



Universidad Nacional de La Pampa
Secretaría de Investigación y Posgrado
Maestría en Ciencias Hídricas

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Secretaría de Investigación y Postgrado

Maestría en Recursos Hídricos

Tesis de Maestría en Recursos Hídricos



Autora: Geóloga, Eliana Jimena Díaz Álvarez

Directora: Geóloga, Doctora en Geoquímica Ambiental, LeeAnn Munk

Santa Rosa, La Pampa, 29 de Noviembre de 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Secretaría de Investigación y Postgrado

Maestría en Recursos Hídricos

Tesis de Maestría en Recursos Hídricos

Para la obtención del título de

Magíster en Recursos Hídricos

**CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LOS FLUJOS DE
AGUA SUBTERRÁNEA QUE ALIMENTAN EL SISTEMA HÍDRICO
DEL SURESTE DEL SALAR DE ATACAMA, REGIÓN DE
ANTOFAGASTA, CHILE**

Autora, Geóloga, Eliana Jimena Díaz Álvarez

Directora: Geóloga, Doctora en Geoquímica Ambiental, LeeAnn Munk

Santa Rosa, La Pampa, 29 de Noviembre de 2016

A Dios y mis ángeles de la guarda (Papá, tías y abuelos) que desde el cielo siempre guían mi camino y me ayudan a cumplir mis sueños

A mi familia, que con su gran esfuerzo, apoyo, consejos y dedicación, han hecho de mí la persona y profesional íntegra que soy, sintiéndome siempre orgullosa de ellos y de mi hermoso país

A Rockwood Lithium, en especial a Héctor Maya, quien me permitió participar de este hermoso proyecto, dándome su apoyo y ayuda para conseguir este logro

A mis amigos en todos los rincones del mundo (Colombia, Argentina, Chile, EEUU, etc), quienes me han acompañado a lo largo de mi vida y donde quiera que estén me apoyan a cumplir mis metas y me aconsejan siempre con una sonrisa

A mi directora LeeAnn Munk por su apoyo, ayuda y guía en el desarrollo de mi tesis

A Layto Dalannais, gran amigo y mentor, quien me apoya, acompaña, aconseja y guía en mi vida profesional y personal. Espero seguir aprendiendo y creciendo día a día con sus consejos

Jajaja, por último a Miranda, que siempre me acompaña y se come las hojas mientras redactaba esta tesis ☺

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos	2
1.2 Ubicación y Accesos.....	2
2 METODOLOGÍA	4
2.1 Compilación y análisis de la Información Técnica disponible	4
2.1.1 Geología.....	4
2.1.2 Hidrología.....	4
2.1.3 Hidrogeología	5
2.1.4 Hidrogeoquímica	5
2.2 Fase de Campo	6
2.2.1 Geofísica	6
2.2.2 Construcción de Multipiezómetros	8
2.2.3 Muestreo Químico e Isotópico del agua.....	10
A. Descripción de las campañas de Muestreo	11
B. Tratamiento de los datos.....	17
3 RESULTADOS: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL BORDE SUR DEL SALAR DE ATACAMA	21
3.1 Climatología.....	21
3.1.1 Marco Climático Regional	21
3.1.2 Marco Climático Local	22
A. Escurrimientos Superficiales	22
B. Precipitaciones.....	24
C. Evaporación	25
D. Balance Hidrológico	30
3.2 Marco geológico	33
3.2.1 Marco Geológico y Geomorfológico Regional	33
A. Geomorfología Regional	33
B. Geología Regional	34
3.2.2 Marco geológico y geomorfológico Local.....	37
A. Geomorfología Local.....	37
B. Geología Local.....	42

3.3	Geofísica	49
3.3.1	Perfiles TEM.....	49
3.3.2	Perfiles NanoTEM	50
3.4	Marco Hidrogeológico.....	51
3.4.1	Marco Hidrogeológico Regional.....	51
3.4.2	Marco Hidrogeológico Local	56
A.	Unidades hidrogeológicas del borde Sur del Salar	57
B.	Piezometría del borde Sur del Salar.....	58
C.	Relación del cuerpo de salmuera y el acuífero salobre	62
3.5	Caracterización Hidrogeoquímica.....	64
3.5.1	Caracterización Físico-Química e Isotópica Regional.....	64
3.5.2	Caracterización Hidroquímica e Isotópica local.....	66
A.	Concentraciones y composiciones Físico-Químicas.....	66
B.	Composición química y distribución espacial	78
C.	Composición isotópica	83
3.5.3	Caracterización Hidrogeoquímica del Borde Sur del Salar de Atacama.....	90
4	CONCLUSIONES.....	101
5	BIBLIOGRAFÍA.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Ubicación del área de estudio y vías de acceso.....	3
Figura 2-1.	Ubicación de los perfiles geofísicos TEM y NanoTEM del borde SE del Salar de Atacama	7
Figura 2-2.	Ubicación de los multipiezómetros del borde SE del Salar de Atacama.....	9
Figura 2-3.	Esquema de habilitación y distribución en terreno de los piezómetros que componen cada uno de los multipiezómetros (SGA, 2013).....	10
Figura 2-4.	Puntos levantados durante el catastro de pozos (SGA, 2013)	12
Figura 2-5.	Ubicación de los puntos de agua superficial y subterránea monitoreados	13
Figura 2-6.	Equipos de medición utilizados en la campaña de monitoreo	17
Figura 3-1.	Ubicación Estaciones Fluviométricas DGA	23
Figura 3-2.	Variación Estacional Cauces afluentes al Salar	23
Figura 3-3.	Ubicación Estaciones Meteorológicas DGA	25
Figura 3-4.	Plano Isoyetas Precipitación Anual.....	26
Figura 3-5.	Sectorización de Cuenca del Salar de Atacama	27

Figura 3-6. Zonas de Evaporación según Mardones (Escala 1:1.500.000)	29
Figura 3-7. Esquema de Flujo en Sistema del Salar de Atacama	31
Figura 3-8. Geomorfología Regional.....	35
Figura 3-9. Geología Regional del Salar de Atacama. Modificado de Ramírez, C. & Gardeweg, M, 1982	38
Figura 3-10. Perfil geológico T-T` (SGA, 2013).....	39
Figura 3-11. Quebrada suroeste del Salar	40
Figura 3-12. Canal estacional de Tilopozo	40
Figura 3-13. Elementos de disolución en el desnivel entre la costra del núcleo y los depósitos salinos del borde Sur del Salar	41
Figura 3-14. Geología Local.....	44
Figura 3-15. Ignimbrita de Tucúcaro y Tilopozo	45
Figura 3-16. Tipos de costras	48
Figura 3-17. Sistemas Lacustres Salar de Atacama. SGA, 2013	52
Figura 3-18. Esquema de Alimentación Lagunas del borde Salar, SGA, 2013.....	53
Figura 3-19. Ubicación de la interfaz Salina en el borde del Salar de Atacama.....	55
Figura 3-20. Piezometría del Salar de Atacama.....	56
Figura 3-21. Unidades hidrogeológicas del borde Sur del Salar.....	59
Figura 3-22. Piezometría del acuífero salobre y la Salmuera (Octubre/2013).	60
Figura 3-23. Flujo Subterráneo al salar de Atacama. SGA, 2013.....	61
Figura 3-24. Perfil Nº1 Corte esquemático con la ubicación de la interfaz en el Sistema La Punta-La Brava.....	62
Figura 3-25. Perfil Nº2 Corte esquemático con la ubicación de la interfaz en el Sistema Peine	63
Figura 3-26. Curvas de nivel de la interfaz salina. Sector Tilopozo. Modificado de Geodatos, 2013	64
Figura 3-27. Relación directamente proporcional entre CE y STD	65
Figura 3-28. Diagrama de Stiff del cuerpo de salmuera y el acuífero salobre del Salar de Atacama. (Tomado de SGA, 2013).....	67
Figura 3-29. Puntos de agua superficial y subterránea monitoreados en el Borde Sur del Salar	68
Figura 3-30. Conductividades de Laboratorio del Borde Sur del Salar	71
Figura 3-31. Variación de la temperatura	73

Figura 3-32. Relación Mg vs Cl.....	75
Figura 3-33. Relación Na vs SO ₄	76
Figura 3-34. Relación Ca vs Cl	76
Figura 3-35. Diagrama de Piper de los puntos ubicados en el Núcleo	78
Figura 3-36. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Oriental.....	79
Figura 3-37. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Sector Tilomonte.....	80
Figura 3-38. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Sector Tilopozo	81
Figura 3-39. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Sector Tilopozo	81
Figura 3-40. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Sistema Peine.....	82
Figura 3-41. Diagrama de Piper de los puntos ubicados en el Sistema La Punta-La Brava .	82
Figura 3-42. Diagrama de Stiff del Borde Sur del Salar.....	84
Figura 3-43. Relación iónica rCl/rHCO ₃ para el acuífero salobre del Borde Sur del Salar	85
Figura 3-44. Relación iónica rNa/rK para el acuífero salobre del Borde Sur del Salar.....	86
Figura 3-45. Puntos de agua superficial y subterránea monitoreados para el muestreo isotópico en el Borde Sur del Salar	87
Figura 3-46. Composiciones isotópicas de las muestras.....	88
Figura 3-47. Relación δD vs Conductividad	90
Figura 3-48. Relación δ ¹⁸ O vs Cloruros.....	90
Figura 3-49. Secuencia de facies geoquímicas verticales y horizontales de las formaciones salinas. Tomado de Vila 1990.....	91
Figura 3-50. Relación Sodio vs Cloruros.....	93
Figura 3-51. Relación Calcio y sulfato.....	94
Figura 3-52. Relación entre Magnesio y Litio	95
Figura 3-53. Relación entre Magnesio/Litio y Cloruro.....	96
Figura 3-54. Relación Magnesio y Boro	97
Figura 3-55. Puntos de agua de los sectores Tilopozo y Tilomonte analizados.....	98
Figura 3-56. Intercrecimiento de minerales en los testigos de perforación	100
Figura 3-57. Intercrecimiento de minerales en los testigos del pozo MPS-A(A)	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Ubicación y características constructivas de los multipiezómetros.....	10
Tabla 2-2. Características y coordenadas de los Puntos de muestreo Monitoreados durante el catastro de pozos. Modificado de SGA, 2013.....	14
Tabla 2-3. Información de los puntos de muestreo mensual y bibliográfico. Modificado de SGA, 2013	14
Tabla 2-4. Características de los envases tomados en terreno	16
Tabla 2-5. Parámetros analizados en terreno y en laboratorio, procedimientos analíticos y límites de detección. SGA, 2013.....	18
Tabla 3-1. Precipitaciones Medias Mensuales y Anual	25
Tabla 3-2. Coeficientes de cultivos	28
Tabla 3-3. Evaporación por zonas según áreas de Mardones	30
Tabla 3-4. Balance hídrico en Condiciones promedio	31
Tabla 3-5. Balance Hídrico en el Salar de Atacama por Sector (1970-2008). SGA, 2013.	33
Tabla 3-6. Parámetros medidos in situ y en laboratorio	69
Tabla 3-7. Concentraciones elementos mayoritarios.....	74
Tabla 3-8. Concentraciones de elementos minoritarios.....	78
Tabla 3-9. Minerales salinos encontrados en el Borde Sur del Salar de Atacama.....	92
Tabla 3-10. Valores de IS obtenidos para los sectores de Tilopozo y Tilomonte.....	99

RESUMEN

En el borde Oriental y Sur de la cuenca del Salar de Atacama se presenta el contacto de un acuífero de agua salobre a salado con un cuerpo de salmuera, que por la diferencia de densidad de estos fluidos, hace que la zona de interfaz entre ellas tenga una característica muy especial, donde la masa de salmuera actúa como una barrera semipermeable. En el borde sur, la salmuera se acuña hacia el sur, alcanzando profundidades de 70 m en el sector de Tilopozo (mayor pendiente) y en el sector del Sistema Peine una pendiente suavizada que no supera el 5%. El acuífero salobre que se sitúa sobre esta interfaz, descargan en superficie sobre los depósitos salinos de material fino, formando las lagunas que actualmente se presentan en los sistemas de La Punta La Brava y Peine (zonas de descarga del acuífero Salobre).

Los acuíferos salobres provenientes del borde Este y sur del Salar al igual que los sistemas de lagunas presentan tendencias a ser más alcalinos (7,8 y 8,4 respectivamente), con conductividades que van aumentando en sentido de las direcciones de flujo del agua (4.152 a 19.166 $\mu\text{S}/\text{cm}$) hasta alcanzar valores promedio de 43.659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las Lagunas La Punta y La Brava (Sistema La Punta-La Brava); y 52.572 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las Lagunas Salada, Saladita e Interna (Sistema Peine), ya que estas representan la zona de descarga del acuífero en relación a la salmuera del núcleo que es levemente ácida (entre 6,5 y 7,2) y su conductividad se mantiene entre 448.667 y 618.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tanto la salmuera como el acuífero salobre a salado, en los 15 Km finales hasta la zona de descarga del acuífero, son cloruradas sódicas, notándose las variaciones en órdenes de magnitud mucho mayores para la Salmuera del núcleo en relación al acuífero salobre a salado y zonas de descarga del acuífero, donde a medida que los flujos subterráneos ingresan e interactúan con los depósitos salinos existentes en el borde sur del Salar aumentan las concentraciones de los cationes y aniones (cloruro y sodio principalmente), para finalmente aflorar a la superficie en los sistemas de Lagunas de La Punta-La Brava, y Sistema Peine (zonas de descarga).

Las aguas que se encuentran en los sectores del Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte, presentan composiciones más coincidentes con la composición isotópica de las precipitaciones del área de recarga (baja conductividad y empobrecidas en deuterio, debido al poco tránsito de estas aguas desde las cabeceras de cuenca). Las muestras de agua del Sector Tilopozo, presentan una leve afectación producto de la evaporación, lo que podría corresponder solamente a la que ocurre durante la infiltración hacia el acuífero (están más enriquecidas en δD y $\delta^{18}\text{O}$ y presentan mayor conductividad y concentración de cloruros). Los sistemas de Lagunas La Punta La Brava y Peine muestran concentraciones isotópicas más ligeras, mostrando su afectación por evaporación pero también muestra que estos cuerpos de agua muestran una renovación continua de sus aguas, lo que causa que estos cuerpos de agua no presente composiciones tan evaporadas como las que se observan en las muestras de salmuera del núcleo. Las muestras de Salmuera del Núcleo, mostraron gran afectación por evaporación, concordantes con su origen, ya que estas aguas se han acumulado en el depocentro de la cuenca durante la formación de la misma y se han ido evaporando formando el salar. El rango de composición es alto, pero en su mayoría las muestras de este sector presentan composiciones alrededor de los -20 a -30‰ en la δD y entre -1 y +2‰ para el valor de $\delta^{18}\text{O}$.

Los índices de saturación para los puntos analizados indican que los minerales de carbonatos (Dolomita, Calcita y Aragonito) y el Talco (Silicatos) presentan sobresaturación en todas las soluciones, aumentando su concentración en la dirección del flujo asociado a la interacción con los depósitos salinos (Costra de Cloruros yesifera y costra yesifera de sulfato y cloruros). Además, se observa en las soluciones de los pozos perforados de los sectores Tilopozo y Sistema Peine sobresaturación de Baritina (Sulfatos), Calcedonia y Cuarzo (silicatos).

ABSTRACT

In the eastern edge and the southern edge of the basin of the Salar de Atacama, contact between an aquifer of brackish to salty water with a brine body occurs, and the difference in density of these fluids makes the interface zone between them has a very special characteristic, where the mass of brine acts as a semipermeable barrier. In the southern edge, the brine is wedged to the south, reaching depths of 70 m in the Tilopozo sector (steeper) and in the sector of the Peine system a smooth slope that does not exceed 5%. The brackish aquifer that is on this interface discharges into surface on the salt deposits of fine material, forming lagoons that currently are present in the systems of La Punta La Brava and Peine (zones of brackish aquifer discharge).

The brackish aquifers from the eastern edge and the southern edge of the Salar, the same as the lagoon systems, tend to be more alkaline, with conductivities that increase following the directions of the water flow (4.152 to 19.166 $\mu\text{S}/\text{cm}$) until reaching average values of 43,659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at La Punta and La Brava lagoons (La Punta La Brava system); and 52,572 $\mu\text{S}/\text{cm}$ at Salada, Saladita and Interna lagoons (Peine system), since these represent the discharge zone of the aquifer in relation to the brine of the core that is slightly acidic and its conductivity remains between 448,667 and 618,700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Both the brine and the brackish aquifer present sodium chloride in the last 15 km up to the discharge zone of the aquifer, showing variations in orders of magnitude far greater for the core's brine relative to the brackish aquifer and the discharge zones of the aquifer, where while groundwater inflows interact with salt deposits existing in the southern edge of the Salar, concentrations of cations and anions are increased (mainly sodium and chloride), to finally come to the surface in the systems of La Punta-La Brava lagoons and the Peine system (discharge zones).

The water found in the areas of Eastern edge, Tilopozo sector edge and Tilomonte sector edge have compositions matching the isotopic composition of precipitation in the recharge zone (low conductivity and depleted deuterium due to low movement of this water from the headwaters of the basin). Water samples of the Tilopozo sector are slightly affected due to evaporation, which may correspond only to that occurring during infiltration into the aquifer (the water is more enriched in δD and $\delta^{18}\text{O}$ and have higher conductivity and chloride concentration). The Lagoons of La Punta La Brava and Peine systems show lighter isotopic concentrations affected by evaporation, and also it is demonstrated that these water bodies show a continuous renewal of its water, causing that these water bodies do not have compositions with the level of evaporation of those in the samples of the core's brine. The samples of the core's brine are highly affected by evaporation, consistent with its origin, since this water is accumulated in the basin depocenter during the formation of the same, and by evaporation the salar has been formed. The composition range is high, but most samples of this sector have compositions around -20 to -30‰ in the δD and between -1 y +2‰ for the value of $\delta^{18}\text{O}$.

Saturation indices for the points analyzed indicate that minerals of carbonates (Dolomite, Calcite and Aragonite) and Talc (silicates) have oversaturation in all solutions, increasing their concentration in the direction of the flow associated with the interaction with the salt deposits (gypsiferous chlorides crust and gypsiferous crust of sulfate and chloride). Moreover, oversaturation of Barite (sulfates), Chalcedony and Quartz (silicates) is observed in solutions of wells drilled in the sectors of Tilopozo and Peine System.

1 INTRODUCCIÓN

En el altiplano del norte de Chile existen un gran número de cuencas endorreicas que dan origen a los salares, alguno de ellos con lagunas permanentes, otros con lagunas cuyo tamaño depende de la pluviosidad anual. Entre estos depósitos salinos formados en las cuencas endorreicas, se destaca el Salar de Atacama, por su gran extensión, su diversidad faunística, antropológica y por su riqueza mineral. Ocupa una superficie aproximada de 3.000 km², presenta forma elipsoidal y un eje de rumbo N-S, en su extremo sur termina en dos puntas divergentes, las cuales se encuentran separadas por el Cordón del Lila.

Este a su vez, presenta en su zona marginal, varios sistemas de lagunas, distribuidos en el borde Noreste (Sistemas Quelana y Soncor) y en el sureste del Salar (Sistema La Brava-La Punta y Sistema Salada, Saladita e Interna). Estas lagunas son de carácter permanentes y su recarga estaría asociada con flujos de agua ingresantes por el borde nororiental y el sector este y sur del Salar, y que, principalmente provendrían de zonas de recarga ubicadas en las cotas más altas del altiplano de la Cordillera de Los Andes, en volcanes y altas cumbres.

Los sistemas de Lagunas La Punta-La Brava y Salada, Saladita e interna, de la zona marginal del sector SE del Salar de Atacama, no presentan cuerpos de agua individuales, sino que son sistemas de lagunas y charcos, cuya forma y tamaño son variantes, con áreas promedio de 172,11 y 136 Ha respectivamente (SCL-GCF, 2009).

Estos sistemas poseen gran importancia desde el punto de vista ecológico y económico, dada la existencia de zonas de vegas, entre las que se encuentran las vegas de Tilopozo, La Punta, Tilocalar, Silolao y Palao, y lagunas que albergan especies animales y vegetales, ya que poseen una rica oferta alimentaria para los flamencos Andinos, flamencos de James y flamencos Chilenos (crustáceos, microorganismos y microalgas), los cuales habitan actualmente en el sistema lacustre de Salada, Saladita e Interna.

Con el objetivo de proteger estos ecosistemas, la Dirección General del Agua (DGA) mediante la resolución DGA N° 529 de Octubre de 2003, modifica la resolución DGA N° 909 de 1996, y actualiza la identificación y delimitación de acuíferos que alimentan vegas y bofedales de la región de Antofagasta, limitando las actividades de exploración y explotación del recurso hídrico en estas áreas. Esta nueva resolución, continúa con la delimitación del acuífero del sector sureste del Salar de Atacama, en donde se identifican y clasifican las 5 vegas mencionadas en el párrafo anterior y que son alimentadas por el acuífero presente en el sector sureste del Salar.

Por lo anterior, y ante la necesidad de conocer y comprender el comportamiento de los sistemas hídricos que se presentan en el sector sureste del salar de Atacama, la compañía minera Rockwood Lithium, antes Sociedad Chilena del Litio (SCL), que viene desarrollando labores de extracción de la salmuera del núcleo para la obtención del litio y otros minerales desde 1981, ha apoyado a lo largo del tiempo de extracción numerosos estudios hidrogeológicos del Salar de Atacama, en especial de los sistemas lacustres presentes en el sector sur y que permitan comprender el comportamiento de estos sistemas y del entorno a fin de evitar algún tipo de afección a tan importantes sistemas ambientales

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Realizar la caracterización hidrogeoquímica de los flujos de agua subterránea que alimentan al sistema hídrico del sureste del Salar de Atacama, ubicado en la región de Antofagasta, Chile.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar las unidades hidrogeológicas presentes en el borde SE del Salar, a partir de los estudios de geología y geofísica realizados en el sector.
- Identificar la composición química e isotópica de los flujos de agua subterránea ingresantes, cuerpos de agua superficial y de los sistemas de lagunas del sector sureste del Salar.
- Analizar la relación hidroquímica del sistema de las lagunas en el sector sureste del Salar, la salmuera y los flujos de agua de recargas del sistema apoyados en la isotopía de estas aguas.
- Describir el funcionamiento hidrodinámica e hidrogeoquímica de este sistema y establecer la relación entre los flujos de agua subterránea ingresantes y los procesos de depositación actual de las sales del sector sureste del Salar de Atacama.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESOS

El Salar de Atacama se encuentra ubicada en la Precordillera Andina, al Norte del Territorio Chileno, en la parte central de la Región de Antofagasta, Departamento El Loa, Comunidad de Calama, a aproximadamente 150 km de Calama y a 55 Km al Norte de San Pedro de Atacama. A su vez se localiza en el centro poniente del territorio comunal de San Pedro de Atacama, con una superficie comunal de 23.439 km² y cuenta con una población aproximada de 5.000 habitantes, los cuales se distribuyen principalmente en los centros poblados de San Pedro de Atacama, Toconao, Socaire y Peine.

El acceso hacia el Salar de Atacama, desde Calama se realiza a través de la Ruta Internacional 23-CH, asfaltada desde Calama hasta la localidad de Toconao, donde se puede acceder a la ruta B-355, la cual posee una superficie tratada con bischofita, que es la ruta que recorre el borde oriental del salar y que permite conectarse con la localidad de Peine y con la planta salar de Rockwood Lithium.

El ingreso al área de las lagunas del Sistema La Punta-La Brava se puede realizar desde la Planta del Salar de Rockwood Lithium por la B-367 en dirección a Tilopozo, y luego se toma la ruta secundaria B-385; o desde el poblado de Peine por la ruta B-355. La ruta de acceso a las lagunas del Sistema Peine tanto desde la planta como desde el poblado de Peine es la B-367 (Figura 1-1).

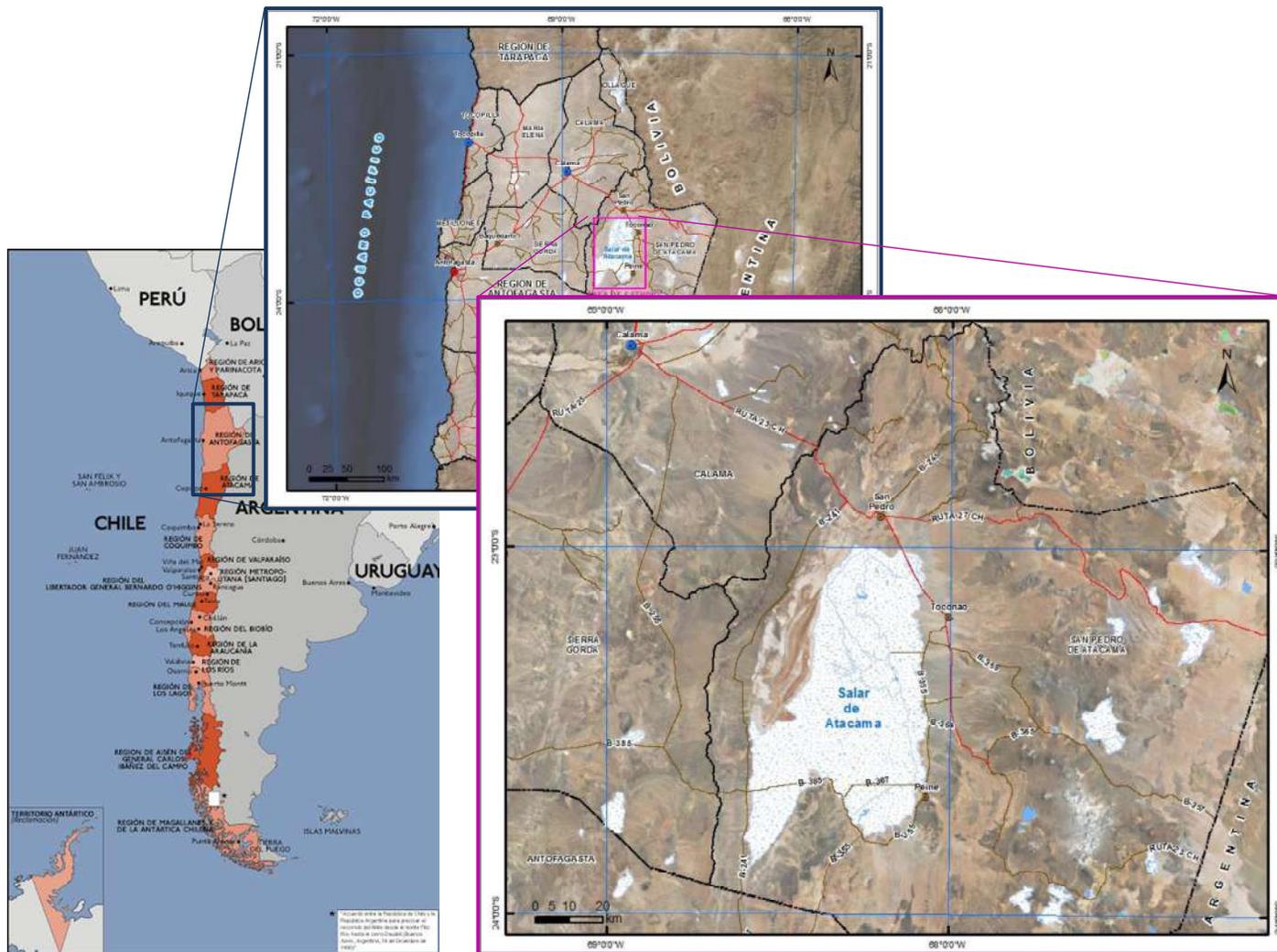


Figura 1-1. Ubicación del área de estudio y vías de acceso

2 METODOLOGÍA

La metodología aplicada para la realización de este proyecto, consistió en tres etapas, las que se describen a continuación

2.1 COMPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA DISPONIBLE

Esta actividad se centró en la compilación y análisis de la información obtenida de diversos estudios realizados en el Salar de Atacama y en el área de estudio en particular, bases de datos entregados por Rockwood y obtenidas de la DGA, que contienen antecedentes con respecto a la geología, hidrología, hidrogeología e hidrogeoquímica.

A continuación se listan los antecedentes compilados y analizados.

2.1.1 Geología

- Moraga, Fortt, Chong, Henriquez. (1974) Estudio Geológico del Salar de Atacama. Provincia de Antofagasta
- Ramírez y Gardeweg (1982) Geología de la Hoja Toconao. Región de Antofagasta.
- Kunasz (1979) Salar de Atacama Lithium reserves high calcium brine exploration
- Börgel (1983) Geografía de Chile Tomo 2 Geomorfología. Instituto geográfico militar.
- Dirección General de Aguas (2008) Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 1. Informe Final parte II. Geología Regional del Altiplano de Chile.
- Díaz del Río, G., Bonilla Parra, R. y Peralta Toro, F. (1972). Geología de Superficie, Sub-superficie y Geoquímica del Salar de Atacama.

2.1.2 Hidrología

- Dirección General de Aguas (2012) Evaluación de los Recursos Hídricos subterráneos del acuífero del Salar de Atacama. Informe Técnico S.D.T N°324.
- GCF Ingenieros Ltda. (2010) Actualización de la Evaluación de la Disponibilidad de Recursos Hídricos para constituir derechos de Aprovechamiento en las Subcuencas afluentes al Salar de Atacama. II Región
- Dirección General de Aguas (2008) Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 1. Informe Final parte I. Hidrografía Regional del Altiplano de Chile.

- Dirección General de Aguas (2008) Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 1. Informe Final parte III. Hidrología Regional del Altiplano de Chile.

2.1.3 Hidrogeología

- Layto E. Dalannais. (1979). Hidrogeología del Borde Oriental del Salar de Atacama.
- L. Mardones (1986). Características Geológicas e Hidrogeológicas del Salar de Atacama”, El litio un nuevo recurso para Chile
- SCL–GCF (1999) Actualización del modelo de simulación Hidrogeológico del Salar de Atacama.
- J. McCartney (2001) “Hydraulic and Hydrochemical interactions in the Tilopozo groundwater zone Salar de Atacama Region II, Chile”
- SCL–GCF (2001) Modelo Hidrogeológico del Salar de Atacama.
- Conama–SQM-MEL-CMZ-SCL (2003) “Proyecto de Estudio y Monitoreo del Recurso Hídrico de la Cuenca del Salar de Atacama”.
- Soquimich – Dictuc (2004) “Funcionamiento Hidráulico de las Lagunas marginales del Núcleo del Salar de Atacama”.
- Soquimich – Dictuc (2004) “Modelo Hidrogeológico del Acuífero de Salmuera del Núcleo del Salar de Atacama”.
- DGA – Dictuc (2005) “Hidrogeología de la II Región y Asesoría para la Revisión de Informes de Estudios de Evaluación de Recursos Hídricos. Informe Final Salar de Atacama”.
- DARH-DGA (2012) – Evaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del salar de Atacama.- Informe técnico-

2.1.4 Hidrogeoquímica

- Aravena, Ramón. (1995) Isotope Hydrology and Geochemistry of Northern Chile Groundwaters
- Risacher, Francois; Alonso, Hugo & Salazar, Carlos. (1999) Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas: I, II y III Regiones-Chile. Volumen III. Estudio de Cuencas de la II Región
- Dirección General de Aguas (2009) Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 2. Informe Final parte IV. Hidrogeoquímica e Isotopía Regional del Altiplano de Chile.
- Dirección General de Aguas (2009) Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 2. Informe Final parte VI. Campañas de Muestreo Geoquímico e Isotópico.

- SQM – Geobiota (2011) “Plan Seguimiento Ambiental Salar de Atacama. Medición de Superficies en Cuerpos Lacustres Campaña Abril 2011”.
- SQM–Geohidrología (2011) “Informe N° 9 del plan de seguimiento ambiental hidrogeológico”.
- MEL (2011) Undécimo Informe Anual Monitoreo Ambiental EIA Lixiviación Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado

2.2 FASE DE CAMPO

Esta actividad inicio con el estudio geofísico del sector SE del Salar de Atacama, en el cual se realizaron 16 perfiles geofísicos (8 TEM y 8 NanoTEM); y según los resultados de los mismos, se realizó la construcción de 8 multipiezómetros (6 en el sector del Sistema La Punta La Brava y 2 en el sector del Sistema Salada, Saladita e Interna). Paralelo a estas actividades, se desarrollaron campañas de muestreo químico e isotópico mensual de aguas subterráneas y superficiales presentes en el sector, las que se iniciaron durante el período de Febrero de 2013 hasta Enero de 2014.

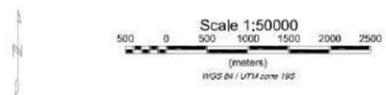
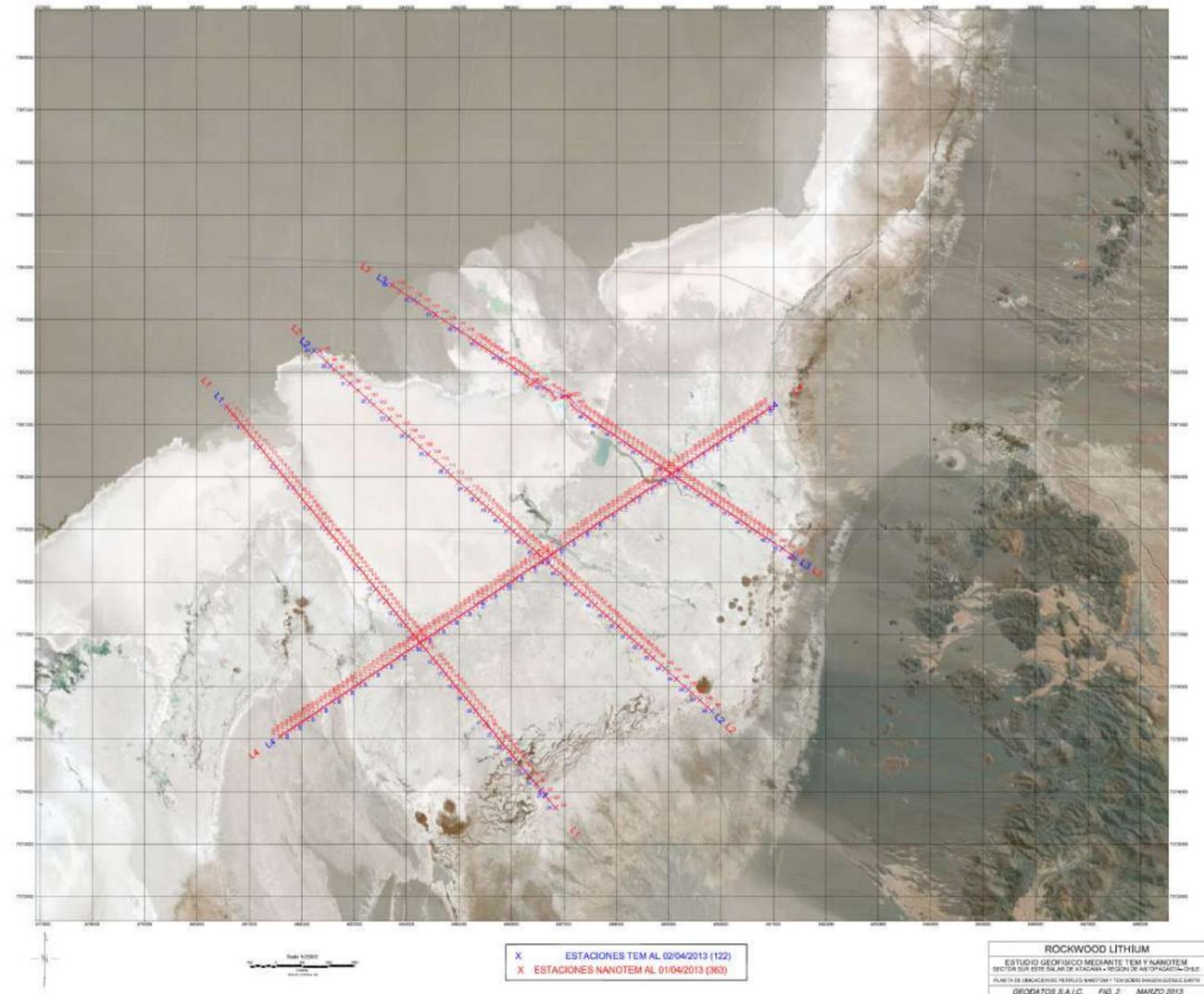
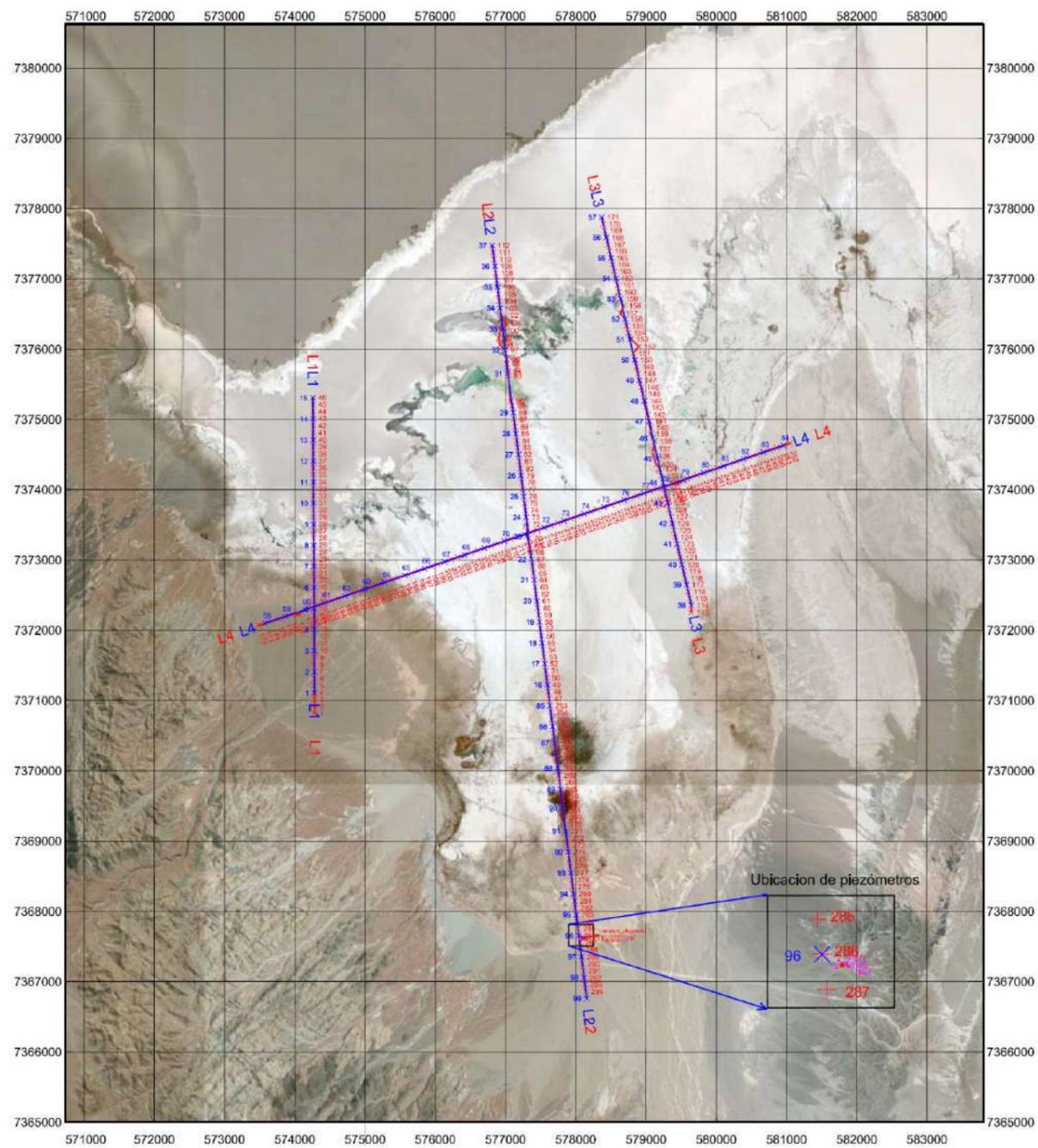
A continuación se describen las actividades de terreno desarrolladas en esta fase para el SE del Salar de Atacama.

2.2.1 Geofísica

Durante los meses de Marzo y Abril de 2013 se desarrollaron en el sector SE del Salar 16 perfiles geofísicos, mediante el método transiente electromagnético (TEM) y su modalidad NanoTEM, a fin de reconocer las unidades geoelectricas en profundidad y definir la zona de mezcla que se produce por cambio de densidad entre la salmuera del núcleo del salar con el flujo de agua subterráneo que ingresa al salar, y así poder estimar la relación hidráulica que ambas tienen con el origen de las lagunas del sector.

En el sector de la Laguna La Punta La Brava, en el año de 2012 se ejecutaron 4 perfiles de dirección norte-sur, (22,2 km de TEM y 24,6 km de NanoTEM), los que se complementaron durante la campaña desarrollada en Marzo de 2013 con tres perfiles de orientación norte-sur (continuación de los hechos en el año 2012) y otro en dirección este-oeste. Con un total de 28,5 km en TEM y 29,2 km en NanoTEM.

En el área de Salada, Saladita e Interna, se realizó una campaña durante el mes de Abril de 2013 con la ejecución de 3 perfiles en dirección norte-sur y uno en dirección este-oeste. La extensión total de los perfiles en este sector fue de 40,4 km de TEM y 40,6 km de NanoTEM (Figura 2-1).



X TOTAL ESTACIONES NANOTEM 293
 X TOTAL ESTACIONES TEM 96

ROCKWOOD LITHIUM
 ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y NANOTEM
 SECTOR SUR SALAR DE ATACAMA - REGION DE ANTOFAGASTA - CHILE
 PLANTA DE UBICACION DE ESTACIONES NANOTEM Y TEM SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH
 GEODATOS S.A.I.C. FIG. 2. FEBRERO 2013

X ESTACIONES TEM AL 02/04/2013 (122)
 X ESTACIONES NANOTEM AL 01/04/2013 (263)

ROCKWOOD LITHIUM
 ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE TEM Y NANOTEM
 SECTOR SUR SALAR DE ATACAMA - REGION DE ANTOFAGASTA - CHILE
 PLANTA DE UBICACION DE ESTACIONES NANOTEM Y TEM SOBRE IMAGEN GOOGLE EARTH
 GEODATOS S.A.I.C. FIG. 2. MARZO 2013

Figura 2-1. Ubicación de los perfiles geofísicos TEM y NanoTEM del borde SE del Salar de Atacama

2.2.2 Construcción de Multipiezómetros

La perforación de los multipiezómetros se realizó con una perforadora Longyear 55, utilizando el método de diamantina de los cuales se obtuvieron muestras de testigo continuo solo del piezómetro más profundo. Estos se construyeron en 8 puntos de perforación (Figura 2-2) y se componen de 3 piezómetros de 4" de diámetro interior de habilitación cada uno, con filtros a diferentes profundidades.

De los tres piezómetros que componen al multipiezómetro, uno de estos se habilitó en la parte superior del sistema hídrico de esta zona (acuífero somero), el siguiente se habilitó totalmente y permitirá observar la variación de la interfaz salina, y el último se habilitó en su parte inferior y será utilizado para el monitoreo de la salmuera. Las profundidades de los mismos variaron entre 10 y 30 m en cuanto al piezómetro de monitoreo del acuífero somero y 80 a 100 m en los piezómetros que serán utilizados para el monitoreo de la interfaz salina y la salmuera (Figura 2-3). En la Tabla 2-1 se muestran las coordenadas para cada uno de los multipiezómetros, además de las características de construcción de cada uno de los piezómetros que los componen.

La construcción de estos multipiezómetros finalizó en septiembre de 2013, y el monitoreo de niveles, hidroquímico e isotópico (en el caso de los piezómetros A para agua salobre y B para la salmuera) y medición de la interfaz salina en el piezómetro C mediante el perfilaje de conductividad en los sondajes.

En el mes de Octubre de 2013, se inició el monitoreo de los multipiezómetros con una frecuencia mensual por al menos 3 años con el fin de observar el comportamiento de los elementos a través del tiempo, determinar si se presentan variaciones estacionales tanto en niveles como en componentes físicoquímicas del agua y observar el comportamiento de la interfaz salina, y cuyos resultados permitirán generar una línea base para estas zonas.

Para el presente informe se incorporaron los resultados físicoquímicos e isotópicos de los piezómetros A de cada multipiezómetro (cuya finalidad es el monitoreo del acuífero somero) para el periodo de Octubre de 2013 a Enero de 2014, y cuyos errores de balance iónico fuesen aceptables (no superasen el +/- 10%). Los resultados obtenidos fueron incorporados en el análisis de cada una de los sectores y su análisis se presenta en el capítulo de resultados.

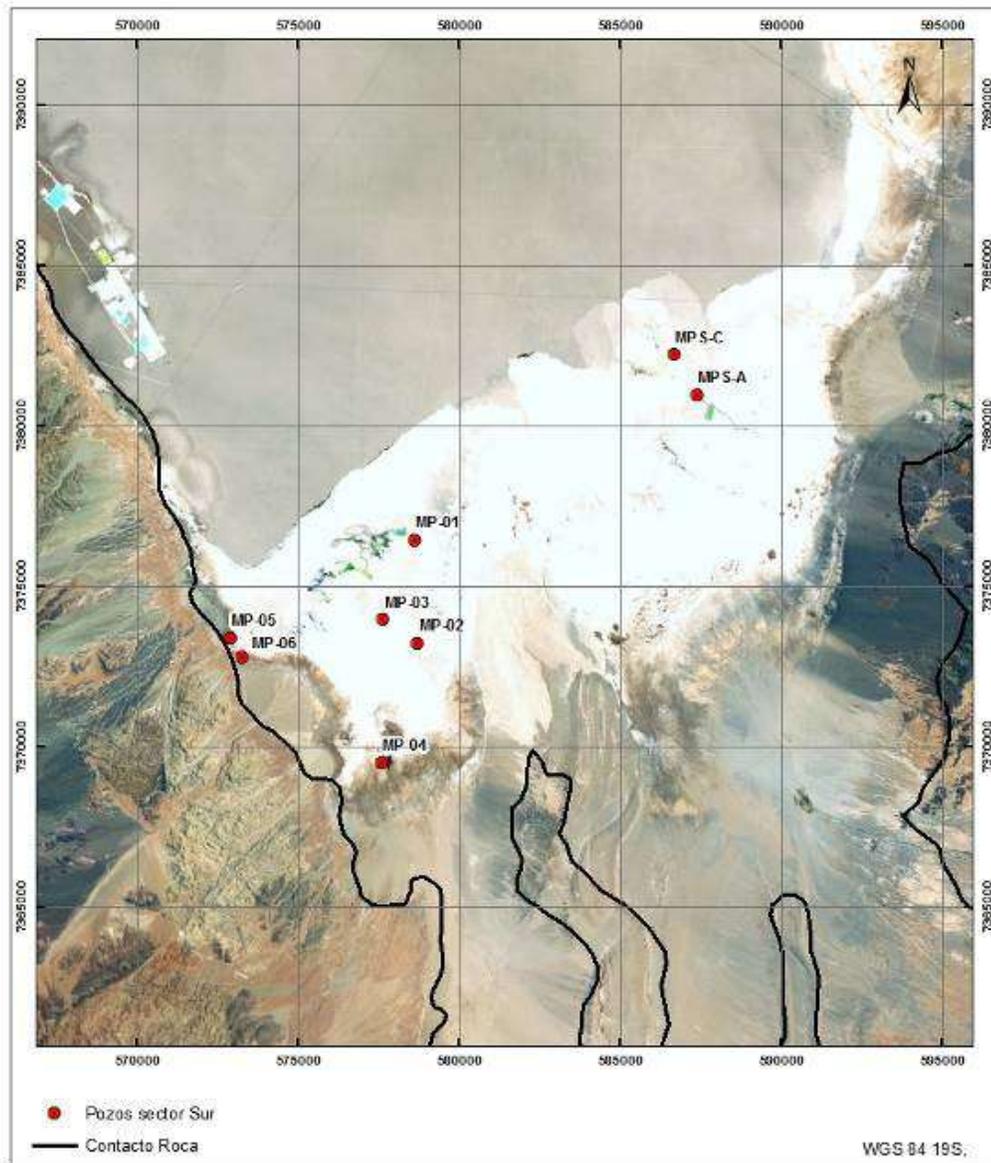


Figura 2-2. Ubicación de los multipiezómetros del borde SE del Salar de Atacama

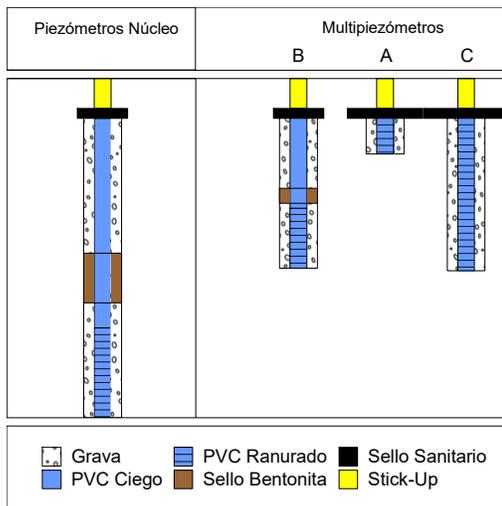


Figura 2-3. Esquema de habilitación y distribución en terreno de los piezómetros que componen cada uno de los multipiezómetros (SGA, 2013)

Tabla 2-1. Ubicación y características constructivas de los multipiezómetros

Piezómetro	Coordenadas (WGS84)			Profundidad (m)	Ranurado (m)		Diámetro Habilitación (")	Sello (m)		Material Sellante
	Norte	Este	Altura (m.s.n.m)		Desde	Hasta		Desde	Hasta	
MP-01	7376425	578753	2302	7,15	0	10	4	-	-	-
				30	18	30	4	13	17	Bentonita
				30,55	0	30,55	4	-	-	-
MP-02	7373232	578753	2302	12	0	12	4	-	-	-
				52	34	52	4	26	30	Bentonita
				50	0	50	4	-	-	-
MP-03	7373946	577652	2305	12,5	0	12,5	4	-	-	-
				30,5	24,5	30,5	4	16,5	20,5	Bentonita
				30,3	0	30,3	4	-	-	-
MP-04	7369510	577718	2315	41,5	0	41,5	4	-	-	-
				81,7	62	81,7	4	54	58	Bentonita
				120,65	0	120,65	4	-	-	-
MP-05	7373351	572916	2312	20,2	0	20,2	4	-	-	-
				60	40	60	4	-	-	-
				80	0	80	4	-	-	-
MP-06	7372774	573298	2309	30	0	30	4	-	-	-
				65	45	65	4	-	-	-
				81,5	0	81,5	4	-	-	-
MPS-A	7381049	587365	2308	4	0	4	4	-	-	-
				30,7	12,7	30,7	4	4,7	8,7	Bentonita
				40	0	40	4	-	-	-
MPS-C	7382309	586729	2306	3,4	0	3,4	4	-	-	-
				42	24	42	4	16	20	Bentonita
				43,3	0	43,3	4	-	-	-

2.2.3 Muestreo Químico e Isotópico del agua

La caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca del Salar de Atacama se ha realizado a partir del análisis de los resultados químicos e isotópicos (δD , $\delta^{18}O$) recopilados de la información bibliográfica recopilada y de las campañas de monitoreo mensual desde Febrero 2013 hasta Enero de 2014, las que se presentan en el Anexo II; III y IV.

A. Descripción de las campañas de Muestreo

Cada campaña de monitoreo consistió en la medición mensual de niveles piezométricos, parámetros físico-químicos *in situ*, análisis de la calidad físico-química del agua en laboratorio, y análisis de la composición isotópica (δD , $\delta^{18}O$) de ésta.

En primera instancia, durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 2013 se realizó el catastro de los posibles puntos de monitoreo, el cual se extendió durante este período debido a la densidad, distribución y accesibilidad de los puntos de agua superficial y subterránea del sector sur del Salar. En esta campaña se levantaron 104 puntos en total, de los cuales 14 corresponden a puntos de agua superficial y 90 a puntos de agua subterránea (Figura 2-4).

Una vez seleccionado los puntos más representativos (Tabla 2-2), en el mes de Mayo de 2013, se inició el monitoreo de la malla de muestreo para el borde Sur del Salar. En algunos de los pozos del sector, los cuales, tienen como fin el monitoreo de la interfaz salina, se realizaron perfiles de conductividad eléctrica en profundidad para detectar la ubicación de la misma en el borde Sur del salar.

En el mes de Octubre de 2013, una vez finalizada la construcción de los piezómetros y multipiezómetros del borde sur del Salar de Atacama, estos fueron integrados a la malla de muestreo establecida para el mes de Mayo de 2013 y se descartaron los pozos que eran propiedad de terceros, ya que no se contaba con permiso para su medición, o en algunos de estos pozos les fue instalado por el propietario equipos de medición imposibilitando su monitoreo.

En la Figura 2-5 se presentan los puntos de agua superficial y subterránea monitoreados mensualmente y en la Tabla 2-3 se muestran las características de cada uno de esos puntos, entre la que se encuentra su ubicación y densidad de información química e isotópica de cada punto, y que corresponden a un total de 19 pozos, 2 vertientes, 1 puntera y 10 aguas de lagunas o pozas; además de los puntos de agua superficial y subterránea recopilados mediante información bibliográfica.

Cada una de las campañas mensuales tiene una duración de dos semanas al mes. En los que se midieron *in situ* los parámetros físico-químicos del agua (Temperatura, Conductividad Eléctrica, pH, y Alcalinidad), y se toman varios envases de muestra de agua para su análisis de calidad química y análisis isotópico en laboratorio. En el caso de las aguas subterráneas se mide también la profundidad del nivel piezométrico.

Los trabajos de muestreo se realizaron según lo establecido en la legislación ambiental vigente, es decir, de acuerdo a la norma de muestreo de aguas superficiales y subterráneas NCh 411, y en coordinación con los requerimientos de los laboratorios de análisis químico e isotópico.

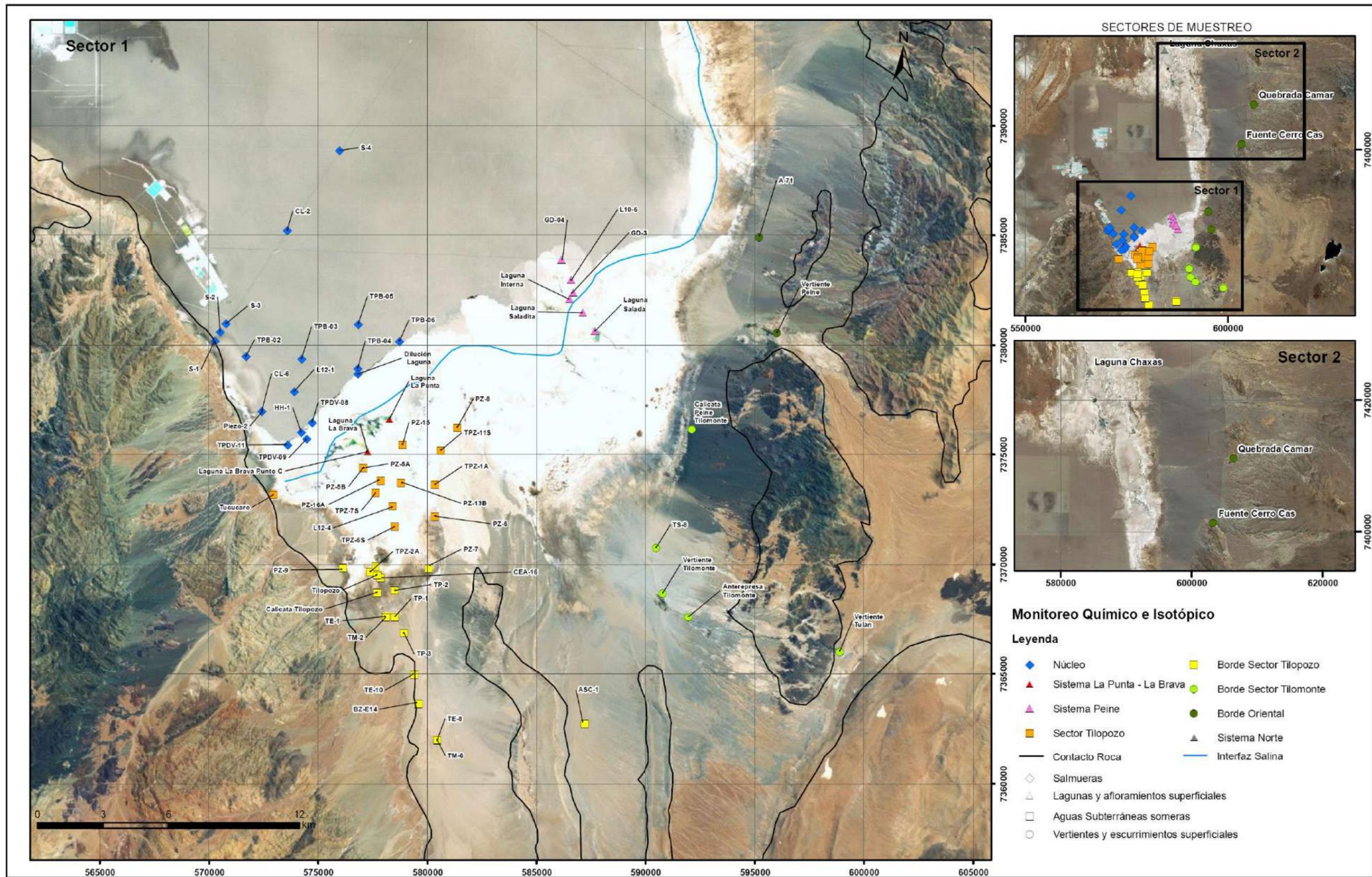


Figura 2-4. Puntos levantados durante el catastro de pozos (SGA, 2013)

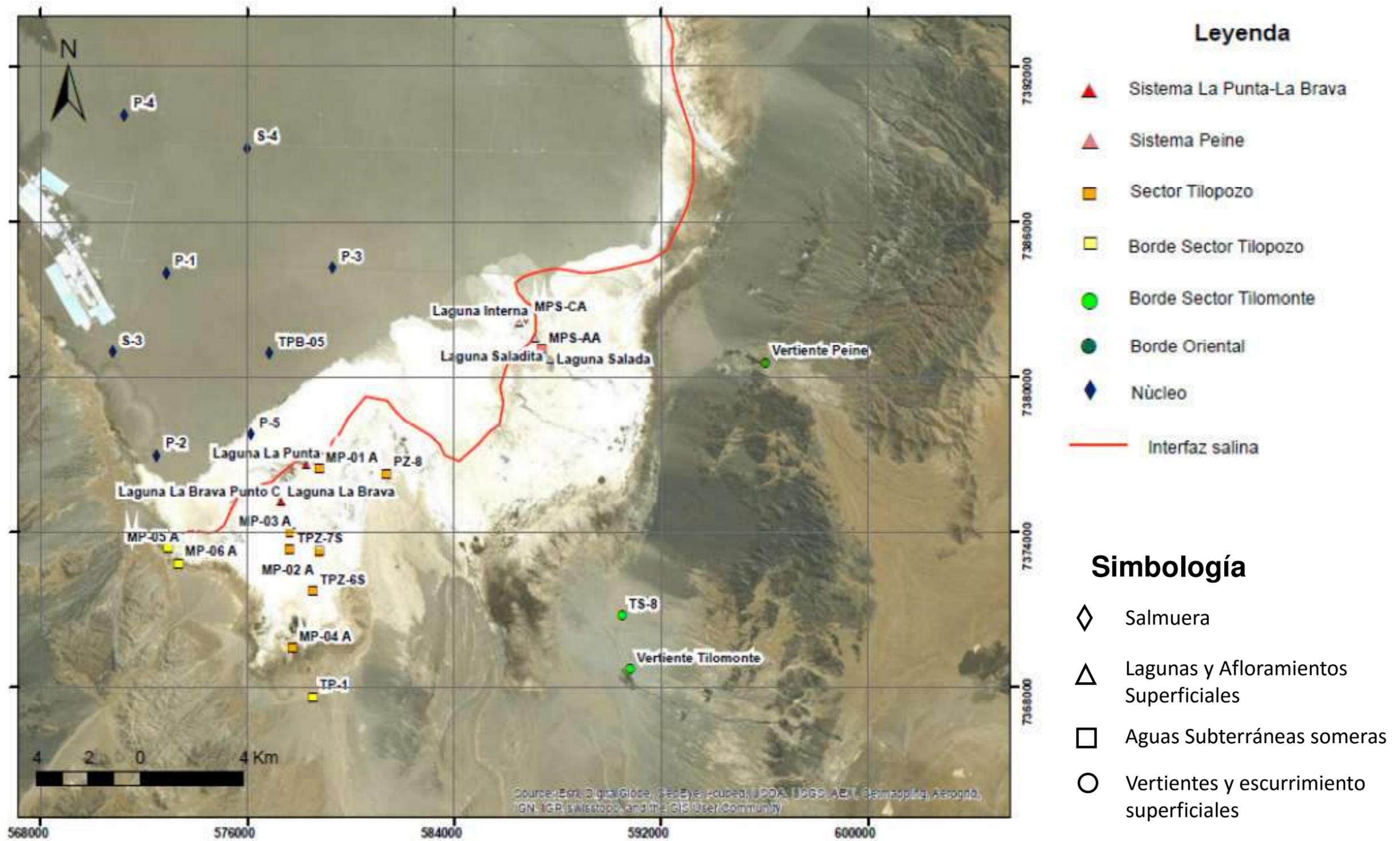


Figura 2-5. Ubicación de los puntos de agua superficial y subterránea monitoreados

Tabla 2-2. Características y coordenadas de los Puntos de muestreo Monitoreados durante el catastro de pozos. Modificado de SGA, 2013

Punto	WGS 84			Tipo Punto	Propiedad Punto	Sector	Análisis Físicoquímicos		Análisis Isotópicos
	Norte	Este	Cota (m.s.n.m.)				# Análisis de laboratorio realizados	# Análisis validos	# Análisis Isotópicos realizados
S-1	7.380.177,00	570.268,00	2.306	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	1	1	1
S-2	7.380.578,00	570.515,00	2.311	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	1	0	1
S-3	7.380.963,00	570.769,00	2.313	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	9	7	9
S-4	7.388.857,00	575.982,00	2.307	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	9	7	9
CL-2	7.385.213,00	573.583,00	2.315	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	1	1	1
CL-6	7.376.982,00	572.417,00	2.308	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	10	8	10
TPB-02	7.379.478,00	571.684,00	2.310	Pozo	Minera Escondida	Núcleo	1	1	1
TPB-03	7.379.368,00	574.250,00	2.310	Pozo	Minera Escondida	Núcleo	1	1	1
TPB-05	7.380.932,00	576.841,00	2.310	Pozo	Minera Escondida	Núcleo	8	3	8
L12-1	7.377.870,00	573.891,00	2.312	Pozo	SQM	Núcleo	1	1	1
P-01	7.384.032,00	572.836,00	2.304	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	8	8	8
P-02	7.376.979,00	572.468,00	2.306	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	5	4	5
P-03	7.384.211,00	579.260,00	2.312	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	8	5	8
P-04	7.390.121,00	571.207,00	2.306	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	3	2	3
P-05	7.377.774,00	576.092,00	2.303	Pozo	Rockwood Lithium	Núcleo	5	5	3
HH-1	7.376.016,00	574.221,00	2.313	Puntera	Rockwood Lithium	Núcleo	1	1	1
TPB-04	7.378.936,00	576.812,00	2.312	Pozo	Minera Escondida	Núcleo	1	1	1
TPB-06	7.380.176,00	578.715,00	2.310	Pozo	Minera Escondida	Núcleo	1	1	1
TPDV-08	7.376.450,00	574.719,00	2.313	Puntera	Minera Escondida	Núcleo	7	3	7
TPDV-09	7.375.714,00	574.465,00	2.314	Puntera	Minera Escondida	Núcleo	2	1	2
Dilución Laguna	7.378.679,00	576.804,00	2.313	Espejo de Agua	-	Núcleo	1	1	1
Laguna La Punta	7.376.600,00	578.263,00	2.311	Laguna	-	Sistema La Punta - La Brava	12	6	12
Laguna La Brava	7.375.129,00	577.265,00	-	Laguna	-	Sistema La Punta - La Brava	5	4	5
Laguna La Brava Punto C	7.375.129,00	577.265,00	2.312	Laguna	-	Sistema La Punta - La Brava	10	8	10
Laguna Interna	7.382.075,00	586.500,00	2.312	Laguna	Comunidad Peine	Sistema Peine	12	7	12
Laguna Salada	7.380.623,00	587.679,00	2.311	Laguna	Comunidad Peine	Sistema Peine	8	3	8
Laguna Saladita	7.381.467,00	587.109,00	2.313	Laguna	Comunidad Peine	Sistema Peine	10	3	10
MPS-AA	7.381.049,00	587.365,00	2.308	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sistema Peine	5	5	5
MPS-CC	7.382.309,00	586.729,00	2.306	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sistema Peine	5	4	5
PZ-5A	7.374.389,00	577.055,00	2.313	Multipiezómetro	Minera Escondida	Sector Tilopozo	1	1	1
PZ-5B	7.374.389,00	577.055,00	2.313	Multipiezómetro	Minera Escondida	Sector Tilopozo	1	1	1
PZ-8	7.376.229,00	581.372,00	2.311	Puntera	Minera Escondida	Sector Tilopozo	7	4	7
PZ-15	7.375.440,00	578.872,00	2.313	Puntera	Minera Escondida	Sector Tilopozo	1	0	1
PZ-16A	7.373.822,00	577.865,00	2.315	Multipiezómetro	Minera Escondida	Sector Tilopozo	1	1	1
TPZ-1A	7.373.646,00	580.349,00	2.316	Multipiezómetro	S/I	Sector Tilopozo	1	1	1
TPZ-6S	7.371.707,00	578.506,00	2.305	Hoyo	S/I	Sector Tilopozo	10	8	10
TPZ-7S	7.373.277,00	577.630,00	2.310	Hoyo	S/I	Sector Tilopozo	8	5	8
TPZ-11S	7.375.204,00	580.625,00	2.309	Hoyo	S/I	Sector Tilopozo	1	0	1
Tucúcaro	7.373.189,00	572.973,00	2.309	Calicata	Rockwood Lithium	Sector Tilopozo	7	5	7
MP-01A	7.376.425,00	578.753,00	2.302	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sector Tilopozo	4	4	4
MP-02A	7.373.232,00	578.753,00	2.302	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sector Tilopozo	5	5	5
MP-03A	7.373.946,00	577.652,00	2.305	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sector Tilopozo	5	4	5
MP-04A	7.369.510,00	577.718,00	2.315	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Sector Tilopozo	5	3	5
TE-1	7.367.633,00	578.086,00	2.323	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	1	1
TE-8	7.361.995,00	580.445,00	2.424	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	1	1
TM-2	7.367.618,00	578.115,00	2.323	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	1	1
TM-6	7.362.006,00	580.451,00	2.424	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	9	6	9
TP-1	7.367.609,00	578.502,00	2.327	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	6	4	6
TP-2	7.368.807,00	578.501,00	2.325	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	1	1
TP-3	7.366.866,00	578.924,00	2.336	Pozo	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	0	1
TPZ-2A	7.369.660,44	577.385,23	2.314	Multipiezómetro	Minera Escondida	Borde Sector Tilopozo	1	0	1
Tilopozo	7.368.717,00	577.712,00	2.314	Calicata	Rockwood Lithium	Borde Sector Tilopozo	8	3	8
MP-05A	7.373.351,00	572.916,00	2.312	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Borde Sector Tilopozo	4	4	4
MP-06A	7.372.774,00	573.298,00	2.309	Multipiezómetro	Rockwood Lithium	Borde Sector Tilopozo	2	1	2
TS-8	7.370.743,00	590.469,00	2.351	Pozo	S/I	Borde Sector Tilomonte	11	8	11
Vertiente Tulán	7.366.021,00	598.889,00	2.934	Vertiente	-	Borde Sector Tilomonte	1	0	1
Vertiente Tilomonte	7.368.684,00	590.777,00	2.376	Vertiente	-	Borde Sector Tilomonte	10	7	10
Antrepresa Tilomonte	7.367.618,00	591.962,00	2.432	Canal	-	Borde Sector Tilomonte	1	1	1
Calicata Peine Tilomonte	7.376.138,00	592.103,00	2.326	Calicata	S/I	Borde Sector Tilomonte	1	1	1
Quebrada Camar	7.411.194,00	606.314,00	2.722	Quebrada	-	Borde Oriental	11	5	11
Fuente Cerro Cas	7.401.317,00	603.321,00	2.583	Fuente	-	Borde Oriental	1	0	1
Vertiente Peine	7.380.542,00	596.010,00	2.461	Vertiente	-	Borde Oriental	11	8	11
Laguna Chaxas	7.424.471,00	584.434,00	2.309	Laguna	CONAF	Sistema Norte	8	6	8
Laguna Quelana	7.403.903,00	593.855,00	2.308	Laguna	CONAF	Sistema Norte	8	6	8
Laguna Soncor	7.416.557,00	587.006,00	2.312	Laguna	-	Sistema Norte	1	0	1
Laguna Barros Negros	7.415.908,00	586.194,00	2.298	Laguna	-	Sistema Norte	7	6	7

Tabla 2-3. Información de los puntos de muestreo mensual y bibliográfico. Modificado de SGA, 2013

Punto	WGS 84			Tipo Punto	Sector	Meses muestreados	# Análisis de laboratorio realizados	# Análisis validos	# Análisis Isotópicos
	Norte	Este	Cota (m.s.n.m.)						
S-3	7.380.963,00	570.769,00	2.313	Pozo	Núcleo	9	9	7	9
S-4	7.388.857,00	575.982,00	2.307	Pozo	Núcleo	9	9	7	9
TPB-05	7.380.932,00	576.841,00	2.310	Pozo	Núcleo	8	8	3	8
P-1	7.384.032,00	572.836,00	2.304	Pozo	Núcleo	8	8	8	8
P-2	7.376.979,00	572.468,00	2.306	Pozo	Núcleo	5	5	4	5
P-3	7.384.211,00	579.260,00	2.312	Pozo	Núcleo	8	8	5	8
P-4	7.390.121,00	571.207,00	2.306	Pozo	Núcleo	3	3	2	3
P-5	7.377.774,00	576.092,00	2.303	Pozo	Núcleo	5	5	5	3
Vertiente Peine	7.380.542,00	596.010,00	2.461	Vertiente	Borde Oriental	11	11	8	11
A-71	7.384.746	595.097	2330	Pozo	Borde Oriental	1	1	1	0
A-72	7.383.241	593.735	2310	Pozo	Borde Oriental	1	1	1	0
TS-8	7.370.743,00	590.469,00	2.351	Pozo	Borde Sector Tilomonte	11	11	8	11
Vertiente Tilomonte	7.368.684,00	590.777,00	2.376	Vertiente	Borde Sector Tilomonte	10	10	7	10
A-75	7.377.486	591.821	2310	Pozo	Borde Sector Tilomonte	1	1	1	0
A-77	7.373.865	591.066	2320	Pozo	Borde Sector Tilomonte	1	1	1	0
A-78	7.371.894	590.555	2330	Pozo	Borde Sector Tilomonte	1	1	1	0
A-79	7.371.858	588.890	2320	Pozo	Borde Sector Tilomonte	1	1	1	0
A-80	7.371.772	587.236	2315	Pozo	Borde Sector Tilomonte	1	1	1	0
Laguna La Punta	7.376.600,00	578.263,00	2.311	Laguna	Sistema La Punta - La Brava	12	12	6	12
Laguna La Brava	7.375.129,00	577.265,00	-	Laguna	Sistema La Punta - La Brava	5	5	4	5
Laguna La Brava Punto C	7.375.129,00	577.265,00	2.312	Laguna	Sistema La Punta - La Brava	10	10	8	10
Laguna Interna	7.382.075,00	586.500,00	2.312	Laguna	Sistema Peine	12	12	7	12
Laguna Salada	7.380.623,00	587.679,00	2.311	Laguna	Sistema Peine	8	8	3	8
Laguna Saladita	7.381.467,00	587.109,00	2.313	Laguna	Sistema Peine	10	10	3	10
MPS-AA	7.381.049,00	587.365,00	2.308	Multipiezómetro	Sistema Peine	5	5	5	5
MPS-CA	7.382.309,00	586.729,00	2.306	Multipiezómetro	Sistema Peine	5	5	4	5
PZ-8	7.376.229,00	581.372,00	2.311	Puntera	Sector Tilopozo	7	7	4	7
TPZ-6S	7.371.707,00	578.506,00	2.305	Hoyo	Sector Tilopozo	10	10	8	10
TPZ-7S	7.373.277,00	577.630,00	2.310	Hoyo	Sector Tilopozo	8	8	5	8
Tucúcaro	7.373.189,00	572.973,00	2.309	Calicata	Sector Tilopozo	7	7	5	7
TM-6	7.362.006,00	580.451,00	2.424	Pozo	Borde Sector Tilopozo	9	9	6	9
TP-1	7.367.609,00	578.502,00	2.327	Pozo	Borde Sector Tilopozo	6	6	4	6
Tilopozo	7.369.523,00	577.712,00	-	Calicata	Borde Sector Tilopozo	8	8	3	8
MP-05 A	7.373.351,00	572.916,00	2.312	Multipiezómetro	Borde Sector Tilopozo	4	4	4	4
MP-06 A	7.372.774,00	573.298,00	2.309	Multipiezómetro	Borde Sector Tilopozo	2	2	1	2
MP-01 A	7.376.425,00	578.753,00	2.302	Multipiezómetro	Sector Tilopozo	4	4	4	4
MP-02 A	7.373.232,00	578.753,00	2.302	Multipiezómetro	Sector Tilopozo	5	5	5	5
MP-03 A	7.373.946,00	577.652,00	2.305	Multipiezómetro	Sector Tilopozo	5	5	4	5
MP-04 A	7.369.510,00	577.718,00	2.315	Multipiezómetro	Sector Tilopozo	5	5	3	5

Los análisis químicos se realizan en el laboratorio SGS, que cuenta con las certificaciones ISO 9.001:2000 corporativo y AS/NZS ISO 14.001:2004 y acreditaciones LE057, LE631 que acreditan al laboratorio para ensayos según la LE632 y LE 117 para el área físicoquímica para aguas. Algunos duplicados tomados durante el catastro de pozos realizado en los meses de febrero, marzo y abril de 2013, se han analizado en la Universidad de Alaska Anchorage (Canadá).

