

SISTEMAS ALTOANDINOS

REGIÓN DE ATACAMA



Yery Marambio Alfaro • Daniel Hiriart Lamas • Jorge Valdés Saavedra

SISTEMAS ALTOANDINOS

REGIÓN DE ATACAMA



Yery Marambio Alfaro • Daniel Hiriart Lamas • Jorge Valdés Saavedra

Sistemas Altoandinos de la Región de Atacama

ISBN: Nº 978-956-358-644-2

Editores

Yery Marambio-Alfaro
Jorge Valdés Saavedra

Fotografías

Yery Marambio-Alfaro
Daniel Hiriart-Lamas
Ercio Metifogo Rendic
Jorge Valdés Saavedra
Antonio E. Serrano Gómez

Ilustraciones Científicas

Mafalda Paiva
Daniel Hiriart Lamas

Mapas

Rodrigo Alfaro López
Gustavo Aedo

Editor de Textos

Héctor Flores Briceño

Director de Arte y Diseño

Fernando Castillo Barlaro

Director de Proyectos

Jorge Valdés Saavedra

Impresión

Andros Ltda.

Obra desarrollada y financiada gracias al aporte del
Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC)
Gobierno Regional de Atacama y Rectoría de la
Universidad de Antofagasta.





Prólogo



E

n las zonas desérticas, el agua es el principal recurso estratégico que permite el desarrollo de la vida y las actividades productivas necesarias para el crecimiento económico de la sociedad humana. Las cuencas lacustres de altura de la región de Atacama no solamente constituyen una reserva de agua sino que además son sistemas ecológicos complejos con estructuras y procesos biogeoquímicos que sustentan una gran diversidad de microorganismos, fauna, flora y vegetación, en muchos casos únicos en el mundo.

La identificación de sus recursos y la protección de estos ecosistemas es una prioridad de la sociedad tanto por su importancia ecológica como por su potencial uso en actividades económicas de diferentes niveles, sectores y dimensiones.

Para ser coherente con la premisa regional de tener un desarrollo sustentable, es fundamental que la incorporación de nuevas fuentes de recurso hídrico se realice con la mayor cantidad de información técnica y científica que permita el conocimiento acabado de las características y procesos que viabilizan el funcionamiento y mantención de estos ecosistemas.

Este proyecto, focalizado en una de las temáticas transversales de interés regional “Recurso hídrico”, lo que propone es explorar las cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama, para el establecimiento, desarrollo e innovación de nuevos usos. Además, podrá definir oportunidades de utilización de los recursos presentes en estos ambientes para la obtención de productos con denominación de origen, generando así nuevos emprendimientos que agreguen valor a los ecosistemas de la región.

Para ello se propuso desarrollar un levantamiento de la información económica, biogeoquímica y ecológica, con el propósito de establecer las características físico-químicas de 22 sistemas que involucraron lagunas, salares y ríos, estudiando comunidades acuáticas y terrestres subyacentes y estimando el potencial de uso no consuntivo y consuntivo de los ambientes propuestos para la innovación y competitividad de Atacama.

Contextualizando esta investigación desde el punto de vista geográfico, hay que partir diciendo que Atacama significa en quechua “gran confin” o “último término donde alcanza la vista”.

Tal vez por eso la división entre el desierto, las montañas y los valles hacen que este espacio posea tal envergadura, que permite ver la magnificencia de la naturaleza y la pequeñez del hombre.

Desde el mar a la cordillera se recorren kilómetros de caminos serpenteantes que llevan, directamente, al corazón de los Andes chilenos.

Cuando llegamos a los tres mil metros de altura, el aire falta y caminar se hace dificultoso. Agua, fauna, flora y un mundo geoquímico por descubrir, bien valen la pena el esfuerzo. Es la conclusión del equipo de investigadores que, junto al guía atacameño, se abrió paso en el altoandino del Planeta Atacama.

Nada hacía presagiar lo que veríamos durante las cinco campañas que tuvieron lugar entre diciembre de 2013 y diciembre de 2014. Solo un par de veces habían sido visitados estos sistemas, y menos aún estudiados, lo que genera un doble desafío: Por un lado, el de viajar en esas condiciones extremas y, por otro, la posibilidad de levantar información única y relevante a la hora de tomar decisiones.

22 sistemas, 72 especies de vertebrados y miles de análisis de laboratorio aún en proceso; cientos de muestras de sedimento, datos meteorológicos, 40 horas de navegación, 10.000 kilómetros recorridos, 100 horas de filmación y más de 15.000 registros audiovisuales, son algunos de los resultados de 1.200 horas-hombre dedicadas a rescatar información del Altoandino de Atacama.

Diez especialistas de distintas áreas conformaron el equipo, lo que resulta destacable ya que no existen precedentes de un trabajo ecosistémico de esta naturaleza en la región, menos aún, en lugares ubicados entre los 3.000 y 5.200 metros de altitud.

Atacama es una región maravillosa, lo dicen desde Darwin hasta los investigadores actuales y, entre ambos, casi doscientos años de registros. El trabajo actual, en tanto, permite no solamente confirmar, sino llenar las celdas vacías que, por tiempo, recursos o situación extrema, plantean tantas o más preguntas que las respuestas que se generan. Nos permitimos, entonces, desafiar al clima, a los intereses menores y a los prejuicios, para valorar el incalculable regalo que significa estar en lugares prístinos de intervención antrópica y admirar el milagro de la naturaleza, con datos que pueden indicar la proyección futura de un espacio único de la biodiversidad mundial.

Quedan invitados a recorrer el Altoandino atacameño.







Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama. Bases científicas del recurso hídrico para la innovación y la competitividad.

En los sistemas ecológicos desérticos, la evaluación de vulnerabilidad y la adaptación frente al uso de los recursos hídricos son especialmente relevantes. Si a este factor le unimos el de la fragilidad de las fuentes hídricas de las zonas de alta montaña, sean estas lagunas y salares altoandinos de cuencas cerradas, su falta de protección ,pone en peligro la sustentabilidad de las comunidades biológicas frente a los fenómenos de desarrollo antrópico, en especial los relativos a la explotación de los recursos naturales. Particularmente en la región de Atacama, estos sistemas son calificados de alto valor estratégico por el rol que tienen en el sustento de la producción agrícola y minera.

El Proyecto “Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama. Bases científicas del recurso hídrico para la innovación y la competitividad”, propone desarrollar un levantamiento de la información económica, biogeoquímica y ecológica de las cuencas, estudiando comunidades acuáticas y terrestres subyacentes y estimando el potencial de uso no consuntivo y consuntivo de dichos ambientes.

En la actualidad determinar la capacidad de carga de un sistema, su relación ecosistémica y/o su descripción, son tareas relevantes para explicar y predecir el devenir de los biomas más sensibles de nuestra región, sin los cuales es imposible sustentar el desarrollo económico y antrópico, y el legado histórico y cultural de la región de Atacama.

Prof. Jorge Valdés Saavedra



La Universidad de Antofagasta, una apuesta por la Innovación transregional

La investigación y la innovación son dos áreas íntimamente relacionadas en las que la Universidad de Antofagasta, fiel a su misión, está comprometida, potenciando el desarrollo y promoción del conocimiento en el sector de los recursos naturales renovables y no renovables. Este compromiso trasciende de los límites geográficos y debe ser aplicable no solo dentro de nuestro territorio de forma transregional, sino que a nivel nacional e internacional.

Compromiso que se hace patente en nuestro aporte al desarrollo de la Región de Atacama a través de la participación de nuestros investigadores en los Proyectos con Financiamiento FIC-R como en el caso de la Región de Atacama.

Luis Alberto Loyola Morales. Rector de la Universidad de Antofagasta.





Índice

INTRODUCCIÓN	14	RIOS	102
SALARES	22	Río Lama	105
Salar de Gorbea	25	Río La Gallina	109
Salar Ignorado	29	Río Juncalito	113
Salar de la Azufrera	33	VERTEBRADOS ALTOANDINOS	116
Salar de Agua Amarga	37	EQUIPO DE TRABAJO	128
Salar de Aguilar	41	LITERATURA CITADA	130
Salar de la Isla	45		
Salar de las Parinas	49		
Salar Grande	53		
Salar de Infieles	57		
Salar de Pedernales	61		
Salar de la Laguna	65		
Salar de Piedra Parada	69		
Salar de Maricunga	73		
LAGUNAS	76		
Lagunas Bravas	79		
Lagunas del Jilguero	83		
Laguna del Bayo	87		
Laguna Verde	91		
Laguna de Santa Rosa	95		
Laguna del Negro Francisco	99		



Introducción

Salares

El altiplano o puna es una región de América del Sur que comprende el norte de Chile, el centro y sur del Perú, la parte occidental de Bolivia y el noroeste de Argentina. En ella se ubican cuencas básicamente sedimentarias emplazadas en su mayoría sobre los 3.500 msnm, debido al tectonismo y la actividad volcánica existente. Como producto de la morfología de la zona (cuencas endorreicas) y de un clima de bastante aridez, se han formado numerosas lagunas y salares. Las cuencas endorreicas pertenecientes al altiplano chileno se sitúan en la zona noreste





de Chile, al interior del cordón montañoso de los Andes y abarca parte de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama, con elevaciones que pueden alcanzar los 3.500 metros sobre el nivel del mar (Johnson, 2009).

Por su parte en la región de Atacama, es posible apreciar la predominancia del paisaje Andino (28,1% de la superficie regional) que involucra una distribución longitudinal continua desde la región de Antofagasta hasta la región de Coquimbo, solamente desplazada hacia el poniente por la presencia del Paisaje Altiplánico (18,5%) al norte del paralelo 27°S (Squeo et al.,2008); ambos conformando lo que se ha denominado Altoandino.

La región altoandina tiene una morfología de relieves volcánicos importantes, amplios plateaux ignimbríticos de aspecto mesetiforme y extensas superficies detríticas con salares, salinas, playas, lagunas o barreales secos (Alonso,1998).

En esta unidad biocogeográfica se hallan cuencas pequeñas que presentan estacionalmente aguas subterráneas y otras de mayor desarrollo hidrológico, donde dichas aguas tienen presencia permanente (Borgel,1983;Ulloa y Ortiz de Zárate, 1989;Squeo et al.,2008).

De esta forma, los recursos de agua son de origen superficial y subterráneo, aunque normalmente los primeros provienen

de almacenamientos subterráneos que se han conectado, a modo de drenes naturales por los cauces altoandinos (Ulloa y Ortiz de Zárate, 1989).

Estas cuencas altoandinas están constituidas por la presencia de cubetas de depresión a las que convergen todas las aguas subterráneas y superficiales, generando así cuerpos lacustres que se descargan por evaporación, dejando depósitos de evaporitas que se han constituido en los características salares altoandinos.

Un salar por tanto es un lago superficial en cuyos sedimentos dominan las sales (boratos, cloruros, nitratos, sulfatos). Las sales se precipitan por la fuerte evaporación, que a largo plazo siempre es mayor que la alimentación o entrada de las aguas en la cuenca.

Lagunas

El origen de las cubetas de mayor amplitud, como es el caso de los grandes salares y de las lagunas salobres se asocian a acciones tectónicas de tipo graben, mientras que los de menor superficie, a calderas y conos volcánicos.

En lo referente al clima, este subsistema está caracterizado por el de tundra de alta montaña. Presenta temperatura bajas durante

todo el año con variaciones bajo y sobre cero grados celsius. El límite inferior de este clima varía de los 4.000 a 4.500 msnm., en el sector septentrional, y desciende hasta los 3.000 a 3.800 msnm. en la parte meridional.

De acuerdo con el criterio de Gajardo (1994), la zona de estudio pertenece a la Región Ecológica del Desierto, subregión del Desierto Altoandino, donde se pueden encontrar las formaciones vegetales como es Ojos del Salado y la formación de Estepa Desértica de los Salares Altoandinos (Roig-Juñent, 2006). Los sitios estudiados tienen asociados sistemas vegetacionales (Luebert y Plissock, 2006), que hacen del mismo una estructura ecosistémica.





La composición típica de los humedales de la Puna Seca es salar, bofedal y vega, pero también es posible distinguir lagos y lagunas de agua dulce (glaciar, volcánico y tectónico), aguas termales y géiseres. Asociados a estos ambientes acuáticos se identifican formaciones densas de ciperáceas inundadas o semi-inundadas cercanas a lagos y lagunas (Ministerio de Medio Ambiente, 2013).

