



PROYECTO FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA
COMPETITIVIDAD DE ATACAMA

FIC-076-2013

**EVALUACIÓN BIOGEOQUÍMICA DE AGUAS EN
CUENCAS CERRADAS ALTOANDINAS DE LA REGION DE
ATACAMA. BASES CIENTÍFICAS DEL RECURSO
HÍDRICO PARA LA INNOVACIÓN Y LA
COMPETITIVIDAD**

INFORME FINAL



**Universidad
de Antofagasta**



**Institut de recherche
pour le développement**



COPIAPÓ

AGOSTO 2015

El proyecto FIC 076-2013 ha sido desarrollado gracias al aporte del Fondo de Innovación para la Competitividad de la región de Atacama, mientras que la Universidad de Antofagasta participó como entidad beneficiaria y ejecutora.

El equipo de proyecto agradece el apoyo e interés de todas las personas e instituciones que aportaron al desarrollo de esta iniciativa. Se agradece al Herbario de Concepción y a Alicia Marticorena su curadora, por la identificación de algunas de las especies encontradas en los sitios prospectados. Particularmente queremos dar las gracias a Minera Goldfield, a Ercio Metifogo de Puna de Atacama y a Nibaldo Guaita y Pablo Muñoz de la Unidad de Fomento Productivo del GORE-Atacama.

INDICE

I	Introducción	4
II	Química de aguas	8
III	Química de sedimentos	20
IV	Comunidades microbianas	28
V	Prospección de la vegetación y flora en salares, ríos y lagunas altoandinas	69
VI	Caracterización de la fauna de vertebrados	85
VII	Diseño y valorización de un modelo de negocios para el desarrollo de un mercado de turismo de intereses especiales en la zona altoandina de la región de Atacama	186
VII	Equipo de investigadores	273

PRESENTACIÓN

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”, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Atacama, tuvo como objetivo 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.

Se consideró el estudio de ríos lagunas y salares localizados entre los 3.000 y 5.000 m de altitud, en los cuales se colectaron datos de parámetros físico-químicos de columna de agua, muestras de sedimento y agua para análisis de componentes químicos y comunidades bacterianas, y registros de flora y fauna asociada a cada sistema. Así este informe muestra en capítulos los resultados de este estudio, así como las interpretaciones que permiten entender los componentes característicos de ecosistema y su relación con el entorno en el que se localiza.

Finalmente se propone una evaluación económica de esta zona de la región de Atacama, mediante herramientas de valorización ambiental que apuntan a desarrollar un modelo de uso no consuntivo de este invaluable sistema de la región de Atacama.

I. INTRODUCCIÓN

En los sistemas ecológicos desérticos, la evaluación de vulnerabilidad y la adaptación frente al uso de los recursos hídricos son especialmente relevantes (Risacher et al., 1997). La fragilidad de las fuentes hídricas de las zonas de alta montaña, sean estos ríos, lagunas y salares altoandinos de cuencas cerradas, 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. Al respecto la Convención RAMSAR en su Resolución VIII.39, “Las hoyas hidrográficas altoandinas como ecosistemas estratégicos” (RAMSAR, 2002), hace un llamado internacional para actuar de manera urgente en pro de la conservación de estos importantes ecosistemas. 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.

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.

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”, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Atacama, tuvo como objetivo 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. Puntualmente, lo que se desarrolló en esta iniciativa fue el estudio de las características físico-químicas de las aguas y sedimentos, la estructura comunitaria de bacterias presentes en agua y sedimentos, las comunidades de flora y fauna adyacentes a los sistemas y la potencialidad de uso económico de dichos ambientes.

Este proyecto fue ejecutado por la Universidad de Antofagasta, en estrecha colaboración con el Institut de Recherche pour le Développement IRD de Francia, y en asociatividad con la ONG Regional, Haimaitier Institute. Cabe destacar que fue a través del mismo instituto francés que entre los años 1993 y 1999 se levantó por primera vez la información geoquímica de las 20 cuencas de la región, siendo esta la oportunidad de actualizar la información de una de las temáticas transversales de interés regional: El recurso hídrico.

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.

22 sistemas acuáticos altoandinos, 72 especies de vertebrados, 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 mas de 15.000 registros audiovisuales, son algunos de los resultados de 1.200 horas-hombre dedicadas a rescatar información del Altoandino de Atacama.

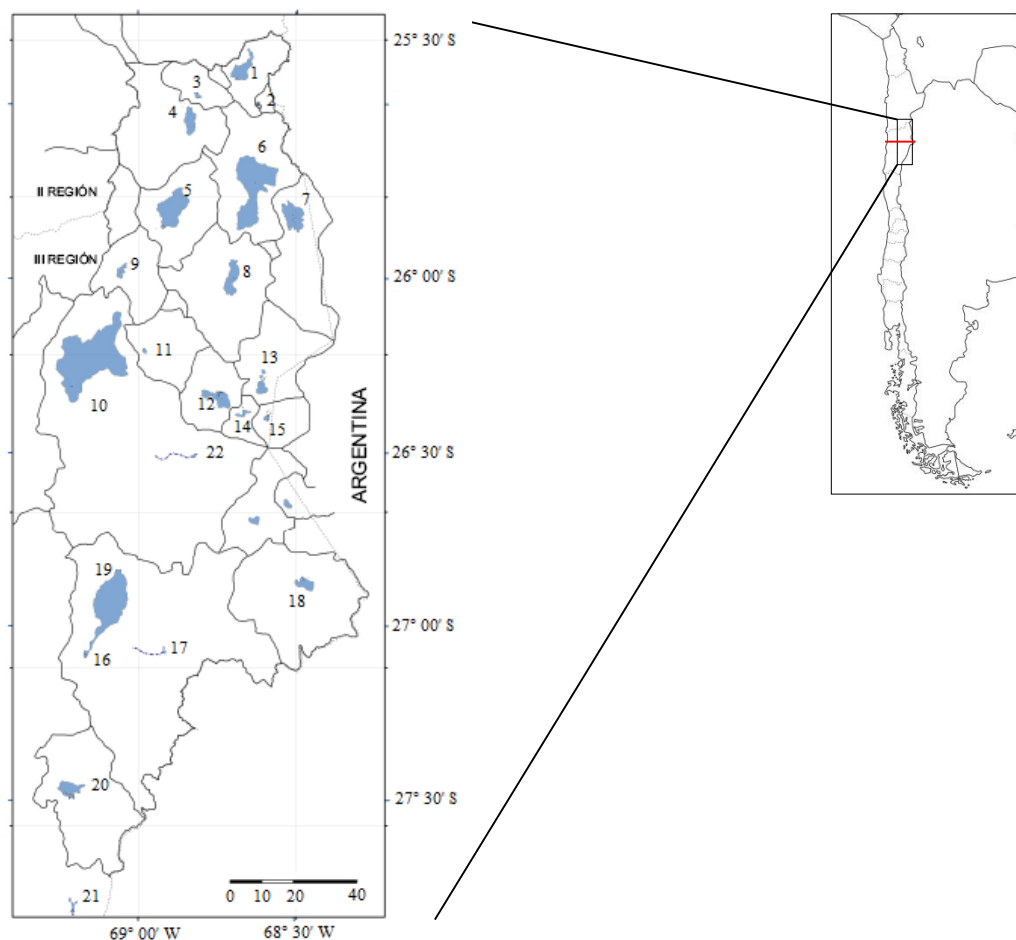


Fig. I.1: Localización geográfica de la zona de estudio en la región de Atacama. La línea roja horizontal sobre el mapa de Chile muestra el perfil altitudinal de la Fig. I.2. Ver nombre de sistemas en Tabla I.1.

Tabla I.1: Nombre de los salares, lagunas y ríos altoandinos de la región de Atacama.

Número	Nombre	Número	Nombre
1	Salar de Gorbea	12	Salar de Piedra Parada
2	Salar Ignorados	13	Lagunas Bravas
3	Salar de la Azufrera	14	Lagunas del Jilguero
4	Salar de Agua Amarga	15	Laguna del Bayo
5	Salar de Aguilar	16	Laguna Santa Rosa
6	Salar de la Isla	17	Río Lama
7	Salar de las Parinas	18	Laguna Verde
8	Salar Grande	19	Salar de Maricunga
9	Salar de los Infieles	20	Laguna del Negro Francisco
10	Salar de Pedernales	21	Río La Gallina
11	Salar de la Laguna	22	Río Juncalito

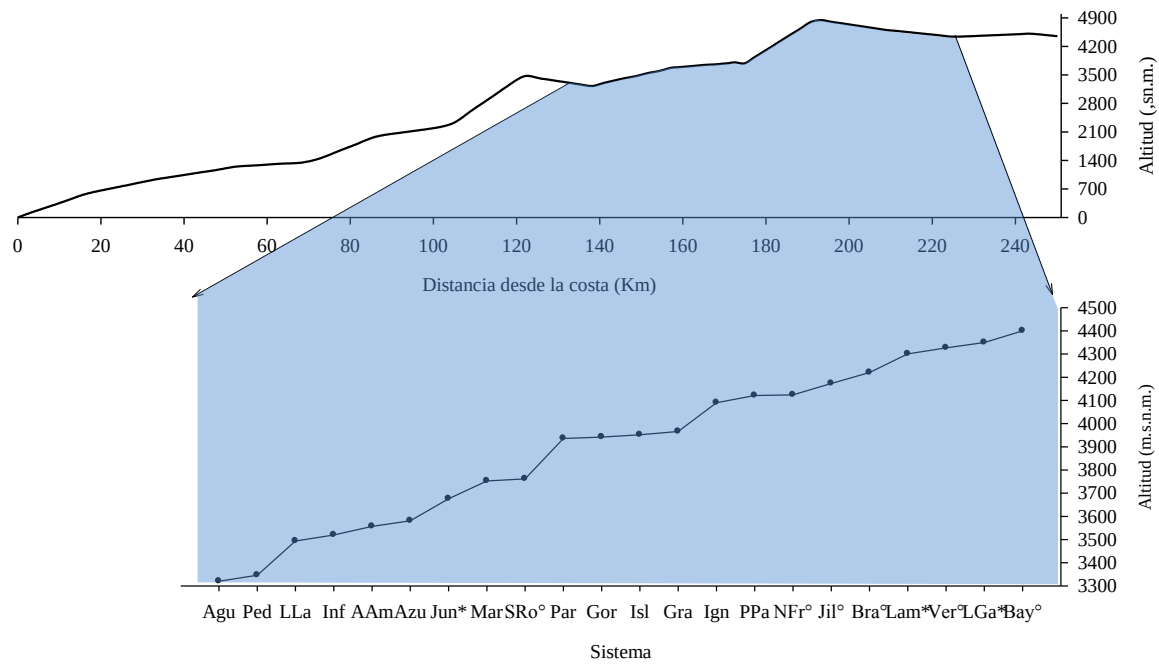


Fig. I.2: Gráfico superior muestra la localización de los sistemas estudiados en un perfil altitudinal a los $26^{\circ} 53'07''$. Gráfico inferior muestra el orden altitudinal de los sistemas estudiados.

II. QUÍMICA DE AGUAS.

Las aguas de los sistemas altoandinos estudiados presentaron un amplio rango de variabilidad de sus propiedades físico-químicas, este debido al tipo de sistema estudiado (ríos, lagunas y salares) y a las condiciones geográficas y ambientales en donde se localizan (altitud, geología de la cuenca, precipitaciones, aislamiento, Etc.).

El análisis de uso potencial del recurso agua de estos sistemas se realizó tomando como referencia las normas para agua potable y de regadío, de manera que en este capítulo solamente se hace referencia a este tipo de uso, lo cual no descarta otros innumerables usos no consuntivos y ecológicos que este recurso tiene en el contexto geográfico en el que se encuentra.

La salinidad es el parámetro que mejor define el tipo de sistema estudiado. Este parámetro varía entre 1 y 203 (laguna Santa rosa y salar Agua Amarga, respectivamente) (Fig. 1). Es notorio que el hecho de que las salinidades no presentaron un gradiente entre ríos, lagunas y salares, puesto que el rango de variación de este parámetro entre los salares, por ejemplo, se ubicó entre 2 y 203, mientras que el de las lagunas varió entre 1 y 163 (Fig. I.1).

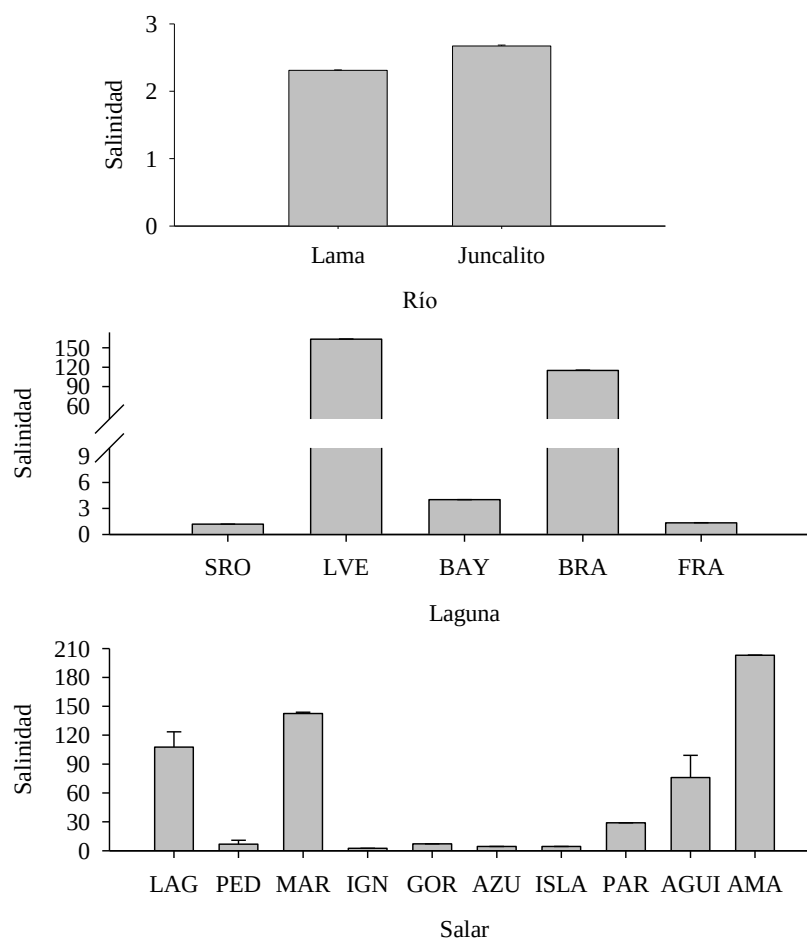


Fig. II.1: Salinidad de los sistemas Altoandinos de la región de Atacama.

El pH fue homogéneo en los ríos con un valor en torno a 9, mientras que en las lagunas varió entre 7 y 9,3. Los salares presentaron un rango de variación más amplio con valores entre 4 y 9,5 (Fig.I.2.). El salar de Agua Amarga presentó el pH más bajo casi 3 puntos por debajo de la media del resto de los sistemas (Fig. I.2). Para el caso de la norma de calidad de agua para consumo humano, el rango de variación de este parámetro está establecido entre 6 y 8,5 (INN, 1984), de manera que solamente dos lagunas (El Bayo y Laguna Verde) y 5 salares cumplen esta condición (Gorbea, Maricunga, La Laguna, Aguilar). Para el caso de aguas de regadío la norma chilena establece un rango aceptable entre 5,5 y 9 (INN, 1978). De acuerdo a estos valores de referencia, las lagunas El Bayo y Verde cumplen con la normativa, mientras que en el caso de los salares solamente se excluyen Azufreras y Amarga. Por el contrario, ambos ríos presentaron valores de pH por sobre la norma para consumo humano y regadío.

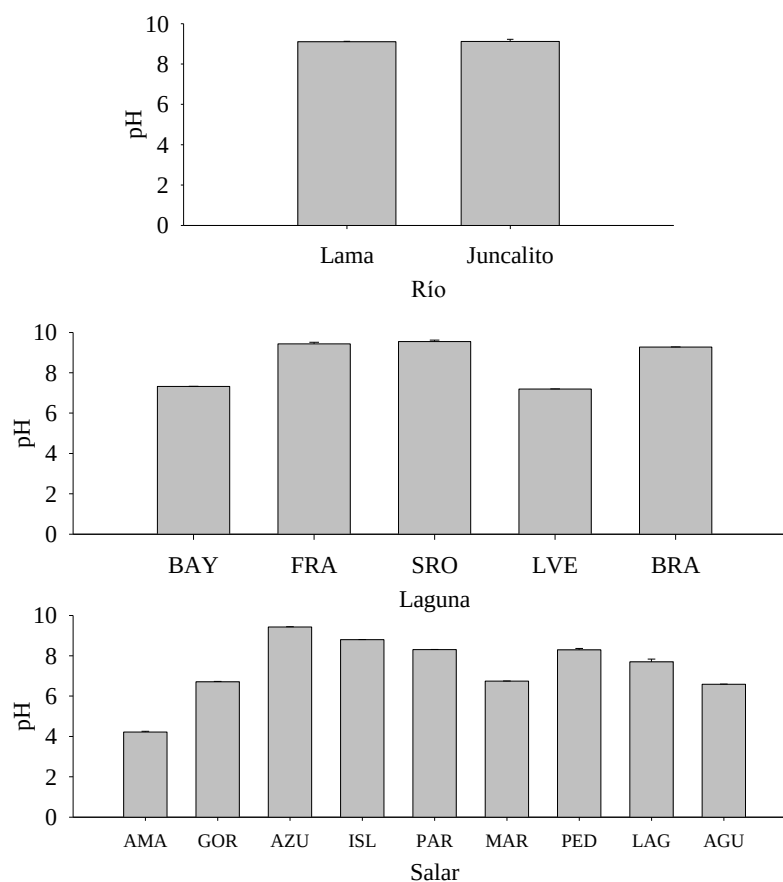


Fig. II.2: pH de los sistemas Altoandinos de la región de Atacama.

Los valores de Cloro medidos en los ríos fueron muy similares fluctuando alrededor de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, mientras que en el caso del sulfato estuvieron alrededor de 150 mg L^{-1} . En el caso del Nitrito Juncalito presentó valores casi 5 veces más altos que los registrados en el río Lama (Fig. I.3).

En el caso de las lagunas, dos de ellas, Brava y el Bayo, presentaron valores de Cloro dos órdenes de magnitud inferiores al resto de estos sistemas, mientras que los sulfatos y Nitritos presentaron valores más heterogéneos con concentraciones máximas de 160 mg L^{-1} y $0,04 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente (Fig. I.4).

El contenido de Cloro en los salares fue variable, registrándose los valores más altos en Maricunga y los mas bajos en La Laguna. El Sulfato presentó valores que fluctuaron alrededor de una media de 130 mg L^{-1} , mientras que los Nitritos presentaron una alta variabilidad con valores extremo entre $0,000 \text{ mg L}^{-1}$ en La Laguna y $0,231 \text{ mg L}^{-1}$ en Infieles (Fig. I.5).

Todos los sistemas estudiados presentaron valores de sulfato inferiores a la norma de calidad de agua para consumo humano y regadío, fijada en 250 mg L^{-1} . Igual situación se presentó en el caso de los valores de Nitrito, puesto que los valores registrados en los sistemas altoandinos fueron inferiores a la norma de agua para consumo humano cuyo límite máximo es 3 mg L^{-1} (INN, 1984). En el caso de este parámetro, no existe norma para regadío.

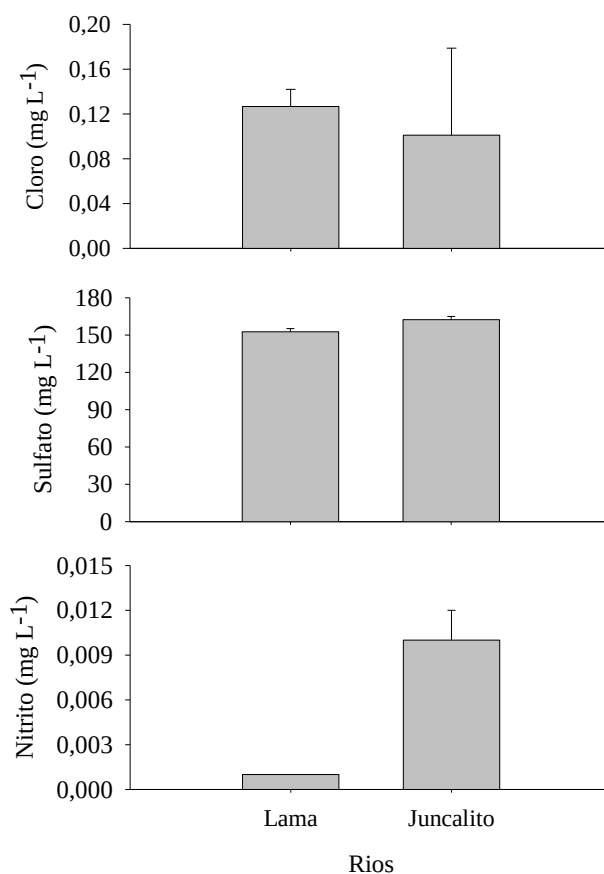


Fig. II.3: Contenido de Cloro, Sulfato y Nitrito en aguas de ríos altoandinos de la región de Atacama.

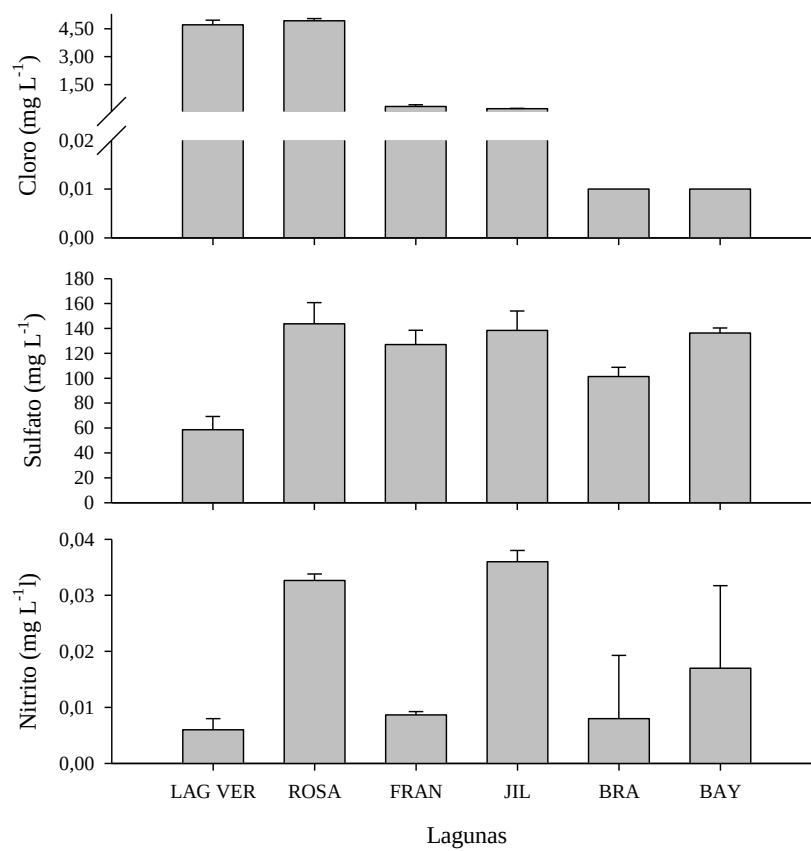


Fig. II.4: Contenido de Cloro, Sulfato y Nitrito en aguas de lagunas altoandinas de la región de Atacama.

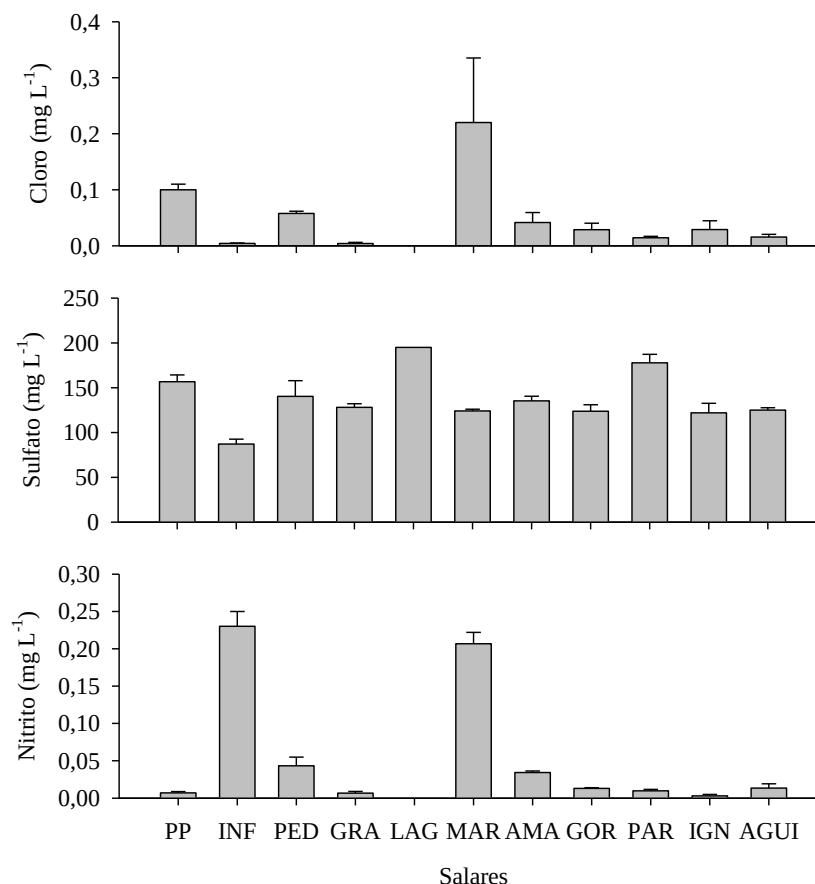


Fig. II.5: Contenido de Cloro, Sulfato y Nitrito en aguas de salares altoandinos de la región de Atacama.

Otros 12 parámetros químicos fueron medidos en las aguas de los sistemas estudiados. Los parámetros medidos fueron Aceites y Grasas (como un total combinado), Fosfato y 10 metales (contenido total y disuelto). En el primer caso, tan solo la laguna Negro Francisco presentó valores por sobre el límite de detección (2 mg L^{-1}), con una media de $2,3 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.2). El contenido de fosfato fue casi 17 veces más alto en Lama que en Juncalito (Tabla II.1), mientras que en las lagunas fluctuó entre $1,2 \text{ mg L}^{-1}$ en Santa Rosa y $19,7 \text{ mg L}^{-1}$ en el Bayo (Tabla II.3). En los salares, este parámetro fluctuó entre concentraciones inferiores al límite de detección ($0,03 \text{ mg L}^{-1}$), en 6 de los sistemas, y $17,6 \text{ mg L}^{-1}$ en La Laguna (Tabla II.5).

El contenido de Aluminio total fue inferior al límite de detección ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$) en el caso de los ríos (Tabla II.1, mientras que en las lagunas los valores fluctuaron entre $< 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ y $4,7 \text{ mg L}^{-1}$ en el caso del Negro Francisco (Tabla II. 2 y II.3). Los salares presentaron valores de Al entre $< 0,1 \text{ mg L}^{-1}$ y $114,2$ en el caso de Gorbea (Tabla II.4 y II.5). La norma de calidad de agua para riego establece un límite máximo de 5 mg L^{-1} de concentración total (INN, 1978), de manera que todos los sistemas estudiados, tan solo Aguilar, Gorbea e

Ignorados sobrepasan dicha norma. Sin embargo, los resultado de Gorbea deben tomarse con precaución pues aun cuando la desviación estándar de las réplicas es muy baja (0,1) los valores resultan muy altos en comparación con los otros sistemas.

El Arsénico total fluctuó entre $0,6 \text{ mg L}^{-1}$ y $1,7 \text{ mg L}^{-1}$ en el caso de los ríos (Tabla II.1), $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ y $36,7 \text{ mg L}^{-1}$ en el caso de las lagunas (Tabla II.2) y $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ y $82,4 \text{ mg L}^{-1}$ en el caso de los salares (Tabla II.4). Con excepción de Gorbea, todos los sistemas sobrepasan la norma de agua potable y de regadío, fijadas en $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,1 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente (INN, 1984, 1978).

El Cadmio total presentó valores máximos de inferiores a 0.002 mg L^{-1} en la totalidad de los sistemas estudiados (Tabla II.1, II.2, II.4), valores muy inferiores a la norma de $0,01 \text{ mg L}^{-1}$ establecida para consumo humano y riego (INN, 1984, 1978).

El Cobre total en ambos ríos fluctuó alrededor de $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.1), entre $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ en el caso de las lagunas y salares (Tabla II.2, II.4). Todos estos valores son inferiores al valor máximo ($2,0 \text{ mg L}^{-1}$) permitido para agua potable (INN, 1984), mientras que en el caso de la norma para riego, laguna Verde y los salares Agua Amarga, Aguilar y La Laguna sobrepasan el valor máximo establecido de $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ (INN, 1978).

El Cromo total solamente se detectó en el río Juncalito (Tabla II.1), mientras que en el caso de las lagunas fluctuó entre $<0,02 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.2). En el caso de los salares, este metal fluctuó entre $<0,02 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,19 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.4). La norma para agua potable establece un valor máximo de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ (INN, 1984), mientras que para agua de riego el límite máximo es $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ (INN, 1978). De acuerdo a este límite, todos los ríos y lagunas cumplen la norma, mientras que en el caso de los salares, solamente Agua Amarga y Aguilar sobrepasan estos límites.

El Mercurio total fue inferior a límite de detección de $0,0005 \text{ mg L}^{-1}$ en todos los sistemas estudiados (Tabla II.1, II.2, II.4), de manera que todos ellos cumplen con la norma de agua potable y regadío que fijan un valor máximo de $0,001 \text{ mg L}^{-1}$, en ambos casos (INN, 1984, 1978).

El contenido de Ni total fue de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ para Juncalito y Lama, respectivamente (Tabla II.1), mientras que para las lagunas fluctuó entre $<0,02 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.2). En el caso de los salares, este metal fluctuó entre $<0,02 \text{ mg L}^{-1}$ y $0,24 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabla II.4). Tan solo Aguilar, que registró las concentraciones más altas de todos los sistemas estudiados, sobrepasa el límite máximo de la norma de agua para riego, cuyo valor está fijado en $0,20 \text{ mg L}^{-1}$ (INN, 1978). En el caso de este metal no existe norma para agua potable.

El contenido total de Plomo fue inferior al límite de detección de $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ en todos los sistemas con excepción de Agua Amarga y Aguilar (Tabla II.1, II.2, II.4), que registraron

valores de 0,07 mg L⁻¹ y 06 mg L⁻¹, respectivamente. Tan solo estos dos salares sobrepasan la norma de 0,05 mg L⁻¹ para agua potable (INN, 1984), mientras que todos los sistemas cumplen la normas de regadío cuyo valor máximo es 5, 0 mg L⁻¹ (INN, 1978).

El Selenio total fue inferior a límite de detección de 0,0005 mg L⁻¹ en todos los sistemas estudiados (Tabla II.1, II.2, II.4), de manera que todos ellos cumplen con la norma de agua potable y regadío que fijan un valor máximo de 0,01 mg L⁻¹ y 0,02 mg L⁻¹, respectivamente (INN, 1984, 1978).

El Zinc total fue inferior al límite de detección de 0,005 mg L⁻¹ en todos los ríos y lagunas, mientras que en los salares fluctuó entre <0,005 mg L⁻¹ y 3,3 mg L⁻¹ (Tabla II.1, II.2, II.4). De acuerdo a esto, con excepción de Aguilar (valor máximo registrado) el resto de los sistemas cumplen con la norma para agua potable cuyo límite máximo es 3,0 mg L⁻¹ (INN, 1984), mientras que en el caso de la norma de agua para regadío que fija un valor máximo de 2,0 mg L⁻¹ (INN, 1978), Aguilar es también el único sistema que la sobrepasa.

Tabla II.1: Composición química de las aguas de ríos altoandinos de la región de Atacama.

	Total concentration (mg L ⁻¹)				Dissolved concentration (mg L ⁻¹)			
	Juncalito		Lama		Juncalito		Lama	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
A & G	<2		<2					
Fosfatos					1,827	3,112	30,027	49,791
Al	<0,1		<0,1		<0,1		<0,1	
As	1,755	0,470	1,227	0,634	0,647	0,192	1,208	0,043
Cd	<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Cr	0,023	0,006	<0,02		<0,02		<0,02	
Cu	0,012	0,001	0,015	0,004	0,012	0,001	0,008	0,003
Hg	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Ni	0,027	0,012	0,040	0,035	<0,02		<0,020	
Pb	<0,03		<0,03		<0,03		<0,03	
Se	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Zn	<0,005		<0,005		<0,005		<0,005	

Tabla II.4: Composición química total (mg L⁻¹) de las aguas de los salares altoandinos de la región de Atacama.

	Agua Amarga		Aguilar		Gorbea		Infieles		La Isla		Parinas	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
A & G	<2		<2		<2		<2		<2		<2	
Al	4,700	0,265	5,733	0,058	114,233	0,115	0,233	0,058	<0,1		<0,1	
As	11,156	0,042	0,877	0,023	0,013	0,000	16,104	5,485	0,222	0,001	0,580	0,015
Cd	<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Cr	0,167	0,006	0,193	0,021	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02	
Cu	0,310	0,012	0,311	0,007	0,088	0,001	0,148	0,005	0,018	0,002	0,057	0,001
Hg	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Ni	<0,02		0,243	0,049	<0,170		0,037	0,015	<0,02		<0,02	
Pb	0,073	0,006	0,587	0,025	<0,03		<0,03		<0,03		<0,03	
Se	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Zn	0,029	0,002	3,286	0,134	1,093	0,008	<0,005		0,013	0,002	0,057	0,002
	Maricunga		Pedernales		Piedra Parada		Grande		Ignorados		La Laguna	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
A & G	<2		<2		<2		<2		<2		<2	
Al	0,433	0,153	<0,1		<0,1		0,133	0,058	9,133	0,058	2,667	0,208
As	0,651	0,504	0,863	0,161	4,322	5,033	1,116	0,160	0,135	0,001	82,445	4,673
Cd	<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Cr	0,027	0,012	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		0,030	0,017
Cu	0,148	0,088	0,031	0	0,059	0,046	0,075	0,001	0,031	0,001	0,280	0,009
Hg	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Ni	0,060	0,040	0,027	0,012	0,043	0,025	0,027	0,012	<0,02		0,030	0,017
Pb	<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03	
Se	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Zn	0,013	0,013	<0 ,005		<0,005		<0,005		0,057	,002	<0,005	

Tabla II.5: Composición química disuelta (mg L^{-1}) de las aguas de los salares altoandinos de la región de Atacama.

	Agua Amarga		Aguilar		Gorbea		Infieles		La Isla		Parinas	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Fosfato	<0,03		<0,03		<0,03		3,26	1,71	<0,03		<0,03	
Al	3,7670	0,0577	<4,2		109,733	0,058	0,167	0,058	<0,1		<0,1	
As	11,060	0,040	0,780	0,017	0,010	0,000	13,779	2,774	0,187	0,002	0,527	0,008
Cd	<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Cr	<0,12		0,133	0,006	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02	
Cu	0,274	0,032	0,298	0,010	0,086	0,001	0,115	0,012	0,013	0,001	0,055	0,001
Hg	0,0005		<0,0005		<0,0008		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Ni	<0,02		0,170	0,010	0,163	0,006	<0,02		<0,02		<0,02	
Pb	<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03	
Se	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Zn	<0,005		3,081	0,080	0,975	0,011	<0,005		<0,005		<0,005	
	Maricunga		Pedernales		Piedra Parada		Grande		Ignorados		La Laguna	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Fosfato	4,150	3,589	13,323	0,873	12,623	12,496	7,033	7,075	<0,03		17,647	15,384
Al	0,300	0,265	<0,1		<0,1		<0,1		9	0	<0,1	
As	0,324	0,190	0,51	0,4028	3,192	3,121	1,025	0,203	0,090	0,000	75,282	2,226
Cd	<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002		<0,002	
Cr	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02	
Cu	0,130	0,090	0,028	0,004	0,052	0,037	0,068	0,007	0,024	0,001	0,270	0,003
Hg	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Ni	<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02		<0,02	
Pb	<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03		<0,03	
Se	<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005		<0,0005	
Zn	0,009	0,008	<0,005		<0,005		<0,005		0,013	0,001	<0,005	

Bibliografía

Instituto Nacional de Normalización. 1978. Norma Chilena Oficial N°1333. Aprobada por Decreto Supremo N°867 del 07/04/1978 del Ministerio de Obras Públicas. Publicado en el Diario Oficial del 22/05/78.

Instituto Nacional de Normalización. 1984. Norma Chilena Oficial N°409/1 Of.N°84. Agua potable. Parte I: Requisitos. Aprobada por el Ministerio de Salud mediante Decreto Supremo N°11 del 16/01/1984. Publicado en el Diario Oficial el 3/03/1984.

III. QUÍMICA DE SEDIMENTOS

Los sedimentos acuáticos son el depósito final de todos los elementos y compuestos generados en la columna de agua y de aquello que ingresan al sistema desde otras fuentes terrestres. Por tal motivo es importante analizar esta matriz con el fin de disponer de una línea base que permita evaluar el potencial impacto de las actividades productivas que en el futuro se desarrollen en la zona. Esto es particularmente valioso en aquellos sistemas que por su estado de aislamiento aún conservan una condición prístina. Dado que no hay antecedentes disponibles sobre trabajos previos en estos sistemas en los cuales se analicen los parámetros acá reportados, no es posible realizar una comparación ni menos evaluar cambios en la condición química de esos sistemas.

La composición elemental de los ríos estudiados mostró que Juncalito presentó un menor contenido de Nitrógeno, pero un mayor contenido de Carbono como el Azufre. El contenido de componentes orgánicos mayores presentó un patrón similar en todos los casos con mayores concentraciones de Proteínas, Lípidos y Carbohidratos en Juncalito Fig. (III.1)

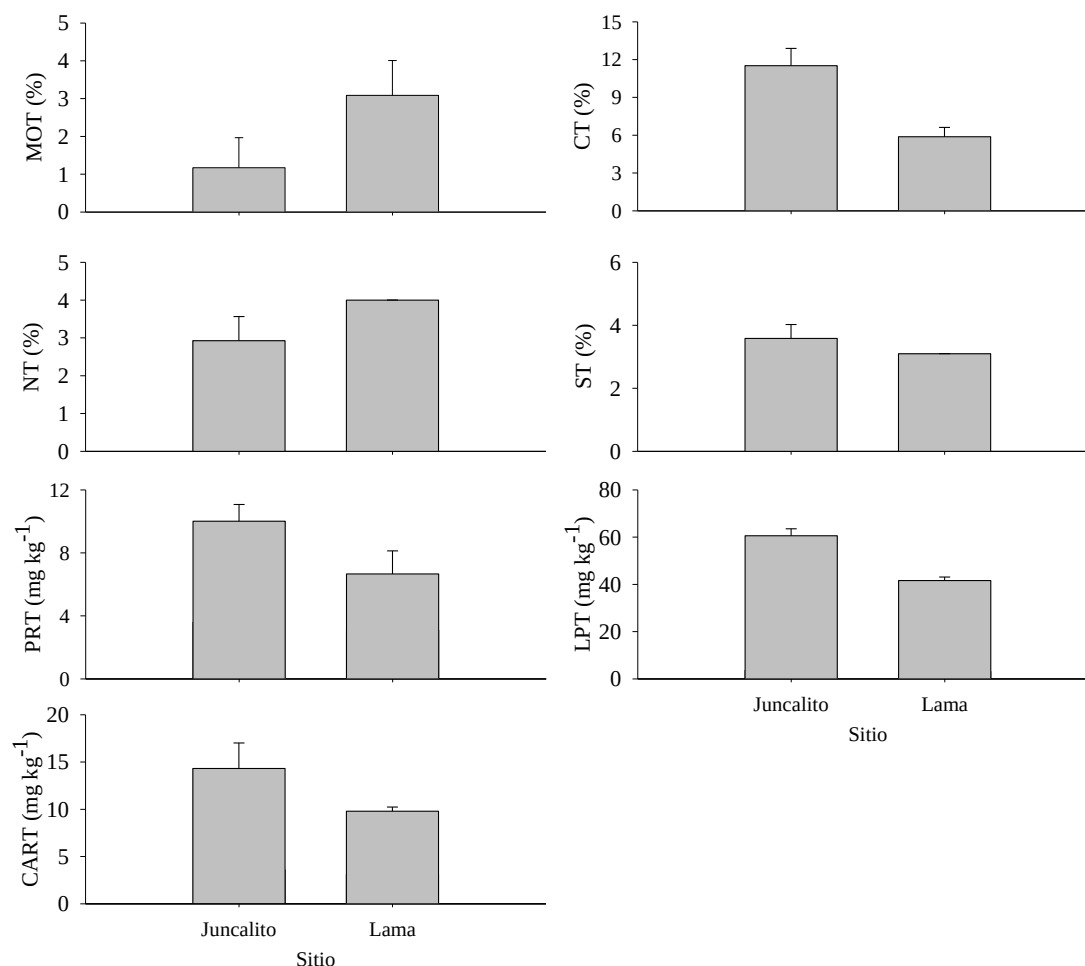


Fig. III.1: Composición elemental y orgánica de sedimentos de ríos Altoandinos de la región de Atacama. PRT es proteínas, LPT es lípidos y CART es carbohidratos.

El contenido de metales mostró mayores concentraciones de Cu, Pb, Cd, Fe y Al en Lama, mientras que el resto de los metales fue mayor en Juncalito (Fig. III.2).

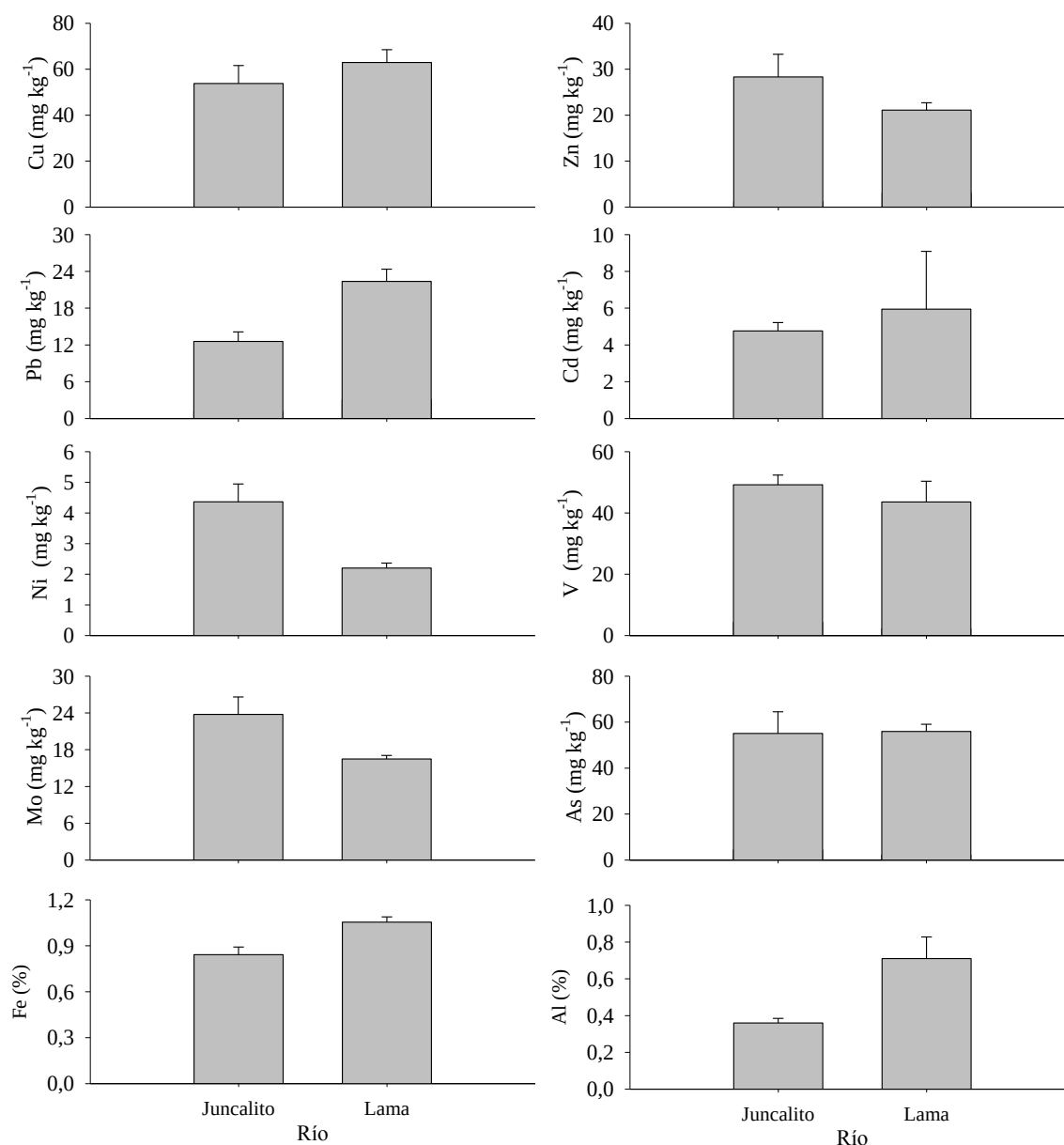


Fig. III.2: Contenido de metales en sedimentos de ríos altoandinos de la región de Atacama.

Las lagunas presentaron patrones irregulares de contenido de materia orgánica, destacando el hecho de que El Negro Francisco presentó mas de 4 veces el contenido del resto de las lagunas. Esto puede tener su explicación en el hecho de que en este sistema se observó la mayor presencia de aves, y una abundante vegetación subacuática, que estarían aportando

materia orgánica a los sedimentos de fondo. El contenido de Proteínas, Lípidos y Carbohidratos presentó un patrón similar con mayores concentraciones en el Bayo, Jilguero y Bravas (Fig. III.3)

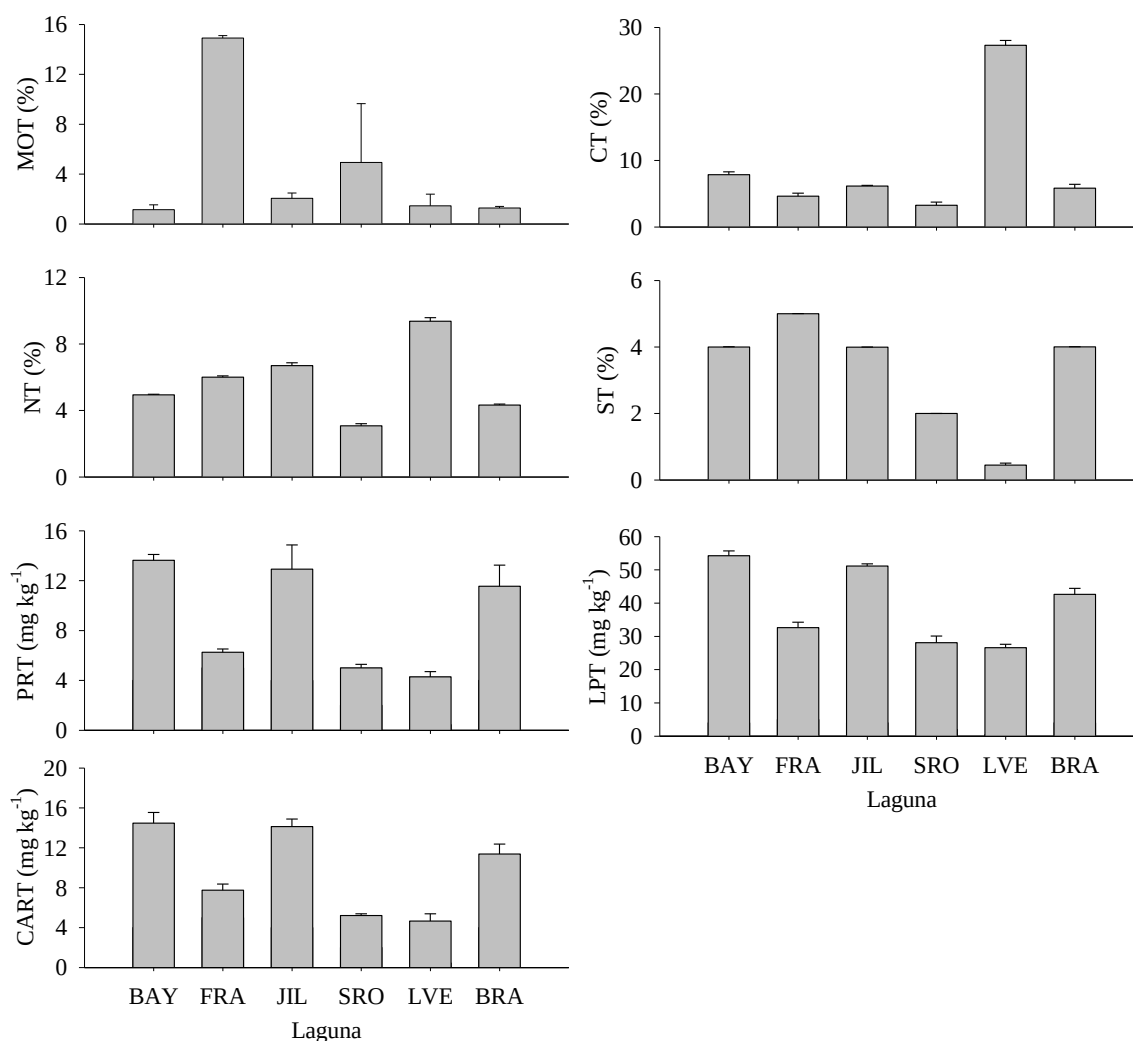


Fig. III.3: Composición elemental y orgánica de sedimentos de lagunas Altoandinas de la región de Atacama. PRT es proteínas, LPT es lípidos y CART es carbohidratos. BYA es Bayo, FRA es Negro Francisco, JIL es Jilguero, SRO es Santa Rosa, LVE es Laguna Verde, BRA es Brava.

El contenido de metales en las lagunas fue relativamente similar salvo algunos sistemas. Por ejemplo en el caso Laguna Verde se diferencia del restos de los sistemas por presentar concentraciones de Cu, V, Mo y As menores, mientras que el Pb, Cd, Ni, y Zn fue mayor (Fig. III.4).

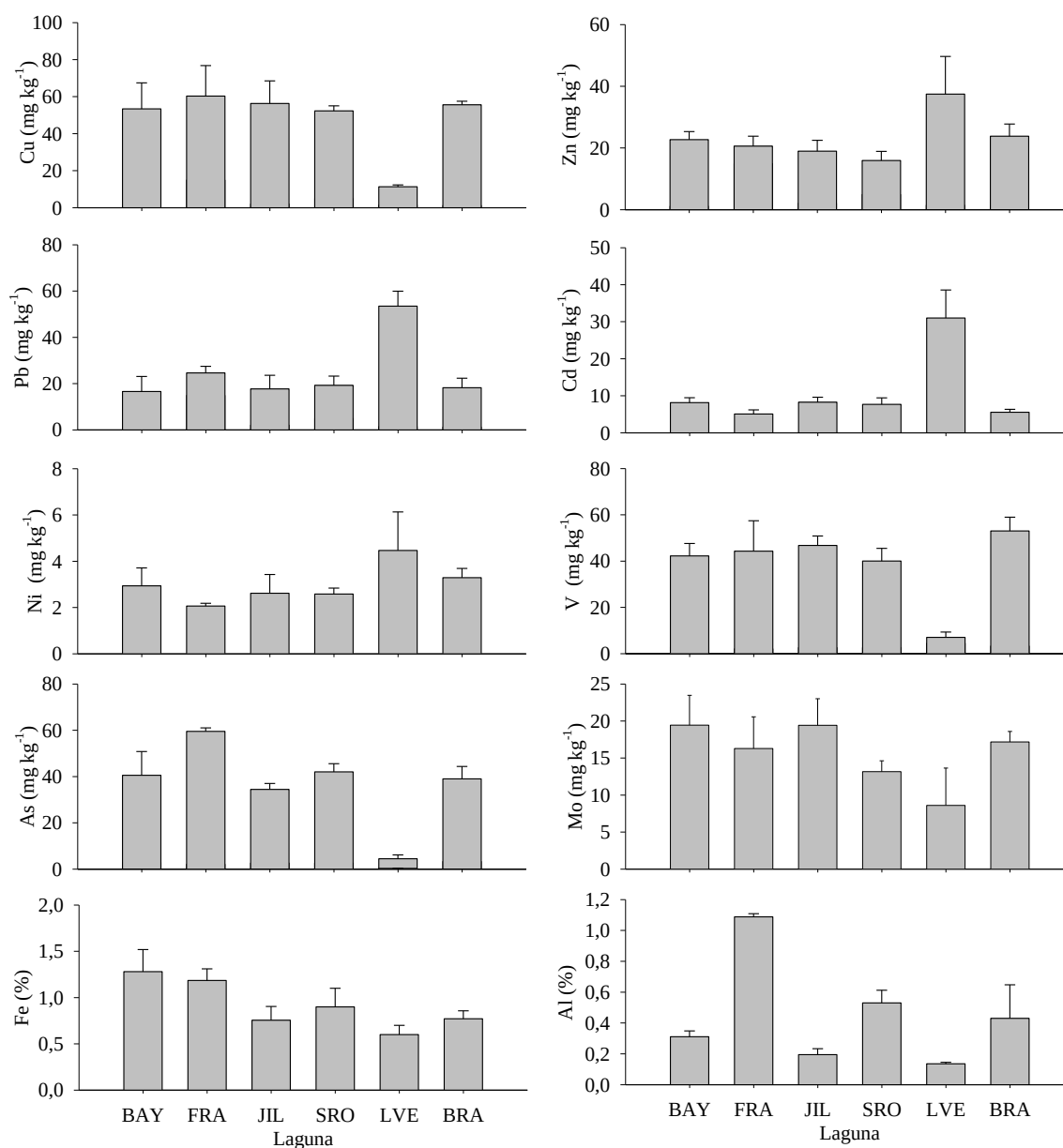


Fig. III.4: Contenido de metales en sedimentos de lagunas altoandinas de la región de Atacama. BAY es Bayo, FRA es Negro Francisco, JIL es Jilguero, SRO es Santa Rosa, LVE es Laguna Verde, BRA es Brava.

Con todas estas variables se realizó un análisis de Cluster para establecer asociaciones entre los sistemas de acuerdo al grado de similitud de los parámetros medidos. La Fig. III.5 muestra el dendrograma resultante que indica la presencia de 3 grupos; uno conformado por El Bayo Bravas y Jilguero, otro por Negro Francisco y Santa Rosa, y otro solamente por Laguna Verde.

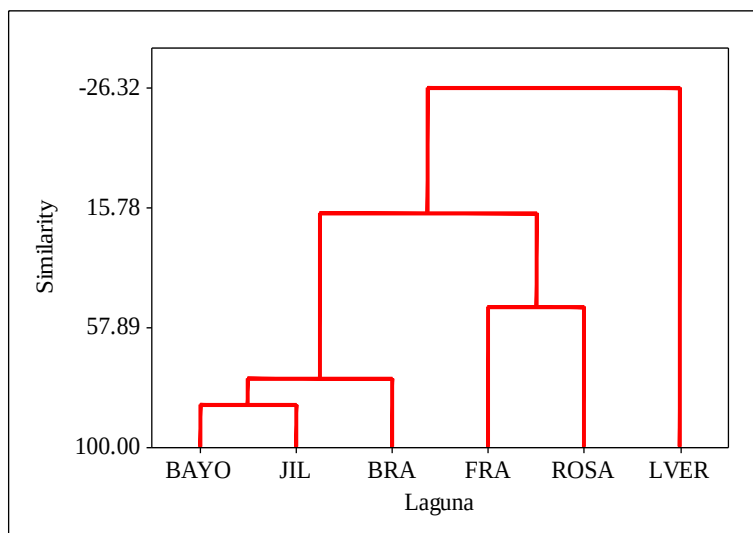


Fig. III.5: Dendrograma de similitud para las lagunas Altoandinas de Atacama.

Los salares presentaron concentraciones de Materia Orgánica entre 1 % y 20 %, distinguiéndose dos grupos; uno conformado por Gorbea, Azufreras, Maricunga, Pedernales e Ignorados con valores alrededor de 11% mientras que el resto de los salares promedian un 3% (Fig. III.5). El carbono y el Nitrógeno (Fig. III.6) no presentaron esta patrón de manera que parte importante de estos componentes presentes en los sedimentos de estos salares no son originados directamente por la actividad biológica de estos sistemas.

En el caso de los metales, las concentraciones promedio más altos correspondieron a Cu y Pb en los salares Agua Amarga y Parinas (Fig. III.7). En el caso del Pb, estos datos deben tomarse con cautela debido a que este metal normalmente se asocia a actividad industrial, situación que no se observó en la zona.

Tan solo el Cu presentó un contenido relativamente similar en todos los salares. El resto de los metales fluctuaron entre valores extremos (Fig. III.7).

El análisis de Cluster aplicado a los salares mostró 4 grandes agrupaciones; un constituido por Agua Amarga, Azufreras, Aguilar, otro constituido por Infieles, Piedra Parada, Maricunga, salar Grande, Pedernales, un tercero formado por Gorbea, La Isla, Ignorados y Parinas, y el cuarto que solamente incluye a La Laguna (Fig. III.8).

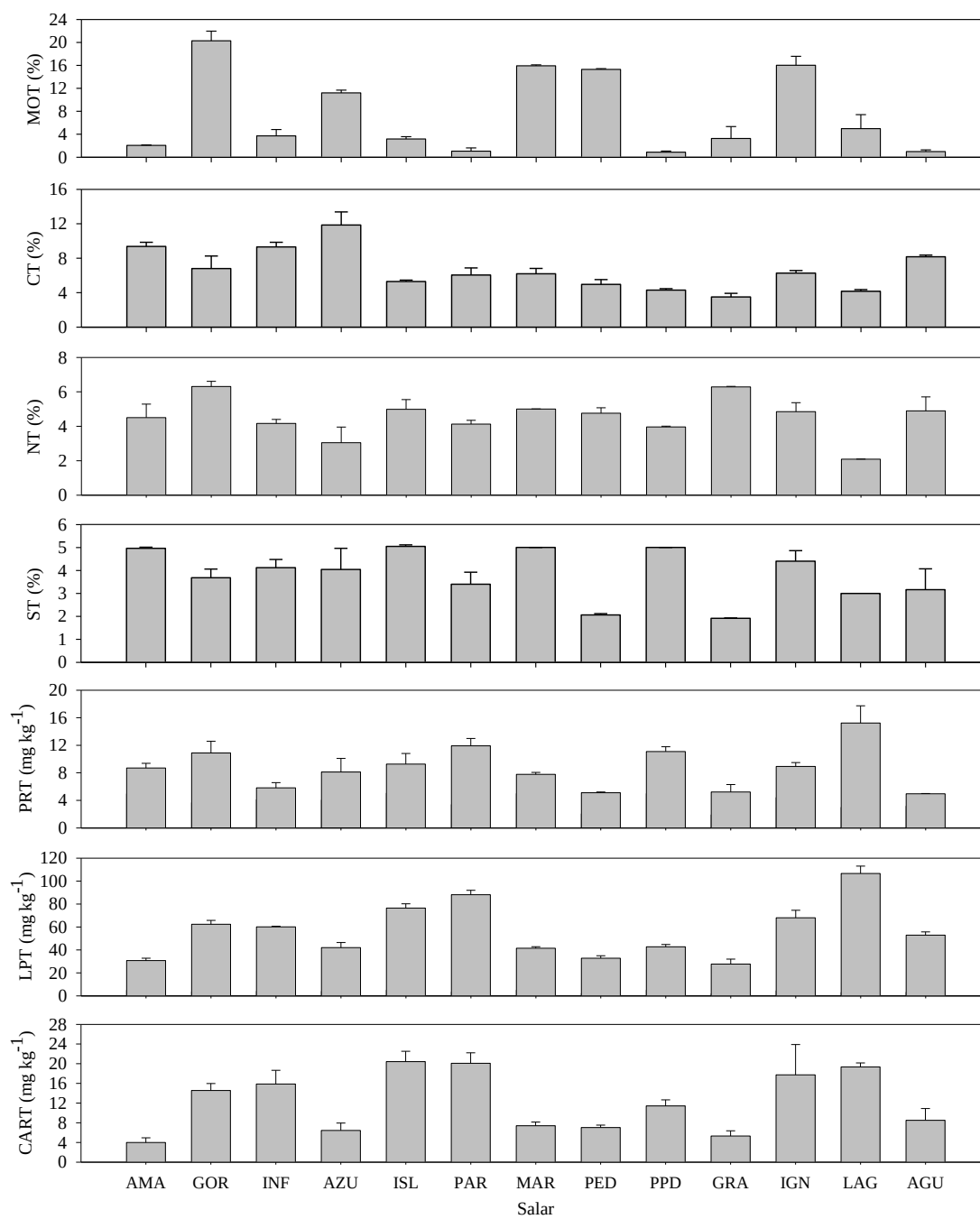


Fig. III.6: Composición elemental y orgánica de sedimentos de salares Altoandinos de la región de Atacama. PRT es proteínas, LPT es lípidos y CART es carbohidratos.

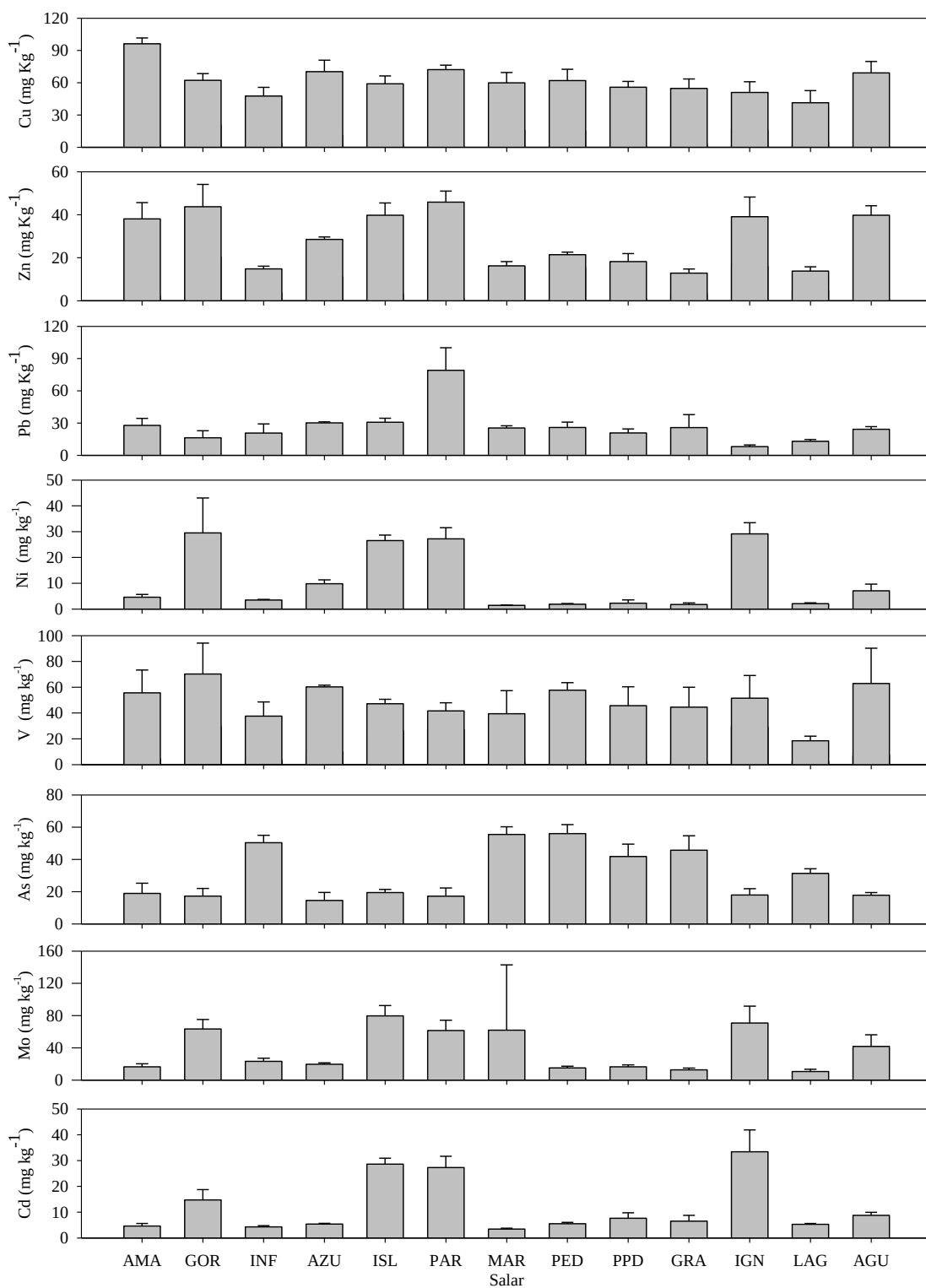


Fig. III.7: Contenido de metales en sedimentos de salares Altoandinos de la región de Atacama.

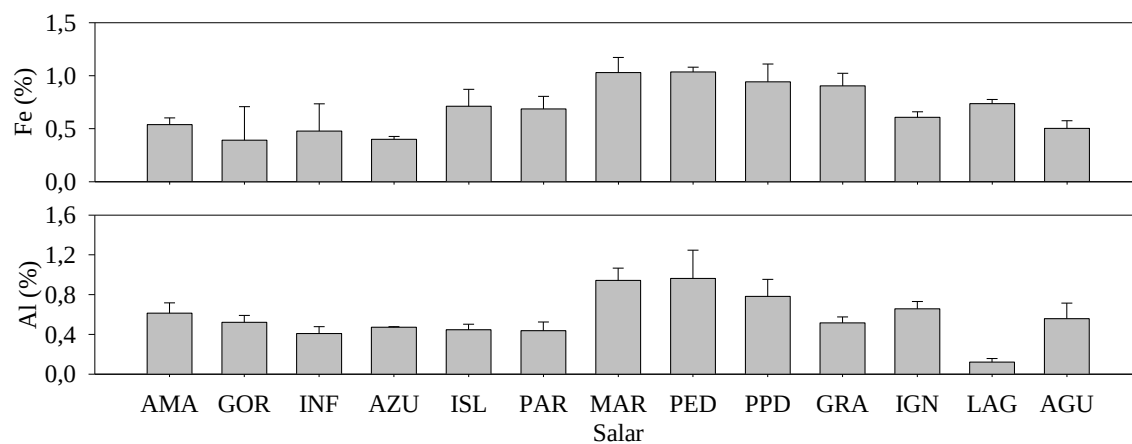


Fig. III.7: continuación.