Los análisis isotópicos se realizan en la Universidad de Alaska Anchorage (Canadá), mientras que algunos duplicados tomados en los meses de febrero, marzo y abril de 2013 se han realizado en el laboratorio Isótopos ambientales de la Comisión Chilena de Energía Nuclear ubicado en Santiago de Chile.

Las muestras de aguas superficiales, se obtuvieron directamente del punto de muestreo. En algunos casos, cuando no se puede acceder directamente al mismo (por hundimiento del terreno u otros), se realizó la toma de muestra de agua utilizando una bomba peristáltica, marca Geotech, que dispone de una manguera corta de 2,5 m o una larga de 5 m.

Para los puntos de agua subterránea, las muestras de agua fueron tomadas con la misma bomba, utilizando la manguera corta de 2,5 m o la larga de 5 m, en función de la distancia al punto y la profundidad del mismo. Solo para las muestras tomadas de los pozos con acceso, se utilizó un bailer desechable de 1,66" y capacidad de 1 L por punto. Debido a que la gran mayoría de los pozos a monitorear son propiedad de terceros, estos no pudieron ser bombeados para la toma de la muestra, y únicamente aquellos puntos que tenían el nivel freático por encima de los 5 m, fueron purgados con la bomba peristáltica por un tiempo de 10-15 minutos previo a la toma de la muestra de agua y posterior a la medición del nivel estático del agua.

Para la medición de los parámetros físico-químicos in situ se utilizó un equipo marca Hanna, modelo HI 9828, que mide pH, Conductividad eléctrica y Temperatura. Para la medición de la Alcalinidad Total en terreno se utilizó un titulador de alcalinidad modelo HI 84431, marca Hanna Instruments.

En cuanto a la medición del nivel estático, se realizó con un pozómetro convencional marca Solints. Adicionalmente para los puntos en que se observó presencia de la interfaz salina, se realizó el perfil de conductividad y temperatura del agua en profundidad con la sonda modelo TLC 107, marca Solints.

En cuanto a la altura de los espejos de agua principales de las lagunas, se realizó mediante la lectura visual de las reglillas ubicadas en estos cuerpos, o en caso de no presentar reglillas o que la lectura fuese ilegible, se realizó una estimación visual del valor del nivel de las mismas.

Cada set de muestras recolectado, contenía 5 envases para la medición de los parámetros físicoquímicos de interés, en la Tabla 2-4 se muestran las características de los envases, volúmenes de muestra recolectados y preservantes para los distintos parámetros a analizar en cada punto de muestreo.

Ante la complejidad del filtrado in situ por la cantidad de sales en suspensión que presentan las muestras, se tomó adicional a los set de envases enviados por el laboratorio, 1 L de muestra natural, en cada punto de muestreo, para ser filtrada a 0,45 μm con el sistema de filtrado marca Merck, de 250 ml. Y finalizada la jornada de terreno, la muestra filtrada se vertió al envase enviado por el laboratorio, para el análisis de metales disueltos.

Tabla 2-4. Características de los envases tomados en terreno

CANTIDAD ENVASE	TIPO DE ENVASE	VOLUMEN REQUERIDO [L]	PRESERVACION REQUERIDA	PARAMETRO A MEDIR
2	PAD	1	Refrigeración a 4°C	Parámetros Generales: pH, Conductividad, Cloruro, Sólidos Totales Disueltos, Sulfatos
1	PAD	1	Adición ácido nítrico hasta pH< 2 y refrigeración 4 °C	Metales Totales: Ca, Mg, Na, K, Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Si, Sr, V, Zn
1 *	PAD	1	Adición ácido nítrico hasta pH< 2, Filtrado en terreno a 0,45 µm y refrigeración 4 °C	Metales Disueltos: Zn, Si, Ag, Li, Sr, Ba, B, As, Ca, K, Mg, Na
1 **	PAD	0,5	Refrigeración 4 °C	Bromuros
1	PAD	0,125	Refrigeración a 10°C	Deuterio y Oxígeno-18

Observación: (*) In Situ se recolectó 1 L de Agua natural por punto, que luego es filtrado y vertido en este envase.

(**) En los meses de febrero, marzo, abril y mayo, el envase se preservaba con HNO₃ hasta pH<2

En la Figura 2-6 se presentan algunos de los equipos utilizados para el proceso de monitoreo.

En la Tabla 2-5 se presenta un listado de los parámetros que se analizan en cada uno de los puntos de monitoreo tanto en terreno como en el laboratorio, además de los procedimientos utilizados por el laboratorio y límite de detección de cada uno. Cabe destacar que algunos de los elementos minoritarios que en las aguas salobres y saladas se considera que podrían encontrarse en concentraciones relativamente elevadas, éstos se han analizado también en su concentración disuelta para, en caso de ser necesario, considerar su concentración en el cálculo del error del balance iónico que sirve para verificar la calidad de los resultados obtenidos de laboratorio.



Figura 2-6. Equipos de medición utilizados en la campaña de monitoreo

B. Tratamiento de los datos

Una vez obtenido los resultados de laboratorio de cada una de las muestras analizadas mensualmente, en primera instancia, se calculó el error de balance mediante la siguiente fórmula Ecuación 1 donde se consideran los cationes y aniones mayoritarios (Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , $\text{SO}_4^{=}$) y algunos de los elementos menores que en aguas salobres y saladas del salar presentan también concentraciones relativamente importantes, como son el Nitrato, Boro, Litio y Estroncio:

$$\text{Error (\%)} = 200 \frac{\Sigma \text{Cationes} - \Sigma \text{Aniones}}{\Sigma \text{Cationes} + \Sigma \text{Aniones}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dado que las aguas deben mostrar un equilibrio eléctrico entre las cargas de sus especies disueltas, el error de balance admitido para aguas dulces es comúnmente de un máximo de un 10%, en valor absoluto. 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 estas concentraciones. El error de balance positivo, indica lo contrario.

El error dependerá de los métodos analíticos empleados y su admisibilidad suele ser especificada por cada laboratorio. Para soluciones muy concentradas (conductividades mayores de 200 mS/cm), como los suelos áridos o las salmueras, hay que diluir la muestra, lo que provoca una mayor probabilidad de error (Escuder *et al.*, 2009).

Tabla 2-5. Parámetros analizados en terreno y en laboratorio, procedimientos analíticos y límites de detección. SGA, 2013

	Parámetros	Método	Código Método	Analito	Límite de detección	Unidad	
Parámetros FQ in situ	pH	Electrodo de Sonda multiparamétrica	-	pH	-	UpH	
	Conductividad	Electrodo de Sonda multiparamétrica	-	CE	-	µS/cm	
	Temperatura	Electrodo de Sonda multiparamétrica	-	T	-	°C	
	Alcalinidad total	Electrodo de Medidor de Alcalinidad	-	Alk	-	mg/L	
Parámetros FQ laboratorio	pH	pH por método Potenciométrico	4500-H-B	pH	0,1	UpH	
	Conductividad	Conductividad por método Potenciométrico	2510-B	CE	1	µS/cm	
	SDT	Sólidos Disueltos Totales por Gravimetría	2540-C	STD	10	mg/L	
	Densidad	Densidad Específica por Pícnometría	-	Den	-	g/cm³	
	Alcalinidad total	Alcalinidad total por Volumetría	2320 B	Alk	0,2	mg/L	
Elementos Mayoritarios	Disueltos	Calcio	Calcio Disuelto por Absorción Atómica	3111-D	Ca	0,01	mg/L
		Potasio	Potasio Disuelto por Absorción Atómica	3111-B	K	0,01	mg/L
		Magnesio	Magnesio Disuelto por Absorción Atómica	3111-D	Mg	0,01	mg/L
		Sodio	Sodio Disuelto por Absorción Atómica	3111-B	Na	0,01	mg/L
		Cloruro	Cloruro por Cromatografía iónica con supresión química	4110-B	Cl	5	mg/L
		Sulfato	Sulfato por Gravimetría con secado de residuos	4500-SO4 D	SO ₄	10	mg/L
		Bicarbonato	Bicarbonato por Volumetría	2320-B	HCO ₃	0,2	mg/L
	Totales	Nitrato	Nitrato por Espectrofotometría Ultravioleta	4500-NO3-B	NO ₃	0,01	mg/L
		Calcio	Calcio Total por Absorción Atómica	3111-D	Ca	0,01	mg/L
		Potasio	Potasio Total por Absorción Atómica	3111-B	K	0,01	mg/L
		Magnesio	Magnesio Total por Absorción Atómica	3111-D	Mg	0,01	mg/L
		Sodio	Sodio Total por Absorción Atómica	3111-B	Na	0,01	mg/L
		Fluoruros	Fluoruros por Cromatografía iónica con supresión química	4110-B	F	0,5	mg/L
		Bromuros	Bromuros por Colorimetría	-	Br	0,5	mg/L
Elementos minoritarios	Disueltos	Plata	Plata Disuelto por Absorción Atómica	3111-C	Ag	0,01	mg/L
		Arsénico	Arsénico Disuelto por Absorción Atómica	3114-B	As	0,01	mg/L
		Boro	Boro Disuelto por Potenciometría	3120	B	0,01	mg/L
		Bario	Bario Disuelto por Absorción Atómica	3111-D	Ba	0,01	mg/L
		Litio	Litio Disuelto por Absorción Atómica	3111-B	Li	0,01	mg/L
		Silicio	Silicio Disuelto por Absorción Atómica	3111-D	Si	0,01	mg/L
		Estroncio	Estroncio Disuelto por Absorción Atómica	3111-D	Sr	0,01	mg/L
		Zinc	Zinc Disuelto por Absorción Atómica	3111-C	Zn	0,01	mg/L
	Totales	Plata	Plata Total por Absorción Atómica	3111-C	Ag	0,01	mg/L
		Aluminio	Aluminio Total por Absorción Atómica	3111-D	Al	0,05	mg/L
		Arsénico	Arsénico Total por Absorción Atómica	3114-B	As	0,01	mg/L
		Boro	Boro Total por Potenciometría	4500-B	B	0,01	mg/L
		Bario	Bario Total por Absorción Atómica	3111-D	Ba	0,01	mg/L
		Berilio	Berilio Total por Absorción Atómica	3111-D	Be	0,01	mg/L
Cadmio		Cadmio Total por Espectrofotometría	3111-C	Cd	0,01	mg/L	
Cobalto		Cobalto Total por Espectrofotometría	3111-C	Co	0,01	mg/L	
Cromo		Cromo Total por Espectrofotometría	3111-C	Cr	0,01	mg/L	
Cobre		Cobre Total por Espectrofotometría	3111-C	Cu	0,01	mg/L	
Hierro		Hierro Total por Espectrofotometría	3111-C	Fe	0,01	mg/L	
Litio		Litio Total por Absorción Atómica	3111-B	Li	0,01	mg/L	
Manganeso		Manganeso Total por Potenciometría	3111-C	Mn	0,01	mg/L	
Molibdeno		Molibdeno Total por Espectrofotometría	3111-D	Mo	0,01	mg/L	
Níquel	Níquel Total por Espectrofotometría	3111-C	Ni	0,01	mg/L		
Plomo	Plomo Total por Espectrofotometría	3111-C	Pb	0,01	mg/L		
Selenio	Selenio Total por Absorción Atómica	3114-B	Se	0,01	mg/L		
Silicio	Silicio Total por Absorción Atómica	3111-D	Si	0,01	mg/L		
Estroncio	Estroncio Total por Absorción Atómica	3111-D	Sr	0,01	mg/L		
Vanadio	Vanadio Total por Absorción Atómica	3111-D	V	0,01	mg/L		
Zinc	Zinc Total por Absorción Atómica	3111-C	Zn	0,01	mg/L		

Como se menciona anteriormente, para aguas hipersaladas como lo son las salmueras que se encuentran en esta cuenca, es difícil determinar con una alta exactitud las concentraciones de cada uno de los compuestos químicos disueltos en las muestras debido a que muchos de ellos se encuentran cerca de su índice de solubilidad. Cuando los análisis entregados por el laboratorio presentaron errores superiores a estos valores de error de balance (valores entre +/- 15 y 70%), se solicita la revisión y/o reanálisis de los mismos para tener mejores resultados. Si una vez revisadas y/o reanalizadas, se corroboran las concentraciones detectadas, estas no son tenidas en cuenta para el análisis químico de las aguas.

La composición isotópica de un agua expresa la proporción de los isótopos raros (^2H y ^{18}O) respecto a los más abundantes (^1H y ^{16}O). Estas relaciones de $^2\text{H}/^1\text{H}$ y $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ se expresan respecto a un estándar internacional de referencia, para la molécula de agua es el Vienna Standard Mean Ocean Water (V-SMOW), que representa la composición promedio del agua oceánica, es reproducido y entregado a los laboratorios de análisis.

Los resultados obtenidos se expresan mediante la desviación isotópica $\delta^{18}\text{O}$ en partes por mil, respecto al patrón internacional a partir de la expresión (Clark y Fritz, 1997):

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{muestra}} = \frac{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}\right)_{\text{muestra}} - \left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}\right)_{\text{V-SMOW}}}{\left(\frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}}\right)_{\text{V-SMOW}}} \times 1.000\text{‰ SMOW} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Si se obtiene un valor positivo de $\delta^{18}\text{O}$ indica que la muestra presenta mayor concentración del isótopo pesado (^{18}O) que el estándar (está enriquecida). El valor negativo indica que la muestra está empobrecida en el isótopo pesado respecto al patrón. Este mismo procedimiento es aplicado en la obtención de la composición δD .

Ante la densidad de puntos y data recopilada y a fin de diferenciar los sistemas presentes en el sector, para el tratamiento e interpretación de la data química e isotópica se han realizado agrupaciones de muestras según el sector en el que se encuentran. Estos sectores se listan a continuación:

- **Núcleo (N):** incluye todos los pozos y/o afloramientos de agua que se encuentran en el área del salar donde sólo se encuentran salmueras en el acuífero.
- **Sistema La Punta y La Brava (PB):** incluye las lagunas con estos mismos nombres y aquellos pozos, piezómetros y punteras alrededor de ellas.
- **Sistema Peine (P):** incluye las lagunas denominadas Salada, Saladita e Interna, así como pozos, piezómetros y punteras alrededor de ellas.
- **Sector Tilopozo (TZ):** incluye todos los puntos de agua subterránea ubicados en el sector sur del salar, dentro del área con costra salina importante y que recibe recarga de aguas subterráneas desde el acuífero de Monturaqui.
- **Borde Sector Tilopozo (BTZ):** incluye todos los afloramientos y puntos de agua subterránea ubicados en el sector sur del salar, fuera del área con costra salina importante y que recibe recarga de aguas subterráneas desde el acuífero de Monturaqui.
- **Borde Sector Tilomonte (BTM):** incluye todos los afloramientos y puntos de agua subterránea ubicados en el sector sureste del salar, cerca de la vertiente de Tilomonte.

- **Borde Oriental (BO):** incluye todos los afloramientos de aguas superficiales ubicados en el sector oriental del área de estudio, en el borde exterior del salar
- **Sistema Norte (SN):** incluye las lagunas del sector norte del salar, denominadas Chaxas, Soncor, Quelana y canal de Barros Negros.

3 RESULTADOS: CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL BORDE SUR DEL SALAR DE ATACAMA

3.1 CLIMATOLOGÍA

3.1.1 Marco Climático Regional

La principal característica climática de la Región de Antofagasta es su marcada aridez. El desierto se manifiesta plenamente hacia la zona intermedia entre la Cordillera de la Costa y la de Los Andes, donde la influencia marítima pierde importancia. La situación de extrema aridez en la Depresión Intermedia y la escasa vegetación existente definen un paisaje natural conocido como Desierto de Atacama. En esta región se localizan cuatro subtipos climáticos desérticos, localizados en franjas longitudinales.

A lo largo de la costa se localiza el clima desértico costero nuboso. Sus efectos se manifiestan hasta 20 kilómetros al interior donde la sequedad atmosférica es mayor, debido a que por causas del relieve la influencia marítima es retenida en los cerros de la Cordillera de la Costa. Las características principales de este subtipo climático se traducen en un efecto modelador de las temperaturas producido por la corriente fría de Humboldt, la presencia de abundante humedad, neblinas matinales y la ausencia de precipitaciones. Las escasas lluvias registran un leve aumento hacia el sur del litoral, de igual manera lo mismo ocurre hacia el interior del altiplano.

En la franja intermedia de la región se desarrolla el subtipo climático desértico interior, y corresponde al clima desértico propiamente tal, caracterizado por una aridez extrema, ausencia de humedad, gran sequedad atmosférica y una amplitud térmica entre el día y la noche. Las temperaturas diurnas extremas son de 30° C y en la noche bajan de 1 a 2° C. En las zonas intermedias de las pampas interiores, encerradas por serranías del oriente por la precordillera andina, la región posee las características climáticas más áridas del norte chileno. Es a esto lo que se le denomina Desierto de Atacama, las precipitaciones son muy escasas y la humedad relativa es inferior al 50%.

Entre los 2.000 y 3.500 metros sobre el nivel del mar, donde se ubica el salar de Atacama, se localiza el clima desértico marginal de altura, el cual presenta mayor cantidad de volumen de precipitaciones en los meses de verano, entre 20 y 60 mm anuales. Esto permite el asentamiento de poblados cordilleranos como San Pedro de Atacama, Toconao o Peine.

El clima de estepa de altura se localiza preferentemente en las áreas de los bordes o márgenes de los desiertos y también como sucede en el norte del país, existe un clima estepario de altura. Esta región se ubica por sobre los 3.500 metros sobre el nivel del mar, lo que corresponde a la zona altiplánica. Sus principales características son las bajas temperaturas (siendo la media anual de 2° C), la amplitud térmica entre el día y la noche es muy alta (más de 20° C). Las precipitaciones son mayores y se producen en los meses de verano sobrepasando los 100 mm anuales en algunas zonas de más altitud. A medida que se avanza hacia el sur del altiplano de esta región, las lluvias de verano comienzan a disminuir y a mayor altura predomina una precipitación sólida.

Los rasgos hidrológicos de la región están determinados por sus condiciones climáticas y morfológicas, en donde los cursos de agua permanente son escasos y se limitan, en general, al sector de la Cordillera de Los Andes y son retenidos, en su trayecto al oeste, por la Cordillera de Domeyko. Esta morfología da como resultado la existencia de cuencas endorreicas, las cuales debido a la alta tasa de evaporación, han formado numerosos salares, entre los que destaca el Salar de Atacama por su extensión.

En esta región, los únicos ríos de escurrimiento permanente son el río Loa, el río San Pedro y el río Vilama, estos dos últimos afluentes del sector norte del Salar. El río Loa, que constituye el recurso hídrico de mayor relevancia, posee casi 400 km de longitud, y un caudal medio anual variable entre 0,5 y 5 m³/s. Otros recursos hídricos superficiales escurren por algunos cursos de agua menores situados en la zona altiplánica y cordillera principal, además de numerosas aguadas en quebradas y bordes de salares, especialmente hacia el oriente de la Cordillera de Domeyko (SGA, 2013).

3.1.2 Marco Climático Local

La cuenca del Salar de Atacama se ubica en una zona de clima muy árido, y presenta una marcada zonación de Este a Oeste. La zona oriental es definida como del tipo “Desértico Marginal de Altura” y la zona occidental, incluyendo al área misma del Salar, como del tipo “Desértico Normal” (Mardones, 1986). Las escasas precipitaciones sobre el sector occidental del Salar, se atribuye a la inversión térmica que afecta la masa de aire situada entre la costa y la cordillera de los Andes, de tal forma que ocurre un descenso del aire, reforzado por el efecto enfriador de la corriente de Humboldt. Las precipitaciones ocurren principalmente desde Enero a Marzo, producto de la humedad transportada desde la cuenca Amazónica (invierno boliviano), y en menor importancia entre Abril y Agosto debido al desplazamiento de frentes fríos desde la Antártica. Éstas disminuyen desde 300 mm/año en la Cordillera de los Andes hasta 5 mm/año en la cordillera de Domeyko, y sobre el Salar mismo el promedio es de unos 16 mm/año.

La cuenca hidrográfica del salar corresponde a una cuenca endorreica, en donde el sector central, más bajo y relativamente plano es donde se ubica el Salar propiamente tal, aproximadamente en la cota 2.300 m.s.n.m. Está conformada por sub-cuencas aportantes, que escurren hacia el salar y drenan justo en el límite de los depósitos salinos. El salar cuenta con un núcleo ubicado en el centro del sector sur, compuesto por una costra maciza de cloruro de sodio.

La principal zona de recarga de la cuenca tiene su origen en las precipitaciones sobre las altas cumbres que limitan la cuenca por el norte y oriente del salar. La mayoría de los cauces no tienen flujo permanente y presentan escurrimientos eventuales con ocasión de eventos importantes de precipitación.

A. Escurrimientos Superficiales

Los principales cursos fluviales presentes en el entorno del Salar son el río San Pedro, con un caudal promedio del orden de 1 m³/s, y episodios torrenciales de hasta 25 m³/s, y el río Vilama, con un caudal promedio de 160 l/s. Ambos desembocan en el margen norte del Salar. El río San Pedro forma un delta seco, mientras que el río Vilama, sometido a una fuerte presión extractiva, se infiltra y desaparece al sur de San Pedro de Atacama. Los máximos caudales se registran entre los meses de enero a marzo, coincidiendo con los máximos pluviométricos. En el margen este del Salar, una serie de torrentes efímeros circulan por quebradas cuyas zonas de cabecera se sitúan en la zona del altiplano andino.

La DGA cuenta con varias estaciones fluviométricas en la cuenca, cuya ubicación geográfica se muestra en la Figura 3-1.

En la Figura 3-2 la variación estacional de los caudales medios mensuales, donde se observa que sólo el río San Pedro presenta un aumento de su caudal debido a las mayores precipitaciones de los meses de verano, en cambio los demás cauces no reflejan este aumento de las precipitaciones debido a que su principal fuente sería de origen subterráneo.

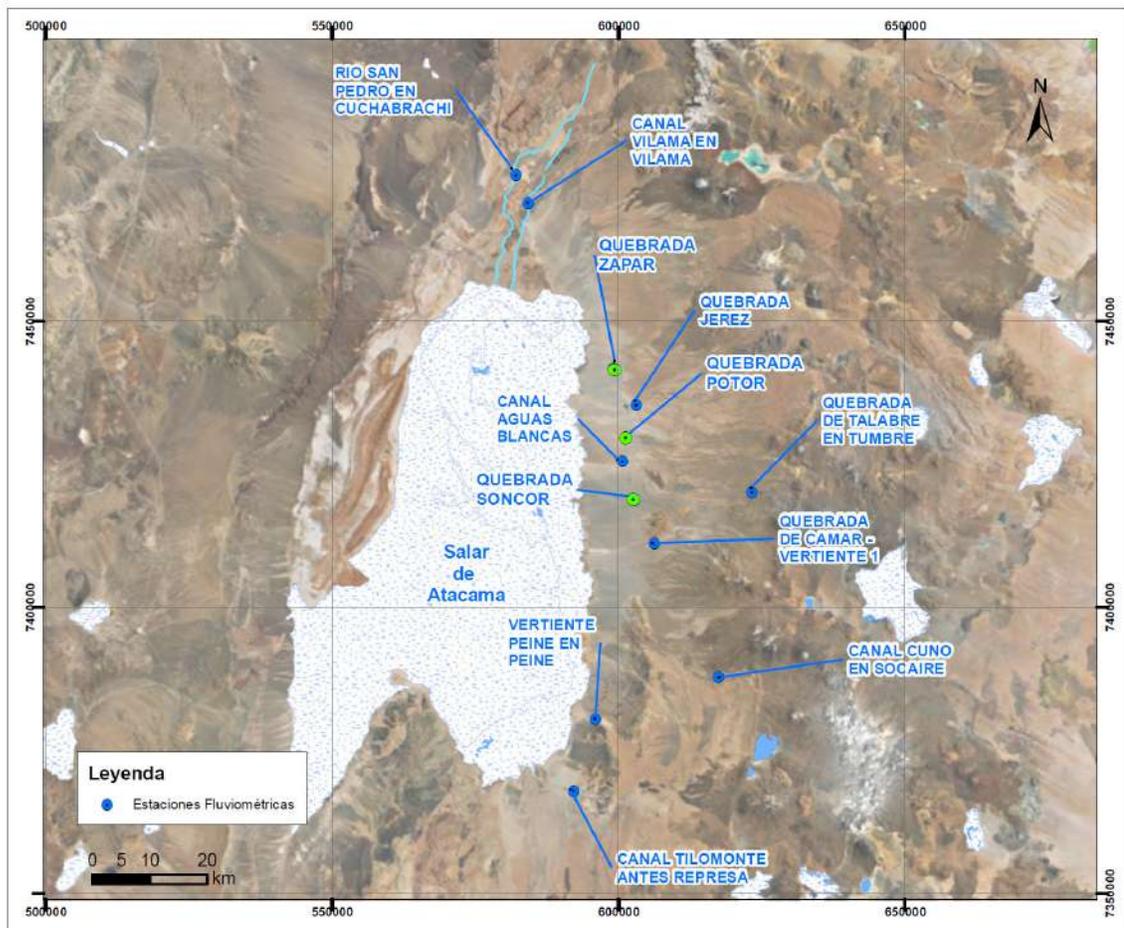


Figura 3-1. Ubicación Estaciones Fluviométricas DGA

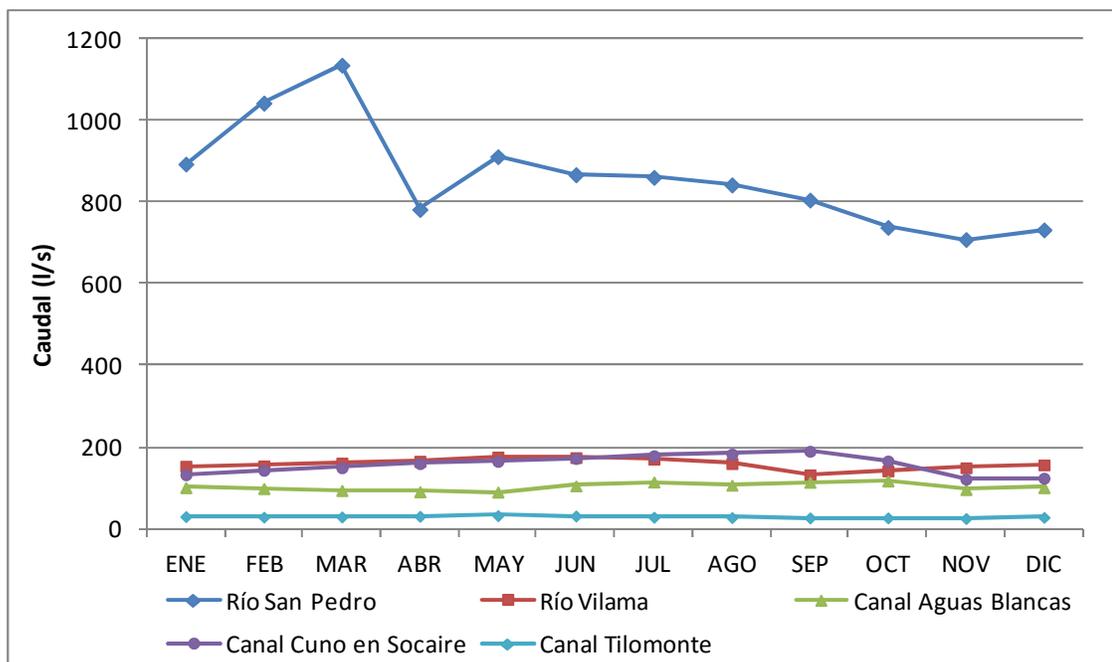


Figura 3-2. Variación Estacional Cauces afluentes al Salar

B. Precipitaciones

En la zona del salar las precipitaciones importantes comienzan a partir de los 2.000 m.s.n.m, aumentando con la altura hacia el oriente. Bajo esta cota, las precipitaciones son muy esporádicas y de baja magnitud.

Las precipitaciones están influenciadas por la altura y por un sistema convectivo que genera lluvias estivales en el Altiplano. Estas tormentas son generalmente de corta duración y de poca extensión territorial. Si bien es común observar tormentas de baja intensidad (menos de 20 mm/día), hay una ocurrencia ocasional de tormentas muy intensas (hasta 280 mm/día). Las variaciones anuales de precipitaciones son grandes, presentándose series de años muy secos (DGA-GCF, 2010).

En cuanto a la ocurrencia de las precipitaciones, éstas se concentran preferentemente en los meses de verano siendo el mes de febrero donde en general se acumulan los valores más altos.

La precipitación en el Salar es baja y muy variable año a año. Si bien no existe un registro extenso, se estima que la precipitación media anual asciende a 16 mm anuales (DGA-Dictuc, 2005).

En la cuenca del Salar de Atacama existen varias estaciones meteorológicas pertenecientes a la DGA. Adicionalmente, la empresa Soquimich tiene dos estaciones al interior del salar (Chaxas y Salar) y Rockwood tiene otra estación en la Planta. En la Figura 3-3 se muestra la ubicación geográfica de las estaciones de la DGA, en donde se ha ubicado de manera aproximada la ubicación de las dos estaciones de Soquimich.

En la Tabla 3-1 se muestran las precipitaciones medias mensuales y promedio anual determinadas para cada estación de la DGA, a la que se ha agregado la estación Planta SCL de Rockwood ubicada al interior del Salar con información entre 1990 y 2012. Esta estación también fue rellenada según la metodología descrita para homologar la estadística al periodo 1974-2012 (mediante la metodología del relleno de estadísticas). Como se señalara, en la estación Monturaqui los valores representan sólo el periodo 1974-1979, y se incluyó para tenerla como referencia para la elaboración del plano de isoyetas.

Con los valores de precipitación determinados, se presenta en la Figura 3-4 un plano de isoyetas de precipitación anual para la cuenca del salar. Para su elaboración, considerando que no se tiene una buena cobertura de estaciones en toda la cuenca, se tuvo en cuenta también la elaborada en el Balance Hídrico de Chile (DGA, 1987).

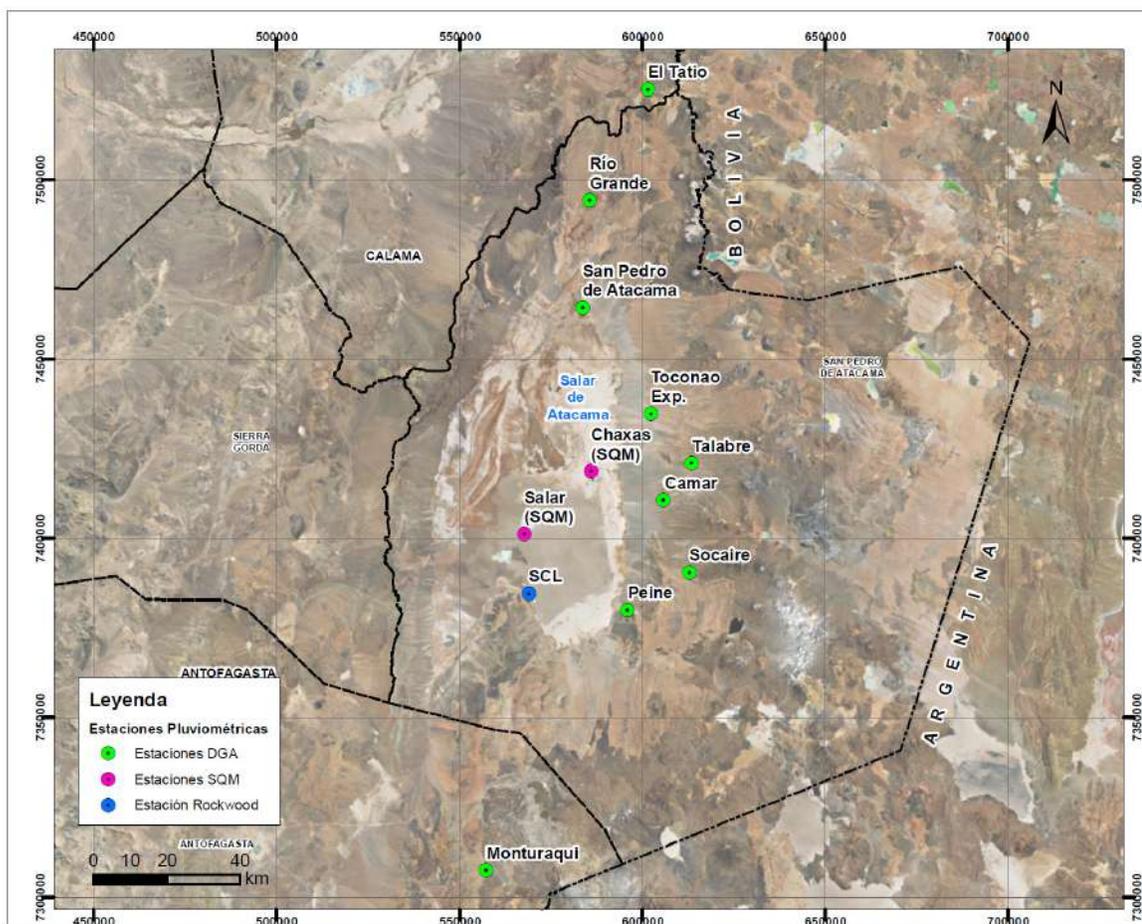


Figura 3-3. Ubicación Estaciones Meteorológicas DGA

Tabla 3-1. Precipitaciones Medias Mensuales y Anual

Estación	Precipitación Media Periodo 1974-2012 (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
CAMAR	6,9	12,3	8,2	0,1	0,7	2,9	0,2	0,7	0,5	0,0	0,2	0,7	33,4
EL TATIO	48,4	45,1	34,2	1,0	2,8	2,8	1,0	1,7	1,6	0,5	0,9	7,0	146,9
PEINE	2,4	6,4	5,1	0,5	1,1	1,7	0,5	0,4	0,5	0,1	0,0	0,2	19,0
RIO GRANDE	21,1	25,5	15,2	0,5	1,0	3,4	0,9	1,1	0,7	0,1	0,2	1,7	71,3
SAN PEDRO DE ATACAMA	5,1	8,7	5,6	0,0	0,6	1,1	0,1	0,3	0,2	0,0	0,3	0,3	22,4
SOCAIRE	10,9	13,2	5,4	1,2	2,3	2,6	0,9	0,9	0,9	0,3	0,3	0,8	39,6
TALABRE	16,0	22,8	11,5	1,4	2,0	5,7	1,1	1,6	0,9	0,0	0,4	1,3	64,4
TOCONAO EXPERIMENTAL	7,1	13,0	6,2	0,2	1,0	2,4	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1	1,0	31,9
PLANTA SCL	1,7	1,2	6,6	0,4	0,4	0,7	1,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,7	13,8
MONTURAQUI	17,1	21,2	12,2	0,5	1,3	5,3	0,3	1,3	0,9	0,0	0,4	1,1	61,4

C. Evaporación

Los procesos de pérdida de agua por evaporación o evapotranspiración en la cuenca del Salar de Atacama se manifiestan tanto en las subcuencas aportantes al salar como en él mismo, incluido su núcleo.

Dado que estos procesos tienen un funcionamiento distinto en esas áreas, el cálculo de este parámetro se ha efectuado de forma separada, a partir de la información de

estaciones meteorológicas por un lado, y haciendo uso de los resultados obtenidos por Mardones en sus estudios, los que se concentraron principalmente en los sectores sensibles del salar mismo (Vegas, Bofedales, lagunas, costra salina del núcleo, etc).

Para cuantificar la evaporación potencial en los sectores aportantes 1 al 11 que drenan hacia el Salar de Atacama (Figura 3-5), se obtuvieron relaciones de evaporación mensual en función de la altura, producto de correlacionar promedios mensuales de evaporación de bandeja entre estaciones representativas de la cuenca. Las relaciones se utilizaron para calcular la distribución de evapotranspiración de vegas y cojines (bofedales), áreas cultivadas y cuerpos de agua (lagunas).

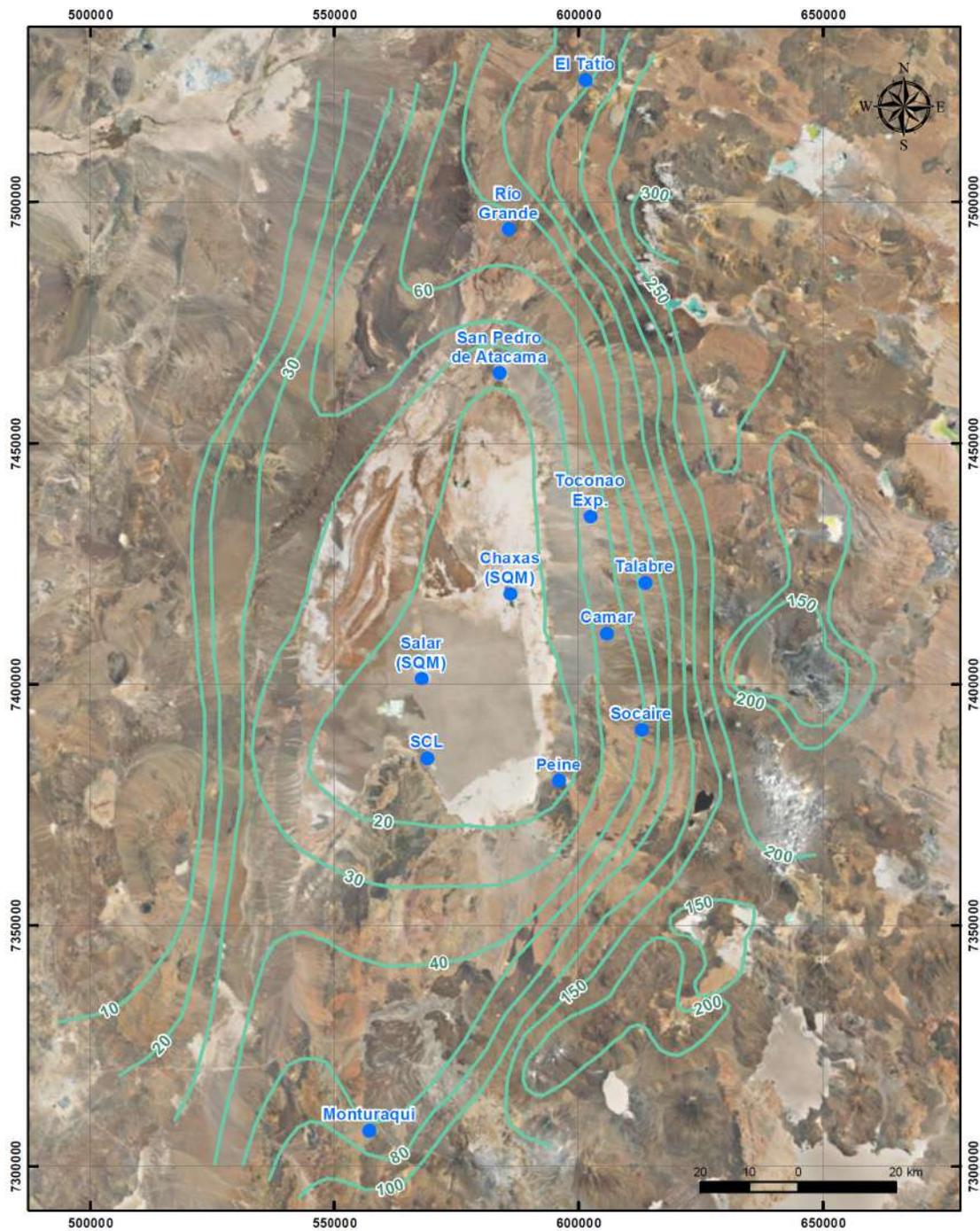


Figura 3-4. Plano Isoyetas Precipitación Anual

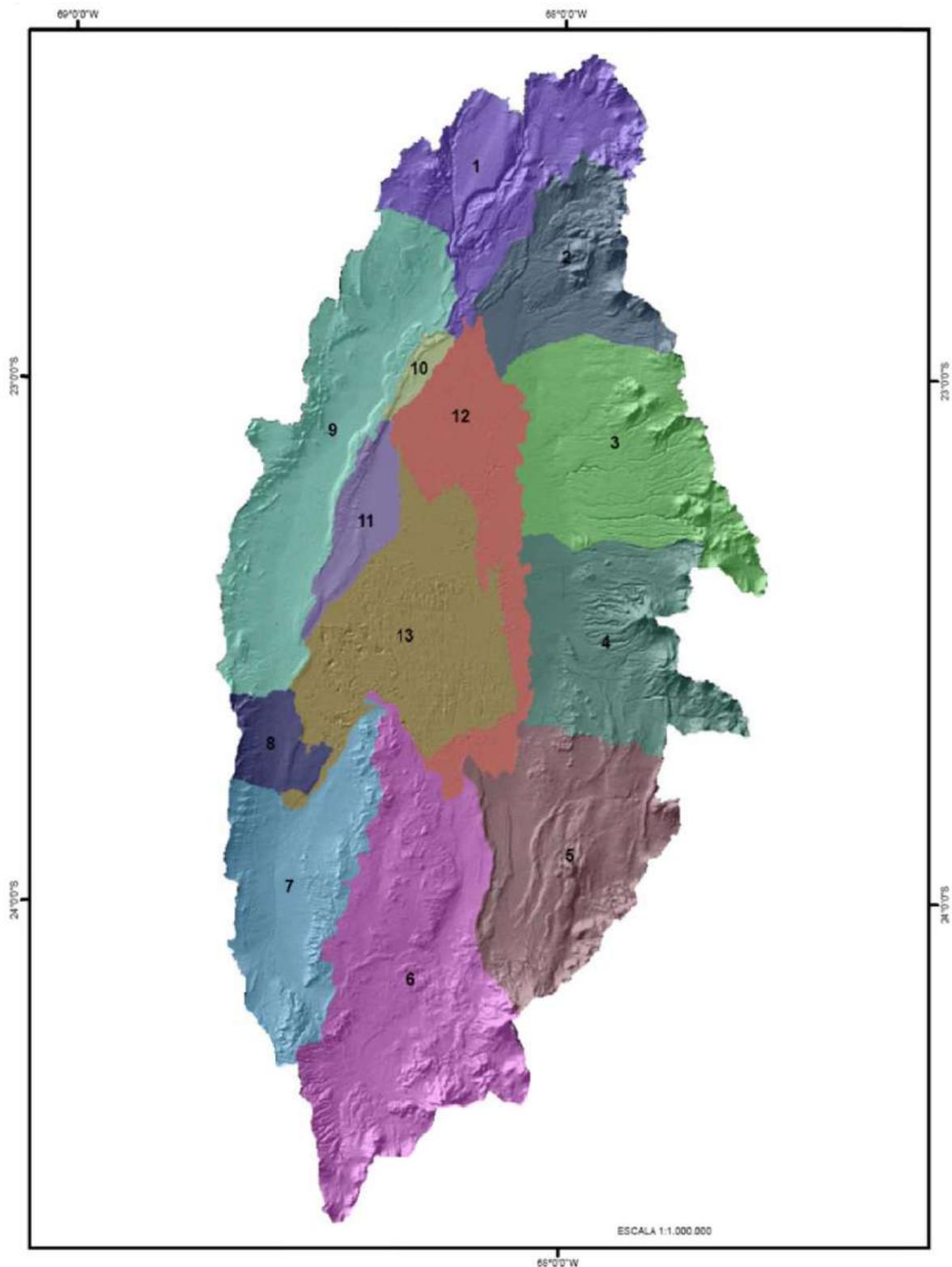


Figura 3-5. Sectorización de Cuenca del Salar de Atacama

Se definió la cota para cada una de las áreas en los sectores aportantes al salar. El valor de la evaporación de bandeja a cierta cota se calculó de las relaciones mensuales de evaporación potencial en función de la altitud. De ese valor se obtuvo la evapotranspiración

ET_0 de referencia ponderando por el coeficiente k_{ev} que se adoptó como 0,75; luego se ponderó por el coeficiente de cultivo k_c , dependiendo de si es vega o cojín, y del mes que corresponda, con lo que se obtuvo la evapotranspiración del cultivo o del tipo de vegetación correspondiente ET_c (Salazar, et al., 1999). En la Tabla 3-2 se presentan los valores de los coeficientes de cultivos por mes para vegas y cojines. (DGA, 2012).

Tabla 3-2. Coeficientes de cultivos

Kc												
Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cojines	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vegas	0,63	0,63	0,63	0,56	0,41	0,41	0,41	0,56	0,56	0,56	0,63	0,63

Respecto a los coeficientes de cultivo de áreas agrícolas, se adoptó un valor de 0,95 para todos los meses.

Los valores de la superficie correspondiente a cada vega o cojín y zona agrícola son multiplicados por los valores de evapotranspiración del cultivo mensual promedio, obteniéndose la evapotranspiración para dicha superficie. La suma de estos valores determina la evapotranspiración del sector considerado.

En cuanto a la evaporación del Salar, en 1986, Leonardo Mardones realizó mediciones de evaporación en varios puntos del salar y caracterizó los tipos de suelos o las áreas desde las cuales evapora el agua (dulce o salmuera) en el núcleo del salar y su entorno. Mardones sectorizó el salar según la geología de superficie de éste y la profundidad del nivel de agua o salmuera. Está integró además, las medidas de evaporación, lo que permitió establecer áreas de propiedades evaporativas a las que asoció tasas promedio de evaporación.

La tasa de evaporación desde un punto en el entorno del núcleo del salar, depende de la densidad del fluido (a mayor densidad, menor evaporación) y de la profundidad a la que se encuentra el nivel del agua (a menor profundidad, mayor evaporación). Las tasas de evaporación, asignadas a cada zona por Mardones (Figura 3-6), están respaldadas por mediciones de evaporación puntuales para distintas profundidades del nivel de agua. Por lo tanto, es bastante probable que esas tasas de evaporación sean similares a las tasas reales de evaporación, para las profundidades y medios identificados.

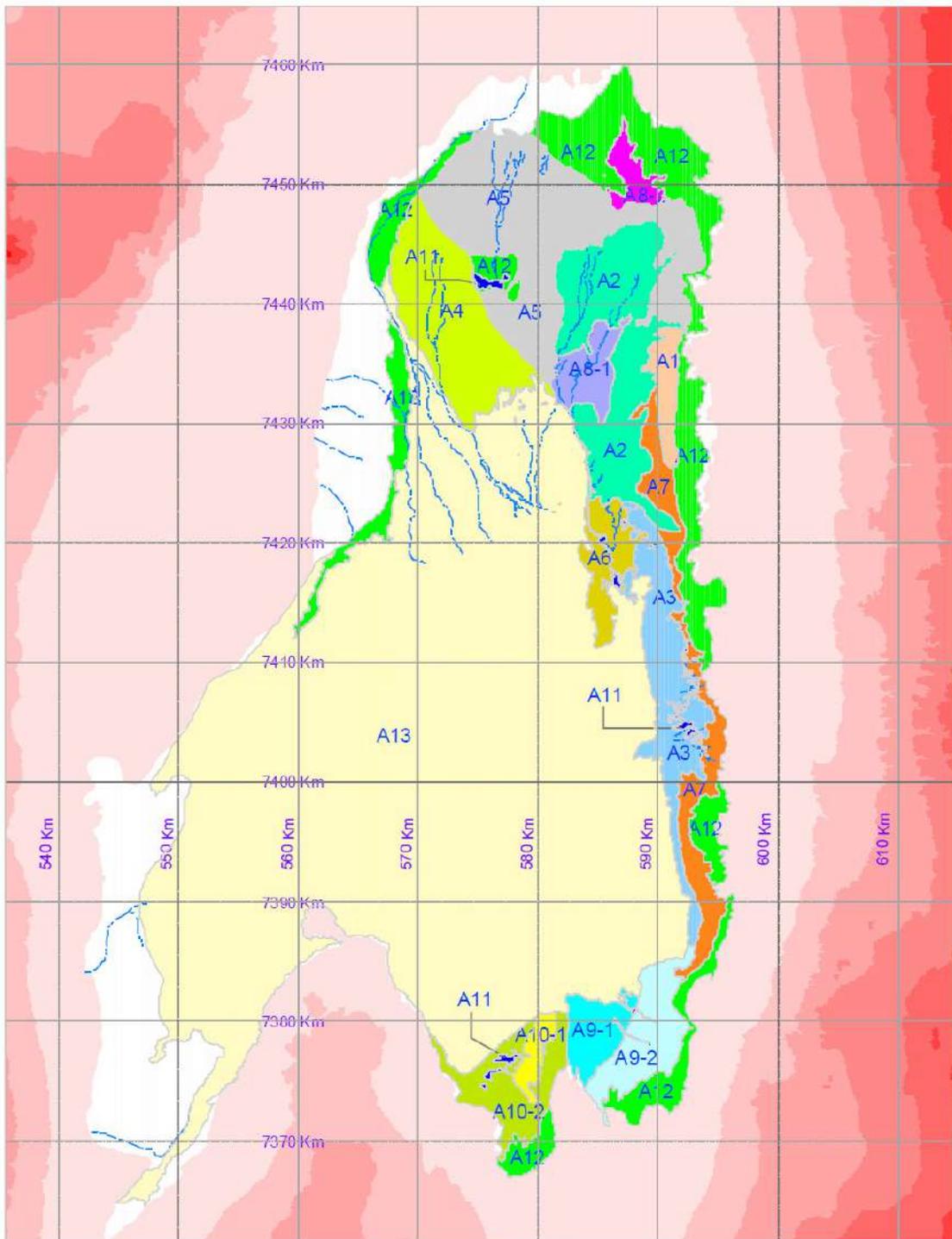


Figura 3-6. Zonas de Evaporación según Mardones (Escala 1:1.500.000)

En la Tabla 3-3 muestra los caudales de evaporación calculados con las áreas definidas por Mardones. De acuerdo a los resultados en las lagunas o superficies de agua libre, la evaporación promedio anua es 5,8 mm/día. En las zonas donde el nivel de agua (o salmuera) se ubica bajo el nivel de terreno la tasa de evaporación varía entre 0,012 y 1,5 mm/día, dependiendo de la profundidad del nivel piezométrico, de la densidad del agua y de las características físicas del medio saturado. Finalmente, en el núcleo del salar, la tasa de evaporación medida por Mardones alcanzó un valor bastante reducido (0,005 mm/día).

Tabla 3-3. Evaporación por zonas según áreas de Mardones

Zona	Descripción	Profundidad promedio del agua [m]	Tasa promedio de evaporación [mm/día]	Caudales de evaporación calculados con áreas de otros estudios		Caudales de evaporación calculados con áreas Figura 20.	
				Áreas [Km ²]	Caudal promedio de evaporación [l/s]	Áreas [Km ²]	Caudal promedio de evaporación [l/s]
A1	Costra de limo salino blando	0,53	0,400	20,0	92,6	20,0	92,6
A2	Costra de limo salino sobre costra dura de carbonato de calcio (CaCO ₃)	0,37	0,100	130,0	150,5	134,0	155,1
A3	Costra delgada sobre sal granulada	0,34	1,450	80,3	1347,6	84,0	1409,7
A4	Yeso limoso blando	0,72	0,300	120,0	416,7	112,0	388,9
A5	Yeso limoso blando	1,11	0,100	200,0	231,5	197,0	228,0
A6	Costra de cloruro de sodio (NaCl)	1,00	0,012	100,0	13,9	34,0	4,7
A7-1	Costra salino limosa de yeso y halita	0,31	1,000	45,0	520,8	50,0	578,7
A7-2	Costra salino limosa de yeso y halita	0,50	0,500	17,0	98,4	19,0	110,0
A8-1	Limo salino sobre costra dura de carbonato de calcio (CaCO ₃)	0,47	0,100	26,0	30,1	28,0	32,4
A8-2	Limo salino	0,27	1,000	16,0	185,2	16,0	185,2
A9-1	Limo salino	0,32	1,500	30,0	520,8	29,0	503,5
A9-2	Limo salino	0,60	0,100	48,0	55,6	49,0	56,7
A10-1	Limo salino sobre costra dura de carbonato de calcio (CaCO ₃)	0,25	1,000	8,0	92,6	12,0	138,9
A10-2	Limo salino sobre costra dura de carbonato de calcio (CaCO ₃)	0,25	0,200	50,0	115,7	48,0	111,1
A11	Lagunas	0,00	5,800	12,6	845,8	12,6	845,8
A12	Vegas	0,00	0,300	180,0	625,0	261,0	906,3
A13	Núcleo, costra dura de cloruro de sodio (NaCl)	0,67	0,005	1.620,0	93,8	1.664,0	96,3
	Totales			2.703	5.437	2.770	5.844

Se ha adoptado un caudal intermedio para el flujo de evaporación promedio total desde el salar, de 5,6 m³/s. Esté se distribuye en las zonas definidas por Mardones según las tasas de evaporación presentes en la tabla antes enunciada.

D. Balance Hidrológico

La escorrentía que alcanza el salar será equivalente a la evaporación desde el mismo en condiciones de equilibrio, esto es, 5,6 m³/s como promedio. En el balance, se ha considerado la evaporación que ocurre durante los procesos de precipitación-acumulación-escorrentía. Se ha incluido en el cálculo, la evapotranspiración desde vegas y bofedales, y la evaporación directa desde las lagunas ubicadas en los sectores alrededor del salar (Figura 3-7).

El balance se realizó para el período comprendido entre 1970 y 2008, considerando que la recarga al salar es equivalente a la evaporación promedio desde el mismo (5,6 m³/s)

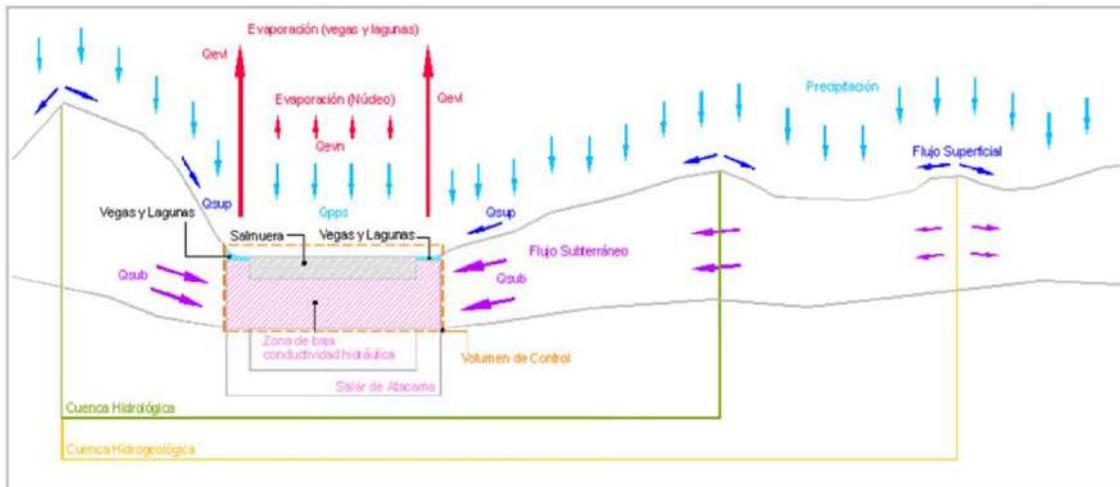


Figura 3-7. Esquema de Flujo en Sistema del Salar de Atacama

Para el balance se subdividieron los sectores presentados en la Figura 3-5, considerando rangos de altitud de 100 m, donde se cuantificó la precipitación, evaporación y evapotranspiración.

En el balance se incluye también la evapotranspiración desde superficies de vegas y bofedales, y la evaporación desde lagunas o superficies de agua libre ubicadas en los sectores alrededor del Salar. Se consideró que la evapotranspiración desde vegas y bofedales y la evaporación desde lagunas se producen de manera permanente en el tiempo, incluso en períodos sin precipitaciones, dado que la alimentación hídrica proviene principalmente de agua subterránea que aflora.

La recarga en el sistema (lo que infiltra y lo que escurre) se calcula como la diferencia entre la precipitación efectiva (fracción de la precipitación que cae en las áreas aportantes y que se transforma en escorrentía), la evapotranspiración y evaporación desde superficies de agua libre. En el caso de la variable LN, se considera despreciable por no ser un Salar de cota mayor).

El balance hídrico establecido sobre las cuencas aportantes al salar fue la siguiente (Ecuación 3):

$$PP_{efectiva} - ETR - EL + LN = Q_{recarga\ efectiva} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

- P Pefectiva= Precipitación efectiva
- ETR= Evapotranspiración
- EL= Evaporación desde Lagunas ubicada en los sectores
- LN = Aporte del mes anterior debido a que sube la línea de nieves
- Q recarga efectiva= Recarga o Escorrentía Total Efectiva

El balance entrega los caudales de precipitación y de recarga distribuidos por mes, así (Tabla 3-4)

Tabla 3-4. Balance hídrico en Condiciones promedio

MES	PP	PP efectiva	Escorrentía Total Efectiva
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Enero	115,30	29,38	25,60
Febrero	101,02	25,74	22,45
Marzo	76,48	19,49	16,14
Abril	2,90	0,74	0,00
Mayo	13,23	3,37	1,50
Junio	11,77	3,00	1,51
Julio	2,17	0,55	0,00
Agosto	5,51	1,40	0,00
Septiembre	5,10	1,30	0,00
Octubre	1,76	0,45	0,00
Noviembre	2,40	0,61	0,00
Diciembre	15,08	3,84	0,00
Promedio	29,39	7,49	5,60

Luego, se llevó a cabo un balance hídrico en la cuenca del Salar de Atacama para el periodo de 1970 a 2008, considerando las variables principales que participan en el proceso como son la precipitación efectiva y la recarga.

En la Tabla 3-5 se muestran los valores de la escorrentía total efectiva o recarga promedio que cada sector aporta al salar, una vez se realiza el balance.

Tabla 3-5. Balance Hídrico en el Salar de Atacama por Sector (1970-2008). SGA, 2013.

Sector	Precipitación [m ³ /s]	Pp efectiva [m ³ /s]	ETR [m ³ /s]	Ev. Lagunas [m ³ /s]	Escorrentía Total Efectiva [m ³ /s]
1	3,422	1,567	0,536	0,000	1,031
2	2,242	1,027	0,042	0,000	0,985
3	3,541	1,324	0,596	0,005	0,723
4	2,717	1,016	0,077	0,000	0,939
5	2,808	1,050	0,155	0,000	0,895
6	5,566	0,891	0,000	0,000	0,891
7	1,681	0,092	0,000	0,000	0,092
8	0,016	0,000	0,000	0,000	0,0005
9	1,325	0,038	0,000	0,000	0,038
10	0,146	0,004	0,000	0,000	0,0042
11	0,054	0,002	0,000	0,000	0,002
Suma	23,52	7,01	1,41	0,005	5,60

Los resultados del balance indican que el aporte de las cuencas del lado oriental (Sectores 3, 4 y 5) es de 2,56 m³/s, las del sur (Sectores 6 y 7) es de 0,98 m³/s y las ubicadas al norte (sectores 1 y 2) es de 2,02 m³/s, lo cual es coherente con la ubicación de las zonas marginales del salar y la aparición de lagunas frente a dichos sectores. Mientras que en la zona poniente del salar, donde se ubican los sectores 8 al 11, los aportes a la recarga son muchos menores (0,045 m³/s), ya que gran parte de las precipitaciones se evaporan y no alcanzan a llegar al núcleo, por lo que esa zona del salar no se producen lagunas ni existe una zona marginal húmeda como en el caso de la zona oriente (SGA, 2013).

3.2 MARCO GEOLÓGICO

3.2.1 Marco Geológico y Geomorfológico Regional

A. Geomorfología Regional

La región de Antofagasta se encuentra en la región definida por Börgel (1983) como “Región septentrional de las pampas desérticas y cordillera prealtiplánicas”. La zona de estudio se ubica dentro de la unidad definida como “La Gran Fosa” y está rodeada al oeste por la Precordillera de Domeyko y al este por la Cordillera Prealtiplánica.

En la Figura 3-8 se muestran las unidades geomorfológicas donde se inserta el área de estudio (Salar de Atacama), así como las unidades adyacentes (descritas de Oeste a Este):

- a) *Cordillera de Domeyko*: constituida por un cordón montañoso continuo con una altura promedio de 3.000 m.s.n.m. hacia oriente y una franja de serranías y planicies que grada hacia el Este en la parte occidental.

- b) *La Gran Fosa de los Salares Prealtiplánicos*: presenta un alineamiento NS y una extensión 180 km. En ella se ubican numerosos salares. El más representativo es el Salar de Atacama, donde la Gran Fosa presenta su mayor amplitud (85 km). Se encuentra ubicado a 2.300 m.s.n.m.
- c) *Cordillera Prealtiplánica*: se trata de un plano inclinado constituido por una faja de conos de deyección coalescentes drenado por angostas quebradas de hasta 200 m de profundidad y se encuentra parcialmente interrumpido hacia el Sur por un cordón montañoso discontinuo de dirección Norte Sur que alcanza una altura de hasta 3.200 m.s.n.m.
- d) *Cordillera de los Andes*: constituida por planicies de altura media 4.200 m y numerosos aparatos volcánicas con alturas máximas de hasta 6.046 m.

B. Geología Regional

La litología entorno al Salar de Atacama se encuentra constituidas por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, además de depósitos no consolidados y salinos; cuyas edades varían del paleozoico al cuaternario y se distribuyen arealmente en cuatro dominios, además de los depósitos no consolidados y salinos (Figura 3-9).

- a) *Cordillera de Domeyko*: Se encuentra constituida por rocas mesozoicas y cenozoicas principalmente, que incluyen una unidad volcánica continental compuesta por andesitas, tobas y brechas (Formación Agua Dulce de edad Triásico-Jurásico Inferior); una secuencia sedimentaria continental que se extiende por la parte oriental de la cordillera de Domeyko (Formación Purilactis; Jurásico Superior- Cretácico); una unidad Volcánica (Formación Cinchado; Eoceno) y una unidad sedimentaria continental cubriendo a las formaciones antes citadas (Formación Tambores; Oligoceno-Mioceno Medio).

Los cuerpos intrusivos presentes en este sector, son de composición granodioríticos y graníticos principalmente, y se presentan intruyendo a las formaciones de edad Mesozoica

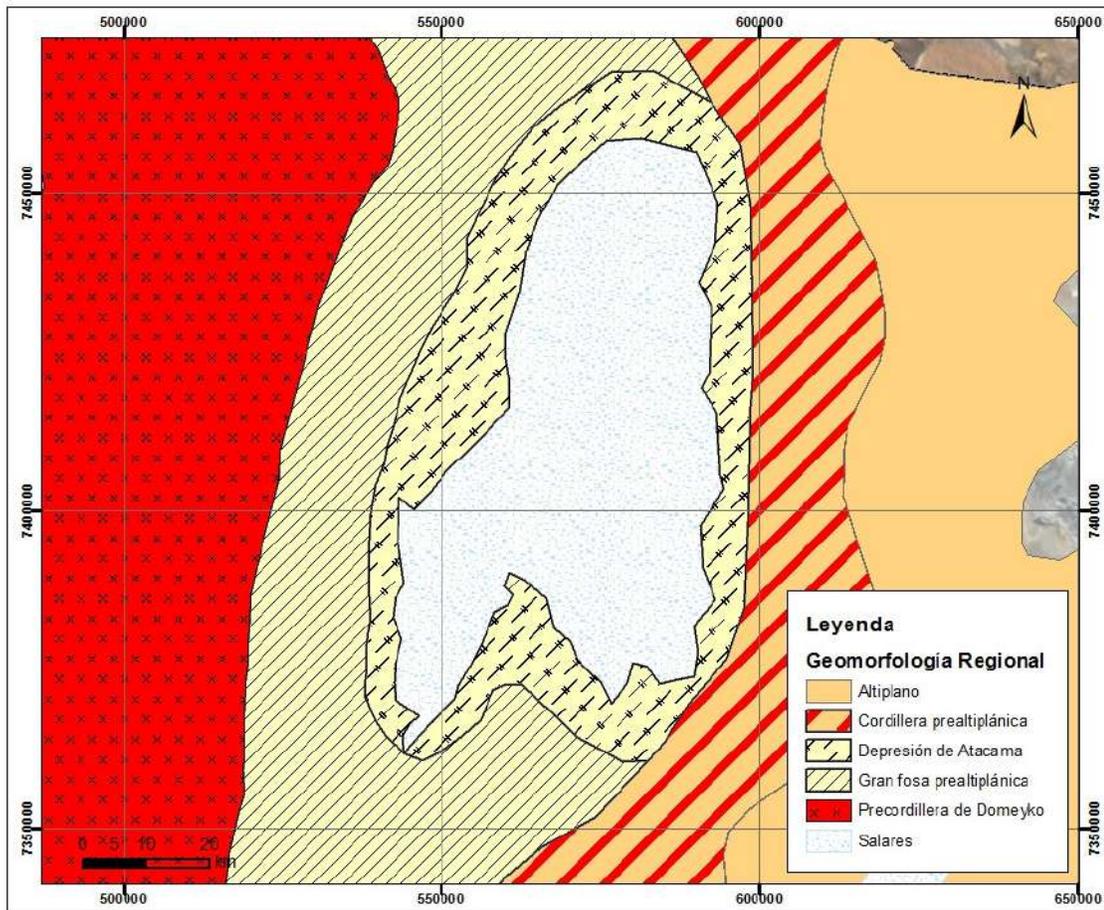


Figura 3-8. Geomorfología Regional.

b) *Cordillera de la Sal y Salar de Atacama:* Se encuentran sólo formaciones continentales del Cenozoico Superior, las que poseen intercalaciones salinas.

La unidad más antigua aflorante en este sector corresponde a una secuencia de areniscas y limolitas con intercalaciones de sal y yeso (Fm. San Pedro; Oligoceno-Mioceno Medio); una unidad sedimentario volcánica compuesta por tobas, limos y sal (Fm El Campamento de edad Mioceno Superior- Cuaternario); y una unidad salina correspondiente al Salar de Atacama que corresponde a los depósitos salinos.

c) *Cordón del Lila y Sectores precordilleranos:* En este sector afloran rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas que incluyen una secuencia sedimentaria, clástica y volcánica, constituida por areniscas, conglomerados, lutitas y andesitas en la base (Fm Lila, Devónico Inferior); una unidad volcánica compuesta por dacitas y brechas dacíticas (Formación Cas, Pérmico Triásico); una secuencia volcánico-sedimentaria compuesta por andesitas, areniscas y lutitas, y tobas (Fm Peine, Paleozoico Superior (?)-Triásico); una unidad volcánica constituida por lavas andesíticas (Estratos Cerros Negros, Triásico-Jurásico Inferior); una unidad sedimentaria, clástica, compuesta por areniscas y conglomerados (Estratos de Quepe, Terciario (?)); una unidad sedimentaria, química compuesta por calizas y areniscas calcáreas (Formación El Tambo, Plio-Pleistoceno) y dos

unidades piroclásticas (Depósitos Piroclásticos de Socaire y Tumisa y Depósitos Piroclásticos de El Abra, Plioceno).

Los plutones de esta zona son graníticos granodioríticos y tonalíticos, subyacen a formaciones paleozoicas y/o mesozoicas; que a su vez se encuentran intruidas por plutones terciarios, graníticos, granodioríticos, dioríticos y pórfidos graníticos.

d) *Cordillera de Los Andes*: En este sector se encuentra constituida fundamentalmente por rocas volcánicas del Cenozoico superior, se han diferenciado dos unidades mayores: ignimbritas y estrato volcanes. Las ignimbritas constituyen siete unidades independientes y los estratos volcanes se han separado en cuatro grupos. Las ignimbritas consisten en tobas soldadas, dacíticas y riolíticas, de colores grises, rosados y pardo claro; y constituyen el basamento de los estrato volcanes del área.

Los estrato-volcanes son de composición andesíticas, dacíticas y subordinadamente basáltica, cuyas edades están comprendidas entre el Mioceno Superior y el Holoceno-

e) *Depósitos Salinos y no consolidados*: Los depósitos salinos forman parte del relleno sedimentario de la cuenca y consiste en cubiertas evaporíticas con niveles freáticos someros, ésta cubierta evaporítica o “costra” puede ser subdividida, de acuerdo a su aspecto físico, composición química y mineralógica, en unidades mapeables, con límites transicionales en algunas zonas. Su potencia varía de algunos centímetros a aproximadamente 60 m (CORFO, 1979), en el núcleo del Salar, y engranan lateralmente con materiales detríticos.

Los depósitos no consolidados corresponden a sedimentos detríticos, principalmente de origen aluvial y en forma secundaria de origen volcánico (piroclasto y lahares), glacial (morrenas), eólico (dunas) y lacustre.

Estructuralmente, el área del Salar de Atacama se encuentra dividida en siete dominios que presentan sus propias características estructurales (Ramírez y Gardeweg, 1982).

El elemento más destacado en la Cordillera de la Sal es un sistema complejo de anticlinales y sinclinales, dirección NE- SW que afectan fundamentalmente a las Formaciones San Pedro y El Campamento. El este de la Cordillera Domeyko se caracteriza por estar limitada por dos fallas inversas de magnitud regional y manteo hacia el oeste que desplaza los granitoides cretácicos y rocas pre-jurásicas sobre la Formación Purilactis. Además se observan numerosos anticlinales y sinclinales que afectan a las Formaciones del Jurásico Superior y el Cretácico.

El rasgo estructural más característico de la Cordillera Domeyko hacia el Oeste es un lineamiento en el sector de Quebrada Escondida que se extiende con rumbo NE hasta un sistema de fallas conjugadas rumbo NW localizado en el área de Cerro 14 de Febrero. Al Sur del salar, en el Cordón de Lila, se observa una gran falla inversa con rumbo NS y manteo al oeste cuyo bloque occidental cabalga sobre el oriental. Esta falla está asociada a un sistema de fallas normales más pequeñas con rumbo NNW.

Al Sureste del Salar, Graben de Tilocalar se encuentra limitado por un sistema de fallas normales, subverticales de rumbo general NS. Este sistema de fallas tiene una extensión de unos 20 kilómetros y limitan un graben con dirección Norte-Sur. Dicho graben está limitado al Este por fallas normales con buzamiento hacia el Oeste y salto vertical de unos 200 m. Las fallas que lo limitan por el Oeste tienen buzamiento hacia el este y

desplazamiento variable de 30 a 100 m. El desplazamiento total entre el fondo del graben y las superficie externa no afectadas por las fallas es de unos 400 m.

Al oriente de Peine, en la zona de Cerros Islas de la Precordillera de los Andes, destacan principalmente dos fallas inversas anteriores al depósito de la Ignimbrita Patao una de rumbo NE y manteo SE donde la Formación Cas se eleva ligeramente a los miembros inferior y medio de la Formación Peine y otra de rumbo NW y manteo al Este. Destacan también dos fallas inversas posteriores al depósito de la Ignimbrita, una con rumbo N-S y manteo al oeste y otra que coincide con un lineamiento regional reconocida en el borde oeste de la laguna Miscanti.

En la Figura 3-10 se presenta un corte geológico del sector sur del Salar de Atacama.

3.2.2 Marco geológico y geomorfológico Local

A. Geomorfología Local

El Salar de Atacama, de edad pliocena, es la cuenca salina más representativa de la gran Fosa, aparece rellena principalmente por depósitos salinos predominantemente y detríticos. La potencia de los mismos supera los 500 m.