Los humedales altoandinos son ecosistemas frágiles, escasos y con un endemismo relevante. Han sido utilizados históricamente por grupos humanos y desde hace varias décadas por un sector relevante de la economía, la minería. Constituyen lugares de alta notabilidad en cuanto

a diversidad biológica y por su rol en los sistemas productivos de las comunidades locales (MMA, 2013).

Desde un punto de vista ecológico, estos sistemas tienen una elevada riqueza de especies, en respuesta a la heterogeneidad espacial, constituyendo áreas de concentración de la biodiversidad en la región altiplánica (*“hot spot”*). Dados los fenómenos de aislamiento geográfico y factores locales como los hidráulicos, edafológicos y la calidad de agua la composición biológica de los humedales en general es específica (Arratia, 1982; Vila et al., 1999, 2006; MMA, 2013).



Según Kalin – Arroyo (1997) puede existir una variación considerable en un mismo humedal y entre humedales diferentes próximos unos a otros, formando no sólo ecosistemas distintos, sino paisajes totalmente diferentes.

Un humedal tiene una superficie que se encuentra anegada, permanente o intermitentemente de agua, generando la presencia de suelos anóxicos ricos en carbono orgánico lo que conlleva a la presencia de fauna endémica y diferenciada de las zonas adyacentes (Spiro y Stagliani ,2004 ;Keddy ,2000).

Esta definición considera una causa

(inundación por agua), un efecto primario (reducción de oxígeno) y uno secundario (biota diferenciada). Ejemplo de ello son los humedales que se desarrollan como formaciones azonales dentro del altoandino y difieren significativamente en su estructura y dinámica de la vegetación circundante (Ruthsatz, 1993; Squeo et al.,1994) generando un sistema complejo de orden ecosistémico.

Ríos

Una cuenca hidrográfica es una porción de la superficie terrestre cuyas aguas fluyen hacia cauces de ríos, lagos o lagunas. La cuenca está

delimitada por la divisoria de aguas de las altas cumbres que la abastecen, generando de esta forma un sistema dinámico de cauces superficiales y/o subterráneos de diversas magnitudes, que al confluir en un cauce único, es decir un río, colectan el aporte volumétrico de las aguas lluvia, nival y subterráneas que dentro de dicha cuenca se producen en horas, días o años. Esta área territorial se considera en la actualidad la unidad natural “generadora” de recursos disponibles, sean éstos bióticos, abióticos, sociales y económicos requeridos por el ser humano para su desarrollo. Por lo tanto, la concepción moderna de planificación y manejo del territorio centra su objetivo en la administración racional de los



recursos naturales contenidos en cada cuenca, siendo el hilo conductor de esta preocupación el recurso hídrico disponible dentro de sus límites (Campos et al., 2007).

Como concepto ambiental se puede reconocer en toda cuenca la importancia reguladora de la recarga hídrica y de los ciclos biogeoquímicos, permitiendo la conservación de la biodiversidad que mediante sus procesos biológicos y fotoquímicos ayuda a fijar el CO_2 contribuyendo con procesos de edafogénesis en los suelos locales. Estos procesos permiten potenciar la diversidad de etapas o procesos naturales requeridos para asegurar la calidad



física y química del agua disponible, componente ambiental fundamental para asegurar el adecuado desarrollo de vegetales y animales en cualquier ecosistema (Campos et al., 2007).

Capítulo vertebrados Altoandinos

En la zonas estudiadas, se reconocen al menos seis áreas consideradas de preservación ecológica, de protección RAMSAR y de interés turístico, las cuales fueron descritas mediante análisis ecológico cualitativo, para la determinación de la riqueza y abundancia de especies.

Al respecto se puede establecer que la riqueza de especies es liderada por la taxa aves, seguida de mamíferos y en último lugar la taxa reptiles, lo que estaría relacionado con la situación latitudinal, altitudinal, superficie o superficial, tipo de hábitat y distancia geográfica a centros poblados, además de los factores físico químicos determinados en los sitios, los cuales son descritos en este proyecto.





Salares



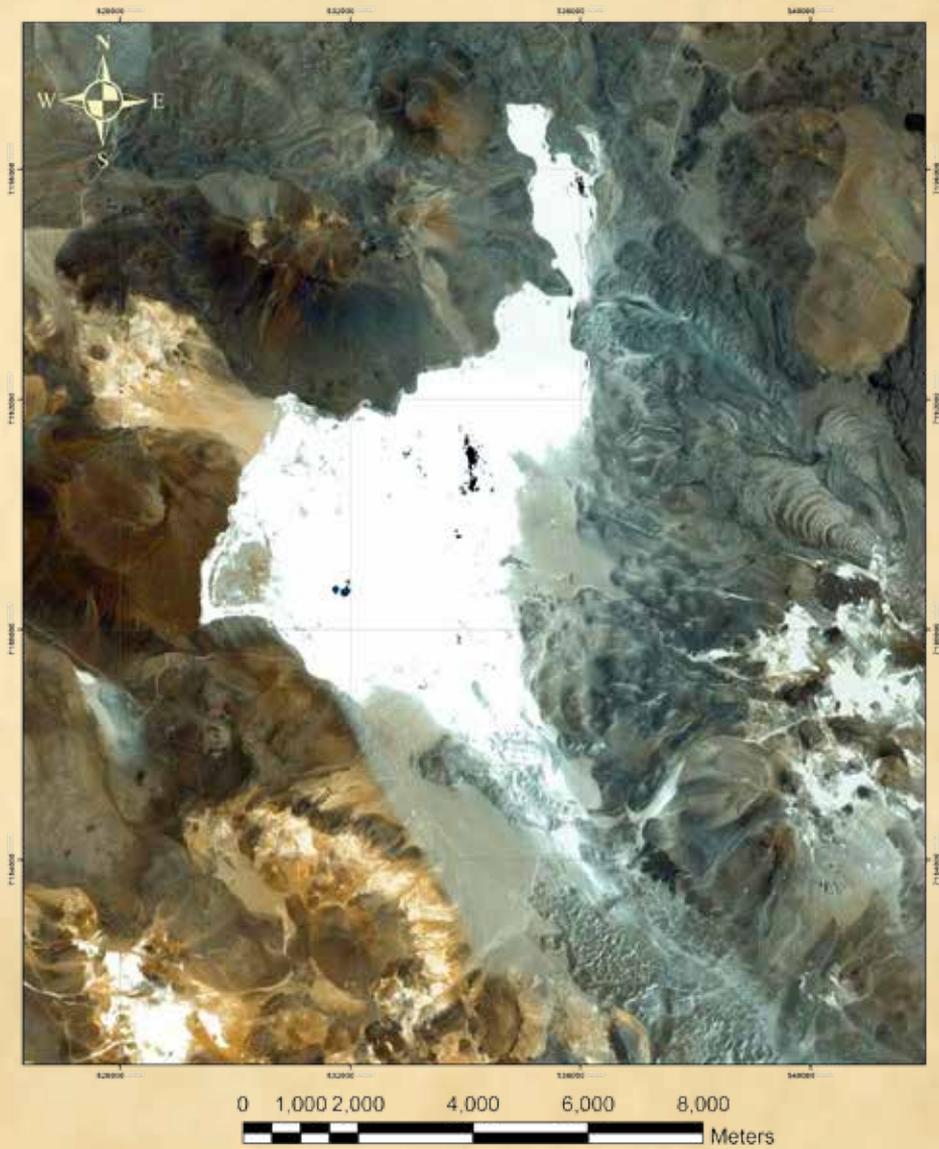


Salar de Gorbea

Se encuentra en las coordenadas 531439.78 E – 7187566.85 N, a 3.942 msnm, al oeste de la Cordillera de Los Andes de la región de Atacama, cerca de la frontera con Argentina. Su cuenca es de una superficie de 320 km² y la del salar es de 27 km². Está conformado por una costra salina con una gran cantidad de sulfato de calcio (yeso) y por lagunas de pocos metros de profundidad, llamadas “ojos” (Risacher et al.,1999). Corresponde a uno de los salares menos diversos del estudio, registrando solo algunas aves en los puntos de muestreo y sin registro de vegetación alrededor de los espejos de agua.







Salar de Gorbea

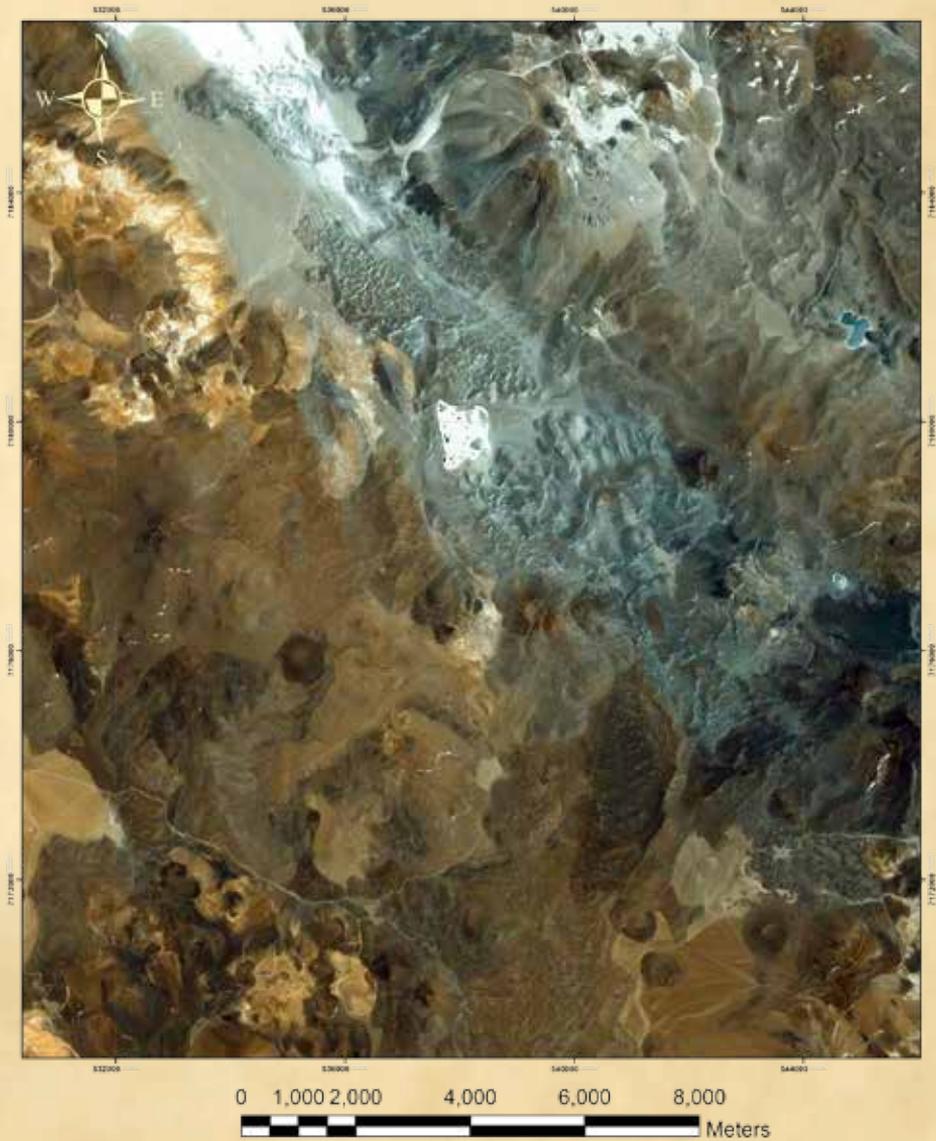


Salar Ignorado

Se ubica en las coordenadas 537972.07 E – 7179781.33 N, a 4.090 msnm. Es un salar pequeño, ubicado al oeste de la Cordillera de Los Andes. Se podría considerar una subcuenca del Salar de Gorbea, aunque presenta una separación y límites marcados. Su cuenca tiene una superficie de 37,5 km² y la del salar es de 0,7 km². Está constituido por una costra salina con mucho sulfato de calcio (yeso) y presenta “ojos” de agua de algunos metros de profundidad (Risacher et al 1999). Algunos de los espejos de agua tienen algas en su fondo y solo se registra un mamífero en sus inmediaciones, considerándolo uno de los sitios más pobres de biodiversidad y riqueza específica.





