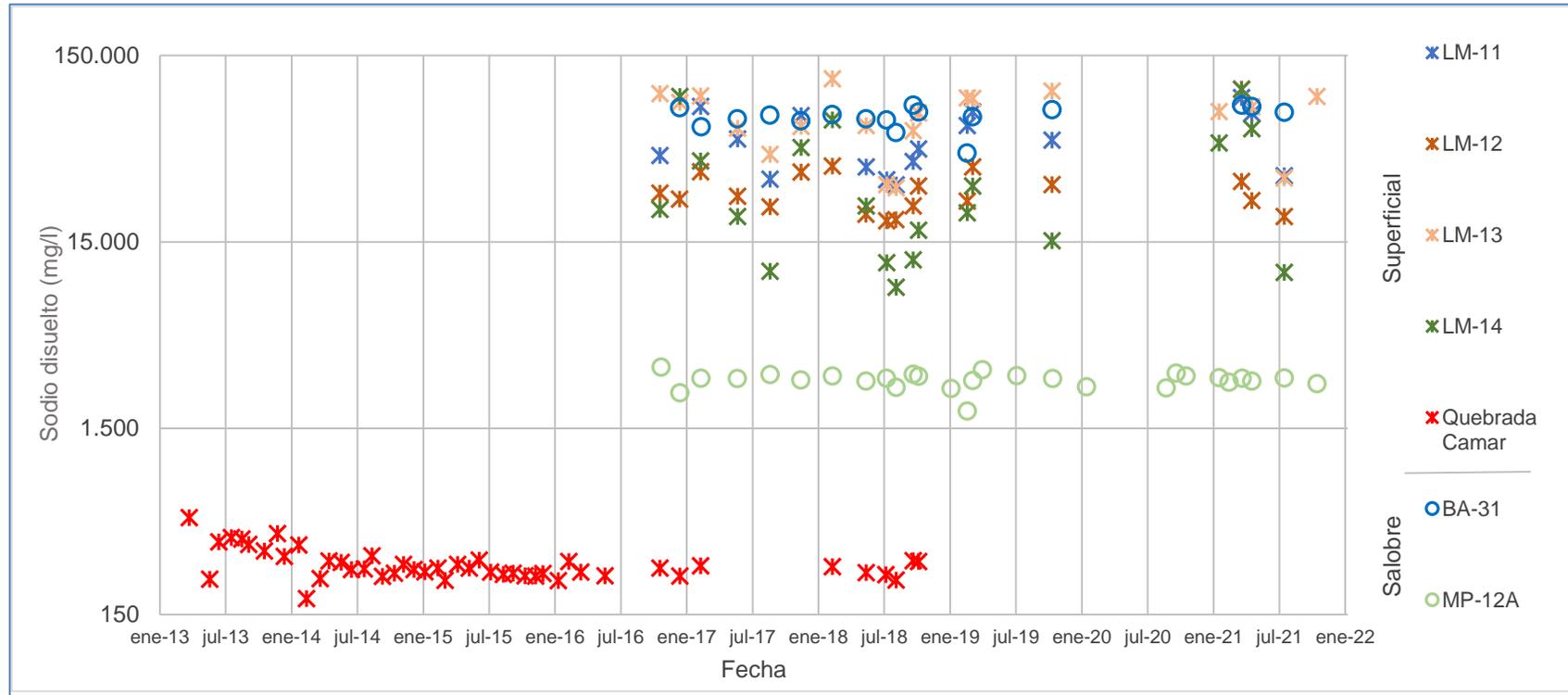
Figura 5-198 Variación Temporal: Mg disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	1.581	989	1.342	601	111	2.414	152
P25	2.814	2.122	3.795	1.130	119	5.686	201
Mediana	3.743	2.542	5.968	2.254	126	6.519	211
P75	5.883	2.997	8.949	5.417	132	6.843	226
Max	11.130	3.692	23.859	8.075	159	7.458	368
RQ	3.069	875	5.154	4.287	13	1.157	25

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-199 Variación Temporal: Na disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este

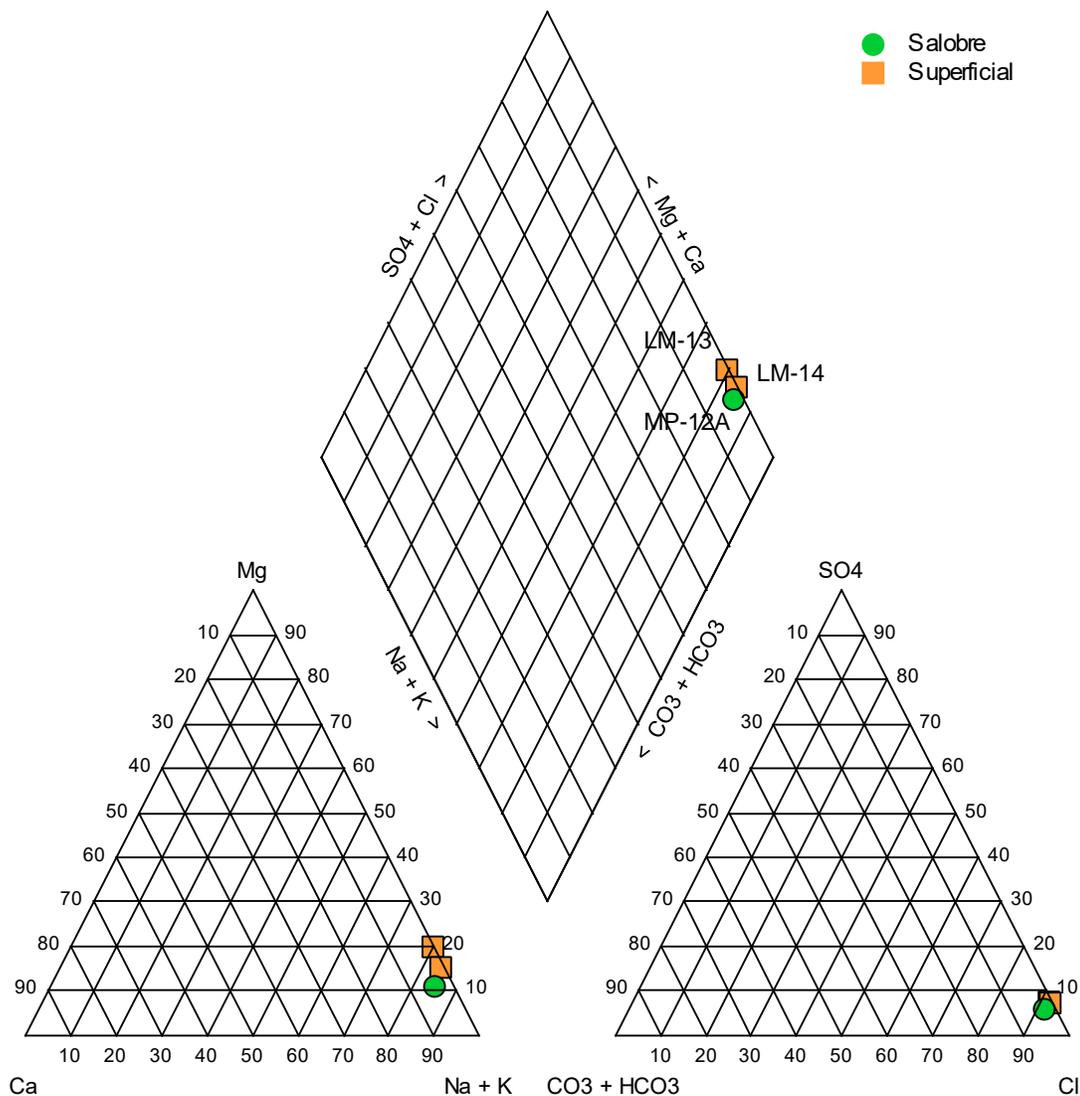


	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	30.270	19.475	29.241	8.553	183	44.980	1.855
P25	34.891	22.620	59.648	11.990	245	67.330	2.614
Mediana	49.939	25.873	77.250	22.415	265	71.780	2.778
P75	72.880	32.586	90.683	50.900	293	77.860	2.865
Max	88.950	38.255	112.500	98.789	498	81.300	3.194
RQ	37.989	9.966	31.035	38.910	48	10.530	251

Fuente: Elaboración propia

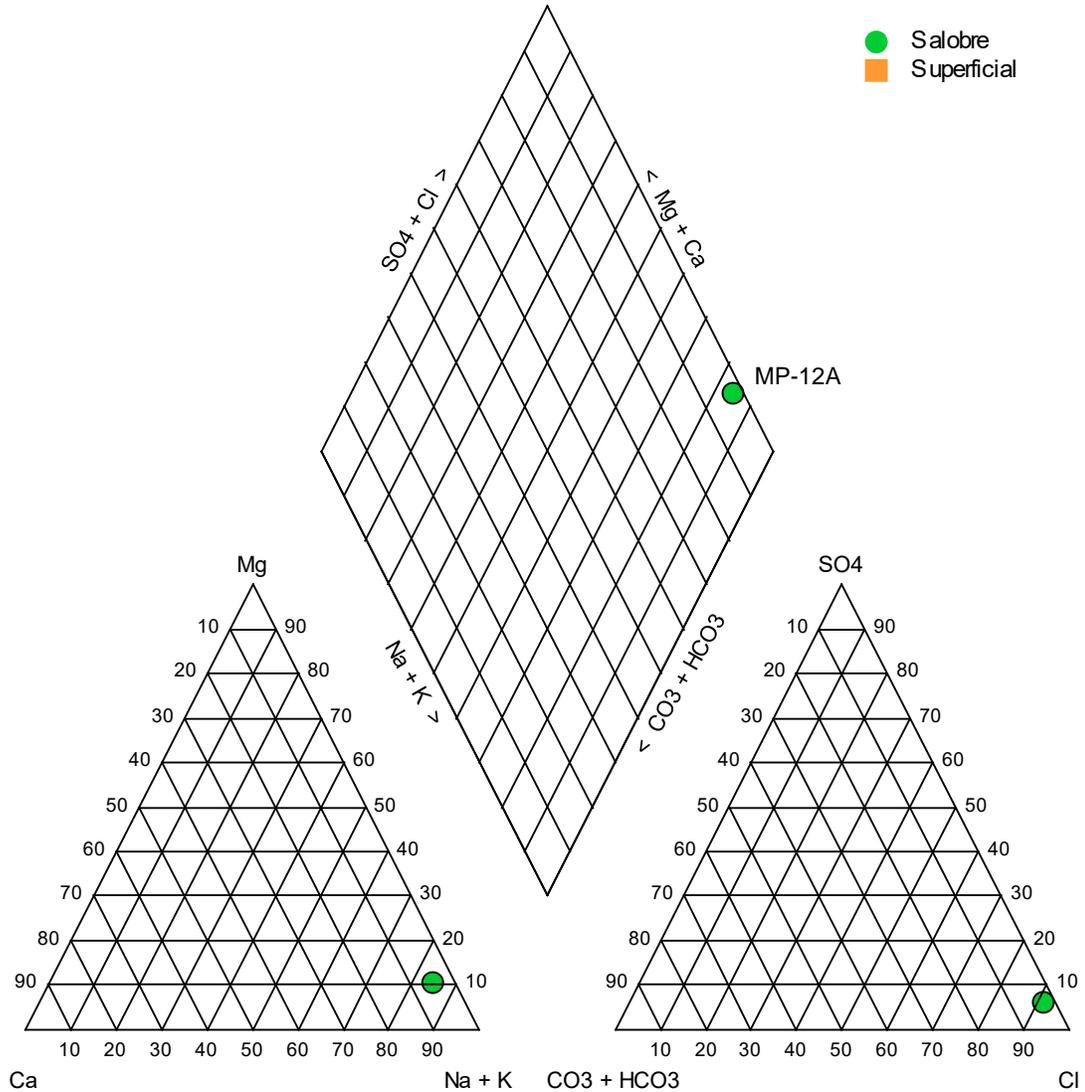
Desde las Figura 5-200 a la Figura 5-205, se presentan Diagramas de Piper con la clasificación de las aguas, para las campañas de enero, febrero, marzo, abril, julio y octubre de 2021. Las aguas en este sector son del tipo cloruradas sódicas, como se han clasificado históricamente.

Figura 5-200 Diagrama de Piper, Campaña enero 2021, Sector Norte y Borde Este



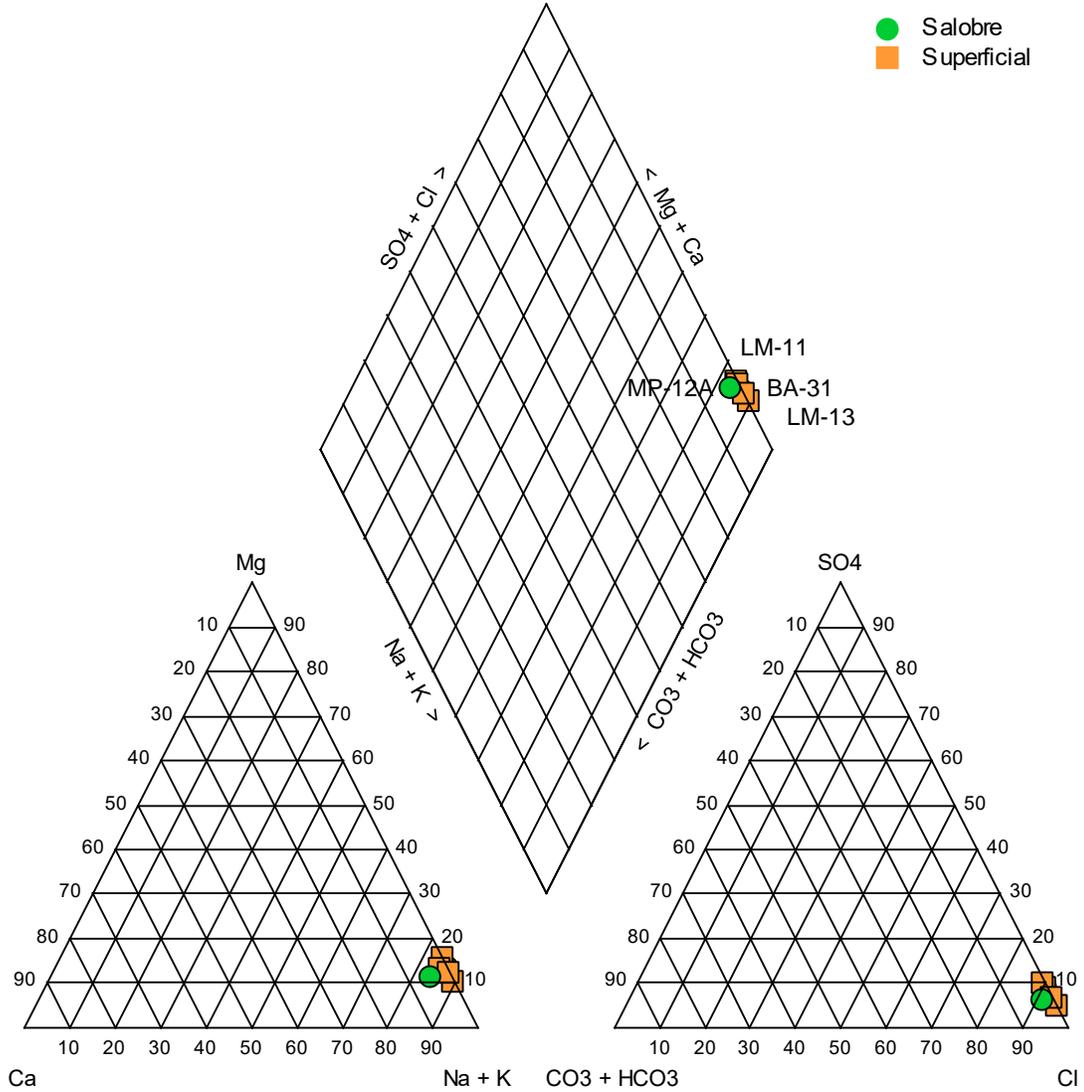
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-201 Diagrama de Piper, Campaña febrero 2021, Sector Norte y Borde Este



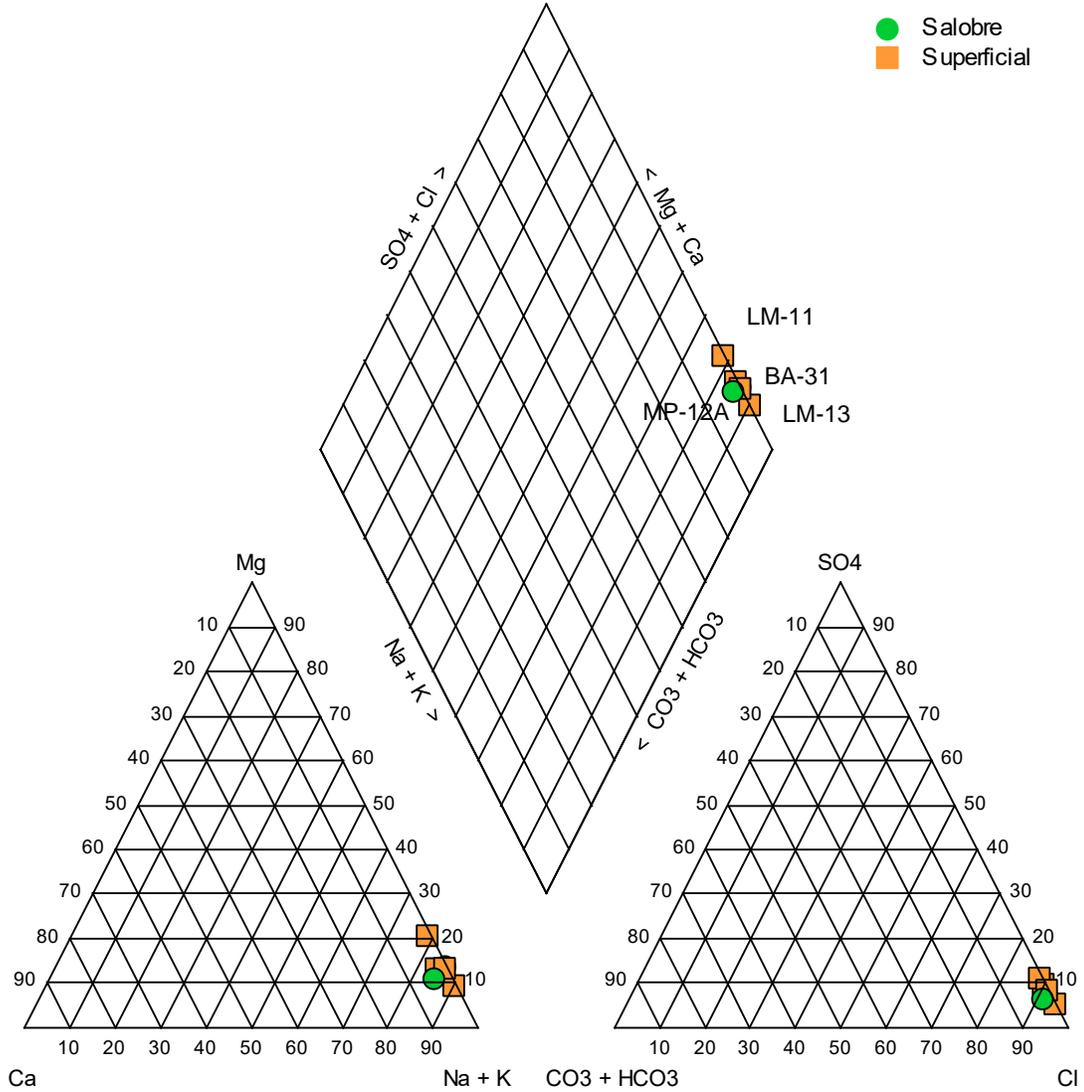
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-202 Diagrama de Piper, Campaña marzo 2021, Sector Norte y Borde Este



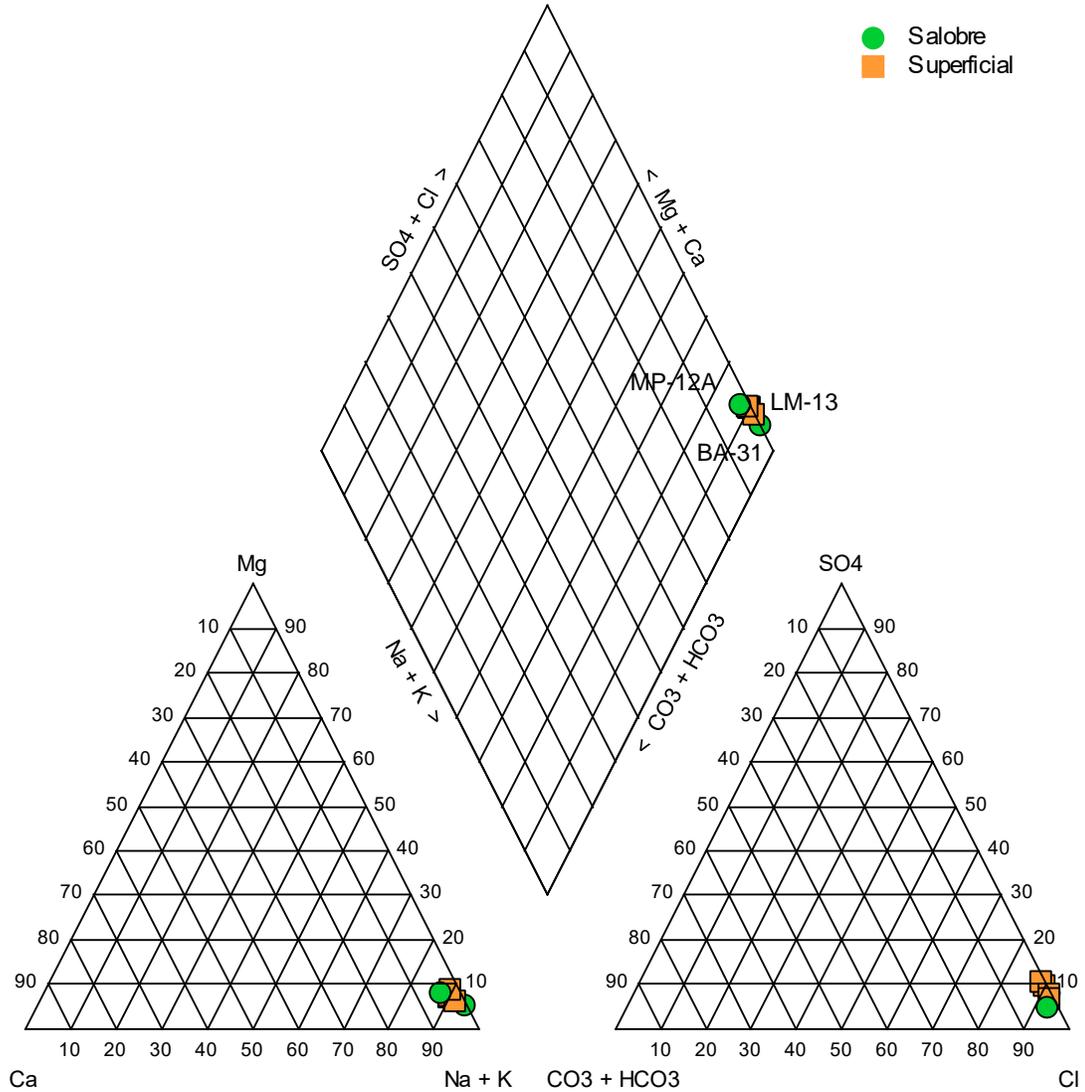
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-203 Diagrama de Piper, Campaña abril 2021, Sector Norte y Borde Este



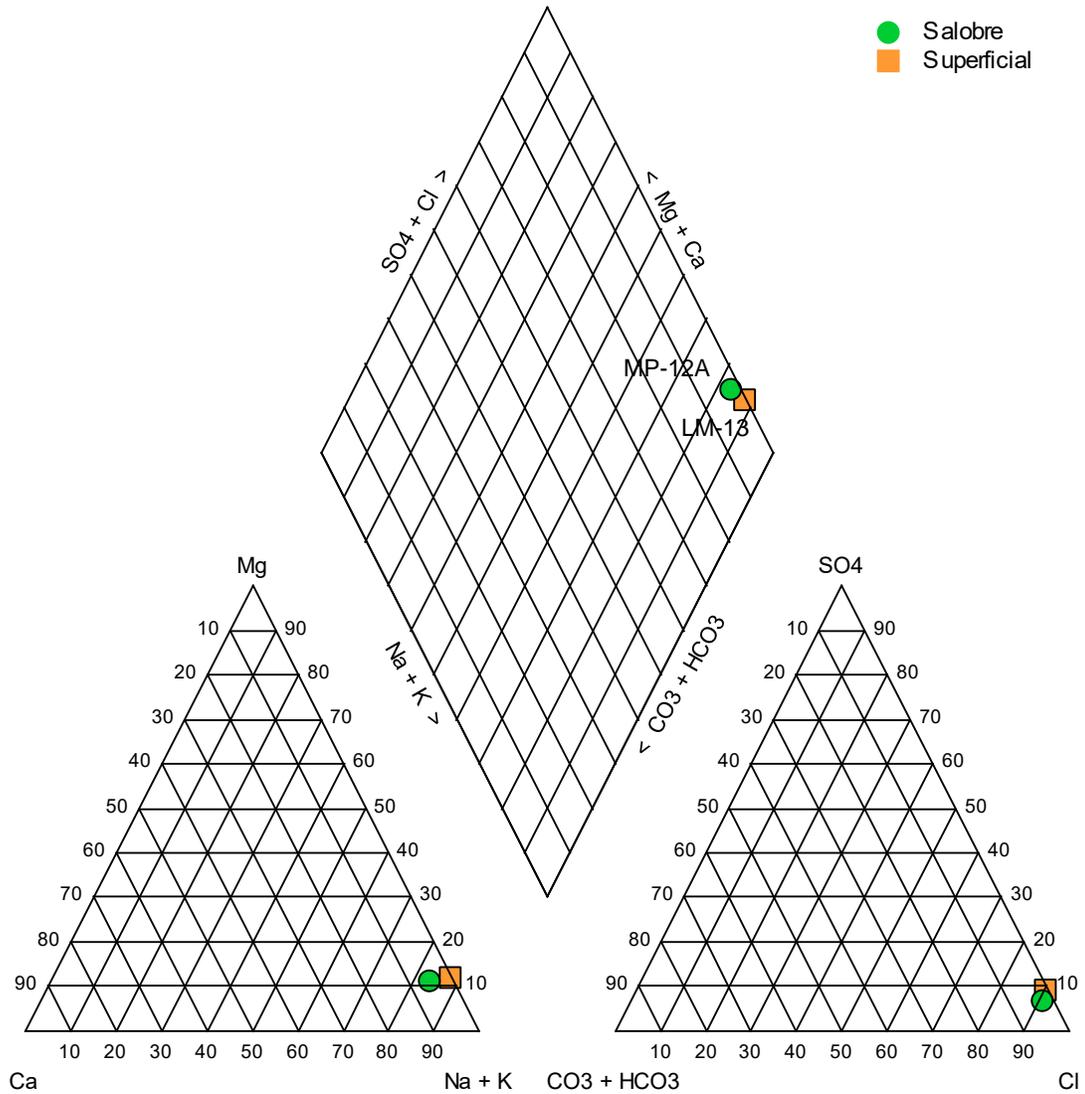
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-204 Diagrama de Piper, Campaña julio 2021, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-205 Diagrama de Piper, Campaña octubre 2021, Sector Norte y Borde Este



Fuente: Elaboración propia

Elementos Mayoritarios Totales

Los elementos mayoritarios totales analizados corresponden a calcio (Ca), potasio (K) magnesio (Mg) y sodio (Na), y en la Figura 5-206 a Figura 5-209 se presenta su evolución temporal en el periodo 2013-2021 junto a los estadígrafos de cada serie.

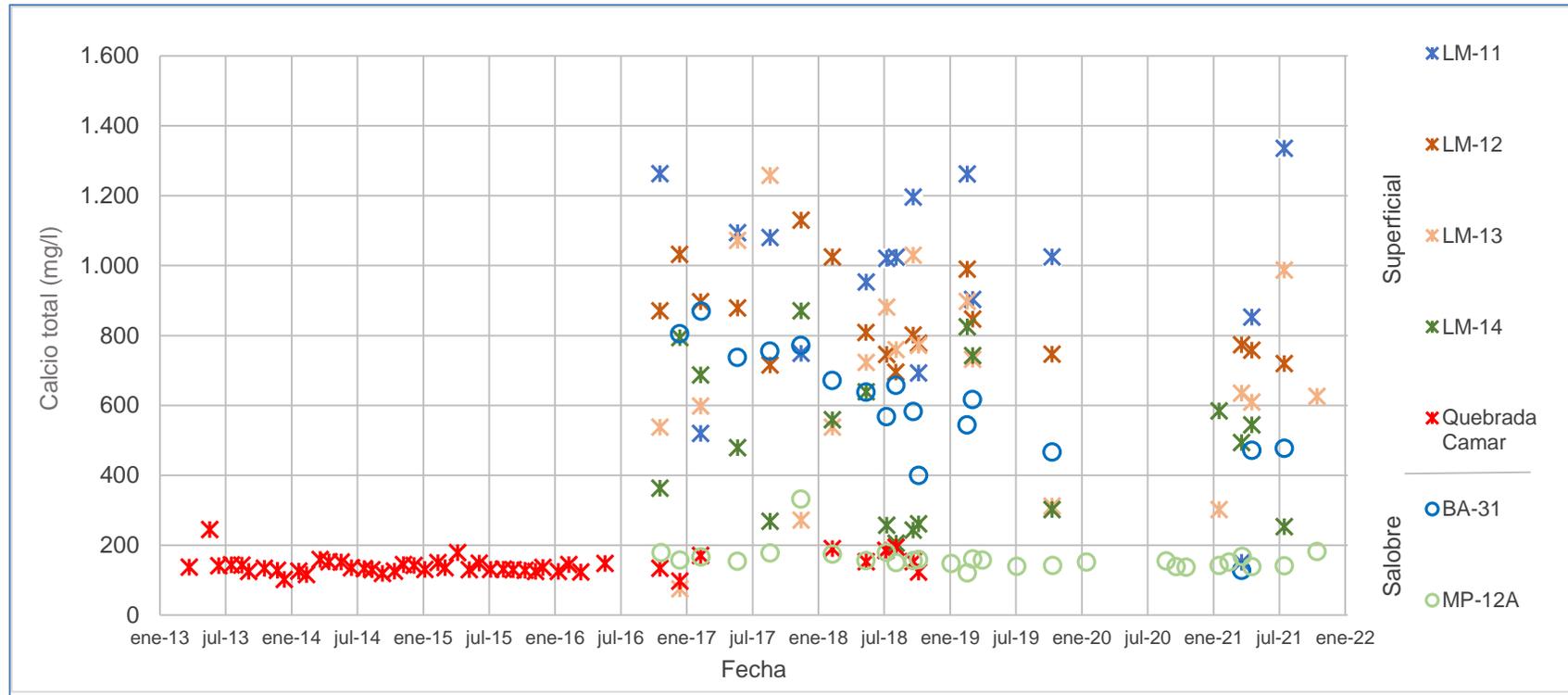
Los valores de calcio total en las aguas de las lagunas tienen un rango bastante amplio, cuyas medianas van desde 494 mg/l en LM-14 y 1.023 mg/l en LM-11, valores mayores a los de Quebrada Camar y aguas subterráneas someras que no superan los 156 mg/l (particularmente en MP-12A). En BA-31, por su parte, se registra un valor de mediana de 617 mg/l, intermedia entre las aguas lagunares y de MP-12A. Las muestras de 2021 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, salvo para la muestra del mes de abril de BA-31 y de LM-11 de julio.

En cuanto al potasio total, el punto LM-13 presenta mayores concentraciones comparada con las otras lagunas, con sus medianas variando entre 3.889 mg/l (LM-12) a 15.083 mg/l (LM-13). Las aguas subterráneas de MP-12A tienen una mediana de 513 mg/l, mientras que las del pozo BA-31 tiene una mediana de 11.510 mg/l, comparables estas últimas a las de las lagunas. La Quebrada Camar presenta concentraciones muy bajas presentando una mediana de 19 mg/l. Las muestras de 2021 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica.

El magnesio total presenta valores de mediana para las lagunas que van desde 2.376 mg/l en LM-14 hasta 6.116 mg/l en LM-13, valores comprables a los del pozo somero BA-31 (mediana de 6.600 mg/l). Las concentraciones más bajas de magnesio total ocurren para las muestras de Quebrada Camar y MP-12A, donde la mediana para las primeras es de 130 mg/l, mientras que en MP-12A esta es de 228 mg/l. Las muestras de 2021 se comportan dentro de la variabilidad natural histórica, con las excepciones de las muestras en LM-11 de marzo y abril, y para las muestras de julio (salvo MP-12A).

Para sodio total los datos muestran concordancia con lo encontrado para potasio, donde las concentraciones de MP-12A se encuentran en una posición intermedia entre las de Quebrada Camar y las aguas lagunares (además de BA-31). Para MP-12A el valor de la mediana es de 2.851 mg/l. Las aguas de los puntos lagunares (superficiales) y BA-31 varían entre un valor de mediana de 26.119 mg/l en LM-12 hasta 83.999 mg/l en LM-13, donde las concentraciones en el pozo BA-31 se encuentran dentro de estos rangos. En el 2021, las mayores concentraciones ocurren en LM-14 en el mes de marzo, siendo esta la única muestra que se encuentra fuera de los rangos de variabilidad deducidos del registro histórico.

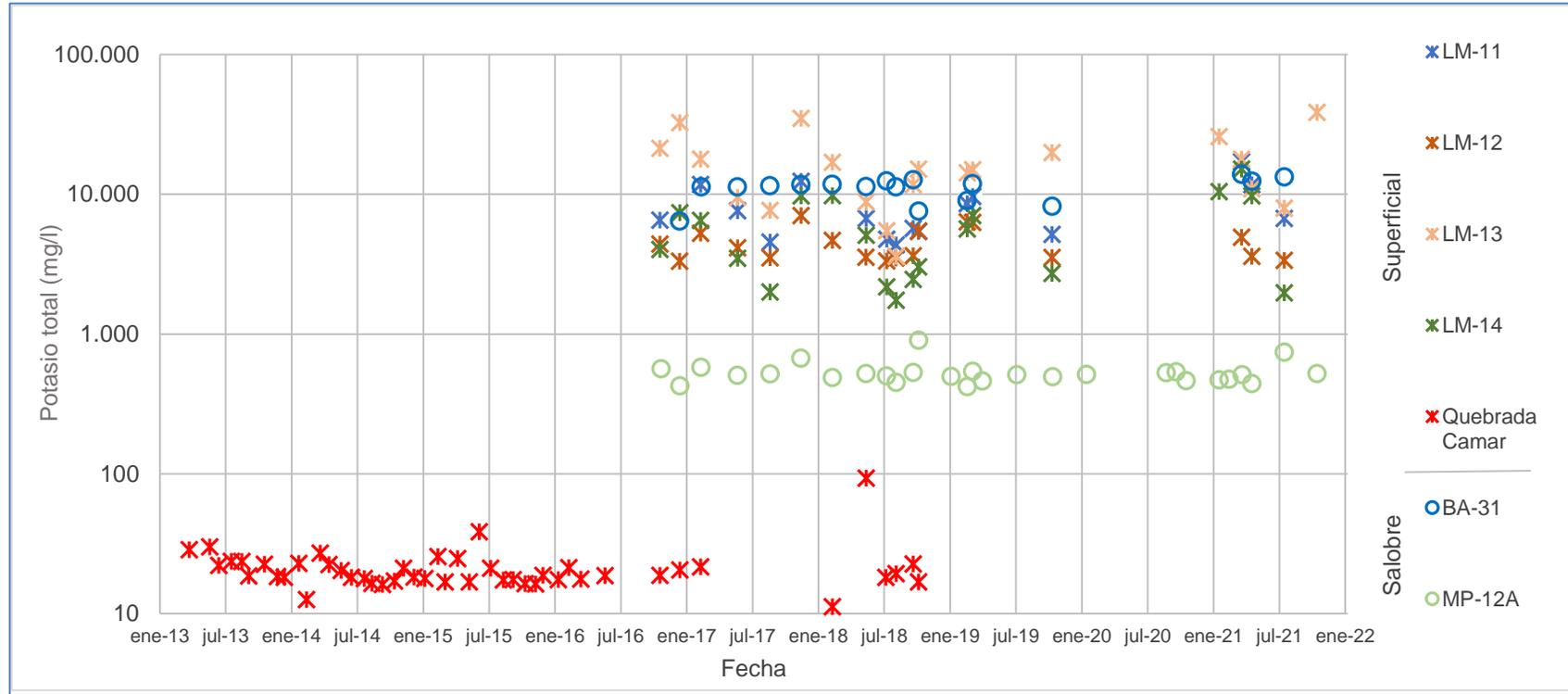
Figura 5-206 Variación Temporal: Ca total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	151	695	76	206	98	128	121
P25	775	747	538	261	128	475	142
Mediana	1.023	805	679	494	136	617	156
P75	1.171	920	894	687	151	747	168
Max	1.336	1.130	1.258	871	245	870	332
RQ	396	173	356	426	23	272	26

Fuente: Elaboración propia

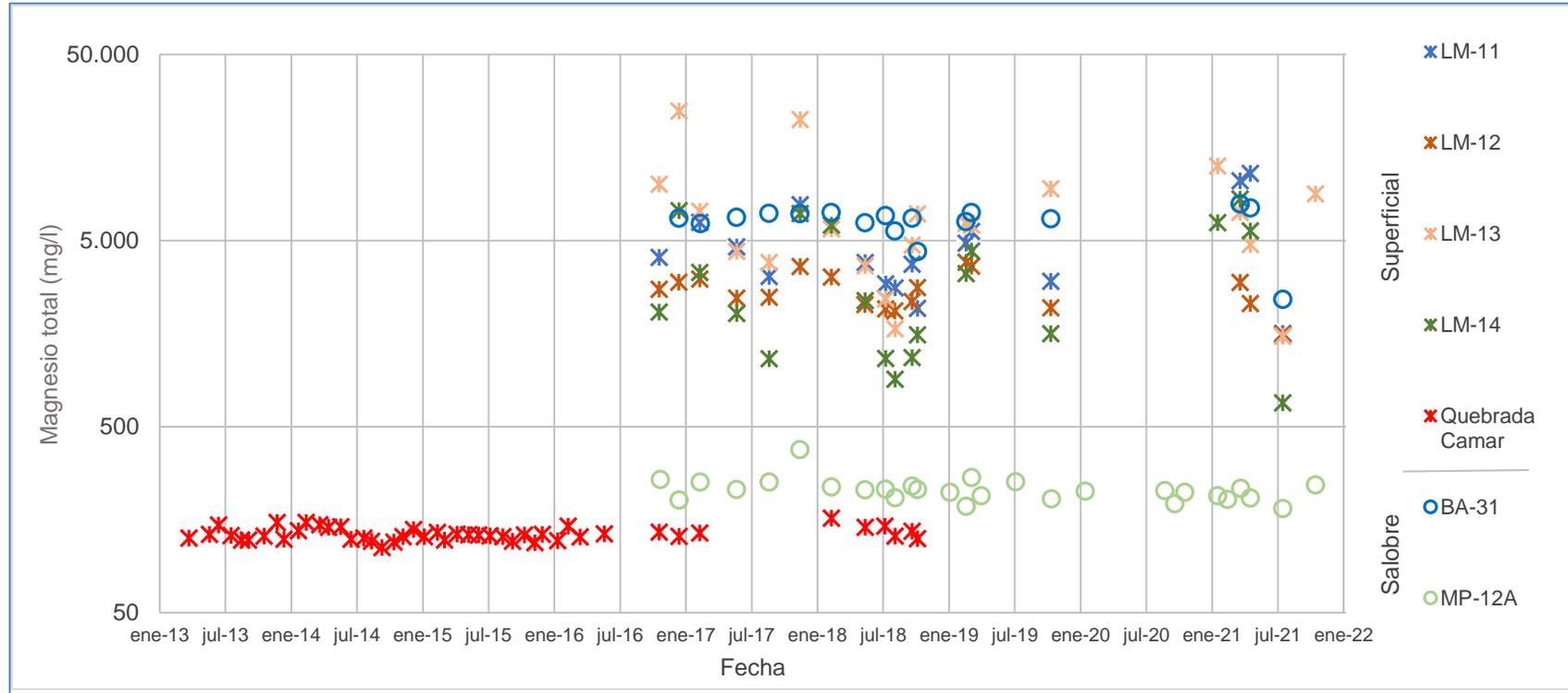
Figura 5-207 Variación Temporal: K total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	4.345	3.329	3.606	1.744	11	6.431	420
P25	5.231	3.507	9.004	2.462	17	10.180	473
Mediana	6.731	3.889	15.083	5.105	19	11.510	513
P75	11.185	5.311	20.988	9.730	23	12.435	536
Max	17.140	7.028	38.605	15.135	93	13.890	903
RQ	5.954	1.804	11.984	7.268	6	2.255	63

Fuente: Elaboración propia

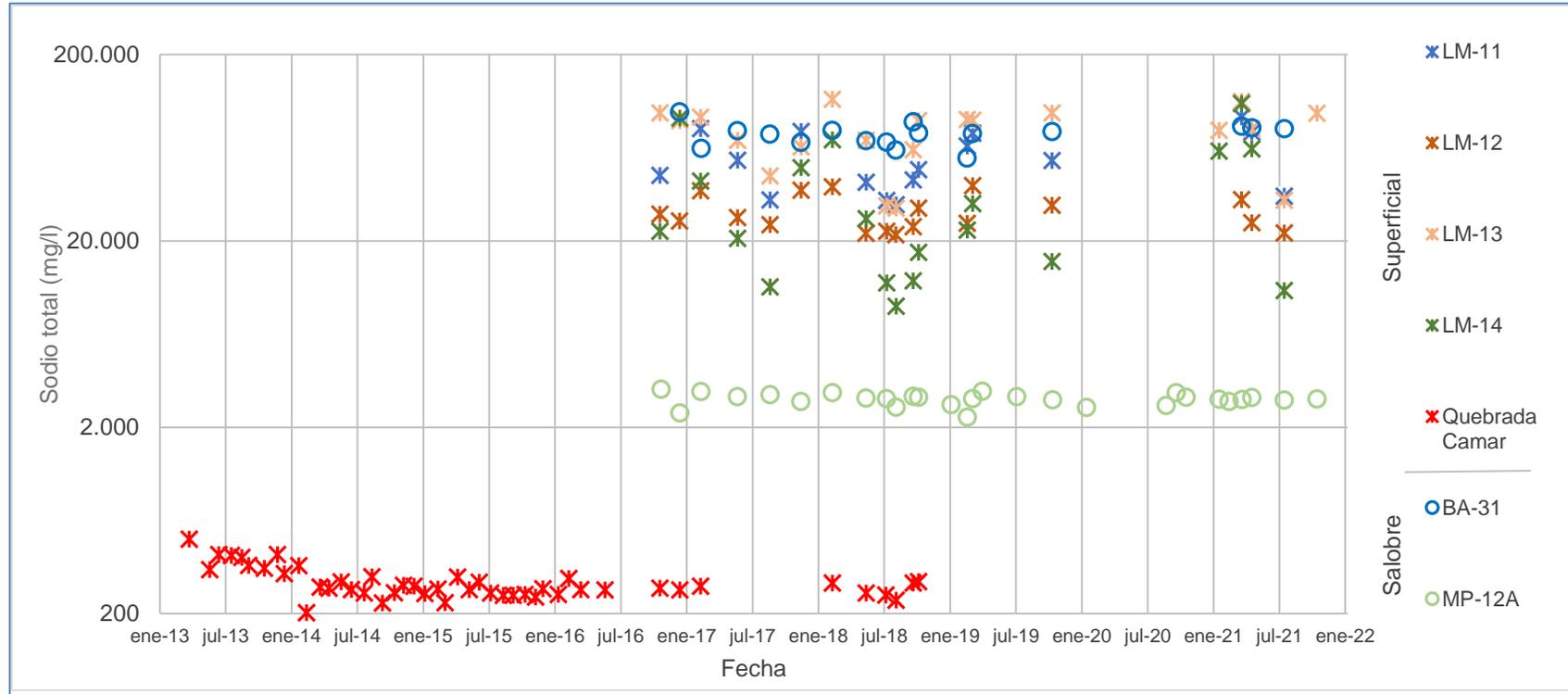
Figura 5-208 Variación Temporal: Mg total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	1.582	1.560	1.528	671	112	2.422	182
P25	2.947	2.238	3.947	1.176	125	6.196	207
Mediana	3.932	2.609	6.116	2.376	130	6.600	228
P75	6.098	3.120	9.344	6.035	139	7.049	243
Max	11.490	3.818	24.831	8.355	161	7.865	376
RQ	3.151	882	5.397	4.859	14	853	36

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-209 Variación Temporal: Na total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	31.240	21.610	29.980	8.935	202	55.660	2.266
P25	36.358	23.497	62.158	12.210	258	67.730	2.754
Mediana	51.129	26.119	83.999	22.880	274	75.898	2.851
P75	76.463	34.206	95.570	60.700	314	80.476	2.925
Max	92.400	39.560	115.200	109.216	502	98.692	3.196
RQ	40.105	10.709	33.412	48.490	56	12.746	171

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Disueltos

Los elementos minoritarios disueltos comprometidos a monitorear son el boro (B), litio (Li) y estroncio (Sr). En la Figura 5-210 a Figura 5-212 se presenta la gráfica de la variación temporal de estos elementos y sus estadígrafos respectivos. Como ha sido mencionado anteriormente, los elementos boro y litio, en el Salar de Atacama y en particular en la zona del Proyecto se presentan con concentraciones relevantes, aun cuando sean categorizados como elementos minoritarios. En general, ocurre que tanto para el boro como litio y estroncio, los registros de las lagunas son mucho mayores a los registrados históricamente en Quebrada Camar, así como también para el pozo somero MP-12A.

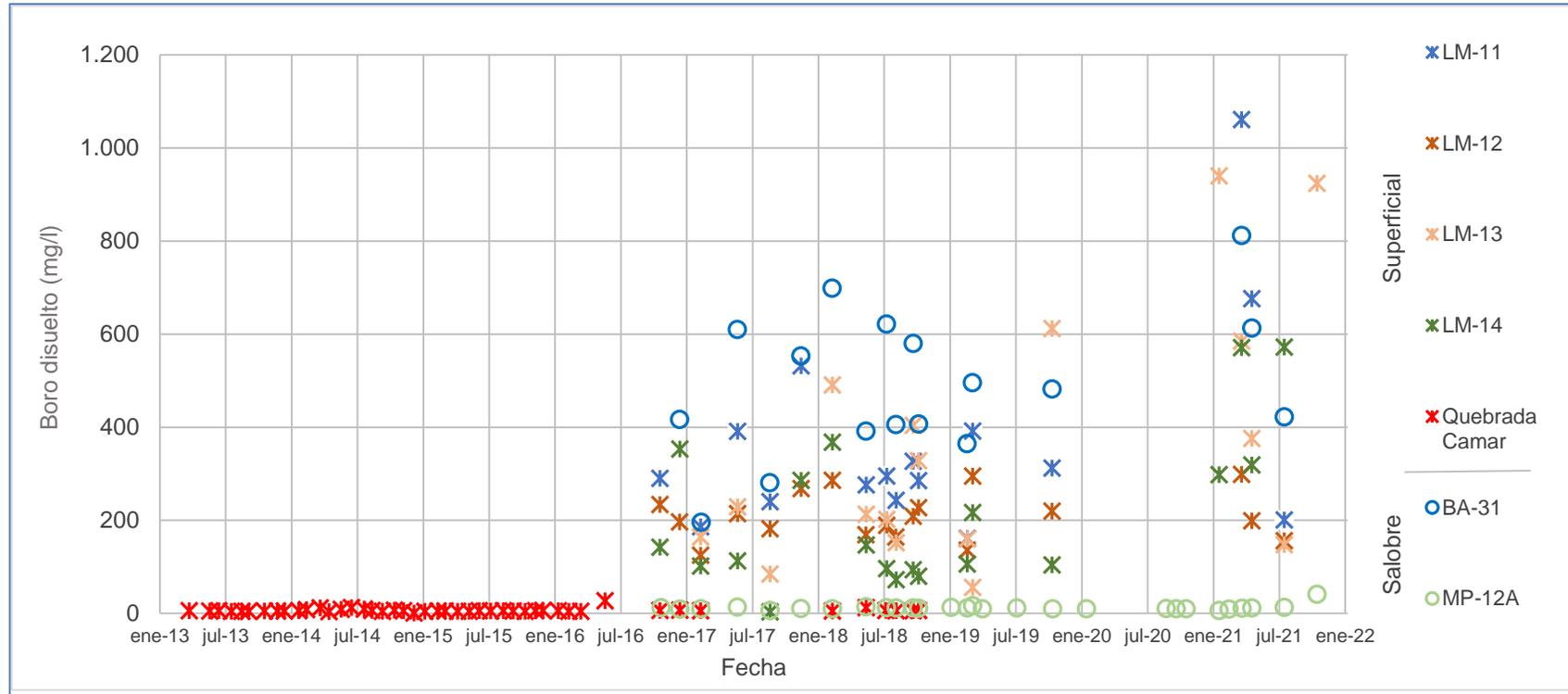
En el caso del boro disuelto el rango de concentraciones de las aguas de las lagunas varía entre medianas de 142 mg/l (LM-14) hasta 292 mg/l (LM-11). Estos valores son relativamente menores que los del pozo BA-31, donde la mediana alcanza un valor de 482 mg/l. Para la Quebrada Camar la concentración indicada por la mediana es de 5,4 mg/l, ligeramente menor a la registrada en MP-12A, donde ésta es de 11,3 mg/l. Durante el periodo de reporte, mediciones de BA-31 y LM-11 en marzo, y de LM-13 en enero y octubre, y de LM-14 en marzo y julio se encuentran por sobre el rango de variabilidad histórico.

Para litio disuelto, el valor de la mediana de las muestras de MP-12A es de 30,9 mg/l. Estos valores son mayores que los de Quebrada Camar, donde la mediana es de 0,7 mg/l. Las concentraciones alcanzadas por las lagunas y en BA-31 son aún mayores, comprendiendo un rango más amplio, desde un valor de mediana de 276 mg/l en LM-14, hasta un valor de 958 mg/l en LM-13. Los valores de 2021 se mantienen en comparación con el registro histórico de variación natural.

Finalmente, el estroncio disuelto es el de los tres elementos minoritarios analizados el que presenta valores de concentración más bajos, con valores de medianas entre 4,05 mg/l (LM-14) hasta 22,20 mg/l (LM-11), siendo mayores en las muestras de las lagunas (en BA-31 la mediana es de 18,00 mg/l). Las muestras de Quebrada Camar, por otro lado, presentan valores que definen una mediana de 0,7 mg/l. En MP-12A, la mediana es de 4,15 mg/l. Los valores del año 2021 caen dentro del rango variación natural histórico, salvo para las mediciones de octubre en LM-13 y MP-12A.

En este grupo de elementos, el predominante resulta ser el litio, en particular en las aguas de las lagunas, lo que es concordante con todo el comportamiento que han mostrado todos los elementos en este sector, atendiendo al proceso de evaporación al cual se ven expuestas las aguas.

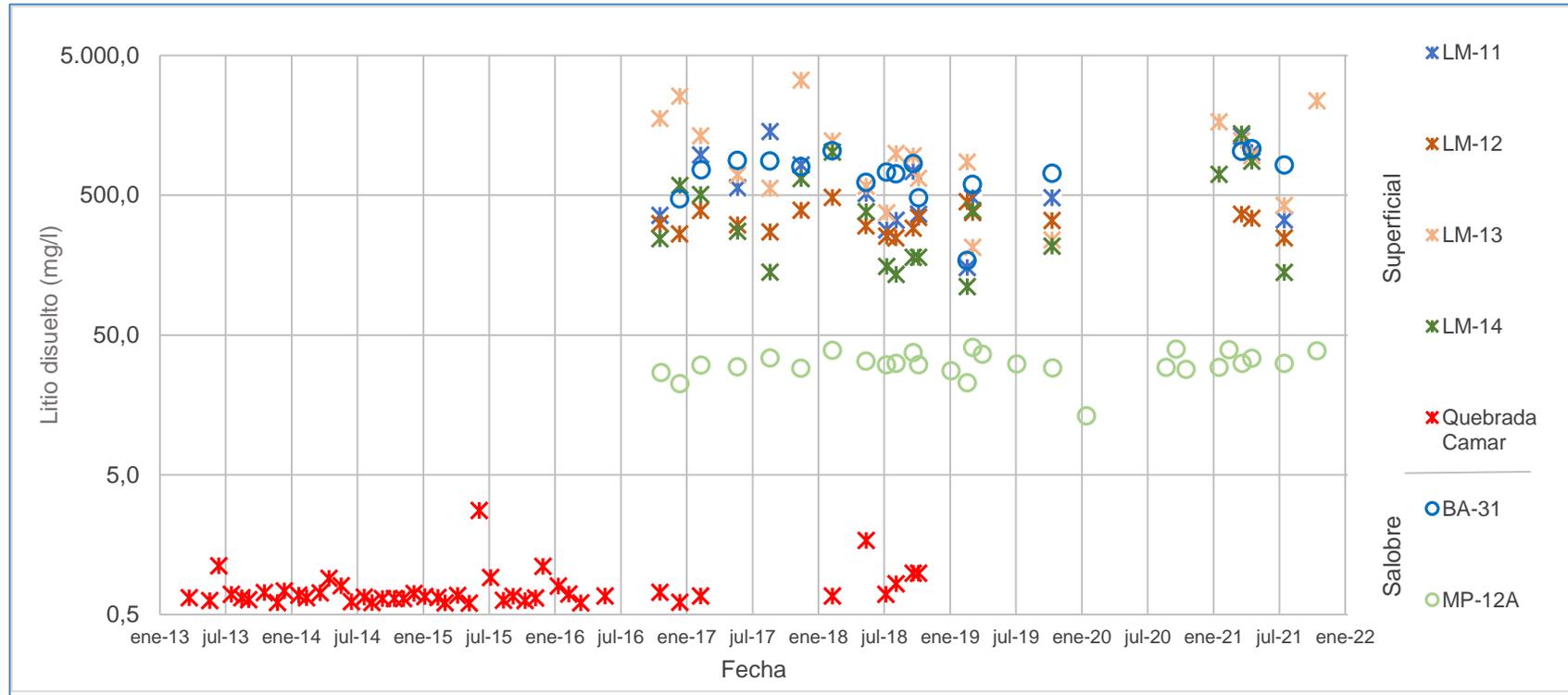
Figura 5-210 Variación Temporal: B disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	17	19	46	17	28
Min	161,0	125,0	56,0	3,0	0,9	196,0	6,1
P25	240,8	167,8	156,0	96,1	4,7	399,0	10,0
Mediana	292,4	204,0	229,0	142,2	5,4	482,0	11,3
P75	391,8	242,2	538,0	319,0	6,5	611,5	12,6
Max	1.061,0	299,0	940,0	572,5	27,3	812,0	41,0
RQ	151,0	74,4	382,0	222,9	1,8	212,5	2,6

Fuente: Elaboración propia

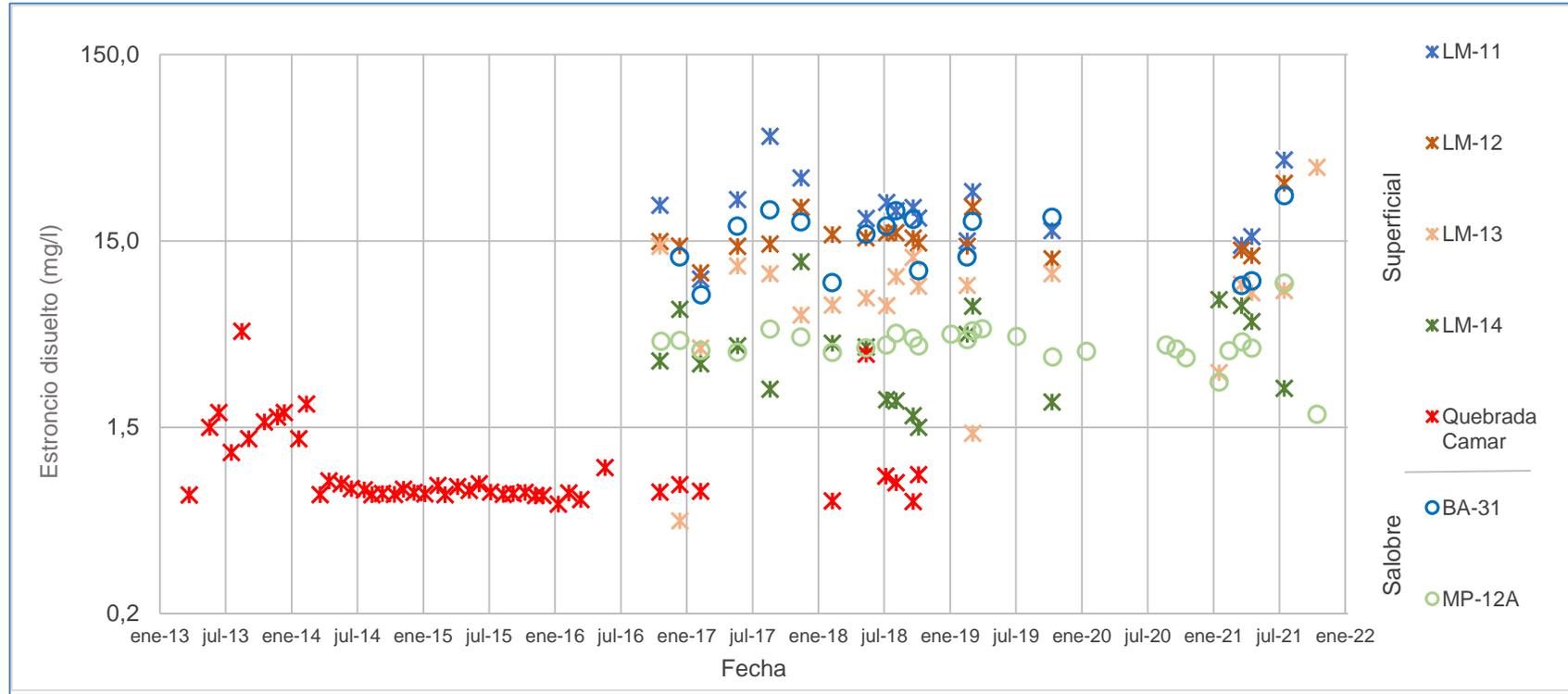
Figura 5-211 Variación Temporal: Li disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	152,0	247,7	212,0	111,0	0,6	171,0	13,2
P25	339,3	270,9	564,8	155,0	0,6	608,5	29,0
Mediana	497,5	321,7	957,5	276,0	0,7	761,0	30,9
P75	935,3	379,0	1.586,8	657,0	0,8	885,0	36,0
Max	1.427,0	482,0	3.327,0	1.372,0	2,8	1.076,0	40,8
RQ	596,0	108,1	1.022,0	502,0	0,2	276,5	7,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-212 Variación Temporal: Sr disuelto en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	9,35	10,10	0,47	1,50	0,58	7,70	1,76
P25	16,10	13,85	6,19	2,11	0,65	9,78	3,85
Mediana	22,20	14,73	8,34	4,05	0,70	18,00	4,15
P75	26,95	16,60	10,00	6,44	0,96	19,85	4,59
Max	54,50	30,57	37,18	11,60	4,90	26,21	8,89
RQ	10,85	2,75	3,81	4,33	0,31	10,07	0,74

Fuente: Elaboración propia

Elementos Minoritarios y Trazas Totales

Dentro de los elementos minoritarios y trazas totales comprometidos a monitorear, se encuentran el aluminio (Al), arsénico (As), boro (B), hierro (Fe), litio (Li), silicio (Si) y estroncio (Sr). En la Figura 5-213 a Figura 5-219 se presentan la gráfica de la variación temporal de cada uno de ellos, junto con sus estadígrafos de la serie registrada (con datos de 2013-2021).

El aluminio presenta las más altas concentraciones para las aguas salobres (someras) de BA-31, con una mediana de 6.470 mg/l. A su vez, el punto MP-12A presenta concentraciones que paulatinamente parecen estar disminuyendo desde el comienzo de las mediciones a fines de 2016 hasta la fecha. Para el 2021 los datos caen dentro del rango de variación natural (el aumento en las concentraciones de julio y octubre se debe al cambio de límite de detección).

Los valores de arsénico total para las muestras provenientes de MP-12A se mantienen dentro del rango de variación de los datos históricos hasta el 2021, presentando una mediana de 0,17 mg/l. Este valor es ligeramente inferior a la mediana de 0,48 mg/l definida con los datos históricos de Quebrada Camar. Para las muestras de agua superficial (lagunas) y la del pozo somero BA-31, las concentraciones de arsénico son mayores al menos en un grado de magnitud, que las ya mencionadas, con medianas que varían entre 1,63 mg/l en LM-12, y 7,60 mg/l en BA-31. Durante el año 2021, las concentraciones de arsénico total se encuentran dentro del rango de variación histórico.

El boro representa las mayores concentraciones, principalmente en las lagunas, con medianas desde 149 mg/l en LM-14 hasta 377 mg/l en LM-13. En BA-31 el valor de la mediana es más alta, alcanzando los 497 mg/l. A su vez, las medianas menores ocurren en MP-12A, con 12 mg/l, y en Quebrada Clamar, con 6 mg/l. En el 2021 las mediciones se mantienen dentro del rango de variación histórico, salvo para la muestra de octubre en MP-12A.

El hierro total es un elemento muy poco presente en las aguas de las lagunas, donde el valor más alto de medianas se alcanza en LM-12 (0,180 mg/l). Sin embargo, como con el aluminio total, las mayores concentraciones de hierro ocurren en BA-31, con una mediana de 3,210 mg/l. En MP-12A las concentraciones de hierro total disminuyen con el tiempo, donde hierro presenta valores de 7,8 mg/l a fines de 2016, llegando a 0,003 mg/l (valor alcanza el límite de detección, se considera un tercio de dicho valor en 2020 y 2021). Tanto para hierro como aluminio totales, esta tendencia puede ser generada por diferencias analíticas al usar laboratorios, y por ende equipos, diferentes.

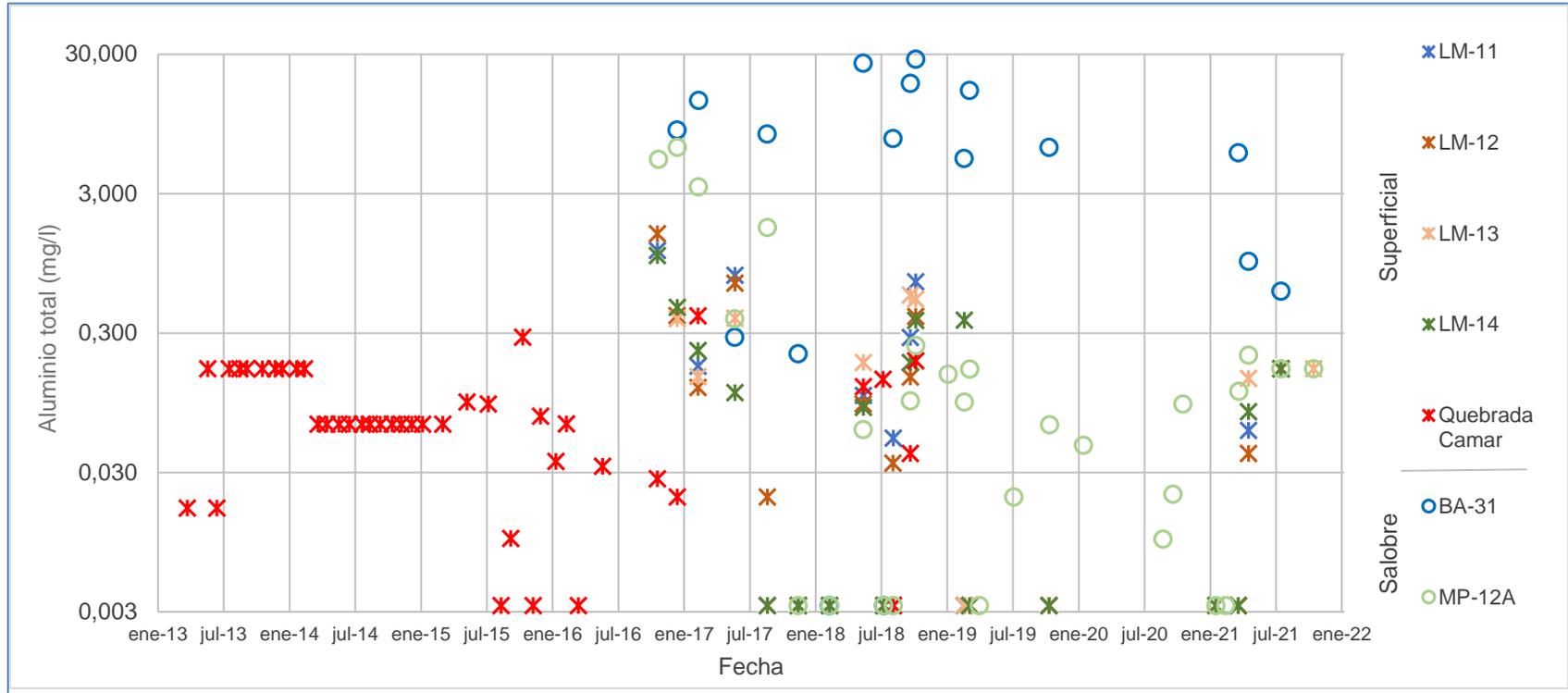
Entre los elementos aquí comentados, litio total es el elemento que predomina en las aguas de este sector, siendo las lagunas las más expuestas a evaporación y por tanto presentan mayores concentraciones. El litio total se encuentra presente en la cuenca en altos contenidos,

en particular en las lagunas con medianas que varían entre los 278 mg/l en LM-14, y 989 mg/l en LM-13. BA-31 se sitúa dentro de estos rangos, con una mediana de 788 mg/l. Las menores concentraciones se logran en Quebrada Camar, con mediana de 0,7 mg/l. En MP-12, los valores de litio se encuentran en un rango intermedio a los ya señalados, con una mediana de 32,4 mg/l. En el 2021, los valores registrados se acotan dentro de la serie histórica, con leves aumentos en LM-14 en marzo, y LM-13, en octubre.