Se observa una clara zonación entre unidades salinas y detríticas, ocupando los depósitos salinos la parte central y quedando los depósitos detríticos a partes marginales del mismo. La disposición de estos depósitos viene dada por la acción de factores como las variaciones climáticas e hidrogeológicas, que determinan los diferentes tipos de erosión, transporte y sedimentación que originan las diferentes unidades geomorfológicas.

a) Estructuras originadas por depósitos aluviales y erosión fluvial

Los depósitos detríticos, se localizan principalmente en el borde de la cuenca y en la forma de abanicos aluviales, presentándose normalmente como abanicos coalescentes y con un mayor desarrollo en el borde oriental. Estos abanicos tienen su origen en cauces que se activan estacionalmente con las precipitaciones esporádicas que se producen en este tipo de clima, dando lugar a acumulaciones de arcillas, arenas y gravas. Al avanzar hacia zonas más proximales de los cauces, vemos que estos se profundizan, dando lugar a importantes quebradas. Esta profundización de los mismos se produce por el incremento de la pendiente del terreno y a la escasa consolidación de los materiales que atraviesan (Figura 3-11).

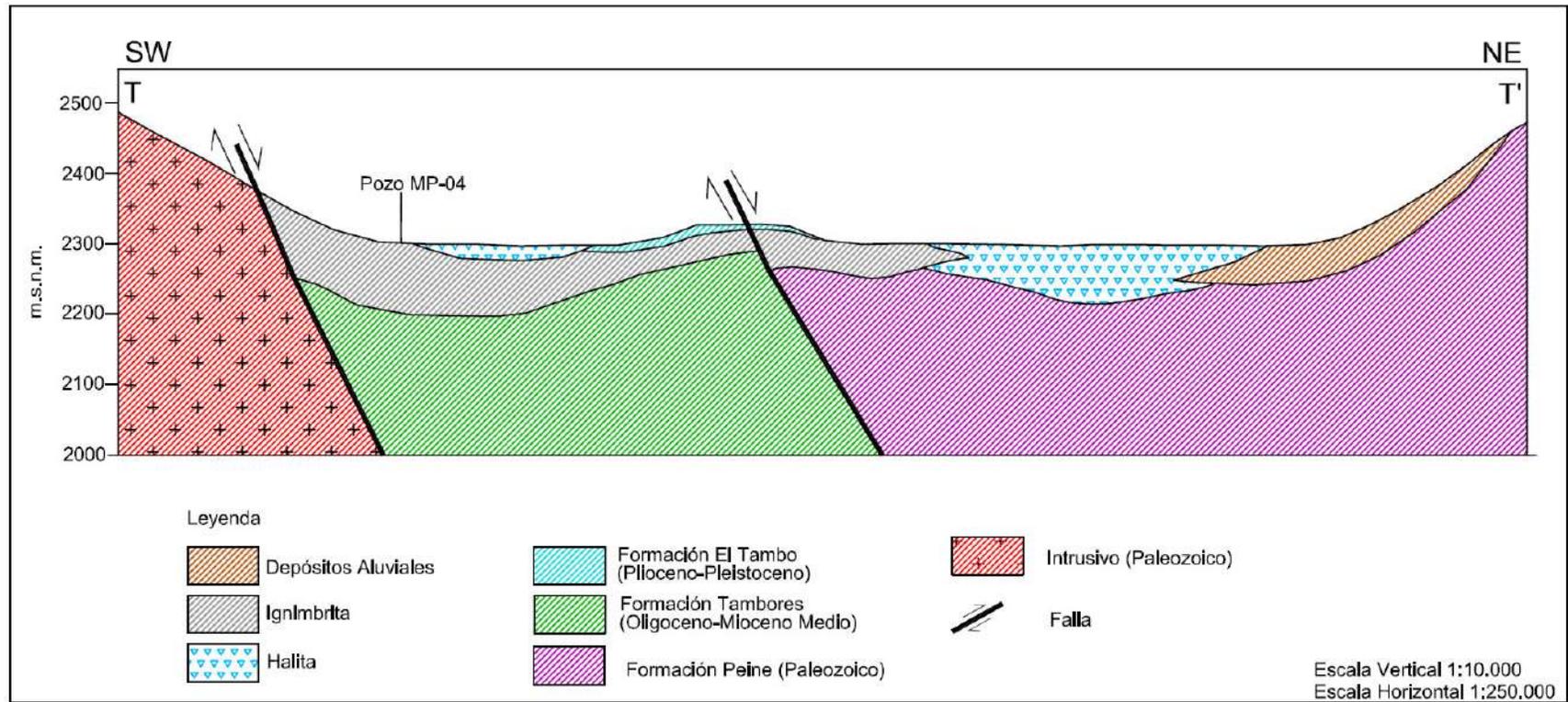


Figura 3-10. Perfil geológico T-T' (SGA, 2013)



Figura 3-11. Quebrada suroeste del Salar

Otro tipo de estructuras frecuentes son los Uadis, que son cauces de agua secos o con un caudal estacional, son típicos de climas áridos (Figura 3-12).



Figura 3-12. Canal estacional de Tilopozo

En el caso de inundaciones laminares por agua superficial nos encontramos con costras de sal con superficie suavizada, cúspides de sal y márgenes almenados.

b) Geomorfología de la costra salina

La variación composicional de los diferentes tipos de costras salinas provoca también la formación de diversas estructuras superficiales, que en función del agente que las ocasiona se pueden dividir en:

✓ Estructuras originadas por el movimiento de aguas superficiales hacia el centro del cuerpo salino:

- Canales salinos, que se desarrollan en zonas donde afloran aguas surgentes que disuelven la costra y construyen canales de circulación.
- Nódulos salinos, se desarrollan en los bordes de los canales salinos o lagos interiores, tienen forma arriñonada y diámetro de hasta 50 cm, su composición fundamental es anhidrita y se forman por la redisolución y recristalización de la costra.

✓ Estructuras generadas por acción de aguas subterráneas

- Elementos de disolución: En esta zona se forman donde la cuña de agua salina aflora o está muy próxima a la superficie, lo que provoca la disolución de la costra salina y la aparición de estas formas de geometría y tamaño variable (Figura 3-13), las cuales se forman por la infiltración de aguas dulces, así como también por las precipitaciones de la zona.



Figura 3-13. Elementos de disolución en el desnivel entre la costra del núcleo y los depósitos salinos del borde Sur del Salar

✓ Estructuras producidas por cambios de volumen

Este tipo de estructuras tiene su origen en los cambios volumétricos que se producen al variar el contenido en agua de la costra salina, lo que da lugar a estructuras de compresión y distensión, producidas por formación de yeso y anhidrita respectivamente.

- Grietas poligonales no orientada. Se trata de grietas superficiales poco profundas y de hasta 1cm de ancho, que forman un enrejado poligonal variable que se desarrolla sobre costras salinas sulfatadas cuyo nivel freático es poco profundo (0,5 m). Constituyen polígonos de cuatro lados.
- Grietas poligonales orientadas. Se desarrollan principalmente en costras sulfatadas y dan lugar a polígonos de cinco a seis lados. Es frecuente que a través de estas grietas aflore halita de más temprana formación.

- Escarpes de compresión. Son estructuras en forma de lomos alargados de relieve suave. Son poco compactos y normalmente vacíos en su interior. Se generan en costras sulfatadas relativamente duras.
- ✓ Estructuras generadas por la acción eólica

Este tipo de estructuras son menores y de escasa importancia. En la zona de estudio se ven reducidas a algunas estructuras de erosión alveolar y pequeñas acumulaciones de materiales en forma de pequeñas dunas. Este tipo de estructuras tiene mayor importancia en el sector norte del Salar, donde encontramos importantes formaciones dunares y estructuras de erosión tipo Yardangs.

- ✓ Estructuras generadas por contraste térmico

Dentro de esta familia tenemos los bloques caóticos y bordes de presión en costras limosas, las venas y hojas de sal, los conos de sal y los tubos de disolución.

B. Geología Local

En el sector Sur del Salar de Atacama, se observan unidades geológicas de edad Paleozoica a Cuaternaria, compuesto principalmente por rocas volcánicas, sedimentarias, rocas intrusivas, depósitos salinos y no consolidados, las que se describen a continuación de más antiguas a más recientes, en base a los trabajos presentados por Ramírez y Gardeweg (1982) y Moraga y Chong (1974) (Figura 3-14):

a) Rocas estratificadas

- ✓ Formación Cas (Pzv): Consiste en una secuencia de rocas volcánicas de composición dacítica. Aflora en la parte oriental de Peine. En este último sector se componen además, de tobas brechosas, dacíticas, desvitrificadas, pardo-rojizas y de andesitas porfíricas, grises, en estratos de 5-10 m
- ✓ Formación Lila (TR1): Aflora en la ladera occidental y al este de los Cerros de Lila como una secuencia de rocas cuarcíferas clásticas limitada en la ladera occidental de estos cerros por fallas y subyacente a coladas de lavas andesíticas. Y consiste en una secuencia rítmica de areniscas cuarcíferas finas, areniscas cuarcíferas conglomeráticas y conglomerados.

Los conglomerados están compuestos exclusivamente por clastos redondeados de cuarzo, en una matriz que contiene óxidos de hierro. Las areniscas cuarcíferas presentan colore variados predominando el gris claro y el rosáceo.

- ✓ Formación Peine (Jp): Se encuentra como una cadena de cerros que sobresalen del plano inclinado ignimbrítico, ubicada entre Toconao y Tilomonte, y está constituida por rocas sedimentarias y volcánicas andesíticas de origen en parte marino litoral y en parte continental. Esta formación se divide en cuatro unidades litológicamente diferenciables, descritas a continuación de base a techo
- Miembro Socaire (Jp-4): En el sector aflora en el extremo noreste de la cadena de cerros que se extiende entre Socaire y Peine, y se compone de aproximadamente 150 m de sedimentos silíceos finamente estratificados, areniscas cuarcíferas y arcósicas y escasas intercalaciones de margas. Sobreyacen a estos sedimentos, coladas andesíticas, algunas de textura porfírica gruesa, con fenocristales de plagioclasa; las coladas tienen

intercalaciones de sedimentos clásticos finos bien estratificados de color gris verdoso. Tiene un espesor de aproximadamente 1.000 m.

Su parte superior incluye una sección de unos 30 m de espesor compuesta desde abajo por a) conglomerados con rodados de andesita, b) lutitas y areniscas rojas fosilíferas, c) margas de color gris verdoso con intercalaciones de limolitas rojas y d) lutitas rojas fisiibles.

- Miembro Tulán (Jp-3): En el extremo sur de los cerros de Peine se encuentra un paquete sedimentario de 450 m de espesor aproximadamente, constituido desde la base por: a) areniscas rojas de grano fino a medio con estratificación cruzada y en parte gradada, con algunas intercalaciones de areniscas calcáreas y chert rojizo; b) margas y lutitas de color gris amarillento y verde oscuro grisáceo en partes finamente estratificadas, algo fétidas; c) sedimentos de color verde grisáceo, areniscas calcáreas, limolitas, margas e intercalaciones de tufitas; d) areniscas feldespáticas de estratificación media, con intercalaciones de limolitas finamente estratificadas.
- Miembro Chuñar (Jp-2): Se presenta en la ladera oriental de los cerros situados al este de Peine como una secuencia de flujos de ignimbritas de color gris claro y 3 a 4 m de espesor, con algunas intercalaciones de areniscas y conglomerados con clastos bien redondeados de hasta 4 cm de diámetro. Se estima que el espesor de este miembro es 200 m aproximadamente.
- Miembro Algarrobilla (Jp-1): Constituida por lavas andesíticas y dacíticas de aproximadamente 600 m de espesor, presentan una zonación con una parte inferior compacta y una superior de grano grueso, en parte amigdaloidal y brechosa con intercalaciones de areniscas feldespáticas rojas.
- ✓ Formación San Pedro (Tsp): Compuesta por areniscas finas y limolitas, de color pardo-rojizo y pardo-amarillento, cementadas por sal o por yeso en algunas zonas. Dispuestas en capas bien estratificadas de 1 o 2 m. hasta un espesor 1.600 m. En la parte superior, se diferencian unos 600 m. de capas de sal con impurezas de limos, limolitas y arcillolitas de color pardo - rojizo a pardo oscuro, cementadas por sal, en capas de unos centímetros a 1 m. Aflora en la parte noroeste – oeste del Salar de Atacama
- ✓ Formación Riolítica (Tsvr): Consiste en flujos de ignimbritas con intercalaciones de sedimentos clásticos. Estas ignimbritas cubren toda la pendiente occidental de la Puna de Atacama y afloran en forma continua entre San Pedro de Atacama y Tilopozo. Sólo están interrumpidas por la cadena de cerros de Toconao y Peine, pero rebasan hacia el oeste por quebradas preexistentes.

En la parte sur del Salar aparecen rodeando la Península de Chépica, rellenando las quebradas principales y como remanentes en altura de hasta 400 m sobre el nivel actual del Salar (Figura 3-15).

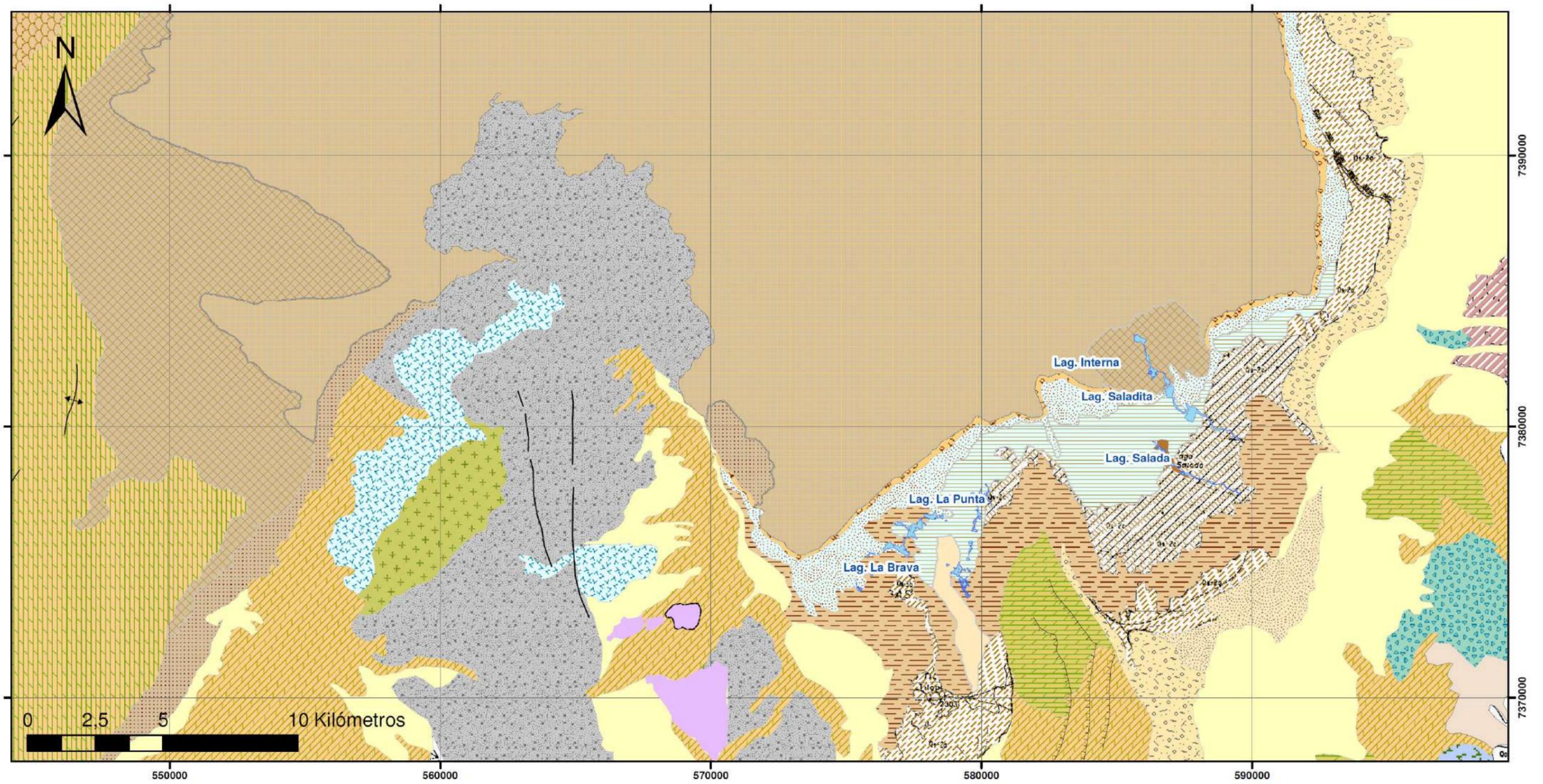


Figura 3-14. Geología Local



Figura 3-15. Ignimbrita de Tucúcaro y Tilopozo

- ✓ Formación El Tambo (Tsec): Aflora en la Península de Tilocalar, situada en el extremo suroriental del Salar como una secuencia de sedimentos calcáreos de hasta 10 m de espesor, que se componen de calizas en capas bien estratificadas, duras, en parte compactas y en otras cristalizadas y con oquedades. En parte contienen intercalaciones de sedimentos clásticos. En superficie los afloramientos presentan numerosas grietas que conforman estructuras poligonales y están cubiertas por depósitos aluviales y salinos. Presentan un espesor máximo de 10 m en Tilocalar y unos 6 m en Peine.

b) Depósitos Salinos

Las unidades salinas presentan en superficie una zonación bien definida. La parte central la constituye un cuerpo homogéneo de costras salinas de cloruros que se ha denominado núcleo, y que en su parte sureste en especial, presenta zona de mezclas de sales y aportes de sedimentarios laterales.

Rodeando al núcleo (en su parte sur y este) se distribuyen de adentro hacia afuera las costras de transición de cloruros, la yesífera, la cloruro yesífera y las costras limo salinas (Figura 3-16).

A continuación se describen las unidades salinas presentes en el sector, las que fueron diferenciadas según sus características físicas y químico-mineralógicas (Moraga y Chong, 1974):

✓ Costra de Limos Salinos:

Se encuentran ubicadas en los márgenes del Salar como extensos depósitos de limos y arcillas de gran contenido salino consistente. Estas unidades son pardo rojizas con agrietamientos poligonales y estructuras de disolución. El contenido en agua varía estacionalmente.

Por su composición se subdivide en dos unidades:

- Costra de limos, cloruros y sulfatos (Qs-1a): Depósito de limos y arcillas de gran contenido salino, principalmente Yeso
- Costra de limos y cloruros (Qs-1b): Depósito de limos y arcillas de gran contenido salino, principalmente cloruro sódico

No existen contactos definidos y variaciones locales entre estas dos unidades pero se estima que los cloruros aumentan hacia el centro del salar. En zonas donde hay escurrimientos superficiales aparecen materiales más gruesos, arenas y gravilla en parte cementados con sales.

✓ Costras Cloruro Yesífera:

A continuación de la zona de limos salinos y hacia el centro del Salar se reconocen tres unidades formadas principalmente por halita y yeso principalmente, y con presencia de carbonatos esporádicamente

- Costras de cloruros y Limos (Qs-2a): Corresponde a una zona de transición entre las unidades limosas y salinas propiamente tales. En general mantienen el mismo aspecto que los limos salinos pero con un contenido de halita significativamente mayor manteniéndose cantidades subordinadas de yeso. Localmente se han encontrado concentraciones de ulexita y tenardita. Se presentan estructuras de desplomes.
- Costra de cloruros formando glóbulos (Qs-2b): Se trata, en general, de una zona de lagunas someras con fondos de limos orgánicos. En su mayoría están secas y sobre ellas se han formado glóbulos de cloruro sódico que tienen un aspecto coliforme y un espesor no superior a 1,5 cm e inmediatamente debajo se encuentran limos oscuros con abundante contenido orgánico y saturado de agua. En forma irregular la sal blanca presenta manchas amarillas claras, localmente abundantes, que podrían corresponder a cromatos de calcio o de potasio (?) o a bloedita (?).
- Costra acordonada de Cloruros con incrustaciones de yeso (Qs-2c): Es una costra seca de color crema claro con microrelieve áspero de altura promedio 25 cm y agrietamiento poligonal con crecimiento de cloruro sódico entre las fracturas. Su constitución es fundamentalmente cloruros, a veces cubiertas por una delgada película de yeso.

✓ Costras Yesíferas

Se diferencian tres tipos dispuestos desde afuera hacia a dentro del salar:

- Costras de superficie plana con sulfatos (Qs-3a) Superficie plana y seca formada por yeso pulverulento como una cubierta superficial de unos 2 cm, siguiendo hacia yeso granular.
- Costra de Sulfatos con escasos cloruros (Qs-3b). Costra crema claro con microrelieve áspero de altura promedio de 25 cm con una altura máxima de 50 cm, su composición es casi exclusivamente yeso y las costras poseen agrietamientos poligonales con crecimientos de sal blanca y rosada entre las fracturas.
- Costras de sulfatos y cloruros (Qs-3c) En general presenta el mismo aspecto físico que la unidad (Qs-3b) pero hay un aumento gradual en la cantidad de cloruro y el yeso, cuando está presente, forma una cubierta superficial encima de los cloruros.

✓ Costra de Transición de cloruros.

Se encuentran rodeando al núcleo en una franja de unos 100 metros promedio, se sitúa en la zona de transición de cloruros de color blanco a crema claro y están constituidos fundamentalmente por cloruro de sodio. En esta zona se presentan numerosas lagunas formadas por disolución. Su tamaño en general no excede los 10 m de diámetro con profundidades del orden de 2-3 m, en algunos casos sus bordes aparecen tapizados con drusas de cristales de cloruro de sodio de yeso que pueden estar coloreados con materia orgánica, principalmente algas rojas, azules y verdes.

De acuerdo a su aspecto físico se diferencia en tres tipos, sin que se presente una zonación entre ellas:

- Costra de cloruros de superficie colorforme (Qs-4a), Superficie de color blanco de costras nodulares de hasta 50 cm de alto con cuarteamientos poligonales. Hay abundantes lagunas y la costra es, a veces, solo una delgada cubierta sobre una superficie de salmuera con materia orgánica.
- Costra de cloruros de superficie Plana con grietas rellenas de cloruros (Qs-4b) Es una superficie lisa color crema claro, relativamente dura, sobre la cual se encuentra un reticulado con un relieve positivo color blanco rosáceo de unos 10 cm formado por el crecimiento de sales en las fracturas de los polígonos.
- Costra de cloruros, superficie algo rugosa, Limo a solo 10 cm de la superficie (Qs-4c): Unidad blanco grisácea, lisa, con abundante agrietamiento en polígonos. Superficialmente presenta cloruros de sodio, apareciendo limos con pequeñas cantidades de carbonatos a los 10 cm de profundidad. Son abundantes las burbujas de sal. Esta unidad se desarrolla exclusivamente en los canales de drenaje del río San Pedro.

✓ Costra Núcleo de cloruros.

Ocupan aproximadamente dos tercios de la superficie del salar y con un microrelieve promedio de 0,50 m sobre el resto de eflorescencias y costras salinas aparece una unidad homogénea de costras salinas compuestas casi exclusivamente de cloruro de sodio a la cual se ha denominado Núcleo. Por su aspecto se diferencian dos tipos:

- Costra de cloruros (Qs-5a): Superficialmente es pardo medio a oscuro y blanco, son costras duras de bordes dentados e intensamente fracturados por agrietamientos poligonales, solevantamientos, rotación, y crecimiento de sales en las fracturas.
- Costra de cloruro Pardo claras originadas por un mayor aporte de agua. (Qs-5b): aparece principalmente en el borde este de la cordillera de la sal.
- Costra de cloruro Pardo oscuro originado por un mayor aporte de agua (Qs-5c): Aparecen en la parte este de la península Chépica y en el delta del río San Pedro. Se trata de verdaderas zonas de mezclas de materiales salinos con depósitos aluviales, en los frentes de los cuales aparecen bandas oscuras, mareadas a veces con franjas de vegetación y aguas surgentes.



Figura 3-16. Tipos de costras

c) Depósitos no consolidados

- ✓ Depósitos Aluviales (Qal): Consisten en una mezcla heterogénea de gravas, arenas y limos, de composición polimíctica de edad Cuaternaria. Se trata de depósitos poco potentes que varían entre algunos centímetros y 1 m. originados en corrientes de barro, avenidas o por un proceso compuesto de transporte, por acción de la nieve y el viento. Se encuentran rodeando toda la cuenca.
- ✓ Depósitos de Terrazas (Qt): Están constituidos mayoritariamente por gravas, arenas y limos. Las gravas son polimícticas de clastos angulosos a subangulosos y presentan intercalaciones de cenizas volcánicas. Se corresponden con depósitos de piedemonte y corrientes de barro de una potencia media de 3-4 m. Se encuentran localizados al Norte de Peine.

d) Rocas Intrusivas

- ✓ Granito del Cerro Paso Alto (Pzg): Se encuentran en los cerros del Lila aflorando rocas graníticas de grano grueso constituidas principalmente por cuarzo, ortoclasa y escasa biotita; éstas están cortadas por filones aplíticos, lamprofíricos, y/o andesíticos y pegmatíticos. Existen también variedades granodioríticas de textura gruesa con menor contenido de cuarzo. Estas rocas se asignan tentativamente al Paleozoico.
- ✓ Granitoides cretácicos del Cordón del Lila (Kigd): Se encuentran en los cerros situados al noreste de Peine, en los cerros de Lila y probablemente en la Cordillera de Domeyko constituidos principalmente por rocas granodioríticas que cortan y producen metamorfismo de contacto en las rocas jurásicas de la Formación Peine.

En la Península de Chépica la intrusión granodiorítica presenta textura granular media, formada por plagioclasa, anfíbola, ortoclasa y cuarzo. Por sus características litológicas y su relación de contacto se asigna tentativamente a estas rocas una edad cretácica superior.

En el sector Sur del Salar se observan las siguientes estructuras principales (Ramírez y Gardeweg, 1982)

En el Cordón de Lila, se distingue una falla inversa de rumbo N-S y manteo de 45° hacia el oeste. Se observa que el bloque occidental formado por el granitoide del Paleozoico inferior cabalga hacia el este sobre un bloque oriental constituido por granitoides del Paleozoico Inferior. Esta falla tiene asociada fallas normales menores con rumbo NNE que cortan a la Ignimbrita Tucúcaro.

Al oriente de Peine, se presentan como rasgos estructurales más característicos, las siguientes fallas inversas:

- “Falla de Cerro Carcaqui” presenta un rumbo N50°W, una extensión de 6 km y un manteo de 54° al este. El bloque oriental, constituido por la granodiorita Lánquir y Estratos de Quepe, asciende sobre el bloque occidental formado por los Estratos de Quepe. La falla se produce con anterioridad a la deposición de la Ignimbrita Patao y con posterioridad a los Estratos de Quepe.
- “Falla de Aguada Pinosa” posee un rumbo NE y manteo hacia el SE. La unidad constituida por la Formación Cas asciende sobre los miembros inferior y medio de la Formación Peine.
- “Falla de la Quebrada Nacimiento” se caracteriza porque coincide con un lineamiento a nivel regional. Se observa en el borde oeste de la laguna Miscanti. Presenta un rumbo N-S, una de extensión 15 km y un salto aproximado de 150 m. Afecta a los Estratos de Quepe y a la Ignimbrita Patao.
- “Falla Talabre” presenta un rumbo N-S, manteo hacia el oeste y un desplazamiento vertical entre 10 -15 km. Aquí, el bloque occidental formado por la Ignimbrita Patao y Atana asciende sobre el bloque oriental constituido por las mismas unidades.

En el borde del Salar de Atacama y la quebrada nacimiento se extienden fotolineamientos muy marcados rumbo WNW que desplazan los afloramientos de las unidades mesozoicas y terciarias.

3.3 GEOFÍSICA

3.3.1 Perfiles TEM

De las secciones de interpretación TEM, a manera general, se identificaron 5 unidades geoelectricas principales (Anexo I), cuya definición se ve facilitada por el claro contraste de resistividades lateral y en profundidad que se aprecia en los perfiles realizados (Geodatos, 2013):

- I. Unidad de Baja - Media Resistividad: Este horizonte somero se aprecia discontinuo y de mínima potencia (cercano a 5 metros y máximo en torno a los 15 metros), con resistividades eléctricas que fluctúan entre los 2,9 y 250 [Ohm-m]. Y pudiese asociarse a la presencia de Sedimentos Saturados bajo costra salina. La baja resistividad (valores entorno a los 2,9 Ohm-m) se puede atribuir a la disolución de la costra salina con agua dulce a salobre en el sector de las lagunas.
- II. Unidad de Baja Resistividad Somera: Este estrato conductor sub horizontal se observa discontinuo a lo largo de las secciones, presentando una potencia

en promedio cercana a 2 metros y se visualiza a una cota prácticamente constante (techo de la unidad se sitúa aproximadamente a los 2.290 m s.n.m). Las resistividades son del orden de los 0,2 [Ohm-m], y se correlaciona con Sedimentos finos (arcillosos) saturados.

- III. Unidad de Baja Resistividad Profunda: Se desarrolla en profundidad con gran potencia y subyace las dos unidades descritas sucintamente con anterioridad, extendiéndose a lo largo de todas las secciones desde su techo, a aproximadamente 15 metros en los extremos Norte y en promedio 40-50 metros hacia la mitad Sur de los perfiles, y hasta la profundidad de investigación válida, lo que pone de manifiesto el efecto de acuífero. Corresponde a una unidad de resistividades que fluctúan entre los 0,2 y 0,9 [Ohm-m], (el promedio en torno a los 0,3 [Ohm-m]) las que pueden ser interpretadas como Sedimentos saturados con agua salobre (salmueras disueltas).

Esta unidad profunda presenta un incremento gradual de la resistividad hacia los extremos septentrionales de las secciones extendidas hacia el núcleo del Salar, alcanzando resistividades del orden de los 35 [Ohm-m], lo que se puede asociar a una disminución de permeabilidad en el núcleo del Salar (material fino rellenando espacios intersticiales) y no atribuible a un cambio de granulometría de los sedimentos saturados con agua salobre, como se observa en el borde Sur del Salar.

- IV. Unidad de Media Resistividad: Esta unidad se aprecia discontinua a lo largo de todas las secciones, corresponde a una unidad de resistividades cuyo valores fluctúan entre los 1 y 79 [Ohm-m] (el promedio se sitúa en torno a los 10 [Ohm-m]), en ocasiones se aprecia más superficial (subyaciendo a los sedimentos húmedos y/o costra salina) y en otras subyaciendo unidades comparativamente más resistivas.

Esta unidad se aprecia discontinua asociada a la zona de transición de agua dulce (fresca) a agua salobre. Corresponde a una zona de interfaz la que por efecto de densidades de las aguas subterráneas dulce - salobre, la primera aflora coincidiendo con la localización de las lagunas altiplánicas en esta zona. Esta unidad puede interpretarse como Sedimentos Saturados con Agua Dulce.

- V. Unidad de Alta Resistividad Somera: Esta unidad se aprecia en el extremo sur. Se desarrolla con potencias cercanas a 10-50 metros, y presenta resistividades comprendidas en un amplio rango de valores 65 – 3.100 [Ohm-m]. Se manifiesta hasta una cota que permanece constante en los perfiles donde se aprecia, correspondiente a los 2.305 m.s.n.m, que se interpretaría como el nivel freático bajo el cual los estratos se presentan saturados. Esta unidad puede asociarse a Sedimentos secos no consolidados del tipo afloramientos de Depósitos Aluviales Secos.

3.3.2 Perfiles NanoTEM

En las secciones NanoTEM, de los perfiles de resistividad, en general, se pueden distinguir 5 unidades geoelectricas principales, a manera de ejemplo se presenta en el Anexo I el perfil L2 (Geodatos, 2013).

- I. Unidad de Baja -Media Resistividad: Esta unidad de mínima potencia (espesor cercano a 2 metros) presenta resistividades del orden de los 1,5 [Ohm-m]. Este dominio pudiera asociarse a Sedimentos Saturados bajo

costra salina. La baja resistividad se puede atribuir a la disolución de la costra salina con agua dulce.

- II. Unidad de Baja Resistividad Somera: Esta unidad subyace a la descrita anteriormente y es comparativamente más conductora que la unidad a), presenta resistividades del orden de los 0,2 [Ohm-m]. Este horizonte (unidad sub horizontal) puede asociarse a la presencia de Sedimentos finos (arcillosos) saturados.
- III. Unidad de Baja Resistividad Profunda: Esta unidad se extiende desde el piso de la unidad anterior (5 metros de profundidad aproximadamente) hasta la profundidad de investigación alcanzada y se observa en casi todos los perfiles. Presenta resistividades del orden de los 0,3 [Ohm-m], fluctuando entre los 0,7 y 0,2 [Ohm-m], lo que se asocia a presencia de Sedimentos Saturados con aguas salobres (Salmueras disueltas).
- IV. Unidad de Media Resistividad: Esta unidad se aprecia discontinua asociada a la zona de transición de agua dulce (fresca) a agua salobre. Corresponde a una zona de interfaz, con resistividades del orden de los 10 [Ohm-m]. Debido a los cambios de densidad de las aguas, se produce el afloramiento de agua dulce la que conforma lagunas. Esta unidad pudiera interpretarse como Sedimentos Saturados con Agua Dulce.
- V. Unidad de Alta Resistividad Somera: En los extremos de varios perfiles se ha descrito una unidad somera de altas resistividades lo que puede correlacionarse a presencia de Depósitos Aluviales Secos. Las resistividades eléctricas fluctúan en un amplio rango, comprendidas entre los 250 y más de 4.000 [Ohm-m].

3.4 MARCO HIDROGEOLÓGICO

3.4.1 Marco Hidrogeológico Regional

El sistema hidrogeológico del salar de Atacama está compuesto por unidades hidrogeológicas diferenciadas, por un lado la salmuera del núcleo y por otro los acuíferos con agua salobre que descargan en el sector marginal del salar.

Estos acuíferos de agua salobre de baja densidad (1 gr/cm^3) proveniente del este y sur y que descargan en el borde del salar debido al encuentro de este con un depósito de salmueras de alta densidad (núcleo del salar, $1,225 \text{ gr/cm}^3$), provoca que dichas aguas afloren y den origen a las lagunas y vegas presentes en el borde (Figura 3-17).

La descarga del flujo subterráneo se produce principalmente a través de las lagunas y vegas por evaporación y evapotranspiración. Prácticamente no existe flujo subterráneo que ingrese directamente al salar.

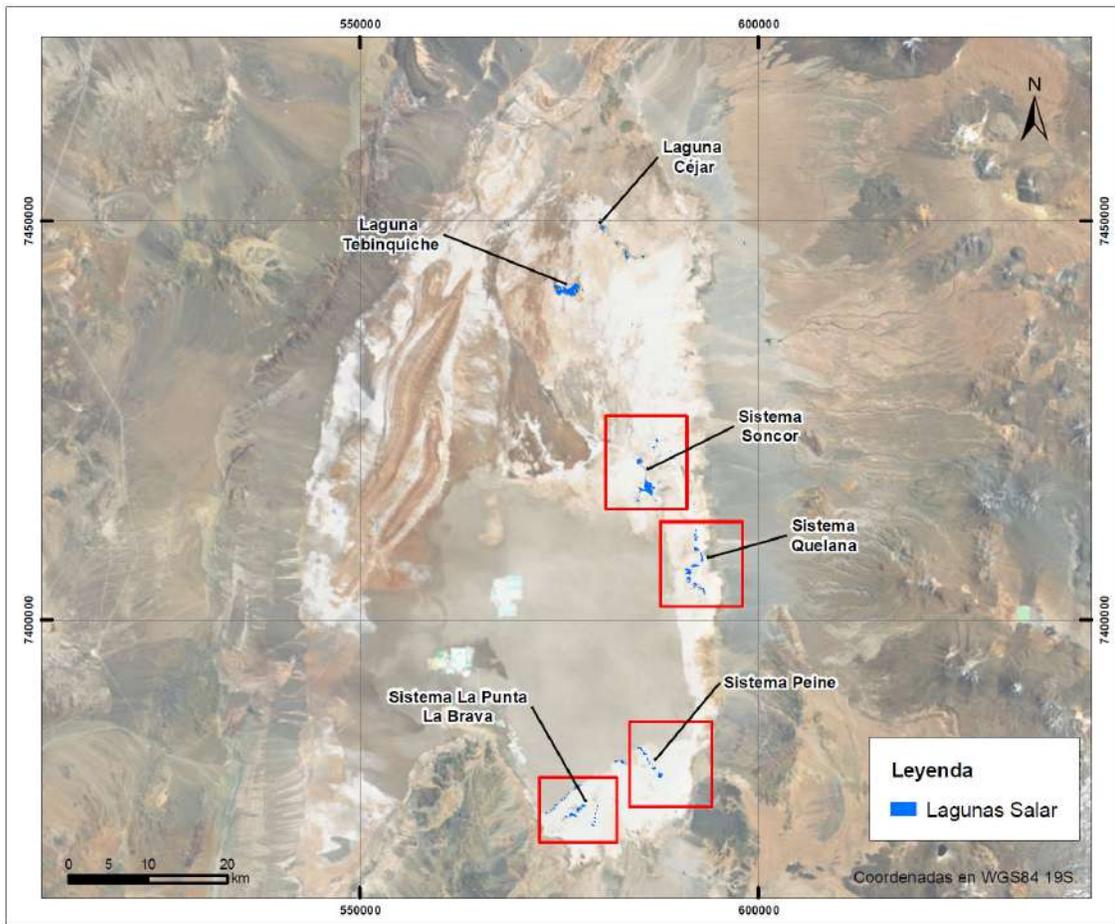


Figura 3-17. Sistemas Lacustres Salar de Atacama. SGA, 2013

En el esquema de la Figura 3-18, se muestra de manera conceptual el funcionamiento hídrico del sistema que genera la formación de las lagunas ubicadas en el borde del salar. Las precipitaciones (lluvia y nieve) que caen en la parte alta de la cuenca y que se infiltran pasando a formar el flujo subterráneo, constituyen la recarga subterránea afluente al borde del salar. Esta agua salobre al interactuar con la salmuera que constituye el núcleo del salar genera una interfaz salina como se muestra en el esquema. Al ser el agua salobre menos densa que la salmuera, se produce un ascenso del nivel freático lo que genera una descarga a través de evapotranspiración en el área marginal del salar, donde se manifiestan extensas áreas de vegas. Además, debido a este ascenso del nivel freático y el cambio brusco de la pendiente, se producen afloramientos de agua salobre que, favorecido por condiciones topográficas, permite la formación de las lagunas. Estos afloramientos se producen en algunos casos en los bordes de la laguna y en otros cerca de éstas generando pequeños cauce que alimentan la laguna.

Para mantener el equilibrio del sistema, la evaporación del agua libre de la superficie lacustre es similar al caudal de recarga. Esto se refleja en la estabilidad en las dimensiones de las lagunas, en donde variaciones del volumen de recarga generan variaciones de superficie y por ende del volumen de evaporación que mantiene este equilibrio.



Figura 3-18. Esquema de Alimentación Lagunas del borde Salar, SGA, 2013

La salmuera del núcleo es una unidad geológica compuesta por rocas salinas, principalmente halita aunque se pueden encontrar niveles más yesíferos, en las que se intercalan niveles con diferentes grados de componentes detríticos. La densidad típica del fluido es de $1,22 \text{ g/cm}^3$ y tiene una conductividad eléctrica superior a $200.000 \mu\text{S/cm}$.

Los acuíferos de agua salobre se encuentran en unidades geológicas sedimentarias, volcánicas y volcano-sedimentarias y presentan variabilidad en cuanto a su potencia, con densidades entorno a $1,00 \text{ g/cm}^3$.

Estas unidades (acuíferos de agua salobre y la salmuera del núcleo) se encuentran separadas por una interfaz similar a la presente en los contactos entre el agua marina y los acuíferos costeros (Custodio y Llamas, 1983). La presencia de esta interfaz permite que los flujos de agua provenientes de los acuíferos, circulen sobre la salmuera, con dirección de flujo hacia el núcleo, por diferencia de densidad de las aguas de estos sistemas.

La salmuera actuaría como barrera semipermeable, permitiendo que estos flujos de agua más dulce, descarguen en superficie sobre los depósitos salinos de material fino y se formen lagunas en los sectores Sur, Sureste y Norte del Salar de Atacama.

En la zona de contacto entre el agua dulce y el agua salada se tiene una difusión hidrodinámica originada por el movimiento del agua normalmente y a lo largo de la interfaz. Si no existiese este flujo el espesor de la zona de mezcla crecería indefinidamente.

El movimiento de la interfaz se puede producir por bombeos en el acuífero o en la salmuera del núcleo o cambios en la recarga y se detiene al llegar a una nueva posición de equilibrio. Si un pozo bombea en un acuífero de agua dulce que flota sobre agua salada, puede provocar un ascenso de la zona de mezcla de forma puntual debajo de dicho pozo.

La interfaz salina identificada en el borde sur presenta una pendiente en dirección sur, encontrándose su mayor profundidad cerca de los 80 metros en las capas aluviales perimetrales.

En el borde oriental la interfaz profundiza en dirección este encontrándose hasta una profundidad de 125 metros en las unidades sedimentarias perimetrales.

La interfaz salina que se observa en el borde Este y Sur del Salar muestra una pendiente, que profundiza en dirección sur hacia el sector de Monturaqui, en el Borde Sur, y hacia la cordillera en el borde oriental del Salar (Figura 3-19).

En la Figura 3-20 se muestra la piezometría del Salar de Atacama, con los niveles de diciembre de 2008 corregidos a densidad de salmuera $1,23 \text{ g/cm}^3$. Esta tendencia piezométrica regional se encuentra condicionada por la topografía, la conexión entre diferentes niveles del acuífero multicapa, y la relación de cuerpos de agua superficial y subterránea.

Las líneas equipotenciales son aproximadamente paralelas a la topografía, con un mayor gradiente piezométrico en la zona de cambio de pendiente entre los depósitos de piedemonte y el dominio de las costras evaporíticas.

La piezometría del sector Soncor muestra un flujo de agua subterránea con dirección ENE-WSW. Al W del sector, y en el dominio del delta del río San Pedro, la dirección del flujo subterráneo es N-S.

La piezometría del sector Aguas de Quelana indica un flujo subterráneo E-W, perpendicular a los alineamientos marcados por las zonas inundadas presentes a lo largo de la traza superficial de la cuña salina. En la zona central y S de este sector, la forma de las equipotenciales está controlada por la topografía característica de los depósitos distales de los abanicos aluviales del margen E, de manera que las líneas de flujo divergen ligeramente en dirección hacia el centro del Salar.

En el sector de Peine y Tilopozo, la principal dirección del flujo subterráneo es SE-NW hacia el centro del Salar.



Leyenda

Propietario de Punto de Monitoreo de la Cuña

- Minera Escondida (MEL)
- Rockwood Lithium (RLL)
- Soquimich (SQM)
- Interfaz Salina

Coordenadas en datum WGS 84 19S

Figura 3-19. Ubicación de la interfaz Salina en el borde del Salar de Atacama

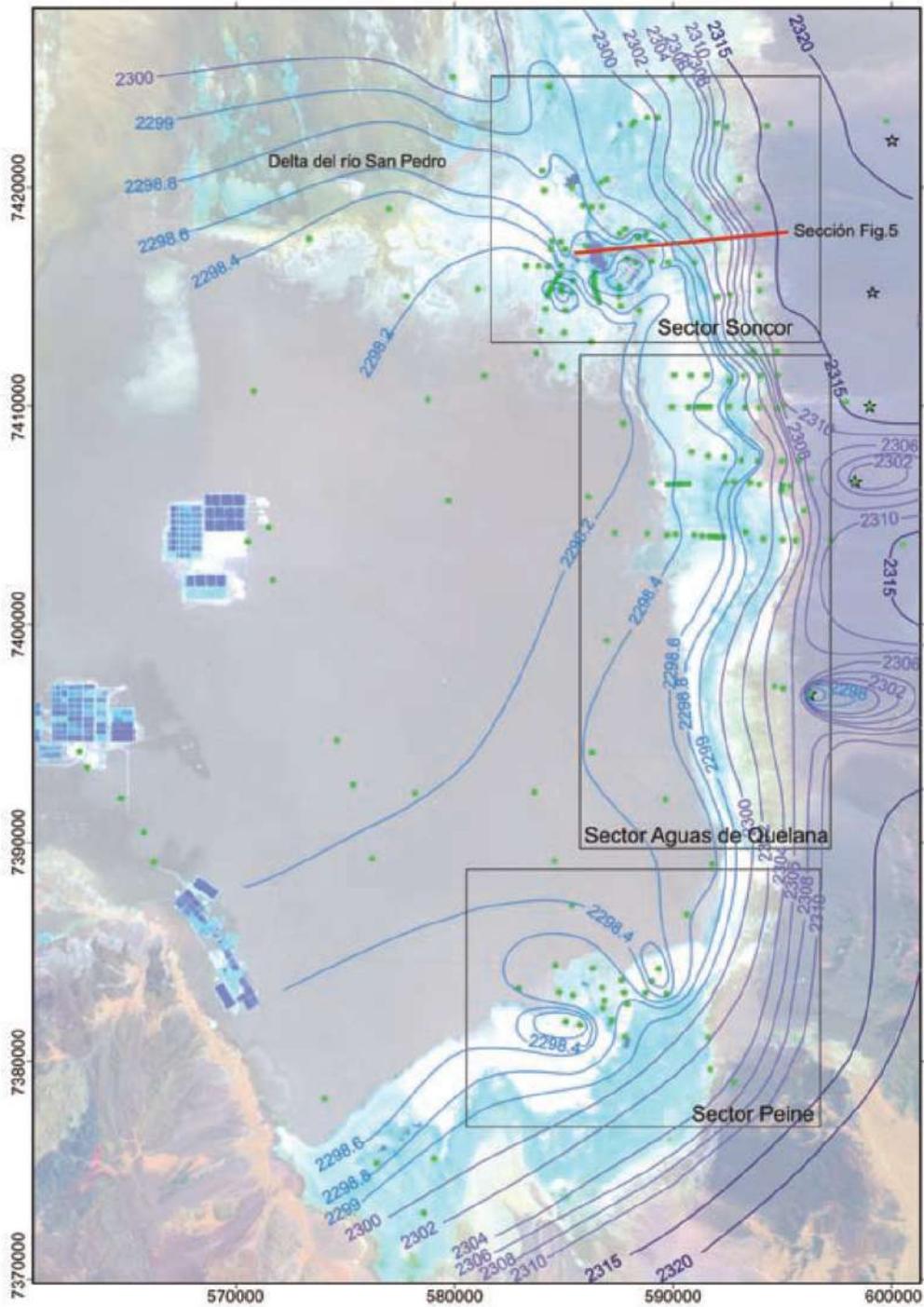


Figura 3-20. Piezometría del Salar de Atacama

3.4.2 Marco Hidrogeológico Local

El acuífero del sector Sur del Salar de Atacama, se encuentra confinado dentro de una cuenca de origen tectónico, cuya geometría se debe a los esfuerzos con componente principal E-W, los cuales dieron lugar a la formación de fallas normales con rumbo predominante N-S. El funcionamiento de estas fallas dio lugar a un movimiento de bloques que provocó la aparición de una cuenca tipo graben, con afloramientos con alineación N-S,

que corresponden a horst, lo que provoca que la morfología de la cuenca no sea la típica, si no que se presente un escalonamiento en sus bordes.

En este sector, se ponen en contacto dos acuíferos cuyos fluidos tienen características muy distintas el uno del otro. Por un lado está la masa de salmuera, que ocupa principalmente el núcleo del Salar, y por otro encontramos el agua salobre perteneciente al acuífero Negrillar-Monturaqui y a las recargas superficiales del sector suroriental. La gran diferencia entre las densidades de estos fluidos hace que la zona de interfaz entre ellas tenga unas características especiales. La masa de salmuera se acuña hacia el sur y el agua salobre se sitúa sobre esa interfaz, aflorando en la parte más distal de la misma formando lagunas, que son características del margen distal de la zona de transición. Esta interfaz salina ocupa el margen sur y el margen oriental de la cuenca del Salar de Atacama, alcanzando profundidades que se han registrado hasta el entorno de los 70 m en la zona situada al Sur de Tilopozo. (SGA, 2013)

A. Unidades hidrogeológicas del borde Sur del Salar

Los estudios geofísicos y las perforaciones realizadas en el borde sur del salar, han permitido identificar y caracterizar las unidades hidrogeológicas presentes en esta zona, las cuales se agrupan en función de su permeabilidad.

En este ámbito se han definido 3 unidades hidrogeológicas, las que se detallan a continuación (Figura 3-21):

a) Unidad hidrogeológica con Permeabilidad Primaria

Esta unidad se encuentra compuesta de mezcla heterogénea de gravas, arenas y limos de los depósitos aluviales; gravas, arenas y limos con intercalaciones de ceniza volcánica de los depósitos de terrazas (Unidad Hidrogeológica 1 (UH 1); y las unidades salinas, constituidas por el cuerpo homogéneo de costra salinas de cloruros, las costras de transición de cloruros, yesífera, cloruro yesífera y las costras limo salinas de los depósitos salinos (UH 2).

Esta unidad contiene al acuífero salobre libre a semiconfinado, el espesor los depósitos salinos se reduce a medida que atraviesa la zona del borde Sur del Salar hasta aflorar en el sector de las Lagunas (por efecto de la interfaz salina), variando de 16 m en el sector central del Salar (MP-03) a 10 m en el sector más cercano a las lagunas (MP-01 y MP-03). En el caso del núcleo del Salar (halita), los intersticios del mismo contiene una salmuera de cloruro de sodio con altos contenidos de magnesio, potasio, litio y boro.

Estos depósitos con alto contenido de sales, a medida que los flujos de agua atraviesan este sector, aumentan la disolución de sales y por ende, aumento de la salinidad del agua hasta aflorar en superficie para formar las lagunas del borde sur.

b) Unidad hidrogeológica con Permeabilidad Secundaria

Corresponde a los flujos de ignimbritas con intercalaciones de sedimentos clásticos y calizas en capas bien estratificadas, en algunos sectores con sedimentos clásticos de la Formación Riolítica y Formación el Tambo respectivamente (UH 3).

En esta unidad se encuentra el cuerpo de Salmuera, el cual, en el borde sur del Salar, se profundiza hasta alcanzar profundidades de 55 m en el Sector de Tilopozo. (MP-04).

c) Unidad hidrogeológica Impermeable

Se compone de la secuencia de rocas compactas, poco fracturadas y/o meteorizadas de que se conforman por rocas cuarcíferas clásticas, areniscas cuarcíferas conglomeráticas y conglomerados de la Formación Lila, además de los miembros de la Formación Peine (Miembro Socaire, Tulán, Chuñar y Algarrobilla), compuestos por sedimentos silíceos estratificados, areniscas cuarcíferas y arcósicas y escasas intercalaciones de margas (Miembro Socaire); Areniscas, margas y lutitas, areniscas calcáreas limolitas y areniscas feldespáticas con intercalaciones de limolitas (Miembro Tulán); Secuencia de flujos ignimbríticos con intercalaciones de areniscas y conglomerados con clastos bien redondeados (Miembro Chuñar); y lavas andesíticas y dacíticas (Miembro Algarrobilla).

Se encuentran también en esta unidad, las rocas graníticas y granodioríticas de los cuerpos intrusivos Granito del Cerro Paso Alto y Granitoides cretácicos del Cordón del Lila. Esta unidad por sus características se considera como el basamento de las unidades antes mencionadas (UH 4).

B. Piezometría del borde Sur del Salar

Como se ha mencionado, en el borde sur se encuentra un acuífero libre salobre en contacto con la salmuera, los que se encuentran separados por una interfaz salina. Por lo anterior, a continuación se presenta la piezometría del acuífero salobre en el borde sur del Salar y la Salmuera del Núcleo (Figura 3-22)

En esta figura se observa que las líneas de flujo del acuífero salobre en el sector del Tilopozo presentan dirección SE-NW, y hacia el centro de esta zona, cerca de la Laguna La Brava se observó que las líneas de flujo muestran dirección SW-NE lo que indicaría que esta zona estaría recibiendo aportes de agua procedente del Cordón de Lila, puntualmente del Sector de Tucúcaro.

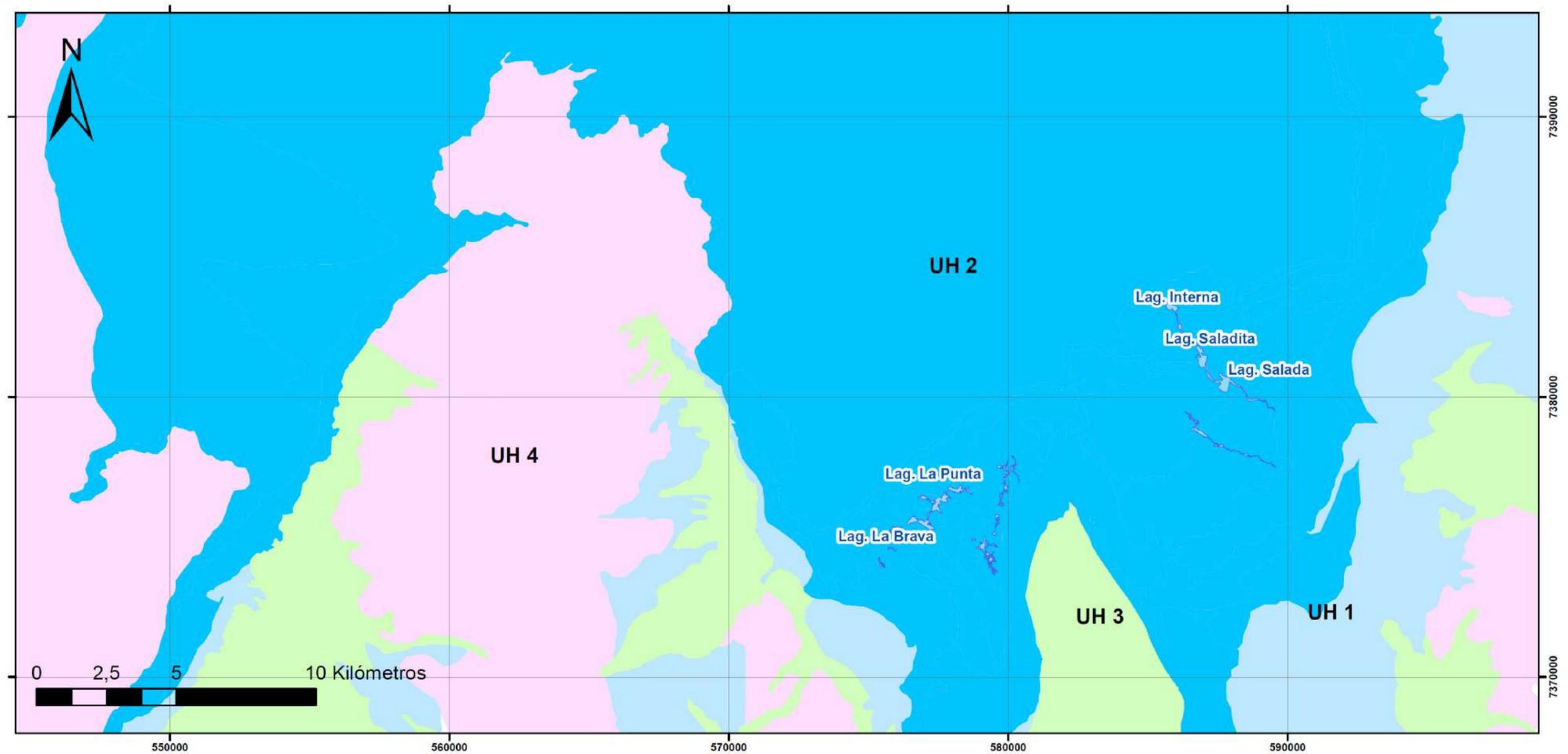
En el sector de las Lagunas Salada, Saladita e Interna, las direcciones de flujo indicarían que las recargas proceden del borde sureste del Salar (Sector de Peine y Tilomonte), las cuales muestran orientación SE-NW, hacia las lagunas del sector antes citadas.

En esta figura se representa la piezometría del núcleo del Salar, basados en los datos obtenidos en los pozos ubicados dentro de la propiedad minera de Rockwood. En el sector sur, donde se denota que las direcciones de flujo de la salmuera son en dirección SE-NW, las cuales están influenciadas por la extracción actual en este sector específico.

Basados en los antecedentes y estudios realizados, se estimaría que la recarga del núcleo procedería de los flujos procedentes del Norte del Salar (Ríos San Pedro y Vilama).

En conclusión, a nivel de la cuenca, el flujo subterráneo llega principalmente al Salar de Atacama por los bordes Norte (Núcleo) y Este (acuífero salobre del borde Este del salar), y en menor medida por el borde Sur del Salar (Figura 3-23).

Al llegar a la zona marginal, el flujo subterráneo más somero de "agua salobre" entra en contacto con una zona de menor permeabilidad y con la interfaz salina, lo que provoca un ascenso que con lleva la formación de lagunas y otras zonas húmedas. (Figura 3-18).



Unidades Hidrogeológicas

- UH 1** : Depósitos no consolidados: Sedimentos fluviales, aluviales, lacustres y eólicos. Acuífero salobre de extensión muy variable.
- UH 2** : Unidades salinas: Costras salinas de cloruros, costras de transición de cloruros, yesífera, cloruro yesífera y costras limo salinas de los depósitos salinos. Cuerpos de salmuera de extensión variable.
- UH 3** : Rocas carbonatadas y volcánicas fracturadas: Flujos de ignimbritas con intercalaciones de sedimentos clásticos y calizas en capas bien estratificadas, en algunos sectores con sedimentos clásticos. Cuerpo de salmuera de extensión variable.
- UH 4** : Rocas volcánicas, mixtas sedimentario volcánicas y plutónicas e hipabisales: Coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos, Asociados a volcanes antiguos bien cnservados o activos; coladas, brechas e ignimbritas con intercalaciones de lutitta, areniscas y conglomerados e intrusivos graníticos. Se consideran basamento del acuífero salobre y el cuerpo de salmuera.

Figura 3-21. Unidades hidrogeológicas del borde Sur del Salar

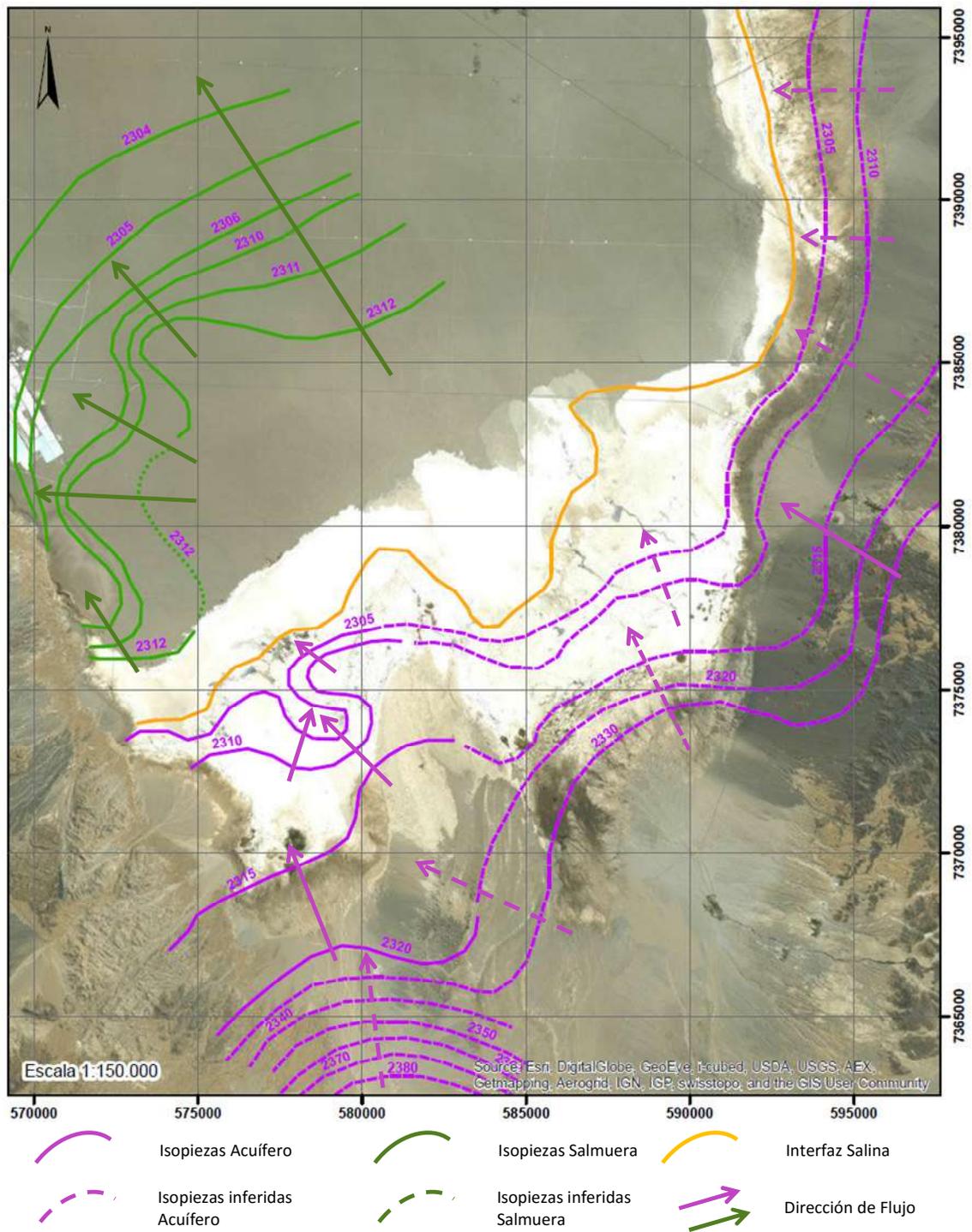


Figura 3-22. Piezometría del acuífero salobre y la Salmuera (Octubre/2013).

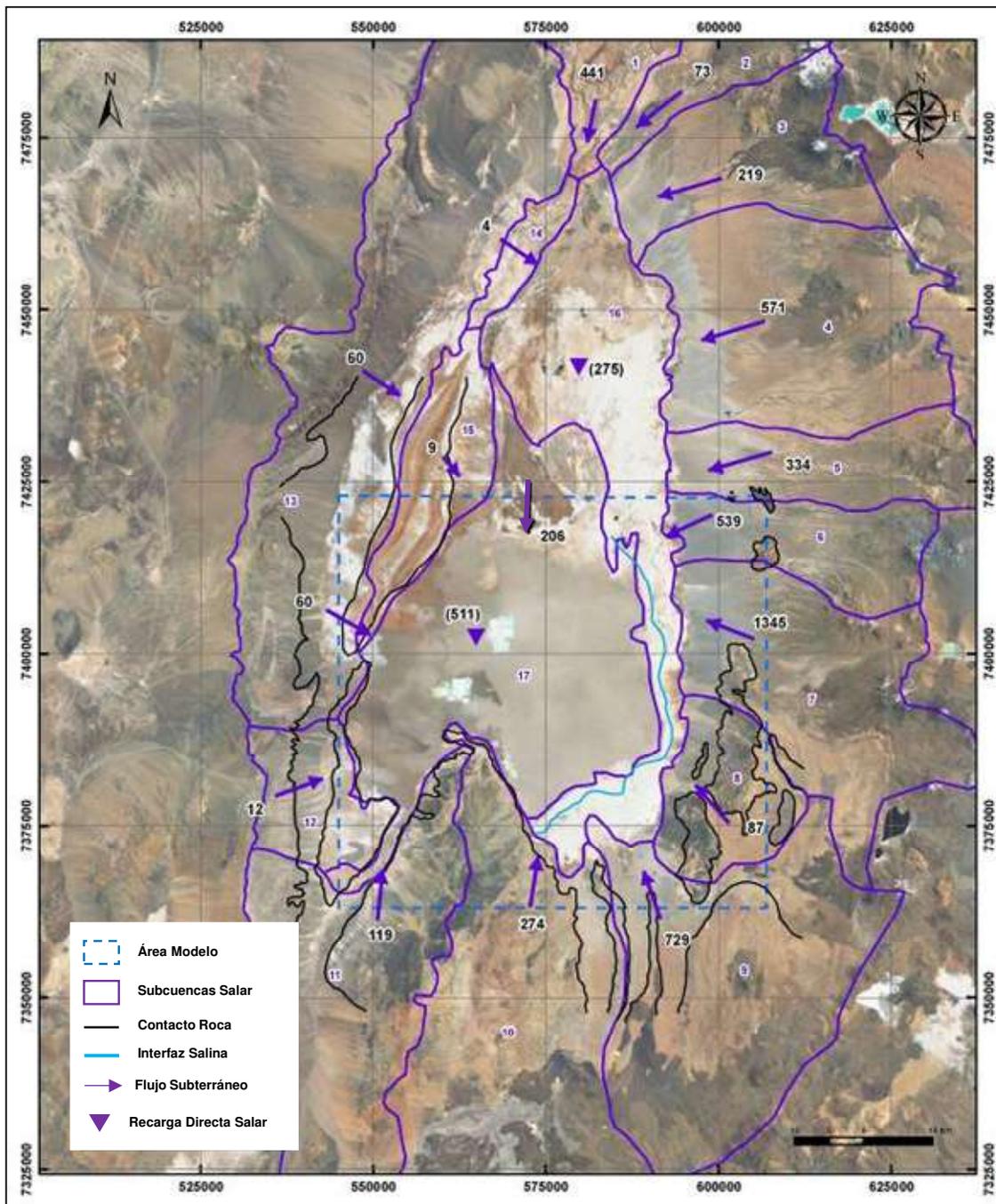


Figura 3-23. Flujo Subterráneo al salar de Atacama. SGA, 2013

El borde Este recibe la recarga como precipitaciones en la parte más alta de la cuenca con predominio de alturas mayores a 5.000 m.s.n.m, donde las precipitaciones de nieve se derriten de forma más lenta infiltrándose en las ignimbritas. El flujo por todo este borde se ha estimado en 1.500 l/s. (Dalannais, 1979).

En el borde Norte se encuentra el delta seco del río San Pedro. El flujo subterráneo proviene del norte, de las cuencas de los ríos San Pedro y Vilama. El flujo subterráneo pasante por este acuífero se estima en 1.710 l/s (Conama-SQM-MEL-CMZ-SCL, 2003).

En el borde Sur, el flujo subterráneo proviene del acuífero de Negrillar-Monturaqui que descarga en el callejón de Tilopozo, en este caso todo el flujo emerge en las lagunas del sector sur y en las vegas de Tilopozo, y no se produce ningún aporte al núcleo. El flujo pasante por este acuífero se estima en 450 l/s. (MEL, 2011).

C. Relación del cuerpo de salmuera y el acuífero salobre

Hacia los bordes Este y Sur del Salar de Atacama, los estudios geofísicos y las perforaciones realizadas, han demostrado la presencia de una interfaz salina, la cual es producto de las diferencias de densidades entre las aguas salobres de los acuíferos y de la salmuera del núcleo. Ésta permite que los flujos de agua provenientes de los acuíferos, circulen sobre la salmuera, con dirección de flujo hacia el núcleo, por diferencia de densidad de las aguas de estos sistemas. Lo que permitiría que salmuera actuase como barrera semipermeable, haciendo que los flujos de agua más dulce, descarguen en superficie sobre los depósitos salinos de material fino y se formen lagunas en los sectores Sur, Sureste y Norte del Salar de Atacama.

La interfaz salina identificada en el borde sur presenta una pendiente en dirección sur, encontrándose su mayor profundidad cerca de los 80 metros en las capas aluviales perimetrales. Para la caracterización en esta zona, se construyeron 8 piezómetros cuidadosamente diseñados para el monitoreo del acuífero, la salmuera y la zona de mezcla. La profundidad de inicio de la interfaz en los piezómetros perforados, se realizó un perfil de conductividad eléctrica (Anexo V).

La interfaz salina que se observa en el borde Sur del Salar muestra una pendiente, que profundiza en dirección sur hacia el sector de Monturaqui, en el Borde Sur. En este sector, la interfaz presenta una pendiente más pronunciada (entre el sistema de Lagunas La Punta-La Brava y el Sector de Tilopozo), (Figura 3-24) en relación a la pendiente observada el sector del sistema Peine.

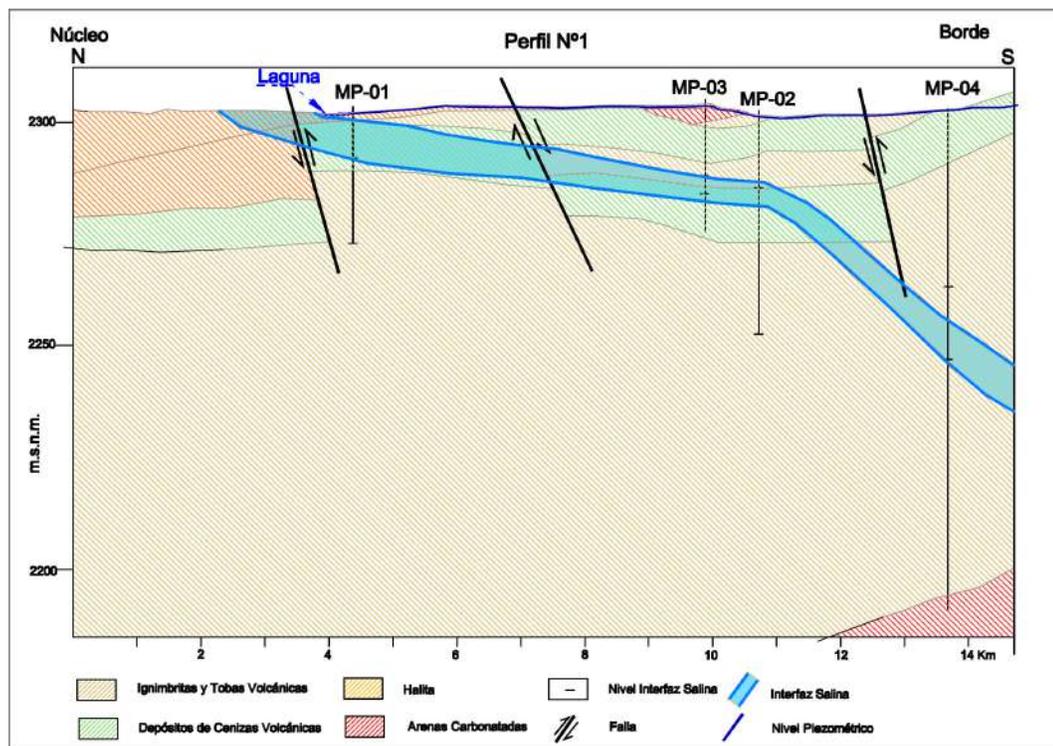


Figura 3-24. Perfil N°1 Corte esquemático con la ubicación de la interfaz en el Sistema La Punta-La Brava

Los perfiles geofísicos realizados en el sistema Peine, indicarían que la pendiente de la interfaz no supera el 5% en este sector. (Figura 3-25).

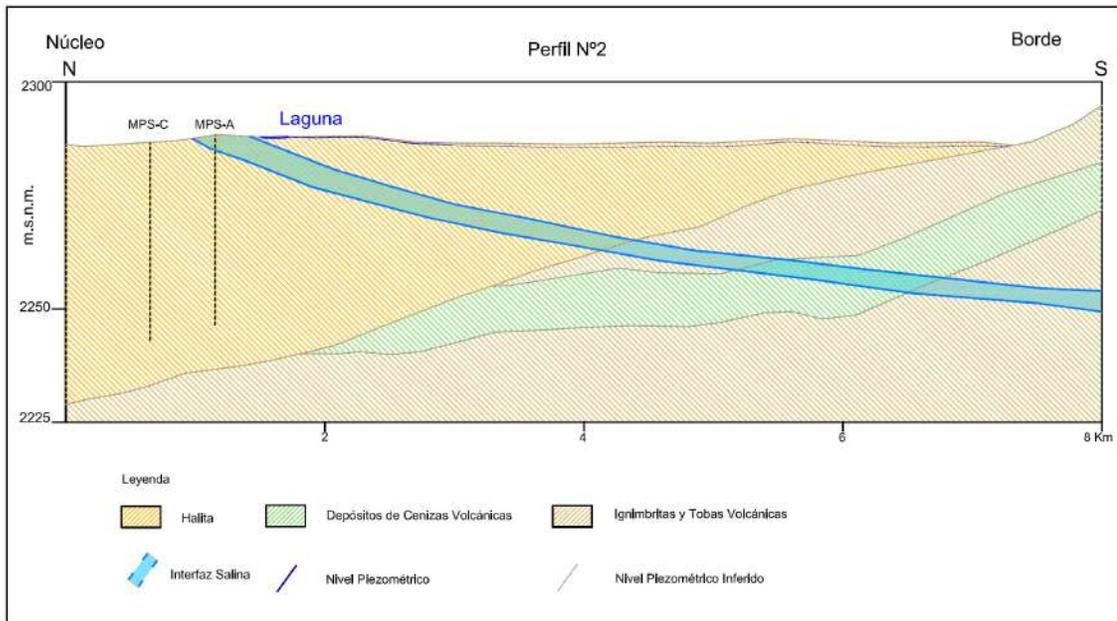


Figura 3-25. Perfil N°2 Corte esquemático con la ubicación de la interfaz en el Sistema Peine

Utilizando los resultados de las resistividades obtenidas de la geofísica, se muestra una aproximación del comportamiento en profundidad de la interfaz salina en el borde Sur (Figura 3-26), donde se denota, al igual que lo observado en los perfiles, que en el sector Salada, Saladita e Interna, no presenta mucha variación en su pendiente, y desde el sector de Tilopoza hacia el sur, la interfaz aumenta su pendiente notoriamente.

