



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Agronómicas Departamento de Economía Agraria

Informe final

Consultoría:

“Valoración económica de 4 humedales altoandinos de la I región (Huasco, Coposa, Caya y Lirima)”

Jefe de Proyecto:

**Pablo Morales Peillard
Ing. Agr., M.Sc., Ph.D.**

Equipo:

**Sergio Scott (Dr. en Ecología)
Felipe Fernández (Ing. Agr.)
Paco González (Ing. Agr.)
Enrique Vivanco (Biol. Mar.)
Marco Soto (Ing. Agr.)
Juan Arias (Ing. Agr.)**

Solicitante:

**Servicio Agrícola y Ganadero- SAG
Diciembre de 2011**

TABLA DE CONTENIDOS

I. ANTECEDENTES GENERALES	4
II. PROPÓSITO Y JUSTIFICACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO	5
III. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	6
1. ANTECEDENTES POLÍTICO- ADMINISTRATIVOS	6
2. ANTECEDENTES CLIMÁTICOS DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA	7
3. CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS EN ESTUDIO	9
3.1. HUMEDAL SALAR HUASCO	9
3.2. HUMEDAL DE COPOSA	20
3.3. HUMEDAL DE LIRIMA	26
3.4. HUMEDAL DE CAYA	33
IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y METODOLOGÍA	39
1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1: Identificar los bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por cada uno de los humedales en estudio.	39
1.1. Antecedentes Generales	39
1.2. Metodología para la identificación de los servicios ecosistémicos relevantes proporcionados por los humedales en estudio	41
1.3. Matriz de Bienes y Servicios Ecosistémicos proporcionados por los humedales altoandinos en estudio	43
2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2: Seleccionar y aplicar las técnicas de valoración más apropiadas para los bienes y servicios ecosistémicos identificados en el punto anterior de manera de determinar el VET para cada uno de los humedales en estudio.	44
2.1. Justificación	44
2.2. Determinación del Valor Económico Total (VET)	44
2.3. Metodología de Cálculo del VET de los humedales en estudio	45
V. RESULTADOS ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR LOS HUMEDALES EN ESTUDIO	51
1. HUMEDAL SALAR HUASCO	51
2. HUMEDAL DE COPOSA	55
3. HUMEDAL DE LIRIMA	57
4. HUMEDAL DE CAYA	59
VI. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62
ANEXO N° 1. Métodos de valoración de servicios ecosistémicos	66
ANEXO N° 2. Aplicación del Método de Valoración Contingente y el Costo de Viaje para la estimación del valor del servicio Recreación y Turismo en el Humedal Salar de Huasco.	84
ANEXO N° 3. Resumen del contenido y los resultados de la Consultoría denominada "Valor Económico de la Contribución Anual del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile y Análisis de su Financiamiento" - Proyecto CONAMA/ GEF-PNUD Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile.	89

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS

Cuadro 1. Especies relevantes de flora presentes en la cuenca del Salar del Huasco y su categoría de conservación.....	13
Cuadro 2. Especies relevantes de fauna presentes en la cuenca del Salar del Huasco y su categoría de conservación.....	14
Cuadro 3. Censos de Flamencos Salar del Huasco en Verano (1993–2005).	15
Cuadro 4. Censos de Flamencos Salar del Huasco en Invierno (1994–2005).	15
Figura 1. Mapa Político Administrativo de la Región de Tarapacá	6
Figura 2. Clases de vegetación en humedal laguna del Salar del Huasco.....	11
Figura 3. Ubicación de los bofedales en el salar Huasco.	12
Figura 4. Sitios arqueológicos, de interés etnoturístico y poblados.	16
Figura 5. Balance hídrico Cuenca del Salar del Huasco.....	17
Figura 6. Cuenca Salar de Huasco con áreas de acuíferos que alimentan humedales y derechos constituidos y en trámite.	20
Figura 7. Localización de la Cuenca del Salar de Coposa.	21
Figura 8. Balance Hídrico de Cuenca del Salar de Coposa.	23
Figura 9. Cuenca Salar de Coposa con áreas de acuíferos que alimentan humedales y derechos constituidos.	26
Figura 10. Tipos vegetacionales presentes en el humedal de Lirima.	29
Figura 11. Balance Hídrico Cuenca de Humedal de Lirima.....	30
Figura 12. Cuenca del Humedal Lirima con área de acuíferos que alimentan humedales.	32
Figura 13. Tipos vegetacionales presentes en el humedal de Caya.....	35
Figura 14. Diagrama general de Pampa Caya.	36
Figura 15. Derechos constituidos y en trámite en la Cuenca del Humedal de Caya. ...	38
Tabla 1. Solicitudes en trámite de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi en Cuenca del Salar del Huasco.....	18
Tabla 2. Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos a Asociación Indígena Aymara Laguna del Huasco.	19
Tabla 3. Derechos constituidos en Cuenca del Salar de Coposa.	25
Tabla 4. Derechos constituidos y en trámite en la Cuenca de humedal Caya.	37
Tabla 5. Listado de actores relevantes entrevistados en este estudio.	42
Tabla 6. Matriz de Servicios asociados a los Humedales altoandinos en estudio	43
Tabla 7. Resumen de Servicios ecosistémicos y técnicas de valoración económica aplicadas para estimar su valor monetario recopiladas en la revisión bibliográfica desarrollada en este estudio.	47
Tabla 8. Servicios ecosistémicos identificados en los humedales en estudio y metodologías seleccionadas para su valorización económica.....	50
Tabla 9. Valor monetario anual de los servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal Salar de Huasco.....	53
Tabla 10. Valor monetario anual de los servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal de Coposa.	55
Tabla 11. Valor monetario anual de los servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal de Lirima.	57
Tabla 12. Valor monetario anual de los servicios ecosistémicos proporcionados por el humedal de Caya.....	59

I. ANTECEDENTES GENERALES

Los humedales son considerados dentro de los ecosistemas más importantes del planeta. Sus funciones son tan diversas como relevantes y van desde el control de inundaciones, recarga de napas subterráneas, estabilización de costas y protección contra marejadas, retención y exportación de sedimentos y nutrientes; hasta la mitigación del cambio climático, depuración de aguas, recreación y turismo, valor cultural, reservorio de diversidad biológica, entre otros. Muchas de estas funciones son también muy importantes para los asentamientos humanos, por lo tanto son valoradas como servicios ecosistémicos (Mitsch & Gosselink, 2000).

Sin embargo, existen una serie de actividades antrópicas que amenazan estas funciones las cuales incluyen, entre otras, la extracción de agua para usos mineros, la contaminación por vertido de residuos domiciliarios e industriales, y el drenaje para la agricultura, todas las cuales han contribuido de manera decisiva a la desaparición de humedales en distintas partes del mundo.

Chile posee una gran cantidad de zonas que responden al concepto de humedal: extensiones de agua, de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, entre las que se incluyen marinos, estuarinos, lacustres, ribereños, palustres (ciénagas) y artificiales. Las vegas y bofedales del norte de Chile, por ejemplo, se denominan humedales altoandinos.

En general, la información de humedales en Chile es dispersa, no sistemática, diversa, y con una notable diferencia en los esfuerzos de investigación y caracterización realizados en las distintas regiones. Un catastro realizado el año 1999 (CONAMA-CONAF) reporta la existencia de aproximadamente 4,5 millones de hectáreas de humedales en el país, equivalentes al 6% del territorio de Chile. En este mismo estudio se contabiliza a los bosques como principal categoría de uso dentro del SNASPE, con un 28,1%, seguido de Humedales con un 24,8%, correspondiente principalmente a turberas ubicadas en las regiones XI y XII. Según estos cálculos, aproximadamente 3 millones y medio de hectáreas de humedales estarían protegidas dentro del SNASPE, correspondientes al 77% de la superficie total de humedales en el país (Centro de Ecología Aplicada, 2006).

El año 2005 el Consejo Directivo de CONAMA aprobó la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de Humedales, y de modo simultáneo la conformación de su Directorio, integrado por: CONAMA (coordinador), CONAF (Secretaría Técnica), Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Minería, Ministerio de Bienes Nacionales, Subsecretaría de Marina, Subsecretaría de Pesca, Servicio Nacional de Pesca, Servicio Agrícola y Ganadero, Dirección General de Aguas, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, Comisión Nacional de Riego, Comité Oceanográfico Nacional, Museo de Historia Natural y CONICYT.

Esta estrategia responde a la necesidad del país de abordar de manera concertada, adecuada y eficiente la protección efectiva de sus espacios húmedos. La Estrategia Nacional de Biodiversidad, aprobada a fines del 2003, establece este desafío asumiendo que los humedales constituyen espacios donde se concentra biodiversidad y son determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y por ende la vida humana.

La Estrategia Nacional de Humedales, además, responde a un compromiso Internacional de Chile, al adherir a la Convención relativa a los Humedales de

Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, comúnmente referida como la Convención Ramsar. Siendo aprobada como Ley de la República en septiembre de 1980 y promulgada como tal a través del DS N° 771 de 1981, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Uno de los principales problemas que enfrenta la conservación de los humedales es la carencia de información básica y aplicada, fundamental para orientar el manejo sostenible de los humedales y la estrategia nacional de humedales plantea en su punto n° 2 la importancia de ***incrementar el conocimiento sobre los humedales***.

Para el logro de este objetivo la estrategia plantea que es necesario desarrollar una línea de acción orientada al ***desarrollo y aplicación de metodologías de valorización económica de los humedales, incorporando aspectos ambientales y socio-culturales***.

II. PROPÓSITO Y JUSTIFICACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO

La presente consultoría aborda la valoración económica de los humedales altoandinos Salar del Huasco, Coposa, Caya y Lirima, ubicados en la Comuna de Pica, I región.

La valorización económica de los humedales no ha sido suficientemente desarrollada en el país en relación a los beneficios ambientales que generan, así como tampoco respecto de aspectos económicos y socio-culturales, a pesar que en algunos casos constituyen ambientes de importancia para la subsistencia de poblaciones locales. Con la implementación de metodologías adecuadas se podrá relevar la real importancia de los humedales en el desarrollo socioeconómico del país.

La valoración económica de un humedal permite estimar la relevancia de los costos y beneficios asociados a los componentes, funciones y propiedades de este ambiente desde el punto de vista de los diferentes actores socioculturales afectados, por lo que constituye una herramienta eficaz para una gestión integrada del ecosistema.

Si bien gran parte de estos bienes y servicios poseen valores cuantitativos designados por los precios de mercado, otros son intangibles o son simplemente gratuitos por lo que no poseen precio. Es así como existe una diferencia substancial en lo que respecta a precio y valor.

El propósito de valorar económicamente la contribución que los humedales hacen a nivel local, regional y nacional es identificar, entender y dimensionar el bienestar que los usuarios actuales y potenciales obtienen (y podrían obtener) de la existencia y el mantenimiento de estos ecosistemas.

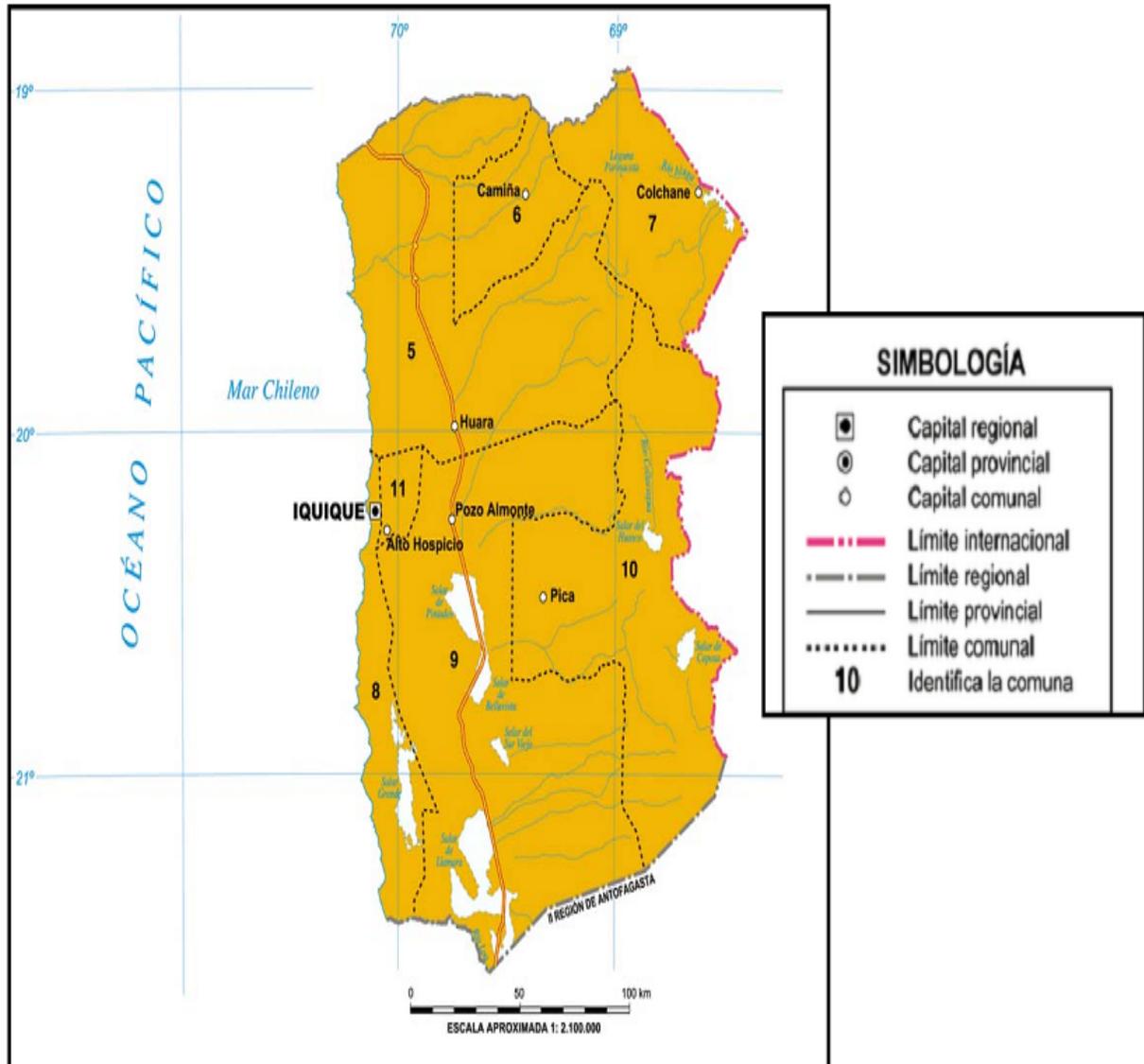
Tener una cuantificación del bienestar aportado por los humedales altoandinos en estudio significa contar con una medida de los beneficios reportados por ellos, lo que permite analizar la conveniencia de distintas políticas para su aprovechamiento sustentable y su conservación, de manera de maximizar el bienestar de todos los usuarios actuales y potenciales de estos ecosistemas.

III. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. ANTECEDENTES POLÍTICO- ADMINISTRATIVOS

Según los datos recolectados en el Censo del año 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas, la comuna de Pica posee una superficie de 8.934,3 km² y una población de 6.178 habitantes, de los cuales 1.609 son mujeres y 4.569 son hombres. Un 24,3% de la población corresponde a población rural y un 75,7% a población urbana. Pica limita al norte con la comuna de Colchane, al oeste con la comuna de Pozo Almonte, al sur con la región de Antofagasta, y al este con Bolivia.

Figura 1. Mapa Político Administrativo de la Región de Tarapacá



Fuente: educarchile.cl

2. ANTECEDENTES CLIMÁTICOS DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA

La zona altiplánica, presenta un clima de influencia amazónica, aproximadamente desde los 23° al norte. Aquí predominan las condiciones de anticlones, pero son interrumpidas durante algunos meses por las lluvias de verano, denominadas “invierno altiplánico o boliviano”, que le otorga unos 200 mm. de precipitación como promedio anual, y que constituye la única fuente de recursos hídricos de todo el geosistema árido (Toledo y Zapater, 2001). Estas precipitaciones anuales en los meses de verano, de noviembre a marzo, fluctúa entre 90% y el 95% del total de precipitaciones (Aceituno, 1993). El ciclo diario de las precipitaciones es marcado (Aceituno y Montecinos, 1993), la lluvia, generalmente durante las horas de la tarde, es intensa y asociada a un rápido desarrollo de nube convectiva.

La región presenta condiciones climáticas muy variadas según se consideren zonas transversales gradualmente de mayor altitud y más alejadas del océano Pacífico hacia el este. La variación espacial de las precipitaciones en el extremo norte están asociadas con la elevación, donde se observa una relación positiva exponencial entre pp. anual y altitudes. La precipitación anual también muestra un patrón de variación geográfica en sentido noreste-sudoeste: las localidades situadas más al noreste presentan los mayores montos de precipitación estival, que progresivamente decrecen hacia el sudoeste (Luebert y Pliscoff, 2006).

Las características climáticas en las que se inserta la zona en de estudio son muy diferentes a las de los países vecinos. Para el caso del altiplano chileno corresponde al de puna seca en tanto que para Perú y Bolivia corresponde al de puna húmeda (Squeo et al, 2006).

Según la clasificación de Koeppen, la zona está bajo la influencia de un clima de estepa en alta mar (BSH). Toledo y Zapater (2001) plantean, que por tratarse de una zona marginal, tanto en el desierto chileno como en el régimen del interior del continente sudamericano, sus mantos pluviométricos son de una gran irregularidad, sucediéndose años lluviosos con otros muy secos.

Según Luebert y Pliscoff (2006), los patrones de variación interanual de precipitaciones están asociados con el ciclo El Niño Oscilación Sur (ENSO), en cuyas fases cálidas la precipitación anual tiende a ser mayor que lo normal en las zonas subtropicales de Sudamérica, mientras que las precipitaciones estivales en el altiplano tienden a ser mayores durante las fases frías del ciclo ENSO. Sin embargo, Aceituno (1988) plantea que parece ser una correlación menos importante que en otras zonas del continente.

Las variaciones interdecadales estarían asociadas con mecanismos diferentes, aunque la estructura espacial de las anomalías en la circulación atmosférica, es similar a las observadas durante los ciclos ENSO (Luebert y Pliscoff, 2006).

Por otro lado, existe información estadística confiable, que cubre algo más de 60 años, sobre el desenvolvimiento de las precipitaciones en algunas zonas agrícolas de la región. Su análisis muestra una disminución paulatina del monto de precipitaciones anuales y la presencia de una alternancia de años secos y más lluviosos en ciclos cuya duración es de 8 a 9 años (González et al, 1991).

Las variaciones interanuales de las temperaturas en el altiplano tienen una tendencia de calentamiento (que disminuye con la elevación de 0,1 °C/ década entre 1983 y

1998 y de 0,3 °C/ década entre 1974 y 1998, lo que indica un aumento en la tasa de calentamiento en las últimas tres décadas, tendencia reportada por otras localidades de Chile y Argentina. Estas oscilaciones térmicas se sobreponen debido al ENSO. En las zonas tropical andina las diferencias de temperatura media entre periodos El niño/La niña, han sido estimadas en torno a 1°C, con una significación que disminuye de Norte a Sur (Luebert y Pliscoff, 2006).

La zona norte de Chile está en su mayor parte bajo el microclima Tropical, que se distribuye en las laderas altas y medias de los Andes hasta los 31°S. Reúne los bioclimas Tropical pluvioestacional, xérico, desértico e híper desértico y la variante bioclimática antitropical.

En el altiplano durante la mayor parte del año, la característica principal es el clima frío y seco, salvo en el verano; el viento es variable y violento, la nubosidad es escasa y la humedad muy baja, alrededor del 50%; el aire es diáfano y la radiación solar muy elevada. Contribuye a esto la altura generalizada de la región, con el consiguiente enrarecimiento del aire. Las condiciones de la atmósfera y la variación diurna-nocturna de la radiación determinan fuertes contrastes térmicos (Toledo y Zapater, 2001).