En cuanto al silicio total, las concentraciones se mantienen respecto a años previos, salvo en LM-14 en el mes de enero, donde se registra un mínimo en las concentraciones para este punto (0,77 mg/l). Las lagunas presentan concentraciones cuya mediana varía entre 18,95 mg/l y 26,25 mg/l, mientras que el pozo BA-31 presenta una mediana de 8,50 mg/l. Los valores de silicio en MP-12A tienen una mediana de 32,00 mg/l.

Estroncio total, para las lagunas y BA-31, presenta concentraciones cuyas medianas varían entre 4,25 mg/l para el punto LM-14 y 23,71 mg/l para el punto LM-11. Para la Quebrada Camar el valor de la mediana es de 0,76 mg/l. En MP-12A la mediana es de 4,68 mg/l. En el año 2021, los puntos LM-13 y MP-12A tienen valores fuera de rango en los meses de julio y octubre.

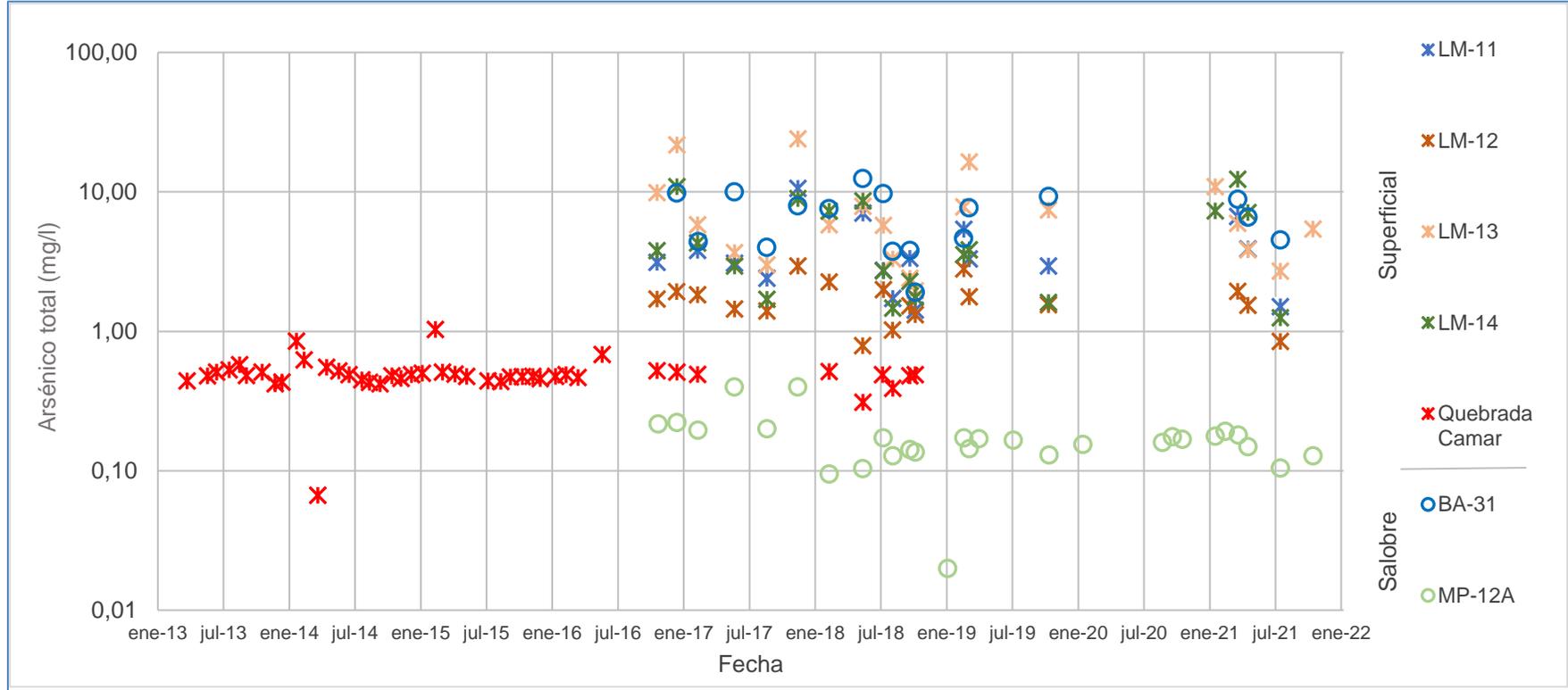
Figura 5-213 Variación Temporal: Al total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	19	19	42	17	28
Min	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
P25	0,003	0,003	0,003	0,003	0,035	0,440	0,005
Mediana	0,057	0,038	0,003	0,082	0,067	6,470	0,095
P75	0,253	0,224	0,185	0,225	0,167	15,250	0,198
Max	1,173	1,550	0,561	1,078	0,399	27,700	6,450
RQ	0,250	0,221	0,182	0,222	0,132	14,810	0,193

Fuente: Elaboración propia

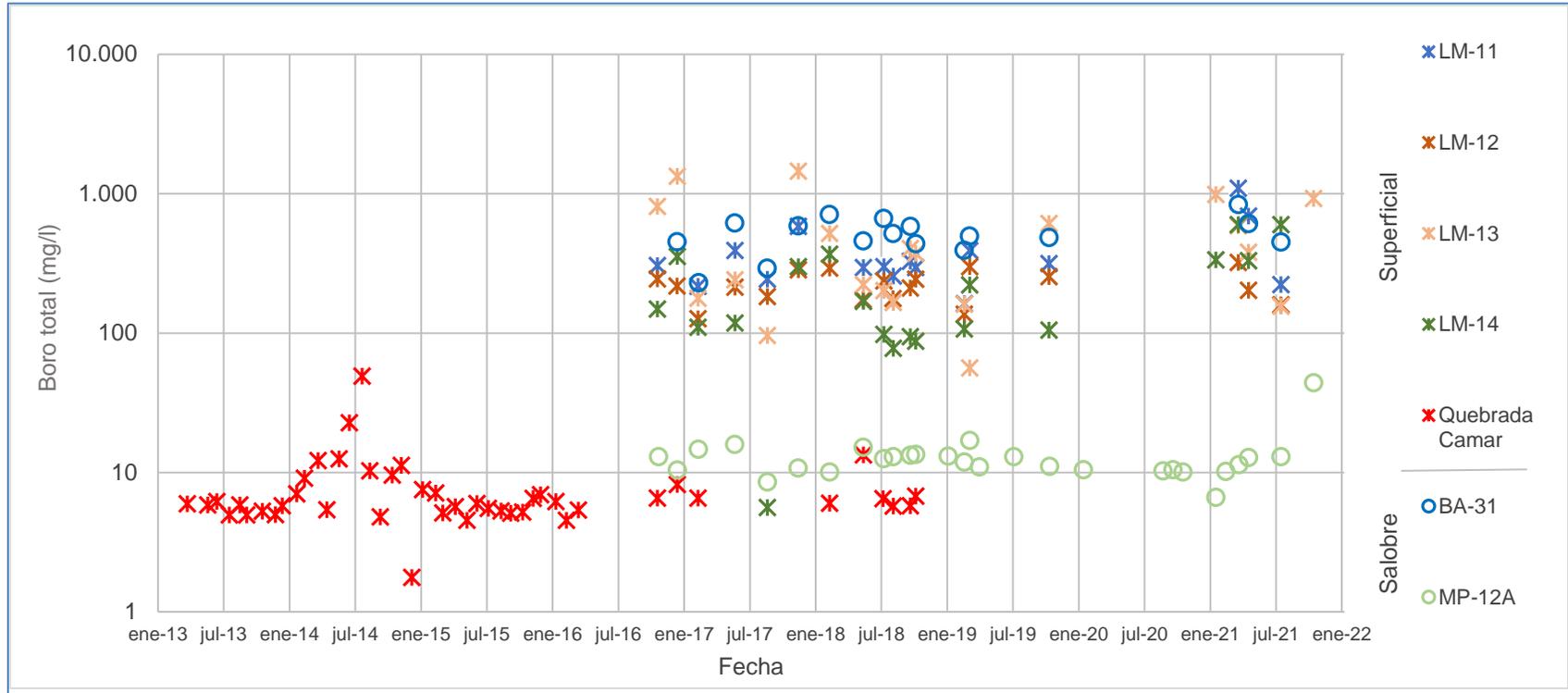
Figura 5-214 Variación Temporal: As total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	45	17	28
Min	1,42	0,79	1,95	1,25	0,07	1,91	0,02
P25	2,49	1,38	3,39	1,75	0,45	4,20	0,13
Mediana	3,21	1,63	5,80	3,79	0,48	7,60	0,17
P75	5,03	1,95	9,37	7,30	0,51	9,52	0,19
Max	10,60	2,94	24,00	12,30	1,03	12,50	0,40
RQ	2,54	0,57	5,98	5,55	0,06	5,32	0,06

Fuente: Elaboración propia

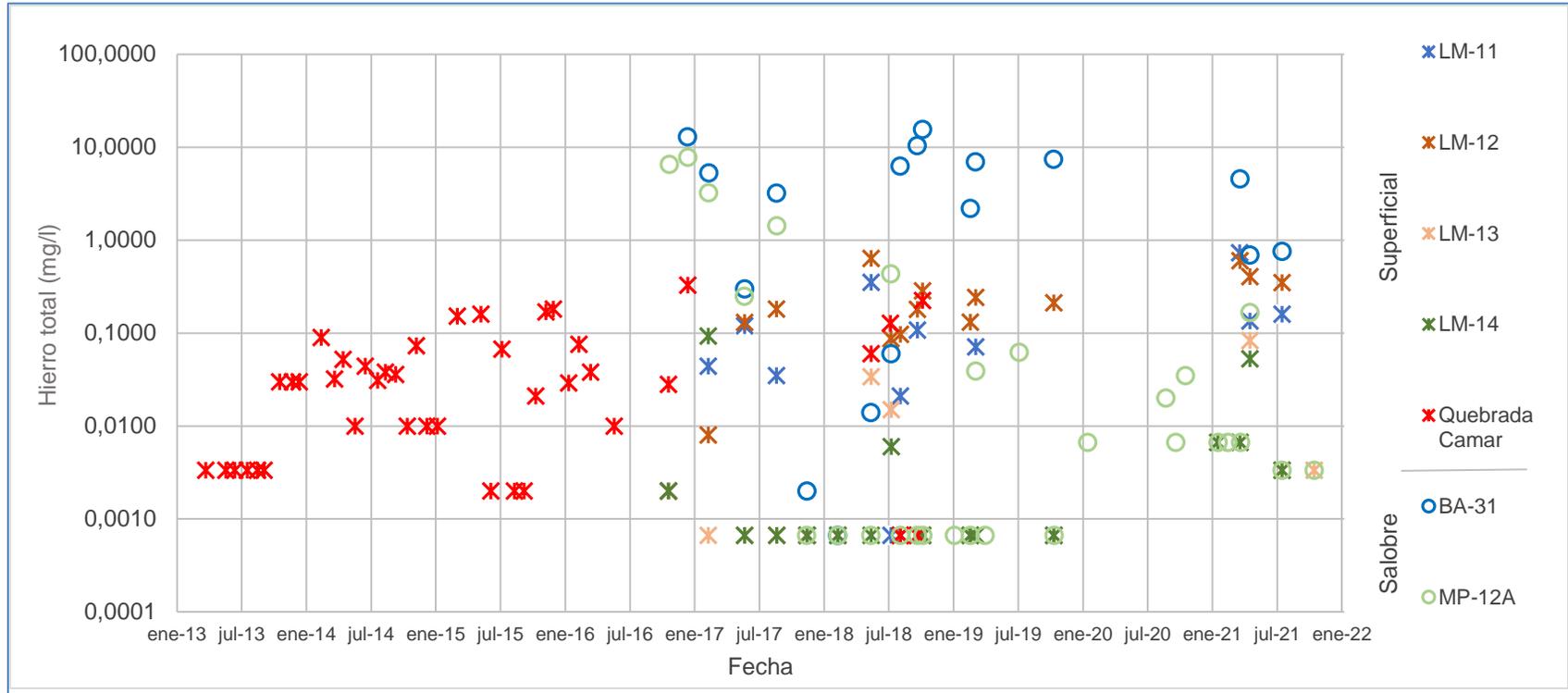
Figura 5-215 Variación Temporal: B total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	45	17	28
Min	163	127	56	6	2	230	7
P25	247	176	169	98	5	445	10
Mediana	303	216	377	149	6	497	12
P75	392	262	761	336	7	615	13
Max	1.095	322	1.451	600	49	836	44
RQ	145	86	592	238	2	170	3

Fuente: Elaboración propia

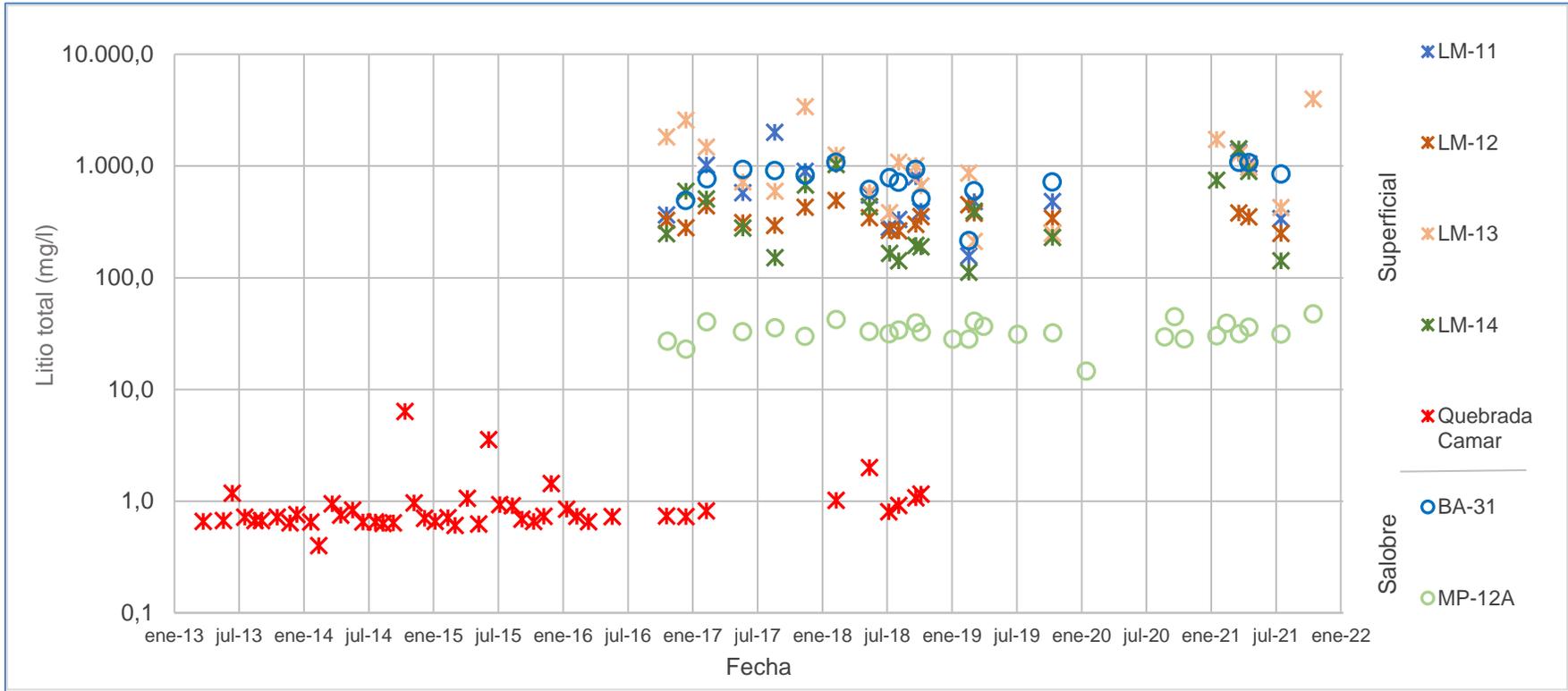
Figura 5-216 Variación Temporal: Fe total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	17	18	18	41	17	28
Min	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
P25	0,001	0,048	0,001	0,001	0,003	0,180	0,001
Mediana	0,040	0,180	0,001	0,001	0,030	3,210	0,007
P75	0,131	0,318	0,007	0,006	0,070	7,210	0,141
Max	0,733	0,634	0,083	0,093	0,328	15,600	7,825
RQ	0,130	0,270	0,006	0,005	0,067	7,030	0,140

Fuente: Elaboración propia

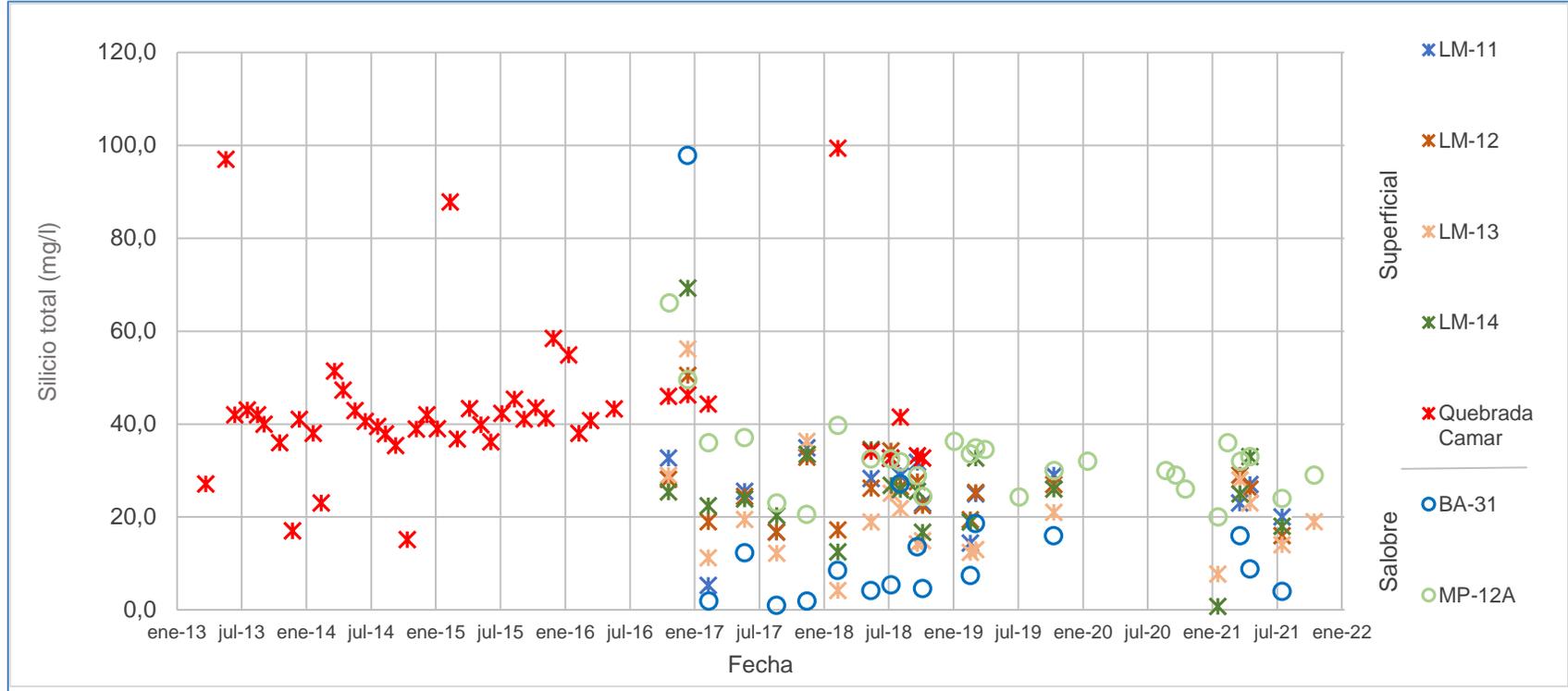
Figura 5-217 Variación Temporal: Li total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	157,0	249,3	212,0	112,0	0,4	215,0	14,6
P25	344,1	289,9	582,5	165,0	0,7	609,0	29,7
Mediana	515,5	343,0	989,0	278,0	0,7	788,0	32,4
P75	986,8	391,8	1.667,8	677,0	0,9	934,0	38,6
Max	1.998,0	492,0	3.982,5	1.426,0	6,4	1.080,0	47,5
RQ	642,7	101,9	1.085,3	512,0	0,2	325,0	8,9

Fuente: Elaboración propia

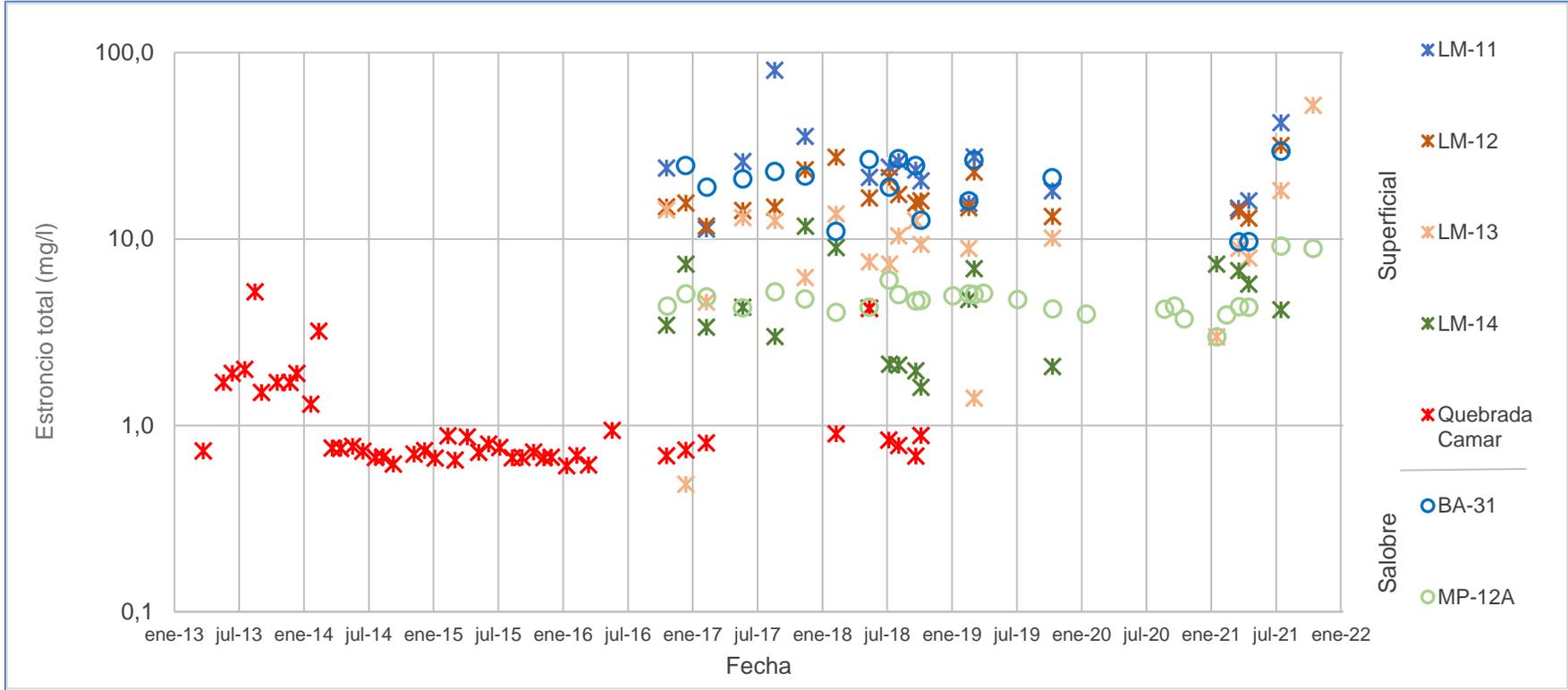
Figura 5-218 Variación Temporal: Si total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	46	17	28
Min	5,26	16,00	4,20	0,77	15,10	0,97	20,00
P25	20,73	19,30	12,55	18,90	36,64	4,08	26,73
Mediana	26,25	26,10	18,95	25,41	41,05	8,50	32,00
P75	31,10	28,35	24,58	32,70	43,73	16,00	35,73
Max	34,90	50,50	56,20	69,30	99,40	97,83	66,07
RQ	10,37	9,05	12,03	13,80	7,09	11,92	9,00

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-219 Variación Temporal: Sr total en laboratorio histórico (mg/l), Sector Norte y Borde Este



	LM-11	LM-12	LM-13	LM-14	Quebrada Camar	BA-31	MP-12A
N° Datos	16	18	20	19	45	17	28
Min	11,30	11,70	0,48	1,60	0,61	9,65	2,98
P25	16,53	14,18	6,49	2,13	0,68	14,30	4,23
Mediana	23,71	15,58	9,13	4,25	0,76	21,30	4,68
P75	27,20	21,70	12,88	6,93	1,12	25,65	5,07
Max	80,50	31,71	52,15	11,70	5,20	29,61	9,14
RQ	10,67	7,52	6,39	4,80	0,44	11,35	0,84

Fuente: Elaboración propia

5.8.4 Química de los Pozos de Extracción

En consideración a la resolución de solicitud de interpretación de la RCA N°21/2016, resuelta mediante la R.E. N°1.472 de fecha 27 de diciembre 2017 del SEA Dirección Ejecutiva, es que no se presentan resultados asociados a química de los pozos de extracción de salmuera. Dicha Resolución se adjunta como Anexo M de este Informe.

A saber, la Resolución indica textual que: “[...] el alcance del PSAH, expuesto en el considerando 7 de la RCA respecto del componente ambiental “Físico Calidad del Agua”, para el monitoreo “calidad química del agua superficial y subterránea” debe citar únicamente la Tabla 3-5, Tabla 3-6 y Tabla 3-7 del Anexo 3 de la Adenda N°5”. Asimismo, indica que “el objeto de protección asociado al PSAH, corresponde a las aguas del Salar de Atacama, y el acuífero de la Zona Marginal que alimenta estas aguas, por lo que los puntos de monitoreo asociados al componente “calidad de agua”, recae sobre las aguas que alimentan los sistemas lagunares y, por lo tanto, la calidad química de salmuera que se extrae de los pozos de producción, no es una variable relevante para los fines ambientales que sustenta la RCA”.

Sin perjuicio de lo anterior, se presentan los resultados de la química de los 3 pozos de extracción con derechos de aguas, pozos: Peine, Tilopozo y Tucúcaro, de los parámetros respectivos: calcio, litio, potasio, magnesio, sodio y sulfato, reportados en unidades de ppm (partes por millón).

En la Tabla 5-63, Tabla 5-64 y Tabla 5-65 se presentan los resultados registrados de calidad química en el año 2021 para dichos pozos. En el mes de agosto de 2021 no se realizó el muestreo en estos pozos debido a la suspensión de los monitoreos ambientales a causa de la huelga que imposibilitó que personal de Albemarle, contratistas y consultores ingresara a la Planta, haciendo imposible, además, el retiro de equipamiento, vehículos, combustible, llaves, entre otros, indispensables para la labor de monitoreo (carta de justificación ALB-GMA-2021-SMA-047).

En la Tabla 5-66 se presentan los estadígrafos para los pozos, de los cuales se puede indicar que presentan baja dispersión por elemento, mientras que entre pozos se presenta un amplio rango de valores. Lo anterior se complementa con la Figura 5-220, donde se presentan los respectivos diagramas de caja. En el Anexo I se presentan los registros históricos.

Tabla 5-63 Resultados Calidad Química de pozo Peine año 2021

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	461	0,8	107	35	631	870
Febrero	1,001	475	1,0	109	36	632	721
Marzo	1,001	691	0,9	110	36	686	660
Abril	1,001	345	3,0	104	35	610	810
Mayo	1,002	424	1,0	109	35	689	970
Junio	1,002	450	1,0	109	35	689	690
Julio	1,003	450	1,0	109	105	715	633
Agosto	*	*	*	*	*	*	*
Septiembre	1,002	423	1,0	108	37	616	830
Octubre	1,001	420	1,0	107	37	702	1029
Noviembre	1,003	435	1,0	105	37	664	764
Diciembre	1,001	428	1,0	104	38	648	1017

* Sin medición en el mes de agosto de 2021 (carta de justificación ALB-GMA-2021-SMA-047).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-64 Resultados Calidad Química de pozo Tilopozo año 2021

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,001	137	5	95	77	615	490
Febrero	1,000	135	5	94	76	618	415
Marzo	1,000	278	4	92	80	592	340
Abril	1,000	154	11	94	78	598	370
Mayo	1,003	118	6	103	82	623	410
Junio	1,001	116	5	100	85	676	460
Julio	1,001	117	6	100	86	689	472
Agosto	*	*	*	*	*	*	*
Septiembre	1,002	119	5	96	81	549	360
Octubre	1,001	116	5	94	81	592	462
Noviembre	1,001	119	5	95	79	589	444
Diciembre	1,003	136	5	95	79	606	482

* Sin medición en el mes de agosto de 2021 (carta de justificación ALB-GMA-2021-SMA-047).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-65 Resultados Calidad Química de pozo Tucúcaro año 2021

Mes	Densidad (g/cm ³)	Calcio (ppm)	Litio (ppm)	Magnesio (ppm)	Potasio (ppm)	Sodio (ppm)	Sulfato (ppm)
Enero	1,005	176	17	164	214	1732	800
Febrero	1,002	176	17	164	213	1722	816
Marzo	1,002	289	14	143	198	1280	466
Abril	1,001	185	20	145	197	1253	640
Mayo	1,006	146	32	401	200	1660	840
Junio	1,003	141	34	429	203	1670	682
Julio	1,003	139	35	444	201	1673	733
Agosto	*	*	*	*	*	*	*
Septiembre	1,003	135	13	139	181	1163	650
Octubre	1,002	130	13	134	179	1211	715
Noviembre	1,002	133	12	135	179	1197	667
Diciembre	1,002	153	12	133	175	1123	648

* Sin medición en el mes de agosto de 2021 (carta de justificación ALB-GMA-2021-SMA-047).

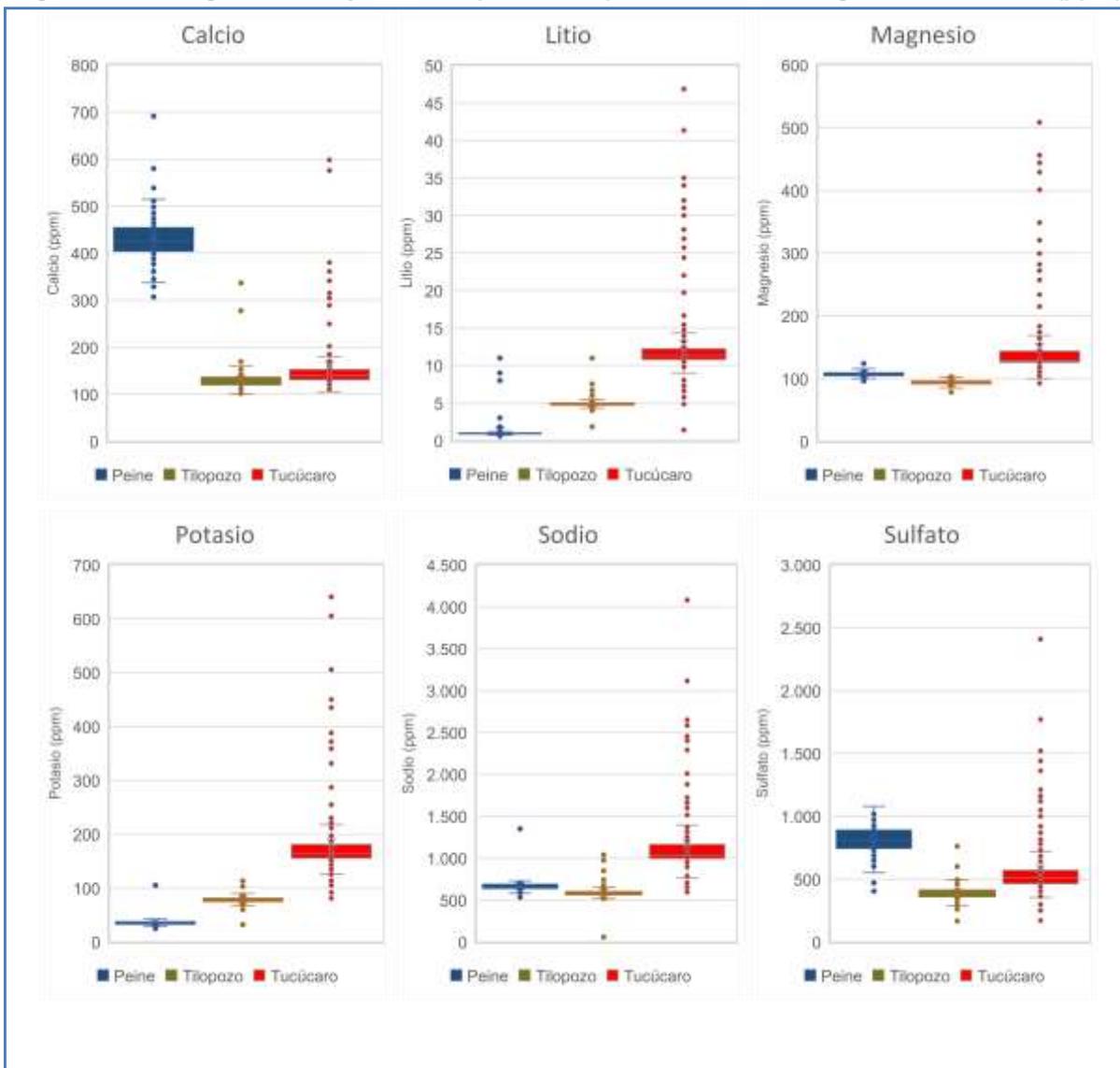
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5-66 Estadígrafos, Calidad Química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)

Pozo	Parámetro	Nº	Mín	P25	Mediana	P75	Máximo
Peine	Calcio	89	307	404	424	454	691
	Litio	89	0,6	0,9	1,0	1,0	11,0
	Magnesio	89	96	105	106	109	124
	Potasio	89	25	33	35	37	105
	Sodio	89	531	638	654	687	1.350
	Sulfato	89	404	745	807	889	1.080
Tilopozo	Calcio	174	101	120	129	136	337
	Litio	174	1,8	4,7	4,8	5,0	11,1
	Magnesio	174	78	92	94	96	108
	Potasio	173	32	75	78	81	113
	Sodio	174	59	562	580	600	1.040
Tucúcaro	Sulfato	173	166	360	388	412	760
	Calcio	174	105	131	141	152	598
	Litio	174	1,4	10,8	11,3	12,2	46,8
	Magnesio	173	93	126	129	144	508
	Potasio	173	81	156	165	181	640
	Sodio	174	596	995	1.037	1.163	4.081
Sulfato	174	172	464	511	570	2.410	

Fuente: Elaboración propia

Figura 5-220 Diagrama de caja calidad química de pozos de bombeo agua dulce-salobre (ppm)



Fuente: Elaboración propia

De la Figura 5-220 se desprende que las mayores concentraciones de sulfato y calcio ocurren en el pozo Peine, mientras que mayores concentraciones de litio, magnesio, potasio y sodio caracterizan al pozo Tucúcaro. La Figura 5-221 presenta la gráfica histórica de la variación de calcio, litio y magnesio y la Figura 5-222 presenta la variación de potasio, sodio y sulfato para los pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro. Cabe indicar que el pozo Peine comienza su bombeo más tarde que los demás, con registros desde Julio 2013.

En la Figura 5-221 y en la Figura 5-222 se observa que para los pozos Peine y Tilopozo, en el 2021, cada uno de los elementos monitoreados se mantiene dentro del rango histórico. El

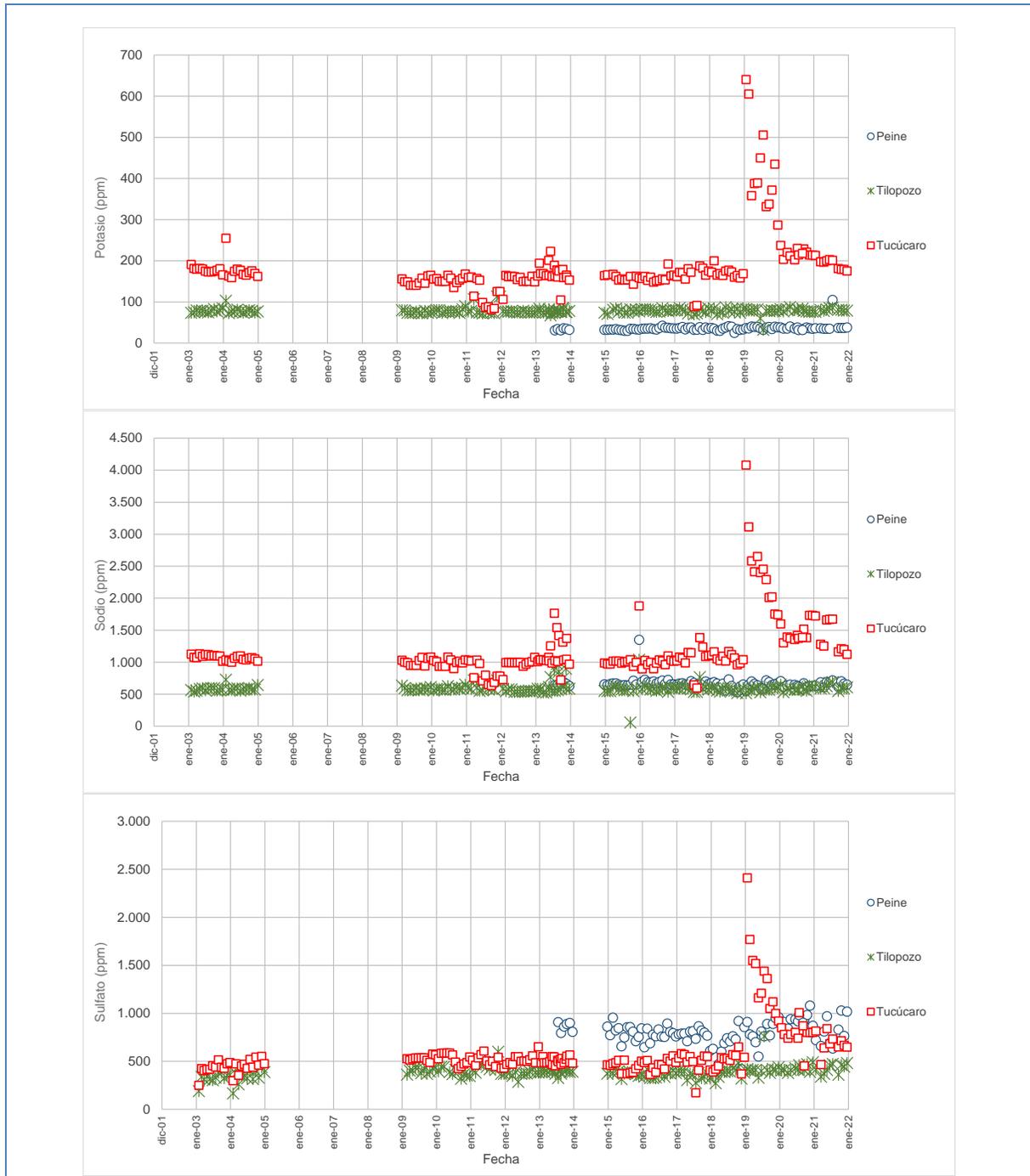
Pozo Tucúcaro, presentó en el año 2019 un alza en las concentraciones de todos los elementos, el cual ha estado disminuyendo a diferentes tasas hasta finales del presente periodo de reporte. Estos aumentos en las concentraciones ocurren posteriores al evento de precipitaciones de 2019, lo cual pudo provocar disolución de sales que ingresaron al sistema de aguas subterráneas, dada la ubicación del pozo Tucúcaro, y por ende no teniendo el mismo efecto en los otros dos pozos. De manera similar, durante los meses de mayo a julio de 2021 ocurren aumentos de litio y magnesio, y en menor medida sodio, en el pozo Tucúcaro.

Figura 5-221 Variación temporal de Calcio, Litio y Magnesio en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-222 Variación temporal de Potasio, Sodio y Sulfato en pozos Peine, Tilopozo y Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

5.9 Caudales bombeados en salmuera y en agua dulce-salobre

En el presente subcapítulo se muestran los registros asociados a la extracción de salmuera y agua dulce-salobre durante el año 2021. Durante este periodo fueron bombeados un total de 74 pozos de extracción de salmuera en las áreas de extracción A1 y A2 (en la Tabla 4-10, se presentaron las coordenadas de cada pozo y su correspondiente área de extracción), además de tres pozos de extracción de agua dulce-salobre correspondientes a los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine.

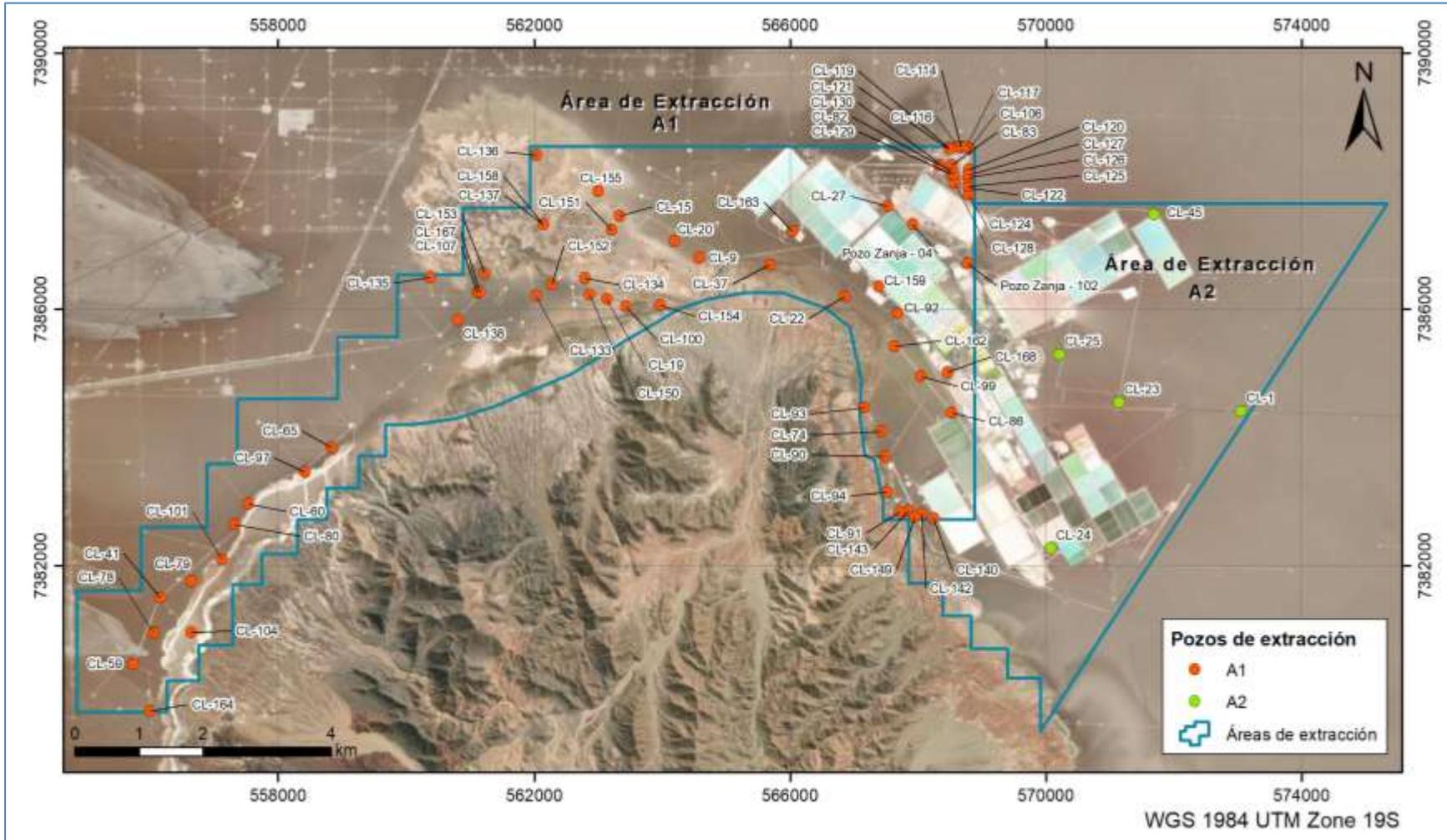
Se aclara que la cantidad de pozos bombeados a lo largo del tiempo es variable, y su dinámica responde a razones operacionales que se ajustan al caudal de bombeo aprobado ambientalmente.

A continuación se presentan los valores de los caudales bombeados durante 2021 junto al registro histórico a través de gráficos. En el Anexo J se presenta el registro histórico de todos los volúmenes extraídos y caudales bombeados, a escala mensual, tanto de los pozos de salmuera como de los pozos de agua dulce-salobre.

5.9.1 Caudales bombeados en salmuera

La ubicación de los pozos de extracción de salmuera se enmarca en los polígonos A1 y A2, y su ubicación se representa en el mapa de la Figura 5-223. El detalle de los caudales bombeados durante 2021 se presenta en la Tabla 5-67.

Figura 5-223 Mapa de ubicación de los pozos de extracción de salmuera de Albemarle



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5-67 Caudales y volúmenes bombeados en pozos de salmuera, año 2021

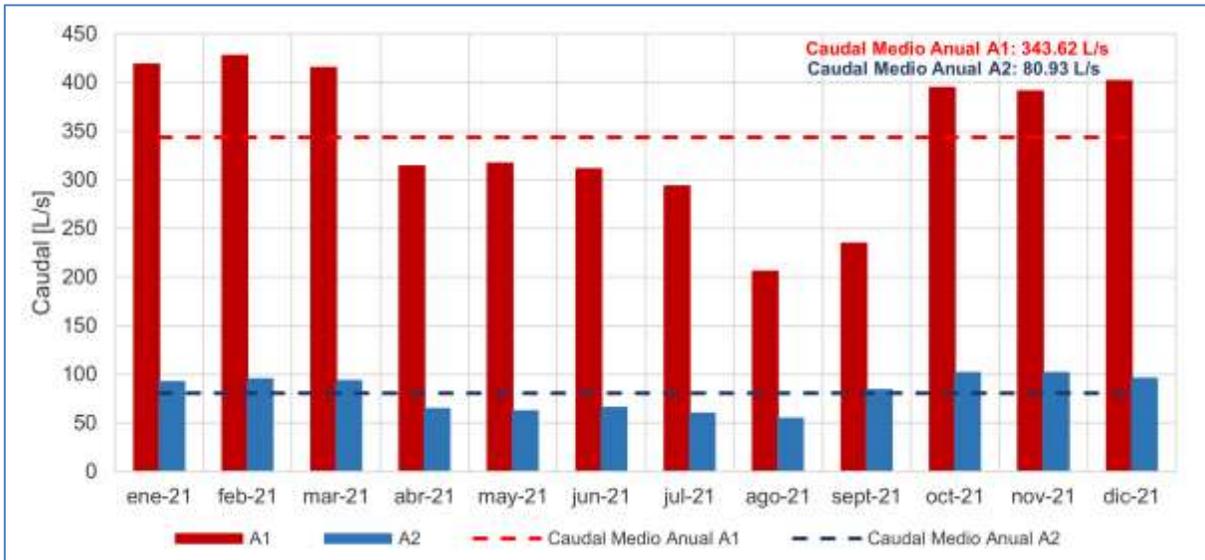
Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m3/año]
ÁREA A1														
CL-9	Volumen [m³/mes]	8.623	7.798	7.954	7.033	5.927	6.668	5.934	4.971	5.854	6.881	6.620	7.137	81.400
	Caudal [L/s]	3,22	3,22	2,97	2,71	2,21	2,57	2,22	1,86	2,26	2,57	2,55	2,66	
CL-15	Volumen [m³/mes]	4.950	3.788	3.047	2.461	1.214	872	3.860	4.594	5.433	7.046	6.557	7.383	51.205
	Caudal [L/s]	1,85	1,57	1,14	0,95	0,45	0,34	1,44	1,72	2,10	2,63	2,53	2,76	
CL-19	Volumen [m³/mes]	53.971	49.821	48.513	37.655	37.789	36.578	39.839	17.809	24.585	37.383	36.108	37.919	457.970
	Caudal [L/s]	20,15	20,59	18,11	14,53	14,11	14,11	14,87	6,65	9,48	13,96	13,93	14,16	
CL-20	Volumen [m³/mes]	4.003	4.180	4.881	5.201	3.650	2.429	2.498	2.523	3.608	1.753	0	0	34.726
	Caudal [L/s]	1,49	1,73	1,82	2,01	1,36	0,94	0,93	0,94	1,39	0,65	0,00	0,00	
CL-22	Volumen [m³/mes]	33.467	34.937	37.581	33.681	34.000	15.359	29.485	19.947	30.250	37.657	37.399	38.006	381.769
	Caudal [L/s]	12,50	14,44	14,03	12,99	12,69	5,93	11,01	7,45	11,67	14,06	14,43	14,19	
CL-27	Volumen [m³/mes]	19.024	15.610	15.555	14	9.029	20.223	6.684	0	3.134	24.422	22.283	22.930	158.908
	Caudal [L/s]	7,10	6,45	5,81	0,01	3,37	7,80	2,50	0,00	1,21	9,12	8,60	8,56	
CL-37	Volumen [m³/mes]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.515	2.515
	Caudal [L/s]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	
CL-41	Volumen [m³/mes]	23.656	21.479	23.641	9.529	7.942	9.456	3.820	0	4.367	25.084	26.303	25.685	180.962
	Caudal [L/s]	8,83	8,88	8,83	3,68	2,97	3,65	1,43	0,00	1,68	9,37	10,15	9,59	
CL-59	Volumen [m³/mes]	42.035	37.743	41.024	19.167	30.427	33.530	13.528	5.970	11.524	47.988	40.167	39.896	362.999
	Caudal [L/s]	15,69	15,60	15,32	7,39	11,36	12,94	5,05	2,23	4,45	17,92	15,50	14,90	
CL-60	Volumen [m³/mes]	57.365	52.728	60.051	42	0	5.932	35.483	0	0	29.683	45.447	50.702	337.433
	Caudal [L/s]	21,42	21,80	22,42	0,02	0,00	2,29	13,25	0,00	0,00	11,08	17,53	18,93	
CL-65	Volumen [m³/mes]	29.082	24.362	31.993	4.039	7.612	29.081	19.620	2.037	8.713	19.500	16.974	18.276	211.289
	Caudal [L/s]	10,86	10,07	11,94	1,56	2,84	11,22	7,33	0,76	3,36	7,28	6,55	6,82	
CL-74	Volumen [m³/mes]	6.726	7.665	8.834	5.309	2.934	3.931	0	3.334	0	0	0	0	38.733
	Caudal [L/s]	2,51	3,17	3,30	2,05	1,10	1,52	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-78	Volumen [m³/mes]	18.433	15.891	17.917	509	0	2.210	6.040	0	6.906	21.681	21.075	21.886	132.548
	Caudal [L/s]	6,88	6,57	6,69	0,20	0,00	0,85	2,26	0,00	2,66	8,09	8,13	8,17	
CL-79	Volumen [m³/mes]	23.546	21.188	21.721	9.034	9.979	11.939	5.716	0	8.247	19.634	18.412	17.306	166.722
	Caudal [L/s]	8,79	8,76	8,11	3,49	3,73	4,61	2,13	0,00	3,18	7,33	7,10	6,46	
CL-80	Volumen [m³/mes]	8.066	19.537	20.785	18.981	18.153	3.407	0	0	2.938	18.479	21.257	17.909	149.512
	Caudal [L/s]	3,01	8,08	7,76	7,32	6,78	1,31	0,00	0,00	1,13	6,90	8,20	6,69	
CL-82	Volumen [m³/mes]	17.898	13.653	13.535	9.070	8.915	11.661	8.717	3.715	2.265	12.563	14.747	14.902	131.641
	Caudal [L/s]	6,68	5,64	5,05	3,50	3,33	4,50	3,25	1,39	0,87	4,69	5,69	5,56	
CL-83	Volumen [m³/mes]	17.280	14.667	16.608	107	0	0	3.939	0	4.985	6.115	0	0	63.701
	Caudal [L/s]	6,45	6,06	6,20	0,04	0,00	0,00	1,47	0,00	1,92	2,28	0,00	0,00	
CL-86	Volumen [m³/mes]	8.016	5.888	4.993	1.357	2.087	5.458	1.336	0	546	3.498	120	0	33.299
	Caudal [L/s]	2,99	2,43	1,86	0,52	0,78	2,11	0,50	0,00	0,21	1,31	0,05	0,00	
CL-90	Volumen [m³/mes]	18.162	14.443	14.366	10.377	13.604	14.458	27.845	18.873	31.215	32.641	32.421	30.416	258.821
	Caudal [L/s]	6,78	5,97	5,36	4,00	5,08	5,58	10,40	7,05	12,04	12,19	12,51	11,36	
CL-91	Volumen [m³/mes]	10.173	9.225	10.075	9.891	10.176	10.706	11.842	6.861	4.538	14.643	13.792	12.510	124.432
	Caudal [L/s]	3,80	3,81	3,76	3,82	3,80	4,13	4,42	2,56	1,75	5,47	5,32	4,67	
CL-92	Volumen [m³/mes]	4.575	4.187	3.440	4.621	532	0	584	3.135	4.292	8.735	10.351	13.143	57.595
	Caudal [L/s]	1,71	1,73	1,28	1,78	0,20	0,00	0,22	1,17	1,66	3,26	3,99	4,91	
CL-93	Volumen [m³/mes]	0	0	6.158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.158
	Caudal [L/s]	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-94	Volumen [m³/mes]	16.493	14.440	17.616	18.119	18.954	17.443	11.851	8.471	5.370	17.025	18.431	20.481	184.694
	Caudal [L/s]	6,16	5,97	6,58	6,99	7,08	6,73	4,42	3,16	2,07	6,36	7,11	7,65	
CL-97	Volumen [m³/mes]	15.454	14.242	18.468	18.218	20.960	21.278	19.552	11.485	8.019	21.971	20.504	21.710	211.861
	Caudal [L/s]	5,77	5,89	6,90	7,03	7,83	8,21	7,30	4,29	3,09	8,20	7,91	8,11	
CL-99	Volumen [m³/mes]	8.028	7.045	7.528	7.569	8.411	7.862	5.508	6.178	4.421	7.638	10.061	10.667	90.916
	Caudal [L/s]	3,00	2,91	2,81	2,92	3,14	3,03	2,06	2,31	1,71	2,85	3,88	3,98	
CL-100	Volumen [m³/mes]	45.759	47.080	49.459	44.727	44.980	40.904	46.592	36.527	43.194	43.128	38.453	55.261	536.064
	Caudal [L/s]	17,08	19,46	18,47	17,26	16,79	15,78	17,40	13,64	16,66	16,10	14,84	20,63	
CL-101	Volumen [m³/mes]	17.146	21.208	21.548	17.208	19.280	18.602	25.587	13.088	14.618	30.918	29.155	29.200	257.558
	Caudal [L/s]	6,40	8,77	8,05	6,64	7,20	7,18	9,55	4,89	5,64	11,54	11,25	10,90	
CL-104	Volumen [m³/mes]	11.361	13.670	15.101	6	7.750	13.632	3.726	3.439	47	13.469	14.246	15.569	112.016
	Caudal [L/s]	4,24	5,65	5,64	0,00	2,89	5,26	1,39	1,28	0,02	5,03	5,50	5,81	
CL-106	Volumen [m³/mes]	18.901	17.327	21.438	22.223	19.229	18.664	17.754	0	15.782	22.226	22.793	23.912	220.249
	Caudal [L/s]	7,06	7,16	8,00	8,57	7,18	7,20	6,63	0,00	6,09	8,30	8,79	8,93	
CL-107	Volumen [m³/mes]	45.902	39.620	9.999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95521
	Caudal [L/s]	17,14	16,38	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-114	Volumen [m³/mes]	9.345	9.129	8.008	8.455	12.204	13.410	7.050	5.216	8.281	12.490	12.837	12.951	119.376
	Caudal [L/s]	3,49	3,77	2,99	3,26	4,56	5,17	2,63	1,95	3,19	4,66	4,95	4,84	
CL-116	Volumen [m³/mes]	7.715	6.422	6.778	7.398	7.861	2.106	551	4.670	5.915	6.739	6.870	8.716	71.741
	Caudal [L/s]	2,88	2,65	2,53	2,85	2,93	0,81	0,21	1,74	2,28	2,52	2,65	3,25	
CL-117	Volumen [m³/mes]	13.622	12.403	13.168	12.718	13.966	17.413	11.979	1.624	8.200	15.873	15.110	15.058	151.134
	Caudal [L/s]	5,09	5,13	4,92	4,91	5,21	6,72	4,47	0,61	3,16	5,93	5,83	5,62	
CL-119	Volumen [m³/mes]	8.852	8.028	8.997	8.736	3.490	5.704	7.348	3.739	2.117	7.770	6.303	5.564	76.648
	Caudal [L/s]	3,30	3,32	3,36	3,37	1,30	2,20	2,74	1,40	0,82	2,90	2,43	2,08	
CL-120	Volumen [m³/mes]	22.471	19.209	21.808	21.369	22.587	20.512	22.095	17.270	14.592	22.918	23.385	23.531	251.747
	Caudal [L/s]	8,39	7,94	8,14	8,24	8,43	7,91	8,25	6,45	5,63	8,56	9,02	8,79	
CL-121	Volumen [m³/mes]	22.104	21.695	22.374	23.275	24.081	24.733	15.583	20.162	5.439	21.310	22.020	22.615	245.391
	Caudal [L/s]	8,25	8,97	8,35	8,98	8,99	9,54	5,82	7,53	2,10	7,96	8,50	8,44	
CL-122	Volumen [m³/mes]	6.301	4.734	4.913	4.977	5.396	1.178	5.372	4.906	5.031	8.119	6.558	5.737	63.222
	Caudal [L/s]	2,35	1,96	1,83	1,92	2,01	0,45	2,01	1,83	1,94	3,03	2,53	2,14	
CL-124	Volumen [m³/mes]	7.435	6.032	6.120	5.730	6.002	3.105	5.707	6.214	4.828	10.720	10.706	11.044	83.

Pozo	Volumen/Caudal	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Volumen total [m³/año]
ÁREA A1														
	Caudal [L/s]	4,08	3,72	3,39	3,43	3,73	0,99	2,76	4,30	3,44	3,96	4,04	4,36	
CL-127	Volumen [m³/mes]	17.819	15.237	17.150	17.069	18.559	4.150	12.883	17.648	13.576	18.092	17.842	19.443	189.468
	Caudal [L/s]	6,65	6,30	6,40	6,59	6,93	1,60	4,81	6,59	5,24	6,75	6,88	7,26	
CL-128	Volumen [m³/mes]	10.798	7.371	9.066	6.238	8.811	8.830	6.765	7.209	4.296	5.646	5.004	3.947	83.981
	Caudal [L/s]	4,03	3,05	3,38	2,41	3,29	3,41	2,53	2,69	1,66	2,11	1,93	1,47	
CL-129	Volumen [m³/mes]	2.519	1.480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.999
	Caudal [L/s]	0,94	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-130	Volumen [m³/mes]	9.541	8.127	9.486	10.034	10.381	10.350	10.253	9.314	7.676	10.137	9.581	10.070	114.950
	Caudal [L/s]	3,56	3,36	3,54	3,87	3,88	3,99	3,83	3,48	2,96	3,78	3,70	3,76	
CL-133	Volumen [m³/mes]	28.367	24.149	21.459	28.713	30.664	24.509	25.685	24.433	20.198	18.301	16.901	17.755	281.134
	Caudal [L/s]	10,59	9,98	8,01	11,08	11,45	9,46	9,59	9,12	7,79	6,83	6,52	6,63	
CL-134	Volumen [m³/mes]	21.410	19.017	21.267	18.965	20.862	20.116	17.302	17.288	21.374	22.733	25.042	25.662	251.038
	Caudal [L/s]	7,99	7,86	7,94	7,32	7,79	7,76	6,46	6,45	8,25	8,49	9,66	9,58	
CL-135	Volumen [m³/mes]	0	3.441	9.900	240	0	0	0	0	0	0	0	0	13.581
	Caudal [L/s]	0,00	1,42	3,70	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-136	Volumen [m³/mes]	9.661	9.241	9.731	10.091	11.368	10.703	10.766	5.570	12.118	14.816	13.914	14.163	132.142
	Caudal [L/s]	3,61	3,82	3,63	3,89	4,24	4,13	4,02	2,08	4,68	5,53	5,37	5,29	
CL-137	Volumen [m³/mes]	17.711	16.246	17.235	13.859	16.527	16.621	16.572	8.442	12.781	16.499	16.168	17.748	186.409
	Caudal [L/s]	6,61	6,72	6,43	5,35	6,17	6,41	6,19	3,15	4,93	6,16	6,24	6,63	
CL-138	Volumen [m³/mes]	2.127	2.156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.283
	Caudal [L/s]	0,79	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-140	Volumen [m³/mes]	23.726	21.356	27.819	24.077	23.949	26.438	27.387	23.108	25.298	26.140	24.421	26.541	300.260
	Caudal [L/s]	8,86	8,83	10,39	9,29	8,94	10,20	10,23	8,63	9,76	9,76	9,42	9,91	
CL-142	Volumen [m³/mes]	24.844	23.215	25.948	24.914	25.340	24.015	26.163	22.837	26.195	27.465	26.249	28.013	305.198
	Caudal [L/s]	9,28	9,60	9,69	9,61	9,46	9,27	9,77	8,53	10,11	10,25	10,13	10,46	
CL-143	Volumen [m³/mes]	17.695	17.695	20.020	19.321	19.102	18.543	15.880	11.191	6.354	19.379	20.321	18.991	204.492
	Caudal [L/s]	6,61	7,31	7,47	7,45	7,13	7,15	5,93	4,18	2,45	7,24	7,84	7,09	
CL-149	Volumen [m³/mes]	12.997	12.515	13.520	14.826	16.007	13.424	10.922	5.039	5.975	13.425	11.946	13.815	144.411
	Caudal [L/s]	4,85	5,17	5,05	5,72	5,98	5,18	4,08	1,88	2,31	5,01	4,61	5,16	
CL-150	Volumen [m³/mes]	14.997	11.129	13.246	3.601	4.401	0	200	0	0	0	0	0	47.574
	Caudal [L/s]	5,60	4,60	4,95	1,39	1,64	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-151	Volumen [m³/mes]	13.029	11.937	12.981	11.528	13.190	12.089	1.366	5.602	10.591	12.859	11.942	11.720	128.834
	Caudal [L/s]	4,86	4,93	4,85	4,45	4,92	4,66	0,51	2,09	4,09	4,80	4,61	4,38	
CL-152	Volumen [m³/mes]	9.350	9.655	9.581	8.061	9.681	9.100	9.380	7.793	7.143	11.161	10.826	10.681	112.412
	Caudal [L/s]	3,49	3,99	3,58	3,11	3,61	3,51	3,50	2,91	2,76	4,17	4,18	3,99	
CL-153	Volumen [m³/mes]	18.743	17.513	19.276	18.284	11.700	17.735	20.139	18.266	17.633	20.421	20.076	19.436	219.222
	Caudal [L/s]	7,00	7,24	7,20	7,05	4,37	6,84	7,52	6,82	6,80	7,62	7,75	7,26	
CL-154	Volumen [m³/mes]	7.481	6.622	7.358	1.994	0	0	0	0	0	0	991	11.166	35.612
	Caudal [L/s]	2,79	2,74	2,75	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	4,17	
CL-155	Volumen [m³/mes]	20.533	17.186	19.066	16.042	18.876	18.124	20.460	19.191	17.377	22.569	22.584	23.010	235.018
	Caudal [L/s]	7,67	7,10	7,12	6,19	7,05	6,99	7,64	7,17	6,70	8,43	8,71	8,59	
CL-158	Volumen [m³/mes]	18.709	18.965	20.013	17.638	19.375	18.703	20.965	10.753	16.222	20.587	20.078	20.635	222.643
	Caudal [L/s]	6,99	7,84	7,47	6,80	7,23	7,22	7,83	4,01	6,26	7,69	7,75	7,70	
CL-159	Volumen [m³/mes]	9.320	8.370	8.026	3.060	6.550	375	593	5.229	3.960	7.642	7.306	7.068	67.499
	Caudal [L/s]	3,48	3,46	3,00	1,18	2,45	0,14	0,22	1,95	1,53	2,85	2,82	2,64	
CL-162	Volumen [m³/mes]	27.764	26.899	29.501	28.199	28.666	23.441	26.251	25.877	27.923	28.366	24.044	23.614	320.545
	Caudal [L/s]	10,37	11,12	11,01	10,88	10,70	9,04	9,80	9,66	10,77	10,59	9,28	8,82	
CL-163	Volumen [m³/mes]	10.820	9.444	10.385	8.718	10.265	2.312	6.963	8.140	6.042	8.403	7.474	7.361	96.327
	Caudal [L/s]	4,04	3,90	3,88	3,36	3,83	0,89	2,60	3,04	2,33	3,14	2,88	2,75	
CL-164	Volumen [m³/mes]	8.012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.012
	Caudal [L/s]	2,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-167	Volumen [m³/mes]	19.587	23.212	46.389	57.678	42.893	44.794	36.757	17.630	14.146	38.964	25.565	25.464	393.079
	Caudal [L/s]	7,31	9,59	17,32	22,25	16,01	17,28	13,72	6,58	5,46	14,55	9,86	9,51	
CL-168	Volumen [m³/mes]	13.892	10.475	10.652	9.316	7.966	11.366	7.264	3.172	3.911	11.005	9.554	8.723	107.296
	Caudal [L/s]	5,19	4,33	3,98	3,59	2,97	4,39	2,71	1,18	1,51	4,11	3,69	3,26	
Pozo Zanja-04	Volumen [m³/mes]	22.535	18.272	14.813	14.626	14.681	14.871	5.215	19.575	720	21.839	18.486	19.944	185.577
	Caudal [L/s]	8,41	7,55	5,53	5,64	5,48	5,74	1,95	7,31	0,28	8,15	7,13	7,45	
Pozo Zanja-102	Volumen [m³/mes]	1.858	5.222	5.269	1.935	430	0	0	0	0	0	0	8.092	22.806
	Caudal [L/s]	0,69	2,16	1,97	0,75	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	
Volumen total anual área de extracción A1 [m³/año]														10.836.340
Caudal mensual A1 [L/s]		419,22	427,86	415,62	314,42	316,97	311,03	293,55	206,25	234,58	394,66	391,57	401,88	-
Caudal medio anual área de extracción A1 [L/s]														343,6
ÁREA A2														
CL-1	Volumen [m³/mes]	70.462	68.501	77.803	57.967	71.735	71.792	43.443	41.359	60.302	86.564	86.026	88.912	824.866
	Caudal [L/s]	26,31	28,32	29,05	22,36	26,78	27,70	16,22	15,44	23,26	32,32	33,19	33,20	
CL-23	Volumen [m³/mes]	72.741	46.810	53.168	12.241	28.411	70.050	49.311	30.727	58.061	86.520	82.060	78.301	668.401
	Caudal [L/s]	27,16	19,35	19,85	4,72	10,61	27,03	18,41	11,47	22,40	32,30	31,66	29,23	
CL-24	Volumen [m³/mes]	28.541	33.243	29.240	27.684	26.178	24.835	7.282	4.149	25.820	24.104	22.077	18.554	271.707
	Caudal [L/s]	10,66	13,74	10,92	10,68	9,77	9,58	2,72	1,55	9,96	9,00	8,52	6,93	
CL-25	Volumen [m³/mes]	0	20.260	22.613	26.069	19.053	0	0	0	0	0	0	0	87.995
	Caudal [L/s]	0,00	8,37	8,44	10,06	7,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
CL-45	Volumen [m³/mes]	75.030	61.151	67.194	44.467	21.228	4.795	60.438	69.767	73.857	75.453	74.028	71.849	699.257
	Caudal [L/s]	28,01	25,28	25,09	17,16	7,93	1,85	22,56	26,05	28,49	28,17	28,56	26,83	
Volumen total anual área de extracción A2 [m³/año]														2.552.226
Caudal mensual A2 [L/s]		92,13	95,06	93,35	64,98	62,20	66,15	59,91	54,51	84,12	101,79	101,93	96,18	-
Caudal medio anual área de extracción A2 [L/s]														80,9
Volumen total de extracción Salmuera [m³/año]														13.388.566

Fuente: Elaboración propia

Los caudales mensuales de extracción de salmuera durante el año 2021 en las áreas A1 y A2 se presentan en la Figura 5-224. Los caudales mensuales promedio más bajos en las áreas A1 y A2 fueron de 206,25 L/s y 54,51 L/s, respectivamente, ambos durante el mes de agosto. Por otra parte los caudales máximos fueron de 428,40 L/s y 95,02 L/s, respectivamente, durante el mes de febrero. Los caudales medios anuales en las áreas A1 y A2 fueron de 343,62 L/s y 80,93 L/s, respectivamente.