En el mapa de la Figura 3-19 encuentra la posición de los perfiles N°1 y N° 2 que se encuentran representados en la Figura 3-24 y Figura 3-25 respectivamente.

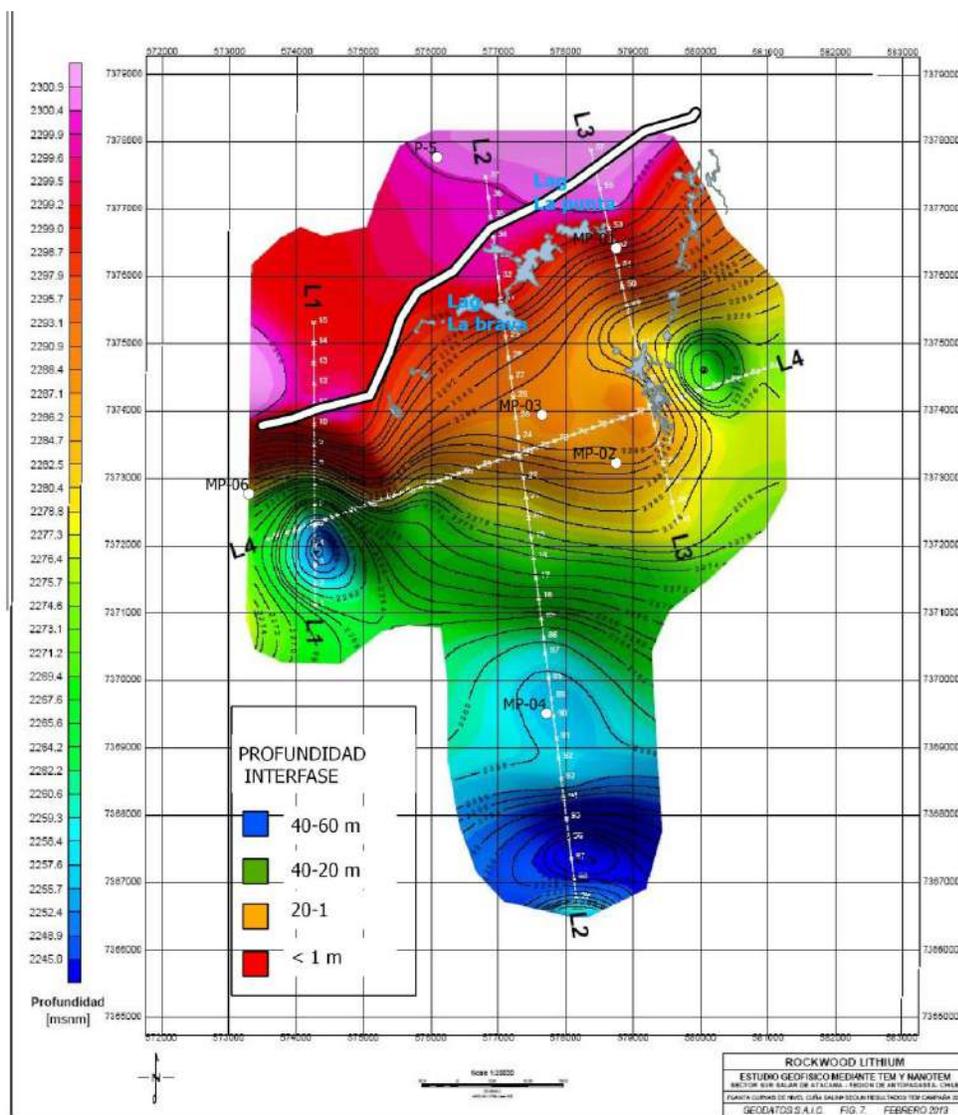


Figura 3-26. Curvas de nivel de la interfaz salina. Sector Tilopozo. Modificado de Geodatos, 2013

3.5 CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA

3.5.1 Caracterización Físico-Química e Isotópica Regional

Como se cita anteriormente, el salar de Atacama es una cuenca de sedimentación cuya depresión central está ocupada por una costra constituida esencialmente por halita (núcleo), de 1.100 km² de superficie, rodeada por una zona marginal de limos salinos de unos 2.000 km² de superficie. El núcleo contiene una salmuera intersticial de cloruro de sodio rica en magnesio, potasio, litio y boro. La composición química de ésta corresponde a la de un sistema acuoso complejo. Dada la mayor proporción en que se encuentran presentes los iones Na, K, Mg, Cl y SO₄, respecto al resto de los componentes de la salmuera. (Vergara, F & Pavlovic, P., 1986).

El acuífero salobre a salado del salar (varía de 2.210 en el Borde Sector Tilopozo hasta ~130.000 µS/cm en la zona de descarga del acuífero que corresponde a los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine), recibe la mayor parte de sus elementos desde las formaciones volcánicas de la Cordillera de Los Andes, al este. Los componentes disueltos

en las aguas de aporte tienen un doble origen. La alteración de rocas volcánicas provee sobre todo K, Li, Mg, B y en menor proporción Na y Ca, la redisolución de las antiguas evaporitas que se encuentran debajo de las formaciones volcánicas aporta un suplemento notable de Na, Cl, Ca y SO₄ en las aguas más salinas. El balance salino del núcleo del salar presenta un fuerte exceso de NaCl en relación a Mg, K, Li y B, lo que indica que el núcleo no puede provenir de aguas de composición semejante a la de los aportes actuales que contienen mucho menos NaCl con respecto a Mg, K, Li, B.

El exceso de NaCl de la Salmuera se debe muy probablemente a un contenido mucho más elevado en cloruro de sodio de los antiguos aportes provenientes de lixiviación de la Cordillera de la Sal. La velocidad promedio de sedimentación de la halita, estimada a partir de la datación de una ignimbrita interestratificada en el núcleo, corresponde exactamente a la velocidad de sedimentación actual de la halita (0,1 mm/año). Esto sugiere que la halita del núcleo se habría depositado a partir de aportes similares a los actuales. (Alonso & Risacher., 1996).

Los valores de conductividad generalmente aumentan desde las zonas de recarga topográficamente más altas, hasta las zonas topográficamente más bajas de las cuencas. Durante el trayecto recorrido por los flujos subterráneos se produce un aumento de los sólidos disueltos que, en el caso además de la existencia de lagunas y salares en los depocentros de las cuencas, la evaporación contribuye a aumentar (DGA, 2009). Lo que se refleja en las conductividades que se observaron tanto para las muestras de salmuera como el agua salobre del Borde Sur del Salar, con un rango que va desde 2.403 $\mu\text{S/cm}$ (Borde Sector Tilopozo) hasta 120.000 $\mu\text{S/cm}$ (valores máximos presentados por las Lagunas) en el caso del agua salobre y 189.000 a 500.000 $\mu\text{S/cm}$ para la salmuera (Figura 3-27).

En esta figura se aprecia que las aguas en el borde Sur del Salar, a medida que se acercan a los depósitos salinos son más salinas, donde se denota que las muestras de los bordes del Salar son aguas salobres y una vez los flujos de agua subterránea ingresan a la zona de los depósitos salinos aumentan su salinidad siendo aguas saladas hasta aflorar en las lagunas de los Sistemas La Punta La Brava, Peine y Norte. En el caso del núcleo del Salar (halita), las altas concentraciones de conductividad y salinidad indican que contiene salmuera.

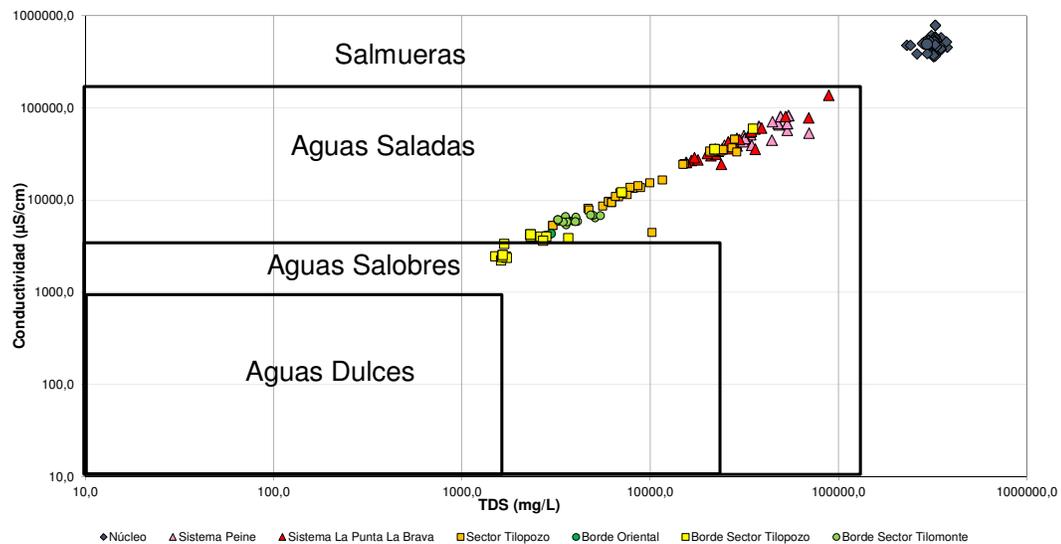


Figura 3-27. Relación directamente proporcional entre CE y STD

En la Figura 3-28 se observa claramente el enriquecimiento de concentraciones iónicas de la salmuera del núcleo en relación a los flujos de agua provenientes tanto de los bordes del Salar, como de las lagunas.

3.5.2 Caracterización Hidroquímica e Isotópica local

A continuación se presenta el análisis composicional y espacial de los resultados físico químicos e isotópicos realizados a las muestras de agua superficial y subterránea del ubicados al Sur del Salar de Atacama, durante los monitoreos mensuales realizados durante los meses de Febrero de 2013 a Enero de 2014.

Estos resultados corresponden a un total de 159 muestras. Las tablas de resultados mensuales de cada monitoreo se muestran en el Anexo II.

A. Concentraciones y composiciones Físico-Químicas

A continuación se presenta el análisis de los parámetros físico-químicos (medidos *in situ* y en laboratorio), las concentraciones de las muestras de agua superficial y subterránea tomadas mensualmente durante los meses de Febrero de 2013 a Enero de 2014, donde se analizan además, las concentraciones de los parámetros físico químicos del acuífero de agua salobre presente en el sector del borde Sur del Salar, los sistemas de lagunas (La Punta-La Brava, y Salada, Saladita e Interna), y la salmuera del sector de la zona del núcleo al Sur del Salar (Figura 3-29).

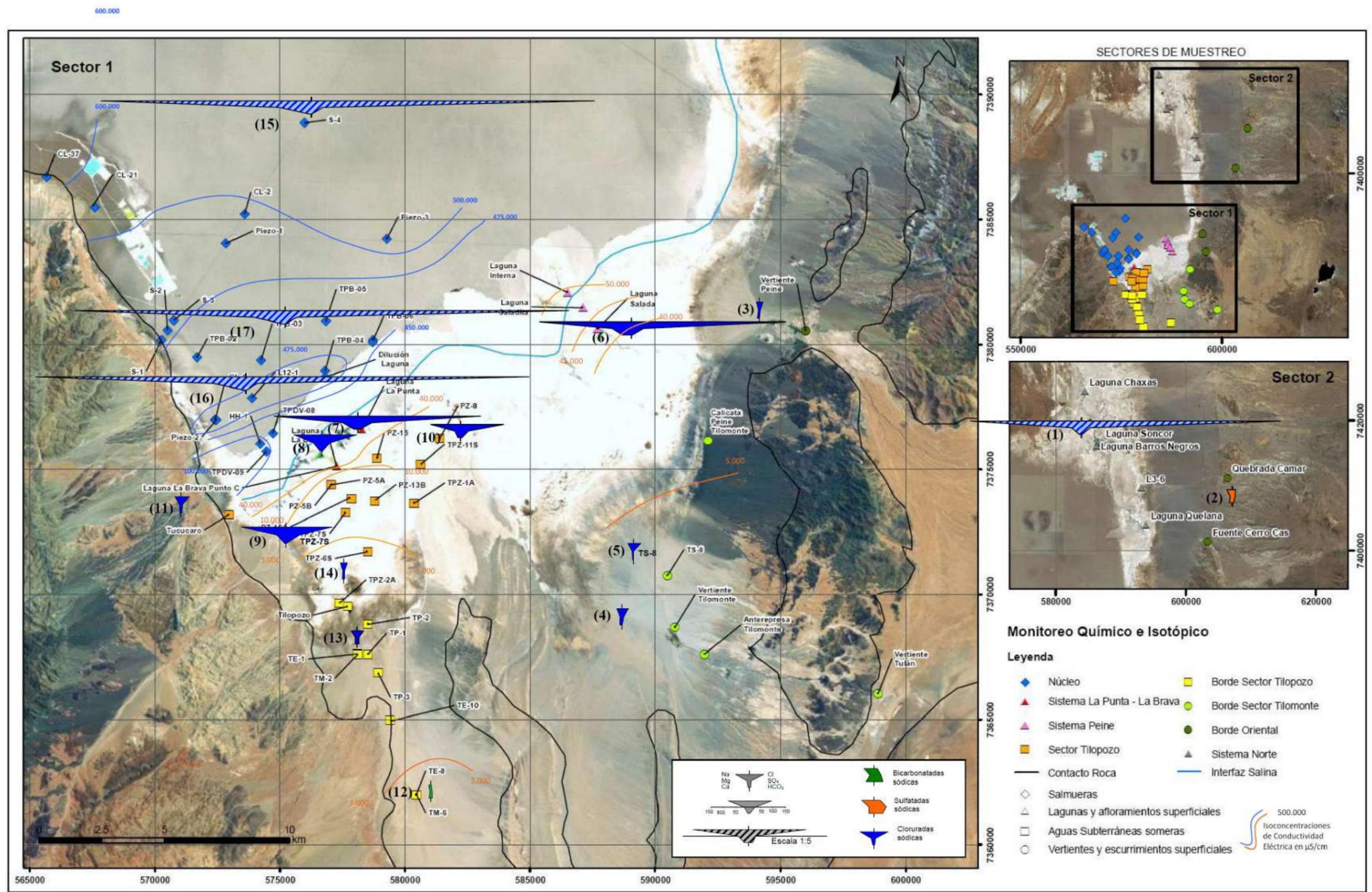


Figura 3-28. Diagrama de Stiff del cuerpo de salmuera y el acuífero salobre del Salar de Atacama. (Tomado de SGA, 2013)

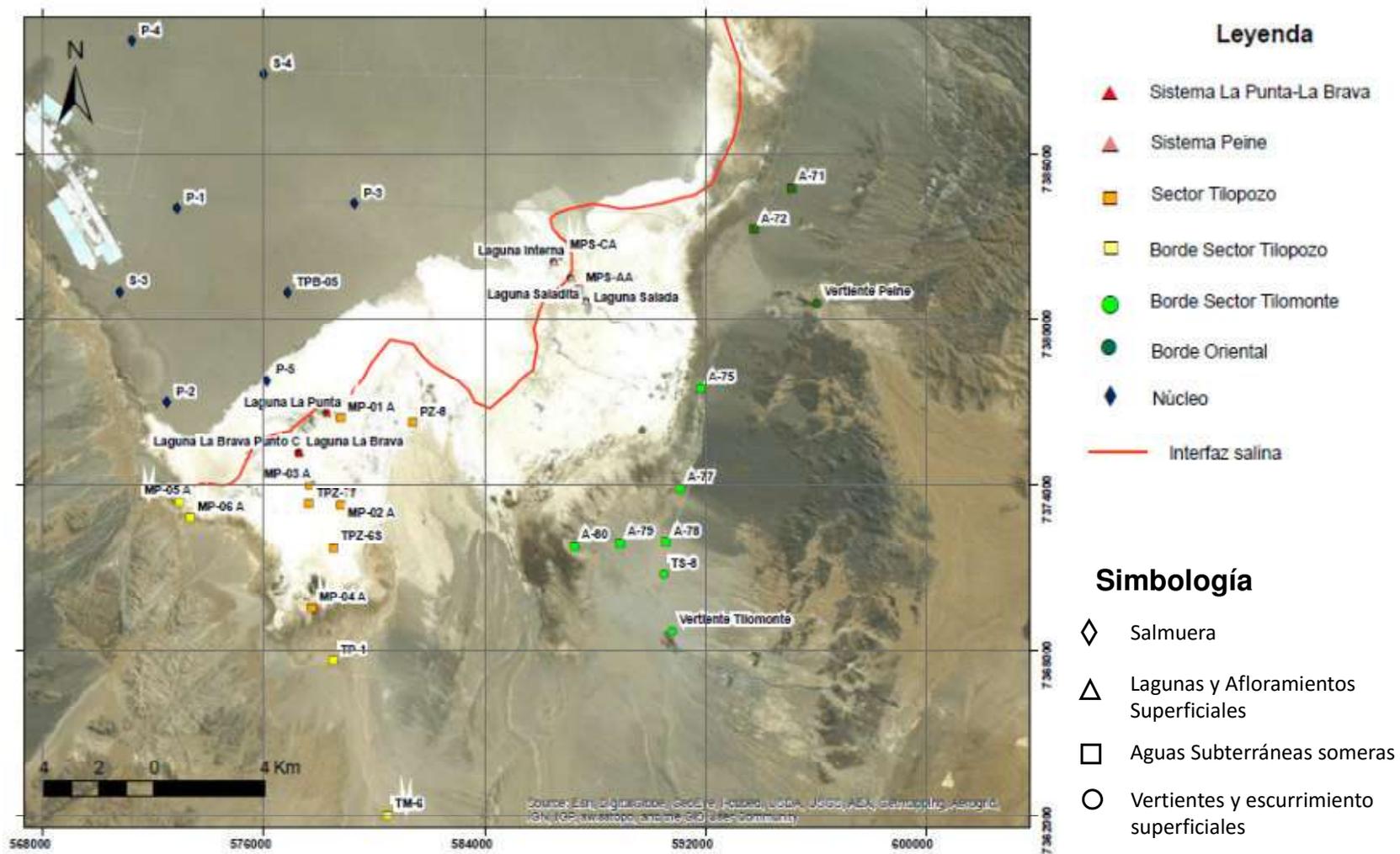


Figura 3-29. Puntos de agua superficial y subterránea monitoreados en el Borde Sur del Salar

a. Parámetros Físico-Químicos

A continuación se presenta el análisis de los resultados de los parámetros pH, Conductividad, temperatura y alcalinidad medidos in situ y en laboratorio para los puntos de agua superficial y subterránea ubicados en el borde Sur del Salar y el núcleo (Tabla 3-6), donde se observa que en general, no existen diferencias apreciables entre los valores medidos en terreno a los medidos en laboratorio para el parámetro pH y Conductividad. En el caso de la alcalinidad y temperatura, los valores medidos en terreno y en laboratorio difieren, producto de las reacciones y variaciones durante su traslado al laboratorio.

Tabla 3-6. Parámetros medidos in situ y en laboratorio

Ubicación de Puntos para análisis	Sector	Valores de Concentración (mg/L)	Parámetros In Situ				Parámetros de laboratorio			
			pH	Cond (µS/cm)	Alcalinidad (mg/L)	T (°C)	pH	Cond (µS/cm)	Alcalinidad (mg/L)	T (°C)
Núcleo	N	Mínimo	6,5	189.900	464,0	10,3	6,6	341.000	243,0	20,0
		Máximo	8,2	502.800	1.110,0	27,4	8,4	786.000	1.034,0	24,0
		Promedio	7,2	442.396	695,6	20,9	7,1	499.807	625,6	21,9
Borde Oriental	BO	Mínimo	7,0	3.525	100,0	23,3	7,2	3.710	62,3	19,0
		Máximo	8,2	4.945	507,0	27,9	9,8	10.250	414,0	23,0
		Promedio	7,5	4.152	303,5	24,7	7,9	4.910	152,1	21,4
Borde Sector Tilomonte	BTM	Mínimo	8,1	5.709	150,0	3,6	7,6	5.390	30,0	19,0
		Máximo	9,1	6.692	2.577,0	26,9	8,9	7.406	343,3	23,0
		Promedio	8,6	6.017	807,0	19,2	8,3	6.235	122,4	21,6
Sistema Peine	P	Mínimo	7,8	28.820	400,0	-0,4	7,9	36.000	158,0	21,0
		Máximo	9,7	82.480	807,0	28,0	8,5	82.400	275,0	23,0
		Promedio	8,4	52.572	481,2	17,3	8,1	55.877	233,6	22,1
Sistema La Punta La Brava	PB	Mínimo	7,6	25.360	400,0	7,3	8,0	24.400	310,0	20,0
		Máximo	9,3	122.500	675,0	30,4	8,8	136.600	651,0	23,0
		Promedio	8,4	43.659	518,0	17,5	8,3	43.914	407,8	22,0
Sector Tilopozo	TZ	Mínimo	6,9	4.211	414,0	10,4	7,0	4.450	160,0	19,0
		Máximo	8,7	54.100	611,0	29,2	8,2	45.900	428,0	23,0
		Promedio	7,7	19.166	496,3	19,0	7,8	17.969	329,0	22,1
Borde Sector Tilopozo	BTZ	Mínimo	6,9	2.403	403,0	22,1	7,1	2.210	179,0	19,0
		Máximo	8,1	56.970	646,0	29,1	8,1	59.400	500,0	24,0
		Promedio	7,3	11.370	507,2	24,7	7,4	10.159	388,3	21,9

✓ pH

El pH medido en terreno y en laboratorio para los puntos muestreados son neutros a alcalinos (entorno a los 7,7), donde se observa además que los sistemas de Lagunas Peine y La Punta-La Brava, muestran un pH alcalinos (8,4), alcanzando pH máximos entorno a los 9,7 y 9,3 (Laguna Saladita en Junio y Laguna La Punta en Agosto de 2013 respectivamente) y mínimos alrededor de 8,0 (Laguna Interna Febrero y Abril/2013 y Laguna La Brava-Punto C en Julio/2013). Al igual que estos sistemas, el Borde del Sector Tilomonte presenta pH alcalinos (8,6); máximos entorno a 9,1 (TS-8 en Agosto de 2013); y mínimos alcalinos (8,1), medido en Diciembre de 2013 en los puntos TS-8 y Vertiente Tilomonte.

Los sectores Tilopozo y Borde Oriental presentan pH de 7,7 y 7,5; y sus mínimos y máximos van de neutros a alcalinos (7,0 y 8,5 respectivamente), medidos en los meses de Octubre y Diciembre de 2013 en el caso del sector Tilopozo (TPZ-6S y MP-04A) y Febrero y Octubre de 2013 en el Borde Oriental (Vertiente Peine).

Los sectores del borde Tilopozo y Núcleo, presentaron pH de 7,3; máximos de 8,1 y 8,2 respectivamente (MP-05A en Octubre y P-01 en Diciembre de 2013), y mínimos de 6,9 y 6,5 (TM-06 en Julio y S-4 en Mayo de 2013 respectivamente), siendo este último el menos alcalino de todos los sectores analizados, lo indicando que los flujos de agua salobre provenientes de los del bordes Este y Sur del Salar, al igual que los sistemas de lagunas presentan tendencias a ser más alcalinos en relación a la salmuera del núcleo que es levemente ácida.

✓ Conductividad

Los valores obtenidos in situ y en laboratorio indican que la conductividad no varía entre sí y estas a su vez, presentan gran variabilidad en función del sector monitoreado, siendo el sector del Núcleo el que presenta las mayores conductividades medidas in situ, las cuales en general sobre los 200.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (máximo valor detectado por el sensor), donde los promedios de conductividad medida en el laboratorio se encuentran entorno a los 442.396 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y su máxima conductividad de 502.800 (S-3) y 786.000 (P-03) $\mu\text{S}/\text{cm}$, medidos en el último trimestre de 2013. La conductividad mínima medida tanto in situ como en laboratorio para este sector es de 189.900 y 341.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente en los meses de Octubre y Diciembre de 2013 para el piezómetro MPS-CA.

Los sectores del sistema de lagunas (Peine y La Punta-La Brava), presentan conductividades promedio in situ alrededor de 52.572 y 43.659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, mostrando el máximo de 82.480 y 122.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (Lagunas Interna y La Brava en Noviembre y Diciembre de 2013) y mínimo de 28.820 y 25.360 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (Laguna Salada y La Brava Punto C).

La conductividad promedio medida in situ para el sector Tilopozo se encuentra alrededor de 19.166 $\mu\text{S}/\text{cm}$, donde su máximo valor es de 54.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (TPZ-7S en Octubre de 2013) y su mínimo valor es 4.211 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-04^a en Diciembre de 2013).

Los Sistemas del Borde Sector Tilopozo y Oriental, presentaron las menores conductividades promedio in situ, con valores que se encuentran entorno a los 2.403 y 4.152 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el mínimo valor es de 2.403 y 3.525 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente (TM-6 y Vertiente Peine) y sus valores máximos son de 56.970 y 4.945 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MP-05A y Vertiente Peine).

En la Figura 3-30 se presentan las curvas de iso conductividad promedio de los puntos de agua monitoreados entre los meses de Febrero de 2013 a Enero de 2014, en este mapa se presenta la diferencia entre los puntos de Salmuera (curvas de color verde) y el agua salobre (curvas de color azul).

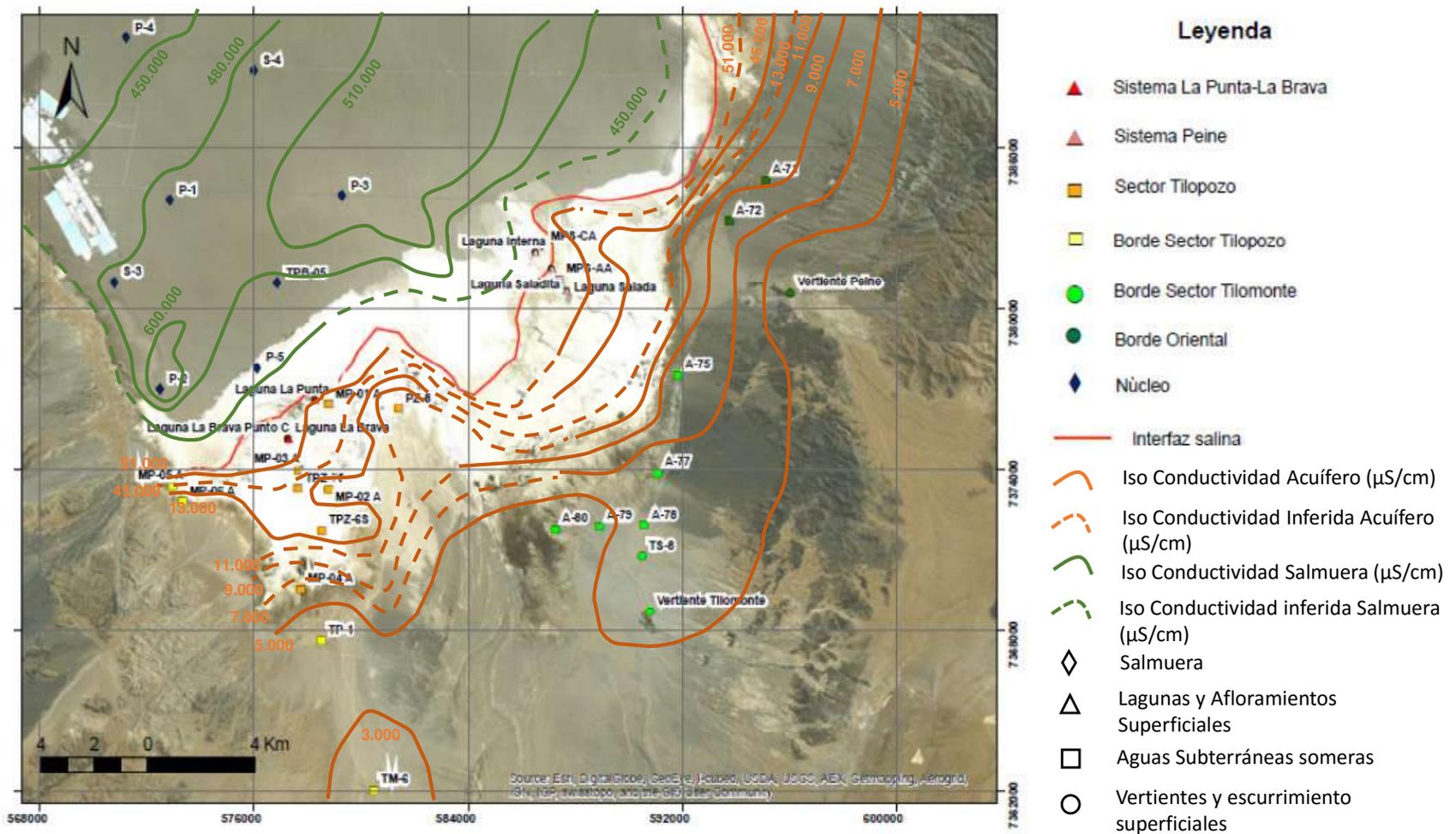


Figura 3-30. Conductividades de Laboratorio del Borde Sur del Salar

Esta figura permite observar el aumento de la conductividad del agua salobre en sentido de las direcciones de flujo del agua, hasta alcanzar valores promedio de 43.659 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las Lagunas La Punta y La Brava (Sistema La Punta-La Brava); y 52.572 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en las Lagunas Salada, Saladita e Interna (Sistema Peine), ya que estas representan la zona de descarga del acuífero. En el caso de la salmuera, que presenta la mayor conductividad, se mantiene entre el rango de 448.667 a 618.700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

✓ Alcalinidad

En el caso de la alcalinidad, los valores obtenidos en terreno en general muestran valores similares en orden de magnitud con los obtenidos en el laboratorio, variación asociada a reacciones que pudiesen generarse durante el traslado de la muestra hasta el laboratorio, donde se observó que el Núcleo presenta mayor concentración de alcalinidad, con valores promedio medidos en laboratorio de 625,6 mg/l CaCO_3 , alcanzando valores máximos de 1.034 mg/l CaCO_3 (CL-06 en Octubre de 2013) y mínimos de 243 mg/l CaCO_3 (P-04 en Septiembre de 2013).

Los sectores Sistema La Punta La Brava y Borde Sector Tilopozo mostraron concentraciones promedio de 407,8 y 388,3 mg/l CaCO_3 , donde sus concentraciones máximas y mínimas mostraron valores de 651 y 500 mg/l CaCO_3 en la Laguna La Brava y el piezómetro MP-06 respectivamente; y 310 y 179 mg/l CaCO_3 medidos en la Laguna La Brava Punto C y MP-05A.

La concentración promedio del Borde Oriental y el sector Tilopozo es 152,1 y 329 mg/l CaCO_3 respectivamente, donde la concentración máxima se presentó en los meses de Junio y Diciembre de 2013 (414 y 428 mg/l CaCO_3 en los puntos Vertiente Peine y TPZ-6S) y mínima de 62,3 y 160 mg/l CaCO_3 (Vertiente Peine y PZ-8).

El Sistema Peine y el Borde Sector Tilomonte presentan concentraciones promedio de 233,6 y 122,4 mg/l CaCO_3 respectivamente, con concentraciones máximas de 275 y 343,3 mg/l CaCO_3 (Laguna Salada y A-78), y concentraciones mínimas de 158 (MPS-AA) y 30 mg/l CaCO_3 (TS-8).

✓ Temperatura

La temperatura medida in situ difiere de la medida en el laboratorio ya que esta última es definida por el laboratorio para la medición de otros parámetros físicos y químicos, las que se realizan a temperaturas que oscilan entre los 20-25 $^{\circ}\text{C}$. La Figura 3-31 presenta las variaciones de temperatura de cada uno de los sectores de análisis del borde sur del Salar, donde se observa la variación estacional de este parámetro, mostrando menores temperaturas para los meses de Invierno (Junio a Agosto) y las mayores temperaturas en verano (Diciembre a Marzo)

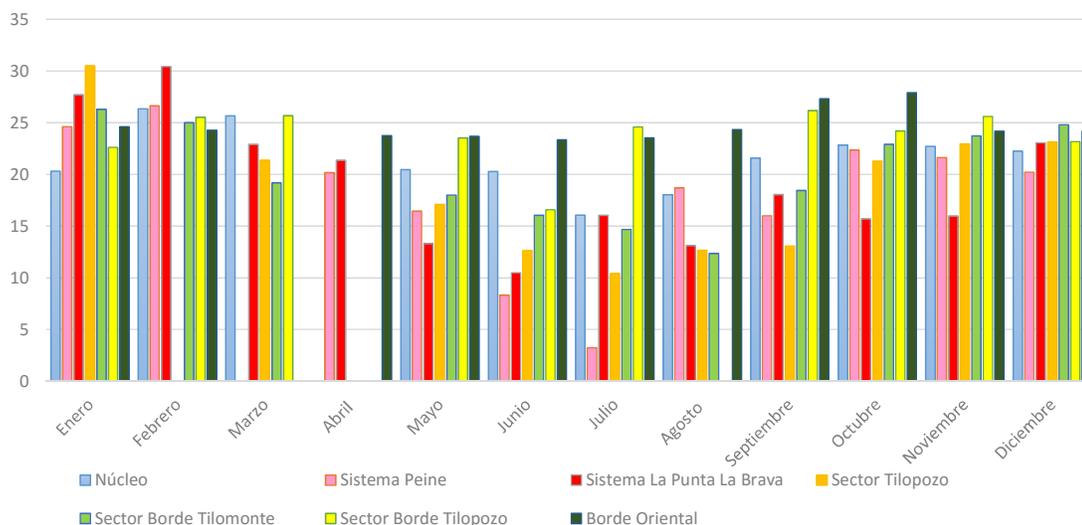


Figura 3-31. Variación de la temperatura

Las temperaturas promedio medidas en las aguas agrupadas en los sectores Borde Sector Tilopozo y Borde Oriental son 19 y 24,7 °C respectivamente, con temperaturas máximas en el mes de noviembre de 2013 de 29,2 (MP-05A) y 27,9 °C (Vertiente Peine) y mínimas de 22,1 (MP-05) y 23,3 °C (Vertiente Peine) para cada uno de estos sectores, temperaturas que se mantienen muy acotadas a lo largo de los cambios estacionales.

El sector del Núcleo mostró una temperatura promedio de 20,9 °C y temperatura máxima y mínima en los meses de febrero (27,4 °C) y julio (10,3 °C) para los puntos TPB-02 y S-4 respectivamente. El sector Tilopozo y Sistema La Punta-La Brava presentaron temperaturas promedio entorno a 18 °C, los que a su vez reportaron su máxima temperatura en Diciembre y Febrero de 2013 (29,2 y 30,4 °C respectivamente) en el multipiezómetro MP-04A y el afluente de la Laguna La Brava (Punto C). La mínima temperatura medida en estos sectores se presentó en los meses de julio (10,4 °C en el punto TPZ-7S) y junio (7,3 °C en la Laguna La Punta).

El borde del sector Tilomonte y Sistema Peine reportaron temperaturas promedio de 19,2 y 17,3 °C, siendo esta última la más baja respecto a los demás sectores, reportando sus temperaturas máximas y mínimas en los meses de febrero y julio respectivamente tanto para la Vertiente Tilomonte (25 y 9,89 °C) como para la Laguna Interna (28 y -0,4 °C).

b. Elementos mayoritarios

Al igual que los parámetros físico-químicos, en la Tabla 3.7 se muestra el resumen de las concentraciones promedio, máximas y mínimas obtenidas en cada sector de agrupación de las muestras del borde Sur del Salar de Atacama.

En cuanto a la concentración de cationes, en general para todos los sectores analizados, el sodio es el catión mayoritario, mostrando mayor concentración promedio en el sector del Núcleo (108.817 mg/l), seguido los sectores Sistema Peine, La Punta La Brava y sector Tilopozo (11.517; 8.841 y 3.511 mg/l respectivamente), y finalmente los sectores Borde Tilomonte, Borde Tilopozo y Borde Oriental, siendo este último el que presenta menor concentración de Sodio (635 mg/l). Al igual que el sodio, el potasio presenta la mayor concentración promedio en el Sector del Núcleo (17.092 mg/l) y la menor concentración en el Sector Borde Oriental (32 mg/l).

El magnesio también presenta su mayor concentración promedio en el sector del Núcleo (7.617 mg/l) y su menor concentración se presenta en el sector del Borde Oriental (76 mg/l). En cuanto al catión calcio, reporta su mayor concentración promedio en el Sistema Peine (793 mg/l), mostrando su menor concentración en el sector Borde Tilopozo (152 mg/l).

Tabla 3-7. Concentraciones elementos mayoritarios

Ubicación de Puntos para análisis	Sector	Valores de Concentración (mg/L)	Cationes				Aniones			
			Na (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	NO3 (mg/L)
Núcleo	N	Mínimo	58.114	10.345	5.310	337	174.556	904	457	3.91
		Máximo	124.650	35.273	23.128	6.643	201.129	19.171	1.367	137,00
		Promedio	101.371	17.880	9.505	1.185	193.025	10.701	766	38,57
Borde Oriental	BO	Mínimo	327	15	82	120	255	691	180	1,72
		Máximo	530	23	130	273	889	714	601	5,12
		Promedio	428	19	106	196	572	702	391	3,42
Borde Sector Tilomonte	BTM	Mínimo	823	56	100	122	1.550	11	31	0,25
		Máximo	1.459	165	172	470	3.157	930	420	3,36
		Promedio	1.008	88	140	292	2.097	557	229	1,86
Sistema Peine	P	Mínimo	9.322	1.481	816	570	18.237	2.307	256	2,17
		Máximo	17.964	2.408	1.580	1.219	31.551	4.906	314	20,49
		Promedio	14.082	1.932	1.120	877	23.835	3.472	283	7,22
Sistema La Punta La Brava	PB	Mínimo	5.308	857	592	191	8.597	2.323	396	1,47
		Máximo	27.289	3.494	2.041	629	48.035	8.832	756	5,29
		Promedio	15.061	2.109	1.182	406	25.817	4.461	548	3,94
Sector Tilopozo	TZ	Mínimo	673	82	87	96	958	310	215	0,07
		Máximo	11.713	1.809	937	488	19.276	4.765	483	7,58
		Promedio	3.220	447	309	186	5.330	1.210	403	2,46
Borde Sector Tilopozo	BTZ	Mínimo	236	27	62	119	151	399	331	3,47
		Máximo	2.466	370	214	187	3.767	770	610	6,70
		Promedio	852	121	104	157	1.323	470	491	4,86

En el caso de los aniones, se observa que el Cloruro es predominante en los sectores de análisis. Donde se observa mayores concentraciones promedio en el Núcleo en relación a los sectores del borde Sur del Salar.

En cuanto al anión Sulfato, el sector del Núcleo continúa mostrando mayores concentraciones promedio en relación a los demás sectores (12.842 mg/l), seguidos de los sistemas La Punta La Brava (3.199 mg/l), Peine (3.139 mg/l) y Tilopozo (1.750 mg/l), y finalmente los Sectores Borde Oriental (779 mg/l), Borde Tilopozo (620 mg/l) y Borde Tilomonte (450 mg/l), siendo este último el que presenta menores concentraciones promedio.

Los aniones Bicarbonato y Nitrato, al igual que los anteriores, muestran las mayores concentraciones promedio en el sector del Núcleo, 763 y 9,64 mg/l respectivamente, seguido del sector Borde Tilopozo en el caso del Bicarbonato y Borde Oriental en el caso de los nitratos con concentraciones promedios de 472 y 15,50 mg/l.

Para los sectores Borde oriental, Sistema La Punta La Brava y Sector Tilopozo, el bicarbonato presenta concentraciones promedio de (169; 463 y 401 mg/l respectivamente) y en el caso del nitrato, la concentración para estos sectores: (Tilopozo, Borde Oriental y Sistema La Punta-La Brava) es 4,31; 15,50; y 3,47 mg/l respectivamente).

Los sectores Sistema Peine y Borde Sector Tilomonte presentan menor concentración promedio de estos aniones, con valores de 284 y 140 mg/l, en el caso del Bicarbonato; 3,69 y 8,36 mg/l en el caso del nitrato.

En la Figura 3-32, Figura 3-33 y Figura 3-34, se observa cómo se menciona anteriormente las variaciones de los cationes y aniones a medida que los flujos subterráneos atraviesan los distintos sectores del borde Sur del Salar, además de las variaciones en ordenes de magnitud mucho mayores para la Salmuera del núcleo en relación a los demás sectores del borde sur del Salar y zonas de descarga del acuífero.

De las relaciones que se representan en estas figuras, el anión Cl muestra un aumento en su concentración (< 100 meq/L) a medida que atraviesan los flujos de agua los depósitos salinos del borde Sur, alcanzando concentraciones altas en las zonas de descarga de los sistemas La Punta La Brava y Peine (4000 a 8000 meq/L); asociado a los procesos de disolución durante su recorrido. En el caso de la Salmuera, las concentraciones de este ión son mucho mayores en magnitud respecto a los demás sectores, asociados a la composición de los depósitos de Halita que conforman el centro del Salar (Figura 3-32).

En el caso del catión Mg, al igual que el anión Cl, muestra aumento en su concentración a medida que los flujos atraviesan los depósitos del borde Sur, pero en menor proporción, donde los valores de las zonas de recarga son <12 meq/L hasta alcanzar valores superiores a 60 meq/L en las zonas de descarga del acuífero (Sistema de Lagunas La Punta La Brava y Lagunas Salada, Saladita e Interna). La salmuera, muestra concentraciones mucho más elevadas en relación a los demás sectores (>400 meq/L).

El catión Na (Figura 3-33), muestra igual comportamiento que los cloruros y el Magnesio de la Figura 3-32, donde a medida que atraviesan los flujos de agua los depósitos salinos del borde Sur, alcanzando concentraciones de 300 a 900 meq/L; en las zonas de descarga de los sistemas La Punta La Brava y Peine, en el caso de la Salmuera los órdenes de magnitud varían entre 3000 y 6000 meq/L.

El comportamiento del catión Ca (Figura 3-34), es muy homogéneo a lo largo de las líneas de flujo, sin variaciones importantes de este ion durante el tránsito por los depósitos salinos del borde Sur, con magnitudes promedio < 20 meq/L en los sectores Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo Y Borde Sector Tilomonte, y de 40 a 80 meq/L en las zonas de descarga del acuífero (Sistemas La Punta La Brava y Peine). En el caso de la Salmuera, el aumento en orden de magnitud de este ion respecto a los demás sectores se relaciona a los aportes provenientes de la Península de Chépica donde afloran unidades carbonatadas (> 400 meq/L).

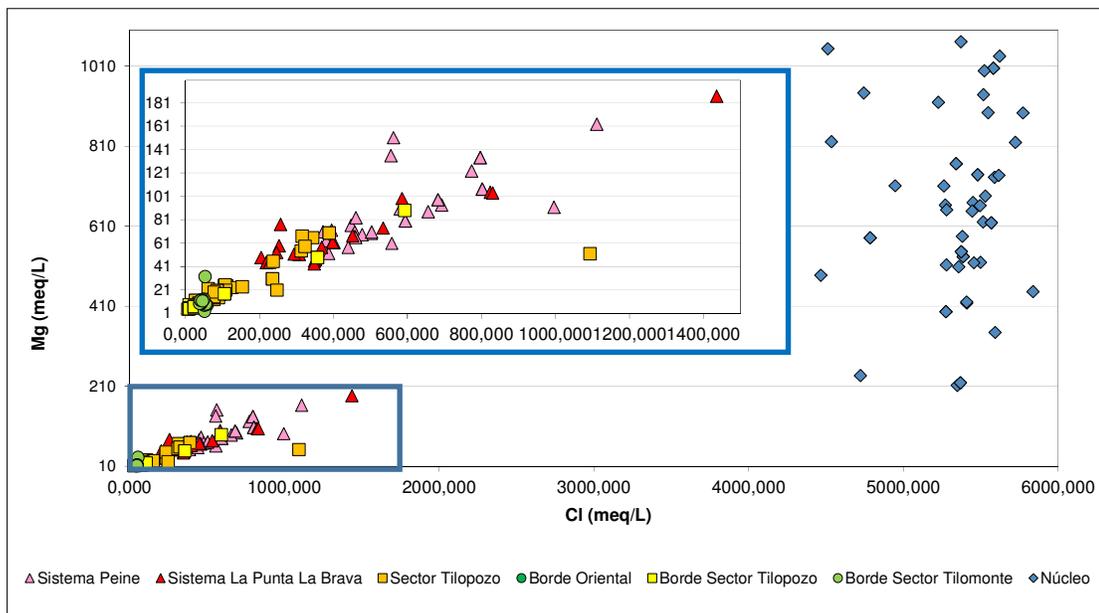


Figura 3-32. Relación Mg vs Cl

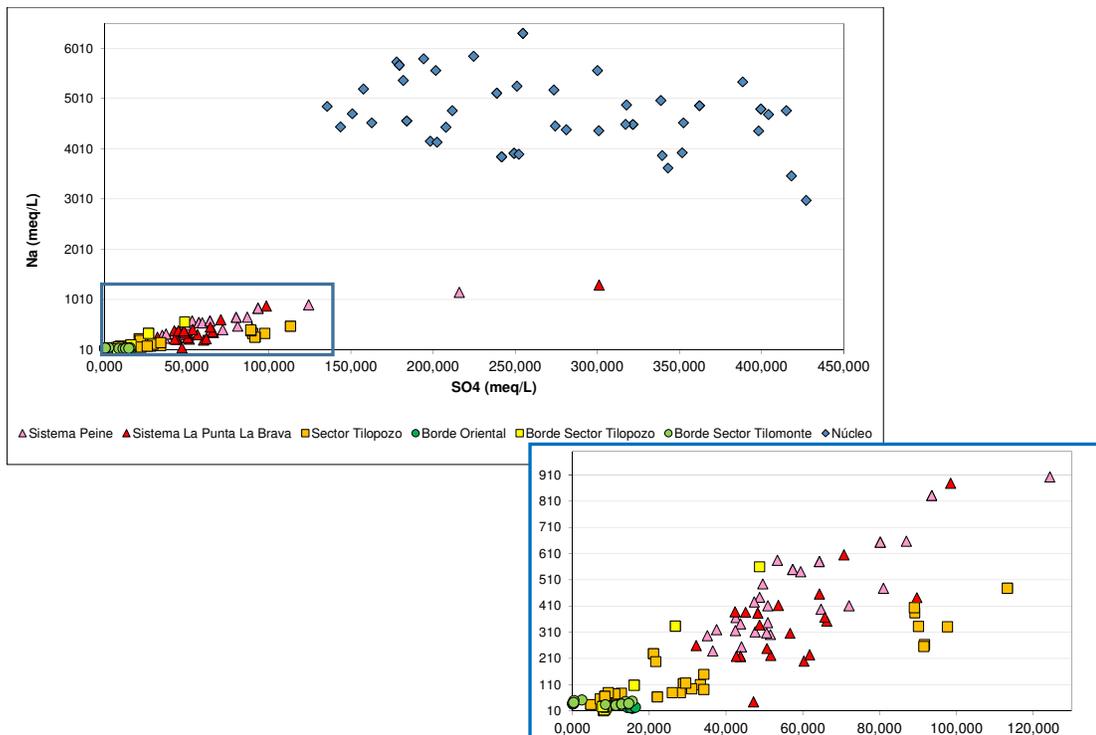


Figura 3-33. Relación Na vs SO₄

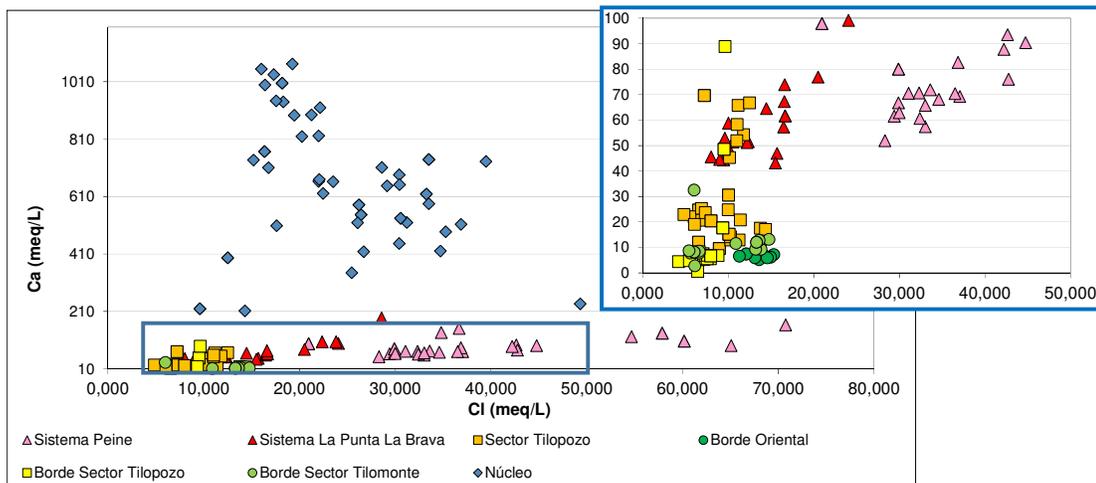


Figura 3-34. Relación Ca vs Cl

c. Elementos minoritarios

Los elementos menores y trazas se analizaron en su fracción disuelta (filtrada a 0,45 μm) y total. Los elementos analizados como disueltos fueron el Arsénico, Boro, Bario, Estroncio, Litio, Plata, Silicio y Zinc. Los elementos analizados como totales fueron Plata, Aluminio, Arsénico, Boro, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Hierro, Litio, Manganeseo, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Estroncio, Vanadio y Zinc.

De éstos, Plata, Aluminio, Arsénico, Boro, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Hierro, Molibdeno, Manganeseo, Níquel, Plomo, Selenio y Vanadio en general

presentaron concentraciones bajo el límite de detección en la mayoría de las muestras de agua tomadas desde Febrero de 2013 a Enero de 2014.

De estos elementos, las concentraciones totales de Berilio, Cadmio, Cromo, Molibdeno, Plomo y Vanadio para las muestras que detectaron estos elementos, es inferior a 1 mg/l. En el caso de la Plata, Aluminio, Bario, Cobre, Hierro y Zinc no exceden los 5 mg/l en las muestras que mostraron estos elementos.

Finalmente, el Cobalto, Manganeso y Níquel, total, en las muestras con trazos de estos, cada uno de estos elementos no exceden los 10 mg/l.

Cabe indicar que algunos de los puntos monitoreados, en especial, los correspondientes a la salmuera, presentan aumento en su concentración de Hierro, lo que pudiese indicar aporte de la oxidación que se producen en los pozos por efecto de la salmuera sobre la tubería.

Las concentraciones de Arsénico, Boro Silicio, Estroncio y Zinc presentaron traza de estos en las aguas analizadas, de los cuales, sus valores promedios no superan los 5 mg/l.

Referente a los elementos medidos en su fracción disuelta, los cuales se encontraron en su mayoría concentraciones promedio superiores a 5 mg/l. En la Tabla 3-8 se muestra el resumen de las concentraciones promedio, máximas y mínimas obtenidas en cada sector, para los elementos minoritarios disueltos que a lo largo del muestreo químico han presentado concentraciones superiores a 10 mg/l en la mayoría de los sectores de análisis.

En general se observa que los sectores del Núcleo y los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Peine, presenta mayor concentración química de los elementos minoritarios en general, donde el Litio es el elemento más abundante en estos sectores (875,69, 72,16 y 75,71 mg/l respectivamente), donde el Núcleo muestra concentraciones promedio mucho mayores en ordenes de magnitud que los demás , debido a los procesos de salinización por el tránsito de los flujos desde las zonas de recarga del Núcleo y del acuífero salobre (Borde Sur del Salar).

Los sectores Borde Oriental, Borde Sector Tilomonte, Sector Tilopozo y Borde Sector Tilopozo presentan como elemento de fracción disuelta más abundante el Silicio con concentraciones promedio de 31,71; 45,03; 49,49 y 55,74 mg/l, siendo el metal disuelto con mayor concentración en relación a los demás metales en fracción disuelta analizados para estos sectores , debido a la interacción roca-agua por el tránsito de estos flujos subterráneos a través de las formaciones volcánicas que se encuentran en la cuenca del Salar.

De todos los sectores de análisis del borde Sur del Salar de Atacama, se denota que los sectores Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte en general, son los sectores que presentan menor concentración de estos elementos en fracción disuelta en relación a los demás sectores, ya que estos flujos presentan poco tránsito e interacción con las unidades salinas como los demás sectores.

Tabla 3-8. Concentraciones de elementos minoritarios

Ubicación de Puntos para análisis	Sector	Valores de Concentración (mg/L)	Metales Minoritarios disueltos					
			As (mg/L)	B (mg/L)	Sr (mg/L)	Li (mg/L)	Si (mg/L)	Br (mg/L)
Núcleo	N	Mínimo	0,00	56,94	0,75	114,00	0,05	1,12
		Máximo	8600,00	649,00	60,00	1775,00	42,00	384,00
		Promedio	549,58	432,75	17,68	875,69	16,01	49,95
Borde Oriental	BO	Mínimo	0,05	7,39	1,40	0,28	9,41	0,12
		Máximo	0,08	11,00	7,40	5,00	62,00	5,90
		Promedio	0,06	8,23	4,76	0,91	31,71	1,20
Borde Sector Tilomonte	BTM	Mínimo	0,05	6,02	1,13	0,00	0,49	0,21
		Máximo	0,09	13,00	8,40	5,00	81,90	11,00
		Promedio	0,07	8,80	4,02	1,46	45,03	2,56
Sistema Peine	P	Mínimo	0,18	30,40	5,04	19,40	9,00	0,84
		Máximo	8,03	82,60	54,00	211,00	93,00	14,70
		Promedio	1,74	48,86	18,92	75,71	29,37	4,04
Sistema La Punta La Brava	PB	Mínimo	0,36	24,20	2,08	16,90	11,00	0,94
		Máximo	2025,00	143,00	15,00	293,00	96,00	86,90
		Promedio	178,13	60,21	8,17	72,16	34,15	10,59
Sector Tilopozo	TZ	Mínimo	0,08	8,62	1,40	4,74	21,00	0,27
		Máximo	2,95	56,00	16,00	53,60	206,00	66,00
		Promedio	0,94	24,92	5,71	18,35	49,49	4,62
Borde Sector Tilopozo	BTZ	Mínimo	0,19	6,86	0,91	0,93	6,00	0,23
		Máximo	0,63	80,00	10,00	128,00	118,00	55,00
		Promedio	0,38	17,74	3,63	16,47	55,74	6,09

B. Composición química y distribución espacial

De acuerdo con las concentraciones promedio de los puntos de agua superficial y subterránea monitoreados mensualmente y los recopilados bibliográficamente se realizaron las gráficas de estos puntos en los diagramas de piper, donde se observa que los puntos subterráneos ubicados en el sector del Núcleo, que captan la salmuera (◊), indican que ésta presenta una composición clorurada sódica (Figura 3-35).

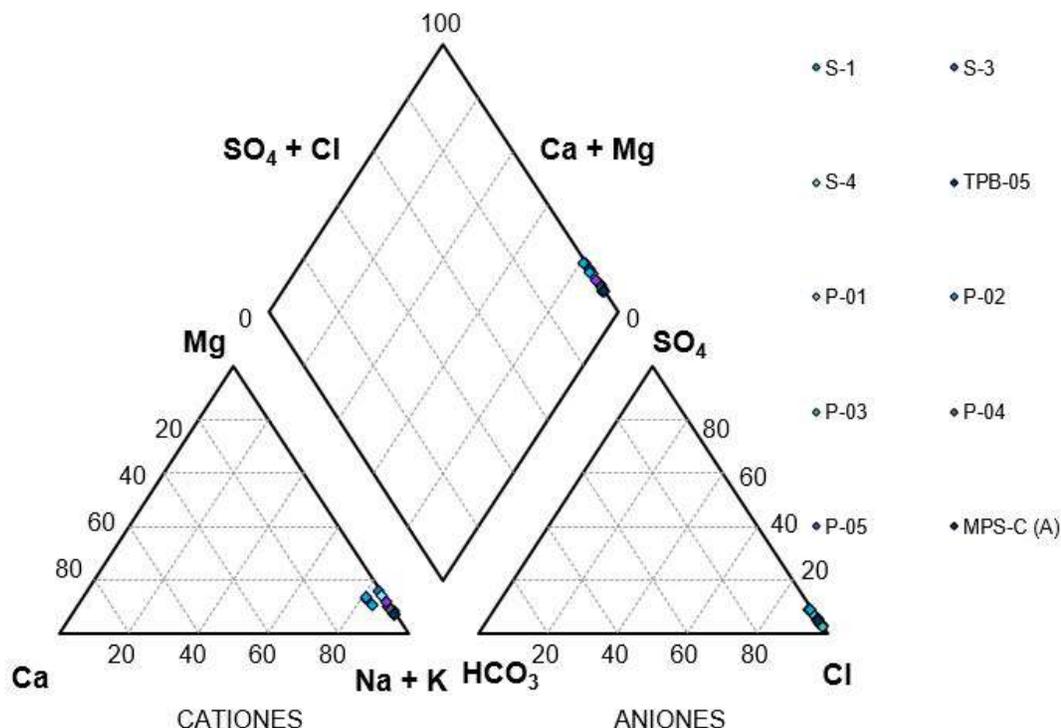


Figura 3-35. Diagrama de Piper de los puntos ubicados en el Núcleo

En los sectores del Borde Oriental y borde Sector Tilomonte, se realizó el análisis de los puntos de agua superficial y subterránea, representados en el diagrama mediante un círculo (○) y un cuadrado (□) respectivamente. Donde se observa que tanto el agua superficial como la subterránea, composicionalmente son cloruradas sódicas, pero a su vez muestran enriquecimiento del ión magnesio (Figura 3-36 y Figura 3-37).

Las muestras del borde Oriental mostraron concentraciones importantes de los iones sulfato y calcio, en el caso de la Vertiente ubicada en el poblado de Peiney que también corresponde al sistema del Borde Oriental del Salar de Atacama, presenta aumento de concentraciones de ión magnesio. Los puntos de agua superficial y subterránea del sector Borde Tilomonte, muestran el mismo comportamiento del Borde Oriental, pero en este sector, se presenta un leve aumento en la concentración del ión magnesio.

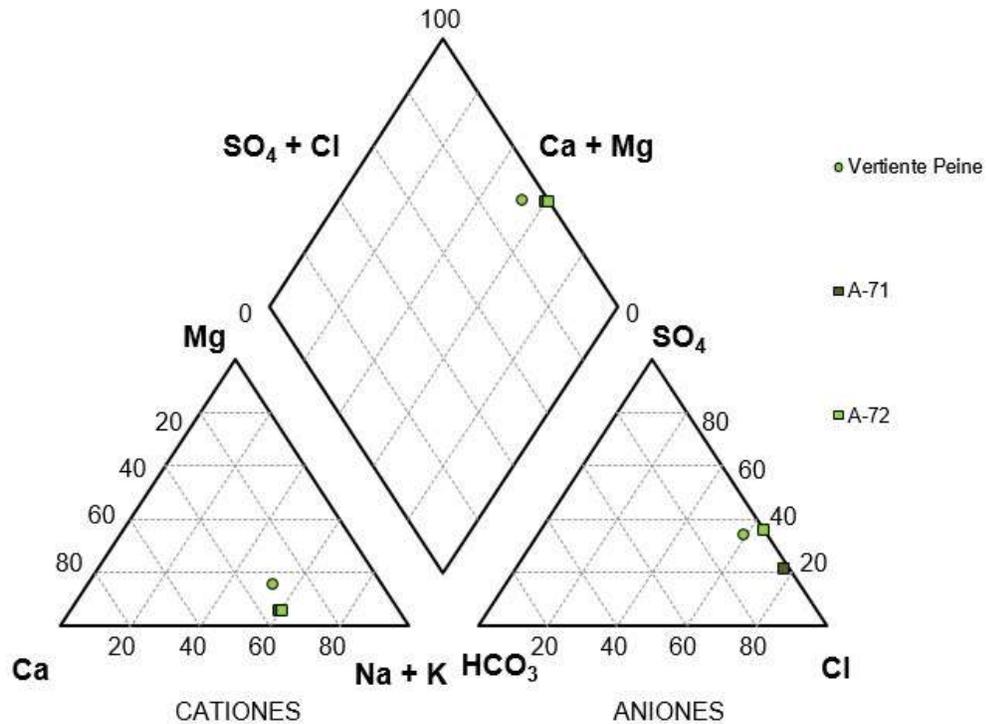


Figura 3-36. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Oriental

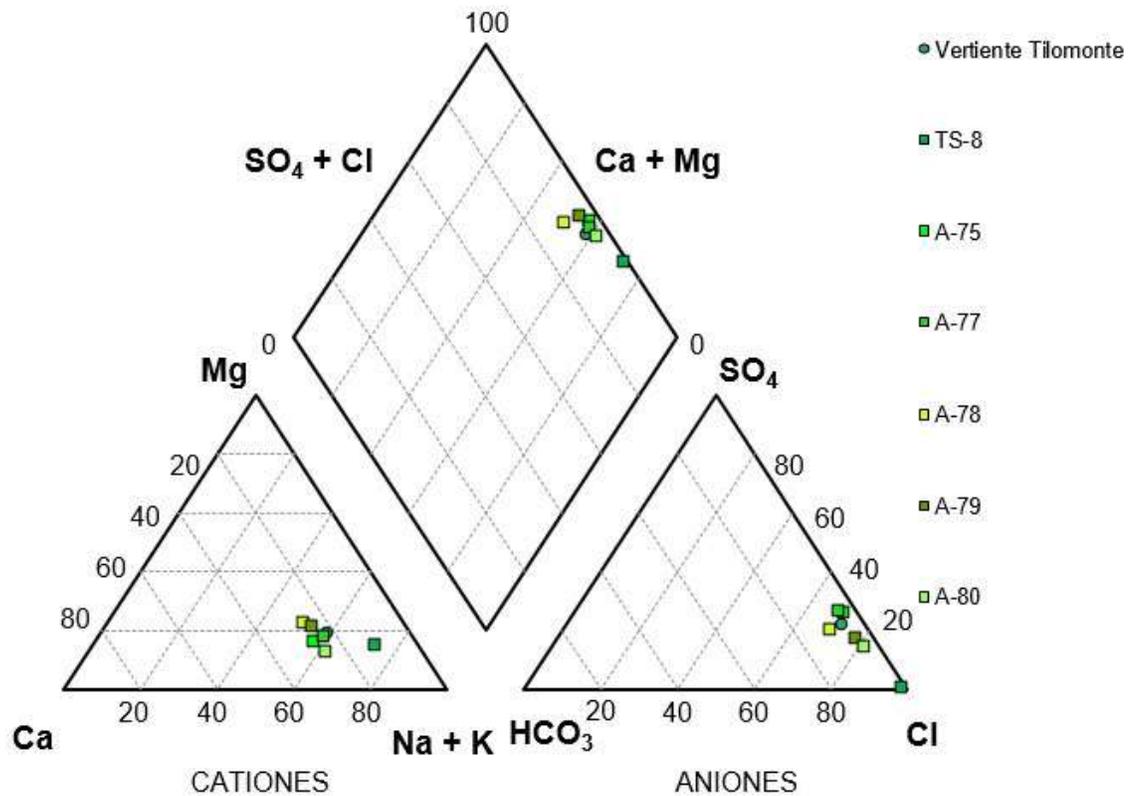


Figura 3-37. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Sector Tilomonte

Los puntos de agua subterránea (□) de los sectores de Borde Tilopozo (Figura 3-38) y Tilopozo (Figura 3-39) son cloruradas sódicas, donde se denota en el sector Tilopozo el punto TM-06 refleja aumento en el ión sulfato y magnesio, concordante con las geología y el recorrido de este flujo desde la zona de recarga en la cabecera de la cuenca. Además se observa una línea evolutiva desde el punto TM-6 al punto TP-1 (ubicado aguas arriba de la dirección del flujo ingresantes al Borde Sur de Salar), donde este último presenta un enriquecimiento en el ión cloruro y sodio a medida que atraviesa las capas de depósitos salinos del sector.

En el Sector Tilopozo, al igual que en el Borde Tilopozo, se observa el enriquecimiento del agua en cuanto a los iones cloruro y sodio a medida que atraviesa los depósitos salinos, reflejando la vía evolutiva del cloruro y el sodio desde el punto MP-4 (A) hacia los puntos ubicados cerca a las lagunas en la dirección de flujo del agua subterránea en este sector.

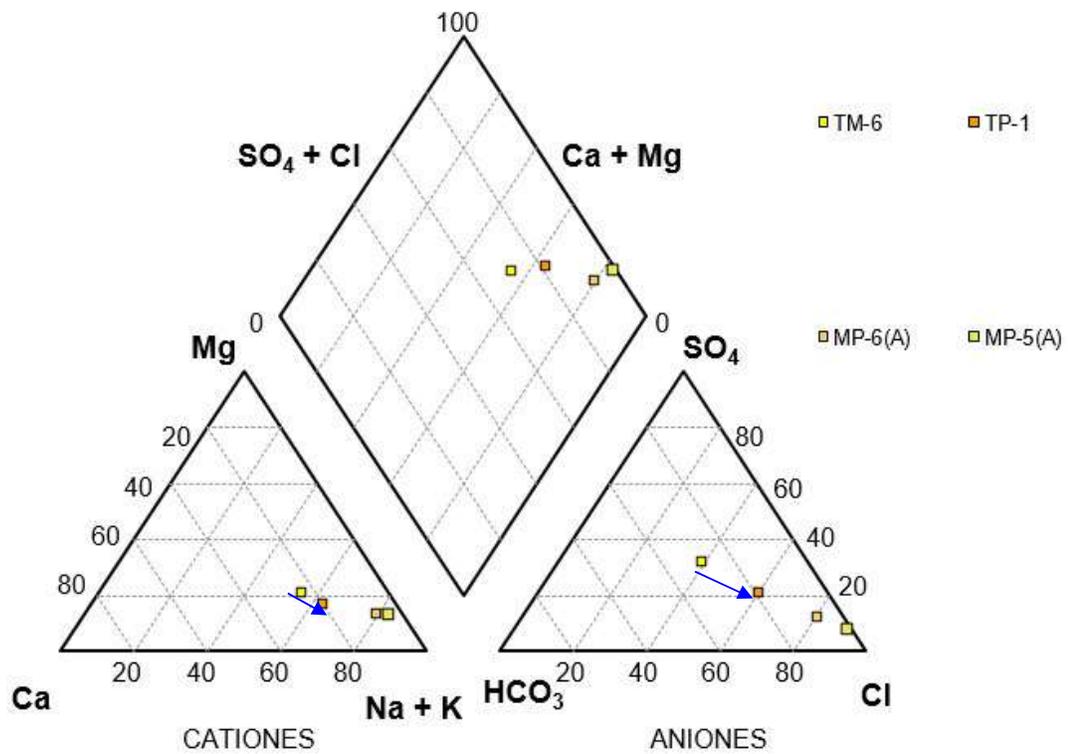


Figura 3-38. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Borde Sector Tilopozo

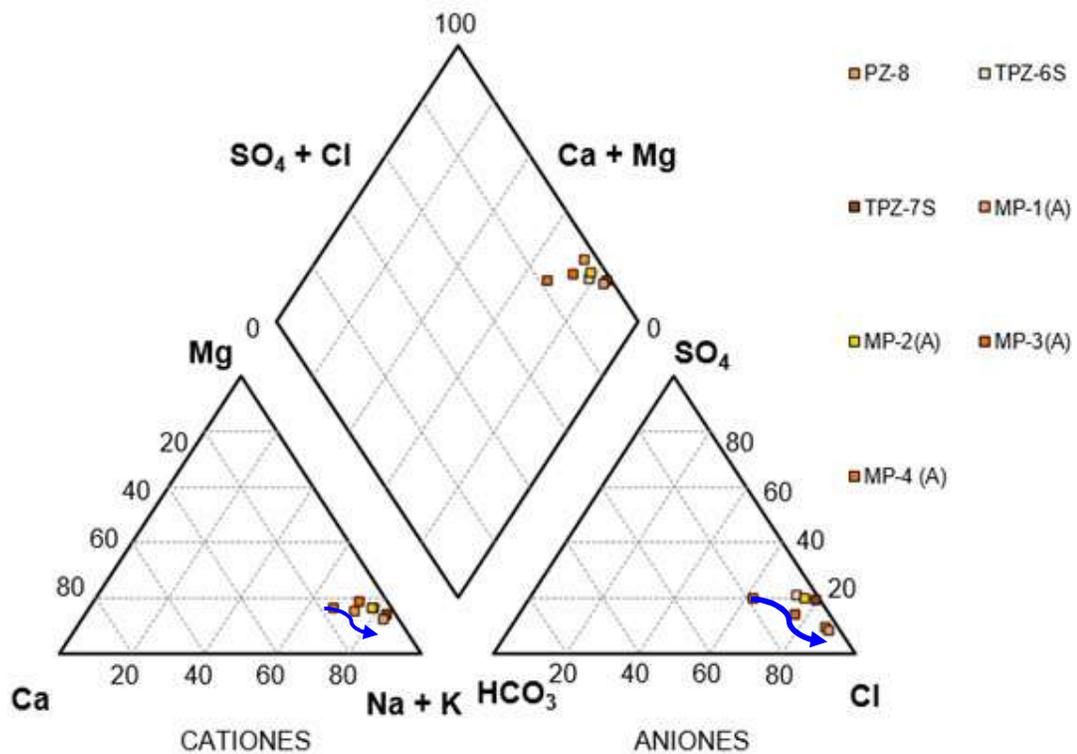


Figura 3-39. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Sector Tilopozo

Los cuerpos de lagunas (Δ) de los sectores La Punta-La Brava y Peine, al igual que el multipiezómetro MPS-A(A) se definen como aguas cloruradas sódicas, las cuales, como se observa en los sectores anteriores, en la vía evolutiva del Cloruro y el Sodio presentarían mayor concentración de estos iones en relación a los puntos del sector Tilopozo, mostrando el mismo comportamiento del multipiezómetro MP-01(A) (Sector Tilopozo) que se encuentra a 1 km de la Laguna La Punta.