Estas grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche, pueden alcanzar el máximo en el invierno, donde la variación de temperatura diaria puede llegar a 30 ° C, y un mínimo a finales de verano. Las temperaturas medias anuales están alrededor de 3-5 ° C. (Aceituno, 1993).

Dentro de los elementos del clima, uno de los factores que inciden directamente en el rendimiento de la productividad vegetal es la precipitación. Sin embargo, la precipitación es un fenómeno meteorológico muy variable, difícil de predecir y con eventos mínimos y máximos que pueden causar grandes cambios en los ecosistemas (López-Collado, 2000)

3. CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS EN ESTUDIO

3.1. HUMEDAL SALAR HUASCO

3.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

a) Aspectos geográficos y geológicos

La cuenca del Salar del Huasco está situada en la Región de Tarapacá, 150 km al este de la ciudad de Iquique. Corresponde a una cuenca endorreica limitada por serranías que rondan los 5.000 m de altitud.

En su depocentro¹ se sitúa el humedal Salar del Huasco, cuyo ecosistema es de gran interés y alberga importantes especies endémicas, como flamencos, gansos andinos o trepadores, y es un sitio crucial para el descanso y anidación de aves migratorias del hemisferio norte.

Su límite a poniente lo constituye una región de gran altura, que en sus sectores septentrional y central está formado por la meseta de los Altos de Pica, donde sobresale la gran cumbre del Yarbicolla o Columtucsa (5180 m). El sector sur del límite a poniente carece de cimas destacadas, quedando constituido por la propia meseta de los Altos de Pica (4100 m). El límite oriental está representado por una cadena de volcanes cuya divisoria de aguas constituye en general la frontera del país, y cuyos aparatos volcánicos modernos alcanzan elevaciones próximas a los 4900 m. El límite norte de la cuenca lo constituye la intersección de los dos cordones de la Cordillera de Los Andes. El límite Sur es una elevación suave de los terrenos volcánicos que alcanzan algo más de 4000 m de altura en ese sector.

Aunque el 65% de la superficie de la cuenca tiene una altitud superior a 4000 m, el valle central donde se ubica el Salar del Huasco corresponde a una planicie situada a elevaciones entre 3700 a 4100 m. Está constituido por terrenos suaves de una gran depresión longitudinal, recorrida en parte por el curso del río Collacagua. Este valle endorreico se abre hacia el Sur, terminando en el sector del salar, punto más bajo de la cuenca, con 3770 m de altura aproximadamente, que es el sumidero final del sistema hidrogeológico.

Geológicamente la cuenca del Salar del Huasco es una depresión geológica estructural de forma ovoide, elongada hacia el Norte y hacia el Sur, bordeada por montañas compuestas por un complejo de rocas sedimentarias, e ígneas. Según estudios geológicos sus aguas tienen una antigüedad de 9.000 años.

Desde el punto de vista morfométrico, y de acuerdo con la información entregada por el estudio denominado "Análisis de requerimientos hídricos de vegas y bofedales de la I y II región", la superficie total de la cuenca asciende a 14.701 km², mientras que la superficie del salar alcanza a 51 km². Por su parte la superficie de lagunas alcanza un valor total que varía entre 2 a 3 km². La mayor parte de la superficie del salar está constituida por limos salinos y costras salinas. Las lagunas superficiales son de extensión variable y de poca profundidad.

¹punto donde se alcanza el mayor espesor de sedimentos

En 1996 el Salar del Huasco fue declarado Sitio Ramsar. En virtud de este reconocimiento, las actividades antrópicas que puedan afectar significativamente las 6000 ha de este humedal pasaron a estar reguladas por la Ley de Bases del Medio Ambiente promulgada dos años antes. De forma simultánea, la Dirección General de Aguas de Chile (DGA) identificó en la cuenca del Salar del Huasco 14 áreas de vegas y bofedales sobre las que existe prohibición de nuevas exploraciones y explotaciones de aguas subterráneas, sin previa evaluación ambiental.

b) Climatología

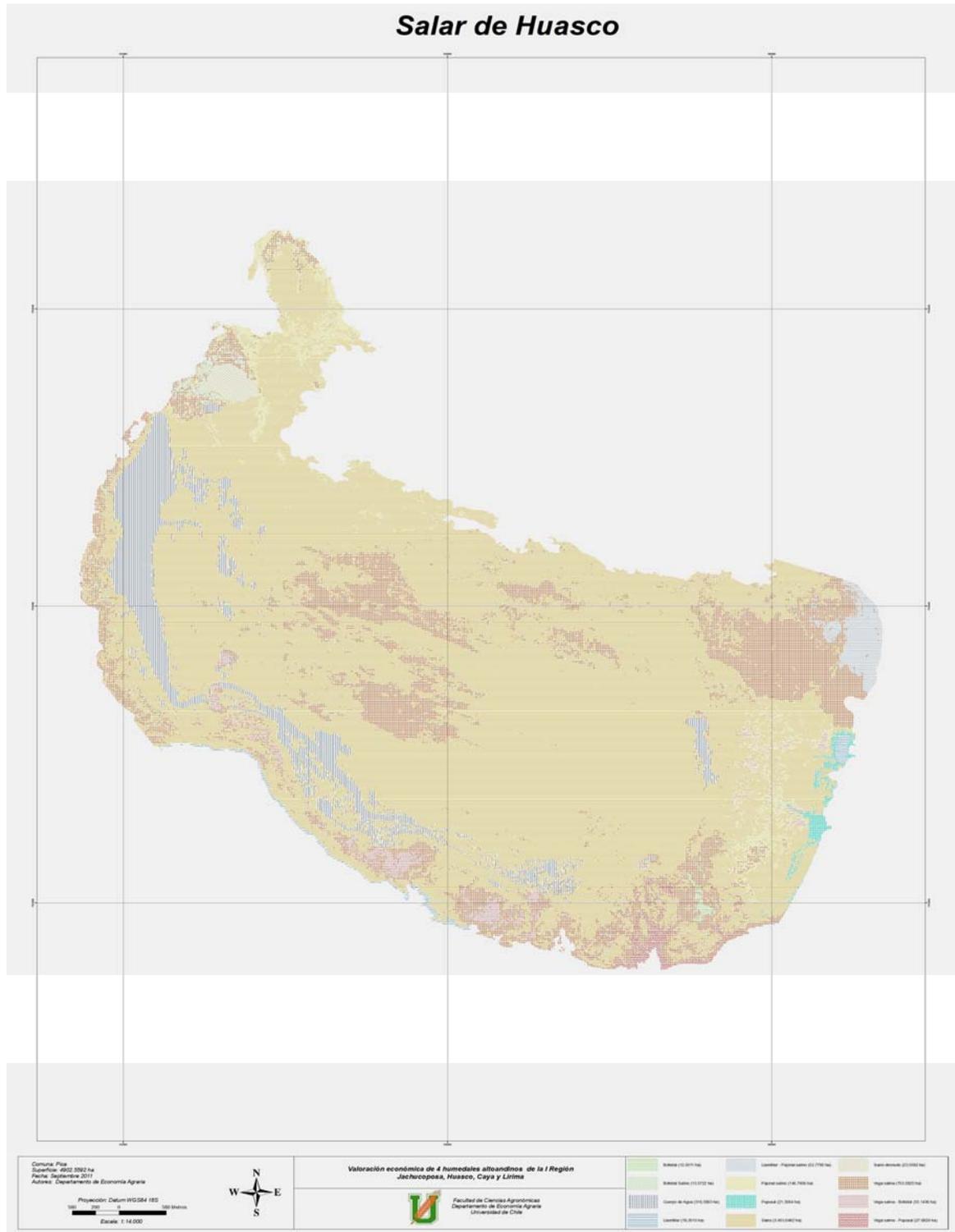
La cuenca presenta un clima de tundra por efecto de altura, que se desarrolla a partir de los 3700 m. Este ambiente se caracteriza por precipitaciones concentradas principalmente en los meses estivales (Dic–Mar). Se trata de precipitaciones convectivas con régimen de tormenta que representan más del 80% de la precipitación anual. La precipitación media histórica en la estación meteorológica Collacagua (3990 m) en el período 1961–2000 es de aproximadamente 134 mm/año. La relativa abundancia de lluvia en el verano, combinada con las altas temperaturas diurnas, crean las condiciones para el desarrollo de un ambiente de estepa, denominado Estepa Alto–Andina Sub–Desértica (Gajardo, 1994), que se caracteriza por una extrema variación térmica entre el día y la noche. La evaporación potencial asciende a 1.260 mm/año. Las temperaturas mínimas alcanzan -20°C durante los meses de junio a septiembre (invierno austral), provocando que la media anual no supere los 5°C .

c) Vegetación

La descripción vegetacional del sistema reconoce que las distintas formaciones que componen el sistema vegetacional, se ubican principalmente en los márgenes o bordes del salar, existiendo un escaso desarrollo de la vegetación hacia el interior de esta unidad geográfica. El sistema vegetacional del salar del Huasco está compuesto por un total de 21 formaciones o ensambles florísticos distintos, agrupados en un total de 9 tipologías vegetacionales. Las especies dominantes más representativas corresponden a *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*, componentes de las formaciones de “Bofedal”; *Carex misera*, especie dominante en formaciones de “Vega salina”; *Festuca nardifolia*, *F. deserticola* y *Deyeuxia curvula*, conforman la matriz del “Pajonal salino”; *Frankenia triandra*, especie arbustiva que conforma las unidades de Lletillar y *Werneria incisa*, especie dominante en formaciones del tipo “Pupusal” (Faúndez, 2005). De esta manera el paisaje vegetacional del salar, está marcado por la existencia de especies herbáceas bajas de hábito cespitoso, que conforman en mayor o menor grado la matriz en la cual se insertan el resto de las formaciones, las cuales corresponden en algunos casos a especies herbáceas bajas, con aspecto de cojín o placa, o bien especies herbáceas con aspecto de césped. Formaciones más puntuales corresponden a las unidades de Lletillar en donde la fisonomía queda representada por arbustos muy bajos en “placa” de hábito acojinado correspondientes a la especie *F. triandra* (Faúndez, 2005).

La Figura siguiente representa los tipos vegetacionales presentes en el humedal Salar de Huasco.

Figura 2. Clases de vegetación en humedal laguna del Salar del Huasco

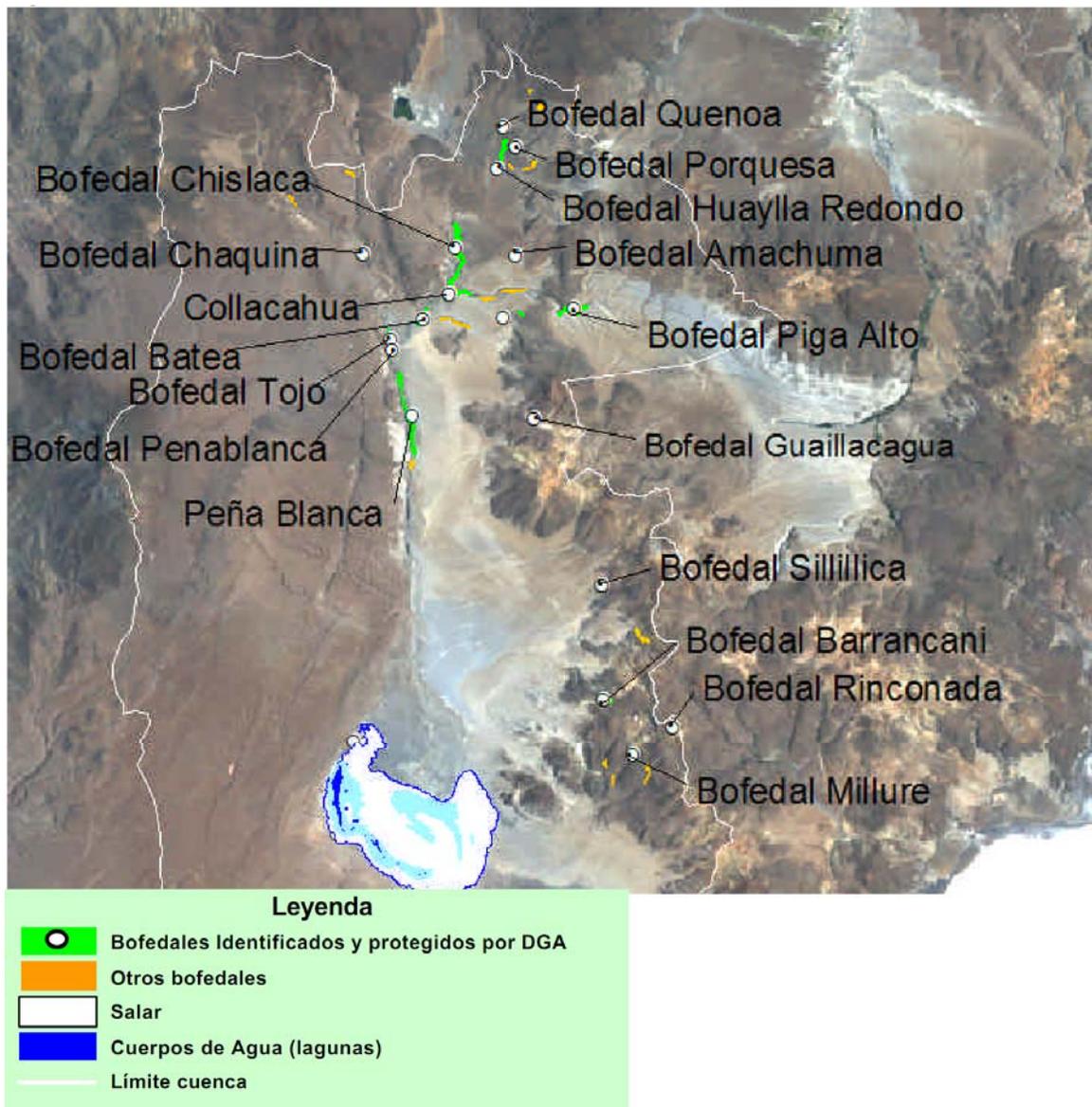


Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información geográfica proporcionada por el SAG Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información cartográfica proporcionada por el SAG e información de terreno

Respecto de la ubicación de los bofedales presentes en el salar, un estudio del CED del año 2005 consideró la información disponible en el sistema de información geográfica de Salar de Huasco realizado por la DGA para la I y II regiones del país, más el análisis de una serie de imágenes satelitales. Para la identificación de las áreas de bofedales se usaron dos imágenes georrectificadas Landsat ETM (junio de 1999 y enero del 2003).

La identificación de los sectores de bofedales se generó determinándose para ambas imágenes la mejor discriminación de áreas de bofedales. El área total de bofedales fue la resultante de la unión de las zonas determinadas para ambos años.

Figura 3. Ubicación de los bofedales en el salar Huasco.



Fuente: CED (2005)

d) Fauna y sus categorías de conservación

El Cuadro siguiente, elaborado por el CED para el informe denominado “Plan de Gestión para la Conservación de la Biodiversidad del Salar del Huasco” resume el listado de especies relevantes de fauna presentes en la cuenca del Salar del Huasco, estableciendo además su categoría de conservación:

Cuadro 2. Especies relevantes de fauna presentes en la cuenca del Salar del Huasco y su categoría de conservación.

	Especies	Categoría de conservación
Mamíferos	Tuco-tuco (<i>Ctenomys fulvus</i>)	Vulnerable
	Vizcacha (<i>Lagidium viscacia</i>)	En Peligro de Extinción
	Zorro culpeo (<i>Pseudalopex culpaeus</i>)	Insuficientemente Conocida
	Vicuña austral (<i>Vicugna vicugna vicugna</i>)	En Peligro de Extinción
Reptiles	Lagartija (<i>Velosaura aymararum</i>)	Rara
	Sapo peruano (<i>Telmatobius peruvianus</i>)	En Peligro de Extinción
Aves	Flamenco andino (<i>Phoenicoparrus andinus</i>)	Vulnerable
	Flamenco chileno (<i>Phoenicopterus chilensis</i>)	Vulnerable
	Flamenco James (<i>Phoenicoparrus jamesi</i>)	Vulnerable
	Ñandú (<i>Pterocnemia pennata tarapecensis</i>) Perdíz de la puna (<i>Tinamotis pentlandi</i>)	Vulnerable
	Guayata (<i>Chloephaga melanoptera</i>)	Vulnerable
	Gaviota andina (<i>Larus serranus</i>)	Vulnerable
Peces	Karachi (<i>Orestias agassissi</i>)	En Peligro de Extinción
	Bagre (<i>Trichomycterus cf. rivulatus</i>)	En Peligro de Extinción

Fuente: Piña y Zavala, Bases para la Zonificación de la Biodiversidad Significativa del Salar del Huasco (2005), trabajo que es parte del Plan de Gestión para la Conservación de la Biodiversidad del Salar del Huasco.

Por otra parte, en los cuadros siguientes se detalla la información presentada por CED para el informe sobre el del Salar del Huasco mencionado anteriormente respecto a los censos de flamencos realizados en la zona entre los años 1993 y 2005.

Cuadro 3. Censos de Flamencos Salar del Huasco en Verano (1993–2005).

Especies	1993	1994	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Flamenco andino (<i>Phoenicoparrus andinus</i>)	1.265	579	496	749	411	2.621	775	762	1.056	64	158
Flamenco chileno (<i>Phoenicopterus chilensis</i>)	544	181	2.322	1.589	61	1.751	325	540	18	737	427
Flamenco de James (<i>Phoenicoparrus jamesi</i>)	1.533	807	28	864	1.794	1.407	11	272	24	32	145
Total	3.342	1.567	2.846	3.202	2.266	5.779	1.111	1.574	1.098	833	730

Cuadro 4. Censos de Flamencos Salar del Huasco en Invierno (1994–2005).