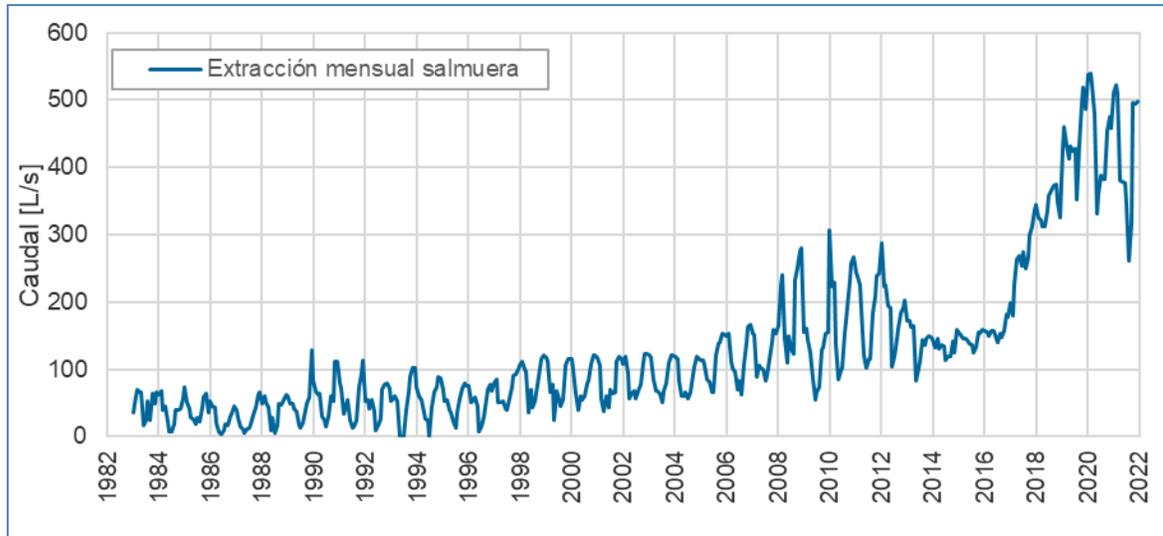
Figura 5-224 Caudales Promedio Mensuales de Extracción de Salmuera por zona, año 2021



Fuente: Elaboración propia

La extracción histórica mensual de salmuera del titular del proyecto entre 1983 y 2021 se muestra en la Figura 5-225. En general, la menor extracción de salmuera se realiza en los meses de invierno, mientras que la mayor extracción se desarrolla en los meses de verano, como consecuencia de la mayor evaporación en los sistemas de pozas de salmuera.

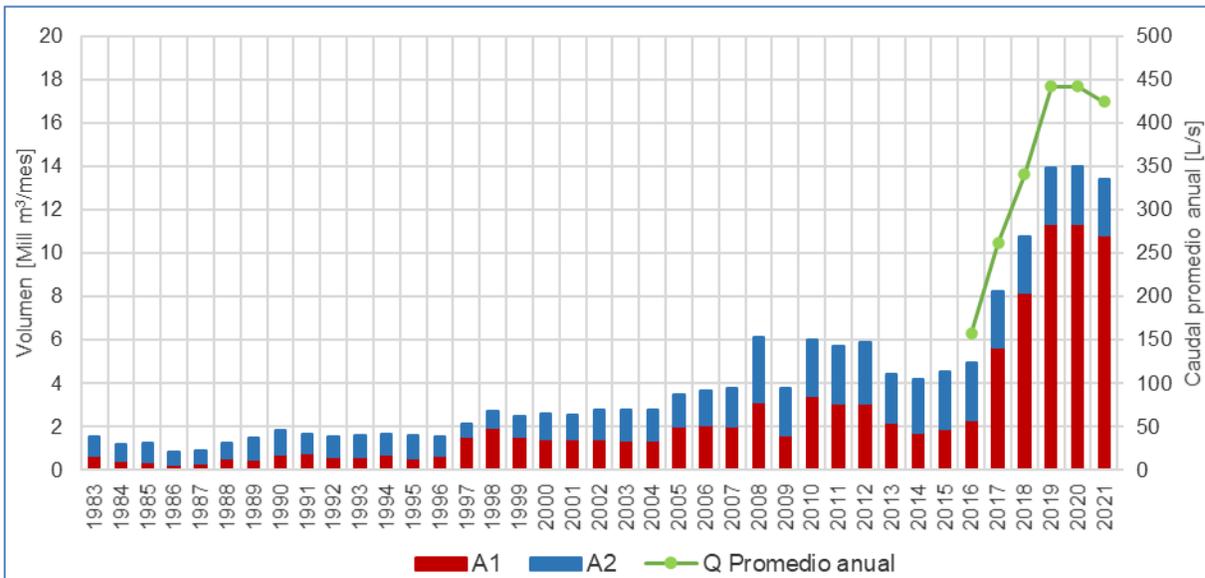
Figura 5-225 Extracción mensual de salmuera de Albemarle, periodo 1983-2021 (extracción total de zonas A1 y A2)



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del volumen anual de extracción de salmuera en ambas áreas (A1 y A2) en el periodo 1983-2021 se presenta en la Figura 5-226. En ella se observa que el volumen de extracción total del año calendario 2021 fue de 13.388.566 m³, lo que equivale a un caudal medio anual de 424,6 L/s.

Figura 5-226 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2021



Fuente: Elaboración propia

No obstante lo anterior, de acuerdo a la Res Ex N°427/2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente, en el Considerando 11, letra B.2: *“Atendiendo a la fecha de inicio reportada por el titular, para efectos de la definición y verificación del caudal medio anual autorizado, esta Superintendencia considera que, de acuerdo a las obligaciones establecidas en la RCA N° 21/2016, cada “año” debe entenderse comprendido entre octubre del año “t” y septiembre del año “t+1” (periodo de 12 meses corridos)”* y la Res Ex N°1510/2021 de la SMA, en su Resuelvo, Primero: *“...para el cálculo y verificación del promedio anual de salmuera, corresponde a un periodo de 12 meses comprendido entre el 01 de octubre del año “t” y el 30 de septiembre del año “t+1” (año operacional)”*. Debido a lo anterior desde este informe anual Albemarle considerará lo indicado en las resoluciones citadas, que, el cumplimiento de sus compromisos ambientales para la extracción de salmuera corresponde a lo extraído en el año operacional según la fecha de inicio del proyecto, el que inicia los meses de octubre.

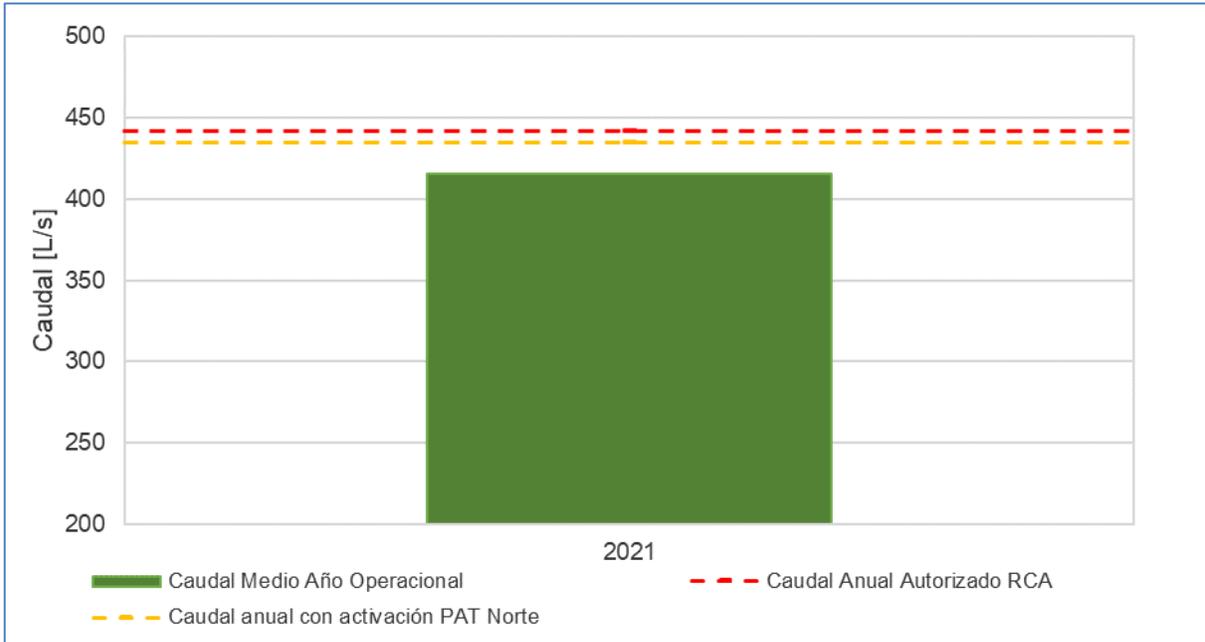
Por otra parte, debido a la activación de la Fase II del PAT Sector Alerta Norte, Albemarle debió disminuir su caudal de extracción de tal modo que, el caudal del año operacional no supere un nuevo límite anual máximo, conforme a lo expresado en la Adenda 5, calculado en base a la siguiente fórmula (indicada en la Resolución Exenta 1510/2021):

$$\text{Nuevo límite Anual (L/s)} = \frac{N^{\circ} \text{ de meses con medida activa (442 - monto de reducción)} + N^{\circ} \text{ de meses sin medida activa} * 442}{12}$$

Para el año 2021 se mantuvo activa la Fase II del PAT Sector Alerta Norte durante los meses de julio, agosto y septiembre del año operacional 2021, lo que se traduce en una reducción de 27,6 L/s durante esos meses según lo indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5. Según la fórmula indicada, el límite de la extracción para el año operacional 2021 correspondería a 435,04 L/s.

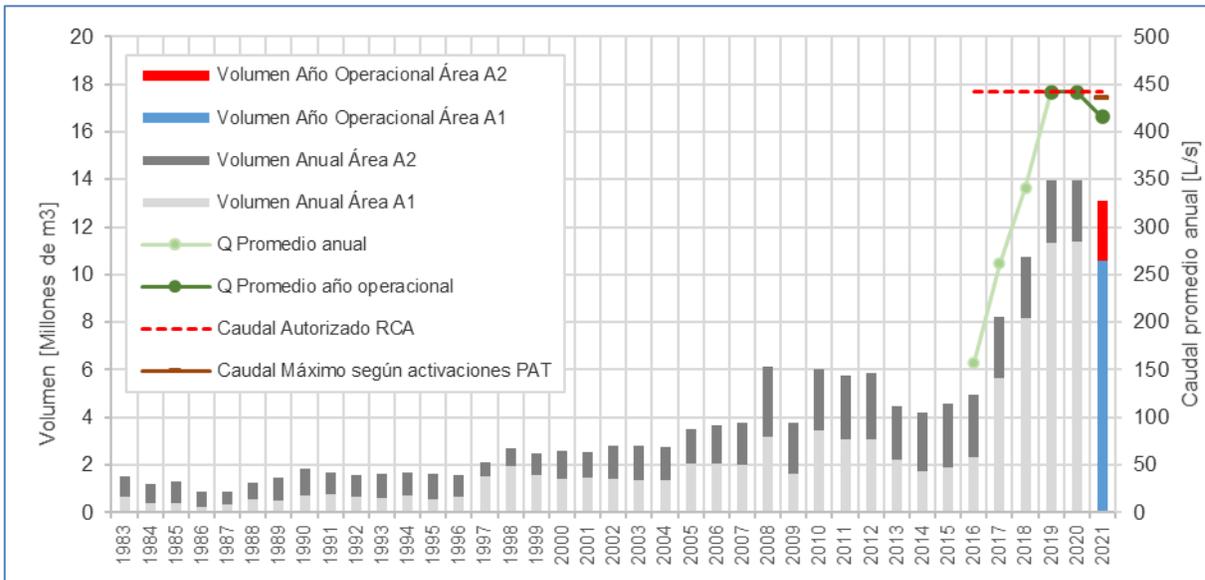
En la Figura 5-228 se muestra el caudal extraído para el año operacional 2021 (octubre 2020 – septiembre 2021) según las indicaciones de las Resoluciones Exentas N°427/2021 y N°1510/2021 de la SMA. Durante el año operacional 2021 se extrae un volumen total de 13.110.198 m³, equivalentes a un caudal de 415,72 L/s (volúmenes y caudales del cuarto trimestre de 2020 presentados en el PSAH N°5, disponibles en el Anexo J), lo que es inferior a lo expresado como caudal autorizado en la RCA y el límite del año operacional 2021 derivado de la activación del PAT Sector Alerta Norte. De forma complementaria, en la Figura 5-228 se muestra el registro histórico de las extracciones considerando el período 1983 a 2020 como año calendario (según lo reportado previamente en versiones anteriores de este informe) y año 2021 como año operacional.

Figura 5-227 Caudal medio año operacional 2021



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-228 Volumen anual y caudal medio anual año calendario en salmuera de Albemarle, periodo 1983-2020 y año operacional 2021



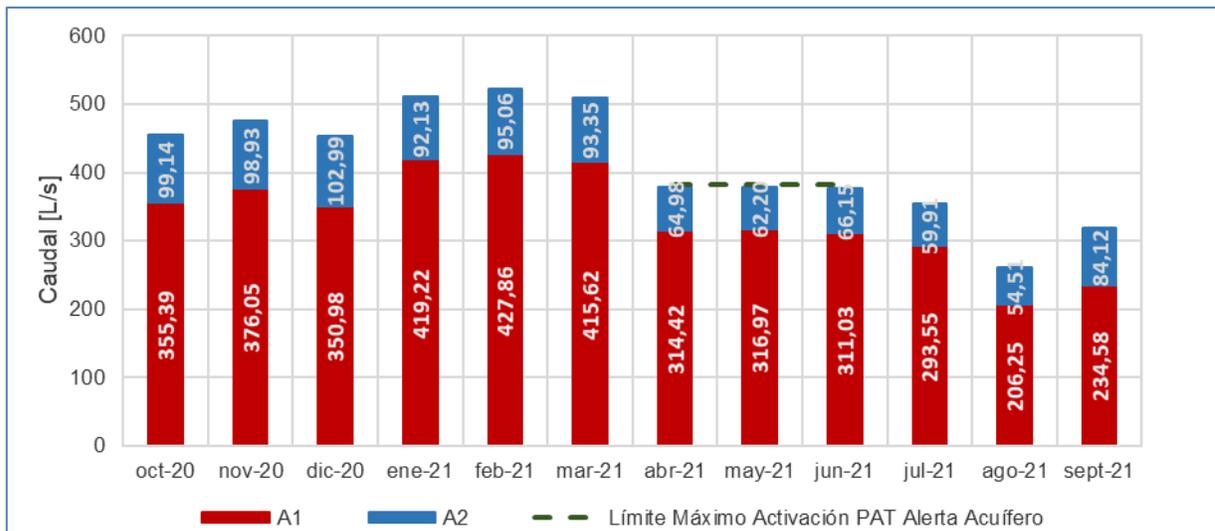
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte la activación del PAT Sector Alerta Acuífero indica la reducción de la extracción de salmuera en 60 L/s durante los meses de aplicación de las acciones preventivas según lo indicado en el Anexo 3 de la Adenda 5. Durante el año 2021 éstas medidas se mantuvieron activas durante los meses de abril, mayo y junio, lo que equivale a un máximo de 382 L/s de extracción de salmuera para los meses mencionados.

En la Figura 5-229 se muestran los caudales extraídos por zona a nivel mensual durante el año operacional 2021. Los caudales dentro del año operacional varían entre 511,36 L/s (enero 2021) y 206,25 L/s (agosto 2021). Específicamente, se extrajo un total de 10.554.603 m³ de salmuera del área A1, con un caudal promedio de 334,68 L/s, mientras que en el área A2 se bombearon 2.555.595 m³ con un caudal medio de 81,04 L/s.

Con respecto a los meses de activación del PAT Sector Alerta Acuífero se observa que el titular cumple con las acciones preventivas establecidas de reducir la extracción de salmuera, con extracciones de 379,40 L/s, 379,17 L/s y 377,18 L/s para los meses de abril, mayo y junio respectivamente, respetando el caudal de extracción máximo de 382 L/s durante la prevalencia de las medidas.

Figura 5-229 Caudales mensuales por zona año operacional 2021



Fuente: Elaboración propia

5.9.2 Caudales bombeados en agua dulce-salobre

La extracción de agua dulce-salobre se realiza desde los pozos de Tilopozo¹⁸ y Tucúcaro¹⁹, ubicados en la zona marginal, en el sector La Punta-La Brava. Ambos pozos cuentan con derechos de aprovechamiento de agua de 8,5 L/s y de 10 L/s, respectivamente, mientras que la aprobación ambiental para el ejercicio de sus derechos es por un máximo de 16,9 L/s entre ambos pozos simultáneamente. Adicionalmente, se cuenta con un derecho de aprovechamiento de 5 L/s en el pozo Peine²⁰ para el abastecimiento del campamento emplazado en esta localidad.

18 Conforme a R.E. N°316/1983 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 8,5 L/s.

19 Conforme a R.E. N°453/1996 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 10,0 L/s.

20 Conforme a R.E. N°584/2000 DGA, permite aprovechamiento de aguas por 5,0 L/s.

Los volúmenes y caudales bombeados en estos pozos durante 2021 se presentan resumidos en la Tabla 5-68.

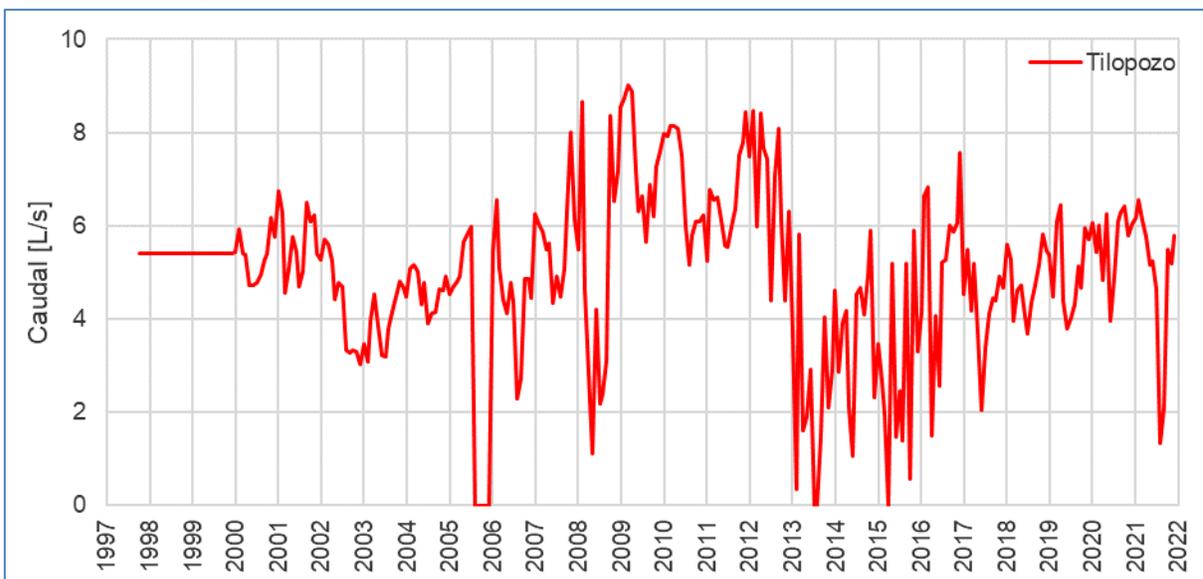
Tabla 5-68 Caudales promedio y volúmenes bombeados de agua dulce-salobre, año 2021

Fecha	Tilopozo		Tucúcaro		Peine	
	Volumen [m³/s]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/s]	Caudal [L/s]	Volumen [m³/s]	Caudal [L/s]
Enero	16.508	6,16	7.937	2,96	60	0,02
Febrero	15.882	6,56	6.653	2,75	61	0,03
Marzo	16.382	6,12	7.295	2,72	60	0,02
Abril	14.941	5,76	6.159	2,38	72	0,03
Mayo	13.834	5,17	6.472	2,42	40	0,01
Junio	13.603	5,25	6.014	2,32	49	0,02
Julio	12.421	4,64	5.515	2,06	38	0,01
Agosto	3.567	1,33	2.527	0,94	53	0,02
Septiembre	5.451	2,10	2.004	0,77	37	0,01
Octubre	14.709	5,49	6.158	2,30	72	0,03
Noviembre	13.436	5,18	6.869	2,65	48	0,02
Diciembre	15.495	5,79	7.052	2,64	47	0,02
Volumen anual [m³/año] / Caudal promedio anual [L/s]	156.229	4,96	70.655	2,24	637	0,02

Fuente: Elaboración propia

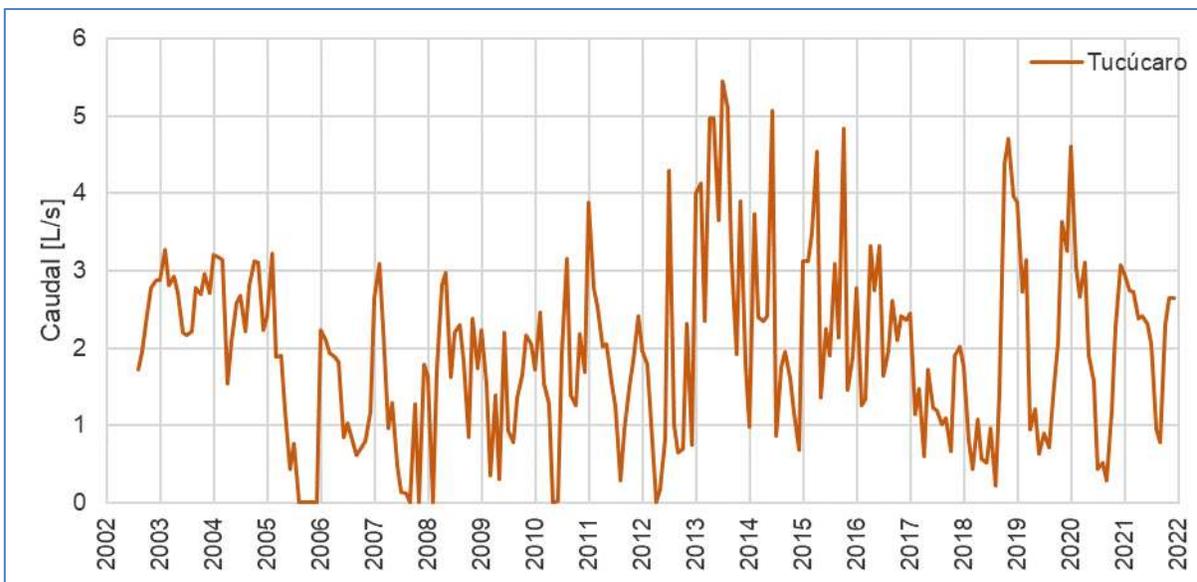
Los caudales históricos que han sido bombeados hasta diciembre 2021 en los pozos Tilopozo, Tucúcaro y Peine, se presentan en los gráficos de las figuras Figura 5-230, Figura 5-231 y Figura 5-232. respectivamente,

Figura 5-230 Caudales mensuales históricos bombeados en Tilopozo



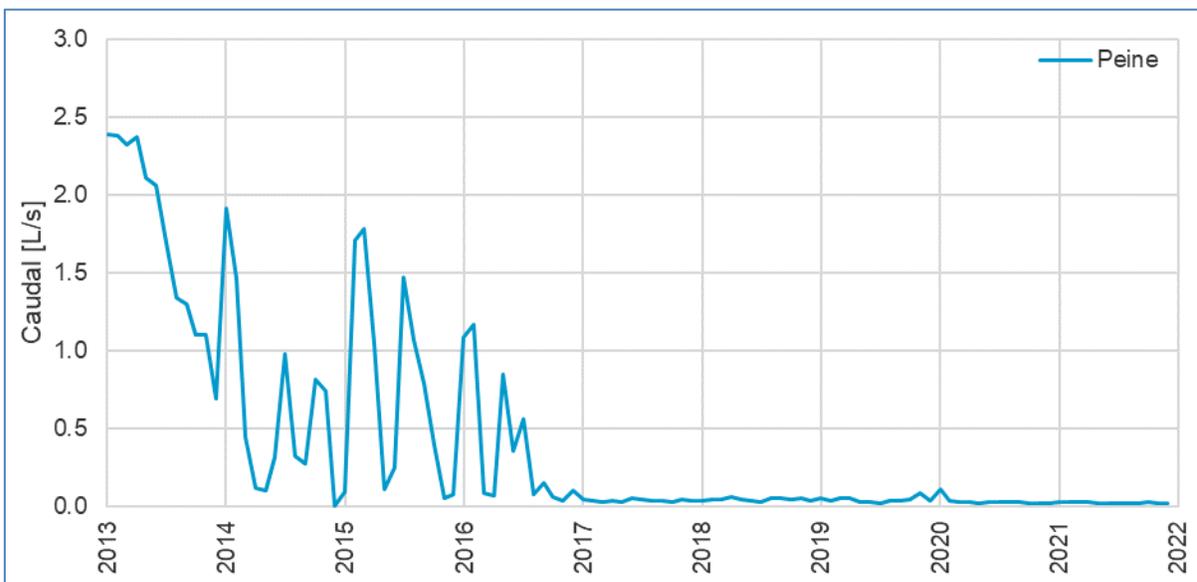
Fuente: Elaboración propia

Figura 5-231 Caudales mensuales históricos bombeados en Tucúcaro



Fuente: Elaboración propia

Figura 5-232 Caudales mensuales históricos bombeados en pozo Peine



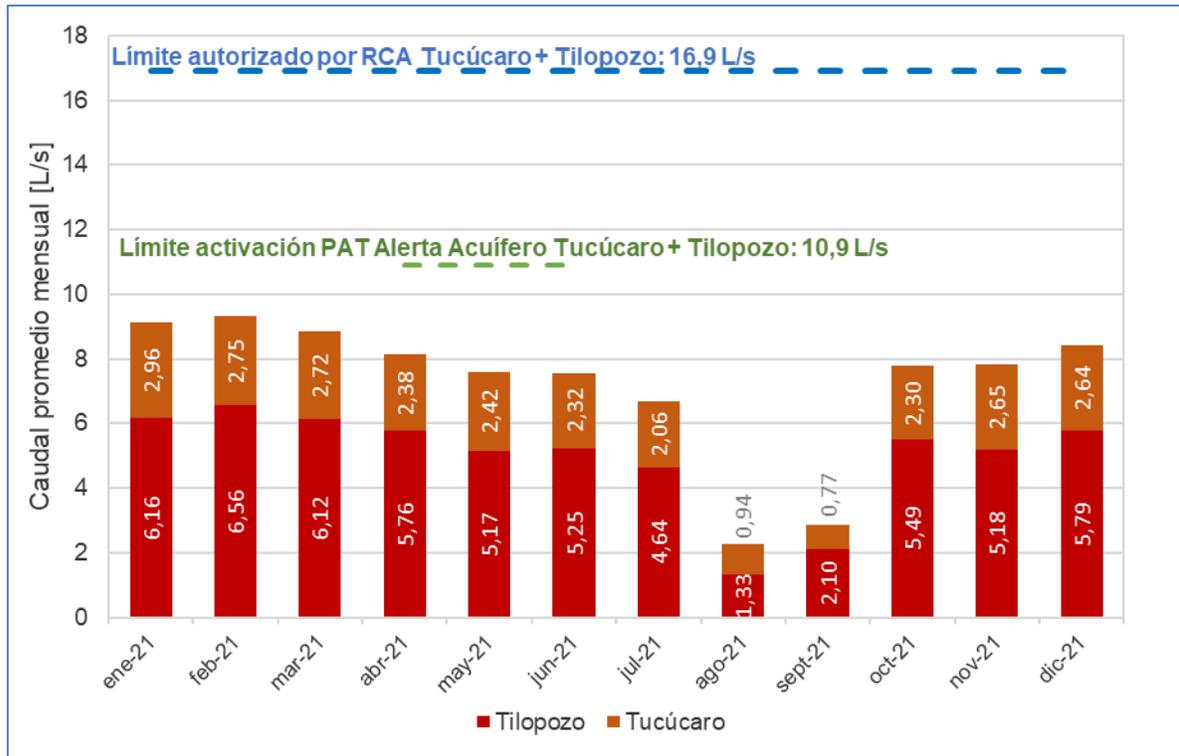
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5-233 se representan los caudales individuales de los pozos Tilopozo y Tucúcaro durante el año 2021 a través de un gráfico de columnas apiladas, de manera que el alto de la barra representa el caudal conjunto entre ambos pozos. En ella se observa que el caudal máximo bombeado en forma conjunta alcanza los 9,32 L/s en el mes de febrero, mientras que el mínimo caudal bombeado en forma conjunta es de 2,28 L/s, alcanzado en el mes de julio.

El caudal promedio bombeado en forma conjunta es de 7,21 L/s. La extracción se mantiene dentro de los límites autorizados ambientalmente por la RCA N°21/2016 para ambos durante todo el año de manera individual y conjunta.

No obstante, debido a las acciones preventivas requeridas según activación del PAT de Alerta Acuífero existe el requisito adicional que durante los meses de activación (abril, mayo y junio de 2021), se realizó la reducción de la extracción de agua industrial adicional aprobada en la RCA N°21/2016 (6 L/s), lo que se traduce en un caudal de extracción máximo de 10,9 L/s para el bombeo conjunto de los pozos Tilopozo y Tucúcaro. Durante estos meses, los caudales de en conjunto para estos pozos corresponden a 8,14, 7,58 y 7,57 L/s para abril, mayo y junio respectivamente, cumpliendo así con lo requerido por el PAT de Alerta Acuífero.

Figura 5-233 Caudal extraído desde Tilopozo y Tucúcaro durante año calendario 2021



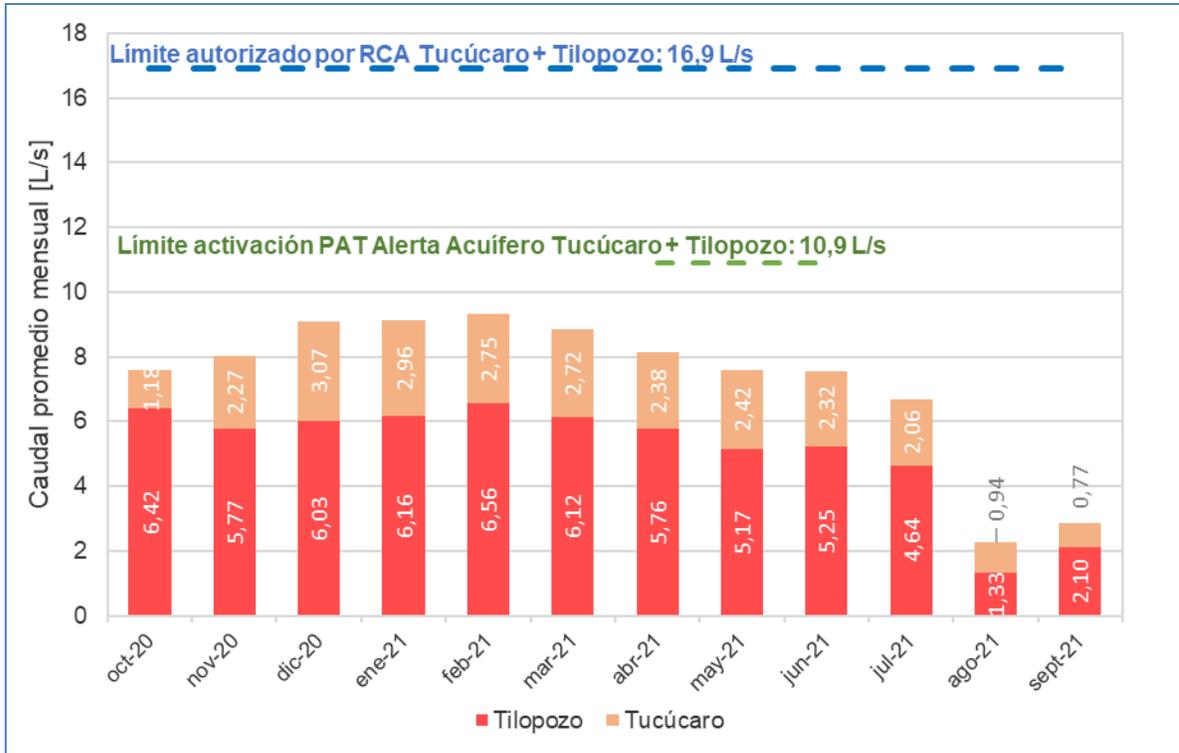
Fuente: Elaboración propia

De la misma manera que para la extracción de salmuera, en la Figura 5-234 muestra la distribución de caudales de extracción para los pozos Tilopozo y Tucúcaro para el año operacional 2021 (octubre 2020 a septiembre de 2021), definido según las consideraciones de la SMA expresadas en las resoluciones exentas N°427/2021 y N°1510/2021. De la misma manera que el año calendario, el caudal anual medio del año operacional 2021 de extracción estos pozos (7,25 L/s) se mantiene por debajo del límite impuesto por la RCA (16,9 L/s), y el

caudal definido por las acciones preventivas del PAT Alerta Acuífero durante abril, mayo y junio.

La información sobre volúmenes y caudales de los pozos mencionados para el último trimestre del 2020 fue presentada en el informe PSAH N°5 y se encuentra disponible en el Anexo J.

Figura 5-234 Caudal extraído desde Tilopozo y Tucúcaro durante año operacional 2021



Fuente: Elaboración propia

5.10 Red del Plan de Alerta Temprana

A continuación, se presentan los resultados del año calendario 2021 asociados a la red de monitoreo del Plan de Alerta Temprana (PAT), considerando los tres sectores de alerta comprometidos en el Anexo 3 de la Adenda 5:

- Sector de Alerta Núcleo
- Sector de Alerta Acuífero
- Sector de Alerta Norte

Es importante señalar que, si bien en el Anexo 3 de la Adenda 5 del Proyecto “Modificaciones y mejoramiento del sistema de pozas de Evaporación Solar del Salar de Atacama”, se estableció que la medición de niveles tiene una frecuencia mensual y, que el análisis de la calidad química y las mediciones de la posición de la interfase salina poseen una frecuencia

trimestral para la red de monitoreo del PSAH (frecuencia regular, sin activación del PAT), cuando existe una activación de algún PAT, se incrementa la frecuencia de medición, en el caso de los niveles freáticos a quincenal, y a mensual la calidad química e interfase salina.

En cuanto a las condiciones de activación de los diferentes PAT, estas se describen en la sección 4.2.7.

Para lo indicado en las Fases I y II de los sectores Alerta Núcleo y Alerta Acuífero, se da por activado cuando el nivel registrado en cualquier punto de activación esté por debajo del umbral respectivo durante tres meses consecutivos. Durante el año 2021 se verificó lo siguiente con respecto al PAT:

- Activación del PAT en el sector Alerta Norte. Fase I (enero 2021) y Fase II (junio 2021)
- Adopción de manera preventiva de las exigencias del PAT en el sector Alerta Acuífero, lo que se explica en la sección 5.10.2.

El detalle de los puntos de activación, fase, fechas de superación de umbrales, notificaciones a la autoridad y medidas adoptadas se presentan a continuación en las siguientes secciones de este mismo capítulo.

Las cartas citadas en esta sección y el resto del documento que respaldan la activación y/o notificación a la autoridad se encuentran disponibles en el Anexo M del presente informe anual.

A manera de resumen, para los sectores mencionados se registraron los siguientes eventos que tuvieron como resultado la activación del PAT:

- *PAT Sector Alerta Norte*
 - Enero de 2021: Se produce la activación de la Fase I debido a la superación del umbral en el pozo L1-G4 el día 6 de enero de 2021.
 - Febrero de 2021: Se produce la superación de umbral de la Fase I en el pozo L1-5 el día 4 de febrero de 2021.
 - Junio de 2021: Se produce la activación de la Fase II en el pozo L1-5 por superación del umbral el día 28 de junio de 2021.
 - Julio de 2021: Se produce la superación de umbral de la Fase II en el pozo L1-G4 el día 14 de julio de 2021.
 - Noviembre de 2021: Se produce la superación de umbral de la Fase I en el pozo L5-10 el día 24 de noviembre de 2021.
 - Diciembre de 2021: Se produce la superación de umbral de la Fase II en el pozo L5-10 el día 29 de diciembre de 2021.

- *PAT Sector Alerta Acuífero*
 - Se registraron dos meses con mediciones asociadas al PAT del Sector Acuífero bajo los umbrales (enero y febrero) en el punto de monitoreo BA-07. Junto a las dos mediciones continuas asociadas al PAT del Sector Acuífero (enero y febrero), existieron tres mediciones adicionales (no asociadas a la exigencia del PAT del Sector Acuífero) con mediciones bajo los umbrales. Como se ha señalado en distintos documentos y de acuerdo con lo señalado por la Superintendencia de Medio Ambiente, para la activación de cada sector y las acciones a adoptar en caso de activación, se debe considerar cada sector de manera independiente con los mecanismos definidos en cada uno de ellos. De esta manera, la activación de un sector no afecta el de otro sector.

5.10.1 Sector de Alerta Núcleo

En la siguiente sección se presenta en detalle el comportamiento de los niveles en los 4 puntos de control asociados al PAT pertenecientes a la red del PSAH, para el sector Núcleo (Tabla 5-69). En este sector se prevén descensos del nivel freático en la salmuera, los que han sido identificados en la evaluación ambiental del Proyecto por el modelo numérico MODFLOW pero que no alcanzan a causar efectos al otro lado de la interfase, lo que ha sido validado mediante el modelo SEAWAT en el Anexo 1 de la Adenda 5. El fin de estos umbrales es determinar si se producen desviaciones de los pronósticos realizados en el proceso de evaluación ambiental.

En versiones anteriores del informe PSAH (N°1 al N°5), para el reporte de los umbrales y caudal de bombeo del proyecto se ha considerado el año de operación del proyecto como equivalente al año calendario. Esto, desde el inicio del proyecto aprobado en la RCA N°21/2016. No obstante, durante el año 2021 la autoridad se pronunció con respecto al período de reportabilidad y verificación del caudal medio autorizado para extracción de salmuera, mediante las resoluciones exentas N°427/2021 y N°1510/2021 de la SMA. En éstas, se expresa que cada “año” del Proyecto debe ser considerado entre octubre del año “t” y septiembre del año “t” +1, considerando “t” +1 como el año operacional. Particularmente, en el Resuelvo Segundo de la Resolución Exenta N°1510/2021 la autoridad indica que los umbrales anuales escalonados del PAT Núcleo deben considerarse según el mismo criterio que el indicado para el reporte de las extracciones. Es así como, a partir de esta definición, los umbrales del año 1 del Proyecto se consideran desde octubre de 2016 a septiembre de 2017, los umbrales del año 2 de Proyecto se consideran desde octubre de 2017 a septiembre de 2018 y así sucesivamente.

Durante el año calendario 2021, tienen lugar parte de los quinto y sexto año del Proyecto, correspondientes a los años operacionales 2021 y 2022 (según la definición mencionada

anteriormente e indicada en la Resolución Exenta N°1510/2021). En la Tabla 5-69, se presentan los valores de los umbrales para los pozos asociados al PAT Sector Alerta Núcleo y que corresponden al quinto y sexto año del Proyecto. La ubicación de los puntos fue presentada en la Figura 4-13 Ubicación Puntos PAT del Capítulo 4 de este Informe Anual.

Tabla 5-69 Umbrales de Activación aplicables año 2021

Pozo	Año Operacional	Periodo Operacional	Umbral Fase I (m s.n.m.)	Umbral Fase II (m s.n.m.)	Umbral Final (m s.n.m.)
PN-05B	2021	oct. 2020 - sep. 2021	2.298,42	2.298,33	2.297,74
	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,39	2.298,30	2.297,74
PN-08A	2021	oct. 2020 - sep. 2021	2.298,44	2.298,35	2.297,82
	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,42	2.298,33	2.297,82
PN-14B	2021	oct. 2020 - sep. 2021	2.297,98	2.297,89	2.297,27
	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.297,95	2.297,85	2.297,27
PN-16B	2021	oct. 2020 - sep. 2021	2.298,48	2.298,39	2.297,99
	2022	oct. 2021 - sep. 2022	2.298,46	2.298,37	2.297,99

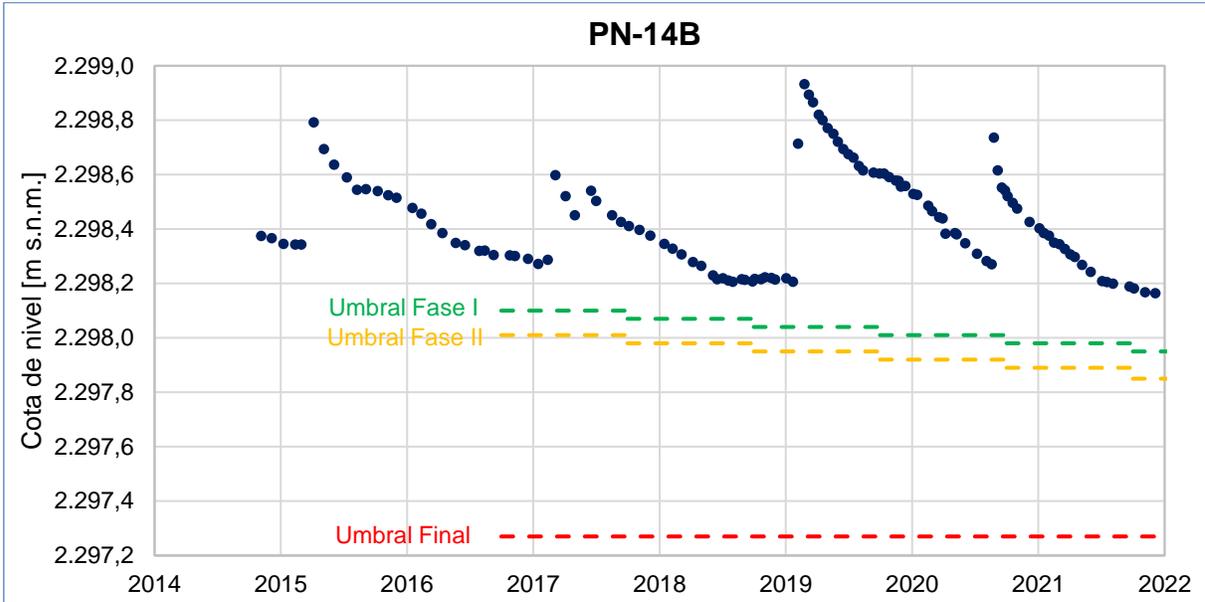
Fuente: Elaboración propia en base a Tabla 4-3, Tabla 4-4, Tabla 4-5 y Tabla 4-6 de Anexo 3, Adenda 5.

En función de los registros del año 2021, los cuales se presentan para cada pozo del PAT del sector Alerta Núcleo en las Figura 5-235,

Figura 5-236, Figura 5-237 y Figura 5-238, se presenta la evolución de los niveles medidos en relación a los umbrales que les corresponde para cada fase de activación (Tabla 5-69).

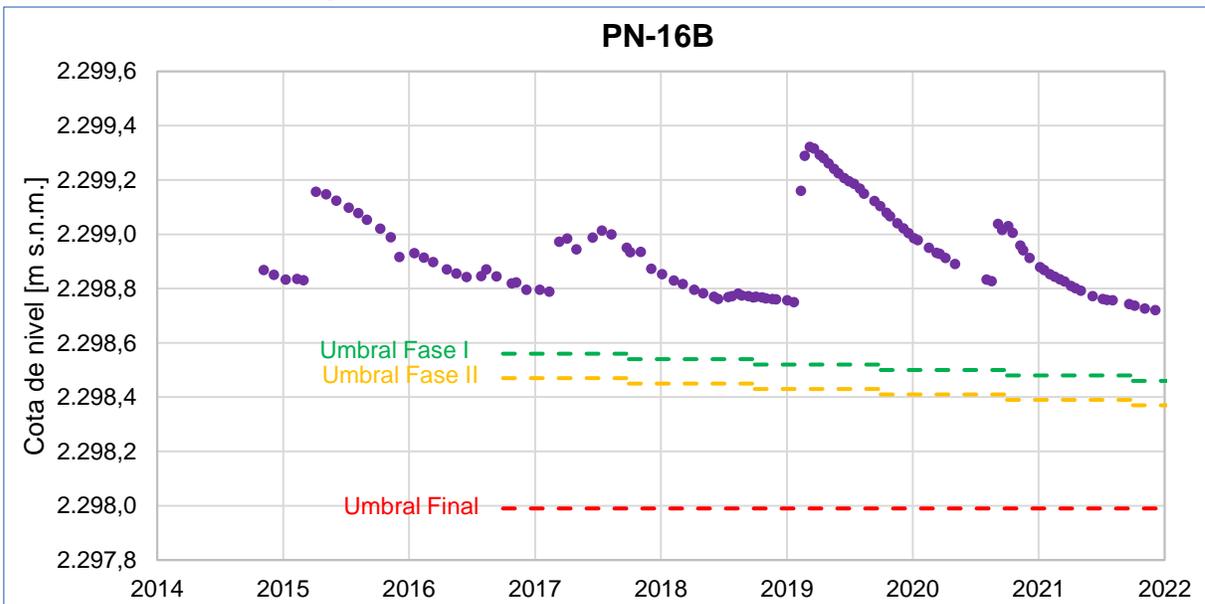
Las condiciones de activación de éste PAT se listan en la presentada en la sección 4.2.7. Con estos antecedentes y en base a los resultados presentados, se puede indicar que, durante el año 2021, no se ha activado ninguna de las fases del PAT en el sector de Alerta Núcleo, debido a que no se ha sobrepasado en ningún momento los umbrales definidos para los puntos de activación.

Figura 5-237 Niveles Punto de Monitoreo PN-14B



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-238 Niveles Punto de Monitoreo PN-16B



Fuente: Elaboración propia.

5.10.2 Sector de Alerta Acuífero

En la siguiente sección, se presenta en detalle el comportamiento de los niveles en los 5 puntos de monitoreo, 3 ubicados en el sector La Punta-La Brava y 2 ubicados en el sector de Peine, asociados al PAT pertenecientes a la red del PSAH (Tabla 5-70), los que fueron definidos con el fin de determinar si se producen desviaciones al comportamiento natural del sistema, fuera de las oscilaciones estacionales de nivel. A diferencia de los umbrales asociados al PAT Alerta Núcleo y PAT Alerta Norte, los umbrales del PAT Alerta Acuífero son únicos, es decir, no poseen fases de activación preventivas.

Durante el año 2021, como se explicó anteriormente, se detectó la superación de los umbrales descritos en el Anexo 3 de la Adenda 5 en el punto BA-07, lo que desencadenó la adopción de las medidas preventivas que están comprometidas para la activación del PAT Sector de Alerta Acuífero. Los puntos de activación y sus respectivos umbrales se presentan en la Tabla 5-70.

Tabla 5-70 Umbrales de Activación Sector Alerta Acuífero

Pozo	Sistema lagunar	Umbral Fase única (m.s.n.m.)
BA-05	La Punta – La Brava	2.300,11
BA-07	La Punta – La Brava	2.299,97
BA-16	La Punta – La Brava	2.300,80
BA-28	Peine	2.300,59
BA-30	Peine	2.301,42

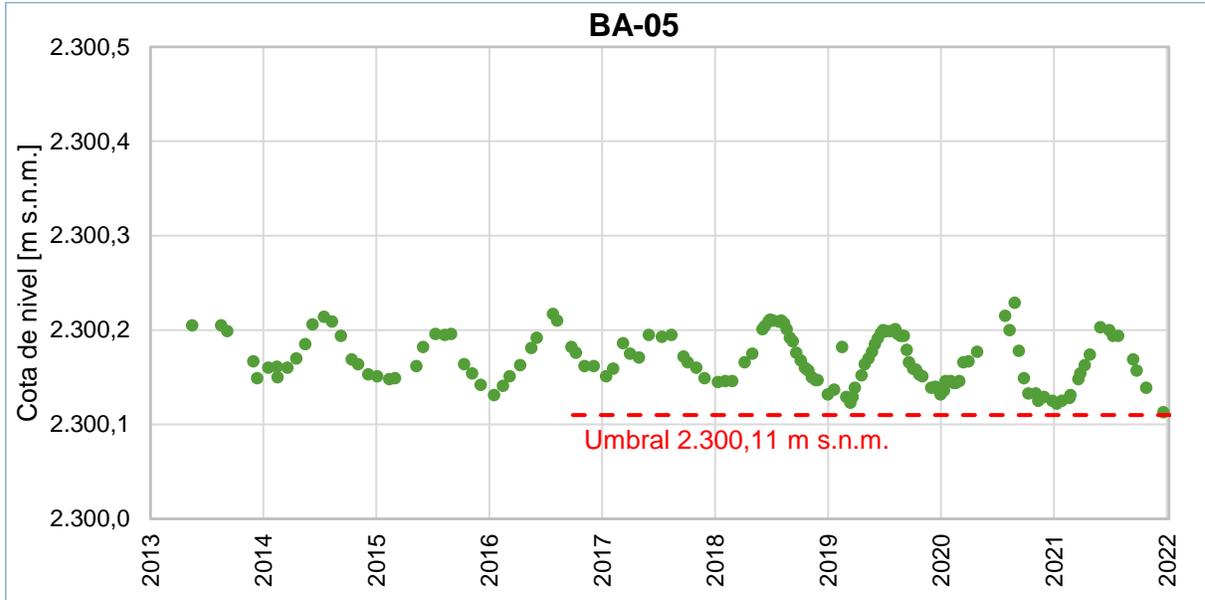
Fuente: Tabla 4-10, Anexo 3 de la Adenda 5.

En conformidad a lo expresado en la Tabla 4-11 presentada en el capítulo 4.2.7, se considerará la activación de este PAT cuando se registren tres medidas mensuales consecutivas bajo el umbral en al menos un punto de activación.

En las Figura 5-239, Figura 5-240, Figura 5-241, Figura 5-242 y Figura 5-243 se presentan los niveles registrados en cada uno de los puntos del sector Alerta Acuífero, en relación al umbral establecido como condición de activación, respectivamente.

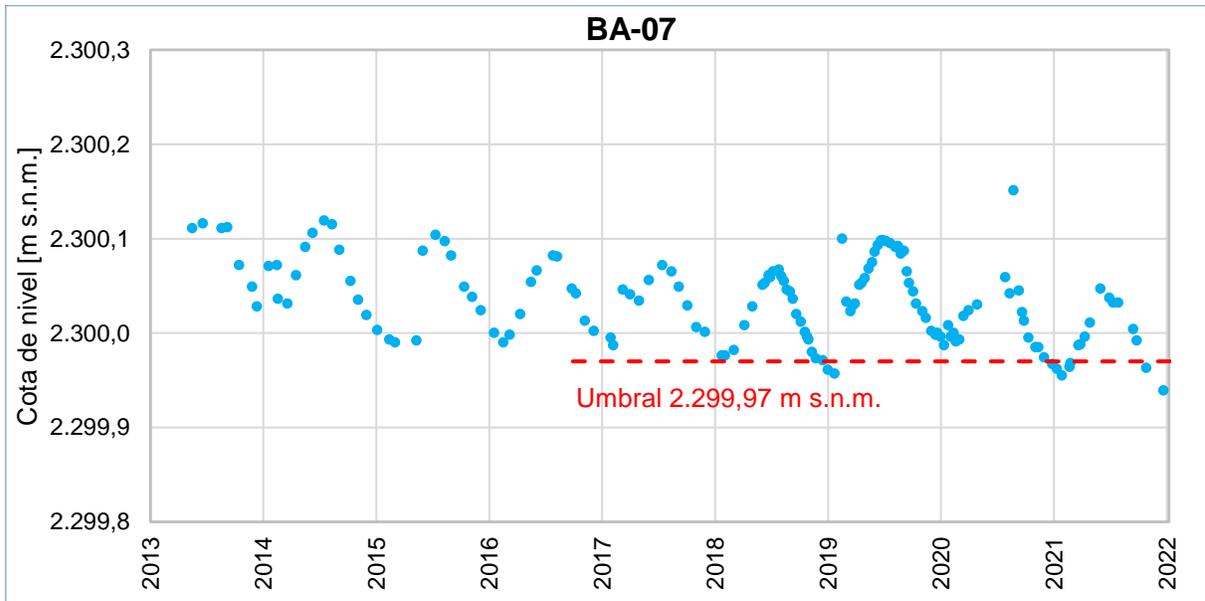
De las figuras indicadas, es posible apreciar que las fluctuaciones que muestran los niveles en los barrenos siguen un comportamiento estacional y que, con la excepción del punto de monitoreo BA-07, el umbral de cada punto no ha sido sobrepasado en ningún mes de medición.

Figura 5-239 Niveles Punto de Monitoreo BA-05



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-240 Niveles Punto de Monitoreo BA-07



Fuente: Elaboración propia.

El pozo BA-05 (Figura 5-239) presenta un comportamiento estacional en todo el registro histórico, con niveles más altos en los meses de invierno. Durante el año 2021 el registro con cota máxima fue en junio (2.300,203 m s.n.m.) y el registro con cota mínima en diciembre (2.300,113 msnm).

Para el punto BA-07 (Figura 5-240), ubicado en el borde de la laguna la Punta, se observa que durante el mes de enero de 2019 los niveles registrados superaron dos veces el umbral

establecido (con frecuencia quincenal). Sin embargo, lo anterior no gatilló la activación del PAT ya que la activación del PAT debe darse para tres medidas consecutivas, cuando la frecuencia de monitoreo es mensual (frecuencia normal).

No obstante, lo anterior, durante el año 2021 se registraron medidas bajo el umbral en los meses de enero, febrero y marzo. En este caso específico, durante el periodo mencionado se tomaron mediciones quincenales debido a la activación del PAT Sector Norte.

En relación con las mediciones mensuales asociadas al Sector de Alerta Acuífero se registraron valores bajo el umbral en enero y febrero. Existieron además mediciones asociadas al aumento de frecuencia por las medidas del PAT Sector de Alerta Norte durante enero, febrero y marzo, que presentaron niveles bajo el umbral.

Si se analiza el período temporal, los niveles estuvieron bajo el umbral sólo dos meses y medio. Después de este periodo, Albemarle inicia acciones preventivas como el aumento de frecuencia de monitoreo exigida por el PAT Alerta Acuífero y la reducción precautoria de la extracción de agua industrial y salmuera.

Finalmente, durante los meses de noviembre y diciembre de 2021 se registran valores por debajo del umbral establecido para el punto BA-07 (frecuencia mensual), lo que no implica una activación del PAT Alerta Acuífero en el período del presente PSAH. No obstante, cabe mencionar que la activación de este PAT ocurrió el día 31 de enero de 2022 (luego de la tercera medida mensual bajo el umbral), el cual fue reportado a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-010 el día 1 de febrero de 2022, donde se establecen las medidas preventivas que implementará Albemarle de acuerdo con lo establecido en el PAT.

En el marco de estas medidas preventivas para la activación del PAT Alerta Acuífero durante el año 2021, se realizó la entrega del informe de investigación de las causas de Activación del PAT Alerta Acuífero, que incluye una revisión extraordinaria del Plan de Manejo Biótico, el que fue entregado el 09 de agosto de 2021, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-046.

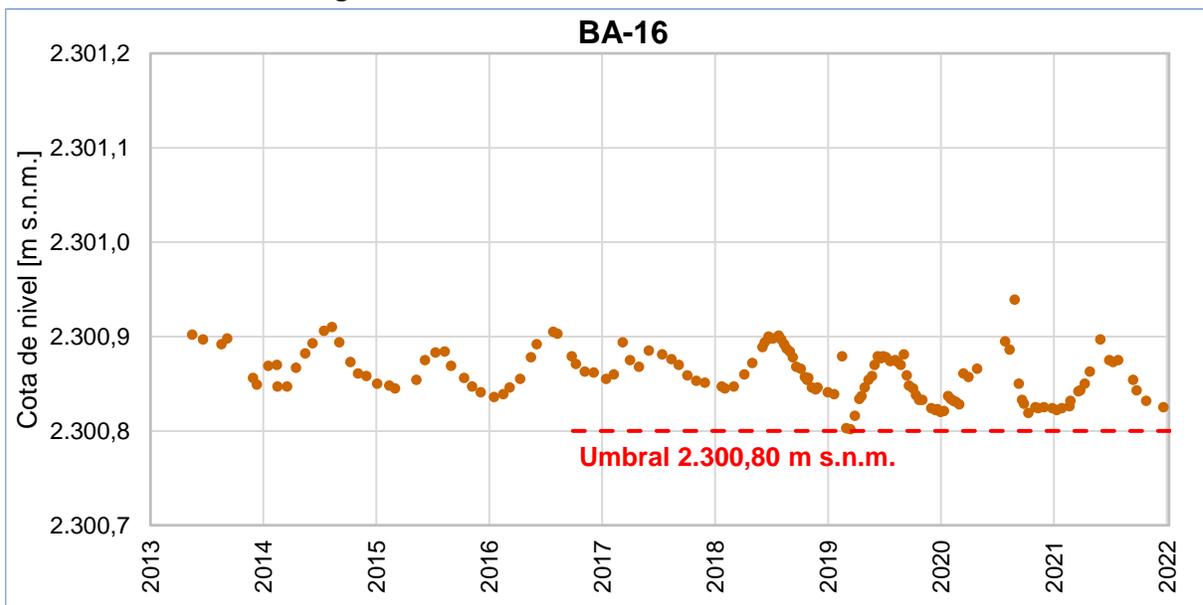
Desde el punto de vista de la evolución histórica de los niveles del punto BA-07, desde antes de la operación del proyecto, particularmente desde finales de 2013 y comienzos 2014, se observa una tendencia general de descenso de los niveles medidos en el punto. Dicho descenso es más abrupto en el período previo a la operación del proyecto de Albemarle.

La tendencia al descenso tiene un quiebre durante el año 2019, con un aumento de nivel asociado a los eventos de precipitación durante enero y febrero de 2019, mostrando durante ese año la oscilación natural estacional, retomando la tendencia al descenso en el resto de la serie. Durante 2020 se observa un aumento considerable de nivel a fin de agosto, con un *peak* de 2.300,151 m.s.n.m., posterior a las lluvias que se presentaron en el Salar de Atacama en

agosto de ese año; esta alza correspondería a un aumento puntual del nivel, posteriormente los niveles retoman la tendencia de descenso asociada a la evaporación hasta febrero del año siguiente, alcanzando una cota de 2.299,955 m s.n.m. En el año 2021 se observa la variación estacional esperada para el punto de monitoreo, pero con niveles levemente menores que el año anterior, lo cual estaría influenciado por la baja precipitación registrada el año 2021.

En el caso del punto de monitoreo BA-16 (Figura 5-241), durante el año 2021 los niveles muestran una oscilación estacional, en el rango de lo observado desde 2019. El nivel mínimo registrado el año 2021 corresponde 2.300,822 m s.n.m. durante el mes de enero, mientras que el nivel máximo fue 2.300,897 m s.n.m. medido en el mes de junio. En este punto, se observa que luego de los eventos de precipitación de 2019 el nivel freático aumenta y luego presenta una caída brusca a una cota inferior a la cota de agua subterránea pre-lluvia. El nivel inferior podría ser un resultado del efecto de disolución de las sales posterior a las precipitaciones generando un aumento en la porosidad y por lo tanto un descenso mayor en el nivel que se recupera durante los meses siguientes a la tendencia observada anteriormente.