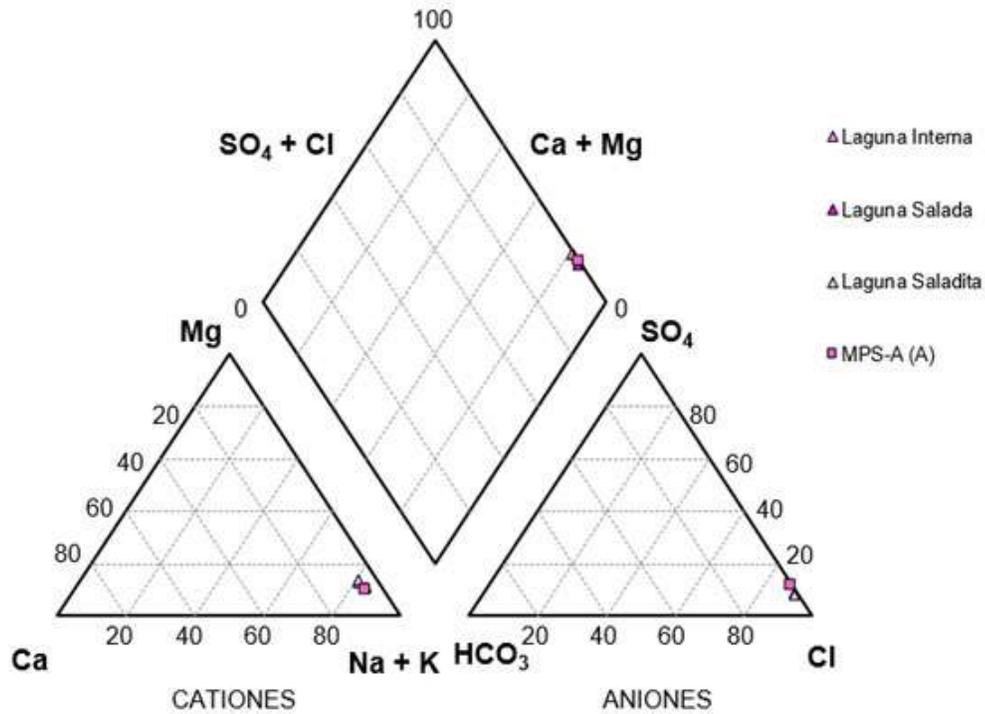


Figura 3-40. Diagrama de Piper de los puntos de agua ubicados en el Sistema Peine

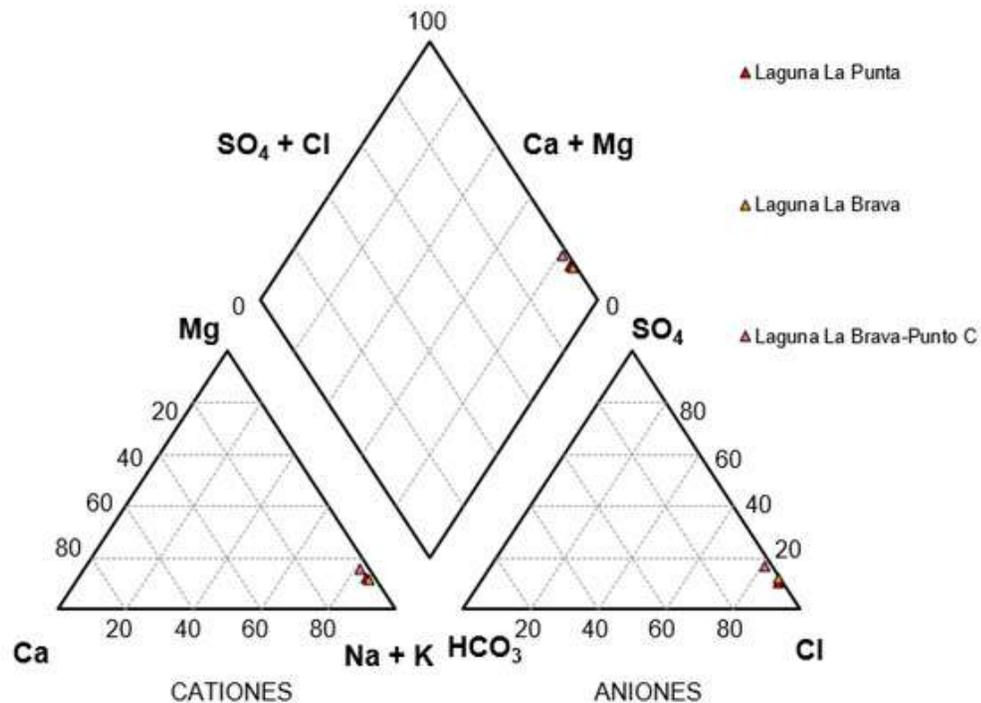


Figura 3-41. Diagrama de Piper de los puntos ubicados en el Sistema La Punta-La Brava

En la Figura 3-42 se representa la evolución espacial de las concentraciones de la salmuera del núcleo y el agua salobre de los sectores del Borde sur del Salar, mediante diagramas de Stiff modificados (Custodio, 1983).

En esta figura se observa claramente el enriquecimiento de concentraciones iónicas de la salmuera del núcleo en relación a los flujos de agua salobre provenientes tanto de los bordes del Salar, como de las lagunas. Además, se denota el enriquecimiento en la concentración de los iones cloruro y sodio a medida que los flujos de agua subterránea ingresantes del borde Tilopozo y Tilomonte reaccionan con los depósitos salinos del borde sur, los que a su vez aumentan su conductividad, alcanzando las máximas concentraciones de estos iones y conductividades en las lagunas de los sistemas La Punta- La Brava y Peine, ya que son las zonas de descarga del acuífero salobre.

La Figura 3-43 y Figura 3-44 presentan las relaciones iónicas $rCl/rHCO_3$ y rNa/rK respectivamente para las muestras de agua representativas de los flujos de agua provenientes de los sectores de recarga (flujos de agua salobre que ingresan de los bordes Tilomonte, Tilopozo y borde Oriental).

En ambas figuras se evidencia que, tal como se observa en los diagramas de Stiff modificados, estos flujos de agua salobre aumentan su concentración del ion cloruro y sodio principalmente, en sentido de las direcciones de flujo, a medida que ingresan e interactúan con los depósitos salinos clorurados existentes en el borde sur del Salar, para finalmente aflorar a la superficie en los sistemas de Lagunas de La Punta-La Brava, y Sistema Peine (Lagunas Salada, Saladita e Interna).

C. Composición isotópica

A continuación se presenta el análisis de los resultados isotópicos (δD , $\delta^{18}O$) obtenido de las muestras de agua superficial y subterránea, tomadas mensualmente durante los meses de Febrero de 2013 a Enero de 2014 del acuífero de agua salobre presente en el sector del borde Sur, los sistemas de lagunas (La Punta-La Brava, y Salada, Saladita e Interna), y la salmuera del sector de la zona del núcleo al Sur del Salar (Figura 3-45).

Los resultados de las composiciones isotópicas de las aguas (δD , $\delta^{18}O$) se presentan en el Anexo IV.

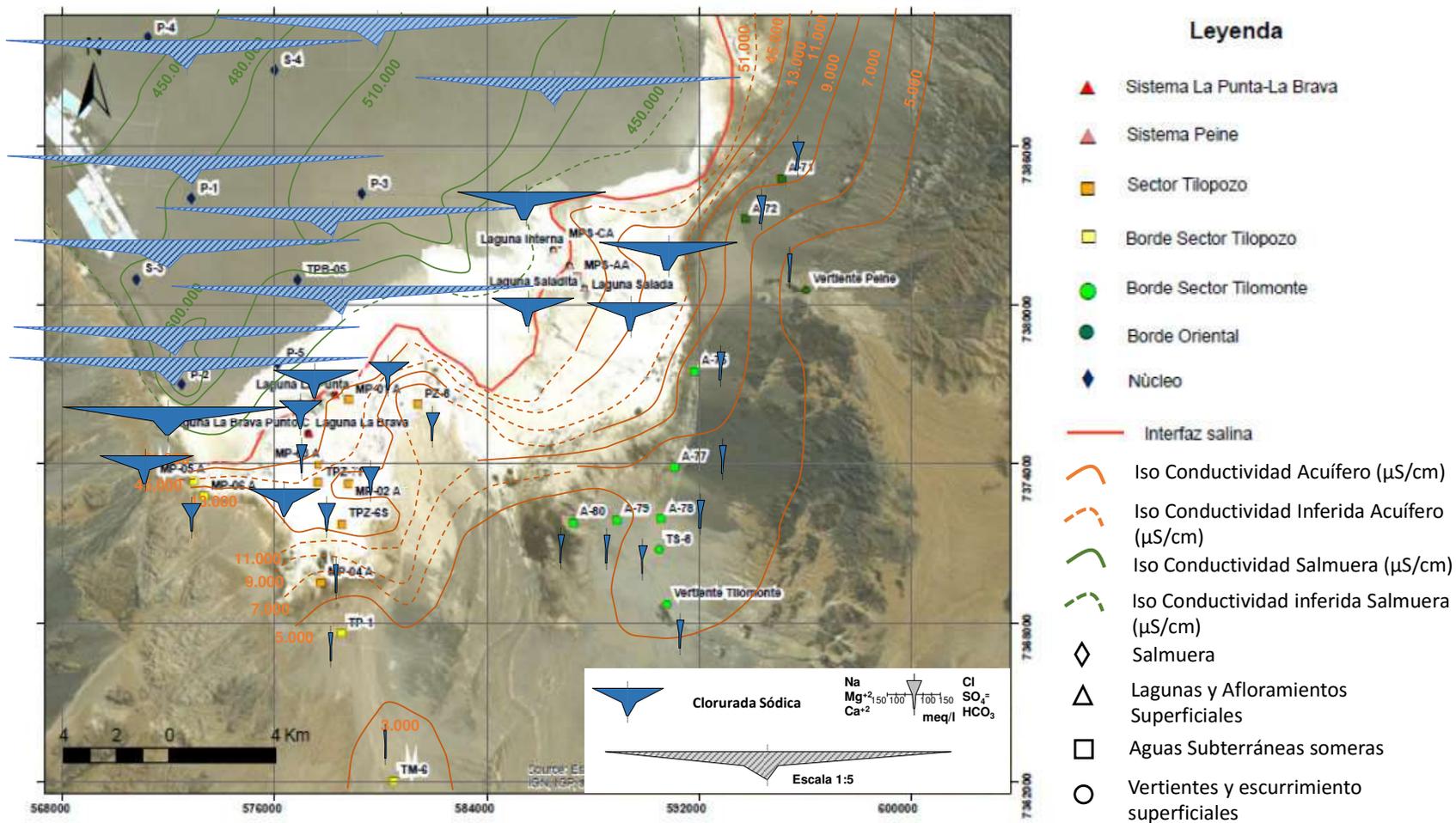


Figura 3-42. Diagrama de Stiff del Borde Sur del Salar

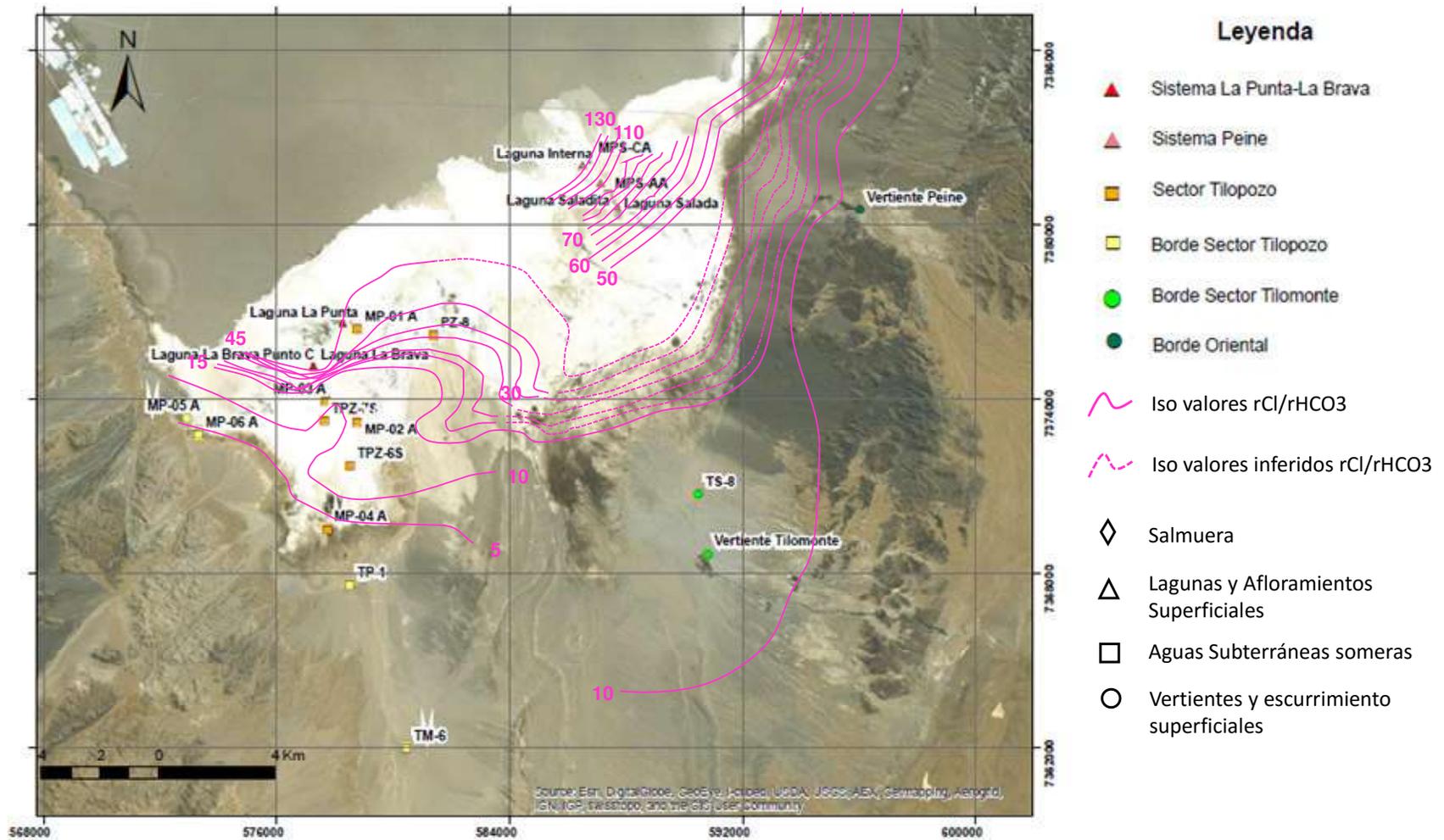


Figura 3-43. Relación iónica $rCl/rHCO_3$ para el acuífero salobre del Borde Sur del Salar

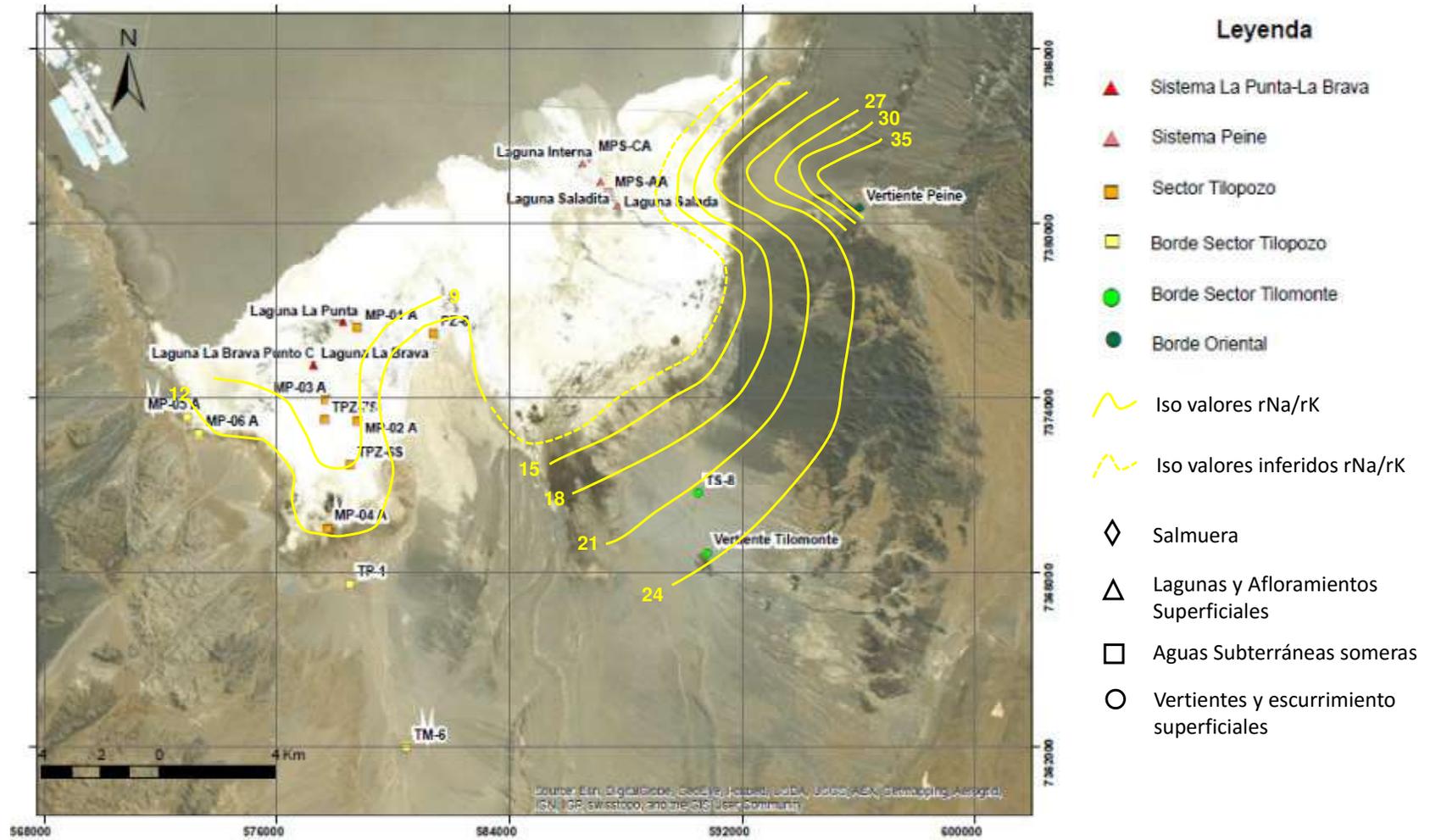


Figura 3-44. Relación iónica rNa/rK para el acuífero salobre del Borde Sur del Salar

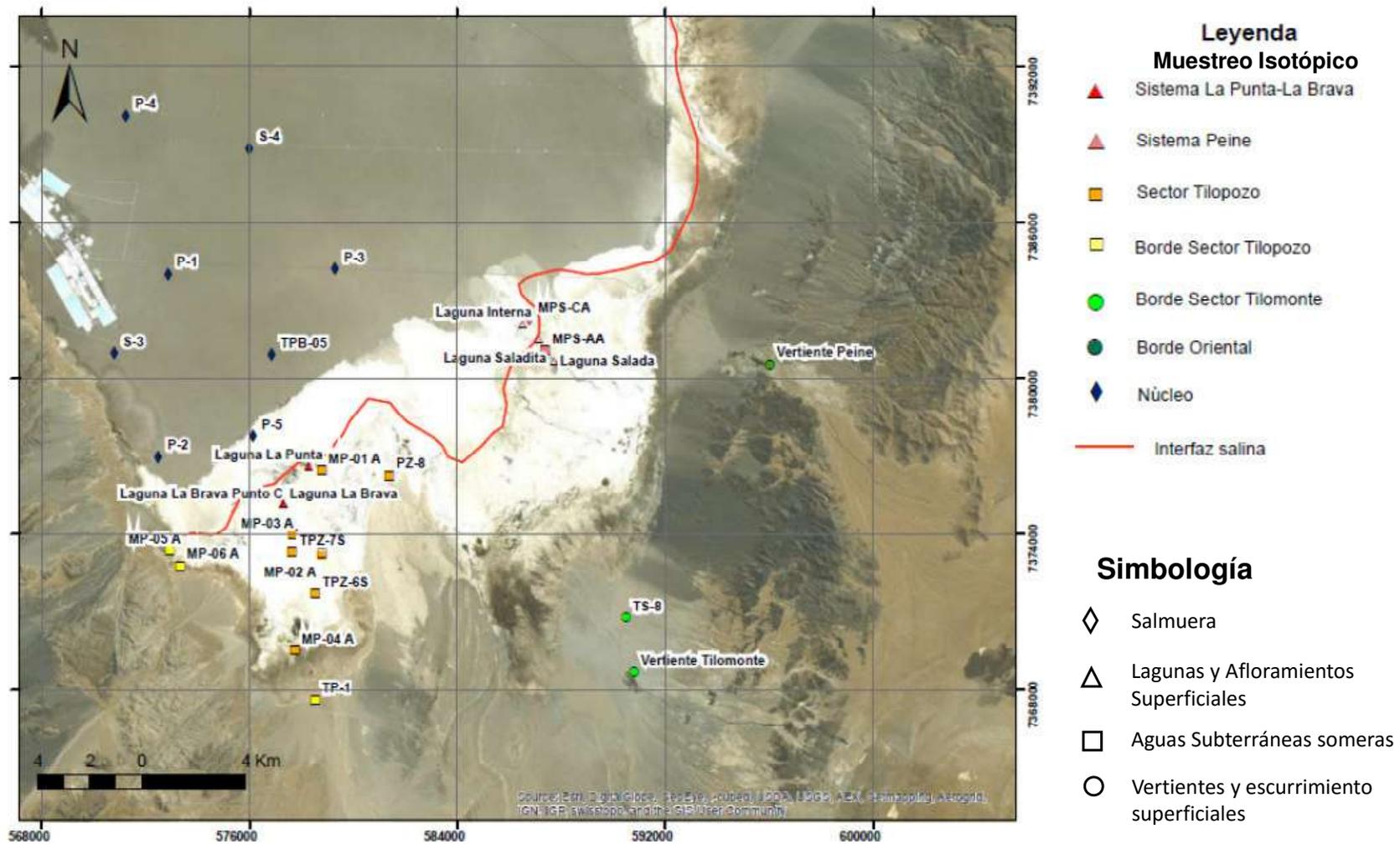


Figura 3-45. Puntos de agua superficial y subterránea monitoreados para el muestreo isotópico en el Borde Sur del Salar

La Figura 3-46 presenta los valores promedios del muestreo isotópico tomado mensualmente a los puntos de agua superficial y subterránea del Borde sur del Salar y los pozos ubicados en el núcleo durante los meses de Febrero de 2013 a Enero de 2014.

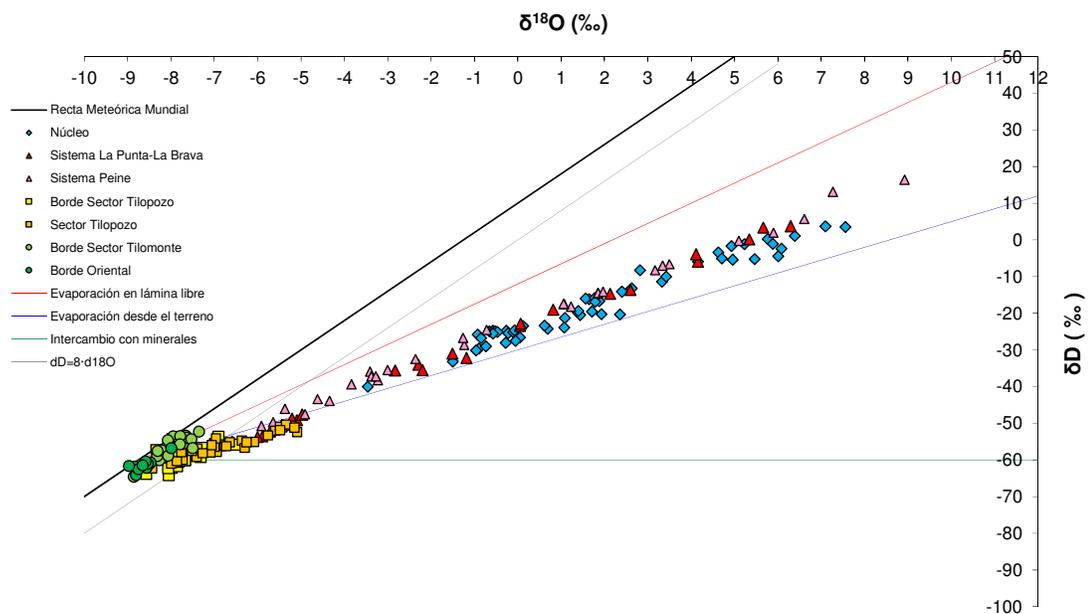


Figura 3-46. Composiciones isotópicas de las muestras

En esta figura se ha representado la recta meteórica mundial junto con las composiciones de las muestras y las rectas que indican el sentido de la variación composicional que afecta a las aguas cuando se producen los procesos de evaporación en lámina libre y desde el terreno, y por intercambio del oxígeno con los minerales del terreno (a altas temperatura), así como también, la recta meteórica mundial sin exceso de deuterio, que corresponde a la composición máxima que adquieren las aguas subterráneas en zonas áridas por la evaporación que afecta al agua de recarga en la zona no saturada durante su infiltración hacia el acuífero.

Al igual que en las figuras precedentes, las muestras se han agrupado por los sectores en las que se encuentran (en distinto color), mientras que los distintos tipos de agua se diferencian con símbolos según el tipo de agua que se muestreo, las que se representan así: lagunas (Δ), aguas subterráneas salmueras (\diamond), y aguas subterráneas dulces o salobres (\square), vertientes o escurrimientos superficiales (O).

Las aguas que se encuentran en los sectores del Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte, presentan composiciones más coincidentes con la composición isotópica de las precipitaciones del área de recarga, ya que las muestras de estos sectores se encuentran entre la recta meteórica mundial y la recta meteórica mundial sin exceso de deuterio.

Las muestras de agua del Sector Tilopozo presentan una leve afectación producto de la evaporación, lo que podría corresponder solamente a la que ocurre durante la infiltración hacia el acuífero. El punto TPZ-7S en particular, muestra mayor afectación por evaporación en relación a los otros puntos de este sector, lo que corresponde a la evaporación directa en este punto, ya que la muestra se tomó de un hoyo al lado de la puntera TPZ-7, quedando el agua prácticamente en superficie y se va evaporando.

Los sistemas de Lagunas La Punta La Brava y Peine muestran concentraciones isotópicas más ligeras, mostrando su afectación por evaporación pero también muestra que estos cuerpos de agua muestran una renovación continua de sus aguas, lo que causa que estos cuerpos de agua no presente composiciones tan evaporadas como las que se observan en las muestras de salmuera del núcleo.

Las muestras de Salmuera obtenidas del Núcleo, mostraron gran afectación por evaporación, concordantes con su origen, ya que estas aguas se han acumulado en el depocentro de la cuenca durante la formación de la misma y se han ido evaporando formando el salar. El rango de composición es alto, pero en su mayoría las muestras de este sector presentan composiciones alrededor de los -20 a -30‰ en la δD y entre -1 y +2‰ para el valor de $\delta^{18}O$. Los valores más ligeros (más negativos) en general corresponden a las muestras tomadas en el mes de febrero de 2013 después de las lluvias altiplánicas y reflejan una pequeña mezcla con la recarga directa por precipitación.

En la Figura 3-47 y Figura 3-48 se observa que las muestras de los sectores del Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte presentan baja conductividad y empobrecidas en deuterio, concordante con el poco tránsito de los flujos de agua subterránea desde las cabeceras de la cuenca.

Las muestras del Sector Tilopozo presentan aumento en la salinización por el tránsito de estos flujos por los depósitos salinos hasta aflorar en los sistemas de lagunas del Borde Sur del Salar (las cuales están más enriquecidas en δD y $\delta^{18}O$ y presentan mayor conductividad y concentración de cloruros).

Las muestras de Salmuera, presentan variaciones de composición isotópica tanto en δD y $\delta^{18}O$, pero muestran un rango acotado de variaciones en cuanto a Conductividad y cloruros, estos últimos asociados a la salinización por el tránsito de estos flujos en núcleo de halita.

Adicional a lo anterior, se denota que las muestras de agua recolectadas en los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Sistema Peine presentan gran dispersión en relación con los otros sectores, lo cual indicaría que presentan fraccionamiento isotópico diferido producto de las distintas fuentes de recarga de las zonas de la cabecera de la cuenca que alimentan a estas lagunas, además que estas lagunas son zonas terminales, donde afloran en superficie estos flujos subterráneos mostrando la mezcla de los distintos flujos de recarga.

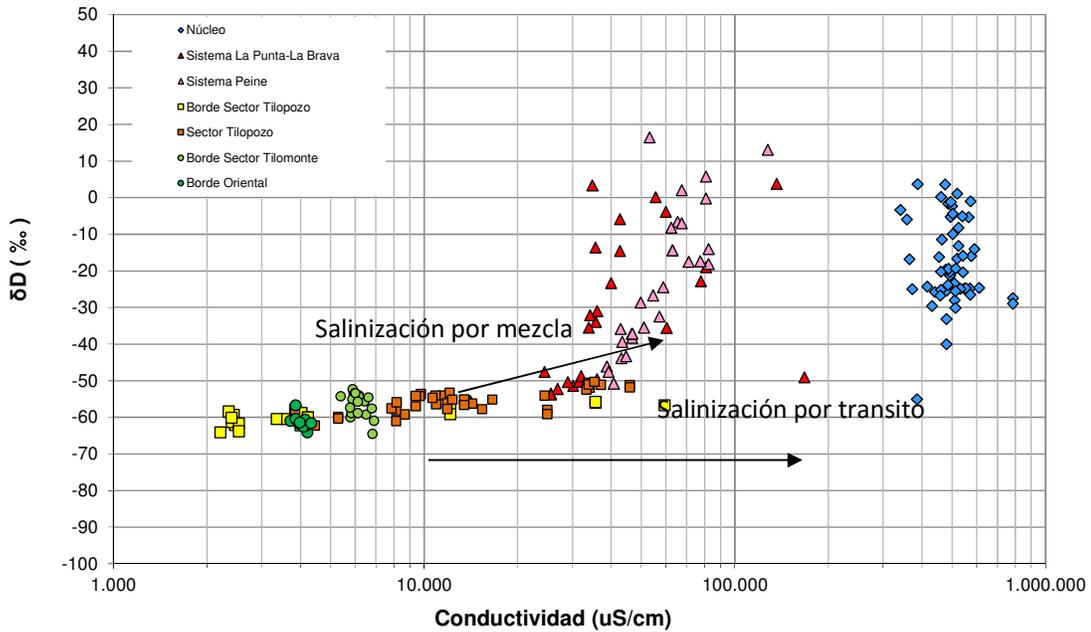


Figura 3-47. Relación δD vs Conductividad

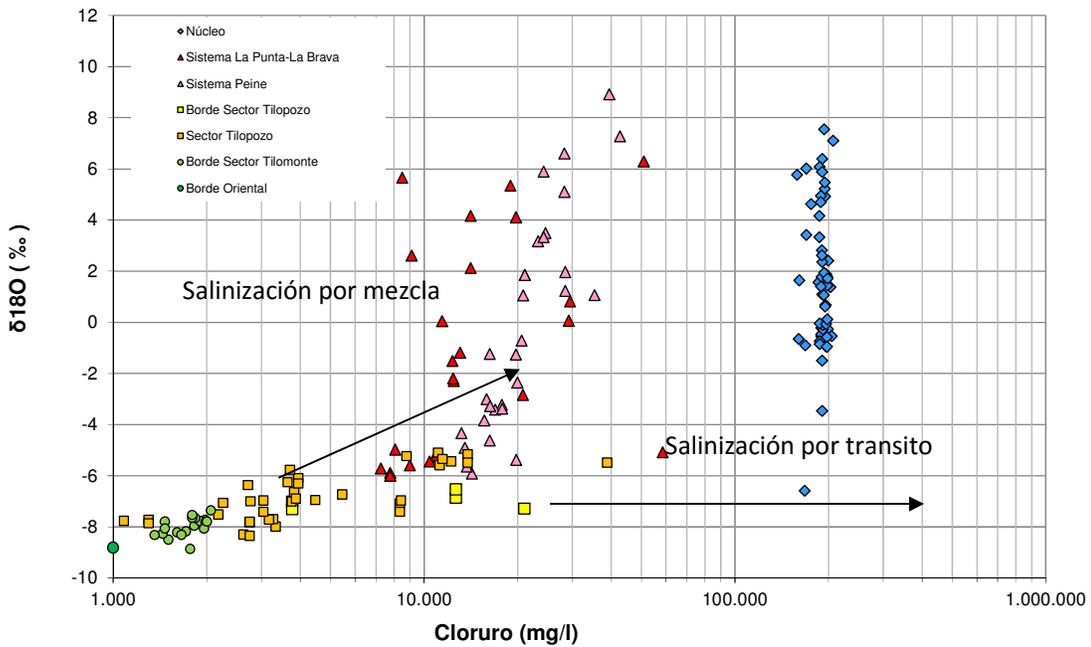


Figura 3-48. Relación $\delta^{18}O$ vs Cloruros

3.5.3 Caracterización Hidrogeoquímica del Borde Sur del Salar de Atacama

En el borde sur del Salar, los flujos de agua superficial y subterránea, migran en dirección de las líneas de flujo, las cuales al atravesar los distintos depósitos minerales existentes en el área, incrementan su contenido de iones disueltos; donde se denota que las unidades arcillosas presentes en el sector tendrían como origen la meteorización de los silicatos (WMC, 1997).

Si bien los diferentes depósitos salinos son una fuente de minerales y sales que enriquecen estos flujos; otras reacciones que influirían en la generación de los depósitos salinos del borde sur del Salar son: nieblas, goteo, reacciones fotoquímicas y actividades biológicas..

Una vez estos flujos de agua llegan a los márgenes del núcleo; el proceso hidroquímico dominante es la evapo-concentración, lo cual se condice con la precipitación de las sales procedentes de unidades geológicas aflorantes en sectores superiores de la cuenca.

En general, los salares suelen mostrar una zonación mineral muy marcada durante su formación, donde los flujos con alta saturación mineralógica de cloruro de sodio precipita y forma al centro un cuerpo salino compacto de halita, poroso con presencia de cavidades, relativamente potentes.

Este cuerpo salino de halita se encuentra rodeado por una zona de sulfatos compuesta principalmente por yeso y/o anhidrita. Esta zonificación se asocia principalmente a la concentración progresiva de los flujos de agua que ingresan de las zonas de recarga, los cuales presentan altas concentraciones de minerales y precipitan en estas zonas, en función de sus solubilidades. El orden de precipitación, en general, de estos minerales se presenta a continuación:

- ✓ Carbonato de Calcio
- ✓ Óxido de hierro
- ✓ Sulfato de Calcio
- ✓ Cloruro de Sodio
- ✓ Cloruro de potasio
- ✓ Cloruro de Litio

La Figura 3-49 se muestran las facies horizontales y verticales en los depósitos salinos, donde se observa que los carbonatos son los primeros en precipitar, seguido de los sulfatos y finalmente se depositan los cloruros.

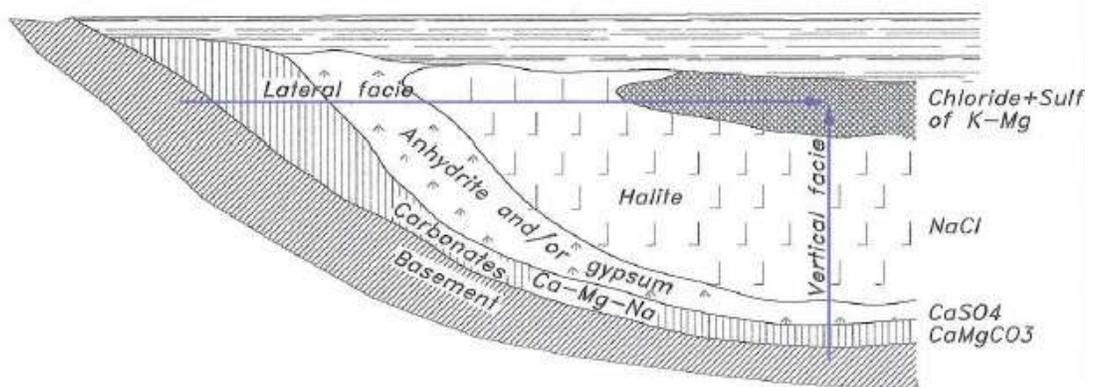


Figura 3-49. Secuencia de facies geoquímicas verticales y horizontales de las formaciones salinas. Tomado de Vila 1990

Se han identificado hasta 42 tipos de minerales en varios de los salares al Norte de Chile, aunque los más abundantes son halita, yeso y anhidrita, seguidos por la thernardita,

mirabilita, glauberita y ulexita. Varios de los minerales encontrados entorno al salar se presentan en la Tabla 3-9, junto con sus fórmulas estequiométricas.

Tabla 3-9. Minerales salinos encontrados en el Borde Sur del Salar de Atacama

Salines minerals found in salars of the central Andes	
(From Ericksen and Salas, 1990)	
HALIDES	
Halita	NaCl
Sylvite	KCl
Tachyhydrite	CaMg ₂ Cl ₆ · 12H ₂ O
SULPHATES	
Thenardite	Na ₂ SO ₄
Gypsum	CaSO ₄ · 2H ₂ O
Mirabilite	Na ₂ SO ₄ · 10 H ₂ O
Anhydrite	CaSO ₄
Glauberite	Na ₂ Ca(SO ₄) ₂
Hydroglauberite	Na ₂ Ca(SO ₄) ₃ · 2 H ₂ O
Blödite	Na ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
Leonite	K ₂ Mg(SO ₄) ₂ · 4H ₂ O
Aphthitalite	(K,Na) ₃ Na(SO ₄) ₂
BORATES	
Ulexite	NaCaB ₅ O ₆ (OH) ₆ · 5H ₂ O
Borax	Na ₂ B ₄ O ₅ (OH) ₄ · 8H ₂ O
Inyoite	Ca ₂ B ₆ O ₆ (OH) ₁₀ · 8H ₂ O
Tincalconite	Na ₂ B ₄ O ₅ (OH) ₄ · 3H ₂ O
Inderite	MgB ₃ O ₃ (OH) ₅ · 5H ₂ O
Kernite	Na ₂ B ₄ O ₆ (OH) ₂ · 3H ₂ O
Ezcurrite	Na ₄ B ₁₀ O ₁₇ · 7H ₂ O
Hydrochlorborite	Na ₂ CO ₃ · H ₂ O
CARBONATES	
Calcite	CaCO ₃
Natron	Na ₂ CO ₃ · 10H ₂ O
Dolomite	CaMg(CO ₃) ₂
Thermonatrite	Ca ₂ B ₄ O ₄ (OH) ₇ Cl · 7H ₂ O
NITRATES	
Nitratine	NaNO ₃

En la Figura 3-50 se observa que las muestras de todos los sectores tiene sus puntos cerca y sobre la recta de equimolaridad Na=Cl y respectivamente, y según su comportamiento y distribución se reagrupan en 4 tipos de evoluciones de agua:

- 1) Aguas salobres con concentraciones de Na levemente superiores al Cl, las que se encuentran las muestras de los sectores Borde Oriental y Borde Sector Tilopozo.
- 2) Aguas salobres a saladas con concentraciones de Na~Cl, en las que se reúnen los sectores de Borde Sector Tilomonte y Sector Tilopozo.

- 3) Aguas saladas con leve aumento de los Cl en relación con el Na definidas por las muestras de agua tomadas de los puntos de los Sistemas La Punta La Brava y Peine.
- 4) Salmueras con concentraciones levemente superiores de Cl en relación al Na, concordante con la Salmuera del Núcleo.

De los sectores Borde Oriental, Borde sector Tilopozo Y Borde Sector Tilomonte muestran que estas aguas presentan contenidos de Na levemente mayores que los cloruros, lo que indica que estas han presentado intercambio iónico por el tránsito desde la cabecera de la cuenca con las rocas volcánicas y/o sedimentarias del borde Oriental y los callejones Tilopozo y Tilomonte.

El sector Tilopozo, al igual que los Sistemas La Punta La Brava y Peine, presentan leve aumento de cloruros en relación al Na, ya que estas agua a medida que atraviesan los depósitos salinos de borde sur hasta la zona de descarga que son las Lagunas, generan disolución de estos depósitos.

La salmuera del sector del Núcleo muestra concentraciones mayores del Cl y Na en relación a los demás sectores, por disolución del depósito de halita (NaCl) que conforma el núcleo.

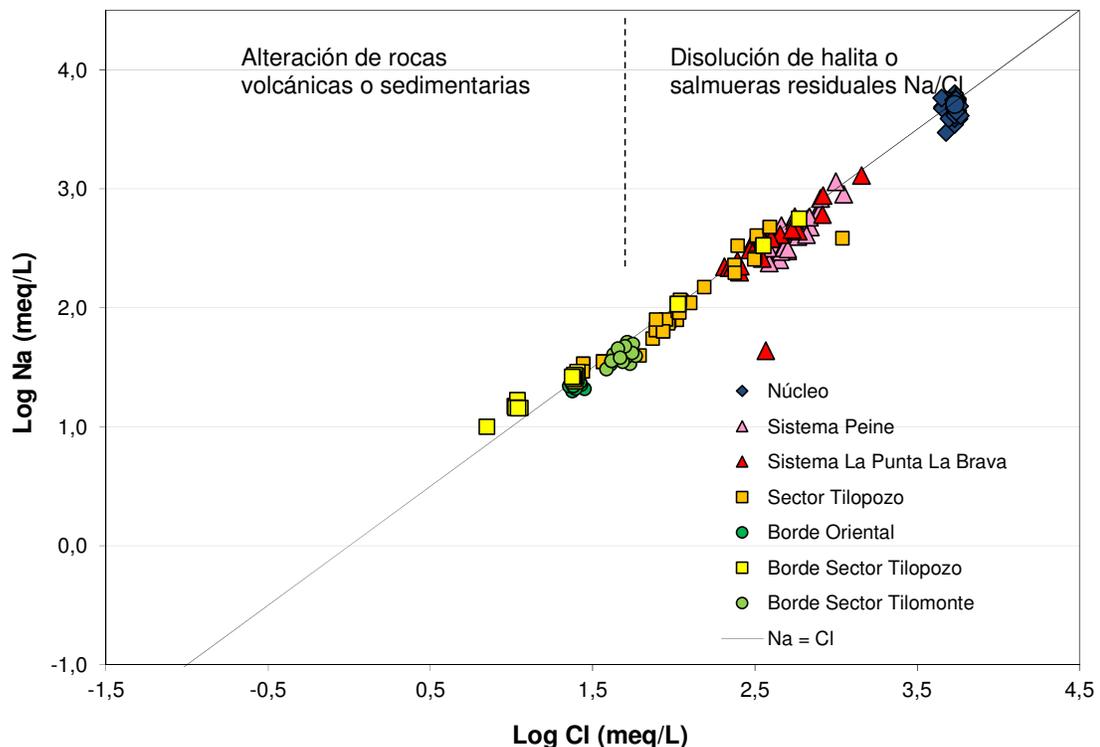


Figura 3-50. Relación Sodio vs Cloruros

Las aguas de recarga provenientes del borde sur del Salar (Sectores Borde Tilopozo, Borde Tilomonte, Borde Oriental, Sector Tilopozo), a medida que atraviesan los depósitos evaporíticos antiguos asociados a las rocas sedimentarias cubiertas por las extensas formaciones volcánicas de los bordes Sur y oriental de la cuenca, muestran el

aumento de los componentes Na, Cl, Ca y SO_4 principalmente, los cuales provienen de la disolución de halita (NaCl), Yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) o anhidrita (CaSO_4), presentes en los depósitos por los cuales estos flujos pasan durante su trayectoria hasta la zona de descarga (Figura 3-51).

Las muestras de agua del sector Tilopozo muestran aumento en la concentración de Sulfatos y leve disminución del ión calcio, las cuales son producto del intercambio iónico de las agua a medida que atraviesan los depósitos salinos del borde Sur del Salar, además de la mezcla del agua proveniente del Sector del Cordón del Lila, que aportaría el catión calcio a estos flujos.

Los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine muestran mayor enriquecimiento del ión calcio y Sulfato, asociado a que estos sistemas corresponden a las zonas de descargas de los flujos de agua subterránea del Borde Sur del Salar.

La salmuera del núcleo muestra una disminución en su contenido de Calcio, sin variaciones importantes en el contenido de SO_4^- , iones que serían aportados por la disolución de las capas de sulfatos de calcio (yeso o anhidrita) presentes en el núcleo del Salar de Atacama, las cuales se enriquecen durante su recorrido desde las zonas de recarga del sector Norte del Salar hasta el área Sur del mismo.

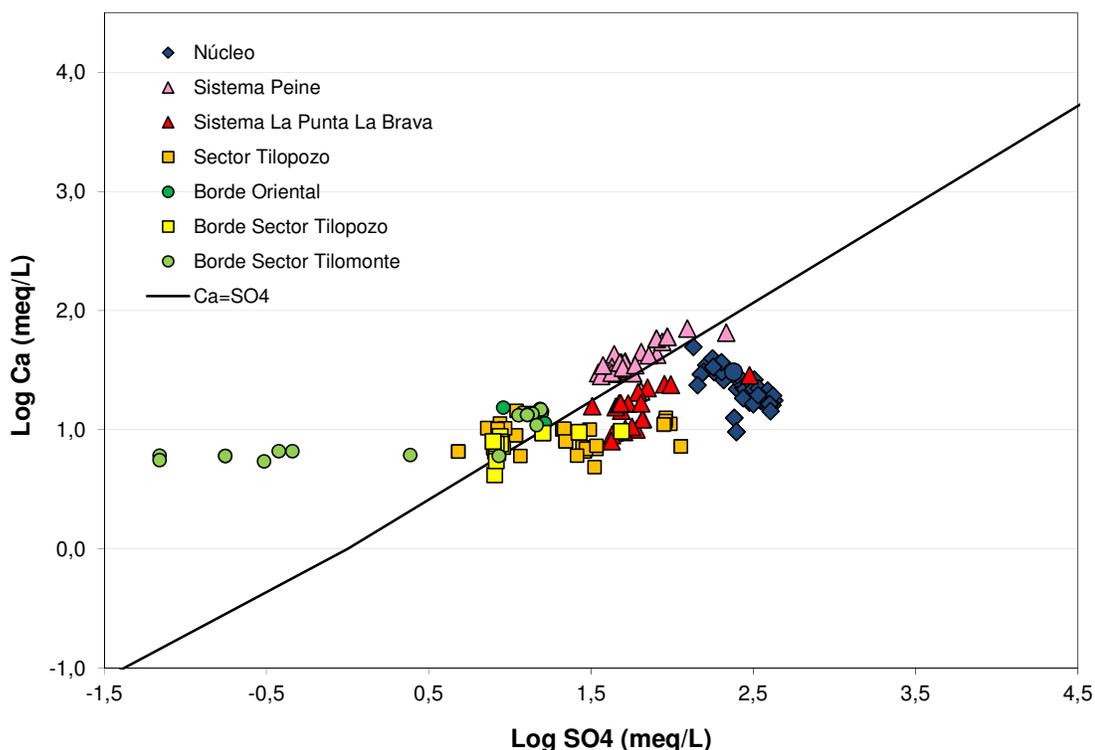


Figura 3-51. Relación Calcio y sulfato

La Figura 3-52 presenta la concentración del Magnesio en forma relativa a la del litio en las aguas de los sistemas del borde sur del salar, donde se observa una disminución del magnesio en la dirección de flujo de las aguas subterráneas hasta las zonas de descarga de estos flujos en los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine, asociado al intercambio iónico de estos flujos durante su recorrido por las unidades litológicas del borde sur del Salar. Similar comportamiento se observa en la Figura 3-53, donde se observa la disminución del magnesio en dirección del flujo de las aguas subterráneas; además del leve

aumento del litio en las zonas del Borde Oriental y Borde Sector Tilomonte, en relación con los sectores Tilopozo y Borde Tilopozo; mostrando a su vez una disminución en la dirección de flujo subterráneo hasta las zonas de descarga en los sistemas de Lagunas.

La salmuera del sector del Núcleo, muestran menor concentración del ión magnesio en relación a los demás sectores, asociado al intercambio iónico de los flujos de agua subterránea provenientes del Norte del Salar que recargan el núcleo y su recorrido a través del cuerpo de halita. Adicional al aumento del Litio en el sector del Núcleo, asociado a que estos puntos se encuentran cerca al sector de afloramiento de las Ignimbritas de Tucúcaro.

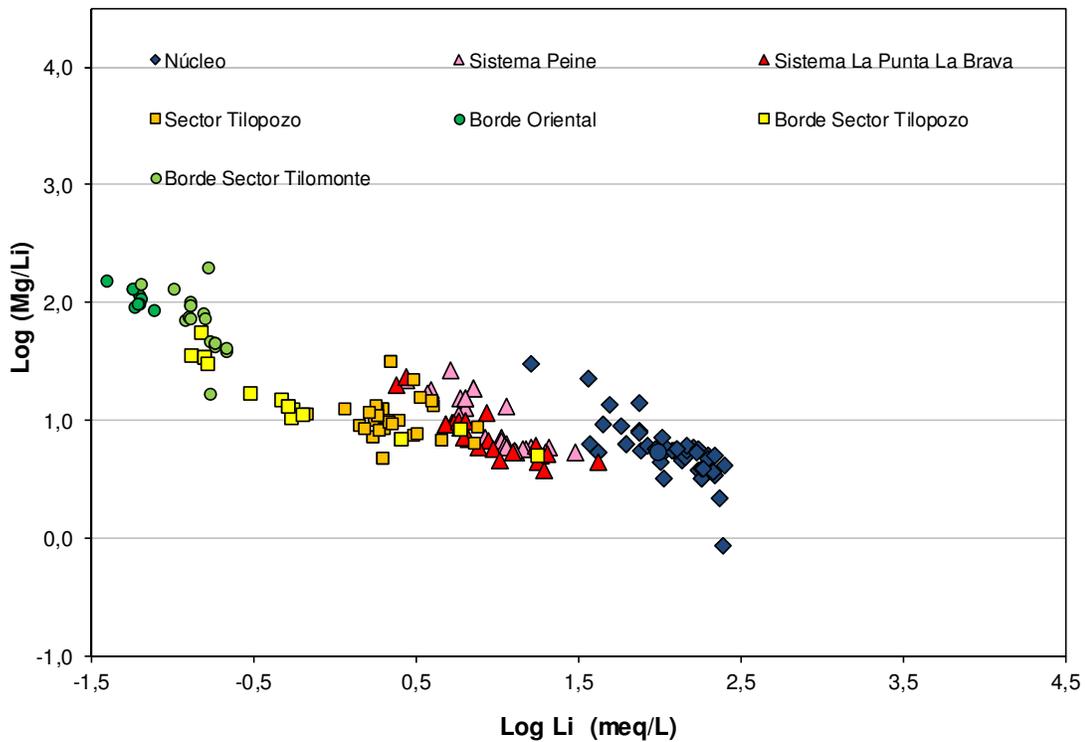


Figura 3-52. Relación entre Magnesio y Litio

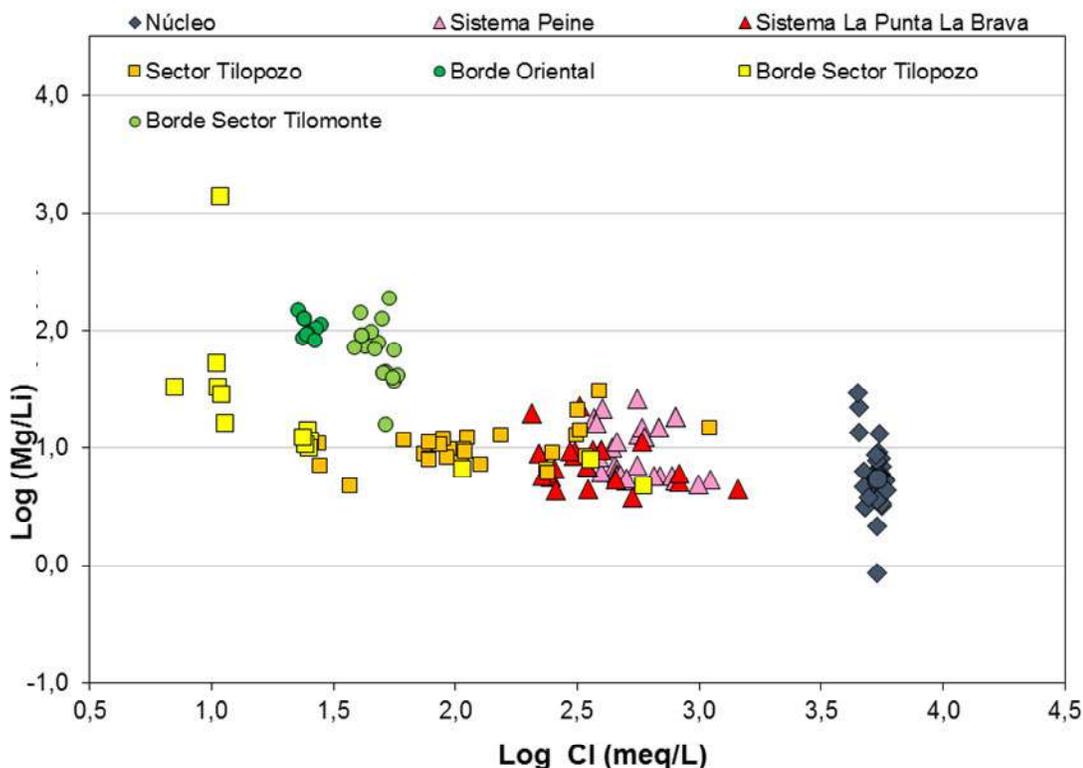


Figura 3-53. Relación entre Magnesio/Litio y Cloruro

Además de la disolución de los minerales antes citados (fuente principal), también hay otras fuentes como la alteración de minerales de rocas volcánicas y la oxidación del azufre y de los sulfuros de cuerpos mineralizados. Observando la correlación de los componentes minoritarios disueltos se denota que el Li, Mg y B tienen un origen común. Dado que Li y B están casi siempre asociados al volcanismo, se puede decir que dichos componentes de los flujos subterráneos del borde Sur del Salar hasta sus zonas de descarga en los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine, son de origen principalmente volcánico, ya sea por flujos hidrotermales o por la alteración de las rocas volcánicas.

En la Figura 3-54 se denota que a medida que los aportes provenientes de la zona de recarga del borde sur del salar (Borde Oriental, Borde Sector Tilomonte y el Borde Sector Tilopozo) atraviesa la zona de los depósitos salinos (Sector Tilopozo), en dirección de las líneas de flujo hasta la zona de descarga del Sistema de lagunas La Punta La Brava y Sistema de Lagunas Peine, se produce una disminución del ion magnesio; lo que indica el consumo de este elemento por algún mineral durante el tránsito del flujo de agua, asociándose a precipitación de los silicatos de magnesio (Talco) en los depósitos salinos del borde Sur del Salar. En el caso del Sistema de Lagunas Peine, se observa que presentan un leve aumento del ion magnesio, posiblemente asociado a presencia de silicatos de magnesio precipitados en el fondo de estas lagunas. El sector del Núcleo, muestra aumento del magnesio posiblemente asociado al lavado de rocas evaporíticas magnésicas presentes en los depósitos salinos del núcleo.

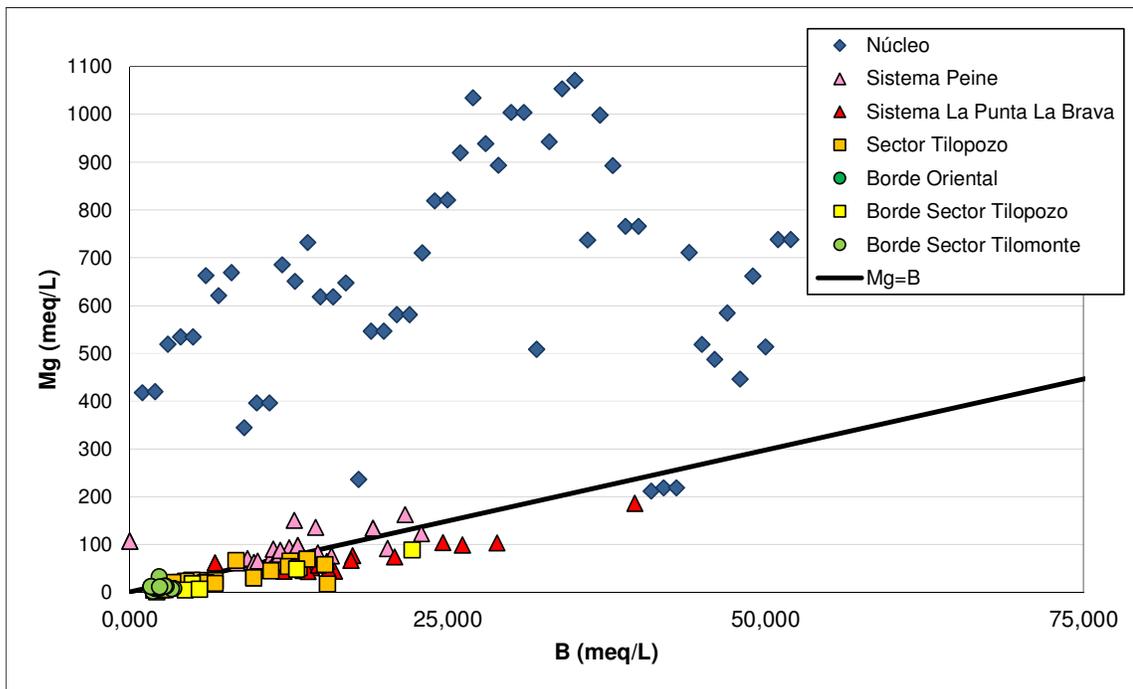
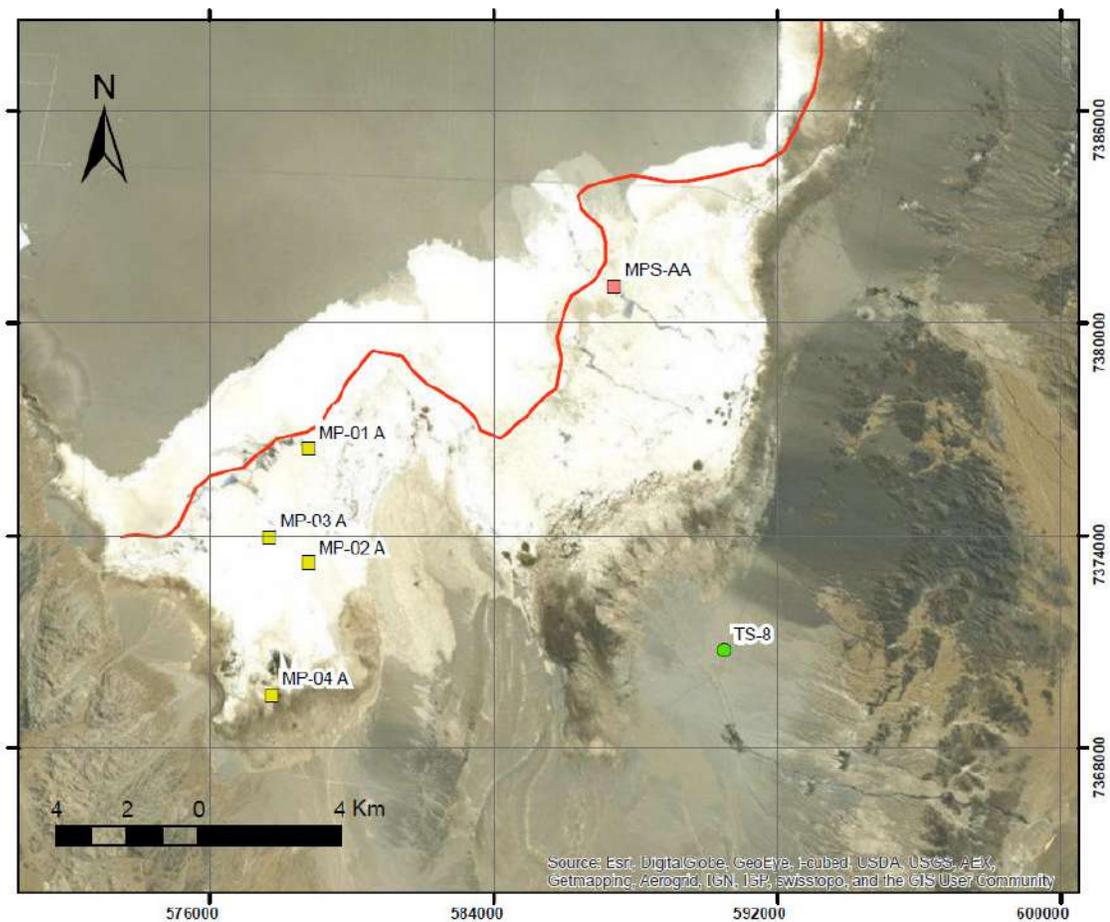


Figura 3-54. Relación Magnesio y Boro

Para la complementación de la evaluación de los procesos hidrogeoquímicos presentes en el borde sur del salar, en especial en los sectores de Tilopozo y Tilomonte, se analizó mediante el modelamiento geoquímico mediante el programa PRHEEQC, utilizando para esto el modelamiento de la especiación para determinar las fases minerales presentes en estos sectores.

Mediante este modelamiento se determinó el índice de saturación (IS) de los minerales en los flujos de agua de estos sectores mediante el análisis químico del promedio de las muestras de agua tomadas mensualmente para los multipiezómetros construidos en el sector de Tilopozo, en el piezómetro que capta el acuífero salobre a salado (MP-01 (A); MP-02 (A); MP-03 (A) y MP-04(A)). En el caso del Sector de Tilomonte, se analizaron el promedio de las muestras correspondientes al pozo existente TS-08 y el piezómetro que capta el acuífero del sistema Peine MPS-A(A) (Figura 3-55).



Leyenda

- ▲ Sistema Peine
 - Sector Tilopozo
 - Borde Sector Tilomonte
- Interfaz salina

Figura 3-55. Puntos de agua de los sectores Tilopozo y Tilomonte analizados

El índice de saturación indica que los minerales que componen la solución de agua pueden disolver o precipitar, y se interpreta como:

IS < 0 (negativo), el mineral está subsaturado y tenderá a disolverse

IS = 0, el mineral está en equilibrio con la solución (de saturación)

IS > 0 (positivo), el mineral es sobresaturado y tenderá a precipitar.

Los resultados obtenidos del promedio de las muestras de agua analizadas para los sectores Tilopozo y Tilomonte se presentan en la Tabla 3-10, calculados mediante el programa de modelación PHREEQC para el análisis de aguas realizado a estos puntos.

Tabla 3-10. Valores de IS obtenidos para los sectores de Tilopozo y Tilomonte

Fase Mineral	Sector Tilopozo				Sector Tilomonte	
	MP-01 (A)	MP-02 (A)	MP-03 (A)	MP-04 (A)	TS-08	MPS-A(A)
Fuerza iónica	0,3	0,16	0,07	0,05	0,07	1,21
Anhidrita	-1.40	-1,27	-1,66	-1,4	-2,31	-0,25
Baritina	0.42	0,69	0,42	0,39	-0,17	0,7
Celestina	-0.62	-0,49	-1,2	-1,19	-1,87	0,24
Aragonito	0.28	0,52	0,7	0,05	0,31	1,1
Dolomita	1.52	1,98	2,16	0,57	1,24	2,86
Calcita	0.43	0,66	0,84	0,19	0,46	1,24
Yeso	-1.07	-0,94	-1,32	-1,12	-1,97	0,05
Smithsonita	-1.90	-1,4	-1,64	-2,1	-1,92	-1,84
Estroncionita	-0.38	-0,15	-0,29	-1,19	-0,69	0,14
Witherita	-3.41	-3,03	-2,75	-3,58	-3,08	-3,47
Fluorita	-1.70	-1,6	-1,51	-1,83	-1,57	-3,1
Halita	-3.14	-3,77	-4,62	-4,86	-4,41	-1,96
silvita	-3.56	-4,21	-4,95	-4,94	-5,13	-2,66
Calcedonia	0.38	0,8	0,76	0,25	-1,26	0,59
Crisolito	-0.87	2,54	32,95	-4,1	1,92	6,24
Cuarzo	0.82	1,24	1,2	0,67	-0,82	1,03
Sepiolita	-0.07	2,9	1,4	-2,62	-0,89	4,99
Talco	3.55	7,81	5,51	0,14	3,06	11,1
Willemita	-2.18	0,53	-1,44	-3,2	0,79	1,57

Los índices de saturación obtenidos para los puntos analizados indican que los minerales de carbonatos (Dolomita, Calcita y Aragonito) y el Talco (Silicatos) presentan sobresaturación en todas las soluciones, lo que se observa en los intercrecimientos de estos minerales, observada en las muestra geológicas obtenidas de las perforaciones realizadas en el borde Tilopozo y Sistema Peine (Figura 3-56).

Se denota que los carbonatos Dolomita, Calcita y Aragonito, aumenta su concentración en dirección del flujo asociado a la interacción con los depósitos salinos (Costra de Cloruros yesifera y costra yesifera de sulfato y cloruros). Además de estos minerales, se observa que en las soluciones de obtenida de los pozos perforados de los sectores Tilopozo y Sistema Peine: Baritina (Sulfatos), Calcedonia y Cuarzo (silicatos) también presentan sobresaturación.

La muestra del pozo MPS-A(A) (Sistema Peine), fue la única que mostró sobresaturación de los minerales Celestina (Sulfatos), Yeso y Estroncionita (Carbonatos), asociado a la interacción de estos flujos de agua con los depósitos salinos (costras de cloruros y yeso).



Figura 3-56. Intercrecimiento de minerales en los testigos de perforación



Figura 3-57. Intercrecimiento de minerales en los testigos del pozo MPS-A(A)

4 CONCLUSIONES

Para la realización de la caracterización hidrogeoquímica de los flujos de agua subterránea que alimentan al sistema hídrico del sureste del Salar de Atacama, ubicado en la región de Antofagasta, Chile, se cumplieron los objetivos específicos que se plantearon:

- I. Se caracterizaron las unidades hidrogeológicas presentes en el borde SE del Salar, a partir de los estudios de geología y geofísica realizados en el sector, de las cuales se identificaron tres unidades hidrogeológicas principales:

(i) *Unidad hidrogeológica con permeabilidad primaria* que corresponden a los depósitos aluviales y de terraza (UH1); y contiene al acuífero salobre libre a semiconfinado, con reducción del espesor de los depósitos salinos a medida que atraviesa la zona del borde Sur del Salar hasta aflorar en el sector de las Lagunas (por efecto de la interfaz salina) y las unidades salinas del borde sur del Salar (UH2) que contiene la salmuera de cloruro de sodio con altos contenidos de magnesio, potasio, litio y boro.

(ii) *Unidad Hidrogeológica con permeabilidad secundaria* que se compone a las Formaciones Riolítica y El Tambo respectivamente (UH 3). Esta unidad contiene el cuerpo de salmuera en el borde sur del Salar.

(iii) *Unidad Hidrogeológica impermeable* corresponde a las Formaciones Lila, Peine (Miembro Socaire, Tulán, Chuñar y Algarrobilla), además de los cuerpos intrusivos Granito del Cerro Paso Alto y Granitoides cretácicos del Cordón del Lila. Esta unidad por sus características se considera como el basamento de las unidades antes mencionadas (UH 4).

- II. Se identificó la composición química e isotópica de los flujos de agua subterránea ingresantes, cuerpos de agua superficial y de los sistemas de lagunas del sector sureste del Salar, mediante el análisis de:
 - Los parámetros medidos *in situ*, el pH medido en los flujos de agua salobre provenientes de los bordes Este y Sur del Salar, al igual que los sistemas de lagunas presentan tendencias a ser más alcalinos en relación a la salmuera del núcleo que es levemente ácida. La conductividad del agua salobre aumenta en sentido de las direcciones de flujo del agua hasta las zonas de descarga del acuífero. (~43.659 $\mu\text{S/cm}$ en Sistema La Punta-La Brava y ~ 52.572 $\mu\text{S/cm}$ Sistema Peine.
 - Los puntos subterráneos ubicados en el sector del Núcleo, que captan salmuera, indican que ésta presenta una composición clorurada sódica. En los sectores del Borde Oriental y borde Sector Tilomonte, los puntos de agua superficial y subterránea, composicionalmente son cloruradas sódicas, pero a su vez muestran enriquecimiento del ion magnesio.
 - Los puntos de agua subterránea de los sectores de Borde Tilopozo y Tilopozo son cloruradas sódicas, donde se denota en el sector Tilopozo el punto TM-06 refleja aumento en el ión sulfato y magnesio, concordante con las geología y el recorrido de este flujo desde la zona de recarga en la cabecera de la cuenca. Además se observa una línea evolutiva desde el punto TM-6 al punto TP-1 (ubicado aguas arriba de la dirección del flujo ingresantes al Borde Sur de Salar), donde este último presenta un enriquecimiento en el ion cloruro y sodio a medida que atraviesa las capas de depósitos salinos del sector.

- Los cuerpos de lagunas de los sectores La Punta-La Brava y Peine, al igual que el multipiezómetro MPS-A(A) se definen como aguas cloruradas sódicas, las cuales, como se observa en los sectores anteriores, en la vía evolutiva del Cloruro y el Sodio presentarían mayor concentración de estos iones en relación a los puntos del sector Tilopozo, mostrando el mismo comportamiento del multipiezómetro MP-01(A) (Sector Tilopozo) que se encuentra a 1 km de la Laguna La Punta.
 - Las aguas que se encuentran en los sectores del Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte, presentan composiciones más coincidentes con la composición isotópica de las precipitaciones del área de recarga. En cuanto a las muestras de agua del Sector Tilopozo, presentan una leve afectación producto de la evaporación, lo que podría corresponder solamente a la que ocurre durante la infiltración hacia el acuífero.
 - Los sistemas de Lagunas La Punta La Brava y Peine muestran concentraciones isotópicas más ligeras, mostrando su afectación por evaporación pero también muestra que estos cuerpos de agua muestran una renovación continua de sus aguas, lo que causa que estos cuerpos de agua no presente composiciones tan evaporadas como las que se observan en las muestras de salmuera del núcleo.
 - Las muestras de Salmuera del Núcleo, mostraron gran afectación por evaporación, concordantes con su origen, ya que estas aguas se han acumulado en el depocentro de la cuenca durante la formación de la misma y se han ido evaporando formando el salar. El rango de composición es alto, pero en su mayoría las muestras de este sector presentan composiciones alrededor de los -20 a -30‰ en la δD y entre -1 y +2‰ para el valor de $\delta^{18}O$.
- III. Se analizó la relación hidroquímica del sistema de las lagunas en el sector sureste del Salar, la salmuera y los flujos de agua de recargas del sistema apoyados en la isotopía de estas aguas, donde se obtuvo que:
- Las muestras de los sectores del Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte presentan baja conductividad y empobrecidas en deuterio, concordante con el poco tránsito de los flujos de agua subterránea desde las cabeceras de la cuenca.
 - Las muestras del Sector Tilopozo presentan aumento en la salinización por el tránsito de estos flujos por los depósitos salinos hasta aflorar en los sistemas de lagunas del Borde Sur del Salar (las cuales están más enriquecidas en δD y $\delta^{18}O$ y presentan mayor conductividad y concentración de cloruros).
 - En el Sector Tilopozo, al igual que en el Borde Tilopozo, se observa el enriquecimiento del agua en cuanto a los iones cloruro y sodio a medida que atraviesa los depósitos salinos, reflejando la vía evolutiva del cloruro y el sodio desde el punto MP-4 (A) hacia los puntos ubicados cerca a las lagunas en la dirección de flujo del agua subterránea en este sector.
 - Las muestras de agua recolectadas en los sistemas de lagunas La Punta-La Brava y Sistema Peine presentan gran dispersión en relación con los otros sectores, lo cual indicaría que presentan fraccionamiento isotópico diferido producto de las distintas fuentes de recarga de las zonas de la cabecera de la cuenca que alimentan a estas lagunas, además que estas lagunas son zonas terminales, donde afloran en superficie estos flujos subterráneos mostrando la mezcla de los distintos flujos de recarga.

- Las muestras de Salmuera, presentan variaciones de composición isotópica tanto en δD y $\delta^{18}O$, pero muestran un rango acotado de variaciones en cuanto a Conductividad y cloruros, estos últimos asociados a la salinización por el tránsito de estos flujos en núcleo de halita.
 - Las relaciones iónicas de $rCl/rHCO_3$ y rNa/rK para las muestras de agua representativas de los flujos de agua provenientes de los sectores de recarga (flujos de agua salobre que ingresan de los bordes Tilomonte, Tilopozo y borde Oriental), estos flujos de agua salobre aumentan su concentración del ion cloruro y sodio principalmente, en sentido de las direcciones de flujo, a medida que ingresan e interactúan con los depósitos salinos clorurados existentes en el borde sur del Salar, para finalmente aflorar a la superficie en los sistemas de Lagunas de La Punta-La Brava, y Sistema Peine (zonas de descarga).
- IV. Se realizó la descripción del funcionamiento hidrodinámico e hidrogeoquímico de los sistemas, además de establecer la relación entre los flujos de agua subterránea ingresantes y los procesos de depositación actual de las sales del sector sureste del Salar de Atacama, donde se obtuvo que:
- En el Borde Oriental y Sur de la cuenca del Salar de Atacama se observa el contacto de dos acuíferos cuyos fluidos tienen características muy distintas el uno del otro (mediante los estudios geofísicos y las perforaciones realizadas en el borde Sur); correspondiente a la masa de salmuera, que ocupa principalmente el núcleo del Salar, y el agua salobre perteneciente al acuífero Negrillar-Monturaqui; y a las recargas superficiales del sector suroriental.
- La gran diferencia entre las densidades de estos fluidos hace que la zona de interfaz entre ellas tenga unas características especiales, donde la masa de salmuera, que actúa como una barrera semipermeable, se acuña hacia el sur y el agua salobre se sitúa sobre esa interfaz, descargando en superficie sobre los depósitos salinos de material fino y se forman lagunas en los sectores Sur, Sureste y Norte del Salar de Atacama. En el margen Sur del Salar alcanza profundidades que se han registrado hasta el entorno de los 70 m en la zona situada al Sur de Tilopozo. En el Sistema Peine, la pendiente de la Interfaz no supera el 5%.
- Las líneas de flujo del acuífero salobre en el sector del Tilopozo presentan dirección SE-NW, y hacia el centro de esta zona, cerca de la Laguna La Brava se observó que las líneas de flujo muestran dirección SW-NE lo que indicaría que esta zona estaría recibiendo aportes de agua procedente del Cordón de Lila, puntualmente del Sector de Tucúcaro. En el Sistema Peine (Salada, Saladita e Interna), las direcciones de flujo indicarían que las recargas proceden del borde sureste del Salar (Sector de Peine y Tilomonte), las cuales muestran orientación SE-NW, hacia las lagunas de este sector.
 - Los sectores Borde Oriental, Borde sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte muestran que estas aguas presentan contenidos de Na levemente mayores que los cloruros, lo que indica que estas han presentado intercambio iónico por el tránsito desde la cabecera de la cuenca con las rocas volcánicas y/o sedimentarias del borde Oriental y los callejones Tilopozo y Tilomonte. El sector Tilopozo, al igual que los Sistemas La Punta La Brava y Peine, presentan leve aumento de cloruros en relación al Na, ya que estas agua a medida que atraviesan los depósitos salinos de borde sur hasta la zona de descarga que son las Lagunas, generan disolución de estos depósitos.
 - Las aguas de recarga del borde sur del Salar (Sectores Borde Tilopozo, Borde Tilomonte, Borde Oriental, Sector Tilopozo), a medida que atraviesan los depósitos

evaporíticos antiguos asociados a las rocas sedimentarias cubiertas por las extensas formaciones volcánicas de los bordes Sur y oriental de la cuenca, lo que sugiere que el aumento de estos componentes (Na, Cl, Ca, SO₄) provienen de la disolución de halita (NaCl), Yeso (CaSO₄ · 2 H₂O) o anhidrita (CaSO₄).