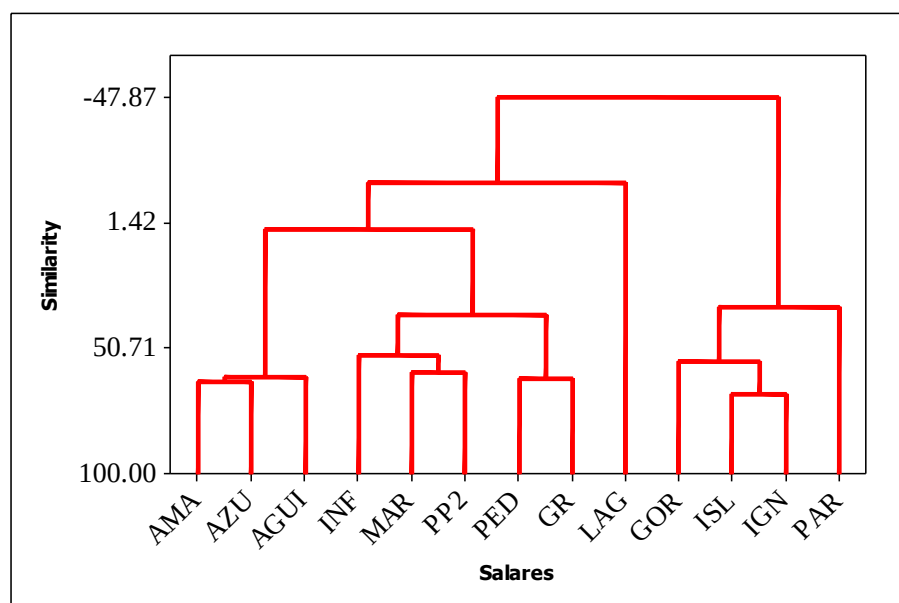


Fig. III.8: Dendrograma de similitud para los salares Altoandinos de Atacama.

IV. COMUNIDADES MICROBIANAS

Caracterización de poblaciones bacterianas de los sistemas altoandinos de la Región de Atacama y sus propiedades para la valorización de sus recursos genómicos.

IV.1. Presentación

Las actividades productivas en el Desierto de Atacama se han basado principalmente en la explotación de los recursos no renovables a través de la minería, constituyéndose como el motor principal del impulso económico de la Región de Atacama. Esta tradición minera, destaca en importancia por sobre otros recursos naturales regionales, pudiendo mencionar la reducida protección de los ecosistemas altoandinos descritos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Conama, 2003). En la definición de los "Sitios Prioritarios para Conservar la Biodiversidad" en la Región de Atacama, solo consideró al Salar de Pedernales y alrededores, como también las lagunas altoandinas Verde y del Negro Francisco como sitios de interés de protección ambiental. Sin embargo la biodiversidad de los sistemas hídricos de las cuencas cerradas por sobre los 3000 metros sobre el nivel del mar, posee un potencial biológico mucho mayor, aunque no se vea a simple vista, debido al pensamiento común de considerar la biodiversidad sólo en términos de flora y fauna, descartando aquella que no podemos ver a ojos desnudo, la de los microorganismos.

El estudio de las comunidades microbianas tiene un gran potencial económico, ejemplificados de que en el norte de Chile se encuentran las plantas más grandes del mundo de biolixiviación que utilizan recursos microbianos autóctonos como catalizadores biológicos y que dan cuenta de cerca del 10% de la producción de cobre en cátodos del país. En otras áreas, los microorganismos del desierto están aportando a nuevos medicamentos, como el recientemente reportado compuesto antitumoral -Atacamicina- producido por microorganismos aislados de estas zonas áridas. Estos y otros nuevos emprendimientos e innovaciones son los primeros pasos de la llamada **Bioeconomía**, que Atacama no puede estar ajena. Es para ello requerido definir nuevos ecosistemas y nuevos métodos de evaluación de la biodiversidad y su valoración.

El presente capítulo, propone que la prospección de los recursos genómicos presentes en el subsuelo del desierto de Atacama y en especial la relativa a las cuencas altoandinas poseen un potencial biotecnológico y por ende, económico para la diversificación de la matriz productiva de Atacama

Gracias a las nuevas generaciones de tecnologías de secuenciación genética, las cuales ponen a nuestra disposición la posibilidad de hacer la llamada minería genómica. A partir del análisis las muestras recolectadas durante las campañas del altoandino de Atacama se pretendió sentar las bases para la generación de un catálogo de recursos genómicos presentes en los sedimentos de las cuencas cerradas altoandinas, estableciendo así el punto de partida para aprovechamiento económico de su potencial biotecnológico. Esto permitirá la generación de bases de datos enfocados en metabolismos de interés con diversas aplicaciones como lo son en la minería y en otras áreas como la industria alimenticia y cosmética. Otro aspecto científico muy interesante, tiene relación con los llamados “Modelos de habitabilidad” de gran interés para la comunidad científica internacional como lo es la astrobiología.

Se indican a continuación un estado del arte de la bio-prospección microbiana, su potencial económico y los resultados generados en el presente proyecto, pretendiendo contribuir al establecimiento de la biotecnología de los recursos genómicos de la Región de Atacama.

IV.2. Propósito

La iniciativa que aquí se informa se focaliza en una de las temáticas transversales de interés regional: Medio ambiente, diversidad y recurso hídrico, pues propuso explorar los recursos genómicos disponibles en ecosistemas del de las cuencas cerradas altoandinas de la Región de Atacama como fuente de recursos para la innovación, y para definir oportunidades presentes en la diversidad de organismos procariotas de estos ambientes para la obtención de productos con denominación de origen aplicables en la industria alimentaria, farmacéutica, minera, cosmética y otras, generando así nuevos emprendimientos que agreguen valor el recurso genómico de nuestra región. De esta manera, pretendemos que la información generada sea considerada como un bien público desarrollado beneficios en:

- i) El desarrollo de servicios ecosistémicos adecuados que aseguren un desarrollo regional sustentable
- ii) La definición de estrategias adecuadas de protección y valorización de recursos genómicos
- iii) La definición de estrategias pertinentes y oportunas para impulsar el desarrollo de la biotecnología de zonas áridas.

Los desarrolladores tecnológicos se verán favorecidos pues contarán con información de gran valor para disminuir los riesgos de la investigación y los tiempos requeridos para la obtención de resultados.

IV.3. El sector biotecnológico

Los productos naturales, en general, juegan un rol relevante en el desarrollo de drogas. Más del 60% de las drogas nuevas introducidas en el mercado en el período 1981-2008 para tratamiento de cáncer y de infecciones derivan de productos naturales (Cragg, Grothaus, & Newman, 2009). Frente a la necesidad urgente del desarrollo de nuevas drogas para revertir la distribución de patógenos resistentes a antibióticos y para combatir enfermedades como el cáncer, se ve en lugares de alto interés biotecnológico, como lo es el Desierto de Atacama, como fuente de una biodiversidad con características novedosas y prometedoras (Goodfellow & Fiedler, 2010). Evidencia de lo anterior es el descubrimiento reciente de un producto de microorganismos aislados del Desierto de Atacama con actividad antitumoral denominado Atacamicina (Nachtigall et al., 2011). En la publicación que reporta este descubrimiento participa sólo un autor nacional, junto con otros 10 investigadores de instituciones europeas.

A pesar del interés internacional evidente por la biodiversidad que alojan las zonas áridas del Desierto de Atacama, la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2003) solo define como "Sitios Prioritarios para Conservar la Biodiversidad" para la Región de Atacama: Salar de Pedernales y alrededores como también las lagunas altoandinas Verde y del Negro Francisco. Es decir, no considera que existan -en las zonas áridas de la Región- ecosistemas que alojen una biodiversidad valiosa que deba ser conservada. Tampoco considera la excepcional biodiversidad que alojan los salares, lagunas y ríos altoandinos de la Región (Demergasso et al., 2010).

En el Directorio de Capacidades de investigación en Chile (Corfo 2007) se hace mención a la biotecnología de zonas áridas, que incluye a la biominería y procesos de bioremediación. De hecho, usando recursos microbianos del norte de Chile se extrae ya más del 10% del cobre fino producido en Chile de la minería- generando capacidades científico tecnológicas -de acuerdo al estado del arte- para un desarrollo ulterior de la biotecnología.

La literatura científica ha evidenciado -en diversos ambientes del Desierto de Atacama- capacidades microbianas factibles de ser explotadas en procesos mineros innovadores u otros procesos con uso potencial en la industria alimenticia y cosmética. Parte de estos microorganismos han estado en estado de dormancia durante cientos y miles de años en salmueras atrapadas en sales de roca. La llamada bioprospección bacteriana, está ya generando en forma comercial, metabolitos secundarios de interés médico (como la conservación de plaquetas), nutraceuticos, cosméticos y minerales biogénicos con potencial en el tratamiento del cáncer (Liu et al., 2012).

IV.4. Problemática

Desde fines del siglo pasado, la industria farmacéutica y de salud humana han aumentado su interés por los productos naturales como fuente de nuevos principios activos de drogas, químicos novedosos e innovaciones en agro-productos. Este interés por el desarrollo de nuevos bio-productos ha convergido a través de la biotecnología (Cragg et al., 2009).

Paralelamente, en los últimos años ha habido un resurgimiento del interés por el conocimiento tradicional, basado principalmente en las propiedades inherentes de ciertos compuestos orgánicos naturales. Un ejemplo de esto es que de los 119 medicamentos desarrollados a partir de plantas superiores disponibles en el mercado mundial hoy en día, se estima que el 74% fueron descubiertas a partir de medicina herbal tradicional, es decir basados en recursos genómicos propios y endémicos de un territorio definido (Goodfellow & Fiedler, 2010). Otro antecedente es el desarrollo de nuevas drogas desde productos naturales marinos llamados “*drugs from the sea*” (Imhoff, Labes, & Wiese, 2011), lo que ha permitido la multiplicación de los esfuerzos en la exploración de nuevos microorganismos marinos para aplicaciones biotecnológicas, que comprenden la producción de compuestos bioactivos para usos farmacéuticos, y el desarrollo de productos valiosos como enzimas,

nutracéuticos y cosméticos. Las estrategias de exploración han sido diversas. Sin embargo en la actualidad, los análisis genéticos disponibles gracias a las nuevas tecnologías de secuenciación (Markowitz et al., 2012; Tyson et al., 2004), revelaron que las técnicas tradicionales permiten conocer solo una pequeña fracción de la capacidad de biosíntesis de los microorganismos. Todos estos esfuerzos llevan por nombre bioprospección microbiana.

La bioprospección se describe generalmente como la búsqueda de compuestos químicos naturales y materiales biológicos, especialmente en ambientes extremos o de rica biodiversidad (Dionisi, Lozada, & Olivera, 2012). Los investigadores recogen muestras de microorganismos, que se analizan fisicoquímica y genéticamente. Sin embargo, en nuestro país y sobretodo en la Región de Atacama, existe escasa bioprospección microbiana realizado por entidades nacionales, para uso y resguardo de la riqueza genómica y ecosistémica.

Existen varios casos de bioprospección o uso de materiales genéticos chilenos que han sido identificados y respaldado su propiedad intelectual fuera de las fronteras del país. Existen compuestos biológicos extraídos de Chile depositados en EE.UU. que son propiedad del depositario y no del país donante. Es el caso de proteínas derivadas de la conocida vinchuca (*Triatoma infestans*) que están patentadas en EE.UU (Morita et al., 2006), como también hay variedades de porotos chilenos usados para mejorar otras variedades en Francia y EE.UU.

Otro caso de amplia repercusión en biomedicina es la recolección por parte de científicos norteamericanos en la Isla de Pascua del hongo *Streptomyces hygroscopicus*, del cual se extrajo el compuesto rapamicina, que evita rechazos en los pacientes transplantados (Sehgal, Baker, & Vézina, 1975) además de efectos antiproliferativos en algunos tumores, e incluso puede combatir la neurodegeneración (Bové, Martínez-Vicente, & Vila, 2011). La droga rapamune fue patentada en Canadá sin mediar reparto de beneficios a los chilenos. Un pascuense trasplantado no pudo acceder a la droga por razones económicas.

En el caso de la flora nacional, científicos holandeses han recolectado plantas silvestres de *Alstroemeria*, mejorado y patentado nuevas variedades que Chile ahora importa. La tradicional murtilla (*Ugni molinae*) endémica de Chile, se estaría mejorando en Australia

para diversos usos siendo parte de la colección de la *Blue Mountains Botanic Garden* de Sidney. Otro depósito es el del *Royal Botanic Garden* de Edimburgo, tiene una colección de 500 especies chilenas, lo que representa más de un 10% de la flora nativa de Chile, y el Jardín Botánico de Benmore construye una representación de los bosques templados de Chile, en un área de 4 hectáreas.

En el caso de material biológico humano, se ha obtenido muestras de sangre, cabello y uñas de los pueblos Aymara y Huilliche, de Chile, como parte del proyecto *Human Genome Diversity Project*, sin haber informado a las comunidades sobre este proyecto (Wang et al., 2007). Por último, en el desierto de Atacama, han habido decenas de expediciones extranjeras de colecta de recursos genéticos del norte de Chile, sin mediar contratos de acceso ni distribución de beneficios (Lynch et al., 2012).

IV.5. Oportunidad

Atacama es un desierto hiperárido situado en el norte de Chile. Ubicado en el oeste de la costa de América del Sur que se extiende entre 10°S y 30°S, cruzando desde el Perú hacia Chile. Los valores de la media anual la precipitación reportada para el norte de Chile son los más bajos de cualquier registro de largo plazo en el mundo (McKay et al., 2003). Es considerado como uno de los lugares más secos de la Tierra con precipitación promedio anual de menos de 1 mm en las regiones centrales comprendidas entre 24°S a 25°S, lugares que a menudo limita los ecosistemas a poco más que la vida microbiana (Fletcher et al., 2011). Por estas características muy particulares, la exploración de nuevas fuentes microbianas provenientes de las cuencas cerradas Altoandinas de la Región de Atacama, podría ofrecer nuevas respuestas a las necesidades de innovación en la industria en base a la utilización de los recursos genómicos ocultos en los sedimentos Altoandinos, rico en sales y sometido a condiciones de stress que favorecen la biosíntesis de metabolitos microbianos secundarios. Es por ello que existen altas probabilidades de encontrar recursos genómicos novedosos.

Por otra parte, el Desierto de Atacama ha despertado el interés de la comunidad científica internacional. Es considerado un análogo para los estudios con respecto a la hidrología, la mineralogía, y microbiología de la superficie del planeta Marte (Hock et al., 2007). El norte

de Chile ha adquirido gran importancia internacional en las pruebas de campo para prototipos de instrumentos y vehículos todo terreno (Wettergreen et al., n.d.).

El establecimiento de colaboraciones científicas y de divulgación asociados, se hace necesaria la hora de contar con una red de innovación sólida y operativa, en la que hay una gran inversión tanto pecuniaria como de talento y esfuerzo científico. No obstante lo anterior, el hecho de que los financiamientos sean foráneos limitan el desarrollo nacional en esta disciplina debido a que los presupuestos de los proyectos extranjeros no contemplan el apoyo a capital humano nacional. Por otro lado, el entorno científico y tecnológico no favorece la explotación al máximo de esta oportunidad, ya que la región no cuenta formalmente con personal dedicado con recursos asignados para convertirse en el referente local de la disciplina en contraparte a las decenas de proyectos de exploración microbiológica financiados por entidades extranjeras, que se desarrollan en la zona, siendo necesaria la definición de un foco de desarrollo científico.

Se evidencia así, claramente, cuál es la causa de que un ambiente tan rico en la generación de nuevo conocimiento esté siendo explotado mayoritariamente por científicos extranjeros. La iniciativa propone no quedar al margen de estos descubrimientos y, por el contrario, aprovechar los recursos invertidos en la zona para el desarrollo de la bioprospección como un nuevo tractor para el desarrollo de nuestra biotecnología de zonas áridas

La minería genómica aporta información sobre la ocurrencia y la capacidad metabólica y de biosíntesis de microorganismos presentes en un ecosistema. Permite explotar ese potencial escondido de rutas de biosíntesis no solo en la industria minera sino permitiendo ampliar las aplicaciones de los recursos genómicos a otras áreas industriales. Esta información permite diseñar estrategias de exploración fundamentadas y dirigidas a blancos definidos y con procedimientos selectivos (Tyson et al., 2005). De esta manera se disminuyen los riesgos de la investigación y los tiempos requeridos para la misma. Un ejemplo de ello es la salinosporamida K un fármaco que pertenece al 60% de las drogas nuevas en el mercado para tratamiento de cáncer y de infecciones, que provino de productos naturales identificados mediante técnicas de minería genómica (Reed et al., 2007).

IV.6. La bioprospección

La bioprospección es un término general que describe el proceso de descubrimiento y comercialización de nuevos productos basados en los recursos biológicos. De esta forma, es de gran importancia para Chile el desarrollo la documentación y registro de la diversidad biológica, debido a que en nuestro territorio están dadas las condiciones endémicas para la existencia de especies, ecosistemas y territorios de gran singularidad y elevado valor ecológico global, caracterizado por la presencia de *hotspot* de biodiversidad reconocidos mundialmente, como lo son los humedales altoandinos (Myers, Mittermeier, Mittermeier, da Fonseca, & Kent, 2000). De esta forma, es de gran significancia económica el establecimiento de los llamados servicios ecosistémicos, que incrementarán la productividad biológica de sus recursos naturales, debido a que son la base del crecimiento del país (Farber, Costanza, & Wilson, 2002). El considerar la vulnerabilidad de este patrimonio frente a las presiones antrópicas y a los fenómenos catastróficos previsibles, como terremotos, cambios climáticos, la destrucción de la capa de ozono y los efectos de la corriente El Niño y otros ha sido parte de la preocupación de la política ambiental del país, planteada como uno de los grandes temas ambientales, al incluir la necesidad de proteger efectivamente los principales componentes del patrimonio natural.

Al revisar el Mapa de Sitios Prioritarios de conservación de la Biodiversidad en el Norte de Chile. La Estrategia Nacional de Biodiversidad definió para la Región de Atacama como "Sitios Prioritarios para Conservar la Biodiversidad": Al salar de Pedernales y a las lagunas altoandinas del sector de Negro Francisco y Laguna verde.(Conama, 2003). Lo anterior implica que no se consideran en su totalidad los 22 sistemas investigados en este proyecto que a pesar de la gran riqueza de recursos genéticos de las cuencas altoandinas, estos pasan a ser desconocidos y desprotegidos por el estado de Chile, no existiendo hasta hoy un registro público sobre actividades de bioprospección de los recursos genéticos y bioquímicos realizadas en el país, ni detalle de las especies y volúmenes de materiales colectados, o de los posibles productos generados a partir de estas bioprospecciones. Estas han sido efectuadas por instituciones de investigación internacionales tales como jardines botánicos, centros de investigación, universidades, y empresas extranjeras de mejoramiento genético y fármaco-químicas.

IV.7. El problema regulatorio y legislativo

Chile no posee una ley específica sobre acceso a los recursos genéticos por lo que no existe ninguna pauta sobre cómo otorgar el acceso a estos recursos. El Ministerio de Agricultura estaría avanzando en un proyecto de ley sobre acceso a los recursos genéticos en el ámbito de este ministerio, que deberá discutirse en el Congreso.

Esto sin embargo no ha impedido la firma de varios contratos de acceso a recursos genéticos chilenos por parte de organismos públicos y universidades, entre ellos INIA, la Universidad Católica y la Universidad de Chile. A falta de una norma, estos contratos se han elaborado desde la perspectiva específica de cada organismo involucrado. En algunos casos los convenios procuran ajustarse al Convenio de la Diversidad Biológica, algunos son acuerdos puramente comerciales, otros de intercambio científico, pero incluyendo la posibilidad de uso comercial. La distribución de beneficios queda al criterio de los negociadores y estos varían de contrato en contrato. En algunos casos los beneficios han sido sustanciales, mientras que en otros son bastante menores. Más que monetarios, en su mayoría los beneficios recibidos involucran capacitación, investigación, equipamiento y fondos específicos para colectas. De los casos estudiados, sólo un contrato incorpora la distribución de beneficios a comunidades locales. La mayor parte de los convenios están relacionados con el acceso a especies de zona árida y semiárida, lo que denota el gran valor e interés por estas especies para el desarrollo de biopesticidas y nuevos fármacos. Varios de estos contratos fueron firmados como forma de aliviar las carencias económicas de las instituciones implicadas. Las negociaciones generalmente se efectuaron de forma interna, y en algunos casos no se ha tenido acceso a la información sobre estos acuerdos.

Se destaca que el Convenio de la Diversidad Biológica (1992), indica como objetivo principal la conservación de la diversidad biológica, el uso sustentable de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Se trata del primer convenio internacional que aborda la biodiversidad en forma integral: recursos genéticos, especies y ecosistemas. También reconoce que la diversidad biológica es "interés común de toda la humanidad", así como una parte integrante del proceso de desarrollo. El Convenio reconoce que la diversidad biológica está sujeta a la soberanía nacional. Según este convenio internacional se extrae:

Artículo 15: *Acceso a los Recursos Genéticos. Establece que los Estados tienen derechos soberanos sobre sus recursos biológicos; que deben facilitar el acceso a los recursos genéticos; que la regulación del acceso estará sometida a su legislación nacional; que el acceso será en condiciones mutuamente acordadas y estará sometido al consentimiento fundamentado previo del país proveedor del recurso; y que debe haber una distribución justa y equitativa de los beneficios que resulten del uso comercial o de otro tipo de esos recursos.*

En cuanto a la situación de los organismos públicos como INIA, CONAF, SAG, Ministerio de Bienes Nacionales y Subsecretaría de Pesca, existe en general conciencia por parte de sus funcionarios sobre las necesidades de regular el acceso a los recursos genéticos, y en algunos casos se han regulado administrativamente a través de los permisos de colecta.

La Decisión 391 de la Comunidad Andina De Naciones CAN aprobó el Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos en Julio de 1996 constituyendo un hito en el campo de la política y la legislación internacional, involucrando a cinco países con altas tasas de diversidad biológica: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, constituyendo un régimen común de acceso a recursos genéticos y sobre propiedad industrial. Estas normas establecen que los recursos genéticos son patrimonio de cada Estado miembro, pero también reconocen el derecho de las comunidades indígenas, afroamericanas y locales sobre sus conocimientos tradicionales colectivos. Cualquier patente solicitada en el territorio de la Comunidad Andina y basada en los recursos biológicos o conocimiento tradicional de los países de esta comunidad debe ser solicitada de conformidad con estas normas.

Específicamente en el caso del país vecino Perú, como miembro de la Comunidad Andina, ha elaborado una propuesta de normativa sobre acceso a los recursos genéticos que establece normas complementarias a la Decisión de la CAN. Esta propuesta establece que el Estado regula el acceso a los recursos genéticos y debe recibir una compensación económica por el uso comercial o industrial de esos recursos. También reconoce que los pueblos indígenas peruanos tienen la facultad de decidir sobre el uso del conocimiento asociado a los recursos biológicos, genéticos y sus productos derivados.

En Centroamérica, la reconocida Ley de Biodiversidad de Costa Rica de 1998 incorpora disposiciones para regular el acceso a los recursos genéticos, el conocimiento asociado y la distribución justa de los beneficios y costos derivados del aprovechamiento de la biodiversidad. Considera que las propiedades bioquímicas y genéticas de los recursos biológicos silvestres o domesticados son públicas, por lo que corresponde al Estado autorizar la exploración, la investigación, la bioprospección, el uso y el aprovechamiento de los mismos.

Otros países que han desarrollado legislación sobre acceso y derechos de las comunidades locales sobre su conocimiento son Brasil, Filipinas, India y países de la Unión Africana. También se ha formado el Grupo de Países Megadiversos, formado por 15 de las naciones más ricas en biodiversidad, que contienen 70% de la biodiversidad mundial, entre ellas, México, Colombia, Brasil, Costa Rica, Perú, Filipinas, China e India. En febrero de 2002, estos países formaron el ‘Grupo de Países Megadiversos Afines’ para promover sus intereses relacionados con la conservación y el uso sustentable de la diversidad biológica y presionar por un régimen internacional que promueva la distribución justa y equitativa de beneficios. Este régimen debe incluir la certificación de la procedencia legal del material biológico como requisito para la solicitud y el otorgamiento de patentes.

IV.8. Hacia la bioeconomía.

Las empresas demandantes de biotecnología en el Norte de Chile son fundamentalmente del rubro minero. Además de las herramientas microbiológicas y actividades de investigación que requieren para el monitoreo y control de sus procesos industriales, se ha detectado la necesidad de microorganismos capaces de reducir por ejemplo sulfato en medios de alta salinidad, y en medio ácido, de secuestrar iones como el magnesio, entre otras aplicaciones. Las empresas de la minería del cobre y oro requieren también de microorganismos con capacidad oxidativa en ambientes de alta fuerza iónica y otros para ser utilizados en el tratamiento de aguas industriales. Algunos de estos desarrollos se han iniciado utilizando métodos tradicionales de cultivo obteniéndose resultados preliminares y un *know how* interesante. Pero, el tiempo requerido para la investigación y sus riesgos han provocado que las empresas demandantes desistan en continuar esta línea de estudio, convirtiéndose en una desventaja la falta de interés de las empresas privadas para financiar

estos proyectos. Otros desarrollos, como los necesarios para procesos de tratamiento de aguas industriales tienen aún mayor resistencia en la industria regional dado que no es sentido, muchas veces, como una prioridad. Las empresas de biotecnología chilenas necesitan, por otra parte, diversificar sus productos y servicios por la inseguridad que significa el precio cambiante de los metales y tienen capacidad científico-tecnológica como para hacerlo. La región requiere, entonces, identificar recursos renovables (recursos endógenos) en los que pueda basar una bioeconomía.

Las ciencias biológicas añaden el valor a una multitud de productos y servicios, produciendo lo que unos han etiquetado "Bioeconomía" (Oborne, 2010). De una amplia perspectiva económica, la Bioeconomía se refiere al juego de actividades económicas que se relacionan con la invención, el desarrollo, la producción y el empleo de productos biológicos y procesos. Si esto sigue el curso, la Bioeconomía podría hacer contribuciones socioeconómicas importantes en países tanto OCDE como No OCDE. Esperan que estas ventajas mejoren resultados de salud, aumenten la productividad de agricultura y procesos industriales, y realcen la sostenibilidad ambiental. El éxito, sin embargo, no está garantizado: aprovechar el potencial de la revolución de biotecnología requerirá la acción coordinada de la política gubernamental.

La Bioeconomía al 2030 Se espera que la población global alcance 8.3 mil millones en 2030, con el 97 % del crecimiento que ocurre en países en vía de desarrollo. Además el PIB crecerá en el orden del 4.6 % por año en países en vía de desarrollo y en el 2.3 % en países de OCDE. Estas tendencias en la población y el ingreso, combinado con aumentos rápidos del logro educativo en China y India, indican no sólo que la Bioeconomía será global, pero que los mercados principales para la biotecnología en la producción primaria (la agricultura, la silvicultura y pesca) y la industria podrían estar en países en vía de desarrollo.

Un aumento esperado de poblaciones ancianas, tanto de China como en países de OCDE, aumentará la necesidad de terapias para tratar enfermedades crónicas y neurodegenerativas, algunas de cual estarán basadas en la biotecnología. Muchos países y proveedores de asistencia médica tratarán de invertir gastos de asistencia médica rápidamente crecientes. La biotecnología proporciona soluciones posibles de reducir el coste de I+D farmacéutico y

fabricación. O bien, la biotecnología podría mejorar la rentabilidad de terapia de salud, de modo que tratamientos caros proporcionen mejoras conmensuradas y significativas a la salud y la calidad de vida.

La diversidad biológica resulta indispensable para el bienestar humano, la integridad cultural, los medios de vida de la población y la supervivencia de las generaciones actuales y venideras además es innegable el aporte a la economía como fuente de riqueza y bienestar. Ella desempeña una función decisiva en el desarrollo del país y es una pieza fundamental para la erradicación de la pobreza. Es por ello que su estado se encuentra en directa relación con la presión que ejerce la actividad humana. En términos de la contribución al desarrollo, su importancia para el país se ve reflejada en los aportes a la economía nacional, donde el 20 por ciento del PIB corresponde a los sectores primarios de minería, agricultura y pesca. Las exportaciones aportan un 30 por ciento del PIB, donde cabe señalar que gran porcentaje son recursos naturales o derivados de ellos. La minería representa el 44 por ciento, la agricultura el 14 por ciento, la pesca el 9 por ciento y el sector forestal el 13 por ciento, lo que totaliza un 79 por ciento frente a sólo el 21 por ciento del sector industrial. A su vez, los diez principales productos de exportación son derivados directos de recursos naturales, alcanzando la cifra de US\$ 9.000 millones.

IV.9. La estrategia

El establecimiento de una estrategia nacional y regional en materia de biodiversidad, permitirá mejorar la gestión sustentable del patrimonio natural, con el objeto de resguardar su actividad y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Se considera como primera prioridad la prevención del deterioro del patrimonio natural, asegurando la conservación de biodiversidad en sus tres niveles (gen, especie, ecosistema), de las zonas desérticas del norte, los bosques húmedos y lagos del sur, hasta las estepas y glaciares de la zona austral.

Se destaca los ecosistemas diferentes que hacen de Chile un área de investigación fascinante para científicos ligados a la microbiología, debido a la gran biodiversidad existente en el país. El Archipiélago de Juan Fernández, la Isla de Pascua, el Desierto de Atacama, la Patagonia y la Zona Central (Myers et al., 2000).

Chile tiene muchos ambientes extremos desde los cuales podemos recuperar una biodiversidad tremendamente interesante y con un potencial biotecnológico espectacular. Sin embargo, actualmente en el país se hace poco para preservar eso, y si bien existen esfuerzos individuales de diversos investigadores, no hay un esfuerzo como país. El desarrollo de colecciones microbianas en Chile es muy escaso.

Estados aventajados como Japón, China y Alemania, prestan soporte para la mantención y preservación de colecciones de microorganismos, las cuales pueden contener una riqueza inmensa para el desarrollo investigativo en torno a la genética. A nivel latinoamericano, Chile no figuró entre los ocho países que cuentan con colecciones de microorganismos y políticas estatales de preservación. Este grupo lo lidera Brasil, México, Argentina, Cuba y Venezuela, y luego están Colombia, Ecuador y Paraguay. El recién inaugurado centro de referencia de microorganismos en Chillán, tiene la misión de ganar tiempo en la colección de bacterias nacionales. De todas las colecciones de microorganismos del mundo, más del 90% del financiamiento viene de fondos estatales o de las universidades públicas. Por lo tanto, es claro que el Estado tiene que asumirlo como una política estratégica nacional. En este contexto, es interesante observar a los países asiáticos que han logrado posicionarse como naciones con un fuerte desarrollo como China e India, donde el Estado ha puesto muchos recursos económicos para preservar los recursos genéticos, incluidos los recursos genéticos microbianos.

El levantamiento de información relativo a la riqueza genómica del Altoandino de Atacama irá en sintonía con las políticas nacionales e internacionales de protección de la biodiversidad. Además la tabulación apropiada de estos hallazgos, la clasificación oportuna de esta información , además de un detallado informe de aquellos genes de interés comercial regional sentarán las bases para el desarrollo de capacidades regionales en el área de la Biotecnología, con variadas externalidades en la región, no solo en la minería, sino que también es posible aplicar los conocimiento generado para la aplicación de los recursos genómicos en otras áreas como lo es Salud, Farmacéutica y Energía.

El cuadro siguiente muestra las distintas áreas potencial desarrollo de la prospección de recursos genómicos, según la OECD (Oborne, 2010).

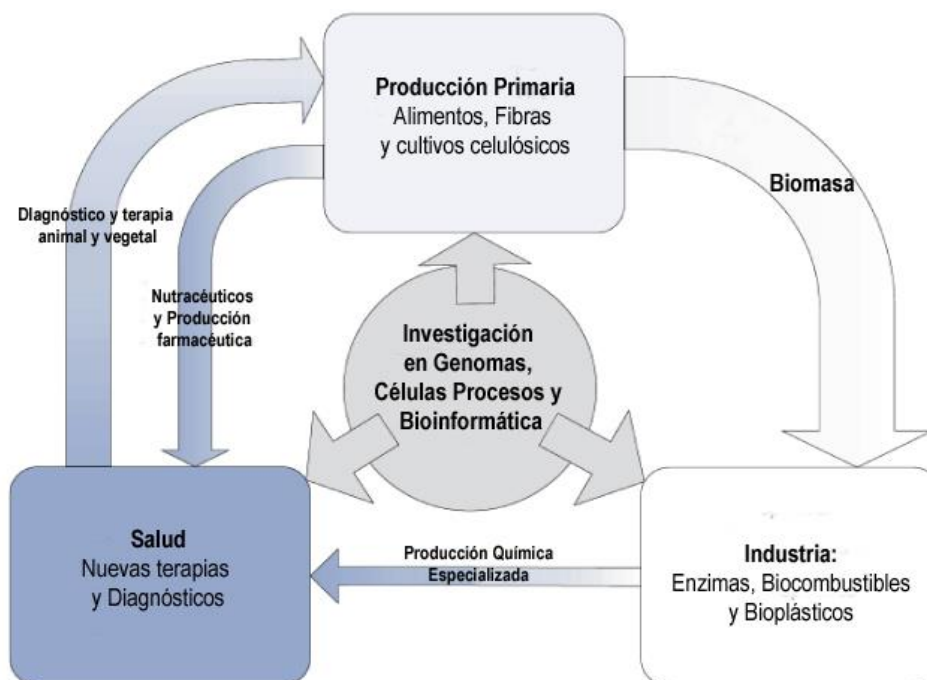


Figura IV.1: Rol central de la investigación en Recursos Genómicos en el desarrollo de nuevas industrias. Diagrama de Flujo que indica la importancia de la investigación en Genomas y interacción con áreas diversas como Industria, salud, farmacéutica entre otras. El ancho de las flechas indican importancia relativa económica actual. Adaptado de The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda.

Los resultados aquí indicados, corresponden a un esfuerzo de minería genómica como técnica de exploración de los recursos presentes en los sedimentos de los salares, lagunas y ríos del Altoandino de Atacama. Esto consiste en un estudio de las poblaciones bacterianas que viven en estos ambientes. Con esta herramienta, será posible diseñar las estrategias para identificar, recuperar y potencialmente comercializar los recursos genómicos. Esta iniciativa requirió contar con muestras suficientes del subsuelo del desierto, la extracción de DNA de calidad y cantidad necesaria para las tecnologías de secuenciación y el análisis de la información proveniente de los servicios de secuenciación y sistematizar los resultados obtenidos y sus potencialidades.

Los microorganismos que podemos reconocer y luego recuperar desde las profundidades del los sedimentos altoandinos podrán usarse para desarrollar innovación en la industria minera del nitrato, del yodo, del litio, y también en nuevas generaciones de procesos de

recuperación de cobre y oro asistidos por bacterias. Son estos últimos el ejemplo más exitoso de la llamada Biotecnología de zonas áridas donde basado en recursos microbianos del norte de Chile se extrae ya más del 10% del cobre fino producido en Chile (Galleguillos et al., 2008).

Consideramos que esta situación es una inmejorable oportunidad que significó un importante impulso para el desarrollo de la biotecnología en la región, fortaleciendo las capacidades locales que permitan hacer aportes significativos para el avance del conocimiento y las estrategias de exploración.

IV.10. Objetivos

IV.10.1. Objetivo general

Analizar la diversidad bacteriana de los sedimentos y agua de las cuencas cerradas altoandinas de la Región de Atacama, como fuente de recursos para la innovación tecnológica.

IV.10.2. Objetivo general

- Obtener muestras de sedimentos superficiales de 22 sistemas altoandinos en campañas a terreno.
- Generar librería de ADN 16s bacteriano mediante herramientas de secuenciación masiva.
- Analizar y dimensionar el potencial económico de recursos bacterianos del Altoandino de Atacama.

IV.11. Metodología

Se realizó una bioprospección de 22 sistemas de cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama. Se realizó solo una toma de muestra en el lugar mas representativo de cada sistema según sus características ecosistémicas. En la figura IV.2 se indica en resumen las actividades metodológicas realizadas relativas al capítulo de ecología bacteriana.

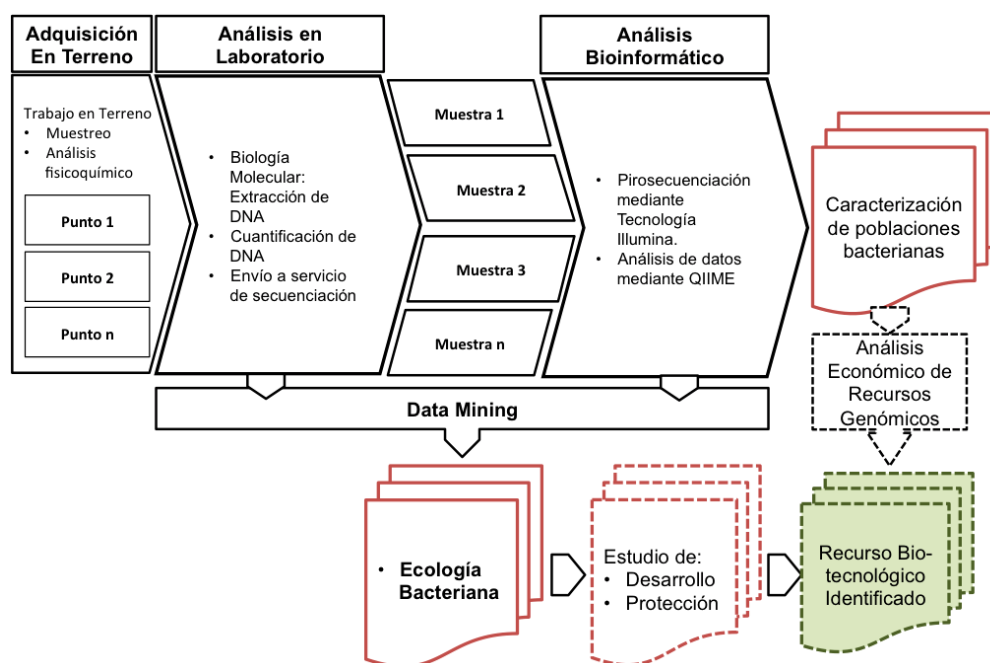


Figura IV.2. Resumen metodológico.. Mediante campañas en terreno se realizó el muestreo de sedimento superficial y agua de los 22 sistemas prospectados en un punto. Luego en laboratorio se realizó la extracción del ADN correspondiente a las muestras de suelo y de agua, previamente filtradas en terreno. Cada uno de estas muestras generó una de ADN purificado que se envió al servicio de pirosecuenciación MRDNA. Con la información obtenida se realizó el análisis bioinformático mediante softwares, destacando QIIME como plataforma de análisis. Se propone de esta forma sentar las bases para un análisis económico de los recursos genómicos, proyectándose así la identificación de algún producto biotecnológico.

Estas actividades comprendieron actividades en terreno, en laboratorio, servicios de secuenciación internacionales y análisis de datos. El propósito de esta actividad fue explorar los recursos genómicos disponibles en los sedimentos y agua de las cuencas altoandinas de la Región de Atacama como fuente de recursos para la innovación tecnológica, para en un futuro poder dimensionar el potencial económico de recursos genéticos.

IV.11.1. Muestras de sedimento y agua

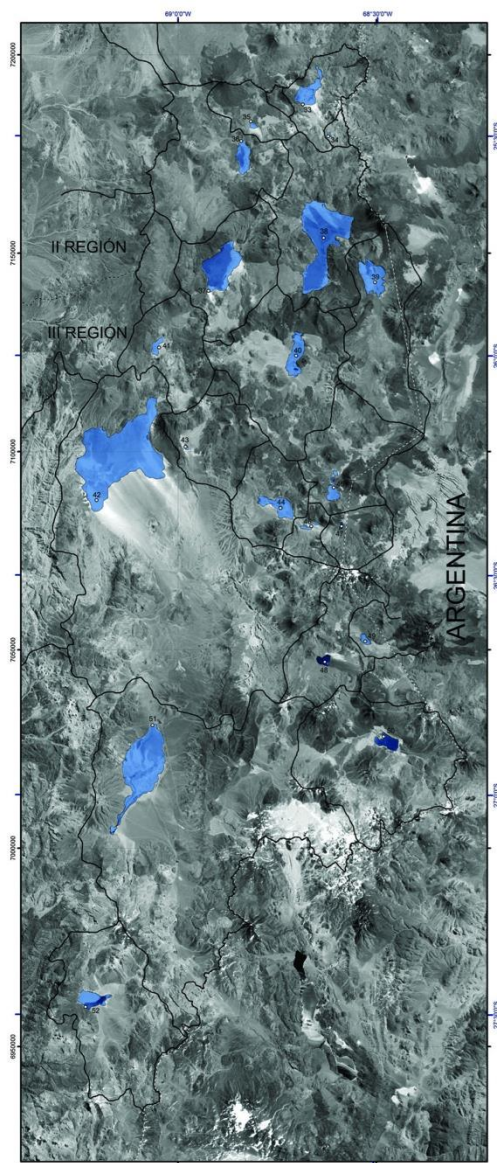


Figura IV.3. Mapa de las cuencas altoandinas de la Región de Atacama

El Desierto de Atacama y la Cordillera de los Andes presentan características geomorfológicas y climáticas entre 14 ° y 27 ° Sur. La Región de Atacama posee zonas áridas, y semi-áridas, con una amplia gama de diferentes depósitos salinos, algunas de ellas únicas en el mundo. Estos ambientes hipersalinos son interesantes para estudios de diversidad microbiana los que han demostrado ser una excelente fuente de nuevos microorganismos cultivables.

En cada sitio de muestreo se determinaron los parámetros fisicoquímicos del agua, tales como: salinidad, conductividad, oxígeno disuelto (DO) y temperatura con diferentes instrumentos de terreno. Estos datos están incluidos en la sección de análisis fisicoquímicos de este informe. A su vez se tomaron muestras de agua y sedimento. El muestreo de agua se realizó en botellas plásticas de 1 litro, las cuales se sellaron y se almacenaron. Luego en

campamento se procedió a la filtración de agua, mediante membrana de polycarbonato de 0,22 μm de tamaño de poro, el cual fue luego almacenado en tubos estériles en presencia de tampón de lisis. Para la detección molecular de las poblaciones de microorganismos se trabajó con el filtro de polycarbonato el cual fue cortado y procesado en un tubo cónico de 15 mL con 2 mL de tampón de lisis para la extracción de ADN.



Figura IV.4. Sistema de bomba al vacío montado en campamento para filtración de agua.

Por su parte las muestras de sedimento fueron recolectadas mediante simple recolección en tubos estériles. Los tubos de muestreo fueron sellados para prevenir cambios en la composición microbiana, almacenados en frío posteriormente transportados para su procesamiento en laboratorio.

IV.11.2. Purificación de ADN en sedimentos

Se utilizó el Kit de Extracción de ADN de suelo MPBIO (Soil DNA) y se siguieron las instrucciones del fabricante, como sigue: Se pesaron 500 mg de la muestra de sedimento en el tubo de *matrix lysing*, se adicionó 978 μL de tampón fosfato de sodio y 122 μL de tampón buffer, luego se agitó por 40 segundos y se centrifugó a 14.000 g por 5 minutos. Se transfirió el sobrenadante a un tubo 2 mL agregándose 250 μL de PPS (solución de precipitación de proteínas), se agitó 10 veces y se llevó a centrifugación a 14.000 g por 5 min para precipitar el pellet. Se transfirió el sobrenadante a un tubo de 2 mL, se resuspendió el líquido en la matriz de unión adicionando 1 mL del sobrenadante en el tubo de 2 mL, se llevó a agitación por 2 min para que el ADN se una a la matriz y se dejó reposar por 3 min. Se removió y descartó 500 μL de sobrenadante teniendo precaución de no retirar la matriz. Posteriormente se volvió a resuspender el sobrenadante remanente y se transfirió 600 μL en filtro SPINTM y se centrifugó a 14.000 g por 1 min, se eliminó el líquido del tubo recolector y se repitió la centrifugación bajo las mismas condiciones.

Luego se mezcló con 500 μ L de SEWS-M y se centrifugó a 14.000 g por 1 min y se descartó el líquido del tubo recolector. Se volvió a centrifugar ahora por 2 min y sin adicionar solución SEWS-M, posteriormente se abrió la tapa del filtro y se dejó reposar por 5 min a temperatura ambiente. Suavemente se resuspendió la matriz en 50 μ L de DES (agua libre de DNase). Por último se centrifugó 14.000 g por 1 min la solución obtenida en el tubo recolector corresponde al ADN extraído. Se cuantificó y evaluó la pureza del ADN extraído con el equipo NANODROP, para ser enviado a servicio de secuenciación en el extranjero.

IV.11.3. Cuantificación y pureza de ADN

Se cuantificó el ADN en el espectrofotómetro Nanodrop ND-1000 (Wilmington, DE, USA) a 260 nm. La pureza del ADNc se determinó mediante espectrofotometría de absorción. Para esto se realizaron lecturas de absorbancia a 230 nm (λ de máxima absorción de sales minerales), 260 nm (λ de máxima absorción de ARN y ADN) y 280 nm (λ de máxima absorción de proteínas y fenol). Una muestra de ADN pura presenta una relación A260nm/A280nm comprendida entre 1,8-2,0.

IV.11.4. Pirosecuenciación

La microbiología clásica emplea comúnmente métodos cultivo dependiente que implican el enriquecimiento de medios definidos en análisis de muestras del medio ambiente. Este método, sin embargo, no comprende a todos los microorganismos de forma igualitaria y sesga a una gran cantidad de especies debido a que sus requerimientos de crecimiento no se cumplen y muy probablemente ni siquiera se conocen (Bautista, 2010).

La secuenciación del ADN o ARN de muestras ambientales, no se limita a microorganismos cultivables y permite la detección e incluso la cuantificación de (teóricamente) cada especie en la muestra. Para determinar las especies que componen una comunidad, por lo general es suficiente secuenciar sólo una pequeña región de los genes ribosomales (especialmente ARNr 16S y ADNr) y comparar los resultados con los árboles filogenéticos existentes. (Fakruddin & Abhijit, 2012).

Mediante las modernas técnicas de secuenciación masiva, se proporciona una idea sobre las comunidades microbianas. Actualmente, se utilizan comúnmente dos enfoques para secuenciar muestras bacterianas ambientales. En el enfoque tradicional, el ADN se clona en BACs, o pequeños plásmidos y se utiliza la secuenciación de terminación de cadena dideoxinucleótidos ("secuenciación de Sanger"). En el enfoque alternativo, el ADN se secuencia sin clonación, usando una de las llamadas técnicas de secuenciación de nueva generación, generalmente pirosecuenciación. Ambos enfoques tienen ventajas y desventajas. Por ejemplo, la secuenciación Sanger genera secuencias de lectura más largas, pero tiene sesgos inherentes debido a la clonación. La pirosecuenciación tiene mucho mayor rendimiento y una menor tasa de error por base secuenciada en comparación con la secuenciación de Sanger.

IV.11.5. Análisis Informático de secuencias de genes ARNr 16S de comunidades bacterianas

Independientemente del método de secuenciación utilizado para generar los datos, los primeros pasos en el análisis, involucran la comparación de las secuencias encontradas con una base de datos de secuencias conocidas. Esta tarea computacionalmente intensiva proporciona los tipos de datos básicos para muchos análisis posteriores, incluyendo comparaciones filogenéticas, anotaciones funcionales, reconstrucciones metabólicas, etc (Bautista, 2010).

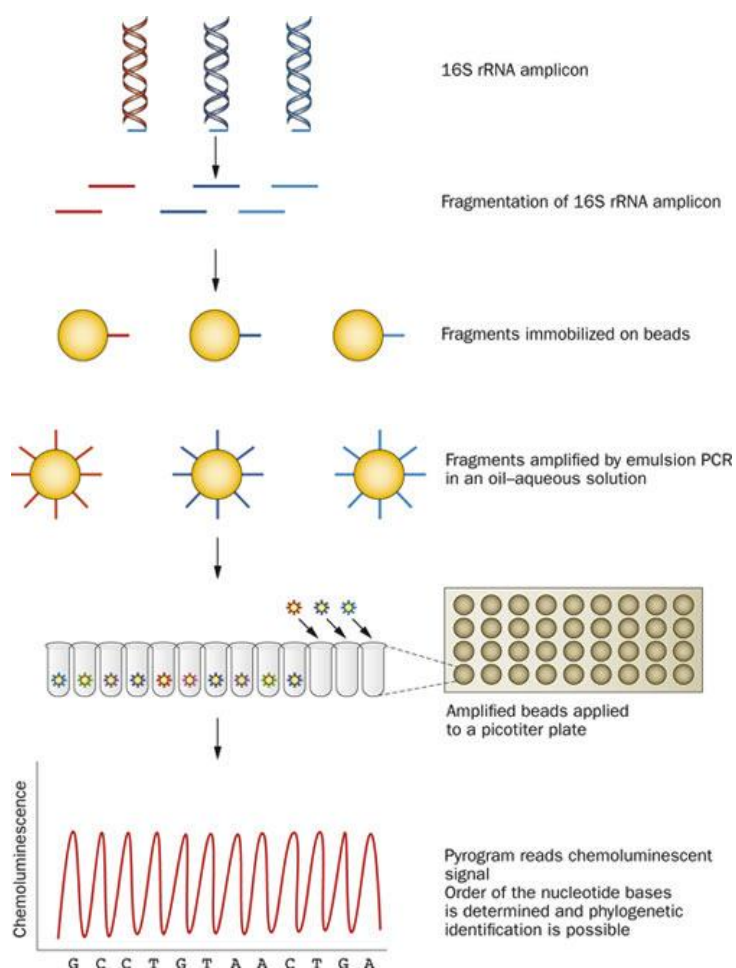


Figura IV.5. Esquema de la tecnología de secuenciación de alto rendimiento

Mediante la completa secuenciación de la comunidad, todos los genomas de los microorganismos se recogen como un único conjunto de datos. Sin embargo la recopilación de todos los genomas es altamente complicada sin dejar afuera algunos Gaps (lagunas) o errores de alineamiento. Sin embargo, se puede obtener información valiosa de la composición genética funcional de la comunidad.

En una búsqueda por reducir costos, se desarrollaron los denominados secuenciadores de segunda generación, capaces de generar cientos de miles de reacciones de secuencias en

paralelo (secuenciadores de verdadero alto rendimiento [*high-throughput*]) gracias a la inmovilización de las reacciones en una superficie sólida. De esta forma, la cantidad de reactivos necesarios se minimiza al máximo (podrían llamarse nano reacciones) y se abarata el coste por base leída. La primera aproximación a la secuenciación masiva en paralelo está basada en la pirosecuenciación del ADN. Uno de los últimos avances tecnológicos en la secuenciación de ADN (Mostafa Ronaghi et al., 1996). La pirosecuenciación aprovecha los avances de la nanotecnología, al utilizar esferas atrapadas en una placa que contiene 1.600.000 micro celdas de 44µm de diámetro, de tal suerte que al ingresar una esfera por cada celdilla, permite realizar una reacción de secuenciación individual, basada en la síntesis complementaria de un ADN de cadena sencilla, el cual ha sido multiplicado por una reacción de PCR y alineado a cada esfera. La incorporación de

cada nucleótido durante la polimerización de ADN, libera una molécula de pirofosfato (PPi), que al interactuar con algunas enzimas presentes en el medio (luciferasa, entre otras) produce una señal quimioluminiscente que es capturada por una cámara de detección de fotones y que con el soporte de un poderoso programa de computación es traducida como la adición de un nucleótido determinado, generando una secuencia individual por cada celda. Esta tecnología, desarrollada por la empresa 454 LifeSciences, dio lugar a la creación del primer equipo de secuenciación masiva (Secuenciador GS20™), diseñado para secuenciar genomas bacterianos, con una capacidad para descifrar 20 millones de bases por corrida (4hrs), en secuencias individuales de ± 100 bases, mejorando simplemente la cinética de la reacción química de secuenciación, en el año 2007 apareció el modelo GS-FLX capaz de producir hasta 100 millones de bases en un tiempo similar, en 2009 el GS-FLX-Titanium que genera secuencias de 400 bases, lo que duplica la efectividad del modelo anterior, y durante 2010 se espera que lleguen a proporcionar lecturas de más de 600 bases. Como puede inferirse, la longitud de las lecturas generadas se acerca a las obtenidas por el método de Sanger, lo que las convierte en ideales para la secuenciación de genomas de novo.

IV.11.6. Análisis bioinformático

IV.11.6.1. Generación de Tabla OTU y árbol de referencia

Los archivos fasta y qual obtenidos de la pirosecuenciación son procesados por QIIME (*quantitative insights into microbial ecology*; (Caporaso et al. 2010), siendo los archivos de entradas para las etapas de filtrado iniciales. Luego se realiza la selección de otus mediante pick_otus utilizando el método de usearch quality filter de acuerdo a los manuales descritos en qiime. Con esto se eliminan las quimeras y se realiza un filtrado de calidad. Después las secuencias representativas son seleccionadas utilizando el método "most_abundant". A las secuencias referencia se les asigna la taxonomía usando nuevamente los argumentos por defecto de Qiime, es decir, método RDP (Wang et al. 2007) contra la base de datos referencia GreenGenes versión 13_5. Con los archivos entregados durante la asignación taxonómica, y la clusterización de OTUs se genera la tabla funcional mediante el comando de Qiime make_otu_table.py. A partir de la tabla de los OTUS clusterizados podemos

generar el árbol filogenético para eso utilizamos el método PyNAST (Caporaso, Bittinger, et al., 2010) para realizar el alineamiento múltiple contra el archivo `core_set_aligned.fasta.imputed` y luego filtrar y realizar la filogenia a partir de los archivos obtenidos.

IV.11.6.2. Análisis taxonómico y filogenético

Los siguientes análisis requieren los archivos del árbol filogenético referencia y la tabla OTU, obtenidas en los pasos descritos en pasos previos, mediante Qiime y su workflow de diversos análisis "core_diversity_analysis" se realizan los siguientes cálculos: alfa rarefacción que calcula las métricas de la alfa diversidad para una tabla OTU enrarecida, Beta diversidad para realizar el gráfico de coordenadas principales mediante método UniFrac (Lozupone & Knight, 2005), el resumen de taxonomía, en donde se resume la tabla OTU por categoría, análisis comparativos de las categorías asociadas a las muestras y diferencias significativas entre la abundancia de OTUs en las diferentes muestras.

Para describir composición taxonómica bacterias de salares y lagunas altoandinas de la región de Atacama, se utilizó la plataforma QUIIME es un software de análisis de comunidades microbianas. Es el acrónimo de *Quantitative Insights into Microbial Ecology*, y ha sido utilizado para analizar e interpretar datos provenientes de secuencias de ácidos nucleicos de comunidades de hongos, virus, bacterias y arqueas (Kuczynski et al., 2012).

IV.12. Resultados

Los 22 sistemas de las cuencas altoandinas de la región de atacama fueron visitados en las campañas de entre los años 2013 y 2015. Cada punto recibió una nomenclatura de acuerdo a:

S: Indica muestras de Sedimentos superficiales. **W** indica muestras de agua

Agi	Salar de Aguilar
Ama	Salar de Agua Amarga
Azu	Salar de La Azufrera
Bay	Laguna del Bayo
Bra	Lagunas Bravas
Fra1	Laguna del Negro Francisco Salada
Fra2	Laguna del Negro Francisco Salobre
Gor	Salar de Gorbea
Gra	Salar Grande
Ign	Salar Ignorado
Inf	Salar de los Infieles
Isl	Salar de la Isla
Jil	Laguna del Jilguero
Jun	Río Juncalito
Lag	Salar de La Laguna
Lam	Río Lama
Lav	Laguna Verde
Mar	Salar de Maricunga
Par	Salar de las Parinas
Ped	Salar de Pedernales
PP1	Salar de Piedra Parada Occidente
PP2	Salar de Piedra Parada Oriente
Ros	Laguna Santa Rosa

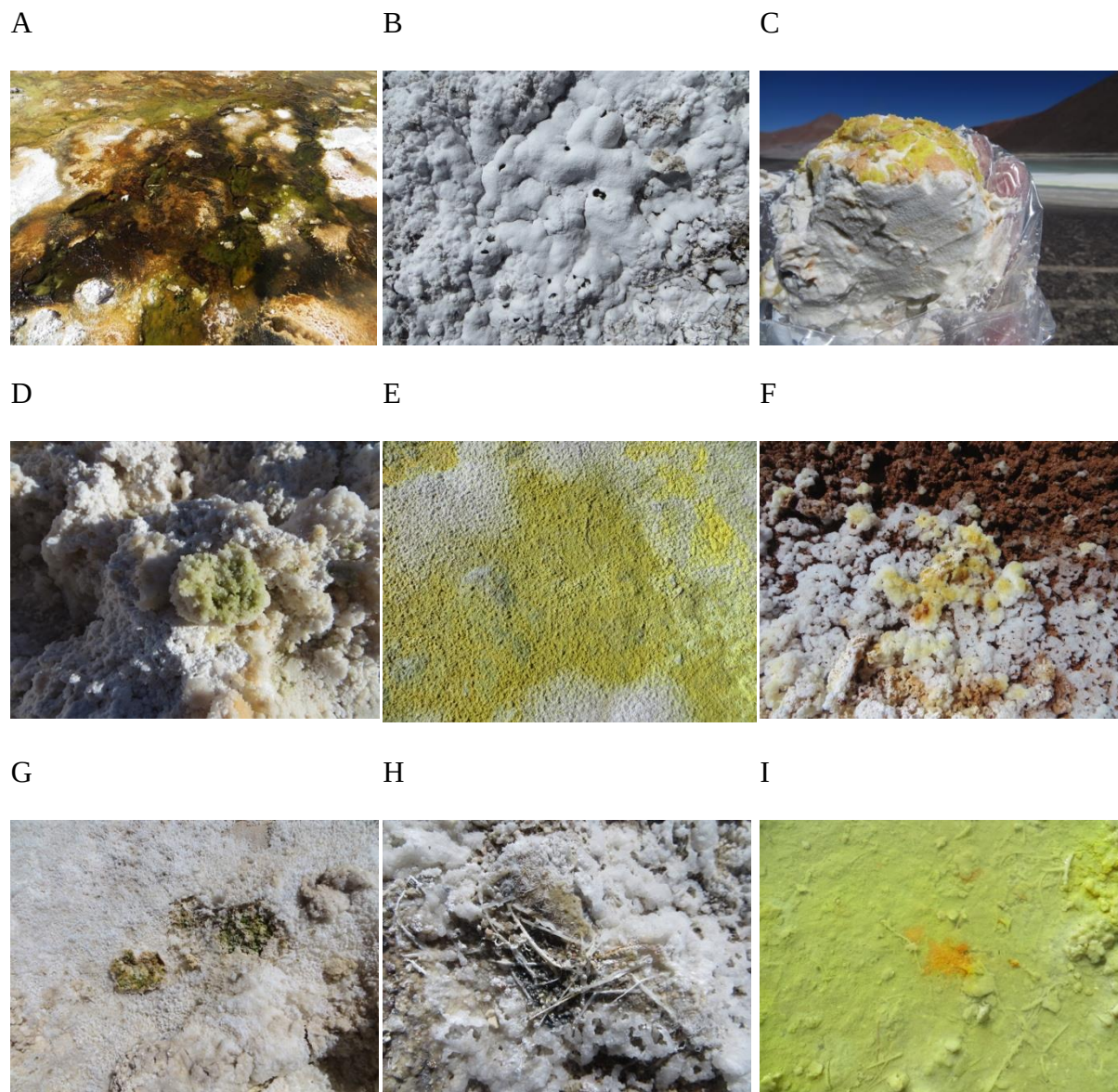
IV.12.1. Zona de muestreo

Figura IV.6. Fotografías referenciales de sedimentos altoandinos A) Rio Juncal, B) Salar de Piedra Parada C) Lagunas Bravas D) Salar de Infieles E) Salar de Gorbea, F) Laguna salobre Negro Francisco, G) Salar de Pedernales, H) Laguna Verde e I) Salar de La Laguna

IV.12.2. Cuantificación de Adn

Como primera aproximación se obtuvo la cantidad de ADN por 500 mg de sedimento y por cada 400 ml de agua de los 22 sistemas estudiados.

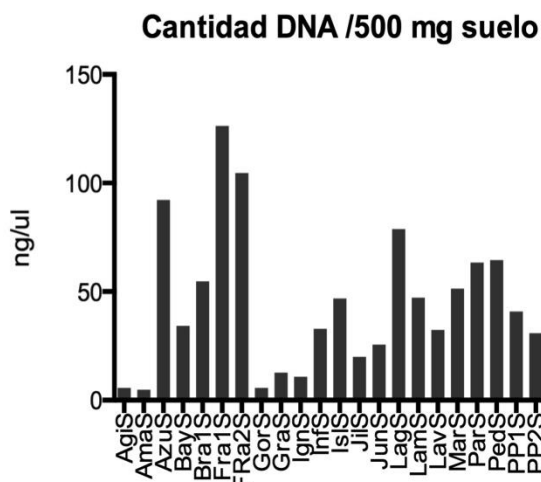
Tabla IV.1. Cuantificación de ADN en nanógramos por microlitro de volumen final de extracción correspondiente a 400 ml de agua superficial colectada.

Agua	ng/ul	A260	A280	260/280
AgiW	7.40	0.148	0.044	3.40
AmaW	6.18	0.124	0.032	3.81
AzuW	64.65	1.293	0.719	1.80
BayW	19.29	0.386	0.182	2.12
BraW	26.29	0.526	0.273	1.93
Fra1W	86.91	1.738	0.977	1.78
Fra2W	130.93	2.619	1.406	1.86
GorW	5.44	0.109	0.052	2.10
GraW	22.59	0.452	0.252	1.80
IgnW	6.49	0.130	0.042	3.09
InfW	18.09	0.362	0.173	2.09
IslW	34.28	0.686	0.344	1.99
JilW	32.98	0.660	0.219	3.01
JunW	58.82	1.176	0.687	1.71
LagW	21.64	0.433	0.154	2.81
LamW	23.76	0.475	0.259	1.83
LavW	32.87	0.657	0.321	2.05
MarW	10.33	0.207	0.102	2.03
ParW	80.31	1.606	0.741	2.17
PedW	28.06	0.561	0.263	2.13
PP1W	48.36	0.967	0.526	1.84
PP2W	48.13	0.963	0.581	1.66
RosW	39.77	0.795	0.444	1.79

Tabla IV.2. Cuantificación de ADN en nanógramos por microlitro de volumen final de extracción correspondiente a 500 mg de sedimento superficial.

Sedimento	ng/ul	A260	A280	260/280
GorS	5.71	0.114	0.048	2.40
IgnS	10.76	0.215	0.112	1.92
AzuS	92.16	1.843	0.956	1.93
IslS	46.84	0.937	0.469	2.00
ParS	63.28	1.266	0.691	1.83
AgIS	5.72	0.114	0.018	6.23
AmaS	4.76	0.095	0.037	2.57
BavS	34.14	0.683	0.351	1.94
Bra1S	54.68	1.094	0.565	1.95
Fra1S	126.37	2.527	1.350	1.87
Fra2S	104.68	2.094	1.144	1.83
GraS	12.71	0.254	0.108	2.41
InfS	32.82	0.657	0.335	1.97
JilS	19.99	0.400	0.198	2.00
JunS	25.57	0.511	0.261	1.96
LagS	78.80	1.576	0.837	1.88
LamS	47.20	0.944	0.482	1.96
LavS	32.28	0.646	0.334	1.94
MarS	51.37	1.027	0.543	1.89
PedS	64.41	1.288	0.671	1.92
PP1S	40.75	0.815	0.408	2.02
PP2S	30.86	0.617	0.311	2.01
RosS	51.99	1.040	0.540	1.92

A



B

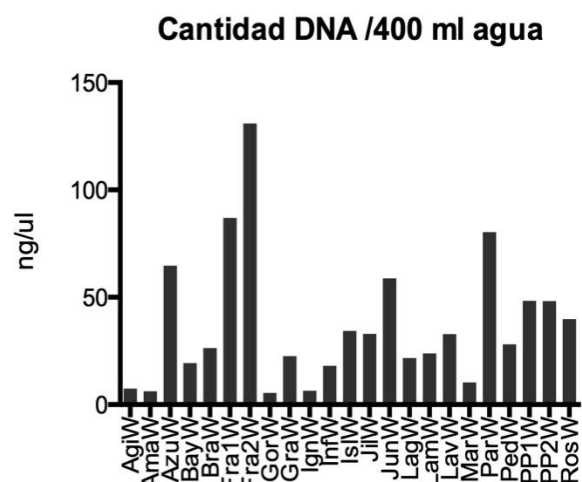


Figura IV.7. Cuencas altoandinas de la región de Atacama, presentan cantidades muy variables de ADN extraíble desde (A) agua y (B) sedimento superficiales.

IV.12.3. Análisis de poblaciones bacterianas

Se realizó secuenciación 16S de muestras de sedimento y agua de los 22 puntos de muestreo. El proceso de pirosecuenciación se realizó en MRDNA Laboratories, USA, (www.mrdnalab.com, Shallowater, TX, EE.UU.), utilizando la plataforma de secuenciación de Illumina MiSeq siguiendo las instrucciones del fabricante. Los datos de secuencia Q25 derivados del proceso de secuenciación se procesaron utilizando un análisis estandarizado. En breve, se generaron las secuencias, y se les asignó un código de muestra. Las secuencias menores a <150 pb, y las llamadas de base ambigua fueron removidas. Las secuencias sin ruido, generaron las llamadas unidades operativas taxonómicas (OTUS) generados y quimeras removidos utilizando QUIIME . Unidades taxonómicas operacionales fueron definidas después de la eliminación de secuencias simples, la agrupación en el 3% de divergencia (97% de similitud) con UCLUST en estándar por defecto. OTUS finales se clasificaron taxonómicamente usando BLASTn contra la base de datos Greengenes versión 13.5 (<http://greengenes.lbl.gov/cgi-bin/nph-index.cgi>), (DeSantis, Hugenholtz et al. 2006) RDP II (<http://rdp.cme.msu.edu>) y NCBI (bases de datos) www.ncbi.nlm.nih.gov.