Especies	1994	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Flamenco andino (<i>Phoenicoparrus andinus</i>)	164	399	255	231	342	2.034	649	463	17	91
Flamenco chileno (<i>Phoenicopterus chilensis</i>)	34	140	102	483	139	979	4	2	542	1.170
Flamenco de James (<i>Phoenicoparrus jamesi</i>)	307	921	1.576	24	387	495	170	473	3	138
Total	505	1.460	1.933	738	868	3.508	823	938	562	1.399

Fuente: Sielfeld et.al (1993, 1994). Censos Simultáneos de CONAF (1997-2005).

f) Sitios arqueológicos y de interés etnoturístico

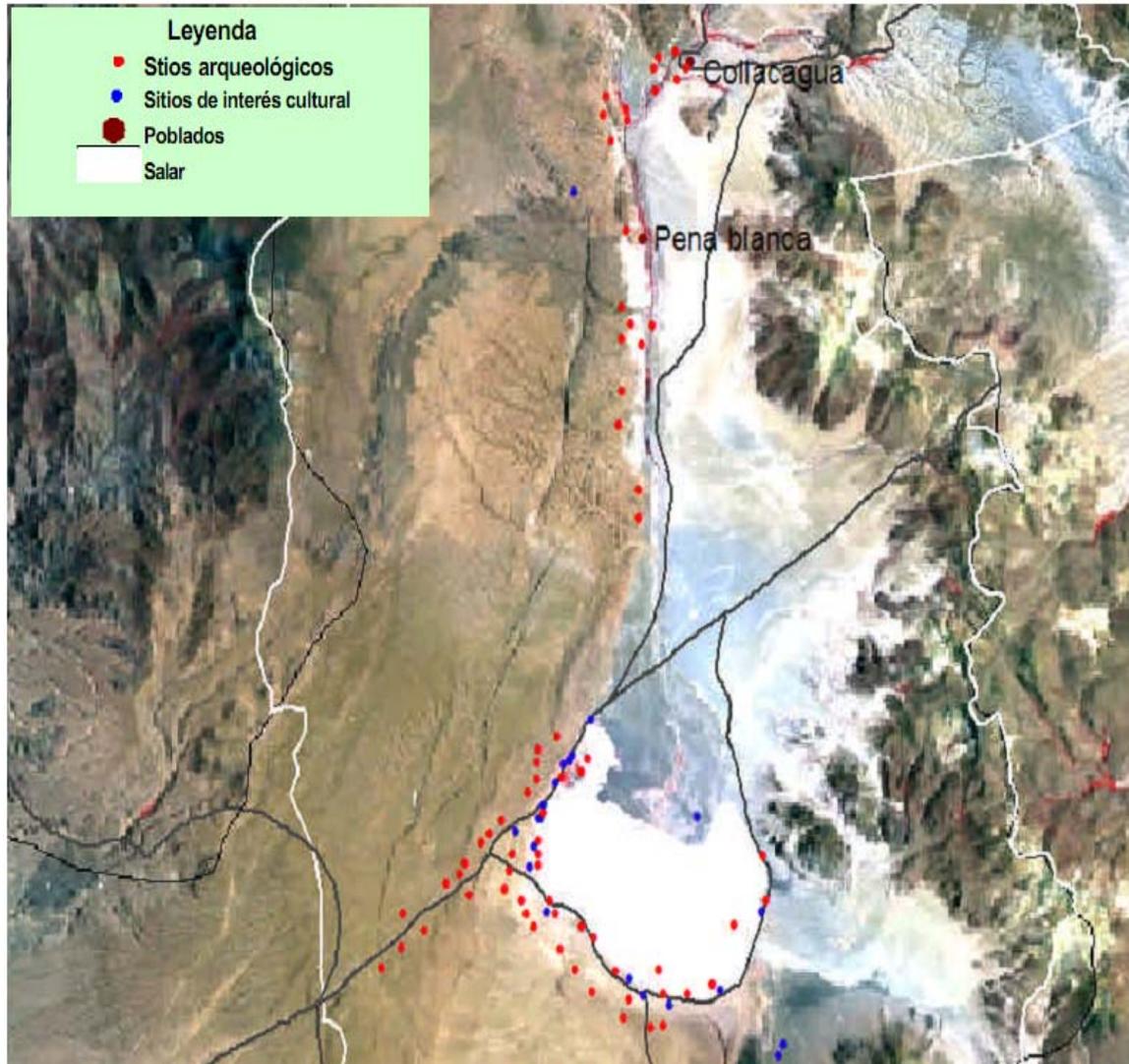
Existen 69 sitios arqueológicos identificados en la cuenca. De acuerdo con Núñez (2002) se han identificado en el salar de Huasco, al este de Pica, varios talleres y campamentos arcaicos sobre terrazas lacustres que rodean el salar actual.

El mismo autor señala que “después de la era glacial se crearon paisajes ricos en recursos de flora y fauna en los altiplanos andinos. Grandes lagos, vertientes, bofedales y estepas forrajeras atraerán a grupos cazadores que habitan preferentemente en cuevas. Estas agrupaciones se instalaron también en los salares de Coposa, el Huasco y otras estepas altiplánicas locales donde dejaron sus puntas de lanzas pedunculadas”.

Con respecto a los sitios de interés etnoturístico, estos corresponden a lugares de importancia para los habitantes ancestrales del entorno del Salar de Huasco e incluyen diferentes tipo elementos como casas, miradores, refugios, rutas, entre los cuales se encuentra un sitio de gran importancia cultural denominado Cerro Charcollo.

La figura siguiente detalla la ubicación de los sitios arqueológicos, de interés etnoturístico y poblados presentes en la zona.

Figura 4. Sitios arqueológicos, de interés etnoturístico y poblados.



Fuente: CED (2005)

3.1.2. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

La Cuenca del Salar del Huasco al igual que la Cuenca del Salar de Coposa es una cuenca altiplánica del tipo endorreica. Los recursos hídricos inicialmente provienen de las precipitaciones dentro de la misma cuenca, las que generan tanto escurrimientos superficiales como flujos subterráneos que finalmente llegan al Salar con sus lagunas y bofedales anexos. No toda el agua que precipita finalmente llega al salar, ya que como en toda cuenca, se producen salidas de aguas del sistema por evaporación tanto desde el suelo como desde el agua libre (cursos de aguas superficiales), además de las salidas por extracción y transpiración de la vegetación existente.

Figura 5. Balance hídrico Cuenca del Salar del Huasco.



Fuente: Elaboración propia

En lo que se refiere a precipitaciones, según información extraída del Balance Hídrico de Chile realizado por la DGA en 1987 para esta cuenca se tiene una precipitación media de 174 mm al año.

Respecto a los escurrimientos superficiales, en lo alto de la cuenca, a distancias comprendidas entre 10 y 30 km, se encuentran varios manantiales y ríos con caudales de unos pocos lts/seg hasta 120 lts/seg (Río Collacagua en Peña Blanca). En época seca ninguno de estos aportes llega hasta el salar pues todos se infiltran. Existen varias vertientes en los bordes del salar siendo las principales las que alimentan las lagunas superficiales; Ermitaño (al sudoeste del salar), Huascolipez (al costado sur del salar) y Huascolipez 2 (al sudeste del salar).

En relación a los flujos subterráneos presentes en la cuenca, en general los flujos subterráneos deben apuntar hacia el salar que es la zona de mayores salidas del sistema. Se han distinguido 3 acuíferos: uno superior en los Depósitos Recientes y la Unidad Superior de la Formación Collacagua; uno intermedio en las unidades Media e Inferior de la Formación Collacagua; y uno inferior en la Ignimbrita Huasco y los estratovolcanes de la Formación Sillillica.

Respecto a la recarga total del salar se han estimado variados valores, siendo 1000 lts/seg uno intermedio. El Salar propiamente tal tiene una superficie de unos 51 km², donde se incluyen las lagunas que tienen una superficie variable entre 2 y 5 km² y las vegas. Dada la variación de las lagunas se tendría una salida por esta vía que iría desde 126 a unos 315 lts/seg dependiendo del tamaño que presente en un determinado momento y que dependerá de las variaciones de la recarga (precipitaciones). La cantidad de agua que se evapora directamente del salar no debe ser despreciable, dada su área, y tendría relación directa con la profundidad a la que se encuentre el nivel freático de la salmuera.

En la cuenca no se han constituido derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. Sin perjuicio de esto SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi tiene solicitudes en trámite por 953 lts/seg para un total de 14 pozos distribuidos al norte y este de la cuenca.

En la Tabla 1 se presentan el detalle de las Solicitudes en trámite de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi en Cuenca del Salar del Huayco y su ubicación en el mapa presentado en la Figura N° 6.

Tabla 1. Solicitudes en trámite de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi en Cuenca del Salar del Huasco.

NUMERO EN MAPA	NATURALEZA	ESTADO	CAUDAL (lts/seg)
1	Subterránea	En trámite	50
2	Subterránea	En trámite	60
3	Subterránea	En trámite	50
4	Subterránea	En trámite	50
5	Subterránea	En trámite	40
6	Subterránea	En trámite	85
7	Subterránea	En trámite	95
8	Subterránea	En trámite	95
9	Subterránea	En trámite	95
10	Subterránea	En trámite	15,7
11	Subterránea	En trámite	95
19	Subterránea	En trámite	17,5
21	Subterránea	En trámite	70
25	Subterránea	En trámite	75
28	Subterránea	En trámite	60

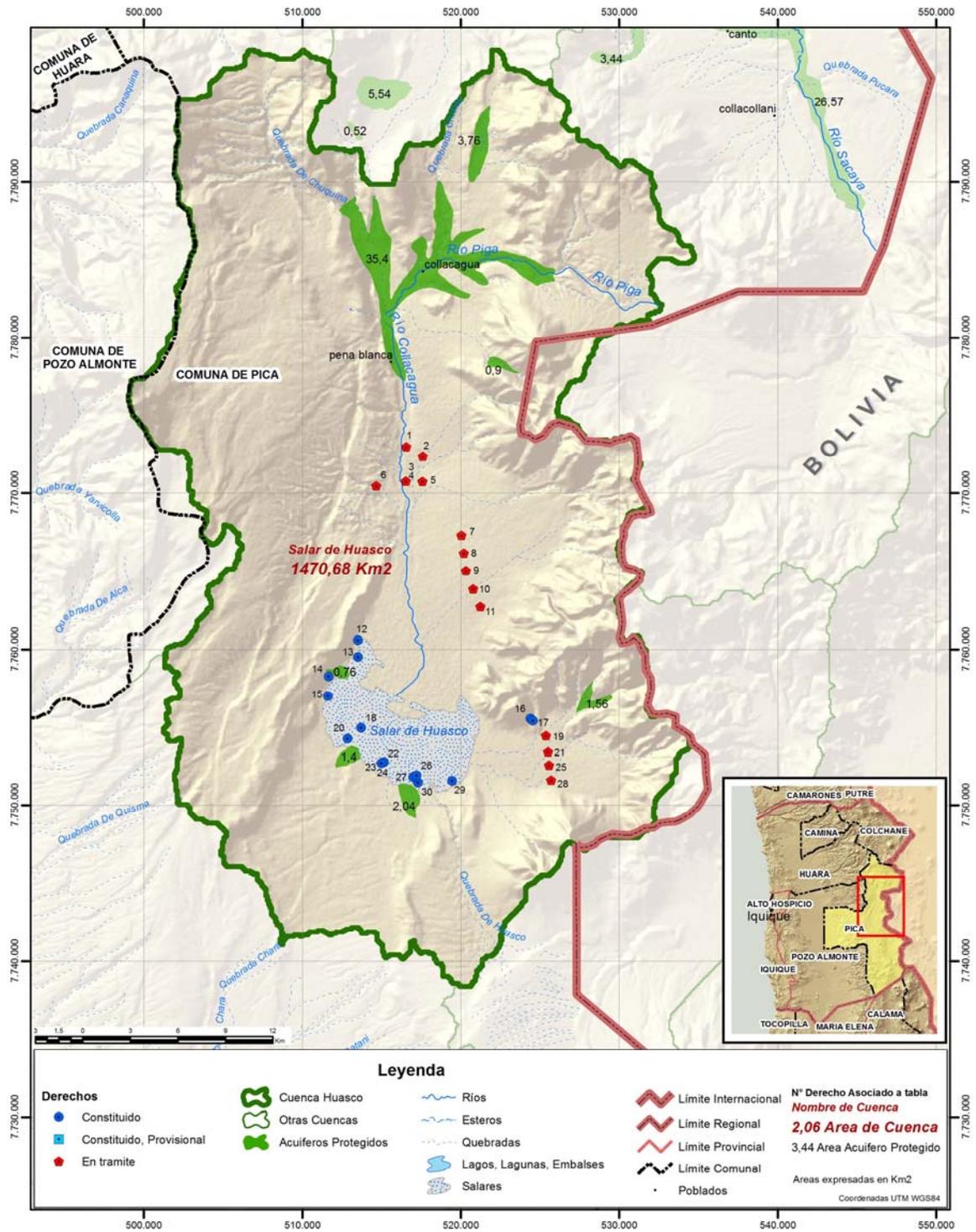
Por otro lado existen derechos de aprovechamiento de aguas superficiales de la Asociación Indígena Aymara Laguna del Huasco en vertientes y quebradas en los bordes del salar, por un caudal total de 119 lts/seg. Estos derechos son empleados para el riego de los mismos bofedales y bebida de los animales y el detalle se presenta en la Tabla N° 2, incluyendo también su ubicación en el mapa presentado en la Figura N° 6.

Tabla 2. Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales constituidos a Asociación Indígena Aymara Laguna del Huasco.

NUMERO EN MAPA	NATURALEZA	ESTADO	CAUDAL (lts/seg)
12	Vertiente sin Nombre	Constituido	0,22
13	Vertiente sin Nombre	Constituido	24,00
14	Vertiente sin Nombre	Constituido	0,22
15	Vertiente sin Nombre	Constituido	20,00
16	Quebrada sin Nombre	Constituido	0,22
17	Quebrada sin Nombre	Constituido	5,00
18	Vertiente sin Nombre	Constituido	24,00
20	Vertiente sin Nombre	Constituido	0,22
22	Vertiente sin Nombre	Constituido	0,22
23	Vertiente sin Nombre	Constituido	13,00
24	Vertiente sin Nombre	Constituido	0,50
26	Vertiente sin Nombre	Constituido	1,50
27	Vertiente sin Nombre	Constituido	2,00
29	Vertiente sin Nombre	Constituido	16,00
30	Vertiente sin Nombre	Constituido	12,00

Finalmente, la Dirección General de Aguas ha identificado vegas y bofedales al interior de esta cuenca y ha delimitado 7 áreas de acuíferos que las alimentan, la superficie total protegida por esta vía es de 45.72 km² (áreas en color verde en Figura 6). Las Vegas y bofedales protegidos son: Huasco Grande, Chullumpine, Huascolipe, Millure, Rinconada, Quenoa, Porquesa, Hueilla redonda, Chaquina, Chislaca, Piga Alto, Piga Bajo, Piga Chico, Batea, Tojo, Peña Blanca, Guailacagua. Esta información se presenta en forma gráfica en la Figura N° 6.

Figura 6. Cuenca Salar de Huasco con áreas de acuíferos que alimentan humedales y derechos constituidos y en trámite.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por la DGA

3.2. HUMEDAL DE COPOSA

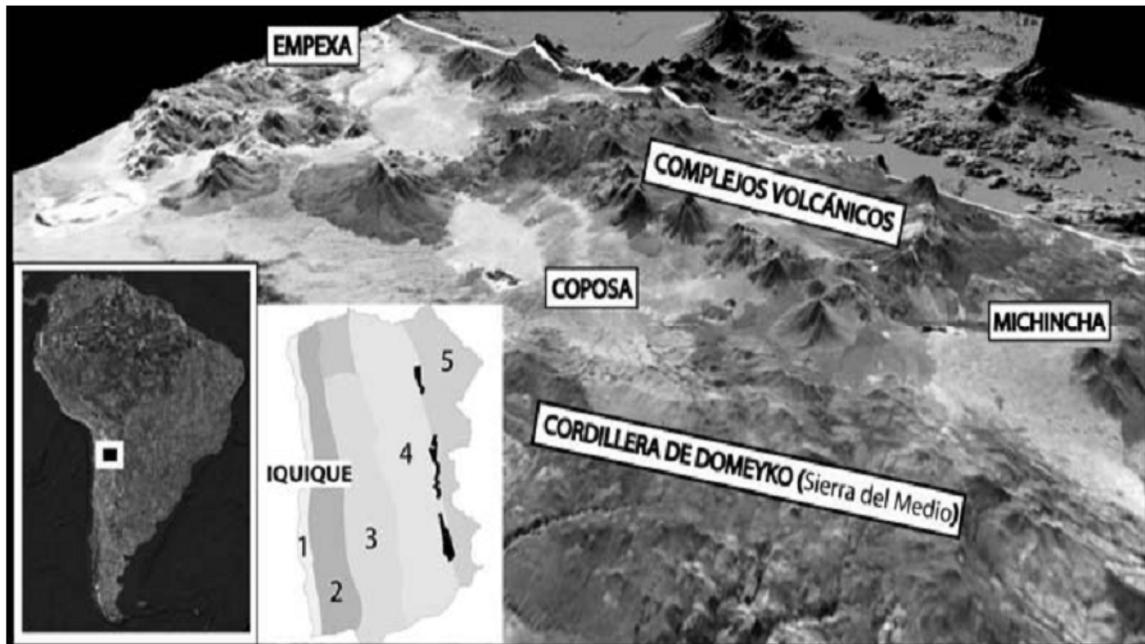
3.2.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

a) Aspectos geográficos y geológicos

La cuenca del salar de Coposa se ubica a 3.730 m.s.n.m. y está formada por el afloramiento de agua subterránea proveniente del sector Falla Pabellón. Se encuentra ubicada en la franja morfotectónica conocida como Depresión de los Salares y está delimitada en sus márgenes oriental y occidental por el actual arco volcánico andino y la Sierra del Medio respectivamente. En sus extremos norte y sur se encuentra separada de otras cuencas por edificios volcánicos más antiguos; por el norte el cerro Napa la separa de la cuenca y Salar de Empexa y por el sur el cerro Pabellón del Inca define la división entre ella y la cuenca de Michincha.

La superficie total de la cuenca asciende a 1120 km², la superficie del salar asciende a 115 km² y la superficie de lagunas oscila entre 3 y 7 km².

Figura 7. Localización de la Cuenca del Salar de Coposa.



Fuente: Teillier (1998)

El salar está constituido por un núcleo clorurado rodeado por limos salinos y arenosos. La laguna principal (Jachucoposa) tiene una extensión muy variable según la época del año. A unos 50 cm por debajo del salar se encuentra una napa de salmuera.

Los aportes de agua provienen esencialmente del Sur y del Oeste de la cuenca. Las aguas de mejor calidad se encuentran en el Sur de la cuenca. La vertiente principal de la laguna de Jachucoposa presenta un alto contenido de boro para uso de riego y un ligero exceso de arsénico para uso doméstico.

El salar recibe numerosos pequeños tributarios en todo su perímetro, pero sin duda el más importante es el llamado quebrada del Pabellón, cuyo origen se encuentra en los faldeos norte del cerro Pabellón del Inca (5110 m.s.n.m.) y dirige su curso sensiblemente al nornoroeste, hasta caer en el extremo sur del salar tras un recorrido de 23 km.

La precipitación en la zona de estudio se concentra principalmente en los meses de verano durante el invierno boliviano, producidas por actividad convectiva de las masas de aire provenientes de la cuenca amazónica.

b) Climatología

Desde el punto de vista climatológico, para el área existe escasa información. En las áreas de Ujina y Mina Rosario, entre abril de 1993 y Marzo de 1994, la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi realizó mediciones de temperatura, precipitaciones, humedad relativa del aire y velocidad y dirección del viento, que se presentan en el cuadro siguiente.