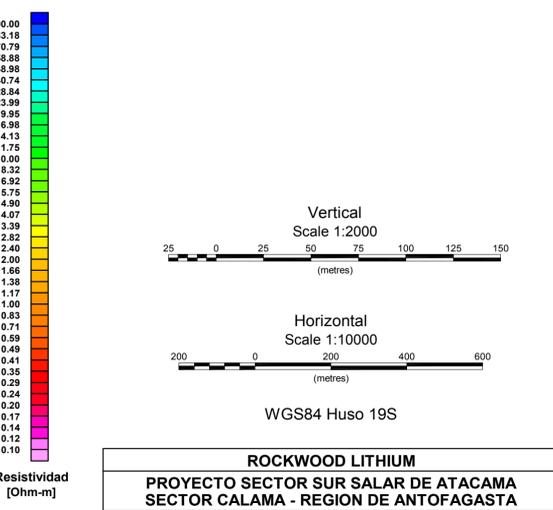
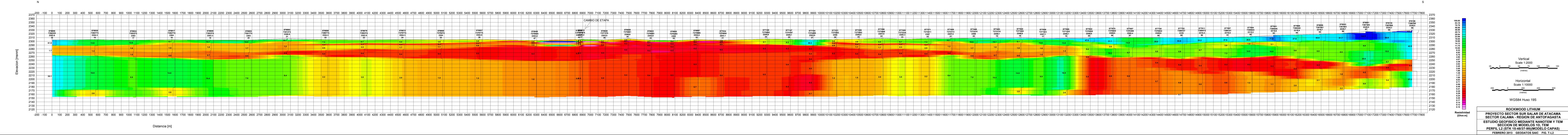
- La concentración del Magnesio en forma relativa a la del litio en las aguas de los sistemas del borde sur del salar, donde se observa una disminución del magnesio en la dirección de flujo de las aguas subterráneas hasta las zonas de descarga de estos flujos en los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine, asociado al intercambio iónico de estos flujos durante su recorrido por las unidades litológicas del borde sur del Salar.
- Los componentes de los flujos subterráneos del borde Sur del Salar hasta sus zonas de descarga en los sistemas de lagunas La Punta La Brava y Peine, son de origen principalmente volcánico, ya sea por flujos hidrotermales o por la alteración de las rocas volcánicas.
- Se denota que los carbonatos Dolomita, Calcita y Aragonito, aumenta su concentración en dirección del flujo asociado a la interacción con los depósitos salinos (Costra de Cloruros yesífera y costra yesífera de sulfato y cloruros). Además de estos minerales, se observa que en las soluciones de obtenida de los pozos perforados de los sectores Tilopozo y Sistema Peine: Baritina (Sulfatos), Calcedonia y Cuarzo (silicatos) también presentan sobresaturación.
- La muestra del pozo MPS-A(A) (Sistema Peine), fue la única que mostró sobresaturación de los minerales Celestina (Sulfatos), Yeso y Estroncionita (Carbonatos), asociado a la interacción de estos flujos de agua con los depósitos salinos (costras de cloruros y yeso).
- Los sectores Borde Oriental, Borde Sector Tilomonte, Sector Tilopozo y Borde Sector Tilopozo presentan como elemento de fracción disuelta más abundante el Silicio, siendo el metal disuelto con mayor concentración en relación a los demás metales en fracción disuelta analizados para estos sectores, debido a la interacción roca-agua por el tránsito de estos flujos subterráneos a través de las formaciones volcánicas que se encuentran en la cuenca del Salar. De todos los sectores de análisis del borde Sur del Salar de Atacama, se denota que los sectores Borde Oriental, Borde Sector Tilopozo y Borde Sector Tilomonte en general, son los sectores que presentan menor concentración de estos elementos en fracción disuelta en relación a los demás sectores, ya que estos flujos presentan poco tránsito e interacción con las unidades salinas como los demás sectores.

5 BIBLIOGRAFÍA

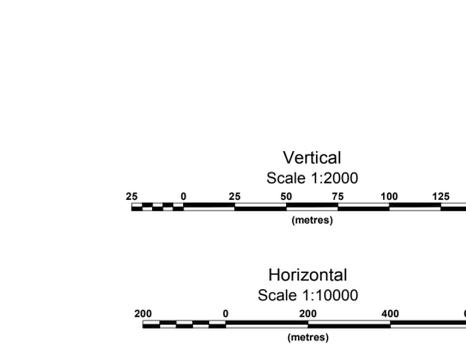
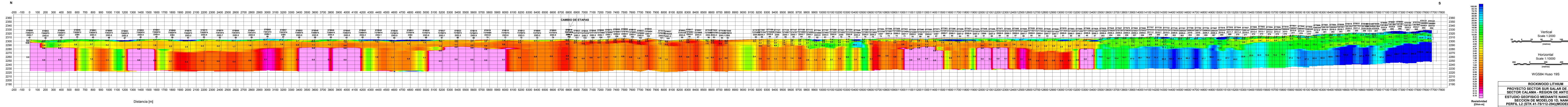
- Alonso, H & Risacher, F. 1996. Geoquímica del Salar de Atacama, parte 1: origen de los componentes y balance salino. Revista Geológica Chile, Volumen 23, N°2.
- Börgel 1983. Geografía de Chile Tomo 2 Geomorfología. Instituto Geográfico Militar, Santiago pp 182
- Conama – SQM-MEL-CMZ-SCL (2003) “Proyecto de Estudio y Monitoreo del Recurso Hídrico de la Cuenca del Salar de Atacama”.
- Custodio E., Llamas M.R., 1983. Hidrología subterránea. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- Dalannais, L., 1979 Hidrogeología del Borde Oriental del Salar de Atacama. Memoria para optar al título de Geólogo, Universidad del Norte. Departamento de Geología. Antofagasta. Pp 93.
- DGA – Dictuc (2005) “Hidrogeología de la II Región y Asesoría para la Revisión de Informes de Estudios de Evaluación de Recursos Hídricos. Informe Final Salar de Atacama”.
- DGA, Departamento de Administración de Recursos Hídricos, 2012. Evaluación de los recursos Hídricos Subterráneos del Acuífero del Salar de Atacama.
- DGA-GCF Ingenieros Limitada, 2010. Actualización de la Evaluación de la Disponibilidad de Recursos Hídricos para construir Derechos de Aprovechamiento en las Subcuencas Afluentes al Salar de Atacama. II Región.
- DGA, 1987. Balance Hídrico de Chile. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas. Santiago. Chile.
- DGA, 2009. Levantamiento Hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona Norte de Chile, Regiones XV, I, II y III. Etapa 2. Hidrogeoquímica e Isotopía Regional del Altiplano de Chile. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Pontificia Universidad Católica de Chile. S.I.T. N°195. Santiago.
- Escuder R. et al, 2009. Hidrogeología. Comisión Docente Curso internacional de Hidrología Subterránea
- Geodatos, 2013. Estudio Geofísico NanoTEM y TEM. Proyecto Sector Sur Salar de Atacama. Región de Antofagasta, Chile. Etapa I: Marzo 2013.
- Geodatos, 2013. Estudio Geofísico NanoTEM y TEM. Proyecto Sector Sureste Salar de Atacama. Región de Antofagasta, Chile. Etapa II: Abril 2013.
- L. Mardones 1986. Características Geológicas e Hidrogeológicas del Salar de Atacama”, El litio un nuevo recurso para Chile, Editorial Universitaria pp 181-216

- MEL – (2011) Undécimo Informe Anual Monitoreo Ambiental EIA Lixiviación Óxidos de Cobre y Aumento de la Capacidad de Tratamiento de Mineral Sulfurado
- Moraga, A; Chong, G; Fortt, M.A. 1974. Estudio Geológico del Salar de Atacama, provincia de Antofagasta. Instituto de Investigación Geológica (Chile), Bol N° 29. Pp 59.
- Ramírez C. y Gardeweg M., 1982. Hoja Toconao. Carta Geológica de Chile N° 54, Escala 1:250.000. Servicio Nacional de Geología y Minería.
- Risacher, F & Alonso, H. 1996. Geoquímica del Salar de Atacama, parte 2: evolución de las aguas. Revista Geológica Chile, Volumen 23, N°2.
- Salazar C. et al., 1999. Análisis de Requerimientos Hídricos de Vegas y Bofedales en el Norte de Chile.
- SCL–GCF (2009) “Modelo de Simulación Flujo Sistema Salar de Atacama. Anexo 5.2 Estudio Impacto Ambiental”
- SGA S.A, 2013. Adenda N°4. Estudio de Impacto ambiental del Proyecto “Modificaciones y Mejoramiento del Sistema de Pozas de Evaporación Solar en el Salar de Atacama”. Anexo 3. Estudio Hidrogeológico y Modelo Numérico Sector Sur del Salar de Atacama.
- Vila, T. 1990. Salar deposits in Northern Chile-Stratabound ore deposits in the Andes. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Vergara, F & Pavlovic, P. 1986. Proyecto de recuperación de Litio en el Salar de Atacama. El litio, un nuevo recurso para Chile. Editorial Universitaria.
- Water Management Consultants. 1997. SPN VCL Project-Phase I Hydrochemical assessment. Internal MEL report.

**Anexo I. Perfiles Geofísicos TEM Y NanoTEM del Borde Sur
del Salar de Atacama**



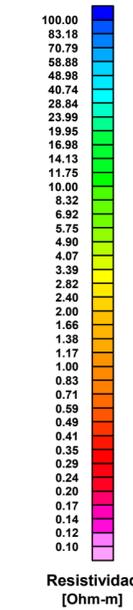
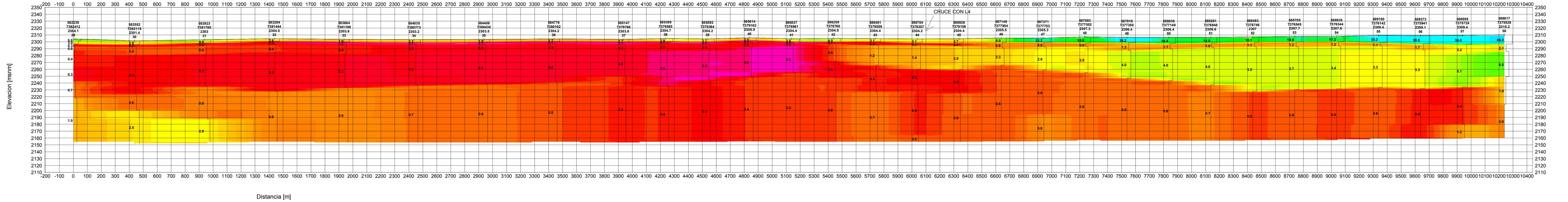
ROCKWOOD LITHIUM
PROYECTO SECTOR SUR SALAR DE ATACAMA
SECTOR CALAMA - REGION DE ANTOFAGASTA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE NANOTEM Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D. TEM
PERFIL L2 (STK 15-48/37-99)(MODELO CAPAS)
FEBRERO 2013 GEODATOS SAIC FIG. T-L2



WGS84 Huso 19S

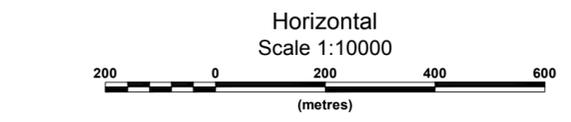
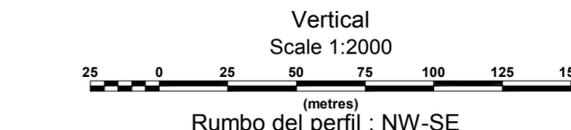
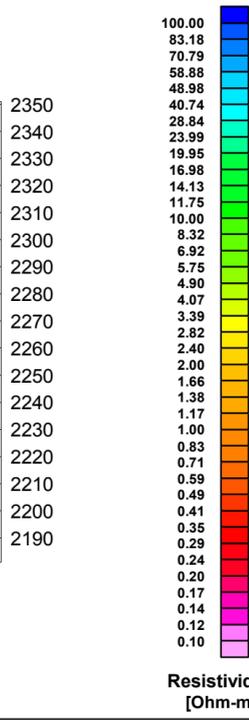
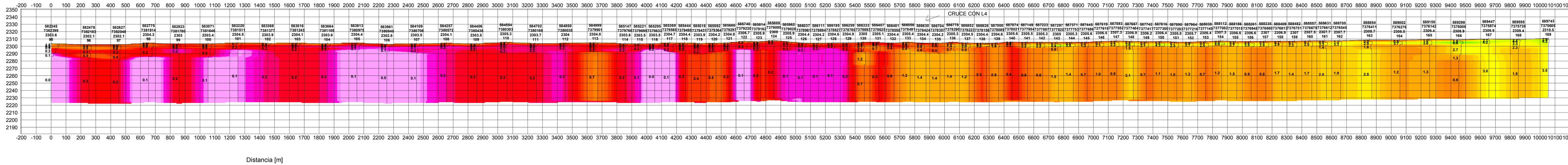
ROCKWOOD LITHIUM
PROYECTO SECTOR SUR SALAR DE ATACAMA
SECTOR CALAMA - REGION DE ANTOFAGASTA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE NANOTEM Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, NANOTEM
PERFIL L2 (STK 41-75/112-294)(MODELO CAPS)
FEBRERO 2013 GEODATOS SAIC FIG. NT-L2e

Resistividad [Ohm-m]



ROCKWOOD LITHIUM
PROYECTO SECTOR SUR ESTE SALAR DE ATACAMA
SECTOR CALAMA - REGION DE ANTOFAGASTA
ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE NANOTEM Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, TEM
PERFIL L2 (STK 29-58)(MODELO CAPAS)
 ABRIL 2013 GEODATOS SAIC FIG. T-L2

Elevación [msnm]



WGS84 Huso 19S

ROCKWOOD LITHIUM

PROYECTO SECTOR SUR ESTE SALAR DE ATACAMA
SECTOR CALAMA - REGION DE ANTOFAGASTA

ESTUDIO GEOFISICO MEDIANTE NANOTEM Y TEM
SECCION DE MODELOS 1D, NANOTEM
PERFIL L2 (STK 95-169)(MODELO CAPAS)

ABRIL 2013 GEODATOS SAIC FIG. NT-L2

Anexo II. Resultados de los Análisis Físico-químicos del Agua

Punto de muestreo			S-1	S-2	S-3	S4
Fecha muestreo			19-feb-13	19-feb-13	19-feb-13	22-mar-13
Hora muestreo			10:15	11:40	12:10	17:30
Profundidad agua	m		1,20	1,12	1,30	1,35
Sector			N	N	N	N
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-05027.003	ES13-05027.004	ES13-05027.005	ES13-07840.001
Temperatura terreno	Tª	°C	25,1	25,7	25,3	25,7
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	6,86	6,63	6,70	6,78
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	958	758	884	990
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	22	22	21	24
pH a 25°C	pH	U,pH	6,8	6,7	6,7	6,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	506.000*	476.900*	477.100*	430.800*
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	237.420	236.600	230.460	351.180
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	610	639	805	374
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	198.754	205.287	203.155	168.408
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	10.339	9.187	16.299	20.506
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	744,00	778,30	981,50	455,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	37,7	76,4	31,5	4,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	463,70	660,00	405,20	351,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	13.345,00	17.220,00	16.515,00	19.911,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	7.640	9.000	9.915	11.410
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	106.450	90.475	89.025	68.524
Boro disuelto	B	mg/L	93,6	124,9	80,45	500
Litio disuelto	Li	mg/L	782,30	798,31	1032,00	1398
Silicio disuelto	Si	mg/L	0,03	0,30	0,05	<0,01
Error (r%)	err	%	-1,79	-6,11	-6,83	-3,93
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	<0,02	<0,02	2,98	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,04	0,26	0,04	<0,01
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	3,310	4,76	0,88	0,75
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	596,0	668,5	426,75	375
Magnesio total	Mg	mg/L	7745	9613	10118	12524
Sodio total	Na	mg/L	133450	95264	93561	71254
Potasio total	K	mg/L	15610	18558	18870	21530
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	0,67	2,15	0,1	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,08	0,46	0,19	<0,01
Boro total	B	mg/L	109,00	157,6	225,6	529
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	5,620	3,87	9,24	40,6
Litio total	Li	mg/L	819,500	861	1357,5	1595
Manganeso total	Mn	mg/L	0,2000	0,1	1,08	1,12
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	1,45	4,96	0,52	<0,01
Estroncio total	Sr	mg/L	3,6500	4,94	3,15	0,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo.

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			CL-2	CL-6	TPB-02	TPB-03
Fecha muestreo			19-feb-13	19-feb-13	19-feb-13	19-feb-13
Hora muestreo			13:20	9:25	15:00	19:10
Profundidad agua		m	1,68	1,12	0,91	0,90
Sector			N	N	N	N
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-05027.006	ES13-05027.002	ES13-05027.007	ES13-05027.011
Temperatura terreno	Tª	°C	24,4	-	29,8	24,2
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	-	>200.000	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	6,71	-	6,45	6,81
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	930	-	960	925
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	22	21	21	23
pH a 25°C	pH	U,pH	6,8	6,9	6,6	6,9
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	487.800*	598.900*	469.100*	480.900*
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	235.500	229.640	234.710	238.200
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	750	663	832	512
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	<10	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	200.817	196.416	198.976	193.574
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	11.146	10.866	5.301	10.833
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	914,60	808,30	1.014,60	623,60
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	38,8	7,6	120,7	83,4
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	471,40	513,40	996,30	491,75
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	16.595,00	10.125,00	27.175,00	11.845,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	8.615	5.482	15.305	6.005
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	98.025	133.575	73.725	103.975
Boro disuelto	B	mg/L	68,24	130	69,81	53,51
Litio disuelto	Li	mg/L	816,9	512,30	1562	589,3
Silicio disuelto	Si	mg/L	0,12	0,18	0,07	0,09
Error (r%)	err	%	-4,28	7,09	-4,77	-3,14
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	13,23	8,13	0,39	7,9
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,16	0,49	0,23	0,55
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,13	3,92	2,62	1,66
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	482,5	609	1066,5	554
Magnesio total	Mg	mg/L	8743	5668	16063	6173
Sodio total	Na	mg/L	112546	135361	76542	123655
Potasio total	K	mg/L	16663	12600	27930	12365
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	0,73	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,7	0,98	0,68	1,49
Boro total	B	mg/L	198,5	157,2	244,6	176,7
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,85	1,06	0,11	0,16
Litio total	Li	mg/L	836,5	562	1750,5	603
Manganeso total	Mn	mg/L	0,42	0,08	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	0,39	0,32	0,4	0,49
Estroncio total	Sr	mg/L	3,43	4,65	9,2	5,81
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = ; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomo

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPB-05	L12-1	HH-1	TPB-04
Fecha muestreo			19-feb-13	20-feb-13	12-feb-13	19-feb-13
Hora muestreo			17:30	17:00	18:00	18:30
Profundidad agua		m	0,84	1,35	0,57	0,93
Sector			N	N	N	N
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-05027.009	ES13-05027.012	ES13-04098.002	ES13-05027.010
Temperatura terreno	Tª	°C	27,4	26,8	24,2	24,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	101.100	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	6,69	6,75	7,65	6,73
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	666	970	568	525
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	21	24	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	6,8	6,9	7,8	6,9
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	475.900*	569.700*	109.100	490.000*
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	241.180	235.150	62.955	242.072
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	546	665	273	403
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	193.642	193.778	31.825	186.155
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	9.977	16.003	10.652	9.220
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	666,10	810,10	332,30	490,60
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	24,4	25,2	7,5	47,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	521,50	404,15	856,30	623,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	12.125,00	12.560,00	4.031,21	8.290,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	6.275	6.910	1.852	4.263
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	102.000	124.650	16.954	111.550
Boro disuelto	B	mg/L	56,94	120,24	124,7	43,23
Litio disuelto	Li	mg/L	716,34	612,2	146,35	359,21
Silicio disuelto	Si	mg/L	0,08	0,08	2,51	0,27
Error (r%)	err	%	-3,52	4,33	-4,09	0,00
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,8	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	7,12	16,94	<0,5	8,51
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,39	1,26	17,88	2,69
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,970	1,89	46,85	3,27
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	578,5	416,25	1020	657,5
Magnesio total	Mg	mg/L	6333	7075	2165	4337,5
Sodio total	Na	mg/L	108932	136521	22890	119325
Potasio total	K	mg/L	12288	13675	4370	8560
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	1,08	4,41	22,05	8,76
Boro total	B	mg/L	158,3	210,5	176,65	142,3
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,15	0,1	0,34	0,11
Litio total	Li	mg/L	731,500	682	175,21	399,2
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	0,35	0,49	2,82	1,18
Estroncio total	Sr	mg/L	5,7800	4,38	65,65	10,46
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = hte; BO = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPB-06	TPDV-08	Dilución Laguna	Laguna La Punta
Fecha muestreo			20-feb-13	12-feb-13	19-feb-13	21-mar-13
Hora muestreo			18:35	16:00	17:00	16:15
Profundidad agua	m		1,13	0,35	-	-
Sector			N	N	N	PB
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-05024.001	ES13-04098.001	ES13-05027.008	ES13-07658.009
Temperatura terreno	Tª	°C	25,5	20,4	29,8	22,9
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	44.690
pH terreno	pH	U,pH	6,74	7,35	6,75	8,35
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	648	540	543	639
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	23	22	22	23
pH a 25°C	pH	U,pH	6,8	7,5	6,8	8,5
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	446.200*	416.200*	485.800*	35.600*
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	243.080	290.185	239.640	36.105
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	400	652	350	493
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	184.999	171.890	184.998	9.130
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	6.059	11.492	8.627	2.964
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	488,10	794,20	426,30	528,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	<0,02	7,3	6,1	7,5
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	732,64	502,21	750,50	410,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	7.892,00	5.891,00	7.845,00	1.525,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	3.981	2.161	3.935	930
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	101.000	98.215	111.200	5.140
Boro disuelto	B	mg/L	145,9	316,8	40,15	63,1
Litio disuelto	Li	mg/L	161,24	306,40	289,14	124
Silicio disuelto	Si	mg/L	0,36	<0,01	0,84	26,6
Error (r%)	err	%	-3,76	-4,84	-0,01	9,33
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	9,54	<0,5	8,9	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	2,56	1,08	3,48	2,16
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	12,2	8	5,06	5,2
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,13	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	750	521,4	776,25	421
Magnesio total	Mg	mg/L	4097,5	2930	4005	936
Sodio total	Na	mg/L	109000	114500	132654	5220
Potasio total	K	mg/L	8040	6031	7960	1528
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	3,16	4,35	10,22	3,28
Boro total	B	mg/L	146,4	323,05	137,9	87,1
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,12	<0,01	0,11	<0,01
Litio total	Li	mg/L	172,16	401,7	318,55	160
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	0,42	0,29	2,92	29,6
Estroncio total	Sr	mg/L	12,43	9,6	16,05	6,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	0,15	0,58	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Brava- Punto C	Laguna Interna	Laguna Salada	Laguna Saladita
Fecha muestreo			14-feb-13	21-feb-13	21-feb-13	21-feb-13
Hora muestreo			13:30	15:50	13:15	14:45
Profundidad agua	m		-	-	-	-
Sector			PB	P	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04346.001	ES13-05024.004	ES13-05024.002	ES13-05024.003
Temperatura terreno	T ^a	°C	30,4	28,0	27,8	24,1
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	29.080	65.940	46.110	62.120
pH terreno	pH	U,pH	8,04	7,75	8,05	7,90
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	400	400	400	400
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	20	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	8,1	7,9	8,0	8,0
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	30.200	65.400	49.800	62.400
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	21.015	48.325	31.360	37.880
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	342	226	271	249
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	9.005	24.593	16.257	23.292
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.892	3.886	2.424	3.457
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	416,80	275,40	330,00	303,90
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	1,9	8,8	<0,02	0,3
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	200,31	852,50	621,24	844,10
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	900,31	1.714,00	1.125,20	1.782,30
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	711	1.131	854	1.062
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	4.591	10.990	7.056	9.452
Boro disuelto	B	mg/L	53,98	45,18	33,39	42,63
Litio disuelto	Li	mg/L	61,18	111,90	74,81	106,30
Silicio disuelto	Si	mg/L	26,20	20,09	20,34	21,60
Error (r%)	err	%	-4,82	-6,29	-5,84	-8,87
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,5	0,6	0,6
Bromuros	Br-	mg/L	<0,05	<0,02	<0,02	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	1,74	1,84	0,44	0,57
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	2,57	8,5	5,040	6,56
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	0,26	0,1	0,21
Calcio total	Ca	mg/L	213,2	888,5	628,5	845
Magnesio total	Mg	mg/L	753,3	1207,5	865,00	1192,5
Sodio total	Na	mg/L	5045	11100	7345,000	10560
Potasio total	K	mg/L	958,4	1860,5	1385,500	1832,5
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	2,06	2,94	0,6600	0,87
Boro total	B	mg/L	56,75	72,73	50,2300	62,23
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	0,12	0,13	0,1
Litio total	Li	mg/L	66,36	154,2	102,700	143
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	27,54	28,46	30,29	27,88
Estroncio total	Sr	mg/L	2,83	11,63	6,8700	8,68
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,32	0,26	0,27

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = !

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			PZ-5A	PZ-5B	PZ-8	PZ-15
Fecha muestreo			14-feb-13	14-feb-13	21-mar-13	21-mar-13
Hora muestreo			11:15	11:30	14:00	16:30
Profundidad agua	m		0,35	0,35	0,28	0,26
Sector			TZ	TZ	TZ	TZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04403.002	ES13-04403.003	ES13-07658.008	ES13-07658.010
Temperatura terreno	T ^a	°C	22,4	22,4	21,9	21,1
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	10.830	11.280	9.177	16.330
pH terreno	pH	U,pH	7,66	8,26	7,19	7,41
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	400	531	414	400
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	24	22	23	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,9	7,9	7,9	7,9
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	10.080	10.130	8.650	16.700
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	6.720	6.785	5.585	10.810
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	329	346	181	401
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	3.620	3.055	2.624	4.119
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	891	999	349	677
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	401,00	422,20	220,00	489,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	0,1	0,1	3,7	1,4
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	128,30	139,10	206,00	187,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	389,20	385,40	176,00	428,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	234	232	156	268
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.984	1.980	1.269	2.573
Boro disuelto	B	mg/L	19,6	19,98	8,62	20,7
Litio disuelto	Li	mg/L	17,45	17,6	10,00	27,00
Silicio disuelto	Si	mg/L	24,73	20,16	26,40	27,60
Error (r%)	err	%	-2,08	3,48	1,08	8,53
Fluoruros	F-	mg/L	0,6	0,6	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	0,66	0,61	<0,5	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,77	0,82	0,22	0,34
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,24	1,48	2,16	2,42
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	150,2	151	214	191
Magnesio total	Mg	mg/L	234,7	244,1	161	269
Sodio total	Na	mg/L	2016	2000	1327	2652
Potasio total	K	mg/L	395,5	390,5	182	435
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	0,15	<0,05	0,06
Arsénico total	As	mg/L	0,89	0,86	0,28	0,41
Boro total	B	mg/L	21,29	20	13	25,2
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	0,18	<0,01	0,07
Litio total	Li	mg/L	18,82	17,68	13	34,5
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	26,59	25,19	32	28
Estroncio total	Sr	mg/L	1,38	1,56	2,81	2,94
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			PZ-16A	TPZ-1A	TPZ-6S	TPZ-7S
Fecha muestreo			14-feb-13	21-mar-13	23-mar-13	23-mar-13
Hora muestreo			10:30	10:40	9:30	8:30
Profundidad agua		m	0,16	-	-	-
Sector			TZ	TZ	TZ	TZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04403.001	ES13-07658.006	ES13-07839.003	ES13-07839.002
Temperatura terreno	Tª	°C	20,3	22,7	18,7	23,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	8.211	9.660	16.000	34.330
pH terreno	pH	U,pH	7,85	7,55	7,82	7,50
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	414	400	509	488
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	22	22	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	7,9	7,9	8,0	8,0
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	7.270	9.560	15.360	37.000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	5.345	6.060	9.940	27.220
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	372	265	311	339
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2.559	2.959	4.472	12.215
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	919	310	1.599	4.684
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	453,00	324,00	380,00	413,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	0,3	4,0	3,3	8,0
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	95,74	208,00	96,80	223,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	271,30	190,00	305,00	909,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	225	150	278	795
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.567	1.454	2.531	7.620
Boro disuelto	B	mg/L	18,88	9,3	17,7	45,4
Litio disuelto	Li	mg/L	12,09	11,4	21,80	53,6
Silicio disuelto	Si	mg/L	26,07	25,5	27,20	23
Error (r%)	err	%	-0,12	-0,04	-3,72	0,34
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	0,8	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	0,55	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,75	0,2	0,67	1,25
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	0,8	1,86	1,84	4,86
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	110,5	220	103,0	227
Magnesio total	Mg	mg/L	238,3	153	286,00	801
Sodio total	Na	mg/L	1666	1467	2664	7930
Potasio total	K	mg/L	284,4	195	319	909
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	0,45	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,84	0,28	0,77	1,95
Boro total	B	mg/L	21,13	13	19,8	47,3
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	0,08	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	0,05	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	13,12	14,2	23,9	59
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,33	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,18
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	29,29	29,1	27,6	23,9
Estroncio total	Sr	mg/L	0,9	2,4	1,88	4,91
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,1	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Tucucaro	TE-1	TE-8	TM-2
Fecha muestreo			13-feb-13	20-mar-13	21-feb-13	20-mar-13
Hora muestreo			18:30	18:00	18:00	16:45
Profundidad agua	m		-	8,55	-	8,66
Sector			TZ	BTZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04401.003	ES13-07658.004	ES13-05024.006	ES13-07658.003
Temperatura terreno	T ^a	°C	25,5	24,6	27,4	24,1
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	6.899	5.173	2.517	4.765
pH terreno	pH	U,pH	7,54	6,94	7,05	7,17
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	528	400	497	438
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	24	22	25	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,6	7,9	7,3	8,1
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	6.280	4.350	2.483	3.840
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	3.250	2.760	1.328	2.370
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	356	404	487	272
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2.189	961	151	826
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	549	433	407	413
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	434,30	492,00	593,90	331,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,2	5,2	3,5	6,7
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	189,45	170,00	152,34	128,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	189,20	74,80	27,45	64,10
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	130	90	62	82
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.018	594	236	532
Boro disuelto	B	mg/L	10,93	8,34	6,66	7,88
Litio disuelto	Li	mg/L	9,74	3,98	0,93	3,15
Silicio disuelto	Si	mg/L	27,85	31,90	32,23	30,4
Error (r%)	err	%	-4,22	2,54	2,54	4,05
Fluoruros	F-	mg/L	0,9	0,6	0,6	0,6
Bromuros	Br-	mg/L	0,6	<0,5	0,27	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,14	0,27	0,35	0,3
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,42	1,21	0,96	1,14
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,1	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	201,7	194	154,5	129
Magnesio total	Mg	mg/L	138,1	90,9	66,5	84,3
Sodio total	Na	mg/L	1037	633	243,3	563
Potasio total	K	mg/L	194	77,6	29,5	66,6
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	2,59	2,14	0,57
Arsénico total	As	mg/L	0,16	1,61	0,49	0,31
Boro total	B	mg/L	12,54	10,1	9,71	9
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	0,11	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	31,8	3,66	0,69
Litio total	Li	mg/L	10,41	5,01	1,22	3,74
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,24	0,06	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	32,26	35,9	48,8	30,6
Estroncio total	Sr	mg/L	1,57	1,39	1,27	1,29
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,06	0,11	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			TM-6	TP-1	TP-2 (a)	TP-3 (a)
Fecha muestreo			21-feb-13	20-mar-13	20-mar-13	21-feb-13
Hora muestreo			19:15	12:30	19:00	17:00
Profundidad agua	m		-	16,74	3,63	-
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-05024.007	ES13-07658.002	ES13-07658.005	ES13-05024.005
Temperatura terreno	T ^a	°C	25,5	25,7	23,8	25,6
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	2.435	4.785	9.059	2.956
pH terreno	pH	U,pH	7,02	6,93	6,87	7,14
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	488	646	700	481
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	24	22	22	24
pH a 25°C	pH	U,pH	7,3	8,0	7,7	7,3
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	2.462	4.000	9.300	3.440
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	1.508	2.620	5.790	1.830
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	391	391	401	422
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	250	874	2.682	412
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	388	419	517	387
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	476,80	477,00	489,00	515,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	3,4	5,0	5,4	0,4
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	83,32	176,00	182,00	111,64
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	24,96	62,20	249,00	33,86
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	54	83	160	61
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	230	559	1.427	312
Boro disuelto	B	mg/L	6,86	7,82	13,5	7,75
Litio disuelto	Li	mg/L	0,93	3,34	15,50	1,59
Silicio disuelto	Si	mg/L	35,30	29,00	31,40	31,24
Error (r%)	err	%	-3,74	3,50	1,19	-5,84
Fluoruros	F-	mg/L	0,6	0,6	0,6	0,6
Bromuros	Br-	mg/L	0,36	<0,5	<0,5	0,26
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,3	0,33	0,35	0,19
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	0,91	1,2	1,27	1,02
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,08	<0,01	<0,01	0,08
Calcio total	Ca	mg/L	101,52	179	185	134,1
Magnesio total	Mg	mg/L	61,42	88,4	161	72,69
Sodio total	Na	mg/L	236,55	582	1449	315,2
Potasio total	K	mg/L	27,74	66,8	253	39,21
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	0,36	0,28	0,36
Arsénico total	As	mg/L	0,49	0,33	0,44	0,29
Boro total	B	mg/L	9,47	9,2	19,4	10,95
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	0,09	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,92	0,19	0,32	0,89
Litio total	Li	mg/L	1,2	4,04	19,3	2,13
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,21	0,07	0,52
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	48,24	31,2	36,6	46,45
Estroncio total	Sr	mg/L	1,26	1,39	1,6	1,36
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	0,12	0,11	0,06	0,12

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPZ-2A	Tilopozo	TS-8	Vertiente Tulán
Fecha muestreo			13-feb-13	13-feb-13	22-mar-13	22-mar-13
Hora muestreo			14:50	15:15	7:30	13:00
Profundidad agua	m		1,81	-	-	-
Sector			BTZ	BTZ	BTM	BTM
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04401.002	ES13-04401.001	ES13-07840.002	ES13-07839.001
Temperatura terreno	Tª	°C	26,0	28,4	19,2	23,06
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	3.149	4.240	6.692	5.799
pH terreno	pH	U,pH	7,44	6,85	8,74	7,28
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	533	536	2.577	400
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	22	22	23	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,8	7,3	8,5	7,8
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	2.870	3.720	6.430	6.140
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	1.864	2.444	5.095	3.470
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	328	391	31	138
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	993	1.010	1.977	1.356
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	426	431	<10	635
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	399,90	476,30	38,00	168,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	0,1	3,3	21,8	3,4
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	89,75	169,55	121,00	243,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	59,30	78,75	65,20	47,60
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	102	89	98	103
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	447	536	915	891
Boro disuelto	B	mg/L	8,99	8,12	12,5	7,040
Litio disuelto	Li	mg/L	2,37	3,78	1,52	0,61
Silicio disuelto	Si	mg/L	34,55	33,01	0,49	25,40
Error (r%)	err	%	-8,37	-1,56	2,21	7,23
Fluoruros	F-	mg/L	1,7	0,6	<0,5	0,800
Bromuros	Br-	mg/L	0,46	0,48	<0,5	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,32	0,18	<0,01	0,020
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,74	1,17	1,13	2,39
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	99,7	177	128	251
Magnesio total	Mg	mg/L	115,3	95,8	103	111
Sodio total	Na	mg/L	470	555	991	1113
Potasio total	K	mg/L	63,5	83,65	68,1	49,5
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	0,08	0,09	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,35	0,20	<0,01	0,08
Boro total	B	mg/L	10,54	11,29	15,9	8,35
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	0,06	45,5	<0,01
Litio total	Li	mg/L	2,62	4,42	3,2	0,72
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	0,46	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	37,94	35,92	0,57	26,6
Estroncio total	Sr	mg/L	1,9	1,34	1,42	2,44
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Vertiente Tilomonte	Anterepresa Tilomonte	Calicata Peine Tilomonte	Quebrada Camar
Fecha muestreo			15-feb-13	19-mar-13	18-feb-13	23-mar-13
Hora muestreo			16:30	19:30	20:15	11:30
Profundidad agua	m		-	-	-	-
Sector			BTM	BTM	BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-04346.002	ES13-07658.001	ES13-05027.001	ES13-07839.005
Temperatura terreno	T ^a	°C	24,98	14,23	20,38	25,28
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	6.326	7.069	9.745	3.547
pH terreno	pH	U,pH	8,45	8,21	7,27	8,17
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	150	554	783	621
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	20	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	8,3	8,2	7,4	8,6
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	6.510	6.190	10.700	2.795
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	4.030	4.660	6.200	2.116
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	174,8	207	344,9	505
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	1.718	1.779	3.157	256
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	699	651	930	710
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	207,90	252,00	420,40	615,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,7	2,2	0,3	1,7
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	279,12	315,00	470,12	115,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	68,12	55,80	165,25	26,30
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	152	150	172	111
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	812	823	1.459	498
Boro disuelto	B	mg/L	9,970	7,900	11,620	5,520
Litio disuelto	Li	mg/L	1,10	0,96	7,12	0,66
Silicio disuelto	Si	mg/L	27,70	22,30	12,45	23,90
Error (r%)	err	%	-2,20	-0,11	-4,45	9,50
Fluoruros	F-	mg/L	1,000	0,900	0,900	0,800
Bromuros	Br-	mg/L	<0,05	<0,5	0,720	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,080	0,020	0,230	0,340
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	2,72	2,32	3,89	0,65
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	295,4	325	475,7	137
Magnesio total	Mg	mg/L	166,8	154	186,55	126
Sodio total	Na	mg/L	893,8	850	1582,5	502
Potasio total	K	mg/L	72,85	58	172,6	28,7
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	0,18	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,11	0,09	0,27	0,44
Boro total	B	mg/L	10,74	8,92	18,12	5,96
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	0,07	0,12	<0,01
Litio total	Li	mg/L	1,25	1,11	8,4	0,66
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,1	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	29,93	24	13,22	27,1
Estroncio total	Sr	mg/L	2,91	2,65	4,19	0,73
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Fuente Cerro Cas	Vertiente Peine	Laguna Chaxas
Fecha muestreo			23-mar-13	15-feb-13	23-mar-13
Hora muestreo			12:30	13:15	10:30
Profundidad agua	m		-	-	-
Sector			BO	BO	SN
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-07839.006	ES13-04346.003	ES13-07839.004
Temperatura terreno	Tª	°C	24,04	24,28	29,14
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	1.569	4.159	103.600
pH terreno	pH	U.pH	7,68	6,97	7,7
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	1044	100	613
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	22	20	22
pH a 25°C	pH	U.pH	8,2	7,6	7,9
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	1.744	4.210	115.300
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	1.172	2.310	91.865
Densidad	D	g/cc	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	689	129,7	487
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	227	1.000	48.528
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	271	438	8.635
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	840,00	158,10	593,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,4	5,2	5,1
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	124,00	306,12	699,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	11,30	22,16	3.128,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	26	88	2.379
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	445	480	22.430
Boro disuelto	B	mg/L	5,890	8,590	107,000
Litio disuelto	Li	mg/L	0,60	0,45	285,00
Silicio disuelto	Si	mg/L	29,10	25,39	7,10
Error (r%)	err	%	6,95	4,81	-6,85
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,500	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	<0,5	<0,05	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,210	0,080	0,950
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	0,52	2,55	10,40
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	126	319,3	719
Magnesio total	Mg	mg/L	26,7	91,89	2589
Sodio total	Na	mg/L	448	512,4	24930
Potasio total	K	mg/L	12,6	25,79	3728
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,39	0,10	1,05
Boro total	B	mg/L	6,38	8,92	124
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	0,73	0,47	299
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	31,9	26,74	10,3
Estroncio total	Sr	mg/L	0,56	2,6	10,4
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = :

(a) tomado en acuífero superficial

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Punta	Laguna La Brava- Punto C	Laguna Interna
Fecha muestreo			21-abr-13	21-abr-13	16-abr-13
Hora muestreo			16:10	17:20	18:30
Profundidad agua		m	-	-	-
Sector			PB	PB	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-10713.003	ES13-10713.001	ES13-10713.004
Temperatura terreno	T ^a	°C	20,00	22,74	22,70
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	32.290	32.290	46.690
pH terreno	pH	U,pH	8,35	8,13	7,77
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	675	400	539
Temperatura de Laboratorio	T ^a	°C	21	21	21
pH a 25°C	pH	U,pH	8,50	8,30	7,90
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	45.500	27.320	67.700
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	29.850	17.910	47.750
Densidad	D	g/cc	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	475	327	208
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	16.051	8.764	27.466
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.572	2.429	4.174
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	551	388	254
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,86	1,56	13,00
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	331	192	1.093
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1.514	941	2.297
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	815	641	1.485
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	9.485	5.697	15.110
Boro disuelto	B	mg/L	62,700	50,800	82,600
Litio disuelto	Li	mg/L	87,000	66,100	147,000
Silicio disuelto	Si	mg/L	30,500	31,900	28,200
<i>Error (r%)</i>	<i>err</i>	<i>%</i>	<i>4,63</i>	<i>4,75</i>	<i>4,01</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	2,400	1,730	8,030
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	4,87	2,08	17,90
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	371	227	1223
Magnesio total	Mg	mg/L	870	671	1580
Sodio total	Na	mg/L	9592	5737	15270
Potasio total	K	mg/L	1577	976	2374
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	2,51	2,06	11,90
Boro total	B	mg/L	81,60	52,50	96,90
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	116	68,1	160
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	49,4	35,6	34,9
Estroncio total	Sr	mg/L	6,6	2,51	20,1
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine

Punto de muestreo			Laguna Salada	Laguna Saladita
Fecha muestreo			16-abr-13	16-abr-13
Hora muestreo			12:40	18:00
Profundidad agua	m		-	-
Sector			P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-10713.002	ES13-10713.005
Temperatura terreno	Tª	°C	18,20	19,57
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	28.820	32.970
pH terreno	pH	U,pH	8,03	7,99
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	524	417
Temperatura de Laboratorio	Tª	°C	21	21
pH a 25°C	pH	U,pH	8,30	8,20
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	39.400	45.700
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	24.780	31.510
Densidad	D	g/cc	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	271	245
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	14.026	16.359
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.042	2.443
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	330	299
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,90	3,31
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	672	737
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1.379	1.505
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	871	1.000
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	8.400	9.465
Boro disuelto	B	mg/L	41,500	53,300
Litio disuelto	Li	mg/L	80,100	100,000
Silicio disuelto	Si	mg/L	30,900	31,000
<i>Error (r%)</i>	<i>err</i>	<i>%</i>	<i>8,84</i>	<i>7,35</i>
Fluoruros	F-	mg/L	0,600	0,600
Bromuros	Br-	mg/L	<0,5	<0,5
Arsénico disuelto	As	mg/L	<0,01	0,180
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,01	<0,01
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	6,11	7,08
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	753	780
Magnesio total	Mg	mg/L	889	1001
Sodio total	Na	mg/L	8446	9649
Potasio total	K	mg/L	1380	1566
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	0,39	0,91
Boro total	B	mg/L	49,90	57,60
Bario total	Ba	mg/L	<0,01	<0,01
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,01	<0,01
Cromo total	Cr	mg/L	<0,01	<0,01
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	95,9	106
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,01	<0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,01	<0,01
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,01	<0,01
Silicio total	Si	mg/L	36,5	34,5
Estroncio total	Sr	mg/L	6,83	7,36
Vanadio total	V	mg/L	<0,01	<0,01
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01

Sectores: PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema P

Punto de muestreo			S4	Laguna La Brava	Laguna Interna	Laguna Salada	Laguna Saladita
Fecha muestreo			20-may-13	17-may-13	21-may-13	21-may-13	21-may-13
Hora muestreo			10:35	11:00	12:00	10:30	9:26
Profundidad agua	m		1,35	-	-	-	-
Sector			N	PB	P	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-14052.001	ES13-14015.002	ES13-14052.003	ES13-14054.001	ES13-14052.002
Temperatura terreno	T ^º	ºC	21,2	14,56	21,68	14,9	12,7
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	27.110	40.540	45.310	41.650
pH terreno	pH	U,pH	6,5	7,9	8,2	8,38	8,35
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	784	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	-	-	-	-	-
pH a 25ºC	pH	U,pH	6,8	8,1	8	8,3	8,2
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	547.000	26.900	43.100	40.800	39.200
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	332.380	16.530	30.105	28.680	34.620
Densidad	D	g/cc	1,22	1,01	1,01	1,01	1,03
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	750	327	206	244	219
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	160.146	7271,00	13209,00	14276,00	13526,00
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	19.921	2476,00	2439,00	2099,00	2035,00
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	914	399,00	251,00	288,00	268,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	3,07	1,77	2,76	2,27	2,48
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	320	202,00	646,00	588,00	600,00
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	2.899	881,00	1339,00	1372,00	1402,00
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	12.749	587,00	855,00	744,00	761,00
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	109.552	5091,00	7980,00	7860,00	7282,00
Boro disuelto	B	mg/L	--	39,700	39,900	30,400	35,200
Litio disuelto	Li	mg/L	531	16,900	27,400	19,400	26,200
Silicio disuelto	Si	mg/L	<5	68	56	60	52
Error (r%)			8,87	9,16	7,84	3,08	3,54
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,500	0,500
Bromuros	Br-	mg/L	14,00	4,000	3,290	2,400	3,160
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,41	2,100	2,950	0,470	0,430
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	7,60	8,50	31	23	23
Plata disuelto	Ag	mg/L	1,26	0,07	0,12	0,12	0,1
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,28	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	330	217	700	631	625
Magnesio total	Mg	mg/L	12.876	601	920	801	807
Sodio total	Na	mg/L	111.301	5861	8905	8303	8189
Potasio total	K	mg/L	3192	907	1670	1592	1445
Plata total	Ag	mg/L	1,34	0,080	0,130	0,120	0,110
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,54	2,36	2,75	0,64	0,53
Boro total	B	mg/L	--	49,60	42,30	35,00	36,10
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	3,10	<0,05	0,06	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	3,06	<0,01	0,17	0,15	0,13
Hierro total	Fe	mg/L	0,25	<0,01	0,3	0,24	0,23
Litio total	Li	mg/L	580	21,6	27,8	25,1	27,4
Manganeso total	Mn	mg/L	6,00	0,03	0,07	0,06	0,06
Molibdeno total	Mo	mg/L	--	<0,005	0,012	0,013	0,011
Niquel total	Ni	mg/L	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	<5	84	70	75	69
Estroncio total	Sr	mg/L	7,70	8,9	34	26	26
Vanadio total	V	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Zinc total	Zn	mg/L	0,29	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopoza; BT.

(*) Valor aproximado calculado a partir de las concentraciones químicas

Punto de muestreo			PZ-8	TPZ-6S	TPZ-7S	Tucucaro	TM-6
Fecha muestreo			24-may-13	24-may-13	24-may-13	22-may-13	23-may-13
Hora muestreo			14:30	13:32	12:30	14:20	17:00
Profundidad agua	m		40,27	0,20	0,05	-	33,33
Sector			TZ	TZ	TZ	TZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-14305.003	ES13-14305.002	ES13-14305.001	ES13-14110.001	ES13-14057.002
Temperatura terreno	T ^º	ºC	17,23	19,0	15,1	21,34	23,2
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	10.500	12.100	34.410	6.919	3.066
pH terreno	pH	U,pH	7,38	7,6	8,1	7,47	7,5
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	423	<400	556
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	22	21,0	22,0	20	-
pH a 25ºC	pH	U,pH	8,1	8,2	8,0	7,9	7,7
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	11.470	13.630	33.700	6.940	2.440
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	7.535	8.885	22.465	3.955	1.708*
Densidad	D	g/cc	1,01	1,02	1,00	1,03	1,03
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	160	416	347	357	387
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	3332,00	3.758	8.800	1917,00	402
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	611,00	1.490	4.324	551,00	399
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	195,00	507	424	435,00	472
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	7,51	2,29	7,35	0,46	5,60
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	275,00	200	228	148,00	130
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	258,00	899,00	388	179,00	68
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	213,00	301,00	252	134,00	62
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1777,00	2.162	7.625	1049,00	331
Boro disuelto	B	mg/L	56,000	24,20	12,20	12,500	15,70
Litio disuelto	Li	mg/L	12,500	22,70	15,90	9,900	2,17
Silicio disuelto	Si	mg/L	84	75	88	94	107
Error (r%)			9,41	5,48	4,74	0,71	8,37
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,90	<0,5	1,200	0,60
Bromuros	Br-	mg/L	1,600	2,50	2,40	52	2,80
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,275	0,77	2,95	0,470	0,38
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	11	12	5,10	6,10	3,70
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,5	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	295	211	233	153	132
Magnesio total	Mg	mg/L	218	556	284	154	63
Sodio total	Na	mg/L	1808	2.260	7.666	1076	384
Potasio total	K	mg/L	270	993	390	201	72
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,28	0,84	3,35	0,55	0,41
Boro total	B	mg/L	61,90	27,40	16,60	13,20	20,50
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<1,00	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<2,50	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<2,50	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	0,04	<1,00	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<2,50	0,10
Litio total	Li	mg/L	12,5	23,20	17,70	10,1	2,51
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<2,50	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	0,30	0,30	<0,1	<0,005
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<1,00	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<2,50	0,22
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	94	83	98	106	124
Estroncio total	Sr	mg/L	13	13	5,60	6,8	4,10
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10
Zinc total	Zn	mg/L	0,04	0,04	0,02	0,9	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Z = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BO (*) Valor aproximado calculado a partir de las concentraciones

Punto de muestreo			TP-1	TP-3	TS-8(a)	Vert. Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			25-may-13	23-may-13	24-may-13	18-may-13	18-may-13
Hora muestreo			9:30	11:30	17:26	14:30	16:56
Profundidad agua	m		9,61	16,05	-	0,30	-
Sector			BTZ	BTZ	BTM	BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-14307.001	ES13-14110.003	ES13-14306.002	ES13-14015.003	ES13-14049.001
Temperatura terreno	T ^º	ºC	23,8	23,6	19,67	16,3	23,7
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	4.117	>200.000	5978	6.509	4.245
pH terreno	pH	U,pH	7,3	5,9	8,47	8,9	7,4
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	21,0	20,0	21	-	-
pH a 25ºC	pH	U,pH	8,1	6,5	8,2	8,5	7,7
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	4.010	397.000	5.930	6.820	4.190
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	2.807*	259.820	3.895	4.970	2.895
Densidad	D	g/cc	1,00	1,00	1	1,00	0,99
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	388	278	32	198	134
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	903	148.557	1824,00	1.771	951
Sulfatos disueltos	SO ₄ ²⁻	mg/L	395	10.735	<10	747	757
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	473	339	39,00	231	164
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,49	3,16	1,32	1,31	5,48
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	146	855	111,00	295	284
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	68	16.093	60,40	70	0
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	82	6.614	95,50	159	83
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	661	74.381	807,00	1.091	520
Boro disuelto	B	mg/L	19,70	409	11,900	10,30	8,08
Litio disuelto	Li	mg/L	4,00	89,20	1,220	0,73	0,46
Silicio disuelto	Si	mg/L	98	30	<5	80	62
Error (r%)			9,90	-0,61	1,42	7,33	0,89
Fluoruros	F-	mg/L	0,60	<0,5	<0,5	0,90	0,60
Bromuros	Br-	mg/L	2,50	52	7,500	1,50	1,10
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,38	0,32	<0,001	0,09	0,08
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	3,70	30	3,90	8,40	7,40
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	0,58	<0,01	0,02	0,02
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,03	12,00	<0,01	0,02	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	158	935	126	323	359
Magnesio total	Mg	mg/L	82	7.287	106	175	86
Sodio total	Na	mg/L	677	86.566	832	1.175	696
Potasio total	K	mg/L	69	17.145	63,1	85	0
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	0,67	<0,01	0,02	0,03
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,44	0,51	0,00	0,10	0,08
Boro total	B	mg/L	23,40	470	15,50	12,90	8,51
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<1,00	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<2,50	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<2,50	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,07	2,39	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,59	18,30	4,62	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	4,08	156	1,25	1,07	0,48
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	5,53	<0,01	0,02	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,005	0,01
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<1,00	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<2,50	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	109	34	<5	88	83
Estroncio total	Sr	mg/L	4,20	33	4,5	8,90	6,00
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,10	<0,10
Zinc total	Zn	mg/L	0,28	146,00	0,02	0,02	0,02

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor aproximado calculado a partir de las concentraciones

Punto de muestreo			S-3	S-4	TPB-05	Laguna La Punta	Laguna La Brava
Fecha muestreo			12-jun-13	12-jun-13	13-jun-13	20-jun-13	20-jun-13
Hora muestreo			16:00	14:15	13:15	11:00	12:55
Profundidad agua	m		1,445	1,305	0,848	-	2,75
Sector			N	N	N	PB	PB
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-16226.002	ES13-16226.001	ES13-16672.002	ES13-17183.001	ES13-17177.001
Temperatura terreno	Tª	°C	20,4	20,5	19,9	7,29	13,72
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	35.770	63.200
pH terreno	pH	U,pH	7,0	7,1	6,8	8,68	8,41
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	795	971	622	<400	<400
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	20,0	20,0	20,0	21	21
pH a 25°C	pH	U,pH	6,8	6,8	7,0	8,5	8,2
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	576.600	571.000	520.000	35.700	60.300
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	350.280	326.260	308.440	22.150	39.110
Densidad	D	g/cc	1,24	1,19	1,21	1,09	1,03
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	783	744	540	411	418
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	185.496	190.682	190.988	12473,00	20777,00
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	16.464	20.070	9.518	1546,00	4303,00
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	954	907	658	485,00	510,00
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	25,40	2,53	5,79	3,57	3,32
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	443	385	670	314	481
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	22.360	29.008	12.922	777	1.917
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	11.128	12.960	7.074	568	1.199
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	83.345	79.710	95.601	5.971	10.165
Boro disuelto	B	mg/L	495	505	403	56	94
Litio disuelto	Li	mg/L	1.435	1.520	525	73	61
Silicio disuelto	Si	mg/L	<5	<5	<2	26	21
<i>Error (r%)</i>			<i>-0,95</i>	<i>-1,31</i>	<i>-2,73</i>	<i>-3,06</i>	<i>-2,59</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	91,6	104	99	4,080	8,100
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,14	<0,001	3,16	1,440	2,450
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	6,90	2,60	18,00	11,00	5,40
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,81	0,83	0,27	0,07	0,12
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	78,8	67,0	692	328	528
Magnesio total	Mg	mg/L	9.697	11.957	7.376	648	1379
Sodio total	Na	mg/L	87.045	80.940	97.087	6521	11760
Potasio total	K	mg/L	22.953	30.360	14.585	844	2013
Plata total	Ag	mg/L	0,95	0,98	0,29	0,080	0,130
Aluminio total	Al	mg/L	<0,05	<0,05	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,31	0,67	3,65	1,66	2,90
Boro total	B	mg/L	585,0	523,0	504	58,10	110,00
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	0,15	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	0,35	0,06	0,08
Cobre total	Cu	mg/L	1,05	1,20	0,13	0,06	0,28
Hierro total	Fe	mg/L	15,1	48,6	8,32	0,3	0,77
Litio total	Li	mg/L	1473,00	1529,00	610,00	73,6	64,3
Manganeso total	Mn	mg/L	2,28	2,51	<0,1	0,06	0,63
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Niquel total	Ni	mg/L	4,00	2,59	3,72	0,29	0,46
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	<5	<5	<2	41	34
Estroncio total	Sr	mg/L	2,50	0,50	19,00	13	6
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,31	0,09	0,02	0,23

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo
 (*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna Interna	Laguna Salada	Laguna Saladita	PZ-8	TPZ-6S
Fecha muestreo			20-jun-13	20-jun-13	20-jun-13	13-jun-13	13-jun-13
Hora muestreo			15:20	17:00	16:20	9:00	10:30
Profundidad agua	m		-	-	-	0,172	0,21
Sector			P	P	P	TZ	TZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-17183.002	ES13-17180.001	ES13-17180.002	ES13-16228.003	ES13-16228.001
Temperatura terreno	T ^º	ºC	10,96	6,45	7,6	11,91	14,8
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	51.390	39.560	43.630	10.410	13.160
pH terreno	pH	U,pH	9,56	8,56	8,43	8,16	7,6
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	448	<400	402	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	21	21	21	20	21,0
pH a 25ºC	pH	U,pH	8,1	8,3	8,3	7,8	7,9
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	51.000	44.600	42.900	10.890	16.580
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	34.240	44.330	31.220	6.800	11.606*
Densidad	D	g/cc	1	1,02	1,08	1	1,00
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	237	262	238	168	404
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	15910,00	16267,00	16948,00	3273,00	3.826
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2114,00	1686,00	1801,00	528,00	1.641
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	289,00	319,00	290,00	205,00	493
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,87	2,48	2,28	5,62	2,72
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	855	598	692	287	137
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1.399	1.202	1.137	249	675
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	921	808	825	207	306
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	5.843	6.833	7.356	1.710	2.105
Boro disuelto	B	mg/L	57	48	49	11	18
Litio disuelto	Li	mg/L	74	78	81	14	18
Silicio disuelto	Si	mg/L	21	20	16	37	41
<i>Error (r%)</i>			<i>-6,60</i>	<i>-5,21</i>	<i>-4,27</i>	<i>4,82</i>	<i>-0,56</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,500	0,500	<0,5	0,9
Bromuros	Br-	mg/L	5,240	5,400	1,900	6,300	7
Arsénico disuelto	As	mg/L	1,825	0,600	0,660	0,295	0,75
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	22,00	15,00	16,00	8,60	4,70
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,09	0,08	0,09	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	0,1	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	882	666	713	298	181
Magnesio total	Mg	mg/L	1031	909	935	207	517
Sodio total	Na	mg/L	8117	7517	7732	1824	2.261
Potasio total	K	mg/L	1420	1207	1233	270	727
Plata total	Ag	mg/L	0,100	0,100	0,100	<0,01	0,05
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	0,7	0,6	<0,05	<0,05
Arsénico total	As	mg/L	2,75	0,70	0,67	0,32	0,81
Boro total	B	mg/L	60,20	50,10	51,10	11,30	21,3
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,08	0,07	0,07	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,09	0,08	0,07	0,01	0,03
Hierro total	Fe	mg/L	0,6	0,43	0,43	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	87	79,1	81,7	14,3	21,90
Manganeso total	Mn	mg/L	0,09	0,1	0,07	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,31	0,29	0,28	<0,05	0,5
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	33	33	31	41	46
Estroncio total	Sr	mg/L	24	17	18	9,3	4,80
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,02	0,11	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = ; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomo

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPZ-7S	Tucucaro	TP-1	TP-2	TP-3
Fecha muestreo			13-jun-13	11-jun-13	15-jun-13	23-jun-13	22-jun-13
Hora muestreo			11:30	13:47	12:15	9:00	8:05
Profundidad agua	m		0,12	0,1	9,605	3,9	16,395
Sector			TZ	TZ	BTZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-16672.001	ES13-16222.002	ES13-16681.001	ES13-17177.003	ES13-17177.002
Temperatura terreno	Tª	°C	11,2	16,36	24,5	13,81	21,29
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	40.800	6.595	3.954	>200.000	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	7,9	7,64	7,01	6,12	6,38
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	647	551	-	404
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	19,0	20	19	21	21
pH a 25°C	pH	U,pH	7,9	8	7,1	6	6,1
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	34.100	6.820	3.630	597.000	362.500*
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	23.800	4.305	2.700	295.210	295.990
Densidad	D	g/cc	1,02	1,06	0,99	1	1,08
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	335	353	393	225	277
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	11.214	1711,00	889,00	183.909,0	147.903,0
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	4.400	547,00	421,00	8.020,0	10.864,0
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	408	430,00	479,00	274,0	337,0
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	7,05	2,49	4,96	11,7	8,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	250	167,00	158,00	628,0	868,0
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	938	214,00	75,30	17.548,0	11.382,0
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	809	142,00	67,70	6.110,0	5.364,0
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	6.041	1068,00	615,00	89.897,0	69.922,0
Boro disuelto	B	mg/L	30	14,80	10,00	567,0	440,0
Litio disuelto	Li	mg/L	22	13,40	3,84	739,0	618,0
Silicio disuelto	Si	mg/L	21	31,00	116,00	5,0	6,0
<i>Error (r%)</i>			<i>-4,67</i>	<i>7,88</i>	<i>4,52</i>	<i>-1,86</i>	<i>-4,39</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,900	0,800	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	66	7,100	55,000	124,000	67,000
Arsénico disuelto	As	mg/L	2,92	0,500	0,410	1,420	0,120
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	3,80	4,00	10,00	16,00	29,00
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,06	<0,01	<0,01	0,7	0,62
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,03	0,14	2,92
Calcio total	Ca	mg/L	278	173	168	695	882
Magnesio total	Mg	mg/L	823	147	70,1	6510	6064
Sodio total	Na	mg/L	6.253	1256	625	91911	79498
Potasio total	K	mg/L	957	223	75,8	18211	13536
Plata total	Ag	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	0,720	0,640
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,05	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	3,3	0,56	0,51	1,53	0,13
Boro total	B	mg/L	36,7	21,80	17,70	575,00	460,00
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,22	0,25
Cobre total	Cu	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	0,71	0,34
Hierro total	Fe	mg/L	0,41	<0,01	<0,01	9,9	6,05
Litio total	Li	mg/L	22,90	14,3	17,3	747	650
Manganeso total	Mn	mg/L	0,06	<0,01	<0,01	1,16	1,92
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,3	<0,1	<0,1	0,2	0,2
Niquel total	Ni	mg/L	0,24	0,35	<0,05	3,29	1,7
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	33	36	243	5	7
Estroncio total	Sr	mg/L	4,00	4,4	11	17	34
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,03	<0,01	0,03	0,18	3,05

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = nte; BO = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			Vert. Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			14-jun-13	16-jun-13
Hora muestreo			18:00	16:00
Profundidad agua	m		-	-
Sector			BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-16672.003	ES13-16682.001
Temperatura terreno	T ^º	ºC	11,96	23,66
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	5.892	3.525
pH terreno	pH	U,pH	8,62	7,49
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	411	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	19	19
pH a 25ºC	pH	U,pH	8,7	8,1
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	6.890	3.960
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	4.823*	2.750
Densidad	D	g/cc	1,07	1,21
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	194	414
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	1.506,0	838,0
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	650,0	751,0
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	205,0	504,0
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,1	5,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	269,0	272,0
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	66,7	27,3
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	115,0	64,2
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	929,0	457,0
Boro disuelto	B	mg/L	8,7	7,9
Litio disuelto	Li	mg/L	0,9	0,4
Silicio disuelto	Si	mg/L	19,0	19,0
<i>Error (r%)</i>			<i>6,52</i>	<i>-6,50</i>
Fluoruros	F-	mg/L	1,100	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	8,100	5,900
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,082	0,068
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	3,30	3,50
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	273	337
Magnesio total	Mg	mg/L	118	83
Sodio total	Na	mg/L	968	668
Potasio total	K	mg/L	68	28,6
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,11	0,10
Boro total	B	mg/L	12,90	8,92
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	0,40
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	0,95	0,46
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	35	33
Estroncio total	Sr	mg/L	3,4	3,6
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,11	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB =

(*) Valor calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S4	TPB-05	P-1	P-2	
Fecha muestreo			20-jul-13	20-jul-13	26-jul-13	20-jul-13	19-jul-13	
Hora muestreo			11:30	14:20	16:32	12:15	14:30	
Profundidad agua			m	1,47	1,35	0,85	1,225	1,495
Sector			N	N	N	N	N	
Laboratorio			SGS Chile					
Código SGS			ES13-20212.002	ES13-20212.003	ES13-20574.001	ES13-20212.001	ES13-20221.001	
Temperatura terreno	T ^º	ºC	18,7	10,3	15,1	17,01	17,08	
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	
pH terreno	pH	U,pH	7,20	7,11	6,58	7,95	6,95	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	765	905	600	514	606	
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	21	20	22	21	21	
pH a 25ºC	pH	U,pH	6,8	6,6	7,0	7,1	7,1	
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	590.700*	554.100*	387.400	509.800*	572.500*	
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	326.260	320.380	296.120	293760	303230	
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1,06	1,12	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	710	750	551	491	624	
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-	
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	199.574	199.338	207.195	192.034	195.804	
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	16.919	19.115	9.714	10.162	13.132	
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	866	914	672	599	761	
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	10,4	3,6	8,3	6,28	8,11	
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	346	304	608	534	449	
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	22.958	25.815	9.491	10.978	15.883	
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	12.520	8.919	5.401	5.053	7.511	
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	103.974	100.359	95.152	109.566	119.044	
Boro disuelto	B	mg/L	542	587	552	356	437	
Litio disuelto	Li	mg/L	1775	1524	718	537	953	
Silicio disuelto	Si	mg/L	<2	<2	3,00	30	7	
<i>Error (r%)</i>			<i>4,58</i>	<i>1,06</i>	<i>-8,40</i>	<i>0,30</i>	<i>4,60</i>	
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Bromuros	Br-	mg/L	384	363	21	279	373	
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,116	0,006	4,2	1,2	6,8	
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	11	2,7	28,0	33,0	17,0	
Plata disuelto	Ag	mg/L	1,22	1,29	1,14	1,24	1,22	
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,27	0,21	<0,01	0,18	0,12	
Calcio total	Ca	mg/L	488	312	640	641	560	
Magnesio total	Mg	mg/L	12.626	9.838	6.137	5.500	8.015	
Sodio total	Na	mg/L	146.625	98.459	173.480	112.819	122.882	
Potasio total	K	mg/L	23.098	26.050	9.657	11.228	16.348	
Plata total	Ag	mg/L	1,28	1,56	1,21	1,320	1,410	
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	1,1	13	<0,5	
Arsénico total	As	mg/L	0,25	0,052	5,30	1,25	7,10	
Boro total	B	mg/L	601	669	576	456	459	
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Cromo total	Cr	mg/L	0,75	0,55	0,34	0,30	0,48	
Cobre total	Cu	mg/L	0,36	0,84	0,800	0,69	0,15	
Hierro total	Fe	mg/L	7,7	0,63	3,92	6,74	0,9	
Litio total	Li	mg/L	2.233	1.880	738	688	1.115	
Manganeso total	Mn	mg/L	1,77	2,4	0,3	1,42	1,09	
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,3	0,3	<0,1	0,3	0,3	
Niquel total	Ni	mg/L	9,9	5,64	5,87	6,3	8,01	
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Silicio total	Si	mg/L	<2	<2	3	31	9	
Estroncio total	Sr	mg/L	16	3	29	38	19	
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Zinc total	Zn	mg/L	0,27	0,21	<0,01	0,21	0,12	

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			P-3	Laguna La Punta	Laguna La Brava-Punto C	Laguna Interna	Laguna Salada
Fecha muestreo			21-jul-13	25-jul-13	25-jul-13	25-jul-13	25-jul-13
Hora muestreo			10:20	17:00	14:30	8:30	10:00
Profundidad agua	m		1,32	-	-	-	-
Sector			N	PB	PB	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-20215.001	ES13-20579.002	ES13-20579.001	ES13-20577.003	ES13-20577.001
Temperatura terreno	T ^º	ºC	17,94	11,4	20,7	-0,4	3,7
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	36.600	33.580	49.550	37.390
pH terreno	pH	U,pH	7,5	7,99	7,57	8,25	9,16
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	636	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	22	22	22	22	22
pH a 25ºC	pH	U,pH	7,1	8,3	8,0	8,0	8,0
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	611.500*	33.900	31.500	46.700	36.000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	311590	23.000	22.370	32.165	24.105
Densidad	D	g/cc	1,03	1	1	1	2
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	669	420	310	243	270
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	196.275	12.404	10.832	17.816	13.735
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	8.732	2.033	3.178	2.474	1.753
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	815	512	378	296	329
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	15,20	3,1	2,3	3,0	2,6
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	608	160	247	741	566
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	17.353	957	715	1.040	811
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	8.297	552	624	839	629
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	123.416	8.927	8.120	6.931	5.473
Boro disuelto	B	mg/L	457	49,1	51,5	48,4	38,2
Litio disuelto	Li	mg/L	997	47	42	91	43
Silicio disuelto	Si	mg/L	42	37	31	29	27
Error (r%)			8,55	9,75	9,36	-9,55	-9,31
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	229	3,94	3,16	1,96	1,72
Arsénico disuelto	As	mg/L	6,0	2	2,2	1,225	0,4
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	22,0	8,9	6	15	10
Plata disuelto	Ag	mg/L	1,24	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	714	314	248	760	581,0
Magnesio total	Mg	mg/L	8.884	582	703	849	673
Sodio total	Na	mg/L	123.941	9.970	8.854	7.042	5.559
Potasio total	K	mg/L	17.495	1.550	922	1.362	1.213
Plata total	Ag	mg/L	1,380	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	13	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	6,90	2,075	2,6	1,267	0,41
Boro total	B	mg/L	523	55,6	51,8	49,9	38,9
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,49	<0,05	<0,05	0,14	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,75	0,06	0,06	0,08	0,06
Hierro total	Fe	mg/L	6,81	0,23	0,21	0,37	0,27
Litio total	Li	mg/L	1.218	48	47	94	65
Manganeso total	Mn	mg/L	1,27	0,05	<0,01	0,08	0,05
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,3	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	7,72	0,11	0,23	0,49	0,4
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	43	39	31	31	31
Estroncio total	Sr	mg/L	24	8,9	6	15	10
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BC
(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna Saladita	TPZ-7S	Tucucaro	TM-6	TP-1
Fecha muestreo			25-jul-13	25-jul-13	20-jul-13	27-jul-13	27-jul-13
Hora muestreo			9:30	15:30	9:15	9:00	12:00
Profundidad agua	m		-	0,14	-	33,39	9,61
Sector			P	TZ	TZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-20577.002	ES13-20581.001	ES13-20219.001	ES13-17180.002	ES13-17180.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	6,4	10,4	15,2	25,3	23,9
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	49.500	36.230	6.558	2.503	3.905
pH terreno	pH	U,pH	9,66	8,05	7,64	6,89	7,05
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	430	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	22	22	20	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	8,1	7,8	8,0	7,1	7,1
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	46.600	33.300	7.430	2.350	3.850
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	31.830	28.780	5.201*	1.728	3.672
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	255	332	364	403	387
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	17.872	11.100	1.771	385	864
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.284	4.390	511	394	422
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	311	404	444	491	472
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,4	7,7	3,8	5,4	4,8
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	730	236	200	133	151
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1.052	555	184	44	70
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	851	657	105	66	67
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	7.173	5.877	1.077	350	625
Boro disuelto	B	mg/L	48,1	45	11,7	7,02	8,97
Litio disuelto	Li	mg/L	89	29	10,40	-	-
Silicio disuelto	Si	mg/L	30	34	43,00	6	58
Error (r%)			-8,19	-7,66	5,02	5,48	4,20
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	0,81	0,6	0,5
Bromuros	Br-	mg/L	2,56	2,4	0,8	-	-
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,575	2,2	0,44	0,365	0,42
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	14	5,9	4,8	-	-
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	735	238	206	42,6	17
Magnesio total	Mg	mg/L	856	718	118	72,6	83,6
Sodio total	Na	mg/L	7.175	5.946	1.764	385	740
Potasio total	K	mg/L	1.390	651	189	63,1	71,9
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,592	2,95	0,483	0,43	0,44
Boro total	B	mg/L	49	49,8	11,9	8,26	9,6
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,08	0,08	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,38	0,33	<0,01	5,8	<0,01
Litio total	Li	mg/L	91	44	11	1,33	3,69
Manganeso total	Mn	mg/L	0,08	<0,01	<0,01	0,08	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,41	<0,05	0,06	<0,05	0,06
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	31	35	45	6	58
Estroncio total	Sr	mg/L	14	7,1	5	3,2	3,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,001