OTU fueron asignados de clasificación taxonómica en base a la siguiente identidad para hacer referencia a secuencias y denominación taxonómica:> 97% de identidad fueron

clasificados a nivel de especie; entre el 97% y el 95% de identidad fueron designados como especie no clasificados; entre el 95% y el 90% de identidad fueron designados como un género no clasificados; entre el 90% y el 85% de identidad fueron designados como una familia no clasificados; entre el 85% y el 80% de identidad fueron designados como una orden no clasificados; entre el 80% y el 77% de identidad fueron designados como un phylum no clasificados; y <77% de identidad fueron designados como no clasificados.

Los gráficos de abundancia corresponden a los microorganismos clasificados según orden para los diferentes puntos de muestreo y sus determinadas secciones.

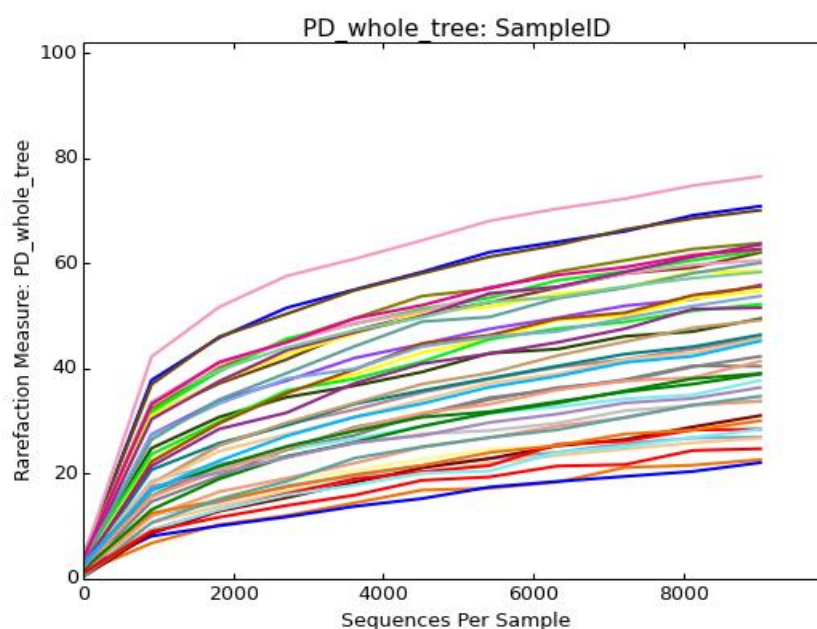


Figura IV.8. Curva de rarefacción de las muestras analizadas. Indican la calidad del muestreo para la secuenciación. Son un índice de diversidad que pueden ser utilizadas por los ecólogos de todas áreas, y son una unidad de esfuerzo de muestreo de especies, donde se dibuja una curva que se pretende llegue a ser asíntota, es decir, si la curva llega a ser asíntota se tuvo un buen muestreo de acuerdo al número de especies identificadas.

IV.12.4. Análisis de diversidad (Alpha diversity)

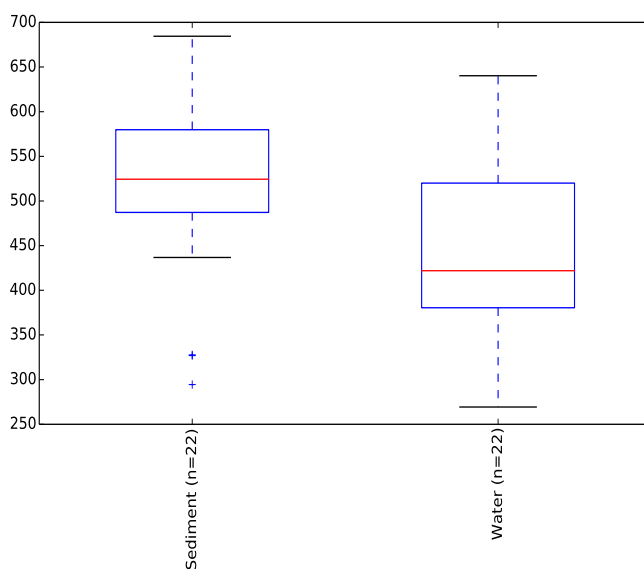


Figura IV.9. Análisis de diversidad: (Alpha diversity). Graficas de acuerdo a la riqueza de especies dentro de cada muestra. Con respecto al tipo de muestra, ya sea de sedimento o agua.

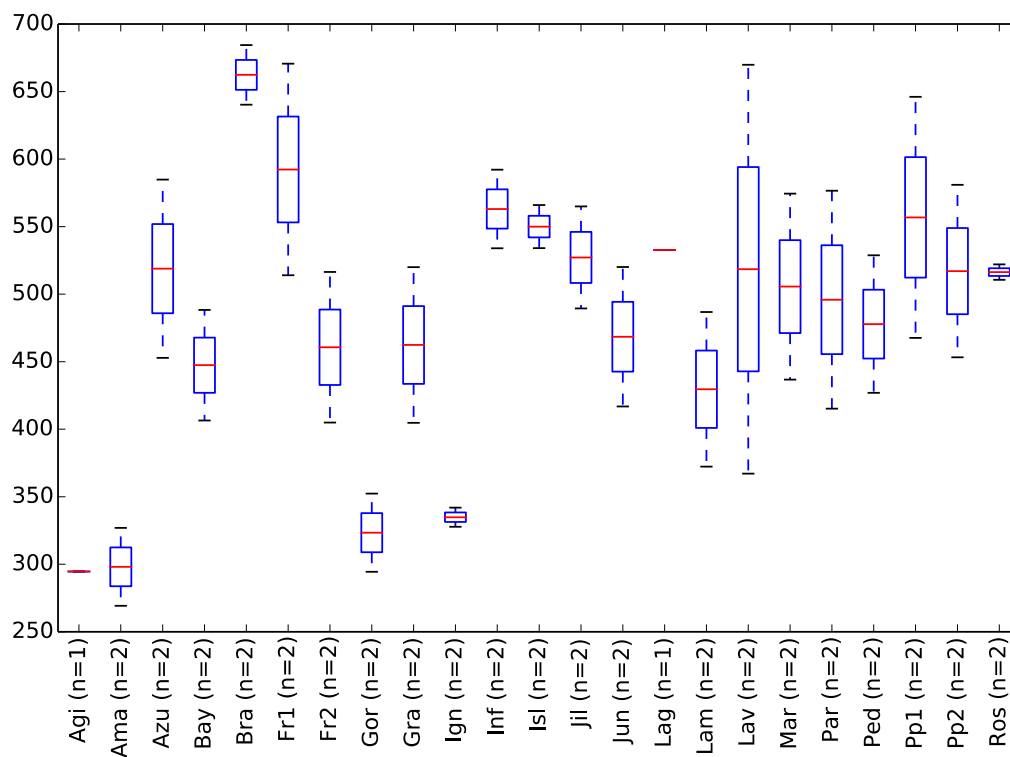


Figura IV.10. Análisis de diversidad: (Alpha diversity). Graficas de acuerdo a la riqueza de especies dentro de cada muestra. Con respecto al lugar de muestreo, comparando Agua y sedimento en cada uno de ellos.

IV.12.5. Diversidad (Beta diversity)

Indica los cálculos de grado de cambio de las muestras, cuanto se distancian ecológicamente, mediante el gráfico de coordenadas principales.

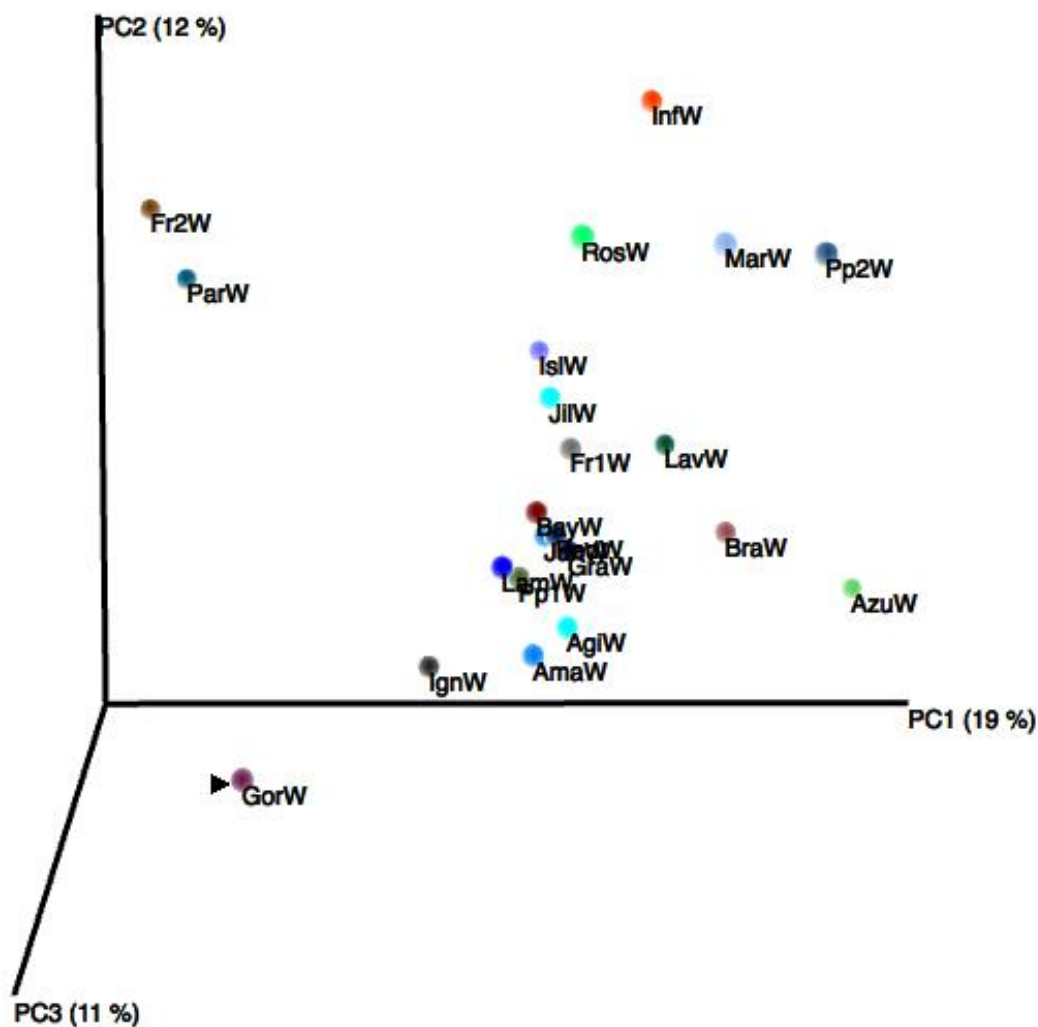


Figura IV.11. Análisis de diversidad en agua: (Beta diversity). En sus componentes principales. PC1, PC2 y PC3. Posición relativa de los sistemas analizados en su diversidad microbiana. Destaca la separación del sistema Gorbea (GorW), y de los sistemas Parinas (Par) y Negro Francisco (FR2)

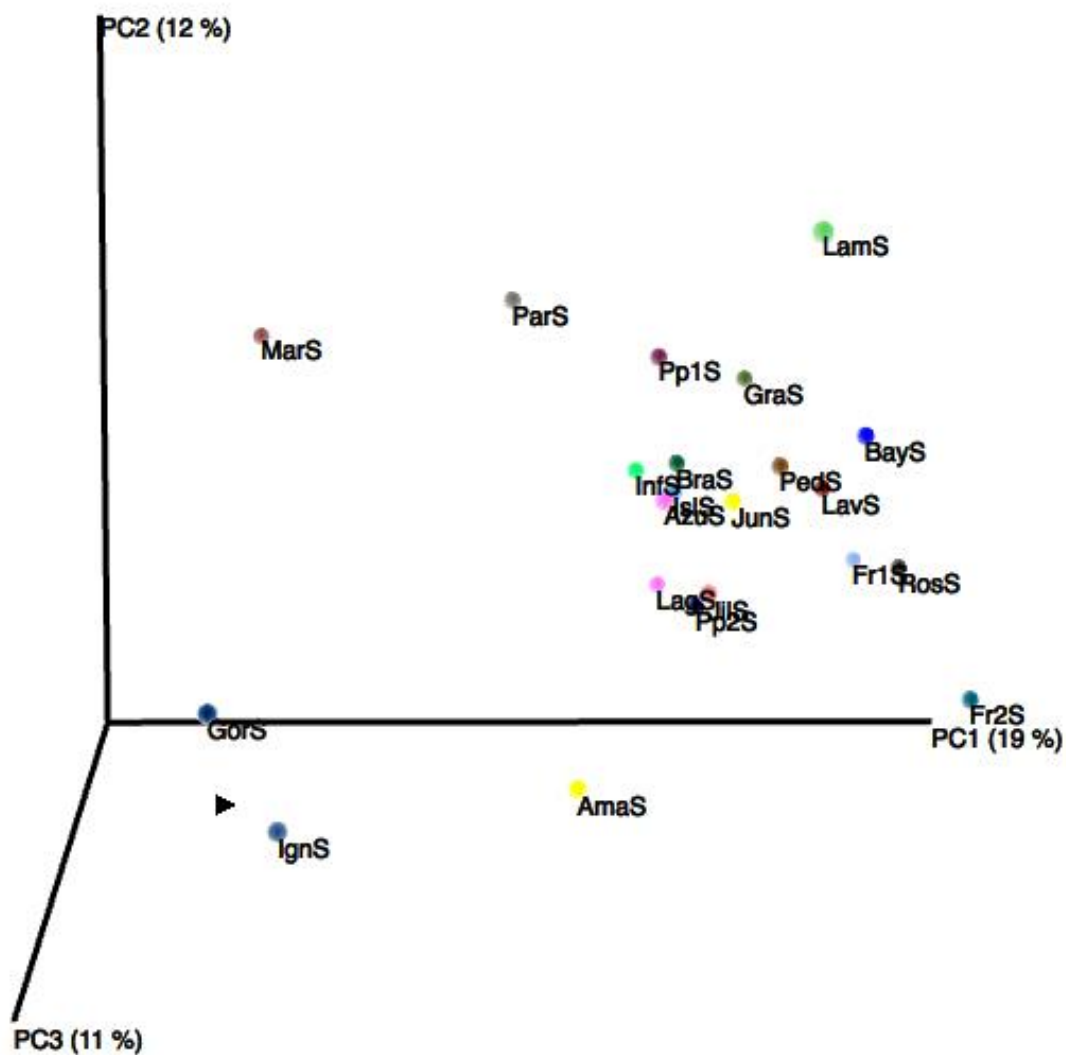
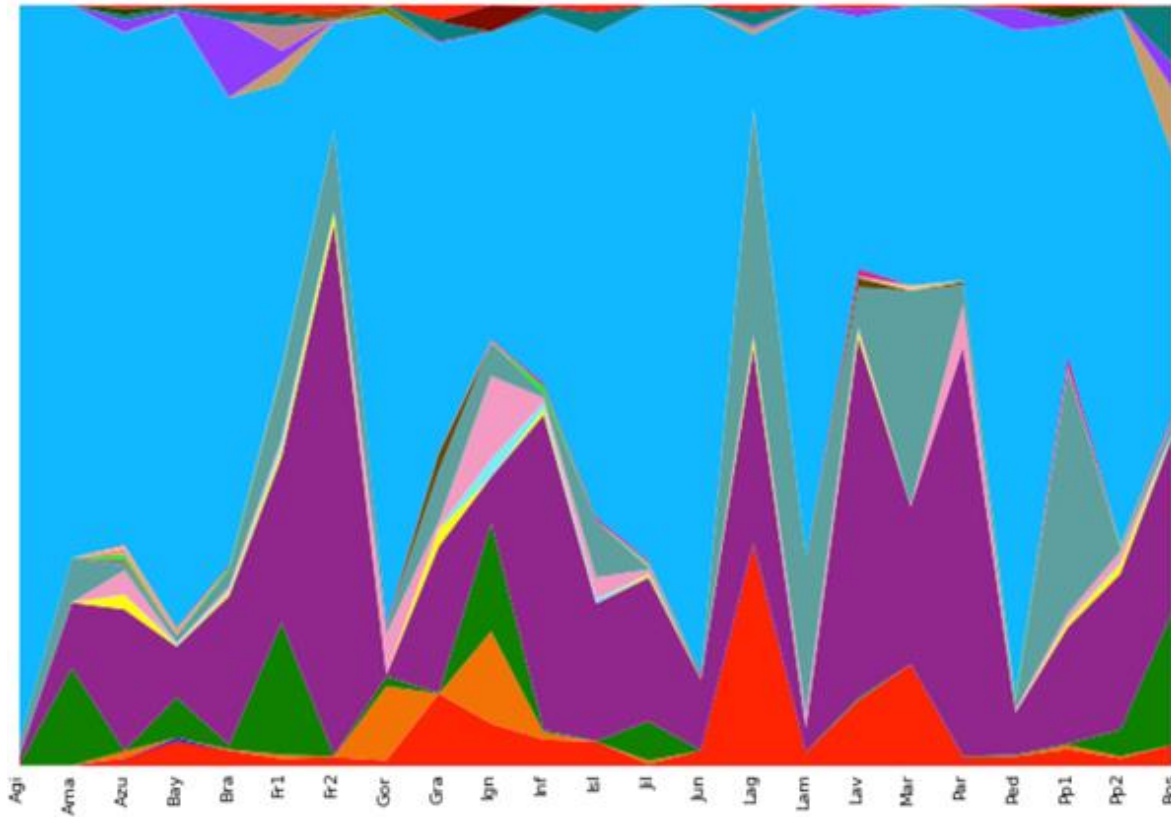


Figura IV.12. Análisis de diversidad en sedimentos: (Beta diversity). En sus componentes principales. PC1, PC2 y PC3. Posición relativa de los sistemas analizados en su diversidad microbiana. Destaca nuevamente el grupo de sistemas Gorbea (Gor), Ignorado (Ign) y Agua amarga (Ama)

IV.12.6. Diversidad taxonómica en base a clase de bacterias



Principales abundancias taxonómicas bacterianas por clase

Proteobacteria	56,5%
Bacteroidetes	20,7%
Firmicutes	7,5%
Desconocido	4,0%
Actinobacteria	3,4%
Cyanobacteria	1,6%
Acidobacteria	1,2%
Tenericutes	1%

Figura IV.13. Diversidad Taxonómica de Clase de Bacteria en sedimentos y agua de los 22 sistemas altoandinos. La clase dominante corresponde a Proteobacteria, seguida de Bacteroidetes y firmicutes. Un 4% del material genético bacteriano es de origen desconocido.

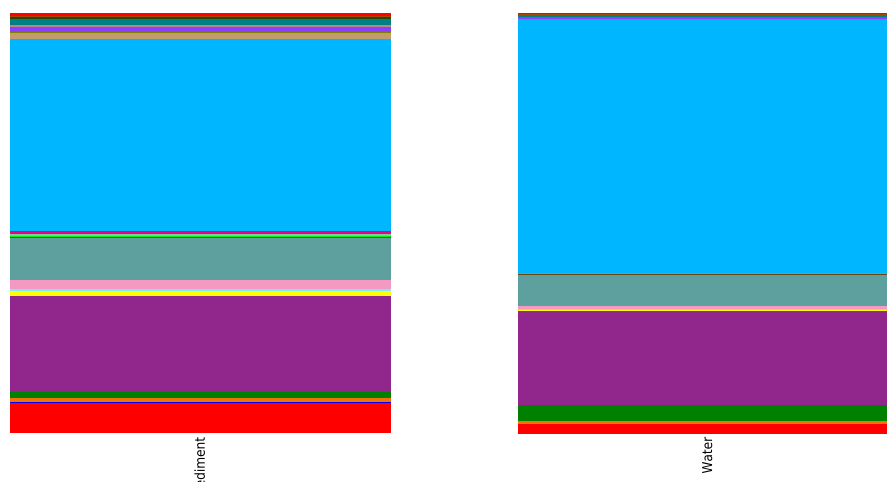


Figura IV.14. Diversidad Taxonómica comparativa de las muestras de suelo (sediment) y agua (wáter). Se aprecia una mayor variedad de clases de bacteria en sedimento que en agua. En la fase líquida el predominio de la clase Proteobacteria es mucho mayor. Mientras que en los sedimentos hay mayor presencia de especies desconocidas.

IV.12.7. Índice de Chao1

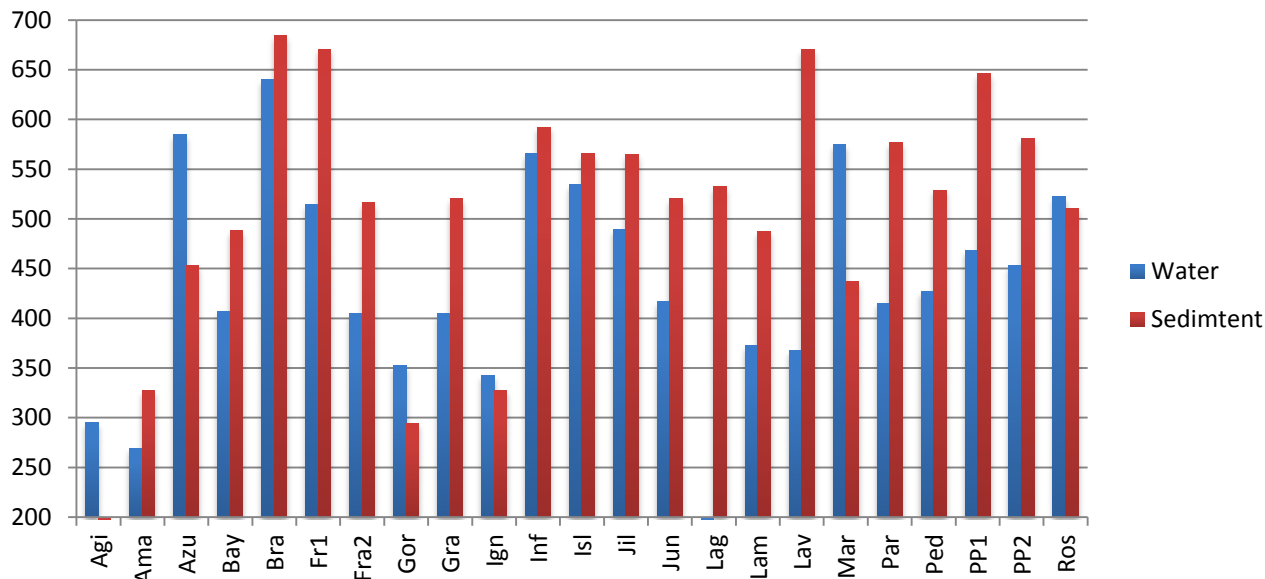


Figura IV.15: Índice Chao1 que indica grado de variabilidad de especies presentes en una muestra. A menor grado, mayor número de individuos de una sola especie. A mayor grado, mayor número de individuos de variadas especies.

IV.12.8. Conclusiones

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” se focaliza en una de las temáticas transversales de interés regional: recurso hídrico, dado que propone explorar y caracterizar particularmente los cuerpos de agua como lagunas, ojos de agua, ríos, vegas y salares, considerados en su conjunto como humedales continentales. Los sitios de estudio fueron: Salar de Gorbea, Salar Ignorado, Salar de la Azufrera, Salar de Agua Amarga, Salar de Aguilar, Salar de La Isla, Salar de Las Parinas, Salar Grande, Salar de Los Infieles, Salar de Pedernales, Salar de La Laguna, Salar de Piedra Parada, Lagunas Bravas, Lagunas del Jilguero, Laguna del Bayo, Laguna Verde, Salar de Maricunga, Laguna del Negro Francisco y se incluyeron adicionalmente el Río Lama, y Río Juncal.

En términos generales, es posible mencionar el sistema Norte, conformado por las cuencas, Gorbea (Gor), Ignorado, (Ign) Agua Amarga (Ama) y Aguilar, (Agi) (Figura IV.16) presentan una reducida variedad de especies, (Fig IV.15) como también en cantidad de individuos y en contenido de material genético bacteriano (Fig. IV.7). En este sector, destaca la predominancia de especies de clase Acidobacteria (Fig IV.6), lo que lo hace en términos de análisis en condiciones extremas de alto interés científico y biotecnológico, a pesar de su baja abundancia. Lo anterior en concordancia al análisis de sus componentes principales (Fig IV.11 y 12) donde las cuencas norte se distancian de el grupo principal de cuencas altoandinas en su componente bacteriano. El salar de Agua Amarga, presenta la menor variabilidad de especies, como también el menor numero de especies observadas, en suelo y en agua.

Podemos indicar entonces, que sector Norte del Altoandino de la Región de Atacama, destacan las condiciones difíciles para la vida, causado por sus inherentes características geológicas y por estar incluidos en zonas limítrofes con la región de Antofagasta y con desierto absoluto o hiperárido.

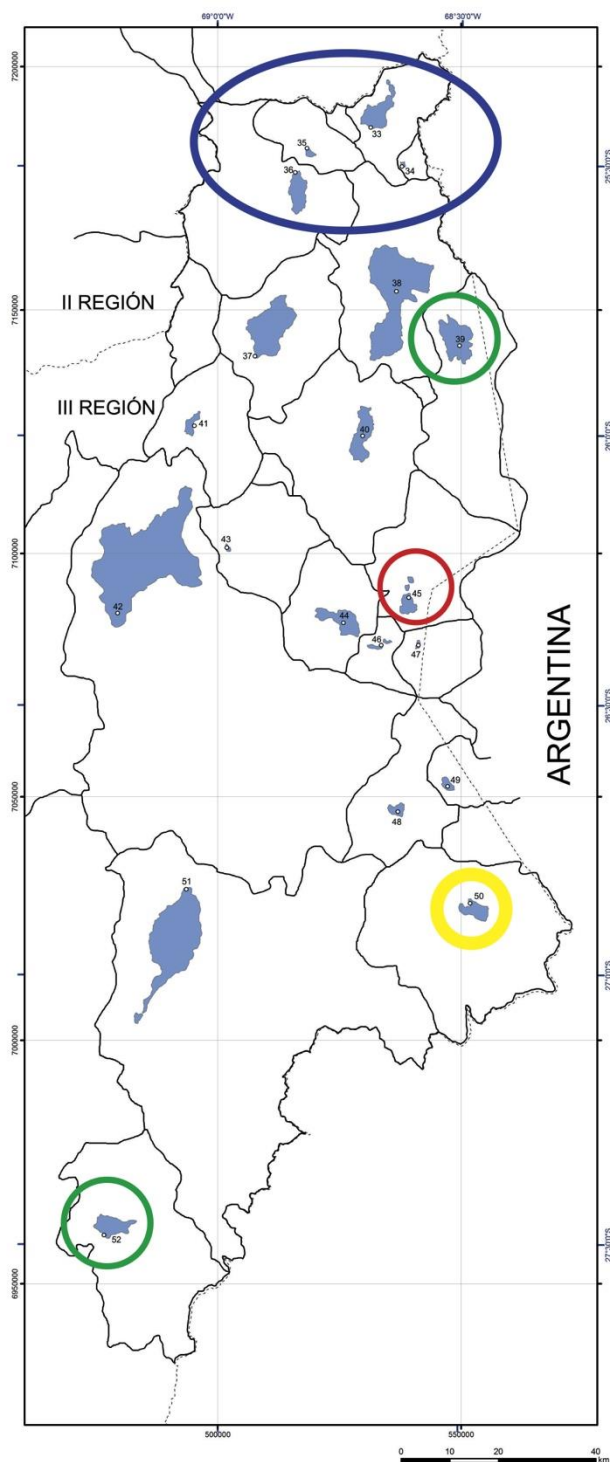


Figura IV.16. Resumen de sistemas. Azul. Zona norte, Gorbea, Ignorado, Azufrera y Agua Amarga. Rojo, Lagunas Bravas. Verde, Las Parinas y Negro Francisco. Amarillo, Laguna Verde.

Más al sur, la cuenca de las Lagunas Bravas destaca por su gran variabilidad bacteriana, como también un alto número de especies observadas, en suelo y en agua riqueza bacteriana (Fig. IV.14 y 15). Aunque sin embargo la presencia en diversidad de clases no es de las más importantes, es puede ser indicativo de lo equilibrado y frágil del sistema, donde la clase Proteobacteria es altamente predominante (Fig. IV.5). Las Lagunas Bravas destacaron por su difícil acceso, aguas prístinas y reducida intervención humana, lo que estaría favoreciendo sus especiales condiciones para una protección ambiental legislada.

Por otro lado, los sistemas Salar de las Parinas (Par) y Negro Francisco (Fra 1 y Fra 2) aparecen como sistemas de una gran cantidad de material genético bacteriano, (Fig. IV.7) lo que se correlaciona directamente con la abundancia de especies de aves y vegetación en la zona, indicando que son sistemas muy dinámicos en términos ecosistémicos. En términos de componentes principales, estos 2 sistemas aparecen

relacionados en términos de clase de especies que abundan en los sedimentos y agua.

Las mayores diferencias observadas en un mismo sistema en comparación con el agua y el sedimento se apreciaron en Laguna Verde, (Lav, Fig. IV.10) la cual en el agua posee una baja variabilidad y cantidad de especies bacterianas, en comparación con el sedimento, que lo superó 2,5 veces. (Fig IV.15) Indicando que en este sistema los componentes nutricionales estarían siendo aportados mayoritariamente por el sedimento, mas que por el aporte hídrico superficial/pluvial. Similar fenómeno ocurre en las cuencas Salar Grande y Negro Francisco. Caso contrario se observa en Maricunga (Mar) y Azufrera (Azu) donde la variabilidad de especies bacterianas es superior en el agua y no así en el sedimento, indicando la importancia del aporte hídrico a la nutrición de la cadena trófica. (Fig IV.15).

Como conclusiones generales del capítulo IV Comunidades microbianas, podemos indicar.

- Las lecturas alcanzaron un índice de rarefacción aceptable (Figura IV.7.)
- Se observaron patrones diferenciales de poblaciones bacterianas en las cuencas altoandinas. Destaca la separación taxonómica de las cuencas del Sistema Norte. Gorbea-Ignorado con respecto a los otros sistemas, indicándose un especial interés en la investigación científica y en Biotecnología aplicada. (Figura IV.12)
- Empríricamente se pueden correlacionar con características de la macrofauna y diversidad ecosistémica. En general correlacionan los datos de cuencas ricas en diversidad como Negro Francisco y Las Parinas, en comparación con aquellas menos variadas, como Infieles y La laguna. (Figura IV. 11)

Al cierre de este informe se indica que gracias a los datos generados, de los sedimentos y agua de las cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama, es posible ahora correlacionar los datos con la información generada en los otros capítulos de este documento, lo que conlleva a un extenso trabajo de análisis estadístico, que saldrán a luz en publicaciones científicas relevantes que indiquen las estrategias de adaptación de los microorganismos en condiciones de aridez, oxidación y salinidad, como también considerar la importancia de la variable geológica en la caracterización de las comunidades bacterianas, base de la cadena trófica de los ecosistemas Altoandinos de Atacama.

IV.13. Bibliografía

- Bové, J., Martínez-Vicente, M., & Vila, M. (2011). Fighting neurodegeneration with rapamycin: mechanistic insights. *Nature Reviews. Neuroscience*, 12(8), 437–452. doi:10.1038/nrn3068
- Cabrol, N. A., Wettergreen, D., Warren-Rhodes, K., Grin, E. A., Moersch, J., Diaz, G. C., ... Wyatt, M. (2007). Life in the Atacama: Searching for life with rovers (science overview). *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 112(4). doi:10.1029/2006JGO00298
- Conama. (2003). Estrategia Nacional de Biodiversidad. *Gobierno de Chile*.
- Cragg, G. M., Grothaus, P. G., & Newman, D. J. (2009). Impact of natural products on developing new anti-cancer agents. *Chemical Reviews*, 109(7), 3012–3043. doi:10.1021/cr900019j
- Demergasso, C., Dorador, C., Meneses, D., Blamey, J., Cabrol, N., Escudero, L., & Chong, G. (2010). Prokaryotic diversity pattern in high-altitude ecosystems of the Chilean Altiplano. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 115(3). doi:10.1029/2008JG000836
- Dionisi, H. M., Lozada, M., & Olivera, N. L. (2012). Bioprospection of marine microorganisms: biotechnological applications and methods. *Revista Argentina de Microbiología*, 44(1), 49–60. doi:10.1590/S0325-75412012000100010
- Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*. doi:10.1016/S0921-8009(02)00088-5
- Fletcher, L. E., Conley, C. A., Valdivia-Silva, J. E., Perez-Montaña, S., Condori-Apaza, R., Kovacs, G. T. A., ... McKay, C. P. (2011). Determination of low bacterial concentrations in hyperarid Atacama soils: comparison of biochemical and microscopy methods with real-time quantitative PCR. *Canadian Journal of Microbiology*. doi:10.1139/w11-091
- Galleguillos, P., Remonsellez, F., Galleguillos, F., Guiliani, N., Castillo, D., & Demergasso, C. (2008). Identification of differentially expressed genes in an industrial bioleaching heap processing low-grade copper sulphide ore elucidated by RNA arbitrarily primed polymerase chain reaction. *Hydrometallurgy*, 94(1-4), 148–154. doi:10.1016/j.hydromet.2008.05.031
- Gavrilescu, M., & Chisti, Y. (2005). Biotechnology - A sustainable alternative for chemical industry. *Biotechnology Advances*. doi:10.1016/j.biotechadv.2005.03.004

- Goodfellow, M., & Fiedler, H. P. (2010). A guide to successful bioprospecting: Informed by actinobacterial systematics. In *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology* (Vol. 98, pp. 119–142). doi:10.1007/s10482-010-9460-2
- Hock, A. N., Cabrol, N. a., Dohm, J. M., Piatek, J., Warren-Rhodes, K., Weinstein, S., ... Glasgow, J. (2007). Life in the Atacama: A scoring system for habitability and the robotic exploration for life. *Journal of Geophysical Research*, 112(G4), 1–14. doi:10.1029/2006JG000321
- Imhoff, J. F., Labes, A., & Wiese, J. (2011). Bio-mining the microbial treasures of the ocean: New natural products. *Biotechnology Advances*. doi:10.1016/j.biotechadv.2011.03.001
- Kuczynski, J., Stombaugh, J., Walters, W. A., González, A., Caporaso, J. G., & Knight, R. (2012). Using QIIME to analyze 16s rRNA gene sequences from microbial communities. *Current Protocols in Microbiology*, (SUPPL.27). doi:10.1002/9780471729259.mc01e05s27
- Liu, X., Bolla, K., Ashforth, E. J., Zhuo, Y., Gao, H., Huang, P., ... Zhang, L. (2012). Systematics-guided bioprospecting for bioactive microbial natural products. In *Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology* (Vol. 101, pp. 55–66). doi:10.1007/s10482-011-9671-1
- Lynch, R. C., King, A. J., Farías, M. E., Sowell, P., Vitry, C., & Schmidt, S. K. (2012). The potential for microbial life in the highest-elevation (>6000m.a.s.l.) mineral soils of the Atacama region. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 117(2). doi:10.1029/2012JG001961
- Markowitz, V. M., Chen, I. M. A., Palaniappan, K., Chu, K., Szeto, E., Grechkin, Y., ... Kyrpides, N. C. (2012). IMG: The integrated microbial genomes database and comparative analysis system. *Nucleic Acids Research*, 40(D1). doi:10.1093/nar/gkr1044
- McKay, C. P., Friedmann, E. I., Gómez-Silva, B., Cáceres-Villanueva, L., Andersen, D. T., & Landheim, R. (2003). Temperature and moisture conditions for life in the extreme arid region of the Atacama desert: four years of observations including the El Niño of 1997-1998. *Astrobiology*, 3(2), 393–406. doi:10.1089/153110703769016460
- Morita, A., Isawa, H., Orito, Y., Iwanaga, S., Chinzei, Y., & Yuda, M. (2006). Identification and characterization of a collagen-induced platelet aggregation inhibitor, triplatin, from salivary glands of the assassin bug, *Triatoma infestans*. *FEBS Journal*, 273(13), 2955–2962. doi:10.1111/j.1742-4658.2006.05306.x

- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858. doi:10.1038/35002501
- Nachtigall, J., Kulik, A., Helaly, S., Bull, A. T., Goodfellow, M., Asenjo, J. A., ... Fiedler, H.-P. (2011). Atacamycins A-C, 22-membered antitumor macrolactones produced by *Streptomyces* sp. C38[ast]. *J Antibiot*, 64(12), 775–780.
- Osborne, M. (2010). The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda. *OECD Observer*, (278), 35–37. doi:10.1787/9789264056886-en
- Reed, K. A., Manam, R. R., Mitchell, S. S., Xu, J., Teisan, S., Chao, T. H., ... Potts, B. C. M. (2007). Salinosporamides D-J from the marine actinomycete *Salinispora tropica*, bromosalinosporamide, and thioester derivatives are potent inhibitors of the 20S proteasome. *Journal of Natural Products*, 70(2), 269–276. doi:10.1021/np0603471
- Sehgal, S. N., Baker, H., & Vézina, C. (1975). Rapamycin (AY-22,989), a new antifungal antibiotic. II. Fermentation, isolation and characterization. *The Journal of Antibiotics*, 28(10), 727–732.
- Skelley, A. M., Cleaves, H. J., Jayarajah, C. N., Bada, J. L., & Mathies, R. A. (2006). Application of the Mars Organic Analyzer to nucleobase and amine biomarker detection. *Astrobiology*, 6(6), 824–837. doi:10.1089/ast.2006.6.824
- Tyson, G. W., Chapman, J., Hugenholtz, P., Allen, E. E., Ram, R. J., Richardson, P. M., ... Banfield, J. F. (2004). Community structure and metabolism through reconstruction of microbial genomes from the environment. *Nature*, 428(6978), 37–43. doi:10.1038/nature02340
- Tyson, G. W., Lo, I., Baker, B. J., Allen, E. E., Hugenholtz, P., & Banfield, J. F. (2005). Genome-directed isolation of the key nitrogen fixer *Leptospirillum ferrodiazotrophum* sp. nov. from an acidophilic microbial community. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(10), 6319–6324. doi:10.1128/AEM.71.10.6319-6324.2005
- Wang, S., Lewis, C. M., Jakobsson, M., Ramachandran, S., Ray, N., Bedoya, G., ... Ruiz-Linares, A. (2007). Genetic variation and population structure in Native Americans. *PLoS Genetics*, 3(11), 2049–2067. doi:10.1371/journal.pgen.0030185
- Wettergreen, D., Cabrol, N., Teza, J., Tompkins, P., Urmson, C., Verma, V., ... Whittaker, W. (n.d.). First Experiments in the Robotic Investigation of Life in the Atacama Desert of Chile. *Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 873–878. doi:10.1109/ROBOT.2005.1570227

V. PROSPECCIÓN DE LA VEGETACIÓN Y FLORA EN SALARES, RÍOS Y LAGUNAS ALTOANDINAS

V.1. Introducción

La región de Atacama se encuentra formando parte de unos de los 34 hotspot de biodiversidad a nivel mundial (Arroyo et al. 2004, Mittermeier et al. 2004), con una de las floras mas diversas y con mayores niveles de endemismo (54,3 %) de Chile continental, (Squeo et al. 2008).

En Atacama la flora la constituyen 1099 especies, de las cuales 980 corresponde a las especies de origen nativo (Squeo et al. 2008), cifra que resulta relevante considerando que en Chile el total de la flora (nativas e introducidas) asciende a 5705 especies. En Atacama las tres familias con la mayor cantidad de representantes son Poaceae, Fabaceae y Brassicaceae.

Para la región de Atacama, la mayor riqueza de especies vegetales alto-andinas se registra en los Andes de Vallenar, la cual decae pronunciadamente hacia el norte, culminando con el mínimo número de especies de plantas andinas encontrado en Chile, correspondiente a 55 especies observadas en los Andes de Copiapó, en torno de los 25° 30'S, área donde se encuentran los sitios de estudio contemplados en éste trabajo. En la zona andina norte de la región de Atacama, la escasez de lluvias genera condiciones hiperáridas que afectan también dramáticamente la continuidad de la cubierta vegetal, con una cobertura inferior al 15 % (Villagrán 2006).

El presente documento es una contribución botánica generada en las prospecciones realizadas a los salares alto-andinos contemplados en el Proyecto “Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas alto-andinas de la región de Atacama, Bases científicas del recurso hídrico para la innovación y la competitividad”. El fin de este trabajo es dar cuenta del componente vegetal en el área de estudio así como de las especies representativas de los sitios visitados correspondiente a lagunas alto-andinas, salares y ríos. En efecto, se pretende prospectar el componente florístico en los salares y otros humedales en el altiplano del norte en la región de Atacama de Chile entre los 25° S y los 28° S.

En éste contexto los objetivos trazados son los siguientes:

V. 2. Objetivo General.

Caracterizar el componente vegetal del entorno donde se inserta el area de estudio así como prospeccionar en los sitios de estudio las especies florísticas representativas y aquellas con problemas de conservación de acuerdo con las instancias nacionales pertinentes.

V. 2.1. Objetivos Específicos.

1. Describir la vegetación del Entorno del area de estudio.
2. Identificar las especies de la flora representativa en los sitios de estudio.
3. Detectar los elementos florísticos con problemas de conservación de acuerdo con la legislación vigente.

V. 3. Metodología

V.3.1. Área de Estudio: Los días nublados promedian sólo 16 días al año y 264 días despejados (Antonioletti et al. 1972), con sensibles contrastes entre las temperaturas del día y la noche por el aire transparente que predomina. El clima es de tipo Desierto frío de montaña (Köppen 1948) con una media anual de 11,2 °C, con un registro promedio para Enero de 13,7 °C y de 18,4 °C para las máximas medias y con mínimas para Junio que rondarían los -10 °C (Juliá et al. 2008).

Los sitios de estudio son 22 y están ubicados desde el límite norte de la región de Atacama con la de Antofagasta hasta la latitud de la ciudad de Copiapo (26 °S) (Figura 1), con una altura mínima de 3300 msnm hasta una altura máxima de 5100 msnm (la mayor parte de los sitios se concentran bajo los 4600 msnm). Para cada uno de los sitios de estudio se consideraron los márgenes inmediatos de cada espejo de agua y aquellos puntos circundantes con abundancia de vegetación típica de vegas, bofedales, lagunas con alta vegetación acuática o lagunas salobres con fito y zooplancton (Aguirre & Torres 2005). Estos sistemas corresponden a; salares, lagunas altoandinas y ríos, los cuales se detallan a continuación (Figura 1): **1.** Salar de Gorbea (Sitio 1=S1), **2.** Salar Ignorado (Sitio 2=S2), **3.** Salar de la Azufrera (Sitio 3=S3), **4.** Salar de Agua Amarga (Sitio 4=S4), **5.** Salar de

Aguilar (Sitio 5=S5), **6.** Salar de La Isla (Sitio 6=S6), **7.** Salar de Las Parinas (Sitio 7=S7), **8.** Salar Grande (Sitio 8=S8), **9.** Salar de Los Infieles (Sitio 9=S9), **10.** Salar de Pedernales (Sitio 10=S10), **11.** Salar de La Laguna (Sitio 11=S11), **12.** Salar de Piedra Parada (Sitio 12=S12), **13.** Lagunas Bravas (Sitio 13=S13), **14.** Lagunas del Jilguero (Sitio 14=S14), **15.** Laguna del Bayo (Sitio 15=S15), **16.** Laguna Verde (Sitio 16=S16), **17.** Río Lama (Sitio 17=S17), **18.** Salar de Maricunga (Sitio 18=S18), **19.** Laguna Sta. Rosa (Sitio 19=S19), **20.** Laguna del Negro Francisco (Sitio 20=S20), **21.** Río La Gallina (Sitio 21=S21) y, **22.** Río Juncal (Sitio 22=S22). Todos los sitios antes mencionados, se reconocen al menos seis sitios considerados de preservación ecológica, sitios de protección RAMSAR o de interés turístico:

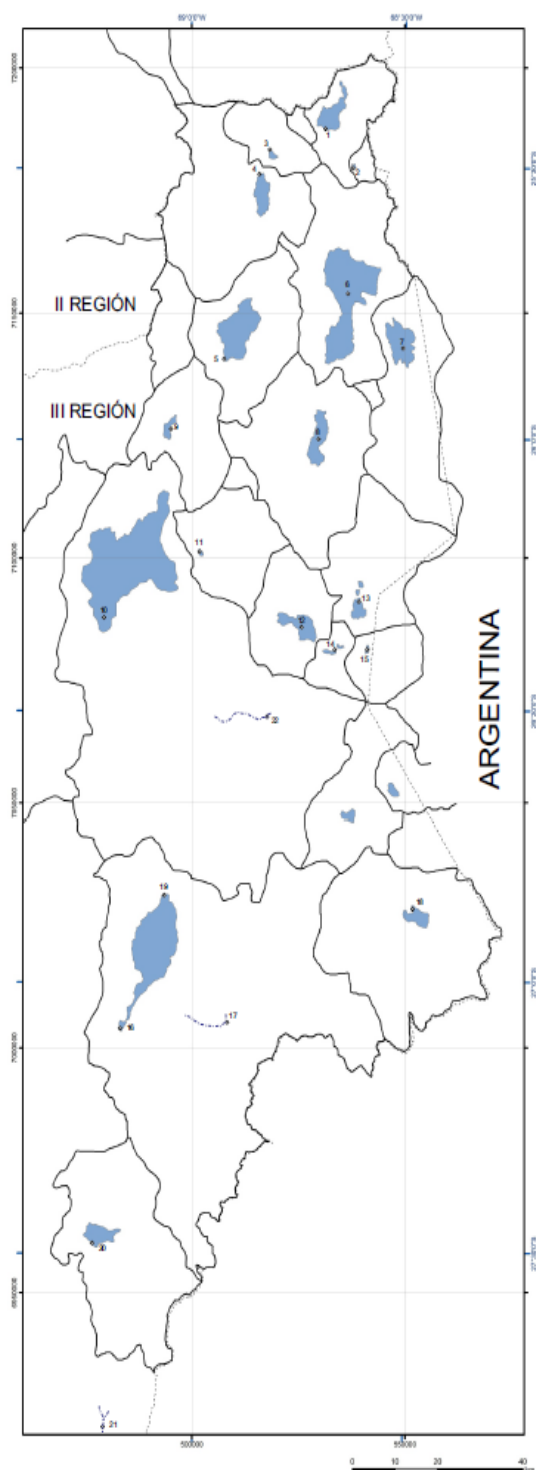
a) SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ESTADO (SNASPE):

Parque Nacional Nevado Tres Cruces, donde se incluyen el Salar de Maricunga, la Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa, Lagunas Bravas y sectores aledaños que constituyen parte del Parque Nacional.

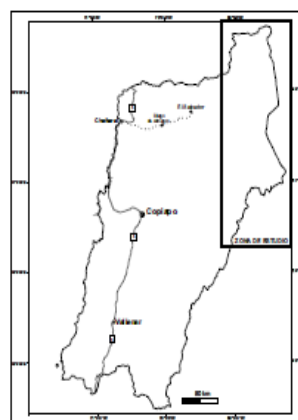
b) RAMSAR: Sitio RAMSAR número 0877 (fecha de creación 2 de diciembre de 1996), puesto N°CHI-06 de la región de Atacama, incluye a la Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa.

c) ÁREA DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA: dentro de esta categoría se incluye el Salar de Pedernales considerado como área preservación ecológica, en donde se incorporan las lagunas y formaciones vegetacionales asociados al borde del salar (CONAMA 2002, Jara 2009).

d) SITIO PRIORITARIO DE PROTECCIÓN: el Salar de Pedernales se le considera como uno de los 9 Sitios Prioritarios según la Estrategia Regional de Biodiversidad de Atacama 2002 y 2010-2017, con prioridad urgente de protección (CONAMA 2002).



Mapa Ubicación Cuencas Región de Atacama



Número	Cuencas Lugar	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
		Este	Norte	Latitud	Longitud
1	Salar de Gorbica	531439.78	7187566.85	25°25'42.60"S	68°41'14.44"W
2	Salar Ignorado	537972.07	7179781.33	25°29'55.15"S	68°37'19.79"W
3	Salar de la Azufre	518341.94	7183145.73	25°28'12.12"S	68°49'3.13"W
4	Salar de Agua Amarga	515917.03	7178197.79	25°30'48.08"S	68°50'29.76"W
5	Salar de Aguilar	507649.08	7140492.06	25°51'14.08"S	68°55'25.19"W
6	Salar de La Isla	536757.70	7153755.52	25°44'1.32"S	68°38'0.72"W
7	Salar de las Parinas	549633.42	7142673.80	25°50'0.19"S	68°30'17.11"W
8	Salar Grande	529798.94	7134133.19	26°04.84"S	68°42'8.06"W
9	Salar de los Infieles	495217.59	7126154.73	25°59'0.20"S	69°2'52.01"W
10	Salar de Pedernales	479444.31	7087680.39	26°19'50.38"S	69°12'21.52"W
11	Salar de la Laguna	501874.80	7101115.99	26°12'34.16"S	68°58'52.44"W
12	Salar de Piedra Parada	525878.51	7085666.94	26°20'55.51"S	68°44'26.32"W
13	Lagunas Bravas	539224.60	7090880.71	26°18'4.94"S	68°36'25.39"W
14	Lagunas del Jilguero	533583.25	7081117.61	26°23'22.81"S	68°39'47.92"W
15	Laguna del Bayo	541229.97	7081094.04	26°23'22.86"S	68°35'11.94"W
16	Laguna Santa Rosa	482898.00	7004321.20	27°50.06"S	69°10'21.00"W
17	Río Lama	506842.00	7004452.00	27°45'6.13"S	68°55'51.56"W
18	Laguna Verde	551859.74	7028121.75	26°52'3.38"S	68°28'40.49"W
19	Salar de Maricunga	493567.14	7031003.34	26°50'33.13"S	69°3'53.09"W
20	Laguna del Negro Francisco	476683.65	6960011.65	27°28'59.85"S	69°14'9.69"W
21	Río la Gallina	479380.70	6923420.80	27°48'48.20"S	69°12'33.67"W
22	Río Juncalito	517947.98	7067642.94	26°30'41.83"S	68°49'11.54"W

Figura V.1. Disposición espacial de los sitios de estudio (Salares, Lagunas y Ríos) ubicados en la zona norte de la alta-montaña en la región de Atacama, Chile.

Las labores de terreno se realizaron durante las primeras horas de la mañana (8:00 hrs) hasta horas de la tarde (17:00 hrs), considerando la exploración de los sitios de estudio seleccionados en el marco del proyecto “Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas alto-andinas de la región de Atacama, Bases científicas del recurso hídrico para la innovación y la competitividad” en la Región de Atacama. El clima fue de parcial a despejado con temperaturas matinales bajo cero y máximas superiores a los 15 °C. El viento fue en aumento hacia las tardes (regularmente a partir de las 17 hrs) con desarrollo de tormentas eléctricas de verano con posterior nevadas ó con granizadas por un corto período.

V.3.2. Muestreo vegetal: El muestreo del componente vegetal se realizó mediante 3 parcelas de 100 m² (10 x 10 m), por cada sitio a partir de un punto central georreferenciado. Se complementó los datos con algunos registros entre parcelas y las cercanías.

V.3.2. Identificación Taxonómica: Se tomó muestras de algunos ejemplares para herborización e identificación mediante bibliografía especializada (p.e. Monografías y revisiones de generos). En los casos mas complicados se envió muestras a herbario profesional (Herbario de Concepción de la Universidad de Concepción), para establecer la determinación y depósito en la colección del herbario. Varias de las especies más comunes y típicas de éstos ambiente fueron reconocida in situ. Para los nombres científicos y formas de vida se consideró Squeo et al. (2008) y Zuloaga et al. (2008).

V.4. Resultados: Vegetación

La zona de estudio pertenece a la Región Ecológica del Desierto, subregión del Desierto altoandino, en las formaciones vegetales del Desierto Altoandino del Ojos del Salado y Estepa Desértica de los Salares Altoandinos (Gajardo 1994).

Los pisos vegetacionales (Luebert y Plischoff 2006), que tienen su desarrollo en la zona estudiada y donde se insertan los 22 sitios de estudio son (Figura 2): 1) El Matorral bajo tropical mediterráneo andino de *Adesmia subterranea* y *Adesmia echinus*, 2) Matorral bajo tropical andino de *Artemisia copa* y *Jarava* (= *Stipa*) *frigida*, 3) Matorral Bajo Desertico Tropical-Mediterraneo Andino de *Atriplex imbricata* y, 4) Matorral bajo andino de *Mulinum crassifolium* y *Urbania pappigera*.

Cada uno de los sitios prospectados (salares, lagunas y ríos) corresponde a unidades azonales dentro de cada piso vegetacional respectivo.

Los sitios de estudio caracterizados principalmente por salares, lagunas y ríos en menor proporción, son comunidades principalmente azonales dominados por la forma de vida herbácea. Respecto de la correspondencia de los 22 sitios de estudio para cada uno de los pisos vegetacionales (Tabla 1), el panorama resultó el siguiente: En el piso número 1 se registran 11 sitios (Salar de Gorbea, Salar del Ignorado, Salar de La Azufrera, Salar de Agua Amarga, Salar de Aguilar, Salar de La Isla, Salar de Las Parinas, Salar Grande, Salar de Los Infieles, Salar de La Laguna, Lagunas Bravas). En el piso número 2 se registran 6 sitios (Salar de Pedernales, Salar de Piedra Parada, Laguna del Jilgero, Laguna del Bayo, Salar de Maricunga y Río Juncal). En el piso número 3 se registran 4 sitios (Laguna Santa Rosa, Río Lama, Laguna Negro Francisco y Río La Gallina). En el piso número 4 sólo se registra 1 sitio (Laguna verde).

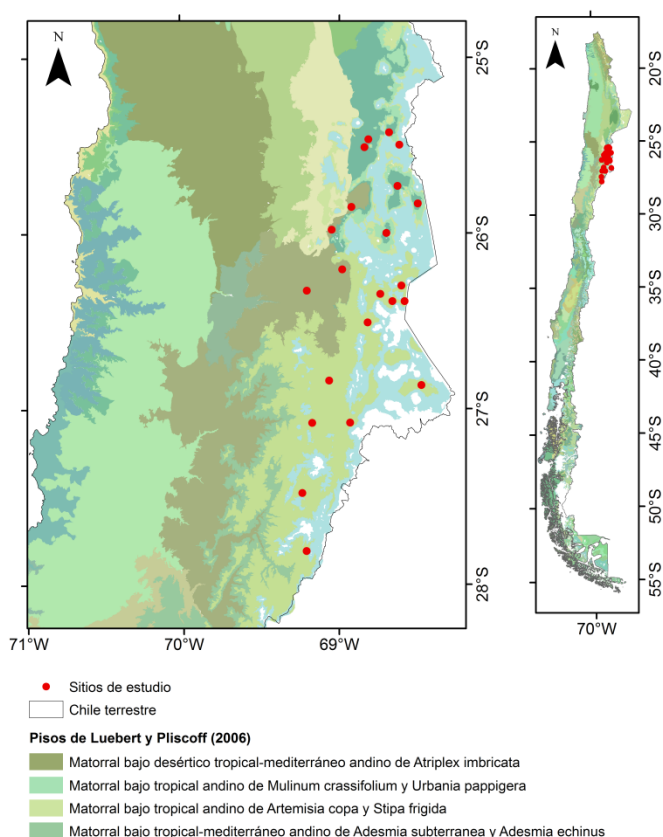


Figura V.2. Sitios de estudio y su correspondencia con los pisos vegetaciones de Luebert & Plischoff (2006), en la región de Atacama, Chile.

Tabla V.1. Sitios de estudio, ubicación (Datum WGS 84) y su correspondencia con los pisos vegetacionales descritos por Luebert & Plischoff (2006).

SITIOS	LUGAR	Latitud	longitud	PISO	FORMACION
1	Salar de Gorbea	25°25'42.60"S	68°41'14.44"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
2	Salar Ignorado	25°29'55.15"S	68°37'9.79"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
3	Salar de la Azufre	25°28'7.12"S	68°49'3.13"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
4	Salar de Agua Amarga	25°30'48.08"S	68°50'29.76"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
5	Salar de Aguilar	25°51'14.08"S	68°55'25.19"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
6	Salar de La Isla	25°44'1.32"S	68°38'0.72"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
7	Salar de las Parinas	25°50'0.19"S	68°30'17.11"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
8	Salar Grande	26°0'4.84"S	68°42'8.06"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
9	Salar de los Infieles	25°59'0.20"S	69°2'52.01"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
10	Salar de Pedernales	26°19'50.38"S	69°12'21.52"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud
11	Salar de la Laguna	26°0'4.84"S	68°42'8.06"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
12	Salar de Piedra Parada	25°59'0.20"S	69°02'52.01"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud
13	Lagunas Bravas	26°19'50.38"S	69°12'21.52"W	Matorral bajo tropical-mediterráneo andino de <i>Adesmia subterranea</i> y <i>Adesmia echinus</i>	Matorral bajo de altitud
14	Lagunas del Jilguero	26°23'22.81"S	68°39'47.92"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud
15	Laguna del Bayo	26°23'22.86"S	68°35'11.94"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud
16	Laguna Santa Rosa	27°04'50.29"S	69°10'29.08"W	Matorral bajo desértico tropical-mediterráneo andino de <i>Atriplex imbricata</i>	Matorral bajo desértico
17	Río Lama	27°04'55.27"S	68°55'53.59"W	Matorral bajo desértico tropical-mediterráneo andino de <i>Atriplex imbricata</i>	Matorral bajo desértico
18	Laguna Verde	26°52'3.38"S	68°28'40.49"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Mulinum crassifolium</i> y <i>Urbania pappigera</i>	Matorral bajo de altitud
19	Salar de Maricunga	26°50'33.13"S	69°3'53.09"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud
20	Laguna del Negro Francisco	27°28'59.85"S	69°14'9.69"W	Matorral bajo desértico tropical-mediterráneo andino de <i>Atriplex imbricata</i>	Matorral bajo desértico
21	Río La Gallina	27°30'11.61"S	69°17'7.70"W	Matorral bajo desértico tropical-mediterráneo andino de <i>Atriplex imbricata</i>	Matorral bajo desértico
22	Río Juncal	26°30'34.28"S	68°53'42.02"W	Matorral bajo tropical andino de <i>Artemisia copa</i> y <i>Stipa frigida</i>	Matorral bajo de altitud

En prácticamente todos los sitios de estudio, la vegetación circundante es de tipo achaparrada ó acojinada, escasa a muy clara con una importante presencia de herbáceas perennes asociadas con arbustos o sólo herbáceas cercanos al cuerpo de agua (en los márgenes). La gran presencia de afloramientos de sales (excepto en los ríos), que sólo permiten el crecimiento de especies adaptadas de tipo Halófilas y Halotolerantes constituyendo praderas ó pastizales azonales hídricos que se insertan dentro de los pisos vegetacionales que tienen lugar en los sitios de interés.

V. 5. Resultados: Flora.

En los sitios de estudio prospectados, se registraron 35 especies vegetales pertenecientes a 19 familias (Tabla 2, Figura 3). Las familias con mayor cantidad de representantes es Poaceae (10 especies), seguido de Fabaceae (4 especies) y Juncaceae (3 especies). Adicionalmente se registró una especie sólo a nivel genérico perteneciente a la familia Asteraceae (*Senecio sp.*).

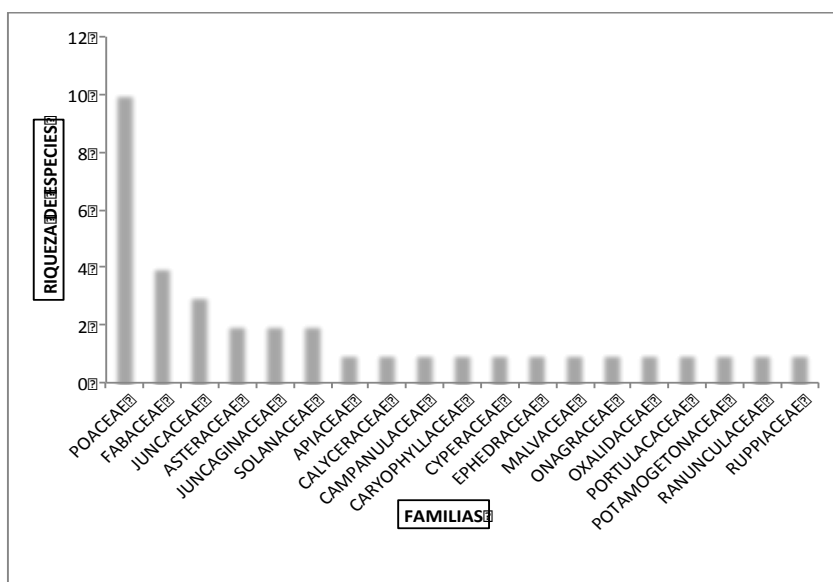


Figura V.3. Familias y número de especies por cada una de las variedades vegetales en los sitios de estudio, Atacama-Chile.

El origen geográfico de la flora (Tabla 2), es principalmente Nativo (no endémico) representado por 34 especies (97,1 %). El Endemismo presente en los sitios resultó ser muy bajo con 1 especie representante (2,9 %). No se registraron especies introducidas.

La forma de vida dominante en los sitios de estudio (Tabla 2), es la herbácea perenne con 24 especies (68,6 %), seguido de los arbustos con 9 especies (25,7 %) y finalmente las anuales con 2 especies (5,7 %). Otras formas de vida (árboles, helechos, etc), no se detectaron en los sitios visitados. Algunas de las especies registradas en el terreno se muestran en las Figuras 4a, 4b y 4c.

Respecto de la riqueza florística en los sitios de estudio visitados (Tabla 3), se encontró la mayor proporción en los siguientes sitios: Salar de Pedernales, Salar de Maricunga, Laguna Negro Francisco, Laguna Santa Rosa, Río La Gallina y Río Juncal. En cuanto a los sitios con la menor riqueza estos fueron; Salar de La Laguna, Salar de Las Parinas, Laguna del Bayo, Salar Grande, Salar de Agua Amarga, Lagunas del Jilgero, Laguna Verde, Salar de Los Infieles, Lagunas Bravas, Salar de La Azufrera. Adicionalmente se consigna que no existe información para los sitios Salar de Gorbea, Salar del Ignorado y Salar de Aguilar, que por problemas logísticos no fueron visitados en el contexto botánico de éste estudio.

Especies con problemas de conservación: De acuerdo con el Ministerio del Medio ambiente de Chile (MMA), en la Resolución de Clasificación de especies (RCE) correspondiente a 10 procesos a la fecha, no se encuentran contempladas las especies vegetales encontradas en los sitios de estudio. Lo mismo sucede con el libro rojo de Benoit (1989).



Figura V.4a. Fotografías numeradas con algunas de las especies registradas en los sitios de estudio en la alta-montaña de la región de Atacama. Se indica 1. *Puccinellia frigida* (Pasto alcalí), 2. *Triglochin concinna* (Junquillo), 3. *Hordeum comosum* (Cola de ratón), 4. *Calandrinia compacta*, 5. *Cristaria andicola* (Malvilla), 6. *Zameioscirpus atacamensis*.

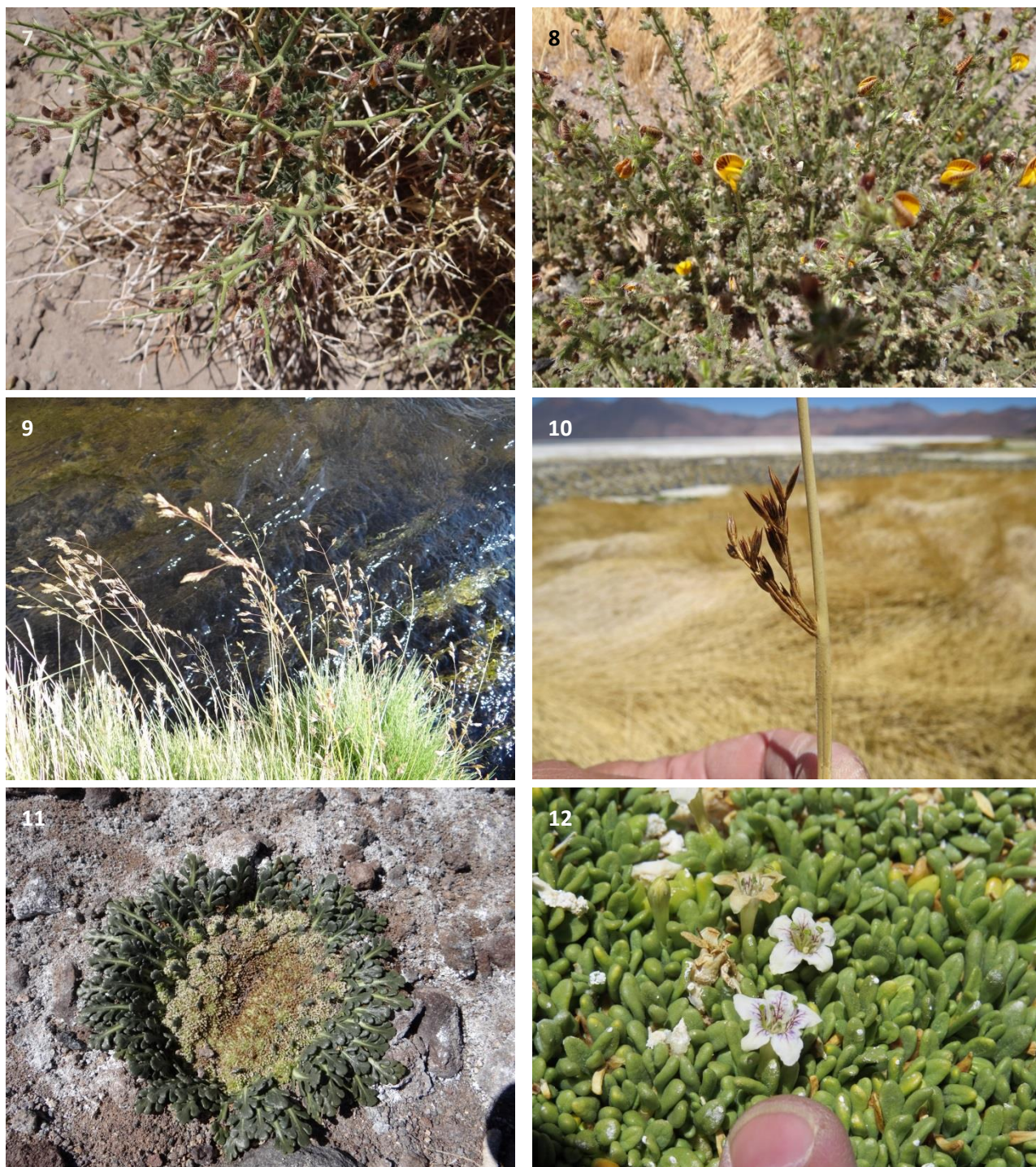


Figura V.4b. Se indica a continuación, 7. *Adesmia aegiceras* (Varilla chica), 8. *Adesmia frigida*, 9. *Deschampsia eminens* (Coirón suave), 10. *Juncus balticus* (Junco), 11. *Nastanthus caespitosus* (Coliflor de cordillera), 12. *Lycium humile* (Fabiana coral).