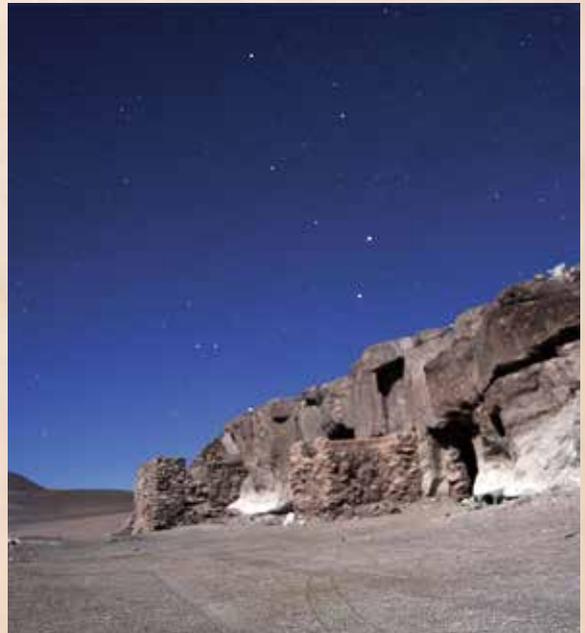


Salar Ignorado

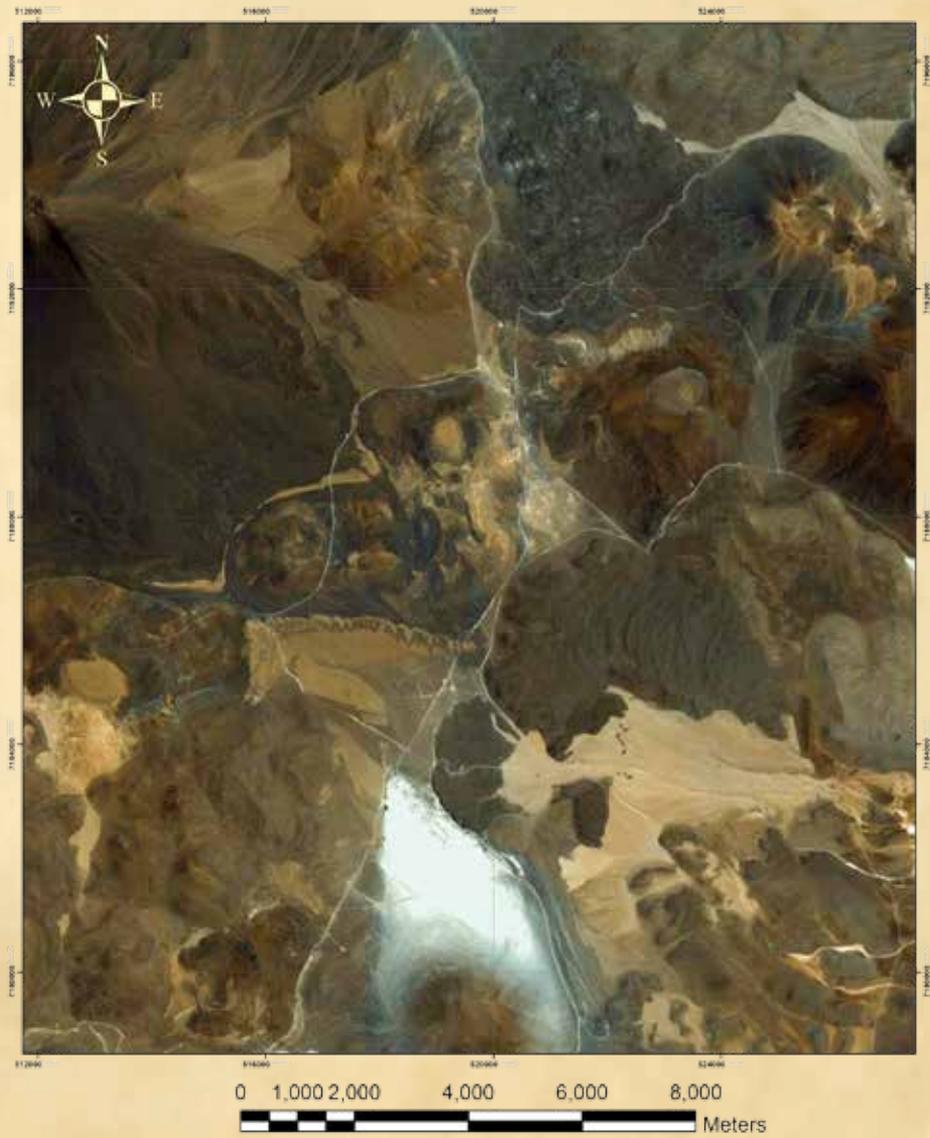


Salar de la Azufrera

Se ubica en las coordenadas 518341.94 E- 718345.73 N, a 3.581 msnm, al oeste de la Cordillera de Los Andes. La superficie de su cuenca es de 214 km² y la del salar es de 3,3 km². Posee lagunas de 100 a 200 m de diámetro (Risacher et al., 1999). Presenta dos pequeñas lagunas en su orilla occidental, con vegetación acojinada y gramíneas a su alrededor. En este sector se ubica un importante yacimiento de azufre anteriormente explotado. En la actualidad, en varias cuevas pueden observarse las ruinas de las instalaciones que sirvieron de campamento durante la explotación de la azufrera, conocido como Campamento “Plato de Sopa” (Risacher et al.,1999). Presenta escasa vegetación y fauna, asociada al afloramiento de agua en su margen oeste, aledaño al antiguo campamento de la Azufrera.







Salar de la Azufre



Salar de Agua Amarga

Se encuentra en las coordenadas 515917.03 E – 7178197.79 N, a 3.557 msnm, al extremo oeste de la cordillera andina y al sur de los salares de Punta Negra y de Pajonales. Es una costra de yeso rugosa y de halita (NaCl), con “ojos” al norte y pequeñas lagunas superficiales mal definidas en las orillas de las zonas este y sur. Su cuenca tiene una superficie de unos 863 km², mientras que la del salar es de 23 km². Sus lagunas son de 0,04 km² de superficie. Su diversidad de flora y fauna es escasa, y se encuentra asociada a orillas del camino que pasa por el borde oeste del salar.







Salar de Agua Amarga



Salar de Aguilar

Se ubica en las coordenadas 507649.08 E – 7140492.06 N, a 3.320 msnm, al oeste de la cordillera andina de la región de Atacama. Tiene una cuenca de 589 km² de superficie y el salar tiene unos 71 km². Presenta una costra rugosa de halita de color marrón, parecido a la costra del salar de Atacama. Es de difícil acceso y está considerado como uno de los sitios más pobres en términos de biodiversidad, sin registros de especies hasta la fecha. Existen pequeñas pozas y “ojos” en su lado sur, a unos 500 m de la orilla, todas con salmueras concentradas y sin vegetación (Risacher et al.,1999). Este salar no presenta diversidad aparente de flora y fauna en los puntos de muestreo, siendo el único salar con ausencia de especies de vertebrados.







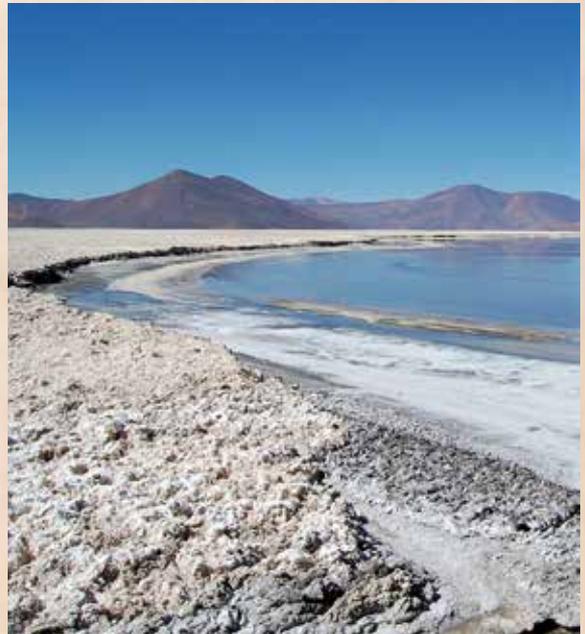
Salar de Aguilar

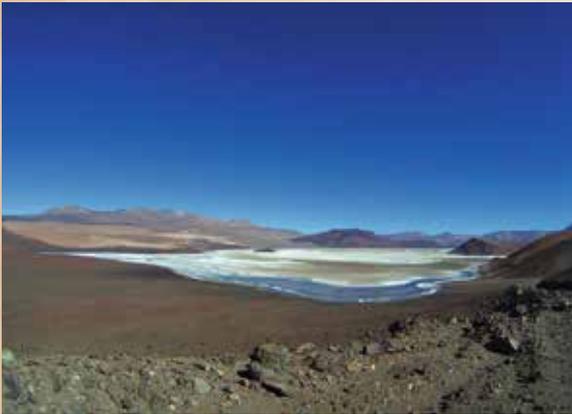


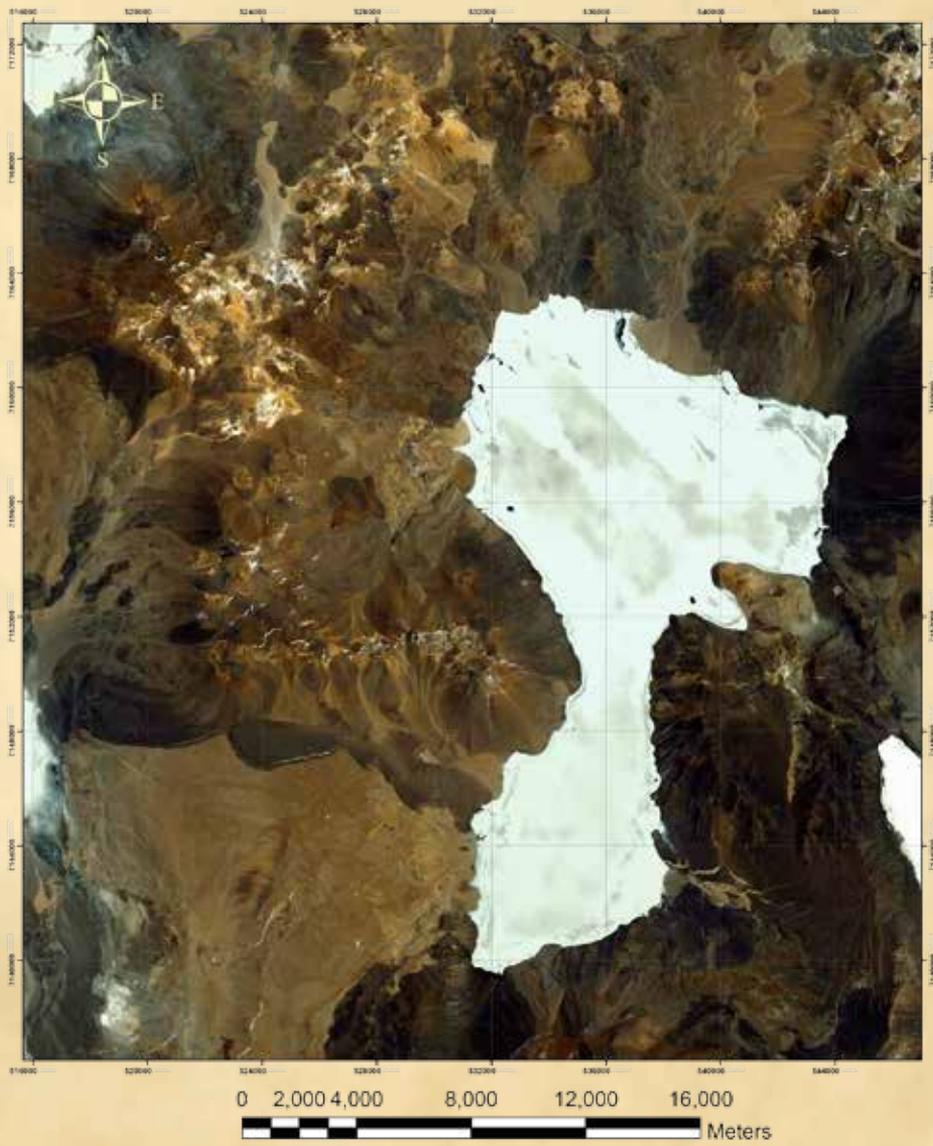
Salar de la Isla

Se ubica en las coordenadas 536757.70 E – 7153755.52 N, a 3.952 msnm, en un sector de difícil acceso, cercano a la frontera con Argentina. Posee una cuenca de 858 km² y una superficie de 152 km². Presenta lagunas de unos 2,4 km², aproximadamente. La alta salinidad de los aportes que recibe se debe a la redisolución de salmueras residuales de tipo Na-(Mg) / Cl, de un antiguo salar recubierto por formaciones volcánicas más recientes (Risacher et al.,1999). Pese a que las lagunas parecieran estar alimentadas por una sola vertiente, en realidad reciben otros aportes que se encuentran más alejados, los que aparentemente no estarían conectados (Risacher et al.,1999). Uno de los afloramientos de las laderas de cerro, da paso a la presencia de vegetación de juncáceas, vegetación acojinada y gramíneas en su margen oeste, lo cual permite la existencia

principalmente de aves y micromamíferos asociados a los sectores rocosos al borde del camino.