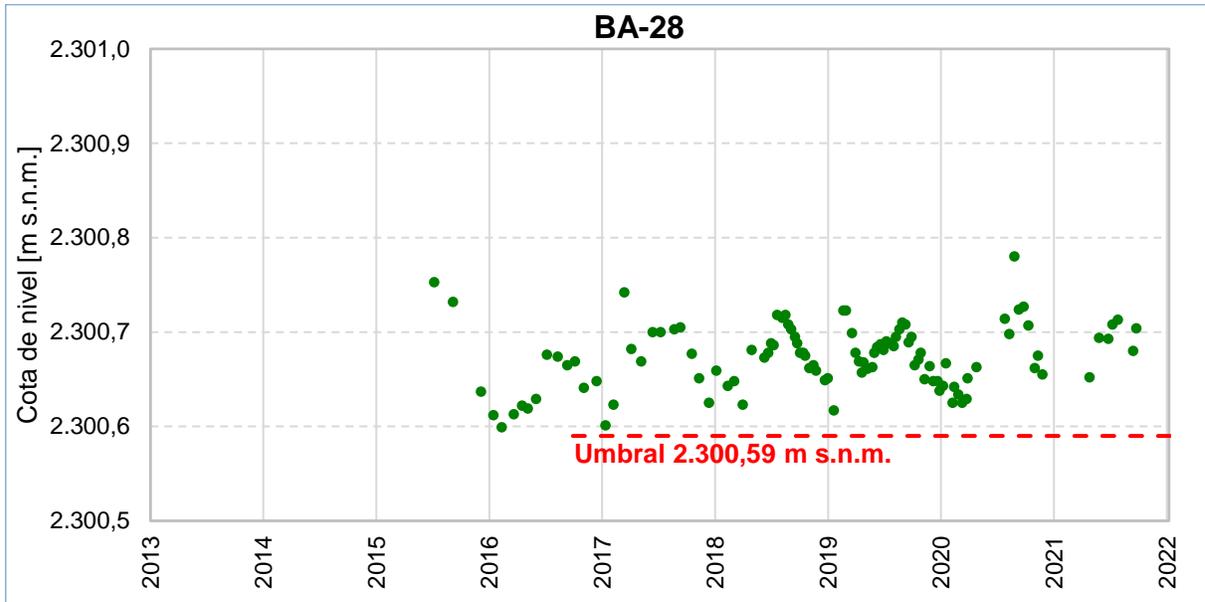
Figura 5-241 Niveles Punto de Monitoreo BA-16



Fuente: Elaboración propia.

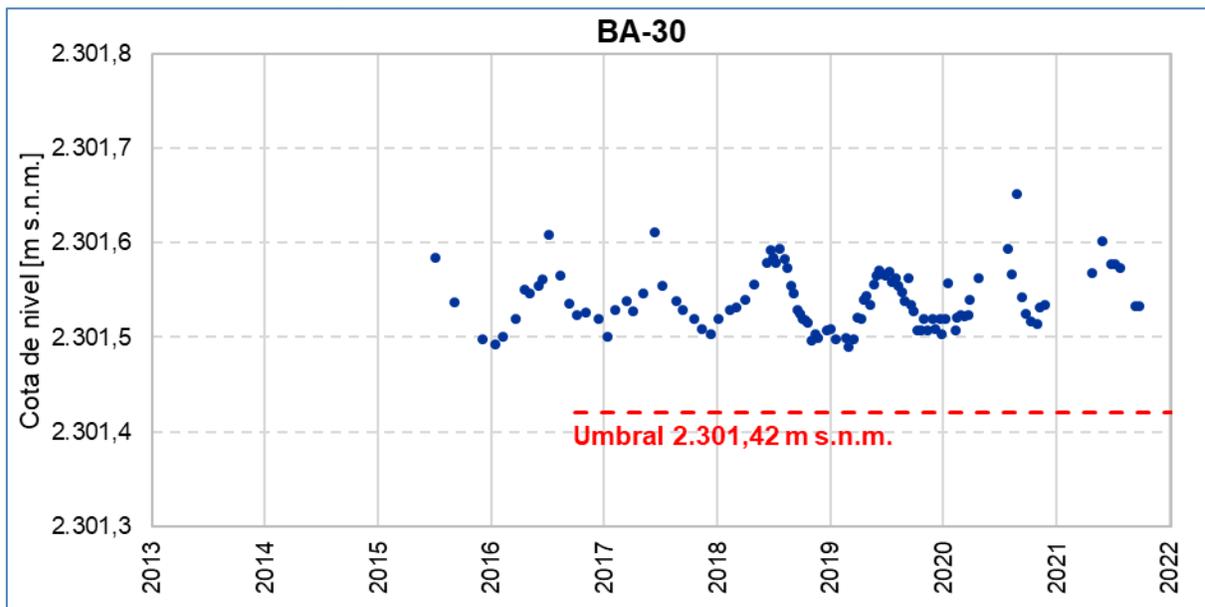
Con relación a los pozos BA-28 (Figura 5-242) y BA-30 (Figura 5-243), ubicados en el sistema lagunar de Peine, presentan un comportamiento estacional, siempre por sobre los valores de umbrales definidos para cada uno de ellos. A diferencia de lo que se observa en el sistema La Punta La Brava, estos puntos, muestran una leve tendencia al ascenso de sus niveles considerando todo el período con registros 2015-2022.

Figura 5-242 Niveles Punto de Monitoreo BA-28



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5-243 Niveles Punto de Monitoreo BA-30



Fuente: Elaboración propia.

5.10.3 Sector de Alerta Norte

En la siguiente sección, se presenta en detalle el comportamiento de los niveles en los 5 puntos de monitoreo asociados al PAT pertenecientes a la red del Plan de Seguimiento del titular SQM Salar S.A. y que forman parte de la red del PAT Sector de Alerta Norte de Albemarle (Tabla 5-71).

Para el sector de Alerta Norte, en el proceso de evaluación ambiental quedaron establecidas las condiciones de activación y desactivación de las distintas fases del PAT Norte, con sus respectivos umbrales.

En la Tabla 5-71 se presentan los pozos y cotas de activación del PAT de Albemarle, aprobados en la RCA N°21/2016, las cuales tienen como referencia el Informe N°15 del PSAH del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” de SQM (2014). No obstante, SQM ha presentado actualizaciones a las topografías de estos puntos y, en consecuencia, a la cota umbral, sin embargo, Albemarle mantiene el umbral aprobado bajo RCA N°21/2016.

Tabla 5-71 Cotas de Activación del Sector de alerta Norte

Nombre	Umbral Fase I	Umbral Fase I	Umbral Fase II	Umbral Fase II
	(m s.n.m.)* PSAD56	(m s.n.m.)** WGS84	(m s.n.m.) PSAD56	(m s.n.m.)** WGS84
L1-G4 Pozo	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L1-5	2.298,51	2.299,37	2.298,35	2.299,21
L3-9	2.299,37	2.300,25	2.299,34	2.300,22
L4-12	2.298,72	2.299,63	2.298,69	2.299,60
L5-10	2.299,05	2.299,97	2.299,02	2.299,94

* Referencia topográfica según Informe N° 15 del PSAH de SQM, en Datum PSAD56

**Referencia topográfica según Informe N° 17 del PSAH de SQM, en Datum WGS84

Fuente: Elaboración propia, en base a Tabla 4-12 Anexo 3 Adenda 5 y referencias indicadas.

Durante el año 2021 se activó la Fase I y Fase II del PAT Alerta Norte en los siguientes puntos de control:

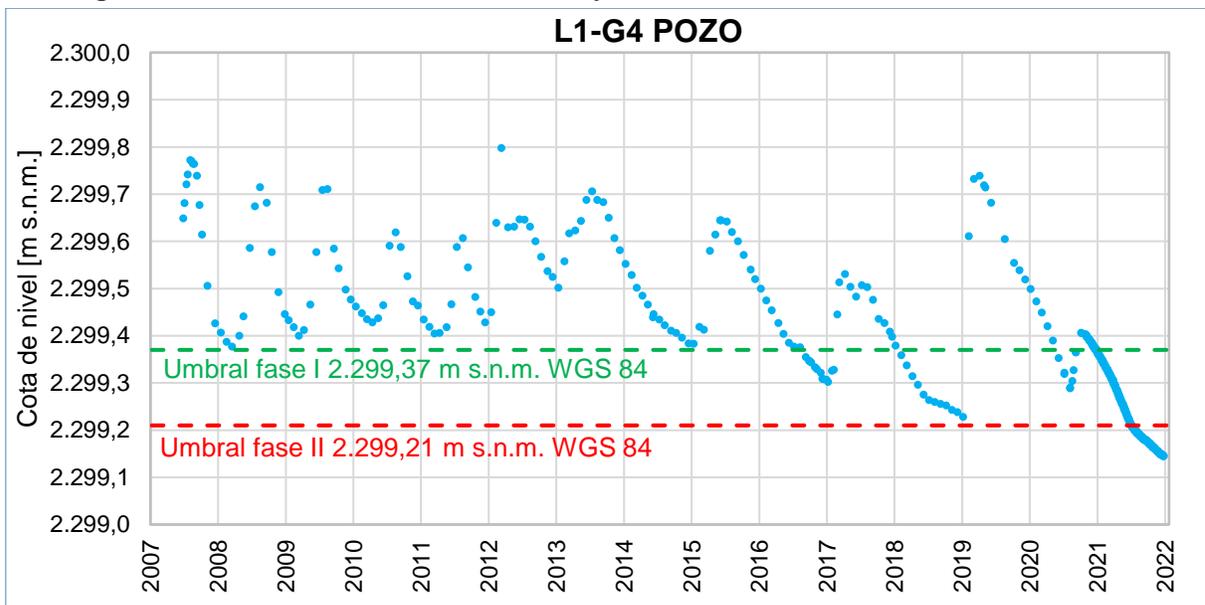
- En el pozo L1-G4 durante enero de 2021 y superación de umbrales de Fase I en el pozo L1-5 en febrero 2021 y en L5-10 en noviembre de 2021.
- Activación de la Fase II en el pozo L1-5 en junio de 2021 y superación de umbrales de Fase II en los pozos L1-G4 (julio de 2021) y L5-10 (diciembre de 2021).

En la Figura 5-244 se muestra la evolución de los niveles para el pozo de monitoreo L1-G4, junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de ALB, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84 (los umbrales presentados en el Anexo 3 de la Adenda 5 del proyecto se han transformado a Datum WGS-84 siguiendo la misma metodología utilizada por SQM, Tabla 5-71).

El pozo L1-G4 presenta niveles bajo los umbrales de activación por casi la totalidad del año 2021. A partir de la revisión de los datos públicamente disponibles en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/> de propiedad y administración del Titular SQM Salar S.A, el día 11 de enero de 2021, en consecuencia, Albemarle da cuenta a la autoridad el día 6 de enero de 2021 (mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-002), que se registró una medición (2.299,369 m s.n.m.) en el punto L1-G4 por debajo del Umbral Fase I (2.299,37 m s.n.m.) Dado lo anterior, Albemarle inicia las acciones preventivas correspondientes a la activación de la Fase I del PAT Alerta Norte.

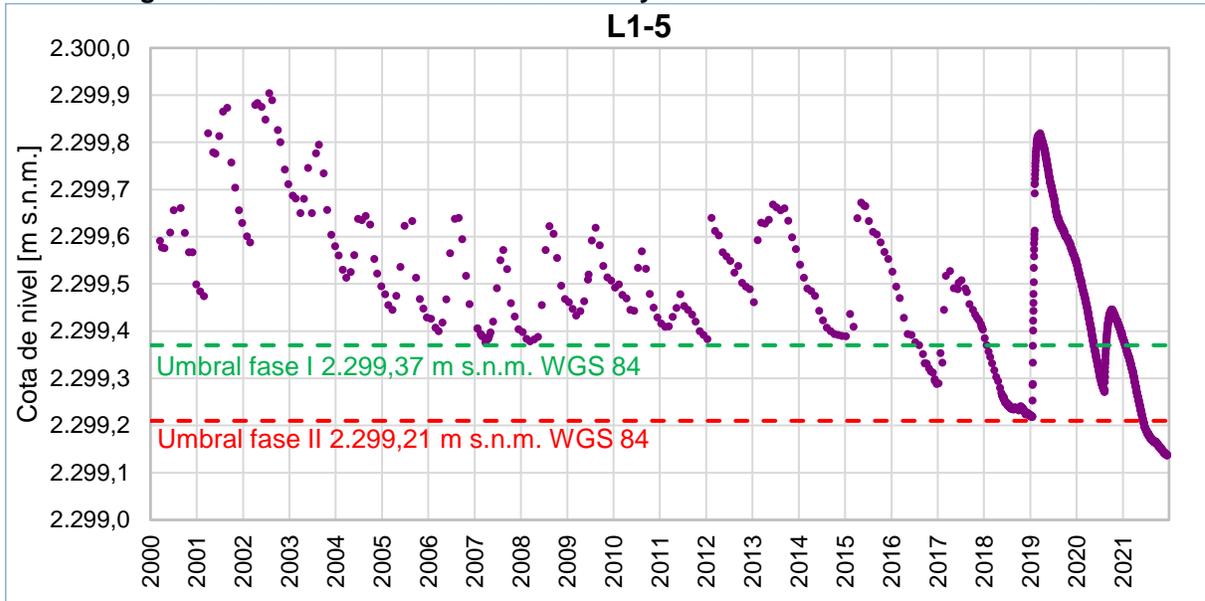
Los niveles registrados en el pozo L1-G4 mantienen una tendencia a la baja por todo el resto del año. Es así como el día 14 de julio se registró un valor de 2.299,209 m s.n.m., sobrepasando el umbral de 2.229,21 m s.n.m. correspondiente a la Fase II del PAT Alerta Temprana, según los datos públicamente disponibles en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/>. Albemarle dio cuenta a la autoridad de esta situación el día 28 de julio de 2021 mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-045, donde se notifica que ya se están implementando las medidas preventivas de la Fase II del PAT por la activación de esta fase en el pozo L1-5.

Figura 5-244 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-G4 Pozo



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

Figura 5-245 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L1-5



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida desde la plataforma pública www.sqmsenlinea.com.

En la Figura 5-245 se muestra la evolución de los niveles para el punto de monitoreo L1-5, junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de Albemarle. Se observa que el día 4 de febrero se registró un nivel de agua de 2.299,369 m s.n.m., superando el umbral de la Fase I (2.299,37 m s.n.m.), según los datos públicamente disponibles en <https://www.sqmsenlinea.com/>. Albemarle notificó a la autoridad de este evento el día 9 de febrero de 2021 mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-008, donde se indica el inicio de las acciones preventivas relacionadas con esta fase.

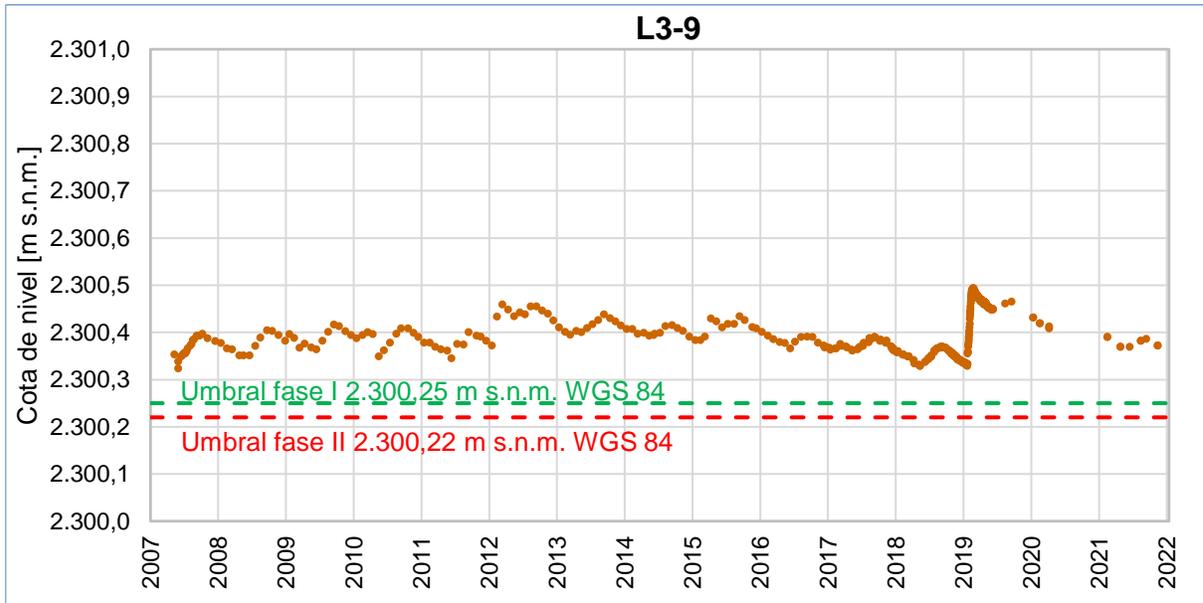
Los niveles registrados en el pozo mantienen la tendencia a la baja observada desde fines del año 2020 durante todo el año 2021. Esto derivó en la activación de la Fase II del PAT, debido a que el día 28 de junio de 2021 se registró una medición de nivel en el punto L1-5 (2.299,207 m s.n.m.) inferior al umbral de activación de esta fase (2.299,21 m s.n.m.), según las mediciones publicadas en línea por SQM. Esto fue notificado a la autoridad por parte de Albemarle el día 1 de julio de 2021, mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-038, donde se expresa el inicio de las acciones necesarias para cumplir los requerimientos establecidos en el PAT Alerta Norte. El descenso de nivel continúa por el resto del año, con niveles inferiores al umbral de la Fase II para este punto.

En la

Figura 5-246 se muestra la evolución de los niveles para el pozo de monitoreo L3-9, junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de Albemarle para este pozo. Durante el año 2021 se retomaron de manera parcial las actividades de monitoreo en el pozo L3-9 por parte de SQM, debido a las restricciones de acceso a la Reserva Nacional Los Flamencos, existiendo

registros de mediciones en los meses de febrero, junio, agosto, septiembre y noviembre. Los niveles medidos durante el año se mantienen por sobre ambos umbrales de activación, con valores consistentes a la tendencia histórica.

Figura 5-246 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L3-9



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

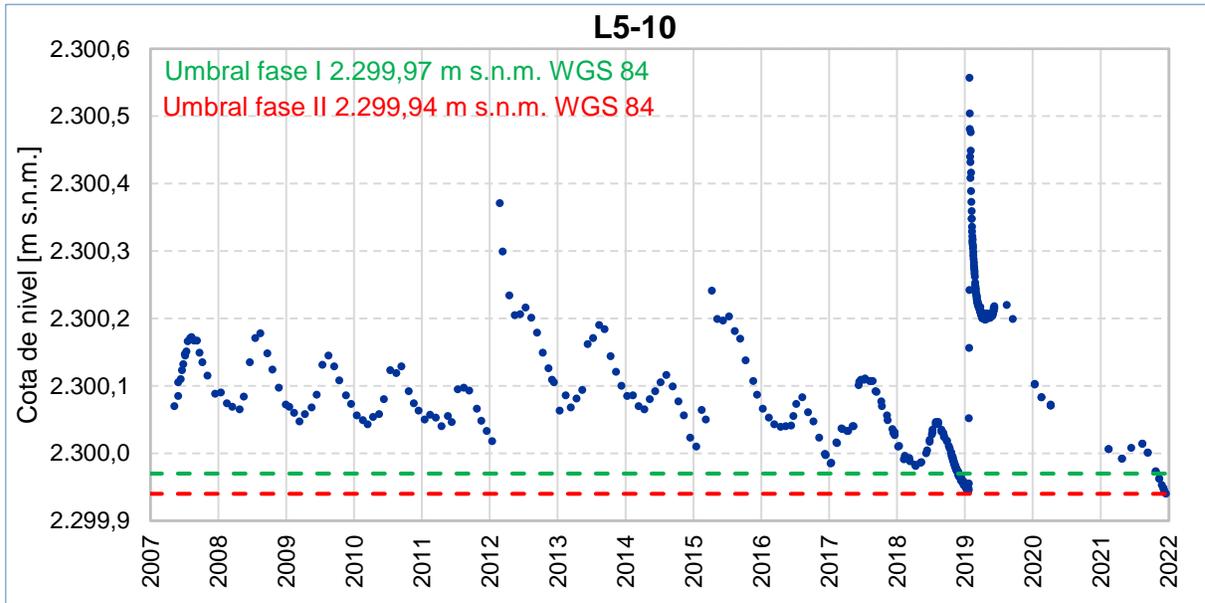
En la Figura 5-247 se muestra la evolución de los niveles del pozo de monitoreo L5-10 junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de Albemarle, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84. Durante el año 2021 se vuelven a tener registros del pozo, luego del *lapsus* de información ocurrido en 2020 por el cierre de la Reserva Nacional Los Flamencos debido a la Pandemia de COVID-19, existiendo registros en los meses de febrero, mayo, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre.

Durante el segundo semestre de 2021 los niveles mostraron una tendencia al descenso, derivando en la superación de umbrales de la Fase I del PAT Alerta Norte, por la medición de nivel efectuada el día 24 de noviembre de 2021 en el pozo L5-10 (2.299,962 m s.n.m.), superando el umbral de Fase I de 2.299,97 m s.n.m., según los datos disponibles públicamente en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/>. Albemarle notificó a la autoridad de este evento el día 25 de noviembre de 2021 por medio de la carta ALB-GMA-2021-067, donde se expresa que no es necesario tomar acciones adicionales debido a que ya se encuentra activado el PAT de Fase II en el sector.

Posteriormente, el día 31 de diciembre de 2021 Albemarle recibe la carta GMPL 252/2021 de SQM la cual notifica la activación de la Fase II del Plan de Contingencia del Sistema Aguas de Quelana por la superación del umbral en el pozo L5-10 el día 29 de diciembre del 2021. Según los datos publicados en <https://www.sqmsenlinea.com/> el nivel en cuestión corresponde a

2.298,94 m s.n.m., equivalente al umbral de Fase II del PAT de Alerta Norte de Albemarle. Sin embargo, el día 10 de enero de 2022, Albemarle notifica a la autoridad mediante carta ALB-GMA-2022-SMA-001 de la superación de umbrales de la Fase II de este punto.

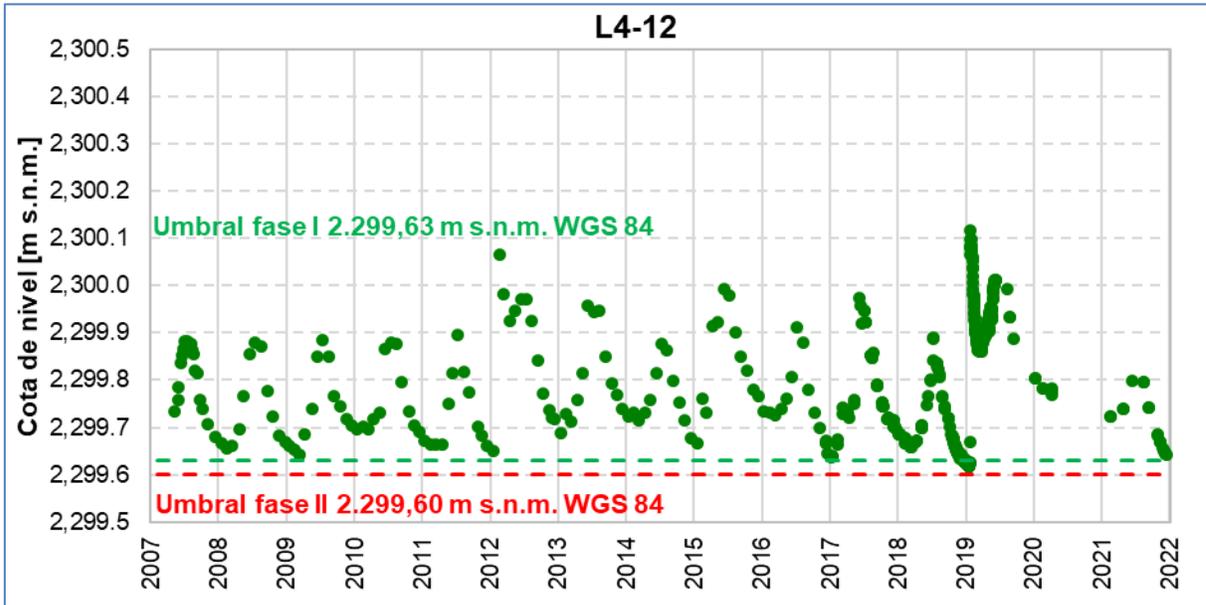
Figura 5-247 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L5-10



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida desde la plataforma publica www.sqmsenlinea.com.

En la Figura 5-248 se muestra la evolución de los niveles del pozo de monitoreo L4-12 junto con los umbrales del PAT Sector Alerta Norte de Albemarle, expresados en metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) en Datum WGS84. Se observa que, durante 2021 las mediciones realizadas por SQM tienen una frecuencia similar a la del pozo L5-10, con mediciones durante febrero, mayo, junio, agosto, noviembre por las restricciones de acceso a la Reserva Nacional Los Flamencos. La variación de nivel se mantiene dentro de lo histórico, sin sobrepasar el límite para la superación de umbrales de la Fase I en este pozo. No obstante, la última medición del año 2021, correspondiente al día 29 de diciembre de 2021 (2.299,643 m s.n.m.), es cercana al umbral definido para la activación de la Fase I (2.299,63 m s.n.m.), existiendo un margen de 0,013 m para este registro.

Figura 5-248 Evolución Niveles Estáticos y Umbrales Punto de Monitoreo L4-12



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida desde la plataforma publica www.sgmsenlinea.com).

5.10.4 Medidas asociadas a los PAT

En la presente sección se presentan las medidas que se deben realizar ante la activación de los distintos PAT de Albemarle y las medidas efectivamente tomadas por parte del titular tanto de manera preventiva como en cada una de las activaciones ocurridas durante el año calendario 2021.

En la Tabla 5-72 se presentan las medidas que se deben tomar en caso de la activación del PAT por sector.

Tabla 5-72 Medidas asociadas a la activación del PAT por sector

Sector	Medida
PAT Alerta Acuífero	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
	c) Reducir precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera
	d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico
	e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	f) Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe
Fase I PAT Alerta Núcleo	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
	c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados
Fase II PAT Alerta Núcleo	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes
	b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
	c) Reducción del caudal de explotación
	d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados
	f) Generar informe de investigación de efectividad de medida de reducción de la extracción de salmuera
	g) Disminuir la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas
Fase Final PAT Alerta Núcleo	a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes
	b) Cese de la explotación de salmuera vinculada al proyecto
	c) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses

Sector	Medida
	d) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	e) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados.
	f) Generar informe de investigación y de efectividad de medida
	g) Disminuir la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas
Fase I PAT Alerta Norte	a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
	b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados
Fase II PAT Alerta Norte	a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses
	b) Reducir precautoriamente la explotación de salmuera del proyecto
	c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital
	d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados
	e) Generar informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera

Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 3 de la Adenda 5.

A continuación, se presenta el detalle de las reglas que aplican a las medidas preventivas de reducción de caudales de salmuera y agua para los PAT Alerta Acuífero (Tabla 5-73), y Fase II PAT Alerta Norte que ha adoptado Albemarle de acuerdo con sus compromisos (Tabla 5-74)

Tabla 5-73 Regla de reducción de bombeo de agua y salmuera (Fase Única PAT Alerta Acuífero)

Medida	Regla de Reducción
Reducción de la explotación de agua dulce-salobre en pozo Tilopozo y Tucúcaro.	Reducción de 6 l/s (Caudal adicional aprobado RCA N°21/2016). Por lo que bombeo máximo corresponde a 10,9 l/s de manera conjunta en pozos Tilopozo y Tucúcaro.
Reducción de extracción de salmuera	Reducción de extracción de salmuera del Núcleo en un escalón de 60 l/s, es decir, el bombeo de salmuera será de 382 l/s durante los meses en que el PAT se encuentre activado.

Fuente: Elaboración Propia en base a Anexo 3 de la Adenda 5.

Tabla 5-74 Regla de reducción de bombeo Fase II PAT Alerta Norte

Período	RWL caudal total (L/s)	SQM caudal total Neto (L/s)	Parámetro	Caudal de reducción de salmuera, L/s	
				SQM	ROCKWOOD
Semestre 1 2016 (proyecto Rockwood 60 L/s)	202	1500	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	250 (16,7%)	33,7 (16,7%)
Semestre 2 2016 (proyecto Rockwood 120 L/s)	262	1500	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	250 (16,7%)	43,7 (16,7%)
Semestre 1 2017 (proyecto Rockwood 180 L/s)	322	1500	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	250 (16,7%)	53,7 (16,7%)
Semestre 2 2017 (proyecto Rockwood 240 L/s)	382	1500	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	250 (16,7%)	63,7 (16,7%)
2018 hasta 2020 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1500	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	250 (16,7%)	73,7 (16,7%)
2021 hasta 2027 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1600	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	100 (6,3 %)	27,6 (6,3%)
2028 hasta 2030 (proyecto Rockwood 300 L/s)	442	1700	Reducción según PAT SQM (L/s) % sobre total Compañía	100 (5,9%)	26,0 (5,9%)

Fuente: Anexo 3 Adenda 5.

Con respecto a las medidas consideradas en el PAT en los puntos del numeral 4.4.3 del Anexo 3 de la Adenda 5, Albemarle realizó las siguientes actividades de manera preventiva en el Sector Acuífero:

- Con relación al aviso a la autoridad ambiental de la Región de Antofagasta: El 3 de marzo, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-011, Albemarle solicitó a la SMA aclaración respecto a cómo debería activar el PAT en el Sector Acuífero, donde se solicitó de manera urgente acordar los aspectos asociados al PAT del Sector de Alerta Acuífero, pronunciándose la autoridad mediante Resolución N°724/2021 de la SMA de fecha 29 de marzo de 2021. Por otra parte, en reunión sostenida con equipo técnico de la SMA, el día 2 de marzo, Albemarle explicó que los niveles se encontraban bajo los umbrales y que si esto se mantenía por un plazo mayor, era probable que tuviésemos que activar el PAT a partir del 1 de abril, posteriormente, ante la incertidumbre de si correspondía activarse o no cuando existiesen mediciones bajo el umbral durante dos meses y medio, Albemarle solicitó un pronunciamiento a la autoridad mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-018 de fecha 5 de abril, donde se solicitó una confirmación de los criterios utilizados, ya que en forma preventiva preveíamos con alta probabilidad una activación del PAT en el Sector de Alerta Acuífero en una fecha cercana. Esto fue respondido por la SMA a través de la Resolución N°842/2021 del día 14 de abril de 2021, lo que a su vez fue respondido por Albemarle, mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA 023, solicitando asistencia al regulado, reunión que fue efectuada el día 26 de abril. .
- Finalmente, Albemarle en atención al principio preventivo, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-024 de fecha 27 de abril, avisó a la SMA sobre las medidas preventivas

adoptadas respecto al Plan de Alerta Temprana en el Sector Acuífero, aplicando las siguientes medidas de control:

- Con relación al aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas, Albemarle aumentó la frecuencia de monitoreo a la frecuencia propuesta en la activación de la Fase I del Sector Norte y a la fase única del Sector Acuífero. Por otra parte, la carta ALB-GMA-2021-SMA-029 que entrega el reporte de abril de 2021, da cuenta del cese del aumento de frecuencia de monitoreo en atención al PAT Acuífero.
- Con respecto a la reducción precautoria de la explotación de agua industrial y la extracción de salmuera, los caudales utilizados de agua han sido menores a 10,9 l/s durante los meses de enero a diciembre del 2021. En cuanto a la extracción de salmuera, Albemarle entre abril y junio tuvo caudal medio de bombeo mensual menor al límite autorizado durante la activación de este PAT (382 l/s)²¹ e incluso el bombeo se mantuvo inferior a 382 l/s hasta el mes de septiembre de 2021.
- Con respecto a la entrega mensual a la autoridad de los datos de monitoreo en formato digital, se reportaron mensualmente a la autoridad (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
- Con respecto a la investigación de las causas del desvío de los pronósticos y los descensos bajo los umbrales del PAT, Albemarle realizó la revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico y se entregaron a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-046 en el mes de agosto de 2021. Por otra parte, Albemarle de manera preventiva y, a raíz del inicio de los procesos de fiscalización y sanción liderados por la SMA contra otros titulares en el sector, realizó una revisión extraordinaria de su Plan de Seguimiento Hídrico, además de una revisión del comportamiento de la componente flora y vegetación y de la información pública asociada a otros monitoreos de terceros, el que fue entregado mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-028 en el mes de mayo de 2021.
- De lo anterior, se observa que, a pesar de que Albemarle consideraba que no debía activarse, las acciones que ha venido desarrollando de manera voluntaria y preventiva,

²¹ De acuerdo a la Res Ex N°724/2021 de la SMA, en el Resuelvo, letra a) "La reducción de 60 l/s en la extracción de salmuera desde el núcleo deberá ser aplicada respecto al caudal máximo autorizado de 442 l/s y en los meses en que corresponda mantener activada la medida, lo que implica que en dicho periodo Albemarle Ltda. podrá bombear un caudal máximo de 382 l/s como promedio mensual.

han asegurado cumplir con el estándar exigido en el escenario de activación del PAT en el sector acuífero.

Con respecto al cumplimiento de las medidas exigidas en el numeral 4.5.3.1 del Anexo 3 de la Adenda 5, se tiene que para la activación del PAT Alerta Norte para la Fase I durante 2021:

- Con relación al aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas. Se monitoreó con la frecuencia exigida en el escenario de la activación del PAT Alerta Norte y se informó oportunamente a la autoridad (enero, febrero y marzo). Esta medida coincidió con la mayoría del período de aumento de frecuencia exigido por el PAT Alerta Acuífero (cuyo aumento de frecuencia ocurrió en febrero, marzo y abril).
- En relación a la entrega mensual a la autoridad de los datos de monitoreo en formato digital. Esto se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Norte (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M) y ha sido desde enero a diciembre de 2021.
- Con respecto a la activación de la herramienta de efecto sinérgico, Albemarle realizó la entrega de dicho informe a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-040 en el mes de julio de 2021.

Por otra parte, debido a la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte, Albemarle tomó las siguientes medidas con relación a lo expresado en el numeral 4.5.3.2. para esta fase en la activación de 2021:

- Con relación al aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas. Se monitoreó con la frecuencia exigida en el escenario de la activación del PAT Alerta Norte y se informó oportunamente a la autoridad (julio, agosto y septiembre)²².
- Con relación a la reducción precautoria de la explotación de salmuera del proyecto. Según el período de activación de la Fase II del PAT Alerta Norte durante el año operacional 2021 (julio, agosto y septiembre) y lo indicado en la Resolución Exenta N° 1510/2021, la forma de aplicar esta reducción de caudal de explotación es la reducción del caudal límite anual en forma proporcional a la disminución de caudal correspondiente a los meses que se mantuvo activa la medida. Es así, como el nuevo límite máximo para el año operacional 2021 (octubre de 2020 a septiembre de 2021) corresponde a 435,04 L/s, mientras que el caudal medio de extracción de salmuera

²² Durante este período no se logró cumplir con todo el aumento de frecuencia para los monitoreos de niveles, química y perfiles de conductividad debido a la huelga de sindicatos de Albemarle, lo que impidió el acceso a los puntos de monitoreo y dependencias de Albemarle. Esto fue informado oportunamente a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-047 el día 18 de agosto de 2021.

para el año operacional 2021 fue de 415,72 L/s (ver sección 5.9), cumpliendo así con la medida exigida por la activación del PAT.

- Con respecto a la entrega mensual a la autoridad de los datos de monitoreo en formato digital. Esto se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Norte (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
- Con respecto a la activación de la herramienta de efecto sinérgico, Albemarle realizó la entrega de dicho informe a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-073 en el mes de diciembre de 2021 y complementado en enero del 2022 a través de la carta ALB-GMA-2022-SMA-007.
- Con respecto a la generación del informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera, Albemarle se encuentra desarrollándolo, en conjunto con consultores externos, en el período de confección de este documento, el que se entregará doce meses después de la reducción del caudal de extracción según lo indicado en el numeral 4.5.3.2. del Anexo 3 de la Adenda 5.

A modo de registro, con respecto a la acción preventiva a) de los numerales 4.5.3.1 y 4.5.3.2., b) de los numerales 4.3.3.1, 4.3.3.2 y 4.4.3.3., y c) 4.5.3.3. del Anexo 3 de la Adenda 5, correspondientes a los aumentos de frecuencia de monitoreo requeridas durante la activación de los PAT se encuentran en la Tabla 5-75. Se reitera que, durante el año 2021, se realizó el aumento de frecuencia durante los meses de: enero, febrero, marzo, abril, julio, agosto y septiembre por las activaciones de la Fase I y II del PAT Alerta Norte y de la Fase Única del PAT Alerta Acuífero.

De lo anterior, se desprende que Albemarle ha cumplido oportunamente con las medidas preventivas comprometidas en los PAT asociados a cada sector durante las activaciones ocurridas en el año calendario 2021.

Tabla 5-75 Aumento de la frecuencia monitoreo para la activación PAT

Monitoreo	Frecuencia normal	Frecuencia Activación PAT (por tres meses)
Niveles freáticos	Mensual	Quincenal
Calidad de agua del acuífero y las lagunas	Trimestral	Mensual
Posición de la Interfase Salina	Trimestral	Mensual

Fuente: Tabla 4-7 de Anexo 3 Adenda 5.

6 DISCUSIONES

El presente capítulo entrega las discusiones de los resultados del PSAH 2021, cuyo análisis se estructura como sigue:

- i. En relación con los límites establecidos en RCA N°21/2016.
- ii. Análisis del año hidrológico.
- iii. Análisis de la evolución de la evapotranspiración.
- iv. Análisis integrado de la información por sectores.
- v. Discusión y revisión del estado del PAT.
- vi. En relación con reportabilidad en planillas Formato Res. N°894/2019.
- vii. En relación con entregables 2021, en el marco de la RCA N°21/2016.

El desarrollo de la discusión se organiza con el objetivo de verificar aquellas condiciones que han quedado como compromisos de cumplimiento en las Resoluciones de Calificación Ambiental y ratificar el entendimiento del sistema hidrogeológico descrito en el modelo conceptual presentado en el Anexo 1 de la Adenda 5.

Bajo este contexto, en la sección 6.6 de este capítulo, se detalla todo lo entregado durante el año 2021.

6.1 Análisis en relación con límites establecidos en la RCA N°21/2016

En la presente sección se realiza un análisis del comportamiento de las variables ambientales en el presente PSAH con respecto a los niveles o límites comprometidos en cada componente en el Considerando N°7 de la RCA N°21/2016.

6.1.1 Superficie cubierta por lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “Mantener la superficie sobre mínimo histórico”, por lo que se han comparado los valores mínimos de superficie lagunar registrados en el año 2021 y descritos en el capítulo 3, sección 5.3, con el valor mínimo histórico para cada sistema lagunar, también contenido en el mismo capítulo.

En la Tabla 6-1 se presentan los valores de superficie cubierta de agua para los distintos sistemas lagunares, obtenidos desde imágenes de alta resolución, tanto en la campaña de invierno (agosto) como de verano (diciembre) de 2021, junto con la superficie mínima histórica.

Tabla 6-1 Superficie de sistemas lagunares

Sistema Lagunar	Superficie Mínima Histórica (ha)	Superficie mínima 2021 (ha)
La Punta-La Brava	31,6 (verano)	24,1 (verano)
Peine	48,9 (verano)	26,4 (verano)
Aguas de Quelana	11,3 (verano)	8,9 (verano)
Soncor	192,4 (verano)	142,3 (verano)

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos, las superficies determinadas a partir de las imágenes satelitales de alta resolución (Pleiades-1A), todos los sistemas lagunares presentaron, en las mediciones de verano, superficies lagunares inferiores al mínimo histórico presentado en la Adenda 5. Además, para la estación de invierno (agosto 2021), el sistema lagunar Peine también presenta superficies bajo el mínimo histórico (45,7 ha).

Es importante señalar que, dentro de esta comparativa, las superficies históricas en AR fueron determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la alta variabilidad intranual existente en estos sistemas. Este aspecto y el análisis de estos valores respecto a la variabilidad histórica de los sistemas lagunares, se evaluarán en las siguientes subsecciones.

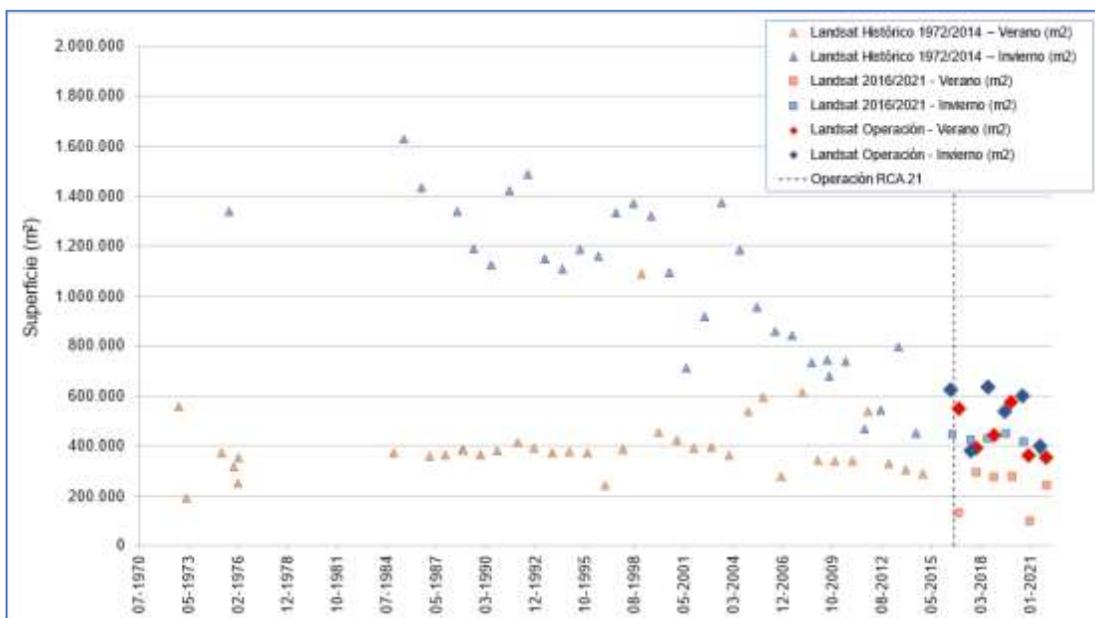
Las variables que se relacionan con la extensión de los sistemas lagunares son principalmente la evaporación y su fuente de recarga, la influencia de las precipitaciones y/o flujos subterráneos, los que tienen un efecto en las superficies ocupadas por las lagunas con cierto desfase temporal (meses).

6.1.1.1 Sistema La Punta-La Brava

Las variables que controlan el comportamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava son principalmente la evaporación y su fuente de recarga, esta última dada principalmente por el flujo subterráneo proveniente del sur desde el acuífero Monturaqui y Negrillar, aportes menores de la zona del Cordón de Lila y, en menor medida, por precipitaciones.

Con el objetivo de entender las tendencias históricas y variabilidad estacional, se analizan los registros históricos con imágenes Landsat (media resolución) (ver Anexo C) para este sistema lagunar (Figura 6-1). Se puede observar que la máxima extensión de las lagunas determinada mediante el índice NDWI se produce durante los meses de invierno (indicados en colores celestes y azules en la imagen); teniendo extensiones menores en los veranos, con los mínimos de la serie en general dándose en marzo 1973, diciembre 1996, diciembre 2006, diciembre 2016, diciembre 2018, diciembre 2020. Si bien se observa una tendencia histórica al descenso de las superficies asociadas a los inviernos (julio – agosto), las superficies registradas en los veranos (enero – febrero, diciembre) presentan estabilidad en sus valores a excepción de un evento de alza en enero del año 1999. En general, se observa que la diferencia entre superficies entre los inviernos y veranos se ha ido acortando desde el año 2008, mostrando en dicho año, un quiebre en la tendencia de las superficies de invierno, que desde 2016 se mantienen en promedio en el rango de los 425.000 m², con una leve baja en la cobertura estimada en 2021. Mayores detalles de este análisis se puede revisar en Anexo C (informe “Superficie cubierta por Lagunas”) de este Informe.

Figura 6-1 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector La Punta y la Brava.



Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

Las superficies calculadas con imágenes de media resolución Landsat durante el monitoreo 2016 a 2021, como parte del PSAH (colores rojo y azul, Figura 6-1) con el modelo de clasificación supervisada), se observa que se encuentran dentro de los registros máximos y mínimos de la serie históricas 1972 – 2014 (indicadas en la Adenda 5), siendo similares a las observadas entre los años 2008 y 2014.

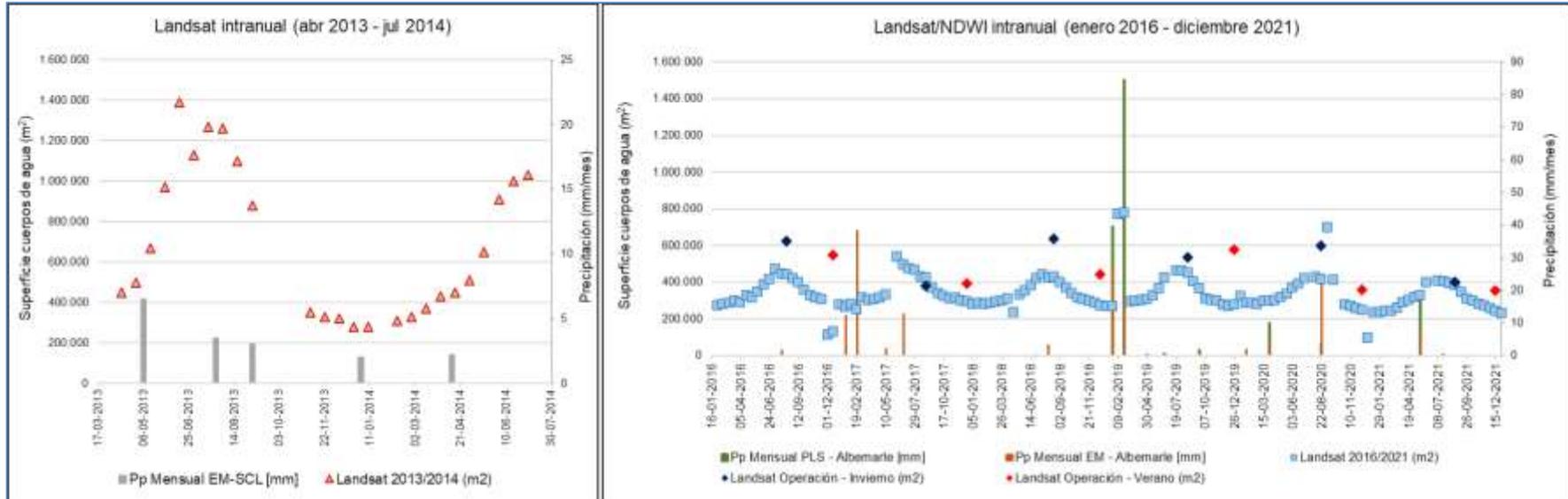
Por otra parte, en la Figura 6-2 se muestran las variaciones intranuales del sistema La Punta-La Brava en el período 2013-2014 calculada a partir del índice NDWI, para imágenes Landsat presentadas en el proceso de evaluación del Proyecto como parte de la Línea de Base, además de un análisis realizado con la misma metodología a partir de imágenes Landsat para el período de 2016 a 2021 (Anexo C), en comparación con las precipitaciones registradas en la zona. De ambas series intranuales, se observa que las mayores extensiones de las lagunas se tienen en los meses de invierno, entre julio hasta mediados de septiembre y las menores en primavera – verano, entre noviembre – marzo.

De lo anterior, se puede señalar que la variación intranual de las superficies lagunares de La Punta-La Brava, tendría una relación más directa con la evapotranspiración y, por ende, con los niveles de aguas subsuperficiales, dejando la precipitación como un factor secundario, dado que esta produce variaciones significativas de la superficie, sólo para eventos de alta precipitación. De los registros de superficies calculadas semestrales del PSAH durante los monitoreos 2016 – 2021, Figura 6-2, se observa que coinciden temporalmente con las variaciones en la serie de tiempo de NDWI intranual y el aumento en la extensión de la superficie lagunar asociada al evento de precipitación de agosto de 2020. De la serie Landsat periodo 2016-2021 se observa además una tendencia al descenso de las superficies Landsat máximas (de invierno) y en menor grado de las superficies mínimas de verano.

En el marco del “Informe de Investigación N°1 Activación PAT Sector Alerta Acuífero de Albemarle, entregado a la autoridad en agosto de 2021 mediante la carta conductora ALB-GMA-2021-SMA-046, la consultora IZUMI realizó un análisis complementario de imágenes satelitales Landsat entre los años 1985 y 2021, a partir de imágenes obtenidas con los satélites Landsat 5, 7 y 8, con superficies lagunares determinadas mediante el índice NDWI, cuyos resultados se muestran en la Figura 6-3. En esta serie, se observan dos periodos de descenso en las áreas máximas anuales (áreas de invierno), previo al año 2012. El primer período desde el año 1994 a 2000 con una reducción de 1.400.000 m² a 705.000 m² aprox. y el segundo período de 2003 a 2012 con una reducción de 890.000 m² a 420.000 m² aprox. En el segundo periodo el área mínima de verano muestra además una reducción en el orden de 60.000 m². Los dos periodos se encuentran interrumpidos por 2 años (2001 y 2002) donde se aumenta el tamaño máximo de las lagunas hasta 1.230.000 m² en julio de 2002. El aumento en el tamaño coincide con 81,7 mm de lluvia caída en marzo de 2001 y 20 mm en marzo de 2002 en la estación de EM-SCL.

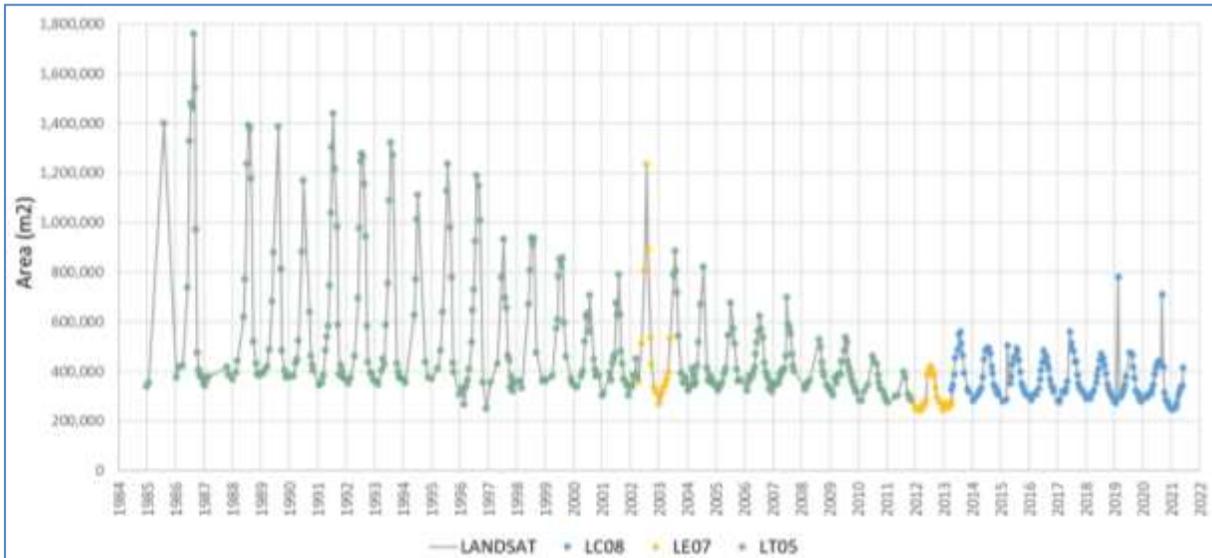
Por otra parte, en el tercer período (2013 a 2021), se observa una cierta estabilidad en el tamaño máximo y mínimo del área de las lagunas, tomando en consideración la ventana histórica presentada en los dos periodos anteriores. Esto podría estar asociado al efecto amortiguador de los eventos de precipitaciones que ha ocurrido con una frecuencia de 2 años durante los meses de verano de 2013, 2015, 2017, y 2019 (y también agosto de 2020).

Figura 6-2 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector La Punta y la Brava



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Figura 6-3 Variación histórica Sistema Lagunar La Punta-La Brava, Landsat NDWI (1985-2021)

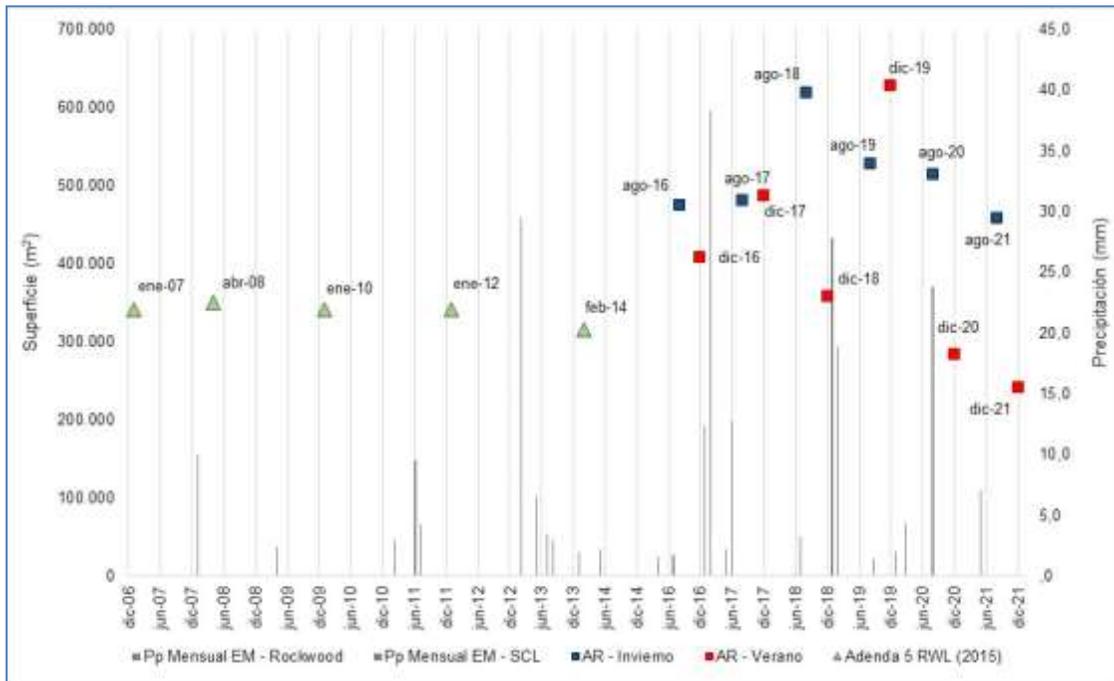


Fuente: Izumi (2021).

Del análisis de las imágenes de alta resolución desde el inicio de la operación del Proyecto (Figura 6-4Figura 6-14) las superficies se presentan sobre los valores históricos presentados en la Adenda 5 del EIA del Proyecto, a excepción de los valores registrados en diciembre de 2020 y 2021. Estos valores son menores al mínimo determinado para imágenes de alta resolución de la Adenda 5, el cual se registra en el mes de febrero 2014. Al momento de realizar la comparación, es importante destacar la diferencia temporal de las medidas bajo mínimo histórico (diciembre) y el mínimo histórico (febrero), debido a la variabilidad intranual que presenta este sistema lagunar, evidenciada en la Figura 6-2 y Figura 6-3. Esto, debido a que los mínimos observados en 2020 y 2021 se dan en el mes de diciembre, mes que corresponde al punto más bajo del ciclo intranual de la extensión área de las lagunas, mientras que el mínimo histórico está en un período en que pudo existir precipitaciones y/o no representar el mínimo del ciclo intranual.

Sin perjuicio lo anterior, las menores superficies registradas de diciembre de 2018 y diciembre de 2020 no presentan lluvias asociadas y ambas están precedidas de tres meses de nula precipitación (Figura 6-4). Para el año 2021, en general las precipitaciones se presentan escasas (con un aporte de 7,1 mm en el mes de mayo 2021), que pudo haber aportado a las superficies de inundación de agosto de 2021, pero que en particular no muestran incidencia en las superficies reportadas para el año en cuestión.

Figura 6-4 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar La Punta y La Brava



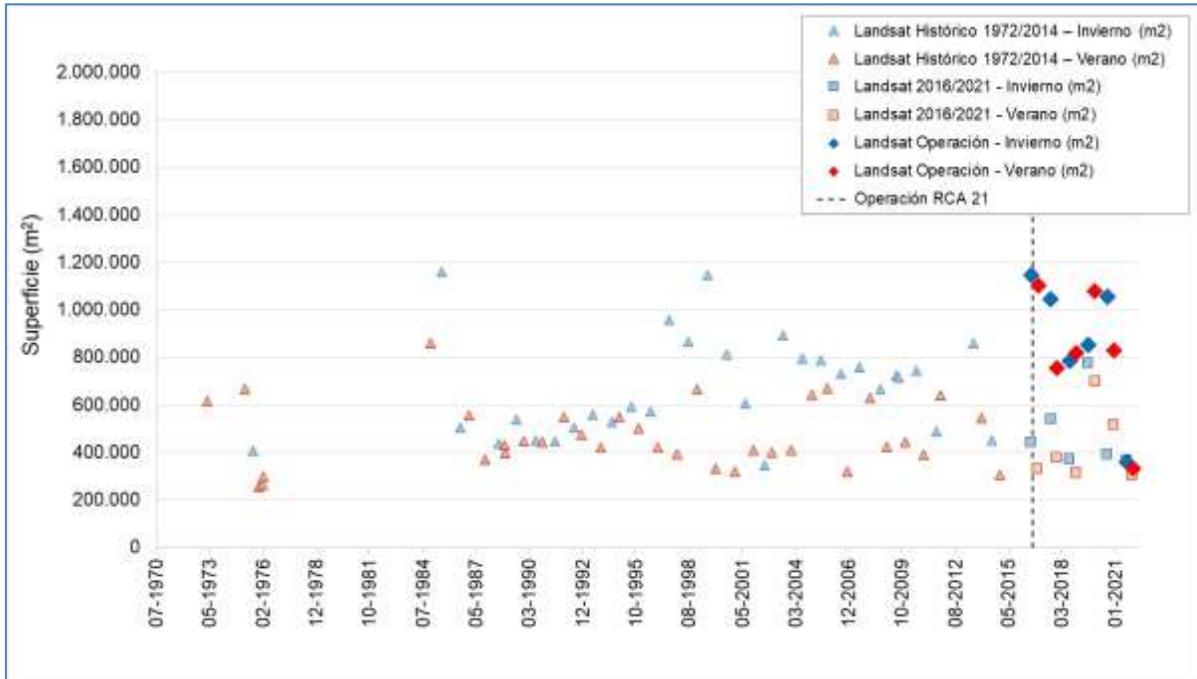
Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

6.1.1.2 Sistema Peine

El modelo conceptual de este sistema lagunar indica que las lagunas son alimentadas principalmente por el agua subterránea desde el sureste, la que aflora en puntos de surgencia dispuestos a lo largo de un canal a unos 2 km de la Laguna Salada. Una vez en superficie, el agua empieza a sufrir procesos de evaporación fluyendo hacia la Laguna Salada, luego a la Laguna Saladita y finalmente hacia la Laguna Interna, a través de una serie de canales de ancho variable y muy poco espesor. Para las lagunas de Peine, del modelo conceptual considera que existiría una cierta correlación entre el área ocupada por las lagunas, y la precipitación registrada. No se observa una variación estacional de la superficie lagunar por influencia de la evaporación en el sistema.

La Figura 6-5 muestra la evolución histórica de imágenes Landsat calculadas por medio del índice NDWI (triángulos serie histórica, cuadrados serie PSAH), además de las calculadas en el marco del PSAH con el modelo de clasificación supervisada (rombos). En la serie de imágenes determinadas con NDWI, se puede observar que la máxima extensión de las lagunas se produce principalmente durante los meses de invierno, siendo los años con mayor superficie en julio 1985, julio de 1999 y julio de 1997 cuyas superficies bordean o superan los 1.000.000 m². En el último tiempo (2016-2021) se observa una menor diferencia entre las superficies de los periodos de invierno y verano, manteniéndose estable y en el rango de los valores históricos.

Figura 6-5 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Peine.



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Por otra parte, se observa que las superficies Landsat reportadas para el PSAH (con modelo de clasificación supervisada) se encuentran dentro del rango histórico, y que a su vez entre 2016-2020 se muestran superiores a las determinadas mediante la metodología NDWI – Landsat en el periodo 2016-2021; sin embargo, las mediciones de invierno y verano 2021 son mayormente concordantes a los valores de la serie NDWI, con superficies en promedio cercanos a los 350.000 m².

Entre las principales diferencias que se observan en terreno y de las imágenes Landsat determinadas para el PSAH (2016-2021) con las imágenes Landsat con los registros anteriores en temporada de verano, es que el subsector Laguna Interna no presentó superficie de agua para la temporada de diciembre 2021. Cabe señalar que la laguna Interna se “llena” posterior a las lluvias, y no hubo precipitaciones en el periodo estival de 2021, lo que resulta ser el área que aporta la mayor diferencia proporcional entre los registros de invierno y verano. Además, para el sector Peine, se verifica un descenso en el área (grosor) de los canales de conexión entre lagunas Salada y Saladita, donde el subsector Laguna Saladita también presenta menor área de ocupación de agua; estos datos son consistentes a los determinados por las imágenes analizadas (AR – L8) y los resultados de la inspección visual a la zona en diciembre 2021.

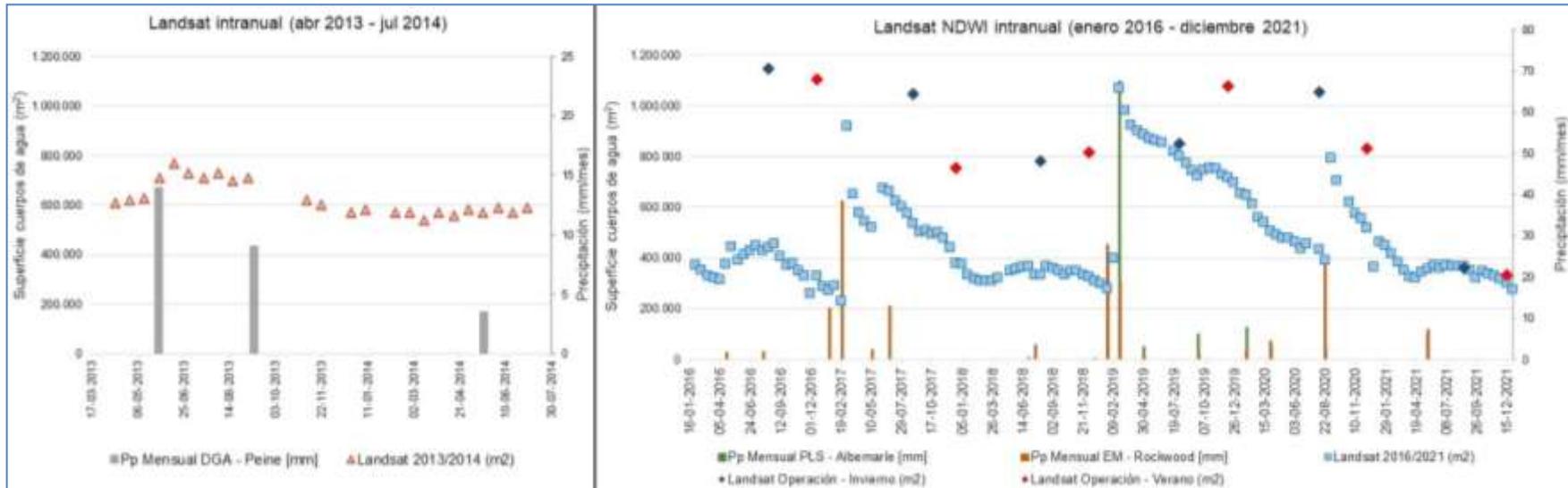
Con respecto a las variaciones intranuales para el sector Peine, en la Figura 6-6 se presenta la variación de las superficies lagunares mediante el índice NDWI – Landsat (en el gráfico del lado izquierdo), durante los años 2013 – 2014 y en el gráfico de la derecha, mismo análisis para años 2016 – 2021 y junto con ello las precipitaciones de la estación Planta y Pluviométricos Sector Peine. De este análisis intranual se puede apreciar que para los años 2013-2014 existe menor variabilidad de las áreas lagunares (200.000 m² aprox.), a diferencia de los años 2016-2021 con un rango de variabilidad de 600.000 m². En estos registros se puede indicar una posible relación entre eventos de precipitación importantes y el área de las lagunas, debido a la relación temporal que existe entre los registros de precipitación de las estaciones meteorológicas cercanas y los aumentos de área del sistema lagunar.

Con respecto a las variaciones de las superficies lagunares del índice Landsat/NDWI 2016-2021 y los registros calculados como parte del PSAH, estos últimos se encuentran sobre de los registros máximos y mínimos para la serie total hasta diciembre de 2020; sin embargo los registros de invierno y verano 2021 se presentan en el rango mínimo de la serie mensual de superficies calculadas del índice NDWI, correspondiendo a valores promedio que bordean los 340.000 m² entre los meses de julio – diciembre 2021, por lo que representarían las superficies mínimas que la serie señala para el sector y que coinciden con los valores promedios señalados como parte del PSAH para los meses de agosto y diciembre. Para la serie Landsat/NDWI 2016- 2021, no se observa una tendencia clara para este período, en donde las superficies mínimas en verano 2016 y verano 2018 se presentan similares en magnitud a la superficie estimada para verano 2021. Las superficies máximas que se presentan son posteriores a eventos de precipitaciones.