Figura V.4c. Se indica a continuación, 13. *Oxalis hypsophila* (Vinagrillo), 14. *Triglochin palustris* (Junquillo).

Tabla 2. Listado de especies vegetales registradas en los sitios de estudio en la región de Atacama, Chile. Para cada especie se indica la Familia, el nombre común si lo tiene, el origen fitogeográfico (NAT=Nativo, END=Endémico, INT=Introducido) y la forma de vida (T=árbol, F=fanerófita, S=sufrutice y SF (los dos anteriores considerados en conjunto como arbustos), K=cactácea, H=Herbácea perenne, B=Herbácea bianual y A=Herbácea anual). Modificado de Squeo et al. (2008).

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ORIGEN			FORMA DE VIDA							
			NAT	END	INT	T	F	S	SF	K	H	B	A
APIACEAE	<i>Mulinum</i> sp.	Hierba negra	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ASTERACEAE	<i>Senecio</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTERACEAE	<i>Senecio</i> sp.		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CALYCERACEAE	<i>Nastanthus</i> sp.	Coliflor de cordillera	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CAMPANULACEAE	<i>Lobelia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CARYOPHYLLACEAE	<i>Arenaria</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CYPERACEAE	<i>Eleocharis</i> sp.	Rime	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra</i> sp.	Pingo-pingo	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FABACEAE	<i>Adesmia</i> sp.	Varilla chica	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FABACEAE	<i>Adesmia</i> sp.	Cuerno de marion	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
FABACEAE	<i>Adesmia</i> sp.		0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
FABACEAE	<i>Adesmia</i> sp.	Cuerno de tabra	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
JUNCAEAE	<i>Juncus</i> sp.	Junco	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUNCAEAE	<i>Oxychloe</i> sp.	Champón	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUNCAEAE	<i>Patosia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUNCAGINACEAE	<i>Triglochin</i> sp.	Junquillo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JUNCAGINACEAE	<i>Triglochin</i> sp.	Junquillo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
MALVACEAE	<i>Cristaria</i> sp.	Malvilla	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ONAGRACEAE	<i>Gayophytum</i> sp.	Quinchamalí	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OXALIDACEAE	<i>Oxalis</i> sp.	Vinagrillo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Deyeuxia</i> sp.	Coiron suave	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Deyeuxia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Deyeuxia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Festuca</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Hordeum</i> sp.	Cola de ratón	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Puccinellia</i> sp.	Pasto de calí	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Puccinellia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
POACEAE	<i>Jarava</i> sp.	Coirón	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Jarava</i> sp.	Coirón	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POACEAE	<i>Puccinellia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PORTULACACEAE	<i>Calandrinia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
POTAMOGETONACEAE	<i>Potamogeton</i> sp.	Huiro, Huiro rojo	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RANUNCULACEAE	<i>Halerpestes</i> sp.	Botón de oro	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
RUPPIACEAE	<i>Ruppia</i> sp.		1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
SOLANACEAE	<i>Fabiana</i> sp.	Fabiana coral	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
SOLANACEAE	<i>Lycium</i> sp.		1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Subtotal			34	1	0	0	5	3	1	0	24	0	2
Total especies			35										
Porcentajes			97,1	2,9	0,0	0,0	14,3	8,6	2,9	0,0	68,6	0,0	5,7

V.6. REFERENCIAS.

AGUIRRE, J. & H. TORRES (2005) Aves de los Humedales Altoandinos del Norte de Chile. Edición Artmo Diseño. Santiago, Chile. 180 pp.

ANTONIOLETTI, R, H SCHNEIDER, JL BORCOSQUE & E ZARATE (1972). Características Climáticas del Norte Chico (26° a 33° latitud sur). Instituto de Investigación de Recursos Naturales, Santiago, 102 pp.

ARROYO MTK, PA MARKET, C MARTICORENA, JA SIMONETTI, L CAVIERES, FA SQUEO & R ROZZI (2004). Chilean Winter rainfall-Valdivian forest. En: (RA Mittermeier, PR Gil, M Hoffmann, J Pilgrin, T Brooks, CG Mittermeier, J Lamoreux & GAB da Fonseca, eds) Hotspot Revisted: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems: 99-103. CEMEX, México D.F.

BENOIT, I. (Ed.). 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Primera Parte). Corporación Nacional Forestal, Ministerio de Agricultura. Stgo. 151 p.

CONAMA (2002). Estrategia Nacional de Biodiversidad. Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Santiago, Chile. 166 pp.

GAJARDO R. (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria.

JULIÁ C, S MONTECINOS & A MALDONADO (2008). Características Climáticas de la Región de Atacama. En: (FA Squeo, G Arancio y JR Gutiérrez, eds). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama: 25 – 42 pp. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

KÖPPEN W (1948). Climatología. Fondo de Cultura Económica, México. Primera Ed. En español. 478 pp.

LETELIER L, F SQUEO, G ARANCIO, A MATICORENA, M MUÑOZ, M ARROYO, P LEON, S MONTECINOS & J GUTIERREZ (2008). Diversidad Vegetal de la Región de Atacama, Chile. En: (FA Squeo, G Arancio y JR Gutiérrez, eds). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama: 123 – 135 pp. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

LUEBERT F & P PLISCOFF (2006). Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Stgo. Chile, 316 pp.

MITTERMEIER RA, PR GIL, M HOFFMANN, J PILGRIN, T BROOKS, CG MITTERMEIER, J LAMOREUX & GAB DA FONSECA (2004) Hotspot Revisted: Earth's Biologically Wealthiest and most Threatened Ecosystems: 99-103. CEMEX, México D.F.

MMA (Ministerio del Medio Ambiente). Lista de especies nativas según estado de conservación. Sitio web clasificación de especies silvestres (<http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/>) [consulta: Mayo-Junio 2015].

SQUEO, F., G. ARANCIO & J. GUTIERREZ, eds. (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región d Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena Chile.

VILLAGRAN, C. (2006). Pascua Lama: amenaza a la biodiversidad. Chile: OCEANA.

ZULOAGA, A., MORRONE, O., & BELGRANO, M. (2008). Catálogo de la flora vascular del cono sur (Argentina, southern Brazil, Chile, Paraguay and Uruguay). *Base de datos asociada en INTERNET*: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.asp>.

VI. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS

Resumen

Los estudios en sectores altoandinos, entregaron datos preliminares de la biodiversidad, riqueza específica y estado de conservación de la flora y fauna, de las especies silvestres registradas en 22 sitios de estudio (bofedales, vegas, salares, lagunas altoandinas y ríos). El estudio se incluye en la “Caracterización Ambiental Flora y Fauna, 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”, efectuados entre los años 2013 a 2014 (primavera y verano). La zona de estudio pertenece a la Región Ecológica del Desierto, subregión del Desierto Altoandino, y tendría como principal forma de vida dominante a las herbáceas con un 76 % y el resto para la forma arbustiva con 24 %. En la zona de estudio no se registran especies amenazadas de flora, sin embargo, el conocimiento de la flora altoandina en la zona norte de la región de Atacama, es poco conocida y de menor número con respecto al resto de la región. Cerca del 5 % de las especies de plantas registradas, serían insuficientemente conocidas a nivel regional. En gran parte del sector altoandino, se podrían encontrar dos comunidades de fauna nativa, la comunidad de los Salares y la comunidad de la Puna Desértica. Los datos obtenidos en la visita prospectiva y en cuatro campañas de terreno, nos indican la presencia de al menos 72 especies de vertebrados registradas en la zona de estudio, destacándose la presencia de 2 Reptiles (2,78%), 61 especies de Aves (84,72%) y 9 Mamíferos (12,5%). Las revisiones bibliográficas, nos indican la presencia de otras especies que no fueron observadas en las prospecciones realizadas en 2013 a 2014. Los datos obtenidos permiten establecer los sectores de estudio que presentarían mayor fragilidad por su gran diversidad ecológica y por el riesgo de intervención antrópica, serían en orden decreciente, las cuencas del Río Lama y Río Juncalito, la Laguna del Bayo, Salar de La Laguna, Salar de Piedra Parada, Río y Vega La Gallina, Salar Grande Salar de los Infieles y Salar del Jilguero. Se requiere con prioridad, estudios dirigidos a la cuenca del Río Lama y el Río Juncalito. Debido a que los humedales altoandinos son sistemas que se ubican dentro de la región ecológica denominada *Puna Árida*, se los considera de alta vulnerabilidad y fragilidad frente al cambio climático y de gran fragilidad a la acción humana. Consideramos que en la actualidad, se deberían hacer mayores esfuerzos en el conocimiento, comprensión y conservación de éstos ecosistemas.

VI.1. Introducción

En el presente informe se dan a conocer los datos preliminares obtenidos en las prospecciones realizadas a 22 sitios de estudio propuestos (bofedales, vegas, salares, lagunas altoandinas y ríos) de la región de Atacama que se incluyen en la “Caracterización Ambiental Fauna de Vertebrados, 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” en la Región de Atacama, período primavera-verano del año 2013, verano, otoño y primavera de 2014, y verano de 2015. El proyecto consideró la confección de listados preliminares de especies de vertebrados, riqueza y el estado de conservación de estas registradas en cada uno de los sitios de estudio.

Según la Convención Ramsar, las hoyas hidrográficas altoandinas se consideran como ecosistemas estratégicos, por lo cual se hace un llamado internacional urgente para asegurar la permanencia y conservación de estos importantes ecosistemas (RAMSAR 2003, 2006). Cabe señalar que, debido a que los humedales altoandinos son sistemas que se ubican dentro de la región ecológica denominada *Puna Árida*, se los considera de alta vulnerabilidad y fragilidad frente al cambio climático y a la presión generada por actividades tales como la agricultura y sobrepastoreo intensivos, quemas incontroladas, minería, actividades forestales, extracción excesiva de agua de cuencas endorreicas, introducción de especies exóticas e invasoras y un turismo no regulado (Dinerstein et al. 1995, RAMSAR 2003, RAMSAR 2006, RAMSAR 2013, Squeo et al. 2008), debido a lo anterior, se deben hacer mayores esfuerzos en el conocimiento y conservación de éstos ecosistemas.

VI.2. OBJETIVOS GENERALES

- Describir el componente biológico de la fauna de vertebrados, asociado a los puntos de estudio en los sectores de lagunas y salares altoandinos comprendidos en el proyecto, por medio de una evaluación ecológica rápida.
- Estudiar las comunidades acuáticas y terrestres que habitan la cuenca de los sistemas lagunares de altura de la región de Atacama.

V.2.1. Objetivos específicos

- Caracterizar la fauna terrestre asociada a los sitios de estudio, a través de su composición, riqueza y abundancia.

- identificar la fauna asociada a cada uno de los puntos de muestreo ambientes definidos y prospectados.
- Identificar especies clasificadas en estado de conservación y endémicas.
- Identificar y describir áreas de alto valor y/o sensibles para la fauna, como sitios de alimentación, refugio, reproducción, corredores o concentración de fauna o de especies relevantes.
- Elaborar un listado taxonómico preliminar de especies de fauna característica de los sitios de estudio, a partir de los datos obtenidos en los puntos de muestreo.
- Proponer medidas o recomendaciones para un adecuado manejo biótico de aquellos puntos más relevantes en términos de la riqueza específica de vertebrados.

VI.3. Materiales y métodos.

VI.3.1. Antecedentes generales de la zona de estudio

En las zonas andinas de Atacama y Coquimbo, las condiciones desérticas cruzan la cordillera de los Andes hacia el sector argentino (y se extienden hacia la Patagonia), conformando lo que se denomina la Diagonal Árida de Sudamérica (Gajardo 1994, Villagrán & Hinojosa, 2005), esto sumado a la altura hacen que amplias zonas, tengan una fisonomía de desierto absoluto (Villagrán & Hinojosa, 2005). Los cuerpos de agua y los humedales altoandinos, son sistemas que se ubican dentro de la región ecológica denominada Estepa Altoandina o Puna Árida, caracterizada por un mejor balance hídrico, producto de las precipitaciones nivas invernales, con un balance térmico fuertemente restrictivo dada su ubicación a mayor altitud (Cabrera & Willink 1973, Gajardo 1993, 1994) (ver definiciones de humedales en Anexo 7.1).

De acuerdo con el criterio de Gajardo (1994), la zona de estudio pertenece a la Región Ecológica del Desierto, subregión del Desierto altoandino, en las formaciones vegetales del Desierto Altoandino del Ojos del Salado y Estepa Desértica de los Salares Altoandinos. Los pisos vegetacionales de Luebert y Pliscoff (2006), que tienen lugar en la zona estudiada corresponden a un Matorral Bajo Desértico Tropical-Mediterráneo Andino de *Atriplex imbricata* donde se encuentran los salares de Pedernales y La Laguna, y el Matorral Bajo Tropical Mediterráneo Andino de *Adesmia subterranea* y *Adesmia echinus* donde se incluyen los salares de Maricunga, Laguna Verde, Río Lama y Laguna del Negro Francisco).

Matorral Bajo Desértico Tropical-Mediterráneo Andino de *Atriplex imbricata*.

Se trata de un matorral bajo abierto, pobre en especies, dominado casi exclusivamente por *Atriplex imbricata*, y acompañado por algunos elementos propios del piso altitudinal superior

como *Cristaria andicola* y *Adesmia hystrix*. También están presentes fuertes influencias deserticas que se manifiestan en la presencia ocasional de *Adesmia atacamensis* y *Argyria tomentosa*. Existe muy poca información de terreno y casi toda proveniente de Philipii (1860).

Comunidades zonales: *Atriplex microphylla*, *Atriplex imbricata*-*Cristaria andicola*.
Comunidades intrazonales: *Atriplex atacamensis*-*Tessaria absinthioides* en lo que respecta principalmente a quebradas.

La composición florística está dada generalmente por: *Adesmia atacamensis*, *A. hystrix*, *Argyria tomentosa*, *Atriplex imbricata*, *Cristaria andicola*, *Ephedra breana*, *Malesherbia lactea*.

La distribución tiene lugar en la zona cordillerana andina del centro-norte de la región de Atacama y sur de Antofagasta, 2000 a 3500 msnm en los pisos bioclimáticos supratropicales (antitropical) ultrahiperárido e hiperárido, mesomediterráneo superior ultrahiperárido superior e hiperárido inferior y supramediterráneo inferior hiperárido hipoceánico.

Matorral Bajo Tropical Mediterráneo Andino de *Adesmia subterranea* y *Adesmia echinus*.

Corresponde a un matorral bajo abierto de carácter xeromórfico dominado por los subarbustos espinosos *Adesmia aegiceras*, *A. echinus*, las plantas acojinadas, *Adesmia subterranea* y *Azorella cryptantha* y las gramíneas como *Stipa crysophylla*. También son importantes las hierbas rosuladas (p.e. *Chaetanthera minuta*, *Perezia atacamensis*), pero no tienen gran representación en términos de cobertura. Se presenta generalmente con un estrato donde las diferentes formas de vida alternan la ocupación del espacio horizontal, pero también es frecuente la presencia de plantas herbáceas que utilizan los cojines y subarbustos como nodrizas.

Comunidades zonales: *Adesmia subterranea*-*Stipa frigida*-*Chaetanthera sphaeroidalis*, *Stipa crysophylla*-*Adesmia echinus*, *Stipa crysophylla*.

Comunidades intrazonales: *Patosia clandestina*-*Juncus balticus* en lo que respecta a vegas.

La Composición florística está dada por: *Adesmia aegiceras*, *A. subterranea*, *A. echinus*, *A. spuma*, *Anarthrophyllum gayanum*, *Atriplex oreophila*, *Azorella cryptantha*, *A. madreporica*, *Calceolaria pinifolia*, *Chaetanthera minuta*, *Cistanthe picta*, *Doniophyton weddellii*, *Gayophytum micranthum*, *Menonvillea cuneatum*, *Oreopolus macranthus*, *Pachylaena atripicifolia*, *Perezia atacamensis*, *Phacelia cumingii*, *Stipa crysophylla*, *Viola crysantha*, *V. frigida*, *V. montagnei*.

El piso vegetacional tiene su distribución en las laderas altas de la cordillera andina de las regiones de Atacama y Coquimbo entre los 3500 y 4500 msnm, pisos bioclimáticos criorotropical (antitropical) crioromediterraneoárido superior, semiárido y seco hiperoceánico.

VI.3.1.1. Antecedentes generales del Proyecto Altoandino

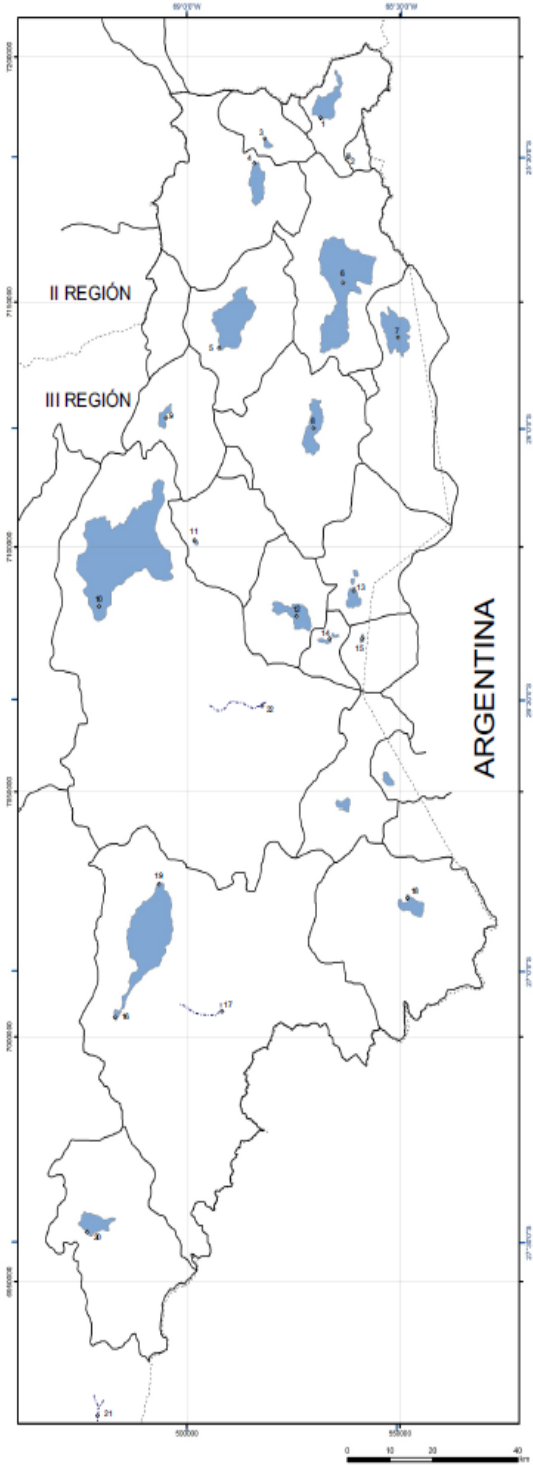
El proyecto consideró la caracterización de la fauna de vertebrados presentes en el piso andino de la región de Atacama, particularmente en los cuerpos de agua como lagunas, ojos de agua, ríos, vegas y salares, considerados en su conjunto como humedales continentales (Warner & Rubec 1997, Orellana 2013, Orellana et al. 2013). La información fue recopilada en campañas de terreno realizadas entre diciembre de 2013, enero, abril y diciembre de 2014. Se debe indicar que se entregó la información de todos los sistemas evaluados, sin embargo, esta primera parte es integrante de un mayor número de sistemas de humedales no evaluados hasta la fecha.

Destacan los siguientes sitios de estudio: Salar de Gorbea, Salar Ignorado, Salar de la Azufrera, Salar de Agua Amarga, Salar de Aguilar, Salar de La Isla, Salar de Las Parinas, Salar Grande, Salar de Los Infieles, Salar de Pedernales, Salar de La Laguna, Salar de Piedra Parada, Lagunas Bravas, Lagunas del Jilguero, Laguna del Bayo, Laguna Santa Rosa, Río Lama, Laguna Verde, Salar de Maricunga, Laguna del Negro Francisco Río La Gallina y el Río Juncalito. Los sitios de estudio se ubicaron desde el sector sur de Antofagasta hasta el sur de la región de Atacama (Figura 1). En cada uno de los sitios de estudio (Figuras 2 a 24) se consideraron los márgenes inmediatos de cada espejo de agua y aquellos sitios con abundancia de vegetación típica de vegas, bofedales, lagunas con alta vegetación acuática o lagunas salobres con fito y zooplancton (Aguirre & Torres 2005). El estudio se realizó entre el 2 y 4 de diciembre de 2013, el 17 al 20 de enero de 2014, el 18 y 20 de abril de 2014 y el 15 al 17 de diciembre de 2014.

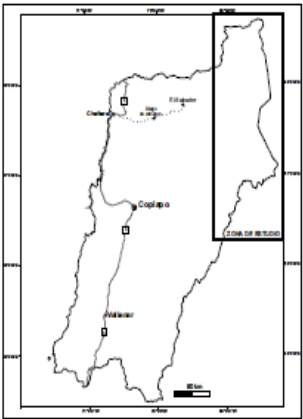
En esta zona de estudio se reconocen al menos seis sitios considerados de preservación ecológica, sitios de protección RAMSAR (Figura 1) o de interés turístico:

- a) **SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ESTADO (SNASPE)**: Parque Nacional Nevado Tres Cruces, donde se incluyen el Salar de Maricunga, la Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa y sectores aledaños que constituyen parte del Parque Nacional.
- b) **RAMSAR**: Sitio RAMSAR número 0877 (fecha de creación 2 de diciembre de 1996), puesto N°CHI-06 de la región de Atacama, incluye a la Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa.

- c) **ÁREA DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA:** dentro de esta categoría se incluye el Salar de Pedernales considerado como área preservación ecológica, en donde se incorporan las lagunas y formaciones vegetacionales asociados al borde del salar (CONAMA 2002, Jara 2009).
- d) **SITIO PRIORITARIO DE PROTECCIÓN:** el Salar de Pedernales se le considera como uno de los 9 Sitios Prioritarios según la Estrategia Regional de Biodiversidad de Atacama 2002 y 2010-2017, con prioridad urgente de protección (CONAMA 2002, Jara 2009).
- e) **ZONA DE INTERÉS TURÍSTICO NACIONAL (ZOIT):** según la 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), dentro de esta categoría se encuentran la Laguna Verde, el Río Lama, el Salar de Maricunga (Salar de Maricunga – Ojos del Salado), la Laguna del Negro Francisco y la Laguna Santa Rosa (SERNATUR 2013).
- f) **SENDERO DE CHILE:** parte del trazado nacional del Sendero de Chile, recorre el borde oriental del Salar de Maricunga, hasta la Laguna Santa Rosa.

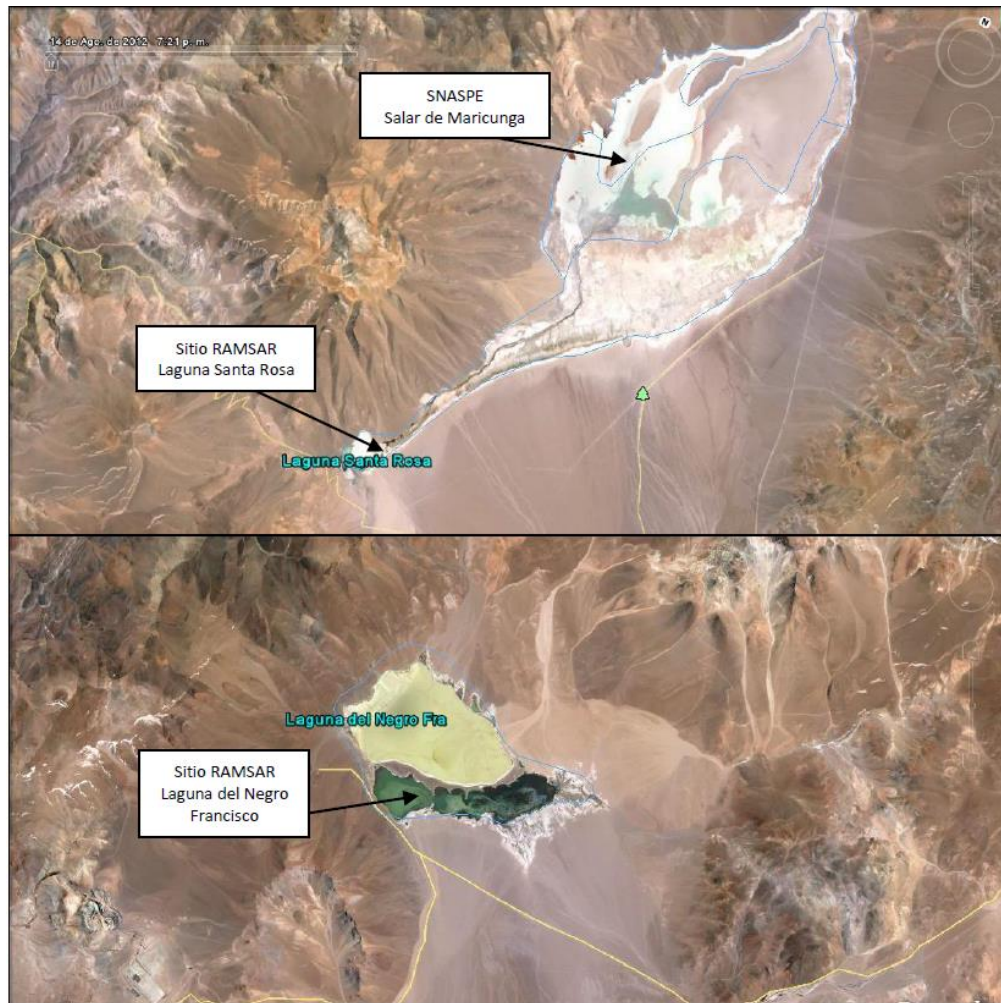


Mapa Ubicación Cuencas
Región de Atacama



Número	Cuencas Lugar	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
		Este	Norte	Latitud	Longitud
1	Salar de Gorbea	531439.78	7187566.85	25°25'42.60"S	68°41'14.44"W
2	Salar Ignorado	537972.07	7179781.33	25°29'55.15"S	68°37'19.79"W
3	Salar de la Azufre	518341.94	7183145.73	25°28'7.12"S	68°49'3.13"W
4	Salar de Agua Amarga	515917.03	7178197.79	25°30'48.08"S	68°50'29.76"W
5	Salar de Aguilar	507649.08	7140492.06	25°51'14.08"S	68°55'25.19"W
6	Salar de La Isla	536757.70	7153755.52	25°44'1.32"S	68°38'0.72"W
7	Salar de las Paríñas	549633.42	7142673.80	25°50'0.19"S	68°30'17.11"W
8	Salar Grande	529798.94	7124133.19	26°0'4.84"S	68°42'8.06"W
9	Salar de los Infieles	495217.59	7126154.73	25°59'0.20"S	69°2'52.01"W
10	Salar de Pedernales	479444.31	7087680.39	26°19'50.38"S	69°12'21.52"W
11	Salar de la Laguna	501874.80	7101115.99	26°12'34.16"S	68°58'52.44"W
12	Salar de Piedra Parada	525878.51	7085666.94	26°20'55.51"S	68°44'26.32"W
13	Lagunas Bravas	539224.60	7090880.71	26°18'4.94"S	68°36'25.39"W
14	Lagunas del Jilguero	533583.25	7081117.61	26°23'22.81"S	68°39'47.92"W
15	Laguna del Bayo	541229.97	7081094.04	26°23'22.86"S	68°35'11.94"W
16	Laguna Santa Rosa	482898.00	7004321.20	27°5'0.06"S	69°10'21.00"W
17	Rio Lama	506842.00	7004452.00	27°4'56.13"S	68°55'51.56"W
18	Laguna Verde	551859.74	7028121.75	26°52'3.38"S	68°28'40.49"W
19	Salar de Mariunga	493567.14	7031003.34	26°50'33.13"S	69°3'53.09"W
20	Laguna del Negro Francisco	476683.65	6960011.65	27°28'59.85"S	69°14'9.69"W
21	Rio La Gallina	479380.70	6923420.80	27°48'49.20"S	69°12'33.67"W
22	Rio Juncaito	517947.98	7067642.94	26°30'41.83"S	68°49'11.54"W

Figura VI.1. Ubicación general de los 22 sitios de estudio (adaptado de Risacher et al. 1999).



FiguraVI. 2. Ubicación de los Sitios Ramsar: Laguna Santa Rosa y Laguna del Negro Francisco.

Los sitios de estudio prospectados fueron los siguientes:

Salar de Gorbea (Sitio 1 = S1; GOR), 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 (Figura 3).



Figura VI.3. Salar de Gorbea (GOR).

Salar Ignorado (Sitio 2 = S2; IGN), 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 (Figura 4).



Figura VI.4. Salar Ignorado (IGN).

Salar de la Azufrera (Sitio 3 = S3; AZU), 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 0,02 km², es decir, 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. El agua de su orilla oeste es la de mejor calidad. 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, la cual se encontró asociada principalmente al afloramiento de agua en su margen oeste, aledaño al antiguo campamento de la azufrera (Figura 5).



Figura VI.5. Salar la Azufrera (AZU).

Salar de Agua Amarga (Sitio 4 = S4; AMA), se encuentra en las coordenadas 515917.03 E – 7178197.79 N, a 3.557 msnm, al extremo norte 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 encontraría asociada a orillas del camino que pasa por el borde oeste del salar (Figura 6).



Figura VI.6. Salar de Agua Amarga (AMA).

Salar de Aguilar (Sitio 5 = S5; AGI), Salar de difícil acceso que se ubica en las coordenadas 507649.08 E – 7140492.06 N, a 3.320 msnm, al norte 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 (Figura 7).



Figura VI.7. Salar de Aguilar (AGI).

Salar de la Isla (Sitio 6 = S6; ISL), 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 (Figura 8).



Figura VI.8. Salar de la Isla (ISL).

Salar de las Parinas (Sitio 7 = S7; PAR), 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. Las napas subterráneas de la parte alta de la cuenca podrían estar salinizadas, lo que no favorece la obtención de aguas de buena calidad (Risacher et al 1999). 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 hasta la fecha, con una importantísima población de flamencos andinos, de James y flamenco chileno. Sin embargo, es considerado un sistema ecológico muy frágil (Risacher et al 1999) (Figura 9).



Figura VI.9. Salar de las Parinas (PAR).

Salar Grande (Sitio 8 = S8, GRA), 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 constituye principalmente el taxa de aves (Figura 10).



Figura VI.10. Salar Grande (GRA).

Salar de Infieles (Sitio 9 = S9, INF), 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 (Figura 11).



Figura VI.11. Salar de Infieles (INF).

Salar de Pedernales (Sitio 10 = S10, PED), 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, CONAMA 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 (Figura 12).



Figura VI.12. Salar de Pedernales (PED).

Salar de La Laguna (Sitio 11 = S11, LGN), ubicado 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 (Figura 13).



Figura VI.13. Salar de La Laguna (LGN).

Salar de Piedra Parada (Sitio 12 = S12, PIE), 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 (Figura 14).



Figura VI.14. Salar de Piedra Parada (PIE).

Lagunas Bravas (Sitio 13 = S13, BRA), 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 (Figura 15).



Figura VI.15. Lagunas Bravas (BRA).

Lagunas del Jilguero (Sitio 14 = S14, JIL), se ubica en las coordenadas 533583.25 E – 7081117.61 N, a 4.173 msnm. Son dos salares 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 (Figura 16).



Figura VI.16. Laguna del Jilguero (JIL).

Laguna del Bayo (Sitio 15 = S15, BAY), ubicada en coordenadas 541229.97 E – 7081094.04 N, a 4.400 msnm, muy cercana al límite con Argentina. Pese a que se encontraría 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. Su cuenca es de 221 km². Sus aguas 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 concentración de animales en su rivera. Presenta una baja diversidad de especies de flora y fauna, destacando la presencia de aves principalmente (Figura 17).



Figura VI.17. Laguna del Bayo (BAY).

Laguna de Santa Rosa (Sitio 16 = S16, LSR), 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 2013, 2015). Pertenece al Parque Nacional Nevado Tres Cruces y presenta una superficie de unos 469,44 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 juarjua y piuquenes, así como avistamientos de guanacos, vicuñas y zorro culpeo (Figura 18).



Figura VI.18. Laguna Santa Rosa (LSR).

Río Lama (Sitio 17 = S17, RLA), 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 passeriformes y tropillas de vicuñas en el margen del río y vegas asociadas (Figura 19).



Figura VI.19. Río Lama (RLA).

Laguna Verde (Sitio 18 = S18, LAV), 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, CONAMA 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 (Figura 20).



FiguraVI. 20. Laguna Verde (LAV).

Salar de Maricunga (Sitio 19 = S19, MAR), 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 (Risacher et al 1999). 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 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” (SERNATUR 2013). Constituye uno de los salares más diversos desde el punto de vista de la fauna, encontrándose principalmente flamencos, patos, gaviota andina y passeriformes. Las especies de aves estarían asociadas a la vegetación aledaña a los cuerpos de agua dulce y a espejos de agua salobre en el caso de flamencos, principalmente (Figura 21).



Figura VI.21. Salar de Maricunga (MAR).

Laguna del Negro Francisco (Sitio 20 = S20, FRA), 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 estudio, 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 (Figura 22).



Figura VI.22. Laguna del Negro Francisco (FRA).

Río La Gallina (Sitio 21 = S21, RLG), 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 315 Ha (3,15 km²), aproximadamente (RAMSAR 2015) 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 passeriformes asociadas a la vegetación de gramíneas existente en el margen de vegas y curso de agua (Figura 23).



Figura VI.23. Río y Vega La Gallina (RLG).

Río Juncalito (Sitio 22 = S22, RJ), 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 en estudio, 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 y mamíferos 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 (Figura 24).



Figura VI.24. Río Juncalito (RJ).

VI.3.2. Metodología Fauna de Vertebrados

Los sitios de estudio en los humedales, fueron evaluados en términos de la formaciones vegetacionales o de las condiciones de hábitat propicias para el establecimiento de la fauna nativa de vertebrados, propias de zonas de altura y de acuerdo a los criterios de caracterización de humedales altoandinos (CAACH 2005, CONAMA 2005, CONAMA 2006; Orellana 2013; Faundes 2004; RAMSAR 2015).

El trabajo de campo se llevó a cabo por medio de la metodología de la Evaluación Ecológica Rápida (Sayre et al. 2000) y criterios utilizados en levantamiento de información de estudios de impacto ambiental, Líneas de Base de Fauna de vertebrados y Caracterizaciones Ambientales (SAG 2004, CONAMA 2006, SAG 2015).

Las jornadas de trabajo incluyeron una prospección diaria durante los días de muestreo, en donde cada jornada tuvo una duración de 8 horas hombre (H/H), ejecutadas por dos biólogos especializados (16 H/H totales). Las revisiones del área de estudio se realizaron a primeras horas de la mañana 07:30 hrs hasta las 18:30 hrs de la tarde.

En cada uno de los puntos de muestreo de agua establecidos en los 22 sitios de prospección del presente proyecto, se realizó la observación y monitoreo de fauna mediante transectas establecidas por los bordes de los cuerpos de agua y vegas. Se consideró la presencia de vegetación característica de vegas y pajonales, así como también, en aquellos sectores establecidos como áreas de conservación (e.g., Sitios Ramsar, sitio prioritario de protección), y

en aquellos sectores que por su valor paisajísticos pudieran resultar interesantes de prospectar. En términos de algunos taxa en particular (e.g., reptiles, micromamíferos), se consideró la disponibilidad de hábitats para las especies.

Los sitios de menor tamaño (e.g., vegas pequeñas) fueron prospectados como un ambiente continuo. Con apoyo de observación en tierra y de posterior soporte SIG, se especializarán los sitios de interés y las franjas territoriales definidas para prospectar.

Las metodologías utilizadas para la fauna de vertebrados corresponden a lo descrito y revisado en la literatura correspondiente (Tellería 1986; Davis & Winstead 1987, Sobrevila & Bath, 1992, CONAMA 1996, 2005 y 2006, SAG 2004, CAACH 2005, SAG 2015).

La metodología particular que se aplicó a cada grupo de vertebrado es la siguiente:

VI.3.2.1. Anfibios: La prospección de los anfibios se realizó mediante el recorrido los sectores de cursos de agua existentes en el sector principalmente temprano en la mañana y al atardecer (mañana 8:00 a 12:00 hrs – tarde de 15:00 a 18:30 hrs), estableciéndose transectas de 100 a 200 metros de largo, con énfasis en aquellos lugares con mayor humedad y presencia de agua pueden albergar anfibios. Para la descripción taxonómica se utilizó la información del Libro Batracios de Chile (Cei 1962) y a la Lista Sistemática y Distribución Geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile (Veloso & Navarro 1988), junto con lo descrito por Núñez & Jaksic (1992), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005), Mella J (2005), Vidal & Labra (2008), Rabanal & Núñez (2009) y Correa et al. (2011).

VI.3.2.2. Reptiles: Se recorrieron a pie los sectores rocosos arbustivos y acúmulos de rocas el borde de quebradas, vegas, bofedales, salares y cuerpos de agua en general, especialmente en horas de mayor calor (11:00 y 17:00 hr.), según los criterios y metodologías propuestas por Tellería (1986). También se colectaron fecas, restos óseos y tegumentarios (e.g., muda de piel bajo piedras). Los registros de las especies, se efectuaron por medio de fotografías de éstas para su identificación taxonómica (registros fotográficos cámara digital Nikon Coolpix L1, Nikon D-40 18/55, Nikon D3000 70/300 y cámara Canon SX 30 con zoom óptico de 50x). Para la identificación y caracterización de especies se utilizaron los antecedentes informados por Veloso & Navarro (1988), Núñez & Jaksic (1992), Núñez & Torres-Mura (1992), Mella (2005), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005), Pincheira-Donoso & Núñez (2003), Pincheira-Donoso & Nuñez (2005), Vidal & Labra (2008), Marambio & Hiriart (2013) y Troncoso-Palacios & Garin (2013).

VI.3.2.3. Aves: En relación con la taxa de aves, se realizaron revisiones a pié en cada sitio de estudio (mañana 8:00 a 19:00 hrs). La observación de la avifauna fue mediante el uso de binoculares Eschenbach sector D (10x42 B; 98m/1000m) y registros fotográficos (cámaras Nikon Coolpix L1 y cámara Canon SX 30 con zoom óptico de 50x). Los registros se realizaron mediante transectos lineales de ancho variable (Bibby et al. 1992, CONAMA 1996, SAG 2004, SAG 2012) por el borde de los cuerpos de agua y vegas. Cada transecta tuvo de 100 a 500 m de largo aproximadamente. En términos generales, éstas se caminaron anotando las especies de aves observadas, el número de individuos y la distancia perpendicular a la transecta. Adicionalmente, se buscaron evidencias indirectas de la presencia de avifauna tales como cantos, llamados de alerta, nidos, zonas de nidificación, perchas, egagrópilas, plumas, huesos y huellas. Para la identificación de las especies se siguió lo informado por Araya & Millie (1998), Bort & Bort (1998), Muñoz-Pedrerros et al. (2004), Martínez & González (2004), Marín (2004), Aguirre & Torres (2005), Ramírez & Pincheira-Donoso (2005) y Jaramillo (2005).

VI.3.2.4. Mamíferos: El registro de las especies de micromamíferos (e.g., roedores) y macromamíferos (e.g., vicuña, guanaco, zorro culpeo) presentes en la zona de estudio, se realizó mediante métodos de avistamientos directos e indirectos, en los mismos transectos lineales establecidos para reptiles y aves (mañana 8:00 a 18:30 hrs). En cada transecto se examinaron evidencias directas e indirectas de mamíferos, tales como presencia de revolcaderos, defecaderos, fecas en el suelo, entre piedras y pircas, huellas, madrigueras y restos óseos (sobre el suelo, en fecas de zorros o egagrópilas de rapaces). La descripción de las especies se realizó a nivel de género o especie de acuerdo a lo informado por Mann (1960, 1978), Marquet et al. (1993), Muñoz-Pedrerros & Yañez (2000), Iriarte (2008, 2010), Skewes (2009), Muñoz-Pedrerros (2010) e Iriarte & Jaksic (2012). La determinación de algunas especies se efectuó por medio del análisis de huesos, cráneos y mandíbulas de roedores, gracias al banco de datos óseos (particularmente dientes y mandíbulas) que se tiene en el Laboratorio de Biología Animal de la Universidad de La Serena y archivos de dentaduras para la identificación de roedores (e.g., *Abrothrix andinus*, *Phyllotis xanthopygus*).

VI.3.3. Categorías y estados de conservación

La determinación de las categorías de estado de conservación de las especies de vertebrados en estudio (anfibios, reptiles, aves y mamíferos; Anexo 7.2), se basó en la revisión del 1° al 10° proceso de clasificación de especies establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA 2015), junto con los D.S. N° 53 y el D.S. N° 65 del Ministerio del Medio Ambiente. Se consultaron además los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(IUCN 2015) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2015). En el caso que algunas especies registradas en el área de estudio, no se encuentren en alguna categoría de conservación y en ninguno de los cuerpos normativos aplicables vigentes, se hizo referencia a ellas como NO DEFINIDO OFICIALMENTE (ND). Esta denominación, no quiere decir que se obvió su análisis de estatus de conservación y amenaza por la legislación vigente, sino que hace referencia única y exclusivamente para explicar que no se le designa criterio alguno en la normativa vigente. Esta denominación no constituye un criterio de conservación descrito en la legislación vigente.

VI.3.4. Análisis de Datos.

Debido a las características del presente estudio (evaluación ecológica rápida) y a la falta de datos y réplicas estacionales de todos los censos en cada sitio de estudio, los antecedentes y registros de cada especie descritas consideraron solo listados taxonómicos con el número de especies de vertebrados totales, listados de especies por sitio (i.e., anfibios, reptiles, aves y mamíferos), presencia y ausencia de especies por sitio, la categoría de estado de conservación, distribución geográfica en Chile y el pertenencia (nativo, endémico, introducido o exótico) y origen geográfico (Zona sur, Migrante Boreal, etc.). Se entregan fotografías de los entornos característicos y de algunas de las especies observadas.

Toda la información obtenida durante los años 2013 a 2015, fue mediante el uso de GPS Garmin Montana 650, MPS 650 y Etrex (en coordenadas UTM datum WSG 84), la cual fue consolidada en planillas Excel y en una base de datos de ArcView 3.0 (ESRI 2002), para su posterior distinción.

VI.3.4.1. Abundancia relativa y Riqueza de especies

La abundancia relativa se estimará según lo propuesto por Torres-Mura & Lemus (1991). La abundancia se expresará en (%) cuando se considera la contribución porcentual del número total de individuos de cada especie en el tramo de estudio. La riqueza de especies (S) correspondió al número total de especies registradas.

VI.3.5. Pertenencia y Origen de las especies

En el análisis de la información se consideró también el criterio de la procedencia de las especies, a lo cual se señala a las especies endémica (En), nativa (Na) y introducida o exótica (In) (Cepeda 1993, Audesirk & Audesirk 1996, Fariña & Camaño 2012, SAG 2012) y según su Origen se catalogan de acuerdo a la procedencia latitudinal o altitudinal de éstos, ya sea desde la

zona sur (ZS), zona norte (ZN), círculo Boreal (Bo), desde la cordillera (Co), Migrante Austral Parcial (Map) o especies que permanecen en el lugar denominadas locales (L) (Marín 2004, CAACH 2005).

VI.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los estudios realizados a la fauna de vertebrados de sectores altoandinos del norte de Chile (CONAF 1997, Aguirre & Torres 2005, Simonetti et al. 1995, Simonetti 2000, Vilina & Cofré 2008, Orellana et al. 2013), indican que las especies más numerosas y representativas en los humedales altoandinos en orden decreciente (CONAF 1997, Vilina & Cofré 2008, Orellana et al. 2013) serían *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco Andino), *Fulica gigantea* (Tagua gigante), *Podiceps occipitalis* (Blanquillo), *Phoenicoparrus jamesi* (Flamenco de James), *Anas puna* (Pato puna), *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), *Anas flavirostris* (Pato jergón chico), *Chloephaga melanoptera* (Piuquén), *Calidris bairdii* (Playero de Baird), *Steganopus tricolor* (Pollito de mar tricolor), *Lophoneta specularoides* (Pato juarjuel), *Oxyura Jamaicensis* (Pato rana de pico ancho), *Fulica leucoptera* (Tagua chica), *Anas georgica* (Pato jergón grande) y *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina) entre otras. La taxa más avistada perteneció a las Aves, en donde el mayor número de especies lo constituyen el Orden Anseriformes y el Orden Passeriformes (Orellana et al. 2013).

Según Mann (1960) en el Parque Nacional Nevado Tres Cruces y en gran parte del sector altoandino, se podrían encontrar dos comunidades de fauna nativa, la comunidad de los Salares y la comunidad de la Puna Desértica. La Comunidad de los Salares se encontraría inserta en el Bioma de Desierto por sobre los 3000 msnm, en donde las últimas manifestaciones de las cuencas endorreicas del Norte de Chile tienen comunidades faunísticas propias y características, encantándosele asociada principalmente a los cuerpos de agua de salares y lagunas con vegetación característica de los humedales altoandinos (Mann 1960, CONAF 1997, CONAMA 2005). La Comunidad de la Puna Desértica se encontraría inserta dentro del Bioma Altomontano, en una media de altura de 5000 msnm, las cuales estarían afectadas por la mayor o menor disponibilidad de agua (Man 1960, CONAF 1997). Los bienes y servicios ecosistémicos que pueden generar los humedales (e.g., humedales altoandinos) son diversos, en donde se destaca la productividad primaria que estos generan, constituir las principales fuente de agua, ser fuente de alimento y de materias primas, recarga y descarga de acuíferos, permitir la estabilización de la línea costera, el mantenimiento de microclimas, la reducción y remoción de tóxicos (depuración de aguas), la retención y sedimentación de nutrientes, ser sumideros de carbono, el hábitat para la vida silvestre, servir de protección contra las inundaciones, y poseen un valor cultural,

educacional, científico, turístico y recreativo (Tabilo-Valdivieso 1997, Warner & Rubec 1997, Tabilo-Valdivieso 2004, CAACH 2005, CEA 2006, Montes & Sala 2007, Orellana 2013, Orellana et al. 2013, RAMSAR 1990, 2003, 2006, 2013).

Las especies menos numerosas serían los Reptiles y Mamíferos, en donde el taxa de reptiles tiene la más baja representatividad específica ($n = 2$ especies).

Los datos del presente estudio, incluyeron además especies domésticas, siendo algunas de ellas observadas en vegas y pastizales altoandinos, relacionados principalmente con la actividad ganadera propia de lugareños, encontrándose especie tales como *Capra hircus* (Cabra), *Glama lama* (Llama), *Lama pacos* (Alpaca), *Equus asinus* (Asno), *Equus ferus caballus* (Caballo) y *Canis familiaris* (Perro). Lo anterior es citado igualmente en la literatura y revisiones bibliográficas como un antecedente preocupante y posible agente perturbador de las especies nativas si no se realiza un correcto manejo del ganado doméstico y de especies potencialmente dañinas como el perro (Iriarte 2010, Iriarte & Jaksic 2012, Orellana et al. 2013).

VI.4.1. Análisis de datos por taxa

Los datos obtenidos en esta sección, solo corresponden a muestreos obtenidos en cada uno de los puntos de muestreo de aguas de éste proyecto, los cuales se incluyen en cada uno de los 22 sitios de prospección descritos en la metodología de trabajo. Por lo anterior, nuestros listados constituyen una aproximación al total de especies descritas para sectores altoandinos. En cada uno de éstos puntos de muestreo, se observaron especies de fauna características de sectores altoandinos, teniendo especial atención en aquellas áreas con presencia de vegetación de vegas y pajonales, así como también, en aquellos sectores establecidos como áreas de conservación (e.g., Sitios Ramsar, sitio prioritario de protección), y en aquellos sectores que por su valor paisajísticos pudieran resultar interesantes de prospectar.

Estudios previos realizados en toda la zona de estudio (CONAF 1997, Rodríguez 2005, Hiriart-Lamas 2010a, 2010b, 2010c, Orellana et al. 2013), destacan la presencia de al menos **81 especies** de fauna descritas para el Parque Nacional Nevado Tres Cruces y sectores aledaños, repartidas en 26 Familias y 49 Géneros. De lo anterior, 66 especies serían Aves (85,71%), 11 Mamíferos (14,28%) y 4 Reptiles (5,19%).

Los datos obtenidos en la visita prospectiva y en las tres campañas de terreno (Primera campaña: 2 al 4 de diciembre de 2013; Segunda campaña: 17 al 20 de enero de 2014 y entre el 18 al 20 de abril de 2014; Tercera campaña del 15 al 17 de diciembre de 2014), nos indican la presencia de

al menos **72 especies** de vertebrados registradas en la zona de estudio, destacándose la presencia de **2 Reptiles** (2,78%), **61 especies de Aves** (84,72%) y **9 Mamíferos** (12,5%) (Tabla 1; Figuras 25 a 45; Anexo 7.3). Las revisiones bibliográficas (CONAF 1997), nos indican la presencia de otras 9 especies que no fueron observadas en las prospecciones realizadas en 2013, 2014 y 2015, debido a que se requiere un mayor esfuerzo de muestreo (mayor tiempo utilizado en cada sitio de estudio) y a la necesidad de acceder al resto de los salares y lagunas ubicados en el límite con Argentina.

Tabla VI.1. Riqueza específica registrada en cada sitio de estudio, con respecto a cada taxa estudiada (Reptiles, Aves y Mamíferos). 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”. Región de Atacama. Período 2013, 2014 y 2015.

Número	Sitio de estudio	Abreviatura	Riqueza específica por taxa			TOTALES
			Clase Reptilia	Clase Aves	Clase Mamíferos	
1	Salar de Gorbea	GOR	0	2	0	2
2	Salar Ignorado	IGN	0	0	1	1
3	Salar de la Azufrera	AZU	0	4	1	5
4	Salar de Agua Amarga	AMA	1	0	1	2
5	Salar de Aguilar	AGI	0	0	0	0
6	Salar de la Isla	ISL	0	17	4	21
7	Salar de las Parinas	PAR	0	13	2	15
8	Salar Grande	GRA	0	5	1	6
9	Salar de Los Infieles	INF	1	3	1	5
10	Salar de Pedernales	PED	1	36	5	42
11	Salar de La Laguna	LGN	0	13	0	13
12	Salar de Piedra Parada	PIE	0	8	2	10
13	Lagunas Bravas	BRA	2	21	4	27
14	Lagunas del Jilguero	JIL	0	5	0	5

15	Laguna del Bayo	BAY	1	12	1	14
16	Laguna Santa Rosa	LSR	1	28	6	35
17	Río Lama	RLA	1	36	8	45
18	Laguna Verde	LAV	1	26	3	30
19	Salar de Maricunga	MAR	1	31	4	36
20	Laguna Negro Francisco	FRA	2	45	8	55
21	Río La gallina	RLG	1	6	1	8
22	Río Juncalito	RJU	1	28	7	36
Total especies			2	61	9	413

a) Anfibios: en relación con este taxa, hasta la fecha no se registra la presencia de anfibios, sin embargo, según revisiones bibliográficas y el rango de distribución de las especies, existiría la probabilidad de encontrar la presencia de *Rhinella atacamensis* (Sapo de atacama), *Rhinella spinulosus* (Sapo espinoso) y especies pertenecientes al Género *Telmatobius* (Ramírez & Pincheira-Donoso 2005, Correa et al. 2011). Actualmente, no se cuenta con una buena base de datos disponible acerca de los vertebrados altoandinos y de su rango de distribución (Simonetti Simonetti et al. 1995, Simonetti 1999, Myers et al. 2000, Valladares 2011). Los taxa con mayor déficit de información lo constituyen los anfibios y reptiles, desconociéndose la riqueza específica o incluso acerca de la existencia de estos taxa en la mayoría de los sitios de estudio prospectados.

b) Reptiles: la especie registrada fue *Liolaemus rosenmanni* (Lagartija de Rosenmann) y *Liolaemus patriciaiturrae* (Lagartija de Patricia Iturra) (Figura 25), siendo ésta última, registrada solo en el sector de Lagunas Bravas y Laguna del Negro Francisco. Se las considera endémicas para nuestro país, en estado de conservación RARA (SAG 2015) y no presentan un criterio de conservación según la RCE (MMA 2015). Los escasos registros de individuos en los sitios de estudio, indicarían que esta especie es más bien escasa, pero de una amplia distribución en los sectores altoandinos. Es sabido que la riqueza específica de reptiles es mayor a los datos obtenidos en el presente estudio y para los sectores altoandinos (CONAF 1997, Veloso & Navarro 1988, Ramírez & Pincheira-Donoso 2005, Vidal & Labra 2008, Valladares 2011). Sin embargo pensamos que se requieren prospecciones de mayor esfuerzo de muestreo por sector, lo cual permitiría mayores probabilidades de detectabilidad de las especies e individuos. Según

Valladares (2011), no existe certeza de cuántas especies de lagartos habitan en la región de Atacama, ni cuál es la distribución y abundancia de estas especies.



Figura VI.25. El reptil registrado fue *Liolaemus rosenmanni* (Lagartija de Rosenmann), estado de conservación rara (SAG 2015) y *Liolaemus patriciaiturae* (Lagartija de Patricia Iturra).

c) Aves: los registros indican la presencia de al menos 61 especies (84,72% de los vertebrados), repartidas en 12 órdenes y 21 Familias. Los órdenes más representativos en término de su riqueza específica, fueron el Orden Passeriformes con 22 especies registradas ($n = 22$), el Orden Charadriiformes con 10 ($n = 10$) y el Orden Anseriformes con 7 especies ($n = 7$). Se reconocen al menos 16 especies de aves (26,22% de las aves) que se encontrarían en al menos una categoría de conservación (MMA 2015, SAG 2015, IUCN 2015, CITES 2015). El resto de las aves (45 especies) se las considera como no definida su categoría de conservación (73,77% del total de las aves) (Tablas 1 y 3; Anexo 7.3.).

Uno de los taxos de mayor importancia es el Orden Ciconiformes con la Familia Phoenicopteridae con registro de la especie, *Phoenicopus chilensis* (Flamenco chileno)

(Figura 26) y *Phoenicoparrus jamesi* (Flamenco de James o Parina chica) (Figura 27), ambas especies en estado de conservación vulnerables (V, SAG 2015), casi amenazadas (NT, IUCN 2015) y se incluyen en el Apéndice II de Cites (Ap-II, CITES 2015) y la especie *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco andino o Parina grande) (Figura 28), en estado de conservación vulnerable (SAG 2015, IUCN 2015) y se incluye en el Apéndice II de Cites (CITES 2015). La principal característica de las especies de flamencos presentes en la zona de estudio se relacionan con su plumaje, sin embargo, la morfología del pico es un carácter fenotípico único, en donde las lamelas de las quijadas funcionarían como verdaderos filtros en la salida del agua y como excluidores en la entrada lo cual determinaría el tipo de presas que estos pueden consumir (Gallardo & Rodríguez 1992, Mascitti & Kravetz 2002, Rodríguez 2005). La información acerca de la dieta de las tres especies sugiere que sus filtros difieren en el tamaño de presa seleccionado (e.g., fito y zooplancton, diatomeas, braquiópodos, quironómidos) (Jenkin 1957, Mascitti 1998, Mascitti & Bonaventura 2002, Mascitti & Kravetz 2002, Rodríguez 2005). La determinación y caracterización microbiológica, de microinvertebrados, la determinación de artrópodos acuáticos y de parámetros fisicoquímicos que se logre en el presente proyecto, podrían brindar antecedentes concretos a cerca del por qué algunas de las especies de aves se encuentran o no, asociadas a los sitios de estudio. Lo anterior constituye además, un potente antecedente a cerca de la necesidad de protección de aquellos sitios que presenten las condiciones y variables ecológicas requeridas por las especies silvestres de vertebrados.

Uno de los órdenes más importantes en términos de su número de especies fue Anseriformes, con la Familia Anatidae, registrado en pequeños grupos o en parejas a *Chloephaga melanoptera* (Guayata o Piuquén; Figura 29), el cual fue observado en el PED, BRA, LAV, RLA, MAR, LSR y FRA. Durante la prospección de primavera tardía (diciembre de 2014) se pudo observar una impresionante bandada de al menos 380 individuos en la Lagunas del Negro Francisco, conformada principalmente por individuos adultos y preadultos. Es una especie que se encuentra en estado de conservación vulnerable (SAG 2015). La especie *Lophonetta specularioides* (Pato juarjual; Figura 30), no presenta categorías de conservación (no definida), sin embargo, sería una de las especies de aves acuáticas más frecuentes de ser observadas en vegas, salares y lagunas de la cordillera. El Pato jergón chico (*Anas flavirostris*) (Figura 31) es otro de los anátidos que es frecuente de observar y no presentaría estados de conservación (no definida). Existen otras dos especies con problemas de conservación *Anas platalea* (Pato cuchara) Insuficientemente conocida (SAG 2015) y *Anas bahamensis* (Pato gargantillo) en estado de conservación rara (SAG 2015), sin embargo, para estas dos últimas no se tienen registros directos y solo se cuenta

con información entregada en la revisión bibliográfica respectiva y los datos aportados por ornitólogos y guardaparques.

El Orden Charadriiformes representa uno de los taxa más importantes en los ecosistemas naturales (Primack 1998, Muñoz–Pedreros et al. 2004), destacando la presencia de *Vultur grypus* (Cóndor) en el sector de Salar de Pedernales, la Laguna Verde, Salar de Maricunga y la Laguna del Negro Francisco. Esta especie se encontraría en estado de conservación vulnerable según SAG (2015), casi amenazada de acuerdo con la IUCN (2015) y se incluye dentro del Apéndice I de Cites (CITES 2015). Una de las especies frecuentes de observar en los sitios prospectados fue *Phalacrocorax magellanicus* (Carancho cordillerano; Falconiformes, Familia Falconidae) (Figura 32), incluida dentro del Apéndice II de CITES (CITES 2015) y considerada como beneficiosa para las actividades silvoagropecuarias (SAG 2015).

El Orden Gruiformes con la Familia Rallidae, es uno de los grupos de aves característicos de lagunas y bofedales, destacándose por su coloración oscura con parte de su cola blanca y se diferencian entre las especies principalmente por el escudo frontal que poseen y el color del pico (Jaramillo 2005). Una de las especies de mayor tamaño sería *Fulica gigantea* (Tagua gigante) estaría dentro de la categoría de conservación vulnerable (SAG 2015) y solo se cuenta con información de registros en MAR, LSR y FRA (CONAF 2015). La especie *Fulica cornuta* (Tagua cornuda; Figura 33) se la considera una de las especies representativas de las lagunas altoandinas y se encontraría en estado de conservación vulnerable (SAG 2015) y en condición casi amenazada (IUCN 2015). Se realizaron observaciones en BRA (zona de nidificación), BAY (zona de nidificación), LAV (nidificación de una pareja con solo 2 crías), LSR (zona de nidificación) y en FRA (zona de nidificación). El éxito reproductivo de las aves altoandinas depende fuertemente de condiciones naturales como las variables meteorológicas, la disponibilidad de alimento en las lagunas, la depredación por parte del zorro y aves rapaces y la competencia por los territorios con otras aves; a esto se suman las presiones de carácter antrópico, que actúan sobre un sistema que de forma natural es altamente sensible (CONAF 2014).

El Orden Charadriiformes con la Familia Charadriidae con la especie *Charadrius alticola* (Chorlo de la puna) (Figura 34) y registros en PED, LGN, LAV, MAR y FRA. La Familia Recurvirostridae con la especie *Recurvirostra andina* (Caití; Figura 35), se caracteriza por su coloración blanca en gran parte del cuerpo y con las alas y cola negra, destacándose su pico negro curvado hacia arriba, vive en lagunas salobres con abundante fito y zooplancton (Aguirre & Torres 2005, Jaramillo 2005). Esta especie se registró particularmente en PED, LGN, PIE,

LSR (con registro de una bandada de 24 individuos), FRA y no presenta estados de conservación (ND). La Familia Scolopacidae con la especie migratoria Boreal *Calidris bairdii* (Playero de Baird; Figura 36) desde el hemisferio norte, San Francisco o Lago Salado en California, Estados Unidos. Es una especie que llega durante la estación de verano y se observó en bajo número alimentándose en el borde de las lagunas salobres. Esta última especie es altamente dependientes de los sectores de vegas, lagunas y bofedales cordilleranos, encontrándose solo o en grupos de pocos individuos (Tabilo 1987; RAMSAR 1990; Tabilo *et al.* 1993; Martínez & González 2004). La Familia Thinocoridae con *Attagis gayi* (Perdicita cordillerana; Figura 37), de la cual se observó una pareja en vegas aledañas a la Laguna Verde, se la considera en categoría de conservación rara (SAG 2015), de escasa abundancia y de poblaciones reducidas para la zona de estudio. Otra especie perteneciente a la misma familia fue *Thinocorus orbignyianus* (Perdicita cojón) con registro de un nido y cuatro huevos entre la vegetación de gramíneas en el sector del Salar de Pedernales (Figura 38). Otra especie de charádrido perteneciente a la Familia Laridae fue *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina; Figura 39), especie considerada en estado de conservación vulnerable (SAG 2015) registrada en gran parte de la zona de estudio, en parejas o pequeños grupos como el observado en el Salar de la Laguna con 11 individuos y 53 individuos en la Laguna del Negro Francisco (Tablas 1 y 2; Anexo 7.3).

El Orden Passeriformes (Figura 40) estuvo representado por 6 familias y 22 especies, destacando las Familias Furnariidae (n = 6), Tyrannidae (n = 7) y Thraupidae (n= 5). Dentro de las especies más características y frecuentes de ser observados se incluyen dentro de la Familia Furnariidae con la especie *Geositta punensis* (Minero de la puna), *Geositta isabelina* (Minero grande de la puna), *Ciclodes fuscus* (Churrete acanelado) y *Cinclodes oustaleti* (Churrete chico), la Familia Tyrannidae con *Muscisaxicola flavinucha* (Dormilona fraile), *Muscisaxicola frontalis* (Dormilona frente negra) y *Lessonia oreas* (Colegial andino), la Familia Emberizidae con *Zonotrichia capensis* (Chincol) y la Familia Thraupidae con *Sicalis olivascens* (Chirihue verdoso) y *Phrygilus unicolor* (Pájaro plomo). Todas las especies de passeriformes se registraron asociadas a vegetación de gramíneas y en sectores aledaños a lagunas (e.g., vegas, pajonales), donde se concentraron casi la totalidad de las especies de aves descritas en el presente estudio. Los passeriformes se consideraron en escasa abundancia y sus estados de conservación serían no definidos (Tabla 1; Anexo 7.3).

Las principales amenazas que presentarían las aves, estarían relacionadas con la fragmentación y pérdida de hábitat, extracción y contaminación de aguas de lagunas altoandinas y la caza ilegal

(Westman 1985, Watern 1992, Primak et al. 1998, Santos & Tellería 2006, SAG 2004, Rau 2005, Vilina & Cofré 2008).



Figura VI.26. La especie *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), estado de conservación vulnerable (SAG 2015), casi amenazado (NT, IUCN 2015) y se incluye en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).



Figura VI.27. La especie *Phoenicoparrus jamesi* (Flamenco de James o Parina chica), estado de conservación vulnerable (SAG 2015), casi amenazado (NT, IUCN 2015) y se incluye en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).

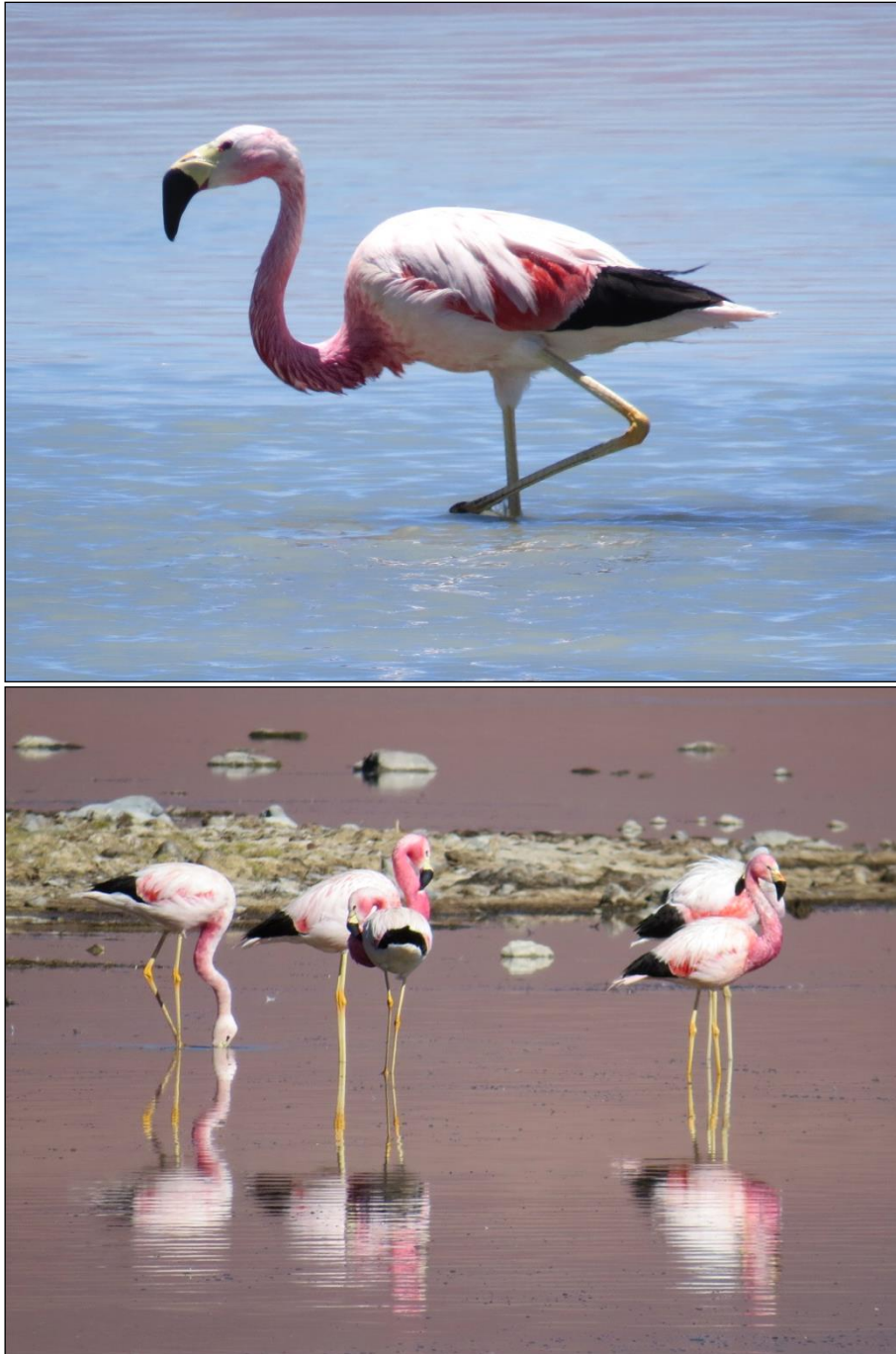


Figura VI.28. La especie *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco andino o Parina grande), estado de conservación vulnerable (SAG 2015, IUCN 2015) y se incluye en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).