Salmar de la Isla



Salar de las Parinas

Se ubica en las coordenadas 549633.42 E – 7142673.80 N, a 3.936 msnm, en un sector de muy difícil acceso. Debido a su cercanía con la frontera con Argentina, una parte de su cuenca de drenaje se encuentra en ese país. Tiene una cuenca de 676 km² y la superficie del salar es de 40 km². Presenta algunas lagunas de entre 0,5 a 2 km², aproximadamente, con abundante vegetación acojinada y de gramíneas. Es uno de los salares de mayor importancia dentro del estudio altoandino, debido a la gran riqueza específica y a la abundancia de especies registradas, con una importante población de flamencos andinos -de James y flamenco chileno. Sin embargo, es considerado un sistema ecológico muy frágil (Risacher et al.,1999).







Salar de las Parinas



Salar Grande

Se ubica en las coordenadas 529798.94 E – 7124133.19 N, a 3.966 msnm. Es considerado un salar de tipo playa, con sedimentos salinos recubiertos en la parte sur por un sistema complejo de lagunas superficiales. Su cuenca tiene una superficie de unos 867 Km² (Risacher et al.,1999). Este salar presenta escasas formaciones de vegetación en su margen este y sureste, así como en el margen de alguno de los cuerpos de agua. Los vertebrados lo constituyen principalmente el taxa de aves.







Salar Grande

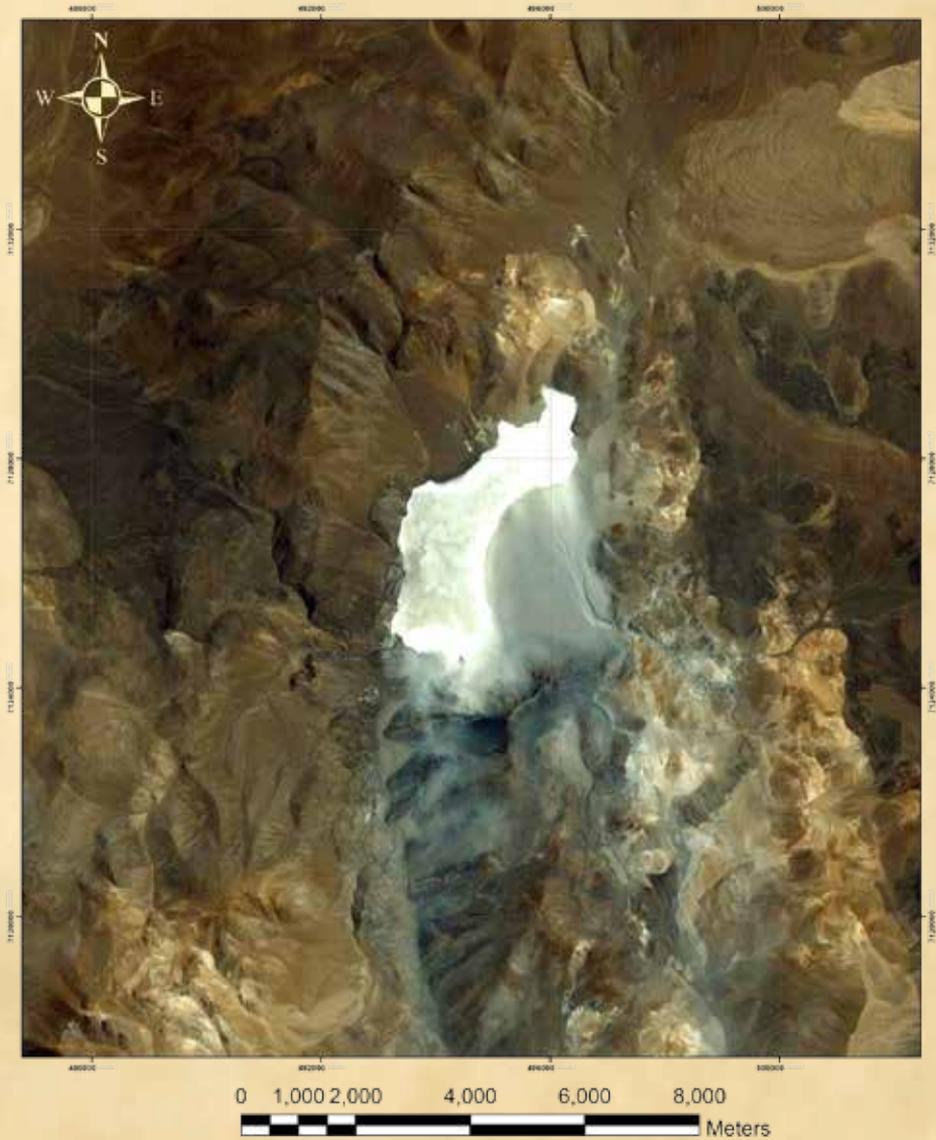


Salar de Infieles

Se encuentra en las coordenadas 495217.59 E – 7126154.73 N, a 3.520 msnm, al norte del Salar de Pedernales. Se trata de un pequeño salar que tiene una cuenca de 293 km², con una superficie de 6,7 km². En general, presenta escasos cuerpos de agua superficiales y su alimentación se hace por vertientes difusas, salobres o saladas, a lo largo de su orilla oriental. No existiría un aporte de otra cuenca (Risacher et al.,1999). Destaca un importante registro de arte rupestre pictográfico en su ladera noroeste. Tiene una escasa vegetación en el punto de muestreo, encontrándose principalmente gramíneas y pequeños grupos de vegetación acojinada, lo cual da cuenta de una baja diversidad de especies de vertebrados asociados a este sector, observándose principalmente aves.







Salar de Infiernos



Salar de Pedernales

Ubicado en las coordenadas 479444.31 E – 7087680.39 N, a 3.346 msnm. Es el salar de mayor tamaño y uno de los que tiene la cuenca cerrada más extensa de la Región de Atacama, 3.620 km², una superficie de salar de 335 km² y una superficie de lagunas de 0,6 km². Se caracteriza por importantes variaciones climatológicas, morfológicas y geológicas (Risacher et al.,1999). Está constituido por una costra de yeso y halita, con escasas y pequeñas lagunas, generalmente pegadas a las orillas. Las lagunas del noreste son profundos pozos en la costra de sal (Risacher et al.,1999). La principal fuente de alimentación de sales proviene de napas cercanas a sus orillas sur y este, alimentadas por aportes del sector oriental de la cuenca (Río Juncal). Las aguas diluidas del sur y del oeste de la cuenca no contribuirían de manera significativa a los aportes de sales del salar (Risacher et al.,1999). Está considerado como área de preservación ecológica (lagunas

y formaciones vegetacionales asociados al borde del salar) y como uno de los 9 Sitios Prioritarios, según la Estrategia Regional de Biodiversidad 2002, con prioridad urgente de protección (CONAMA, 2002, 2005; Jara,2009). Comparativamente, sería uno de los salares con mayor riqueza específica, destacando la presencia de aves (charádridos, anátidos y flamencos) y algunos mamíferos. Las especies de vertebrados se encontrarían asociados a las formaciones vegetacionales del margen suroeste del salar.







Salar de Pedernales

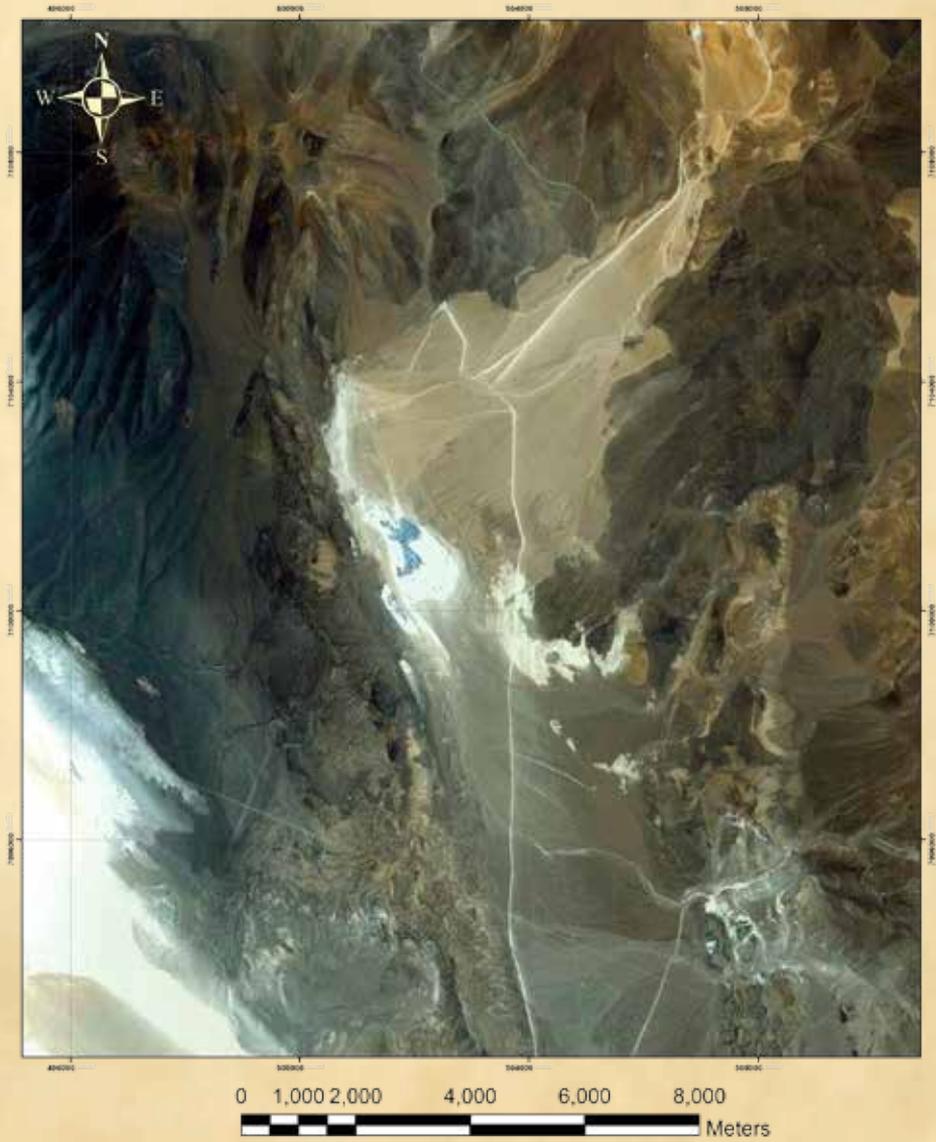


Salar de La Laguna

U bicado en las coordenadas 501874.80 E – 7101115.99 N, a 3.494 msnm, al este del Salar de Pedernales. Presenta una cuenca de 400 km², superficie del salar 0,55 km² con lagunas que oscilan entre los 0,3 a 0,55 km² (Risacher et al.,1999). Es pequeño, del tipo “playa”, con sedimentos salinos recubiertos por una laguna salada de extensión variable, según la época del año, y cuyas napas subterráneas podrían ser salobres (Risacher et al.,1999). Presenta una escasa vegetación en su ribera este, sin grandes formaciones vegetacionales o vegas. Es en este lugar en donde es posible el avistamiento de algunas especies de aves, como flamencos, gaviota andina y anátidos.