De la misma manera que en el sistema La Punta-La Brava, Albemarle solicitó a la consultora Izumi un análisis de las áreas del sistema lagunar Peine en una ventana más amplia de tiempo, el que fue realizado y presentado en el marco del “Informe de Investigación N°1 Activación PAT Sector Alerta Acuífero de Albemarle” (agosto 2021). Este análisis tomó como referencia imágenes de los satélites Landsat 5, 7 y 8, con una resolución de 30 m con las que se determinaron el área de cobertura lagunar a través del índice NDWI (Figura 6-7).

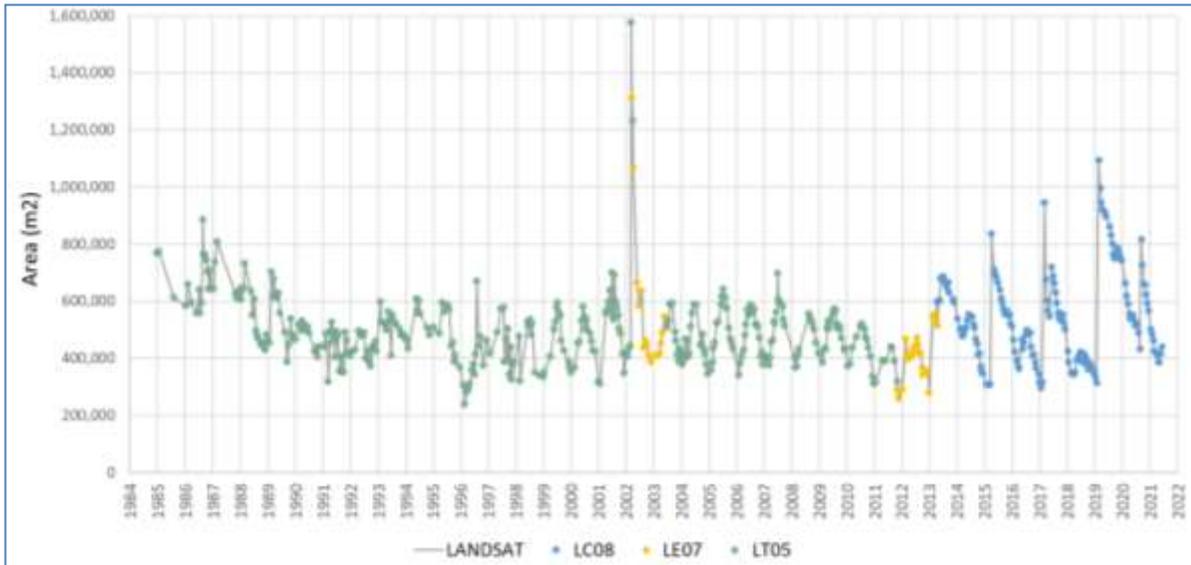
En esta figura se observan tres periodos en la serie temporal de las áreas de este sistema lagunar. El primer período entre 1985 a 1996, marcado por descensos y ascensos tanto de las superficies mínimas de verano como de las de invierno, llegando a un mínimo de casi 200.000 m² en el año 1996. El segundo período entre 1996 a 2013, caracterizado por una variabilidad estacional más o menos en rangos estables, entre 400.000 m² a 600.000 m² aproximadamente, con la excepción de una subida abrupta en marzo del año 2002. Finalmente, un tercer período el cual, a diferencia del anterior, presenta una variación no estacional y con aumentos abruptos de superficies en promedio cada 2 años aproximadamente. Estos aumentos o *peaks* de áreas, coinciden con las precipitaciones del último período (Figura 6-7).

Figura 6-6 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector Peine



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

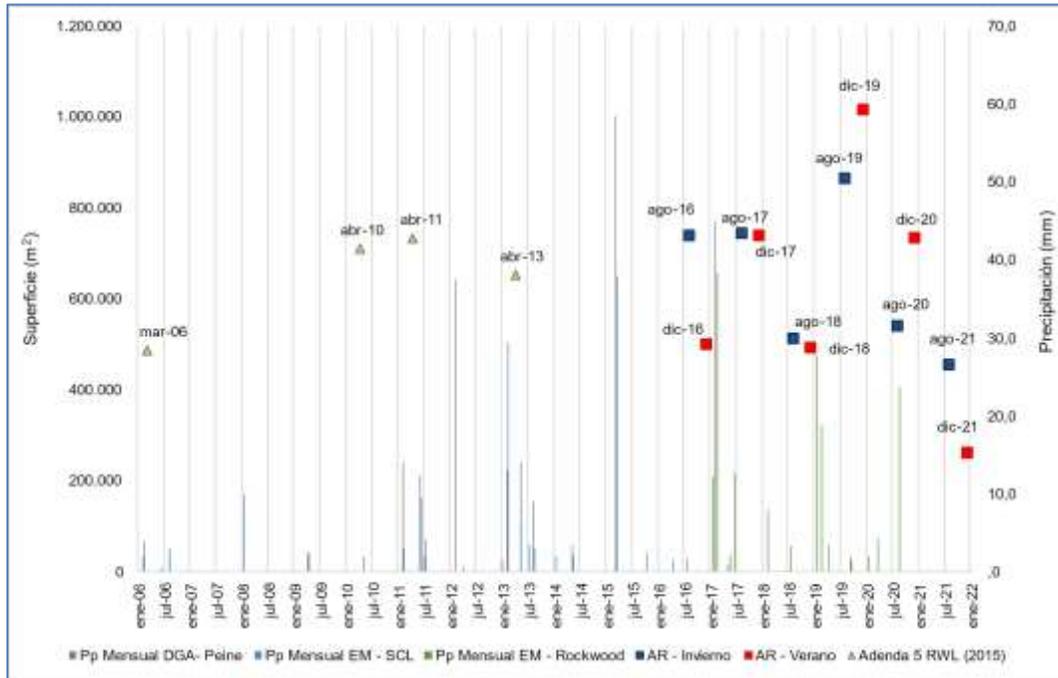
Figura 6-7 Variación histórica Sistema Lagunar Peine, Landsat NDWI (1985-2021)



Fuente: Izumi (2021).

Con respecto a la variación de las superficies semestrales del PSAH desde imágenes de alta resolución, para el sector Peine (Figura 6-8), se puede observar en los años 2016 y 2021 una cierta variabilidad estacional reflejada por una diferencia entre el área de invierno con la de verano, hasta el invierno 2021. Sin embargo, para el año 2017 y 2018 las áreas resultan ser muy similares, mientras que en 2019 y 2020 las áreas de verano resultaron ser superiores a las de invierno. Lo anterior, junto con los resultados de superficie desde imágenes Landsat, corrobora el modelo conceptual planteado durante la evaluación del proyecto, respecto a que en general no se observa una variación estacional de la superficie lagunar Peine por influencia de la evaporación.

Figura 6-8 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Peine



Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

6.1.1.3 Sistema Aguas de Quelana

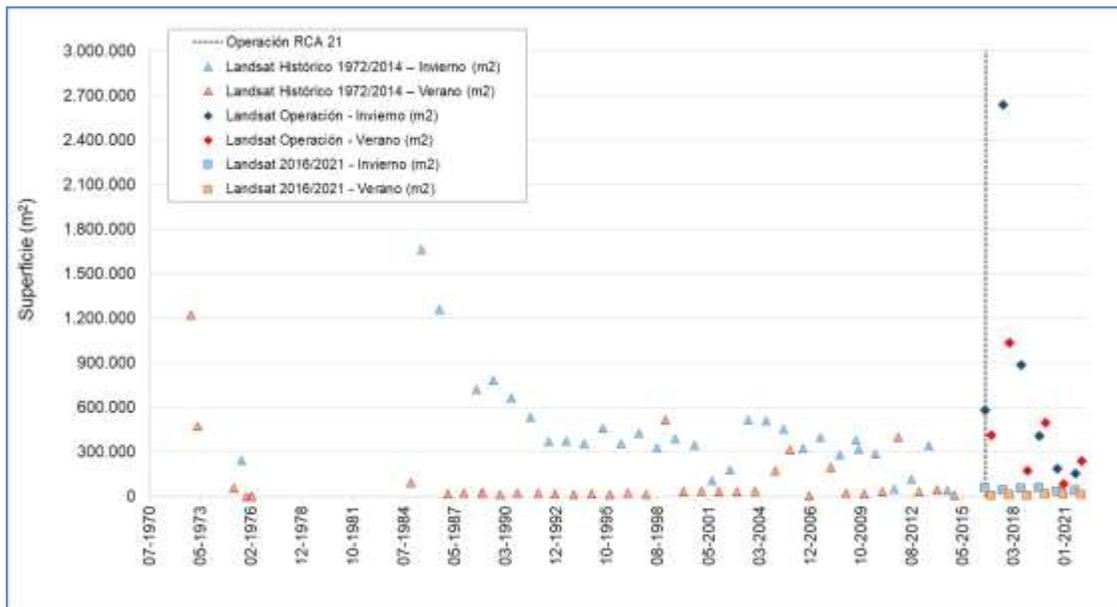
La fuente de agua del Sistema Aguas de Quelana tiene origen en afloramientos de agua subterránea proveniente de los acuíferos aluviales del este, los que son alimentados por las quebradas de Camar, Cucala y El Toro. No se observan canales que alimenten el sistema lagunar, lo que implicaría que los afloramientos de agua subterránea se producen en las cercanías de las lagunas o en estas mismas. Por otra parte, durante eventos de precipitación, una parte del agua, que no puede evaporarse, escurre superficialmente a través de canales hacia el límite con la costra de cloruros del Núcleo, donde finalmente se incorpora al mismo ya convertida en salmuera. El hecho de que no se observen los denominados “open pools”, en el límite entre la costra de cloruros y la Zona Marginal, indica que estos flujos se producen únicamente tras eventos de gran precipitación.

A partir de los datos históricos de línea base presentados en la Adenda 5, se tiene que: “el complejo de Aguas de Quelana es el único que se ha llegado a observar prácticamente seco, sin apenas lámina libre de agua detectable por satélite con la resolución que permite el sensor montado sobre los satélites LANDSAT” [Ref.: línea de base Apéndice L: Monitoreo satelital Lagunas].

En relación con la superficie determinada mediante el uso del índice NDWI para la serie histórica 1970-2021 (Figura 6-9), la superficie promedio en invierno es de 375.726 m², con

máximo de 1.665.409 m² y mínimo de 35.100 m² (agosto 2020). Cabe destacar que los valores más bajos de la serie completa de inviernos desde 1975, se han concentrado desde julio de 2014 a la fecha. Para la condición de verano la superficie promedio alcanza los 96.745 m², con una superficie máxima de 1.224.432 m² (octubre de 1972) y mínima de 2.469 m² (noviembre de 1975, febrero y marzo 1976). En este caso, se observa la mayor diferencia entre las superficies de los periodos de invierno y verano, siendo en el periodo de verano donde se producen las mayores bajas del sistema, donde se observa que los cuerpos de agua pueden llegar a reducirse hasta en un 98%. Al igual que en la temporada de invierno, las menores superficies de los veranos de la serie completa se concentran desde 2014 a la fecha.

Figura 6-9 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Aguas de Quelana



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Además, en la Figura 6-9 se muestran los registros de superficies calculadas con Landsat mediante el modelo de clasificación supervisada, reportadas durante el monitoreo de 2016 a 2021 como parte del PSAH. Estas se encuentran dentro de los registros máximos y mínimos según el análisis de variación del índice NDWI, tanto en invierno como en verano. En el caso particular de los resultados semestrales de agosto 2017 y diciembre 2017 la existencia de extensas zonas inundadas y su interconexión, produjo un aumento significativo de las áreas reportadas para ese periodo.

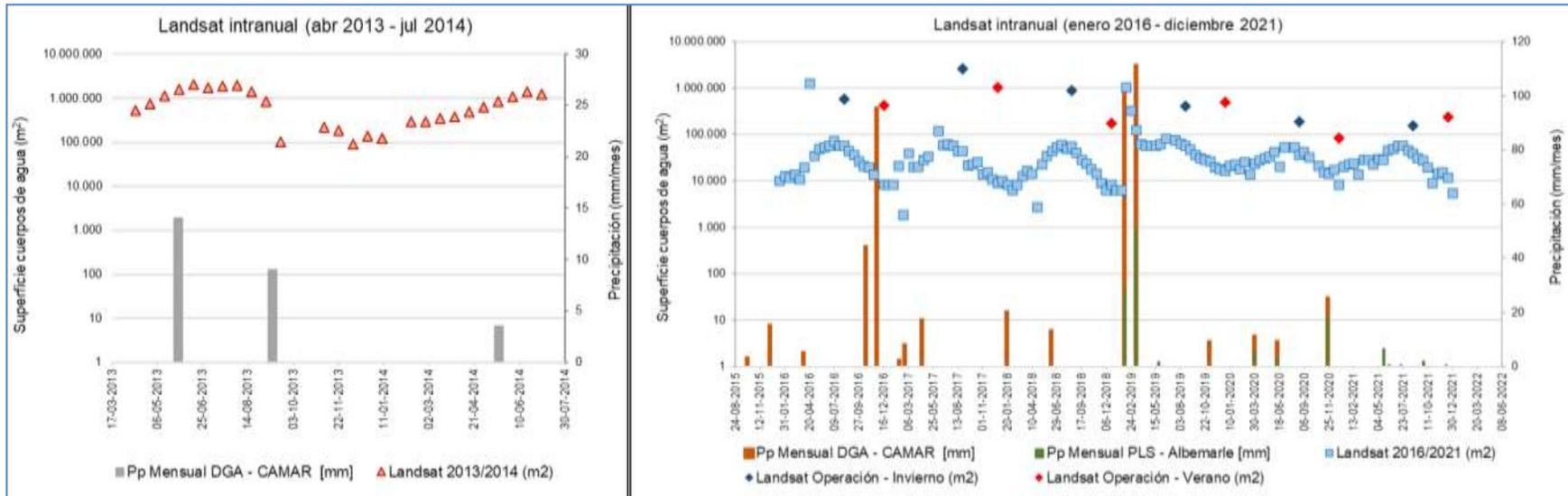
En la Figura 6-10 se presenta la variación de las superficies lagunares mediante el índice NDWI en imágenes Landsat, durante los años 2013 – 2014 (datos presentados en proceso de evaluación del proyecto) y las estimadas para este informe, período 2016 – 2021, junto a las precipitaciones. Del análisis intranual y en relación con las precipitaciones, tanto el período

2013-2014 como el 2016-2021, se observan aumentos y descensos de superficies de lagunas que no se relacionan directamente con los eventos de precipitación, indicando que el agua en las lagunas está sometida a procesos de evaporación, y este sería el factor principal actual en el control de la extensión del sistema lagunar. Solo se observa correspondencia entre el aumento de precipitaciones y de superficies en los registros de febrero 2019, donde ambas variables presentan aumentos significativos.

Con respecto a la variación de las superficies semestrales del PSAH desde imágenes de alta resolución, para el sector Aguas de Quelana (Figura 6-11) se puede observar una cierta variabilidad estacional, con meses de agosto con superficies promedio de 553.532 m², mientras que, en los meses de diciembre, la superficie promedio es de 194.663 m², coincidente con el comportamiento histórico en imágenes Landsat.

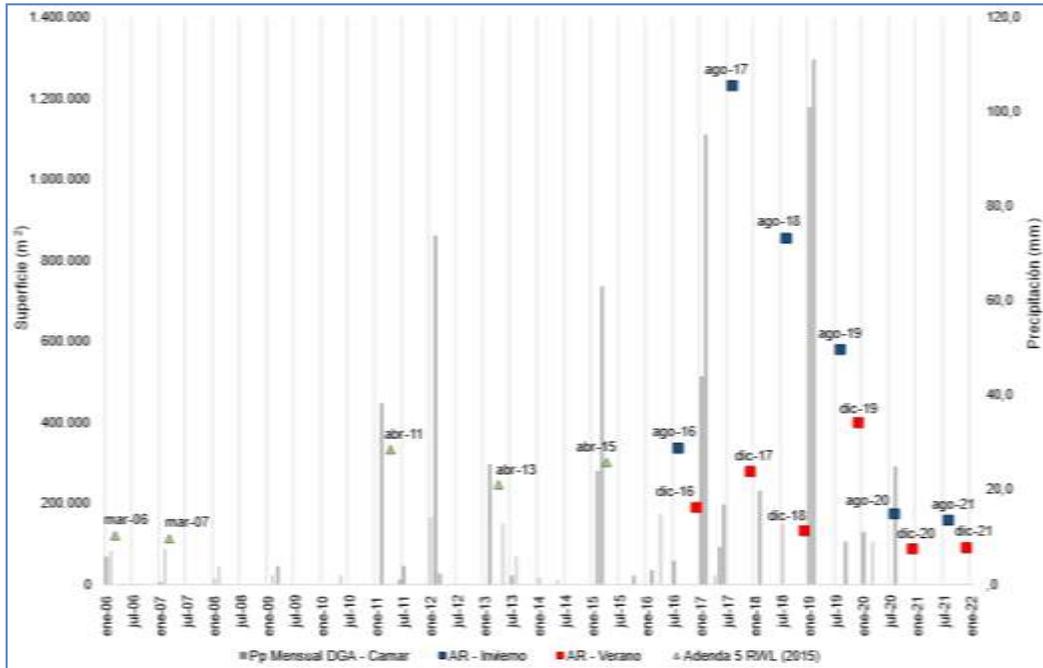
En relación con las superficies semestrales del PSAH y considerando el mínimo histórico AR (113.000 m²), se observó una cobertura en agosto de 2021 mayor en +43.479 m² (+38,5%) y la de diciembre 2021 es menor en -24.166 m² (-21,4%). Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), dada la intranualidad expresada anteriormente es importante considerar que el mínimo presentado en diciembre corresponde al punto más bajo interanual, en comparación al mes (marzo) de medición del mínimo de la Adenda 5, en donde pudiera existir influencia de precipitaciones asociadas al invierno altiplánico.

Figura 6-10 Variación intranual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat, Sector Aguas de Quelana



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Figura 6-11 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Aguas de Quelana



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

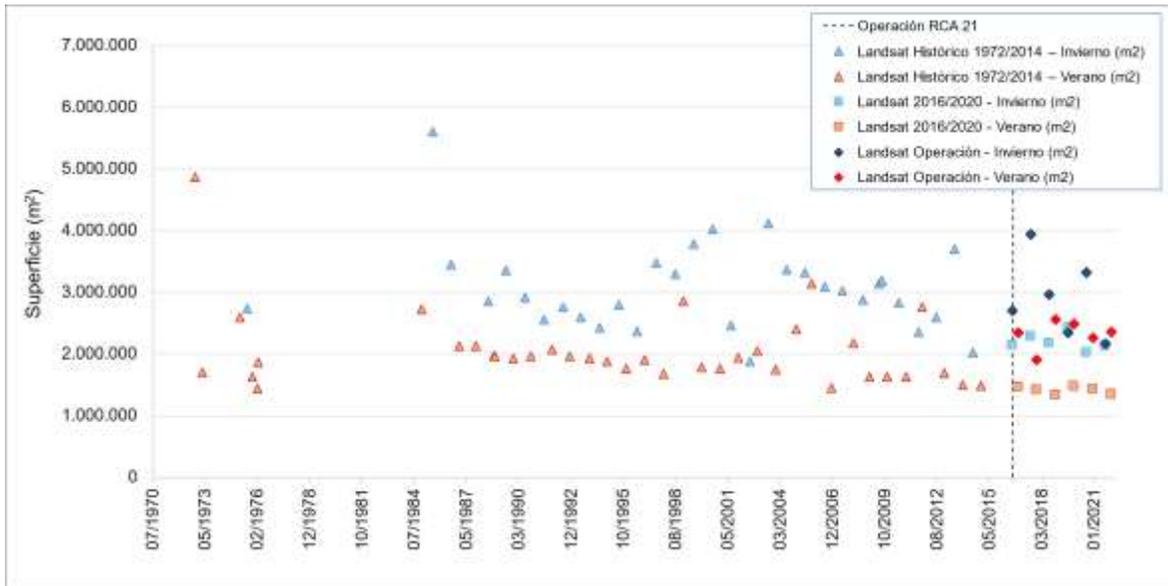
6.1.1.4 Sistema Soncor

El sistema Soncor compone de las lagunas de Chaxa, Barros Negros y Puilar. Estas Lagunas son alimentadas por agua subterránea que ingresa al sistema proveniente de los acuíferos situados al norte y este. En la zona donde la interfase salina intercepta con el terreno se producen desbordamientos del agua que fluye hacia el oeste de manera superficial y subsuperficial. La mayor parte de estos flujos se concentra en el canal de Burro Muerto, el que desemboca en la Laguna Chaxa, mientras otros desbordamientos alcanzan el canal que une la Laguna Chaxa con la Laguna Barros Negros y la propia Laguna de Barros Negros. Desde los afloramientos el agua fluye en dirección sur y comienza a sufrir evaporación, pasando primero por la Laguna Chaxa, después Barros Negros, y finalmente termina saliendo del sistema por la zona de desbordamiento "Cola de Pez" e infiltrándose en el Núcleo.

En la Figura 6-12 se presenta la serie histórica (1972 – 2020) de las superficies lagunares del sector Soncor, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat, en base al índice NDWI (datos en Adenda 5). En la serie total, se puede observar que la máxima extensión de las lagunas se produce principalmente durante los meses de invierno, siendo los años con menor superficie 2002, 2014 y 2020. La superficie promedio en invierno es de 2.916.239 m², con máximo de 5.594.631 m² (julio de 1985) y mínimo de 2.011.741 m² (julio de 2014), y para el verano la superficie promedio alcanza los 1.953.029 m², con una superficie máxima de

4.856.771 m² y mínima de 1.329.300 m² (diciembre de 2018). En este caso, la diferencia entre las superficies de los periodos de invierno y verano puede alcanzar aproximadamente el 60%.

Figura 6-12 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor



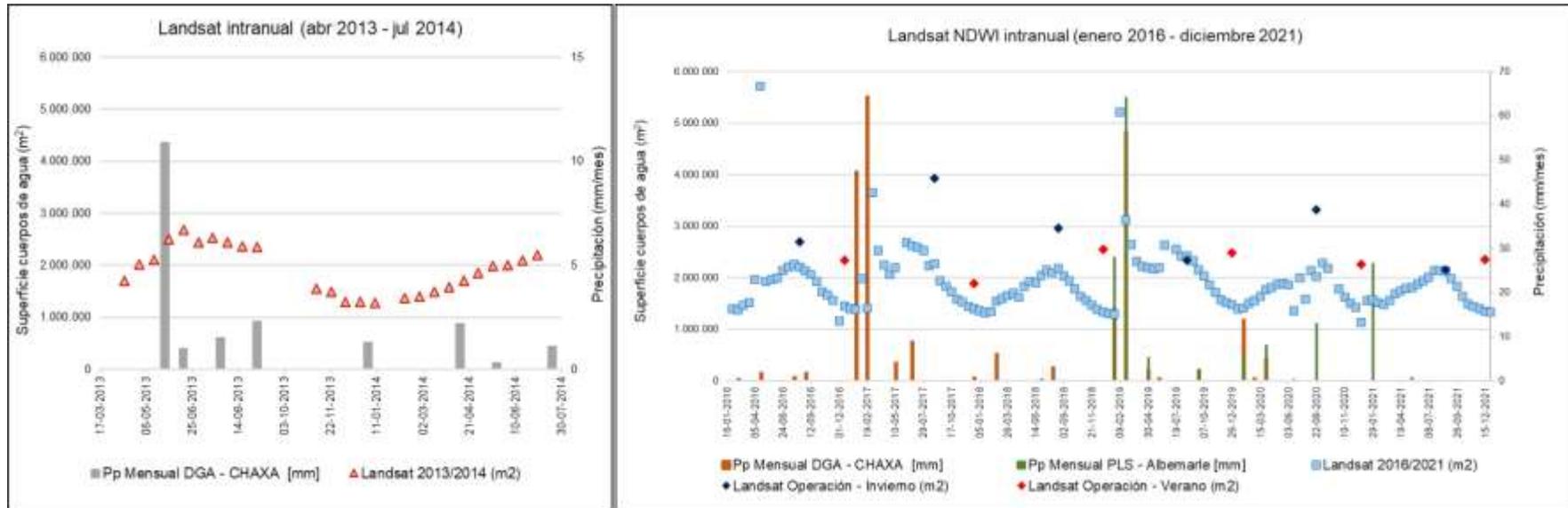
Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

La tendencia de las superficies asociadas a los inviernos muestra un comportamiento variable de aumentos y descensos hasta 2014, para luego estabilizarse entre 2015 y 2021. Respecto a las superficies históricas medidas en verano, éstas se observan en general con tendencia al descenso, desde 1984 a la fecha.

Los registros de superficies semestrales calculadas con Landsat (modelo de clasificación supervisada), reportadas durante el monitoreo de 2016 a 2021 como parte del PSAH, se encuentran dentro de los registros máximos y mínimos según el análisis de variación del índice NDWI, tanto en invierno como en verano.

En la Figura 6-12 se muestra la evolución interanual de la serie de la Adenda 5 (2013-2014) y la serie complementaria 2016-2021. Entre 2013 y 2014 se puede observar que la máxima extensión de las lagunas se produce durante el invierno, tras el período de lluvias del primer semestre de 2013, por lo que se podría atribuir cierta relación entre ambas variables. Sin embargo, tras el mínimo del verano de 2014, la superficie lagunar vuelve a aumentar, sin estar este hecho precedido de eventos importantes de precipitación. Por otra parte, los registros de la serie 2016 a 2021 (mensual), muestran una tendencia al descenso de las superficies en invierno; mientras que los registros mínimos, se aprecian entre octubre y marzo (verano). Por lo anterior, se tiene que la precipitación no sería el factor principal que controla la variabilidad estacional del sistema; a excepción de registros puntuales en febrero de 2017 y febrero de 2019.

Figura 6-13 Variación interanual de las superficies lagunares mediante el uso de imágenes Landsat reportadas en el PSAH e históricas, Sector Soncor

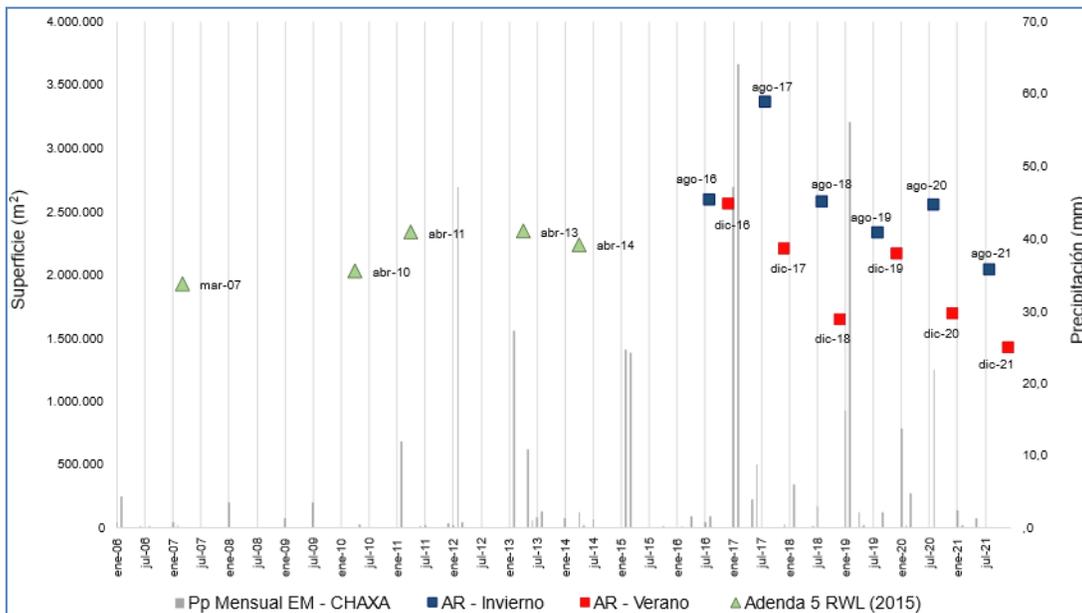


Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Finalmente, del análisis presentado intranual e interanual se tiene que, si bien el aporte de precipitaciones es importante, el factor principal que entrega la variabilidad estacional es la evaporación. Los resultados de la serie de imágenes Landsat/NDWI, muestran una fisonomía lagunar sin grandes variaciones, determinada por las características de los cuerpos de aguas confinados, con desbordes que aportan a la variación de la superficie lagunar centrados en las áreas sur al extremo del área de seguimiento.

Con respecto a la variación de las superficies semestrales del PSAH desde imágenes de alta resolución, para el sector Soncor (Figura 6-14) se puede observar variabilidad estacional, con meses de agosto con superficies mayores a las registradas en diciembre. En relación con las superficies históricas en alta resolución presentadas en la Adenda 5, las superficies semestrales del PSAH se presentan por sobre y bajo el mínimo de Adenda 5 (1.924.000 m²). Las variaciones más destacadas son las de agosto de 2021 donde la cobertura es mayor en +115.790 m² (+6,0%), diciembre 2021 con la cobertura menor en -500.926 m² (-26,0%) y diciembre de 2018 con la cobertura menor en -283.416 m² (-14,7%) respecto al mínimo reportado en la Adenda 5. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH agosto y diciembre, los que corresponden a los puntos más altos y bajos del ciclo intranual, mientras que las imágenes presentadas en la Adenda 5 están en periodos intermedios del ciclo.

Figura 6-14 Precipitaciones mensuales y superficie lagunar desde imágenes de alta resolución, sistema Lagunar Soncor



Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

6.1.2 Nivel Limnimétrico de las Lagunas

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de nivel limnimétrico registrados en el año 2021 con los valores históricos, ambos presentados en el Capítulo 5.4, para cada uno de los sistemas lagunares.

En relación con el comportamiento histórico, en general, los puntos de medición presentan oscilaciones cíclicas estacionales en sus niveles, con máximos en los meses de invierno y mínimos en los meses de verano.

Se realizará la discusión según los 3 sectores PSAH, en los que se ubican los puntos de monitoreo de nivel limnimétrico, de acuerdo con las gráficas presentadas en la sección 5.4.

6.1.2.1 La Punta-La Brava

En el sector de las lagunas La Punta y La Brava, se muestra principalmente una tendencia histórica al descenso leve de los niveles, siendo más acentuada en LM-01 y LM-02, ubicados en la laguna La Punta, que LM-03 y LM-04 (laguna La Brava), esta tendencia, se hace más notoria sólo desde mediados del año 2020 hasta finales del mismo año, estabilizándose el año 2021.

Durante el año 2021, todos los limnímetros del sector La Punta y La Brava se muestran con una tendencia estable en los niveles y comportamiento de variabilidad estacional.

Por otro lado, el punto LM-16, ubicado en la zona de vegas de Tilopozo, muestra una tendencia en los niveles estable en el tiempo (2016-2021).

Además, las amplitudes de oscilación estacional son similares en los puntos asociados al sistema lagunar en torno a 0,1 m, en cambio en la zona de vegas de Tilopozo, tiene menor amplitud de oscilación del orden de 0,036 m, entendiéndose que la magnitud de la oscilación respondería a la influencia de la evaporación.

6.1.2.2 Peine

En relación con la tendencia histórica a grandes rasgos se tiene que los puntos de monitoreo, ubicados en el sector Laguna Salada y Saladita, muestran una tendencia a mantenerse estables en el tiempo, como es el caso de LM-05, LM-06, LM-07 y LM-08 (Figura 5-44 a Figura 5-46). En el sector de Laguna Interna, los limnímetros y estacas, presentan desde febrero 2019 a diciembre 2021, un comportamiento relativamente equivalente entre ellos.

En relación con el comportamiento de los niveles respecto de la evapotranspiración de los puntos ubicados en Peine, muestran principalmente menores variaciones en la amplitud de

oscilación estacional, que en los otros sectores (sector La Punta-La Brava y sector Norte y Borde Este), los cuales en la mayoría de los puntos no exceden la amplitud de 0,02 m.

Los puntos de monitoreo de Peine más cercanos al núcleo, como los ubicados en el sector de la laguna Interna se muestran sensibles a las precipitaciones, evidencia de esto es el aumento en sus niveles limnimétricos ante los eventos de precipitación, como el acontecido en el periodo estival de 2019.

La zona de avance de la laguna Interna hacia el Núcleo, representada por el punto LM-17, muestra un comportamiento fuertemente variable, con periodos donde el punto se encuentra seco. Durante los años 2017 y 2020, se registran aumentos del nivel que se correlacionarían con los eventos de precipitación ocurridos esos años. Durante el año 2021 se registran los mínimos más bajos en comparación con los registros disponibles, sin embargo, es difícil analizar y comparar estos datos, dado lo descrito con anterioridad.

6.1.2.3 Sector Norte y Borde Este

En general, se observa una estabilidad en los valores de nivel limnimétrico en las lagunas, con valores máximos en invierno y mínimos en verano, lo que son atribuidos a la variación estacional. Tanto en los sistemas de Soncor como de Aguas de Quelana, las variaciones de niveles limnimétricos de las lagunas para el año 2021 se mantienen dentro de los rangos de oscilación natural.

En general, para todos los sectores, se observa una estabilidad en los valores de nivel limnimétrico en las lagunas, con valores máximos en invierno y mínimos en verano, lo que se atribuye a la variación estacional. Sólo destaca la tendencia de descenso de los puntos LM-01 y LM-02, ubicados en zona La Punta.

6.1.3 Aforos de Caudales Superficiales

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener los caudales dentro de su variación histórica*”, por lo que se han comparado los valores obtenidos mediante el aforo de caudales superficiales en el año 2021 con los valores históricos, ambos presentados en el Capítulo 5.5.

En general, los puntos estudiados se encuentran dentro la variación histórica observada en periodos anteriores. En el sistema Peine, los puntos AFP-01, AFP-02, AFP-03 y AFP-04 muestran valores similares a lo observado en el registro histórico, pero levemente mayores durante el año 2021 en comparación a los años 2018, 2019 y 2020 (Figura 5-51).

En el caso particular del punto AFP-02 y AFP-03 (hacia y en Laguna Salada respectivamente), se registraron nuevos máximos históricos para las estaciones (octubre y junio de 2021,

respectivamente), con valores de 59,11 L/s y 39,46 L/s. La Anterepresa Tilomonte y la Vertiente Peine presentan caudales aforados durante el año 2021 dentro del rango histórico.

Dado estos antecedentes, los valores registrados durante el año 2021 se mantienen dentro de la variación histórica, a excepción de los puntos AFP-02 y AFP-03 donde se registraron nuevos máximos históricos.

6.1.4 Niveles Freáticos en Salmuera y en agua dulce-salobre

6.1.4.1 Niveles Freáticos en Salmuera

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Descenso según modelo*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos registrados en el año 2021, presentados en el Capítulo 5.6 con los niveles modelados obtenidos de los escenarios de caso base con Proyecto (Esc1-CP) y recarga reducida (Esc2-CP) presentados en la sección 11.5 del Anexo 1 del Adenda 5.

Sin perjuicio de la anterior, Albemarle ha presentado a la autoridad dos actualizaciones al modelo conceptual y modelo numérico presentado en la Adenda 5, según lo estipulado en el Considerando 10.7 de la RCA N°21/2016, siendo la segunda actualización entregada el día 31 de marzo de 2021 mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-019 y su complemento en julio de 2021, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-041. De los modelos numéricos presentados a la autoridad aún no se ha recibido respuesta, por lo que las comparaciones realizadas en el marco del presente PSAH se realizan en comparación con el modelo aprobado ambientalmente presentado en la Adenda 5.

El escenario caso base analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante condiciones hidrológicas esperables, con montos de recarga por precipitación acorde a lo estimado en base a los registros históricos de precipitación.

El escenario de recarga reducida analiza la respuesta del sistema a la condición con Proyecto ante situaciones hidrológicas extremas y que conlleven montos de recarga por precipitación menores a los estimados como más probables de acuerdo con la estadística histórica y utilizada en la evaluación del Proyecto. Desde este punto de vista, se trata de un escenario ambientalmente desfavorable en relación con la disminución natural de la precipitación.

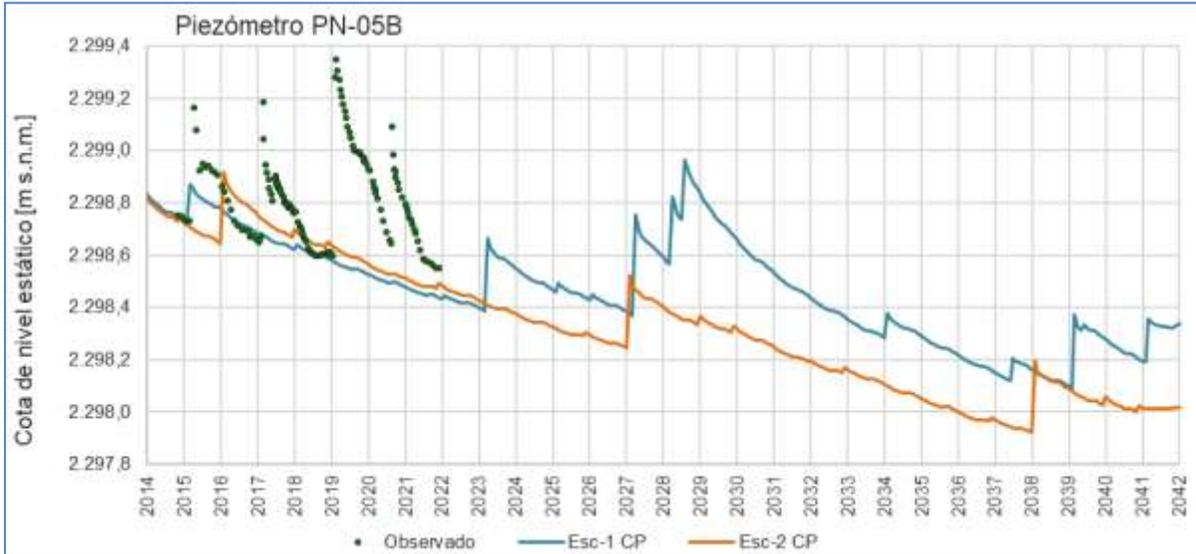
Considerando que los puntos más relevantes para la verificación del comportamiento de los niveles freáticos del sector Núcleo, donde subyace la salmuera, corresponden a los pozos que conforman el PAT en el Sector de Alerta Núcleo, es en estos puntos en los cuales se realiza la comparación entre lo observado y lo modelado.

En las Figura 6-15 a Figura 6-18 se presentan las series simuladas en los dos escenarios considerados versus los valores observados de los puntos PAT del Sector de Alerta Núcleo. Al respecto, se observa como los niveles observados presentan cuatro pick de aumentos de niveles, los que se asocian a eventos de precipitación registrados a comienzos de los años 2015, 2017, 2019 y uno de invierno en agosto de 2020. Estos eventos tienen una rápida respuesta en los niveles del núcleo observándose un aumento brusco de estos posterior a los eventos de precipitación señalados. Inmediatamente después de las precipitaciones y respuesta inicial de ascenso de los niveles, estos descienden a una tasa mayor a la que presentaban previamente, como respuesta al evento de precipitación. Desde septiembre de 2020, el sistema retoma la tendencia previa a agosto de 2020, con una tasa de descenso similar a la que venía desde el 2019. Durante el año 2021 las tasas de descenso continúan en el mismo orden de magnitud a lo observado durante 2020 hasta el mes de junio de 2021. Luego se produce una disminución en la tasa de descenso, llegando a ser similares a las tasas indicadas por ambos escenarios de simulación del modelo numérico (caso base y caso con recarga reducida).

Si se comparan los niveles observados en aquellos meses en que el comportamiento no depende de eventos hidrológicos (sino del estado propio del nivel de salmuera) con los niveles simulados en Esc1-CP y en Esc2-CP, se observa que los niveles observados muestran una buena correspondencia con los niveles modelados en ambos escenarios hasta enero de 2019. En estos primeros años, los niveles simulados representan de buena manera los cambios en los observados, tal como fue en el aumento súbito de nivel al evento de precipitación del año 2015, simulado en el 2015 (Esc1-CP) y modelado en 2016 (Esc2-CP). No obstante, esta situación no se replica en el segundo y tercer aumento súbito de nivel asociadas a las precipitaciones del año 2017 y 2019, ya que según lo estimado en base a los registros históricos de precipitaciones no se preveía un año húmedo en el período de simulación en 2017 ni tampoco para comienzos del 2019.

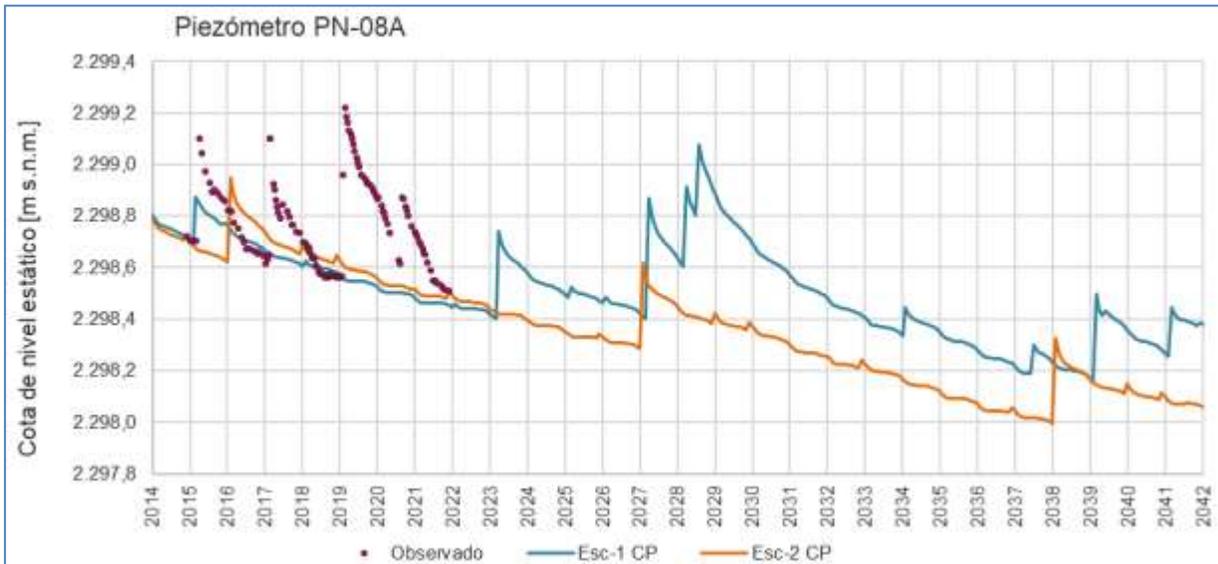
Lo anterior se observa claramente en las Figura 6-15 a Figura 6-18, donde también para agosto de 2020, se produce un aumento muy elevado de los niveles en todos los pozos producto de las precipitaciones. Estos niveles posteriormente descienden fuertemente durante el resto del año para llegar a la tendencia previa. Durante el último trimestre de 2020 y el primer trimestre de 2021, la tendencia de descenso se observa mayor a la esperada según el modelo, pero con niveles muy por sobre lo proyectado. Desde julio de 2021 los niveles en los cuatro pozos del PAT Sector Alerta Núcleo muestran una tasa de descenso similar al modelo, pero con niveles superiores a los simulados, a excepción del pozo PN-08A que muestra niveles cercanos a lo simulado en ambos escenarios durante el segundo semestre de 2021.

Figura 6-15 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-05B



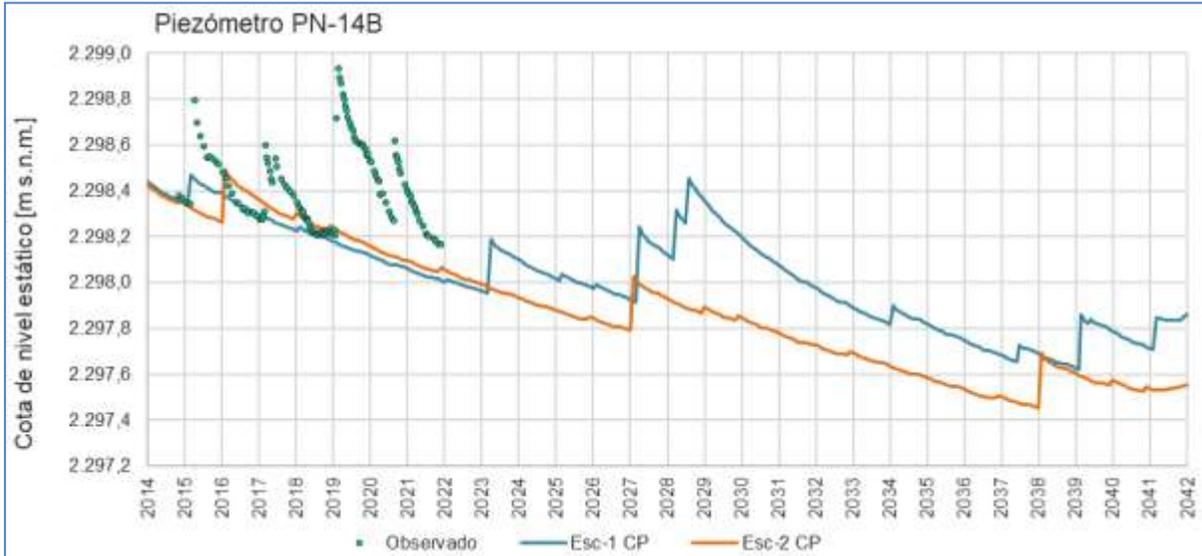
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-16 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-08A



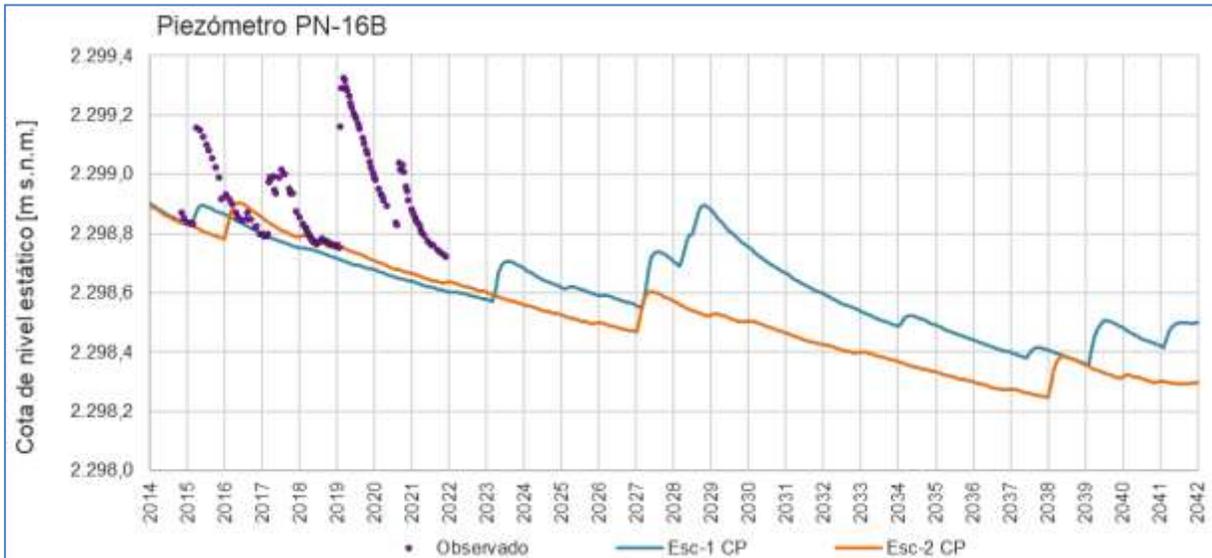
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-17 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-14B



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6-18 Comparación de niveles simulados versus niveles observados en pozo PAT PN-16B



Fuente: Elaboración Propia

6.1.4.2 Niveles Freáticos en agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener niveles dentro de los rangos de oscilación natural*”, por lo que se han comparado los valores de niveles freáticos de agua dulce-salobre registrados en el año 2021 con los valores históricos, ambos presentados en la sección 5.6.

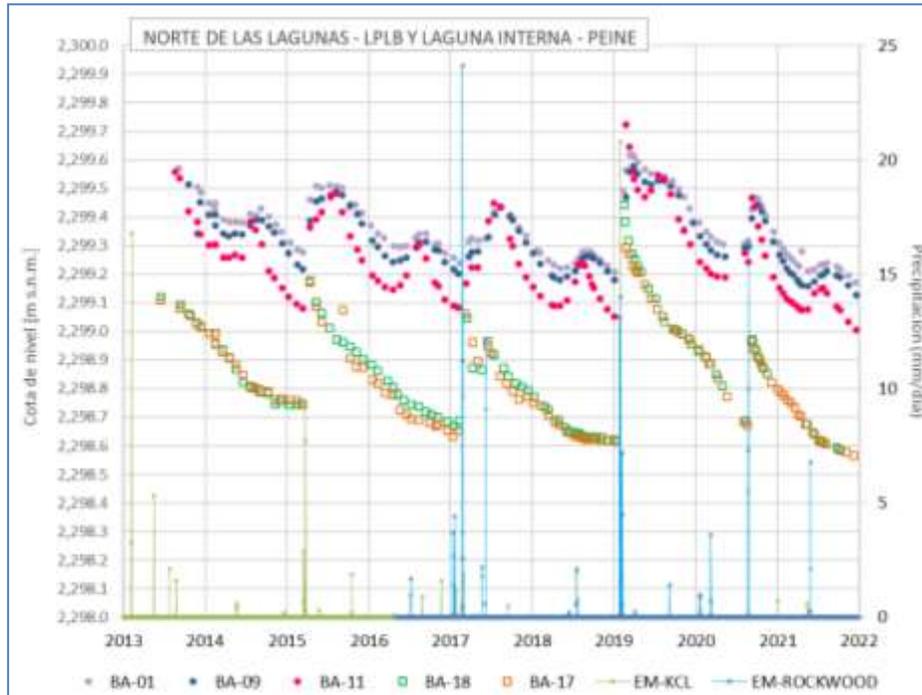
Los puntos de monitoreo que registran esta variable están distribuidos en los sectores La Punta-La Brava, Peine, y Norte y Borde Este, en particular, en la Zona Marginal y borde del Salar.

Los niveles en el Sector La Punta-La Brava y, especialmente en el entorno de las lagunas, se han mantenido dentro de los rangos de oscilación natural registrada históricamente, según fue presentado en la Sección 5.6.1. En la zona Sur de las lagunas en algunos pozos como BA-04, BA-05 BA-07, BA-08, BA-16, y MP-03C, la amplitud de las oscilaciones estacionales se encuentra entre 0,05 y 0,1 m para sus registros históricos entre 2014 y 2021 (calculado entre los registros de julio y diciembre de cada año), además de presentar una leve tendencia al descenso.. Por otra parte, se observan amplitudes de oscilación altas en el sector norte de las lagunas, en BA-02, BA-03 y BA-13, y en menor medida en BA-15, todos ubicados en el borde de las lagunas, donde es esperable una mayor oscilación estacional.

Los puntos de monitoreo ubicados en cotas altas, entre la Zona Marginal y quebradas aportantes del sector Peine (resultados en Sección 5.6.2), como M-07A, MP-08A y PP-01, presentaron niveles estables manteniendo la oscilación estacional dentro de los rangos registrados históricamente hasta la fecha, con mínimos en verano y máximos en invierno, no se observa en este sector una respuesta en los niveles asociada a los eventos de precipitación intensa, mientras que en las zonas más cercanas al Núcleo, como el sector de la Laguna Interna y Norte del sistema La Punta La Brava, si se observan saltos en los niveles freáticos. Durante 2021 no se evidenciaron los aumentos del nivel mencionados, lo cual se explica por la ausencia de eventos de precipitación importantes como los ocurridos en los años 2015, 2017 y 2019, y de lluvia estacional ocurrida en 2020 por sobre los 9 mm/día, como se presenta en la Figura 6-19. De la misma figura es posible observar que para los barrenos ubicados en la zona norte de las lagunas La Punta-La Brava en comparación con los del sistema Peine, se tiene una variabilidad estacional marcada y no así en los barrenos BA-17 y BA-18.

Se destaca entonces que los niveles freáticos presentan mayor variabilidad y respuesta a las precipitaciones mientras más cercano es el punto de monitoreo al Núcleo tanto en el sistema lagunar La Punta-La Brava como para el sistema lagunar Peine, y de manera similar en el sector Norte y Borde Este como se presentó en la Figura 5-60 de la sección 5.6.

Figura 6-19 Relación niveles freáticos Sector La Punta y La Brava (LPLB) y Peine versus precipitación



Nota: BA-01, BA-09 y BA-11 de LPLB, BA17 y BA-18 de Peine.

Fuente: Elaboración propia

El alza en los niveles reconocida en el verano del año 2019 fue, para la mayoría de los piezómetros someros, la mayor desde que se tiene registro, mientras que el alza en los niveles acontecida en agosto 2020 fue algo inusual por cuanto ocurrió durante el invierno estacional en circunstancias de que la recarga por precipitación tiene lugar durante los meses del invierno altiplánico (enero - febrero).

Por otro lado, el registro histórico del sector Laguna Interna de Peine (2013-2021) sólo incorpora datos de 2021 para el periodo enero a mayo (periodo de precipitaciones altiplánicas) en los pozos BA-17 y BA-18, los cuales no presentan ascensos considerables posterior a los eventos de precipitación de mayo de 2021, lo cual es consistente con el hecho de que las precipitaciones deben ser intensas de manera preliminar, en mayo de 2021 las precipitaciones alcanzaron 7,1 mm/día.

Los niveles freáticos de agua dulce-salobre observados en 2021, en términos generales para todos los sectores, son consistentes con la data histórica y su comportamiento responde a variaciones estacionales invierno verano y a los eventos de precipitación. Se observa que los eventos de recarga de 2019 y 2020 han favorecido el sistema, incrementando las cotas de los pozos más someros y cercanos al núcleo como los ubicados en la zona norte de las lagunas La Punta y La Brava, y en la Laguna Interna, en el sector Peine. Sin embargo, hay un contraste

con el año 2021, en el cual no hubo precipitaciones y los niveles se hicieron mínimos en varios de los puntos del PSAH en el sector de La Punta La Brava.

Es importante destacar que los niveles de agua dulce-salobre (aguas someras) están altamente influenciados también por lo que sucede a nivel superficial, esto es sus recargas subterráneas y procesos de evaporación, relacionados con la variabilidad estacional.

6.1.5 Posición de la Interfase Salina

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “Mantener la posición de la Interfase Salina”, por lo que se han comparado los resultados de perfiles de conductividad eléctrica en profundidad dentro de los pozos en el año 2021 con los valores históricos, ambos presentados en el capítulo 5.7.

En general, para todos los puntos de monitoreo de todos los sectores, se han mantenido los rangos de profundidad entre los cuales se presenta la variación de conductividad eléctrica, evidenciando que en general, no han existido modificaciones en la posición de la interfase salina.

Para el sector La Punta – La Brava se tiene que la posición de la Interfase Salina se encuentra entre los 11 a 14 metros de profundidad para el pozo MP-01C, en la zona de las lagunas y en torno a los 70 metros de profundidad en MP-09C, en la zona más alejada hacia el sur, cercano a Tilopozo. En el sector Peine, la posición de la interfase salina se encuentra desde los 3 a 5 metros de profundidad en la zona intermedia de lagunas (MPS-AC y MPS-CC) y los 90 a 110 metros de profundidad en zona más alejada hacia el sur (PP-03). En el sector Norte y Borde Este, la posición de la Interfase Salina se encuentra entre los 20 y 70 metros de profundidad (MP-12C), único punto de medición.

Se destaca para todos los sectores que la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos donde se realiza la medición se alejan del sector Núcleo hacia la Zona Marginal del salar. Dado valores registrados durante el año 2021 se puede señalar que la posición de la Interfase salina se ha mantenido estable en todos los puntos de medición.

6.1.6 Calidad Química del agua en agua superficial y subterránea

El nivel o límite comprometido para esta variable en la RCA es “*Mantener parámetros dentro de variabilidad natural*”, por lo que se han comparado los resultados de calidad química del agua en el año 2021 con los valores históricos, ambos presentados en la sección 5.8.

Los resultados por sector muestran que para las aguas subterráneas someras y aguas más profundas los elementos analizados varían de acuerdo con los rangos y variabilidad natural histórica, no presentando mayores diferencias en comparación con años previos. Sin embargo,

se advierten valores fuera de tendencia coincidentes con el cambio de la ETFA encargada de los monitoreos y análisis de las muestras. Así, se vislumbran diferencias en los resultados analíticos a causa de cambios en los equipos y metodologías entre laboratorios, donde una de las primeras diferencias recae en el cambio de límites de detección para algunos parámetros.

Junto a lo anterior, al analizar los diagramas de Piper se observa que la clasificación de aguas otorgada para cada sector se mantiene. En general, las aguas son del tipo cloruradas sódicas, salvo en las vertientes o escurrimientos superficiales de Vertiente Peine y Anterepresa Tilomonte que se clasifican como cloruradas sódico-cálcicas. Para Quebrada Camar, la cual no se pudo medir en todo el 2021²³, se clasifica, de acuerdo con el Informe N°4 del PSAH, como un agua de composición intermedia sulfatada sódica.

Según lo previamente mencionado, es posible afirmar que se han mantenido los parámetros fisicoquímicos de las muestras y sus composiciones dentro de la variabilidad natural de calidad química del agua.

6.1.7 Caudales bombeados de Salmuera y de Agua dulce-salobre

El nivel o límite comprometido para estas variables en la RCA es “*Mantener caudales de extracción autorizados ambientalmente*”, por lo que se han comparado caudales bombeados de salmuera y agua dulce-salobre durante el año 2021, presentados en el capítulo 5.9.1 y 5.9.2, respectivamente, con los valores autorizados ambientalmente. Este análisis se presenta a continuación

6.1.7.1 Caudales Bombeados en salmuera

En la Tabla 6-2 se presenta la regla de extracción de salmuera aprobada en la RCA N°21/2016, que autorizó un aumento del caudal de extracción de 142 L/s a 442 L/s (300 L/s adicionales, exclusivos desde el área de bombeo A1), como caudal medio anual.

Tabla 6-2 Regla de extracción aprobada, RCA N°21/2016

Área de Bombeo	Previo a RCA N°21/2016	Inicio proyecto (28.09.16)	Inicio+6 meses (01.04.17)	Inicio+12 meses (01.10.17)	Inicio+18 meses (01.04.18)	Inicio+24 meses (01.10.18)
A1	60	120	180	240	300	360
A2	82	82	82	82	82	82
Aumento Extracción (L/s)	0	60	120	180	240	300
Extracción Total (L/s)	142	202	262	322	382	442

Fuente: Modificado de Tabla 5-17 Anexo 1, Adenda 5 y Tabla 1 RCA N°21/2016.

²³ Durante el año 2020 y 2021 no se obtuvo autorización por parte de la Comunidad, o bien no se contó con autorización de CONAF para acceder al punto.

El Proyecto inició su fase de operación el 28 de septiembre de 2016 por lo que, desde octubre de 2018 (cuando se cumplió el aumento de 60 l/s de cada escalón de bombeo), el límite de extracción total quedó fijado en 442 L/s, lo cual se mantiene para el año operacional 2021, el que se extiende desde octubre de 2020 a septiembre de 2021 según lo indicado en la Resolución Exenta N°1510/2021.

No obstante, durante el año 2021 se activó la Fase II del PAT Alerta Norte, la que implica una reducción del caudal medio anual autorizado de extracción. La forma de aplicar esta disminución de caudal fue indicada por la autoridad en la Resolución Exenta N°1510/2021, la que es proporcional a los meses (julio, agosto y septiembre), meses del año operacional en que estuvo activada la Fase II (ver sección 5.10). Este nuevo límite anual corresponde a un caudal medio anual total de 435,04 L/s.

Tal y como se indica en el capítulo 5.9.1, el volumen de extracción total de las áreas A1 y A2 para el año operacional 2021 fue de 13.110.198 m³, lo que es equivalente a un caudal medio anual de 415,72 L/s (334,68 L/s para A1 y 81,04 L/s para A2). Por lo anterior, la extracción de Albemarle durante el año operacional 2021 no ha excedido al caudal medio anual establecido en la evaluación ambiental, el cual es de 442 L/s, ni el caudal medio anual reducido por la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte durante el año operacional 2021 (caudal medio anual máximo 435,04 L/s).

Sin perjuicio de la anterior, de manera complementaria Albemarle redujo la extracción de salmuera en los meses de abril, mayo y junio en 60 L/s con respecto al caudal máximo aprobado ambientalmente (caudal medio máximo en los meses anteriormente mencionados corresponde a 382 L/s), debido a que se tomaron las medidas preventivas asociadas a la Fase Única del PAT Sector de Alerta Acuífero (ver sección 5.10). La reducción preventiva de la extracción corresponde a una medida mensual, y no afecta al caudal medio anual autorizado (sea este el definido en la Adenda 5 del proyecto o reducido según la activación del PAT Alerta Norte). Durante los meses de abril, mayo y junio, la extracción de salmuera tuvo caudales medios de 379,40 L/s, 379,17 L/s y 377,18 L/s, respectivamente. De esta manera, la extracción de salmuera de Albemarle es menor a lo establecido como caudal máximo en los meses que están activas las medidas preventivas asociadas al PAT del Sector de Alerta Acuífero.

6.1.7.2 Caudales Bombeados en agua Dulce-Salobre

En cuanto a la extracción de agua dulce-salobre, ésta se encuentra autorizada ambientalmente de manera conjunta para los pozos Tilopozo y Tucúcaro, según se indica en las resoluciones ambientales citadas a continuación:

- RCA N° 403/2003, que aprobó el Proyecto “Secador Planta Potasa Rockwood Litio Limitada”, autorizó extracción de 10,9 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.

- RCA N° 21/2016, autorizó extracción adicional de 6 L/s entre Tilopozo y Tucúcaro.

Sobre la base de estas autorizaciones ambientales, se cuenta con un caudal máximo para extracción conjunta de 16,9 L/s. Durante el año operacional 2021 el caudal promedio bombeado en forma conjunta fue de 7,25 L/s, conformado por 5,10 L/s desde pozo Tilopozo y 2,15 L/s desde el pozo Tucúcaro, de manera que los caudales de extracción se mantuvieron dentro de lo autorizado ambientalmente.

De la misma manera que para la extracción de salmuera, Albemarle realiza la reducción de caudales de agua dulce-salobre durante la adopción de medidas preventivas asociadas al PAT Sector de Alerta Acuífero, aplicando una reducción de 6 L/s al caudal de extracción conjunta de los pozos Tilopozo y Tucúcaro. En otras palabras, la extracción conjunta de estos pozos no debe superar los 10,9 L/s en los meses que estas medidas preventivas se encuentren activas, dónde este bombeo fue inferior a 10,9 L/s durante todo el año 2021. Específicamente, el caudal de bombeo conjunto en abril, mayo y junio corresponde a 8,14 L/s, 7,59 L/s y 7,57 L/s, respectivamente. Dado lo anterior, Albemarle mantuvo su extracción de agua dulce-salobre dentro lo autorizado ambientalmente y dentro del límite indicado en las medidas preventivas del PAT Sector de Alerta Acuífero.

Adicionalmente, también se cuenta con autorización para extraer un máximo de 5 L/s del pozo Peine (según lo expresado en la Resolución Exenta N°584/2000 de la DGA), para uso en el campamento emplazado en dicha comunidad. Desde Julio de 2016 el caudal extraído por este pozo fue disminuyendo paulatinamente, hasta valores cercanos a 0 L/s. La extracción anual media durante el año operacional 2021 corresponde a 0,02 L/s.

6.2 Análisis del año hidrológico

La disponibilidad de agua en la zona juega un rol importante en los sistemas de interés ambiental de la zona, lo que depende principalmente de la ocurrencia de precipitaciones que generan recarga de los sistemas subterráneos y aportes a los cauces superficiales. Para abordar esta temática, se presenta a continuación un análisis hidrológico del año 2021 en relación con el registro histórico, para caracterizar el tipo de año hidrológico en términos de la probabilidad de excedencia.

Para realizar el análisis hidrológico, se consideraron las precipitaciones anuales de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Salar de Atacama. En este estudio se han considerado 7 estaciones de la DGA y la estación de Albemarle, EM-SCL, reemplazada por EM-Rockwood. En la Tabla 6-3 se presentan las series de precipitaciones anuales consideradas.