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			TP-2	TP-3	Tilopozo	TS-8	Vert. Tilomonte
Fecha muestreo			29-jul-13	28-jul-13	19-jul-13	23-jul-13	21-jul-13
Hora muestreo			15:00	9:00	16:14	16:00	13:30
Profundidad agua	m		3,58	15,98	-	23,29	-
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTM	BTM
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-20580.002	ES13-20580.001	ES13-20200.001	ES13-20219.001	ES13-20208.001
Temperatura terreno	T ^º	ºC	25,3	23,7	19,3	19,5	9,9
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	4.006	6.065	5.879
pH terreno	pH	U,pH	5,37	5,63	6,99	8,17	8,23
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	445	<400
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	23	22	21	21	21
pH a 25ºC	pH	U,pH	5,9	6,1	7,3	8,6	8,5
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	375.200	363.800	4.240	5.890	5.790
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	302.300	294.340	2.496	4.110	3.620
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	235	278	398	34	189
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	184.878	171.958	916	2.064	1.444
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	10.356	14.015	422	22	572
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	287	339	485	25	207
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	11,8	8,5	4,5	0,6	1,9
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	649	712	160	132	277
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	13.634	12.466	79	76	63
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	5.540	5.507	73	94	113
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	89.681	77.716	698	906	771
Boro disuelto	B	mg/L	676	586	8,97	6,29	8,04
Litio disuelto	Li	mg/L	955,00	923,00	4,02	1,30	0,46
Silicio disuelto	Si	mg/L	12,00	14,00	46,00	<2	35,00
Error (r%)			-3,49	-6,84	4,26	-1,12	3,99
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	0,38	0,48	0,62
Bromuros	Br-	mg/L	28,6	32,3	0,25	0,36	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	1,217	0,305	0,345	<0,001	0,077
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	11	9,8	3,1	3,4	4,5
Plata disuelto	Ag	mg/L	1,09	1,05	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,13	3,35	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	660	746	172	176	281
Magnesio total	Mg	mg/L	5.988	5.596	78	114	131
Sodio total	Na	mg/L	89.719	78.120	883	910	1.221
Potasio total	K	mg/L	15.275	14.513	81	78	63
Plata total	Ag	mg/L	1,44	1,08	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	1,1	0,9	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	2,025	0,425	0,38	<0,001	0,088
Boro total	B	mg/L	700	602	9,2	8,65	8,51
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	1	0,74	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,42	0,24	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	5,35	4,19	<0,01	42,8	0,19
Litio total	Li	mg/L	1220	1045	4,33	0,32	0,49
Manganeso total	Mn	mg/L	0,68	1,49	<0,01	0,32	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,3	0,3	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	6,2	4,58	<0,05	0,06	0,06
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	14	14	47	<2	36
Estroncio total	Sr	mg/L	11	11	3,7	1	7,1
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,19	3,6	<0,01	0,38	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Vertiente Peine
Fecha muestreo			21-jul-13
Hora muestreo			15:40
Profundidad agua	m		-
Sector			BO
Laboratorio			SGS Chile
Código SGS			ES13-20208.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	23,3
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	4.241
pH terreno	pH	U,pH	7,21
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	20
pH a 25°C	pH	U,pH	8,2
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	4.090
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	2.850
Densidad	D	g/cc	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	135
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	879
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	737
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	165
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,1
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	299
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	21
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	75
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	482
Boro disuelto	B	mg/L	8,06
Litio disuelto	Li	mg/L	0,45
Silicio disuelto	Si	mg/L	34,00
<i>Error (r%)</i>			<i>2,45</i>
Fluoruros	F-	mg/L	0,39
Bromuros	Br-	mg/L	0,12
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,076
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	5,1
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	305
Magnesio total	Mg	mg/L	78
Sodio total	Na	mg/L	774
Potasio total	K	mg/L	26
Plata total	Ag	mg/L	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,083
Boro total	B	mg/L	8,38
Bario total	Ba	mg/L	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,26
Litio total	Li	mg/L	0,42
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,06
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	35
Estroncio total	Sr	mg/L	7
Vanadio total	V	mg/L	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S4	TPB-05	P-1	P-2	
Fecha muestreo			17-ago-13	17-ago-13	17-ago-13	18-ago-13	17-ago-13	
Hora muestreo			12:10	13:10	16:20	8:35	9:36	
Profundidad agua			m	1,54	1,36	1,32	1,65	1,535
Sector			N	N	N	N	N	
Laboratorio			SGS Chile					
Código SGS			ES13-22983.003	ES13-22983.001	ES13-22988.002	ES13-22988.003	ES13-22983.002	
Temperatura terreno	T ^a	°C	19,0	19,3	16,5	16,23	17,42	
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	
pH terreno	pH	U,pH	7,29	7,25	7,59	7,78	6,94	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	-	-	-	-	-	
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	22	22	22	22	22	
pH a 25°C	pH	U,pH	6,9	8,3	7,2	7,2	7	
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	416.000	441.000	486.000	461000	461000	
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	343.580	349.280	325.990	318760	320020	
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1,17	1,06	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	701	708	492	509	683	
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	<10	
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	195.833	196.043	195.061	191.972	193.446	
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	13.171	15.229	6.896	7.806	13.492	
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	854	863	600	621	833	
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	11,9	6,8	7,5	6,46	8,20	
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	366	328	470	694	441	
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	22.020	25.790	14.014	12.302	17.155	
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	11.361	12.082	8.007	5.085	8.097	
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	102.524	103.314	102.141	103.973	100.804	
Boro disuelto	B	mg/L	551	527	393	401	450	
Litio disuelto	Li	mg/L	1127	1216	346	318	844	
Silicio disuelto	Si	mg/L	<2	<2	<2	11	<2	
<i>Error (r%)</i>			<i>4,02</i>	<i>5,12</i>	<i>-0,06</i>	<i>-1,21</i>	<i>0,12</i>	
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Bromuros	Br-	mg/L	20,2	14,1	19,7	4	11	
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,001	<0,001	2,3	1,0	3,7	
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	9,5	2,9	17,0	37,0	16,0	
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,58	0,6	0,57	0,61	0,61	
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	0,15	0,3	0,21	0,06	
Calcio total	Ca	mg/L	384	346	795	891	477	
Magnesio total	Mg	mg/L	11.657	13.238	8.208	5.544	8.547	
Sodio total	Na	mg/L	150.687	153.645	152.443	144.551	102.448	
Potasio total	K	mg/L	24.255	28.025	17.921	14.194	19.390	
Plata total	Ag	mg/L	0,61	0,62	0,69	0,620	0,610	
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	2,6	<0,5	
Arsénico total	As	mg/L	0,006	<0,001	3,20	1,18	5,40	
Boro total	B	mg/L	651	587	431	428	515	
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Berilio total	Be	mg/L	0,14	0,13	0,120	0,12	0,13	
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cobalto total	Co	mg/L	6,77	6,78	5,580	5,74	6,74	
Cromo total	Cr	mg/L	0,11	0,61	0,34	0,34	0,68	
Cobre total	Cu	mg/L	0,97	0,98	1,120	1,01	0,94	
Hierro total	Fe	mg/L	6,01	109	4,71	4,83	5,56	
Litio total	Li	mg/L	1.151	1.223	540	463	899	
Manganeso total	Mn	mg/L	3,35	3,91	0,8	1,2	1,34	
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Niquel total	Ni	mg/L	7,43	7,7	6,48	6,17	7,73	
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Silicio total	Si	mg/L	<2	<2	<2	11	<2	
Estroncio total	Sr	mg/L	11	3,1	17	39	16	
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,19	0,34	0,24	0,08	

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo
 (*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			P-3	Laguna La Punta	Laguna La Brava-2	Laguna Interna	Laguna Salada
Fecha muestreo			17-ago-13	14-ago-13	18-ago-13	15-ago-13	15-ago-13
Hora muestreo			14:40	9:15	16:30	17:00	15:00
Profundidad agua	m		1,735	-	-	-	-
Sector			N	PB	PB	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-22979.001	ES13-22429.001	ES13-22989.001	ES13-22981.001	ES13-22444.002
Temperatura terreno	T ^º	ºC	19,72	8,4	16,4	17,4	22,2
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	38.040	77.160	55.790	45.360
pH terreno	pH	U,pH	7,16	9,25	8,20	8,35	8,50
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	-	-	-	-	-
Temperatura Laboratorio	T ^º	ºC	22	22	22	22	22
pH a 25ºC	pH	U,pH	7,1	8,4	8,1	8,0	8,2
Conductividad a 20ºC	C.E.	µS/cm	458000	36.100	77.800	57.200	43.400
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	316540	27.040	69.520	53.490	28.780
Densidad	D	g/cc	1,15	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	588	404	462	196	237
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	187.393	12.354	29.236	19.960	15.616
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	7.565	2.163	3.394	2.338	2.272
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	717	444	563	239	279
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	13,80	3,1	4,2	3,0	2,0
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	609	310	447	733	660
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	16.664	911	2.553	1.366	1.112
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	7.874	523	1.262	1.826	694
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	119.473	8.875	13.931	10.188	9.792
Boro disuelto	B	mg/L	272	50,5	88,7	46,6	35,8
Litio disuelto	Li	mg/L	742	43	143	80	40
Silicio disuelto	Si	mg/L	<2	23	37	27	19
Error (r%)			8,67	9,88	-3,47	5,74	6,50
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Bromuros	Br-	mg/L	3	5,72	8,62	0,84	4,28
Arsénico disuelto	As	mg/L	6,2	2,4	1,275	3,7	0,575
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	24,0	7,2	12	18	9,7
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,57	<0,01	<0,01	<0,01	0,06
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,13	0,08	0,16	<0,01	0,0
Calcio total	Ca	mg/L	751	316	527	921	683,0
Magnesio total	Mg	mg/L	17.161	620	1.312	1.949	759
Sodio total	Na	mg/L	137.312	8.979	18.896	10.359	9.807
Potasio total	K	mg/L	17.781	956	2.650	1.455	1.201
Plata total	Ag	mg/L	0,590	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	8,88	2,45	5,2	3,875	0,73
Boro total	B	mg/L	300	54,5	90,1	48,8	40,2
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	7,49	<0,05	0,33	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,51	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,92	0,06	0,17	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	1,22	0,43	0,29	<0,01	1,29
Litio total	Li	mg/L	958	82	164	99	79
Manganeso total	Mn	mg/L	1,42	<0,01	0,09	<0,01	0,52
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	8,21	<0,05	0,98	0,75	0,8
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	<2	24	39	27	19
Estroncio total	Sr	mg/L	25	8,4	13	21	12
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,15	0,09	0,21	<0,01	0,05

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Fo; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte
 (*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			PZ-8	TPZ-6S	Tucucaro	Tilopozo	TS-8
Fecha muestreo			14-ago-13	14-ago-13	16-ago-13	16-ago-13	15-ago-13
Hora muestreo			15:07	13:30	10:00	11:10	11:15
Profundidad agua	m		0,42	0,2	1,37	-	23,67
Sector			TZ	TZ	TZ	BTZ	BTM
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-22435.001	ES13-22430.001	ES13-22977.001	ES13-22977.002	ES13-22432.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	13,5	13,2	16,1	25,3	21,1
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	9.907	14.270	7.320	4.257	6.085
pH terreno	pH	U,pH	7,53	8,30	8,33	7,21	9,14
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	-	-	-	-	-
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	22	22	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,7	7,8	7,7	7,4	7,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	9.750	13.750	7.180	4.120	5.980
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	6.030	7.810	4.190	2.520	3.920
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	169	405	353	384	34
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2.748,0	3.874,0	1.844	859	1.835
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	418,0	1.416,0	521	394	117
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	206,0	494,0	430	468	17
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	4,6	2,3	3,3	4,6	0,8
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	225,0	138,0	161	150	122
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	187,0	832,0	134	72	31
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	157,0	251,0	104	71	34
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.529,0	2.675,0	1.070	647	1.187
Boro disuelto	B	mg/L	9,5	14,4	11,7	8,67	6,61
Litio disuelto	Li	mg/L	10,9	15,4	10,20	4,03	1,22
Silicio disuelto	Si	mg/L	38	41	45,00	48,00	<5
<i>Error (r%)</i>			<i>5,35</i>	<i>7,79</i>	<i>1,04</i>	<i>7,21</i>	<i>7,62</i>
Fluoruros	F-	mg/L	2,36	0,9	0,64	0,36	2,99
Bromuros	Br-	mg/L	0,27	1,82	0,37	0,21	0,69
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,3	0,64	0,42	0,375	<0,001
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	1,8	6,3	3,8	2,2	2,2
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03
Calcio total	Ca	mg/L	229	150	163	153	132
Magnesio total	Mg	mg/L	180	312	110	78	37
Sodio total	Na	mg/L	1.959	3.332	1.541	971	2.373
Potasio total	K	mg/L	209	854	178	76	36
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,32	0,79	0,48	0,395	0,001
Boro total	B	mg/L	9,5	17,1	12	8,79	8,88
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,06
Hierro total	Fe	mg/L	0,09	0,09	<0,01	<0,01	6,02
Litio total	Li	mg/L	11,3	15,9	10,8	4,63	1,33
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,06	0,09	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	40	42	46	49	<2
Estroncio total	Sr	mg/L	2,1	7,9	4,3	2,8	2,3
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; F; BO = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Vertiente Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			15-ago-13	16-ago-13
Hora muestreo			9:40	15:20
Profundidad agua	m		-	-
Sector			BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-22442.001	ES13-22982.002
Temperatura terreno	T ^a	°C	3,6	23,5
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	5.980	4.300
pH terreno	pH	U,pH	8,95	7,52
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	-	-
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	8,2	7,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	5.830	4.140
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	4.010	2.780
Densidad	D	g/cc	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	194	132
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	1.361	872
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	544	737
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	218	161
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	1,8	5,0
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	264	291
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	57	30
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	113	72
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	701	612
Boro disuelto	B	mg/L	8,54	8,07
Litio disuelto	Li	mg/L	0,91	0,44
Silicio disuelto	Si	mg/L	37,00	33,00
<i>Error (r%)</i>			<i>3,47</i>	<i>8,11</i>
Fluoruros	F-	mg/L	1,7	0,33
Bromuros	Br-	mg/L	0,21	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,085	0,068
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	6,7	1,4
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,03	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	293	314
Magnesio total	Mg	mg/L	127	74
Sodio total	Na	mg/L	1.054	637
Potasio total	K	mg/L	62	30
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,088	0,07
Boro total	B	mg/L	8,95	8,44
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,11	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,05	<0,01
Litio total	Li	mg/L	0,93	0,53
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,06	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	38	34
Estroncio total	Sr	mg/L	8,3	1,5
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,03	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; F

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S4	TPB-05	P-1	P-2	P-4
Fecha muestreo			06-sep-13	06-sep-13	06-sep-13	6-sep-13	9-sep-13	6-sep-13
Hora muestreo			14:00	11:40	15:00	12:40	14:02	10:30
Profundidad agua	m		1,59	1,421	1,33	1,252	1,498	0,837
Sector			N	N	N	N	N	N
Ubicación			Núcleo	Núcleo	Núcleo	Núcleo	Núcleo	Núcleo
Laboratorio			SGS Chile					
Código SGS			ES13-25641,003	ES13-25643,003	ES13-25641,001	ES13-25643,001	ES13-25663,001	ES13-25643,002
Temperatura terreno	Tª	°C	19,8	20,1	18,1	19,88	19,69	19,81
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	6,93	6,98	6,99	7,05	6,89	6,99
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	-	1.110	598	653	<400	493
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	23	22	23	22	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	6,9	6,9	7,3	7,3	7,1	7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	520.000	532.000	501.000	502.000	488.000	386.000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	374.570	321.970	279.100	286.410	285.320	261.410
Densidad	D	g/cc	1,21	1,21	1	1,12	1,05	1,08
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	703	622	505	536	660	243
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	<10	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	196.912	204.902	187.323	195.175	198.510	167.625
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	18.645	16.258	9.675	10.784	14.406	6.503
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	857	758	616	654	804	297
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	10,20	3,56	6,4	5,66	8,77	10,50
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	425	389	737	624	509	986
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	17.973	20.008	12.536	14.129	22.845	5.149
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	10.814	10.805	6.212	6.287	4.167	2.862
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	122.713	114.260	127.974	134.417	127.921	111.541
Boro disuelto	B	mg/L	612	560	437	377	491	153
Litio disuelto	Li	mg/L	1039	1175	409	592	749	261
Silicio disuelto	Si	mg/L	12	<2	<2	<2	<2	<2
<i>Error (r%)</i>			<i>8,31</i>	<i>4,61</i>	<i>9,31</i>	<i>9,56</i>	<i>6,75</i>	<i>4,75</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	12,3	23,1	19,5	15	18	<0,50
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,55	0,011	2,2	1,3	4,4	0,0
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	11	2,5	36	20	18	34
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,56	0,43	0,95	0,56	0,30	0,39
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	0,21
Calcio total	Ca	mg/L	445	390	758	670	528	1210
Magnesio total	Mg	mg/L	11483	11244	6373	6419	4369	2945
Sodio total	Na	mg/L	128357	134159	145040	139158	129074	143329
Potasio total	K	mg/L	19223	20633	13786	15379	26330	6399
Plata total	Ag	mg/L	0,98	1	0,96	0,970	0,980	0,900
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	2,3	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,69	0,285	2,40	1,53	6,38	0,03
Boro total	B	mg/L	665	598	463	422	521	172
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	0,11	<0,01	0,11	0,17	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	1,53	1,34	3,380	2,26	4,43	1,39
Cromo total	Cr	mg/L	0,18	0,33	0,35	0,34	0,40	0,27
Cobre total	Cu	mg/L	0,5	0,37	3,290	0,44	0,74	0,3
Hierro total	Fe	mg/L	8,49	56,5	4,03	2,29	4,39	2,74
Litio total	Li	mg/L	1061	1190	416	598	774	290
Manganeso total	Mn	mg/L	1,19	0,25	0,8	0,67	1,12	0,44
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	2,41	2,31	5,97	3,16	6,19	2,31
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	15	<2	<2	<2	<2	<2
Estroncio total	Sr	mg/L	11	2,5	36	23	18	43
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,22

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopoza; BTZ = Borde Sa
(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Brava-2	Laguna La Brava-Punto C	Laguna Interna	Laguna Salada	PZ-8
Fecha muestreo			03-sep-13	03-sep-13	10-sep-13	10-sep-13	03-sep-13
Hora muestreo			13:00	12:20	12:20	10:20	9:30
Profundidad agua	m		-	0,05	-	-	0,18
Sector			PB	PB	P	P	TZ
Ubicación			na la Punta-La	ema la Punta-La	Bi Sistema Peine	Sistema Peine	Sector Tilopozo
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-24757,001	ES13-24759,002	ES13-25644,003	ES13-25644,001	ES13-24756,001
Temperatura terreno	Tª	°C	18,1	23,1	18,8	13,9	11,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	75.710	29.210	56.890	39.640	9.532
pH terreno	pH	U,pH	8,12	8,07	8,72	8,34	7,49
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	594	<400	480	<400	<400
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	23	22	22	23	23
pH a 25°C	pH	U.pH	8,5	8,2	8,3	8,2	7,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	80.800	29.000	58.800	38.700	9.680
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	52.300	17.180	35.920	28.900	6.005
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	474	317	204	275	169
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	29.494	10.444	20.622	19.800	3.173
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	4.727	2.719	3.106	2.562	449
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	578	386	249	336	206
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,0	2,7	3,1	2,0	2,9
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	476	211	895	648	205
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	2.715	889	1.118	2.169	190
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	1.255	622	1.093	735	173
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	20.189	7.035	9.142	13.441	1.828
Boro disuelto	B	mg/L	104	49,3	40,7	42,2	9
Litio disuelto	Li	mg/L	120	38	41	59	8
Silicio disuelto	Si	mg/L	43	36	31	33	<2
<i>Error (r%)</i>			<i>8,84</i>	<i>6,84</i>	<i>-5,79</i>	<i>9,99</i>	<i>4,84</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	7,61	4,45	<0,50	6,3	<0,50
Arsénico disuelto	As	mg/L	4,667	2,15	0,375	2,425	0,27
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	12	6,2	25	14	1,4
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,16	0,06	0,12	0,12	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	485	214	972	916	206
Magnesio total	Mg	mg/L	1472	668	1112	764	178
Sodio total	Na	mg/L	22694	7144	13565	17356	1985
Potasio total	K	mg/L	2616	973	1618	3419	190
Plata total	Ag	mg/L	0,16	0,06	0,16	0,16	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	6,25	2,3	1,625	2,7	0,33
Boro total	B	mg/L	119	49,5	60,4	51,6	10,2
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	0,01	<0,01	0,03	0,02	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	0,16	0,04	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,8	0,14	0,48	0,27	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,07	<0,05	0,08	0,06	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,16	0,05	0,09	0,07	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,63	0,16	0,4	0,27	0,08
Litio total	Li	mg/L	122	39	49	68	12
Manganeso total	Mn	mg/L	0,12	<0,01	0,07	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,97	0,33	0,65	0,46	0,11
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	44	37	31	34	<2
Estroncio total	Sr	mg/L	13	7	26	15	1,6
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Ilar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BO = Borde Oriental Salar
 (*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPZ-6S	Tucucaro	TM-6	TP-1	TP-2 (a)
Fecha muestreo			03-sep-13	05-sep-13	08-sep-13	08-sep-13	04-sep-13
Hora muestreo			14:40	9:50	12:00	11:30	9:05
Profundidad agua	m		0,17	1,05	33,94	9,992	3,555
Sector			TZ	TZ	BTZ	BTZ	BTZ
Ubicación			Sector Tilopozo	Sector Tilopozo	de Sector Tilop	de Sector Tilop	de Sector Tilop
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-24756,002	ES13-24756,001	ES13-25669,002	ES13-25669,001	ES13-26584,001
Temperatura terreno	Tª	°C	14,8	17,8	26,9	25,4	24,8
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	15.670	6.762	2.480	4.177	>200.000
pH terreno	pH	U,pH	7,79	7,56	7,03	7,13	5,90
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	519	530	<400
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	23	23	23	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	7,8	7,5	<0,05	7,7	6,3
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	14.260	6.890	2.410	4.030	473.000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	8.620	4.065	1.638	2.320	308.080
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	409	349	382	381	237
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	5.454	1.776	386	856	185.725
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	1.642	530	405	396	10.306
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	498	426	465	464	289
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,83	3,2	152	4,9	11,8
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	146	131	128	152	645
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	316	113	2,6	71,5	19.081
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	286	102	8,1	84,4	3.150
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	3.428	1.389	386	582	120.093
Boro disuelto	B	mg/L	15,9	11,9	7,65	9,9	534
Litio disuelto	Li	mg/L	12,6	9,3	<0,01	4,52	853
Silicio disuelto	Si	mg/L	38	41	53	48	<2
<i>Error (r%)</i>			<i>-0,45</i>	<i>9,82</i>	<i>-5,94</i>	<i>5,98</i>	<i>7,01</i>
Fluoruros	F-	mg/L	0,8	0,9	0,430	0,49	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	<0,50	1,03	0,260	0,34	3
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,59	0,44	0,380	0,37	1,425
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	5,1	2,9	2,1	2,7	15
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	2410	<0,01	0,64
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,05	0,01	1,35
Calcio total	Ca	mg/L	149	150	152	165	668
Magnesio total	Mg	mg/L	348	109	465	86,9	3315
Sodio total	Na	mg/L	3511	1417	399	733	133219
Potasio total	K	mg/L	331	175	0,98	74,2	19722
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	0,080	<0,01	0,71
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,69	0,51	0,40	0,47	2
Boro total	B	mg/L	17,1	12,1	8,14	9,9	589
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,15
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	8,07
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,16
Cobre total	Cu	mg/L	0,03	<0,01	0,08	<0,01	0,68
Hierro total	Fe	mg/L	0,08	<0,01	<0,1	0,1	6,34
Litio total	Li	mg/L	18,8	10,3	<0,1	5,02	861
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	7,65	<0,01	1,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	0,26	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,14	0,09	<0,01	<0,05	4,25
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,05	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	2,1	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	39	43	0,43	52	<5
Estroncio total	Sr	mg/L	5,7	3,3	2,6	3,2	15
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,05	0,01	1,61

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Ilar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			TP-3 (a)	TS-8	Vertiente Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			09-sep-13	08-sep-13	05-sep-13	09-sep-13
Hora muestreo			10:20	14:00	12:00	16:20
Profundidad agua	m		16,359	23,656	0,05	-
Sector			BTZ	BTM	BTM	BO
Ubicación			de Sector Tilomonte	de Sector Tilomonte	de Sector Tilomonte	Borde Oriental
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-25663,002	ES13-25669,003	ES13-26578,001	ES13-25667,001
Temperatura terreno	Tª	°C	33,1	21,0	15,9	24,3
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	>200.000	5.939	5.779	3.948
pH terreno	pH	U,pH	6,02	8,85	8,45	7,52
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	523	<400	<400	507
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	23	23	22	23
pH a 25°C	pH	U.pH	6,3	8,9	8,6	7,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	473.000	5.880	5.770	3.710
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	300.190	3.260	3.445	2.605
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	273	32	189	118
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	186.768	1.985	1.607	804
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	14.571	18	662	691
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	332	28	225	144
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	8,3	0,7	2,3	5,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	603	132	272	262
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	26.260	71,1	70	28,4
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	3.771	103	155	72,9
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	117.972	1.145	1.046	506
Boro disuelto	B	mg/L	602	7,21	9,9	8,43
Litio disuelto	Li	mg/L	768	0,85	0,92	0,28
Silicio disuelto	Si	mg/L	10	<2	33	31
<i>Error (r%)</i>			<i>7,10</i>	<i>9,64</i>	<i>9,93</i>	<i>5,79</i>
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	0,43	0,88	0,53
Bromuros	Br-	mg/L	49,8	0,56	0,49	0,31
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,36	<0,001	0,072	0,072
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	10	2,7	5,1	5,9
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,29	<0,01	<0,01	<0,01
Zinc disuelto	Zn	mg/L	3,5	<0,01	0,02	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	612	145	299	314
Magnesio total	Mg	mg/L	3917	104	155	79,2
Sodio total	Na	mg/L	119198	1157	1398	616
Potasio total	K	mg/L	27030	71,3	196	29,2
Plata total	Ag	mg/L	0,93	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,375	0,002	0,076	0,087
Boro total	B	mg/L	660	7,52	10,2	8,94
Bario total	Ba	mg/L	1,4	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	0,19	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	4,2	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,4	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,72	0,02	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	5,67	8,24	0,06	0,11
Litio total	Li	mg/L	843	1,25	0,92	0,48
Manganeso total	Mn	mg/L	2,17	0,12	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	5,56	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	12	<5	36	32
Estroncio total	Sr	mg/L	10	3,2	5,7	5,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	3,71	<0,01	0,02	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición;

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S-4	P-01	P-02	P-03	P-05	MPS-C(B)
Fecha muestreo			18-10-2013	17-10-2013	18-10-2013	22-10-2013	18-10-2013	17-10-2013	24-10-2013
Hora muestreo			8:50	15:10	11:20	17:20	12:15	12:35	12:10
Profundidad agua	m		1,508	1,363	1,290	1,051	1,232	0,421	0,590
Sector			N	N	N	N	N	N	N
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-29362.001	29358.001	ES13-29366.002	30154.001	29366.001	ES13-29357.002	30191.002
Temperatura terreno	T ^s	°C	17,32	25,27	22,62	24,14	24,09	24,99	23,17
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	447.600	432.400	459.200	472.000	411.600	478.400	478.400
pH terreno	pH	U,pH	7,41	7,17	7,31	7,2	7,25	7,2	7,12
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	599	697	556	705	690	516	671
Temperatura Laboratorio	T ^s	°C	23	22	22	22	22	23	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7	7	7,3	7,2	7,2	7,2	6,8
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	542.000	480000	493000	786000	513000	503000	525000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	300.640	318280	295250	326720	284420	293530	323420
Densidad	D	g/cc	1,21	1,21	1,2	1	1,2	1,2	0,99
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	689	651	549	635	576	567	587
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	<10	<10	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	198.149	189586	191200	187270	197658	169862	190569
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	17.386	19181	11459	11603	8833	15443	11969
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	840	793	669	774	702	691	715
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	10,2	5,8	5,65	6,86	18,00	7,12	9,50
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	364	327	611	250	665	524	192
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	20.841	22821	13907	9388	13569	15229	22599
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	12.154	9270	6466	4796	7484	7030	2649
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	111.838	110326	117564	88523	104828	103308	90078
Error (r%)	err	%	6,57	6,46	5,17	-8,40	-0,16	6,32	-6,90
Fluoruros	F ⁻	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	1,360	1,56	1,800	19,40	1,67	1,65	2,120
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,152	0,02	1.000	2,52	6.300	8.600	0,002
Boro disuelto	B	mg/L	649	620	434	405	412	494	495
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	0,200
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	10	3,50	19	22	20	21	2,70
Litio disuelto	Li	mg/L	1.385	1488	683	439	526	1.274	291
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,94	0,93	0,93	0,36	0,94	0,86	0,71
Silicio disuelto	Si	mg/L	15	12	38	<2	20	17	11
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,72	0,73	0,68	0,04	0,71	0,79	0,09
Calcio total	Ca	mg/L	386	344	638	280	898	548	241
Magnesio total	Mg	mg/L	12.749	12560	6.763	5136	7.913	7.965	2842
Sodio total	Na	mg/L	122.254	123414	135.632	89094	112.343	122.174	91186
Potasio total	K	mg/L	22.518	26141	14.373	15124	14.090	16.201	24777
Plata total	Ag	mg/L	1,070	1,090	1,000	0,96	1,000	1,04	0,960
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	1,2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,17	0,19	1.475	2,75	19	12	0,01
Boro total	B	mg/L	656	629	459	446	451	511	573
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	0,20
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,03
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	5,69	4,71	5,79	1,90	5,83	5,48	1,93
Cromo total	Cr	mg/L	0,29	0,43	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,69	0,88	0,9	0,21	0,92	0,84	0,17
Hierro total	Fe	mg/L	24	135	2,04	0,91	0,72	1,00	3,94
Litio total	Li	mg/L	1431	1740	712	496	694	1644	1004
Manganeso total	Mn	mg/L	4,26	3,69	1,46	0,34	1,16	0,86	0,6
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,4	0,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3
Niquel total	Ni	mg/L	6,43	6,55	5,68	<0,05	5,68	5,69	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,31	0,06
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	16	12	42	<2	22	17	12
Estroncio total	Sr	mg/L	12	3,7	24	24	23	23	3
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,99	0,96	0,79	0,05	0,97	0,8	0,1

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Punta	Laguna La Brava- Punto C	Laguna Interna	Laguna Salada	Laguna Saladita	MPS-A (A)
Fecha muestreo			16-10-2013	16-10-2013	24-10-2013	24-10-2013	24-10-2013	24-10-2013
Hora muestreo			8:50	10:20	11:20	16:00	13:40	14:20
Profundidad agua	m		-	0,050	-	-	-	0,220
Sector			PB	PB	P	P	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-29356.001	ES13-29361.001	ES13-30185.002	ES13-30185.001	ES13-30156.001	ES13-30183.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	13,7	17,7	19,0	27,88	24,04	24,01
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	40.720	25.370	74.770	61.560	64.120	70.190
pH terreno	pH	U,pH	8,99	8,26	8,35	8,7	8,42	8,33
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	400	<400	438	519	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	23	22	23	22	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	8,8	8,1	8,1	8,5	8	7,9
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	42.700	25.600	80800	63000	67400	82400
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	25.995	15.530	49250	37700	53440	54290
Densidad	D	g/cc	1,01	1	1	1,2	1,2	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	437	330	223	267	243	158
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	14.135	7.786	28287	21099	24237	28484
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.317	2.098	3846	2754	3085	4488
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	399	403	272	317	296	192
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,52	1,7	5,6	4,71	4,95	3,71
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	333	189	1157	598	419	1203
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1.367	874	2281	1524	1904	1913
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	746	538	1621	968	1185	1296
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	8.798	5.022	15040	12623	13328	19125
Error (r%)	err	%	5,81	7,22	2,70	4,29	0,99	9,77
Fluoruros	F-	mg/L	4,950	3,06	0,50	0,60	0,600	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	2,140	0,94	2,40	1,28	3,640	1,720
Arsénico disuelto	As	mg/L	2,025	0,84	6,00	0,80	0,817	1,600
Boro disuelto	B	mg/L	24,200	43,70	68,90	42,50	47,600	90
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	0,60	0,40	0,400	0,700
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	8,10	4,00	17	12	25	50
Litio disuelto	Li	mg/L	44,400	34,10	49,80	44,40	44,900	141
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,09	0,05	0,18	0,09	0,08	0,15
Silicio disuelto	Si	mg/L	36	32	32	28	24	19
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,06	0,03	0,05	0,11	0,1	0,04
Calcio total	Ca	mg/L	372	191	1185	636	426	1231
Magnesio total	Mg	mg/L	806	569	1676	1035	1257	1561
Sodio total	Na	mg/L	8.934	5.567	15240	13036	14039	21103
Potasio total	K	mg/L	1.510	936	2452	1702	2057	2336
Plata total	Ag	mg/L	0,100	0,05	0,19	0,14	0,140	0,180
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	3,3
Arsénico total	As	mg/L	2.350	1.725	6.20	0.81	0.87	2.00
Boro total	B	mg/L	28,90	44,50	73,50	49,30	55,20	95
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	0,70	0,70	0,60	0,80
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,36	0,19	0,85	0,23	0,28	0,97
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,07	0,05	0,10	0,07	0,05	0,11
Hierro total	Fe	mg/L	0,03	0,04	0,57	0,33	0,6	1,26
Litio total	Li	mg/L	45,9	34,4	109	93,60	110	145
Manganeso total	Mn	mg/L	0,05	0,03	0,10	0,04	0,04	0,3
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,42	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	38	32	32	30	31	21
Estroncio total	Sr	mg/L	8,9	4,40	19	13	28	56
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,07	0,05	0,05	0,11	0,11	0,05

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BO = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			PZ-8	TPZ-6S	TPZ-7S	Tucucaro	MP-1(A)	MP-2(A)	MP-5(A)
Fecha muestreo			16-10-2013	16-10-2013	16-10-2013	17-10-2013	22-10-2013	22-10-2013	22-10-2013
Hora muestreo			12:50	11:50	11:00	11:50	10:50	13:00	16:40
Profundidad agua	m		0,264	0,281	0,187	2,360	Surgente	0,344	0,858
Sector			TZ	TZ	TZ	TZ	TZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			29359.001	ES13-29359.002	ES13-29363.001	ES13-29364.001	ES13-30196.001	ES13-30197.001	ES13-30194.001
Temperatura terreno	T ^s	°C	19,34	19,0	18,76	20,87	20,1	22,0	23,3
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	8550	29.630	54.100	6.390	25.260	13.860	36.010
pH terreno	pH	U,pH	7,67	8,73	8,21	7,97	7,35	8,27	8,06
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400	<400	437	403
Temperatura Laboratorio	T ^s	°C	22,00	22	23	23	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,80	7,9	7,9	7,8	7,5	7,9	7,5
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	9.390	11870	45900	7.010	24900	13450	35600
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	6.235	6910	28020	3.895	15160	8110	21985
Densidad	D	g/cc	0,99	1	1,01	0,99	1	1	1,2
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	188	418	327	324	396	284	411
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2.751	3046	13811	1.688	8370	3944	12676
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	405	1062	5434	520	1014	1388	1287
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	229	509	399	395	482	346	501
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	4,33	2,5	8,12	1,94	1,0	3,1	2,55
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	202	160	144	160	201	131	190
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	193	116	656	167	737	324	1271
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	184	248	843	109	369	299	587
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.498	1458	10977	1.069	5244	2631	7664
Error (r%)	err	%	5,52	-6,19	7,12	5,55	6,54	5,19	6,08
Fluoruros	F ⁻	mg/L	<0,5	1,00	1,340	1,340	0,60	0,79	<0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	2,37	1,68	0,390	0,170	1,03	0,53	1,530
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,27	1,08	0,838	0,430	0,55	1,02	0,630
Boro disuelto	B	mg/L	10,40	21,50	50,200	12,600	35,10	20,60	47,300
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	5,00	4,90	4,00	3,40	8,00	5,20	3,50
Litio disuelto	Li	mg/L	13,30	13,10	15,70	8,390	32,20	13,90	42,200
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06
Silicio disuelto	Si	mg/L	33,00	33	39	35	37	42	37
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,03
Calcio total	Ca	mg/L	235	193	319	161	216	139	200
Magnesio total	Mg	mg/L	185	290	911	115	413	327	659
Sodio total	Na	mg/L	1.750	1718	24314	1.315	5710	2800	9155
Potasio total	K	mg/L	203	119	933	179	868	380	1727
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	0,120	0,090	<0,01	0,06	<0,01	0,080
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,36	1,18	2,73	0,46	0,89	1,13	0,83
Boro total	B	mg/L	10,80	27,70	56,00	12,70	36,00	21,30	48,10
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,07	0,07	0,40	<0,05	0,19	0,11	0,27
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,04	0,03	0,1	<0,01	0,03	<0,01	0,04
Hierro total	Fe	mg/L	1,84	0,03	0,08	0,07	0,15	0,43	0,22
Litio total	Li	mg/L	14,30	13,8	55,8	8,39	33,10	14	47,5
Manganeso total	Mn	mg/L	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,07
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,08	0,09	0,42	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	35	35	41	35	37	43	38
Estroncio total	Sr	mg/L	5,20	10	8,2	3,5	8,9	5,7	3,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,08	0,07	0,09	0,04	0,08	<0,01	0,04

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			MP-6(A)	TM-6	TP-1	TP-2	TP-3
Fecha muestreo			22-10-2013	17-10-2013	17-10-2013	19-10-2013	19-10-2013
Hora muestreo			15:50	8:15	9:50	8:15	11:40
Profundidad agua	m		0,817	33,362	9,617	3,564	15,961
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-30193.002	29360.001	ES13-29365.001	ES13-29362.003	ES13-29370.001
Temperatura terreno	T ^g	°C	25,51	22,8	25,23	23,89	30,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	12.140	2.403	3.838	456.400	448.800
pH terreno	pH	U,pH	6,94	7,34	7,00	6,13	6,19
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400	441
Temperatura Laboratorio	T ^g	°C	23	22	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,4	7,2	7,1	6,2	6,3
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	12150	2530	4.230	535.000	455.000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	7060	1646	2.315	292.100	265.600
Densidad	D	g/cc	1,2	1	0,99	1,2	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	500	355	381	248	279
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	3767	376	839	187.480	175.478
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	770	386	379	7.664	14.488
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	610	432	464	302	340
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	4,99	0,7	4,88	11,60	8,1
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	187	143	159	639	580
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	370	34,4	76,70	20.295	19.628
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	214	64,7	81,20	6.666	5.830
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	2466	333	604	102.660	80.525
Error (r%)	err	%	6,72	8,00	8,07	3,71	-4,04
Fluoruros	F ⁻	mg/L	1,03	0,78	1,030	<0,5	<0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	0,60	0,23	0,270	1,520	1,45
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,29	0,40	0,400	0,880	0,28
Boro disuelto	B	mg/L	17,70	7,76	9,500	675,000	650
Bario disuelto	Ba	mg/L	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	3,10	2,30	3,00	10	7,40
Litio disuelto	Li	mg/L	18,40	1,12	3,720	787	1037
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,91	0,96
Silicio disuelto	Si	mg/L	43	38	46	25	22
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,29	<0,01	0,05	0,73	5,67
Calcio total	Ca	mg/L	298	150	160	702	624
Magnesio total	Mg	mg/L	302	69	86	6.729	6.382
Sodio total	Na	mg/L	2492	376	662	112.678	83.875
Potasio total	K	mg/L	479	36	80	40.518	27.777
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	1,020	1,06
Aluminio total	Al	mg/L	80	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,94	0,42	0,77	1800,00	0,47
Boro total	B	mg/L	18,30	8,29	9,80	718,00	673
Bario total	Ba	mg/L	0,80	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,15	<0,05	<0,05	5,29	4,81
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	0,32	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,20	0,04	<0,01	0,33	0,73
Hierro total	Fe	mg/L	26,40	0,72	0,31	2,05	3,67
Litio total	Li	mg/L	20,0	1,5	3,82	820	1076
Manganeso total	Mn	mg/L	2,49	0,02	0,02	0,55	2,78
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,4
Niquel total	Ni	mg/L	0,07	<0,05	<0,05	6,49	5,93
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	47	40	48	26	23
Estroncio total	Sr	mg/L	3,50	2,40	3,2	12	9,7
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,33	0,07	0,06	0,88	6,06

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Tilopozo	TS-8	Vertiente Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			17-10-2013	16-10-2013	15-10-2013	26-10-2013
Hora muestreo			11:15	14:00	13:15	10:00
Profundidad agua			m	23,295	0,065	-
Sector			BTZ	BTM	BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-29364.002	29363.002	ES13-29355.001	ES13-30165.001
Temperatura terreno	T ^s	°C	25,87	23,67	22,14	27,29
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	4.116	5.709	5.828	4945
pH terreno	pH	U,pH	7,03	9,04	8,5	8,22
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^s	°C	23	22	23	23
pH a 25°C	pH	U,pH	7	8,8	8,40	7,8
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	4.310	6160	6.120	3860
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	2.660	3595	3.235	2575
Densidad	D	g/cc	1	0,99	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	383	30	188	129
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L	-	-	-	-
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	972	1795	1.468	851
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	401	8,49	614	722
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	466	36	227	157
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	5,07	0,61	3,00	5,10
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	149	120	266	242
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	84,10	69,80	65,90	29,60
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	81,80	99	146	91,00
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	721	880	824	507
Error (r%)	err	%	8,00	4,83	5,56	3,42
Fluoruros	F ⁻	mg/L	1,370	0,340	6,600	0,570
Bromuros	Br ⁻	mg/L	0,310	0,580	2,710	0,310
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,400	<0,001	0,071	0,045
Boro disuelto	B	mg/L	9,700	7,550	6,020	7,390
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	2,90	2,90	4,30	5,30
Litio disuelto	Li	mg/L	3,970	1,290	0,920	0,410
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	45	<2	32	30
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Calcio total	Ca	mg/L	159	127	278	243
Magnesio total	Mg	mg/L	85	104	146	92
Sodio total	Na	mg/L	741	964	832	558
Potasio total	K	mg/L	86	76,9	69,2	32,7
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,44	0,002	0,08	0,08
Boro total	B	mg/L	10,00	8,02	7,07	7,64
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,03	3,8	0,02	0,1
Litio total	Li	mg/L	4,18	1,3	0,95	0,49
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,13	0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	48	<5	32	32
Estroncio total	Sr	mg/L	3	3,1	4,8	5,9
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,04	0,04	0,06

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; P

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S-4	TPB-5	P-01	P-02
Fecha muestreo			21-nov-13	21-nov-14	21-nov-13	20-nov-13	27-nov-13
Hora muestreo			12:00	13:00	14:20	14:00	8:05
Profundidad agua		m	1,54	1,479	0,90	1,316	1,091
Sector			N	N	N	N	N
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-33475.001	ES13-33475.002	ES13-33475.003	ES13-33472.001	ES13-34803.001
Temperatura terreno	Tª	°C	23,8	23,6	7,2	24,96	20,78
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	468.000	434.400	458.000	480800	421600
pH terreno	pH	U,pH	7,08	7,17	7,17	7,28	7,06
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	22	22	23	22	23
pH a 25°C	pH	U,pH	8,4	7,7	8,0	8,7	7,5
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	523.000	573.000	527.000	544000	498000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	303.560	338.650	299.470	288810	293050
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1,2	0,99
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	377	697	490	737	629
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					<10
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	186.976	189.408	189.130	191.284	194.408
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	16.199	19.664	8.469	11.080	12.364
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	460	850	598	898	766
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	7,0	3,6	6,5	4,37	3,75
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	358	315	640	522	564
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	20.761	23.910	14.611	14.608	12.633
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	10.554	12.510	6.112	7.205	4.180
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	107.923	115.687	122.694	128.771	107.880
Error (r%)	err	%	6,84	9,27	7,69	9,50	-2,35
Fluoruros	F ⁻	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	27,7	22,9	20,8	23	24
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,023	0,037	1900	0,5	3250,0
Boro disuelto	B	mg/L	749	616	505	535	
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	14	3,7	34,0	30,0	15,0
Litio disuelto	Li	mg/L	813	528	328	519	664
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,74	0,71	0,69	0,68	0,53
Silicio disuelto	Si	mg/L	20,00	19	23,00	23	<2
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,2	<0,01	0,07
Calcio total	Ca	mg/L	364	327	663	539	631
Magnesio total	Mg	mg/L	11.928	13.934	7.191	7.853	4.246
Sodio total	Na	mg/L	110.361	121.906	132.801	142.583	108.337
Potasio total	K	mg/L	20.784	24.669	14.713	14.788	14.783
Plata total	Ag	mg/L	0,87	0,92	0,73	0,860	0,540
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,103	0,052	3200,00	1380,00	10,00
Boro total	B	mg/L	779	636	565	561	457
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	0,09	0,12	0,140	0,08	0,03
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	6,62	5,74	6,070	5,68	2,98
Cromo total	Cr	mg/L	0,42	0,46	0,47	0,35	0,21
Cobre total	Cu	mg/L	0,95	0,23	0,100	0,95	0,77
Hierro total	Fe	mg/L	15,3	77	0,23	0,5	3,27
Litio total	Li	mg/L	846	887	360	563	742
Manganeso total	Mn	mg/L	1,85	1,68	0,2	0,77	0,54
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	0,23	0,27	<0,05	0,17
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	20	20	28	24	<2
Estroncio total	Sr	mg/L	16	3,9	35	31	18
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,02	0,37	0,01	0,33

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			P-03	P-04	P-05	Laguna La Brava-Punto C	Laguna Interna
Fecha muestreo			20-nov-13	20-nov-13	27-nov-13	23-nov-13	24-nov-13
Hora muestreo			15:50	13:00	10:00	9:55	12:10
Profundidad agua	m		1,259	1,72	0,50	-	-
Sector			N	N	N	PB	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-33480.002	ES13-33480.003	ES13-34797.002	ES13-33467.001	ES13-33461.002
Temperatura terreno	Tª	°C	23,42	23,7	17,6	17,2	20,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	440400	470.000	473.200	25.360	82.480
pH terreno	pH	U,pH	7,24	6,95	7,28	8,20	8,02
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	22	23	22	22	23
pH a 25°C	pH	U,pH	7,9	7,8	7,3	8,6	8,7
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	506000	492.000	460.000	25.300	92.400
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	282850	288.410	295.500	14.360	59.070
Densidad	D	g/cc	1,01	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	518	505	550	330	240
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	191.076	181.487	179.590	7.779	32.045
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	6.493	18.835	12.809	2.054	4.369
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	631	616	670	396	293
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	3,28	16,2	5,8	1,2	3,8
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	705	325	565	178	1.263
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	15.418	15.541	9.556	733	2.913
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	7.055	9.240	7.281	558	1.310
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	124.282	122.583	116.963	5.150	21.487
Error (r%)	err	%	9,19	9,71	6,01	8,59	9,83
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bromuros	Br-	mg/L	8	18,3	20,3	6,99	18,3
Arsénico disuelto	As	mg/L	8600,0	0,22	9000	0,575	3650
Boro disuelto	B	mg/L	565	399		52	80,7
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	28,0	17	17	6,7	24
Litio disuelto	Li	mg/L	522	590	427	47	94
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	0,71	0,02	0,15
Silicio disuelto	Si	mg/L	21	21,00	<2	6	34
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	2,78	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	753	364	571	188	1367
Magnesio total	Mg	mg/L	7.760	9.379	8.058	578	2.013
Sodio total	Na	mg/L	130.242	137.460	129.282	5.217	24.196
Potasio total	K	mg/L	15.496	15.756	13.404	750	2.938
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	0,72	0,02	0,15
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	10,00	0,27	14	1500	3750
Boro total	B	mg/L	606	412	524	59	84,7
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3
Berilio total	Be	mg/L	0,12	0,12	0,1	<0,01	0,02
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	6,69	6,39	6,41	<0,05	1,32
Cromo total	Cr	mg/L	0,38	0,39	0,27	<0,05	0,11
Cobre total	Cu	mg/L	0,92	0,92	0,19	<0,01	0,16
Hierro total	Fe	mg/L	0,24	0,43	0,69	0,17	<0,01
Litio total	Li	mg/L	537	650	474	49	98
Manganeso total	Mn	mg/L	0,25	0,85	1,17	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,42	<0,05	0,45	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	0,27	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	22	21	<2	9	40
Estroncio total	Sr	mg/L	29	23	21	6,8	24
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,01	0,05	3,57	<0,01	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Fo; BTZ = Borde Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; F (*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			MPS-A (A)	TPZ-6S	TPZ-7S	MP-1(A)	MP-2(A)
Fecha muestreo			24-nov-13	27-nov-13	27-nov-13	22-nov-13	22-nov-13
Hora muestreo			9:00	12:50	12:00	9:40	14:15
Profundidad agua		m	0,239	0,25	0,21	Surgente	0,344
Sector			P	TZ	TZ	TZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES13-33462.002	ES13-34798.001	ES13-34803.002	ES13-33465.001	ES13-33492.001
Temperatura terreno	Tª	°C	19,2	21,7	21,7	25,0	23,8
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	67.860	15.050	48.230	26.130	14.600
pH terreno	pH	U,pH	7,82	7,99	7,95	7,36	7,90
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M
Temperatura Laboratorio	Tª	°C	22	22	23	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,9	7,9	7,9	7,7	8,2
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	63.200	13.220	37.200	24.800	13.180
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	39.160	10.150	34.530	16.350	7.895
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	422	409	406	388	279
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	21.484	4.252,0	26.063,0	8.032	3.798
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2.226	1.958,0	4.982,0	1.008	1.326
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	515	499,0	495,0	473	340
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,1	1,2	7,4	0,9	2,6
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	205	166,0	319,0	215	158
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	2.235	250,0	1.009,0	696,0	288,0
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	527	273,0	1.230,0	275,0	249,0
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	13.670	2.786,0	12.894,0	5.413	2.752
Error (r%)	err	%	5,82	-0,90	-6,20	8,73	7,92
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	1,22	<0,5	0,6	0,59
Bromuros	Br-	mg/L	82	0,45	61	15,6	0,47
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,56	1100	11	0,275	0,82
Boro disuelto	B	mg/L	81,2	20,2	130	39	22,2
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	5,2	4,2	27	14	9,6
Litio disuelto	Li	mg/L	95	12,1	48,8	42,30	17,7
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,09	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	37	33	109	32	36
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	216	257	947	230	176
Magnesio total	Mg	mg/L	1.101	297	1.257	309	256
Sodio total	Na	mg/L	13.734	2.796	14.649	5.905	2.925
Potasio total	K	mg/L	2.293	251	1.094	730	322
Plata total	Ag	mg/L	0,1	0,02	0,06	<0,01	0,02
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	1,5	12	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	1950	1925	11	0,575	0,95
Boro total	B	mg/L	83,6	23,8	160	40	22,6
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	0,2	0,9	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,78	0,05	0,27	0,25	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,1	0,08	0,83	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,1	1,26	4,98	0,23	0,78
Litio total	Li	mg/L	101	12,8	50,1	43,1	17,8
Manganeso total	Mn	mg/L	0,05	0,05	0,34	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	39	70	231	34	37
Estroncio total	Sr	mg/L	5,2	5,1	30	14	9,8
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,06	0,39	<0,01	0,02

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; BO = Borde Oriental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			MP-3(A)	MP-5(A)	TM-6	Vertiente Tilomonte
Fecha muestreo			22-nov-13	19-nov-13	29-nov-13	23-nov-14
Hora muestreo			12:00	13:30	9:00	12:50
Profundidad agua	m		0,051	1,13	33,34	-
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTM
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-33466.001	ES13-33487.002	ES13-34782.001	ES13-33468.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	23,1	29,1	23,3	23,2
Conductividad terreno	C.E.	μS/cm	8.142	56.760	2.849	5.940
pH terreno	pH	U,pH	7,81	7,33	7,10	8,51
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	N/M	N/M	N/M	N/M
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	22	22	22	22
pH a 25°C	pH	U,pH	7,8	8,4	7,1	8,6
Conductividad a 20°C	C.E.	μS/cm	8.220	71.800	2.260	6.240
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	6.280	51.890	1.744	4.120
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	354	186	389	183
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L				
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2.214	26.799	382	1.595
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	551	3.647	407	665
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	432	220	475	215
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	1,0	1,9	5,2	<0,01
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	121	1.382	151	251
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	221,0	2.103,0	31,6	58,5
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	152,0	1.318,0	80,4	134,0
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1.523	17.237	335	742
Error (r%)	<i>err</i>	%	8,77	9,80	7,90	-1,56
Fluoruros	F ⁻	mg/L	0,76	<0,5	0,5	0,62
Bromuros	Br ⁻	mg/L	0,66	18,9	0,27	0,51
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,32	0,358	0,37	0,035
Boro disuelto	B	mg/L	15,8	79	7,23	9,9
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	4	49	2,7	6,6
Litio disuelto	Li	mg/L	11	83,00	1,06	1,1
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	34	15	47	27
Zinc disuelto	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Calcio total	Ca	mg/L	132	1511	161	268
Magnesio total	Mg	mg/L	163	1.364	84,9	166
Sodio total	Na	mg/L	1.779	18.759	340	786
Potasio total	K	mg/L	227	2.193	52,9	58,8
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	21	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,65	1220	0,4	0,063
Boro total	B	mg/L	16,4	81	8,12	10,3
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,05	0,97	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	<0,01	0,23	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	11,5	0,08	0,19
Litio total	Li	mg/L	11,2	85,6	1,94	1,12
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,32	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	0,2	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	1	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	36	15	100	30
Estroncio total	Sr	mg/L	4,1	55	3,3	7
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	0,9	0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	<0,01	0,02	0,06	<0,01

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; F

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			S-3	S-4	P-01	P-03	P-05	MPS-C(B)	
Fecha muestreo			10-dic-13	10-dic-13	11-dic-13	11-dic-13	11-dic-13	15-dic-13	
Hora muestreo			13:30	14:30	10:30	9:15	11:40	11:00	
Profundidad agua			m	1,55	1,405	1,715	1,277	1,00	00-ene-00
Sector			N	N	N	N	N	N	
Laboratorio			SGS Chile						
Código SGS			ES13-36307.001	ES13-36307.002	ES13-36315.002	ES13-36315.003	ES13-36315.001	ES13-36313.001	
Temperatura terreno	T ^a	°C	7,8	7,6	8,2	7,8	8,2	7,6	
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	24	27	23	22	19	18	
pH terreno	pH	U.pH	502.800,00	458.800,00	467600	466800	426.000,00	406.000,00	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	7	7	7,13	7,03	7	7	
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	N/M	N/M	N/M	N/M	N/M	704	
pH a 25°C	pH	U.pH	20	21	22	22	22	22	
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	364800	372800	464400	486000	358200	341000	
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	326710	319900	315600	316660	319360	289900	
Densidad	D	g/cc	1	1	1,14	1,05	1	1	
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	740	674	685	632	733	575	
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L							
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	190172	189825	187115	193229	186768	175581	
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	16876	19403	12052	7236	14439	12109	
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	902	822	835	770	894	701	
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	6,2	4,0	3,97	4,91	6,0	8,4	
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	352	286	440	583	335	572	
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	16246	2622	16510	20315	35833	44088	
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	6152	2566	8020	7838	8594	8606	
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	90304	107904	120813	108211	100437	89626	
Error (r%)	err	%	-4,34	-3,54	8,96	4,17	6,33	7,77	
Fluoruros	F-	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Bromuros	Br-	mg/L	18,1	28,7	18	11	11,1	10,4	
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,03	0,005	2,9	0,7	0,12	1,6	
Boro disuelto	B	mg/L	512	506	521	63	495	489	
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	20	3,6	26	34	21	28	
Litio disuelto	Li	mg/L	1650	1711	850	1219	1270	1295	
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,89	0,62	1,09	1,11	1,09	0,91	
Silicio disuelto	Si	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Zinc disuelto	Zn	mg/L	1,23	0,38	1,11	1,11	1,15	1,05	
Calcio total	Ca	mg/L	394	314	446	3006	1723	2615	
Magnesio total	Mg	mg/L	7283	2934	8643	8461	9218	8850	
Sodio total	Na	mg/L	94158	112645	129708	109985	107527	95912	
Potasio total	K	mg/L	19214	2656	16704	20550	37988	47860	
Plata total	Ag	mg/L	1,11	1,12	1,140	1,120	1,14	0,99	
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Arsénico total	As	mg/L	0,07	0,034	3,00	1,50	0,9	2,60	
Boro total	B	mg/L	552	551	550	69	549	555	
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	0,04	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	
Cobalto total	Co	mg/L	7,35	7,39	6,82	4,84	4,51	4,5	
Cromo total	Cr	mg/L	0,06	0,21	0,38	0,30	0,06	0,29	
Cobre total	Cu	mg/L	0,74	0,97	0,96	0,99	1,01	0,74	
Hierro total	Fe	mg/L	2,76	143	0,51	<0,01	0,25	<0,01	
Litio total	Li	mg/L	1716	1857	875	1331	1448	1441	
Manganeso total	Mn	mg/L	2,41	3,43	2,81	0,9	0,84	0,8	
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Silicio total	Si	mg/L	3	<2	6	<2	<2	<2	
Estroncio total	Sr	mg/L	22	3,9	29	35	25	32	
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Zinc total	Zn	mg/L	1,41	1,48	1,34	1,28	1,26	1,08	

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo; BTZ = Bord (*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Punta	Laguna La Brava	Laguna La Brava-Punto C	Laguna Interna	MPS-A (A)
Fecha muestreo			12-dic-13	12-dic-13	17-dic-13	15-dic-13	14-dic-13
Hora muestreo			8:24	13:10	15:30	10:30	11:00
Profundidad agua			m	-	-	-	0,208
Sector			PB	PB	PB	P	P
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-36310.002	ES13-36325.001	ES13-36995.001	ES13-36310.001	ES13-36298.001
Temperatura terreno	T ^a	°C	9,1	8,8	8,5	8,5	8,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	17	22	29	19	21
pH terreno	pH	U.pH	50.750,00	122.500,00	26.070,00	94,47	65.450,00
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	9	8	8	8	8
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	N/M	N/M	<400	<400	<400
pH a 25°C	pH	U.pH	22	21	23	22	22
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	55600	136600	24400	53200	71000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	34480	88820	23870	69720	44560
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	497	651	329	262	203
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	18962	50965	8088	39466	35366
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	3087	14455	2046	5964	10364
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	392	794	402	320	248
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	3,5	5,6	0,8	4,1	2,2
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	332	571	180	1415	1301
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	1653	1096	780	2674	2030
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	894	2257	539	1968	1108
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	10474	29798	5021	20752	26462
Error (r%)	err	%	1,94	-3,85	6,52	0,62	6,95
Fluoruros	F ⁻	mg/L	0,6	<0,5	<0,5	0,6	<0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	86,9	21	23,4	14,7	14,4
Arsénico disuelto	As	mg/L	3,25	6,5	0,358	4,25	1,075
Boro disuelto	B	mg/L	75	143	58	78	73
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	14	14	7,7	54	7,6
Litio disuelto	Li	mg/L	137	293	54	211	130
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,13	0,29	<0,01	0,26	0,31
Silicio disuelto	Si	mg/L	11	47	29	9	93
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,14	0,3	0,15	0,24	0,56
Calcio total	Ca	mg/L	332	574	183	1423	1415
Magnesio total	Mg	mg/L	980	2536	589	2139	1332
Sodio total	Na	mg/L	12868	29819	5031	22108	26912
Potasio total	K	mg/L	1968	250	790	3269	2291
Plata total	Ag	mg/L	0,13	0,34	<0,01	0,31	0,95
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	33
Arsénico total	As	mg/L	3,45	7,75	1,775	4,8	2,175
Boro total	B	mg/L	87	171	60	86	100
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,5	1,85	<0,05	0,69	2,94
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	0,1	<0,05	0,1	0,37
Cobre total	Cu	mg/L	0,11	0,26	0,1	0,25	0,92
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	24,1
Litio total	Li	mg/L	145	336	61	233	292
Manganeso total	Mn	mg/L	0,09	0,26	<0,01	0,11	1,53
Molibdeno total	Mo	mg/L	0,1	0,2	<0,1	0,2	0,7
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	12	49	35	11	99
Estroncio total	Sr	mg/L	14	16	8,3	59	30
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,18	0,3	0,53	0,28	1,28

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Ie Salar Sector Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BO = Borde Ori

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			TPZ-6S	MP-1(A)	MP-2(A)	MP-3(A)
Fecha muestreo			12-dic-13	19-dic-13	19-dic-13	19-dic-13
Hora muestreo			14:55	13:22	12:43	12:29
Profundidad agua	m		0,33	Surgente	N/M	N/M
Sector			TZ	TZ	BTZ	BTZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES13-36322.001	ES13-36997.001	ES13-36999.001	ES13-36999.002
Temperatura terreno	T ^a	°C	7,9	7,7	7,7	7,4
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	22	22	22	21
pH terreno	pH	U.pH	11.370,00	23.550,00	12.040,00	8.810,00
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	8	8	8	8
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	N/M	<400	<400	<400
pH a 25°C	pH	U.pH	21	23	22	22
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	10940	24400	12090	7860
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	6540	14950	7475	4735
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	428	387	279	360
Grasas y Aceites			GryAc	mg/L		
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	2767	8428	3707	2179
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	1248	1041	1348	559
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	522	471	340	439
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	0,9	1,0	4,1	1,1
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	121	203	143	120
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	222	727	313	222
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	232	549	260	267
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	1828	4546	1819	916
Error (r%)	err	%	2,74	4,23	-5,15	-0,06
Fluoruros	F ⁻	mg/L	0,5	0,8	0,77	0,79
Bromuros	Br ⁻	mg/L	0,56	19,6	<0,02	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	1,45	0,267	0,98	0,383
Boro disuelto	B	mg/L	24,2	40	23,4	16,8
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	6,2	16	11	4,9
Litio disuelto	Li	mg/L	11,7	50,70	15,3	13
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	38	28	206	192
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,03	0,19	0,2	0,16
Calcio total	Ca	mg/L	274	217	714	615
Magnesio total	Mg	mg/L	284	736	1110	694
Sodio total	Na	mg/L	1967	5234	2112	916
Potasio total	K	mg/L	240	755	315	238
Plata total	Ag	mg/L	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	0,9	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	4,5	0,925	5,4	0,467
Boro total	B	mg/L	27	41	25,6	17,2
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,1	0,08	0,12	0,11
Hierro total	Fe	mg/L	0,88	<0,01	<0,01	<0,01
Litio total	Li	mg/L	12,7	58,1	76,9	63,5
Manganeso total	Mn	mg/L	0,09	<0,01	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	39	34	212	198
Estroncio total	Sr	mg/L	8	17	41	22
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,11	0,23	0,26	0,18

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; Iental Salar; SN = Sistema Norte

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			MP-5(A)	TM-6	MP-4 (A)	TS-8	Vertiente Tilomonte	Vertiente Peine
Fecha muestreo			17-dic-13	10-dic-13	17-dic-13	11-dic-13	11-dic-13	11-dic-13
Hora muestreo			11:00	11:45	14:50	15:20	15:00	16:15
Profundidad agua	m		N/M	33972,00	N/M	23,30	-	-
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTM	BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile				
Código SGS			ES13-33487.002	ES13-36305.001	ES13-37002.001	ES13-36321.001	ES13-36316.001	ES13-36316.002
Temperatura terreno	T ^a	°C	8,0	7,4	6,9	8,1	8,1	7,6
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	22	24	29	23	27	24
pH terreno	pH	U.pH	56.970,00	2.466,00	4.211,00	5.882,00	6.097,00	4.111,00
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	7	7	7	9	8	8
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	<400	N/M	<400	N/M	N/M	N/M
pH a 25°C	pH	U.pH	23	21	22	22	22	21
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	59400	3138000	4450	6620	6780	4328
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	35060	1680	10220	3550	5440	2992
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	179	397	401	33	183	138
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L						
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	21025	389	973	1960	1660	937
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁼	mg/L	2337	397	441	15	703	788
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	203	484	489	32	199	168
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,3	5,4	4,0	0,6	0,0	5,1
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	193	109	141	108	218	226
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	2255	30,6	74,9	66,7	59,7	28,4
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	1076	59,1	91,3	106	140	80,1
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	12878	329	673	960	877	543
Error (r%)	err	%	8,03	0,82	4,82	3,46	0,07	-1,07
Fluoruros	F-	mg/L	0,6	0,450	0,380	0,120	0,730	0,460
Bromuros	Br-	mg/L	28,6	0,280	0,510	0,850	0,590	0,370
Arsénico disuelto	As	mg/L	0,185	0,325	0,076	<0,001	0,053	0,050
Boro disuelto	B	mg/L	80	7,450	9,700	7,890	8,520	8,020
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	6,6	2,70	3,40	3,90	6,60	6,40
Litio disuelto	Li	mg/L	128	1,180	4,740	1,520	1,140	0,550
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	32	49	34	<2	35	33
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,13	<0,01	0,11	0,01	0,02	0,02
Calcio total	Ca	mg/L	199	113	160	112	226	248
Magnesio total	Mg	mg/L	1101	60,4	96,3	98,5	143	79,9
Sodio total	Na	mg/L	17136	350	787	1002	979	602
Potasio total	K	mg/L	2493	33,2	91,4	67,5	64,5	28,9
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,010	0,010
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	0,68	0,36	0,31	0,01	0,07	0,06
Boro total	B	mg/L	84	8,51	11,10	8,26	9,90	8,53
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Hierro total	Fe	mg/L	0,37	0,04	1,03	31	<0,01	0,02
Litio total	Li	mg/L	141	1,21	4,76	1,65	1,27	0,56
Manganeso total	Mn	mg/L	0,01	0,01	<0,01	0,32	<0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	0,09	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	33	50	36	<5	36	34
Estroncio total	Sr	mg/L	7,4	2,7	4,2	4	6,7	6,6
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,18	0,02	0,21	0,16	0,02	0,03

Sectores: N = Núcleo Salar; ZT = Zona de Transición; F

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			P-01	P-03	P-05	MPS-C(B)	Laguna La Punta
Fecha muestreo			17-ene-14	22-ene-14	17-ene-14	15-ene-14	18-ene-14
Hora muestreo			16:00	14:20	15:00	8:20	15:30
Profundidad agua	m		1,72	1,76	1,56	01-ene-00	-
Sector			N	N	N	N	PB
Laboratorio			SGS Chile				
Código SGS			ES14-02238,003	ES14-02864,001	ES14-02238,002	ES14-02235,001	ES14-02861,001
Temperatura terreno	T ^a	°C	23,31	22,91	17,5	17,5	27,6
Conductividad terreno	C.E.	µS/cm	482800	456400	476.000	440.400	59.420
pH terreno	pH	U,pH	7,26	7,18	7,27	6,81	8,96
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	511	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	21	21	21	22	23
pH a 25°C	pH	U,pH	7,1	7,1	7,1	7,0	8,6
Conductividad a 20°C	C.E.	µS/cm	565000	514000	574000	540000	60000
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	316340	315890	313360	292700	38870
Densidad	D	g/cc	0,98	1,06	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	655	580	675	523	490
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	189130	189269	190798	188783	19768
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁻	mg/L	11953	9401	15690	11196	3527
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	799	707	823	638	538
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	9,10	28,50	5,7	3,8	3,9
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	586	673	567	481	353
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	12552	13941	18030	18296	1612
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	9055	7093	9390	9198	1043
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	122736	122263	111623	104633	13908
Error (r%)	err	%	8,81	7,86	5,40	4,15	9,66
Fluoruros	F ⁻	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Bromuros	Br ⁻	mg/L	1	4	3,01	<0,50	64,8
Arsénico disuelto	As	mg/L	3,1	11	0,24	0,002	3,563
Boro disuelto	B	mg/L	533	488	575	502	69
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	52	32	16	6,7	12
Litio disuelto	Li	mg/L	613	400	627	724	48
Plata disuelto	Ag	mg/L	1,32	0,42	1,32	0,50	0,03
Silicio disuelto	Si	mg/L	37	12	17	14	11
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,15	0,1	0,08	0,15	0,02
Calcio total	Ca	mg/L	619	855	572	783	357
Magnesio total	Mg	mg/L	33103	8453	11059	10538	1103
Sodio total	Na	mg/L	160581	131727	122289	108426	14977
Potasio total	K	mg/L	16821	16698	18677	19949	1766
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	0,420	<0,01	<0,01	0,05
Aluminio total	Al	mg/L	4,2	<0,5	1,9	2	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	4,30	22	2,292	12	3,875
Boro total	B	mg/L	561	588	584	515	89
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	0,75	0,35	0,34	0,33	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	1,16	0,9	0,94	0,16	0,04
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,17
Litio total	Li	mg/L	2467	806	892	926	50
Manganeso total	Mn	mg/L	0,3	0,08	<0,01	0,01	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Niquel total	Ni	mg/L	0,27	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	38	14	17	17	11
Estroncio total	Sr	mg/L	53	32	17	7,2	13
Vanadio total	V	mg/L	0,3	<0,1	0,6	0,3	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,17	0,11	0,09	0,17	0,02

Sectores: N = Núcleo Salar; PB = Sistema La Punta - La Brava; P = Sistema Peine; TZ = Sector Tilopozo; BTZ = Borde Salar Sect

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			Laguna La Brava	Laguna La Brava- Punto C	Laguna Interna	MPS-A (A)	TPZ-6S
Fecha muestreo			18-ene-14	18-ene-14	15-ene-14	15-ene-14	18-ene-14
Hora muestreo			12:30	11:45	16:00	12:00	11:00
Profundidad agua	m		-	-	-	0,77	0,345
Sector			PB	PB	P	P	TZ
Laboratorio			SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile	SGS Chile
Código SGS			ES14-02862,002	ES14-02862,001	ES13-33461,002	ES14-02235,002	ES14-02863,001
Temperatura terreno	T ^a	°C	26,4	29,2	29,7	25,7	21,6
Conductividad terreno	C.E.	μS/cm	138.900	28.270	95.970	56.960	9.821
pH terreno	pH	U.pH	8,29	8,34	8,47	7,82	8,35
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	25	21	22	22	20
pH a 25°C	pH	U.pH	8,2	8,3	8,0	8,1	7,9
Conductividad a 20°C	C.E.	μS/cm	167400	34800	127700	77500	10640
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	104150	27480	62220	45520	5870
Densidad	D	g/cc	1	1	1	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	708	326	229	127	402
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L					
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	58573	8512	42731	20872	2714
Sulfatos disueltos	SO ₄ ⁺	mg/L	9253	2628	4386	3494	1123
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	864	397	279	155	491
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	6,4	0,7	111	0,5	1,0
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	752	199	1557	1519	136
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	6445	1063	3160	1802	223
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	2433	627	2066	1317	200
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	35263	5328	25224	12275	2055
Error (r%)	err	%	3,50	5,24	6,08	8,84	8,27
Fluoruros	F ⁻	mg/L	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	0,73
Bromuros	Br ⁻	mg/L	<0,50	4,16	5,38	4,32	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	9,625	1,8	2,3	0,575	0,888
Boro disuelto	B	mg/L	118	35	98	43	27,3
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	0,2	0,3	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	19	5,1	12	12	3,4
Litio disuelto	Li	mg/L	155	28	117	107	9,7
Plata disuelto	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	0,09	0,15	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	58	40	34	20	324
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,03	0,03	0,04	<0,01	0,09
Calcio total	Ca	mg/L	878	293	1662	1561	264
Magnesio total	Mg	mg/L	2504	630	2223	1417	305
Sodio total	Na	mg/L	37879	6292	27535	12356	2257
Potasio total	K	mg/L	9375	1070	3485	2237	220
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	0,31	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8
Arsénico total	As	mg/L	12	2,75	2,35	0,763	2,875
Boro total	B	mg/L	262	59	110	48	28,1
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	0,3	0,3	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	0,09	0,06	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,28	0,06	0,19	2,74	0,19
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	3,99
Litio total	Li	mg/L	161	28	134	132	9,4
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	0,07	<0,01	0,02	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	60	41	39	22	330
Estroncio total	Sr	mg/L	19	5,1	12	12	3,5
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	1,1	0,4	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,04	0,04	0,04	<0,01	0,11

Sectores: N = Núcleo Salar; PB = Sistema La Punta - Lør Tilopozo; BTL = Borde Salar Sector Tilomonte; BO = Borde Oriental Salar

(*) Valor Calculado por fórmula

Punto de muestreo			MP-2(A)	MP-3(A)	TM-6	MP-4 (A)	TS-8	Vertiente Peine
Fecha muestreo			17-ene-14	16-ene-14	22-ene-14	14-ene-14	14-ene-14	22-ene-14
Hora muestreo			11:00	14:27	11:50	14:50	16:50	16:35
Profundidad agua	m		N/M	N/M	33,95	1,02	23,69	-
Sector			BTZ	BTZ	BTZ	BTZ	BTM	BO
Laboratorio			SGS Chile					
Código SGS			ES14-02243,002	ES14-02243,001	ES14-02865,001	ES14-02244,001	ES14-02244,002	ES14-02866,001
Temperatura terreno	T ^a	°C	18,9	33,1	26,3	26,7	22,6	24,6
Conductividad terreno	C.E.	μS/cm	12.520	16.460	2.494	4.691	6.050	4.271
pH terreno	pH	U,pH	7,67	7,56	7,33	7,16	8,34	8,07
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	<400	<400	<400	<400	<400	<400
Temperatura Laboratorio	T ^a	°C	21	21	22	21	21	20
pH a 25°C	pH	U,pH	7,8	7,7	7,2	4560	9,0	7,5
Conductividad a 20°C	C.E.	μS/cm	12330	8150	2400	3845	6010	3980
Sólidos disueltos	TDS	mg/L	7500	9860	1670	1	3270	2836
Densidad	D	g/cc	1	1	1	391	1	1
Alcalinidad Total	CaCO ₃	mg/L	275	391	387	<400	26	130
Grasas y Aceites	GryAc	mg/L				-		
Cloruros disueltos	Cl ⁻	mg/L	3640	2257	432	1084	2005	922
Sulfatos disueltos	SO ₄ ²⁻	mg/L	1265	556	419	441	10	763
Bicarbonato disueltos	HCO ₃ ⁻	mg/L	335	476	472	477	30	159
Nitrato disuelto	NO ₃ ⁻	mg/L	2,8	1,5	4,9	2,8	0,3	4,9
Calcio disuelto	Ca ⁺⁺	mg/L	147	110	111	140	124	284
Potasio disuelto	K ⁺	mg/L	299	213	35,6	89,3	69,2	26,6
Magnesio disuelto	Mg ⁺⁺	mg/L	191	126	60,0	79,7	83,1	75,8
Sodio disuelto	Na ⁺	mg/L	2573	1465	385	756	1067	635
Error (r%)	err	%	5,46	4,08	3,21	4,15	5,13	7,55
Fluoruros	F ⁻	mg/L	0,28	0,72	0,6	0,51	0,15	0,53
Bromuros	Br ⁻	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,54	<0,02
Arsénico disuelto	As	mg/L	1	0,45	0,31	0,215	0,001	0,079
Boro disuelto	B	mg/L	20,6	13,2	8,13	8,48	6,81	10,5
Bario disuelto	Ba	mg/L	<0,1	9,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Estroncio disuelto	Sr	mg/L	2	0,5	1,8	0,5	2,2	5,1
Litio disuelto	Li	mg/L	11	9,3	1,26	4,31	1,63	0,49
Plata disuelto	Ag	mg/L	0,04	0,03	<0,01	0,02	0,02	<0,01
Silicio disuelto	Si	mg/L	2	16	45	<2	<2	31
Zinc disuelto	Zn	mg/L	0,02	0,07	0,02	0,03	0,04	0,01
Calcio total	Ca	mg/L	152	132	127	144	130	303
Magnesio total	Mg	mg/L	247	133	64	94	119	77
Sodio total	Na	mg/L	2733	1604	394	791	1133	664
Potasio total	K	mg/L	329	227	30	91	73	26
Plata total	Ag	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aluminio total	Al	mg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Arsénico total	As	mg/L	1,025	0,52	0,475	0,24	<10	0,099
Boro total	B	mg/L	23,3	14,9	8,92	9,6	7,23	11,3
Bario total	Ba	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilio total	Be	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmio total	Cd	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cobalto total	Co	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cromo total	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cobre total	Cu	mg/L	0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	0,01
Hierro total	Fe	mg/L	<0,01	<0,01	0,15	0,34	1,89	<0,01
Litio total	Li	mg/L	11,8	10,5	1,08	4,43	<0,01	0,48
Manganeso total	Mn	mg/L	<0,01	<0,01	0,07	0,07	0,12	<0,01
Molibdeno total	Mo	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Niquel total	Ni	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Plomo total	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selenio total	Se	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Silicio total	Si	mg/L	<5	17	46	<5	<5	32
Estroncio total	Sr	mg/L	2	0,5	1,9	0,5	2,2	5,2
Vanadio total	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc total	Zn	mg/L	0,03	0,08	0,02	0,03	0,04	0,02

Sectores: N = Núcleo Salar; PB = Sistema La Punta - L;

(*) Valor Calculado por fórmula

Anexo III. Recopilación Bibliográfica de Análisis Físico-químicos de Agua

Díaz et al 1972

Nombre muestra			Peine	Qda. Peine	Tilomonte	Qda. Tilomonte	
Tipo de agua			superficial	Superficial	Superficial	Superficial	
Fecha muestreo			6-jul-70	1-oct-67	6-jul-70	1-oct-67	
Profundidad (m)			0	0	0	0	
pH in situ	pH	UpH	-	-	-	-	
Conductividad in situ	Cond.	uS/cm	-	-	-	-	
Temperatura in situ	T	°C	-	-	-	-	
pH	pH	U,pH	7,3	7,92	7,5	7,96	
Conductividad	Cond.	uS/cm	5313	4256	8434	5561	
Sólidos disueltos totales	TDS	mg/L	3400	2724	5398	3559	
Dureza total		mg/L CaCO3	1161,7	1112	1287,5	1247	
Dureza no carbonatada		mg/L CaCO3	1026,8	1021	1139	1108	
Alcalinidad total		mg/L CaCO3	135	91	149	139	
Cloruro	Cl-	mg/L	960,9	920,0	1606,2	1530,0	
Sulfato	SO4=	mg/L	750,6	750,0	638,7	650,0	
Bicarbonato	HCO3-	mg/L	164,7	111,0	181,2	170,0	
Nitrato	NO3-	mg/L	-	3,2	-	0,0	
Sodio	Na+	mg/L	471,1	450,0	760,1	740,0	
Potasio	K+	mg/L	11,0	71,0	46,0	74,0	
Magnesio	Mg++	mg/L	57,7	85,0	129,8	140,0	
Calcio	Ca++	mg/L	370,6	306,0	302,2	268,0	
Balance	rCL-	meq/L	27,1	26,0	45,3	43,2	
	rSO4=	meq/L	15,6	15,6	13,3	13,5	
	rHCO3-	meq/L	2,7	1,8	3,0	2,8	
	rNO3-	meq/L	-	0,1	-	-	
<i>Suma aniones</i>		meq/L	45,4	43,4	61,6	59,5	
	rNa+	meq/L	20,5	19,6	33,1	32,2	
	rK+	meq/L	0,3	1,8	1,2	1,9	
	rMg++	meq/L	4,7	7,0	10,7	11,5	
	rCa++	meq/L	18,5	15,3	15,1	13,4	
<i>Suma cationes</i>		meq/L	44,0	43,7	60,0	59,0	
Error (r%)			-3,17	0,50	-2,59	-0,85	
Error Menor al 10%			si	si	si	si	
Carbonatos	CO3	mg/L	-	0,00	-	0,00	
Metales Disueltos	Arsénico	As	mg/L	0,000	0,030	0,140	0,030
	Boro	B	mg/L	9,00	9,70	9,80	10,00
	Litio	Li	mg/L	0,7	0,3	1,7	1,2
	Sílice	SiO2	mg/L	74,150	73,000	71,400	63,000
Calcio total	Ca	mg/L	-	-	-	-	
Potasio total	K	mg/L	-	-	-	-	
Magnesio total	Mg	mg/L	-	-	-	-	
Sodio total	Na	mg/L	-	-	-	-	
Plata total	Ag	mg/L	-	-	-	-	
Aluminio total	Al	mg/L	-	-	-	-	
Arsénico total	As	mg/L	-	-	-	-	
Boro total	B	mg/L	-	-	-	-	
Bario total	Ba	mg/L	-	-	-	-	
Berilio total	Be	mg/L	-	-	-	-	
Bismuto	Bi	mg/L	-	-	-	-	
Bromo	Br	mg/L	-	-	-	-	
Cadmio total	Cd	mg/L	-	-	-	-	
Cobalto total	Co	mg/L	-	-	-	-	
Cromo total	Cr	mg/L	-	-	-	-	
Cobre total	Cu	mg/L	-	-	-	-	
Hierro total	Fe	mg/L	-	-	-	-	
Litio total	Li	mg/L	-	-	-	-	
Manganeso total	Mn	mg/L	-	-	-	-	
Molibdeno total	Mo	mg/L	-	-	-	-	
Niquel total	Ni	mg/L	-	-	-	-	
Fosforo	P	mg/L	-	-	-	-	
Plomo total	Pb	mg/L	-	-	-	-	
Selenio total	Se	mg/L	-	-	-	-	
Silicio total	Si	mg/L	-	-	-	-	
Estroncio total	Sr	mg/L	-	-	-	-	
Vanadio total	V	mg/L	-	-	-	-	
Zinc total	Zn	mg/L	-	-	-	-	

Observación: Los valores reportados en color azul son calculados.