Caracterización climática del área de Collaguasi-Salar de Coposa. Chile, I Región.		
Climate of Collaguasi-Salar de Coposa area. Chile, I Region.		
Collaguasi (4 500 m)		
	Invierno	Verano
Temperatura media mensual (°C)	-3,1	5,2
Amplitud térmica diaria (°C)	23,7	12,6
Temperatura máxima (°C)		14,8
Temperatura mínima (°C)	-13,2	
Precipitación anual media (mm)		122
Estación Ujina (4 250 m)		
	Invierno	Verano
Temperatura media mensual (°C)	-0,7	7,6
Amplitud térmica diaria (°C)	33	10,3
Temperatura máxima (°C)		19,3
Temperatura mínima (°C)	-18,1	
Precipitación anual media (mm)		186,4

Fuente: Teillier (1998)

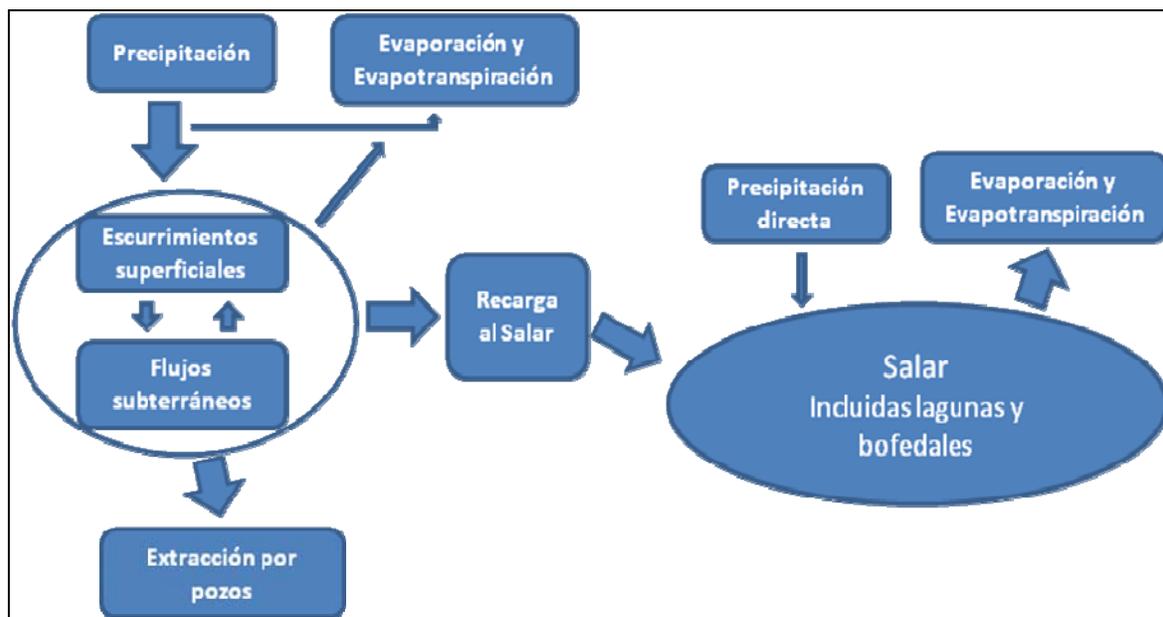
c) Vegetación

De acuerdo con Teillier (1998) la riqueza específica de la zona incluye a 97 especies nativas de Chile, de las cuales 7 serían endémicas. La vegetación se caracteriza por la presencia de tolares (arbustales) dominados por especies de *Parastrephia* y *Fabiana spp.*, y pajonales donde especies las dominantes son *Festuca chrysophylla*, *Stipa nardoides*, *Stipa frigida* y *Stipa venusta*. La vegetación del humedal está compuesta principalmente por especies herbáceas en cojines como *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides* y *Scirpus atacamensis* y gramíneas perennes

3.2.2. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

La Cuenca del Salar de Coposa es una cuenca altiplánica del tipo endorreica que tiene una superficie de 1120 kilómetros cuadrados. Los recursos hídricos inicialmente provienen de las precipitaciones dentro de la misma cuenca, las que generan tanto escurrimientos superficiales como flujos subterráneos que finalmente llegan al Salar con sus lagunas y bofedales anexos. No toda el agua que precipita finalmente llega al salar, ya que como en toda cuenca, se producen salidas de aguas del sistema por evaporación tanto desde el suelo como desde el agua libre (cursos de aguas superficiales), además de las salidas por extracción de aguas de pozos y transpiración de la vegetación existente.

Figura 8. Balance Hídrico de Cuenca del Salar de Coposa.



Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las precipitaciones, según información extraída del Balance Hídrico de Chile realizado por la DGA en 1987 para esta cuenca se tiene una precipitación media de 166 mm al año.

En lo que se refiere a escurrimientos superficiales, existen numerosas quebradas que conducen aguas después de las precipitaciones que no alcanzan a permitir escurrimientos durante todo el año. Algunas quebradas de importancia son: Quebrada del Pabellón, Quebrada Milagro, Quebrada de Ocaña y Quebrada Barinaco. La vertiente más relevante corresponde a Jachucoposa, el cual corresponde a un afloramiento de agua subterránea proveniente desde el sector Falla Pabellón y que da origen a 2 lagunas y al bofedal.

En relación a los flujos subterráneos, en parte importante de la cuenca, en particular, desde el sector de Coposa Sur Oeste hasta Coposa Norte, se reconocen a lo menos dos unidades acuíferas con niveles piezométricos distintos, una profunda y otra somera, conformadas por depósitos volcano-sedimentarios y separadas por tobas. Estas unidades funcionan en la práctica conectadas hidráulicamente, es decir, las

variaciones piezométricas que se producen en una se ven también reflejadas en la otra. En el resto de la cuenca funcionaría como un solo acuífero. Los flujos principales irían de sur a norte.

La recarga más evidente al salar y a las zonas de interés corresponde a la vertiente Jachucoposa. Esta vertiente, que antes de las extracciones de aguas subterráneas de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi tenía un caudal del orden de 90 l/s y actualmente tiene un caudal de alrededor de 30 l/s, además alimenta 2 lagunas, el bofedal y la laguna de mayor tamaño que ha sido denominada laguna de evaporación. Respecto a la recarga total de la unidad hidrogeológica Coposa la Dirección General de Aguas la ha estimado en 867 l/s. Estimaciones más recientes hablan de 650 l/s².

El Salar propiamente tal tiene una superficie de unos 115 km², donde se incluyen las lagunas permanentes junto con el bofedal Jachucoposa que se desarrolla en sus contornos, más la laguna de evaporación que tiene una superficie variable entre 1 y 7 km². Dada la variación del área de esta laguna de evaporación, se tendría una salida por esta vía que iría desde 60 a unos 440 l/s dependiendo del tamaño que presente en un determinado momento y que dependerá de las variaciones de la recarga (precipitaciones) y de las extracciones de aguas subterráneas. La cantidad de agua que se evapora directamente del salar no debe ser despreciable, dada su área, y tendría relación directa con la profundidad a la que se encuentre el nivel freático de la salmuera.

En la cuenca se han constituido derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas de ejercicio permanente por un total de 867 l/s y 174 l/s de ejercicio provisional, todos a favor de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.

Por otro lado existe un derecho de aprovechamiento de aguas superficiales de 60 lts/seg en la vertiente Jachucoposa, también de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi. Este derecho en la práctica no se utiliza, cumpliendo con lo establecido en diferentes pronunciamientos ambientales.

Los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas comenzaron a ejercerse por parte de SCM Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi en Coposa el año 1998 generando en los primeros años una disminución en los caudales de la vertiente Jachucoposa y consiguientemente una disminución del área de las lagunas y un detrimento en las condiciones del bofedal. Debido a lo anterior entre los años 2004 y 2006 se llevó a cabo un proceso administrativo tendiente a modificar la resolución de calificación ambiental de este proyecto. Esta modificación se materializó en la Resolución N°23 del año 2006 de la Comisión Regional del Medio Ambiente Región de Tarapacá, en la que se establecen nuevas condiciones de explotación del Salar de Coposa, entre las que está un nuevo techo temporal de explotación de 780 l/s y el cambio de los puntos de extracción a zonas que generen menos impacto a la vertiente Jachucoposa. También está la recarga artificial de la vertiente la que se realiza actualmente. Con los cambios realizados se ha generado un escenario de mejores características piezométricas para el ecotono lagunar y para el caudal de la vertiente Jachucoposa. La explotación promedio del acuífero por parte de la minera ha sido de 615 l/s.

² Fuente: Presentación "Plan de ordenamiento de las extracciones y recuperación del sistema hidrológico del Salar de Coposa" de Orlando J. Acosta, Gerente de Recursos Hídricos, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi, en el Seminario 2011 de ALHSUD sobre "Recarga y gestión de embalses subterráneos" de Septiembre 2011.

No existen en trámite solicitudes de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas como tampoco superficiales en esta cuenca.

Es importante señalar que dado el riesgo de descenso generalizado de los niveles estáticos en el largo plazo de la Cuenca de Coposa, ésta fue declarada por la Dirección General de Aguas como Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas mediante la Resolución N° 655 del año 2002.

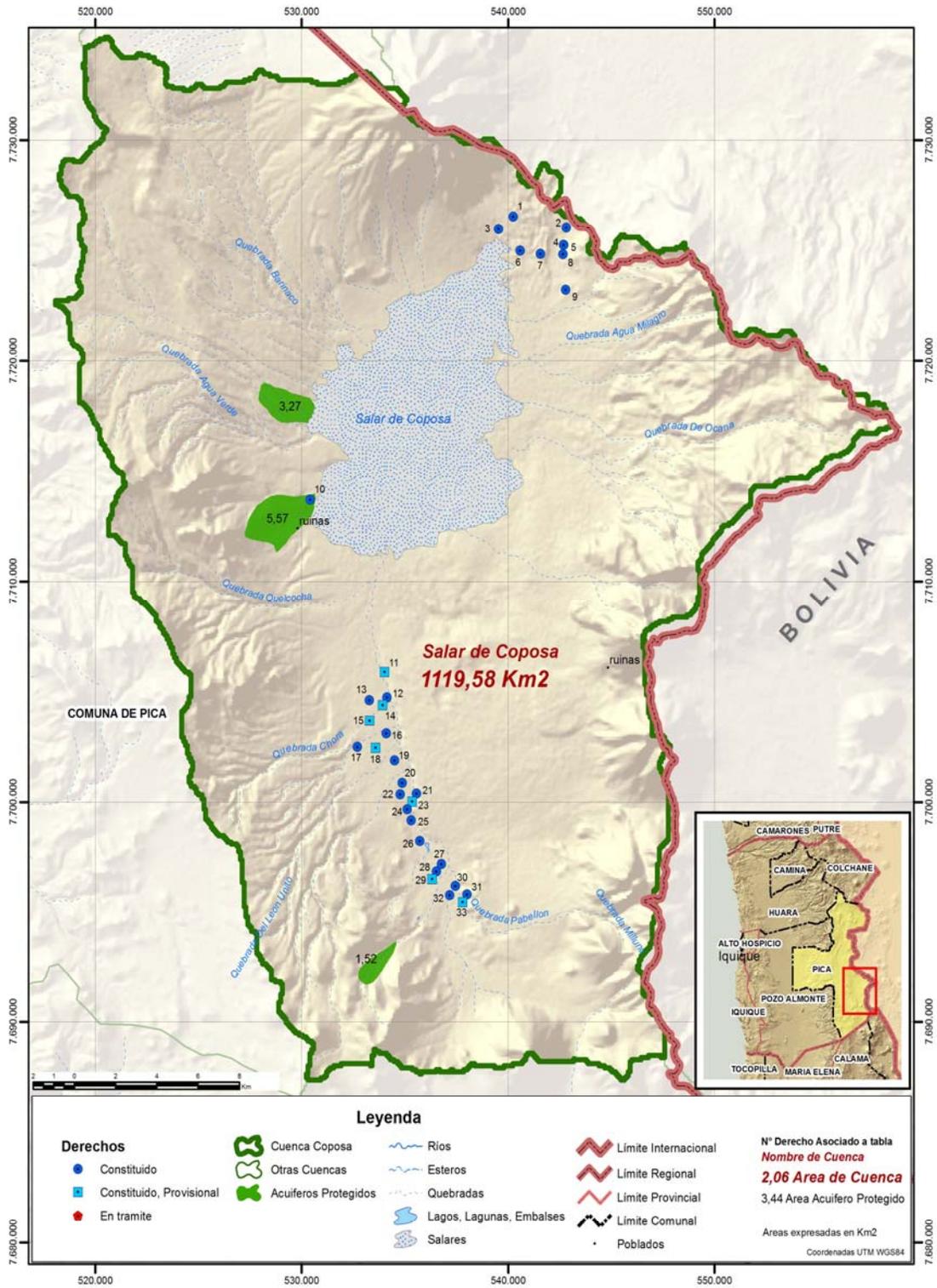
Por otro lado la Dirección General de Aguas ha identificado vegas y bofedales al interior de esta cuenca y ha delimitado 3 áreas de acuíferos que las alimentan. La superficie total protegida por esta herramienta es de 10.28 km² (áreas verdes de Figura 9) e incluye los siguientes humedales: Jachucoposa, Chusquita y Quebrada Coposito.

Tabla 3. Derechos constituidos en Cuenca del Salar de Coposa.

NUMERO EN MAPA	CAPTACION	PROVISIONAL O DEFINITIVO	CAUDAL (L/s)
11	CWE-37	Provisional	23,00
13	POZO CWP-3	Definitivo	66,00
14	CWE-33	Provisional	21,00
15	CWE-30	Provisional	22,00
16	POZO CWP-13	Definitivo	130,00
17	POZO CWP-7A	Definitivo	80,00
18	CWE-31	Provisional	22,00
19	POZO CWP-5	Definitivo	80,00
20	POZO CWP-10	Definitivo	109,00
22	POZO CWP-8A	Definitivo	127,00
23	CWE-36	Provisional	35,00
24	POZO CWP-11	Definitivo	125,00
25	POZO CWP-6	Definitivo	13,00
26	POZO CWP-12	Definitivo	12,00
27	POZO CWP-2	Definitivo	70,00
29	CWE-26	Provisional	27,00
32	POZO CWP-14	Definitivo	55,00
33	CWE-35	Provisional	24,00

Nota: Estos son los derechos originalmente constituidos. Actualmente la mayoría de éstos ya no están en uso porque han sido cambiados por pozos, ubicados en otras zonas, cuya extracción de aguas genera menos impacto a la vertiente Jachucoposa (en el mapa se muestran como puntos con otros números: 1,2,3, etc.)

Figura 9. Cuenca Salar de Coposa con áreas de acuíferos que alimentan humedales y derechos constituidos.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por la DGA

3.3. HUMEDAL DE LIRIMA

3.3.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

a) Aspectos geográficos y geológicos

El humedal se ubica, en la porción altiplánica de la cuenca hidrográfica Pampa del Tamarugal, dentro de la sub cuenca quebrada de Tarapacá, en la porción inicial del río Chanacolla, el cual evacua las aguas correspondientes a la micro-cuenca de Lirima. Hídricamente está alimentado por una serie de esteros y quebradas, en donde se ubican las distintas unidades de vegetación azonal. Por lo tanto el aporte hídrico de este sistema está determinado por cursos de aguas superficiales. Altitudinalmente, las unidades de vegetación azonal del sector de Lirima se ubican entre los 3.900 a 4.600 metros de altitud, presentándose un ascenso gradual en altura en el sector denominado Pampa Lirima, para aumentar rápidamente en altura hacia los cordones que cierran la microcuenca.

b) Climatología

El humedal de Lirima corresponde a una zona de baja inundación (conocidos también como bofedales) ubicado en la Quebrada de Tarapacá. Estos sistemas se mantienen con inundación superficial por la hidrología de la zona (apenas 54,4 mm/año). A esto se suma una alta tasa de evaporación que contribuye a que en estos humedales se registren altos niveles de una salinidad.

c) Vegetación

Desde el punto de vista de la vegetación, el sector de Lirima se inserta en la formación de la estepa alto – andina sub-desértica, sub-región del altiplano y la puna, región de la estepa altoandina (Gajardo, 1994). Según Ahumada y Faúndez (2009), este humedal tiene un suministro hídrico determinado por cursos de aguas superficiales.

La vegetación del humedal de Lirima está compuesta por elementos azonales (vega, pajonal hídrico y bofedal) y elementos zonales (tolar y pajonal) los que a su vez forman elementos mixtos en aquellas zonas de transición en que se mezclan ambos grupos. La fisionomía general está marcada por especies vegetales herbáceas con aspecto de césped o champas, en el caso de vegas y pajonales hídricos, y con aspecto de cojín en el caso del bofedal. En los bordes y áreas externas al núcleo hídrico, la fisionomía está dada por especies arbustivas (tolar) y herbáceas cespitosas (pajonal) (Faúndez, 2009).

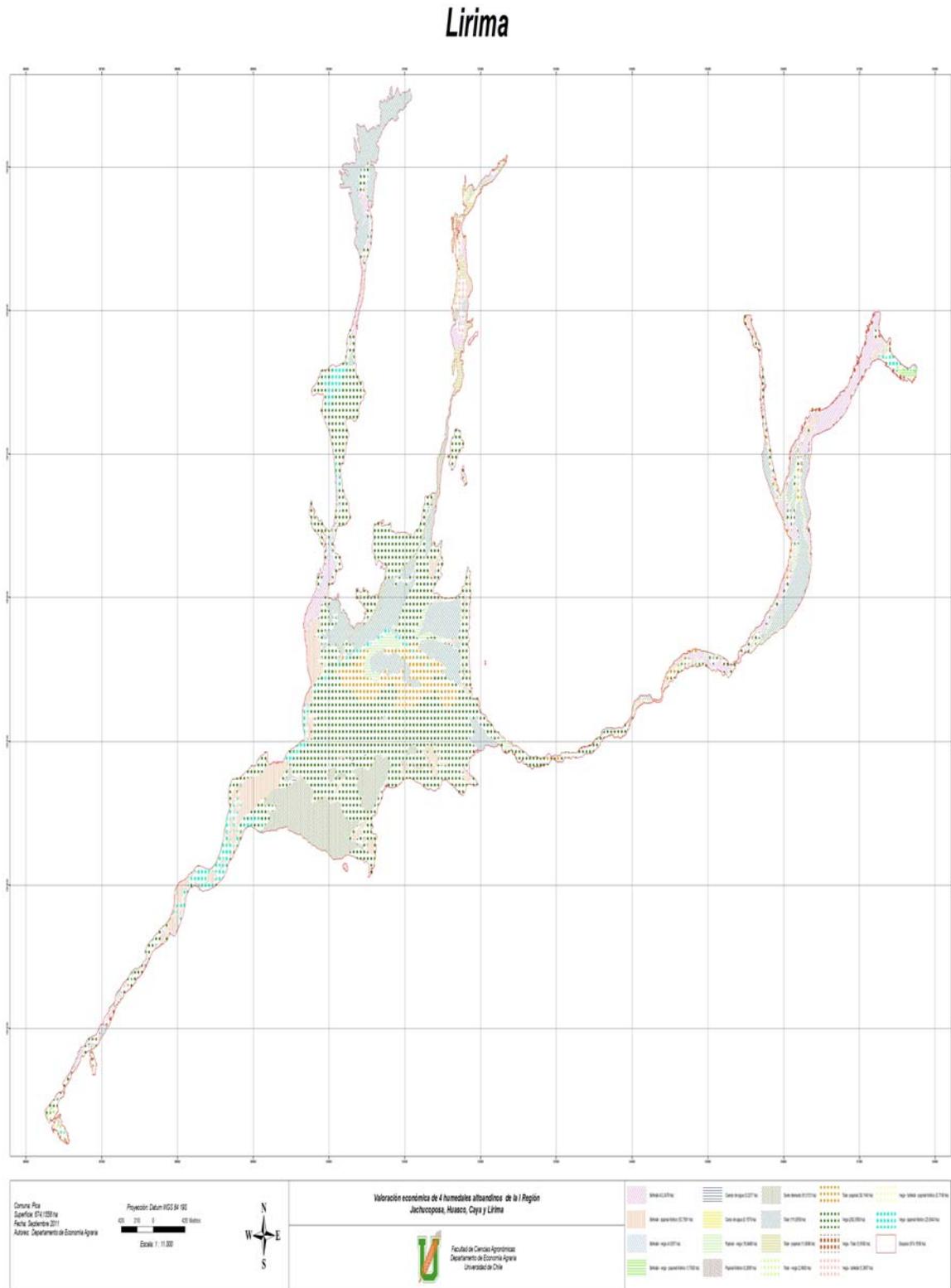
Dentro de la vegetación azonal destacan, en términos de superficie, las unidades de vega salina y vega no salina, le siguen las unidades de vegetación mixta de bofedal – pajonal hídrico - vega y las unidades de bofedal. Todas ellas representan más del 50% de la superficie del humedal. Existen además una serie de combinaciones de los grupos anteriores, conformando un mosaico de unidades de vegetación azonal al interior del humedal en las cuales varían las especies dominantes y cortejos florísticos presentes en ellas. En resumen, la vegetación azonal representa un 67,5% de la superficie total del humedal (Faúndez, 2009).

Según Faúndez (2009) la distribución espacial de las diferentes clases de vegetación y sus tipologías constituyentes, está dado principalmente por el gradiente hídrico que existe en el humedal. Las zonas con mayor nivel hidromórfico están ocupadas por unidades de bofedal y vega; a medida que el nivel hidromórfico o grado de saturación del perfil disminuye, aparecen los sectores de pajonal hídrico aumentando también el contenido de sales en superficie, por lo que es frecuente encontrar unidades de bofedal y vegas salinas y, en aquellos sectores con menor disponibilidad hídrica, los grupos de vegetación característicos son el tolar y el pajonal.