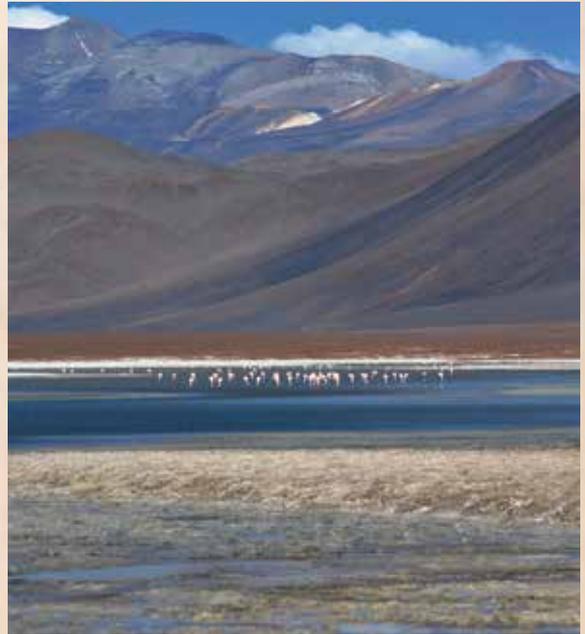


Salar de la Laguna



Salar de Piedra Parada

Considerado uno de los salares de más difícil acceso, se ubica en las coordenadas 525878.51 E – 7085666.94 N, a 4.121 msnm. La superficie total de su cuenca es de 388 km². En él se reconoce un complejo de lagunas someras y de extensión muy variable de agua salobre, cuya principal afluencia proviene del sector oriental de la cuenca (Risacher et al.,1999). Corresponde a un salar del tipo “playa”, con sedimentos superficiales ricos en yeso (Risacher et al.,1999). Destaca la abundancia de aves, representadas por pequeños grupos de flamencos en el margen sur y suroeste del salar, sectores que comparativamente con otros cuerpos de agua, presentan escasa diversidad de flora.







Salar de Piedra Parada



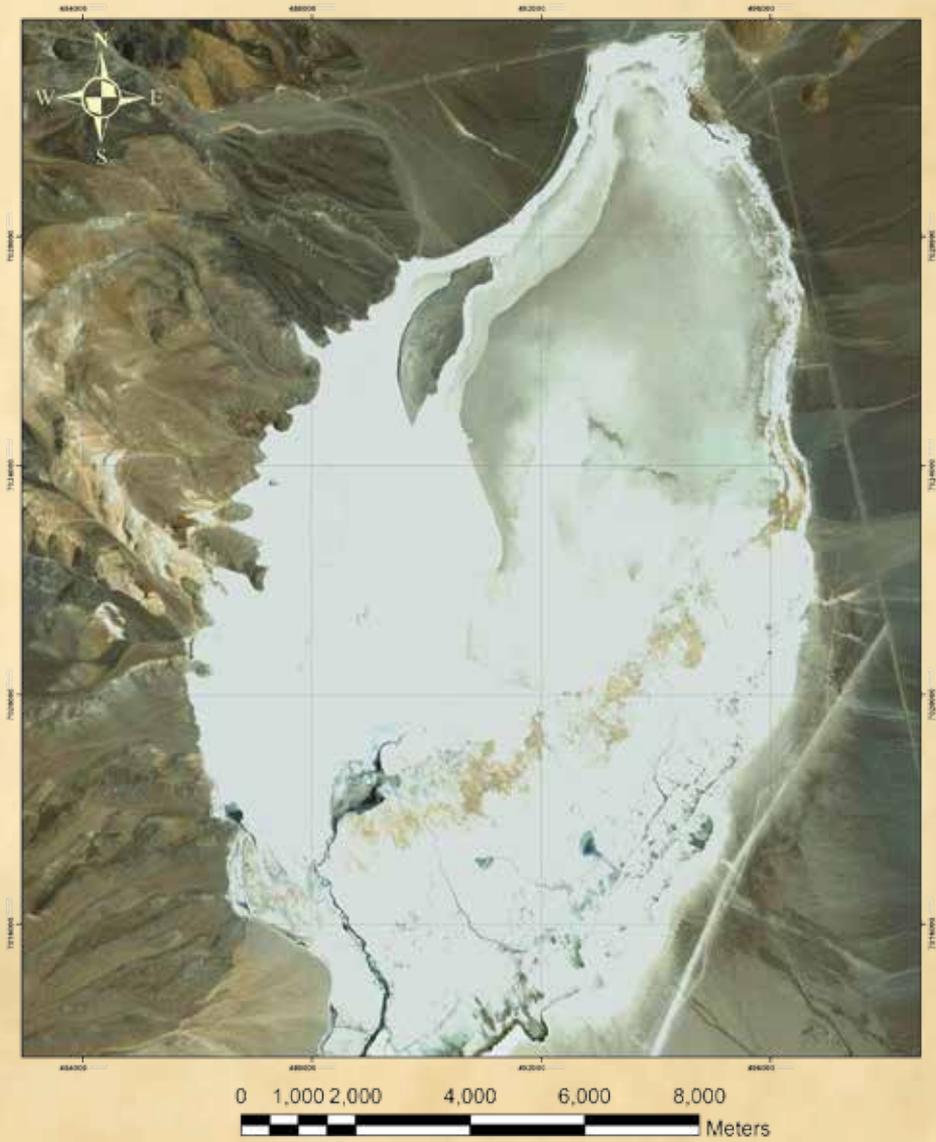
Salar de Maricunga

Se encuentran en las coordenadas 493567.14 E – 7031003.34 N, a unos 3.753 msnm. La superficie de su cuenca es de 3.572 km² (2.200 km² sin considerar la parte oriental), con un salar de 145 km² de superficie y una laguna de unos 6 km², aproximadamente (Risacher et al.,1999). Es la segunda cuenca cerrada más grande de la región, después de Pedernales (Risacher et al.,1999). Sus límites lo constituyen el Nevado de Tres Cruces, el portezuelo Tres Cruces (4.386 msnm) y la Cordillera de Claudio Gay (Risacher et al.,1999). La geología de la cuenca sería una variedad de formaciones volcánicas, rocas plutónicas y terrenos sedimentarios. El aporte de aguas superficiales lo constituyen 7 arroyos ubicados entre 4.000 y 4.500 msnm, los que se infiltran aguas abajo, alimentando napas subterráneas (Risacher et al., 1999). Hacia el lado sur del salar existe una laguna independiente -Laguna Santa Rosa-, conectada a este por un canal

que alimenta un complejo sistema lagunar (Risacher et al.,1999). El Salar de Maricunga es una zona perteneciente al sistema de áreas silvestres protegidas por el Estado (SNASPE), perteneciente al Parque Nacional Nevado de Tres cruces, considerada como una zona de interés turístico nacional (ZOIT). Se le denomina “Salar de Maricunga – Volcán Ojos del Salado”. Constituye uno de los salares más diversos desde el punto de vista de la fauna, encontrándose principalmente flamencos, patos, gaviota andina y paseriformes. Las especies de aves estarían asociadas a la vegetación alledaña a los cuerpos de agua dulce y a espejos de agua salobre en el caso de flamencos, principalmente.