Tabla 6-3 Precipitaciones anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica (Pp en mm)							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camara	Rockwood / SCL
1970	-	-	14,0	-	-	-	-	-
1971	-	-	0,6	-	-	-	-	-
1972	-	-	81,0	-	-	-	-	-
1973	-	-	51,1	-	-	-	-	-
1974	0,0	-	2,5	-	-	-	-	-
1975	24,0	-	40,0	128,1	-	-	-	-
1976	14,0	-	39,0	45,8	-	-	-	-
1977	5,5	168,0	61,0	71,0	-	-	-	-
1978	39,0	35,9	18,0	43,5	-	91,1	-	-
1979	21,0	67,1	23,6	40,5	-	142,9	17,0	-
1980	21,5	31,6	12,5	3,5	-	55,7	20,0	-
1981	11,5	113,4	23,5	29,5	-	126,1	96,0	-
1982	6,0	9,1	8,0	19,1	-	57,8	10,5	-
1983	40,5	73,4	23,0	62,0	-	152,0	74,0	-
1984	50,0	220,8	10,5	155,9	-	341,5	125,0	-
1985	27,2	95,9	35,0	48,0	-	259,5	35,0	-
1986	15,5	116,1	40,0	46,6	-	187,0	60,5	-
1987	69,5	148,1	47,5	97,2	-	282,9	60,9	-
1988	0,0	9,0	0,0	0,0	-	75,7	3,1	-
1989	12,0	91,3	42,5	40,0	-	132,7	40,5	-
1990	14,1	64,0	-	33,1	-	128,3	25,5	-
1991	0,0	9,6	-	0,8	-	82,4	2,0	-
1992	11,0	7,5	-	16,5	-	45,0	8,1	-
1993	10,5	37,9	-	13,8	-	124,1	20,1	-
1994	1,5	42,4	-	10,0	-	116,6	12,4	-
1995	17,5	81,3	-	2,0	-	180,5	28,5	-
1996	11,5	20,2	-	24,5	48,0	20,5	16,0	-
1997	26,5	129,1	-	60,5	82,0	186,6	60,5	34,5
1998	9,0	30,1	-	14,0	9,0	79,9	2,0	5,5
1999	18,5	70,2	-	23,0	38,0	243,0	25,5	8,5
2000	5,5	112,7	-	70,0	112,5	244,7	37,9	9,4
2001	37,5	194,3	-	55,0	161,0	421,7	98,5	85,9
2002	79,0	100,9	-	34,0	99,0	71,5	58,8	42,0
2003	48,0	21,6	-	24,0	50,0	36,0	17,0	2,0
2004	1,5	42,8	-	13,5	41,5	6,8	5,0	1,5
2005	17,5	67,2	-	17,0	58,7	110,2	33,0	8,5
2006	4,0	4,5	-	14,2	28,7	-	13,4	7,6
2007	0,0	4,1	-	0,0	11,9	53,4	8,1	0,0
2008	0,0	35,6	-	4,8	40,0	123,1	5,2	10,0
2009	2,5	20,5	-	3,8	2,7	36,7	6,0	2,4
2010	2,0	16,9	-	1,5	12,0	8,8	2,0	0,0
2011	28,4	70,6	7,2	102,9	41,0	207,0	43,9	16,7
2012	38,0	220,7	113,9	121,2	194,0	352,7	90,4	0,0

Tabla 6-3 Precipitaciones anuales (mm)

Año	Estación Meteorológica (Pp en mm)							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camara	Rockwood / SCL
2013	37,5	71,5	96,6	73,4	133,0	94,2	46,5	42,5
2014	3,5	55,6	12,8	1,0	6,0	63,4	2,4	4,2
2015	58,5	88,4	36,9	126,1	186,0	0,0	89,2	40,6
2016	0,0	87,8	0,0	0,0	0,0	0,0	23,0	3,3
2017	46,0	182,1	0,0	0,0	192,2	174,8	166,2	65,7
2018	8,0	89,1	-	-	53,0	157,1	32,9	3,5
2019	5,5	166,6	-	-	177,0	147,9	212,0	48,2
2020	12,6	63,8	-	-	4,2	144,7	36,0	30,2
2021	-	-	-	-	-	100,7	-	7,1
Promedio	19,4	77,0	31,1	39,3	71,3	131,8	42,2	16,4

Fuente: Elaboración propia

Para caracterizar el comportamiento hidrológico de cada una de las estaciones, se ajustó a la estadística disponible de cada una de éstas con una función de probabilidad tipo Weibull, la cual se considera adecuada para representar probabilidades de excedencia de precipitaciones anuales. En la Tabla 6-4 se presentan los porcentajes de excedencia característicos para cada una de las series.

Tabla 6-4 Precipitación Anual para diferentes probabilidades de excedencia

Probabilidad Excedencia	Estación Meteorológica (Pp en mm)							
	Peine	Río Grande	San Pedro de Atacama	Socaire	Talabre	El Tatio	Camar	SCL/Rockwood
95%	0,0	7,8	0,0	0,0	3,1	7,1	2,0	0,0
85%	1,9	18,9	2,7	1,7	8,2	40,3	5,4	1,9
50%	14,0	70,2	23,6	26,9	49,0	123,6	28,5	8,5
10%	48,8	176,2	85,7	115,4	189,1	275,4	98,0	56,8
5%	66,0	215	107,8	127,8	193,5	350,8	161,2	80,6

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6-5 muestra la precipitación anual registrada durante el año 2021 en las estaciones meteorológicas de la zona. Cabe destacar la ausencia de registro en las estaciones San Pedro de Atacama y Socaire pertenecientes a la DGA. En la Tabla 6-5 se indica el porcentaje de probabilidad de excedencia (Pexc %) para cada una de las estaciones de acuerdo con la precipitación registrada para el año 2021 en las estaciones con las que se cuenta registro.

Tabla 6-5 Precipitación Anual Año 2021 (mm)

Probabilidad Excedencia	Estación Meteorológica					
	Peine	Río Grande	Talabre	El Tatio	Camar	SCL/Rockwood
Pp 2021 (mm)	*	*	*	100,7	*	7,1
Pexc (%)	*	*	*	58	*	60

Nota (*): No se cuentan con datos durante el año 2021.

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones meteorológicas El Tatio y SCL/Rockwood muestran valores de excedencia de 58% y 60%, mientras que para el resto de las estaciones no se cuenta con datos de precipitación para el año 2021. Las dos estaciones muestran porcentajes de excedencia característicos de un año normal. La falta de datos de las estaciones de terceros no permite realizar un análisis acabado de las características del año reportado.

6.3 Análisis de la evolución temporal de la evapotranspiración

6.3.1 Evapotranspiración mediante domos

El titular ha realizado mediciones de la evapotranspiración en el Salar de Atacama desde el año 2013 a través del método de domo. Los resultados obtenidos indican una variabilidad temporal y espacial de la evapotranspiración, presentada en la sección 5.2. El análisis histórico de los sectores definidos en el PSAH indica que en términos generales la evapotranspiración muestra un comportamiento estacional, donde las mayores tasas de evapotranspiración se dan en los meses de verano y menores tasas en los meses de invierno.

Para el año 2021 se observan valores dentro del rango histórico en cada una de las estaciones, y similares a lo observado entre los años 2017 a 2020. En el sector núcleo (salmuera), el rango

de las tasas de evapotranspiración de 2021 varía desde un mínimo de 0,055 mm/día durante junio (EVT-10) a un máximo de 0,303 mm/día en septiembre de 2021 (EVT-9). En cambio, en el sector del acuífero y zona intermedia las tasas varían entre 0,058 mm/día en septiembre de 2021 (EVT-17) y 0,968 mm/día en marzo de 2021 (EVT-22). Por último, en el sector de las lagunas se presenta una variación entre 0,821 m/día en junio de 2021 (EVT-18, sector Peine) y 4,331 mm/día en marzo en el sector La Punta-La Brava (EVT-19).

De manera en particular, en el sector La Punta-La Brava se observa un comportamiento estacional donde los máximos se concentran en los meses de primavera-verano (octubre a marzo). Se observa una similitud entre las tasas de evapotranspiración determinadas durante los años 2017 a 2021, las que son menores en comparación a los registrados durante los años 2013 a 2016. La estación EVT-19, la que corresponde a una superficie lagunar, registra los valores más altos del sector al tratarse de una superficie libre, mientras que los puntos EVT-20, EVT-21 y EVT-22 (estaciones que monitorean evapotranspiración desde el acuífero) poseen menores tasas de evapotranspiración. Durante el año 2021 se determinaron tasas de evaporación similares a las observadas en los años 2019 y 2020, a excepción de las tasas registradas en septiembre de 2020, donde la evaporación se vio aumentada por la humedad retenida en el suelo asociada a eventos de precipitación.

El sector Peine no ha mostrado cambios importantes en la variabilidad histórica desde el inicio del registro, donde las tasas determinadas durante el año 2021 se encuentran en el rango histórico. En general se observan los máximos en los meses de primavera-verano (octubre a marzo) y los mínimos en la temporada de otoño-invierno (abril a septiembre). El punto EVT-18, correspondiente al espejo de agua de la Laguna Interna, posee los valores más altos de evapotranspiración del sector (tasas hasta 2,868 mm/día durante 2021), en comparación a las estaciones EVT-15, EVT-16, EVT-17 y EVT-23, los que evaporan directamente del acuífero (tasas menores a 1 mm/día durante 2021).

En el sector Norte y Borde Este las tasas determinadas en la superficie del terreno el año 2021 se encuentran en lo observado históricamente, con un rango de variación similar al del año 2018. Existe una leve disminución de la evaporación detectada en los puntos EVT-11 y EVT-12 durante el año 2021 en comparación a los dos años anteriores. Por otra parte, el Punto EVT-5 corresponde a un espejo de Agua, donde solo se pudo realizar una medición en el mes de marzo de 2021, cuyo valor está dentro del rango histórico.

Durante el año 2021, el sector Núcleo muestra valores coincidentes con lo observado con el registro histórico. El punto EVT-9 posee la tasa máxima de evapotranspiración del año durante el mes de marzo de 2021 para este sector (0,303 mm/día). Las menores tasas de evapotranspiración se registran en el sector Núcleo (valores mínimos de 0,04 mm/d), en comparación a las determinadas en los demás sectores, donde los valores generalmente están

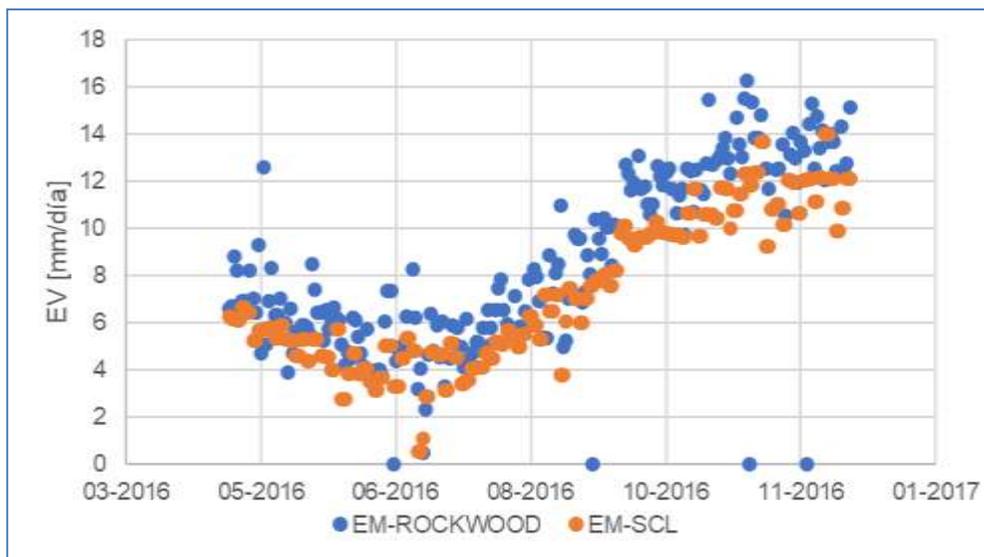
en torno a los 0,1 mm/día. Esta diferencia es concordante con los resultados históricos y con el hecho que la salmuera, más densa que el agua salobre, tiene un potencial de evaporación menor, así como a la profundidad del nivel y el tipo de suelo.

6.3.2 Evaporación de lámina libre

Dentro de la red de monitoreo del PSAH, está comprometida la medición continua de la evaporación de lámina libre en la estación meteorológica instalada en la planta del Titular en el Salar de Atacama. El registro de esta variable comienza en el año 2002 con la estación SCL (ya instalada al momento de la evaluación ambiental), la que es posteriormente remplazada por la estación meteorológica Rockwood en 2016.

Como se expuso en la sección 5.1 se observa un aumento de la evaporación asociado al cambio de estación meteorológica, siendo mayores los registros de la EM-Rockwood en el orden de un 25% con respecto a la EM-SCL. Para evaluar esta situación se comparan las mediciones de evaporación en el período de funcionamiento conjunto de las estaciones, comprendido entre el 28 de abril de 2016 y 14 de diciembre de 2016 (Figura 6-20). En la figura se observa que esta diferencia existe en el período de medición en conjunto, dónde la estación Rockwood posee valores de evaporación más altos que la estación SCL. Esta diferencia en la estación se asocia a diferencias en la estandarización de las estaciones meteorológicas.

Figura 6-20 Evaporación de lámina libre estaciones EM-Rockwood y EM-SCL



Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia no se observa en otras variables analizadas en la sección 5.1, dónde se observa buena correspondencia entre los datos de la estación SCL y Rockwood, como es el caso de las temperaturas mínimas y máximas (Figura 5-5). No es posible realizar comparaciones directas entre los resultados de ambas estaciones para estas variables, debido

a que no se cuenta con medidas para ambas estaciones en el periodo de funcionamiento conjunto.

Sin perjuicio de lo anterior, se ha observado el aumento paulatino de la evaporación en el período de funcionamiento de la estación Rockwood (2016 a 2021), el que queda evidenciado en la Figura 5-9 y Figura 5-10. Este aumento se refleja en el valor de las medianas anuales de la estación, aumentando aproximadamente 2 mm desde 2016 a 2021.

El aumento de la evaporación registrada en la estación puede estar relacionada a diversos factores, como aumento de temperaturas, aumento de la velocidad del viento, cambios en la humedad relativa del aire u horas de sol en el sector de la estación.

6.4 Análisis integrado de la información por sectores

En el presente capítulo se lleva a cabo un análisis integrado de las variables monitoreadas en el Salar de Atacama en el marco del PSAH, tomando en consideración la información histórica disponible con énfasis a los datos levantados durante el año 2021.

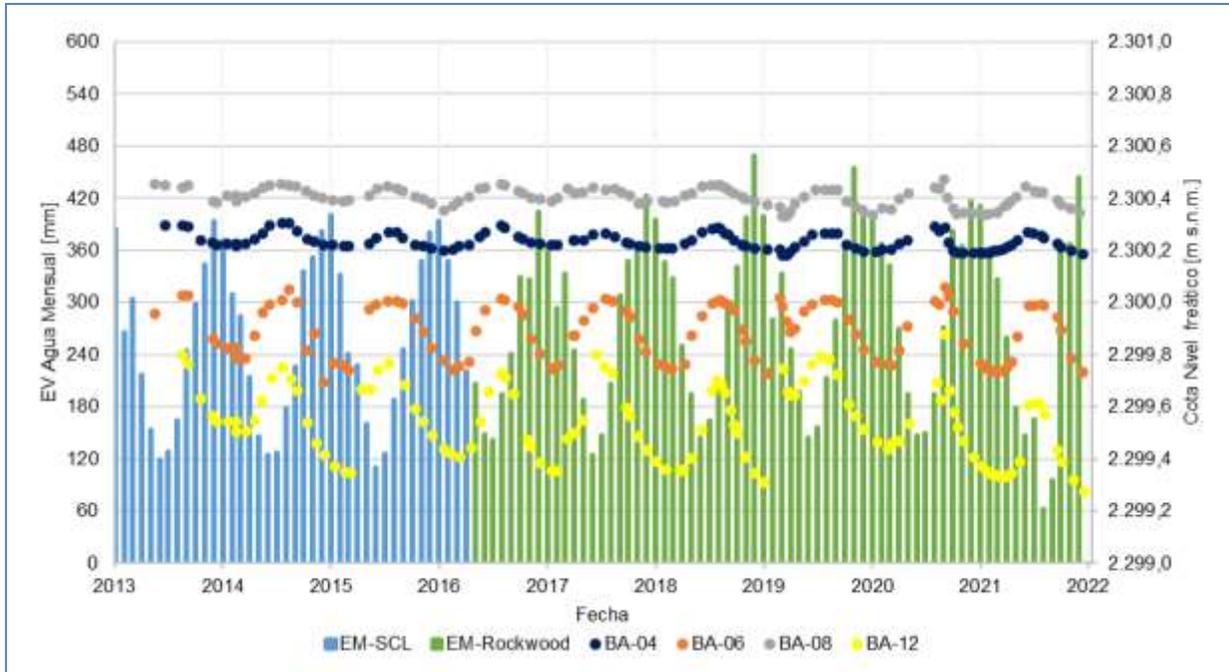
Debido a la gran cantidad de puntos de monitoreo e información disponible, en esta sección se han graficado las variables de los puntos más representativos de cada uno de los sectores, así como algún comportamiento que muestre una diferencia con respecto a la tendencia histórica.

6.4.1 Sector La Punta – La Brava

Este sector abarca el área de la Zona Marginal alrededor del sistema lagunar La Punta-La Brava y el área del Borde Sur de la cuenca frente a estas lagunas, desde donde proviene la recarga subterránea al Salar. En el año 2021 las mediciones de niveles de agua subterráneas indican que para algunos de los puntos se mantienen la tendencia histórica observada en el registro presentado en el capítulo 5 de resultados y en algunos casos, se registran uno o más niveles bajo el mínimo histórico.

Se observan oscilaciones en el nivel durante el año, con ascensos durante la temporada de invierno y descensos durante los meses de verano debido principalmente a la evaporación desde el salar (Figura 6-21), también es posible observar la influencia de las precipitaciones en el nivel observado en los pozos posterior a las lluvias (Figura 6-22).

Figura 6-21 Evolución de nivel en relación con la evaporación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava

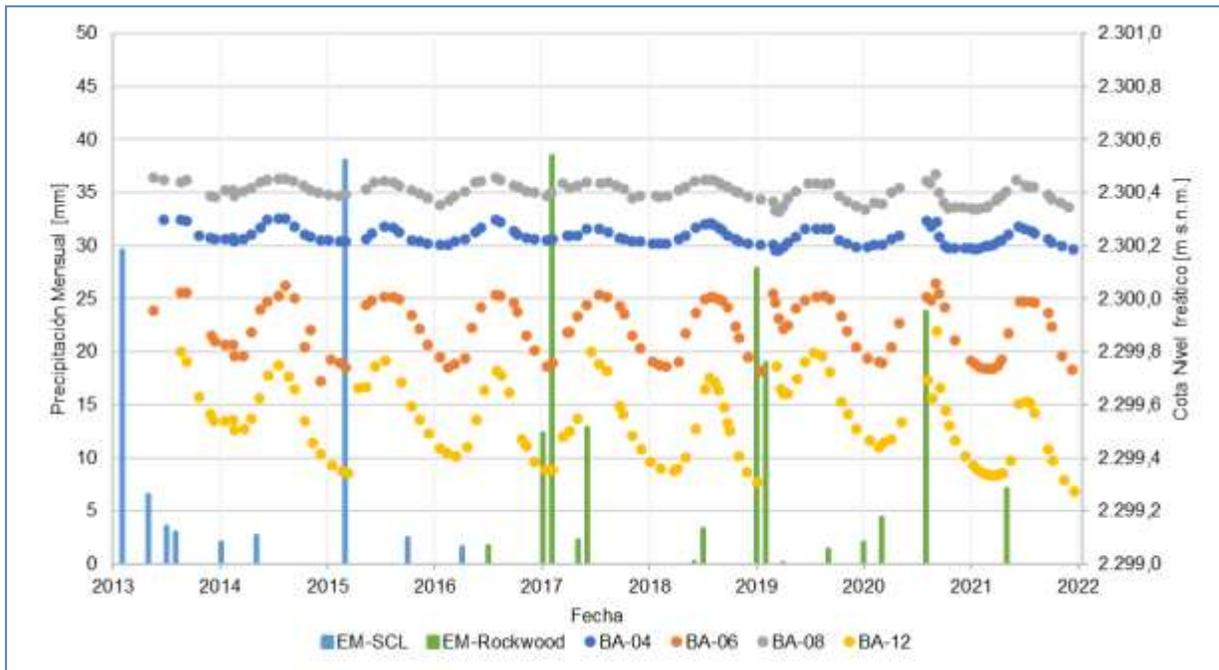


Fuente: Elaboración propia

Los niveles de los piezómetros del sector La Punta – La Brava, muestran variaciones a nivel estacional, no obstante, éstas oscilaciones se encuentran contenidas en un intervalo estable durante el período analizado. Este comportamiento está explicado por las variaciones estacionales en las tasas de evaporación, las cuales presentan un comportamiento inverso con respecto a la variación de los niveles.

En la Figura 6-21, los piezómetros someros BA-04 y BA-08, representativos del sur de las lagunas (superiores en cota en la gráfica), presentan una menor amplitud en la oscilación estacional (10 cm. aprox.) con respecto a los puntos ubicados al norte de éstas, como son: BA-06 y BA-12 (30 cm. de amplitud aprox.), este comportamiento se asocia a la profundidad de extinción y al potencial de evaporación, que dependen de la fuente de recarga local, como son las precipitaciones para los puntos del lado norte y la recarga proveniente desde acuífero Monturaqui para los puntos del sur de las lagunas. Lo descrito anteriormente es claro durante los eventos de precipitación, dónde por ejemplo se observa en mayo del año 2021 un aumento de nivel de aproximadamente de 20 cm en el pozo BA-12, en comparación de los aproximadamente 3,1 cm del pozo BA-04.

Figura 6-22 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición. Sistema La Punta-La Brava



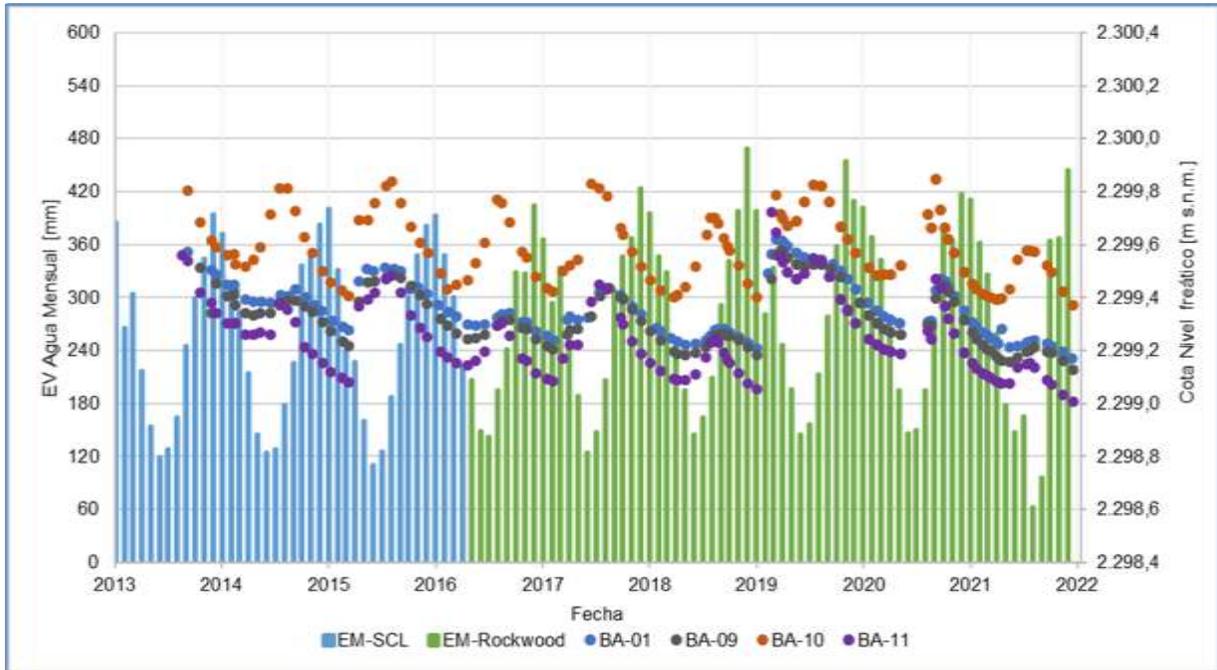
Fuente: Elaboración propia

Al analizar los mismos puntos de la Figura 6-22 (BA-04, BA-06, BA-08 y BA-12) en relación con la precipitación, se tiene que los aumentos (fuera de lo esperado por el comportamiento estacional) en la cota de agua muestran relación directa con los eventos de precipitación.

En la Figura 6-23, se observa una tendencia general estable en los niveles freáticos, con una leve tendencia a la baja observada hasta el año 2018 y luego un aumento en los niveles asociados a las precipitaciones de febrero de 2019 y agosto de 2020, en el año 2021 se observan que la cota de nivel en los mínimos y máximos es menor a los otros años, lo que se relaciona con las bajas precipitaciones en comparación a los años anteriores.

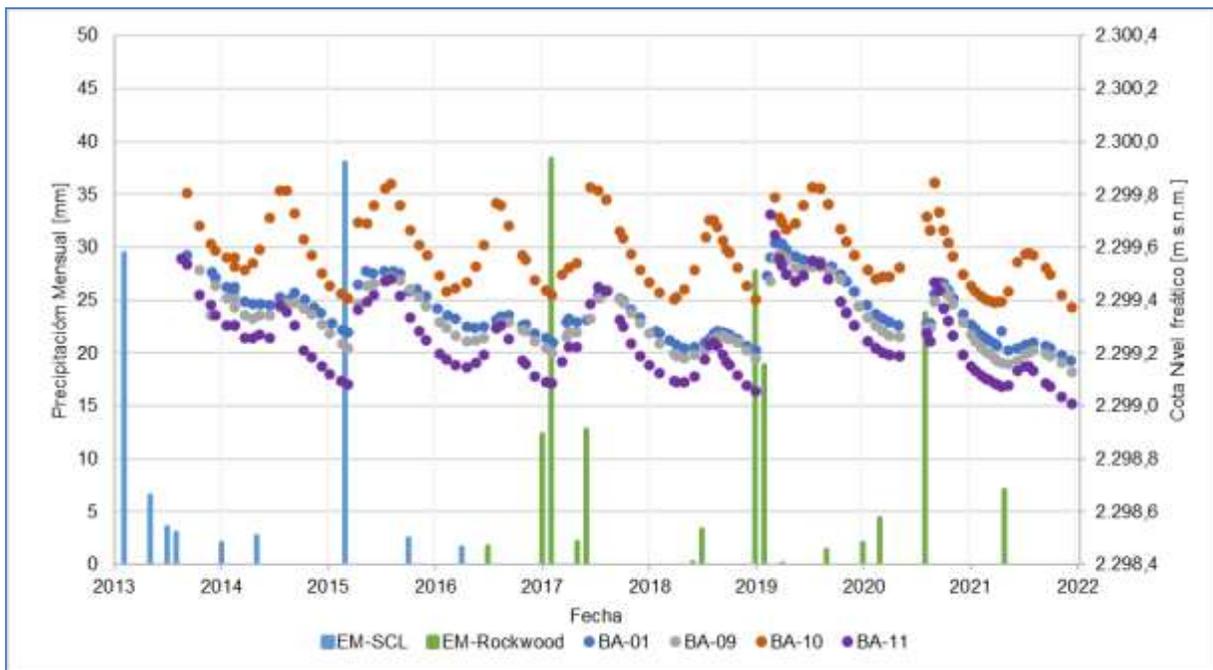
Los puntos que se encuentran ubicados entre el núcleo y las lagunas, como son los piezómetros, BA-06 y BA-12 (Figura 6-22), y todos los puntos de la Figura 6-23, muestran mayores amplitudes de oscilaciones estacionales y mayor sensibilidad a la precipitación, en comparación a los puntos ubicados más cercanos a las lagunas, como son BA-04 y BA-08 (Figura 6-22).

Figura 6-23 Evolución de nivel en relación con la evapotranspiración en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-24 Evolución de nivel en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Al costado este de las lagunas La Punta y La Brava, existen piezómetros profundos habilitados bajo la Interfase Salina (MP-XXB) los que miden niveles de salmuera, ver Figura 6-25. En este caso, se observa una menor respuesta de los niveles ante los eventos de precipitación en el salar, con respecto a los piezómetros someros (barrenos), mostrando variaciones centimétricas menores y presentan estabilidad en todo el período de registro. Los multipiezómetros MP-01A y MP-01B, muestran surgencia durante el 2021, de 26 cm por sobre el nivel del suelo (MP-01B, septiembre y octubre 2021).

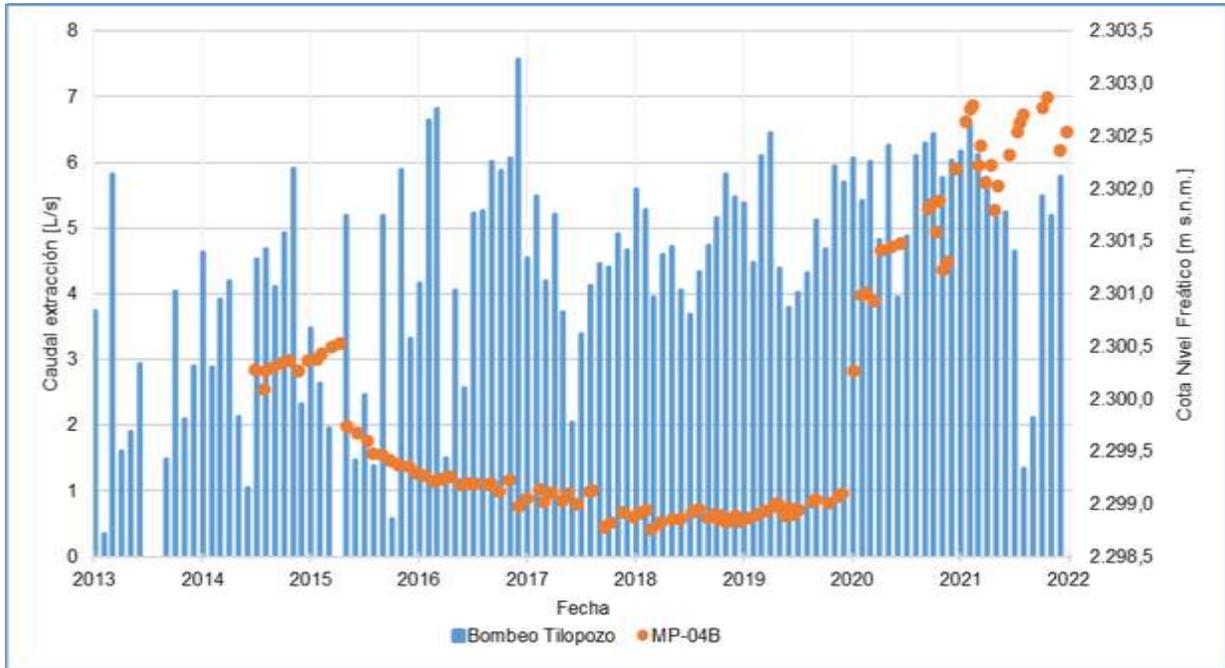
Figura 6-25 Evolución de nivel profundos en relación con la precipitación en la zona de transición, línea norte. Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

En las cercanías del pozo de agua industrial Tilopozo, en el límite sur del sector La Punta – La Brava se encuentra el piezómetro profundo MP-04B, habilitado en salmuera. La Figura 6-26 muestra la evolución de niveles en el piezómetro MP-04B y la serie de bombeos de agua industrial en el pozo Tilopozo. En la Figura 6-26, se observa una tendencia al descenso en el nivel de multipiezómetro MP-04B entre 2015 y 2018, la que luego pasa a una tendencia al alza durante 2019 y registra un aumento notorio a inicios de 2020, el que sigue aumentando hasta diciembre del año 2021, mientras que el caudal extraído se mantiene sin mayor variación hasta mayo 2021, a partir de este mes disminuye en comparación con el año 2020. Si bien se observan tendencias de descenso y aumentos en el multipiezómetro MP-04B, muestra un comportamiento inusual con alta variabilidad a partir del año 2020.

Figura 6-26 Evolución de niveles profundos próximos a pozo Tilopozo. Sistema La Punta-La Brava

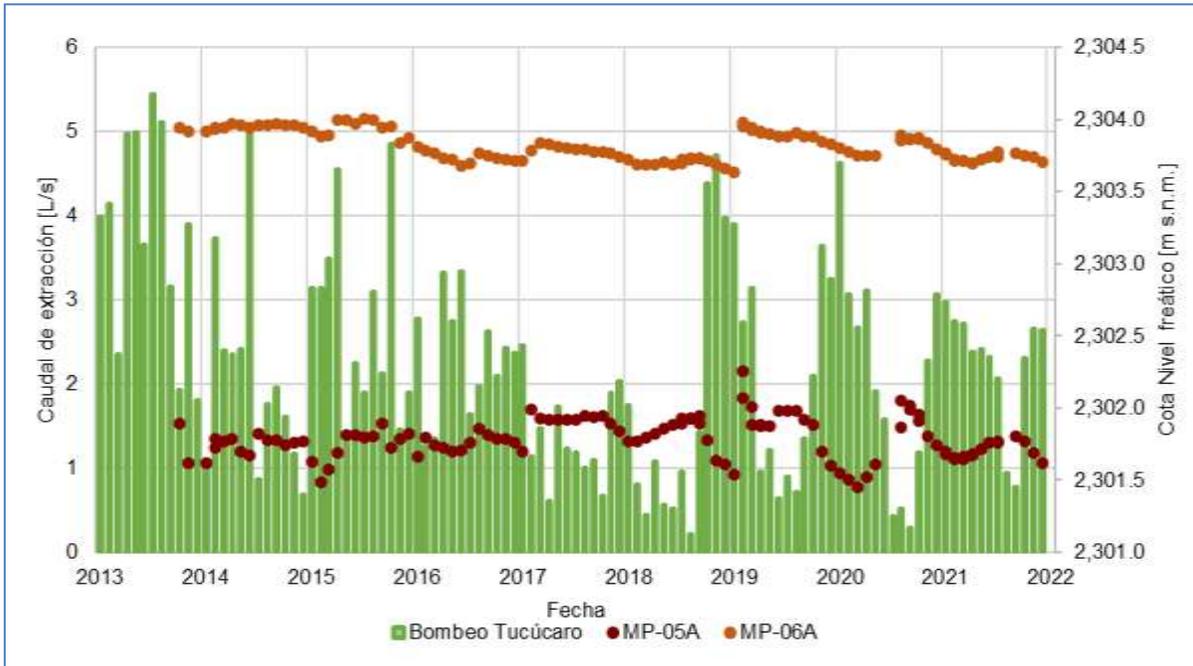


Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el titular cuenta con piezómetros habilitados en aguas subterráneas someras de composición salobre en las mismas plataformas que los pozos anteriormente mencionados (MP-01B, MP-03B, y MP-04B). En la Figura 6-27 y Figura 6-28, se muestra la evolución de los niveles de los puntos MP-04A, MP-05A y MP-06A, los que mantienen en general un nivel estable dentro del registro histórico, con aumentos relacionados principalmente a eventos de precipitación, exceptuando para el año 2021, en el que no se aprecia aumento notorio en relación con la precipitación de mayo. En la Figura 6-27 se indican los caudales de extracción del pozo de agua industrial Tucúcaro, ubicado en el borde oeste, con respecto a los niveles de los pozos someros cercanos (MP-05A y MP-06A). En ambos pozos se observa una influencia del bombeo desde Tucúcaro, evidenciado por las tendencias al descenso en estos piezómetros, coincidentes con el aumento de los caudales de extracción. Estos efectos se ven más marcados en el pozo MP-05A debido a su mayor cercanía con el punto de captación. Durante el año 2021, se observa en la Figura 6-27, para los puntos MP-05A y MP-06A, que los niveles se mantienen estables, mostrando oscilación estacional esperada.

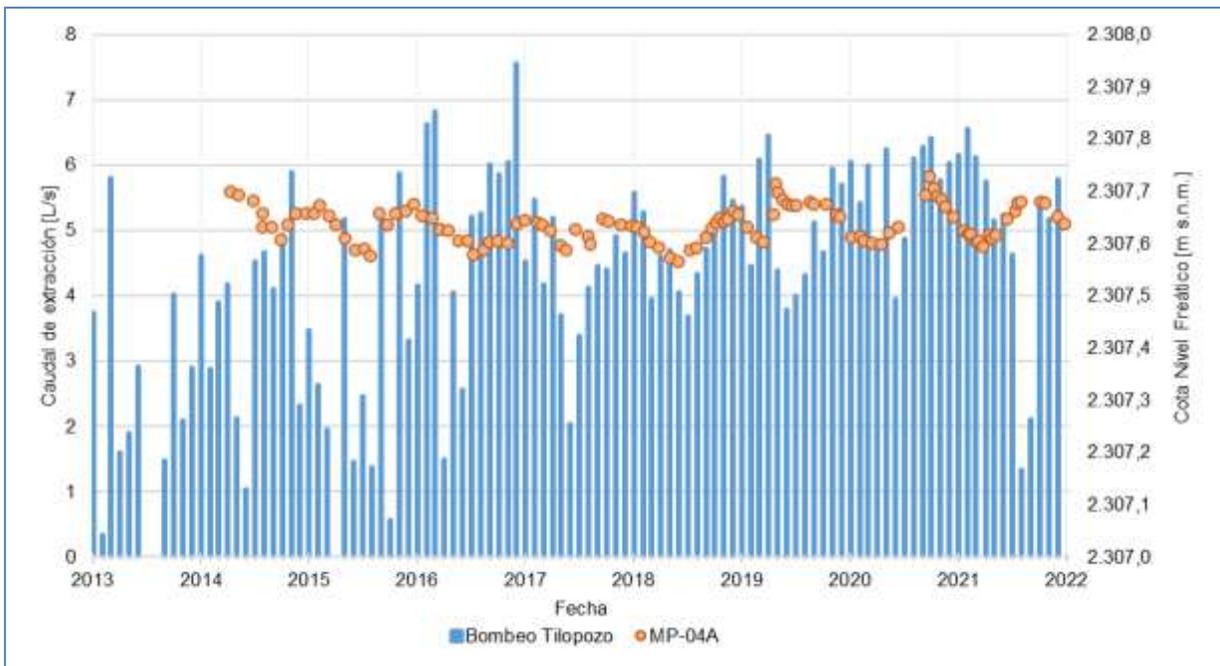
Por otra parte, el pozo MP-04A (Figura 6-28), ubicado cercano (a 2 m aprox.) a Tilopozo, muestra una variación estacional, que estaría relacionada con la zona de vegas y la evaporación, y muestra una tendencia en el período 2013-2022 al aumento de sus niveles.

Figura 6-27 Evolución niveles piezómetros someros próximos a pozo Tucúcaro. Borde Oeste, Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

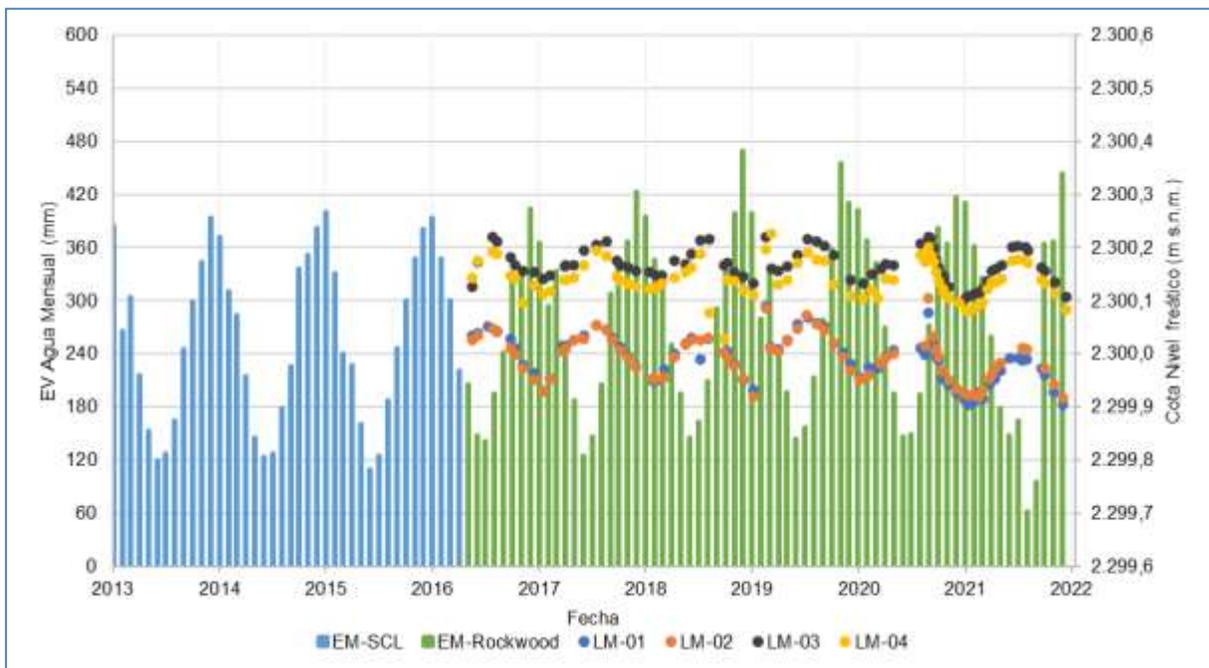
Figura 6-28 Evolución niveles piezómetro somero próximo a pozo Tilopozo. Borde Sur, Sistema La Punta-La Brava



Fuente: Elaboración propia

Los niveles de los limnímetros ubicados en el sistema lagunar La Punta – La Brava (Figura 6-29) (LM-01 y LM-02 en sector La Punta y LM-03 y LM-4 en sector La Brava) muestran un comportamiento leve al descenso (milimétrico) desde el inicio del monitoreo que se hace más evidente y pronunciado desde mediados 2020 hasta final del mismo año. De la misma manera que los pozos descritos anteriormente, muestran una variación estacional en sus niveles asociadas a la evaporación y las precipitaciones registradas en el Salar. Si se mirase solo el año 2021 los niveles limnimétricos se ven estables, sin embargo, se evidencia una bajada centimétrica con respecto a las cotas del período anterior (año 2020).

Figura 6-29 Evolución de niveles en las lagunas del sistema La Punta-La Brava

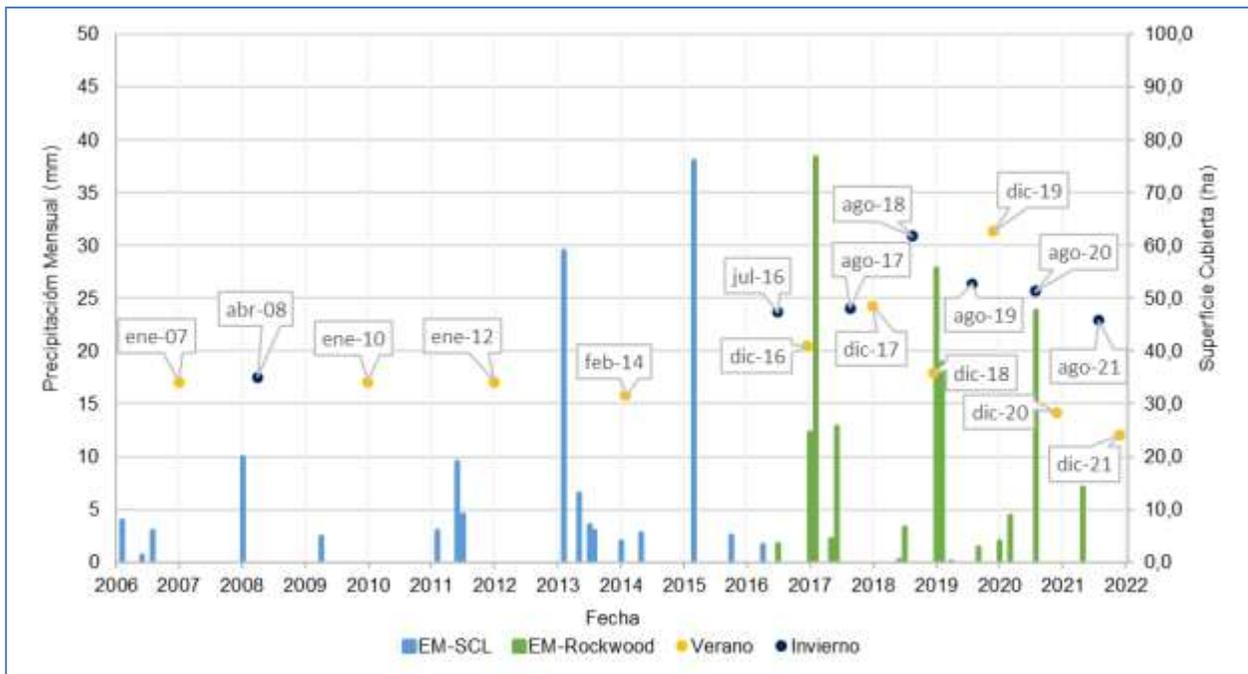


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6-30, se muestran los registros obtenidos con imágenes de Alta Resolución (AR) de la superficie cubierta por las lagunas del sistema La Punta – La Brava. La información levantada desde las imágenes satelitales evidencia un comportamiento estacional, tal como fue mostrado en la sección 5.3 con el análisis de la evolución de las Landsat, donde en general, las mayores superficies se registran durante los meses de invierno. Para las AR las excepciones son para los meses de diciembre 2017 y diciembre 2019. Durante el año 2021 se registró el mínimo histórico de la superficie lagunar con respecto a lo indicado en la Adenda 5 del EIA del Proyecto. Como fue expresado en la sección 6.1 los registros históricos de las imágenes Landsat que muestran una mayor ventana temporal de variación que lo indicado por las imágenes de alta resolución presentado en la Adenda 5, indican superficies cubiertas menores.

Las superficies mínimas obtenidas en 2020 y 2021 se dan en el mes de diciembre, mes que corresponde al punto más bajo del ciclo intranual de la extensión área de las lagunas, mientras que el mínimo de Línea de Base está en el mes de febrero. Otro aspecto para considerar corresponde a que el mínimo histórico de las imágenes consideradas en la Adenda 5 fueron medidas en meses diferentes a los períodos de reporte del PSAH. Detalles de la información de evolución de lagunas, ver Anexo C.

Figura 6-30 Evolución histórica de superficie lagunar sistema La Punta- La Brava



Fuente: Elaboración propia

Dado el análisis histórico realizado en la superficie lagunar se observa que la estacionalidad no está controlada como factor forzante únicamente por el régimen de precipitaciones, sino que principalmente por la evaporación, lo que se traduce en una variabilidad tanto intranual como interanual. Las superficies lagunares muestran tendencia a disminuir en verano e invierno, desde el año 2018.

De acuerdo con el modelo conceptual y a la información de línea de base, el origen de la alimentación de las lagunas del Sistema La Punta y La Brava se sitúa en las zonas distales en el extremo sur de la cuenca a mayor altura, caracterizadas por aguas cloruradas sódicas, dulces a salobres, y de composición isotópica ligera representativa de las aguas de recarga de la región, provenientes de los acuíferos de Monturaqui y Negrillar. Después de atravesar los acuíferos de Monturaqui y Negrillar, las aguas alcanzan la Zona Marginal de manera subterránea a través del Callejón de Tilopozo, no existiendo evidencias de un cauce activo que

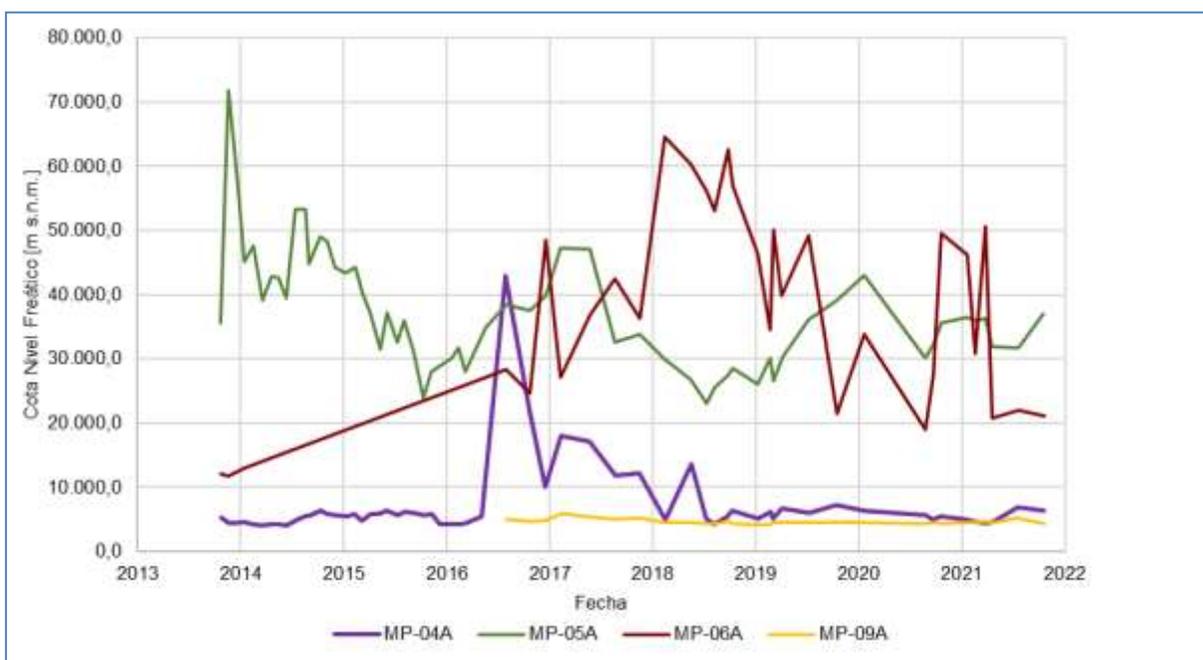
podiese producir escorrentía superficial. Una vez que las aguas subterráneas llegan a la Zona Marginal, comienza a producirse evaporación directamente desde el terreno, comenzando la dinámica de disolución y precipitación de sales. En el área de las lagunas LP-LB de este sistema, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del sur, se genera una interfase salina, que se dispone perpendicular al flujo, por lo que el agua dulce-salobre se ve forzada a ascender, aflorando en superficie, dando origen a las lagunas.

De lo anterior, se tiene que la evolución y dinámica de las lagunas, además de la evaporación y precipitaciones, depende fundamentalmente de su fuente de recarga basal, que recibe desde los flujos subterráneos provenientes del sur.

Respecto de la **calidad química**, se puede señalar que en las aguas subterráneas someras se produce un incremento en la salinidad, desde la Zona Marginal aproximándose al Núcleo, en la dirección del flujo subterráneo, lo que se puede deducir de los valores de conductividad eléctrica o concentración de sólidos disueltos totales.

De este modo, las conductividades más bajas se detectan en los piezómetros MP-04A y MP-09A, ubicados al sur del sistema lagunar La Punta – La Brava, como se puede ver en Figura 6-31 . La conductividad más alta del período de registro fue de 71.800 (us/cm) medida en el punto de monitoreo MP-05A (noviembre de 2013) y, en el año 2021 se registra en el punto MP-06A un valor máximo de 50.630 (us/cm), ambos ubicados en las cercanías del Núcleo y con un menor aporte de los flujos de recargas desde las subcuencas aportantes.

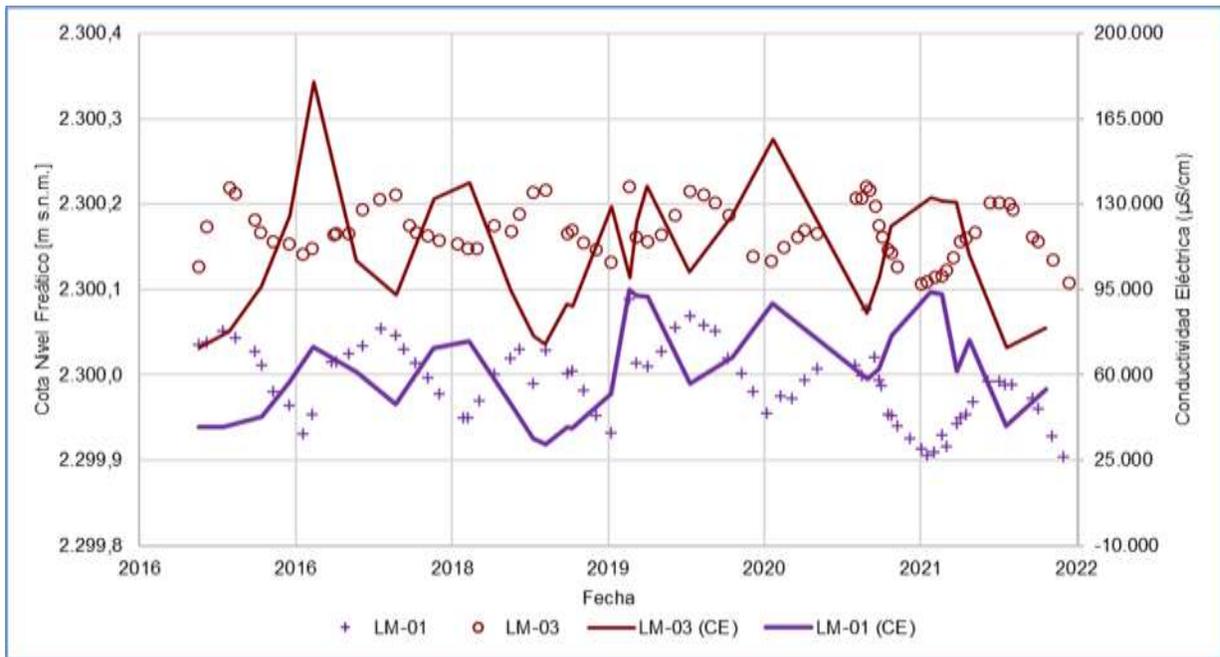
Figura 6-31 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava



El incremento de la conductividad eléctrica estaría relacionado a la disolución de sales durante el recorrido de las aguas desde la Zona Marginal hacia el Núcleo y a la evaporación que aumentan las concentraciones de sales en el fluido.

Este proceso se ilustra en la Figura 6-32, dónde se presenta la evolución de niveles en las lagunas (LM-01 y LM-03) frente a su conductividad eléctrica. Se observa una relación inversa entre el nivel y la conductividad eléctrica, específicamente, las mayores conductividades eléctricas se registran en períodos de niveles bajos y viceversa. Además, en las lagunas, la conductividad eléctrica es mayor que en las aguas subterráneas someras y profundas, debido a los procesos de evaporación cuyo máximo se da en las superficies libres.

Figura 6-32 Evolución de nivel frente conductividad eléctrica en lagunas sistema La Punta-La Brava



CE: Conductividad Eléctrica

Fuente: Elaboración propia

Por último, la Interfase Salina se presenta en general estable durante el año 2021 sin mostrar cambios importantes dentro del año y con respecto al registro histórico. Especialmente, la Interfase Salina se encuentra a mayor profundidad a medida que los puntos de monitoreo se van alejando del Núcleo.

Resumen y/o Conclusiones

A continuación, se presentan los principales análisis presentados para el sector La Punta – La Brava:

- Los niveles registrados durante el año 2021, tanto de agua subterránea como lagunares, se mantienen dentro del comportamiento histórico evidenciando el comportamiento estacional registrado históricamente. En casos puntuales se registran uno o más niveles freáticos bajo el mínimo histórico.
- La calidad de química de las muestras analizadas durante el año 2021 se encuentra dentro de la variabilidad histórica y natural del sector.
- La Interfase Salina permanece en general estable durante el año 2021 y dentro de lo observado históricamente para los puntos de medición. Se observa una profundización de la cuña salina a medida que aumenta la distancia con el Núcleo.
- La superficie lagunar calculada mediante imágenes satelitales de alta resolución durante el año 2021 presentó la estacionalidad esperada según los registros históricos, sin embargo, en diciembre de 2021 se registró el mínimo histórico por debajo de los valores de LB. Analizando las imágenes Landsat históricas (1985-2021), éstas se comportan con una tendencia histórica al descenso, en donde el período 2013-2021 se aprecia con superficies en un rango más estable. Del análisis de la variación de superficies Landsat de detalle período PSAH 2016-2021, se observa además una tendencia al descenso de las superficies Landsat máximas (de invierno) y en menor grado de las superficies mínimas de verano.
- A partir del monitoreo efectuado durante el año 2021, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental.
- Las zonas de recarga se ubican en el sector sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el Noroeste, aumentando su CE hasta encontrarse con la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea ascender aflorando a la superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua incrementa su CE. En épocas de mayor recarga y coincidiendo con la época invernal, las lagunas desbordan por sobre la Interfase Salina produciendo flujos sub-superficiales hacia el Núcleo que alcanzan el límite con la costra de cloruros formando los “open pools”, donde se evapora y disuelve la costra, enriqueciéndose en sales disueltas, convirtiéndose finalmente en salmuera.

6.4.2 Sector Peine

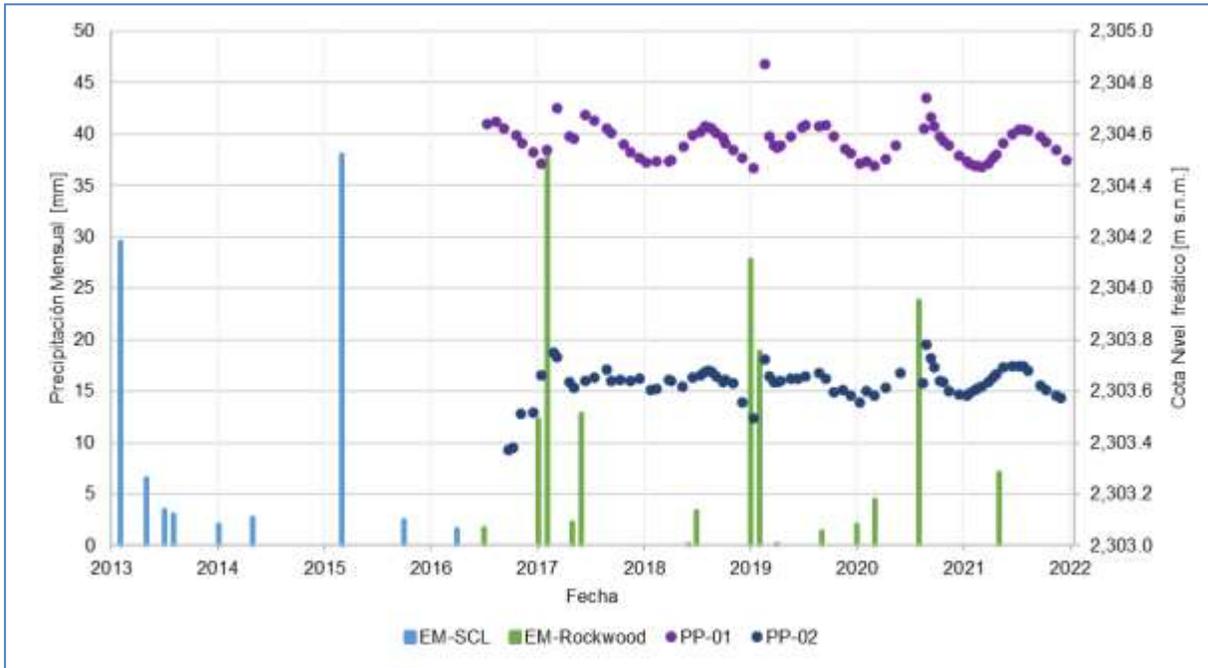
Este sector corresponde al área de la Zona Marginal, Borde Este y Sur, alrededor del sistema lagunar de Peine y parte del Núcleo, donde se encuentran las lagunas Salada, Saladita e Interna.

El funcionamiento del Sistema Peine consiste en que las aguas de las lagunas son alimentadas por agua subterránea procedente del sureste. En la zona donde el nivel freático del acuífero de agua salobre intercepta la superficie del terreno, se sitúan puntos de surgencia, que se disponen a lo largo de un canal situado a unos 2 km al sur de la Laguna Salada. Una vez en superficie, el agua comienza a sufrir proceso de evaporación con más intensidad, fluyendo a través de la Laguna Salada, luego por la Laguna Saladita y finalmente hacia la Laguna Interna, a través de una serie de canales de ancho variable y muy poco espesor de lámina de agua. Por último, el agua de la Laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

En las zonas de recarga, localizadas en el borde este y sur del sistema lagunar, entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina, los niveles medidos durante el año 2021 de los puntos comprometidos del borde este y sur del sistema lagunar Peine siguen la tendencia observada durante el registro histórico, con oscilación estacionaria dentro del rango esperado, hasta 0,15 m (calculados en el PP-01 entre enero y agosto de 2021, Figura 6-33). Históricamente, los pozos del sector han reaccionado a eventos de precipitación de alta intensidad generando un aumento en los niveles, como es el caso de las precipitaciones de agosto de 2020, dónde ocurrieron aumentos de niveles entre 0,02 y 0,15 en los pozos MP-07A y PP-02, inferiores a los registrados en los sectores más cercanos al Núcleo, que se discuten más adelante.

En la Zona Marginal, los puntos de control más cercanos a las lagunas presentan durante el año 2021, presentan tendencias estabilizadas y controladas por la estacionalidad y los eventos de precipitación de mayor intensidad. En el año 2021 los eventos de precipitación no superaron los 7,1 mm/ día, lo que se tradujo en una ausencia de aumentos de nivel como los registrados históricamente los años 2015, 2019 y 2020 (estas variaciones en torno a los 0,7 m, Figura 6-19). Esta variabilidad anual es una situación observada en años anteriores, donde años con menores precipitaciones o ausencia de las mismas, son acompañadas por un comportamiento estacional similar a los niveles freáticos observados este año, como por ejemplo los años 2014, 2016 y 2018.

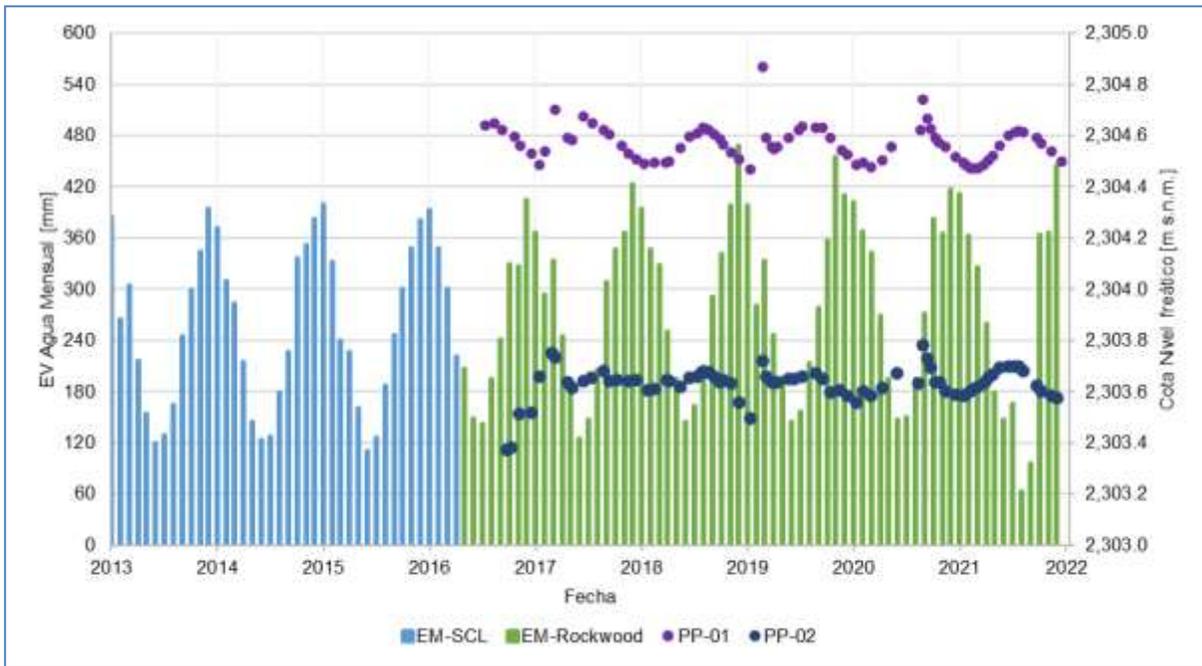
Figura 6-33 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y precipitaciones en el borde Este. Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

La evaporación posee un rol importante en el control de los niveles freáticos de la zona, la Figura 6-34 muestra la relación inversa existente entre la evaporación y los niveles, existiendo mayores descensos cuando la evaporación es mayor. Este comportamiento se observa en la mayoría de los pozos del sector Peine, una excepción pueden ser aquellos más cercanos al Núcleo, donde la eventual existencia de esta oscilación no se percibe, dada la respuesta de los niveles a los eventos de precipitación puntuales descritos anteriormente.