En cuanto a las especies dominantes, los sectores correspondientes a vega salina, presentan un estrato herbáceo de *Deyeuxia brevifolia*, acompañado en algunos casos de *Carex martitima* var. *misera*, *Puccinellia frígida* o *Festuca ortophylla*. Las unidades de vega no salina presentan un estrato herbáceo similar al anterior, pero sin una cubierta de sales en superficie, el cual de existir no cubre más allá del 20% de la superficie. Las especies características de estas unidades son *D. brevifolia*, *C. marítima* var. *misera*., *Lilaeopsis macloviana*, *Phylloscirpus deserticola* y *Eleocharis tucumanensis*. El bofedal por su parte, está compuesto por especies de aspecto "acojinado" destacando las especies *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis* las cuales pueden estar acompañado por un estrato herbáceo correspondiente a pajonal hídrico de *Festuca nardifolia* o vega de *D. brevifolia* (Faúndez, 2009).

La Figura 10, elaborada sobre la base de la información cartográfica proporcionada por el SAG e información de terreno, representa los tipos vegetacionales presentes en el humedal de Lirima

Figura 10. Tipos vegetacionales presentes en el humedal de Lirima.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información cartográfica proporcionada por el SAG e información de terreno

d) Fauna y sus categorías de conservación

El cuadro siguiente presenta un listado de las aves acuáticas o asociadas al humedal de Lirima y su estado de conservación, de acuerdo con un estudio de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile realizado el año 2009³.

Listado de aves LIRIMA	Nombre científico	Estado de conservación
Cometocino de dorso castaño	<i>Phrygilus dorsalis</i>	
Golondrina Dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	
Gaviota andina	<i>Larus serranus</i>	R
Flamenco	<i>No identificado</i>	
Jergón chico	<i>Anas flavirostris oxyptera</i>	
Suri	<i>Pterocnemia pennata tarapacensis</i>	
Carancho cordillerano	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	
Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>	V
Perdiz de la puna	<i>Tinamotis pentlandii</i>	V
Piuquen	<i>Chloephaga melanoptera</i>	V
Cuervo pantano de la Puna	<i>Plegadis ridgwayi</i>	V
Juarjuel	<i>Lophonetta specularioides alticola</i>	

R: Rara, V: Vulnerable, P: En peligro

En lo que se refiere a especies acuáticas, el mismo estudio establece que Lirima mantiene una pequeña población de peces Orestias de enorme importancia ecológica y evolutiva por ser estos ejemplares únicos representantes de estos peces altiplánicos en esta zona y ser "Unidades Evolutivas Significativas" o Evolutionary Significant Units (ESU), esto quiere decir, que son poblaciones que están reproductivamente separadas de otras poblaciones, tienen adaptaciones distintivas o diferentes y representan un legado evolutivo importante de la especie.

³ Fuente: Universidad de Chile. Disponible en: http://www.conama.cl/biodiversidad/1313/articles-49084_HumedalesLirimaCaya.pdf

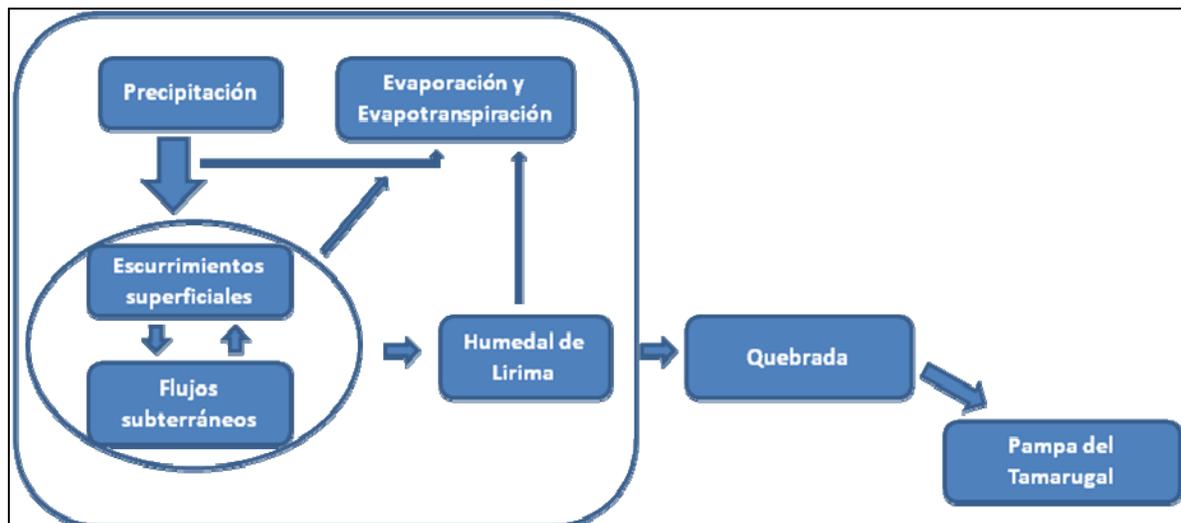
3.3.2. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

El humedal de Lirima se ubica en la porción altiplánica de la cuenca hidrográfica Pampa del Tamarugal, dentro de la sub cuenca quebrada de Tarapacá, en la porción inicial del Río Chanacolla, el cual evacua las aguas correspondientes a la micro-cuenca de Lirima. Hídricamente está alimentado por una serie de esteros y quebradas, en donde se ubican las distintas unidades de vegetación azonal.

Por lo tanto el aporte hídrico de este sistema está determinado por cursos de aguas superficiales. Altitudinalmente, las unidades de vegetación azonal del sector de Lirima se ubican entre los 3.900 a 4.600 metros de altitud, presentándose un ascenso gradual en altura en el sector denominado Pampa Lirima, para aumentar rápidamente en altura hacia los cordones que cierran la microcuenca.

Este sistema no ha sido muy estudiado, siendo el esquema general el siguiente:

Figura 11. Balance Hídrico Cuenca de Humedal de Lirima.



Fuente: Elaboración propia

En lo que se refiere a precipitaciones, según información extraída del Balance Hídrico de Chile realizado por la DGA en 1987 para esta cuenca se registra una precipitación media de 202 mm al año.

Existen escurrimientos superficiales relativamente permanentes que llegan hasta el humedal de Lirima, algunos de ellos provienen de las quebradas Liguita, Tucuruma, Comuna y Cahuiri.

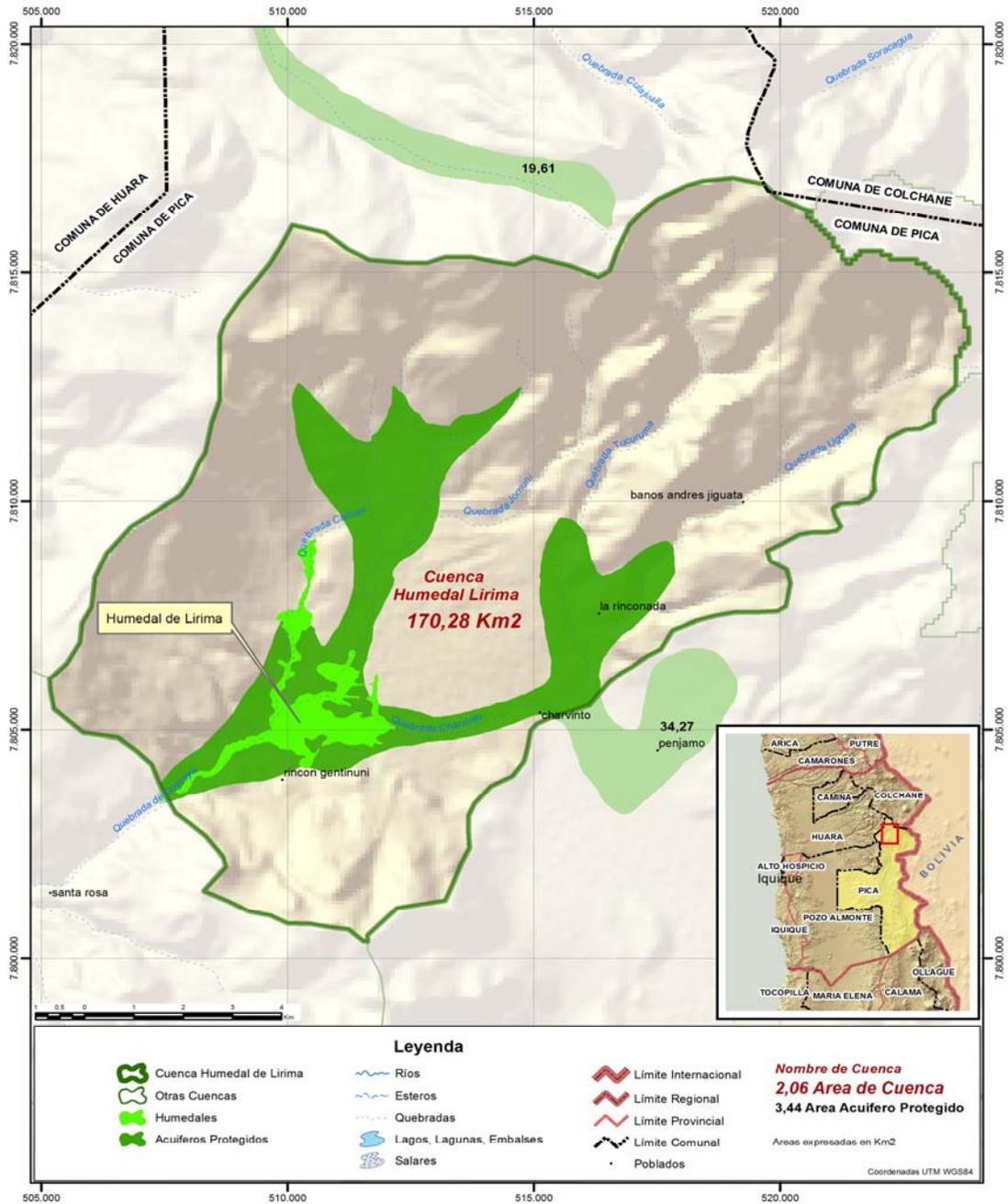
En lo que se refiere a flujos subterráneos, esta unidad no cuenta actualmente con una definición de detalle de su hidrogeología.

Con respecto a la recarga, en función de la recarga de cuencas cercanas, la superficie de esta subcuenca de 170 km² y las superficies de los humedales, se puede tener una estimación muy preliminar de recarga de unos 300 l/s. Gran parte de esta recarga saldría del sistema por evaporación y evapotranspiración especialmente en las zonas de menor pendiente, específicamente la zona del Humedal de Lirima.

No existen derechos de aprovechamiento de aguas entre las cabeceras de la cuenca y el humedal de Lirima registrados en la Dirección General de Aguas. Por otro lado existirían derechos de aprovechamiento de aguas superficiales regularizados o a lo menos regularizables de la Comunidad de Lirima. De igual forma no existen solicitudes de derechos de aprovechamiento en trámite en el área.

Es importante señalar que la DGA ha delimitado un área de protección del acuífero que alimenta este humedal que corresponde a 34.27 km² (área verde de la Figura 12). Las vegas y bofedales protegidos en esta área de protección corresponden a Guanacucho, Millune, Chancahuano, Jornuni, Tucuruma, Andrés Jiguata, Chaihuire, Aguas calientes y Chancacollo.

Figura 12. Cuenca del Humedal Lirima con área de acuíferos que alimentan humedales.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por la DGA

3.4. HUMEDAL DE CAYA

3.4.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

a) Aspectos geográficos y geológicos

El humedal de quebrada de Caya se ubica, en la porción altiplánica de la cuenca hidrográfica Pampa del Tamarugal, dentro de la sub cuenca quebrada de Chacarilla, en la porción inicial de la quebrada del mismo nombre. A ocho kilómetros del pueblo de Guatacondo, ubicados en la comuna de Pica (2642 habitantes), provincia de Iquique (164396 habitantes), región de Tarapacá.

De acuerdo con los antecedentes obtenidos en terreno, el humedal presenta una profundidad de unos 15 cm. en promedio, con características fisicoquímicas típicas de estos sistemas, alta conductividad (2100 uS). La salinidad por cloruro es baja, pH básico (8.3), el oxígeno disuelto es alto para corresponder a un sistema de altura, presentando un porcentaje de saturación de oxígeno de 130%.

El humedal presenta una dominancia de cationes de calcio seguido de sodio, magnesio y potasio ($Ca < Na < Mg < K$). Los valores de sulfatos son relativamente altos, lo cual es frecuente en ambientes altiplánicos (172,01 mg/l), los valores de bicarbonatos son bajos (79,30 mg/l), siendo Caya un sistema clorurado cálcico. El fósforo total presenta valores de 67,80 ug/l, valor de sistemas mesotróficos. A su vez el nitrógeno total es medianamente alto y corresponde a un sistema entre meso a eutrófico (2421,66 ug/l).

Este sistema aislado sustenta una diversidad de vida silvestre importante para la zona, donde se pudo encontrar entre las microalgas presentes en el humedal principalmente a algas amarillas silíceas o Diatomeas y presencia de algas azules o cianobacterias en correspondencia con los mayores valores de nitrógeno.

b) Climatología

El sector de quebrada de Caya se inserta en la formación de la estepa alto – andina sub-desértica, sub-región del altiplano y la puna, región de la estepa altoandina. Según información extraída del Balance Hídrico de Chile realizado por la DGA en 1987 para esta cuenca se registra una precipitación media de 157 mm al año. Por su parte, la escorrentía superficial media anual registrada en el sector alto de la cuenca, alcanza valores no superiores a 1 mm/año.

c) Vegetación

De acuerdo con la información levantada en terreno, la vegetación del humedal de Caya está compuesta exclusivamente por elementos azonales (vega, pajonal hídrico, bofedal y tolar hídrico). La fisonomía general está marcada por especies vegetales herbáceas con aspecto de césped o champas, en el caso de vegas y pajonales hídricos y con aspecto de cojín en el caso del bofedal. En los bordes y áreas con menor tenor hídrico y una mayor fracción mineral en el sustrato, la fisonomía está dada por especies arbustivas que forman el tolar hídrico. La distribución espacial de las diferentes clases de vegetación y sus tipologías constituyentes, esta dado principalmente por el gradiente hídrico que existe en el humedal. En este humedal el 100% de las especies vegetales detectadas en son de origen autóctono (nativo).

En cuanto a las especies dominantes, según la información obtenida en terreno, las especies que ocupan la mayor superficie dentro del humedal corresponden a: *Distichlis humilis* como elemento principal de las unidades de vega salina, *Parastrephia lucida*, especie arbustiva constituyente principal de las unidades de tolar hídrico y en menor proporción las especies *Festuca desertícola*, *Deyeuxia brevifolia* conforman las unidades de pajonal hídrico, mientras que las unidades de vegas están compuestas principalmente por *Lilaeopsis macloviana*, *Phylloscirpus desertícola* y *Juncus balticus*. El bofedal por su parte, está compuesto por especies de aspecto “acojinado” destacando las especies *Oxychloe andina* y *Zameioscirpus atacamensis*. La importancia de estas especies es que el 100% de las entidades detectadas en el humedal son de origen autóctono, lo que indica el alto grado de naturalidad presente.

La figura n° 13, elaborada sobre la base de la información entregada por el SAG presenta los tipos vegetacionales presentes en el humedal de Caya.

d) Fauna y sus categorías de conservación

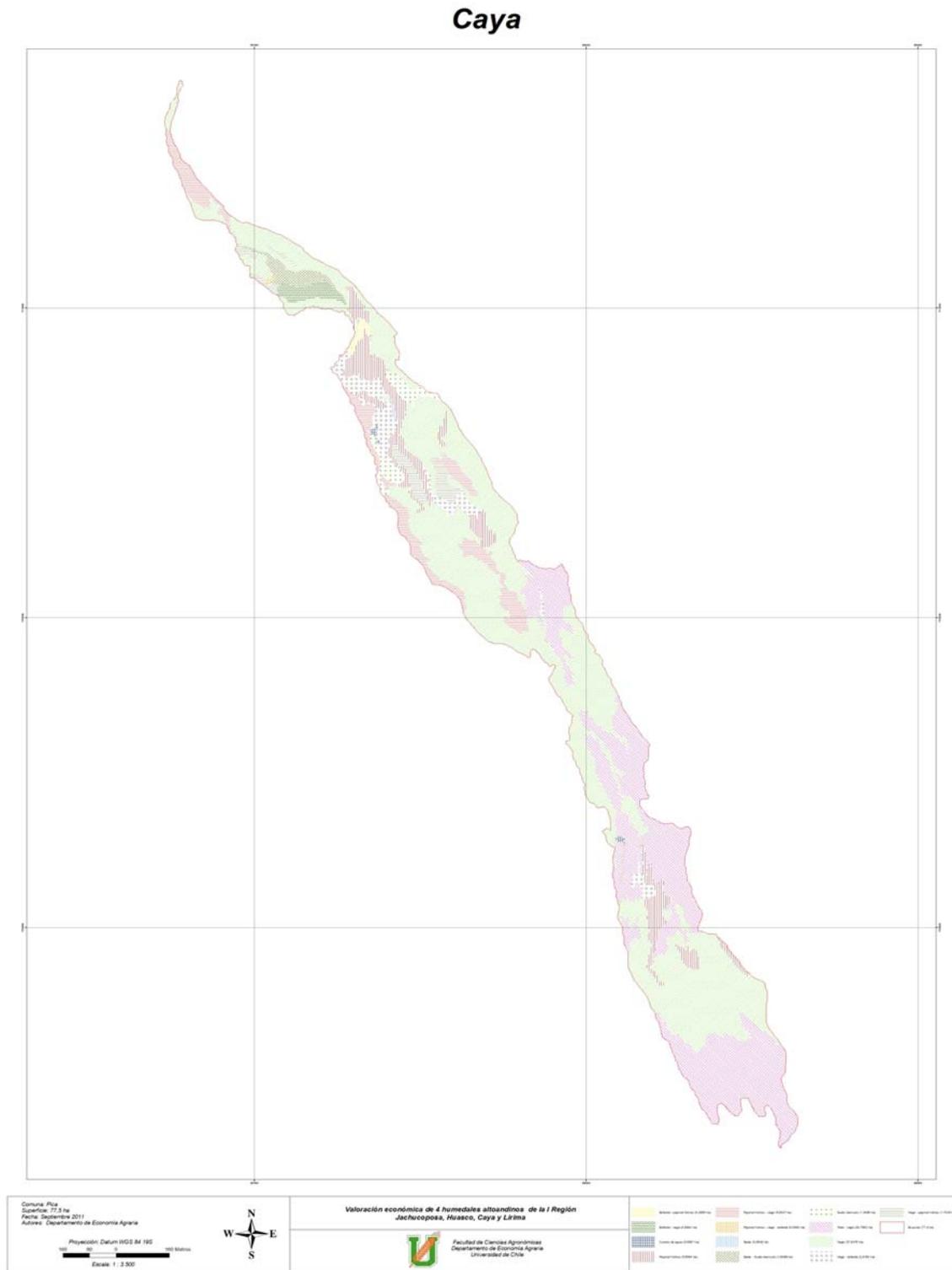
El cuadro siguiente presenta un listado de las aves acuáticas o asociadas al humedal de Lirima y su estado de conservación, de acuerdo con un estudio de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile realizado el año 2009⁴.

Se contabilizó un total aproximado de 10 especies típicas de estos sistemas altoandinos, destacándose la presencia de Piuquén *Chloephaga melanoptera* y Suri *Pterocnemia pennata tarapacensis*, la primera en un estado de conservación vulnerable y la segunda en peligro de extinción. Estas especies señalan la importancia de este humedal para la conservación de la avifauna presente en éste, y dado los bajos volúmenes de agua que están presentes lo convierten en un sistema frágil y que se verá afectado por pequeñas variaciones en su régimen hídrico.