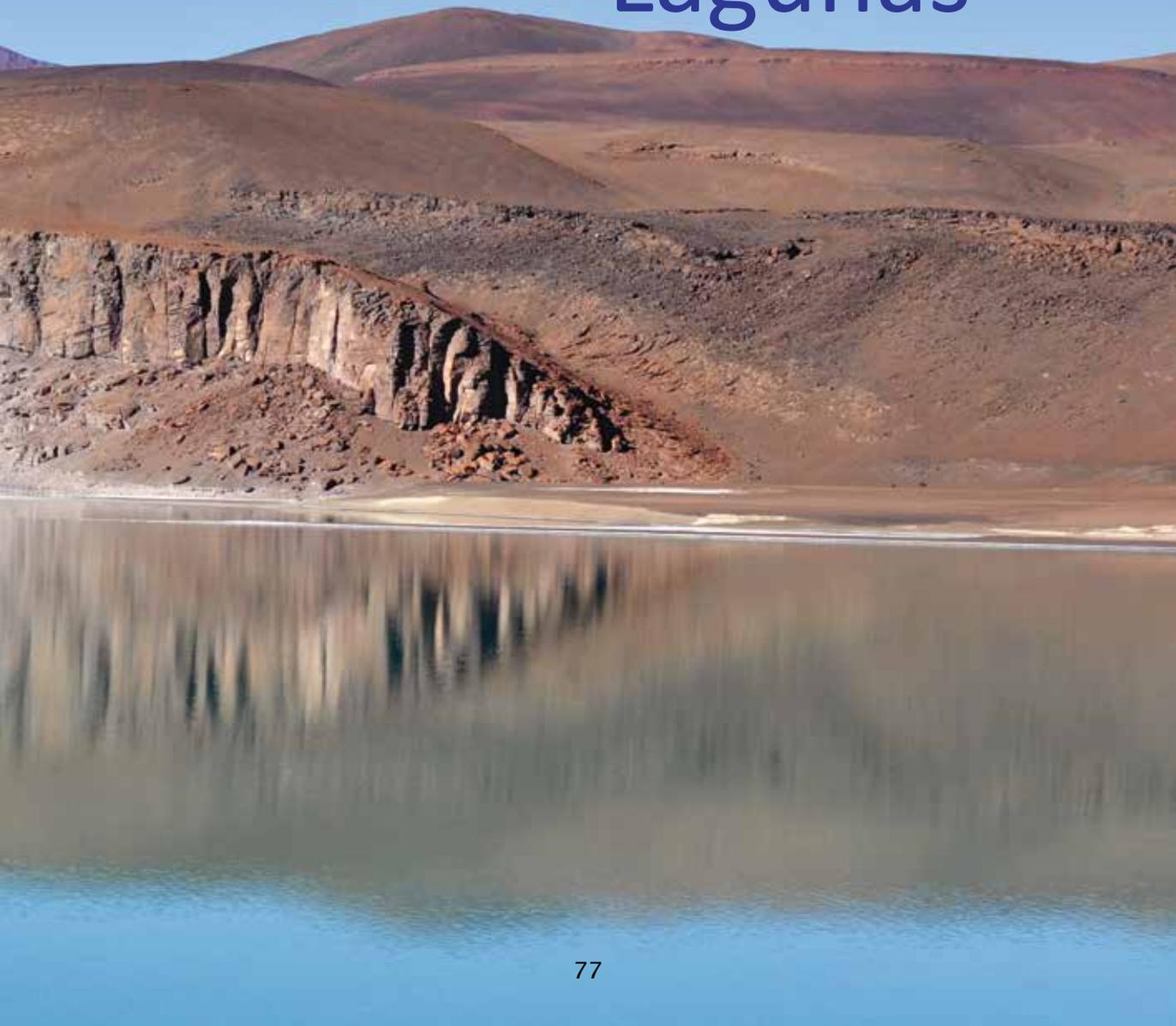




Salar de Maricunga



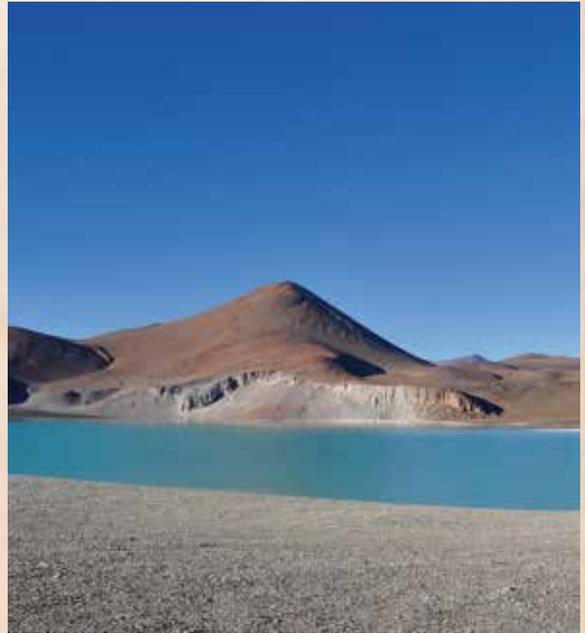
Lagunas



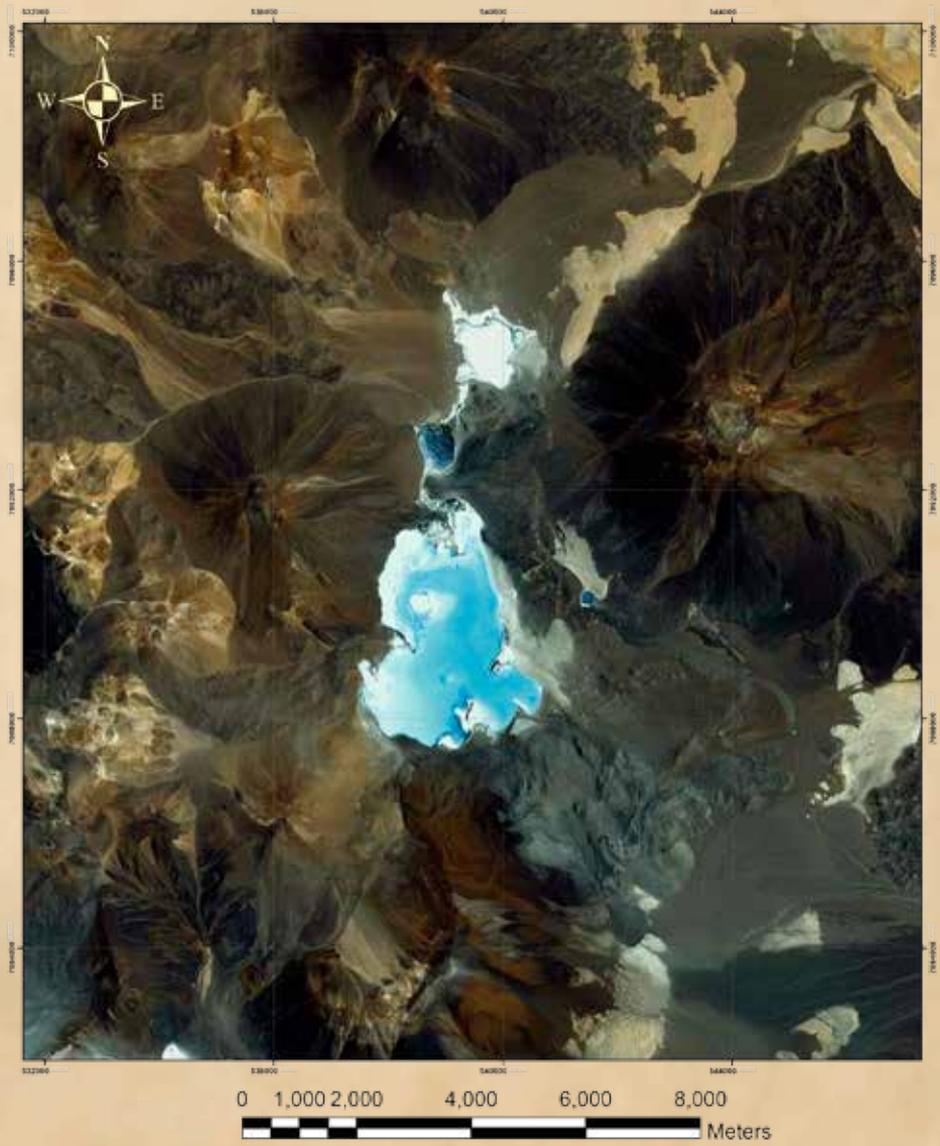


Lagunas Bravas

Se encuentra en las coordenadas 539224.60 E – 7090880.71 N, a 4.220 msnm. Adyacente al límite con Argentina, se considera un sitio de difícil acceso (Risacher et al.,1999). Su cuenca tiene una superficie total de 545 km². Se trata de tres lagunas alineadas de norte a sur, donde la de mayor tamaño se ubica al lado sur y las dos pequeñas al lado norte (Risacher et al.,1999). Las tres lagunas presentan un alto grado de biodiversidad, tanto de flora como de fauna, destacando las taxa de aves (taguas, charádridos, anátidos y passeriformes), mamíferos (múridos, cánidos y camélidos) y dos especies de reptiles.







Lagunas Bravas

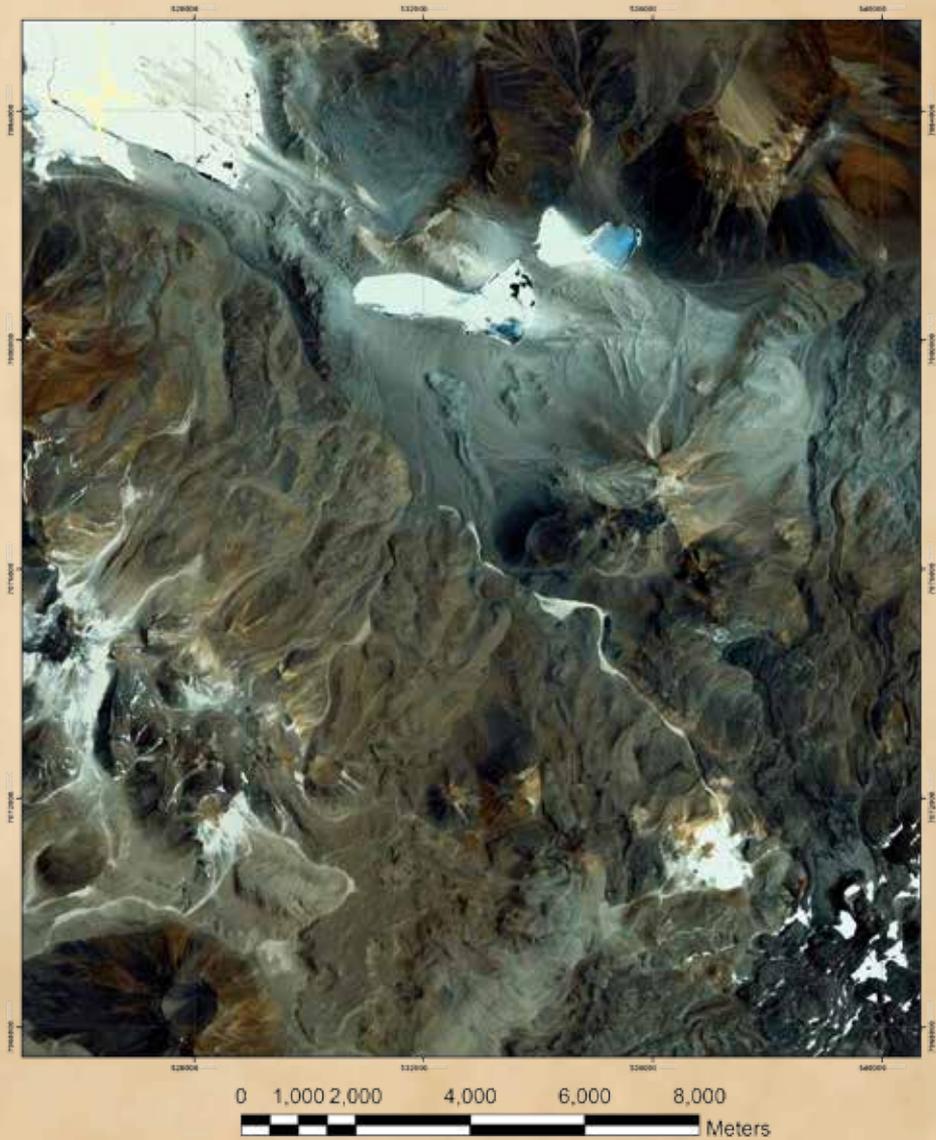


Lagunas del Jilguero

Se ubica en las coordenadas 533583.25 E – 7081117.61 N, a 4.173 msnm. Posee dos lagunas del tipo “playa”, con sedimentos salinos cubiertos parcialmente por lagunas someras, de extensión variable. El cordón geomorfológico que separa las dos lagunas es de bajo relieve, siendo altamente probable que en los años lluviosos, ambas lagunas se conecten (Risacher et al.,1999). Presenta una cuenca de 119 km². Sus aguas de aporte se consideran de baja calidad y que la redisolución de antiguas evaporitas podría afectar las napas cuenca arriba (Risacher et al.,1999). Se considera una de las lagunas con escasa vegetación, registrándose a su vez solo algunas especies de aves en escasa abundancia.







Lagunas del Jilguero

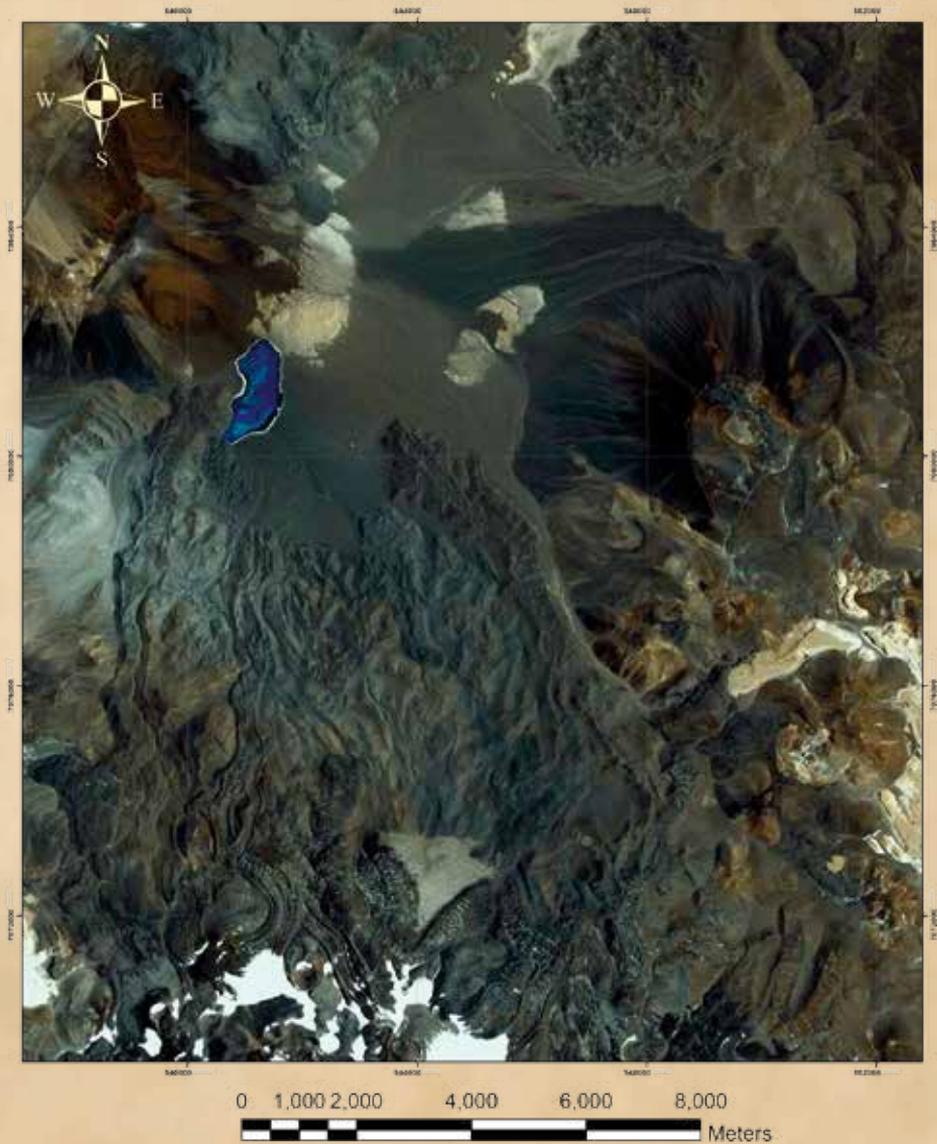


Laguna del Bayo

Se ubica en las coordenadas 541229.97 E – 7081094.04 N, a 4.400 msnm, muy cercana al límite con Argentina. Pese a que la laguna se encuentra en territorio chileno, el 76% de la cuenca de drenaje se halla en territorio argentino (Risacher et al.,1999). Su morfología se asemeja a la de un lago pequeño, desconociéndose su profundidad, y su principal aporte vendría desde la orilla oriental (Risacher et al.,1999). Presenta una cuenca de 221 km². Sus aguas de aporte se consideran de baja calidad y la redisolución de antiguas evaporitas podría afectar las napas cuenca arriba (Risacher et al 1999). Es una de las más grandes reservas de agua no salada (Risacher et al.,1999). Presenta una baja diversidad de especies de flora y fauna, destacando la presencia de aves principalmente.