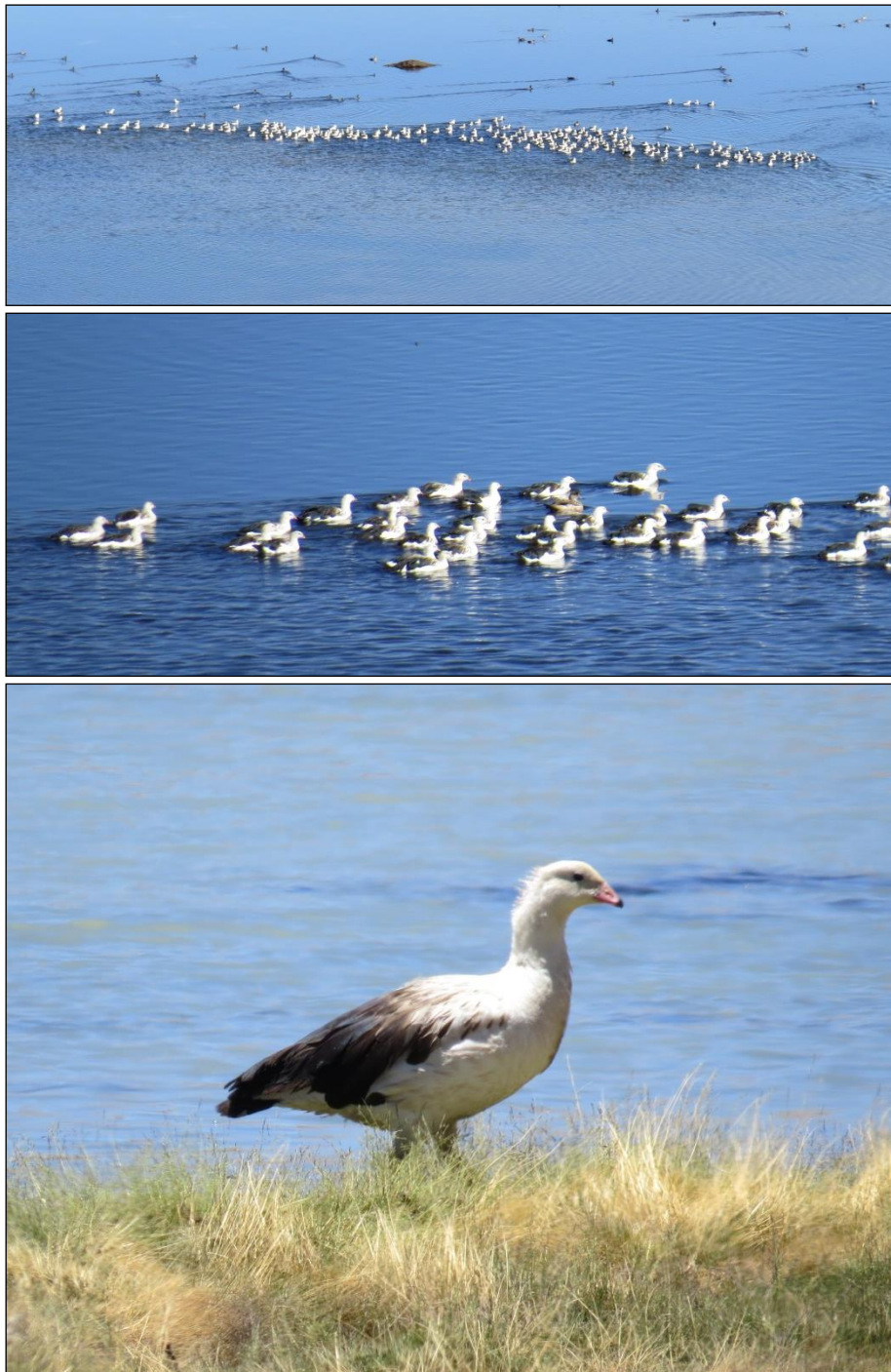


Figura VI.29. Registrado frecuentemente en pequeños grupos o en parejas, *Chloephaga melanoptera* (Guayata o Piuquén), fue observado en el Salar de Pedernales, la Laguna Verde, Salar de Maricunga y se tienen registros en la Laguna del Negro Francisco, observandose una impresionante bandada de unos 380 individuos en este último lugar. Se encuentra en estado de conservación vulnerable (SAG 2015).



Figura VI.30. La especie *Lophoneta specularioides* (Pato juarjua), no se encuentra en categorías de conservación.



Figura VI.31. El Pato jergón chico (*Anas flavirostris*) no presenta estados de conservación, siendo frecuente de ser observada en la mayoría de los sitios de estudio, particularmente en la Laguna del Negro Francisco y registros de una bandada de 32 individuos en las vegas del Río Lama.



Figura VI.32. La especie *Phalacrocorax magellanicus* (Carancho cordillerano) se la incluye en el Apéndice II de Cites (Familia Falconidae, CITES 2015) y se observó principalmente en el sector del Salar de Maricunga, Laguna Santa Rosa y en la Laguna del Negro Francisco.



Figura VI.33. La especie *Fulica cornuta* (Tagua cornuda) se la considera una de las especies representativas de las lagunas altoandinas. Se encuentra en estado de conservación vulnerable (SAG 2015) y en condición casi amenazada (IUCN 2015).



Figura VI.34. La especie *Charadrius alticola* (Chorlo de la Puna) habita de preferencia en los humedales puneños, con lagunas dulces y salobres. Esta especie no presenta problemas de conservación.



Figura VI.35. La especie *Recurvirostra andina* (Caití), se registró en el Salar de Pedernales, Laguna de Santa Rosa con una bandada de 24 individuos y no presenta estados de conservación (ND).



Figura VI.36. Una de las especies migratorias Boreales fue *Calidris bairdii* (Playero de Baird), especie migratoria de largo recorrido que es frecuente de ser observada en los sectores de lagunas salobres y vegas. Esta especie no presenta problemas de conservación.



FiguraVI. 37. La especie *Attagis gayi* (Perdicitas cordillerana) se la considera una de las más grandes perdicitas, siendo característica de los bofedales andinos y es frecuente de ser observada entre la vegetación de la ribera sureste de la Laguna del Negro Francisco y en vegas presentes en la Laguna Verde. Esta especie se considera en estado de conservación rara (SAG 2015).



Figura VI.38. La especie *Thinocorus orbignyianus* (Perdicita cojón), especie observada especialmente en sectores de vegas y con registro de un nido y cuatro huevos en el sector de Salar de Pedernales. Esta especie no presente problemas de conservación, sin embargo, los sectores de vegas representan sus sitios predilectos de reproducción.



Figura VI.39. La especie *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina), especie considerada en estado de conservación vulnerable (SAG 2015) observada en gran parte de la zona de estudio, en parejas o pequeños grupos como el observado en el Salar de la Laguna con 11 individuos y en la Laguna de Negro Francisco una bandada de 53 individuos en su ribera sur y sur este.

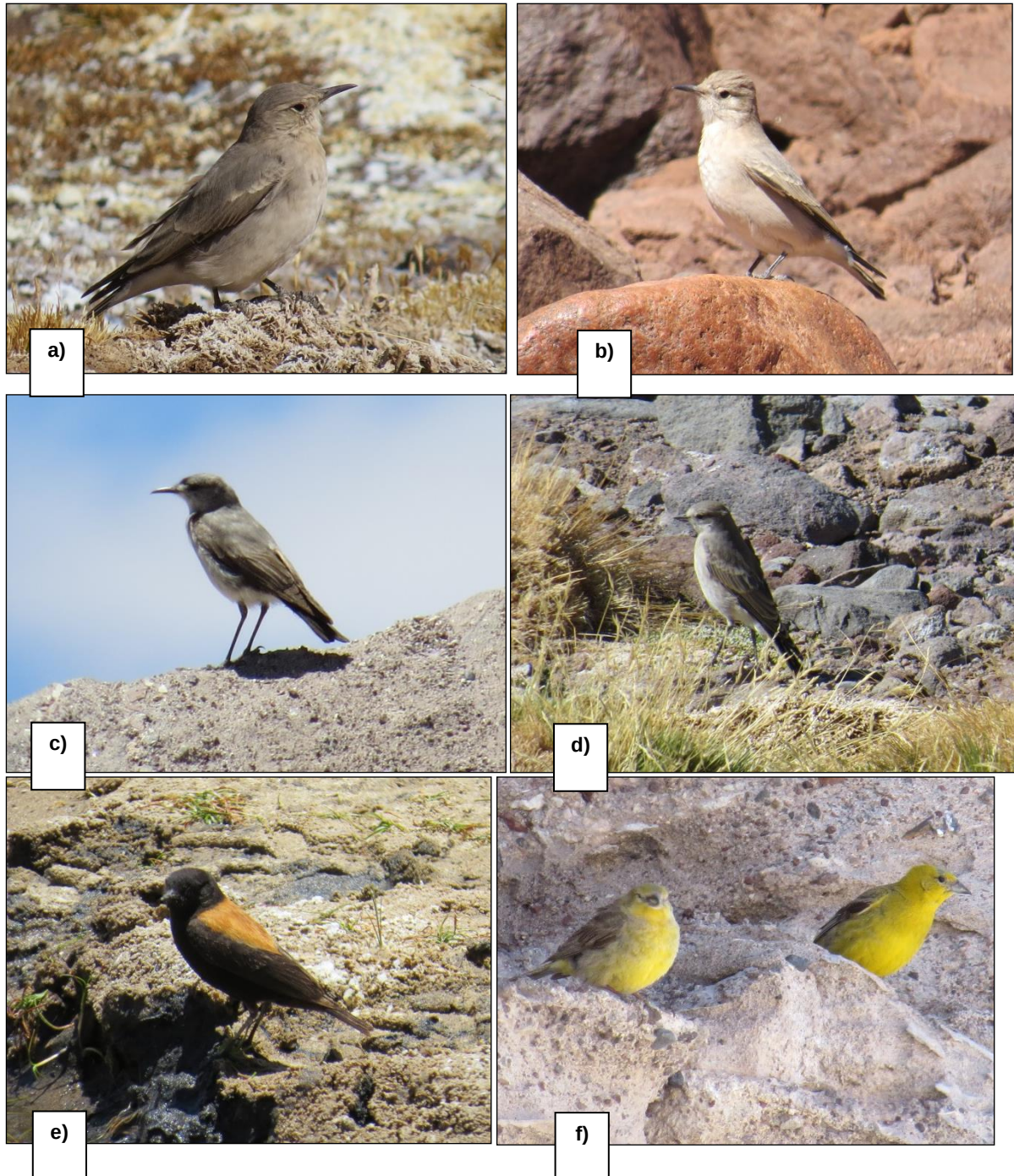


Figura VI.40. Las especies de Passeriformes frecuentes de observar en la gran mayoría de los sitios de estudio fueron: a) *Geositta rufipennis* (Minero cordillerano); b) *Geositta isabellina* (Minero grande de la puna); c) *Muscisaxicola frontalis* (Dormilona frente negra); d) *Muscisaxicola flavinucha* (Dormilona fraile, juvenil); e) *Lessonia oreas* (Colegial del norte); y f) *Sicalis uropygialis* (Chirihue cordillerano).

d) Mamíferos:

Los registros de Mamíferos (macro y micro mamíferos) consideró la presencia de 9 especies (12,5% de los vertebrados descritos) repartidos en 4 Órdenes y 7 Familias. Se reconocen al menos 6 especies con problemas de conservación (*Puma concolor*, *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe*, *Vicugna vicugna*, *Ctenomys fulvus*, *Lagidium viscacia*), 2 que no presentan una categoría de conservación (ND; *Phyllotis xanthopygus*, *Abrothrix andinus*) y una especie considerada introducida y dañina (D; *Lepus europaeus*) (Tabla 1; Anexo 7.3.). Todas las especies se consideran nativas y de abundancia más bien escasa.

El Orden Carnívora con la Familia Felidae, solo se cuenta con el antecedente de un registro visual de *P. concolor* (Puma) por guardaparques en el sector de la Laguna de Negro Francisco. La Familia Canidae con *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo; Figura 41) fue registrado en PED, PIE, BRA, LAV, RLA, MAR, LSR, FRA y RJ. Debido a su amplio rango de hogar (Salvatori et al. 1999) es posible que tanto *P. concolor* y *L. culpaeus* se encuentren en gran parte de la zona de estudio. El Puma se encontraría casi amenazado (MMA 2014) y el Zorro culpeo se lo considera en estado de conservación insuficientemente conocida (SAG 2015) y en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).

El Orden Artiodactyla con la Familia Camelidae incluye las especies *Lama guanicoe* (Guanaco; Figura 42) y *Vicugna vicugna* (Vicuña; Figura 43), ambas se consideran dentro de categoría en peligro de extinción (SAG 2015). Según CITES, *L. guanicoe* se encontraría en el Apéndice II y *V. vicugna* en el Apéndice I de Cites (CITES 2015). Sin embargo, solo *Lama guanicoe* se considera vulnerable según el nuevo criterio de clasificación de las especies dispuesto en la RCE (MMA 2015). Las variaciones en el número total de individuos de Vicuñas o Guanacos registrados y observados en el transcurso del tiempo, podrían deberse al desplazamiento hacia sectores con mejor disponibilidad de recurso alimenticio en vegas y bofedales de la zona de estudio. El sustento del postulado anterior, se debería en gran parte a la organización social de camélidos, que implica la mantención de territorios estables sin realizar migraciones o grandes desplazamientos a otros sitios (Iriarte 2008). Los registros de vicuñas (Tabla 2), indican su presencia principalmente en zonas de vegas y coironales aledaños a lagunas o en laderas de cerro, en donde se apreciaron revolcaderos y defecaderos de la especie. La protección de especies de fauna tales como la vicuña, requieren a su vez de la protección de grandes áreas de vivienda para estas, de manera de que si el hábitat es severamente degradado o fragmentados por la actividad humana estarán propensos a extinguirse (Primack et al. 1998). La destrucción de un

recurso clave como los sectores de vegas altoandinas, podría significar la rápida pérdida de una especie animal (Primack et al. 1998).

El Orden Rodentia con la Familia Muridae con *Abrothrix andinus* (Ratoncito oliváceo andino) y *Phyllotis xanthophigus* (Lauchón de Darwin andino; Figura 44), ambos registrados principalmente en sectores rocosos con vegetación arbustiva y acoginada presente en el Río Lama, Laguna Santa Rosa, en la Laguna del Negro Francisco y Laguna Verde. Se cuenta con antecedentes de observaciones y registros indirectos de *Lagidium viscacia* (Vizcacha; Familia Chinchillidae) especie en peligro según (SAG 2015) en los sectores de LAV, RLA, FRA y en el RJ. La Familia Ctenomyidae con *Ctenomys fulvus* (Tuco-tuco de Atacama) el cual se registró directamente en sectores de vegas aledaños al Salar de pedernales (Figura 45) y en el sector del Río Juncalito, a orillas del cauce principal. Esta última, se la considera en estado de conservación vulnerable (SAG 2015).

El Orden Lagomorfa, con la Familia Leporidae con *Lepus europaeus* (Liebre; Figura 46), sólo se observan algunas fecas en sectores de coironales (*Stipa sp.*) y vegas aledañas a los sitios de estudio. Es una especie más bien escasa para el sector altoandino y se la considera introducida y dañina (SAG 2015).

Se mencionan los avistamientos de una manada de *Equus africanus asinus* (Asno o burro; Figura 47), con un grupo de 15 individuos al Sur – Oeste del Salar de Pedernales, a lo cual se desconoce la procedencia de estos y se presume sean animales asilvestrados (CONAF 1997).



Figura VI.41. La especie *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo) fue registrado frecuentemente en el Salar de Pedernales la Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa, sin embargo, debido a su amplio rango de hogar es posible que se encuentre en gran parte de la zona de estudio. Se encuentra en condición de preocupación menor (LC, MMA 2015) y se le incluye en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).



Figura VI.42. La especie *Lama guanicoe* (Guanaco) se incluye dentro de las especies en categoría vulnerable (MMA 2015) y en el Apéndice II de Cites (CITES 2015).



Figura VI.43. La especie *Vicugna vicugna* (Vicuña) se incluye dentro de las especies en peligro de extinción (SAG 2015) y en el Apéndice I de Cites (CITES 2015).



Figura VI.44. La especie *Phyllotis xanthophygus* (Lauchón orejudo de Darwin andino) no se encuentra en categoría de conservación, por lo cual lo consideramos como NO DEFINIDA.



Figura VI.45. La especie *Ctenomys fulvus* (Tuco-tuco de Atacama), con registro de individuos y madrigueras principalmente en el Salar de Pedernales, Río Lama, la Laguna Santa Rosa y el Río Juncalito. Se la considera una especie vulnerable (SAG 2015) (Foto: Yery Marambio A.).



Figura VI.46. La especie introducida *Lepus europaeus* (liebre), con registro de individuos y fecas principalmente en el Salar de Pedernales, el Salar de Maricunga, Río Lama, Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa y la Laguna Verde, entre otros. Se la considera una especie introducida, y dañina (SAG 2015).



Figura VI.47. Una de las especies domésticas registradas fue *Equus africanus asinus* (Asno o burro), de la cual se observó un grupo de 15 individuos al sur – oeste del Salar de Pedernales.

VI.Tabla 2. Listado **Presencia - Ausencia** (presencia = 1; ausencia = 0) de Reptiles, Aves y Mamíferos, con avistamientos directos. 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”. Región de Atacama. Período primavera – verano 2013, otoño y primavera tardía de 2014. Río La Gallina (**RLG**); Laguna del Negro Francisco (**FRA**); Laguna de Santa Rosa (**LSR**); Salar de Maricunga (**MAR**); Río Lama (**RLA**); Laguna Verde (**LAV**); Salar de Piedra Parada (**PIE**); Lagunas del Jilguero (**JIL**); Laguna del Bayo (**BAY**); Lagunas Bravas (**BRA**); Río Juncalito (**RJU**); Salar de Pedernales (**PED**); Salar de La Laguna (**LGN**); Salar de los Infieles (**INF**); Salar Grande (**GRA**); Salar de Gorbea (**GOR**); Salar Ignorado (**IGN**); Salar de La Azufrera (**AZU**); Salar de Agua Amarga (**AMA**); Salar de Aguilar (**AGI**); Salar de la Isla (**ISL**); Salar de Las Parinas (**PAR**).

Especie	Sitios de Estudio																					
	RLG	FRA	LSR	MAR	RLA	LAV	PIE	JIL	BAY	BRA	RJU	PED	LGN	INF	GRA	GOR	IGN	AZU	AMA	AGI	ISL	PAR
<i>Liolaemus patriciaturrae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Liolaemus rosenmanni</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nothoprocta ornata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tinamotis pentlandii</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rollandia rolland</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Podiceps occipitalis</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Podiceps major</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1

<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Chloeophaga melanoptera</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lophonetta specularioides</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
<i>Anas georgica</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anas flavirostris</i>	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anas platalea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anas puna</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anas bahamensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vultur gryphus</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Falco peregrinus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gallinula chloropus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fulica ardesiaca</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fulica gigantea</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Fulica cornuta</i>	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Charadrius alticola</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Phegornis mitchellii</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Recurvirostra andina</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tringa flavipes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calidris bairdii</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
<i>Gallinago andina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Steganopus tricolor</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Attagis gayi</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Thinocorus orbignyianus</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chroicocephalus serranus</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Metriopelia melanoptera</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Metriopelia ceciliae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Metriopelia aymara</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geositta punensis</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Geositta isabellina</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Geositta rufipennis</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Upucerthia ruficaudata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cinclodes fuscus</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cinclodes oustaleti</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agriornis montana</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
<i>Muscisaxicola frontalis</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muscisaxicola alpina</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lessonia oreas</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sicalis uropygialis</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Sicalis olivascens</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Phrygilus gayi</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrygilus atriceps</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrygilus unicolor</i>	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

<i>Zonotrichia capensis</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Carduelis atratus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduelis uropygialis</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Puma concolor</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lycalopex culpaeus</i>	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Lama guanicoe</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vicugna vicugna</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
<i>Phyllotis xanthopygus</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Abrothrix andinus</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ctenomys fulvus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lagidium viscacia</i>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lepus europaeus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de especies	8	55	35	36	45	30	10	5	14	27	36	42	13	5	6	2	1	5	2	0	21
Total individuos	33	1993	550	93	133	129	262	19	75	375	97	440	225	9	16	3	9	13	7	0	110
	RLG	FRA	LSR	MAR	RLA	LAV	PIE	JIL	BAY	BRA	RJU	PED	LGN	INF	GRA	GOR	IGN	AZU	AMA	AGI	ISL

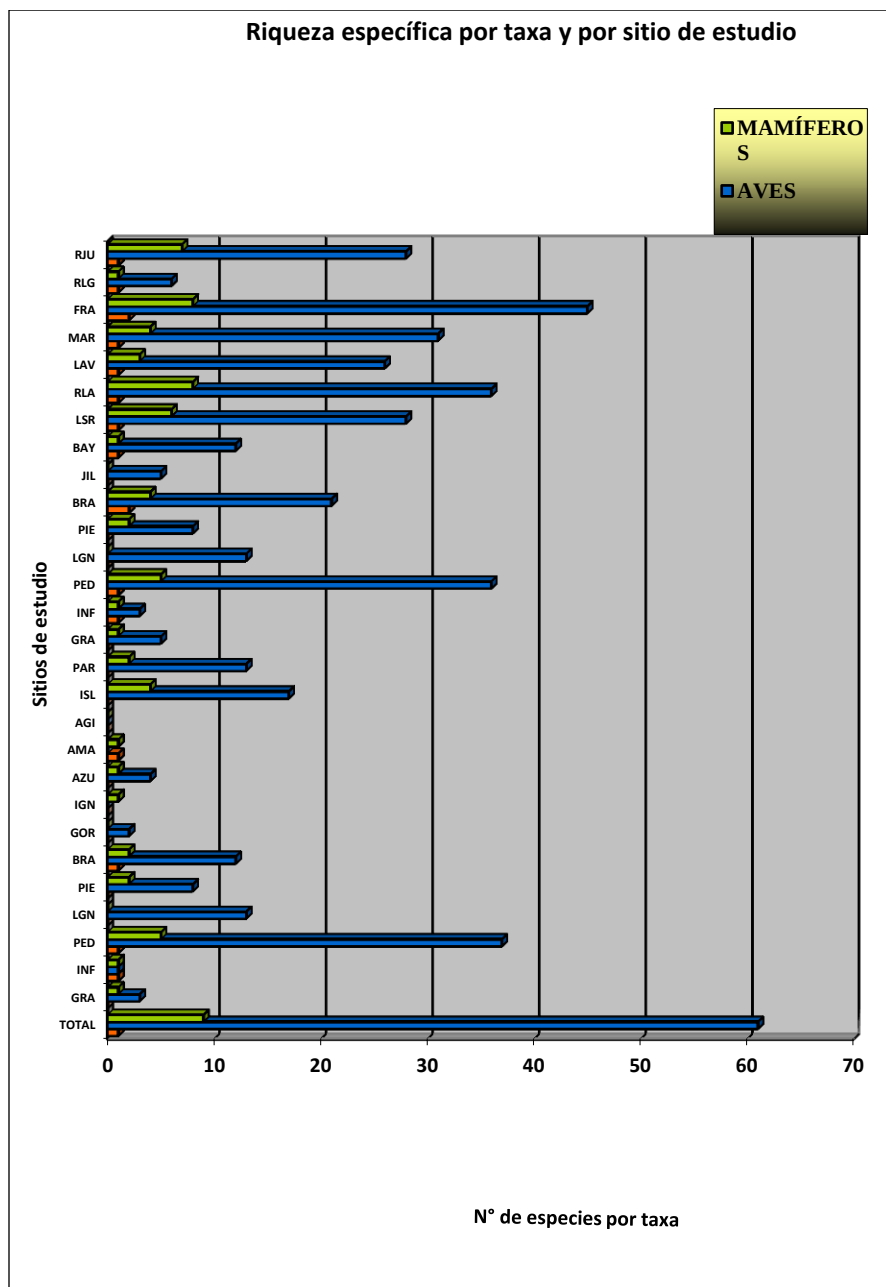


Gráfico VI.1. Riqueza específica registrada en cada sitio de estudio, con respecto a cada taxa (Reptiles, Aves y Mamíferos). Proyecto Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas altoandinas de la región de Atacama. Bases científicas del recurso hídrico para la innovación y la competitividad”. Región de Atacama. Período 2013, y a 2014. Río La Gallina (**RLG**); Laguna del Negro Francisco (**FRA**); Laguna de Santa Rosa (**LSR**); Salar de Maricunga (**MAR**); Río Lama (**RLA**); Laguna Verde (**LAV**); Salar de Piedra Parada (**PIE**); Lagunas del Jilguero (**JIL**); Laguna del Bayo (**BAY**); Lagunas Bravas (**BRA**); Río Juncalito (**RJU**); Salar de Pedernales

(**PED**); Salar de La Laguna (**LGN**); Salar de los Infieles (**INF**); Salar Grande (**GRA**); Salar de Gorbea (**GOR**); Salar Ignorado (**IGN**); Salar de La Azufrera (**AZU**); Salar de Agua Amarga (**AMA**); Salar de Aguilar (**AGI**); Salar de la Isla (**ISL**); Salar de Las Parinas (**PAR**).



Gráfico VI.2. Gráfico de Abundancias Totales en la zona de estudio (color azul: Zona de estudio; rojo: reptiles; verde: aves; amarillo: mamíferos. 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”. Región de Atacama. Período prospección 2013 a 2014.

VI.4.2. Estados de conservación de las especies

Según los criterios de la legislación vigente en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres, RCE (MMA 2015) en la zona de estudio se encontrarían (Tabla 3; Anexo 7.3; Gráfico 3):

- Vulnerable (VU): *Lama guanicoe* (Guanaco).
- Casi amenazado (NT): *Puma concolor* (Puma).
- Preocupación menor (LC): *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo).

- d) No definida (ND): se reconocen 69 especies (95,83%) que no se incluyen en alguna categoría de conservación en la RCE.

Las principales especies que se encontrarían en problemas de conservación según el DS 5/1998 del MINAGRI (SAG 2015) serían (Tabla 3; Anexo 7.3; Gráfico 4):

- a) En Peligro (EN): *Lama guanicoe* (Guanaco), *Vicugna vicugna* (Vicuña), *Lagidium viscacia* (Vizcacha) y *Puma concolor* (Puma).
- b) Vulnerable (VU): *Tinamotis pentlandii* (Perdíz de la puna o Kiula), *Phoenicopterus chilensis* (Flamenco chileno), *Phoenicoparrus andinus* (Flamenco andino o parina grande), *Phoenicoparrus jamesi* (Flamenco de James o parina chica), *Chloephaga melanoptera* (Guayata o Piuquén), *Vultur gryphus* (Cóndor), *Falco peregrinus* (Halcón peregrino), *Fulica gigantea* (Tagua gigante), *Fulica cornuta* (Tagua cornuda) y *Chroicocephalus serranus* (Gaviota andina).
- c) Rara (R): *Liolaemus rosenmanni* (Lagartija de Rosenmann), *Liolaemus patriciaiturrae* (Lagartija de Paulina Iturra), *Anas bahamensis* (Pato gargantillo) y *Attagis gayi* (Perdicita cordillerana).
- d) Insuficientemente conocida (IC): *Anas platalea* (Pato cuchara) y *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo).
- e) No definida (ND): se reconocen 51 especies (70,83%) que no se incluyen en alguna categoría de conservación.

VI.Tabla 3. Listado de Especies del área de estudio que se incluyen en alguna categoría de conservación (MMA 2015, SAG 2015, IUCN 2015, CITES 2015) y los sitios de estudio en que fueron registradas. 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”. Región de Atacama. Período 2013, 2014 y 2015.

CLASE Especie	Estado de conservación				Sitios de estudio con registros de la especie
	MMA (2015)	SAG (2015)	IUCN (2015)	CITES (2015)	
CLASE REPTILIA					
<i>Liolaemus rosenmanni</i> (Lagartija de Rosenmann)	ND	R	ND	ND	INF, PED, BRA, BAY, LAV, RLA, MAR, LSR, FRA, RLG, RJU
<i>Liolaemus patriciaiturrae</i> (Lagartija de Patricia Iturra)	ND	R	ND	ND	BRA, FRA
CLASE AVES					
<i>Tinamotis pentlandii</i> (Perdiz de la puna o Kiula)	ND	VU	LC	ND	RLA, FRA
<i>Phoenicopterus chilensis</i> (Flamenco chileno)	ND	VU	NT	Ap-II	PED, LGN, PIE, BRA, JIL, LAV, MAR, LSR, FRA, BAY
<i>Phoenicoparrus andinus</i> (Parina Grande)	ND	VU	VU	Ap-II	GRA, PED, PIE, BRA, JIL, LAV, RAR, LSR, FRA, MAR, BAY, AZU
<i>Phoenicoparrus jamesi</i> (Parina Chica)	ND	VU	NT	Ap-II	GRA, PED, LGN, PIE, BRA, JIL, BAY, LAV, MAR, LSR, FRA
<i>Chloephaga melanoptera</i> (Piuquén)	ND	VU	LC	ND	PED, BRA, LAV, RLA, MAR, LSR, FRA
<i>Anas platalea</i> (Pato cuchara)	ND	IC	LC	ND	FRA
<i>Anas bahamensis</i> (Pato gargantillo)	ND	R	LC	ND	FRA
<i>Vultur gryphus</i> (Cóndor)	ND	VU	NT	Ap-I	PED, LAV, MAR, FRA
<i>Geranoaetus melanoleucus</i> (Águila)	ND	ND	LC	Ap-II	PED
<i>Geranoaetus polyosoma</i> (Aguilucho)	ND	ND	LC	Ap-II	PED, LAV, RLA, MAR, FRA
<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (Carancho cordillerano)	ND	ND	LC	Ap-II	PED, LGN, LAV, MAR, FRA
<i>Falco peregrinus</i> (Halcón peregrino)	ND	VU	LC	Ap-I	LAV, FRA
<i>Fulica gigantea</i> (Tagua gigante)	ND	VU	LC	ND	MAR, LSR, FRA
<i>Fulica cornuta</i> (Tagua cornuda)	ND	VU	NT	ND	BRA, BAY, LAV, LSR, FRA
<i>Attagis gayi</i> (Perdita cordillerana)	ND	R	LC	ND	LAV, RLA, MAR, FRA, RJU, BRA, GOR

<i>Chroicocephalus serranus</i> (Gaviota andina)	ND	VU	LC	ND	PED, LGN, PIE, LAV, LSR, FRA, BAY, BRA
<i>Oreotrochilus leucopleurus</i> (Picaflor cordillerano)	ND	ND	LC	Ap-II	RLA
CLASE MAMMALIA					
<i>Puma concolor</i> (Puma)	NT	EN	LC	Ap-II	FRA
<i>Lycalopex culpaeus</i> (Zorro rojo o culpeo)	LC	IC	LC	Ap-II	PED, PIE, BRA, LAV, RLA, MAR, LSR, FRA, RJU, AZU, PAR
<i>Lama guanicoe</i> (Guanaco)	VU	EN	LC	Ap-II	PED, RLA, MAR, LSR, FRA
<i>Vicugna vicugna</i> (Vicuña)	ND	EN	LC	Ap-I	RLG, FRA, LSR, MAR, RLA, LAV, PIE, BAY, BRA, RJU, PED, INF, GRA, IGN, AMA, ISL, PAR
<i>Ctenomys fulvus</i> (Tucu –tucu de Atacama o Chululo)	ND	VU	LC	ND	PED, RLA, LSR, RJU
<i>Lagidium viscacia</i> (Vizcacha)	ND	EN	LC	ND	LAV, RLA, FRA, RJU

Categorías de Estado Conservación (Ley de Caza N° 19.473): Especie catalogada como en peligro de extinción = EN Especie catalogada en estado de conservación vulnerable = VU Especie catalogada como rara = R Especie catalogada como insuficientemente conocida = IC Fuera de peligro = F No Determinado/No Definido oficialmente (no se encontró información) = ND Dañina = D	Criterios utilizados en IUCN 2015: Preocupación menor (LC o LR/lc). Casi amenazada (NT o LR/nt). Conservación dependiente (LR/cd). Vulnerable (VU). Datos insuficientes (DD). No evaluada (NE).	Categorías de Estado de Conservación (Ministerio de Medio Ambiente, 2015): Especie con datos insuficientes=DD Especie en peligro crítico=CR Especie en peligro=EN Especie con preocupación menor=LC Especie casi amenazada=NT Especie vulnerable=VU Especie insuficientemente conocida = IC
Cites (2015) Apéndice I = Ap I; Apéndice II = Ap II; Apéndice III = Ap III		



Gráfico VI.3. Porcentaje de tasas en categorías de conservación, según la RCE (MMA 2015).

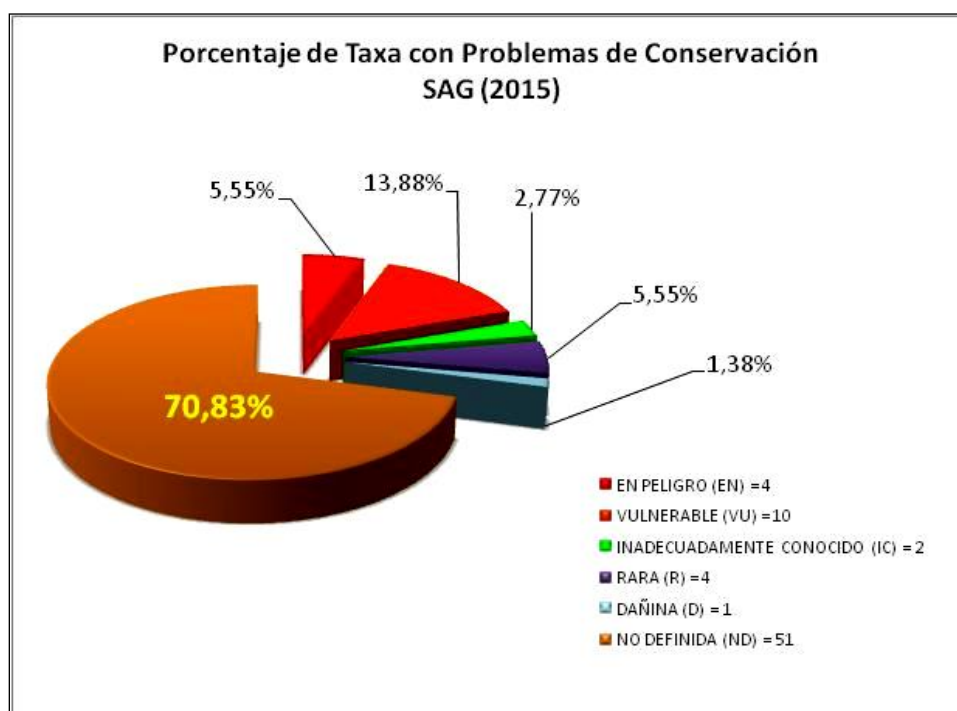


Gráfico VI. 4. Porcentaje de tasas en categorías de conservación, según D.S. N° 05/98 de MINAGRI (SAG 2015).

VI.4.3. Riqueza específica por sitio de estudio

En comparación con otros sitios de estudio (en orden decreciente), el Salar de Infieles, el Salar grande, Laguna del Jilguero, Río La Gallina y la laguna del Bayo, representan sectores con escasos registros de especies de vertebrados, y por consiguiente podríamos inferir que las especies no dispondrían de una buena heterogeneidad de paisaje y de recurso alimenticio requerido por la mayoría de éstas (Fuentes 1989, Jaksic 1997). Los sitios con mayores registros de especies fueron (en orden decreciente), la Laguna del Negro Francisco (55 especies), Río Lama (45 especies), el Salar de Pedernales (42 especies), Salar de Maricunga, el Río Juncalito (36 especies) la Laguna Santa Rosa (35 especies) y la Laguna Verde (30 especies) (Gráficos 1 y 5).



Gráfico 5. Riqueza específica obtenida en los registros y observaciones durante los períodos 2013 y 2014 en los 22 sitios de estudio propuestos.

La Laguna del Negro Francisco, constituye uno de los sitios más heterogéneos en términos de formaciones vegetacionales y con mayor riqueza específica de fauna de vertebrados (CONAF 1997, CONAMA 2002; Gráfico 5), relacionado particularmente con la calidad de sus aguas y los aportes constantes del Río Astarburoaga (CONAF 1997, Risacher et al. 1999; Tabla 2, Gráfico 5). Según este análisis preliminar, el grupo de las Aves sería el que presentó la mayor diversidad, seguido de los Mamíferos y Reptiles.

Nuestros análisis preliminares de los datos obtenidos en las campañas de terreno entre el 2013 y 2014, nos demuestran que el Salar de Pedernales, el Río Lama (ambos considerados como sitios Prioritarios de Conservación), el Salar de Maricunga, la Laguna Santa rosa (declarados como Sitios RAMSAR en 1996) y el Río Juncalito (actualmente sin criterio de protección), serían los sitios más relevantes en términos de riqueza específica.

VI. 4.4. Pertenencia y Origen de las especies

Con respecto a la pertenencia de las especies, 2 se consideraron como **endémica** (*Liolaemus rosenmanni* y *Liolaemus patriciaturrae*) lo que corresponde a un 2,77% de las especies, siendo el 97,22% de ellas consideradas **nativas** (Cepeda 1993, Marín 2004, MMA 2015). El Origen de la mayoría de las especies (64 sp) serían en su mayor parte local (**L**) con un 88,88%, encontrándose además 3 especies (4,16%) consideradas Migrantes australes (**Ma**: *Muscisaxicola rufivertex* = Dormilona nuca rojiza, *Muscisaxicola flavinucha* = Dormilona fraile, *Muscisaxicola frontalis* = Dormilona frente negra), 2 especies (2,77%) consideradas Migrante austral parcial (**Map**: *Anas platalea* = Pato cuchara, *Thinocorus orbignyianus* = Perdicita cojón) y 3 especies (4,16%) consideradas de origen Boreal (**Bo**: *Falco peregrinus* = Halcón peregrino, *Tringa flavipes* = Pitotoy chico, *Calidris bairdii* = Playero de Baird) (Marín 2004).

VI.5. Conclusiones

La presencia de humedales altoandinos en el área corresponden a sistemas que se ubican dentro de la región ecológica denominada Puna Árida, correspondiendo a ecosistemas sensibles y, por lo tanto, de gran vulnerabilidad a la acción humana (Dinerstein et al., 1995, CONAMA 2005, CONAF 2002, Squeo et al. 2008).

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, tipo de hábitat y distancia geográfica a centros poblados, además de los factores físico químicos determinados en los sitios, los cuales se los considera como puntos de alta diversidad específica y reservorios de agua, principalmente, que son descritos en este estudio (Gráfico 5).

Destacamos que según nuestros registros, el taxa con menor riqueza específica serían los reptiles, especies potencialmente en riesgo debido a la actividad antrópica, principalmente minera, a causa

de la perturbación y despeje de grandes superficies de terreno. La destrucción de un recurso clave como los sectores de vegas altoandinas, podría significar la rápida pérdida de una especie animal (Primack et al. 1998).

Las revisiones bibliográficas, indican la presencia de otras especies que no fueron observadas en las prospecciones realizadas en 2013 y 2014, debido a que se requiere un mayor esfuerzo estacional de muestreo, mayor tiempo para cada sitio de estudio y a la necesidad de acceder al resto de los salares y lagunas ubicados en el límite con Argentina, lo cual podría ser determinante en el establecimiento de la biodiversidad de algún sitio de estudio.

Consideramos que la información disponible acerca de la presencia de anfibios y reptiles es insuficiente, desconociéndose la situación actual y riqueza específica de estos taxa en la mayoría de los sitios de estudio prospectados (carencia de listados taxonómicos de especies de vertebrados), de seguimientos o de monitoreo de fauna, en la mayoría de los salares y/o lagunas altoandinas cercanas al límite con Argentina. Los anfibios y reptiles serían los taxa menos estudiados o representados en los estudios de fauna realizados en sectores de la puna árida y se requiere **urgentemente** la consolidación de una base de datos de la herpetofauna altoandina (Simonetti Simonetti et al. 1995, Simonetti 1999, Myers et al. 2000, Mella 2005, Ramírez & Pincheira-Donoso 2005, Vidal & Labra 2008, Valladares 2011).

La protección de especies de fauna tales como la Vicuña, Guanacos y Puma, requieren a su vez de la protección de grandes áreas de vivienda para estas, de manera de que si el hábitat es severamente degradado o fragmentado por la actividad humana estarán propensos a extinguirse o a desplazarse a otros sectores, lo cual llevará ineludiblemente a la pérdida de biodiversidad (Primack et al. 1998).

Se destaca que el sector del Salar de Pedernales y sus alrededores (Humedales de la Puna Altiplánica, comuna de Diego de Almagro) principalmente por su gran extensión (superficie total de 345.448,90 ha), por estar incluido en la Estrategia Regional de Biodiversidad 2002 (CONAMA 2002, Jara 2009) y por ser considerado como un sitio prioritario para la conservación, deberá analizarse de manera **urgente** su condición actual y potenciales riesgos causados por la actividad minera, debido principalmente a que en el transcurso del presente estudio, observamos un aumento de la actividad antrópica en el lugar (extracción de material con maquinaria pesada, paso de camiones, aumento en el tránsito de vehículos, habilitación de

campamentos en sectores aledaños), lo cual podría provocar en un futuro próximo, la potencial pérdida y fragmentación de hábitat.

En la Estrategia de Biodiversidad de la región de Atacama (CONAMA 2002, Jara 2009), se consideró la gestión, el diseño e implementación de un Modelo de Monitoreo de Humedales, con registro de variables meteorológicas, físicas, químicas y biológicas, del siguiente conjunto de Áreas Protegidas y Sitios Prioritarios: Sitio RAMSAR Complejo Lacustre del Negro Francisco y Laguna Sta. Rosa, Salar de Lagunas Bravas (sitio de nidificación de Tagua cornuda), Áreas de Relevancia Ambiental de la Cuenca del Río Copiapó, Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, Corredor Biológico Pantanillo, Salar de Pedernales y sus alrededores (CONAMA 2002, Jara 2009). En relación con lo anterior, pese a que nuestros datos son preliminares, son coincidentes con algunos de estos sitios considerados dentro de planes de conservación y protección.

EL Lineamiento N°7 de la estrategia Regional e Atacama, se menciona la necesidad del Mejoramiento de Información de la Fauna Nativa de Atacama: Mamíferos (micromamíferos), Reptiles, Anfibios, Peces continentales y Aves (Principalmente Rapaces) para el proceso de Clasificación de Especies (D.S. N°75 SEGPRES) (CONAMA 2002, Jara 2009). Se requiere de mayores visitas prospectivas a cada sitio de estudio, que involucre mayores horas hombre destinado a cada uno de los sitios propuestos, o al menos aquellos con mayor riqueza de especies o por su importancia como sitios de nidificación (e.g., Lagunas Bravas, sitio de nidificación de Tagua cornuda; Salar de las Parinas, presencia de gran abundancia de flamencos).

Los monitoreos de las poblaciones de vicuñas o guanacos a largo plazo, se sugiere deben realizarse en coordinación con servicios públicos (CONAF o SAG), con el fin de establecer la condición actual y número de la población de camélidos del área de estudio.

Nuestros estudios, son coincidentes con los requerimientos ambientales y de mejora en la base de datos de las especies nativas y la biodiversidad, cumpliendo con los lineamientos de la Estrategia de Biodiversidad de la región de Atacama (CONAMA 2002). Si se piensa que en la actualidad existe una escasa información sobre la estructura abiótica y biótica de los humedales y de su funcionamiento integral, es necesario ampliar, entre otros, el conocimiento faunístico, florístico, hidrológico, edáfico y climatológico de los humedales de Chile (CONAMA 2002, 2005). Se hace necesario entonces conocer la riqueza específica a nivel local, los grados de endemismo y las amenazas a lo cual están sujetos estos ecosistemas, lo cual es indispensable para la determinación

de los “hotspot” de biodiversidad (Myers *et al.* 2000) y establecer así las áreas de interés de conservación.

Los principales sectores propuestos dentro de un lineamiento de conservación a corto plazo serían en orden decreciente, las cuencas del Río Lama y Río Juncalito, la Laguna del Bayo, Salar de La Laguna, Salar de Piedra Parada, Río y Vega La Gallina, Salar Grande Salar de los Infieles y Salar del Jilguero. Nuestros datos nos sugieren que se requiere con prioridad, estudios dirigidos a la cuenca del Río Lama y el Río Juncalito.

La principal causa del desconocimiento de dichos ecosistemas, se debería a su escasa o nula accesibilidad, a o cual, se requieren mayores esfuerzos de muestreo, considerando aquellas áreas que no tienen acceso alguno, salvo por vía aérea, a lo cual se requieren mayores insumos y recursos para campañas de terreno más extensas.

Finalmente, la falta de información, tanto en la taxonomía, como en la distribución y abundancia de las especies de la región de Atacama, no permiten tener clara certeza en el nivel de endemismo de las mismas (Simonetti *et al.* 1995, Valladares 2011) y menos del estado de conservación de las especies.

VI.6. Referencias bibliográficas

- AGUIRRE, J. & H. TORRES (2005) Aves de los Humedales Altoandinos del Norte de Chile. Edición Artmo Diseño. Santiago, Chile. 180 pp.
- AHUMADA, M. & 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.
- ARAYA B & G MILLIE (1998) Guía de campo de las aves de Chile. Octava Edición. Editorial Universitaria, Santiago. 406pp.
- AUDESIRK T & G AUDESIRK (1996) Biología 3, Evolución y Ecología. Cuarta Edición. Ediciones Prentice Hall, México.

- BIBBY C.J., N. BURGESS & A. DAVID (1992) Bird Census Techniques. Academic Press, San Diego. CA, EEUU.
- BORT J & J BORT (1998) La Migración de Aves. Grup d'Estudis i Protecció de les Rapaces (GER). Web: www.z.uji.es/cyes/internauta/novedad.html. España.
- CAACH (2005) Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (CAACH). Luna-Quevedo, D. (ed). Santiago, Chile. 136 pp.
- CABRERA A. & WILLINK A. (1973) Biogeografía de América Latina. Monografía N°13, Serie Biología, O.E.A. 120 p.
- CAMPOS H (1996) Mamíferos terrestres de Chile, Guía de Reconocimiento. Colección Naturaleza de Chile. Marisa Cúneo Ediciones, Valdivia, Chile.
- CEA (2006) Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Centro de Ecología Aplicada Ltda. Comisión Nacional de Medio Ambiente Gobierno de Chile Informe Final Diciembre 2006. Contrato CONAMA N°31-22-001/05.
- CEI, JM. (1962) Batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. 128 pp.
- CEPEDA J (1993) Glosario Básico de Ecología y Medio Ambiente. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena.
- CIREN (2012) Caracterización de Humedales Altoandinos para una Gestión Sustentable de las Actividades Productivas del Sector Norte del País. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Código 2011-10042/11BPC-10042. Informe de Avance Técnico N° 1. Innova Chile, Bienes Públicos Para La Competitividad. Septiembre 2012. 125 pp.
- CITES (2015) Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Decreto Ley N° 873. Proyecto de Conservación y Manejo de Fauna Silvestre del Servicio Agrícola y Ganadero, Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables (1996). Ministerio de Agricultura Chile (Apéndices I, II y III).

- CONAF (1997) Plan de Manejo Parque Nacional Nevado de Tres Cruces. Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre. Documento de Trabajo N°255. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal, III región de Atacama.
- CONAF (2002) Plan de acción para la Conservación y uso sustentable de Humedales Altoandinos (PACHA). Unidad de Gestión Patrimonio Silvestre. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal y Convención RAMSAR, III región de Atacama. Gobierno de Chile.
- CONAF (2013) Minuta Ley De Transparencia Solicitud N° 367, del 31.01.2013. Listado actualizado de las Reservas Nacionales, Parques Nacionales, Reservas Forestales y Zonas Húmedas de Importancia Internacional (Sitios Ramsar), existentes entre las regiones de Arica y Parinacota, y el Bío-bío. Carta Oficial N°37/2013. Corporación Nacional Forestal, Oficina Central. DCD/SBB 147.
- CONAMA (1996) Metodologías para la Caracterización de la Calidad Ambiental. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), Comisión Nacional del Medio Ambiente, Secretaría Técnica y Administrativa, Santiago, Chile.
- CONAMA (2002) Estrategia Nacional de Biodiversidad. Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Santiago, Chile. 166 pp.
- CONAMA (2005) Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Santiago, Chile. 29 pp.
- CONAMA (2006) Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Centro de Ecología Aplicada Ltda. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Gobierno de Chile. Informe Final Diciembre 2006. CONTRATO CONAMA N°31-22-001/05.
- CORREA, C., J CISTERNAS & M CORREA-SOLÍS (2011) Lista Comentada de las Especies de Anfibios de Chile (AMPHIBIA: Anura). Boletín de Biodiversidad de Chile 6: 1–21 (2011) <http://www.bbchile.com>.

- DAVIS, D. E. & R. L. WINSTEAD (1987) Estimación de Tamaños de Poblaciones de Vida Silvestre. Pp. 233-258, en Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre (R. Rodríguez Tarrés, ed.). The Wildlife Society, Maryland, 703 pp.
- 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.
- DINERSTEIN, E., D OLSON, D GRAHAM, A WEBSTER, S PRIMM, M BOOKBINDER & G LEDEC (1995) Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecoregiones Terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington, D.C.
- ELLIS-JOSEPH S, N HEWSTO & A GREEN (1992) Global conservation assessment & management plan. Captive Breeding Specialist Group. UICN/The Wilfoowl & Wetlands Trust. 77pp.
- FARIÑA, J & A. CAMAÑO (2012) Humedales Costeros de Chile: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 437 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.
- FUENTES, E. (1989) Ecología. Introducción a la Teoría de Poblaciones y Comunidades. Ediciones Universidad Católica de Chile. 281 p.
- GAJARDO R (1994). La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. , Santiago, Chile. 165 pp.
- GAJARDO R. (1993) La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. Pág. 54-58.
- GALLARDO, O. & E. RODRÍGUEZ (1992) Hábitos alimentarios y etología de flamencos en el Salar de Surire. Tesis de grado. Universidad Arturo Prat, 89 pp.
- HIRIART-LAMAS, D. (2010a) Informe Plan de Seguimiento Proyecto Mejoramiento, Ruta 31-Ch, sector paso San Francisco, dm. 0.000 a dm. 109.000, región de Atacama, Chile.

Proyecto ejecutado para el Ministerio de Obras Públicas, MOP. Consultor encargado de Fauna de Vertebrados: Daniel Hiriart Lamas. Seguimiento enero de 2010.

HIRIART-LAMAS, D. (2010b) Informe Plan de Seguimiento Proyecto Mejoramiento, Ruta 31-Ch, sector paso San Francisco, dm. 0.000 a dm. 109.000, región de Atacama, Chile.
Proyecto ejecutado para el Ministerio de Obras Públicas, MOP. Consultor encargado de Fauna de Vertebrados: Daniel Hiriart Lamas. Seguimiento marzo de 2010.

HIRIART-LAMAS, D. (2010c) Informe Plan de Seguimiento Proyecto Mejoramiento, Ruta 31-Ch, sector paso San Francisco, dm. 0.000 a dm. 109.000, región de Atacama, Chile.
Proyecto ejecutado para el Ministerio de Obras Públicas, MOP. Consultor encargado de Fauna de Vertebrados: Daniel Hiriart Lamas. Seguimiento abril de 2010.

IRIARTE, A & F, JAKSIC (2012) Los carnívoros de Chile. Ediciones Flora & Fauna Chile y CASEB, P.U. Católica de Chile, 260 pp.

IRIARTE, A (2008) Mamíferos de Chile. Lynx Ediciones. Barcelona, España, 420 pp.

IRIARTE, A (2010) Guía de Campo de los Mamíferos de Chile. Ediciones Flora y Fauna Chile Ltda, 21 pp.

IUCN (2015) Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 Agosto 2014.

JAKSIC FM (1997) Ecología de los vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Facultad de Ciencias Biológicas. Chile.

JARA, G. (2009) Estrategia y plan de acción para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de Atacama 2010 – 2017. Comité Regional de Biodiversidad – “Conservando para Chile los Ecosistemas de las Zonas Áridas” (Res. Ex. N°100/2005 de COREMA). Comité Regional del Medio Ambiente (COREMA), Ministerio del Medio Ambiente, Región de Atacama. 40 pp.

JARAMILLO A (2005) Aves de Chile. Lynx Ediciones, Ingoprint S.A. Barcelona. 240 pp.

- 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.
- LUEBERT F & P PLISCOFF (2006) Sinopsis Bioclimática y Vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago. Chile, 316 pp.
- MACE GM & R LANDE (1991) Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology*, Volume 5, Nº 2: 148-157 pp.
- MANN, G (1960) Regiones biogeográficas de Chile. *Investigaciones Zoológicas Chilenas* 6:15-49.
- MANN, G (1978) Los Pequeños Mamíferos de Chile, marsupiales, quípteros, edentados y roedores. *Gayana Zoológica* Nº 40. Editorial de la Universidad de Concepción.
- MARAMBIO, Y & D. HIRIART (2013) Reptiles de la Región de Atacama. Impreso en Productora Gráfica Andros Ltda. Primera Edición, enero de 2013. Santiago, Chile. 118 pp.
- MARÍN M (2004) Lista Comentada de las Aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona, España. 144 pp.
- MARQUET PA, LC CONTRERAS, JC TORRES-MURA, SI SILVA & FM JAKSIC. 1994. Diversity of small mammals in the Pacific Coastal Desert of Perú and Chile and in the adjacent Andean area: biogeography and community structure. *Australian Journal of Zoology*, 42: 527-542
- MARTÍNEZ D & G GONZÁLEZ (2004) Las Aves de Chile, Nueva Guía de Campo. Ediciones del Naturalista, 620 pp.
- MASCITTI, V. (1998) James flamingo foraging behavior in Argentina. *Colonial Waterbirds*, 21.2: 277-280.
- MASCITTI, V., & F. KRAVETZ (2002) Bill morphology of South American flamingos. *The Condor*, 104.1: 73-83.

- MASCITTI, V., & S. BONAVENTURA (2002) Patterns of abundance, distribution, and habitat use of flamingos in the high Andes, South America. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*, 25.3: 358-365.
- MELLA J (2005) Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. En: APG Peñalosa, F Novoa & M Contreras (Eds.). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp + xii.
- MINAGRI (2013) Decreto Supremo N° 5 de 1998 de MINAGRI, Reglamento de la Ley de Caza (lista 254 especies entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.
- MOLINA, R.; YÁÑEZ, N.; PEÑA, D.; ENCALADA, M. (2001) “Programa de Apoyo Predial Kolla”, Diagnóstico de Comunidades Collas, Informe de Avance N° 2. Grupo de Investigación “TEPU” Territorios y Pueblos Indígenas. Copiapó, Chile. 179 pp.
- MONTES, C. & O. SALA (2007) La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET). *Ecosistemas* 16 (3): 137-147. Septiembre 2007.
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=512>.
- MOP (2012) Informe Final Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Atacama. Ministerio de Obras Públicas (MOP) 2012.
- MUÑOZ-PEDREROS A & J YÁÑEZ (2000). Mamíferos de Chile. Ediciones Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA), Valdivia, Chile. viii + 464 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS A, J RAU & J YÁÑEZ (2004) Aves Rapaces de Chile. Ediciones Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, Valdivia, Chile. 387 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS, A (2010) Huellas y Signos de Mamíferos de Chile. 1ª Edición, CEA Ediciones. ISBN 13: 978-956-7279-09-8. 107 pp.
- MUÑOZ-PEDREROS, A. & J YÁÑEZ (2009) Mamíferos de Chile: Segunda edición. Cea Ediciones. Valdivia, Chile, 571 pp.
- MYERS N., R.A. MITTERMEIR, C.G. MITTERMEIR, G.A. FONSECA & J. KENT. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

- NÚÑEZ H & F JAKSIC (1992) Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Santiago, Chile. 43: 63-91.
- NÚÑEZ, H. & TORRES – MURA, J.C. (1992) Adiciones a la herpetofauna de Chile. Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural de Chile 322: 3-8.
- ORELLANA, L. (2013) “Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país”. Componente Biológico Humedales III Región de Atacama. Abril 2013.
- ORELLANA, L., T ALTAMIRANO, G ORTIZ, G HENRÍQUEZ, M ESPINOSA & V POBLETE (2013) "Caracterización de Humedales Altoandinos para una Gestión Sustentable de las Actividades Productivas del Sector Norte del País". Fauna de los Humedales Muestra Región de Atacama. Enero 2013.
- PHILIPPI RA (1860). Reise durch die Wueste Atacama auf Befehl der chilenischen Regierung im Sommer 1853–54. Halle: E. Anton. 192 + 62 pp.
- PINCHEIRA-DONOSO D & H NÚÑEZ (2003) *Liolaemus robertoi*, una nueva especie de Los Andes del norte de Chile perteneciente al grupo *ruibali* (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae). Multequina, Latin American Journal of Natural Resources 12: 1-15.
- PINCHEIRA-DONOSO, D. & NÚÑEZ, H. (2005) Las especies chilenas del género *Liolaemus* Wiegmann, 1834 (Iguania Tropicuridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 59:7-486.
- PRIMACK R, R ROÍZ, P FEINSINGER, R DIRZO & F MASSARDO (1998) Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas. Sección de Obras de Ciencia y Tecnología, Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- RABANAL FE & JJ NÚÑEZ (2009) Anfibios de los Bosques Templados de Chile. Primera edición. Universidad Austral de Valdivia, Chile, 206 pp.
- RALPH CJ (1995) Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Programa de aves terrestres, Point Reyes Birds Observatory (PRBO). California, USA.

- RAMÍREZ, G. & D. PINCHEIRA-DONOSO (2005) Fauna del Altiplano y Desierto de Atacama, Vertebrados de la Provincia de El Loa”. Ediciones Phrynosaura, Santiago, Chile. 395 pp.
- RAMSAR (1990) Procceding of the Third Meeting of the Conference of the Contracting Parties. Ramsar Convention Bureau, IUCN, Gland, Suiza. www.ramsar.org
- RAMSAR (2003) Los humedales: valores y funciones. Documento de divulgación para celebrar el Día Mundial de los Humedales. Convención de Ramsar. www.ramsar.org.
- RAMSAR (2006) Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- RAMSAR (2013) Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2014. http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.
- 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.
- RAU, JR. (2005) Biodiversidad y colecciones científicas. Revista chilena de Historia Natural, sep. 2005, vol.78, no.3, p.341-342. ISSN 0716-078X.
- RIDGELY R & G TUDOR (1994) The birds of South America. University of Texas Press, Austin.
- RISACHER, F., H ALONSO & C SALASAR (1999) Geoquímica de Aguas en Cuencas Cerradas, I, II y III regiones – Chile. Volúmen I, II y III. Convenio de cooperación Ministerio de Obras Públicas (MOP), Dirección de Aguas (DGA), Universidad Católica del Norte (UCN) y el Institut de Recherche pour Le Développement (IRD). S.I.T N° 51, Santiago Chile, Enero de 1999. 247 pp.
- RODRIGUEZ R (1980) Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ª edición. America for the Wildlife Society, Inc. USA.

- RODRÍGUEZ, E. (ed.) (2005) Flamencos altoandinos *Phoenicopterus andinus* (Philippi, 1854), *Phoenicopterus jamesi* (Sclater, 1886) y *Phoenicopterus chilensis* (Molina, 1782), en el Norte de Chile: Estado actual y plan de conservación. Corporación Nacional Forestal, CONAF. Antofagasta, Chile.
- 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.
- SAG (2004) Medidas de Mitigación de Impactos Ambientales en Fauna Silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento de Gestión Ambiental. Santiago, Chile. 180 pp.
- SAG (2012) Guía de Evaluación Ambiental. Componente ambiental fauna silvestre, G-PR-GA-03. 29 pp. www.sag.cl.
- SAG (2015) La Ley de Caza y su Reglamento. Legislación, Ley de Caza N° 19.473. Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, 96 pp.
- SALVATORI V, G VAGLIO-LAURIN, PL MESERVE, L BOITANI & A CAMPANELLA (1999) Spatial organization, activity, and social interaction of culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in north-central Chile. *Journal of Mammalogy* 80: 980-985.
- SANTOS, T., & J.L. TELLERÍA (2006) Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET)*. *Ecosistemas* 15 (2): 3-12. Mayo 2006.
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=423>.
- SAYRE, R., E. ROCA, G. SEDAGHATKISH, B. YOUNG, S. KEEL, R. ROCA & S. SHEPPARD (2000) *Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment*. The Nature Conservancy (TNC) – Island Press. Washington DC. 182 pp. Simonetti, J.A., M.T.K. Arroyo, A.E. Spotorno, E. Lozada (1995) *Diversidad Biológica de Chile*. CONICYT. Santiago.
- 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>.

- SIMONETTI J (2000) Diversidad Biológica. En: Hoffman A (ed) Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile-1999: 175-194. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- SIMONETTI J, MTK ARROYO, A SPOTORNO & E LOZADA (eds.) (1995). Biodiversidad Biológica de Chile. Comité Nacional de Diversidad Biológica, Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), Santiago, Chile. 364 pp.
- SIMONETTI, J.A. (1999) Diversity and conservation of terrestrial vertebrates in mediterranean Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 493-500.
- SKEWES RAMM, O (2009) Manual de Huellas. Mamíferos Silvestres de Chile (nativos y exóticos). Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Concepción. Chile. Registro de Propiedad Intelectual de Chile No.177.478. ISBN 978-956-332-268-2. Diciembre 2009. 100 pp.
- SOBREVILA C & P BATH (1992) Evaluación ecológica rápida. Un manual para usuarios de América Latina y El Caribe. Edición Preliminar. Programa de ciencias para América Latina. The Nature Conservancy 1851, North Lynn street Arlington VA 22209, USA.
- SQUEO FA, R OSORIO & G. ARANCIO (1994) Flora de los Andes de Coquimbo: Cordillera de Doña Ana. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.
- SQUEO, F., G. ARANCIO & J. GUTIERREZ, eds. (2008) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región d Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena Chile. 11: 203 -222 pp.
- TABILO-VALDIVIESO E, R JORGE & V MONDACA (1993) Conservación y manejo de chorlos migratorios en Coquimbo, Chile. Informe técnico de la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile. La Serena, Chile. 75 pp.
- TABILO-VALDIVIESO E. (1997) Intermediate disturbance and the design of mitigation plans for wildlife. *Impact Assessment*. 15: 49-54.

- TABILO-VALDIVIESO, E (2004) El beneficio de los humedales en la región Neotropical. Centro Neotropical de entrenamiento en humedales, La Serena, Chile. 73 pp.
- TELLERÍA, JL (1986) Métodos de Censo en Vertebrados Terrestres. Manual para el censo de los vertebrados terrestres. Zoología Aplicada de Vertebrados Terrestres. Departamento de Biología Animal I (Zoología de Vertebrados), Universidad Complutense 28040. Ed. Raíces, Madrid.
- TORRES-MURA, J.C. & M. LEMUS (1991) Avifauna acuática de la Laguna del Laja (Andes de Chile). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 42: 89-95.
- TRONCOSO-PALACIOS J & GARIN CF (2013) On the identity of *Liolaemus nigromaculatus* Wiegmann, 1834 (Iguania, Liolaemidae) and correction of its type locality. ZooKeys 294: 37–56. doi: 10.3897/zookeys.294.4399.
- VALLADARES, P. (2011) Análisis, síntesis y evaluación de la literatura de lagartos de la Región de Atacama, Chile. Analysis, synthesis and evaluation of the literature of lizards from Atacama Region, Chile. Gayana 75(1): 81-98, 2011. ISSN 0717-652X.
- VELOSO A & J NAVARRO (1988) Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. Boll. Mus. Sci. Nat. Torino. 6 (2):481-539.
- VIDAL, M & A. LABRA (2008) Herpetología de Chile. Primera Edición, Ediciones Science Verlag®, Santiago de Chile. 593 pp.
- VILINA, Y., & H. COFRÉ (2008) Aves Acuáticas Continentales. En Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos. CONAMA, 2008. Ocho Libros Editores (Santiago de Chile), Pág. 226 a 233.
- VILLAGRÁN, C. & L. HINOJOSA (2005) Esquema biogeográfico de Chile. Pp: 551-577 en “Regionalización Biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines” (J. Llorente y J. J. Morrone, Editores). Ediciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 577pp

- WARNER, B.G. & C RUBEC (1997) The Canadian Wetland Classification System. National Wetlands Working Group, Wetlands Research Centre, University of Waterloo, Waterloo, Ontario. Second Edition.
- WATHERN P (ed). (1992). Environmental Impact Assessment: Theory and Practice. New York, John Wiley and Sons.
- WESTMAN W E (1985). Ecology, Impact Assessment: Theory and Practice. New York, John Wiley and Sons.
- WRIGHT, C. & J ASTUDILLO (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.