Listado de Aves CAYA	Nombre científico	Estado de Conservación
Cometocino Dorso castaño	<i>Phrygilus dorsalis</i>	
Chirigue verdoso	<i>Sicalis olivascens</i>	
Piuquén	<i>Chloephaga melanoptera</i>	V
Juarjuel	<i>Lophonetta specularioides alticola</i>	
Dormilona nuca rojiza del norte	<i>Muscisaxicola rufivertex pallidiceps</i>	
Carancho cordillerano (nidificando)	<i>Phalacrocorax megalopterus</i>	
Golondrina Dorso negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	
Suri	<i>Pterocnemia pennata tarapacensis</i>	P
Churrete alas blancas	<i>Cinclodes atacamensis</i>	
Jilguero negro	<i>Carduelis atrata</i>	

⁴ Fuente: Universidad de Chile. Disponible en: http://www.conama.cl/biodiversidad/1313/articles-49084_HumedalesLirimaCaya.pdf

Figura 13. Tipos vegetacionales presentes en el humedal de Caya.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de la información cartográfica proporcionada por el SAG e información de terreno

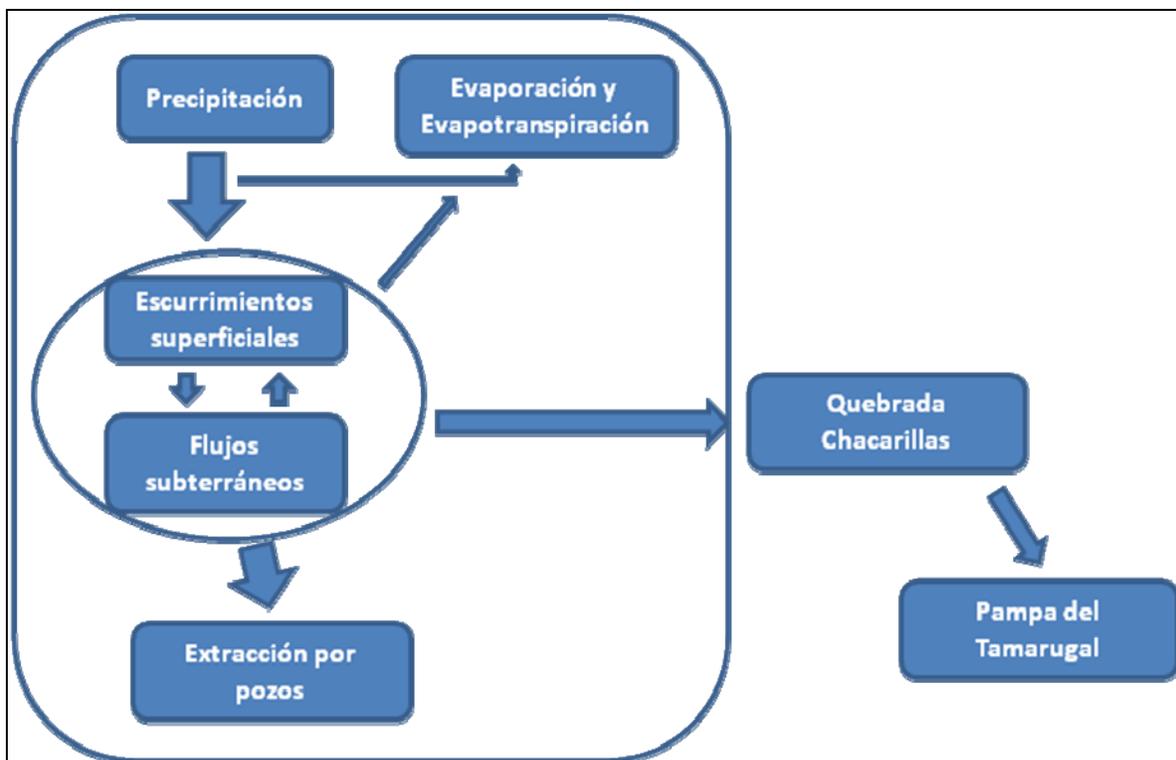
3.4.2. BALANCE HÍDRICO DEL SISTEMA

El Humedal de Caya se ubica en el Sector Pampa Caya que se encuentra hacia el sur de la comuna Pica, a una altura de 3700 msnm dentro del cordón occidental de la cordillera de Los Andes. En las zonas más altas de este sector existe abundante presencia de rocas de la Formación Altos de Pica (Ignimbrita Huasco), en tanto, hacia el fondo de esta depresión es posible visualizar depósitos sedimentarios más actuales asociados al drenaje de la cuenca de la que se trata.

Este sector es aportante de la quebrada Chacarillas y subsidiariamente a la unidad hidrogeológica Pampa del Tamarugal.

Al analizar el Sector Pampa Caya se puede indicar que los recursos hídricos inicialmente provienen de las precipitaciones dentro de la misma cuenca, generándose tanto escurrimientos superficiales como flujos subterráneos. Un punto singular de este sector lo constituye el humedal de Caya que se produce por afloramiento de aguas superficiales. En su parte final pampa Caya confluye en un cañón relativamente angosto, el cual se extiende alrededor de 13 kilómetros antes de llegar a la cabecera de la quebrada de Chacarillas.

Figura 14. Diagrama general de Pampa Caya.



Fuente: Elaboración propia

Según información extraída del Balance Hídrico de Chile realizado por la DGA en 1987 para esta cuenca se tiene una precipitación media de 157 mm al año.

No existen escurrimientos superficiales permanentes, la Quebrada principal es Quebrada de Caya que conducen aguas luego que existen precipitaciones. Solo en el

sector del Humedal de Caya se tiene un escurrimiento superficial de corta longitud y que permite el crecimiento de la vegetación de vega.

En lo que se refiere a flujos subterráneos, esta unidad no cuenta actualmente con una definición de detalle de su hidrogeología.

En términos de recarga del sistema, según estimaciones de la Dirección General de Aguas la recarga de Pampa Caya es del orden de 150 l/s.

En la cuenca se han constituido derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en 3 pozos por un total de 32 l/s a Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM ubicados aguas arriba del Humedal de Caya. Los derechos mencionados no están siendo explotados a la fecha y se pueden observar como puntos rojos en la Figura 15. También existen solicitudes de la misma minera en trámite en la Dirección General de Aguas por 291 l/s.

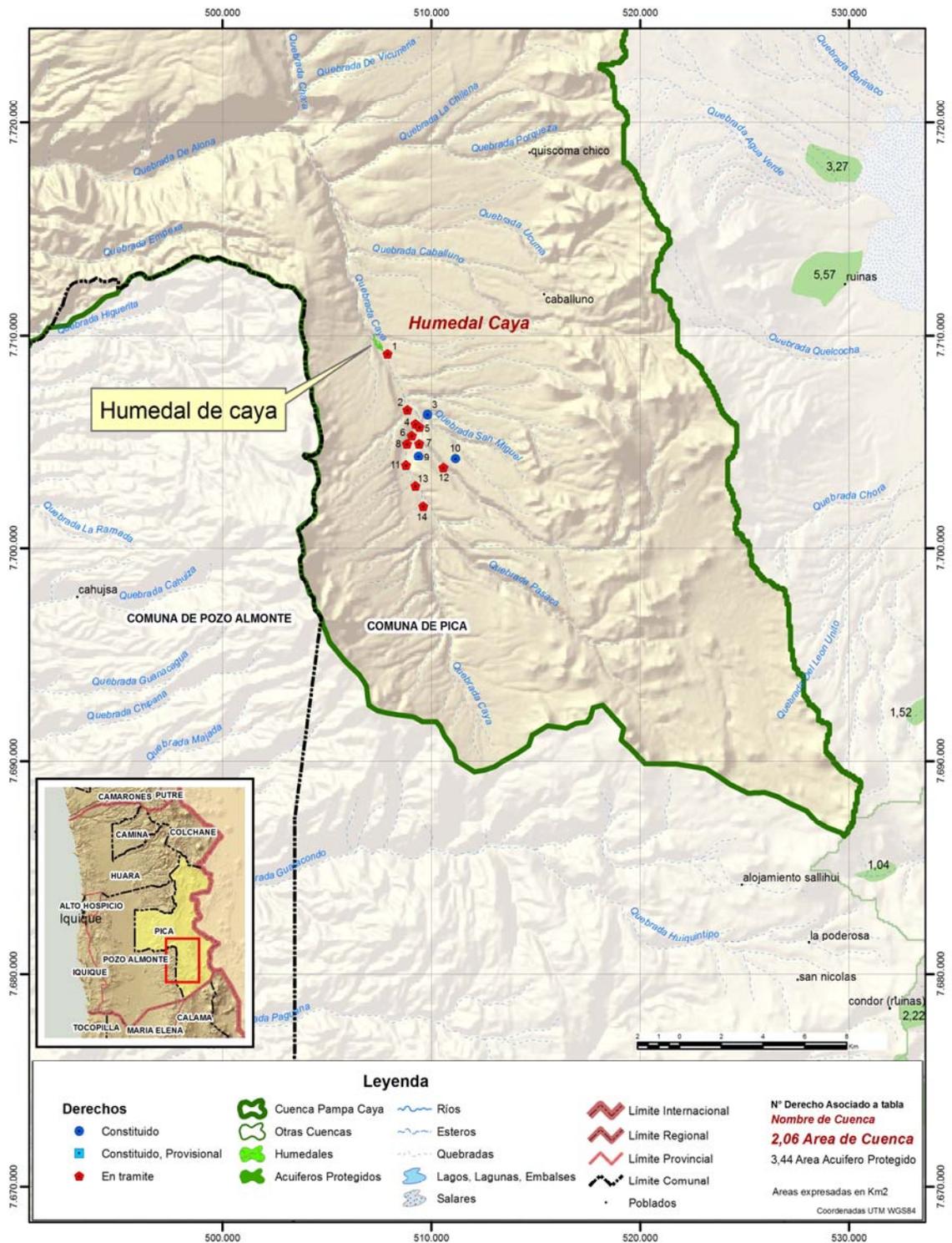
Tabla 4. Derechos constituidos y en trámite en la Cuenca de humedal Caya.

NUMERO EN MAPA	CAPTACION	ESTADO	CAUDAL (l/s)
1	POZO GB 1	En trámite	28,00
2	POZO GB 2	En trámite	30,00
3	POZO PC-01	Constituido	7,00
4	POZO GB 3	En trámite	18,00
5	POZO GB 4	En trámite	34,00
6	POZO GB 5	En trámite	33,00
7	POZO GB 6	En trámite	35,00
8	POZO GB 7	En trámite	25,00
9	SIN NOMBRE	Constituido	9,00
10	POZO PC-02	Constituido	16,00
11	POZO GB 8	En trámite	22,00
12	POZO GB 9	En trámite	16,00
13	POZO GB 10	En trámite	16,00
14	POZO GB 11	En trámite	18,00

El ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas constituidos, implicaría una disminución de la recarga del sistema pudiendo afectar el caudal que aflora y el nivel piezométrico del lugar, variables hidrogeológicas que permiten la existencia del humedal. Estos efectos se pueden prever con herramientas de modelación hidrogeológica, sin embargo, los efectos reales solo podrán dimensionarse una vez que se comience a extraer agua, por lo que lo más recomendable es que las extracciones sean graduales y asociados a un plan de alerta temprana para ir monitoreando dichos efectos.

Es importante señalar que la Dirección General de Aguas no ha delimitado el acuífero que alimenta este humedal.

Figura 15. Derechos constituidos y en trámite en la Cuenca Humedal de Caya.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proporcionada por la DGA

IV. OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y METODOLOGÍA

1. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 1: Identificar los bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por cada uno de los humedales en estudio.

1.1. Antecedentes Generales

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2003) definió los servicios de los ecosistemas como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (según la cual los servicios se definen de manera amplia e incluyen tanto bienes (es decir, recursos) como servicios en el sentido más estricto (es decir, beneficios provenientes de los procesos y usos no materiales de los ecosistemas).

La Evaluación de Ecosistemas del Milenio agrupa en cuatro categorías de servicios a los bienes y servicios ecosistémicos determinantes del bienestar. De esta manera la EEM vincula los procesos y funciones ecosistémicas (relevantes para el análisis de ciencias naturales) con los determinantes del bienestar individual y colectivo (relevantes para el análisis de las ciencias sociales o económicas).

La descripción de de cada una de las categorías y servicios considerados por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio se presenta a continuación:

A) SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO

Pastoreo extensivo:

A través de la provisión de agua y alimento para la mantención de llamas, alpacas y ovejas.

Abastecimiento de agua para la minería:

La minería requiere de agua para sustentar procesos productivos.

En la minería del cobre el consumo de agua incluye el uso de agua fresca para reponer las pérdidas producidas en el proceso de producción. El agua se utiliza principalmente en los procesos tradicionales de concentración por flotación, en la fusión y electro-refinación, y en el proceso hidrometalúrgico en la lixiviación, extracción por solventes y electroobtención.

Productos bioquímicos y medicinales:

Plantas y productos con uso medicinal o terapéutico

Recursos genéticos:

Información genética de animales y plantas utilizadas en biotecnología, Drogas y productos farmacéuticos. Fuentes de genes para resistencia a patógenos, adaptación, etc. Zonas con alto nivel de endemismo.

Productividad Primaria:

Los humedales producen materia orgánica a través de las plantas y otros organismos autótrofos, a partir de sales minerales, dióxido de carbono y agua, utilizando la energía solar.

B) SERVICIOS DE REGULACIÓN

Regulación de la calidad del aire:

Protección capa ozono (UVB), mantenimiento de la calidad del aire (balance CO₂/O₂, SO_x), influencia en el clima, prevención de enfermedades causadas por la calidad del aire.

Regulación del Microclima:

A través del intercambio de flujos de carbono y agua con la atmósfera. La evapotranspiración desde el humedal es responsable de mantener la humedad y el régimen de precipitaciones a nivel local. (Tabilo–Valdivieso, 2004).

Recarga y Descarga de acuíferos: Sincronización entre escorrentía e inundaciones y recarga de acuíferos, almacenaje y retención de agua en cuencas, reservorios y acuíferos. Transporte de nutrientes.

Protección contra la erosión:

A través de la retención de suelos y sedimentos

Reducción y Remoción de Tóxicos:

Muchas especies vegetales presentes en los humedales son capaces de eliminar sustancias tóxicas procedentes de plaguicidas, descargas industriales y actividades mineras. Los sistemas de los humedales cuentan con mecanismos que posibilitan que los metales presentes en aguas residuales de la industria minera puedan ser inmovilizados por la vegetación (Batty et al., 2006). Las propiedades físicas de algunos humedales tienden a reducir el flujo de agua facilitando la acumulación de sedimento.

Mitigación de riesgos naturales:

Los humedales actúan como reservorios de exceso de agua. Esta puede ser acumulada en el suelo o retenida en lagos, lagunas. El agua se descarga en forma periódica, y también es removida por evapotranspiración, o es filtrada hacia los acuíferos. Por otra parte, la vegetación del humedal regula y reduce la velocidad del flujo de agua (Tabilo-Valdivieso, 2003).

Regulación biológica:

Polinización y control de plagas

C) SERVICIOS CULTURALES Y RECREATIVOS

Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales:

Los humedales han estado ligados a la supervivencia de las culturas originarias de nuestro país desde hace siglos. Al estudiar la forma en que estos pueblos se relacionan con los humedales, se pueden obtener enseñanzas de cómo utilizarlos de manera sustentable.

Ciencia y educación:

Los humedales son importantes áreas de investigación científica, sirviendo incluso para el monitoreo de tendencias ambientales globales, como el cambio climático. Además, estos sistemas presentan un escenario ideal para actividades de educación ambiental

Recreación y Turismo:

En Chile, se desarrolla turismo formal e informal en la gran mayoría de los humedales. Ecoturismo, deportes acuáticos, excursiones

D) SERVICIOS DE SOPORTE O APOYO

Formación de suelos:

Retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica

Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad:

Los humedales constituyen el hábitat de una gran diversidad de animales. Sirven de refugio temporal a las aves migratorias en etapas de su ciclo de vida como la reproducción, descanso o alimentación. En estos casos los humedales adquieren relevancia internacional al permitir la continuidad del fenómeno migratorio a escala hemisférica.

1.2. Metodología para la identificación de los servicios ecosistémicos relevantes proporcionados por los humedales en estudio

La metodología para el logro de este objetivo consistió en la identificación de los servicios ecosistémicos proporcionados por cada uno de los humedales en estudio, la cual plasma las características de los humedales (procesos y componentes ecológicos) en una lista detallada –dentro de las posibilidades y alcances del estudio- de servicios que puedan posteriormente valorarse en términos monetarios.

Para la identificación de los servicios ecosistémicos relevantes proporcionados por los humedales en estudio se implementaron las siguientes actividades:

- a) Recopilación y análisis de información bibliográfica y de terreno (incluye aquella presentada en la caracterización de los humedales de este estudio)**
- b) Recopilación y análisis de información primaria a través de encuestas para la elaboración de la matriz de bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales en estudio (Ver Anexo N°2)**
- c) Recopilación y análisis de información primaria a través de la entrevista a expertos y actores relevantes para la elaboración de la matriz de bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales en estudio**

En este último caso la recopilación de la información se hizo a través de la metodología cualitativa, sin embargo, no se dejaron fuera los métodos cuantitativos, para conocer datos específicos y una mejor percepción sobre las características de los humedales en estudio, específicamente en los que se refiere a habitantes permanentes, servicios básicos, principales actividades productivas entre otros aspectos que fueron consignados en una ficha por entrevista.

Considerando la flexibilidad de las técnicas cualitativas de investigación e intentando el acercamiento y la familiarización con el campo empírico, se consideró la entrevista como la forma más pertinente de abordar la temática de investigación. Se escogió la

entrevista semi-estructurada en profundidad como la de mayor relevancia para los fines de investigación. A partir de ésta, no se busca contrastar una idea o supuesto, sino más bien conocer las explicaciones de los entrevistados y obtener lo realmente importante para cada sujeto (Hernández, et al, 2003).

A continuación se presenta el listado de entrevistados con nombre y cargo o rol:

Tabla 5. Listado de actores relevantes entrevistados en este estudio.

Nombre	Cargo
Javier Vidal	Director regional DGA I Región
Juan Salas	Encargado Fiscalización DGA I Región
Carolina Vera	Encargada de Difusión y Educación Ambiental Centro de Estudios de Humedales de Pica
Gaelle Cotterlaz-Rannard	Coordinadora Centro de Estudios de Humedales de Pica
Ximena Moreno	Coordinadora Regional "Proyecto INNOVA-CHILE CORFOHumedal de la Desembocadura del Río Lluta"
Johnny Cruz	Encargado de mediciones de niveles freáticos en terreno. SGS para Doña Inés de Collahuasi.
María Avilés	Magíster en gestión y planificación ambiental de la Universidad de Chile. Tesis: "Percepción de la sustentabilidad socioambiental por parte de comunidades indígenas aymaras de humedales altoandinos"
Hugo Romero A.	Profesor Magíster en Gestión y Planificación ambiental de la Universidad de Chile.
Cristian González	CONAF I región
Yuinza Arriagada	CONADI I Región
Demetria Agustina Ticona	Habitante Salar de Huasco
Pedro Lucas Ticona	Habitante Salar de Huasco
Margarita Lucas Ticona	Habitante Salar de Huasco
Irma Vila	Dr. en Limnología. Facultad de Ciencias Universidad de Chile
Jaime Viza	Administrador Municipal. Municipalidad de Pica
Patricio Vargas	Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAC) Municipalidad de Pica
Aaron Baruch	SERNATUR I región
Zahel Quezada	Operador turístico. Nativa Expediciones
Guillermo Garrido	Oficina SAG. Pica
Richard Challada	Comunidad Aymara de Cancosa
Andrés Guerrero	Superintendente Medioambiental. Cia Minera Doña Ines de Collahuasi
Andrés Meza	Depto. de Planificación y Desarrollo. Gerencia de Áreas Silvestres protegidas. CONAF

Fuente: Elaboración propia

1.3. Matriz de Bienes y Servicios Ecosistémicos proporcionados por los humedales altoandinos en estudio

La Tabla 6, presenta la matriz que detalla los servicios ecosistémicos que entregan los 4 humedales altoandinos del estudio elaborada a partir de la información obtenida a través de la revisión bibliográfica, mediciones en terreno, encuestas y entrevistas a expertos.