Lagunas del Bayo



Laguna Verde

Se ubica en las coordenadas 551859.74 E – 7028121.75 N, a 4.327 msnm, en orientación este con respecto al Salar de Maricunga, cerca de la frontera con Argentina. Tiene una cuenca volcánica de 1.075 km² de superficie y una laguna de unos 15 km² (Risacher et al.,1999). Se considera una laguna salada que se alimenta de ríos y vertientes, la mayoría de ellos ubicados al sur y al oeste de la cuenca (Risacher et al.,1999). Tanto la Laguna Verde como los sectores aledaños son considerados sitio de interés turístico nacional (ZOIT) (CONAMA 2002, 2005; Jara,2009; SERNATUR,2013). Las especies de flora y fauna se encontraron asociadas al afluente de la laguna, en orientación Este, y estaría conformado principalmente por aves, destacando la presencia de flamencos, pato juarjual, gaviota andina y escasos registros de tagua cornuda, además de dos especies de reptiles.







Laguna Verde



Laguna de Santa Rosa

Se ubica en las coordenadas 482898.00 E – 7004321.20 N, a 3.762 msnm, al extremo sur del Salar de Maricunga, aunque se les considera independientes. Sin embargo, se observa que está conectada al salar por un canal que alimenta un complejo sistema lagunar, cuyos aportes de agua vendrían de vertientes difusas y vegas a lo largo de su curso (Risacher et al.,1999). Este corredor biológico se conoce con el nombre de Pantanillo-Ciénaga Redonda (CONAF,2014). La laguna pertenece al Parque Nacional Nevado Tres Cruces y una superficie de laguna de unos 3 km². Corresponde a uno de los sitios RAMSAR de nuestro país, perteneciente al Complejo Lacustre Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa. Es el Sitio RAMSAR número 0877 (fecha de creación: 2 de diciembre de 1996), puesto N°CHI-06 de la Región de Atacama y ZOIT (SERNATUR,2013). Es uno de los sitios de estudio

con mayor diversidad de especies de flora y fauna, con registros de bandadas de flamencos, tagua cornuda, caití, pato juarjual y piuquenes, así como avistamientos de guanacos, vicuñas y zorro culpeo.







Laguna de Santa Rosa



Laguna del Negro Francisco

Se ubica en las coordenadas 476683.65 E –6960011.65 N, a 4.124 msnm. Tiene una cuenca de 933 km² (Risacher et al.,1999) y una superficie de laguna de 121,36 km². Es considerada la cuenca cerrada más austral de la Cordillera de los Andes ya que, más al sur, todas las cuencas andinas están abiertas hacia el Océano Pacífico (Risacher et al.,1999). Esta laguna presentaría una gran variación en su superficie, causada por las importantes diferenciaciones del caudal entrante (Risacher et al.,1999). El principal aporte a la laguna lo hace el Río Astarburoaga, el que drena el sureste de la cuenca. La extracción de aguas del Río Astarburoaga, o de las napas alimentadas por este, podría afectar seriamente el ecosistema de la laguna, ya que sus aguas se salinizarían (Risacher et al.,1999). La Laguna del Negro Francisco es considerada una de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile,

SNASPE (Parque Nacional Nevado Tres Cruces), Sitio RAMSAR número 0877 (fecha de creación: 2 de diciembre de 1996), puesto N°CHI-06 de la Región de Atacama y ZOIT (SERNATUR,2013). Esta laguna es la más diversa en flora y fauna en la zona de investigación, constituyendo uno de los ecosistemas más estudiados del sector andino y utilizado como referente de la biota altoandina. Destacan la presencia de grandes bandadas de flamencos, anátidos (pato juarjual, pato jergón, piuquenes), tagua cornuda, charadridos (playeros, pitotoy, gaviota andina), tórtolas y pequeños grupos de passeriformes. Igualmente se registran reptiles en su margen rocoso en el sector sur y mamíferos, tales como roedores, vicuñas y zorro culpeo.







Laguna del Negro Francisco



Ríos





Río Lama

Se encuentra en las coordenadas 506842.00 E – 7004452.00 NS, a 4.100 msnm, al interior del Parque Nacional Nevado Tres Cruces ZOIT (SERNATUR,2013) y a 199,5 km de Copiapó. Su curso sigue al costado del camino internacional RCh-31 (hacia el Paso Internacional San Francisco), presentando en su parte media un fuerte caudal y algunas cascadas. Es uno de los principales afluentes del Salar de Maricunga (CONAF,1997). El acceso al río se encuentra a mitad de la cuesta, descendiendo hasta su orilla. En la parte baja, en dirección a los llanos del Salar de Maricunga, la quebrada se abre dando paso a grandes vegas y bofedales, los que desaparecen al llegar al gran llano del salar. La cota de altura va desde los 3.700 msnm a unos 4.200 msnm, en la parte alta de los llanos de la Cordillera. El río nace a los pies del Nevado Tres Cruces, en el sector cordillerano, con una longitud aproximada de unos 8 km, luego de

los cuales desaparece al llegar a la depresión de los llanos del Salar de Maricunga (CONAF,1997). Este río constituye uno de los tres ecosistemas riparianos más diversos de la zona de estudio, destacando la gran riqueza de flora y de especies de fauna, donde destacan bandadas de patos jergón chico, juarjual, algunas bandadas de paseriformes y tropillas de vicuñas en el margen del río y vegas asociadas.







Río Lama



Río La Gallina

Se encuentra en las coordenadas 479380.70 E – 6923420.94 N, a 4.350 msnm. Junto a la Vega La Gallina, se ubica cerca del portezuelo Paredones. Ambos comprenden un bofedal tipo *Oxychloe andina* (Pako macho o Paco), emplazado en dirección suroeste de la laguna del Negro Francisco, a unos 3 km del Refugio de los guardaparques de CONAF (Refugio Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, FRA). Tiene 3,15 km², aproximadamente (RAMSAR,2011) y se caracteriza por presentar un sector de vegas que cubre por completo la quebrada, donde existe un flujo de corriente de agua en movimiento hacia un nivel inferior, conformando varios cuerpos de agua de diferente diámetro y profundidad. En este sector existe un Sendero de Interpretación Ambiental, el que se inicia en la ribera suroeste de la Laguna del Negro Francisco y continúa en ascenso hacia el sector de vegas del Río

La Gallina. Este sendero permite observar y reconocer la avifauna acuática del sector, así como la flora arbustiva y la vegetación propia de bofedales de altura. Destaca la presencia de aves como paseriformes asociadas a la vegetación de gramíneas existente en el margen de vegas y curso de agua.







Río la Gallina



Río Juncalito

Se ubica en las coordenadas 517947.98 E y 7067642.94 N a 3.623 msnm cuyo acceso es a través de la Ruta C-177, la que conduce al camino que une los salares de Pedernales y Maricunga. La ruta sigue en dirección sur hasta llegar a un par de kilómetros al sur del Tranque La Ola de Codelco. Posteriormente, se toma el camino con rumbo este que lleva al Río y Tranque Juncalito (MOP,2012). El Río Juncalito comprende cerca de 715 km² (CIREN,2012). El Transecto de estudio consideró el primer tramo del río, antes de llegar al Tranque Juncalito. Es uno de los principales afluentes del Río La Ola, cauce que constituye la principal vía de drenaje y alimentación de tipo subterránea del Salar de Pedernales (RAMSAR,2011;MOP,2012). Dentro de los ríos estudiados, constituye uno de los sectores relevantes en términos de biodiversidad, presentando una riqueza

específica compuesta principalmente por aves, tales como anátidos, una gran riqueza de passeriformes, mamíferos y reptiles asociados a las laderas rocosas a orillas del río, siendo posible encontrar sectores con colonias de la especie de roedor fosorial Tenomys o Tuco tuco de Atacama.







Río Juncalito

Vertebrados Altoandinos







Pato jergón chico

Anas flavirostris



Perdicita cordillerana

Attagis gayi



Playero de Baird

Calidris bairdii



Chorlo de la puna

Charadrius alticola



Gaviota andina

Chroicocephalus serranus



Tagua cornuda

Fulica cornuta



Tuco tuco

Ctenomys fulvus



Minero grande

Geositta isabelina



Guanaco

Lama guanicoe



Liebre

Lepus europaeus



Colegial andino

Lessonia oreas



Pato juarjual

Lophonetta specularioides



Zorro culpeo

Lycalopex culpaeus



Águila

Geranoaetus melanoleucus



Dormilona nuca rojiza

Muscisaxicola rufivertex



Dormilona frente negra

Muscisaxicola frontalis



Carancho cordillerano

Phalacroboenus megalopterus



Chorlito cordillerano

Phegornis mitchellii



Cometocino de Gay

Phrygilus gayi



Caití

Recurvirostra andina



Parina grande

Phoenicoparrus andinus



Chirihue verdoso

Sicalis olivascens



Chirihue cordillerano

Sicalis uropygialis



Perdicita cojón

Thinocorus orbignyianus



Cóndor

Vultur gryphus



Chincol

Zonotrichia capensis



Ratoncito Andino

Abrothrix andinus



Lagartija de Rosenmann

Liolaemus rosenmanni



Vicuña

Vicugna vicugna



Lauchón andino

Phyllotis xantophigus

ESPECIES:

Abrothrix andinus (Ratón andino)

Agriornis montana (Mero gaicho)

Anas bahamensis (Pato gargantillo)

Anas flavirostris (Pato jergón chico)

Anas georgica (Pato jergón grande)

Anas platalea (Pato cuchara)

Anas puna (Pato puna)

Attagis gayi (Perdicitita cordillerana)

Calidris bairdii (Playero de Baird)

Cathartes aura (Jote cabeza colorada)

Charadrius alticola (Chorlo de la puna)

Chloephaga melanoptera (Piuquén)

Chroicocephalus serranus (Gaviota andina)

Cinclodes fuscus (Churrete acanelado)

Cinclodes oustaleti (Churrete chico)

Ctenomys fulvus (Tuco-Tuco de Atacama)

Falco peregrinus (Halcón peregrino)

Fulica ardesiaca (Tagua andina)

Fulica cornuta (Tagua cornuda)

Fulica gigantea (Tagua gigante)

Gallinago andina (Becacina de la Puna)

Gallinula galeata (Tagüita del norte)

Geositta isabellina (Minero grande)

Geositta punensis (Minero de la puna)

Geositta rufipennis (Minero cordillerano)

Geranoaetus melanoleucus (Águila)

Geranoaetus polyosoma (Aguilucho)

Lagidium viscacia (Vizcacha)

Lama guanicoe (Guanaco)

Lepus europaeus (Liebre)

Lessonia oreas (Colegial andino)

Liolaemus rosenmanni (Lagartija de Rosenmann)

Liolaemus patriciaturrae (Lagartija de Patricia Iturra)

Lophonetta specularioides (Pato juarjual)

Lycalopex culpaeus (Zorro culpeo)

Metriopelia aymara (Tortolita de la puna)

Metriopelia ceciliae (Tortolita boliviana)

Metriopelia melanoptera (Tortolita cordillerana)

Muscisaxicola alpina (Dormilona cenicienta)

Muscisaxicola flavinucha (Dormilona fraile)

Muscisaxicola frontalis (Dormilona de frente negra)

Muscisaxicola maculirostris (Dormilona chica)

Muscisaxicola rufivertex (Dormilona de nuca rojiza)

Nothoprocta ornata (Perdiz cordillerana)

Oreotrochilus leucopleurus (Picaflor cordillerano)

Ochetorhynchus ruficaudus (Bandurrilla de pico recto)

Phalcoboenus megalopterus (Carancho cordillerano)

Phegornis mitchellii (Chorlito cordillerano)

Phalaropus tricolor (Pollito de mar tricolor)

Phoenicoparrus andinus (Parina Grande)

Phoenicoparrus jamesi (Parina Chica)

Phoenicopterus chilensis (Flamenco chileno)

Phrygilus atriceps (Cometocino del norte)

Phrygilus gayi (Cometocino de Gay)

Phrygilus unicolor (Pájaro plomo)

Phyllotis xanthopygus (Ratón orejudo andino)

Podiceps major (Huala)

Podiceps occipitalis (Blanquillo)

Puma concolor (Puma)

Pygochelidon cyanoleuca (Golondrina de dorso negro)

Recurvirostra andina (Caití)

Rollandia rolland (Pimpollo)

Sicalis olivascens (Chirihue verdoso)

Sicalis uropygialis (Chirihue cordillerano)

Sporagra atrata (Jilguero negro)

Sporagra uropygialis (Jilguero cordillerano)

Thinocorus orbignyianus (Perdicitita cojón)

Tinamotis pentlandii (Perdiz de la puna o Kiula)

Tringa flavipes (Pitotoy chico)

Vicugna vicugna (Vicuña)

Vultur gryphus (Cóndor)

Zonotrichia capensis (Chincol)





Equipo de Trabajo



Jorge Valdés Saavedra

Doctor en Ciencias
Ambientales
Sedimentología y
Geoquímica Acuática
Director de Proyecto



Yery Marambio Alfaro

Doctorante en Ciencias
Aplicadas
Micromamíferos y Reptiles



**Antonio Serrano
Gómez**

Bionanotecnología y
Biomateriales
Tecnólogo Médico,
Universidad de Chile.
Doctor en Bioquímica,
Universidad de Chile.