Recursos Electrónicos

- Aves de Chile (2015) <http://www.avesdechile.cl>
- BirdLife (2015) <http://www.birdlife.org>
- BirdLife International (2009) <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 02 October 2011.
- CITES (2015) <http://www.cites.org/esp/index.php>. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Base de datos de Especies CITES, Apéndices.
- CONAF (2014) <http://www.conaf.cl>
- IUCN (2015) versión 3.1-2013.1, www.iucnredlist.org; Downloaded on 06 Enero 2015.
- Lessa, E., Ojeda, R. & Bidau, C. (2008). *Spalacopus cyanus*. In: IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 September 2013.
- MINAGRI (2015) Decreto Supremo N° 5/1998 del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <http://www.minagri.gob.cl>.

MMA (2015) Ministerio de Medio Ambiente, Chile.
<http://ww.gobiernodechile.cl/cuenta.../ministerio-del-medio-ambiente>.

RAMSAR (2015) www.ramsar.org

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>.

VI.7. ANEXO

VI.Anexo 7.1. Definiciones de **Humedales**

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. Esta es la causa por la cual es difícil clasificar los humedales y definir sus límites con precisión.

De acuerdo a literatura, existen distintas definiciones asociadas a los humedales, cada una depende del enfoque y el uso con la que se aplique, algunas de ellas:

1. “Extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja, no exceda de seis metros”.

También señala que los humedales: “podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal” (Ramsar, 1996).

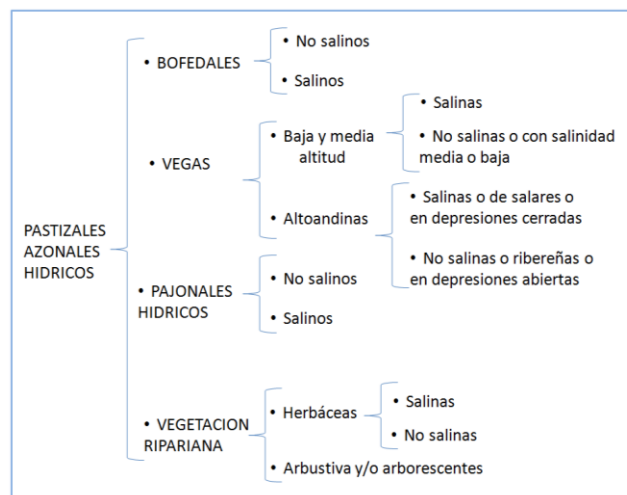
2. Según Ahumada y Faúndez (2009):

Bofedales: son sectores en los que hay niveles de humedad permanente en el suelo, desde capacidad de campo a sobresaturado y que espacialmente se ubican en torno a lo cursos de aguas corrientes o lagunas con renovación de aguas y lo suelos se caracterizan por presentar altos porcentajes de materia orgánica. Las especies vegetales presentan crecimiento en cojines en

forma semiglobosa, originando cuerpos compactos. Así mismo, entre los cojines es posible encontrar especies que crecen formando césped cortos.

Vegas: son sectores con niveles freáticos superficiales a subsuperficiales, pudiendo o no presentarse niveles de saturación y el contenido de materia orgánica del suelo es medio a bajo, presentándose en este último caso, mayor afloramiento salino. Las especies presentan crecimiento rizomatoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos menores a 40 cm. de altura de follaje.

Clasificación Praderas Azonales Hídricas, según Faúndez (2004)



3. **Las vegas** son definidas por Molina *et al.* (2001) y DGA (2005) como “sistemas ecológicos azonales de microrrelieve escaso o de terrenos planos de fondo de valles, cubiertos de vegetación herbácea densa a muy densa, de baja a mediana altura, que se encuentran regados o alimentados por cursos de aguas en algunos casos superficiales, generalmente restringidas a varios surcos de pequeño tamaño o a uno solo de gran tamaño, afloraciones locales de vertientes o bien, constantemente humedecidas por capilaridad desde los flujos freáticos, sin escurrimiento superficial”.

4. **El bofedal** se puede definir como un ecosistema con un micro relieve fuertemente ondulado y una formación vegetal de comunidades en cojinetes, de baja altura y de alta densidad. Poseen un

suelo de perfil profundo, con una alta concentración de materia orgánica. Se encuentran irrigados por una red intrincada de cursos de aguas superficiales permanentes, generalmente de baja salinidad, con altos niveles de agua subterránea. (DGA, 2005).

5. el término “bofedal” es muy propio de Bolivia, Chile y Perú, países que poseen tierras altas donde se encuentra un tipo de vegetación natural siempre verde, suculenta, de elevado potencial forrajero y con un suelo permanentemente húmedo, apto para el pastoreo principalmente de camélidos domésticos, como alpacas y llamas. Son consideradas las praderas más importantes del altiplano altoandino por la calidad y cantidad de forraje que proporcionan durante el año y especialmente en la época seca. (Alzérreca *et al.*, 2001).

6. Wright y Astudillo (2002), definen a los bofedales como turbas pantanosas, a menudo con estratos de bastante grosor. Poseen una comunidad viva en su superficie, notablemente uniforme, pero con una composición botánica no completamente identificada. La turba varía notablemente en profundidad. En general, los estratos más profundos, se encuentran en los márgenes de los valles.

7. Spiro & Stiaglini (2004), Keddy (2000): Un humedal es un ambiente de tierras bajas, donde la superficie 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.

Esta definición considera una causa (inundación por agua), un efecto primario (reducción de oxígeno) y uno secundario (biota diferenciada).

8. humedales que se desarrollan como formaciones azonales dentro de la zona andina y difieren significativamente en su estructura y dinámica de la vegetación circundante, característica de los pisos de vegetación (Ruthsatz, 1993, Squeo *et al.* 1994).

V.Anexo 7.2. Definiciones de los criterios de conservación u otro antecedente utilizado en el presente informe.

Criterios utilizados por la Reglamento de Clasificación de Especies 2013 (MMA 2013):

Extinta (EX) cuando no queda ninguna duda razonable de que el último individuo existente de dicha especie ha muerto. Se presume que una especie está Extinta cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EX".

Extinta en Estado Silvestre (EW) cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautividad o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que una especie está Extinta en Estado Silvestre cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las prospecciones deberán ser realizadas en períodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida de la especie. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EW".

En Peligro Crítico (CR) cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "CR".

En Peligro (EN) cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "EN".

Vulnerable (VU) cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está

enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "VU".

Casi Amenazada (NT) cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "NT".

Preocupación Menor (LC) cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "LC".

Datos Insuficientes (DD) cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Para fines de comunicación, difusión y anotación científica podrá usarse también la sigla "DD".

Criterios utilizados en la ley de caza N° 19.473:

EN PELIGRO (P): Taxa en peligro de extinción y cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de peligro continúan operando. Se incluyen los taxa cuyas poblaciones han sido reducidas a un nivel crítico o cuyo hábitat ha sido reducido tan drásticamente que se considera que están en inmediato peligro de extinción. También se incluyen los taxa que posiblemente ya están extinguidos, pero que han sido vistos en estado silvestre dentro de los últimos 50 años.

VULNERABLE (V): Estado de conservación donde se supone que la especie pasará en el futuro cercano a la categoría **EN PELIGRO** si los factores causales de la amenaza continúan operando. Especie que tiene un 10% de probabilidad de extinción dentro de los próximos 100 años. Se incluyen taxa de los cuales la mayor parte o todas las poblaciones están disminuyendo debido a la sobreexplotación, destrucción amplia del hábitat u otras alteraciones ambientales; taxa con poblaciones que han sido seriamente agotadas y cuya protección definitiva no está aún asegurada

y taxa con poblaciones que son aún abundantes, pero que están bajo amenaza por acción de factores adversos severos a través de su área de distribución.

RARAS (R): Especie cuya población mundial es pequeña, que no se encuentra actualmente **EN PELIGRO**, ni es **VULNERABLE**, pero que está sujeta a cierto riesgo. Estas taxa se localizan normalmente en ámbitos geográficos o hábitat restringidos o tienen una bajísima densidad a través de una distribución más o menos amplia.

INSUFICIENTEMENTE CONOCIDAS (I): Especie que se supone pertenece a alguna de las categorías anteriores, pero no se tiene certeza, debido a la falta de información. Además, se utilizarán algunos criterios empleados por Ellis-Joseph et al. (1992) y Mace & Lande (1991).

FUERA DE PELIGRO (F): Taxa que antes estuvo incluido en una de las categorías anteriores, pero en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a la amenaza que existía ha sido eliminada.

DAÑINA (D): Especie de fauna silvestre considerada perjudicial o dañina para las actividades silvoagropecuarias y para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales, que podrán ser cazadas o capturadas en cualquier época de año (SAG 2015).

Criterios utilizados en CITES 2011 (Apéndices I, II y III de CITES)

Existen tres apéndices para categorizar el grado de protección de las especies.

El Apéndice I, incluye las especies amenazadas de extinción, cuyo comercio debe estar rigurosamente regulado, autorizándose sólo en circunstancias excepcionales y generalmente para fines de investigación.

El Apéndice II, incluye especies no necesariamente amenazadas de extinción en este momento, pero que podrían estarlo si su comercio no se regula estrictamente.

El Apéndice III, incluye las especies reguladas dentro de la jurisdicción de una de las Partes y que precisan la colaboración de otras Partes para prevenir o restringir su explotación.

Criterios utilizados en IUCN 2013:

Preocupación menor (LC o LR/lc). Categoría de riesgo más bajo. No calificable en una categoría de riesgo mayor. En esta categoría se incluyen taxones ampliamente distribuidos.

Casi amenazada (NT o LR/nt). Categoría próxima a la amenaza o con posibilidad de ser calificada en una categoría de mayor amenaza en un futuro próximo.

Conservación dependiente (LR/cd). Categoría para especies que están sometidas a programas de conservación continuados para la especie o para un hábitat determinado. El cese de los programas podría suponer que la especie tuviese que ser clasificada en alguna de las categorías amenazadas en un periodo de cinco años.

Vulnerable (VU). Categoría para especies que experimentaron una importante reducción en la población o una fragmentación o disminución en su distribución natural.

Amenazada (EN). Categoría para especies que encuentran comprometida su existencia globalmente. Esto se puede deber tanto a la depredación directa sobre la especie como a la desaparición de un recurso del cual esta dependa, tanto por la acción del hombre, debido a cambios en el hábitat, producto de hechos fortuitos (como desastres naturales) o por cambios graduales del clima.

Seramente amenazada (CR). Categoría para especies que han mostrado una fuerte caída de entre un 80% y un 90% de su población en los últimos 10 años o tres generaciones, fluctuaciones, disminución o fragmentación en su rango de distribución geográfica, y / o una población estimada siempre menor que 250 individuos maduros.

Extincta (EX). Categoría para las especies acerca de las que no existe duda razonable acerca de la muerte del último ejemplar.

Extinta en libertad (EW). Categoría para especies que sólo cuentan con ejemplares en cautividad o cultivados, incluyendo poblaciones naturalizadas fuera del rango de distribución original.

Datos insuficientes (DD). Categoría para las especies acerca de las cuales no existe una información adecuada para valorar el riesgo de amenaza.

No evaluada (NE). Categoría para todas las especies que no han sido evaluadas por la UICN.

Apéndice II de CITES (CITES 2015)

Interpretación

1. En el presente Apéndice se hace referencia a las especies migratorias del siguiente modo:

- a) por el nombre de las especies o subespecies; o
- b) como totalidad de las especies migratorias de un taxón superior o de una parte determinada de dicho taxón.

Salvo que se indique lo contrario, cuando se hace referencia a un taxón superior a la especie, esto significa que la conclusión de ACUERDOS redundaría en un beneficio considerable para todas las especies migratorias pertenecientes a dicho taxón.

2. La abreviatura "spp." colocada después del nombre de una familia o un género se utiliza para designar a todas las especies migratorias dentro de esa familia o ese género.

3. Las demás referencias a taxones superiores a las especies se incluyen exclusivamente a título informativo o con fines de clasificación.

4. La abreviatura "(s.l.)" significa que la denominación científica se utiliza en su sentido lato.

5. Un asterisco (*) colocado junto al nombre de una especie o de un taxón superior indica que la especie o una población geográficamente aislada de dicha especie, o también una o varias especies incluidas en el taxón superior figuran en el Apéndice I.

Origen

Según la pertenencia (u origen) de las especies al sitio de estudio se señalan como: **ENDEMICA (En)** se considera aquellos taxa que están restringidos a un área relativamente pequeña o a un biótomo poco frecuente o raro. Estas especies se las considera propias de una región particular o zona (Cepeda 1993); **NATIVA (Na)**: Taxa que naturalmente (sin intervención humana) pertenece a un ecosistema. Se considera propia de un lugar y vive en estado silvestre (Cepeda 1993, Audesirk & Audesirk 1996); **INTRODUCIDA o EXOTICA (In)**: Taxa que no se considera propia de un determinado lugar y que viven en estado silvestre, independientes del dominio del hombre, las cuales no han evolucionado en los ecosistemas en que se encuentran (Audesirk & Audesirk 1996, SAG 2015).

VI.Anexo 7.3. Listado taxonómico de especies de Reptiles, Aves y Mamíferos registradas en el área de estudio (según observaciones directas y revisiones bibliográficas). Estado de Conservación (MMA 2014, SAG 2015, IUCN 2015, CITES 2015) en Chile. 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”, Región de Atacama. Período 2013 y 2014.

CLASE Orden Familia Especie	Estado de conservación				Orig en	Distribuc ión en Chile
	MM	SAG	IUC	CIT		
	A	(201	N	ES		
	(201	5)	(201	(201		
	5)		5)	5)		
CLASE REPTILIA						
ORDEN SQUAMATA						
Tropiduridae						
<i>Liolaemus rosenmanni</i> (Lagartija de Rosenmann)	ND	R	ND	ND	En	III-IV

CLASE AVES						
ORDEN TINAMIFORMES						
Tinamidae						
<i>Nothoprocta ornata</i> (Perdiz cordillerana)	ND	ND	LC	ND	Na	II-III
<i>Tinamotis pentlandii</i> (Perdiz de la puna o Kiula)	ND	VU	LC	ND	Na	XV-III
ORDEN PODICIPEDIFORMES						
Podicipedidae						
<i>Rollandia rolland</i> (Pimpollo)	ND	ND	LC	ND	Na	I (XV) - XII
<i>Podiceps occipitalis</i> (Blanquillo)	ND	ND	LC	ND	Na	III-XII
<i>Podiceps major</i> (Huala)	ND	ND	LC	ND	Na	III-XII
ORDEN CICONIFORMES						
Phoenicopteridae						
<i>Phoenicopus chilensis</i> (Flamenco chileno)	ND	VU	NT	Ap-II	Na	I(XV) - XII
<i>Phoenicopus andinus</i> (Parina Grande)	ND	VU	VU	Ap-II	Na	I(XV) - III
<i>Phoenicopus jamesi</i> (Parina Chica)	ND	VU	NT	Ap-II	Na	I(XV) - III
ORDEN ANSERIFORMES						
Anatidae						

<i>Chloephaga melanoptera</i> (Piuquén)	ND	VU	LC	ND	Na	I(XV) - VIII
<i>Lophonetta specularioides</i> (Pato juarjua)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Anas georgica</i> (Pato jergón grande)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Anas flavirostris</i> (Pato jergón chico)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Anas platylea</i> (Pato cuchara)	ND	IC	LC	ND	Na	III-XII
<i>Anas puna</i> (Pato puna)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - III
<i>Anas bahamensis</i> (Pato gargantillo)	ND	R	LC	ND	Na	I(XV) - XII
ORDEN CATHARTIFORMES						
Cathartidae						
<i>Vultur gryphus</i> (Cóndor)	ND	VU	NT	Ap-I	Na	I(XV) - XII
<i>Cathartes aura</i> (Jote cabeza colorada)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
ORDEN ACCIPITRIFORMES						
Accipitridae						
<i>Geranoaetus melanoleucus</i> (Águila)	ND	ND	LC	Ap-II	Na	I (XV) - XII

<i>Geranoaetus polyosoma</i> (Aguilucho)	ND	ND	LC	Ap-II	Na	I (XV) - XII
ORDEN FALCONIFORMES						
Falconidae						
<i>Phalcoboenus megalopterus</i> (Carancho cordillerano)	ND	ND	LC	Ap-II	Na	XV -VI
<i>Falco peregrinus</i> (Halcón peregrino)	ND	VU	LC	Ap-I	Na	I (XV) - XII
ORDEN GRUIFORMES						
Rallidae						
<i>Gallinula chloropus</i> (Tagüita del norte)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - VIII
<i>Fulica ardesiaca</i> (Tagua andina)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - III
<i>Fulica gigantea</i> (Tagua gigante)	ND	VU	LC	ND	Na	II-III
<i>Fulica cornuta</i> (Tagua cornuda)	ND	VU	NT	ND	Na	I(XV) – III
ORDEN CHARADRIFORMES						
Charadriidae						
<i>Charadrius alticola</i> (Chorlo de la puna)	ND	ND	LC	ND	Na	I-RM
<i>Phegornis mitchellii</i> (Chorlito cordillerano)	ND	ND	LC	ND	Na	I-VII

Recurvirostridae						
<i>Recurvirostra andina</i> (Caití)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - IV
Scolopacidae						
<i>Tringa flavipes</i> (Pitotoy chico)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Calidris bairdii</i> (Playero de Baird)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Steganopus tricolor</i> (Pollito de mar tricolor)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
<i>Gallinago andina</i> (Becacina de la puna)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV)-III
Thinocoridae						
<i>Attagis gayi</i> (Perdicita cordillerana)	ND	R	LC	ND	Na	II-XII
<i>Thinocorus orbignyianus</i> (Perdicita cojón)	ND	ND	LC	ND	Na	II-XII
Laridae						
<i>Chroicocephalus serranus</i> (Gaviota andina)	ND	VU	LC	ND	Na	I (XV) - XI
ORDEN COLUMBIFORMES						
Columbidae						
<i>Metriopelia melanoptera</i> (Tortolita cordillerana)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XI

<i>Metriopelia ceciliae</i> (Tortolita boliviana)	ND	ND	LC	ND	Na	I-III
<i>Metriopelia ayмара</i> (Tortolita de la puna)	ND	ND	LC	ND	Na	I-IV
ORDEN APODIFORMES						
Trochilidae						
<i>Oreotrochilus leucopleurus</i> (Picaflor cordillerano)	ND	ND	LC	Ap-II	Na	II-XI
ORDEN PASSERIFORMES						
Furnariidae						
<i>Geositta punensis</i> (Minero de la puna)	ND	ND	LC	ND	Na	III-VII
<i>Geositta isabellina</i> (Minero grande)	ND	ND	LC	ND	Na	III-VII
<i>Geositta rufipennis</i> (Minero cordillerano)	ND	ND	LC	ND	Na	II-XI
<i>Upucerthia ruficaudata</i> (Bandurrilla de pico recto)	ND	ND	LC	ND	Na	XV -M
<i>Cinclodes fuscus</i> (Churrete acanelado)	ND	ND	LC	ND	Na	III-XII
<i>Cinclodes oustaleti</i> (Churrete chico)	ND	ND	LC	ND	Na	II-XI
Tyrannidae						
<i>Agriornis montana</i> (Mero gaucho)	ND	ND	LC	ND	Na	II -IV
<i>Muscisaxicola rufivertex</i> (Dormilona de nuca rojiza)	ND	ND	LC	ND	Na	I-VII
<i>Muscisaxicola flavinucha</i> (Dormilona fraile)	ND	ND	LC	ND	Na	I-X

<i>Muscisaxicola frontalis</i> (Dormilona de frente negra)	ND	ND	LC	ND	Na	II-X
<i>Muscisaxicola alpina</i> (Dormilona cenicienta)	ND	ND	LC	ND	Na	III-VII
<i>Muscisaxicola maculirostris</i> (Dormilona chica)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) – XII
<i>Lessonia oreas</i> (Colegial andino)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - IV
Hirundinidae						
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Golondrina de dorso negro)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
Thraupidae						
<i>Sicalis uropygialis</i> (Chirihue cordillerano)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - V
<i>Sicalis olivascens</i> (Chirihue verdoso)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV)- IV
<i>Phrygilus gayi</i> (Cometocino de Gay)	ND	ND	LC	ND	Na	III-XII
<i>Phrygilus atriceps</i> (Cometocino del norte)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - IV
<i>Phrygilus unicolor</i> (Pájaro plomo)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - XII
Emberizidae						
<i>Zonotrichia capensis</i> (Chincol)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) -

						XII
Fringillidae						
<i>Carduelis atratus</i> (Jilguero negro)	ND	ND	LC	ND	Na	I(XV) - IV (V)
<i>Carduelis uropygialis</i> (Jilguero cordillerano)	ND	ND	LC	ND	Na	III-VIII
CLASE MAMMALIA						
ORDEN CARNÍVORA						
Felidae						
<i>Puma concolor</i> (Puma)	NT	EN	LC	Ap-II	Na	I(XV) - XII
Canidae						
<i>Lycalopex culpaeus</i> (Zorro rojo o culpeo)	LC	IC	LC	Ap-II	Na	I(XV) - XII
ORDEN ARTIODACTYLA						
Camelidae						
<i>Lama guanicoe</i> (Guanaco)	VU	EN	LC	Ap-II	Na	I(XV) - VII; XI- XII
<i>Vicugna vicugna</i> (Vicuña)	ND	EN	LC	Ap-I	Na	I(XV) - III
ORDEN RODENTIA						

Muridae						
<i>Phyllotis xanthopygus</i> (Ratón orejudo andino)	ND	ND	LC	ND	Na	II-VII
<i>Abrothrix andinus</i> (Ratón andino)	ND	ND	LC	ND	Na	I-IV
Chinchillidae						
<i>Lagidium viscacia</i> (Vizcacha)	ND	EN	LC	ND	Na	II-IV
Ctenomyidae						
<i>Ctenomys fulvus</i> (Tuco-tuco de Atacama o Chululo)	ND	VU	LC	ND	Na	II-IV
ORDEN LAGOMORFA						
Leporidae						
<i>Lepus europaeus</i> (Liebre)	ND	D	LC	ND	Na	I-XII

Nomenclatura utilizada en Anexo 7.3:

Categorías de Estado Conservación (Ley de Caza N° 19.473): Especie catalogada como en peligro de extinción = EN Especie catalogada en estado de	Categorías de Estado de Conservación (Ministerio de Medio Ambiente, 2014): Especie con datos insuficientes=DD Especie en peligro crítico=CR
---	--

conservación vulnerable = VU Especie catalogada como rara = R Especie catalogada como insuficientemente conocida = IC Amenaza indeterminada = A Fuera de peligro = F No Determinado/No Definido oficialmente (no se encontró información) = ND Dañina = D	Especie en peligro=EN Especie con preocupación menor=LC Especie casi amenazada=NT Especie vulnerable=VU Especie insuficientemente conocida = IC
Criterios utilizados en IUCN 2014: Preocupación menor (LC o LR/lc). Casi amenazada (NT o LR/nt). Conservación dependiente (LR/cd). Vulnerable (VU). Datos insuficientes (DD). No evaluada (NE).	Distribución en Chile: NORTE (N): Comprende las regiones I, II y III. Arica y Parinacota (Región XV); CENTRAL (C): Comprende las regiones IV, V, Metropolitana, VI y VII. SUR (S): Comprende las regiones VIII, IX y X. Los Ríos (Región XIV) AUSTRAL (A): Comprende las regiones XI y XII. VISITANTE ISLA DE PASCUA:

	VIP INTRODUCIDA EN ISLA DE PASCUA: IIP RESIDENTE EN ARCHIPIELAGO JUAN FERNÁNDEZ: JF VISITANTE ARCHIPIÉLAGO JUAN FERNÁNDEZ: VAJF
Cites (2014) Apéndice I = Ap I; Apéndice II = Ap II; Apéndice III = Ap III	

Capítulo VII: DISEÑO Y VALORACIÓN DE UN MODELO DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO DE UN MERCADO DE TURISMO DE INTERESES ESPECIALES EN LA ZONA ALTOANDINA DE LA REGIÓN DE ATACAMA

VII.1. PRESENTACIÓN

El Gobierno Regional de Atacama, considerando sus funciones establecidas por Ley y los compromisos adquiridos en la Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama 2007-2017, específicamente en el Lineamiento 3 “Promoción de la Investigación e Innovación” que se encuentra descrito como “la capacidad del sector público y privado para impulsar y llevar a cabo los procesos mediante los cuales, productos, procesos productivos y servicios desarrollados en base a nuevos conocimientos o a la combinación novedosa de conocimiento preexistente, son introducidos eficazmente en los mercados y en la vida social”, realizó un llamado a concurso de proyectos de innovación y emprendimiento a ser financiados mediante el Fondo para la Innovación y Competitividad (FIC) Año 2013.

El objetivo de este llamado es masificar el desarrollo de la I+D+i en la Región de Atacama, para fortalecer y formar el recurso humano en temas de innovación e investigación; generar un sistema regional de innovación, que permita a los diferentes actores del proceso vincularse permanentemente, articularse y retroalimentarse para el desarrollo de procesos de innovación prioritarios para la región; de la aplicación de I+D+i con foco en el área social, vivienda social, educación, salud, medio ambiente, energías renovables no convencionales (ERNC) y recursos hídricos, y principalmente en los sectores productivos priorizados en la Agenda Estratégica para la Competitividad de Atacama 2010 - 2021: Agricultura, Acuicultura y Pesca, Turismo de Intereses Especiales y Minería; además, potenciar una cultura regional de innovación y el emprendimiento; e incentivar la inversión privada en I+D+i, propiciando alianzas público - privadas para el desarrollo de ésta, con el fin último de mejorar la calidad de vida de los atacameños y las atacameñas.

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” se focaliza en una de las temáticas transversales de interés regional: Recurso Hídrico, dado que propone explorar y caracterizar las cuencas cerradas altoandinas de la Región

de Atacama, particularmente en los cuerpos de agua como lagunas, ojos de agua, ríos, vegas y salares, considerados en su conjunto como humedales continentales. Dentro de los sitios de estudio destacan: *Salar de Gorbea, Salar Ignorado, Salar de la Azufrera, Salar de Agua Amarga, Salar de Aguilar, Salar de La Isla, Salar de Las Parinas, Salar Grande, Salar de Los Infieles, Salar de Pedernales, Salar de La Laguna, Salar de Piedra Parada, Lagunas Bravas, Lagunas del Jilguero, Laguna del Bayo, Laguna Verde, Salar de Maricunga, Laguna del Negro Francisco* y se incluye adicionalmente el *Río Lama, Río Juncalito y Río La Gallina*, tal como se muestra en el mapa de la Figura 1.

Figura VII.1, Mapa Humedales Continentales

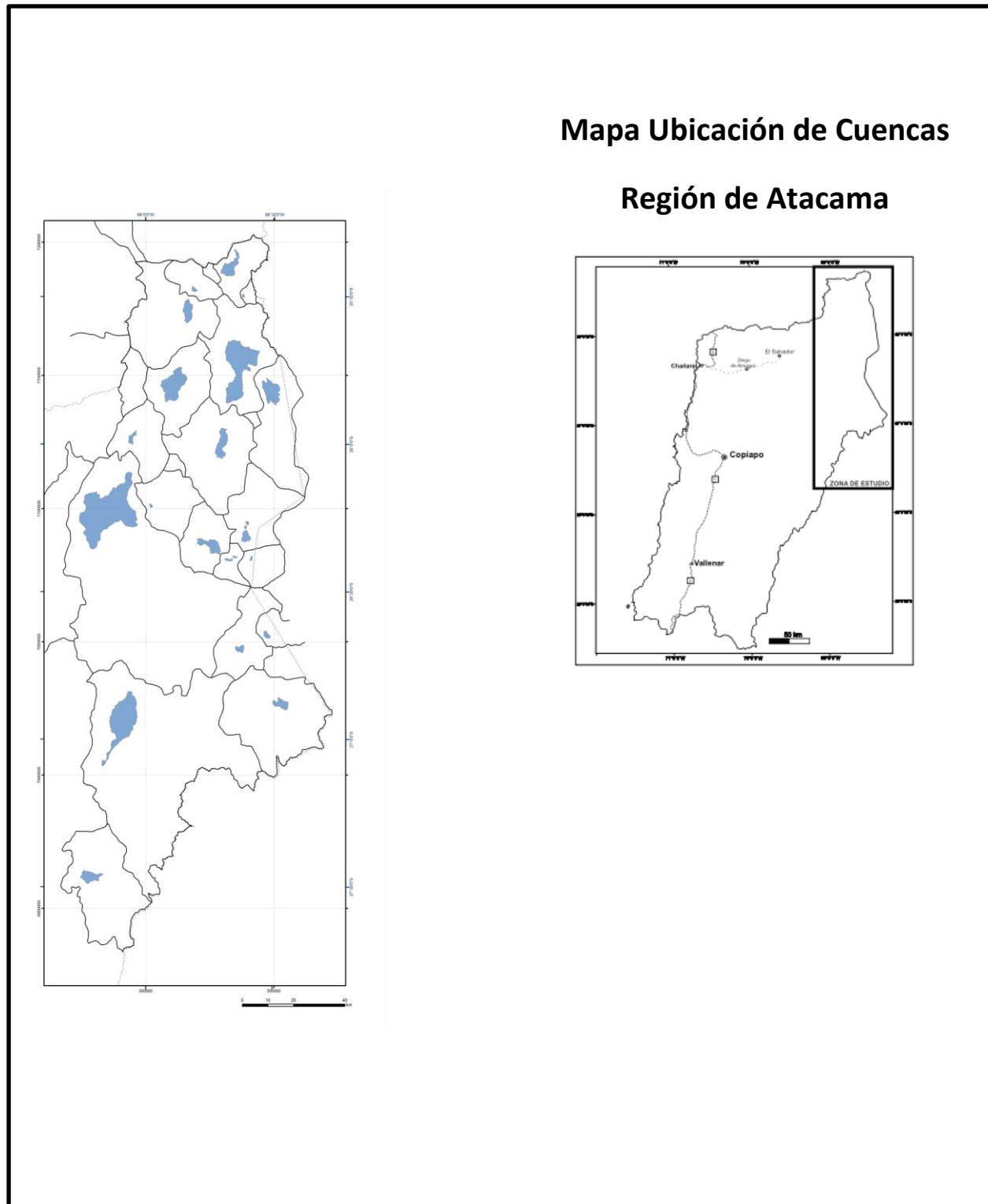


Tabla VII.1, Ubicación de Cuencas en la Región de Atacama, Zona del estudio

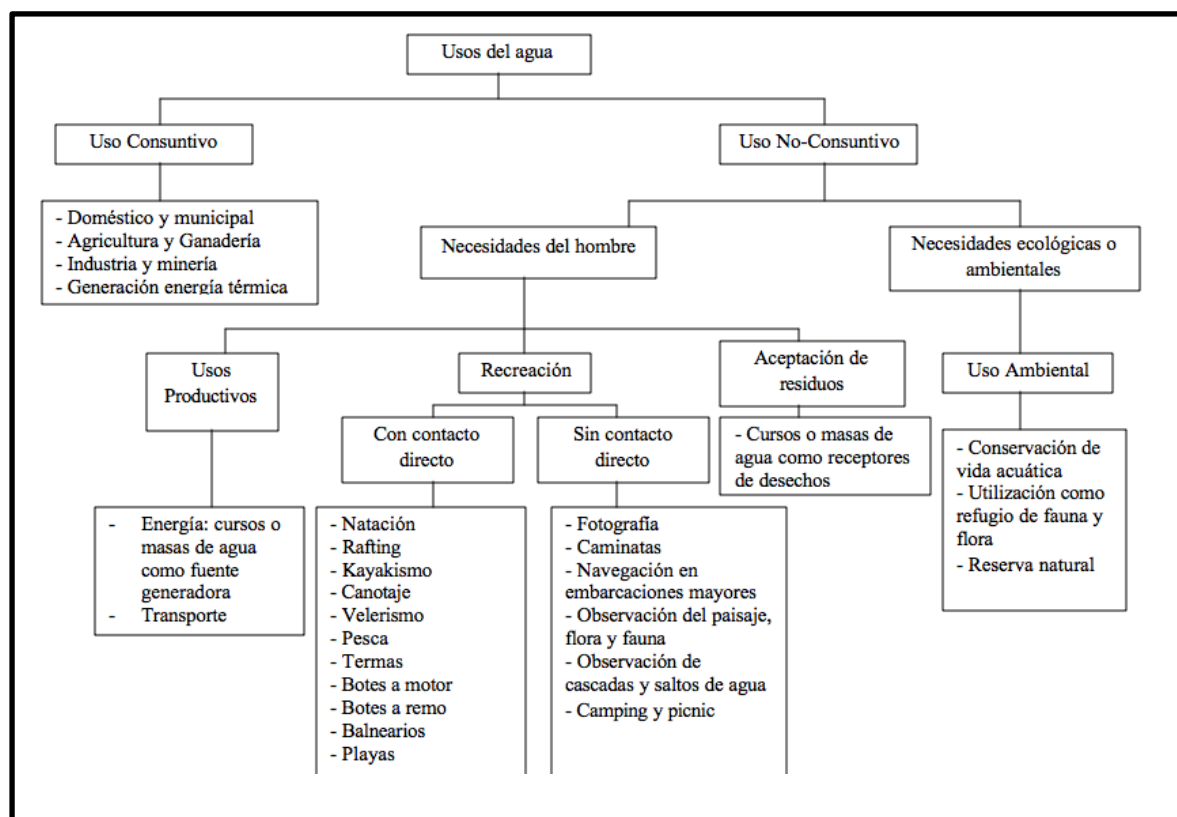
Cuencas		Coordenadas UTM		Grados Decimales		Metros
Número	Lugar	Este	Norte	Latitud	Longitud	Altitud
1	Salar de Gorgea	531439.78	7187566.85	-25.428500°	-68.687344°	3942
2	Salar Ignorado	537972.07	7179781.33	-25.498653°	-68.622165°	4090
3	Salar de La Azufra	518341.94	7183145.73	-25.468644°	-68.817536°	3581
4	Salar de Agua Amarga	515917.03	7178197.79	-25.468644°	-68.817536°	3557
5	Salar de Aguilar	507649.08	7140492.06	-25.853912°	-68.923663°	3316
6	Salar de La Isla	536757.70	7153755.52	-25.733701°	-68.633532°	3952
7	Salar de Las Parinas	549633.42	7142673.80	-25.833387°	-68.504751°	3936
8	Salar Grande	529798.94	7124133.19	-26.001346°	-68.702239°	3966
9	Salar de Los Infieles	495217.59	7126154.73	-25.983390°	-69.047780°	3520
10	Salar de Pedernales	479444.31	7087680.39	-26.330660°	-69.205977°	3346
11	Salar de La Laguna	501874.80	7101115.99	-26.209490°	-68.981233°	3494
12	Salar de Piedra Parada	525878.51	7085666.94	-26.348754°	-68.740646°	4121
13	Lagunas Bravas	539224.60	7090880.71	-26.301373°	-68.607052°	4220
14	Lagunas de El Jilguero	533583.25	7081117.61	-26.389670°	-68.663311°	4173
15	Laguna de El Bayo	541229.97	7081094.04	-26.389682°	-68.586649°	4400
16	Laguna Santa Rosa	482898.00	7004321.20	-27.083350°	-69.172500°	3762
17	Río Lama	506842.00	7004452.00	-27.082258°	-68.930989°	4100
18	Laguna Verde	551859.74	7028121.75	-26.867605°	-68.477915°	4327
19	Salar de Maricunga	493567.14	7031003.34	-26.842537°	-69.064747°	3753
20	Laguna de El Negro Francisco	476683.65	6960011.65	-27.483293°	-69.236025°	4124

Por otro lado, y luego de estudiar las características físicas y químicas de la columna de agua y sedimentos de los sistemas lagunares de altura de la región de Atacama y de estudiar las comunidades acuáticas y terrestres que habitan esta cuenca, el proyecto propone revisar el potencial de uso no consuntivo y consuntivo de estos ambientes hídricos de altura (figura 2).

En esta línea de análisis se enmarca el presente informe del capítulo “Diseño y Valoración de un Modelo de Negocios para el desarrollo de un Mercado de Turismo de Intereses Especiales en la Zona Lagunar Altoandina de la Región de Atacama”, el cual tiene por objeto establecer el

potencial uso no consuntivo de los sistemas lagunares altoandinos de la Región de Atacama, enfocado dicho uso al turismo de intereses especiales (necesidades del hombre / recreación), el cual constituye uno de los sectores priorizados en la Agenda de Desarrollo Productivo de la Región.

Figura VII.2, Diferentes usos del agua



Como es de conocimiento público, el país y en particular la región de Atacama enfrenta una sequía que se ha extendido por casi 10 años, situación que afecta el desarrollo productivo y amenaza la sobrevivencia de la biodiversidad, incluyendo el buen vivir de los humanos. Es por lo anterior que resulta fundamental el desarrollo de este tipo de estudios que permitan conocer más antecedentes acerca del comportamiento y evolución de los sistemas lagunares altoandino, como potencial fuente de recursos hídricos consuntivos y no consuntivos.

Este estudio fue realizado por un equipo de profesionales encabezado por Victor Caro, PhD © en Economía Social y compuesto por Cristián Hernández, Economísta y Boriz Quiroz, Ingeniero en Turismo.

1. Glosario de Términos¹

Turismo: es el conjunto de actividades realizadas por las personas durante sus viajes y permanencias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, por motivos diferentes al de ejercer una actividad remunerada en el lugar visitado (Organización Mundial del Turismo).

Actividades Turísticas: son aquellos actos que realiza el consumidor para que acontezca el turismo. Son el objetivo de su viaje y la razón por la cual requiere que le sean proporcionados los servicios (OEA, 1978). La actividad, en conjunto con los atractivos de un lugar, constituye la motivación básica del viaje. Se podría decir que no es posible un desarrollo turístico si el visitante no puede realizar actividades, aunque en muchos casos se trate sólo de contemplar el paisaje.

Destino Turístico: un destino turístico local es un espacio físico en el que un visitante pasa al menos una noche. Incluye productos turísticos tales como servicios de apoyo y atractivos y recursos turísticos en un radio que permite ir y volver en un día. Tiene unos límites físicos y administrativos que definen su gestión e imágenes y percepciones que determinan su competitividad en el mercado. Los destinos locales incorporan a diversos grupos, entre los que se cuenta a menudo la comunidad anfitriona, y pueden establecer lazos y redes entre sí para constituir destinos mayores. (OMT, 2002)

Lugar que tiene características conocidas por un número suficiente de visitantes potenciales para justificar su consideración como entidad, incitando al viaje por sí misma, independiente de las atracciones de otras localidades (Mathieson y Wall, 1990).

Este lugar ofrece una serie de atracciones y de instalaciones y servicios turísticos afines, que un turista o grupo de turistas escoge para visitar o que los proveedores deciden promocionar (Organización Mundial del Turismo, 1996).

¹ SERNATUR. Glosario de términos técnicos relacionados con la actividad turística habitualmente empleados en Chile. Julio 2008.

Consumo Turístico: se refiere al valor monetario de todos los bienes y servicios, característicos y no característicos, que el visitante adquiere antes, durante y después del viaje en el territorio del país que lleva a cabo el estudio del turismo. El consumo turístico se clasifica en interno, receptivo y emisor, es decir, se identifica según la procedencia del agente económico que realiza el gasto.

Industria Turística: el conjunto de unidades productoras, o establecimientos, cuya principal actividad productiva es la elaboración de bienes y servicios relacionados con el turismo.

Formas de Turismo:

a) Turismo Interno o Doméstico: son los visitantes residentes en el país que se desplazan fuera de su entorno habitual, pero dentro del país, por un período menor a un año y cuyo propósito principal no sea el percibir una remuneración en el lugar visitado, cambiar de residencia, buscar trabajo, entre otros.

b) Turismo Receptivo o de Entrada: son los visitantes de otras naciones que se desplazan a un país en su calidad de no residentes, por un período menor a un año por cualquier motivo, excepto para obtener una remuneración en el lugar visitado, cambiar de residencia, buscar trabajo, inmigrantes, entre otros.

c) Turismo Emisor o de Salida: son los visitantes residentes que se desplazan a otros países, por un tiempo inferior a 12 meses por cualquier motivo, excepto para obtener una remuneración en el lugar de destino, cambiar de residencia, buscar trabajo, etc.

Los tres tipos de turismo mencionados son excluyentes entre sí, sin embargo, al combinarse dan origen a otras formas de turismo, como son:

- **Turismo Interior:** este concepto comprende el turismo interno y el receptivo (de entrada), es decir, a los individuos que viajan dentro del país en el que se genera el estudio, sin importar su lugar de residencia.

- **Turismo Nacional:** resulta de la conjunción del turismo interno más el emisor (de salida), y se refiere a los residentes del país en el que se realiza la compilación, sin distinguir el destino de su viaje.

- **Turismo Internacional:** está constituido por la adición del turismo que viaja al exterior (emisivo o de salida) y el que procede del extranjero (receptor o de entrada).

Producto Turístico: se define como el conjunto de atributos físicos y psicológicos (tangibles e intangibles) que el consumidor considera que tiene un determinado bien o servicio para satisfacer sus deseos o necesidades (Iglesias, 1995:149)

Es la suma de componentes tangibles e intangibles, que incluye los bienes, recursos, infraestructuras, equipamientos, servicios, ingeniería de gestión, imagen de marca y precio que el turista percibe (ESADE, 1996).

Se puede sintetizar como la combinación de tres elementos básicos: los atractivos (naturales, culturales y eventos), las facilidades (alojamiento, alimentación, recreación y otros servicios) y accesibilidad (infraestructura de transporte) (Acerenza, 1982).

Turismo de Intereses Especiales (TIE): responde a una elevada segmentación del mercado para satisfacer a consumidores que buscan experiencias personalizadas y diferenciadas, y ofrece la oportunidad de trabajar en diferentes nichos de mercado al mismo tiempo, lo que acelera la diversificación de destinos y la ampliación, profundización y sofisticación de la gama de productos turísticos. En general, los consumidores asociados al turismo de intereses especiales suelen estar dispuestos a realizar grandes desplazamientos buscando cierto tipo de actividades en entornos geográficos muy específicos, suelen demostrar una mayor propensión al gasto turístico y suelen ser más flexibles en la época de viaje que los visitantes con motivaciones más generales.

Ecoturismo: el ecoturismo se define como un "turismo responsable hacia áreas naturales que protege el entorno y provee bienestar a la población local" (The Ecotourism Society, 1993:8).

Turismo de base ecológica. Forma de Turismo especializado en la naturaleza, centrado en actividades a pequeña escala con excursiones a zonas naturales; puede incluir visitas a lugares de interés cultural tradicional. Concede atención especial al desarrollo respetuoso del medio y al grado de uso por los visitantes (OMT, 1996).

Corresponde a un tipo de turismo que involucra un viaje hacia áreas naturales no contaminadas o relativamente poco alteradas con el propósito de estudiar, admirar y disfrutar del paisaje y sus plantas y animales salvajes, así como de la cultura local (Ceballos Lascuráin, 1988).

Clúster Turístico: este concepto se refiere a las relaciones (encadenamientos) que se producen en un sector productivo. Comprende "una concentración sectorial y/o geográfica de empresas en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas, con importantes y cumulativas economías externas, de aglomeración y de especialización - de productores, proveedores de mano de obra especializada, de servicios anexos específicos al sector - con la posibilidad de acción conjunta en búsqueda de eficiencia colectiva" (Ramos, 1998).

En la aplicación del concepto a la actividad turística se plantea que un clúster es una agrupación de atractivos turísticos, infraestructuras, equipamientos, servicios y organización turística concentrada en un ámbito geográfico bien delimitado. Manaos, Iguazú, Río de Janeiro, Bariloche, Varadero y Cancún, son ejemplos de clústers (Bordas, 1994: 30).

Zona de Interés Turístico Nacional (ZOIT): área de características esencialmente rural, amplia en extensión, donde junto a recursos turísticos relevantes coexisten otros usos o actividades con una compatibilidad básica con estos. Los atractivos turísticos que ofrece, corresponden a una gama variada y contribuyen a conformar circuitos y/o áreas turísticas generalmente no explotadas, de carácter potencial, siendo conveniente velar por la preservación y puesta en valor de los recursos turísticos que posee, debiendo contar para ello con un plan de Ordenamiento Territorial de carácter extensivo que resguarde y encauce adecuadamente su desarrollo turístico.

Dicho plan de ordenamiento, y tomando en cuenta la extensión del área objeto de la correspondiente declaratoria, deberá identificar también aquellas actividades u otros usos compatibles con la actividad turística, presentando en consecuencia una condición multisectorial, que compatibilice los diferentes sectores afectados, pudiendo contemplar para ello, la ejecución de obras de infraestructura que excedan el solo beneficio del sector turismo y represente su ejecución efectos positivos para otros sectores considerados compatibles.

La declaratoria de una zona de interés turístico nacional podrá incluir en el área definida la existencia de uno o más centros de interés turístico con sus correspondientes planes de ordenamiento, lo que deberá ser considerado en el plan elaborado para la ZOIT en cuestión (SERNATUR, 1998).

Excursionismo: actividad deportiva o recreativa efectuada a pie, cuyo escenario, muy variado, es la naturaleza primitiva y agreste asociada normalmente con áreas montañosas, y que se realiza por medio de senderos expresamente habilitados, o rutas identificadas, sin precisar, por lo general, de equipos especiales, y con grado de dificultad variable (CONAF, 1993).

Excursionista: todo visitante que no pernocta en un medio de alojamiento colectivo o privado del lugar o país visitado (Naciones Unidas, 1994).

Área Protegida: el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) define que se entenderá por área protegida “cualquier porción de territorio, delimitada geográficamente y establecida mediante acto de autoridad pública, colocada bajo protección oficial con la finalidad de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental”.

Biodiversidad: corresponde a la variabilidad de los organismos vivos que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas.

Conservación del Patrimonio Ambiental: el uso y aprovechamiento racional o la reparación, en su caso, de los componentes del medio ambiente especialmente aquellos propios del país que sean únicos, escasos o representativos, con el objeto de asegurar su permanencia y su capacidad de regeneración.

Desarrollo Sustentable: proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección del medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras.

Desarrollo Turístico Sustentable: en Chile la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente plantea que el desarrollo sustentable es "el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección el medio ambiente, de manera de no comprometer las expectativas de las generaciones futuras (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1997:2).

Para la Organización Mundial del Turismo el "desarrollo turístico sostenible atiende a las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y al mismo tiempo protege y

fomenta las oportunidades para el futuro. Se concibe como una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que puedan satisfacerse las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando al mismo tiempo la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida (OMT, 1999).

Impacto Ambiental: la alteración del medio ambiente provocada directa o indirectamente por un proyecto o una actividad en un área determinada (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 1997:2).

Estudio de Impacto Ambiental: documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutará para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos.

Evaluación de Impacto Ambiental: el procedimiento, a cargo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) o de la Comisión Regional respectiva, en su caso, que, en base a un Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes.

Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Turísticos: este instrumento de protección ambiental está contenido en la Ley de Bases del Medio Ambiente 19.300 y su relación con la actividad turística radica en el hecho que se establece la obligatoriedad de someter al sistema de evaluación del impacto ambiental algunos proyectos turísticos localizados fuera del radio urbano.

Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE): conjunto de ambientes naturales, terrestres o acuáticos, que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. Dicho sistema está compuesto por Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales.

Parque Nacional: área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse, y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo (Ministerio de

Agricultura, 1984). Los objetivos que se pretenden son la preservación de muestras de ambientes naturales, de rasgos culturales y escénicos asociados a ellos, la continuidad de los procesos evolutivos, y en una medida compatible con lo anterior, la realización de actividades de educación, investigación o recreación.

Reserva Nacional: área cuyos recursos naturales es necesario conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia en el resguardo del bienestar de la comunidad. Tiene como objetivo la conservación y protección del recurso suelo y de aquellas especies amenazadas de flora y fauna silvestre, a la mantención de o mejoramiento de la producción hídrica y la aplicación de tecnologías de aprovechamiento racional de éstas.

Monumento Natural: área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes desde el punto de vista escénico, cultural o científicos. Su objetivo es preservar el ambiente natural, cultural y escénico, y en la medida que sea compatible con ello, desarrollar actividades educativas, recreacionales o de investigación.

Actualmente el sistema es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y está compuesto por 95 unidades distribuidas en 32 Parques Nacionales, 48 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, las que en su conjunto abarcan una superficie aproximada de 14,3 millones de hectáreas, lo que representa el 19% de la superficie continental e insular de Chile.

VII.1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL TURISMO Y EL TURISMO DE INTERESES ESPECIALES

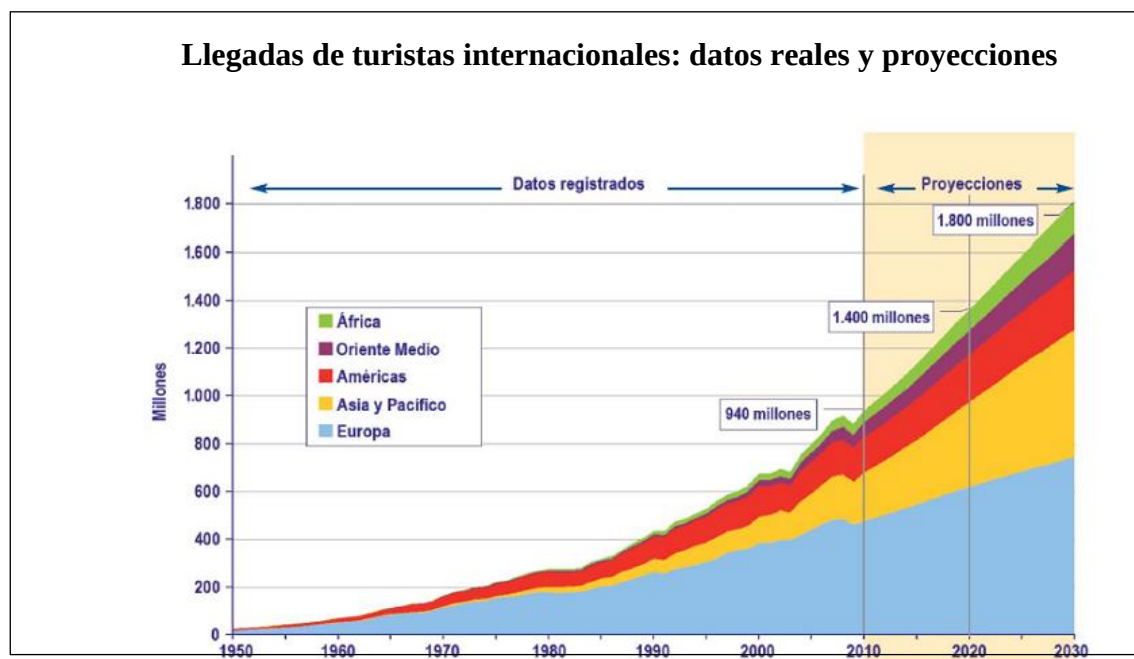
Antecedentes Generales del Turismo²

A nivel mundial el turismo ha tenido un comportamiento expansivo y constante desde 1950. En todas las áreas mundiales se ha producido un crecimiento permanente, con ritmos de crecimiento anual promedio del 4,1%, aunque existen algunas excepciones en la serie temporal vinculadas

² Basado en información oficial publicada por la World Tourism Organization – UNWTO (Organización Mundial del Turismo – OMT): <http://www2.unwto.org>

fundamentalmente a crisis económicas mundiales. Por ejemplo, entre los años 2001 y 2003 se produjo una disminución en las llegadas de turistas, registrándose el 2003 una caída del 1,5%.

Gráfico VII.1. Evolución turismo mundial, serie histórica y proyecciones



Fuente: Organización Mundial del

Turismo (OMT)

Recientemente, debido a procesos de contracción económica, se han podido observar a nivel internacional las mayores disminuciones en la llegada de turistas y en los ingresos por turismo. Según datos de la Organización Mundial del Turismo (2010), en el periodo 2008-2009 se produjo una disminución de las llegadas del 4,2% y de los ingresos entorno al 5,7%.

Este panorama, que en principio podía dibujar un escenario futuro poco esperanzador para el sector, cambió de signo en el último trimestre de 2009 con crecimientos del 2% y unas expectativas positivas por parte de todos los expertos. A nivel internacional, las llegadas de turistas internacionales crecieron un 4,9% durante 2011, un 4,1% en 2012 y un 5% en 2013.

Tabla VII.2. Turismo internacional por subregiones

Turismo internacional por (sub)regiones

	Ingresos por turismo internacional									Llegadas de turistas internacionales							
	Variación			SEEUU		euro		Cuota		abs.		Variación			Cuota		
	Monedas locales, precios constantes (%)			(miles de millones)		por llegada		(miles de millones)		por llegada		(millones)		(millones)			
	11/10	12/11	13*/12	2012	2013*	2013*	2012	2013*	2013*	2013*	2012	2013*	11/10	12/11	13*/12	2013*	
Mundo	4,5	4,2	5,3	1.078	1.159	1.070	839	873	800	100	1.035	1.087	4,9	4,1	5,0	100	
Economías avanzadas ¹	5,9	4,0	6,0	688	745	1.280	536	561	970	64,3	551	581	4,9	3,8	5,4	53,4	
Economías emergentes ¹	2,1	4,5	4,0	390	413	820	303	311	610	35,7	484	506	4,9	4,4	4,5	46,6	
Europa	4,9	1,9	3,8	454,0	489,3	870	353,4	368,4	650	42,2	534,4	563,4	6,4	3,6	5,4	51,8	
Europa del Norte	2,4	3,3	7,1	67,6	74,2	1.080	52,6	55,9	810	6,4	65,1	68,9	2,9	0,9	5,8	6,3	
Europa Occidental	3,9	2,7	1,7	157,9	167,9	960	122,9	126,4	730	14,5	167,2	174,3	4,6	3,5	4,2	16,0	
Eur. Central/Oriental	6,8	4,0	3,4	56,3	59,9	500	43,8	45,1	380	5,2	111,7	118,9	9,1	8,3	6,5	10,9	
Eu. Meridional/Medit.	6,1	0,0	4,5	172,2	187,3	930	134,0	141,0	700	16,2	190,4	201,4	7,9	1,9	5,7	18,5	
- de los cuales UE-28	4,0	1,7	3,4	374,2	402,9	930	291,2	303,4	700	34,8	412,2	432,7	5,6	2,7	5,0	39,8	
Asia y el Pacífico	8,3	6,7	8,2	329,1	358,9	1.450	256,1	270,3	1.090	31,0	233,5	248,1	6,6	6,9	6,2	22,8	
Asia del Nordeste	9,2	7,9	9,3	167,2	184,7	1.450	130,1	139,0	1.090	15,9	122,8	127,0	3,8	6,0	3,5	11,7	
Asia del Sudeste	12,9	10,6	9,7	96,0	107,4	1.150	74,7	80,9	870	9,3	84,2	93,1	10,7	8,7	10,5	8,6	
Oceania	-4,1	-1,3	1,9	43,0	42,6	3.410	33,4	32,0	2.570	3,7	11,9	12,5	0,8	4,0	4,7	1,1	
Asia Meridional	11,6	-0,6	5,3	22,9	24,3	1.570	17,8	18,3	1.180	2,1	14,6	15,5	14,5	6,2	6,1	1,4	
Américas	5,1	5,7	6,4	212,9	229,2	1.360	165,7	172,6	1.030	19,8	162,7	167,9	3,6	4,3	3,2	15,5	
América del Norte	5,9	6,7	7,8	156,4	171,0	1.550	121,7	128,8	1.170	14,8	106,4	110,1	2,6	4,2	3,5	10,1	
El Caribe	-1,5	1,2	2,1	24,2	24,8	1.170	18,8	18,7	880	2,1	20,7	21,2	3,0	3,0	2,2	1,9	
América Central	9,7	7,5	3,2	8,7	9,4	1.020	6,8	7,1	770	0,8	8,9	9,2	4,4	7,3	4,2	0,8	
América del Sur	5,7	3,2	3,2	23,6	23,9	870	18,4	18,0	660	2,1	26,7	27,4	7,8	5,0	2,6	2,5	
África	1,7	7,3	0,0	34,3	34,2	610	26,7	25,8	460	3,0	52,9	55,8	-0,6	6,6	5,4	5,1	
África del Norte	-5,5	9,1	-1,4	10,0	10,2	520	7,8	7,7	390	0,9	18,5	19,6	-9,1	8,2	6,1	1,8	
África Subsahariana	5,0	6,5	0,6	24,3	24,0	660	18,9	18,1	500	2,1	34,5	36,2	4,5	5,8	5,0	3,3	
Oriente Medio	-17,2	2,2	-1,9	47,5	47,3	920	36,9	35,6	690	4,1	51,7	51,6	-6,1	-5,4	-0,2	4,7	

Fuente: Organización Mundial del Turismo (OMT-UNWTO) ©

(Cifras procedentes de la OMT-UNWTO, abril de 2014)

¹ Clasificación basada en el Fondo Monetario Internacional (FMI), véase el anexo estadístico del FMI World Economic Outlook de abril de 2012, página 177, en www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/01

Fuente: Organización Mundial del Turismo (OMT-UNWTO) ©

(Cifras procedentes de la OMT-UNWTO, abril de 2014)

¹ Clasificación basada en el Fondo Monetario Internacional (FMI), véase el anexo estadístico del FMI World Economic Outlook de abril de 2012, página 177, en www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/01.

Fuente: Organización Mundial del Turismo

(OMT)

Según el último Barómetro OMT del Turismo Mundial, el gasto de los visitantes internacionales en alojamientos, gastronomía, espectáculos, compras y otros bienes y servicios representó para los destinos del mundo, ingresos estimados en US\$1.159.000 millones (873.000 millones de euros) en 2013. El crecimiento superó la tendencia a largo plazo, alcanzando un 5% en términos reales (teniendo en cuenta las fluctuaciones del tipo de cambio y la inflación).

La tasa de crecimiento de los ingresos fue equivalente al incremento de las llegadas de turistas internacionales, que también aumentó en un 5%, hasta los US\$1.087 millones en 2013, frente a US\$1.035 millones en 2012.

Además de los ingresos percibidos en los destinos (partida de ingresos por viajes en la balanza de pagos), el turismo también genera ingresos derivados de exportaciones por medio de los servicios de transporte internacional de pasajeros (prestados a no residentes). Este último concepto representó en torno a los US\$218.000 millones en 2013, lo que arroja un resultado de US\$1,4 billones en ingresos totales generados por el turismo internacional; esto equivale a una media diaria de US\$3.800 millones.

El turismo internacional (viajes y transporte de pasajeros) representa el 29% de la exportación mundial de servicios y el 6% de todas las exportaciones de bienes y servicios. A escala mundial, el turismo es la quinta categoría de exportación, tras los combustibles, productos químicos, alimentos y productos de automoción; al mismo tiempo, ocupa el primer lugar en muchos países en desarrollo.

En términos relativos, durante 2013 la zona de Asia y el Pacífico (+8%) registró el mayor incremento de ingresos, seguido de las Américas (+6%) y Europa (+4%).

Entre los diez primeros destinos turísticos por ingresos, experimentaron un fuerte crecimiento los destinos asiáticos Tailandia (+23%), Hong Kong y Macao en China (+18% en ambos casos), mientras que el Reino Unido (+13%) y los Estados Unidos (+11%) también se anotaron un incremento de dos dígitos.

Las economías de China, Rusia y Brasil han sido motores dinámicos del turismo emisor en los últimos años. En 2013, estos tres mercados emisores sumaron en torno a US\$40.000 millones, de un incremento total de US\$81.000 millones en el gasto en turismo internacional. China, que se erigió en el primer mercado emisor en 2013 con un gasto de US\$102.000 millones, experimentó el año pasado un incremento del 26% en el gasto, alcanzando así US\$129.000 millones. La Federación de Rusia se convirtió en el cuarto mercado emisor en 2013, con un crecimiento del 25% que le permitió alcanzar los US\$54.000 millones. Por su parte, Brasil entró en el grupo de los diez primeros países en gasto, ocupando el décimo puesto gracias a un incremento del 13%, que situó su cifra en US\$25.000 millones.

VII.1.2. Antecedentes Generales del Turismo Receptivo Nacional³

En Chile, el total de visitantes que ingresaron al país en 2012 fue de 4.397.337, de los cuales un 80,8% (3.554.279⁴) corresponde a turistas, mientras que el restante 19,2% corresponde a excursionistas.

La evolución de ingreso de turistas a Chile ha sido estrictamente creciente desde el año 2008 en adelante, destacando el aumento considerable ocurrido el año 2011 en comparación con años anteriores, alza que se mantuvo el 2012 con un 13,3% respecto del 2011, lo que representa un importante crecimiento de 25% acumulado en los últimos dos años.

Gráfico VII.2. Evolución llegada de turistas a Chile Gráfico 3, Variación porcentual llegada de turistas



Fuente: Elaboración propia en base a datos

SERNATUR y OMT

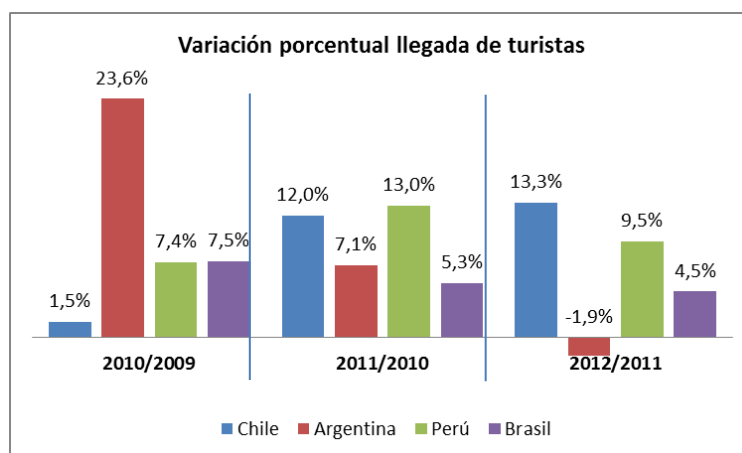
Resulta interesante notar que, además de presentar Chile un comportamiento al alza pese a un escenario relativamente contractivo (al analizar variaciones a contar del 2009), su desempeño mejora robustamente pese a un notorio descenso en las llegadas de turistas a la región: mientras América del Sur observa una evidente contracción en esta variable, Chile mantuvo su crecimiento.

³ SERNATUR. Comportamiento y perfil del turismo receptivo 2012, Perfil del Turista Receptivo que Ingresas por Aeropuertos. Julio, 2013.

⁴ Esta cifra incorpora a los chilenos residentes en el extranjero, y excluyen a los turistas extranjeros ingresados por puertos marítimos

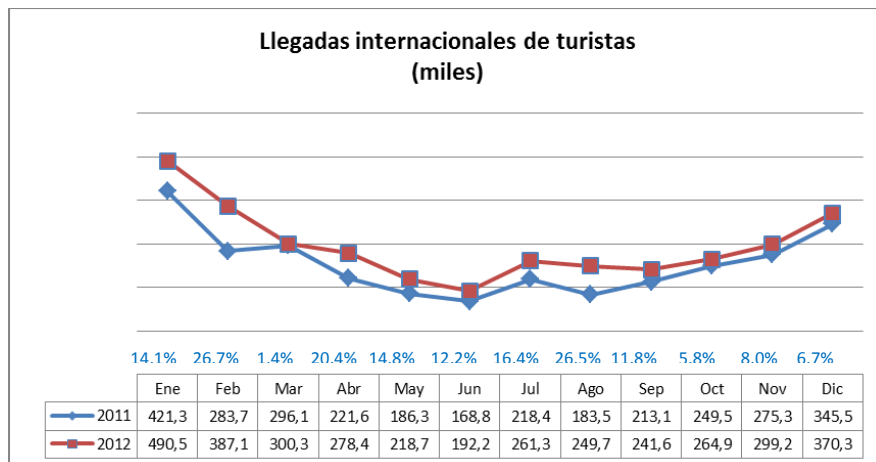
Lo anterior es de suma relevancia pues implica que Chile ha consolidado su posicionamiento como un destino turístico por sí mismo, vale decir, su desempeño no está necesariamente circunscrito ni supeditado al desempeño de circuitos turísticos regionales.

Gráfico VII.4. Variación porcentual llegada de turistas por país de LA



Fuente: Elaboración propia en base a datos SERNATUR

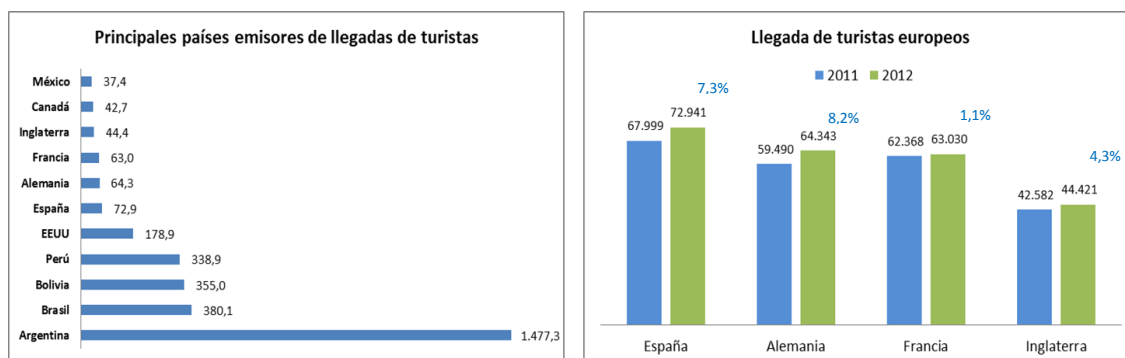
En efecto, al comparar las tasas de crecimiento de las llegadas de turistas extranjeros con países fronterizos, el año 2012 Chile supera el incremento de Perú (9,5%) y casi triplica las presentadas por Brasil (4,5%). En tanto, Argentina muestra una contracción del -1,9% en sus índices de llegadas, luego de dos años de incrementos.