Tabla 6. Matriz de Servicios asociados a los Humedales altoandinos en estudio

Bienes y Servicios ofrecidos por HA	Salar del Huasco	Laguna Coposa	Caya	Lirima
Servicios de aprovisionamiento				
Pastoreo extensivo	SI	SI	SI	SI
Abastecimiento de agua consuntiva	SI	SI	SI	SI
Productos bioquímicos y medicinales	SI	SI	SI	SI
Recursos genéticos	SI	SI	SI	SI
Productividad primaria	SI	SI	SI	SI
Servicios de regulación				
Regulación de la calidad del aire	NO	NO	NO	NO
Regulación del Microclima	SI	SI	SI	SI
Recarga y Descarga de acuíferos	SI	SI	SI	NO
Protección contra la erosión	SI	SI	SI	SI
Reducción y Remoción de Tóxicos	SI	SI	SI	SI
Mitigación de riesgos naturales	NO	NO	NO	NO
Regulación biológica	SI	SI	SI	SI
Servicios culturales y recreativos				
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales	SI	SI	SI	SI
Recreación y Turismo	SI	SI	SI	SI
Ciencia y educación	SI	SI	SI	SI
Servicio de soporte o apoyo				
Formación de suelos	SI	SI	SI	SI
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia sobre la base de informe técnico RAMSAR N°27 e información recopilada durante la campaña en terreno.

2. OBJETIVO ESPECÍFICO N° 2: Seleccionar y aplicar las técnicas de valoración más apropiadas para los bienes y servicios ecosistémicos identificados en el punto anterior de manera de determinar el VET para cada uno de los humedales en estudio.

2.1. Justificación

El propósito de valorar económicamente la contribución que los humedales hacen a nivel local, regional y nacional es identificar, entender y dimensionar el bienestar que los usuarios actuales y potenciales obtienen (y podrían obtener) de la existencia y el mantenimiento de estos ecosistemas.

Tener una cuantificación del bienestar aportado por los humedales altoandinos en estudio significa contar con una medida de los beneficios reportados por ellos, lo que permite analizar la conveniencia de distintas políticas para su aprovechamiento sustentable y su conservación, de manera de maximizar el bienestar de todos los usuarios actuales y potenciales de estos ecosistemas.

2.2. Determinación del Valor Económico Total (VET)

Conceptualmente en términos de la ciencia económica, el valor económico total (VET) de un ecosistema es, como para cualquier otro activo o bien, igual al valor presente del flujo de todos los bienes y servicios que el ecosistema entregará desde el momento actual hasta que deje de existir en el futuro.

El Valor Económico total (VET) de un ecosistema se determina midiendo los distintos tipos de valor que las personas y la sociedad atribuyen a las distintas formas en que los bienes y servicios generados por estos ecosistemas afectan su bienestar. Así, en términos genéricos el valor total se divide en valor de uso, referido a la utilización directa o indirecta de los recursos provistos por estas áreas, y valor de no uso, referido al valor otorgado por la simple existencia de ellas.

A continuación, se explica con más detalle las distintas categorías de valor incorporadas en el VET:

Valor de uso: Es el valor que la persona le asigna al uso de un bien ambiental, sea este uso directo, uso indirecto o uso opcional. El valor de uso directo corresponde al valor otorgado a un ecosistema por la utilización directa de los productos y servicios que genera. Existen los usos directos extractivos que implican la extracción de un bien material; ejemplos de este tipo de uso son la recolección de madera, de alimentos y de fibras. Existen también los usos directos no extractivos, como la recreación u observación de flora y fauna, el ecoturismo y la investigación.

El valor directo de uso extractivo es relativamente fácil de calcular, ya que se asocia a algún bien privado que tiene mercado (maderas, frutos, etc.). Por el contrario, en el caso del uso directo no extractivo los beneficios obtenidos no son tan fáciles de valorar (como por ejemplo, los provistos por la belleza escénica, la observación de biodiversidad in-situ, etc.).

El valor de uso indirecto, por su parte, corresponde al valor otorgado a las funciones ecológicas reguladoras que puede cumplir un ecosistema. Este tipo de uso es de suma importancia puesto que corresponde al de muchas funciones ambientales fundamentales para el soporte de la vida, como por ejemplo la regulación climática y la regulación de los ciclos hidrológicos.

El valor de uso opcional, o valor de opción, corresponde al valor otorgado por las personas o la sociedad a la posibilidad (u opción) de contar con un bien y servicio en el futuro para satisfacer una posible demanda por el mismo.

Es el valor otorgado por las personas que, aunque no utilicen el bien en el presente, están dispuestas a pagar por mantener abierta la opción de eventualmente utilizarlo en el futuro, ya sea de forma directa o indirecta. Para ellas, por tanto, la desaparición de un ecosistema supone una pérdida de bienestar, mientras que la preservación de ella o su mejora, lo eleva (Azqueta, 1994).

Así mismo, se considera como valor de uso al llamado 'valor de herencia', el cual corresponde al valor que las personas o la sociedad le atribuyen a preservar las AP para que sus descendientes o las generaciones futuras puedan gozar de sus beneficios. Algunas clasificaciones incluyen el valor de herencia como parte de los valores de no uso. Sin embargo, aquí se sigue la lógica que clasifica al valor de herencia como un valor de uso, ya que el uso de un bien o servicio por parte de los herederos puede considerarse como un uso de tipo vicario, es decir, realizado a través de terceras personas.

Valor de no uso: El valor de no uso se asocia con el beneficio que reciben las personas por el simple hecho de saber que un ecosistema existe (Pearce y Turner, 1990).

De esta forma, el valor de existencia es, en la clasificación adoptada aquí, el único valor de no uso, y corresponde al valor otorgado a las áreas protegidas por el simple hecho que este espacio natural exista, independientemente de toda connotación de uso de cualquier tipo.

2.3. Metodología de Cálculo del VET de los humedales en estudio

- Para valorar económicamente los humedales en estudio es necesario estimar el valor monetario de los distintos servicios ecosistémicos que ellos proporcionan. Para esto se realizó una revisión bibliográfica que permitiera caracterizar y seleccionar las distintas técnicas de valoración disponibles y sus posibilidades de aplicación a los distintos servicios ecosistémicos identificados en el objetivo N°1.

- Existen numerosos estudios de caso que han determinado el valor económico de los ecosistemas (p. ej., Hartwick, 1994; Barbier y otros, 1997; Asheim, 1997; Costanza y otros, 1997; Daily, 1997; Pimentel y Wilson, 1997; Hamilton y Clemens, 1999), y el concepto de valor económico total (VET) se ha convertido en un marco ampliamente utilizado para determinar su valor utilitario.

- En general los métodos de valoración monetaria o financiera utilizados para la estimación del valor monetario de servicios ecosistémicos identificados durante la revisión bibliográfica realizada durante el presente estudio pueden agruparse en tres categorías principales:

- 1) valoración de mercado directa;
- 2) valoración de mercado indirecta y
- 3) valoración basada en encuestas (es decir, valoración contingente y valoración de grupos).

Una descripción detallada de estos métodos, con sus ventajas y limitaciones, está disponible en el **Anexo N°1** de éste informe.

Por su parte, la Tabla siguiente presenta la relación entre los distintos servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales en estudio e identificados en el objetivo N° 1 y los distintos métodos de valoración aplicados en los distintos estudios de caso recopilados en la revisión bibliográfica realizada durante el desarrollo del proyecto.

Para el caso de algunos servicios es posible utilizar más de un método para estimar su valor monetario, razón por la cual se incluye una columna que consigna el valor promedio para cada servicio considerando las estimaciones realizadas en distintos estudios de caso y a través de distintas técnicas de valoración.

Tabla 7. Resumen de Servicios ecosistémicos y técnicas de valoración económica aplicadas para estimar su valor monetario recopiladas en la revisión bibliográfica desarrollada en este estudio.

En las columnas, se indica con +++ el método más utilizado o sugerido para estimar el valor monetario de cada servicio ecosistémico, con ++ el segundo en relevancia y con + el tercero.

	Precio de Mercado	Cambio en productividad	Costo Evitado	Costo de sustitución	Costo de Viaje	Precios Hedónicos	Valoración contingente	Valores Monetarios promedio literatura ¹ (US\$/há/año)
Bienes Ecosistémicos								
Servicios de aprovisionamiento								
Pastoreo extensivo	+++	++						Sin Valor
Abastecimiento de agua consuntiva	+++	+		++				7.600
Productos bioquímicos y medicinales	+++	++						112
Recursos genéticos	+++	++						112
Productividad primaria	+++	++						230
Servicios de Regulación								
Regulación de la calidad del aire			+++					265
Regulación del Microclima			+++					223
Recarga y Descarga de acuíferos	+	+++	++					5.445
Protección contra la erosión			+++	++			+	245
Reducción y Remoción de Tóxicos				+++			++	6.696
Mitigación de riesgos naturales			+++	++				7.240
Regulación biológica	+	++		+++				78

Servicios culturales y recreativos								
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales							+++	25
Recreación y Turismo	+++				++	+	+++	492 ²
Ciencia y educación	+++							25
Servicio de soporte o apoyo								
Formación de suelos			+++					10
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	+++						++	200 ²

- 1) Los valores monetarios corresponden al promedio de los valores obtenidos en la revisión bibliográfica para el servicio ecosistémico correspondiente.
- 2) Valores de Brander, L., R. Florax, J. Vermaat. 2006. The Empirics of Wetland Valuation: A Comprehensive Summary and a Meta-Analysis of the Literature. Environmental and Resource Economics. 33: 223-250.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de revisión bibliográfica

- El siguiente paso consistió en seleccionar el método de valoración más apropiado para cada uno de los servicios ecosistémicos identificados en el Objetivo N° 1. Los criterios de selección utilizados en esta etapa fueron los siguientes:

- Disponibilidad de información para la correcta aplicación del método.
- Tiempo y recursos disponibles para la aplicación del método.

- La Tabla 8 resume los servicios y las técnicas de valoración utilizadas para estimar su valor monetario. Para el caso de las técnicas de valoración en que no se puede realizar una estimación apropiada, por falta de datos, recursos o tiempo, la Convención RAMSAR recomienda aplicar la transferencia de beneficios.

El método de transferencia de beneficios ('benefit transfer' en inglés) se emplea para estimar los valores de los servicios ecosistémicos transfiriendo la información disponible de estudios realizados anteriormente en otra localización y/o contexto. El propósito básico de la transferencia de beneficios es estimar los beneficios para un determinado contexto a través de adaptar alguna estimación de beneficios desde otro contexto. El método ha despertado un interés creciente y la literatura sobre el mismo se ha expandido en los últimos años (Desvougues, y otros (1992), Loomis (1992), McConnell (1992), Walsh y otros (1992), Downingby Zuna (1996), Navrud, (1996), Greene (1997), Kirchhoff y otros (1997), Piper y Martin (2001), Rosenberger y Loomis (2001), Shrestha y Loomis (2003), Morrison y otros (2002), Jiang y otros (2005), Groothuis (2005), Matthew y Hoehn (2006), Ready y Navrud (2006) y Smith y otros (2006)).

Este método por cierto, tiene inconvenientes porque, estrictamente hablando, cada situación de adopción de decisiones es única y esto determina que los valores pueden variar de un sitio a otro, dependiendo de las condiciones ecológicas, biogeográficas y socioeconómicas. Sin embargo, metodológicamente con el tiempo se transformará en una técnica valiosa pues cuantos más datos se encuentren disponibles de nuevos estudios de caso, más fiable resultará la transferencia de beneficios.

Cabe destacar que para las estimaciones realizadas aquí se utilizó principalmente como referencia el trabajo de Brander y otros (2006), el cual es considerado el más comprehensivo meta-análisis del valor económico de humedales realizado a la fecha y ha sido aplicado a contextos similares al chileno (Anieski y Wilson 2005), y los valores obtenidos por la Consultoría denominada "Valor Económico de la Contribución Anual del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile y Análisis de su Financiamiento", desarrollado para apoyar la elaboración del Proyecto "Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile" implementado a partir del 2008 con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Los ecosistemas valorados en este último estudio se presentan en el Anexo N° 3.

- El paso siguiente consistió en obtener para cada humedal en estudio el Valor Económico total, primero estimando los valores parciales de cada servicio ecosistémico (en US\$ /há) y luego ponderando estos valores por la superficie estimada del humedal en estudio.

Tabla 8. Servicios ecosistémicos potenciales para los humedales altoandinos en estudio y metodologías seleccionadas para su valorización económica

	Precio de Mercado	Costo Evitado	Costo de sustitución	Costo de Viaje	Valoración contingente	Transferencia de Beneficios
Servicios Ecosistémicos						
Servicios de aprovisionamiento						
Pastoreo extensivo	X					
Abastecimiento de agua consuntiva	X		X			
Productos bioquímicos y medicinales						X
Recursos genéticos						X
Productividad primaria						X
Servicios de Regulación						
Regulación del Microclima						X
Recarga y Descarga de acuíferos						X
Protección contra la erosión						X
Regulación biológica						X
Servicios culturales y recreativos						
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales						X
Recreación y Turismo				X	X	X
Ciencia y educación						X
Servicio de soporte o apoyo						
Formación de suelos						X
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad						X

Fuente: Elaboración propia

V. RESULTADOS ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROPORCIONADOS POR LOS HUMEDALES EN ESTUDIO

1. HUMEDAL SALAR HUASCO

Se detallan en los puntos siguientes las estimaciones del VET para los servicios ecosistémicos Pastoreo Extensivo, Agua consuntiva, Recreación y Turismo.

Estas corresponden a estimaciones que pudo realizar directamente el equipo de proyecto en función de la disponibilidad de información y recursos disponibles.

El resto de los servicios ecosistémicos y siguiendo las recomendaciones de los informes técnicos RAMSAR y la literatura relevante en el tema, fueron estimados a través de la metodología de transferencia de beneficios. Los valores monetarios utilizados en este caso corresponden a los recopilados en la revisión bibliográfica y presentados en la Tabla 7 de este informe.

Cabe señalar que para el caso de servicio ecosistémico Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad se realizó un ajuste del valor de transferencia obtenido en la recopilación bibliográfica ponderando este valor por un factor que considera aspectos percibidos en terreno tales como acceso, naturalidad, nivel de endemismo y nivel de intervención antrópica. Los resultados de este ejercicio se presentan en el punto 1.4.

1.1. Pastoreo Extensivo

La información relevante para la estimación del valor monetario de este servicio ecosistémico está dada por las siguientes variables:

- Masa ganadera actualmente sustentada por el humedal
- Precio de mercado según tipo de ganado. En este caso, los supuestos utilizados consideran un peso promedio de la canal faenada de 44 kg para el caso de llamas y alpacas, a un valor promedio de \$ 750 por kg de canal.

Sobre la base de la información recogida en terreno el valor estimado de este servicio ecosistémico es el siguiente:

Tipo ganado	de	N° de cabezas ⁵	Valor unitario (US\$)	Valor total (US\$)	Valor /há* (US\$/há)
Llamas y alpacas	y	1.250	66 ⁶	82.500	
Ovejas		395	60	23.700	
Total				106.200	20,8

Fuente: Elaborado sobre la base de información obtenida en la campaña de terreno

* La superficie total del humedal asciende a 51 km² (equivalentes a 5.100 há) que corresponde a la máxima extensión de la laguna y los bofedales adyacentes.

⁵ Fuente: Centro de Estudios de Humedales (2009). Disponible en: <http://www.ceh.cl/wp-content/uploads/2008/11/capitulo2.pdf>

⁶ Fuente: Universidad de Chile (2004). Informe final sobre carnes exóticas.

1.2. Abastecimiento de Agua consuntiva

La técnica de valoración utilizada para estimar este servicio ecosistémico proporcionado por el humedal correspondió al Costo de Sustitución.

En este caso específico lo que se valoró fueron los caudales que permiten la recarga total del salar y que de acuerdo al balance hídrico de la cuenca, ascienden a 1.000 l/s.

Como costo de sustitución se consideró el costo que tendría para la minería desalar aguas en la costa y conducir las hasta las faenas mineras. Este costo fue estimado recientemente en un estudio realizado por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y disponible en la siguiente dirección: <http://www.desalchile.cl/documentos/PDF/5.pdf>

La información utilizada en este estudio provino de distintas fuentes: las series de costos se obtienen de la base de datos Brook Hunt, los que están expresados en dólares constantes del año 2009. Las series de consumo unitario de agua por faena, se obtuvieron de Cochilco. Las partidas relevantes para cuantificar el monto total de la inversión en una planta desaladora, lo componen la construcción de la planta, el bombeo y el transporte del agua (cañerías o "piping").

El estudio estimó una inversión de 140 mil dólares por litro de agua desalinizada/segundo de capacidad. Esto corresponde a la inversión total para asegurar 1 l/s de caudal en un horizonte de tiempo. Por lo tanto para convertir esta inversión en un valor anual es necesario "anualizar" el valor invertido.

Utilizando como supuesto que la empresa que realiza la inversión tiene un costo de oportunidad asociado a estos recursos y considerando un horizonte de tiempo de 20 años a una tasa de interés anual del 12% (valores usados según convención), es posible estimar el valor anual de la inversión realizada a través de la siguiente fórmula:

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Donde P es la inversión total, i la tasa de interés y n el horizonte de tiempo.

Al realizar la estimación se obtiene un valor anualizado A= US\$ 18.743 (l/s)

Sobre la base de la estimación anterior es posible establecer el valor del servicio ecosistémico agua consuntiva proporcionado por el Salar de Huasco multiplicando la recarga total de agua por el valor anual estimado a través del costo de sustitución:

Costo de sustitución x Recarga total del acuífero = Valor monetario agua consuntiva

$$\text{US\$ 18.743 (l/s)} \times \text{1.000 (l/s)} = \text{US\$ 18.743.000}$$

La anterior es una estimación para toda la cuenca debido a que la provisión de éste servicio depende de procesos y funciones que tienen lugar en toda su extensión.

Por lo tanto y considerando una superficie total para la cuenca de 14.710 km² (147.100 há), se arriba a un valor unitario para el servicio en la Cuenca del Salar de Huasco de **US\$ 127,4/ há.**

1.3. Recreación y Turismo

Para la estimación de este servicio ecosistémico se utilizó el método de valoración contingente, sobre la base de la información recogida en las encuestas realizadas durante la campaña en terreno realizada en el mes de Septiembre del 2011 (ver Anexo N° 2).

El resultado de las encuestas arrojó una disposición a pagar promedio por los visitantes estimada en \$5.462 por persona (equivalentes a US\$ 11). Por otra parte, la misma actividad mencionada anteriormente permitió estimar una visitación anual de 9.770 personas/año para el caso de éste humedal. Esto permite establecer que valor monetario anual para el servicio Recreación y Turismo proporcionado por el Salar del Huasco asciende a US\$ 107.470.

En consecuencia, y bajo el supuesto de que este servicio está concentrado en toda la superficie del humedal (5.100 há) el valor por há asociado a este servicio asciende a US\$ 21/há.

Cabe destacar que con la información recogida durante la campaña de terreno también se procedió a valorar el servicio ecosistémico Recreación y Turismo proporcionado por el humedal Salar de Huasco a través del método del costo de viaje. El valor estimado a través de este método alcanzó a \$243.000 por persona (equivalentes a US\$ 486). No obstante lo anterior, y adoptando un criterio conservador, se optó por utilizar el valor estimado a través del método de valoración contingente para calcular el valor monetario anual proporcionado por este servicio.