Alexis Castillo Bruna

Candidato a Doctor
Especialista en Geoquímica
Ambiental, Sedimentología y
Paleoambientes



Alex Cea Villablanca

Línea de Investigación:
Botánica de Zonas Áridas
Profesor de Ecología del
Departamento de Biología
de la Universidad de La
Serena. Ecología microbiana,
interacción planta-microbio.



**Sue Ellen Vega
Gallegos**

Línea de Investigación
Extractos naturales
Licenciado en Química



Daniel Hiriart Lamas

Aves y Macro mamíferos
Profesor de Estado en
Biología y Ciencias,
Universidad de La Serena.
Magíster en Ciencias
Biológicas en Zonas Áridas,
Universidad de La Serena



Eric Ibacache

Línea de Investigación:
Botánica
Ingeniero Agrónomo



Marcos Guíñez Araya

Doctor en Ciencias
Aplicadas
Línea de Investigación:
Geoquímica



Rodrigo Alfaro López
Geólogo



LITERATURA CITADA

AHUMADA, M. y FAÚNDEZ, L. 2009. Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica (SVAHT). Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. 118 p.

ALZÉRRECA, H.; PRIETO, G.; LAURA, J.; LUNA, D.; LAGUNA, S. 2001. "Informe Final Características y Distribución de los Bofedales en el Ámbito Boliviano (Subcontrato 21.12). Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. 176 pp.

ALONSO, H., y RISARCHER, F.1998. "Geoquímica del Salar de Atacama, parte 1: origen de los componentes y balance salino. Revista Geológica de Chile, 23, 2, p. 113-122.

ARRATIA, G. 1982. Peces del altiplano de Chile. In Veloso, A. y Bustos, O. (eds). El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat 18°28') Unesco- Mab6 1. 93-134.

BORGEL R 1983. Geomorfología. Colección Geográfica de Chile, Ediciones del Instituto Geográfico Militar, Santiago, 182 pp.

DAZ del RIO G., R. BONILLA, F. PERALTA. 1972 "Geología de superficie, sub-superficie y geoquímica del Salar de Atacama", CORFO (Chile). Departamento de Recursos Hidráulicos.

CAMPOS H., DIAZ G., CAMPOS C. 2007. **APORTES SEDIMENTARIOS DE LOS RÍOS LLUTA Y SAN JOSÉ EN LA ZONA COSTERA DE LA RADA DE ARICA, CHILE.** Idesia v.25 n.2 Arica ago. 2007, IDESIA (Chile) Vol. 25, Nº 2; 37-48.

DGA. 2005. Análisis de Requerimientos Hídricos de Vegas y Bofedales en el Norte de Chile. Dirección General de Aguas, Universidad de Chile, Comisión de Energía Nuclear. 12 pp.

FAÚNDEZ, L. 2004. "Praderas Altiplánicas: Una Visión desde la Vegetación y Flora". Documento digital PPT, 42 diapositivas. "Ubicación, Delimitación y Caracterización de Humedales Altiplánicos de Chile". Seminario – Taller proyecto "Manejo y Conservación de Bofedales en la Región de Tarapacá", CONAF I Región de Tarapacá. Arica, Chile.

JOHNSON, J.A. 2009. Tesis Magister **EVAPORACIÓN DESDE NAPAS FREÁTICAS SOMERAS EN CUENCAS ENDORREICAS DEL ALTIPLANO CHILENO.** Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Universidad Católica de Chile, Santiago.

KALIN-ARROYO, M.; SQUEO, F.; VEIT, H.; CAVIERES, L.; BELMONTE, P.; BELMONTE, E. 1997. "Flora and Vegetation of Northern Chilean Andes", en: "El Altiplano: Ciencia y Conciencia en los Andes". Actas del II Simposio Internacional de Estudios Altiplánicos. Vicerrectoría Académica y Estudiantil, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 167-178.

RAMSAR. 1996. "Manual de la Convención de Ramsar; Una guía a la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional". Preparado por: T. J. Davis, D. Blasco y M. Carbonell. Editor: Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza. Publicado por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, España. 211 pp.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Chile 2013. Definiciones de Humedales andinos y Altoandino de Chile.

MOLINA, R.; YÁÑEZ, N.; PEÑA, D.; ENCALADA, M. 2001. "Programa de Apoyo Predial Kolla", Diagnóstico de Comunidades Collas, Informe de Avance Nº 2. Grupo de Investigación "TEPU" Territorios y Pueblos Indígenas. Copiapó, Chile. 179 pp.

WRIGHT, C.; ASTUDILLO, J. 2002. "Los Bofedales – Turba Alcalina Pantanosa del Altiplano Chileno, Semi-árido, Ubicados de 4.000 a 4.500 m.s.n.m.". Reproducción para el Taller de Conservación y Manejo Sustentable de Bofedales con Comunidades Indígenas. CONAF Región de Tarapacá. Iquique, Chile. 8 pp.

RUTHSATZ, B. 1993. Flora and ecological conditions of high andean mires of Chile between 18°00' (Arica) and 40°30' (Osorno) south latitude. *Phytocoenologia* 23: 157-199.

ULLOA R y ORTIZ DE ZARATE 1989. Geografía III Región de Atacama. Colección Geográfica de Chile, Ediciones instituto Geográfico Militar, Santiago, 206 pp.

VILA I.; VELOSO A.; SCHLATTER R. 2006. Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Colección: Biodiversidad. Santiago de Chile: Editorial Universitaria; Universidad de Chile; Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad (PIEB), agosto 2006. 186p.

VILA et al.,2006. Obtención de la Información para la clasificación de la fauna acuática continental de la I a III Región.

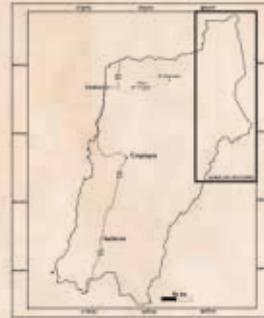
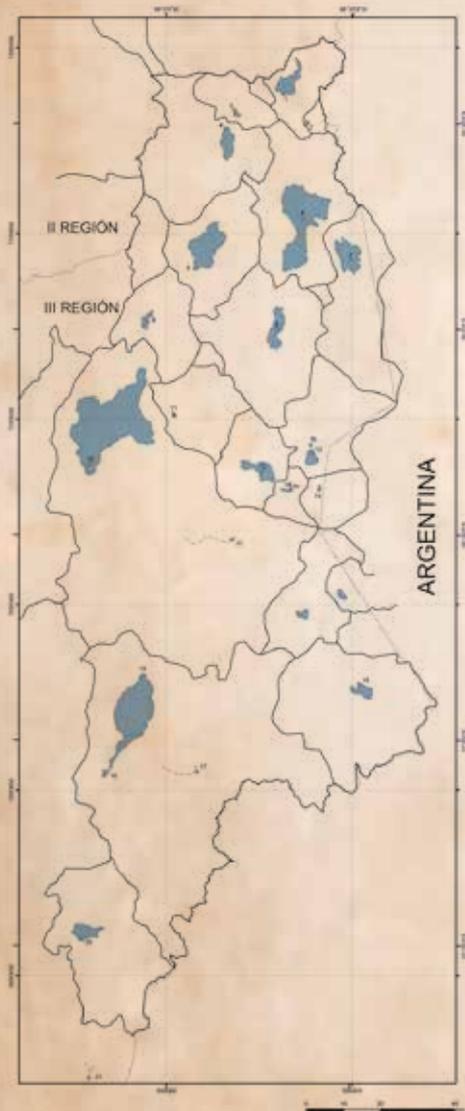
VILA I.; FUENTES L S.; CONTRERAS M., 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia natural, Chile 48:61-75

SQUEO FA, R OSORIO y G. ARANCIO. 1994. Flora de los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.

SQUEO FA, G. ARANCIO Y R. GUTIERREZ. 2008t. Libro Rojo de la Flora Nativa, de la región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.

SERNATUR (2013) <http://www.sernatur.cl>. Resolución Exenta N°662 del Servicio Nacional de Turismo (de acuerdo al D.S. N°172/12, Reglamento que fija el procedimiento para la Declaración de Zonas de Interés Turístico). <http://www.sernatur.cl/turismo-sustentable/centro-de-documentos>.

Mapa Ubicación Cuencas Región de Atacama



Número	Cuencas		Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
	Lugar	Este	Norte	Latitud	Longitud	
1	Salar de Gorbica	533439.78	7187566.85	25°25'42.60"S	68°42'14.44"W	
2	Salar Igrocoado	537972.07	7179381.33	25°29'35.15"S	68°37'15.79"W	
3	Salar de la Azufrena	536341.94	7183145.73	25°28'7.12"S	68°49'1.11"W	
4	Salar de Agua Amarga	535917.03	7178097.79	25°30'48.08"S	68°30'29.76"W	
5	Salar de Aguilar	507949.08	7140403.08	25°52'24.08"S	68°35'25.19"W	
6	Salar de La Isla	536257.70	7153775.52	25°04'1.12"S	68°38'0.77"W	
7	Salar de las Pintas	549633.42	7142673.80	25°50'0.19"S	68°30'17.11"W	
8	Salar Grande	527798.94	7124113.19	26°04'04.73"S	68°42'3.08"W	
8	Salar de los Infantes	498217.59	7126154.71	25°59'0.20"S	69°25'51.01"W	
10	Salar de Piedrañales	479444.31	7087080.39	26°19'50.38"S	68°12'21.52"W	
11	Salar de la Laguna	501874.80	7101115.99	26°17'34.16"S	68°56'32.44"W	
12	Salar de Piedra Firme	525478.51	7086666.94	26°30'55.51"S	68°44'26.32"W	
13	Lagunas Bravas	519224.80	7090880.71	26°18'4.94"S	68°36'25.99"W	
14	Lagunas del Ilquillo	533583.75	7081117.63	26°23'22.81"S	68°39'47.92"W	
15	Laguna del Bayo	543229.97	7081094.04	26°23'22.86"S	68°35'11.94"W	
16	Laguna Santa Rosa	482898.00	7004321.20	27°50'06.73"S	69°10'21.00"W	
17	Rio Lama	506842.00	7004522.00	27°43'6.13"S	68°52'51.58"W	
18	Laguna Verde	551859.74	7028121.75	26°52'3.38"S	68°28'40.69"W	
19	Salar de Maricunga	483567.34	7031003.34	26°30'33.11"S	69°15'3.09"W	
20	Laguna del Negro Francisco	476683.85	6960011.65	27°28'55.85"S	69°14'3.69"W	
21	Rio La Gallina	479380.70	6923420.80	27°48'48.20"S	69°12'33.67"W	
22	Rio Juncalito	517947.98	7067642.94	26°30'41.83"S	68°49'11.54"W	



ISBN-13: 978-956-356-644-2



9 789563 586442