			Díaz et al 1972				
Nombre muestra			A-71	A-72	A-75	A-77	
Tipo de agua			Subterránea	Subterránea	Subterránea	Subterránea	
Fecha muestreo			dic. 69	23-jul-70	dic. 69	dic. 69	
Profundidad (m)			-	-	-	-	
pH in situ	pH	UpH	-	-	-	-	
Conductividad in situ	Cond.	uS/cm	-	-	-	-	
Temperatura in situ	T	°C	-	-	-	-	
pH	pH	U,pH	7,17	9,8	7,66	7,56	
Conductividad	Cond.	uS/cm	10250	7417	7406	6703	
Sólidos disueltos totales	TDS	mg/L	6560	4747	4740	4290	
Dureza total		mg/L CaCO3	1808	1563,37	1434	1260	
Dureza no carbonatada		mg/L CaCO3	-	1342,27	-	-	
Alcalinidad total		mg/L CaCO3	62	>0	115	139	
Cloruro	Cl-	mg/L	2550,0	1696,9	1710,0	1540,0	
Sulfato	SO4=	mg/L	930,0	1291,9	840,0	800,0	
Bicarbonato	HCO3-	mg/L	76,0	0,0	140,0	170,0	
Nitrato	NO3-	mg/L	0,0	124,0	20,0	1,0	
Sodio	Na+	mg/L	1250,0	1120,0	890,0	830,0	
Potasio	K+	mg/L	69,0	68,0	74,0	76,0	
Magnesio	Mg++	mg/L	63,0	56,0	130,0	130,0	
Calcio	Ca++	mg/L	620,0	534,3	360,0	290,0	
Balance	rCL-	meq/L	71,9	47,9	48,2	43,4	
	rSO4=	meq/L	19,4	26,9	17,5	16,7	
	rHCO3-	meq/L	1,2	-	2,3	2,8	
	rNO3-	meq/L	-	2,0	0,3	0,0	
<i>Suma aniones</i>	meq/L	92,5	76,8	68,3	62,9		
<i>Suma cationes</i>	rNa+	meq/L	54,4	48,7	38,7	36,1	
	rK+	meq/L	1,8	1,7	1,9	1,9	
	rMg++	meq/L	5,2	4,6	10,7	10,7	
	rCa++	meq/L	30,9	26,7	18,0	14,5	
		meq/L	92,3	81,7	69,3	63,2	
<i>Error (r%)</i>			-0,30	6,26	1,35	0,50	
Error Menor al 10%			si	si	si	si	
Carbonatos	CO3	mg/L	-	68,50	-	-	
Metales Disueltos	Arsénico	As	mg/L	-	0,060	-	-
	Boro	B	mg/L	11,00	7,63	13,00	10,00
	Litio	Li	mg/L	5	1,1	5	5
	Sílice	SiO2	mg/L	42,000	9,410	66,000	70,000
Metales Totales	Calcio total	Ca	mg/L	-	-	-	-
	Potasio total	K	mg/L	-	-	-	-
	Magnesio total	Mg	mg/L	-	-	-	-
	Sodio total	Na	mg/L	-	-	-	-
	Plata total	Ag	mg/L	-	-	-	-
	Aluminio total	Al	mg/L	-	-	-	-
	Arsénico total	As	mg/L	-	-	-	-
	Boro total	B	mg/L	-	-	-	-
	Bario total	Ba	mg/L	-	-	-	-
	Berilio total	Be	mg/L	-	-	-	-
	Bismuto	Bi	mg/L	-	-	-	-
	Bromo	Br	mg/L	-	-	-	-
	Cadmio total	Cd	mg/L	-	-	-	-
	Cobalto total	Co	mg/L	-	-	-	-
	Cromo total	Cr	mg/L	-	-	-	-
	Cobre total	Cu	mg/L	-	-	-	-
	Hierro total	Fe	mg/L	-	-	-	-
	Litio total	Li	mg/L	-	-	-	-
	Manganeso total	Mn	mg/L	-	-	-	-
	Molibdeno total	Mo	mg/L	-	-	-	-
	Niquel total	Ni	mg/L	-	-	-	-
	Fosforo	P	mg/L	-	-	-	-
	Plomo total	Pb	mg/L	-	-	-	-
	Selenio total	Se	mg/L	-	-	-	-
	Silicio total	Si	mg/L	-	-	-	-
	Estroncio total	Sr	mg/L	-	-	-	-
	Vanadio total	V	mg/L	-	-	-	-
	Zinc total	Zn	mg/L	-	-	-	-

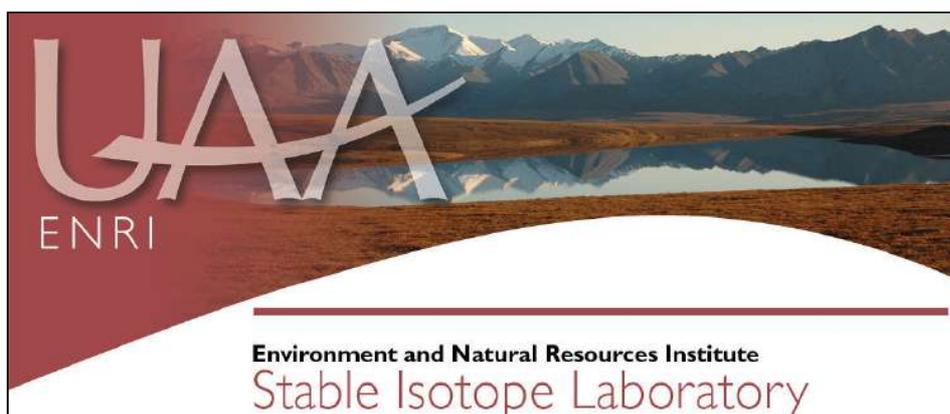
Observación: Los valores reportados en color azul son

Díaz et al 1972

Nombre muestra			A-78	A-79	A-80
Tipo de agua			Subterránea	Subterránea	Subterránea
Fecha muestreo			23-jul-70	dic. 69	23-jul-70
Profundidad (m)			-	-	-
pH in situ	pH	UpH	-	-	-
Conductividad in situ	Cond.	uS/cm	-	-	-
Temperatura in situ	T	°C	-	-	-
pH	pH	U,pH	7,7	7,81	7,7
Conductividad	Cond.	uS/cm	6981	5563	5678
Sólidos disueltos totales	TDS	mg/L	4468	3560	3634
Dureza total		mg/L CaCO3	1649,03	1160	950,34
Dureza no carbonatada		mg/L CaCO3	1305,83	-	851,48
Alcalinidad total		mg/L CaCO3	343	131	99
Cloruro	Cl-	mg/L	1712,7	1440,0	1437,2
Sulfato	SO4=	mg/L	652,2	410,0	337,8
Bicarbonato	HCO3-	mg/L	418,8	160,0	120,7
Nitrato	NO3-	mg/L	37,2	20,0	68,2
Sodio	Na+	mg/L	800,0	630,0	720,0
Potasio	K+	mg/L	68,0	67,0	42,0
Magnesio	Mg++	mg/L	183,6	130,0	75,4
Calcio	Ca++	mg/L	358,3	250,0	256,6
Balance	rCL-	meq/L	48,3	40,6	40,5
	rSO4=	meq/L	13,6	8,5	7,0
	rHCO3-	meq/L	6,9	2,6	2,0
	rNO3-	meq/L	0,6	0,3	1,1
<i>Suma aniones</i>		meq/L	69,4	52,1	50,7
	rNa+	meq/L	34,8	27,4	31,3
	rK+	meq/L	1,7	1,7	1,1
	rMg++	meq/L	15,1	10,7	6,2
	rCa++	meq/L	17,9	12,5	12,8
<i>Suma cationes</i>		meq/L	69,5	52,3	51,4
Error (r%)			0,25	0,36	1,47
Error Menor al 10%			si	si	si
Carbonatos	CO3	mg/L	-	-	-
Metales Disueltos	Arsénico	As	mg/L	-	0,060
	Boro	B	mg/L	11,69	6,99
	Litio	Li	mg/L	2,2	0
	Sílice	SiO2	mg/L	81,900	63,000
Calcio total	Ca	mg/L	-	-	
Potasio total	K	mg/L	-	-	
Magnesio total	Mg	mg/L	-	-	
Sodio total	Na	mg/L	-	-	
Plata total	Ag	mg/L	-	-	
Aluminio total	Al	mg/L	-	-	
Arsénico total	As	mg/L	-	-	
Boro total	B	mg/L	-	-	
Bario total	Ba	mg/L	-	-	
Berilio total	Be	mg/L	-	-	
Bismuto	Bi	mg/L	-	-	
Bromo	Br	mg/L	-	-	
Metales Totales	Cadmio total	Cd	mg/L	-	-
	Cobalto total	Co	mg/L	-	-
	Cromo total	Cr	mg/L	-	-
	Cobre total	Cu	mg/L	-	-
	Hierro total	Fe	mg/L	-	-
	Litio total	Li	mg/L	-	-
	Manganeso total	Mn	mg/L	-	-
	Molibdeno total	Mo	mg/L	-	-
	Niquel total	Ni	mg/L	-	-
	Fosforo	P	mg/L	-	-
	Plomo total	Pb	mg/L	-	-
	Selenio total	Se	mg/L	-	-
	Silicio total	Si	mg/L	-	-
	Estroncio total	Sr	mg/L	-	-
	Vanadio total	V	mg/L	-	-
	Zinc total	Zn	mg/L	-	-

Observación: Los valores reportados en color azul son

Anexo IV. Resultados Isotópicos del Agua

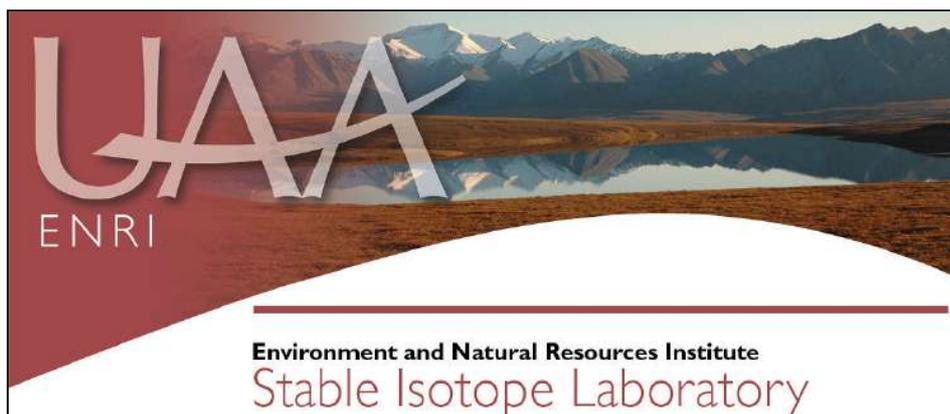


3151 Alumni Loop, Anchorage AK, 99508

907-786-7769

Client: Munk, L.
Affiliation: UAA Geology
Tray Name: SGA
Date: 4.30.2013

Sample Name	Sample Date	$\delta^{18}\text{O}$ vs. VSMOW	δD vs. VSMOW
Anterepresa Tilomonte	19-03-2013	-8,56	-61,71
Fuente Vertiente Peine	23-03-2013	-8,28	-57,18
Qda Camar	23-03-2013	-7,83	-54,05
Tilomonte	15-02-2013	-8,17	-59,25
Calicata Peine	18-02-2013	-6,84	-55,08
TS-8	22-03-2013	-7,73	-55,67
Vert. Tulán	22-03-2013	-8,98	-62,86
Vert. Peine	15-02-3013	-8,81	-64,12
Lag. Chaxa	23-03-2013	0,62	-26,37
CL-2	19-02-2013	3,24	-12,73
CL-6	19-02-2013	-2,40	-38,20
L12-1	20-02-2013	10,59	19,26
S-01	19-02-2013	-3,64	-38,52
S-02	19-02-2013	-2,14	-30,13
S-03	19-02-2013	1,38	-19,71
S-04	22-03-2013	-0,89	-29,62
TPB-02	19-02-2013	-1,85	-38,02
TPB-04	19-02-2013	10,61	15,67
TPB-05	19-02-2013	7,56	3,55
TPB-03	19-02-2013	-0,46	-20,38
TPB-06	20-02-2013	7,32	1,70
Lag. La Punta	21-03-2013	2,60	-13,64
Lag. La Brava Punto C	14-02-2013	-5,59	-52,10
PZ-15	21-03-2013	-7,75	-61,09
PZ-16	14-02-2013	-7,32	-58,32
PZ-5A	14-02-2013	-7,40	-59,55
PZ-5B	14-02-2013	-7,30	-59,64
PZ-8	21-03-2013	-8,29	-59,22
TE-1	20-03-2013	-8,03	-62,50
TE-8 (A)	21-02-2013	-7,69	-60,89

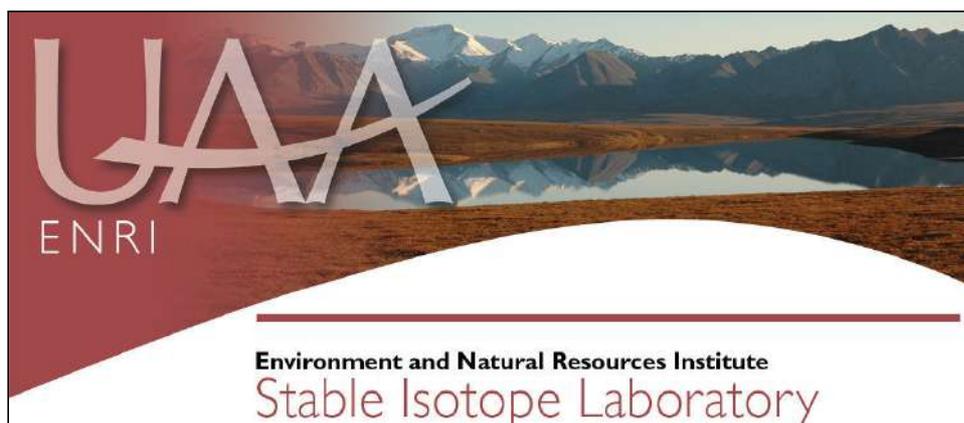


3151 Alumni Loop, Anchorage AK, 99508

907-786-7769

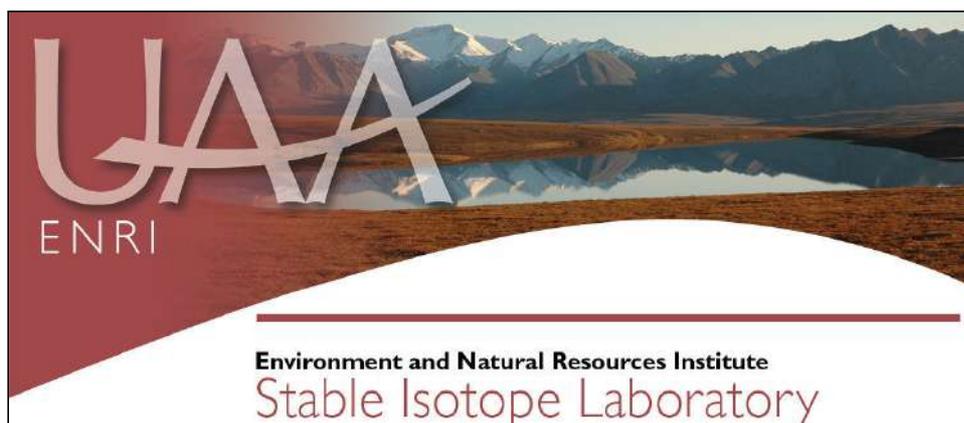
Client: Munk, L.
Affiliation: UAA Geology
Tray Name: SGA
Date: 4.30.2013

Sample Name	Sample Date	$\delta^{18}\text{O}$ vs. VSMOW	δD vs. VSMOW
Tilopozo	13-02-2013	-7,81	-61,15
TM-2	20-03-2013	-8,02	-62,61
TM-6	21-02-2013	-7,99	-62,15
TP-1	20-03-2013	-8,07	-62,25
TP-2	20-03-2013	-8,04	-61,73
TP-3	21-02-2013	-7,87	-61,65
TPZ-11S	21-03-2013	-8,40	-58,82
TPZ-1A	21-03-2013	-8,54	-57,74
TPZ-2A	13-02-2013	-7,86	-61,05
TPZ-6S	23-03-2013	-6,94	-57,77
TPZ-7S	23-03-2013	-5,43	-51,13
Tucúcaro	13-02-2013	-7,83	-60,35
Lag Interna	21-02-2013	3,50	-6,63
Lag Salada	21-02-2013	-1,24	-28,65
Lag Saladita	21-02-2013	3,17	-8,28
Dilución Laguna	19-02-2013	9,85	13,59
HH-1	12-02-2013	3,33	-16,42
TPDV-8	12-02-2013	6,56	-0,48
TPDV-9	13-02-2013	1,52	-22,69



SGA May, June, July 2013 δ D and δ^{18} O results

SGA ID	Sample Date	δ^{18} O vs. VSMOW	δ D vs. VSMOW
TP-3	23-05-2013	3,17	-9,60
Lag La Punta	17-05-2013	0,05	-23,40
Lag La Brava punto C.	17-05-2013	-5,71	-52,28
Vert Tilomonte	18-05-2013	-8,86	-64,57
Vert Peine	18-05-2013	-8,56	-62,14
S-4	20-05-2013	-0,65	-24,88
Lag Saladita	21-05-2013	-4,91	-47,57
Lag Interna	21-05-2013	-4,34	-43,87
Lag Salada	21-05-2013	-5,91	-50,78
TPB-5	24-05-2013	5,77	0,18
S-3	21-05-2013	1,64	-16,21
TM-6	23-05-2013	-7,86	-59,30
TPZ-7S	24-05-2013	-5,23	-50,63
TPZ-6S	24-05-2013	-7,00	-55,36
PZ-8	24-05-2013	-7,98	-54,02
TS-8A	24-05-2013	-7,95	-53,51
TP-2	25-05-2013	6,37	7,07
TP-1	25-05-2013	-7,95	-60,34
TPZ-7	13-06-2013	-5,59	-52,01
TPDV-8	11-06-2013	5,46	-3,02
S-4	12-06-2013	-0,57	-24,84
S-3	12-06-2013	1,57	-16,00
PZ-8	13-06-2013	-7,69	-54,12
TPZ-6	13-06-2013	-6,64	-55,19
TPB-5	13-06-2013	6,39	1,12
Vert Tilomonte	14-06-2013	-8,49	-60,99
TP-1	15-06-2013	-7,96	-60,52
TM-6	16-06-2013	-8,05	-64,13
TS-8	16-06-2013	-7,77	-54,32
Vert Peine	16-06-2013	-8,83	-61,80
TP-3	22-06-2013	4,22	-4,60
Lag La Punta	20-06-2013	-2,29	-34,00
Lag La Brava	20-06-2013	-2,83	-35,61
Lag Interna	20-06-2013	-3,00	-35,54
Lag Saladita	20-06-2013	-3,41	-35,91
Lag Salada	20-06-2013	-4,62	-43,38
TP-2	23-06-2013	6,71	6,98



SGA May, June, July 2013 δ D and δ^{18} O results

SGA ID	Sample Date	δ^{18}O vs. VSMOW	δD vs. VSMOW
Lag. La Punta	25-07-2013	-2,20	-35,57
Lag. La Brava	25-07-2013	-5,26	-50,30
Vert. Tilomonte	21-07-2013	-8,26	-60,04
Vert. Peine	21-07-2013	-8,75	-62,51
P-02	19-07-2013	0,05	-26,52
S-04	20-07-2013	-0,26	-24,74
Lag. Saladita	25-07-2013	-3,38	-37,19
Lag. Interna	25-07-2013	-3,23	-38,27
Lag. Salada	25-07-2013	-5,64	-49,67
TPB-5	26-07-2013	7,10	3,68
S-03	20-07-2013	2,41	-14,09
P-01	20-07-2013	-0,27	-28,08
TP-3	28-07-2013	7,32	7,57
TM-6	27-07-2013	-7,49	-58,46
TPZ-7S	25-07-2013	-5,09	-52,42
P-03	21-07-2013	-0,07	-24,67
TS-08	23-07-2013	-7,35	-52,32
TP-2	29-07-2013	5,56	-0,63
TP-1	27-07-2013	-7,40	-58,00



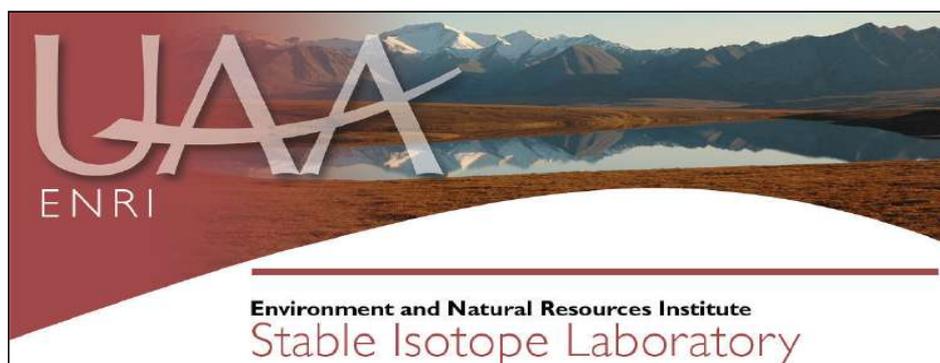
SGA August, September, October 2013 δ D and δ^{18} O results

SGA ID	Sample Date	δ^{18} O vs. VSMOW	δ D vs. VSMOW
TPB-5	17-08-2013	4,93	-1,66
TPZ-6S	14-08-2013	-6,89	-55,81
Lag Saladita	15-08-2013	-3,27	-37,22
PZ-8	14-08-2013	-7,82	-53,60
S-4	17-08-2013	-0,93	-25,79
TPZ-7S	14-08-2013	-5,49	-51,01
Vert. Tilomonte	15-08-2013	-8,32	-58,93
Lag Interna	15-08-2013	-2,36	-32,45
P-01	18-08-2013	-0,10	-25,17
TPDV-8	18-08-2013	6,82	3,78
TS-8	15-08-2013	-7,66	-53,41
P-03	17-08-2013	-0,84	-26,78
Lag La Brava	18-08-2013	0,07	-22,88
Lag La Punta	14-08-2013	-1,50	-30,97
Lag Salada	15-08-2013	-3,83	-39,38
Lag La Brava Pto C	18-08-2013	-5,21	-48,76
S-3	17-08-2013	0,69	-24,26
Vert Peine	16-08-2013	-8,47	-60,70
P-02	17-08-2013	1,93	-20,25
PZ-8	03-09-2013	-7,71	-54,23
Lag. La Punta	03-09-2013	-1,18	-32,20
Lag. La Brava pto C	03-09-2013	-5,44	-50,37
Lag. La Brava	03-09-2013	0,82	-19,03
TPZ-7S	03-09-2013	-5,34	-50,33
TPZ-6S	03-09-2013	-6,72	-56,25
TP-02	04-09-2013	6,42	5,48
Vert Tilomonte	05-09-2013	-8,21	-57,36
P-04	06-09-2013	-6,59	-55,09
S-4	06-09-2013	-0,53	-24,95
P-01	06-09-2013	0,62	-23,34
S-3	06-09-2013	1,88	-16,65
TPB-05	06-09-2013	6,08	-2,32
P-03	06-09-2013	0,12	-23,46
TP-01	08-09-2013	-7,77	-58,76
TM-06	08-09-2013	-7,90	-61,36
TS-8	08-09-2013	-7,80	-55,07
TP-03	09-09-2013	5,04	-0,43
P-02	09-09-2013	1,71	-19,50
Vert. Peine	09-09-2013	-8,53	-61,00
Lag. Salada	10-09-2013	-5,37	-46,10
Lag. Saladita	10-09-2013	-1,26	-26,74
Lag. Interna	10-09-2013	-0,72	-24,52



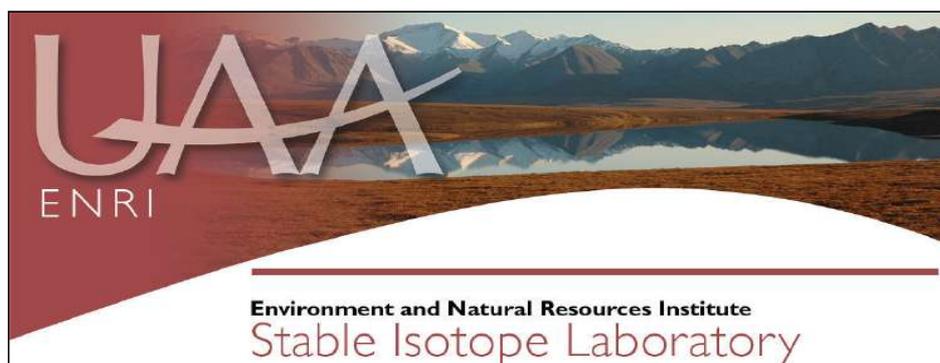
SGA August, September, October 2013 δ D and δ^{18} O results

SGA ID	Sample Date	δ^{18}O vs. VSMOW	δD vs. VSMOW
Vert Tilomonte	15-10-2013	-7,79	-55,75
PZ-8	16-10-2013	-7,80	-54,18
TS-8	16-10-2013	-7,64	-53,96
Lag La Punta	16-10-2013	2,13	-14,65
TPZ-6S	16-10-2013	-6,97	-56,12
Lag La Brava punto C	16-10-2013	-5,89	-53,56
TPZ-7S	16-10-2013	-5,15	-51,17
TM-6	17-10-2013	-7,86	-61,68
P-05	17-10-2013	3,43	-9,97
TPDV-8	17-10-2013	6,88	1,37
TP-1	17-10-2013	-7,67	-60,05
S-4	17-10-2013	-0,52	-24,97
TPB-5	17-10-2013	5,23	-1,15
P-03	18-10-2013	-0,57	-25,52
P-01	18-10-2013	1,09	-21,29
P-04	18-10-2013	-3,46	-40,05
S-3	18-10-2013	1,78	-15,84
TP-2	19-10-2013	7,06	8,45
TP-3	19-10-2013	5,51	1,30
MP-6(A)	22-10-2013	-7,00	-56,86
MP-3(A)	22-10-2013	-7,27	-58,15
MP-5(A)	22-10-2013	-6,86	-55,98
MP-1(A)	22-10-2013	-7,09	-57,97
MP-2(A)	22-10-2013	-6,08	-55,09
MP-4(A)	22-10-2013	-7,73	-59,93
P-02	22-10-2013	-0,05	-27,50
Lag Interna	24-10-2013	5,10	-0,22
MPS -C(B)	24-10-2013	2,82	-8,25
Lag. Saladita	24-10-2013	3,34	-7,04
Lag. Salada	24-10-2013	1,85	-14,46
MPS-A(A)	24-10-2013	1,97	-14,09
Vertiente Peine	26-10-2013	-7,99	-56,80



SGA November, December 2013 and January 2014 δ D and δ^{18} O results

Sample Name	Sample Date	δD vs. VSMOW	δ^{18}O vs. VSMOW
MP-6(A)	19-11-2013	-59,23	-7,31
MP-5(A)	19-11-2013	-55,80	-6,53
P-01	20-11-2013	-20,33	2,36
MP-4(A)	20-11-2013	-60,34	-7,86
P-04	20-11-2013	-33,16	-1,50
P-03	20-11-2013	-30,15	-0,96
TPB-5	21-11-2013	-5,24	5,47
S-3	21-11-2013	-20,43	1,44
S-4	21-11-2013	-25,44	-0,22
Vert. Peine	23-11-2013	-60,43	-8,58
MP-3(A)	22-11-2013	-61,02	-7,99
PZ-8	23-11-2013	-57,00	-8,35
Vert. Tilomonte	23-11-2013	-58,85	-8,06
Lag. La Punta	23-11-2013	-5,90	4,16
TS-8	23-11-2013	-54,28	-7,53
Lag. La Brava punto C	23-11-2013	-53,77	-6,00
Lag. Interna	24-11-2013	5,71	6,61
Lag. Saladita	24-11-2013	1,96	5,90
MPS-A(A)	24-11-2013	-18,20	1,23
TPZ-7S	27-11-2013	-51,86	-5,48
TPZ-6S	27-11-2013	-57,71	-7,40
P-05	27-11-2013	-4,39	6,01
P-02	27-11-2013	-28,96	-0,73
MPS-C(B)	29-11-2013	-13,19	2,63
TM-6	29-11-2013	-63,84	-8,57
TM-6	10-12-2013	-60,53	-7,83
S-3	10-12-2013	-16,84	1,79
S-4	10-12-2013	-25,08	-0,46
P-01	11-12-2013	-11,41	3,33
P-05	11-12-2013	-5,95	4,16
Vert. Tilomonte	11-12-2013	-57,59	-8,31
TS-8	11-12-2013	-54,59	-8,07
Vert. Peine	11-12-2013	-61,64	-8,97
P-03	11-12-2013	-23,87	1,07
Lag. La Punta	12-12-2013	0,13	5,34
Lag. La Brava	12-12-2013	3,77	6,29
TPZ-6S	12-12-2013	-56,45	-6,99
MPS-A(A)	14-12-2013	-17,52	1,07
MPS-C(B)	15-12-2013	-3,38	4,63
Lag. Interna	15-12-2013	16,43	8,92
MP-5(A)	17-12-2013	-56,73	-7,28
MP-4(A)	17-12-2013	-62,27	-8,43
Lag La Brava punto C	17-12-2013	-47,62	-4,98

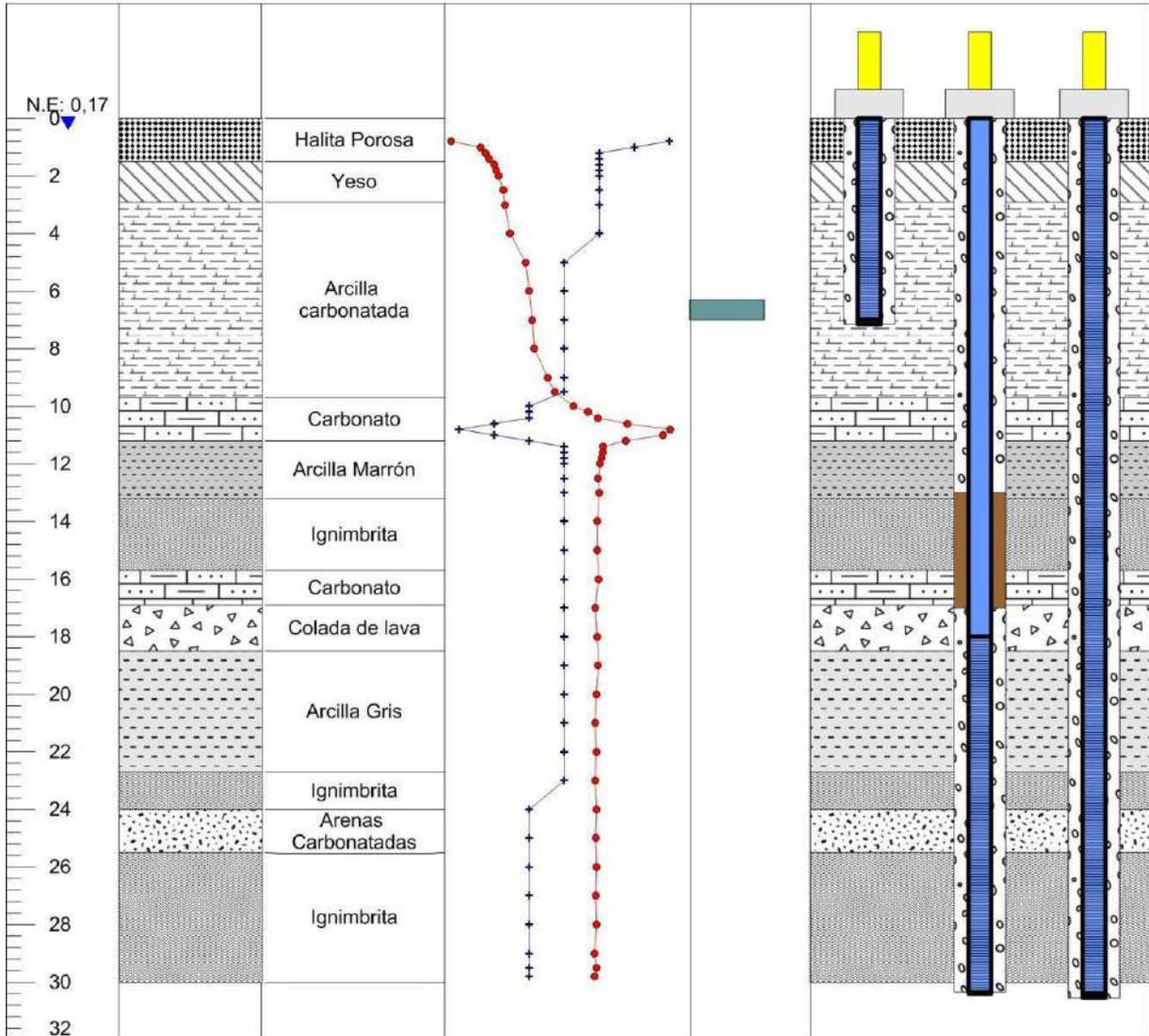


SGA November, December 2013 and January 2014 δ D and δ^{18} O results

Sample Name	Sample Date	δD vs. VSMOW	δ^{18}O vs. VSMOW
MP-1(A)	19-12-2013	-54,11	-6,96
MP-2(A)	19-12-2013	-53,31	-5,76
MP-3(A)	19-12-2013	-57,55	-7,51
MP-2(A)	17-01-2014	-55,18	-6,25
MP-3(A)	16-01-2014	-55,94	-7,06
MP-4(A)	14-01-2014	-57,91	-7,76
P-01	17-01-2014	-5,35	4,96
P-03	22-01-2014	-19,37	1,40
P-05	17-01-2014	-1,07	5,89
Lag Interna	15-01-2014	13,07	7,27
MPS-A(A)	15-01-2014	-17,42	1,06
MPS-C(B)	15-01-2014	-5,05	4,71
Lag La Brava	18-01-2014	-49,13	-5,09
Lag La Punta	18-01-2014	-3,88	4,11
Lag La Brava puntoC	18-01-2014	3,34	5,66
TPZ-6S	18-01-2014	-54,73	-6,36
Vert Peine	22-01-2014	-61,45	-8,65
TS-8	14-01-2014	-53,47	-7,79
TM-6	22-01-2014	-60,09	-8,04

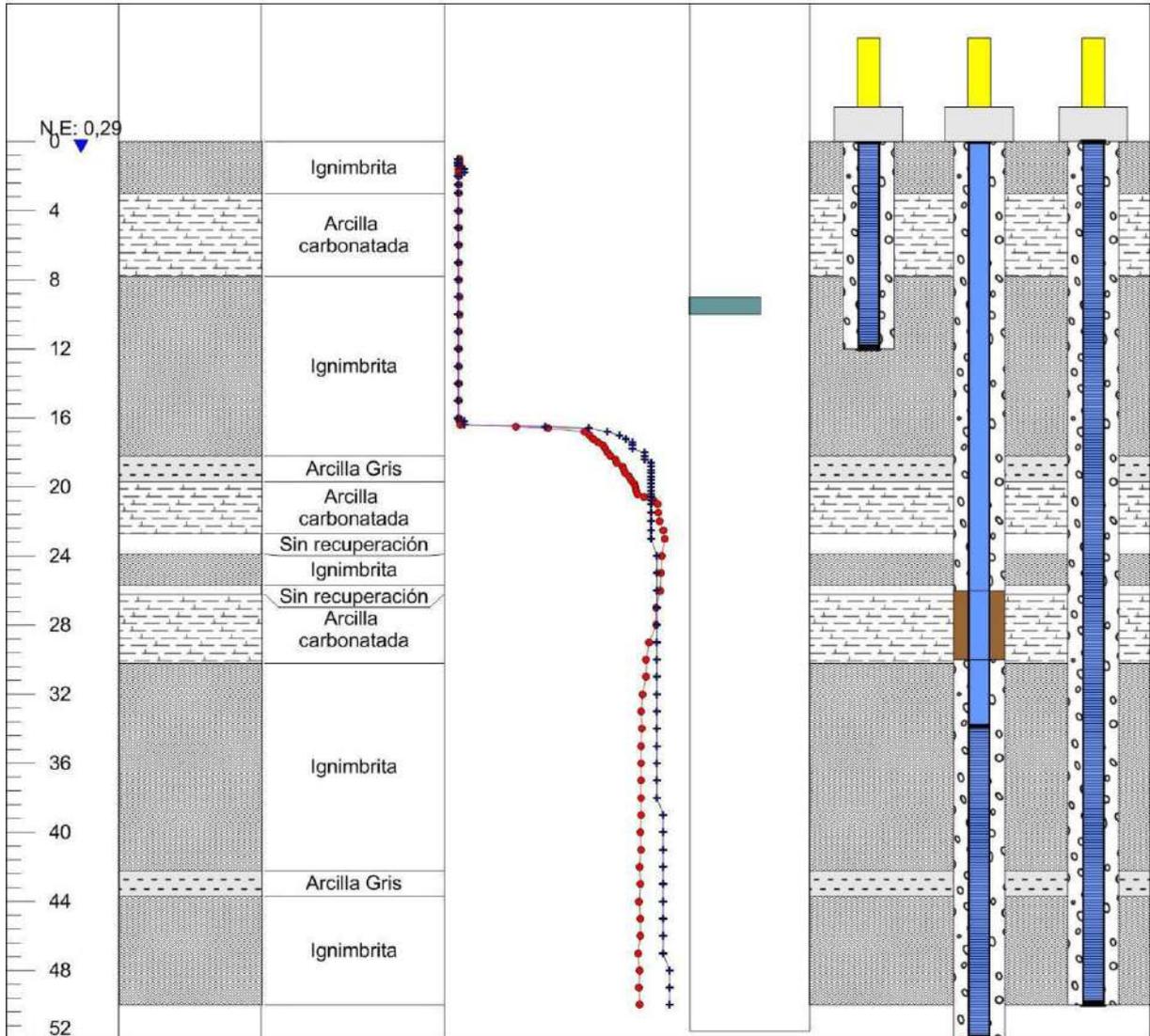
Anexo V. Construcción de Pozos

Profundidad (m)	Litología			Construcción Piezómetros
				MP-01A MP-01B MP-01C

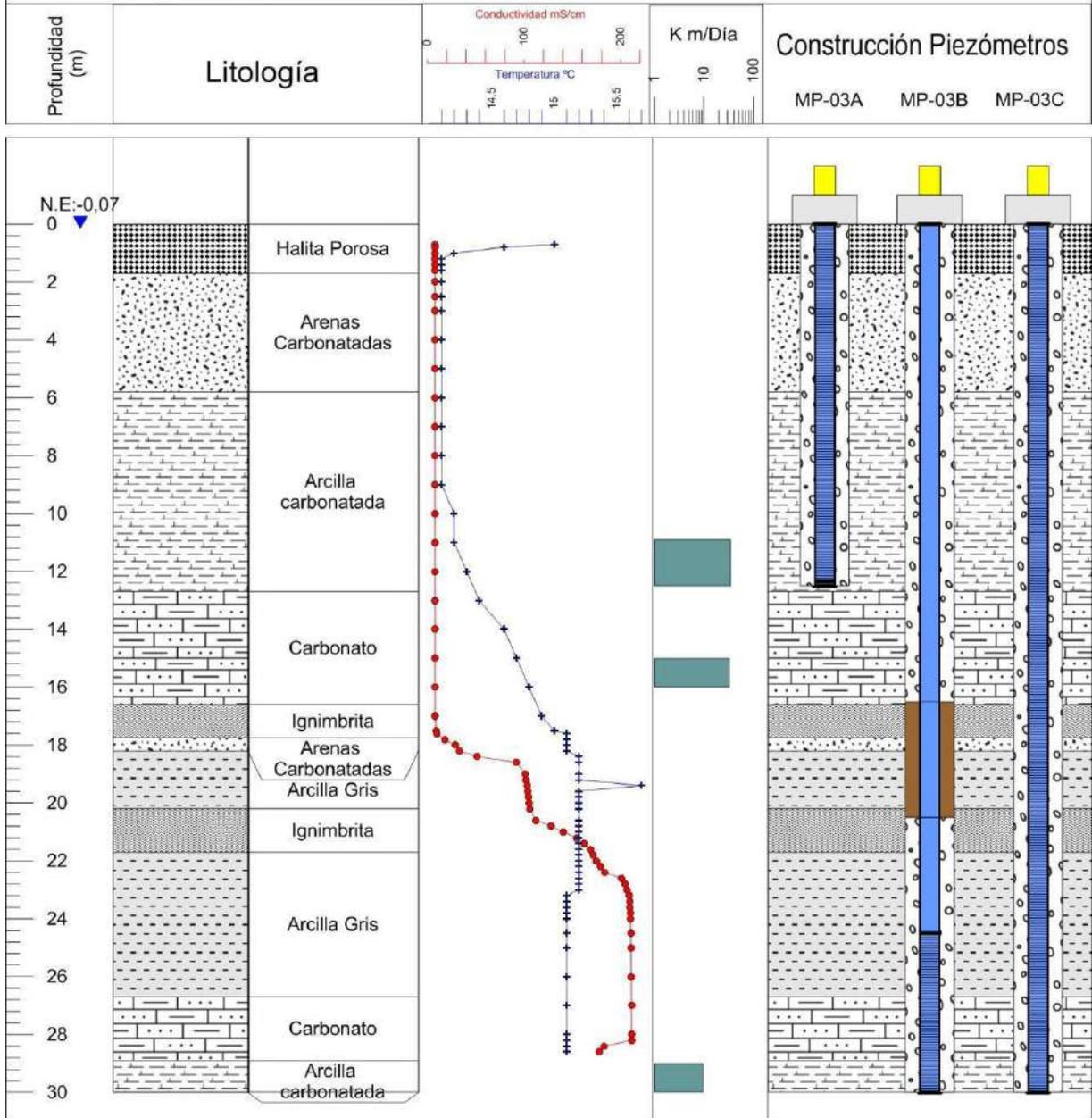


Ubicación Datum WGS 84 Norte 7.376.429 Este 578.647 Cota 2.301,23 msnm	Leyenda		Proyecto: Rockwood Lithium
	Grava PVC Ciego PVC Ranurado Conductividad	Sello Bentonita Sello Sanitario Stick-Up Temperatura	

Profundidad (m)	Litología			Construcción Piezómetros		
				MP-02A	MP-02B	MP-02C

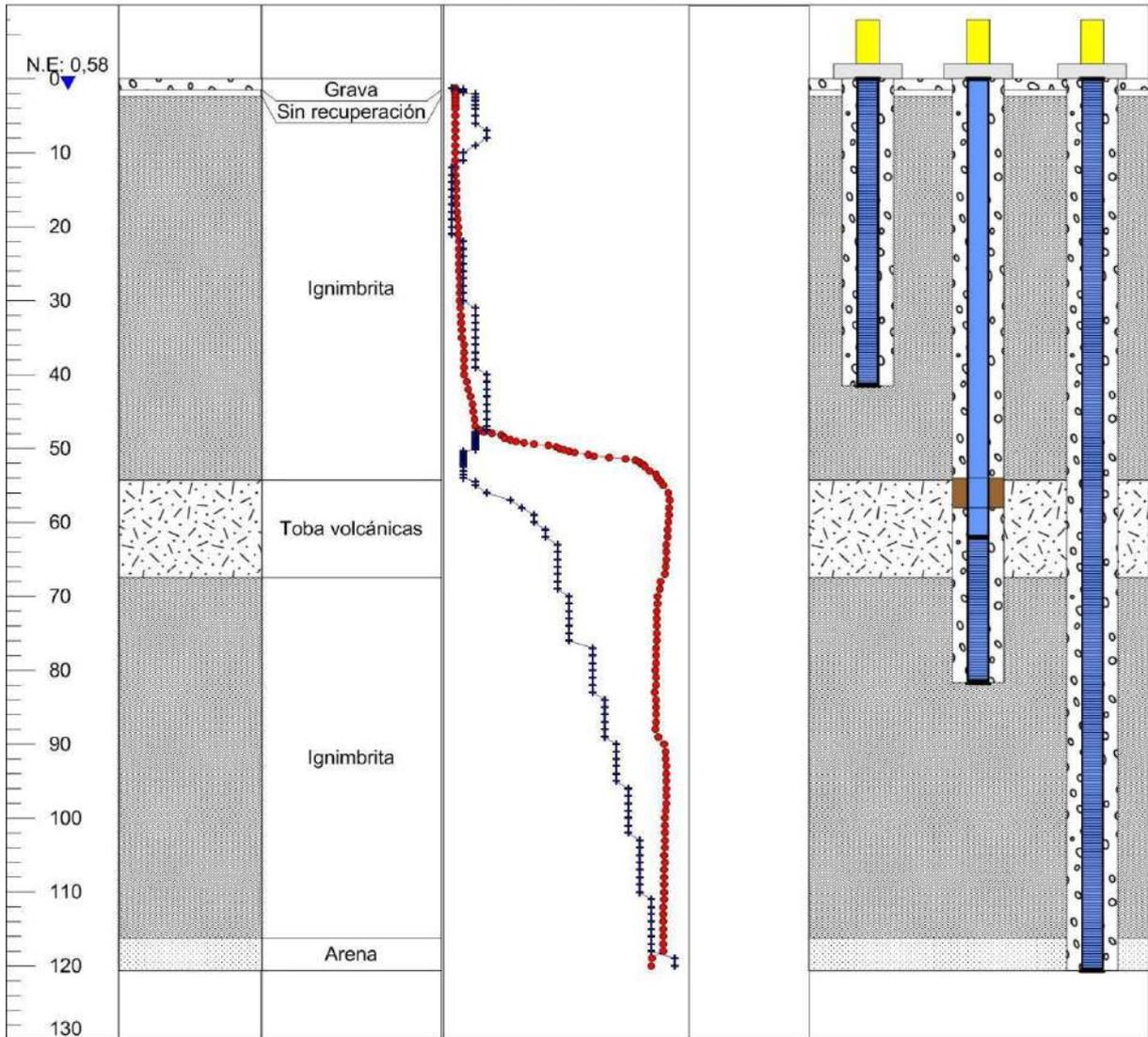


<p>Ubicación Datum WGS 84</p> <p>Norte 7.373.235 Este 578.747 Cota 2.303,23 msnm</p>		<p>Leyenda</p> <p>Grava Sello Bentonita PVC Ciego Sello Sanitario PVC Ranurado Stick-Up ● Conductividad + Temperatura</p>		<p>Proyecto: Rockwood Lithium</p> <p>Rockwood Lithium</p>
--	--	---	--	--

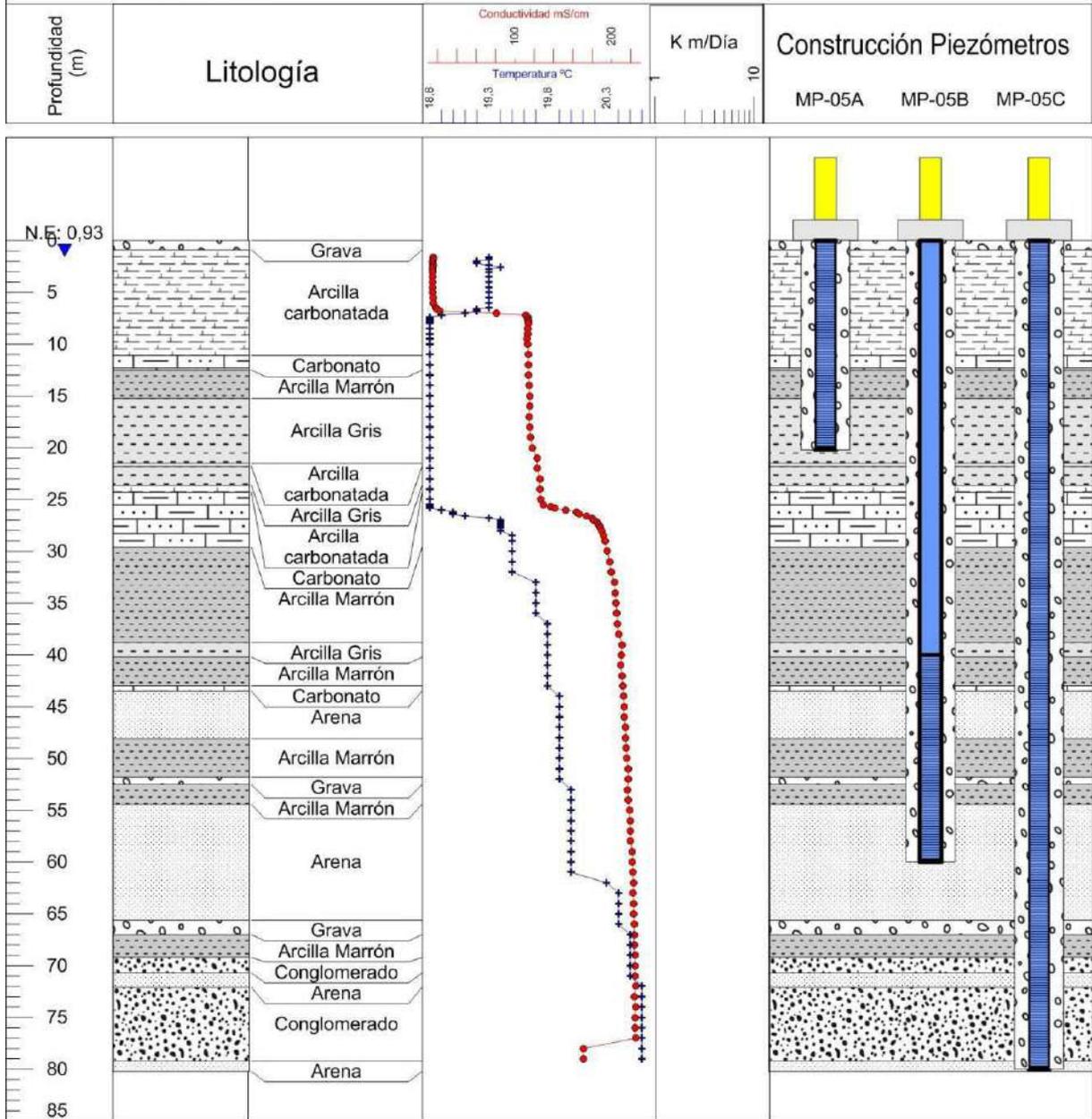


Ubicación Datum WGS 84 Norte 7.373.947 Este 577.651 Cota 2.302,64 msnm	Leyenda		Proyecto: Rockwood Lithium
	Grava	Sello Bentonita	
	PVC Ciego	Sello Sanitario	
	PVC Ranurado	Stick-Up	
	Conductividad	Temperatura	

Profundidad (m)	Litología		K m/Día	Construcción Piezómetros
				MP-04A MP-04B MP-04C

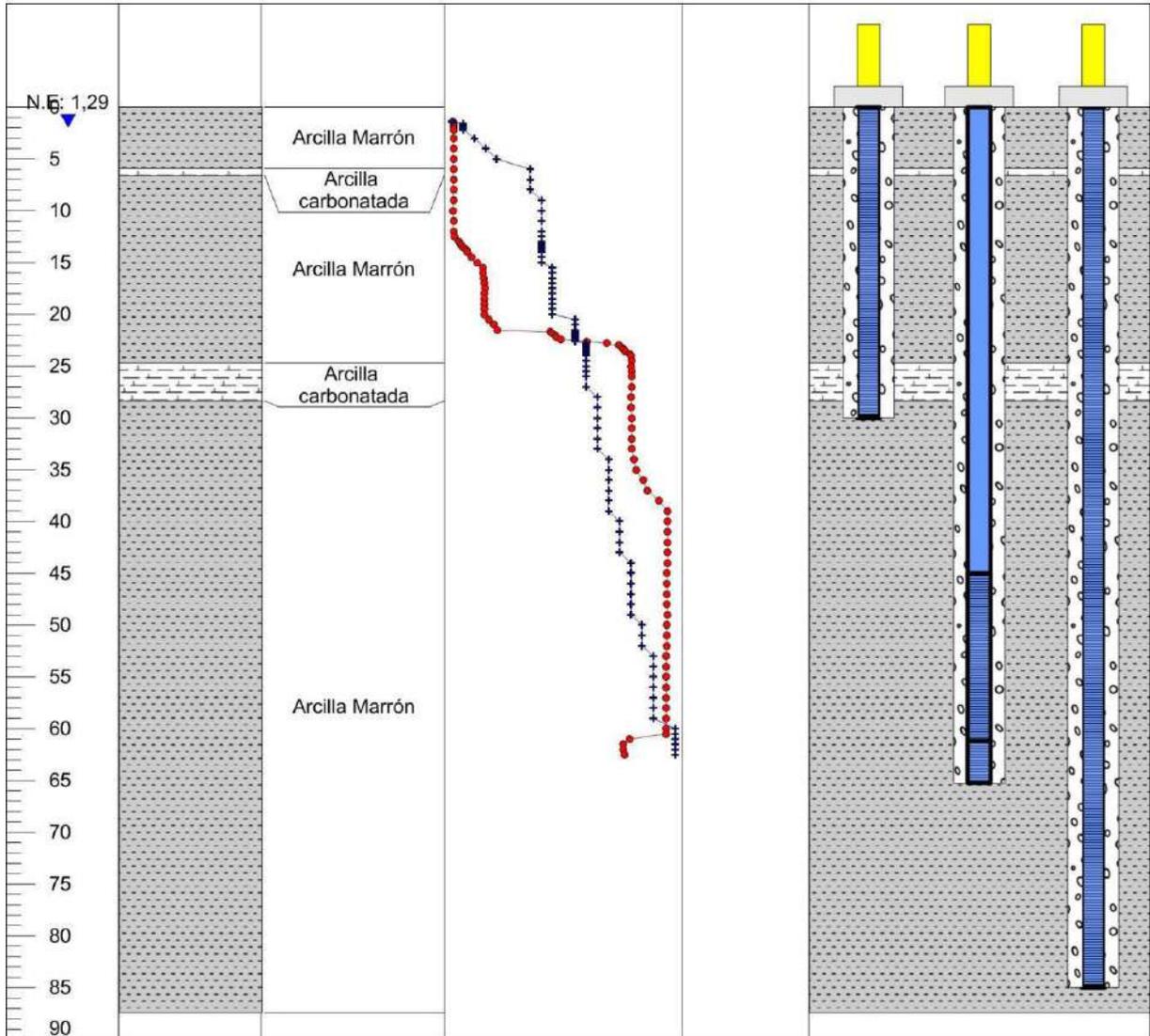


Ubicación Datum WGS 84 Norte 7.369.509 Este 577.716 Cota 2.308,65 msnm		Leyenda 		Proyecto: Rockwood Lithium
---	--	--------------------	--	--------------------------------

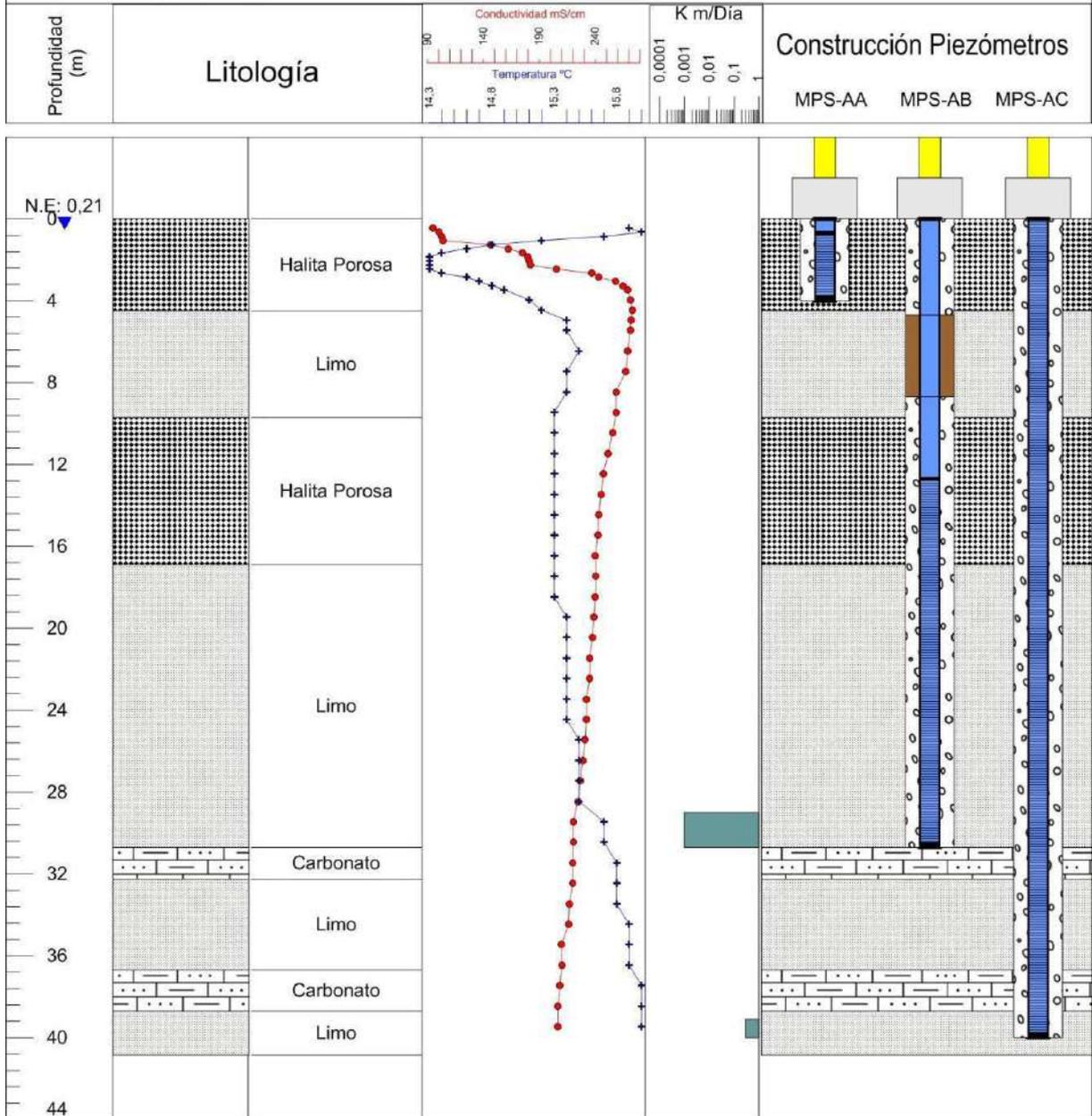


<p>Ubicación Datum WGS 84</p> <p>Norte 7.374.356 Este 572.915 Cota 2.303,24 msnm</p>		<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Grava PVC Ciego PVC Ranurado Conductividad Sello Bentonita Sello Sanitario Stick-Up Temperatura 		<p>Proyecto: Rockwood Lithium</p> <p>Rockwood Lithium</p>
---	--	--	--	--

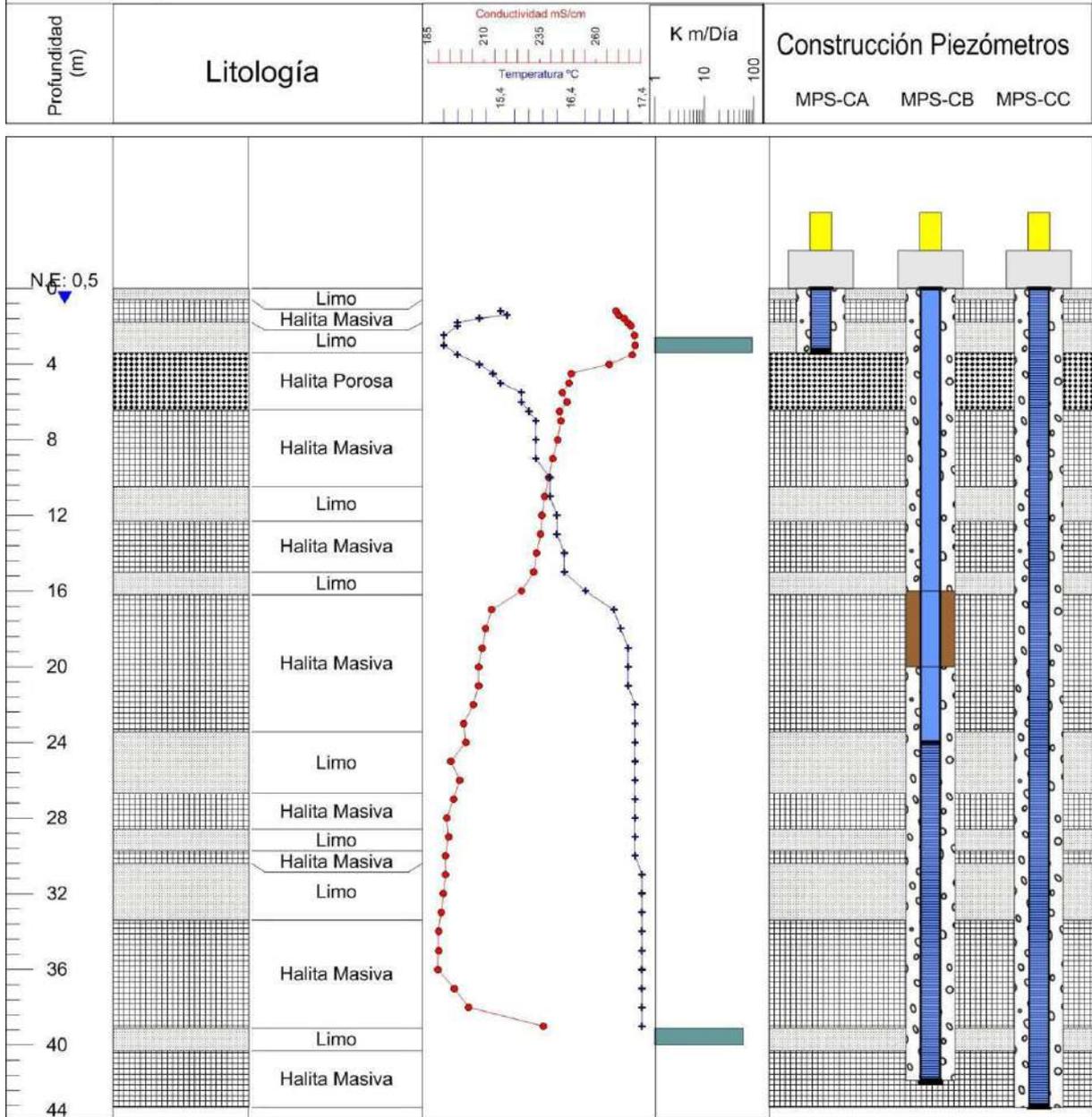
Profundidad (m)	Litología		Construcción Piezómetros



Ubicación Datum WGS 84 Norte 7.372.778 Este 573.298 Cota 2.305,26 msnm	Leyenda		Proyecto: Rockwood Lithium
	Grava PVC Ciego PVC Ranurado Conductividad	Sello Bentonita Sello Sanitario Stick-Up Temperatura	



<p>Ubicación Datum WGS 84</p> <p>Norte 7.381.053 Este 587.361 Cota 2.300,25 msnm</p>		<p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> Grava PVC Ciego PVC Ranurado Conductividad Sello Bentonita Sello Sanitario Stick-Up Temperatura 		<p>Proyecto: Rockwood Lithium</p> <p>Rockwood Lithium</p>	
---	--	--	--	--	--



Ubicación
Datum WGS 84
Norte 7.376.313
Este 586.725
Cota 2.299,60 msnm

- Leyenda**
- Grava
 - PVC Ciego
 - PVC Ranurado
 - Conductividad
 - Sello Bentonita
 - Sello Sanitario
 - Stick-Up
 - Temperatura

Proyecto: Rockwood Lithium