Gráfico VII.5. Llegadas internacionales de turistas a Chile, años 2011 - 2012

*Fuente: Elaboración propia en base a datos
SERNATUR*

El comportamiento turístico en Chile sin embargo, tal como se aprecia en el Gráfico 5, ha sido marcadamente estacional, presentando los mayores movimientos de llegadas durante los períodos estivales. De allí que durante el 2012 el 59,4% de los arribos fueron durante el primer y cuarto trimestre, contrastando con el 40,6% del segundo y tercer trimestre.

Gráfico VII.6 Países emisores de llegadas de turistas a Chile **Gráfico VII.6. Principales países emisores europeos**



Fuente: Turismo Receptivo,

SERNATUR

En lo que respecta al volumen de llegadas de turistas para el año 2012, tal como se muestra en el Gráfico 6, los tres principales países emisores⁵ son: Argentina, Brasil y Bolivia, quienes en conjunto concentran el 62,3% del total de llegadas, esto es, 2,2 millones de arribos.

Dentro del mercado europeo, los principales países emisores de turistas hacia Chile fueron: España (72.941), Francia (63.030), Alemania (64.343) e Inglaterra (44.421), que en su totalidad presentaron un aumento en el flujo de turistas, en relación al año 2011. El mercado europeo más destacado fue el alemán, con un alza del 8,2% en relación al año anterior.

Los turistas residentes en el extranjero permanecieron en promedio 8,7 días en el país, efectuaron un Gasto Promedio Diario Individual (GPDI) de US\$ 68,6 y un gasto total por persona o Gasto Total Individual (GTI) de US\$ 593,6.

El turista europeo presentó una permanencia promedio de 19,2 días, un GPDI de US\$ 68,7 y un GTI de US\$ 1.318,1.

Es importante señalar que Brasil es el país que presentó el mayor GPDI en comparación al resto de los países, con US\$ 154,1.

Entre los turistas que efectúan el mayor GTI durante su estadía en Chile se cuentan los residentes en Asia (US\$ 1.578,3), España (US\$ 1.549,2), Canadá (US\$ 1.283,5), Alemania (US\$1.231,4), Inglaterra (US\$ 1.203,7), Francia (US\$ 1.186,8), México (US\$1.178,7), EEUU. (US\$ 1.165,6) y Brasil (US\$ 1.022,9), quienes en su totalidad superaron el GTI de los turistas (US\$ 593,6) y en su mayoría lo doblan.

Si bien los países limítrofes generan el mayor número de llegadas de turistas a Chile, en la práctica son los que menos gasto realizan.

A continuación en la Tabla 2, se presenta un resumen de algunos indicadores relevantes relacionados con el turismo receptivo a nivel nacional.

⁵ Según país de residencia de los turistas.

Tabla VII.3. Principales indicadores del turismo receptivo nacional

Turismo Receptivo Nacional: Principales Indicadores										
País	Llegadas de turistas	Ranking	Ingreso de Divisas (US\$)	Ranking	GTI (US\$)	Ranking	GPD (US\$)	Ranking	Pernotaciones	Ranking
Argentina	1.477.282	1°	429.064.906	1°	290,4	9°	48,1	9°	6,0	9°
Brasil	380.072	2°	388.784.010	2°	1.022,9	8°	154,1	1°	6,6	8°
Bolivia	355.039	3°	45.423.015	10°	127,9	11°	32,8	11°	3,9	11°
Perú	338.903	4°	83.982.658	5°	247,8	10°	47,6	10°	5,2	10°
EEUU	178.852	5°	208.466.302	3°	1.165,6	7°	79,7	4°	14,6	5°
España	72.941	6°	113.000.649	4°	1.549,2	1°	74,6	5°	20,8	2°
Alemania	64.343	7°	79.229.952	6°	1.231,4	3°	57,4	7°	21,4	1°
Francia	63.030	8°	74.806.991	7°	1.186,8	5°	57,2	8°	20,8	2°
Inglaterra	44.421	9°	53.468.810	9°	1.203,7	4°	83,5	3°	14,4	6°
Canadá	42.675	10°	54.774.925	8°	1.283,5	2°	72,3	6°	17,8	4°
México	37.424	11°	44.112.150	11°	1.178,7	6°	88,7	2°	13,3	7°

Nota 1: Cifras por país de residencia
 Nota 2: Ranking realizado sobre un total de 11 países
 Nota 3: Pernotaciones: España y Francia registran igual número de noches de permanencia

Fuente: Comportamiento y Perfil del Turismo Receptivo, SERNATUR 2012

VII.3. Turismo Receptivo en la Región de Atacama

VII.3.1. ANTECEDENTES GENERALES^{6 7}

La riqueza y variedad de recursos naturales y culturales de la Región de Atacama, hacen del turismo un potencial de desarrollo importante para la diversificación productiva de la región. En el Gobierno Regional se reconocen, entre otros, los recursos paisajísticos y turísticos como playas, diversidad de ambientes naturales, su patrimonio histórico y arqueológico, en conjunto con su localización con relación al noroeste argentino, como parte de las fortalezas con que cuenta de la Región de Atacama para el desarrollo del turismo.

La Región de Atacama está inserta en uno de los destinos más reconocidos en el mercado internacional: el Desierto de Atacama, donde se busca aprovechar el posicionamiento que tiene este destino en el mundo, pero diferenciándose como Desierto de Atacama Sur, por sus contrastes de paisajes que deriva de sus características geográficas transicionales, entre un ambiente de

⁶ Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama, 2011-2014.

⁷ SERNATUR, Oficina Regional de Atacama, Los Carrera #671, Edif. Fiscal de Turismo, Copiapó.

extrema aridez en el norte de Chile, hacia un ambiente templado que comienza a manifestarse en el centro del país, lo que le permite contar con ventajas comparativas en 5 sectores principales: el sector costero, los valles agrícolas, el sector del desierto, la montaña y el desierto florido.

La Estrategia Regional de Desarrollo de Atacama (ERDA 2007-2017), prioriza al turismo dentro de la economía regional, caracterizándolo como una actividad que puede generar crecimiento sostenido y sustentable dentro las actividades sectoriales y se incluye como un objetivo específico de la modernización y fomento productivo de la región.

SERNATUR Atacama, a través de folletería oficial y material impreso de información disponible, destaca y describe los principales atractivos turísticos de la siguiente manera:

- **Borde Costero:** el borde costero de la Región de Atacama entrega grandes posibilidades para disfrutar sus playas de arenas finas, pequeños balnearios de aguas turquesas con suaves oleajes, ideal para practicar pesca deportiva y actividades náuticas o simplemente descansar plácidamente.

Disfrute ecosistemas llenos de vida, como el Parque Nacional Pan de Azúcar, con su farellón costero que permite experimentar la sensación de tocar las nubes en medio de especies cetáceas y fauna nativa.

Sus cristalinas aguas son muy valoradas para la práctica de buceo deportivo, puesto que facilitan un contacto directo con la biodiversidad local. Por otra parte, existen playas de oleajes y arena suaves, en donde encontrará especies como corvinas, lenguados, viejas, entre otras para quienes disfrutan de la pesca recreativa.

- **Valles:** los verdes valles productores de exquisitos licores y frutas, son rutas de interés paleontológico, de turismo rural, ecoturismo, turismo patrimonial e histórico, actividades que impregnan al turista de la rica identidad local.

Las incomparables condiciones climáticas y la riqueza del suelo han desarrollado productos de gran calidad, tal es el caso de la afamada uva de mesa de exportación, siendo las primeras del país.

- **Cordillera:** la Región de Atacama es por excelencia, un área de práctica del montañismo, por concentrar una gran cantidad de cumbres sobre los 6.000 metros de altura, en plena

Cordillera de Los Andes, los que se conocen como “Techo de América”. En esta idílica zona, el montañista ávido de emociones y aventuras, encontrará una fascinante oportunidad de ascender, en el período de octubre a mayo, a cumbres desde donde se puede observar el imponente y majestuoso paisaje, mezcla de colores, formas y silencio de este paraje cordillerano.

Destacan cumbres tales como el Nevado Incahuasi, Cerro El Muerto, El Fraile, Barrancas Blanca, Vicuñas, Nevado Tres Cruces, Volcán Copiapó y por sobretodo el Volcán Ojos del Salado, conocido también como “El Techo de América”, con una altura de 8.893 metros sobre el nivel del mar.

Las ruinas de Puquios, un antiguo asentamiento minero lleno de historia, se encuentran inmersas en este idílico paisaje desértico-cordillerano.

- **Desierto:** la práctica del off-road 4x4 se realiza por medio de excursiones con recorridos que van desde suaves lomas a los muy extremos “embudos”, que son gargantas de arena que desafían a los más avezados. No obstante, existen suaves recorridos guiados por los campos de dunas que se ubican entre Copiapó y Caldera, de carácter contemplativo y no competitivo.

Por su parte, el sitio web www.chile.travel.cl de SERNATUR, describe en su sección *Dónde ir*, el Desierto de Atacama (como primera mención) de la siguiente forma:

“Esta enorme zona abarca el Desierto de Atacama, el más seco del mundo, con sus salares, termas y geisers, grandes minas de cobre y otros minerales, como la de Chuquicamata, en Calama, y otras a grandes altitudes en el altiplano, y fértiles quebradas y oasis cuyos frutos únicos invitan a tours gastronómicos.

En el altiplano, hogar de pueblos indígenas, la influencia incaica y española se resguarda en antiguos poblados y fiestas religiosas, que hoy siguen convocando a gran cantidad de fieles en distintas épocas del año. Aquí encontrarás valiosos vestigios de las culturas originarias en sitios arqueológicos y museos, como el de San Pedro de Atacama, y atractivas ciudades en la costa, como Arica, Iquique, Antofagasta, Coquimbo y La Serena, que te encantarán por sus playas y buen clima, cálido y parejo. En el desierto, en invierno, la historia es otra: la temperatura varía desde -7°C a 26°C entre la noche y el día.

En el área de Copiapó, el desierto se vuelve fértil gracias a la camanchaca, una bruma que sale del mar y que permite la vida en impactantes reservas naturales como el Parque Nacional Pan de Azúcar y el Parque Nacional Fray Jorge, y entre las ciudades de Copiapó y La Serena —esta última a 470 km de Santiago—, aparecen los valles y sus viñas de reconocidos piscos y vinos.

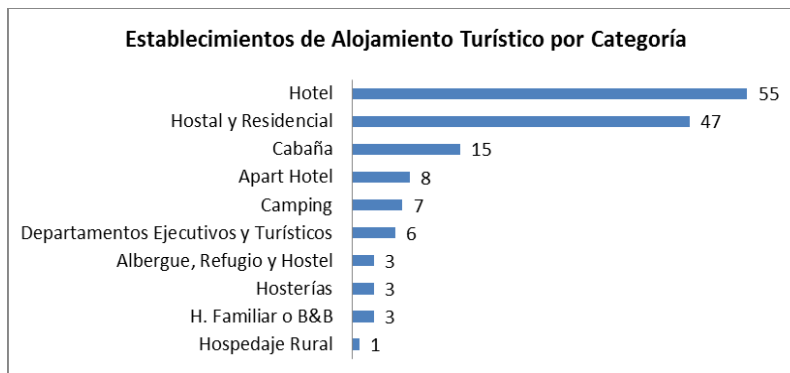
Si bien el norte de Chile es minero, también es sitio de observatorios astronómicos. Los más impresionantes, Cerro Paranal y Proyecto Alma, confirman a esta zona como tierra de mágicos descubrimientos.”

VII.3.2. ESTADÍSTICAS DEL TURISMO RECEPTIVO EN LA REGIÓN DE ATACAMA⁸

A continuación, se muestra una breve caracterización del turismo receptivo de la Región de Atacama a través de las estadísticas públicas provistas por la Plataforma Digital de Indicadores Turísticos de la Región de Atacama, instrumento cuya propiedad intelectual pertenece a la Corporación para la Competitividad e Innovación de la Región de Atacama (CCIRA) y que es administrada y actualizada por SERNATUR Atacama. La finalidad principal de este instrumento es “generar información oportuna, de calidad y permanente para apoyar la adecuada toma de decisiones y mejorar la competitividad del sector turismo de la Región”.

De acuerdo con la información disponible, la oferta turística de la Región de Atacama consta de un total de 148 establecimientos de alojamiento turístico registrados en SERNATUR, los cuales se distribuyen de la siguiente forma según categoría:

⁸ Basado en información pública contenida en Plataforma de Indicadores Turísticos de la Región de Atacama a Julio de 2014. www.plataformaturismoatacama.cl

Gráfico VII.7. Establecimientos de alojamiento turístico por categoría, Región de Atacama

Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos, Región de Atacama

Del total sólo 7 establecimientos de alojamiento se encuentran certificados por SERNATUR: 2 hoteles en Caldera, 4 hoteles en Copiapó y 1 Cabaña en Caldera.

Los establecimientos de alojamiento turístico registrados se distribuyen a través de la región como se muestra en la Tabla 3:

Tabla VII.4. Distribución regional de establecimientos de alojamiento turísticos.

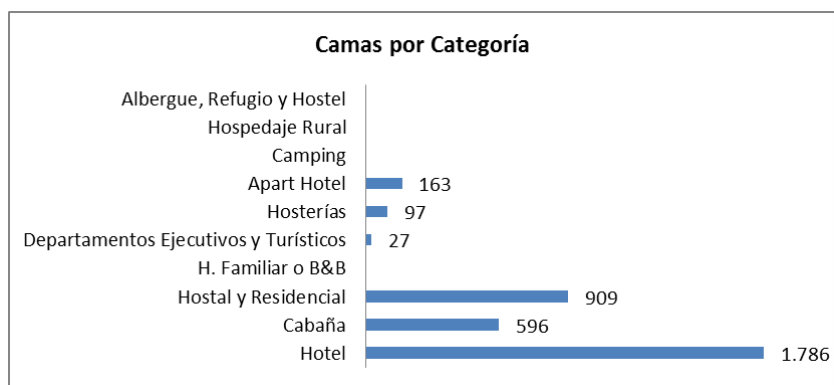
Establecimientos de Alojamiento Turístico – Registrados SERNATUR										
Establecimientos de Alojamiento Turístico por Categoría y Comuna	Chañaral	Diego de Almagro	Caldera	Copiapó	Tierra Amarilla	Vallenar	Huasco	Alto del Carmen	Freirina	Total
Hotel	7	4	10	22		10	2			55
Cabaña	1		8	2	2			1	2	16
Hostal y Residencial	7	3	16	12	1	6		1	1	47
H. Familiar o B&B			2			1				3
Departamentos Ejecutivos y Turísticos		1	2	2		1				6
Hosterías			2				1			3
Apart Hotel			4	2			1			7
Camping	2		3	1				1		7
Hospedaje Rural								1		1
Albergue, Refugio y Hostel			1	2						3
Total	17	8	48	43	3	18	4	4	3	148

Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos, Región de Atacama

En conjunto, los establecimientos de alojamiento registrados poseen una capacidad de 3.578 camas a lo largo de toda la Región de Atacama.

Al analizar la desagregación de este número por categorías de los establecimientos, las estadísticas muestran la inexistencia de camas en categorías que declaran sin embargo contar con establecimientos, como es el caso de Hospedería Rural y Albergue, Refugio y Hostel (Tabla 3).

Gráfico VII .8. Número de camas por categoría de establecimiento.



Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos,

Región de Atacama

Por su parte, existe un total de 21 agencias de turismo y tour operadores registrados y certificados en la Región, cuya distribución por categoría se muestra en el gráfico 10.

Gráfico VII.10. Guías de turismo por categoría

Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos,

Región de Atacama

Un análisis de la distribución comunal de los guías de turismo por categoría, indica que de los 5 guías certificados, 2 se encuentran en la comuna de Chañaral, 1 en Caldera y 2 en Copiapó; de los 2 guías locales, 1 se encuentra en Copiapó y 1 en Freirina; los 2 guías especializados se encuentran en la comuna de Copiapó y de los 12 guías generales, 4 están el Caldera, 7 en Copiapó y 1 en Huasco.

Tabla VII.5. Número de empresas ligadas al turismo en la Región de Atacama.

Número de Empresas ligadas al Turismo							
Variación en el número de Empresas en la Región	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hoteles	54	55	79	88	83	90	94
Moteles	2	3	4	2	7	7	6
Residenciales	61	63	103	113	122	119	139
Otros tipos de hospedaje temporal como camping, albergues, posadas, refugios y similares	5	9	19	30	33	45	60
Total: Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal	122	130	205	233	245	261	299
Restaurantes	377	366	329	322	307	294	309
Establecimientos de comida rápida (bares, fuentes de soda, gelaterías, pizzerías y similares)	65	88	95	89	88	104	131
Casinos y clubes sociales	5	5	4	7	4	5	6
Servicios de banquetes, bodas y otras celebraciones	10	15	33	49	65	68	89
Servicios de otros establecimientos que expenden comidas y bebidas	67	87	111	116	121	116	138
Total: Restaurantes, bares y cantinas	618	643	631	650	657	664	759

Fuente: Plataforma de Indicadores

Turísticos, Región de Atacama

En consideración a las dificultades manifiestas que presentan los procesos de levantamiento, registro y actualización dinámica de los datos relevantes de empresas ligadas al turismo en la Región, se hace oportuno consultar otras fuentes de información.

Por lo anterior es que la Plataforma de Indicadores Turísticos de la Región de Atacama cuenta también con información proveniente del Servicio de Impuestos Internos (SII), la que indica, por ejemplo, la evolución del número de empresas ligadas al turismo por categoría (Tabla 4).

En el período 2005 – 2011, se observa una fuerte expansión en todas las categorías: *Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal* observó un crecimiento en el período de un 145%, liderado por el fuerte crecimiento de la sub categoría *Otros tipos de hospedaje temporal como camping, albergues, posadas, refugios y similares*. En tanto *Restaurantes, bares y cantinas* observó un crecimiento en el período de 23%, liderado por el crecimiento de la sub categoría *Servicios de banquetes, bodas y otras celebraciones*.

Por su parte, las ventas regionales registradas en ambas categorías también han mostrado un incremento sostenido durante el período, según indica la tabla 5.

Tabla VII.6. Evolución de las ventas en empresas ligadas al turismo

Ventas por Categoría							
Variación en el Nivel de Ventas (UF)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal	364.667	397.615	622.825	741.142	669.622	789.088	1.186.963
Restaurantes, bares y cantinas	706.089	756.623	827.158	989.060	1.211.774	1.073.632	1.747.565

Fuente: Plataforma de Indicadores

Turísticos, Región de Atacama

En efecto, la categoría *Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal* triplicó sus ventas en el período, mientras que la categoría *Restaurantes, bares y cantinas* aumentó en 2,5 veces sus ventas durante el período.

Por último, es interesante también conocer la cantidad de personas que trabajan de forma dependiente en estas empresas según categoría.

Como muestra la tabla 6, la categoría *Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal* observó un aumento en el período equivalente al 134%, liderado especialmente por el crecimiento de la sub categoría *Otros tipos de hospedaje temporal como camping, albergues, posadas, refugios y similares*, la que aumentó siete veces su nivel de contratación. En tanto, la categoría *Restaurantes, bares y cantinas* presentó en el período un crecimiento cercano al 40%, liderado por la sensible expansión del sub sector *Servicios de banquetes, bodas y otras celebraciones*, el que multiplicó por 15 su nivel de contratación en el período.

Tabla VII.7. Evolución del número de trabajadores dependientes ligados al turismo.

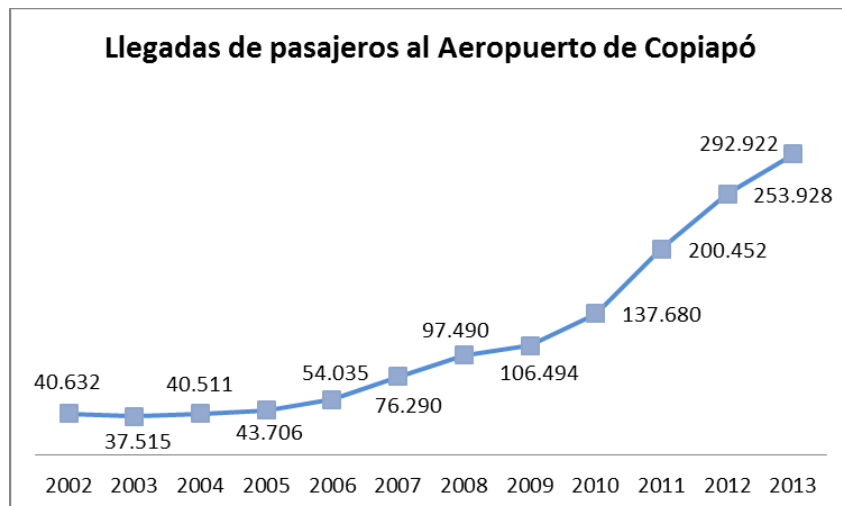
Trabajadores Dependientes							
Variación en el número de Trabajadores Dependientes en la Región	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Hoteles	542	601	702	957	790	825	1.169
Moteles	31	31	60	1	47	25	30
Residenciales	73	76	159	172	174	204	209
Otros tipos de hospedaje temporal como camping, albergues, posadas, refugios y similares	22	26	28	45	100	93	154
Total: Hoteles, campamentos y otros tipos de hospedaje temporal	668	734	949	1.175	1.111	1.147	1.562
Restaurantes	1.234	1.262	1.228	1.531	1.251	1.401	1.568
Establecimientos de comida rápida (bares, fuentes de soda, gelaterías, pizzerías y similares)	105	100	46	33	250	167	482
Casinos y clubes sociales	1	2	51	65	1	8	4
Servicios de banquetes, bodas y otras celebraciones	6	14	67	66	49	60	90
Servicios de otros establecimientos que expenden comidas y bebidas	66	48	343	646	666	683	276
Total: Restaurantes, bares y cantinas	1.940	1.825	1.887	2.456	2.489	2.629	2.686

Fuente: Plataforma de Indicadores

Turísticos, Región de Atacama

Por su parte, es pertinente indagar respecto a variables que puedan caracterizar la demanda de servicios turísticos en la Región.

La llegada de pasajeros al aeropuerto de Copiapó acumula un total cercano a 1 millón 400 mil llegadas entre 2002 y 2013 inclusive, en una evolución ciertamente creciente, según muestra el gráfico de la página siguiente:

Gráfico VII.9. Registro de llegadas al aeropuerto de Copiapó.

Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos, Región de Atacama

Según el detalle de desagregación, más del 90% del total de llegadas al Aeropuerto de Copiapó ha tenido su origen en la ciudad de Santiago, seguido muy de lejos por Antofagasta con apenas un 4% de las llegadas.

El detalle de la información provista por la plataforma respecto a llegadas al Aeropuerto de Copiapó según origen, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII.8. Llegadas al Aeropuerto de Copiapó según ciudad de origen

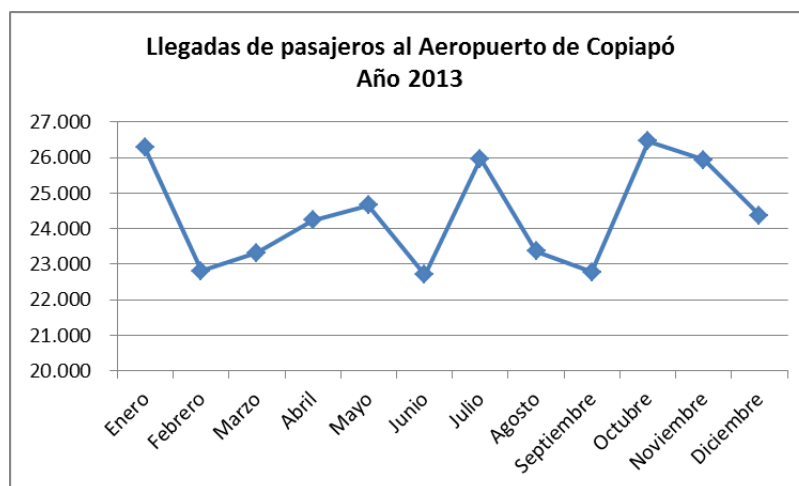
Llegadas al Aeropuerto de Copiapó según ciudad de origen												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Santiago	33.115	30.418	33.433	36.103	43.028	62.788	86.216	94.453	122.373	185.989	243.380	285.476
Arica	361	398	375	416	1.271	2.092	2.894	2.783	2.867	1.652	375	-
Iquique	539	536	549	565	2.526	4.118	4.308	4.731	4.681	2.751	641	38
Antofagasta	5.491	5.445	5.439	5.951	6.443	5.890	1.463	1.857	3.100	4.963	5.641	2.338
Calama	1.126	718	715	671	767	1.402	2.609	2.670	4.659	5.097	3.891	5.070
Total	40.632	37.515	40.511	43.706	54.035	76.290	97.490	106.494	137.680	200.452	253.928	292.922

Fuente: Plataforma de Indicadores

Turísticos, Región de Atacama

Lo anterior, se explica por la oferta de vuelos disponible a nivel nacional para arriar a la Región de Atacama. Es interesante también, revisar información respecto del comportamiento estacional de las llegadas, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico VII.12. Llegadas de pasajeros al aeropuerto de Copiapó



Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos,

Región de Atacama

A diferencia de las estadísticas nacionales (Gráfico 5), que indican una marcada estacionalidad con llegadas mayoritarias durante el período estival y marcadas diferencias entre períodos, la estacionalidad en las llegadas al aeropuerto de Copiapó no presenta grandes oscilaciones, aun cuando sí presenta llegadas mayoritarias en los meses de Octubre a Enero. Adicionalmente, y en contraste con lo que se observa a nivel nacional, existe un período punta durante el mes de Julio.

En tanto, si bien las llegadas de turistas por tierra son bastante menores en términos comparativos, corresponde realizar un análisis de las estadísticas provistas, según las cuales más del 93% de las llegadas (que acumulan un total de 29.251 entre 2008 y 2014 inclusive) son realizadas por el paso fronterizo San Francisco.

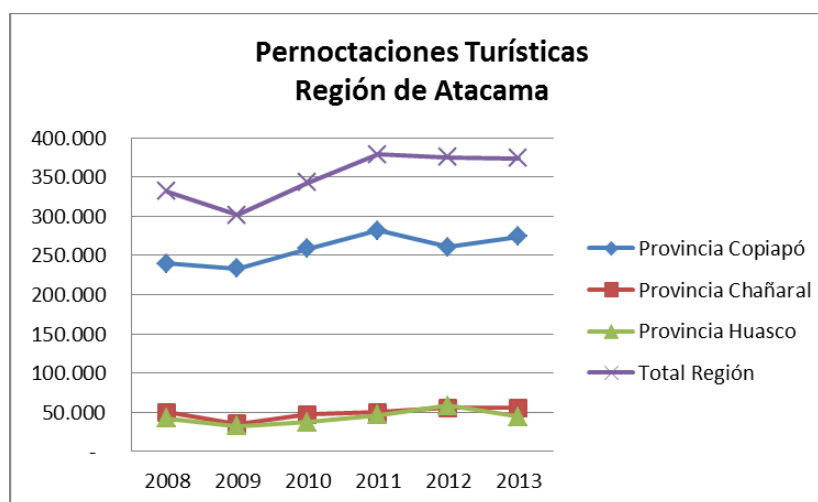
Tabla VII.9. Llegadas por pasos transfronterizos**Llegadas por Pasos Fronterizos**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Chamonte	22	60	65	79	124	116	-
Paso Lama	8	-	-	-	-	14	5
Pircas Negras	47	102	296	222	444	338	140
San Francisco	2.218	3.214	6.196	2.376	6.082	6.168	915
Total	2.295	3.376	6.557	2.677	6.650	6.636	1.060

Fuente: Plataforma de

Indicadores Turísticos, Región de Atacama

De acuerdo a las estadísticas provistas por la plataforma, cerca del 70% las pernoctaciones han sido realizadas en la provincia de Copiapó, en tanto el restante 30% se distribuye en partes iguales entre las provincias de Huasco y Chañaral.

Gráfico VII.13. Pernoctaciones turísticas en la Región de Atacama.

Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos,

Región de Atacama

Un análisis desagregado de estas estadísticas nos muestra una serie de hallazgos interesantes como, por ejemplo, que las pernoctaciones en la comuna de Caldera han venido registrando una

sensible contracción durante el período 2008 – 2013, mientras aquellas registradas en la comuna de Copiapó casi se han duplicado en el mismo período.

Tabla VII.10. Pernoctaciones turísticas por comuna, Región de Atacama.

Pernoctaciones Turísticas por comuna

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Provincia Copiapó	239.809	233.168	258.605	281.987	260.999	273.745
Copiapó	118.520	112.145	167.437	199.239	200.776	204.184
Caldera	121.289	121.023	91.168	82.748	60.223	69.561
Provincia Chañaral	49.658	35.420	47.193	50.126	55.883	55.824
Chañaral	14.014	10.391	12.653	11.911	15.350	10.394
Diego de Almagro	35.644	25.029	34.540	38.215	40.533	45.430
Provincia Huasco	42.314	32.720	37.249	46.565	58.087	44.350
Vallenar	29.023	23.673	29.728	33.781	35.963	25.604
Huasco	13.291	9.047	7.521	12.784	22.124	18.746
Total	331.781	301.308	343.047	378.678	374.969	373.919

Fuente: Plataforma de Indicadores

Turísticos, Región de Atacama

VII.3.2. TURISMO DE INTERESES ESPECIALES EN CHILE Y LA REGIÓN DE ATACAMA

EL TURISMO DE INTERESES ESPECIALES EN CHILE

Existen diversas definiciones para el Turismo de Intereses Especiales (TIE) a lo largo del mundo y en la literatura relacionada con turismo. En líneas generales, todas las definiciones, así como su nombre indica, hacen alusión a un turismo de tipo específico, que presenta una interrelación más estrecha con la naturaleza y preocupada en la conservación de los recursos naturales y sociales del área en que se efectúa la actividad turística.

De acuerdo con SERNATUR, el turismo de intereses especiales “responde a una elevada segmentación del mercado para satisfacer a consumidores que buscan experiencias personalizadas y diferenciadas, y ofrece la oportunidad de trabajar en diferentes nichos de mercado al mismo tiempo, lo que acelera la diversificación de destinos y la ampliación, profundización y sofisticación de la gama de productos turísticos. En general, los consumidores

asociados al turismo de intereses especiales suelen estar dispuestos a realizar grandes desplazamientos buscando cierto tipo de actividades en entornos geográficos muy específicos, suelen demostrar una mayor propensión al gasto turístico y suelen ser más flexibles en la época de viaje que los visitantes con motivaciones más generales.”

Otras definiciones destacadas de TIE son las siguientes:

“Se trata de un tipo de turismo que vincula la oferta y la demanda en un lenguaje que invita a considerar una lectura distinta sobre las motivaciones del desplazamiento de los turistas, quienes solicitan nuevas propuestas de servicios turísticos capaces de dar cuenta sobre la identidad cultural y ambiental del destino elegido y que no solo valora un “servicio puntual” sino que pone nota a todo un entorno territorial, es decir, a un paisaje que muestre su historia (como paso del tiempo, costumbres, sus cambios), la geografía humana, la actividad social y económica de un país”

“Conjunto de actividades de viaje basadas en motivaciones específicas, más allá de los objetivos habituales de vacaciones, de interrelación más estrecha con la naturaleza. Se caracteriza por no ser masivo, garantizar sustentabilidad ambiental, cultural y social, valorando las experiencias y la autenticidad misma. Las modalidades de intereses especiales más conocidas son Turismo Aventura, Ecoturismo, Termalismo, Turismo Cultural y Enoturismo.”

En Chile, el turismo de intereses especiales es asociado mayoritariamente con actividades que tienen como fin la recreación en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales, con una actitud de compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales. Por ello, es que comúnmente se asocia TIE con el patrimonio natural nacional y, particularmente, con los parques, monumentos y reservas naturales agrupados en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE) que administra la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

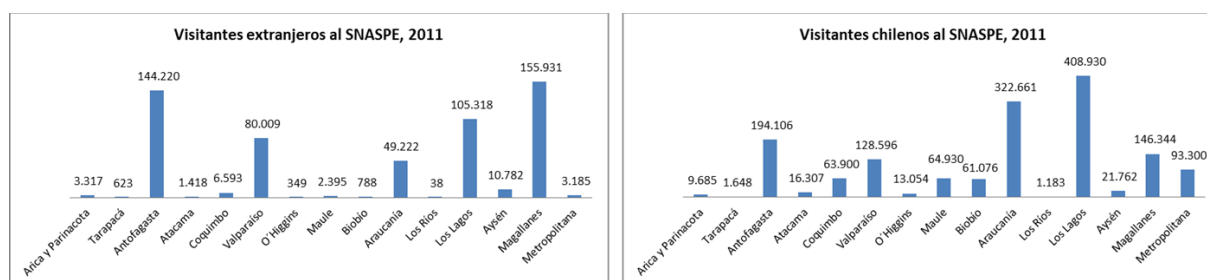
De acuerdo a información proporcionada por la CONAF, el Sistema tiene en la actualidad 100 unidades, que en total cubren una superficie aproximada de 14,5 millones de hectáreas, prácticamente el 20% del territorio nacional. El Sistema está formado por 3 categorías de manejo: Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales.

El **Parque Nacional** se define como un área generalmente extensa, donde existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad biológica natural del país, no alterada significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas, son de especial interés educativo, científico o recreativo.

La **Reserva Nacional** es un área cuyos recursos naturales son necesarios conservar y utilizar con especial cuidado, por la susceptibilidad de éstos a sufrir degradación o por su importancia en el resguardo del bienestar de la comunidad.

Por último, el **Monumento Natural** es un área generalmente reducida, caracterizada por la presencia de especies nativas de flora y fauna o por la existencia de sitios geológicos relevantes.

Gráfico VII.14. Visitantes extranjeros al SNASPE, 2011 **Gráfico VII.15. Visitantes Chilenos al SNASPE, 2011**

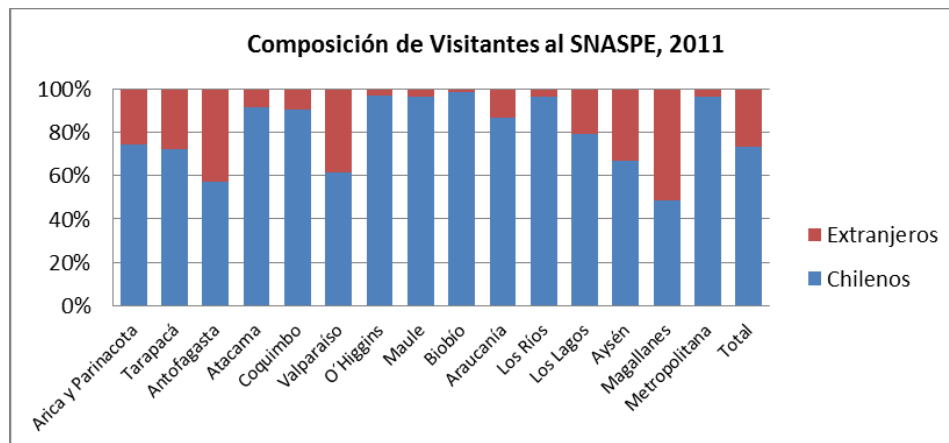


Fuente: Elaboración propia en base

a datos SERNATUR

El año 2011, de acuerdo a cifras oficiales publicadas por SERNATUR, un total de 2.111.670 personas visitaron lo diferentes Parques, Reservas y Monumentos Naturales que conforman en SNASPE.

La región que más visitas obtuvo durante dicho año fue la región de Los Lagos (24,4%), seguida por la Araucanía (17,6%), Antofagasta (16%) y Magallanes (14,3%).

Gráfico VII.16. Composición de visitantes al SNASPE, 2011

Fuente: Elaboración propia en base a datos

SERNATUR

Del total de visitas al SNASPE, 1.547.482 corresponden a visitantes chilenos (73%) en tanto 564.188 corresponden a visitantes extranjeros (27%).

Las visitas a sitios SNASPE de las regiones más visitadas se descomponen de la siguiente manera: Los Lagos (79,5% chilenos y 20,5% extranjeros), Araucanía (86,8% chilenos y 13,2% extranjeros), Antofagasta (57,4% chilenos y 42,6% extranjeros) y Magallanes (48,4% chilenos y 51,6% extranjeros).

Según cifras oficiales publicadas por SERNATUR, el año 2011 un total de 17.725 personas visitaron alguno de los 4 sitios SNASPE de la Región de Atacama, lo que representa apenas un 0,8% del total nacional.

Del total de visitas a alguno de los sitios SNASPE en la Región de Atacama, el 92% correspondió a visitantes chilenos y sólo un 8% a visitantes extranjeros.

EL CONTEXTO ACTUAL DEL TIE EN LA REGIÓN DE ATACAMA

En particular, el Turismo de Intereses Especiales (TIE) en la Región de Atacama está íntimamente asociado al SNASPE, el que a su vez está compuesto por 3 Parques Nacionales (PN

Pan de Azúcar, PN Llanos de Challe y PN Nevado Tres Cruces) y 1 Reserva Nacional (RN Pingüino de Humboldt).

- **Parque Nacional Pan de Azúcar**

El Parque Nacional Pan de Azúcar está ubicado en el sector costero de las regiones de Antofagasta y Atacama, en la Provincia de Antofagasta, comuna de Taltal y la Provincia de Chañaral, en la comuna del mismo nombre. Fue creado el día 6 de mayo de 1986 mediante DS 527 del Ministerio de Bienes Nacionales. Abarca un área de 43.764 ha. Destaca por la protección de las especies de fauna como el guanaco, el pingüino de Humboldt y el pato yunco. En lo que a flora se refiere, presenta un carácter eminentemente xerofítico, es decir, especies adaptadas a la falta de agua. Destacan las cactáceas, tanto columnares como globosas. Se pueden practicar ciclismo, pesca deportiva, expediciones en bote, kayak, observación de flora y fauna. Cuenta con cocinerías, senderos, áreas de picnic, mirador, centro ambiental, camping, artesanía y arriendo de cabañas. Todos concesionados.

Accesos: 1) Ruta C-120 que une Chañaral y la administración del Parque Nacional con una longitud de 27,1 km. 2) Por Panamericana Norte, ruta C-112 a la altura del km 1014, sector Las Bombas. 3) Ruta C-110 a la altura del km 968 de la Panamericana Norte.



- **Parque Nacional Llanos de Challe**

El Parque Nacional Llanos de Challe está ubicado en la comuna de Huasco. Fue creado en 1994 por el DS 946 de 1994, del Ministerio de Bienes Nacionales. Destaca por la protección de fauna principalmente en el guanaco, también pueden observarse mamíferos carnívoros como el zorro chilla, zorro culpeo y una gran variedad de aves. En lo que a flora se refiere, está constituida por más de 220 especies distintas, de las cuales 206 son nativas de Chile. Actualmente posee 2 especies en peligro de extinción: la garra de león y el cactus napina.

PN Llanos de Challe es el principal escenario del fenómeno del desierto florido, que ocurre cuando inusuales condiciones de lluvia, humedad y temperatura posibilitan la germinación de semillas, bulbos y rizomas que se encuentran durante años en estado latente.

Su principal sendero es el Sendero Interpretativo Centenario, de carácter autoguiado de 2,5 km, recorrido circular desde la Guardería del Sector Los Pozos.

Accesos: 1) Por Huasco, tomando la Ruta Costera C-360, a 40 km. Al norte de Huasco Bajo. 2) Por la ruta de ripio C-440 que se desprende 40 km al norte de Vallenar y que une Canto de Agua con Carrizal Bajo.



- **Parque Nacional Nevado Tres Cruces**

El Parque Nacional Nevado de Tres Cruces, creado en julio de 1994, está ubicado en las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla. Los dos sectores en que está dividido el parque, se encuentran inmersos entre las cordilleras de Domeyko y Claudio Gay. El sector norte está formado, principalmente, por el salar de Maricunga y la Laguna Santa Rosa. El sur está a mayor altura y la Laguna del Negro Francisco abarca gran parte de su territorio. Desde cualquiera de ellos es posible apreciar la concentración de altas cumbres existentes en el lugar, siendo el Ojos del Salado, el volcán más alto del mundo con 6.879 msnm, la más atractiva.

Destaca por la protección de 77 especies, ordenadas en 26 familias y 49 géneros. De éstas 62 corresponden a aves, 11 a mamíferos y 4 a reptiles. En cuanto a la flora, se encuentran alrededor de 65 especies, las que se agrupan en 23 familias y 42 géneros.

Accesos: desde Copiapó por camino a Paipote por ruta pavimentada. Luego de 25 km, tomar desvío a la derecha que en 54 km conduce hasta la bifurcación hacia el oasis La Puerta, tomar esta dirección para llegar en 75 km hasta la guardería del parque, en el sector Laguna Santa Rosa. Hacia el sector de Laguna del Negro Francisco tomar camino al interior del parque, que en 60 km de tierra lleva hasta la guardería del sector. Vía no es recomendable en invierno.



- **Reserva Nacional Pingüino de Humboldt**

La Reserva Nacional Pingüino de Humboldt está en territorios geográficos de la Región de Atacama, provincia del Huasco, comuna de Freirina, y de la Región de Coquimbo, provincia del Elqui, comuna de La Higuera. Fue creada el 3 de enero de 1990.

La componen tres islas: Chañaral, la más grande, en la Región de Atacama, e islas Choros y Damas, pertenecientes a la Región de Coquimbo. Sólo en esta última se puede desembarcar.

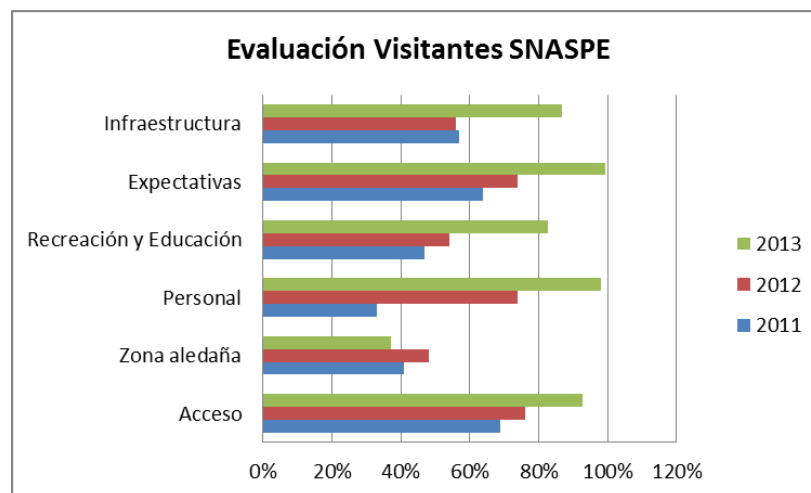
La Reserva destaca por la protección de las especies de fauna como el chungungo, lobo de un pelo, el pingüino de Humboldt, delfines nariz de botella y la presencia esporádica de ballenas y cachalotes. En lo que a flora se refiere, existen 59 especies de plantas vasculares entre las que destacan añañucas amarillas, lirios, cactus (*Eulichnia acida*), entre otros.



Los visitantes a los distintos sitios SNASPE de la Región de Atacama han realizado una evaluación, a través de una encuesta simple diseñada y aplicada por CONAF, a lo largo del período 2011 – 2013.

De acuerdo a la información provista por los visitantes a través de esta encuesta, existe un creciente nivel de aprobación respecto de variables como accesibilidad, personal de atención, recreación y educación, cumplimiento de expectativas e infraestructura. La variable “zona aledaña” sin embargo, presenta un retroceso en su evaluación durante el período, lo que da cuenta de cierto grado de insatisfacción respecto de los factores adicionales que definen la experiencia integral de turismo.

Gráfico VII.7. Evaluación de SNASPE por visitantes



Fuente: Plataforma de Indicadores Turísticos, Región

de Atacama

EL TIE EN LA REGIÓN DE ATACAMA EN EL MARCO DEL PROYECTO

La inclusión de nuevos destinos a un circuito TIE en la Región de Atacama, particularmente de los humedales altoandinos contemplados en el proyecto FIC “*Evaluación biogeoquímica de aguas en cuencas cerradas altoandinas de la Región de Atacama, Bases científicas del recurso hídrico para la Innovación y la Competitividad*”, pudiera representar un importante impulso para la actividad turística regional, consolidando con ello la trascendental importancia de esta industria en el producto económico de la región.

En las zonas desérticas, el agua es el principal recurso estratégico que permite el desarrollo de la vida y las actividades productivas necesarias para garantizar 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 albergan sistemas ecológicos complejos con estructuras y procesos biogeoquímicos que sustentan una gran diversidad de microorganismos, fauna, flora y vegetación. Estas características les han permitido el reconocimiento de diversas organizaciones internacionales que han declarado a estos humedales altoandinos como sitios de interés mundial de conservación. Es así como conviven sectores protegidos bajo diversas denominaciones, tales como:

- a) **SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ESTADO (SNASPE):** Parque Nacional Nevado Tres Cruces, donde se incluyen el Salar de Maricunga, la Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa, Lagunas Bravas y sectores aledaños que constituyen parte del Parque Nacional.
- b) **RAMSAR:** Sitio RAMSAR número 0877 (fecha de creación 2 de diciembre de 1996), puesto N°CHI-06 de la región de Atacama, incluye a la Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa y Lagunas Bravas.
- c) **ÁREA DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA:** dentro de esta categoría se incluye el Salar de Pedernales considerado como área preservación ecológica, en donde se incorporan las lagunas y formaciones vegetacionales asociados al borde del salar

d) **SITIO PRIORITARIO DE PROTECCIÓN:** el Salar de Pedernales se le considera como uno de los 9 Sitios Prioritarios según la Estrategia Regional de Biodiversidad de Atacama 2002 y 2010-2017, con prioridad urgente de protección

e) **ZONA DE INTERÉS TURÍSTICO NACIONAL (ZOIT):** según la 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), dentro de esta categoría se encuentran la Laguna Verde, el Río Lama, el Salar de Maricunga (Salar de Maricunga – Ojos del Salado), la Laguna del Negro Francisco y la Laguna Santa Rosa (SERNATUR 2013). Estas son zonas de interés turístico definidas previo a la Ley 20.423.

f) **SENDERO DE CHILE:** parte del trazado nacional del Sendero de Chile, recorre el borde oriental del Salar de Maricunga, hasta la Laguna Santa Rosa.

Sin embargo, sólo seis de los sitios analizados en el presente proyecto tienen algún tipo de clasificación de preservación ecológica, de protección RAMSAR, SNASPE, de interés turístico u otra similar.

Tabla VII.11. Clasificación por tipo de sistema de preservación

Cuencas		RAMSAR	SNASPE	ÁREA DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA	SITIO PRIORITARIO DE PROTECCIÓN	ZONA DE INTERÉS TURÍSTICO	SENDERO DE CHILE
Número	Lugar						
1	Salar de Gorbea						
2	Salar Ignorado						
3	Salar de la Azufra						
4	Salar de Aguas Amargas						
5	Salar de Aguilar						
6	Salar de la Isla						
7	Salar de las Parinas						
8	Salar Grande						
9	Salar de los Infiernos						
10	Salar de Pedernales						
11	Salar de la Laguna						
12	Salar de Piedra Parada						
13	Lagunas Bravas						
14	Lagunas del Tilguero						
15	Laguna del Bayo						
16	Laguna Santa Rosa						
17	Río Lama						
18	Laguna Verde						
19	Salar de Maricunga						
20	Laguna del Negro Francisco						
21	Río La Gallina						
22	Río Uncalito						

Fuente: Elaboración propia

Además de las externalidades que genera esta "no" clasificación turística sobre los ecosistemas señalados, es pertinente mencionar que la Región de Atacama tiene en este territorio un importante potencial estratégico para el desarrollo económico local a través del fortalecimiento de la industria del turismo, impulsando la generación de un circuito turístico altiplánico de intereses especiales.

En efecto, según la información recabada en diversas entrevistas a actores clave, la Región de Atacama enfoca sus esfuerzos a un turismo masivo, principalmente de “sol y playa” en el borde costero.

Así, se evidencia al revisar las pasadas y actuales iniciativas públicas y privadas, que en su mayoría se han ocupado de habilitar el borde costero, mejorando aeropuerto, carreteras y otros atractivos. Sin embargo, existe amplio consenso en que el perfil del turista que llega a la región

tiene otros intereses específicos; la montaña, que constituye uno de los hitos que más atrae visitantes y que cuenta con un alto poder adquisitivo.

“En cuanto al interés, hay mucho. Pero yo diría que hay dos tipos de turistas: el turista extranjero que solo viene a hacer cumbre en el Ojos del Salado, baja y al aeropuerto, es decir, ni siquiera duerme en el reducto, ni siquiera van a visitar un museo, el valle o el litoral, entre estos destacan los Alemanes, Españoles. Y el otro tipo de turista ahí cabe el nacional, es el que viene a conocer y a sacar fotografías y no le interesa hacer cumbre, ese ya podría ser un turismo de la ciudad de Copiapó, Bahía Inglesa pero yo diría que el fuerte es el turista que viene a hacer cumbre y en tanto así que lo llaman a uno o le envían mensaje. Entonces si Ud. me pregunta si hay un potencial turístico, si lo hay.”

Profesional Corporación de Fomento de la Producción, CORFO

En consecuencia, y sobre la base del actual Plan de Desarrollo Turístico de la región, que define para los siguientes años potenciar el turismo de intereses especiales y corresponde a uno de los ejes de la Agenda Regional de Desarrollo Productivo con énfasis en destinos de naturaleza, presentaremos en las siguientes secciones de este informe un modelo de negocio de TIE de montaña y humedales.

1. DISEÑO DE UN MODELO DE NEGOCIOS PARA EL DESARROLLO DE UN MERCADO DE TURISMO DE INTERESES ESPECIALES EN LA ZONA LAGUNAR ALTOANDINA DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Diagnóstico

El diseño de un modelo de negocios para el TIE/naturaleza en la Región de Atacama requiere partir de un análisis introspectivo que permita sentar las bases de contexto para la aplicación de éste. Para ello, se realizaron entrevistas a diversos actores relacionados con el turismo en Atacama (ver Anexo 2), tales como SERNATUR, CONAF, CODESSER, CCIRA, CORFO, Asociación de Turismo de Atacama (ATA) y diversos Tour Operadores, entre otros, a los que se consultó respecto a su capacidad instalada (infraestructura y capital humano), expectativas y necesidades.

A continuación, se presentan los aspectos críticos que deben tomarse en consideración para un análisis crítico de contexto del sector TIE en Atacama:

EXISTENCIA DEL OBJETO

La Organización Mundial de Turismo define al turismo de naturaleza como *“todo tipo de turismo basado en la naturaleza, en la que la principal motivación es la observación y apreciación de la naturaleza, así como las culturas tradicionales”*. En la Región de Atacama y específicamente en la zona altoandina, existen destinos icónicos, es decir, lugares de interés turístico que por su riqueza paisajística se convierten en símbolos turísticos aspiracionales y motivadores de la demanda, tales como:

- **Montañas:** numerosas expediciones acuden anualmente, en temporada, al sector del Paso de San Francisco para acometer ascensiones a los diversos “seis miles” o cumbres que se empinan por sobre los seis mil metros sobre el nivel del mar. Estas ascensiones al Ojos del Salado (6.893 m, la segunda cumbre del continente americano), al Nevado Tres Cruces (6.749 m), al Cerro El Muerto (6.470 m), al Cerro Barrancas Blancas (6.119 m), al Cerro Ermitaño (6.187 m) o al Incahuasi (6.615 m), cumbres que en su conjunto se

denominan el “Techo de Chile”, constituyen la mayor concentración de “seis miles” de toda la cordillera andina.

- **Humedales, salares y lagunas:** que constituyen los sitios de estudio del proyecto en el que se enmarca este informe y que ahondará en cuanto a la caracterización de la flora y fauna que los compone. Al respecto, es posible mencionar que el turista de intereses especiales valora, junto con el entorno de naturaleza, el avistamiento de aves (flamencos principalmente) y camélidos (guanacos y vicuñas).
- **Parques Nacionales:** de los 3 parques nacionales que existen en la región, el Parque Nacional Nevado Tres Cruces se encuentra en la zona altoandina, siendo un destino de gran interés para el turista nacional e internacional.

Existe, en consecuencia, en la Región de Atacama el potencial natural para posicionar y poner en valor un corredor turístico “Destino Altoandino”.

En efecto, según lo comentado por varios tour operadores de la región, es fundamental posicionar la zona alto andina de Atacama como "Destinos Patrimoniales", debido a su riqueza arqueológica donde es posible encontrar pinturas rupestres, piedra obsidiana, entre otros. En esta línea, podemos mencionar también la presencia de familias Coya, las que en la actualidad no han sido involucradas con éxito en los circuitos de fomento al etnoturismo. Esto se debe fundamentalmente, a que las comunidades se encuentran disgregadas y en conflictos tribales-familiares por tierras, por lo cual no existe un interlocutor validado para todas las comunidades.

A pesar de esto, se observa cierto interés de las familias Coya por mostrar su cultura en actividades turísticas que pueden constituir una nueva fuente de ingreso para ellos. De hecho, en algunos sectores tienen asentamientos y hacen mucho hincapié en la medicina andina alternativa ancestral, acercándose desde esa arista al turista. Ahí encontramos una oportunidad de mejorar la relación entre los operadores y las comunidades minoritarias para el desarrollo de la cadena de valor innovadora y diversificada.

“por parte del Servicio (Nacional de Turismo) la voluntad esta llana, nosotros necesitamos esa articulación, yo he tenido contacto con algunas persona, pero no

se ha llegado a ningún puerto, he tratado de motivarlos, contarle la importancia que nosotros tengamos este tipo de producto de servicios, no solamente como oferta turística, sino que también como para revelar la importancia cultural que ellos tienen, mostrar y que no se pierda, pero no ha llegado a mas, ahora con el tema de los huascoalinos por el sector más al sur de la región, ese tema es más complicado, porque hay temas de tierras que no están resueltas y, para eso se tienen que generar ciertas confianzas y creo que es por parte de las comunidades...

Existen este tipo de problemáticas (los coyas no han logrado tener un interlocutor con quien conversar), pero ellos no se reúnen, son distintos grupos como te dijeron, no tienen una voz cantante porque tienen unos problemas de tierras entre ellos mismos y con el estado; para trabajar en turismo, es necesario que existan primero la asociatividad y las confianzas, si no existen estas dos máximas es imposible hacer nada, de hecho para trabajar con empresarios hay que hacerles talleres, un gastadero de plata inmenso para que puedan confiar en que este operador les va a pagar.”

Profesional Servicio Nacional de Turismo, Región de Atacama

*“ya ahí entramos con los coyas, mira cuando a mí me dieron la concesión, ahí recién el servicio del ambiente llamó a la sociabilización, llegaron los coyas en masa a reclamar porque no habían tenido la oportunidad de tener esto, fue una licitación pública que cualquiera podría hacerlo, finalmente el hermano Pacho, que es uno de los dirigentes, me dijo, mira ***** yo te voy a botar basura porque esa ***** es de nuestros ancestros, yo le dije oye yo soy tan atacameño como tú, por qué vas a tener tú derecho y yo no; no porque esto es ancestral; bueno yo voy a hacer algo por la comunidad, lo que hoy es un regadero de papel confort y qué quieres que eso se mantenga ahí; no, porque tú no vas de dejar que los animales paren o vas a entorpecer los flamencos; empezó a usar argumentos como para decir que voy a dejar la *****. Cuando yo me tengo que regir por lo que me dice*

CONAF... entonces esa fue una pelea como de dos o tres meses en donde la CONADI me ayudó un poco también y llegamos a una suerte de acuerdo. Los coyas que afectan a la zona de Laguna Santa Rosa son tres ramas distintas y entre los tres están peleados. Hoy si uno sube se ve que están haciendo algo; hay unos palos parados, están cercando más, hay unos buses para habilitarlos como casa, se ve un poquito más de desarrollo, yo creo que lo ideal para mi va a ser colgarme de ellos o trabajar con ellos, pero también hay que ver la voluntad que pueden tener, porque ellos también se sienten dueños de esto y el dueño es CONAF. Bueno y como todo hoy en día se judicializa saben que por ahí está la mano, entonces es fácil, ellos paran proyectos.”

Ercio Mettifogo. Presidente Asociación de Turismo Atacama, Guía Turístico Especializado y Concesionario CONAF

Marco normativo

Parte del análisis de la situación existente se basa en el marco normativo y estratégico vigente, que rige y condiciona el accionar de la institucionalidad pública y privada del sector. Entre las normativas que definen los rumbos a seguir podemos mencionar:

1. Agenda Estratégica de Desarrollo Productivo de la Región de Atacama 2009⁹
2. Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama, 2011-2014¹⁰
3. Estrategia Regional de Desarrollo 2007-2017¹¹

Ellos constituyen los elementos y lineamientos a partir de los cuales, la región define sus cursos de acción o actividades. En contexto, estos tres documentos estratégicos destacan el Turismo de Intereses Especiales como uno de los sectores a priorizar dentro de las acciones de fomento e innovación que se deben desarrollar en la región.

A su vez, existen las normativas específicas que aplican a la designación de las zonas como RAMSAR¹², ZOIT¹³, SNASPE, entre otras, las que ponen en valor sectores de la Región de

⁹ Agenda Estratégica de Desarrollo Productivo de la Región de Atacama 2009, pág 13

¹⁰ Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama, 2011-2014, pág 4

¹¹ Estrategia Regional de Desarrollo 2007-2017, pág 40

Atacama, en un circuito de alta riqueza natural y la protegen para el desarrollo de acciones que aseguren la sostenibilidad del ecosistema.

Por otro lado, podemos mencionar el ordenamiento territorial de la Región de Atacama. En la actualidad, el suelo altoandino de la región en su mayoría es de propiedad del Ministerio de Bienes Nacionales, quien ha concesionado ciertos sectores para el desarrollo turístico. Sin embargo, el resultado de estas concesiones no ha sido siempre exitoso (Jorge Oporto): se ha generado la impresión que los privados que postulan, buscan solo un enriquecimiento al cobrar tarifas de ingreso a los visitantes sin cumplir con la inversión necesaria o básica para la habilitación del sector como destino turístico. Por otro lado, también existe la opinión que estas concesiones no definen de manera precisa las exigencias que los privados debiesen cumplir en estas materias. Así es como el año pasado, la concesión Ojos del Salado debió ser revocada y actualmente se encuentra en proceso de relicitación.

“Ya, lo que pasa y yo quisiera atacar el primer problema, aquí se hacen concesiones y lamentablemente se hacen muy mal, entonces las personal que postulan y se las ganan al final no tienen recursos para invertir. Esta área que es la que más conozco, Laguna Verde y Ojos del Salado, está concesionado por 50 años a un señor que es de Caldera. Este señor ya lleva 5 años con esta concesión y no ha hecho absolutamente nada, es decir, no ha invertido. No ha puesto señaléticas, no ha mejorado los caminos, no ha hecho un refugio, no hay hospedería, no hay baños, no hay nada. Entonces uno se pregunta ¿bueno, este señor para que quería la concesión? Y se llega a la conclusión que es un mero negocio invirtiendo lo menos posible. En esta zona de Laguna Verde, hay una prefabricada que son tres piezas y este señor se apropió de ella, le echó candado y todo y eso lo construyó Carabineros con material reciclado que le regalaron las mineras en la época del conflicto con Argentina el año 1979. Porque las patrullas de avanzada que enviaban no tenían donde dormir. Después subiendo hacia el volcán hay otro refugio que es un retén de Carabineros abandonado. Este señor lo pintó de blanco con azul y dijo este es el refugio Murray; más arriba, ya en el

¹² Número 0877, fecha de creación 2 de diciembre de 1996, puesto N°CHI-06 de la región de Atacama. Incluye a la Laguna del Negro Francisco, Laguna Santa Rosa y Lagunas Bravas.

¹³ D.S. N°172/12, Reglamento que fija el procedimiento para la Declaración de Zonas de Interés Turístico

volcán, hay unos container y ese se llama el refugio Uda. Y esos containers los dejó abandonados Anglo American y el señor se apropió de ellos y todo lo que estaba en esa zona pasó a ser de la concesión. Y uno para pasar por ahí tenía que pagarle 30 mil pesos a este señor, entonces, ¿a título de qué si él no ha invertido? Si usted me habla de un desarrollo turístico, respetando por supuesto el medio ambiente, primero hay que hacer una buena licitación de concesiones. Hay que decir por ejemplo, el que se gana tiene que tener 5 o 10 millones de pesos y esos lo va a tener que invertir en esta concesión. Hace poco se concesionó el sector de Laguna Santa Rosa, se ganó la concesión el señor y presentó un proyecto CORFO por 30 millones de pesos para construir baños, un refugio y papelería (me refiero a publicidad) y lamentablemente no se ganó el proyecto CORFO. Entonces, tiene la concesión de Laguna Santa Rosa, pero no tiene con qué invertir. Las concesiones yo creo que están mal, entonces este es el primer obstáculo para desarrollar turismo en esa zona.”

Guía Turístico

A su vez, algunos sectores del subsuelo de la zona altoandina de la región son de propiedad minera, desarrollándose tanto la minería metálica (Mantos de Oro, Atacama Kosan, entre otras), como también la no metálica (hay mucha presión por explotar el salar de Maricunga por la presencia de Bórax y Litio).

“Yo diría que hay un desconocimiento absoluto de lo que tenemos en la parte (altoandina) norte, un tema grave es que toda esta tiene propiedades mineras y en todas estas han pasado por Litio, la idea es extraer las Sales que tiene el agua, en realidad todo tiene propiedad minera y eso está en la página del Sernageomin... hasta donde entiendo todo esto pertenece a Bienes Nacionales, la propiedad del suelo, pero el subsuelo mayoritariamente es privado, y tú sabes que la ley minera prevalece sobre las otras... yo creo que se pueden fusionar ambas cosas, perfectamente se puede extraer el litio que es lo que mayoritariamente defienden las compañías mineras, y se puede también practicar turismo, porque en el momento que estas lagunas tengan conversión, podemos pensar que hay ciertos beneficios como la seguridad de llegar a un lugar que está poblado, porque una

mejor accesibilidad, una conectividad telefónica, etc., así que yo no veo que sea una limitante, ni una desventaja que la propiedad minera funcione, ahora en términos mineros el litio aún no está aprobada su extracción, por lo que pueden pasar unos años para que esto suceda.”

Ercio Mettifogo. Presidente Asociación de Turismo Atacama, Guía Turístico Especializado y Concesionario CONAF

Sin perjuicio de esto, es posible que coexista la propiedad minera del subsuelo con el destino turístico del suelo del sector, si existe una regulación y fiscalización de los trabajos mineros a fin que no modifiquen de manera crítica la belleza virgen de la zona.

En conclusión, el marco regulatorio otorga el espacio necesario para el desarrollo de este sector en la Región de Atacama. Sin embargo, no hay que perder de vista la importancia de la fiscalización del sistema de concesiones turísticas y de la explotación minera, de forma de proteger la riqueza natural y fomentar la habilitación de infraestructura turística en el sector.

OFERTA TURÍSTICA EXISTENTE

En la actualidad, existe cierto nivel de oferta de turismo de alta y media montaña que, sin embargo, es absolutamente incipiente y no cuenta aún con la masa crítica necesaria para desarrollar un trabajo de *clúster*.

...”con suerte hay dos o tres empresas que están haciendo algo de turismo relacionado con terrenos de altura, lagunas, etc., pero nada más, o sea, no hay infraestructura ni privada ni pública. Hay que reconocer que a lo más, en el caso de Laguna Verde y Maricunga hay una carretera que ni siquiera está construida, se ha tratado de trabajar en eso... lo que sí está es el paso fronterizo. Pero en términos de infraestructura, no existe, ni privada ni pública. En términos de desarrollo de producto, es prácticamente nula, hay dos o tres empresas a nivel regional que están haciendo algo. En términos de potencialidad, creo que esta todo por hacer. Porque hay turistas que llegan, traen sus cosas y en algunas ocasiones arriendan vehículos, o algún servicio muy básico, pero todo el resto lo traen. Nosotros como CORFO, a diferencia de lo que pasa en otras regiones

donde el turismo es bastante más desarrollado, hoy día se están haciendo todos los esfuerzos, es parte los lineamientos, para desarrollar el turismo, aunque atacama no tiene la posibilidad de desarrollar un turismo masivo sino que claramente turismo de intereses especial. Hoy día los esfuerzos se están orientando más fuertemente en el borde costero, en donde hay masa crítica, donde hay más empresas. De alguna manera, donde se han ido generando focos de desarrollo en torno al turismo, postergando tal vez el desarrollo de esta zona, no porque no haya potencialidad, sino porque hay que partir por alguna parte”.

Profesional Corporación de Fomento de la Producción, CORFO

Por otro lado, se observa que gran parte de la oferta llega desde Santiago y no es gestada localmente en la región. Mayoritariamente en estos casos, solamente se contrata a los guías para revisar previamente el camino o para, por ejemplo, ayudar en el armado de campamentos.

Finalmente, y pese a la declaración de su relevancia en la Estrategia de Desarrollo Regional por ejemplo, no existe un esfuerzo claro y articulado de posicionamiento del TIE en la Región de Atacama.

“...en el sector público falta mucho, hay gente que tiene conocimiento con mucha teoría pero con poca práctica, incluso en SERNATUR hay letrados que tienen mal indicada la altura del volcán, el turista extranjero es muy exigente, se fija en todo, imagínese que ellos dicen que está malo, hay que corregir eso. Y así como esto existen otros errores como la confusión entre la ballena y el cetáceo delfín orca, que la llaman ballena en un tríptico, entonces estamos mal. Además que las instituciones públicas no tienen recursos, no hacen bien las cosas, no informan bien, y cuando uno va a pedir ayuda, la confusión es tan grande que al final uno no presenta ningún proyecto. No está claro. Por eso, por mencionar algo, los proyectos CORFO quedan ahí no más. Recién el año pasado y este año la municipalidad (Copiapó) está intentando tener un plan comunal de desarrollo turístico, una cosa planificada. No hay una sensibilidad turística y ecológica. Si tú hablas de ecoturismo la mayoría queda mirando las estrellas. Falta preparación, recursos económicos, difundir información, sensibilidad de las

autoridades que toman decisiones y faltan reglas claras, normativas, criterios. Con respecto a las instituciones privadas existe la ATA, pero es una organización que no tiene peso y hace algunos seminarios, capacitación pero no es un actor relevante, no conozco su trabajo. Existe otra organización de guías y artesanos que la formó un funcionario de CORFO.”

Guía Turístico

Infraestructura

Este aspecto, de acuerdo a la información primaria levantada, es uno de los puntos más débiles del territorio en términos turísticos: en general, no existen refugios, baños, centros de interpretación ambiental, infraestructura vial, senderos, señaléticas, conectividad telefónica, miradores para el avistamiento de aves ni implementación de una estrategia de manejo de residuos, entre otros.