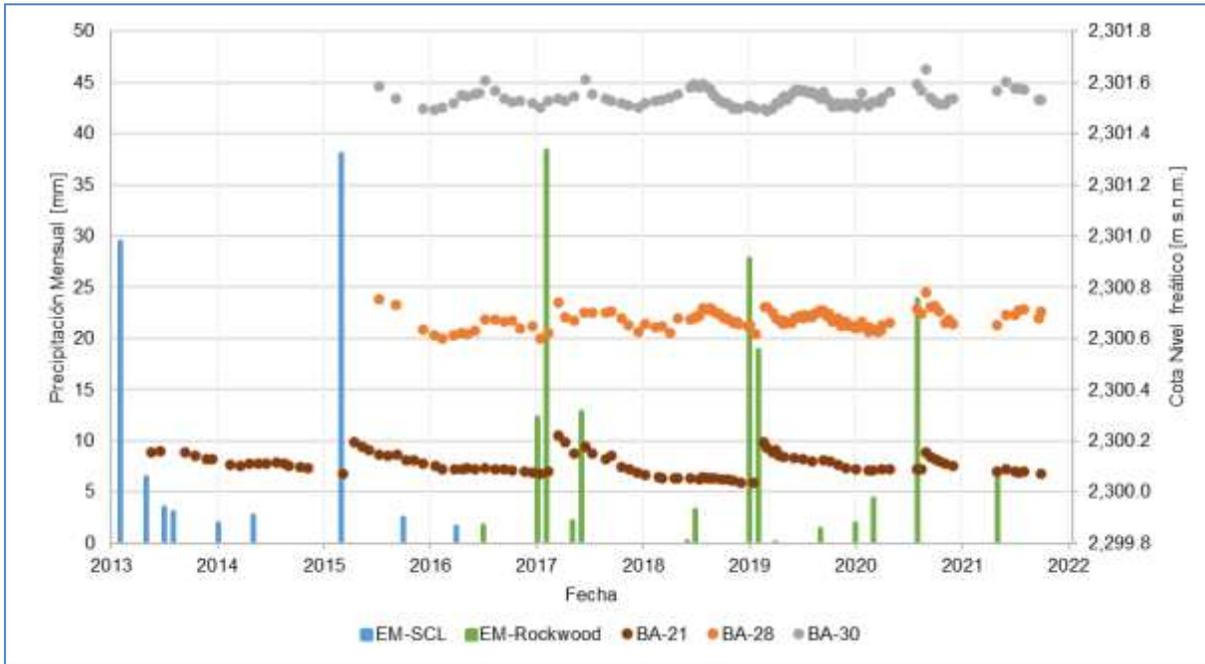
Figura 6-34 Evolución de niveles acuífero dulce-salobre y evaporación en el borde Este. Sistema Peine



Fuente: Elaboración propia

Los niveles registrados durante el año 2021 en la zona de agua salobre, BA-21, BA-28 y BA-30, en las cercanías del sistema lagunar Peine se encuentran dentro de la tendencia histórica (Figura 6-35). Es posible observar una clara respuesta ante los eventos de precipitación a medida que los puntos son más cercanos al Núcleo (BA-21), en contraste a una menor variación de la oscilación estacional en los puntos relativamente más alejados (BA-28 y BA-31).

Figura 6-35 Evolución de niveles en relación con la precipitación mensual. Sistema Lagunar Peine



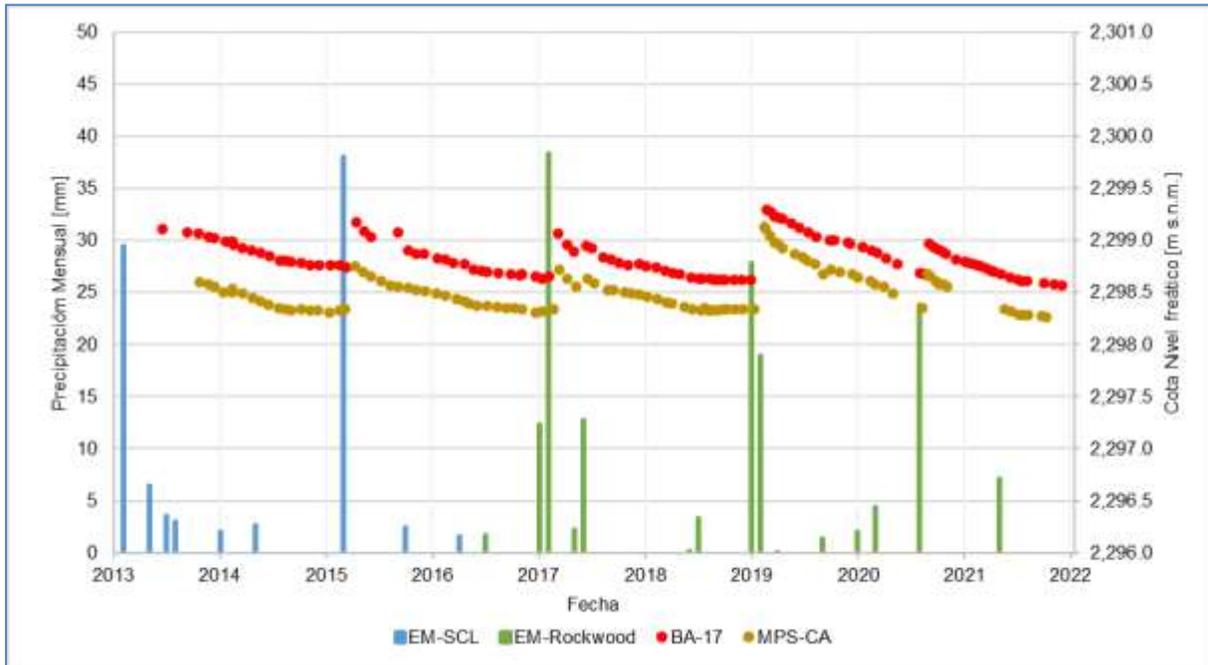
Fuente: Elaboración propia

El piezómetro BA-21, ubicado entre las lagunas Salada y Saladita, muestra una alta sensibilidad a las precipitaciones, generando aumentos notorios en los niveles posteriormente a los eventos para luego descender paulatinamente. El año 2021 este pozo muestra un leve aumento del nivel (0,01 m) luego de las precipitaciones del mes de mayo (7,1 mm).

En la zona de la Laguna Interna, BA-17 y MPS-CA (Figura 6-36) los niveles presentan, en general, una tendencia descendente, la que se ve interrumpida periódicamente por eventos de precipitación, los que generan ascensos de nivel. Esta tendencia al descenso estaría relacionada a la proximidad a la zona de extracción de salmuera. Durante el año 2021, las precipitaciones de mayo no fueron suficientes para generar un aumento de nivel como el observado para anteriores eventos de precipitación en los registros históricos, los que han sido en entorno a los 0,7 metros.

Estos antecedentes estarían mostrando que la recarga sobre el Núcleo proviene de la precipitación directa.

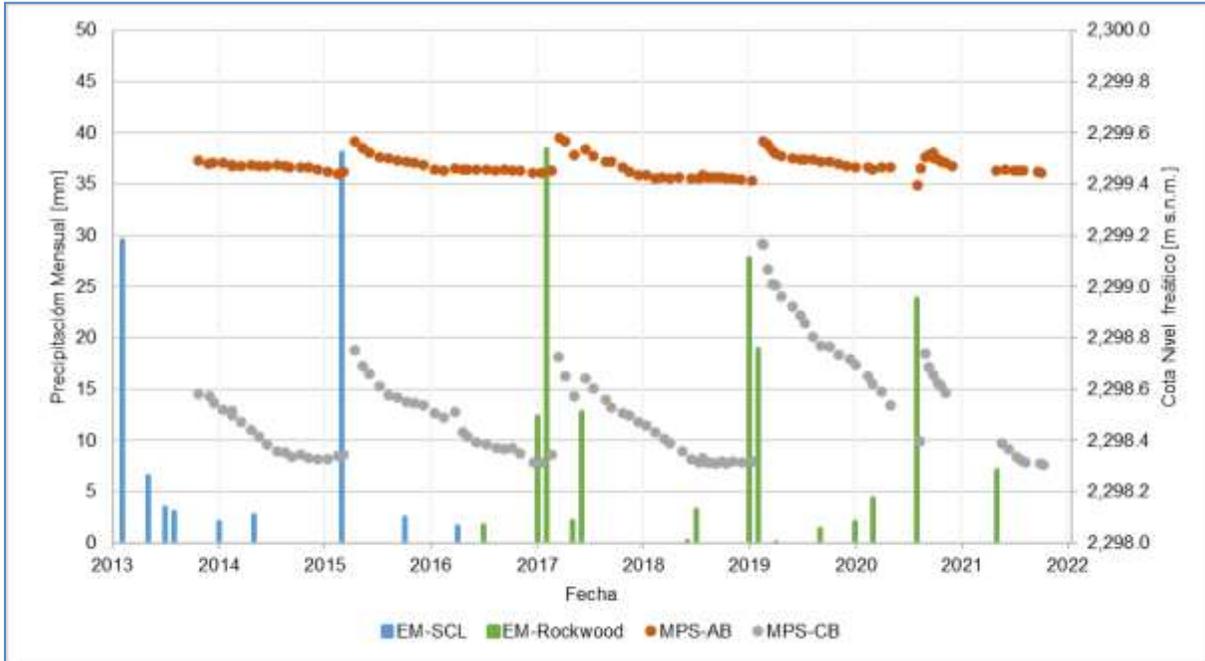
Figura 6-36 Evolución de niveles en el sector de la laguna Interna. Sector Peine



Fuente: Elaboración propia

Los pozos MPS-AB (Zona laguna media, a mayor distancia del Núcleo) y MPS-CB (Laguna Interna, a menor distancia del Núcleo), ambos habilitados por debajo de la Interfase Salina y registran niveles de salmuera, muestran un comportamiento estable de sus niveles en el tiempo (Figura 6-37). Sin embargo, su respuesta a los eventos de precipitación es diferente en cuanto a la magnitud del ascenso de nivel. El pozo MPS-AB presenta aumentos menores posterior a los eventos de precipitación entre 0,04 y 1,6 m, mientras que MPS-CB, más cercano al núcleo, muestra aumentos mayores posterior a la precipitación de hasta 0,85 m. Esta situación ejemplifica lo planteado anteriormente respecto a que los niveles freáticos y/o de salmuera en la Zona Marginal, los que muestran una mayor respuesta a los eventos de precipitación mientras más cerca se encuentren del Núcleo y, por otro lado, mientras más alejados del Núcleo la oscilación estacional de los niveles freáticos se hace más importante.

Figura 6-37 Evolución de niveles profundos, salmuera. Sector Peine

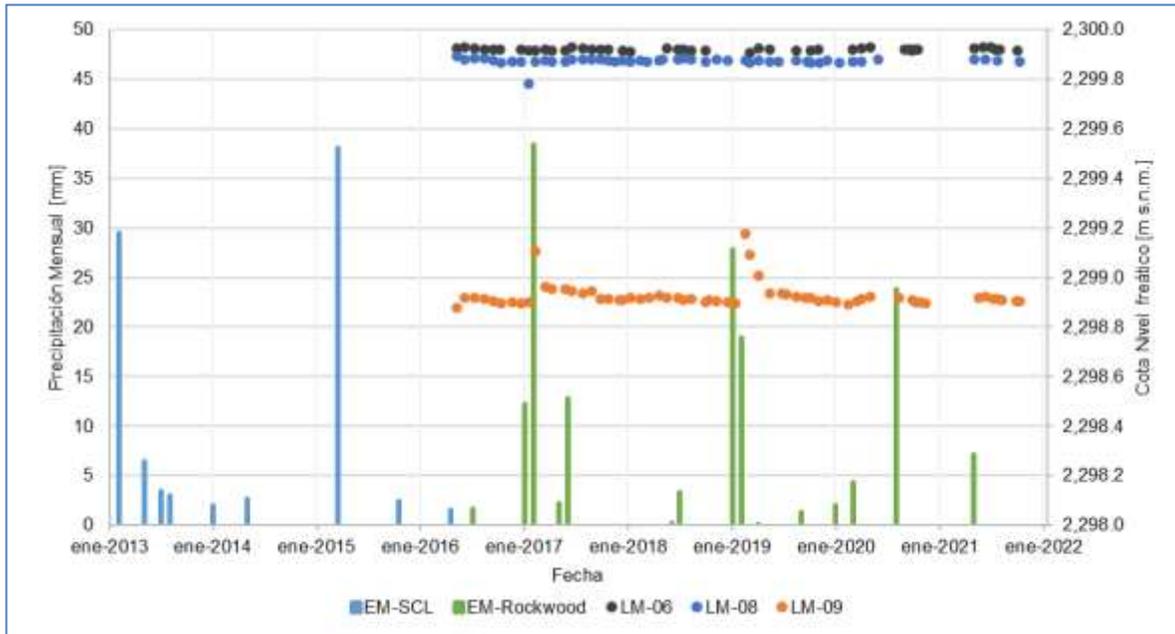


Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, los niveles registrados en los limnímetros en el sector de las lagunas muestran niveles estables en el tiempo y respecto a los datos históricos (Figura 6-38). En el caso de Laguna Interna desde febrero 2019 a diciembre 2021, el comportamiento de los niveles es relativamente equivalente entre ellos. Entre las distintas lagunas que conforman este sistema, se observa un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna, lo que confirmaría la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el Noroeste a través los canales que las comunican.

Como se ha descrito anteriormente para los niveles freáticos, el nivel en las lagunas coincide en presentar un comportamiento más sensible a las precipitaciones dependiendo de su cercanía al Núcleo. La respuesta más notoria se observa los años 2017 y 2019 en la Laguna Interna (LM-09), dónde los niveles de la laguna suben como respuesta a las precipitaciones ocurridas en el período estival de cada año.

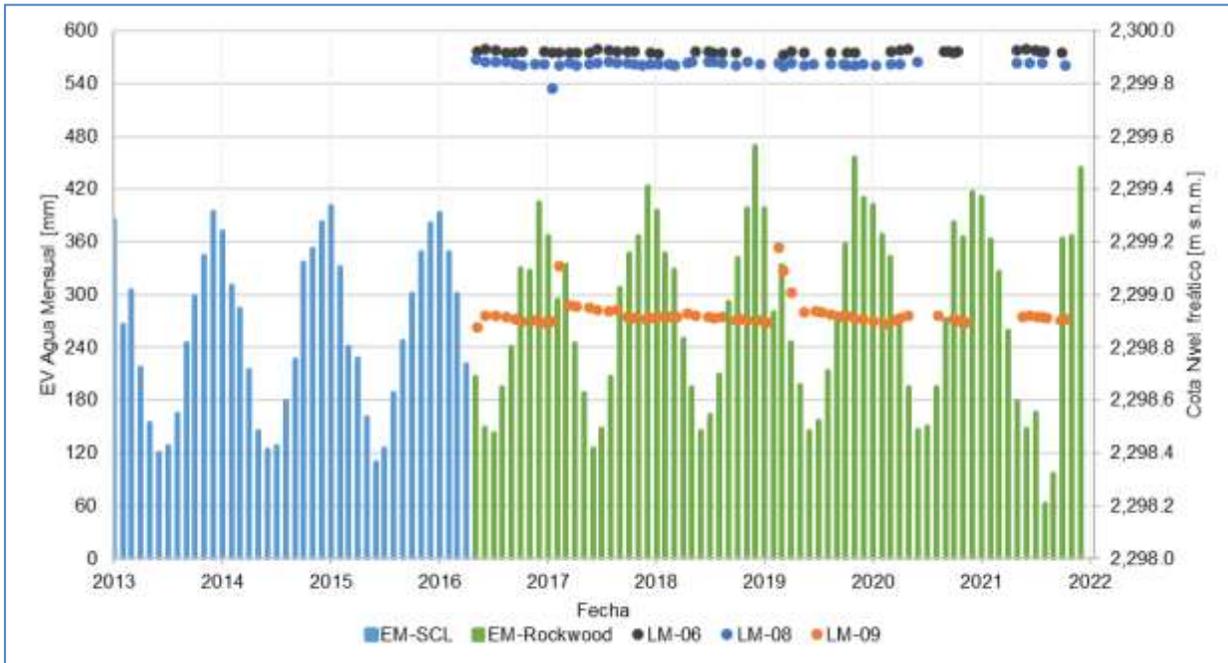
Figura 6-38 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la precipitación



Fuente: Elaboración propia

Respecto de la evaporación se observa una menor amplitud de oscilación estacional, en el orden de 0,02 m o incluso imperceptible, como LM-06 y LM-08, en relación con los otros sistemas lagunares como La Punta La Brava y el Sector Norte y Borde Este, donde la amplitud estacional observada presenta valores de hasta 0,1 m. En la Figura 6-38 se observa el comportamiento consistente entre el año 2021 y el registro histórico respecto de las precipitaciones y en la Figura 6-39 respecto de la evaporación.

Figura 6-39 Evolución de niveles de lagunas en Sistema Peine respecto a la evaporación



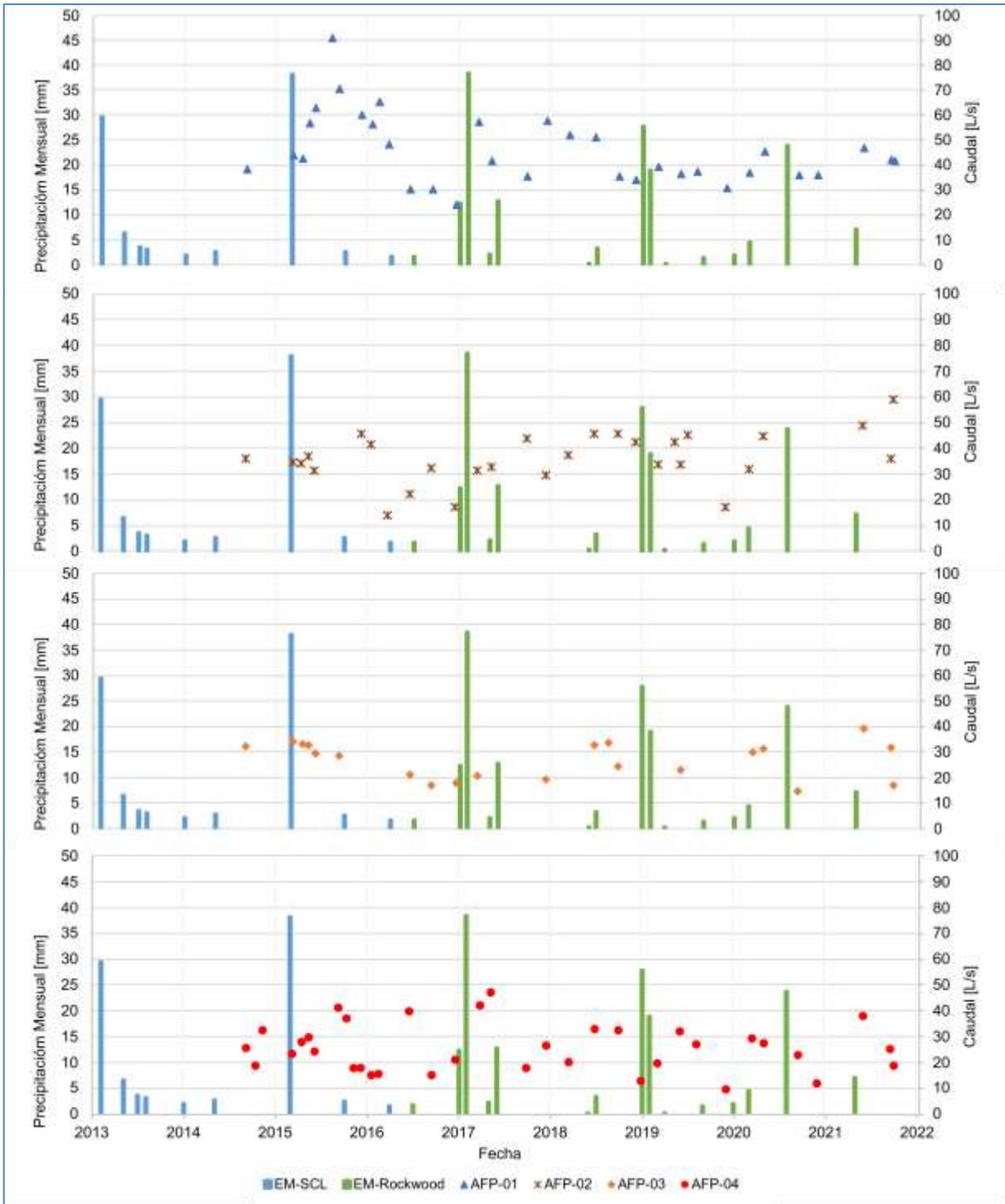
Fuente: Elaboración propia

En términos de los aforos superficiales realizados en el sistema lagunar Peine (Figura 6-40) se observa que los caudales de entrada de la laguna Salada para la gran mayoría de los registros son mayores (estaciones AFP-01 y AFP-02) que los caudales de salida de ésta (AFP-03) y entrada de la laguna Saladita (estación AFP-04). La diferencia que se observa entre los caudales en la dirección del flujo, de AFP-01 a AFP-04 se encontraría relacionado a los procesos de infiltración y evaporación mientras este avanza.

El origen principal de las lagunas se ubica en un arroyo situado al sur de la laguna Salada, esta agua, escurre originando canales naturales que alimentan primero a la laguna Salada, luego Saladita y finalmente la laguna Interna. Durante este trayecto, las aguas se van evaporando, tanto en los cuerpos lagunares, como en los canales que las unen, por lo que los caudales de entrada en cada laguna sucesiva son en general menores a los anteriores.

El registro histórico muestra una alta variabilidad en cada uno de los puntos de medición. Las mediciones realizadas durante el año 2021 se encuentran dentro de los rangos históricos observados en las campañas anteriores de monitoreo, a excepción del aforo realizado en AFP-02 en octubre de 2021 y AFP-03 en junio de 2021 que presentan un máximo respecto a los registros anteriores.

Figura 6-40 Evolución histórica de Caudales Aforados Sistema Peine

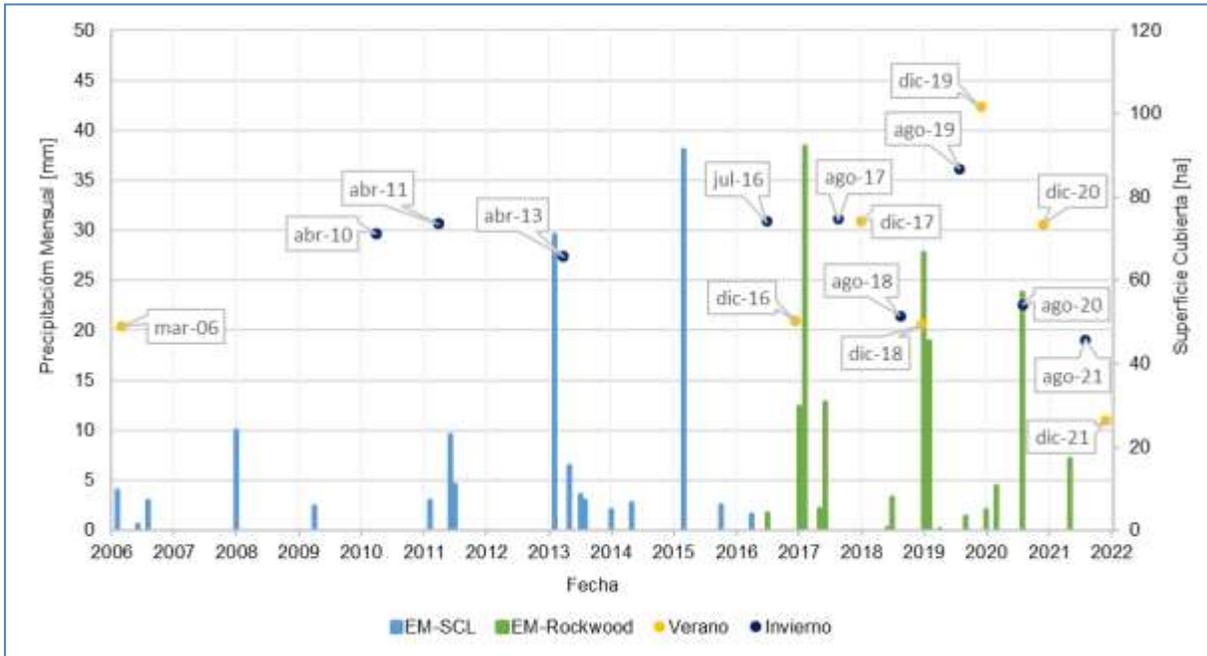


Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la **superficie cubierta lagunas** en el sistema lagunar de Peine (Figura 6-41) son mayores durante los meses de invierno (julio y agosto) y menores en la temporada de verano

(diciembre). Esta tendencia se vio invertida entre los años 2019 y 2020, donde se ha observado que las superficies cubiertas en verano son mayores que las de invierno, situación que no se mantiene el año 2021, donde el área de las lagunas en invierno es mayor a la de verano. En términos históricos, el área calculada mediante imágenes de alta resolución para 2021 se encuentra bajo los mínimos históricos.

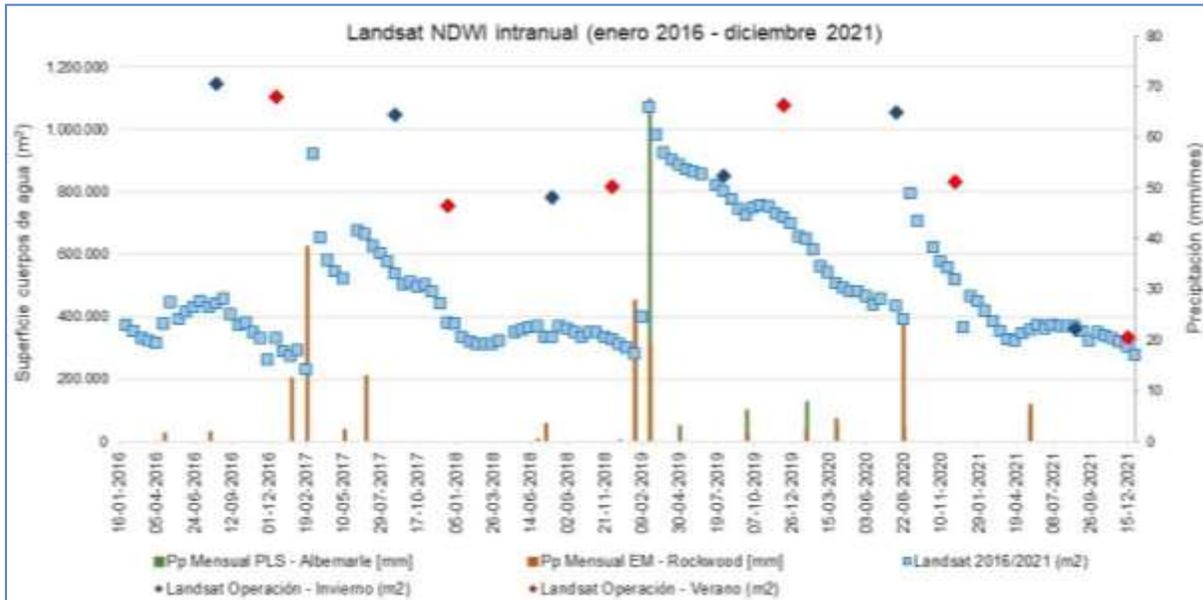
Figura 6-41 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Peine vs Precipitación mensual



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la variación de las superficies semestrales del PSAH desde imágenes de alta resolución, para el sector Peine, se puede observar sólo en el año 2016 una cierta variabilidad estacional reflejada por una diferencia entre el área de invierno con la de verano. Sin embargo, para el resto de los años desde 2017 a la fecha, las áreas resultan ser muy similares, en donde incluso las áreas de verano resultaron ser superiores a las de invierno en el 2019 y 2020. Lo anterior, junto con los resultados de superficie desde imágenes Landsat (Figura 6-42), corrobora el modelo conceptual planteado durante la evaluación del proyecto, respecto a que en general, para el período 2016-2021, no se observa una variación estacional de la superficie lagunar Peine, dado que no se puede establecer una relación directa de las áreas con estacionalidad y/o evaporación. Las demás variables como la precipitación y/o descargas de aguas (desborde en Lagunas interna debido a la morfología) toman mayor significancia en su comportamiento en este período.

Figura 6-42 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Peine (2016-2021)



Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

Mediante el análisis de los sistemas lagunares de Peine, se estableció que, tras la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con precipitaciones importantes, el aumento de la superficie lagunar persiste alrededor de 6 meses y puede ser sostenida hasta 1 año en el caso de ocurrir nuevos eventos. Existe por tanto una dinámica intra e interanual en estos sistemas controlado tanto por las precipitaciones, como por efecto de la evaporación y por el aumento de flujos subsuperficiales y subterráneos. Podemos observar en la Figura 6-42 que la disminución del tamaño de las lagunas entre 2020 y 2021, es acompañada por una disminución en las precipitaciones para el mismo periodo, de la misma manera la ausencia de eventos de precipitación intensos en 2021 se asocia a los mínimos registrados en agosto y diciembre para este año.

Respecto de la **calidad química**, en el sector Peine las aguas subterráneas muestran un incremento de la conductividad eléctrica hacia el Núcleo del Salar. De esta forma, las aguas menos mineralizadas se detectan en la estación Anterrepresa Tilomonte y en los piezómetros MP-07A y MP-08A (Figura 5-43) habilitados en aguas subterráneas someras, de agua salobre y ubicados al sureste de las lagunas, con más influencia de las aguas de recarga provenientes del acuífero aluvial del Borde Este. Las aguas con mayores CE se registran en los piezómetros someros entorno a la laguna Interna, así como también los piezómetros profundos MPS-CB y MPS-AB, los cuales presentan valores superiores a 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 5-43).

En general, la CE registrada en las lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna se adentra hacia

el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE. El agua salobre en esta zona al encontrarse con la costra de cloruros va disolviéndola y va enriqueciéndose en sales disueltas y en parte también se va evaporando, hasta que finalmente, convertida en salmuera, se infiltra al Núcleo.

Respecto a la posición de la Interfase Salina, destaca que, en general, la profundidad de medición de la Interfase Salina en los piezómetros del sector de Peine monitoreados durante 2021 no ha sufrido cambios en relación con los registros históricos de cada punto, por lo que se interpreta que la posición de la Interfase Salina se ha mantenido constante.

Resumen y/o conclusiones

A continuación, se presentan los principales análisis presentados para el sector Peine:

- Los niveles registrados durante el año 2021 en el sector, tanto para aguas subterráneas y aguas superficiales de lagunas, se encuentran dentro de la variabilidad natural registrada en las campañas de monitoreo, presentan variaciones estacionales relacionadas con la evaporación y aumentos bruscos asociados a eventos de precipitación.
- Los niveles analizados de los pozos habilitados en profundidad responden a los eventos de precipitación, los cuales producen aumentos de nivel para luego presentar una tendencia al descenso.
- En relación con la química del agua, las muestras analizadas durante el año 2021 muestran valores dentro de la tendencia histórica.
- La Interfase Salina permanece estable durante el año 2021, profundizándose a medida que los puntos se alejan del Núcleo.
- En relación con la superficie lagunar calculada mediante imágenes de alta resolución, para el sector Peine, del PSAH para el sector Peine, se observaron valores bajo los mínimos históricos de AR, en diciembre 2020 y diciembre 2021. Para el período 2016-2021 se observa una variabilidad que no se puede establecer una relación directa de las áreas con estacionalidad y/o evaporación. Las demás variables como la precipitación y/o descargas de aguas (desborde en Lagunas interna debido a la morfología) toman mayor significancia en su comportamiento en este período, con ciclos de 2 años.

6.4.3 Sector Norte y Borde Este

El sector denominado por este Proyecto como Norte y Borde Este está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana. Ambos sistemas presentan

diferencias en su funcionamiento hidrogeológico, por lo cual se ha realizado la discusión de manera separada.

Las aguas subterráneas del acuífero dulce-salobre se monitorean en el piezómetro MP-12A, situado a unos 15 km al sur del sistema lagunar, en el acuífero aluvial del Borde Este. El registro histórico muestra niveles estables con una leve variabilidad estacional. Se han registrado dos aumentos de nivel asociados a eventos de precipitación en el pozo (2017 y 2019).

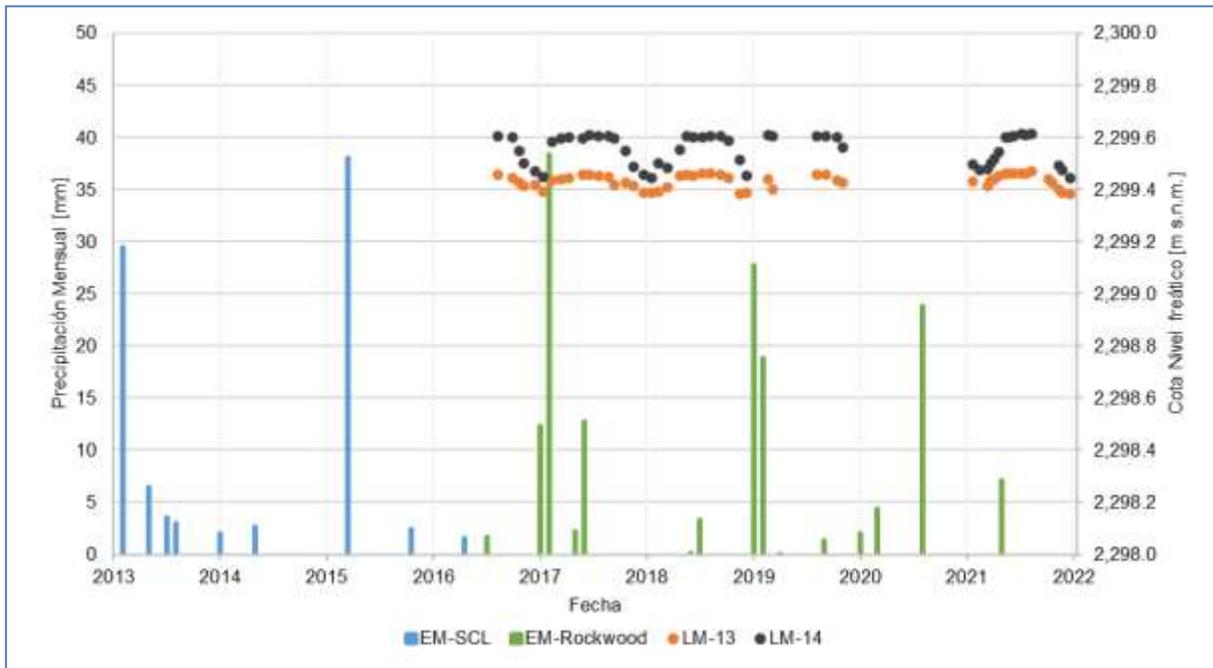
Los perfiles de conductividad eléctrica efectuados en el sector (piezómetro MP-12C), indica que la Interfase Salina, no ha presentado cambios en la ubicación en relación con los registros históricos durante el año 2021.

6.4.3.1 Sistema Aguas de Quelana

Este sector abarca el área de la Zona Marginal y Borde Este de la cuenca alrededor del sistema lagunar Aguas de Quelana.

Debido a las restricciones de acceso a los sitios SNASPE asociado a la Pandemia del COVID-19, no se pudo realizar el monitoreo de los limnímetros del sistema lagunar Aguas de Quelana durante el año 2020, no pudiendo registrarse el eventual aumento de nivel asociado a las precipitaciones de agosto de 2020. En la Figura 6-43, se observa que los registros de nivel limnométrico en 2021 muestran un comportamiento estacional sincrónico al igual que en los años anteriores 2016-2019.

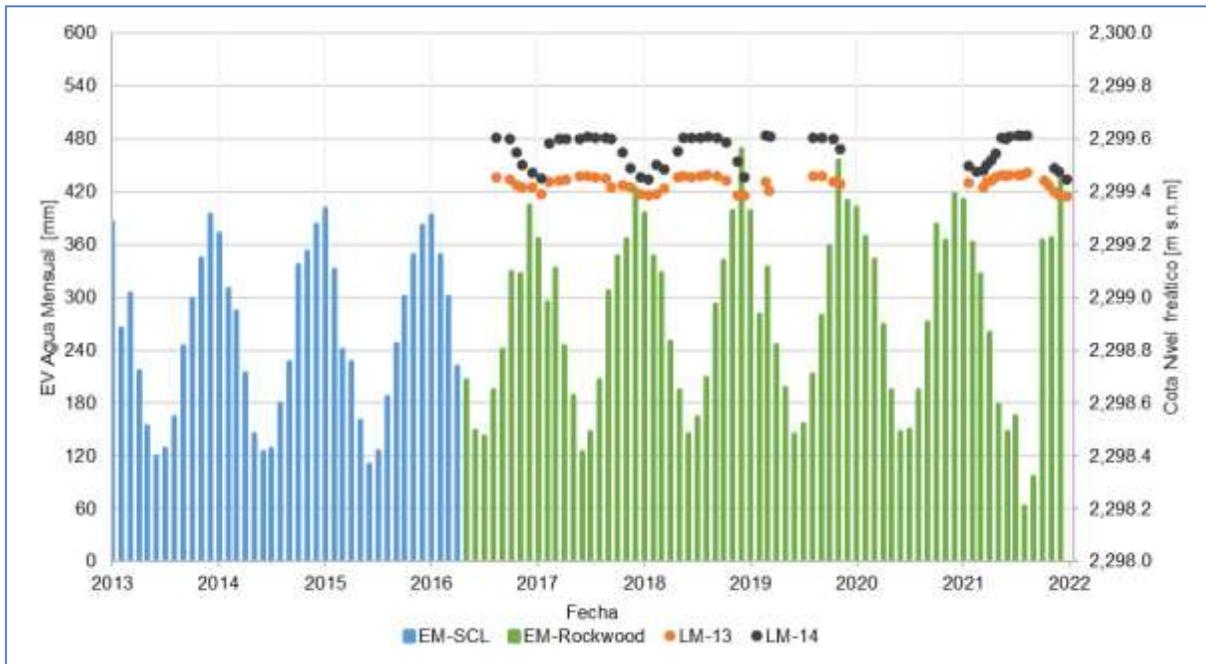
Figura 6-43 Evolución de niveles de pozos de aguas someras, salobres, al Sur del Sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de oscilación estacional de los niveles muestra una correlación directa con la evaporación que ocurre en el Salar, tal como se puede observar en la Figura 6-44. Esta situación es consistente con lo observado en los otros sistemas lagunares analizados en la presente sección.

Figura 6-44 Evolución de niveles de aguas superficiales versus evaporación. Sistema Aguas de Quelana



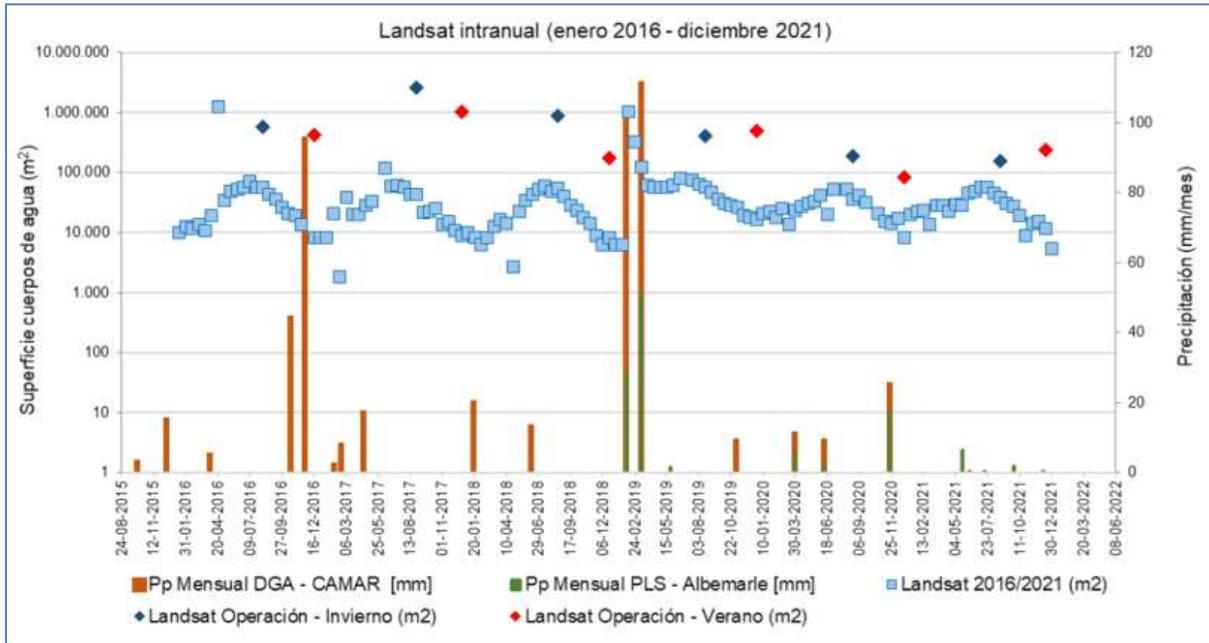
Fuente: Elaboración propia

Se hace la observación de que en la Zona Marginal entorno el sistema lagunar de Aguas de Quelana no se cuenta con registro de niveles de salmuera, ya que Albemarle no dispone de puntos de monitoreo en esta área.

La **superficie cubierta** por el sistema laguna Aguas de Quelana muestra en general, según el análisis de imágenes Landsat (Figura 6-45), un comportamiento estacional consistente con lo observado en los limnímetros, donde los máximos se registran durante los meses de invierno y los mínimos en los meses de verano. Durante el verano del año 2021 se observa el segundo menos valor registrado para la serie por el método de imágenes de alta resolución, el cual es además inferior al mínimo histórico de la serie de la Adenda 5. Adicionalmente se observa una disminución del área de las lagunas entre 2017 y 2021, con un aumento en el año 2019 relacionado a las precipitaciones del mes de febrero de ese año, tanto en imágenes de alta resolución (Figura 6-46) como imágenes Landsat (Figura 6-45).

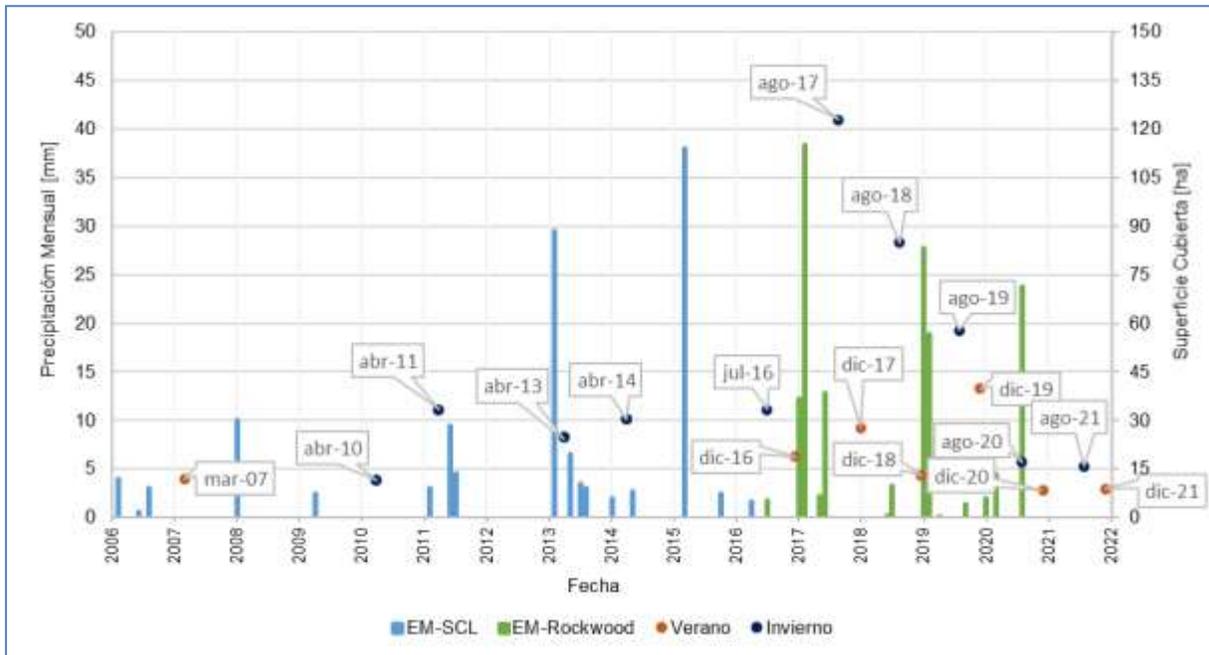
Según lo observado en el registro histórico de imágenes Landsat (1972-2014), en la Adenda 5 del EIA del Proyecto se indica que el complejo de Aguas de Quelana es el único en donde se ha llegado a observar prácticamente seco, sin apenas lámina libre de agua. Este antecedente permite inferir que la superficie cubierta por el sistema Aguas de Quelana puede ser menor a lo indicado en la Adenda 5.

Figura 6-45 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Aguas de Quelana (2016-2021)



Fuente: Albemarle- “Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021”

Figura 6-46 Evolución histórica de superficie lagunar sistema Aguas de Quelana



Fuente: Elaboración propia

Resumen y/o conclusiones

El sistema lagunar Aguas de Quelana está siendo monitoreado por Albemarle desde el 2016, por lo que el registro histórico de monitoreo hasta el momento es escaso para establecer tendencias históricas claramente definidas. A continuación, según los nuevos antecedentes se tiene que:

- Los niveles medidos en las aguas subterráneas someras (salobres) presentan una tendencia estable, con variaciones estacionales. Estas variaciones estacionales también se observan en los niveles de agua de las lagunas y superficies lagunares y las que están asociadas a la evaporación y responden a los eventos de precipitación.
- En el sistema Aguas de Quelana se observan 2 tipos de agua; aguas intermedias cloruradas sódicas, que se disponen al Este del sistema en la zona de las vertientes, y aguas cloruradas sódicas, de mayor salinidad, que se localizan en el sector Oeste, en las lagunas y acuífero de agua dulce-salobre.
- En relación con las superficies semestrales del PSAH y considerando el mínimo histórico AR (113.000 m²), se observó una cobertura en agosto de 2021 mayor en 38,5% y la de diciembre 2021 menor en 21,4%. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH. Para el período 2016 a 2021, se observan aumentos y descensos de superficies de lagunas que no se relacionan directamente con los eventos de precipitación, indicando que el agua en las lagunas está sometida a procesos de evaporación, y este sería el factor actual principal en el control de la extensión del sistema lagunar. Solo se observa correspondencia entre el aumento de precipitaciones y de superficies en los registros de febrero 2019, donde ambas variables presentan aumentos significativos.
- La dinámica de las lagunas está marcada por la evaporación con máximos de nivel y superficie en invierno y mínimos en verano. En ocasiones, durante los años más húmedos, o tras eventos de precipitación importantes en donde la superficie lagunar aumenta considerablemente, se producen desbordamientos superficiales hacia el Núcleo desde las lagunas.
- Las aguas de las lagunas provienen del acuífero aluvial del borde Este. En las zonas de recarga, estas aguas poco salinizadas y de composición clorurada cálcica, son alimentadas, a su vez, por aguas de distintas quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Durante su recorrido hacia el Oeste, por efecto de la disolución de sedimentos evaporíticos, las aguas aumentan su CE y cambian su composición a cloruradas sódicas, hasta llegar a la Zona Marginal. Ya en la Zona Marginal, comienzan los procesos de evaporación, disolución y precipitación de sales. En la zona de las lagunas, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del Este, el agua

salobre se ve forzada a ascender al encontrarse con la salmuera del Núcleo (Interfase Salina), aflorando en superficie y dando origen a las Lagunas del Sistema Aguas de Quelana.

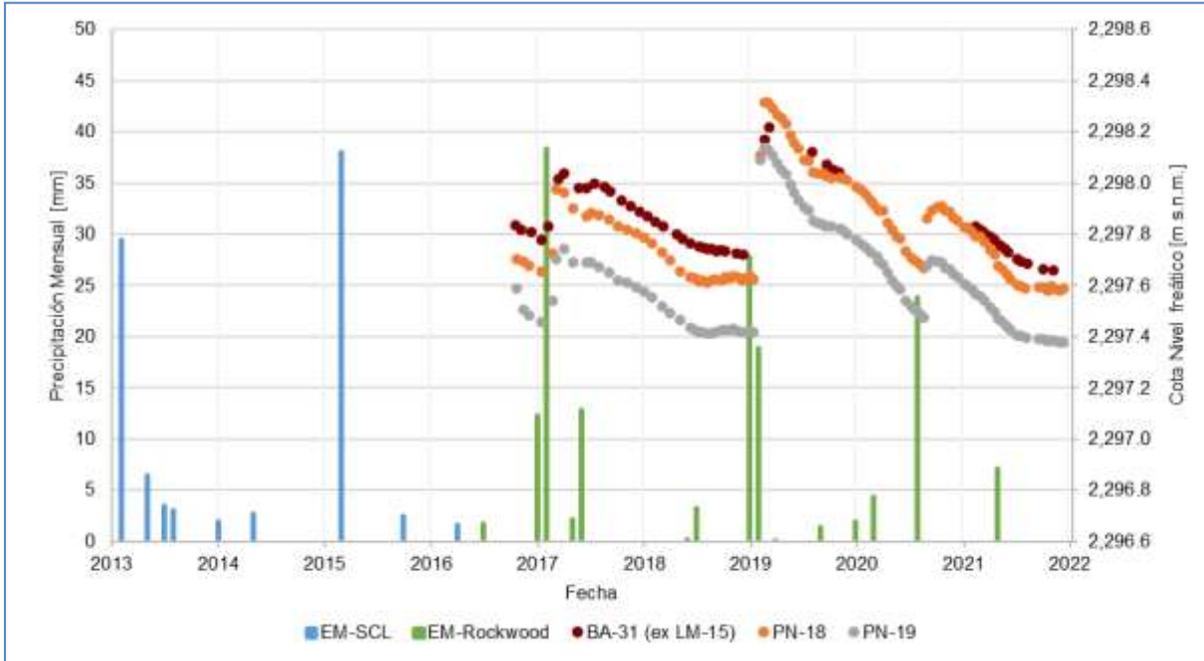
6.4.3.2 Sistema Lagunar Soncor

Este sector abarca el área de la Zona Marginal, alrededor del sistema lagunar Soncor y el área frente a las lagunas del Borde Este.

El nivel de agua subterránea de la Zona Marginal se monitorea mediante el piezómetro somero BA-31. Durante el año 2020 no se pudo realizar el monitoreo de este punto debido a las restricciones de acceso derivadas de la Pandemia de COVID-19. No obstante, se observa en el registro histórico una tendencia al descenso originada por la extracción de salmuera en el Núcleo del Salar, interrumpida por las alzas de nivel asociadas a eventos de precipitación los años 2017 y 2019. La ausencia de eventos de precipitación de mayor intensidad durante el año 2021 se ve reflejado en la ausencia de recuperación del nivel freático en este sector para este periodo (el cual es controlado por las precipitaciones), registrándose además valores inferiores respecto de los años anteriores. Si bien la información levantada durante el año 2021 indica, en primera instancia, una continuación del descenso observado durante el año 2019, luego de las precipitaciones de mayo de 2021 se observa una tendencia a la estabilización de los niveles freáticos en este sector y en las cercanías del sistema Lagunar de Soncor (Figura 6-49).

En las cercanías del sistema lagunar Soncor, en el Núcleo de Salar, los piezómetros PN-18 y PN-19 muestran el mismo comportamiento descrito para el piezómetro somero BA-31, registrando un efecto más marcado de la extracción de salmuera respecto al barreno.

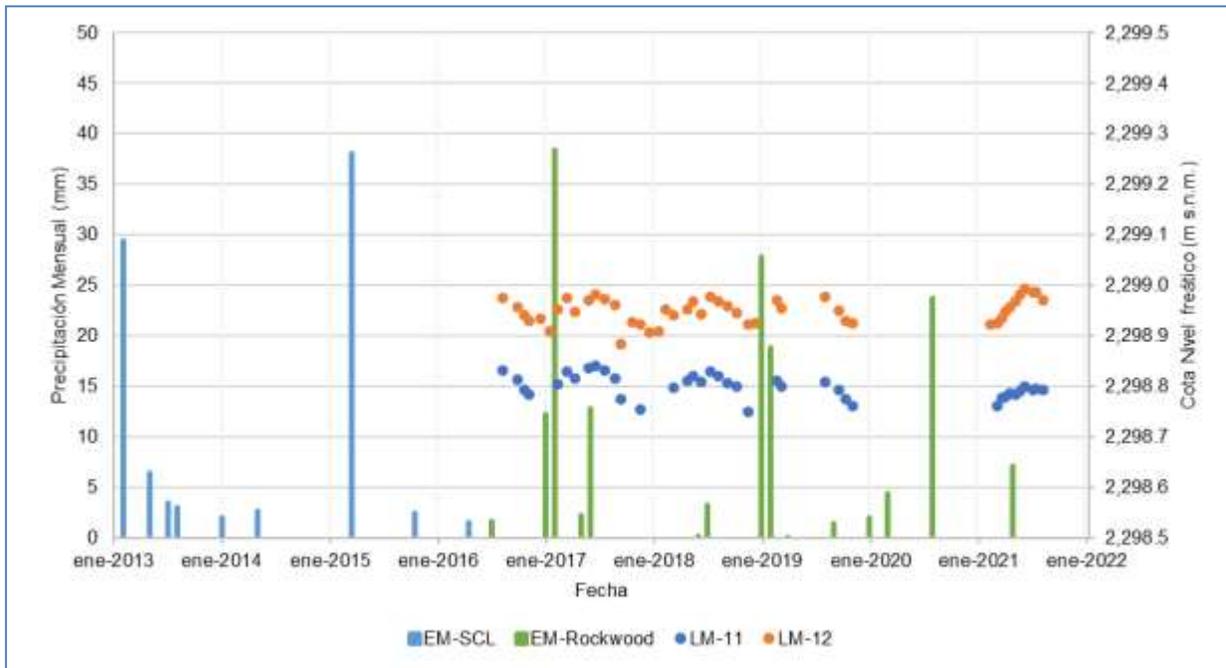
Figura 6-47 Evolución de nivel en piezómetros de salmuera próximos al Sistema Soncor



Fuente: Elaboración propia

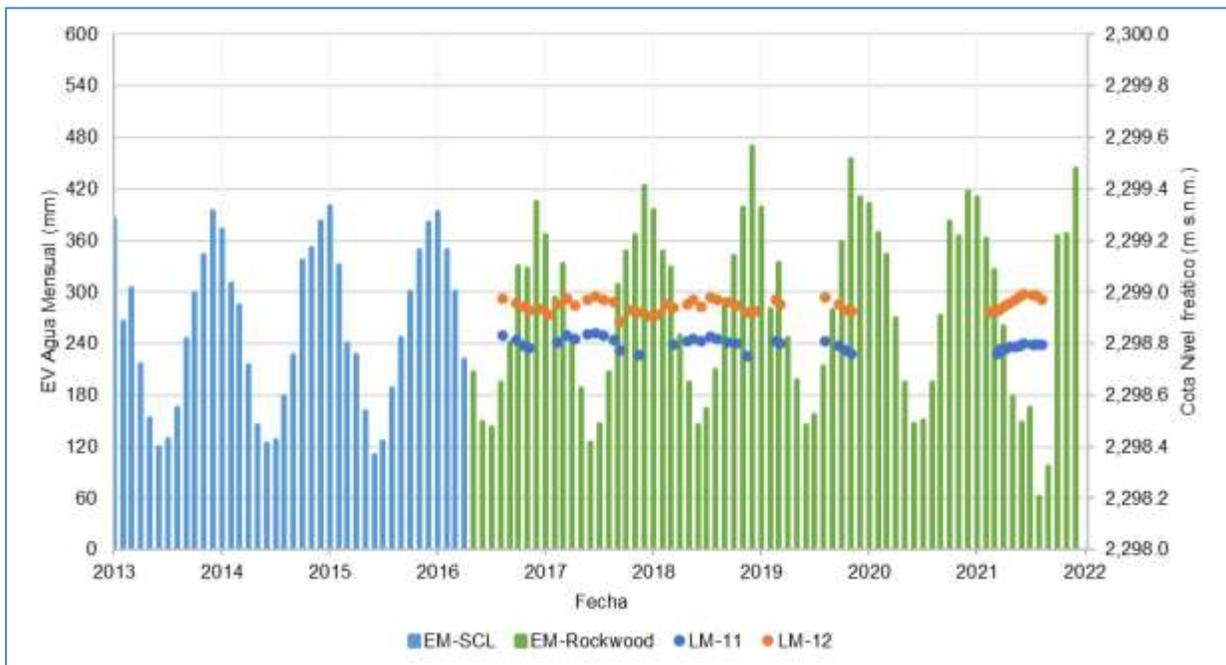
Tal y como se ha explicado en los otros sistemas lagunares, los niveles de las lagunas del Sistema Soncor, muestran un comportamiento estacional, con máximos en invierno y mínimos en verano, mostrando ascensos de nivel como respuesta a las precipitaciones (Figura 6-48) y una relación inversa con la evaporación (Figura 6-49). Como se ha explicado anteriormente, las variaciones estacionales se interpretan que son producidas principalmente por evaporación.

Figura 6-48 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a las precipitaciones



Fuente: Elaboración propia

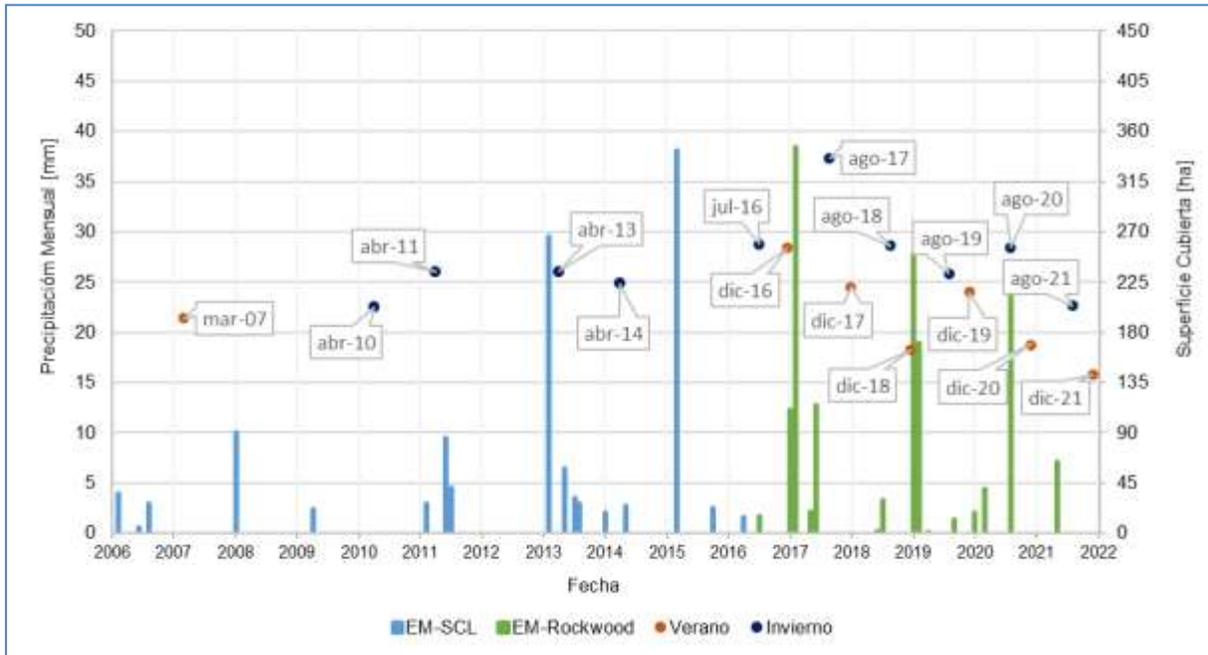
Figura 6-49 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor respecto a la evaporación



Fuente: Elaboración propia

A sí mismo como se han observado los patrones respecto al nivel freático y las variables hidrológicas en los distintos sistemas lagunares, el sistema Lagunar de Soncor presenta un comportamiento estacional, donde las superficies mínimas del sistema lagunar se dan en los meses de verano y los máximos en la temporada de invierno, adicionalmente se debe mencionar que no se observa una correlación clara del área de las lagunas posterior a los eventos de precipitación, por lo que se infiere que la precipitación no sería el factor principal que controla la variabilidad estacional del sistema. En el año 2021, la superficie determinada mediante imágenes de alta resolución durante la campaña de verano es menor al mínimo histórico indicado en la Adenda 5. Es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH agosto y diciembre, que corresponden a los máximos y mínimos del ciclo interanual.

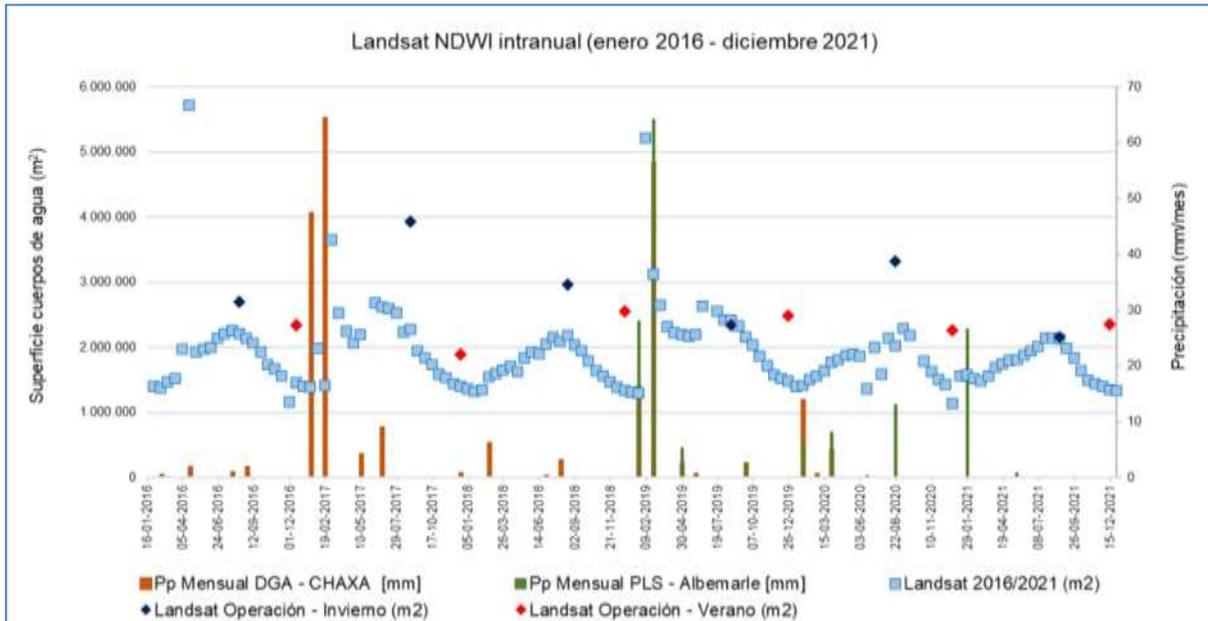
Figura 6-50 Evolución de Nivel de Aguas superficiales en el Sistema lagunar Soncor



Fuente: Elaboración propia

La serie 2016 a 2021 (Landsat) presenta una tendencia al descenso de las superficies en invierno; mientras que los registros mínimos se aprecian entre octubre y marzo (verano). Por lo anterior, se tiene que la precipitación no sería el factor principal que controla la variabilidad estacional del sistema; a excepción de registros puntuales en febrero de 2017 y febrero de 2019. No obstante, los eventos importantes de precipitación pueden generar aumentos locales en la superficie cubierta por el sistema Soncor.

Figura 6-51 Evolución histórica de superficie Landsat lagunar sistema Soncor (2016-2021)



Fuente: Albemarle- "Anexo C Superficie Cubierta por Lagunas, Invierno 2021 – Verano 2021"

Se hace la observación de que en el Sector de Soncor no se dispone de piezómetro para monitorear la posición de la Interfase Salina. El punto más cercano en el que se monitorea esta variable es el MP-12C, en el borde Este del Salar.

El flujo que avanza desde la Laguna Chaxa (LM-12) hacia laguna Barros Negros (LM-11) sufre un aumento de su conductividad eléctrica a medida que se acerca al Núcleo, con valores similares a los de las aguas subterráneas del sector en el punto BA-31. Esto se debe, por una parte, a la concentración por evaporación de las aguas a medida que circulan por el sistema lagunar en dirección al núcleo y, por otra parte, a la disolución de sales presentes en el Salar.

Resumen y/o conclusiones

El monitoreo de las variables comprometidas en este PSAH en el sistema Lagunar Soncor ha comenzado el año 2016, por lo que el registro histórico de monitoreo hasta el momento es escaso para establecer una tendencia histórica clara. No obstante, los puntos más importantes del análisis son:

- Durante el año 2021, los piezómetros PN-18 y PN-19 (ceranos al sistema lagunar Soncor) junto con el Barreno BA-31, muestran una continuación del descenso observado durante el año 2020, y posterior a las precipitaciones de mayo de 2021 se observa una tendencia a la estabilización de los niveles freáticos
- La química del agua del sector se mantiene dentro de los rangos históricos y esperados, no presentando variaciones relevantes.

- En relación con las superficies históricas en alta resolución presentadas en la Adenda 5, las superficies semestrales del PSAH se presentan por sobre y bajo el mínimo de Adenda 5 (1.924.000 m²). Las variaciones más destacadas son las de en agosto de 2021 donde la cobertura es mayor en +115.790 m² (+6,0%), diciembre 2021 con la cobertura menor en -500.926 m² (-26,0%) y diciembre de 2018 con la cobertura menor en -283.416 m² (-14,7%) respecto al mínimo reportado en la Adenda 5. Es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH agosto y diciembre.
- A partir de los resultados del monitoreo efectuado durante el año 2021, se confirma el modelo conceptual establecido, tal y como se detalla a continuación:
 - El flujo subterráneo que alimenta a las lagunas proviene del Este (según lo explicado en Adenda 5 también proceden del Norte, pero a partir del monitoreo efectuado no se tienen datos del sector Norte) y conforme fluye hacia el Oeste, va incrementando su CE debido a la disolución de sedimentos evaporíticos.
 - En la zona donde la Interfase Salina intercepta la superficie topográfica, se generan manantiales. El agua procedente de estos manantiales fluye de manera superficial-subsuperficial generando canales naturales en dirección sur y comienza a sufrir procesos de evaporación alimentando las lagunas Chaxa y finalmente Barros Negros.
- Aguas abajo de la laguna Barros Negros, el agua que no se ha evaporado se desborda directamente sobre el Núcleo del Salar, incorporándose al acuífero de Salmuera.

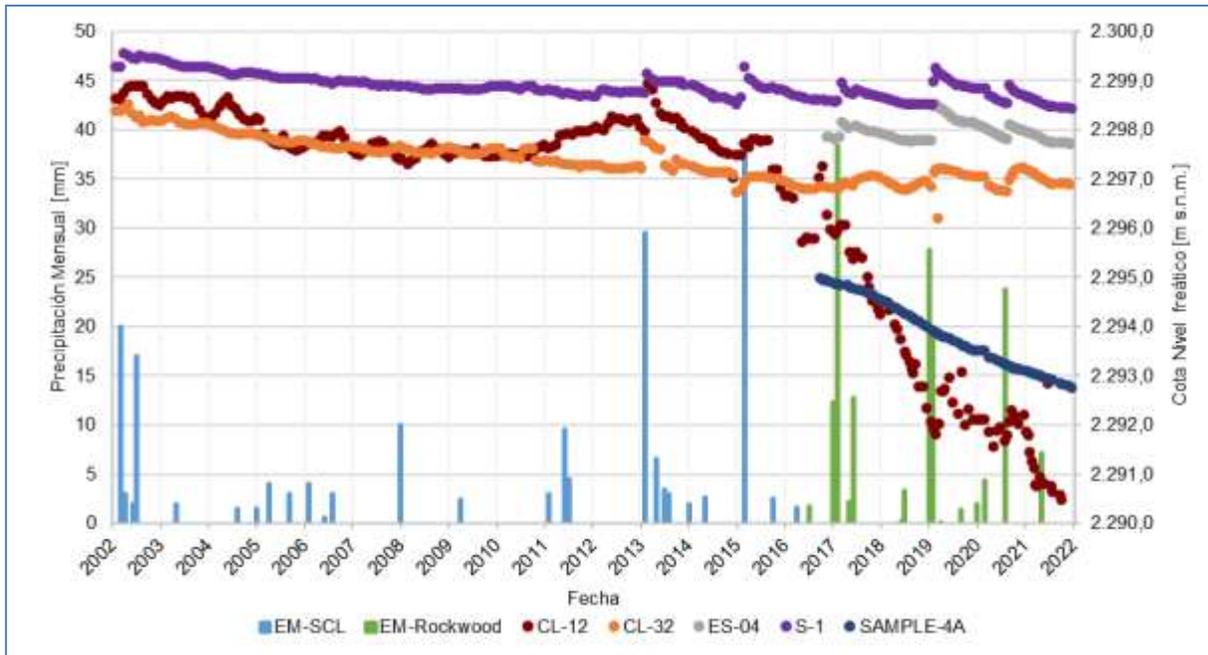
6.4.4 Sector Núcleo

El Sector Núcleo corresponde a la zona de descarga donde confluyen las aguas de recarga provenientes de las cuencas aportantes (norte, este, sureste y suroeste), junto con las aguas provenientes de los sistemas lagunares, que por escorrentía superficial e infiltración subsuperficial fluyen hasta la costra salina.

En la Figura 6-52 se muestra la evolución de las series temporales de niveles de algunos de los pozos de Núcleo con respecto a las precipitaciones medidas en las estaciones meteorológicas SCL y Rockwood, con el fin de analizar el comportamiento general de los niveles del núcleo. En particular, para el sector centro norte del Núcleo se tiene al piezómetro ES-04, para la zona este se tiene el piezómetro S-1, para la zona oeste se tiene el piezómetro Sample 4A, y para la zona de producción se tiene el piezómetro CL-12 y CL-32, ubicados en el área de extracción A1. Se puede observar que los niveles en estos piezómetros reaccionan a los eventos de precipitaciones importantes, generándose un aumento brusco en el nivel y luego retomando una tendencia al descenso. Una excepción a este comportamiento es el punto Sample-4A, ubicado en el margen oeste del Núcleo. Durante el año 2021, el evento de

precipitaciones de mayo de 2021 no genera un aumento brusco en los niveles, debido a la menor magnitud de éste.

Figura 6-52 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo



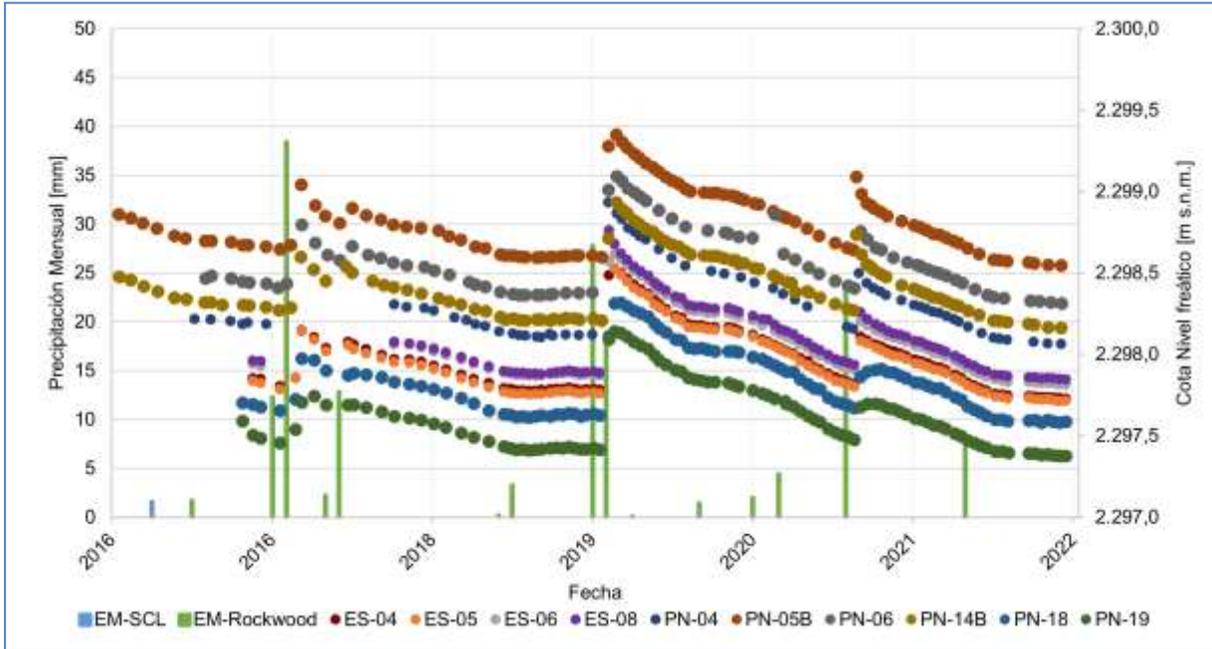
Fuente: Elaboración propia

El año 2021 se observa que continua la tendencia al descenso observada en el segundo semestre del año 2020 en los pozos S-1, ES-04 y CL-32. No obstante, se observa una disminución de la tasa de descenso en el mes de julio aproximadamente, siendo menor en a 1 cm por mes.

En cambio, los piezómetros CL-12 y Sample-4A mantienen su tendencia de descenso hasta fines de 2021. En general, los descensos son más pronunciados en las zonas próximas a áreas de extracción de salmuera, ya sean de Albemarle o SQM (Pozo CL-12 o Sample-4A), y disminuyen conforme se alejan de la misma (ES-04).

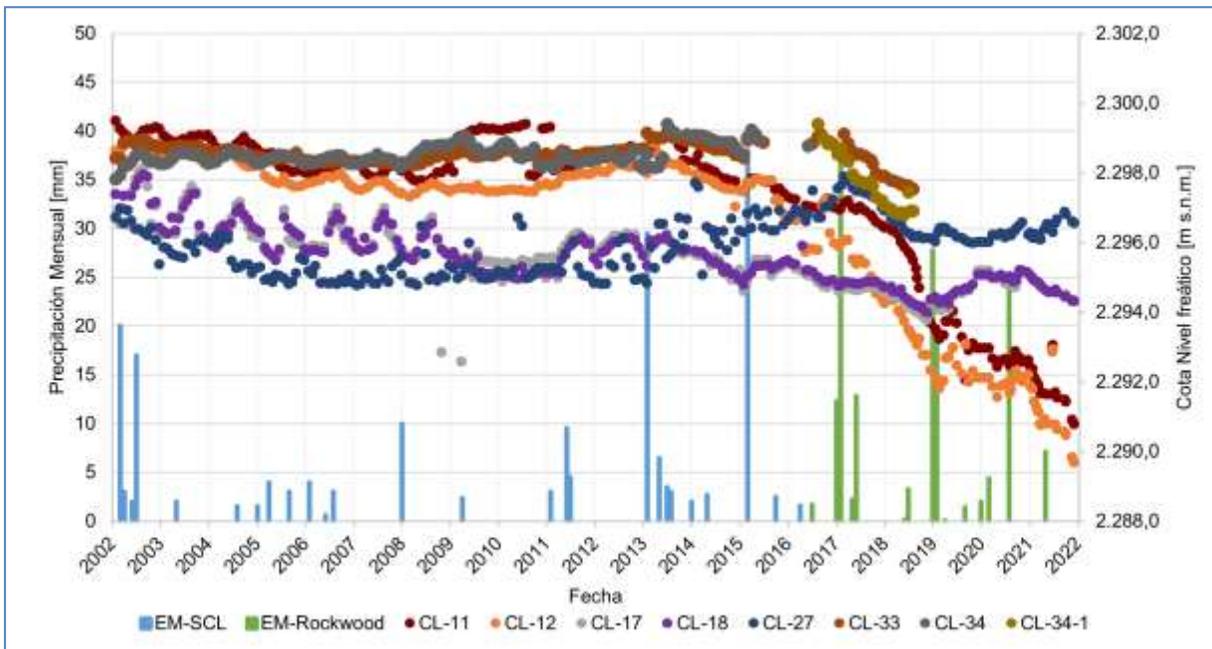
El rol de las precipitaciones se observa claramente en el sector norte y este del Núcleo (Figura 6-53), todos los pozos presentan un comportamiento similar y sincrónico, con aumentos de nivel asociados a eventos intensos de precipitaciones. Por otra parte, los pozos de la zona de producción son sensibles a los eventos de precipitaciones del Salar, no obstante, el factor principal que controla la evolución de los niveles en el núcleo es la influencia de extracción de salmuera (Figura 6-54).

Figura 6-53 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Norte y Este



Fuente: Elaboración propia

Figura 6-54 Evolución de los niveles de Salmuera en el Sector Núcleo Zona de Producción



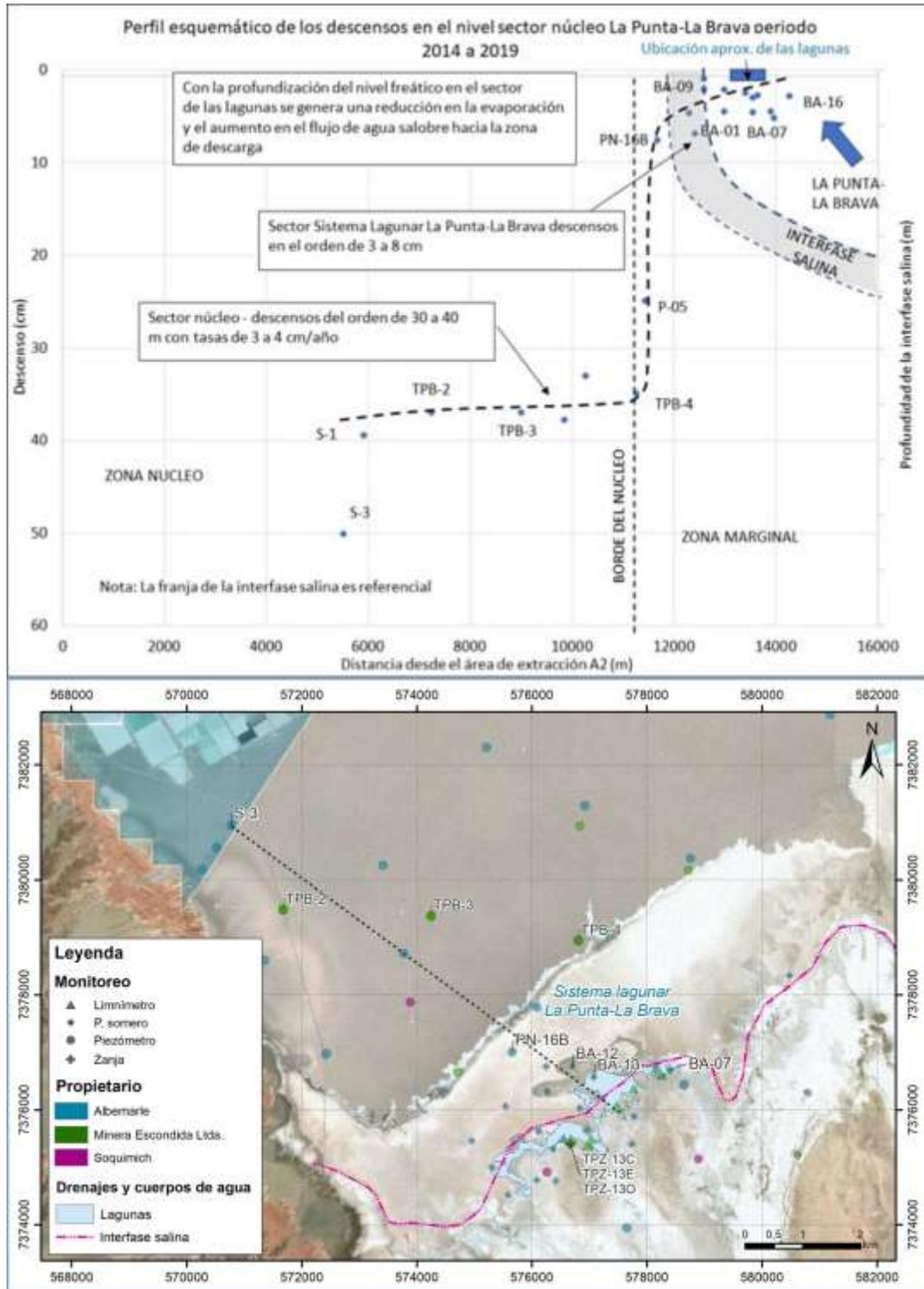
Fuente: Elaboración propia

En las mediciones de evapotranspiración por el método del domo en el sector Núcleo se observan tasas de evapotranspiración menores a 0,5 mm/día (sección 5.2). Esto es concordante con lo observado en los niveles donde no se observan variaciones estacionales

relacionadas a la evaporación, debido a la menores tasas registradas que en otros sistemas, siendo los mecanismos principales en control de los niveles el descenso generado por la extracción de salmuera y los eventos de precipitaciones.

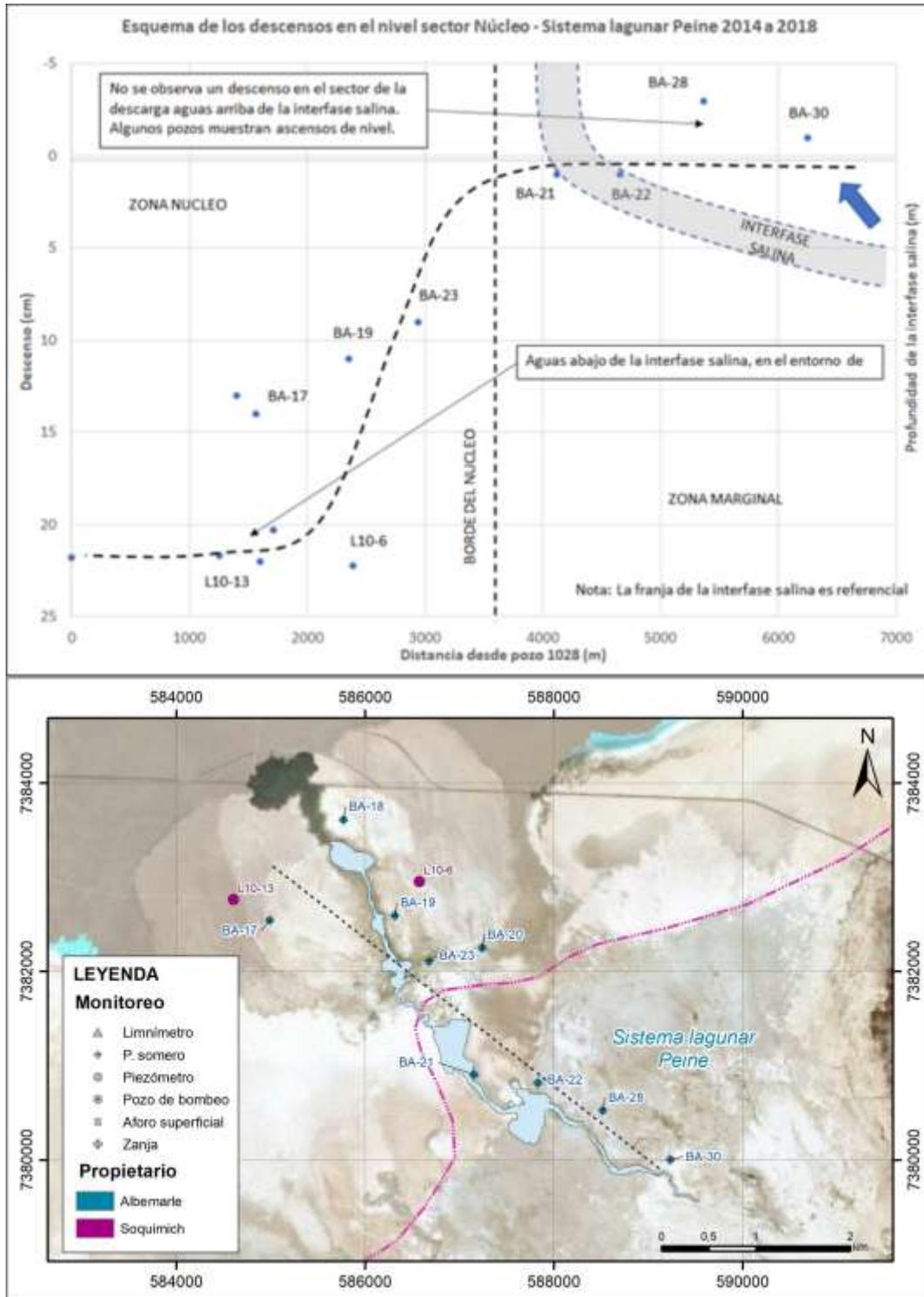
Las Figura 6-55 y Figura 6-56 muestran los descensos entre 2014 y 2019 para perfiles desde la zona de extracción A2 y los sistemas lagunares La Punta-La Brava y Peine, respectivamente, según lo indicado en el Informe “Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas” entregado en agosto de 2021 a la SMA en el contexto de las medidas preventivas asociadas al PAT Sector de Alerta Acuífero. En el caso del sistema La Punta-La Brava se evidencian descensos del orden de 30 a 40 cm en las cercanías del área de extracción A2, mientras que en los sistemas lagunares (zona marginal) los descensos están en el rango entre 3 a 8 cm entre los años 2014 y 2019. Se observa un caso similar en el sistema Peine, donde los descensos más cercanos al área de extracción varían entre 20 y 25 cm, mientras que los ubicados en el sistema lagunar no se observan descensos. Esta disminución brusca en los descensos asociados a la extracción de salmuera desde el Núcleo a la Zona Marginal se relaciona a la presencia de la Interfase Salina, que actúa como una barrera hidráulica a los posibles efectos de bombeo asociados con la extracción de salmuera.

Figura 6-55 Descensos 2014 -2019 sector La Punta-La Brava



Fuente: Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas (agosto 2021)

Figura 6-56 Descensos 2014 -2019 sector Peine



Fuente: Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas (agosto 2021)

Resumen y/o Conclusiones

Los niveles en el Núcleo presentan en general, una tendencia al descenso, registrando ascensos de nivel en respuesta a los eventos de precipitación y, en consecuencia, recarga del sistema. En la zona de producción, los niveles presentan un comportamiento variable y con tendencia al descenso, influenciados por la explotación de los pozos productivos. Desde el año 2016 se observa un mayor descenso en el pozo CL-32, el cual está asociado al aumento de la extracción de salmuera en el Salar y cuyo efecto es menor a medida que se aleja de la zona productiva, evidenciado en el pozo ES-04. En la zona Oeste los niveles no están influenciados por el régimen de precipitación, presentando una tenencia a la baja, siguiendo el registro histórico de este sector.

Los niveles son sensibles a las precipitaciones, con aumentos notorios de nivel ante eventos de precipitación de importancia. Estos efectos son notorios en todos los pozos del salar a excepción de los del sector Núcleo Oeste.

Los niveles en el núcleo no muestran una tendencia estacional marcada durante los últimos años, debido a que las tasas de evapotranspiración registradas en el Núcleo son, en general, menores 0,5 mm/día.

Los descensos generados en las zonas de producción del Salar son menores a medida que se alejan de éstas. Estos descensos no se propagan a la zona marginal, debido a la existencia de una Interfase Salina bien marcada en el margen sur del Salar, la que actúa como barrera hidráulica para estos descensos.

6.5 Discusión y Revisión del Estado del PAT

El objetivo del Plan de Alerta Temprana (PAT) es detectar anticipadamente, en el tiempo y en el espacio, desviaciones respecto de los pronósticos del comportamiento del componente hídrico que pudiesen llegar a afectar los sistemas objeto de protección y, activar las medidas preventivas necesarias para evitar efectos no previstos. Estas medidas pueden ser preventivas, para entender el origen del desvío de los pronósticos, o finales, para revertir un comportamiento no esperado del sistema y antes de que pudiera generarse un efecto adverso, como por ejemplo la disminución o cese de la extracción de salmuera.

Como fue indicado en la sección 4.2.7 y también en la 5.10 del presente informe, el Plan de Alerta Temprana considera tres sectores de alerta:

- Sector de alerta Núcleo
- Sector de alerta Acuífero
- Sector de alerta Norte

Cada uno de ellos con sus puntos de activación, umbrales y medidas de acción diferentes, que dicen relación con el comportamiento esperado de cada sector durante la fase de operación del Proyecto.

Durante el año 2021, tal como fue presentado en la sección 5.10, es posible indicar que no se han sobrepasados los umbrales en ninguna de las mediciones realizadas ni se ha activado ninguna de las fases del PAT Sector de alerta Núcleo, por lo que no se han efectuado medidas preventivas en este sector.

En relación con el Sector de alerta Núcleo, en la sección 5.10 se presentaron los niveles observados versus los umbrales y en la sección 6.1, la comparación entre los niveles observados y los descensos modelados en la Adenda 5 sobre los pozos del PAT asociados al Sector de alerta Núcleo, para verificar el comportamiento de niveles del Núcleo. De lo anterior, se tiene que los niveles observados durante el 2021 mantienen la tendencia al descenso desde el alza ocurrida en agosto-septiembre de 2020, producto de las lluvias acontecidas en el Salar durante los días 24 y 25 de agosto. Durante el segundo semestre del año 2021 los niveles en los cuatro pozos asociados al PAT presentan una disminución de la tasa de descenso, acercándose a la tasa de descenso expresada en los escenarios base con Proyecto (Esc1-CP) y con recarga reducida (Esc2-CP) del modelo numérico. Los niveles observados de estos pozos se muestran por sobre los umbrales y las simulaciones del modelo, siendo el pozo PN-08A el más cercano a lo simulado.

Con respecto al Sector Alerta Acuífero, durante el año 2021 se registraron dos meses con mediciones asociadas al PAT del Sector Acuífero bajo los umbrales (enero y febrero). Junto a las dos mediciones continuas asociadas al PAT del Sector Acuífero (enero y febrero), existieron tres mediciones adicionales (no asociadas a la exigencia del PAT del Sector Acuífero) con mediciones bajo los umbrales. Como se ha señalado en distintos documentos y de acuerdo con lo señalado por la Superintendencia de Medio Ambiente, para la activación de cada sector y las acciones a adoptar en caso de activación, se debe considerar cada sector de manera independiente con los mecanismos definidos en cada uno de ellos. De esta manera, la activación de un sector no afecta el de otro sector. Dado lo anterior, Albemarle adoptó las medidas preventivas asociadas a Fase Única del PAT Sector de Alerta Acuífero, donde se realizó el aumento de la frecuencia de monitoreo según lo expresado en el Anexo 3 de la Adenda 5 (indicado en la Tabla 5-75) durante los meses de febrero, abril y marzo de 2021, además de la reducción preventiva de los caudales de extracción durante abril, mayo y junio con un máximo de 382 L/s. Cabe mencionar que Albemarle el día 3 de marzo de 2021 solicitó a la SMA aclaración respecto a cómo debería activar el PAT en el sector acuífero.

Respecto del comportamiento de los niveles en los puntos que se ubican en el Sector de Alerta Acuífero (sección 5.10), fue observado que presentan una oscilación estacional, asociada al efecto de la evaporación. Así, los períodos en que los niveles han estado más cerca de los valores umbrales, ha sido en los meses de verano, cuando los niveles se esperan más bajos.

Se destaca que de aquellos puntos ubicados en el sistema lagunar La Punta-La Brava, el piezómetro somero denominado BA-07, presenta un aumento de niveles durante el primer semestre de 2021, encontrándose por sobre el umbral desde marzo de 2021 y alcanzando su nivel máximo en junio 2021. Posteriormente los niveles retoman la tendencia a la baja siguiendo la variabilidad estacional evidenciada en años anteriores, registrándose dos medidas bajo el umbral en los meses de noviembre y diciembre de 2021. Estos niveles no implican la activación del PAT Alerta Acuífero durante el año 2021, dado que corresponden a solo dos medidas consecutivas. No obstante, la activación del PAT ocurrió el día 31 de enero de 2022, el cual fue reportado a la autoridad mediante la carta ALB-GMA-2022-SMA-010 el día 1 de febrero de 2022, fuera del período de análisis del presente reporte.

Por otra parte, y según lo esperado los niveles de BA-05, BA-16, BA-28 y BA-30 se mantienen con fluctuaciones estacionales por el efecto de la evaporación. Por otro lado, los puntos BA-05, BA-07 y BA-16 presentan una leve tendencia al descenso desde el inicio de las mediciones hasta la actualidad, lo que contrasta con el comportamiento levemente ascendente en los puntos BA-28 y BA-30. Además, en el punto BA-05 se registró un nivel de 2.300,113 durante el mes diciembre de 2021, 0,003 m sobre el umbral definido para el punto.

Finalmente, con respecto a las medidas tomadas en forma preventiva asociadas al sector de Alerta Acuífero, se resumen en la Tabla 6-6. Se observa que Albemarle dio cumplimiento a las acciones requeridas en este sector.

Tabla 6-6 Medidas preventivas y acciones tomadas, PAT Alerta Acuífero

Medida preventiva	Acción tomada
a) Dar aviso a la autoridad ambiental de la II Región dentro de los 5 días hábiles siguientes	El 3 de marzo, mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-011, Albemarle solicitó a la SMA aclaración respecto a cómo debería activar el PAT en el Sector Acuífero. (Para mayor detalle revisar sección 5.10)
b) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses	Se monitoreó con la frecuencia exigida en el escenario de la activación del PAT Acuífero (febrero, marzo y abril).
c) Reducir precautoriamente la explotación adicional de agua industrial y la extracción de salmuera	Albemarle entre abril y junio extrajo un caudal medio de bombeo mensual de salmuera menor a 382 L/s (límite durante la activación del PAT Alerta Acuífero) y un caudal de bombeo mensual conjunto de los pozos Tilopozo y Tucúcaro menor a 10,9 L/s (límite durante la activación del PAT Alerta Acuífero).
d) Revisión extraordinaria de los resultados y seguimiento del Plan de Manejo Biótico	Se entregó la revisión extraordinaria del Plan de Manejo Biótico en conjunto con el informe de investigación de las causas del desvío de los pronósticos mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-046 en el mes de agosto de 2021.
e) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital	Se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Acuífero (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M).
f) Investigación de las causas del desvío de los pronósticos y activación del PAT y entrega de informe	Albemarle realizó la entrega de dicho informe a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-046 en el mes de agosto de 2021.

Fuente: Elaboración Propia

Con relación a los resultados del informe de investigación de las causas del desvío de los pronósticos (agosto 2021), con respecto al origen de los descensos en el punto BA-07 se indica lo siguiente: *“En conclusión, el descenso en el nivel freático observado en el BA-07 por debajo del umbral en el verano de 2021, está asociado principalmente con descensos promedios de 3 cm (hasta 6 cm registrado en BA-07) en el sector aguas arriba de la descarga de las lagunas La Punta-La Brava. Los antecedentes del comportamiento histórico de los niveles en los puntos de observación entre las vegas de Tilopozo y La Punta-La Brava indican que la propagación del efecto del cono de depresión, asociado con la extracción del agua dulce/salobre del acuífero de MNT, podría haber llegado al sector de la descarga de las lagunas. Hacia el norte de las lagunas existen descensos en 2 grupos, los más cercanos a las lagunas con una merma en el orden de 0 a 4 cm y los más alejados entre 4 a 12 cm en los niveles freáticos de los pozos barrenos.”*

Con respecto al PAT Sector de alerta Norte, este contempla 5 puntos de activación que corresponden a los indicados en el Plan de Contingencia de SQM (RCA N°226/2006 de la COREMA Región de Antofagasta, proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama” del titular SQM Salar S.A.). La condición de activación para Albemarle consiste en que la autoridad ambiental notifique que SQM ha activado la Fase I o Fase II de su PAT y la verificación que este nivel se encuentra bajo los umbrales establecidos en la RCA N° 21/2016 como resultado de la activación de uno de sus pozos (L5-10; L4-12; L3-9; L1-5 y/o L1-G4 Pozo).

Como se ha indicado en la sección 5.10, desde el año 2020 SQM publica su información de seguimiento hidrogeológico en línea a través del sitio web www.sqmsenlinea.com, lo que permite acceder en forma permanente a la información que ahí se carga. Con estos antecedentes, Albemarle pudo informar oportunamente a la autoridad las activaciones y superaciones de umbrales de los puntos asociados a este PAT (ver detalle en sección 5.10). A modo de resumen se tiene que durante el año 2021 se activó la Fase I del PAT Alerta Norte en el punto L1-G4 Pozo durante enero de 2021, con superación de umbrales de Fase I en el punto L1-5 en febrero 2021 y en L5-10 en noviembre de 2021. Además, también ocurrió la activación de la Fase II en el punto L1-5 en junio de 2021, con superación de umbrales de Fase II en los puntos L1-G4 Pozo (julio de 2021) y L5-10 (diciembre de 2021).

El cumplimiento de las medidas preventivas de la Fase I del PAT Alerta Norte se resume en la Tabla 6-7. De la información presentada en la tabla se desprende de que Albemarle cumplió con todas las medidas necesarias dada la activación de la Fase I.

Tabla 6-7 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase I PAT Alerta Norte

Medida preventiva	Acción tomada
a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses	Se realizó el aumento de la frecuencia de medición de las variables de monitoreo durante los meses de enero, febrero y marzo
b) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital	Se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Norte (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M)
c) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados	Albemarle activa herramienta y realiza entrega del informe correspondiente a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-040 en el mes de julio de 2021

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, el resumen de las medidas preventivas y acciones tomadas asociadas a las Fase II del PAT Alerta Norte se encuentra en la Tabla 6-8. De la información presentada en la tabla se desprende de que Albemarle cumplió con todas las medidas necesarias dada la activación de la Fase II.

Tabla 6-8 Medidas preventivas y acciones tomadas, Fase II PAT Alerta Norte

Medida preventiva	Acción tomada
a) Aumentar la frecuencia de monitoreo de las variables hídricas durante 3 meses	Se realizó el aumento de la frecuencia de medición de las variables de monitoreo durante los meses de julio, agosto y septiembre
b) Reducir precautoriamente la explotación de salmuera del proyecto	Se realizó reducción de caudal anual de extracción proporcionalmente a los meses dónde estuvo activa la medida (3 meses en el año operacional 2021). Es así, como el nuevo límite máximo para el año operacional 2021 corresponde a 435,04 L/s, mientras que el caudal medio para este año operacional corresponde a 415,72 L/s. La reducción asociada al último trimestre del año 2021 se calculará para el año operacional 2022
c) Entregar mensualmente a la autoridad los datos de monitoreo en formato digital	Se realizó de manera mensual en el período de activación del PAT Alerta Norte (ver cartas de entregas mensuales en Anexo M)
d) Activar la herramienta de verificación del efecto sinérgico y entrega de resultados	Albemarle activa herramienta y realiza entrega del informe correspondiente a la SMA mediante carta ALB-GMA-2021-SMA-073 en el mes de diciembre de 2021
e) Generar informe de investigación de efectividad de la medida de reducción de la extracción de salmuera	Albemarle se encuentra, en conjunto con consultores externos, en el período de confección de este documento, el que se entregará doce meses después de la reducción del caudal de extracción según lo indicado en el numeral 4.5.3.2. del Anexo 3 de la Adenda 5

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a las activaciones del efecto sinérgico, el informe de efecto sinérgico relacionado a la Fase I (entregado en julio de 2021) indica que los descensos en los puntos PAT dónde se superó el umbral observado no se relacionan al caudal autorizado en la RCA N°21/2016, sino a las actividades de extracción previas al proyecto de Albemarle. Específicamente en este informe se expresa: *“El descenso adicional de la operación de Albemarle en el punto L1-G4 Pozo a la primera fecha de evaluación del efecto sinérgico (enero 2021) obtenido mediante el modelo actualizado y considerando el efecto natural es de 1,0 cm, que representa una contribución sobre el descenso total adicional en este punto del 3%, siendo el descenso generado por la operación de SQM de 19,1 cm, que equivale a una contribución del 54%. En este punto el aporte natural tiene un efecto de 43%. En el caso del punto L1-5 en la segunda fecha de evaluación del efecto sinérgico (febrero 2021), el descenso adicional de la operación de Albemarle es de 2,6 cm, que representa una contribución sobre el descenso total adicional en este punto del 7%, siendo el descenso generado por la operación de SQM de 36,5 cm, que equivale a una contribución del 94%. En este punto el aporte natural tiene un efecto del 0%”.*

De la misma manera que el informe anteriormente mencionado, por otra parte, el informe de efecto de sinérgico relacionado a la activación de la Fase II (entregado en diciembre de 2021) indica que los descensos en los puntos PAT dónde se superó el umbral de Fase II está relacionado casi en su totalidad a actividades previas, siendo la contribución del descenso

adicional por parte de Albemarle en el sector del orden de 10%. Específicamente en este informe se expresa: *“el descenso adicional de la operación de Albemarle en el punto L1-5 a la fecha de evaluación del efecto sinérgico (junio 2021), obtenido mediante el modelo actualizado y considerando el efecto natural, es de 2,9 cm, que representa una contribución sobre el descenso total adicional en este punto del 7%. Así mismo, el descenso generado por la operación de SQM es de 37,8 cm, que equivale a una contribución del 93%. En este punto el aporte natural tiene un efecto del 0%. En el caso del punto L1-G4 Pozo, el descenso adicional de la operación de Albemarle es de 1,3 cm, que representa una contribución sobre el descenso total adicional en este punto del 4%. Así mismo, siendo el descenso generado por la operación de SQM es de 22,1 cm, que equivale a una contribución del 59%. En este punto el aporte natural tiene un efecto del 38%. Finalmente, en el caso del punto L5-10, el descenso adicional de la operación de Albemarle es de 0,5 cm, que representa una contribución sobre el descenso total adicional en este punto del 12%. Así mismo, el descenso generado por la operación de SQM es de 3,9 cm, que equivale a una contribución del 88%. En este punto el aporte natural tiene un efecto del 0%.”*

Dados estos antecedentes se refleja que la principal causa de los descensos en el Sector Norte está relacionadas a las actividades previas de extracción de salmuera en el salar y no al aumento de caudal del proyecto de Albemarle autorizado en la RCA N°21/2016.

6.6 En relación Reportabilidad a entregables 2021, en el marco de la RCA N°21/2016

El Informe del Plan de Seguimiento Ambiental –PSAH- da cumplimiento a lo establecido en: el Considerando N° 7 de la RCA N°21/2016 en lo relacionado con la componente hídrica (agua); al Considerando N° 10.19 de la misma resolución, el que a su vez remite al Capítulo 3 del Anexo 3 de la Adenda 5; y a los compromisos vinculados a la componente hídrica de las otras dos RCA indicadas en la Tabla 2-1 de este informe.

En la evaluación ambiental del Proyecto quedó establecido, además de la entrega anual del Informe del PSAH, una serie de compromisos indicados en el Considerando N°10 de condiciones o exigencias específicas de la RCA N°21/2016. Relacionado con lo anterior, y con las variables del PSAH, en Anexo M de este Informe Anual, se adjunta toda la información de respaldo entregadas a la SMA durante el año 2021 y a continuación se presenta un resumen de cada una de ellas.

6.6.1 En relación con los Lisímetros, Considerando 10.5 y 10.6 de RCA N°21/2016.

- Con fecha 14 de abril de 2021 realiza la entrega a la SMA y DGA del informe “Propuesta de Conversión de Lisímetros a Carga Variable, Condiciones específicas 10.5 y 10.6 RCA 21/2016”, en el cual se detallan los inconvenientes en el funcionamiento de los lisímetros y la propuesta para un cambio de metodología a lisímetros de carga variable.

Este documento fue entregado junto con la carta conductora ALB-GMA-2021-SMA-020.

6.6.2 En relación con Modelo Hidrogeológico, Considerando 10.7 de RCA N°21/2016

- Con fecha 29 de marzo de 2019, Albemarle entregó a la SMA el Informe y Modelo Hidrogeológico consistente en la “*Primera Actualización del Modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama*” según RCA N°21/2016 de ALB. Dicha entrega fue realizada en los plazos comprometidos, que correspondía a los 6 meses de cumplidos los 2 años de operación, establecida en el Anexo 3 de la Adenda 5 y en Condiciones específicas del Considerando 10.7 de la RCA N°21/2016.
- Con fecha 31 de marz, Albemarle realizó la entrega a la SMA del Informe “Segunda Actualización del Modelo de Flujo de Agua Subterránea en el Salar de Atacama” según lo expresado en la RCA N°21/2016, enviado mediante ALB-GMA-2021-SMA-019.
- Con fecha 9 de julio de 2021, Albemarle entregó a la SMA el Informe “Complemento a la segunda actualización del modelo hidrogeológico” enviado mediante ALB-GMA-2021-SMA-041.

6.6.3 En relación con la cota topográfica de referencia, Considerando 10.10 de la RCA N°21/2016

El considerando 10.10 establece que “*Sobre el nivel de las lagunas, la cota topográfica de referencia deberá ser revisada y validada por la SMA cada 2 años*”

- Con fecha de 12 de mayo de 2021, Albemarle entregó un informe de levantamiento topográfico georreferenciado realizado en abril de 2021 a 10 limnímetros la red del PSAH con coordenadas UTM Datum WGS 84.
- Con una carta de la misma fecha (ALB-GMA-2021-SMA-027) se señala que existen puntos pendientes, correspondientes a 7 limnímetros y 4 estacas, debido a la ausencia de permisos de ingreso al sector de lagunas del sistema Peine, debido a la nidificación de flamencos. En esta misma carta, también se indica que Albemarle estima necesario mantener la topografía levantada para estos puntos el año 2016 como vigente para el cálculo de nivel de agua, debido a la diferencia que presentan los levantamientos topográficos.
- Con fecha 23 de junio de 2021, Albemarle hace entrega de un informe de levantamiento topográfico georreferenciado realizado en mayo 2021 a 7 limnímetros y 4 estacas, las que se encontraban pendientes de la entrega en anterior realizada en mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-027.

6.6.4 En relación con Verificación Efecto Sinérgico, Considerando 10.16 y 10.20 de RCA N°21/2016

- A partir de la revisión de los datos públicamente disponibles en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/> de propiedad y administración del Titular SQM Salar S.A, el día 11 de enero de 2021, Albemarle da cuenta a la autoridad que se registró una medición (2.299,369 m s.n.m.) en el punto L1-G4 por debajo del Umbral Fase I (2.299,37 m s.n.m.) el día 6 de enero de 2021 (mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-002). Dado lo anterior, Albemarle inicia las acciones preventivas correspondientes a la activación de la Fase I del PAT Alerta Norte. Para dar cumplimiento a lo estipulado como acción preventiva de dicho PAT (Anexo 3 de la Adenda 5, letra c)), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega dentro de los plazos establecidos, esto es dentro de los primeros 6 meses siguientes a la notificación de la activación, con carta de fecha 09 de julio de 2021 a la SMA (ALB-GMA-2021-SMA-040), con el documento identificado como “*Informe de Verificación de Efecto Sinérgico*”, dando cumplimiento así al numeral 10.16 y 10.20 de la RCA N° 21/2016.
- A partir de la revisión de los datos públicamente disponibles en el sitio web <https://www.sqmsenlinea.com/> de propiedad y administración del Titular SQM Salar S.A, el día 1 de julio de 2021, Albemarle da cuenta a la autoridad que se registró una medición (2.299,207 m s.n.m.) en el punto L1-5 por debajo del Umbral Fase II (2.299,21 m s.n.m.) el día 28 de junio de 2021 (mediante la carta ALB-GMA-2021-SMA-038). Dado lo anterior, Albemarle inicia las acciones preventivas correspondientes a la activación de la Fase II del PAT Alerta Norte. Para dar cumplimiento a lo estipulado como acción preventiva de dicho PAT (Anexo 3 de la Adenda 5, letra c)), se activó la herramienta de verificación del efecto sinérgico y se realizó la entrega dentro de los plazos establecidos, esto es dentro de los primeros 6 meses siguientes a la notificación de la activación, con carta de fecha 28 de diciembre de 2021 a la SMA (ALB-GMA-2021-SMA-073), con el documento identificado como “*Informe de Verificación de Efecto Sinérgico*”, dando cumplimiento así al numeral 10.16 y 10.20 de la RCA N° 21/2016.

6.6.5 En relación con los entregables asociados a las activaciones de los PAT

La activación del PAT Alerta Norte y sus medidas asociadas a la Fase I y Fase II, conllevó el aumento de la frecuencia de monitoreo de las variables correspondientes, pasando de mensual a quincenal para la variable niveles freáticos y de trimestral a mensual en el caso de la posición de interfase salina y calidad de aguas. Este aumento en la frecuencia de monitoreo se materializó en los meses de enero, febrero y marzo de 2021 para la Fase I y en los meses

de julio, agosto y septiembre de 2021 para la Fase II, en los puntos de la red de monitoreo del PSAH. Esta información fue entregada oportunamente a la autoridad mediante las siguientes cartas conductoras:

- ALB-GMA-2021-SMA-009: Informe de monitoreo N°1 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-016: Informe de monitoreo N°2 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-025: Informe de monitoreo N°3 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-030: Informe de monitoreo N°4 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-035: Informe de monitoreo N°5 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-043: Informe de monitoreo N°6 activación Fase I PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-051: Informe de monitoreo N°7 activación Fase I e Informe de monitoreo N°1 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-058: Informe de monitoreo N°8 activación Fase I e Informe de monitoreo N°2 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-063: Informe de monitoreo N°9 activación Fase I e Informe de monitoreo N°3 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-066: Informe de monitoreo N°10 activación Fase I e Informe de monitoreo N°4 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2021
- ALB-GMA-2021-SMA-074: Informe de monitoreo N°11 activación Fase I e Informe de monitoreo N°5 activación Fase II PAT Sector Alerta Norte, año 2021

Por otra parte, respecto a la adopción de las medidas preventivas asociadas al Sector de Alerta Acuífero, que conlleva el aumento de frecuencia de medición en las mismas condiciones y variables que el PAT Alerta Norte. El aumento de la frecuencia de monitoreo se llevó a cabo durante los meses de febrero, marzo y abril. Estos datos fueron reportados oportunamente a la autoridad, sin embargo, en la carta conductora no se indicó expresamente que las mediciones se deben a este PAT durante los meses de febrero y marzo, dado que estas se incluían en el reporte asociado al PAT Alerta Norte (cartas ALB-GMA-2021-SMA-009 y ALB-GMA-2021-SMA-016). En el caso del reporte del mes de abril este fue indicado en la carta ALB-GMA-2021-SMA-029 (26 de mayo de 2021), además de expresar que los meses 1 y 2 de medición asociados a este PAT corresponden al segundo y tercer mes de medición de la Fase I del PAT Alerta Norte.

6.7 En relación con la conexión en línea y reporte electrónico para el monitoreo del componente hídrico, Resolución Exenta SMA N° 1.314/2020.

La Res. Ex. SMA N° 1.314 / 2020 se establece lo siguiente:

“Información histórica: todos los registros anteriores a la fecha a la que se dará inicio a la reportabilidad en línea exigida en esta Resolución deberán ser informados a esta Superintendencia como parte de la instalación del sistema de monitoreo. Para ello, cada título debería acompañar las respectivas bases de datos con la información histórica de caudales de extracción de salmuera, caudales de reinyección de salmuera, caudales de extracción de agua subterránea y niveles (agua subterránea y/o salmuera), según corresponda, siguiendo los formatos de la Res. Ex. SMA No 894 de fecha de junio de 2019 que “Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento del componente ambiental agua”, considerando los formatos más recientes publicados en la web de la SMA”.

7 CONCLUSIONES

El presente informe del Plan de Seguimiento Ambiental de los Recursos Hídricos (PSAH) da cuenta del cumplimiento del monitoreo en forma periódica de la componente hídrica de la cuenca del Salar de Atacama en cuanto a sus variables físicas y químicas más importantes, las cuales reflejan y permiten analizar el comportamiento del sistema hídrico. Asimismo, da cumplimiento a los considerandos correspondientes a la componente hídrica, asociados al Considerando 7, 10.18 y 10.19 de la RCA N°21/2016, que calificó favorablemente el Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”.

Considerando los objetivos específicos de las variables que se monitorean planteados en el Capítulo 3 de este documento, se puede concluir respecto del monitoreo año 2021 que:

- Se reportó el monitoreo realizado en el sistema hidrológico e hidrogeológico general.
- Se realizó el análisis histórico de las variables monitoreadas, enfatizando en el comportamiento de éstas durante el año 2021 con respecto a la data histórica existente. Respecto a lo anterior, se analizó el cumplimiento de las variables cuyos niveles o límites comprometidos es la mantención de ellos dentro de su rango de variación histórico u oscilación natural. En el caso de algunas variables hidrogeológicas, como el nivel freático, se registraron medidas puntuales que bajaron respecto del mínimo histórico en algunos puntos de monitoreo en el Sector de La Punta La Brava, dentro de su comportamiento estacional histórico. En el caso de los limnímetros, LM-01 y LM-02 ubicados en el sector La Punta, presentan tendencia al descenso en el último período, llegando a valores bajo el mínimo en los últimos meses de diciembre 2021. En consistencia con lo anterior, se verificó para las superficies lagunares, de los 4 sistemas, en donde las superficies de diciembre 2021 muestran que han sido las mas bajas del seguimiento 2016-2021.
- Se realizó un análisis integrado de las variables correspondientes, de manera de prever el comportamiento del sistema, tanto del Núcleo y la Zona Marginal, como del acuífero, enfocado principalmente en los objetos de protección.
- Se verificó el comportamiento previsto del sistema hídrico como respuesta tanto a las condiciones hidrológicas y meteorológicas como a los efectos de la explotación del proyecto en los puntos del PAT. Al respecto, se verificó que, durante el año 2021, no fueron sobrepasados los umbrales definidos en ninguna de las mediciones realizadas, ni se activaron las fases PAT en el Sector de alerta Núcleo.
- Por otro lado, en enero de 2021 se activó la Fase I del PAT del Sector de alerta Norte de Albemarle, debido a que el punto de monitoreo L1-G4 Pozo, de la Red PSAH PAT

de ALB Sector Alerta Norte, se mostraron bajo los umbrales de la Fase I. Por lo anterior, se tomaron las medidas correspondientes relacionadas a la activación de esta fase.

- Además, en junio de 2021 se activó la Fase II del PAT Sector Alerta Norte, con niveles bajo el umbral de activación en L1-5.
- Y, durante el año 2021 se detectó la superación de los umbrales descritos en el Anexo 3 de la Adenda 5 en el punto BA-07, lo que desencadenó la adopción de las medidas preventivas que están comprometidas para la activación del PAT Alerta Acuífero.
- El presente informe de seguimiento entrega la información levantada en terreno y analizada, dando cumplimiento a lo establecido en la R.E. N° 223/2015 de la SMA, y además entrega la información del año 2021 en el formato indicado en la RES SMA N°894/2019, permitiendo de esta manera la trazabilidad de los datos y proporcionando una herramienta de gestión y control para la fase de operación del proyecto y que se extenderá durante los 5 primeros años de la fase de cierre.

Del monitoreo del PSAH 2021 y del análisis integrado de las variables se puede concluir que:

De los registros de precipitación diaria, de la estación meteorológica EM-Rockwood se tiene que el año 2021 con una precipitación total anual de 7,1 mm/año, equivalente a 60% de probabilidad de excedencia del registro histórico. Solo se registraron precipitaciones en el mes de mayo de 2021, específicamente los días 28 y 29 de mayo, sin que se generara un aumento notable en los niveles asociados a la precipitación.

Los resultados para la tasa de EVT, en general, muestran valores máximos en marzo y valores mínimos para el mes de agosto. En general, los valores de tasa de EVT se encuentran en los mismos rangos de los últimos 4 años, con las variaciones estacionales evidenciadas dentro del registro histórico. Los puntos EVT-11 y EVT-12 del sector Norte y Borde Este han presentado una leve disminución durante el año 2021.

Para el caso de las Superficies Lagunares durante el año 2021 la mayor superficie lagunar se registró en el sistema Soncor durante la campaña de invierno y los mínimos se presentan en el sistema Aguas de Quelana durante el mes de diciembre. Los registros de verano del año 2021 desde imágenes de alta resolución (Pleiades-1A) para todos los sistemas y el registro de invierno del año 2021 de Peine, fueron menores que los valores mínimos históricos. No obstante, en imágenes Landsat de media resolución, considerando un análisis histórico período 1985-2021, se puede observar la variabilidad de las superficies en ciclos más largos, demostrando que la superficie determinada mediante imágenes Landsat (NDWI) para el período del presente PSAH están dentro de la variación histórica de la superficie lagunar en los sistemas estudiados.

Sector La Punta – La Brava

Para el Sector La Punta-La Brava, en 2021, los niveles subterráneos en este sector del acuífero mantienen la tendencia histórica mostrando estabilidad con variaciones estacionales asociado con los procesos de evaporación y con una recarga subterránea de carácter permanente, aunque en algunos pozos como BA-04, BA-05, BA-07, BA-08, BA-16 y MP-03C se reconoce una tendencia leve al descenso de niveles en su registro.

Para el año 2021 las áreas calculadas para el sistema lagunar La Punta-La Brava, En diciembre de 2021 se registró el mínimo histórico para imágenes de alta resolución, sin embargo, se encuentran dentro de los registros máximos y mínimos según el análisis mediante imágenes Landsat. En la superficie lagunar se observa que la estacionalidad está controlada principalmente por el aporte de la recarga desde el margen sur del Salar y la evaporación, mientras que los eventos de precipitaciones tienen un rol secundario con aumentos localizados, lo que se traduce tanto en una variabilidad tanto intranual como interanual.

La calidad de química de las muestras analizadas durante el año 2021 se encuentra dentro de la variabilidad histórica y natural del sector, mientras la Interfase Salina permanece en general estable durante el año 2021 y dentro de lo observado históricamente para los puntos de medición.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2021, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar La Punta-La Brava establecido en la evaluación ambiental. Las zonas de recarga se ubican en el sector sur, y están constituidas por aguas cloruradas sódicas relativamente poco mineralizadas. Estas aguas fluyen hacia el Noroeste, aumentando su CE hasta encontrarse con la Interfase Salina que se dispone perpendicular al flujo, y que fuerza al agua subterránea ascender aflorando a la superficie, dando origen a las lagunas. Una vez en las lagunas, y debido al efecto de la evaporación, el agua incrementa su CE.

Sector Peine

Para el Sector Peine, las zonas de recarga representadas por los pozos PP-01 y PP-02 (entre la Zona Marginal y la zona de pie de monte de la cordillera Andina), siguen las tendencias esperadas con respecto a los niveles de agua durante el año 2021, mostrando fluctuaciones estacionales (PP-01) y sensibles a las precipitaciones de mayor intensidad (PP-02), que producen ascensos bruscos del nivel y que inmediatamente al finalizar el evento de precipitación retoman la tendencia.

En el sistema lagunar Peine, los niveles representados por BA-28 y BA-30 se muestran estables dentro de los ciclos estacionales históricos, presentando máximos en invierno y mínimos en verano. Las variaciones estacionales de sus niveles estarían asociadas a los

procesos de evaporación, y se observa que cuando la tasa de evaporación aumenta, se presentan los niveles más profundos y viceversa. En el sector de la Laguna Salada los niveles se muestran ciclos estacionales presentando máximos en invierno y mínimos en verano, mientras que los más próximos al Núcleo, muestran una respuesta más brusca ante las precipitaciones y una menor influencia de la variación estacional.

Los niveles del acuífero de agua dulce-salobre, mientras más próximos se encuentran los pozos de monitoreo al Núcleo (desde la Laguna Salada a la Laguna Interna) muestran menor ciclicidad estacional, siendo el comportamiento dominado por aumentos bruscos de nivel ante las precipitaciones y luego un descenso para recuperar la tendencia.

En el sector de la Laguna Interna, en el sistema lagunar Peine, los niveles presentan un descenso continuo después de los eventos de precipitaciones de 2020 debido a la proximidad a las zonas de extracción de salmuera, lo que se refleja, por ejemplo, en el piezómetro BA-17 y BA-18. No obstante, el efecto de las lluvias de agosto genera un aumento brusco en el nivel en el orden de 0,2 m y posteriormente los niveles comienzan a descender inmediatamente después. Lo anterior muestra que la recarga sobre el Núcleo es directa por precipitación, o bien por el hecho de que el agua de escorrentía que se genera en las cuencas aportantes alcanza directamente el Núcleo, a través de los canales naturales que se forman y flujo subsuperficial.

Los niveles registrados, muestran un gradiente de la cota del nivel desde la laguna Salada hacia la laguna Interna, lo que confirma la dirección de flujo de agua desde el sureste hacia el Noroeste a través los canales que las comunican.

Por otra parte, los aforos realizados en los puntos del Sistema Lagunar Peine, en general, muestran que los caudales de entrada (35-50 l/s) a la laguna Salada (AFP-01 y AFP-02) son mayores que los registrados en la salida de ésta y a los caudales de entrada (<35 l/s) de la laguna Saladita (AFP-03) debido a pérdidas ocurridas por evaporación y/o infiltración, que disminuyen el caudal en la dirección del flujo.

En general, el cálculo de la superficie ocupada por las lagunas en Peine muestra extensiones máximas en los meses de verano (enero) y mínimos en los meses de invierno (julio y agosto) o poca diferencia entre estaciones. Se observa una respuesta del sistema lagunar ante precipitaciones para el período 2016 a 2021 en imágenes Landsat. En relación con la superficie lagunar calculada mediante imágenes de alta resolución, para el sector Peine, las mediciones de invierno y verano se encuentran bajo los mínimos históricos de AR, con una variación estacional no influenciada por la evaporación. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en AR han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre).

La conductividad eléctrica (CE) registrada en las lagunas es mayor a la registrada en las aguas subterráneas y además aumenta desde laguna Salada (que es la menos mineralizada) hacia laguna Saladita, debido a la evaporación; y luego, el agua procedente de esta laguna se adentra hacia el Núcleo de salmuera de manera superficial/subsuperficial generando la laguna Interna, que es donde se reportan la máxima CE.

A partir del monitoreo efectuado durante el año 2021, se confirma el modelo conceptual de funcionamiento del sistema lagunar Peine, donde las zonas de recarga se ubican al sureste del sistema lagunar, y están constituidas por aguas de composición clorurada sódica, que se infiltra al acuífero o bien por precipitación directa o por escorrentía superficial-subsuperficial hasta alcanzar zonas más permeables. Una vez en el acuífero, estas aguas fluyen hacia el Noroeste hasta interceptar con la superficie de terreno generando manantiales que dan origen a las lagunas. En superficie estas aguas siguen su recorrido, formando canales naturales que alimentan a las lagunas Salada, Saladita y finalmente laguna Interna. A medida que el agua fluye hacia el Núcleo va aumentando su salinidad, debido a procesos de evaporación. Por último, el agua de la laguna Interna acaba adentrándose en el Núcleo de salmuera de manera superficial, disolviendo la costra de cloruros y enriqueciéndose paulatinamente en sales disueltas, hasta que finalmente, ya convertida en salmuera, se incorpora al Núcleo.

Sector Norte y Borde Este

El Sector Norte y Borde Este, está constituido por el sistema lagunar de Soncor y el sistema lagunar Aguas de Quelana.

La evolución de niveles de este sector está condicionada por la recarga producto de las precipitaciones en el punto BA-31, y por la variación en las tasas de evaporación en los piezómetros MP-12A y MP-12C, los que presentan una variabilidad estacional con máximos en invierno y mínimos en verano, y presentan una tendencia al aumento en sus niveles del orden de 0,1 m hasta 2020, y una estabilización durante 2021 sin presentar una respuesta importante a los eventos de precipitación.

Las variaciones del área ocupada por estas lagunas del Sistema Aguas de Quelana se asocian a un comportamiento estacional, con extensiones mayores en invierno que en verano y, también, a una variación intra-anual condicionada por el régimen de precipitaciones de los años anteriores. Durante diciembre de 2021 se reconoció una medición menor al mínimo histórico por medio de imágenes de alta resolución (AR-Pleiades), no obstante, el análisis de imágenes Landsat muestran que las superficies lagunares determinadas durante el año 2021 se encuentra dentro de la variabilidad histórica.

La conductividad eléctrica (CE) muestra diferencias entre las aguas de las lagunas, las vertientes y las aguas subterráneas del acuífero de agua dulce-salobre. Los valores más bajos

se localizan en la vertiente Camar, correspondientes a aguas de recarga al acuífero. Los valores más altos del sistema se registran en las lagunas, lo que se interpreta como consecuencia de procesos de evaporación del agua de recarga durante su tránsito hacia el Núcleo y/o interacción entre el agua y la roca que genera la disolución de minerales. Por último, las aguas del acuífero salobre representadas por el pozo MP-12A, registran CE intermedias entre los valores de las vertientes y las lagunas, aunque más próximas a las primeras.

Los resultados obtenidos para el año 2021 y las mediciones de CE de las aguas va incrementando desde el Este hacia el Oeste, corroborando el modelo conceptual. El Sistema Aguas de Quelana, las aguas de las lagunas provienen del acuífero aluvial del borde Este. En las zonas de recarga, estas aguas poco salinizadas y de composición clorurada cálcica, son alimentadas, a su vez, por aguas de distintas quebradas, entre ellas la quebrada de Camar. Durante su recorrido hacia el Oeste, por efecto de la disolución de sedimentos evaporíticos, las aguas aumentan su CE y cambian su composición a cloruradas sódicas, hasta llegar a la Zona Marginal. Ya en la Zona Marginal, comienzan los procesos de evaporación, disolución y precipitación de sales. En la zona de las lagunas, debido a la magnitud del flujo subterráneo procedente del Este, el agua salobre se ve forzada a ascender al encontrarse con la salmuera del Núcleo (Interfase Salina), aflorando en superficie y dando origen a las Lagunas del Sistema Aguas de Quelana.

Para el Sistema Lagunar Soncor, la dinámica de las lagunas está marcada por la evaporación con máximos de nivel y superficie en invierno y mínimos en verano. En ocasiones, durante los años más húmedos, o tras eventos de precipitación importantes en donde la superficie lagunar aumenta considerablemente, se producen desbordamientos superficiales hacia el Núcleo desde las lagunas hacia el Núcleo. Se han reconocido superficies menores al mínimo histórico para imágenes de alta resolución en diciembre de 2020 y 2021. Dentro de esta comparativa, es importante destacar que las superficies históricas en alta resolución han sido determinadas en meses distintos a los reportados semestralmente en el PSAH (agosto y diciembre), aspecto importante a considerar, dada la variabilidad intranual evidenciada en las imágenes Landsat asociadas a la evaporación.

En el tránsito entre Laguna Chaxa (LM-12) hacia laguna Barros Negros (LM-11) se produce un aumento de la conductividad eléctrica (CE), con valores similares a los registrados en las aguas subterráneas del sector (BA-31). Lo anterior confirma que la evaporación y la disolución de sedimentos evaporíticos produce una concentración de sales y por tanto un aumento de la conductividad eléctrica desde la zona de recarga hacia el sector de las lagunas, de este a oeste, y de norte a sur a medida que las aguas circulan por el sistema lagunar a través de canales superficiales naturales.

Sector Núcleo

Los niveles en el Núcleo presentan en general, una tendencia al descenso, registrando ascensos de nivel en respuesta a los eventos de precipitación y, en consecuencia, recarga del sistema. En la zona Oeste los niveles no están influenciados por el régimen de precipitación, presentando una tenencia a la baja, siguiendo el registro histórico de este sector. Por otra parte, en la zona de producción, los niveles presentan un comportamiento variable y con tendencia al descenso, influenciados por la explotación de los pozos productivos. Se observan mayores descensos en los pozos cercanos a las zonas de explotación de salmuera del Salar, evidenciando menores descenso a medida que se alejan de éstas. Estos descensos no se propagan a la zona marginal, debido a la existencia de una Interfase Salina bien marcada en el margen sur del Salar, la que actúa como barrera hidráulica para estos descensos.

8 REFERENCIAS

ALBEMARLE-CEDREM. “Informe anual N°6, Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH)” Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama (RCA RE N°21/2016)”, 2022.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°1, período Enero-Diciembre 2016. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°2, período Enero-Diciembre 2017. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°3, período Enero-Diciembre 2018. Entregado a SMA marzo 2019.

ALBEMARLE-SGA. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°4, período Enero-Diciembre 2019. Entregado a SMA marzo 2020.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Plan de Seguimiento Ambiental Hídrico (PSAH) N°5, período Enero-Diciembre 2020. Entregado a SMA marzo 2021.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N°21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase I, en fecha 09.07.2021.

ALBEMARLE-VAI. “Informe Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama”, Activación PAT RCA N°21/2016, Sector de Alerta Norte, Fase II, en fecha 28.12.2021.

ALBEMARLE-VAI. “Complemento Herramienta de Verificación del Efecto Sinérgico Salar de Atacama; Activación PAT RCA N°21/2016; Sector de Alerta Norte, Fase II, en Fecha 28.06.2021”. Entregado a SMA enero 2022.

ALBEMARLES-IZUMI. “Informe Técnico N°1 Activación del Plan de Alerta Temprana – Sector de Alerta Acuífero Informe de Investigación de las causas”. Entregado a SMA agosto 2021.

CORNELLÀ, O., SALAS, J., ARAVENA, R., GUZMÁN, E., GUIMERÁ, J., TORE, C., VON IGEL, W., HENRÍQUEZ, A, FOCK, A. Hidrogeología de los sistemas lagunares del margen E del Salar de Atacama. XII Congreso Geológico Chileno. Santiago, 22-26 de noviembre, 2009.

CRIST, E. P. AND CICONE R.C. 1984. Application of the Tasseled Cap concept to simulated Thematic Mapper data, Photogrammetric Eng. Remote Sens Vol. 50(3), 343-352.

CRIST, E. P., LAURIN, R. AND CICONE, R.C. 1986. Vegetation and soils information contained in transformed Thematic Mapper data. In Proceedings of IGARSS' 86 Symposium, 1465- 70.

DGA, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación. Análisis de los mecanismos de evaporación y evaluación de los recursos hídricos del Salar de Atacama. Santiago, 2014.

HERNÁNDEZ, H. J. Apuntes de clases de SIG y Percepción Remota. Magíster en áreas silvestres y conservación de la naturaleza. Universidad de Chile. 2005.

STANNARD, D. I. “Use of a hemispherical chamber for measurement of evapotranspiration”, 1988.

MARDONES, L. “Características geológicas e hidrogeológicas del Salar de Atacama”. En, LAGOS, G. “El litio. Un nuevo recurso para Chile”, Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería en Minas, 1986.

MEL. Plan de Alerta Temprana para Acuífero Monturaqui-Negrillar-Tilopozo. Informe N°17: Revisión hasta fines de 2017. Marzo, 2018.

ROCKWOOD-SGA. “Estudio hidrogeológico y modelo numérico sector sur del Salar de Atacama”. Anexo 1 de la Adenda 5 del EIA “Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama”, 2015.

ROCKWOOD-SGA. “Plan de seguimiento ambiental y plan de alerta temprana de los recursos hídricos”. Anexo 3 de la Adenda 5 del EIA “Modificación y mejoramiento del sistema de pozas de evaporación solar en el Salar de Atacama”, 2015.

SEA, Servicio de Evaluación Ambiental, División de Evaluación Ambiental y Participación Ciudadana. Guía para el Uso de Modelos de Aguas Subterráneas en el SEIA. 2012.

SQM. Informe N°15 del PSAH del Proyecto “Cambios y Mejoras de la Operación Minera en el Salar de Atacama”, 2014.