”No necesariamente (hay que construir) caminos, pero sí infraestructura en algunos lugares. Hay que buscar gente que guste del off road, yo creo que la cosa va por ahí inicialmente. Además como esos lugares son tan agrestes el hacer un camino ahí, salvo que lo pague una minera, uno no va tener los números como para hacerlo, entonces hay que atacar un segmento de gente que le guste las sensaciones de aventura obviamente en una combinación off road, tour fotográfico y todo el cuento. Pero mira, yo te mostré lo que eran los baños y todo ese cuento y CONAF se instaló con un container en la Laguna Santa Rosa que es horrible, parece que lo tenían botado en algún lado, y yo le saque foto como tienen el tema del agua, la fosa séptica y ahí está el container pero no pega ni junta con el entorno, los mismos CONAF me dicen que ese es el sector donde yo estaría operando, en donde hay una cabaña que yo heredo (concesión) y la forraré completamente en barro, porque hoy día entra el aire por todos lados, con ratones y todo el cuento, y un cerrito en donde estaría el mirador. Pero yo te mostré el baño en la Laguna Verde en donde yo llevo a las gringas y las meto en las termas, pero no hay una infraestructura, pero sin embargo yo las llevé por

este otro camino hasta las termas del Juncalito a 4.050 mts. en donde había una caseta muy básica, eso lo hizo al parecer una comunidad Coya, pero nosotros y SERNATUR no hacemos nada. Pero te estoy explicando acá que con pocas lucas se puede hacer algo buscándole. En concordancia con el entorno, la idea es hacer un par de refugios para salvar la vida si llega una tormenta, acá tenemos también el invierno boliviano, nos toca con la colita. Infraestructura es lo que no se tiene acá en la cordillera de ningún tipo.”

Ercio Mettifogo. Presidente Asociación de Turismo Atacama, Guía Turístico Especializado y Concesionario CONAF

“Pero en infraestructura no hay más allá de lo que tiene CONAF por ejemplo. Lo que queremos es desarrollar una concesión tipo glamping que va a permitir estar durante todo el año. Ese es el proyecto que nosotros pretendemos que dé el impulso para el resto de los empresarios. Este tipo de proyecto te va a permitir no solo hacer full day, que es súper peligroso por la subida desde los 300 a 4.000 y tantos mts. de altura; este tipo de planta que se instalará permitirá que, la gente no solo esté un solo día, sino que pueda acceder a otros sectores de la cordillera. Respecto a esta otra zona que indicas (norte), solo sé que existe una infraestructura que hicieron unos Coyas en una minera que no se cual. El potencial que tiene esta zona no amerita que hayamos demorado tanto en este tipo de acciones e incluso entendemos que el sistema público tiene un montón de burocracia que es a veces enfermizo y los privados se aburren y ya no quieren seguir.”

Profesional Servicio Nacional de Turismo, Región de Atacama

Esta carencia, tiene una serie de externalidades negativas sobre la oferta turística en análisis, particularmente limitando su estacionalidad. Respecto de esto último, tales carencias limitan la temporada de este turismo entre los meses de diciembre a marzo. De acuerdo a los actores relevantes entrevistados, si se dispusiera de la infraestructura idónea, esta estacionalidad podría extenderse de noviembre a mayo, es decir, aumentaría en al menos 3 meses. Al respecto, se plantea la hipótesis de que la inversión necesaria no es elevada en relación al beneficio de

ampliar la temporada, mejorar la calidad de los servicios y ampliar el abanico de alternativas para el turista; contar con refugios que pueden mantenerse en el año (por ejemplo del tipo containers) o mantenerse sólo durante la temporada (por ejemplo refugios con carpa) posibilitaría el posicionamiento y un mayor grado de competitividad respecto a, por ejemplo, la oferta allende Los Andes.

Varios de los entrevistados consideran además, que la falla en la adjudicación y fiscalización de las concesiones turísticas es la causante de la falta de infraestructura habilitante. Sin embargo, también se esgrime como razón que falta un adecuado nivel de convicción y articulación a nivel público para atraer al inversionista privado.

Finalmente, cabe mencionar que un atributo muy valorado por el turista de montaña es la virginidad de esta zona, por lo que la infraestructura que se desarrolle debe ser lo menos invasiva posible al paisaje natural. Principalmente, el desarrollo de infraestructura debe enfocarse –señalan los entrevistados– en temas de seguridad, más que en otros aspectos.

“es increíble lo contentos que quedan (los turistas extranjeros) luego que se van a pesar de la precariedad y falta de infraestructura, se van muy contentos. Por ejemplo, unos italianos que subieron el 2 de enero a Parque Nevado Tres Cruces... me han dicho que les llamó profundamente la atención la belleza de la cordillera y volcanes, la tranquilidad y virginidad de la zona.”

Guía Turístico

DEMANDA EXISTENTE

En general, existe consenso en que no existen estadísticas confiables respecto a la cantidad de turistas de montaña que llegan a la región actualmente. Con ello, caracterizar la demanda basándose en dato duro es prácticamente imposible.

“No, no tenemos esos datos (llegada de turistas con respecto al objetivo de su visita), pero no sé si tu viste la plataforma (Plataforma Digital de Indicadores Turísticos de la Región de Atacama), esta contiene más bien datos que son superficiales para ver lo de la oferta y demanda por agencias, restaurantes,

guías, los que están registrados o no en la región, visitas a los parques, actividades temporarias, pero no pasa más allá de esa información. Lo que sí tenemos acá son algunos documentos, como el perfil del turismo aventura, informes consolidados. Esta es la información que nosotros manejamos. No tenemos más información más fina... Gran parte de los informes o estudios que se han realizado en los cuatro años están en esta plataforma. Pero existen estudios que se realizaron durante los años 80 y 98 que están en papel y que nunca fueron digitalizados. No se encuentran esos estudios porque fueron extraviados o robados. Esta es la herramienta con la cual trabajamos el tema estadístico y el levantamiento que se va a hacer en la oficina de información turística, pero es información de fuente secundaria. Eso es lo que nosotros disponemos... Nosotros no tenemos la capacidad para hacer ese tipo de levantamiento (primario), lo que hacemos principalmente es tomar información secundaria y analizarla desde el punto de vista turístico y la información primaria que obtenemos es a través de las licitaciones que tenemos acá en la oficina de información turística, porque no lo hacemos en forma comunal, porque no están del todo profesionalizadas las oficinas que dependen del municipio en materias turísticas, lo que hemos hecho es poner una persona en los terminales de buses, preguntando de dónde vienen y a dónde van, cuál es su interés, etc., pero esto no es muy exacto.”

Profesional Servicio Nacional de Turismo, Región de Atacama

A pesar de esto, de las entrevistas en profundidad realizadas se desprende que la demanda TIE se caracteriza como no masiva, por cuanto es un nicho específico y, a pesar de ser pequeño, está dispuesto a desembolsar una buena cantidad de recursos para practicar montañismo en zonas vírgenes y “hacer cumbres”. En su mayoría, se trata de turistas internacionales provenientes de España, Alemania, Australia, Canadá, entre otros, de un rango etario entre 20 y 50 años. Debido a que todo el circuito está sobre los 3.600 metros, se trata además de personas en condiciones físicas aptas para soportar un deporte de alta exigencia y que presenta condiciones extremas en su desarrollo y ejecución.

Análisis de Casos

A continuación se presenta un breve análisis de algunos casos de desarrollo TIE en la zona altoandina de la Región de Atacama. Esta sección tiene por objetivo aterrizar el diagnóstico presentado a situaciones concretas, para obtener un conocimiento integral del negocio, que revele o visibilice las condiciones positivas y negativas sobre las que se debe basar el modelo que se desarrollará posteriormente.

Para ello, se han seleccionado la Laguna Negro Francisco, Laguna Verde y las Lagunas Bravas, debido a que estas forman parte de un potencial circuito turístico de humedales de alta y media montaña a desarrollarse en la zona altoandina de la Región de Atacama y en la actualidad ya cuentan con cierto nivel de desarrollo en estas materias.

A. Laguna Verde

Generales: Se encuentra a una altitud de 4350 msnm y posee una cuenca volcánica de 1.075 km² de superficie con una laguna de unos 15 km². Es considerada un sitio de interés turístico nacional (ZOIT) y constituye un paso obligado para los turistas que desean observar en su plenitud el Volcán Ojos del Salado. Por esta razón, se considera la laguna como parte del tráfico turístico, pero no como un destino en sí mismo.

Laguna Verde está próxima al paso internacional San Francisco y cuenta con una terma cerca del camino y el retén Laguna Verde de Carabineros. Formó parte de la Concesión de Bienes Nacionales para la explotación de Turismo de Alta Montaña en Ojos de Salado.

Accesibilidad: Existe un camino de acceso (Ruta Ch-31) que facilita sin inconvenientes la llegada a la Laguna.

Oferta turística: Laguna Verde es una laguna cordillerana de aguas esmeralda, que ocupa el fondo de un profundo valle rodeado de volcanes siempre cubiertos por nieve, de los cuales varios pertenecen al grupo de las “Cumbres sobre seis mil metros”, por lo que es aprovechada por las expediciones andinistas que buscan ascender algunas como Ojos del Salado (6.891 msnm), Incahuasi (6.638 msnm) y Volcán San Francisco (6.018 msnm), entre otros. Es por esto que la Laguna Verde y sus alrededores son el escenario favorito para montañistas. También se destaca un sector de termas que viene a complementar la fauna que habita en la laguna.



Fuente: Atacama Photo

B. Laguna del Negro Francisco

Generales: Se ubica a 4.126 msnm y cuenta con una superficie de laguna de 1.2136 Ha. La Laguna del Negro Francisco es considerada dentro de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile (SNASPE), ya que forma parte del Parque Nacional Nevado Tres Cruces. A su vez, corresponde a un sitio protegido por la Convención RAMSAR en la Región de Atacama y está definida como ZOIT.

La Laguna del negro Francisco destaca por un paisaje único: encerrada por montañas entre 5.000 hasta 6.000 metros de altura, cuenta además con fauna de guanacos, vicuñas y flamencos, entre otros.

Capital humano: Cuenta con una oferta de guías y tour operadores que la presenta como una alternativa para los turistas que visitan la región de Atacama y requieren de una oferta de Turismos de intereses especiales relacionados con la naturaleza.

Accesibilidad: Presenta una regular accesibilidad generada por un camino minero que posibilita el acceso y que tiene destino a la Mina Maricunga.

Infraestructura: En el sector sur de la Laguna se encuentra un Refugio de CONAF, una casa sólida con equipamiento (cocina amoblada, camas, agua para lavar loza y bañarse, gas, calefont y

duchas), por lo que es posible pernoctar ahí. La laguna cuenta con miradores, desde donde es posible observar la laguna salobre, su extensión y la presencia de las tres especies de flamencos que llegan en época estival al parque. Además, posee algunos senderos trazados.



Fuente: Atacama Photo

C. Lagunas Bravas

Generales: Su cuenca cuenta con una superficie total de 545 km² y está constituida por tres lagunas alineadas de norte a sur: una de mayor tamaño al lado sur y dos pequeñas al lado norte. Se encuentran a unos 4.250 msnm y forman parte de los humedales protegidos por la Convención RAMSAR.

Capital humano: En la actualidad no cuenta con masa crítica de guías genéricos ni especializados que entreguen, en forma de oferta permanente, este sitio como foco TIE. Según información planteada por actores locales clave y pese a la alta potencialidad turística del sitio, solo existen iniciativas muy puntuales y esporádicas de visita, que se generan a partir de solicitudes específicas de turistas que buscan este tipo de experiencia de turismo de intereses especiales.

Accesibilidad: Lagunas Bravas constituyen un destino de difícil acceso debido a sus limitadas rutas de llegada, elementos de vialidad y escaso capital humano que oriente las rutas. Es por ello

que para acceder a éstas, además de contar con un vehículo adecuado, se debe contar con un guía especializado que conozca la zona y posea la preparación necesaria.

Infraestructura: En la actualidad no existe ningún tipo de infraestructura, señalética u otro elemento que posibilite un desarrollo turístico adecuado.

Oferta turística: Existe sólo un oferente (operador local), pero sus servicios se presentan de forma muy ocasional y no de forma permanente.



Fuente: Atacama Photo

MODELAMIENTO TURÍSTICO DE MONTAÑA Y HUMEDALES ALTOANDINOS DE LA REGIÓN DE ATACAMA

Esta sección tiene como objetivo “sentar las bases para un futuro diseño de acciones coordinadas para el uso turístico sustentable del sector de Montaña y Humedales Altoandinos de la Región de Atacama.”

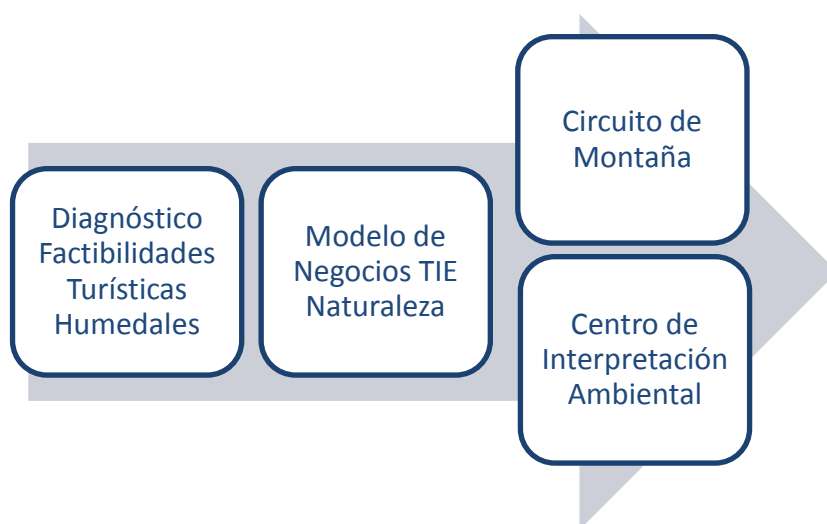
Lo anterior, se traduce en los siguientes Objetivos Específicos:

- a) Consolidar la proyección nacional e internacional de la Cuenca Altoandina de la Región de Atacama como un foco de desarrollo humano basado en la conservación y uso sustentable del patrimonio natural, cultural (de las comunidades locales), turístico y ambiental.

- b) Fomentar la sustentabilidad de los usos de los recursos naturales de este sector y el despliegue de oportunidades de desarrollo turístico, que incorporen criterios compatibles con la conservación de la biodiversidad y el modo de vida ancestral de las comunidades locales.

Tomando como base la información desarrollada anteriormente sobre el diagnóstico del sector TIE en la Región de Atacama y los casos analizados, se presenta un modelo de negocios TIE de Naturaleza con foco en dos productos: **Circuito de Montaña** y **Centro de Interpretación Ambiental**.

Figura VII.3. Esquema construcción de Modelo de Negocio TIE

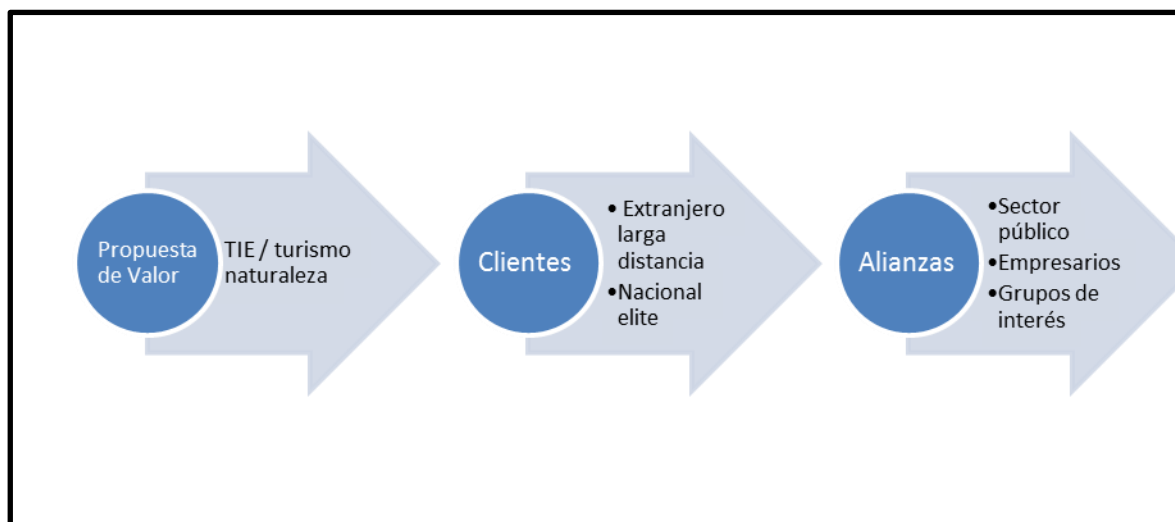


Fuente: elaboración propia

CONTEXTO TEÓRICO

Para desarrollar el presente modelo de negocios, se utilizará la metodología Canvas de Modelamiento de Negocios¹⁴, la que generará una dinámica donde será relevante el proceso analítico no restrictivo y que tenga una mirada estratégica de negocio. A partir de este ejercicio, guiado por una estructura pedagógica de bloques de trabajo, se considera la totalidad de las ideas que se construyan en el proceso para perfeccionar las distintas áreas estratégicas del negocio.

Figura VII.4. Esquema Modelo CANVAS para TIE



Fuente: elaboración propia

Considerando su aplicación teórico-práctica, el proyecto o unidad de negocio se divide -aplicando el método Canvas de Modelamiento de Negocios- en nueve módulos básicos o bloques, los que explican el proceso de cómo una empresa optimiza su funcionamiento, genera mayor competitividad y aumenta la generación de ingresos.

La importancia fundamental del método radica en la existencia de una interacción entre los nueve bloques y de esta manera, lograr como resultado diferentes formas de rentabilizar la empresa. En

¹⁴ Alexander Osterwalder & Ives Pigneur, Generación de modelos de negocio. Deusto , 2011

consecuencia del proceso sinérgico anterior, se permite vislumbrar la apuesta de valor que proyecta el negocio, cómo se impacta la relación con los clientes, el trabajo con los canales de distribución, las alianzas más pertinentes con el entorno, se identifican los beneficios e ingresos y especifican los recursos y actividades esenciales que determinan los costos más importantes.

En detalle, los nueve módulos de la metodología Canvas son:

1. **Segmentos de clientes:** el ejercicio de análisis consiste en agrupar a los potenciales clientes que tienen características similares en segmentos definidos y determinar cuáles son sus necesidades, investigar la información geográfica y demográfica que los individualiza, averiguar el foco de sus gustos y tendencias de ocio, etc. Con posterioridad y para generar un fortalecimiento de la propuesta, se puede distribuir y segmentar a los clientes actuales para generar una nueva estadística y proyectar los potenciales crecimientos de cada grupo.
2. **Propuestas de valor:** se busca intencionar la definición del valor creado para cada segmento potencial de clientes. En este sentido, se procede a desarrollar una descripción de los productos y servicios que componen la oferta orientada a cada uno de los segmentos planteados. Importante es que, considerando el piso o base de cada propuesta de valor, es necesario relevar el producto o servicio y la calidad que estos entregan. En este sentido, es necesario consignar que estos dos primeros bloques metodológicos del modelo Canvas son el núcleo estratégico del modelo de negocio.
3. **Canales:** busca resolver los mecanismos necesarios para establecer una interacción virtuosa con el cliente. Para ello, es necesario evaluar las distintas variables que influyen en una decisión de compra, evaluación del producto, información clara de compra, formas de entrega y acciones de postventa.
4. **Relación con el cliente:** se identifica cuáles son los recursos y mecanismos para captar clientes, se genera la fidelización de estos y se desarrollan los incentivos para estimular las ventas monetarias. En este punto es fundamental que todas estas acciones generen un contacto cercano o permanente con los clientes. Finalmente, es muy relevante que la empresa, según el producto o servicio, defina si su relación será de carácter personalizado o automatizado, esto permitirá identificar el costo final y los medios para que los clientes mantengan una relación más cercana con la empresa.

5. **Fuentes de ingresos:** se deben identificar los mecanismos a través de los cuales el negocio obtiene los distintos ingresos monetarios y de dónde provienen esas entradas que permiten la sustentabilidad del modelo. Con estas claridades, se puede tener una visión global de los flujos de caja que priman en la gestión del negocio; por un lado identificar los elementos o grupos que aportan mayor rentabilidad y por otro, cuáles no reportan un desempeño financiero adecuado.
6. **Recursos clave:** es necesario centrar el foco en todas las actividades que brindan apoyo a la empresa y en particular, en aquellas que tienen un impacto estratégico en su funcionamiento. En este contexto y sobre la base de la información de la propuesta de valor, el segmento de clientes, los canales de distribución, las relaciones con los clientes y los flujos de ingreso, se deben determinar los recursos que intervienen para que la empresa tenga la capacidad de entregar su oferta o propuesta de valor.
7. **Actividades clave:** se consideran las actuaciones que inciden con mayor relevancia para que funcione el modelo de negocios de la empresa. Para ello, se debe considerar como base la propuesta de valor y, de esta manera, definir cuáles son las actividades necesarias para entregar la oferta en valor. En efecto, todos los modelos de negocio requieren de una serie de actividades estratégicas para su funcionamiento, ser competitivos y consolidar la creación y oferta de valor: logrando estas condiciones, se podrá llegar de manera idónea a los clientes, fidelizarlos y aumentar los ingresos.
8. **Red de partners:** se enfoca en la necesidad de crear alianzas para poder optimizar el modelo de negocio, disminuir los posibles riesgos e incorporar nuevos recursos. En este contexto, se identifican las redes de socios y los proveedores claves que contribuyen al funcionamiento de un modelo de negocio.
9. **Estructura de costos:** entender y definir el concepto de costos que estarán asociados al modelo de negocios. De esta manera, se entenderá por costos a todos o el total de gastos que implican el desarrollo de la producción de un producto o servicio.

Finalmente, y a modo de resumen, es importante consignar que la definición de modelo de negocios, en el presente caso, se debe vislumbrar como el primer paso a desarrollar al momento de la construcción de un proyecto empresarial. De esta manera, desde el comienzo hasta la puesta

en marcha, define la estrategia a utilizar y describe la estructura de costos y resultados, entregando un insumo fundamental respecto de la factibilidad y rentabilidad de la empresa.

Así, el modelo de negocio queda determinado con cuatro decisiones básicas:

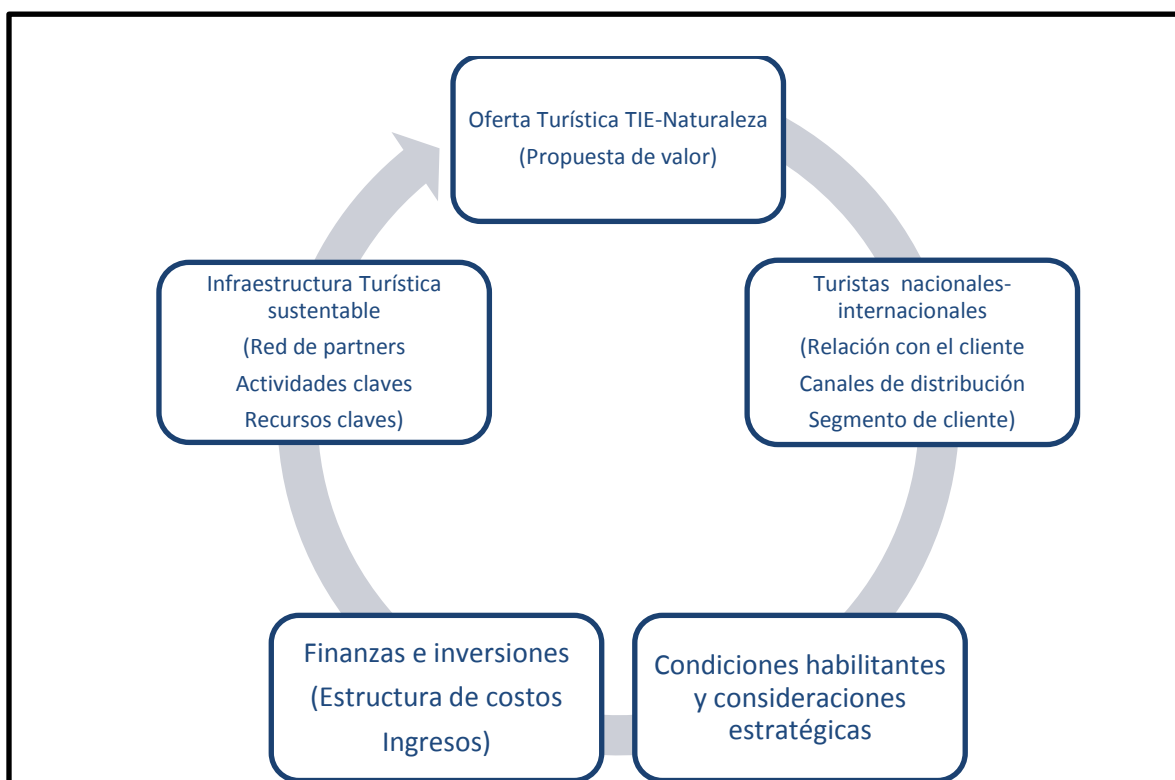
- 1) el mercado al que se busca acceder,
- 2) la propuesta de valor que se crea y entrega a los clientes,
- 3) la definición y ejecución de las operaciones y
- 4) el sistema de entrega o distribución utilizado.

Un dato interesante, según esta metodología, es que el orden en el que se configuren los elementos del modelo de negocio determina el carácter de las empresas, pero no su innovación y competitividad.

Aspectos esenciales para un Circuito de Montaña y Centro de Interpretación Ambiental: consideraciones estratégicas o condiciones habilitantes para la ejecución exitosa del modelo CANVAS

Sobre la base del desarrollo de la metodología Canvas de un modelo de negocio, se posibilita la generación de un proceso en el cual se describen los elementos para que el destino turístico Humedales Altoandinos pueda crear, desarrollar y capturar valor para convertirse en un producto de intereses especiales de naturaleza, que posicione a la industria turística de la región de Atacama. Sin embargo, es necesario considerar algunos elementos estratégicos y habilitantes que se yerguen como una condición de base.

Figura VII.5. Factores estratégicos y/o condiciones habilitantes para ejecución del Modelo de Negocio



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a algunas prácticas internacionales¹⁵ en la materia y considerando el contexto del modelo de negocios a definir, es necesario considerar y plantear la existencia de una línea base estratégica que posibilite, de manera idónea y exitosa, la gestión turística de intereses especiales en el territorio altoandino de Atacama. De esta manera y para mayor detalle, se presenta una serie de lineamientos básicos que debieran cumplirse para sustentabilizar el desarrollo del presente modelo de negocios:

¹⁵ "Modelos de negocios: una guía para lograr negocios que permitan generar ingresos para la conservación de cuenca y biodiversidad". Programa USAID, 2009.

- **Fortalecimiento, promoción e innovación turística en Atacama:** definir proyectos y planes de acción cuyos productos principales sean la gestión de destinos locales, clubes de producto con oferta de turismo de intereses especiales, estrategia de promoción y comercialización, gestión de marcas y posicionamiento diferenciado, fomento de la adquisición de sellos voluntarios, la generación de campañas de sensibilización regional y facilitación de los mecanismos para la atracción de inversión.
- **Generación de inteligencia competitiva territorial:** un elemento fundamental en la estrategia y competitividad de la propuesta de valor del modelo de negocio consiste en contar con información táctica de los turistas y su comportamiento al arribar al territorio. Por ello, es fundamental contar con un observatorio turístico regional que permita entregar resultados sobre las tendencias, la oferta turística, la satisfacción y caracterización de la demanda para facilitar la toma de decisiones de marketing estratégico.
- **Formación de Capital Humano:** para el desarrollo exitoso de la apuesta estratégica del modelo de negocios es necesario contar con un empoderamiento de los actores locales que cuenten con programas de capacitación, entrenamiento pertinente a la realidad local, que sean accesibles y de calidad, fomento a la profesionalización de guías, fortalecimiento de la masa crítica de micro y pequeñas empresas del destino, entre otras. Por otro lado, se deben considerar procesos de educación ambiental de la población desde la etapa escolar, para que conozcan la historia y la biodiversidad de su región, la valoren y puedan dar a conocer la riqueza de la zona.
- **Sustentabilidad e infraestructura:** un elemento esencial para el éxito del presente modelo de negocios y de la apuesta turística de la región de Atacama en general, es contar con un proceso que identifique, financie e implemente modelos de desarrollo de infraestructura y conectividad existente, generando procesos que fomenten la sustentabilidad turística, promoviendo la reinversión continua en funcionamiento y el mantenimiento de los distintos recursos e infraestructura, áreas naturales, biodiversidad, instalaciones verdes y gestión de residuos. A su vez, debe considerarse la articulación con los actores y las comunidades locales con el fin de trabajar por un beneficio colectivo y que por tanto debe ser validado y trabajado en conjunto, lo que

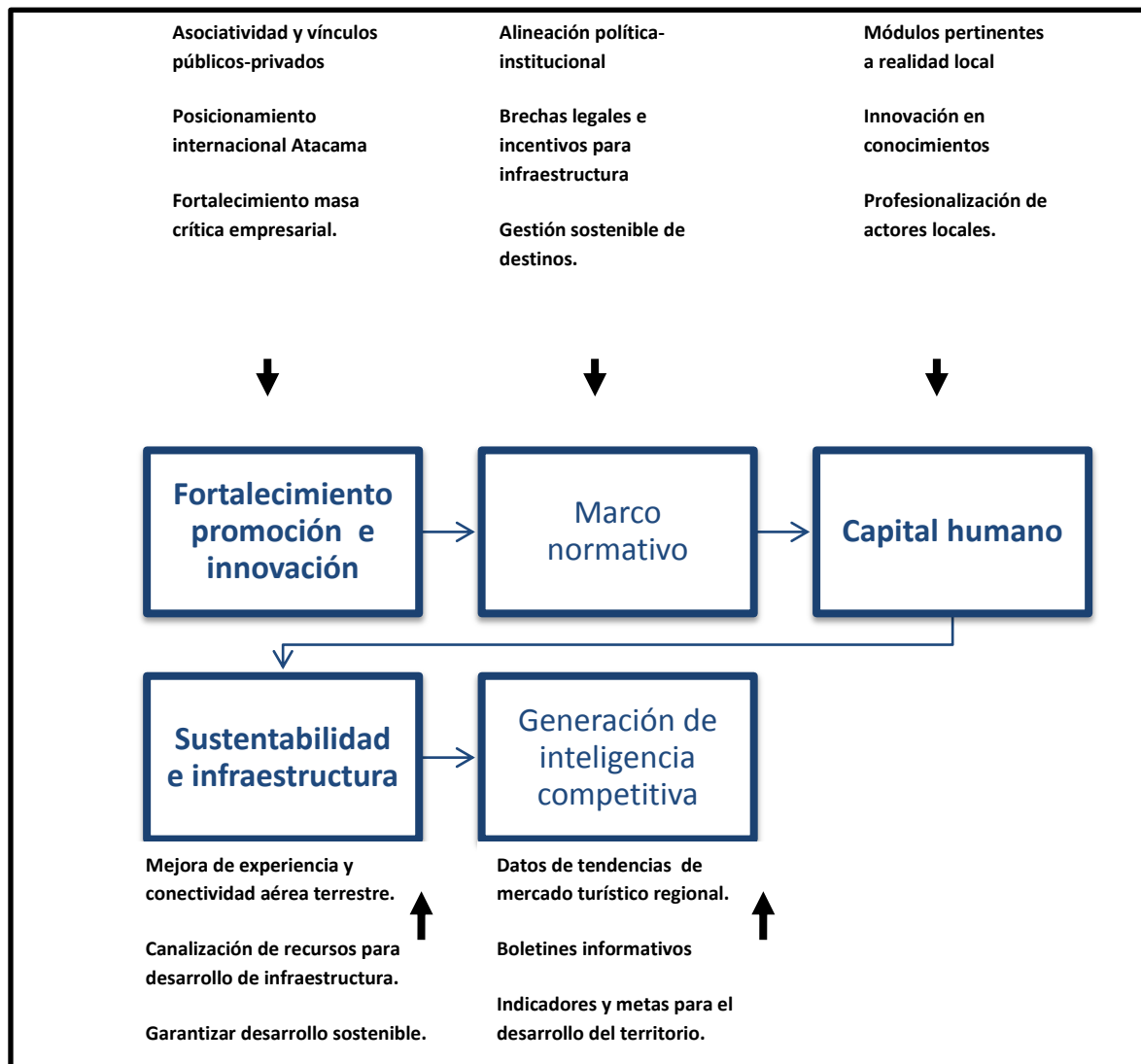
no sólo implica la participación en el proyecto en sí, sino a través de la cadena de valor.

- **Marco normativo para modelos de negocios:** desarrollar instancias y contextos legales en donde se generen las condiciones y acciones de Ley que faciliten y promuevan el desarrollo del destino: coordinación y liderazgo nacional del turismo de intereses especiales, incentivos para el desarrollo de infraestructura turística, reglamentación efectiva de calidad y sostenibilidad en los destinos turísticos de la región, reglamentación y fiscalización de guías y mecanismos que avalen la seguridad y protección en destinos.

En consideración a la zona para la cual se plantea el presente modelo de negocios TIE, resulta importante profundizar en el ámbito de la sustentabilidad. La Convención RAMSAR, en su Resolución VIII.39 “*Las hoyas hidrográficas altoandinas como ecosistemas estratégicos*” (RAMSAR, 2002) hace un llamado internacional a actuar de manera urgente para asegurar la permanencia y conservación de estos importantes ecosistemas. En este estudio se propone calificarlos de alto valor estratégico por el rol que tienen en el sustento de “la producción agrícola y minera, ya que se benefician de las cuencas hidrográficas altoandinas como fuente básica de suministro de agua para diversos fines”. Igualmente, la Resolución VIII.39 los reconoce como de “alta vulnerabilidad y fragilidad frente al cambio climático y a la presión generada por actividades tales como la agricultura y sobrepastoreo intensivos, quemas incontroladas, minería, actividades forestales, extracción excesiva de agua de cuencas endorreicas, introducción de especies exóticas e invasoras y un turismo no regulados”. Tomando en cuenta lo anterior, la Convención RAMSAR propone “establecer programas de acción específicos para las cuencas que alimentan, a fin de preservar su valiosa biodiversidad, su función como reguladores del agua y como espacio de vida de muchas comunidades locales y urbanas regionales”.

Figura VII.6. Lineamientos básicos para el desarrollo de un Modelo de Negocio

Sustentable de TIE.



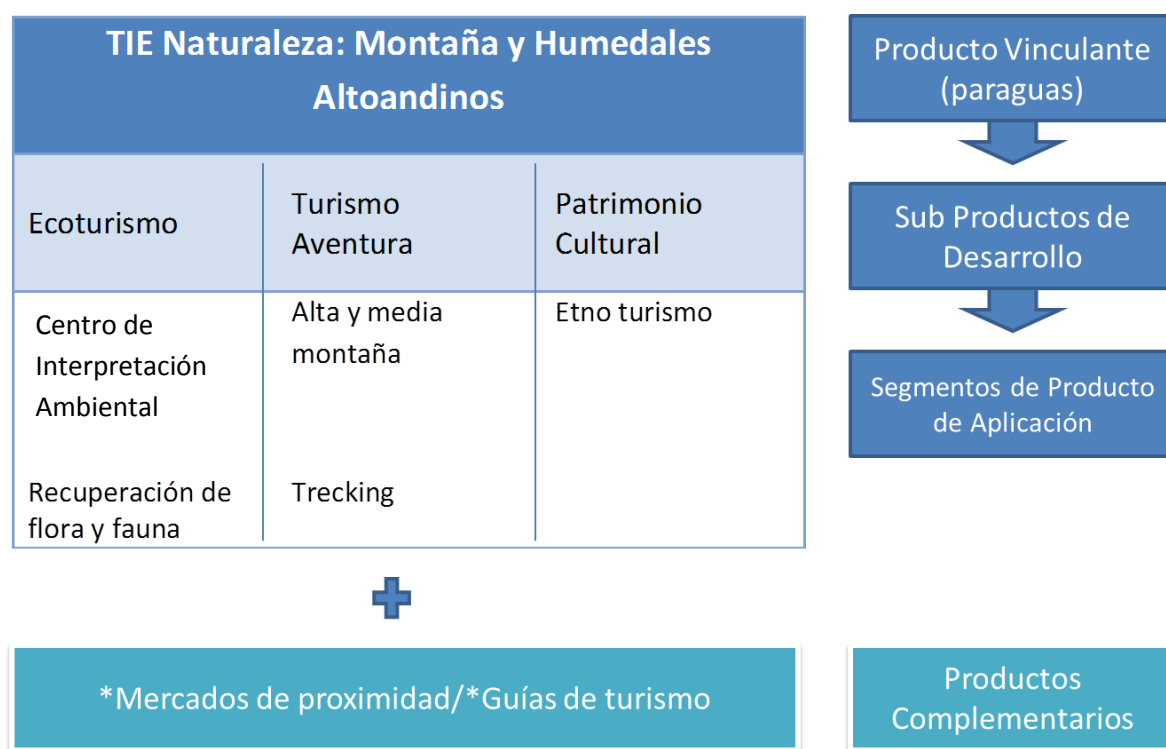
Fuente:

elaboración propia

ESTRUCTURA DEL MODELO DE NEGOCIO

Para definir una estructura del modelo negocios que considere elementos territoriales para la Región de Atacama¹⁶, es necesario considerar dos elementos fundamentales para que el turismo de intereses especiales de naturaleza sea operativo: 1) Montaña y humedales alto andino: el producto vinculante o paraguas y 2) Masa crítica de empresarios que ofertarán los distintos productos turísticos de aplicación.

Figura VII.7. Estructura del Modelo de Negocio



Fuente: elaboración propia

De este modo, la propuesta de modelamiento aborda dos modelos de negocios inclusivos, encadenados y articulados a la propuesta de valor "paraguas" definida como Producto Vinculante en la Figura 9. La justificación de este modelamiento radica en dos oportunidades de mercado en la industria turística mundial: la evidencia internacional plantea que el volumen de mercado del

¹⁶ CONAF, Plan de acción para la conservación y uso sustentable de humedales altoandinos.

ecoturismo mundial es mayor que el volumen de mercado del turismo rural y de aventura; según la OMT, al año 2007 ya existían 64 millones de ecoturistas internacionales anualmente. Por otro lado, el turismo de aventura tiene un fuerte crecimiento mundial, con dos grandes segmentos, donde la aventura suave representa mayor oportunidad de negocio¹⁷. Así, al desarrollar los citados modelos, se pretende diversificar productos de naturaleza e intencionar que la región de Atacama se posicione en uno de los destinos más competitivos a nivel nacional y reconocido internacionalmente en términos de la oferta de Turismo de Naturaleza. De esta forma, generar productos con esta lógica permitirá posicionarlo como un destino más emblemático, generar beneficios socio-económicos y ambientales para la región y ser un destino de oferta diferenciada, competitiva y sostenible.

Modelo de negocios para red de circuito según metodología CANVAS

Sobre la base del análisis anterior, a continuación se definen dos modelos de negocios encadenados y pertinentes a la propuesta:

MODELO DE NEGOCIOS PARA CENTRO DE INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE HUMEDALES ALTO ANDINO:

Para partir con el desarrollo del presente modelo de negocios, es necesaria una definición del producto:

Centro de interpretación: se refiere a todos aquellos espacios lúdico-educativos en los que, sobre la base de una plataforma física y metodológica, se socializa un recurso natural, cultural y/o etnográfico. En muchos países, dedicados al turismo de intereses especiales, existe una gran cantidad de infraestructuras de estas características, sobre todo en los entornos rurales. En este sentido, el desarrollo de este tipo de modelo de negocio genera variables de éxito determinantes para potenciar el desarrollo turístico de dichos territorios.

Sobre la base de la definición y en el contexto regional, se debiera intencionar el presente modelo de negocios con fines turísticos de intereses especiales en la Región de Atacama para las siguientes lagunas:

¹⁷ Adventure Travel Trade Association - Soft Adventure Niche Markets - Índice del Departamento de Turismo de Aventura, Informe 2010 - El mercado de aventura europeo (2009)

- Laguna del Negro Francisco
- Lagunas Bravas
- Laguna Verde

- **Segmentos de Clientes:** es factible dividir por temporalidad a los segmentos de clientes de un centro interpretativo, entre los días hábiles, los fines de semana y vacaciones. En este contexto, un centro necesita tener diseñadas a lo menos dos estrategias diferentes: por lo general, los días de diario los clientes son los estudiantes, en tanto los fines de semana-vacaciones son los turistas de larga distancia o los turistas nacionales quienes acuden a estos espacios.

Es importante también considerar a Municipios y organismos públicos que suelen subvencionar este tipo de actividades tanto a colegios como asociaciones o entidades similares, por lo que también deben ser identificadas como potenciales clientes. Estos centros interpretativos pueden dar pie o incentivar a que se establezcan inversiones que posibiliten la llegada de otras empresas de apoyo en alimentación u otros. Con estos actores, se pueden generar sistemas de descuentos que beneficien a todos los visitantes e incluso, si las instalaciones lo permiten, se pueden organizar eventos de difusión turística de intereses especiales.

- **Propuesta de Valor:** la propuesta de valor de un centro de interpretación en los humedales alto andinos, se debe articular y generar a partir de tres elementos estratégicos:

Acciones con visitantes: desde un punto de vista operativo, estas debieran traducirse en la programación de talleres informativos-educacionales de los humedales alto andino. En una mirada básica, el Centro de Interpretación debe realizar una metodología que posibilite un uso lúdico y educativo del patrimonio natural de los citados humedales a los que está dedicado el centro. Se debe poner en valor su connotación de reservas y en el caso que aplique la categorización internacional RAMSAR, como una forma de diferenciación y posicionamiento internacional del turismo de intereses especiales de la región de Atacama.

Además, debe ofrecer un espacio y una actividad cómoda para el turista, ya que este decide o recomienda una próxima visita, debiendo ser un espacio seguro que aporte tranquilidad para él y su familia.

Tienda: en este punto es interesante innovar con el merchandising y material técnico de apoyo como una forma de la oferta con la venta de productos tematizados.

Alimentación: entregar dentro de la oferta de servicio complementario en forma de cafetería, bar, catering o simplemente una máquina expendedora que entregue la posibilidad de este servicio a los turistas que visitan el centro.

- **Canales de Distribución:** sobre la base de los distintos segmentos de clientes, se pueden vislumbrar las siguientes acciones:

Es relevante propiciar el encadenamiento con las empresas turísticas locales tales como guías, móviles turísticos, hoteles, casas rurales, restaurantes, empresas de turismo activo, oficinas de turismo, museos, etc., para que muestren la oferta complementaria existente y de esta manera deriven sus clientes a la visita de esta actividad complementaria a las suyas.

En el caso del segmento de clientes estudiantes, el profesor es el que decide la visita, de ahí que el profesor sea el canal a través del cual los niños acuden al centro, con lo cual el proceso de información y formación al profesor es una acción relevante.

Relacionado con el caso de las familias con niños que acuden al centro los fines de semana, toma importancia la existencia de un *networking* con otras empresas locales como hoteles, restaurantes, oficinas de turismo, etc.

Finalmente, en el caso de los turistas de larga distancia y nacionales, la propuesta pasa por la relación personal con los empresas de reservas (físicas y virtuales), redes sociales especializadas, tour operadores, productores turísticos y por la comunicación de la actividad de manera continua.

- **Relaciones con los clientes:** el modelo a desarrollar deberá estar basado en un marketing relacional. En este sentido, el centro debe establecer vínculos cercanos con turistas, familias, profesores y alumnos, entregando una experiencia lúdica, educativa y personalizada en todos los aspectos del desarrollo de la visita. Por ello, es necesario que se desarrollen acciones presenciales y virtuales presentando el centro interpretativo y sus actividades.

En este sentido, se considera la ejecución de las citadas actividades esenciales para interconectar la propuesta de valor con los clientes determinados y de esta manera propiciar la captación y fidelización de clientes, además de generar incentivos de ventas (venta sugestiva).

- **Recursos Clave:** el recurso clave o principal del modelo de negocio coincide con el recurso natural Humedales alto andino, en el que se basa la temática lúdico-educativa del centro interpretativo. Es por ello que todas las acciones de segunda jerarquía dicen relación con la mantención y puesta en valor permanente del centro.

- *Físicos:* los recursos físicos como instalaciones, accesibilidad, señalética, edificios, vehículos, máquinas, entre otros, que deben estar a disposición del centro interpretativo.
- *Intelectuales:* En este caso entenderemos por recursos intelectuales la metodología, información y material técnico y educativo, las certificaciones de calidad y sustentabilidad de SERNATUR, reconocimientos RAMSAR, asociaciones y bases de datos de clientes.
- *Humanos:* En este punto se debe considerar el personal base que necesitan en el desarrollo del centro: desde lo operativo-mantención de la infraestructura del establecimiento, personal administrativo encargado de la gestión y promoción del producto turístico y finalmente los relatores y anfitriones que tendrá el centro interpretativo

- **Actividades Clave:** la actividad principal pasa por desarrollar una experiencia educativa atractiva, relacionada con el recurso natural sobre el que gira la temática del centro de interpretación. En segundo plano, se debe considerar las actividades relacionadas con: i) la promoción y posicionamiento nacional internacional del centro interpretativo humedales alto-andino, ii) la identificación de potenciales nuevos clientes nacionales y extranjeros, iii) la capacitación y formación de recursos claves orientados a mejorar el servicio del centro, iv) la coordinación de relaciones y satisfacción de los turistas y usuarios del centro y v) la articulación con otras ofertas de la región de Atacama y *stakeholders* (comunidad y gobierno local, entre otros).

- Red de *Partners*:

- Sector Público a través del Gobierno Regional de Atacama, las distintas Secretarías Regionales Ministeriales, Instituciones de Fomento Productivo y Educativo. Se consideran estas instancias ya que entregan financiamiento y además suelen ser los propietarios de los terrenos en los cuales se realizan las concesiones para que una empresa se encargue de su explotación.
- También es necesario considerar la masa crítica de empresarios turísticos que pueden generar encadenamiento y articulaciones productivas, fomentar la promoción del centro, aumentar la visibilidad como producto turístico regional y apoyar la captación de nuevos clientes.
- Otros centros interpretativos de similares características y redes educativas vinculadas al turismo de intereses especiales.
- Empresas especialistas en eventos y desarrollo de la temática educativa.

- Fuente de Ingresos: sobre la base de la experiencia internacional, se estima que un centro interpretativo representa una experiencia lúdico-educativa que genera de ingresos. Considerando la premisa básica de que los ingresos no son la ganancia que se obtendrá por el éxito del proyecto, sino que es el flujo de dinero que entrante, que se recibe desde los clientes por entregarles productos y servicios de valor, existen 2 tipos diferentes de fuentes de ingreso para el presente modelo de negocio:

- Generación de ingresos por las transacciones derivadas de pagos de clientes al centro interpretativo o, dicho de otra forma, ingresos por compras puntuales o pagos por atenciones específicas. Este tipo de ingresos agrupará: visitas al centro interpretativo, venta de tiendas de *souvenirs*, fotografías y artesanías, guías de alquiler y audio guías, entre otros.
- Generación de ingresos recurrentes de pagos regulares realizados a cambio del suministro de un servicio que contiene la propuesta de valor o servicio al cliente o, dicho de otra forma, ingresos constantes por ofrecer un servicio. Este tipo de ingresos agrupa los recursos generados a partir de convenios con centros de educación públicos o privados, convenios con tour operadores o agencias de turismo, convenios con instituciones

medioambientales y/o de conservación de la naturaleza y convenios generados con proveedores de servicios complementarios de alimentación y/o *souvenirs*.

- Estructura de Costos:

- Inversión inicial: generación de estudios de impacto ambiental y normativas de resguardo del medio ambiente según ley de bases del Medio ambiente; ISO 14.001 y sello S (sustentabilidad) entregado por SERNATUR.
- Costos fijos: son aquellos que se mantienen estables independiente del volumen de venta que se genere en el centro interpretativo. En este caso se identifican principalmente la mantención de la localización, la operativa administrativa del centro, arriendos de equipos y maquinarias de apoyo al centro y los recursos humanos especializados que operan de manera permanente.
- Costos variables: se considerarán aquellos que varían según el volumen de venta de los servicios generados. Se identifican gastos en recursos humanos variables, costos de comercialización y difusión, operativos como agua, combustible y energía para funcionamiento del centro.
- Economías de escala: considerando el trabajo con los proveedores de insumos operativos del centro y servicios complementarios de restaurant, *souvenirs* y artesanías; los costos varían según el volumen de compra.

MODELO DE NEGOCIOS PARA TURISMO DE MONTAÑA HUMEDALES ALTO ANDINO:

El *turismo de montaña* corresponde a una variante del denominado Turismo Activo en la que el motivo principal del viaje del turista es la participación en un denominado "deporte de aventura". El turismo de montaña está fuertemente vinculado al entorno natural ya que la mayoría de los deportes de aventura se desarrollan en el medio ambiente. Es relevante además, plantear que este tipo de oferta turística se ha consolidado como una fuente importante de ingresos para empresas y para zonas naturales, antes deprimidas o no consideradas, que han encontrado en este tipo de turismo una buena oportunidad de crecimiento y riqueza¹⁸.

¹⁸ Turismo y montaña, guía práctica para gestionar impactos sociales y medioambientales del turismo de montaña /PNUMA

Estas características deben ser incorporadas al presente producto, el que deberá considerar, en una primera etapa, un circuito que logre articular de manera virtuosa un canal de reserva y arribo, hospedaje en ciudad y naturaleza, con visita-ruta Parque Nacional “Nevado Tres Cruces”, lagunas Negro Francisco, Santa Rosa, salar de Maricunga, paso a Laguna Verde, avistamiento de naturaleza y asunción a volcán Ojos del Salado.

- **Segmentos de Clientes:** en principio, esta oferta turística ha estado ligada a segmento joven y al deporte profesional o de elite. Sin embargo, cada vez se abre más a otros sectores de clientes:

- El turista con edades comprendidas entre los 18 y 35 con motivación por el riesgo y el deseo de vivir nuevas experiencias, constituye la fuente principal de clientes. Estos clientes suelen acudir en grupos o parejas.
- Turistas de larga distancia, siendo el foco principal aquellos provenientes de Alemania, Suiza, Francia, Inglaterra y Norteamericanos (Estados Unidos y Canadá).
- Por otro lado, se considera a los deportistas nacionales y seguidores de este deporte que se materializa en una clara disposición al pago de este tipo de turismo.

Un punto importante de relevar y que presenta una tendencia mundial, es la inclusión de dos nuevos segmentos que se han ido convirtiendo en demandantes de este producto:

- Por un lado, el turismo familiar va ocupando un lugar relevante dentro de esta oferta. Se trata de familias que buscan completar su agenda de vacaciones con algún tipo de programa que les entregue algún producto "multi-aventuras".
- Por otro lado, se encuentra el segmento de estudiantes (institutos y universidades) que se ha ido transformando en otro de los grupos de clientes potenciales, especialmente entre los meses de noviembre y diciembre, coincidiendo con el fin de estudios. Al tratarse de una oferta vinculada al entorno natural y las condiciones meteorológicas, el turismo de montaña es un negocio sujeto a las temporadas. Las condiciones climáticas de Atacama permiten, sin embargo, que pueda permanecer la actividad durante a lo menos 6 meses del año.

- **Propuesta de Valor:** el modelo de negocio aquí desarrollado está pensado para una empresa de Turismo Activo, especializada en ofertar rutas guiadas o actividades "de riesgo" en el entorno natural. Entre estas actividades se encuentran:

- Las rutas en bicicleta de montaña
- Montañismo en alta y media montaña
- Senderismo
- Travesía
- Trecking

En ese sentido, la propuesta de valor y tal como se presentó con antelación, va dirigida principalmente a los segmentos de turistas extranjeros de larga distancia y nacional con cercanía al montañismo. A partir de esta identificación, los elementos desarrollados y puestos en valor deberán considerar la generación de status internacional en el circuito de media y alta montaña, exclusividad de la naturaleza del producto cumbre de los "6 mil", servicio especializado y certificado para apoyar los ascensos, relación personalizada, de confianza y cercana a las expectativas del cliente, cumplimiento de certificaciones de calidad y altos estándares de seguridad, entre otros.

- **Canales de Distribución:** es fundamental considerar que, según cifras internacionales, cerca del 80% de los clientes accede a la propuesta de turismo de montaña por vía digital. De esta forma, los canales más pertinentes para entregar la presente oferta son:

- **Página Web:** uno de los elementos de mayor importancia en la distribución de la oferta de un turismo de montaña -en este caso en la región de Atacama y su ícono Ojos del Salado- es su propia página web. Deben tenerse en cuenta varias consideraciones para que la página web sea eficaz: ofertar claramente las actividades propuestas y sus tarifas, contactar con los diferentes segmentos del mercado presentando una propuesta de productos y servicios atractiva, informar respecto del equipo humano, sus competencias técnicas y certificaciones para generar confianza en el futuro cliente.
- **Portales de reserva on-line:** es importante considerar otros elementos de apoyo al comercio virtual como los portales de reservas online. En el último tiempo, estos sitios

han ido adquiriendo una importancia clave para el negocio de este nicho, ya que pueden llegar a representar hasta un 80% de las ventas totales por año.

- Publicaciones dirigidas: aparición en guías y revistas especializadas, participación en ferias de turismo y/o anunciarse en publicaciones, desarrollando nichos de posicionamiento y visualización de la oferta.
- Visitas comerciales nacionales-internacionales: plan de captación de clientes a través de visitas comerciales, segmentadas por tipo de clientes.

- **Relaciones con los Clientes:** considerando el alto grado de especialización del TIE Naturaleza, es necesario, a pesar de las distancias o mecanismos, realizar una relación cercana y directa con el cliente. En este sentido, es posible destacar:

- Sitio web: es el mecanismo más pertinente para mantener activa una buena relación con el cliente, mantenerle cautivo e incentivarlo a que vuelva a utilizar los servicios ofertados. También es un excelente medio para atraer nuevos clientes, para impulsar las ventas, entregar novedades, ofertas, etc.
- Correo electrónico: es otra fórmula para mantener el contacto personal con los clientes de forma directa y eficiente.
- Relación directa y familiar: es clave que el producto turístico establezca una buena relación durante toda la estadía del cliente. Fundamental es un rol cordial, amable y de confianza. A la vez, se debe establecer una relación muy profesional, siempre intentando anticiparse a las necesidades que pueda tener el cliente.
- Encuesta de satisfacción: para cualquier empresa resulta muy útil conocer la opinión de los clientes, la experiencia que sintieron los turistas al hacer uso de los productos y servicios que se ofrecen y vislumbrar ámbitos de mejora. Una fórmula simple y directa son las encuestas de satisfacción o de calidad de servicio, que los clientes pueden responder después de su estadía.

- **Base de datos:** para un nicho tan específico y acotado como el turismo de montaña, resulta fundamental crear una base de datos de clientes. Esta información podría ser un insumo fundamental para la generación de estadísticas de visitas, determinar fidelidad en los servicios contratados, etc. Además, esta información se puede utilizar para la realización de programas de fidelización de clientes como las campañas de e-mailing e incluso se puede crear un "club de amigos de Ojos del Salado" a los que se les puede realizar una serie de descuentos y ofertas cruzadas con otros establecimientos territoriales asociadas al circuito.
- **Redes Sociales:** es innegable el gran poder de convocatoria y de información que poseen en la actualidad las redes sociales; sin lugar a dudas, utilizar en la actualidad este canal para establecer una relación con el cliente se hace imprescindible. Para esto, se sugiere establecer comunidades de turismo de intereses especiales y grupos temáticos de montañismo en redes sociales como Twitter y Facebook. La idea es generar un proceso integrado de promoción y publicidad vinculado a la web corporativa.

- **Recursos claves:** las actividades de turismo de montaña se desarrollan en el entorno natural y se valen de los recursos que ofrece la naturaleza. Esto exige especial atención en los recursos naturales: la conservación y aprovechamiento de este patrimonio, especialmente cuando afecta a espacios naturales protegidos. La práctica de estas actividades y su comercialización exige, por lo tanto, el cumplimiento de la normativa ambiental como la autorización previa por parte de las autoridades competentes.

- **Físicos:** los recursos físicos involucrados en el desarrollo de un circuito con instalaciones de apoyo: refugio, estaciones de "aclimatamiento", definición de rutas de ascenso, medios para primeros auxilios, señalética de apoyo, equipos de alta y media montaña, vehículos para logística y acercamiento, entre otros, que deben estar a disposición del circuito montaña humedales alto andino.
- **Intelectuales:** corresponden a la metodología, información y material respecto a la ruta y circuito. Además, se debe contar con guías especializados y certificados. Finalmente, debe

considerarse la generación de valor e innovación por parte de profesionales locales o nacionales del montañismo.

- Humanos: En este punto se debe considerar un basal de los gerentes de empresas encadenadas productivamente al circuito y que sirvan de apoyo al desempeño del presente circuito. Además, considerar al personal de mantención de rutas-aseo, personal administrativo encargado de la gestión y promoción del circuito turístico.

- **Actividades Clave:** la actividad principal corresponde al desarrollo y presentación de una experiencia relacionada con el recurso natural de montaña sobre el que gira la temática del circuito.

En segundo plano, se deben considera las actividades relacionadas con:

- La promoción y posicionamiento nacional-internacional del circuito de montaña humedales alto-andino con asociación al Gobierno Regional y el sector turístico privado.
- Plan de captación de nuevos clientes nacionales y extranjeros vía *fam trips*¹⁹ y workshop turísticos en la región de Atacama.
- La capacitación y formación de nuevos recursos humanos de alta y media montaña orientados a mejorar el servicio del centro.
- Articulación con otras ofertas de la región de Atacama y stakeholders (comunidad, gobiernos locales).
- Generación de productos innovadores y metodologías para fortalecer la gestión del circuito.

¹⁹ Los viajes de familiarización (en inglés fam trips o fam tours) son viajes de cortesía que se ofrecen a periodistas, operadores turísticos o agencias de viajes para que puedan vivir la experiencia de un destino turístico en primera persona. El objetivo de estos viajes es lograr un mejor conocimiento del producto y una relación más cercana, mejorando la comercialización a futuro.

- Desarrollo y mantención de infraestructura idónea a los requerimientos del turismo de montaña.
- Información y formación de los turistas que acceden al circuito, entregándole una batería de información y capacitación técnica para que la experiencia de naturaleza-montaña sea disfrutada ampliamente.
- Seguridad y salud de los turistas, salvaguardando la seguridad del potencial cliente. Se deben contar con los conocimientos, equipamiento y logística de apoyo para avalar la seguridad del circuito.
- Manejo de residuos y basura derivada de la gestión del circuito.
- Interacción con las comunidades locales y la flora-fauna del circuito.

- **Red de *Partners*:** es posible considerar una variedad de socios clave al presente modelo de negocio, estos son:

- Grupos de consumidores y asociaciones de productos de montaña: dan a conocer los productos al mercado, entre un público con gran interés por este tipo de oferta turística.
- Establecimientos turísticos de la zona alto andina de Atacama: estratégicos para derivar a los turistas y visitantes hacia esta oferta, además de establecer estrategias de promoción conjuntas y descuentos cruzados.
- Municipios: para que pongan a disposición los servicios básicos necesarios y sean garantes del apoyo público al sector turístico territorial.
- El establecimiento de asociaciones comerciales con alojamientos y restaurantes de la zona, utilizando tickets descuento, permite complementar la oferta turística del territorio creando una oferta global. Igualmente, resulta interesante mantener relaciones con otras empresas del sector para crear sinergias que ayuden al desarrollo del negocio.

- Organismos especializados en deportes de alta y media montaña.
- Adicionalmente, seguir fomentando las relaciones público-privadas como las que pueden ser establecidas con ProChile y Fundación Imagen de Chile, entre otras.

- **Fuente de Ingresos:** considerando la reputación de este deporte a nivel internacional, se estima que el turismo de montaña implica una experiencia costosa y de elite dado su nivel de sofisticación y tecnología utilizada para un desempeño idóneo. Considerando este contexto y basándonos en la metodología, identificamos 2 mecanismos de ingresos:

- Generación de ingresos por las transacciones derivadas de pagos de clientes al producto Turismo de Montaña, es decir, ingresos por compras o atenciones específicas. Este tipo de ingresos agrupará: compra de circuito 6 "miles", reservas vía web de servicios, asesoría guías especializados, arriendo de equipamiento especializado, pago de estadía en refugio y pago de servicios complementarios de comidas u otros de apoyo.
- Generación de ingresos recurrentes de pagos regulares realizados a cambio del suministro de un servicio que contiene la propuesta de valor o servicio al cliente. Este tipo de ingresos agrupa los recursos generados a partir de convenios con organizaciones nacionales o internacionales de montañismo, convenios con tour operadores o agencias de turismo, convenios con instituciones deportivas de carácter nacional o internacional, y convenios generados con proveedores de servicios de equipamiento de montaña o complementarios de alimentación y/o souvenirs.

- **Estructura de Costos:**

- Inversión inicial: generación de estudios de impacto ambiental y normativas de resguardo del medio ambiente según ley de bases del Medio ambiente; ISO 14.001 y sello S (sustentabilidad) entregado por SERNATUR.
- Costos fijos: se determinarán sobre la base de la demanda de servicios contratados para la alta o media montaña. En este caso se identifican principalmente la mantención de infraestructura de apoyo (refugios y puntos intermedios de ascenso), la operativa

administrativa de estas instalaciones, arriendos de equipamiento y tecnología de apoyo para los ascensos y los guías especializados que operan de manera permanente.

- Costos variables: para este caso se considerarán aquellos que varían según la demanda o venta real de los servicios generados. Se identifican gastos en recurso humanos de apoyo a circuitos, costos de comercialización y difusión web, insumos de apoyos para las travesías como oxígeno, insumos médicos, combustible y energía para funcionamiento de los refugios o centros intermedios.
- Economías de escala: considerando el trabajo con los proveedores de insumos operativos del circuito, considera los servicios complementarios de restaurant, *souvenir* y artesanías y los servicios de equipamiento de montaña o complementarios de alimentación y/o *souvenirs*.

BIBLIOGRAFÍA

- Estrategia y Plan de Acción, Biodiversidad de la Región de Atacama 2010 – 2017. Comité Regional de Biodiversidad.
- Estrategia Nacional de Humedales. Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2005.
- Política Nacional de Áreas Protegidas. Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2005.
- Identificación del Potencial de Instalación de Centros de Interpretación Ambiental en los Parques Nacionales de la Región de Atacama. CCIRA, 2013.
- Desarrollo de condiciones territoriales y empresariales para la competitividad en los mercados del turismo de intereses especiales en el destino Caldera. DTS Consultores (SERCOTEC), 2009.
- Glosario de Turismo. SERNATUR, 2008.
- Comportamiento y Perfil del Turismo Receptivo 2012. SERNATUR, 2013.
- Anuario Turismo 2012. SERNATUR, 2013.
- Anuario Turismo 2011. SERNATUR, 2012.
- Anuario Turismo 2010. SERNATUR, 2011.
- Indicadores Económicos para el Análisis del Turismo 2010-2011. OMT – CEPAL, 2012.
- Índice de Competitividad Turística de Chile: conociendo sus fortalezas y debilidades. SERNATUR, 2009.

- Tourism Master Plan, Kakadu National Park, 2009-2014. Australian Government – Patrimonio Mundial, 2009.
- Política Regional de Turismo 2011-2014, Indicadores Económicos para el Análisis del Turismo. SERNATUR y Gobierno Regional de Los Ríos, 2011.
- Plan de Desarrollo turístico para la Región de Atacama, 2011-2014. SERNATUR, 2011.
- Caracterización de Humedales Altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país. CIREN, 2013.
- Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado – SNASPE. CONAF, Convenio de Eficiencia Institucional, 2010.
- Estrategia Regional de Desarrollo de la Región de Atacama – 2007-2017. Gobierno Regional de Atacama.
- Estrategia regional de conservación y uso sostenible de los humedales altoandinos. RAMSAR, 2008.
- Plan de acción para la conservación y uso sustentable de humedales altoandinos. RAMSAR – CONAF.
- Plan de Gestión para la conservación de la biodiversidad del Salar del Huasco 2014-2010. Comisión Regional de Recursos Hídricos Región de Tarapacá para la Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sustentable del Salar del Huasco.
- Plan para el Desarrollo Turístico de la Región de Atacama, 2011-2014.
- Agenda Estratégica de Desarrollo Productivo Región de Atacama 2007-2010
- Turismo y montaña, guía práctica para gestionar impactos sociales y medioambientales del turismo de montaña. Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente, 2007
- Generación de modelos de negocios. Alexander Osterwalder & Ives Pigneur. 2011

ANEXOS

Entrevistas en Profundidad

- Ercio Mettifogo: Vicepresidente Asociación de Turismo de Atacama (ATA), Concesionario Parque Nacional CONAF y Guía Turístico Especializado de Alta y Media Montaña

- Hernán Cood: Presidente Asociación de Turismo de Atacama (ATA)
- Cristian Pérez: Tour Operador, Experiencia Atacama
- María Eugenia Olivares: Subdirectora Regional, CORFO Atacama
- Ricardo Curiqueo: Encargado de Estudios, SERNATUR Atacama
- Jorge Villalobos: Subdirector Corporación para la Competitividad e Innovación de la Región de Atacama (CCIRA)
- Jorge Carabantes: Profesional del Departamento de Áreas Protegidas, CONAF Atacama
- Claudio Loader: Encargado de Fomento, SERNATUR Nivel Central
- Pierina: Tour Operador, Turismo Atacama
- Florencio Varela: Tour Operador, Viracocha
- Jorge Cabrera: Asistente Oficina Copiapó, CODESSER
- Héctor Pérez: Ecotour & Mining Support, Tour Operador
- Raúl Céspedes: Guía Turístico Especializado
- Jorge Oporto: Guía Turístico Especializado
- Marcela Mazo: Docente, Educación Ambiental

I. EQUIPO DE TRABAJO



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.



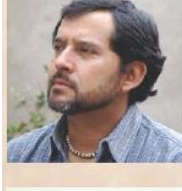
Alexis Castillo Bruna
 Candidato a Doctor
 Especialista en Geoquímica
 Ambiental, Sedimentología
 Paleoambientes



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