1.4. Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad

En el caso de este servicio se procedió a ajustar el valor de referencia obtenido en la recopilación bibliográfica utilizando para ello un factor que integra la percepción del equipo ejecutor respecto a distintos aspectos que determinan el grado de "naturalidad" de cada uno de los humedales estudiados. La información base para la elaboración de este ranking es aquella recopilada en fuentes secundarias y la levantada en la campaña de terreno e incluida en la caracterización de los humedales desarrollada en la sección III de este estudio. El factor de ajuste va entre 0 y 1 y los aspectos considerados para la elaboración de las categorías presentadas en la Tabla siguiente son: Nivel de protección o conservación, accesos, nivel de endemismo y nivel de intervención antrópica, entre los más relevantes.

Tabla. Factores de ajuste del valor del servicio ecosistémico Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad

Humedal	Factor de Ajuste	Observaciones
Salar de Huasco	1,0	Sitio Ramsar
Coposa	0,75	Actividades de conservación a cargo de Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi
Lirima	0,5	Sin actividades de conservación
Caya	1,0	En evaluación para ser incorporado a Ramsar

Fuente: Elaboración propia

El resumen de los servicios ecosistémicos del Salar de Huasco y su valor monetario se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 9. Servicios ecosistémicos identificados para el humedal Salar de Huasco y su valor monetario anual.

Bienes y Servicios ofrecidos por el Humedal Salar Huasco	Presencia	Método de Valoración	Valor /há* (US\$/há)	Valor Total Anual US\$
Servicios de aprovisionamiento				
Pastoreo extensivo	SI	Precio de Mercado	20,8	106.200
Abastecimiento de agua consuntiva	SI	Costo de sustitución	127	647.700
Productos bioquímicos y medicinales	NO	N/A	-	-
Recursos genéticos	SI	Transferencia de beneficios	112	571.200
Productividad primaria	NO	N/A	-	-
Servicios de regulación				
Regulación de la calidad del aire	NO	N/A	-	-
Regulación del Microclima	NO	N/A	-	-
Recarga y Descarga de acuíferos	NO	N/A	-	-
Protección contra la erosión	NO	N/A	-	-
Mitigación de riesgos naturales	NO	N/A	-	-
Regulación biológica	SI	Transferencia de beneficios	78	397.800
Servicios culturales y recreativos				
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales	SI	Transferencia de beneficios	25	127.500
Recreación y Turismo	SI	Valoración Contingente	21,1	107.470
Ciencia y educación	SI	Transferencia de beneficios	25	127.500
Servicio de soporte o apoyo				
Formación de suelos	SI	Transferencia de beneficios	10	51.000
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	SI	Transferencia de beneficios	200	1.020.000
TOTAL				3.156.370

* La superficie total del humedal asciende a 51 km² (equivalentes a 5.100 há)

2. HUMEDAL DE COPOSA

Se detalla en el punto siguiente las estimaciones del VET para el servicio ecosistémico Abastecimiento de Agua Consuntiva. Esta corresponde a la estimación que pudo realizar directamente el equipo de proyecto en función de la disponibilidad de información y recursos disponibles.

Cabe destacar que para efectos de la valoración sólo se ha considerado el sector denominado vertiente de Jachucoposa, el cual corresponde a un afloramiento de agua subterránea proveniente desde el sector Falla Pabellón y que da origen a 2 lagunas. De acuerdo con las estimaciones realizadas en terreno la superficie total de este sector alcanza a 7,0 há.

El resto de los servicios ecosistémicos y siguiendo las recomendaciones de los informes técnicos RAMSAR y la literatura relevante en el tema, fueron estimados a través de la metodología de transferencia de beneficios. Los valores monetarios utilizados en este caso corresponden a los recopilados en la revisión bibliográfica y presentados en la Tabla 7 de este informe.

2.1. Abastecimiento de agua consuntiva

Tomando como referencia el costo de sustitución estimado para el caso del humedal Salar Huasco y la información aportada por el balance hídrico de esta cuenca, es posible establecer el valor del servicio ecosistémico agua consuntiva proporcionado por el Salar de Coposa.

Costo de sustitución x Recarga total del acuífero = Valor monetario agua consuntiva
US\$ 18.743 (l/s) x 650 (lts/seg) = US\$ 12.182.950

La anterior es una estimación para toda la cuenca debido a que la provisión de este servicio depende de procesos y funciones que tienen lugar en toda su extensión. Por lo tanto y considerando una superficie total para la cuenca de 1.120 km² (112.000 has), se arriba a un valor unitario para el servicio en la Cuenca del Salar de Huasco de **US\$ 108,8/ há.**

El resumen de los servicios ecosistémicos del humedal de Coposa y su valor monetario se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 10. Servicios ecosistémicos identificados para el humedal de Coposa y su valor monetario anual.

Bienes y Servicios ofrecidos por el Humedal de Coposa	Presencia	Método de Valoración	Valor/há (US\$/há)	Valor Total Anual US\$
Servicios de aprovisionamiento				
Pastoreo extensivo	SI	Transferencia Beneficios ⁷	20,8	23.920
Abastecimiento de agua consuntiva	SI	Costo de sustitución	108,8	125.120
Productos bioquímicos y medicinales	NO	N/A	-	-
Recursos genéticos	SI	Transferencia de beneficios	112	128.800
Productividad primaria	NO	N/A	-	-
Servicios de regulación				
Regulación de la calidad del aire	NO	N/A	-	-
Regulación del Microclima	NO	N/A	-	-
Recarga y Descarga de acuíferos	NO	N/A	-	-
Protección contra la erosión	NO	N/A	-	-
Mitigación de riesgos naturales	NO	N/A	-	-
Regulación biológica	SI	Transferencia de beneficios	78	89.700
Servicios culturales y recreativos				
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales	SI	Transferencia de beneficios	25	28.750
Recreación y Turismo	SI	Transferencia de beneficios ⁸	21,1	24.265
Ciencia y educación	SI	Transferencia de beneficios	25	28.750
Servicio de soporte o apoyo				
Formación de suelos	SI	Transferencia de beneficios	10	11.500
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	SI	Transferencia de beneficios	150 ⁹	172.500
TOTAL				633.305

* La superficie total del humedal de Jachucoposa asciende a 7,0 há.

⁷ Transferencia de beneficios a partir del valor estimado para el humedal Salar de Huasco

⁸ Se utilizó el valor estimado a través de Valoración Contingente para el humedal Salar de Huasco

⁹ Valor ajustado según metodología explicada en el punto 1.4.

3. HUMEDAL DE LIRIMA

Se detallan en los puntos siguientes las estimaciones del VET para los servicios ecosistémicos Pastoreo Extensivo y Agua consuntiva. Estas corresponden a estimaciones que pudo realizar directamente el equipo de proyecto en función de la disponibilidad de información y recursos disponibles.

El resto de los servicios ecosistémicos y siguiendo las recomendaciones de los informes técnicos RAMSAR y la literatura relevante en el tema, fueron estimados a través de la metodología de transferencia de beneficios.

3.1. Pastoreo extensivo

Sobre la base de la información recogida en terreno el valor estimado de este servicio ecosistémico es el siguiente:

Tipo de ganado	N° de cabezas	Valor unitario (US\$)	Valor total (US\$)	Valor /há* (US\$/há)
Llamas y alpacas	200	66	13.200	
Ovejas	100	60	6.000	
Total			19.200	28,5

Fuente: Elaborado sobre la base de información obtenida en la campaña de terreno

* La superficie del humedal asciende a 6,74 km² (equivalentes a 674 há)

3.2. Abastecimiento de agua consuntiva

Tomando como referencia el costo de sustitución estimado para el caso del humedal Salar Huasco y la información aportada por el balance hídrico de esta, es posible establecer el valor del servicio ecosistémico agua consuntiva proporcionado por el humedal de Lirima según la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de sustitución} \times \text{Recarga total del acuífero} = \text{Valor monetario agua consuntiva}$$

$$\text{US\$ } 18.743 \text{ (l/s)} \times 300 \text{ (l/s)} = \text{US\$ } 5.622.900$$

La anterior es una estimación para toda la cuenca debido a que la provisión de éste servicio depende de procesos y funciones que tienen lugar en toda su extensión. Por lo tanto y considerando una superficie total para la cuenca de 170 km² (17.000 has), se arriba a un valor unitario para el servicio en la Cuenca del Salar de Lirima de **US\$ 33,1/há.**

El resumen de los servicios ecosistémicos del humedal de Lirima y su valor monetario se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 11. Servicios ecosistémicos identificados para el humedal de Lirima y su valor monetario anual.

Bienes y Servicios ofrecidos por el Humedal de Lirima	Presencia	Método de Valoración	Valor /há* (US\$/há)	Valor Total Anual US\$
Servicios de aprovisionamiento				
Pastoreo extensivo	SI	Precio de Mercado	28,5	19.200
Abastecimiento de agua consuntiva	SI	Costo de sustitución	33,1	22.309
Productos bioquímicos y medicinales	NO	N/A	-	-
Recursos genéticos	SI	Transferencia de beneficios	112	75.488
Productividad primaria	NO	N/A	-	-
Servicios de regulación				
Regulación de la calidad del aire	NO	N/A	-	-
Regulación del Microclima	NO	N/A	-	-
Recarga y Descarga de acuíferos	NO	N/A	-	-
Protección contra la erosión	SI	Transferencia de beneficios	245	165.130
Mitigación de riesgos naturales	NO	N/A	-	-
Regulación biológica	SI	Transferencia de beneficios	78	52.572
Servicios culturales y recreativos				
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales	SI	Transferencia de beneficios	25	16.850
Recreación y Turismo	SI	Transferencia de beneficios ¹⁰	21,1	14.221
Ciencia y educación	SI	Transferencia de beneficios	25	16.850
Servicio de soporte o apoyo				
Formación de suelos	SI	Transferencia de beneficios	10	6.740
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	SI	Transferencia de beneficios	100 ¹¹	67.400
TOTAL				456.761

* La superficie del humedal asciende a 6,74 km² (equivalentes a 674 há)

¹⁰ Transferencia de beneficios a partir del valor estimado en este estudio para el humedal Salar de Huasco

¹¹ Valor ajustado según metodología explicada en el punto 1.4.

4. HUMEDAL DE CAYA

Se detalla en el punto siguiente las estimaciones del VET para el servicio ecosistémico Abastecimiento de Agua Consuntiva. Esta corresponde a la estimación que pudo realizar directamente el equipo de proyecto en función de la disponibilidad de información y recursos disponibles.

El resto de los servicios ecosistémicos y siguiendo las recomendaciones de los informes técnicos RAMSAR y la literatura relevante en el tema, fueron estimados a través de la metodología de transferencia de beneficios. Los valores monetarios utilizados en este caso corresponden a los recopilados en la revisión bibliográfica y presentados en la Tabla 7 de este informe.

4.1. Abastecimiento de agua consuntiva

Tomando como referencia el costo de sustitución estimado para el caso del humedal Salar Huasco y la información aportada por el balance hídrico de esta cuenca, es posible establecer el valor del servicio ecosistémico agua consuntiva proporcionado por el Salar de Caya.

Costo de sustitución x Recarga total del acuífero = Valor monetario agua consuntiva

$$\text{US\$ 18.743 (I/s)} \quad \times \quad 150 \text{ (I/s)} \quad = \quad \text{US\$ 2.811.450}$$

La anterior es una estimación para toda la cuenca debido a que la provisión de éste servicio depende de procesos y funciones que tienen lugar en toda su extensión.

Cabe destacar que de acuerdo a estimaciones de realizadas por el Dr. Sergio Scott y consignadas en la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) para el humedal de Caya, la superficie del humedal propiamente tal asciende a 4 hás mientras que la superficie total de la cuenca asciende a 78 km² (7800 has).

Por lo tanto y considerando una superficie total para la cuenca de 7800 hás, se arriba a un valor unitario para el servicio en la Quebrada de Caya de **360 US\$ / há.**

El resumen de los servicios ecosistémicos del humedal de Caya y su valor monetario se presenta en la Tabla siguiente:

Tabla 12. Servicios ecosistémicos identificados para el humedal de Caya y su valor monetario anual.

Bienes y Servicios ofrecidos por el Humedal de Caya	Presencia	Método de Valoración	Valor /há* (US\$/há)	Valor Total Anual US\$
Servicios de aprovisionamiento				
Pastoreo extensivo	SI	Transferencia Beneficios ¹²	28,5	114
Abastecimiento de agua consuntiva	SI	Costo de sustitución	360	1.440
Productos bioquímicos y medicinales	NO	N/A	-	-
Recursos genéticos	SI	Transferencia de beneficios	112	448
Productividad primaria	SI	N/A	-	-
Servicios de regulación				
Regulación de la calidad del aire	NO	N/A	-	-
Regulación del Microclima	NO	N/A	-	-
Recarga y Descarga de acuíferos	NO	N/A	-	-
Protección contra la erosión	SI	Transferencia de beneficios	245	980
Mitigación de riesgos naturales	NO	N/A	-	-
Regulación biológica	SI	Transferencia de beneficios	78	312
Servicios culturales y recreativos				
Diversidad cultural. Patrimonio e identidad culturales	SI	Transferencia de beneficios	25	100
Recreación y Turismo	SI	Transferencia de beneficios ¹³	21,1	85
Ciencia y educación	SI	Transferencia de beneficios	25	100
Servicio de soporte o apoyo				
Formación de suelos	SI	Transferencia de beneficios	10	40
Hábitat de Vida Silvestre y Biodiversidad	SI	Transferencia de beneficios	200	800
TOTAL				4.419

* La superficie estimada del humedal asciende a 4,0 hás

¹² Transferencia de beneficios a partir del valor estimado para el humedal de Lirima

¹³ Transferencia de beneficios a partir del valor estimado en este estudio para el humedal Salar de Huasco

VI. CONCLUSIONES

El presente estudio abordó valoración de los servicios ecosistémicos relevantes proporcionados por cuatro humedales altoandinos ubicados en la Comuna de Pica.

La metodología para el logro de este objetivo general consistió primero en la identificación de los servicios ecosistémicos proporcionados por cada uno de los humedales en estudio, la cual plasmó las características de los humedales (procesos y componentes ecológicos) en una lista detallada –dentro de las posibilidades y alcances del estudio- de servicios que posteriormente fueron valorados en términos monetarios.

Específicamente, para la identificación de los servicios ecosistémicos relevantes proporcionados por los humedales en estudio se implementaron las siguientes actividades:

- a) Recopilación y Análisis de información bibliográfica y de terreno (incluye aquella presentada en la caracterización de los humedales de este estudio)
- b) Recopilación y análisis de información primaria a través de encuestas para la elaboración de la matriz de bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales en estudio (Ver Anexo N°2)
- c) Recopilación y análisis de información primaria a través de la entrevista a expertos y actores relevantes para la elaboración de la matriz de bienes y servicios ecosistémicos proporcionados por los humedales en estudio

Posteriormente, se realizó la valoración económica de los distintos servicios ecosistémicos que ellos proporcionan. Para esto se realizó una revisión bibliográfica que permitió caracterizar y seleccionar las distintas técnicas de valoración disponibles y sus posibilidades de aplicación a los distintos servicios ecosistémicos identificados.

En términos de resultados, el valor del flujo anual de los servicios ecosistémicos que proveen los humedales evaluados en este estudio correspondió a US\$ 3.156.370 (equivalentes a 619 US\$/há) para el caso del humedal Salar de Huasco, US\$ 633.305 (equivalentes a 551 US\$/há) para el caso del humedal de Coposa, US\$ 456.761 (equivalentes a 678 US\$/há) para el caso del humedal de Lirima y US\$ 4.419 (equivalentes a 1.105 US\$/há) para el caso del humedal de Caya.

De esta manera el valor total anual de los servicios ecosistémicos aportados por los cuatro humedales en estudio asciende a US\$ 4.250.855. Esto equivale a que cada hectárea de los humedales valorados genera anualmente el equivalente a US\$ 614 a través de los servicios que sus ecosistemas proveen.

Los valores anuales estimados en este estudio constituyen en general valores conservadores. Esto, debido a que la carencia de información completa y sistematizada sobre los humedales altoandinos y los servicios que sus ecosistemas aportan, además de las limitaciones de tiempo y recursos involucrados en este tipo de estudios han permitido valorar sólo una fracción del valor potencial de estos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

ACEITUNO, P. (1993) Aspectos generales del clima en el altiplano sudamericano. II Simposio internacional de estudios altiplánicos. Arica, Chile.

ACEITUNO, P., MONTECINOS, A. (1992) Precipitación en el altiplano sudamericano: Variabilidad interanual e interestacional y variables asociadas. En: Anales del I Congreso Iberoamericano de Meteorología. España. 10 pp.

AHUMADA M., FAUNDEZ L. (2001). Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile. DEPROREN, SAG. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 98 pp.

AHUMADA M., FAUNDEZ, L. (2009). Guía descriptiva de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres de la ecorregión altiplánica (SVAHT). DEPROREN, SAG. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 112 pp.

ANIELSKI, M., WILSON, S. (2005), Counting Canada´s Natural Capital: Assessing the Real Value of Canada´s Boreal Ecosystems. The Pembina Institute.

AZQUETA OYARZÚN, D. (1994) Gestión y valoración de proyectos de recursos naturales. Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social – ILPES. CEPAL, Santiago de Chile.

AZQUETA OYARZUN, D. (1994 b) Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Mc Graw Hill/Interamericana España. Madrid.

AZQUETA OYARZUN, D.; Pérez y Pérez, L. (1996) Gestión de espacios naturales. La demanda de espacios recreativos. Mc Graw Hill/Interamericana España. Madrid.

AZQUETA OYARZUN, D. (2002). Introducción a la Economía Ambiental. Mc Graw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid

BANCO MUNDIAL (1998) Economic Analysis and Environmental Assessment. Environmental Assessment Sourcebook Update. Environment Department. Update Binder. Chapter 4. No.23

BANCO MUNDIAL (2004). Beyond Economic Growth. Students Book. Washington. USA. <http://www.worldbank.org/depweb/english/beyond/global/beg-en.html>

BANCO MUNDIAL (2004) How much is an ecosystem worth? Assessing the economic value of conservation. Working Paper No. 30893. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2004/12/07/000012009_20041207120119/Rendered/PDF/308930PAPER0Ecosytem0worth01public1.pdf

BATEMAN, J., CARSON, R., DAY, B., HANNEMAN, M., HANLEY, N., HETT, T., JONAS-LEE, M., LOOMES, G., MOURATO, S., OZDEMIROGLU, E., PEARCE, D., SUGDEN, R. y SWANSON, J. (2002) Economic valuation with stated preference techniques : a manual. Edward Elgar Publishing. Reino Unido. 238 pp.

BARBIER, E.B., ACREMAN M.C. & KNOWLER, D. (1997) Valoración económica de humedales: guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

BRANDER, L.M., FLORAX, R. & VERMAAT, J.E. (2003) The Empirics of Wetland Valuation: A Comprehensive Summary and a Meta-Analysis of the Literature. Informe No. W-03/30, Institute for Environmental Studies, Amsterdam.

CARSON, R. T. (1999) Contingent Valuation: A user's guide. University of California, San Diego. Department of Economics. Discussion Paper 99-26.

CED (2005) Asesoría de apoyo para la actualización de zonificación de la cuenca del salar del Huasco y su inserción en la macrozonificación del plan regulador comunal de pica. Disponible en:
<http://www.ceh.cl/GEFSDH2010/GEFpdf/Informe%20de%20Avance/ANEXO-01-INFORME-ZONIFICACION.PDF>

CED (2006) Informe final del proyecto CHI/01/G36, Conservación de la biodiversidad y manejo sustentable del salar del Huasco, región de Tarapacá, Chile.

Centro de Ecología Aplicada (2006). Informe Final Consultoría: Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/textoshu/index/assoc/HASHc3f1.dir/CONAMA-HUM0004.pdf>

COSTANZA, R., FARBER, S.C. & MAXWELL, J. (1989) Valuation and management of wetland ecosystems. *Ecological Economics* 1: 335-361.

DE GROOT, STUIP, FINLAYSON, & DAVIDSON. (2007). Valoración de humedales. Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales. Informe Técnico de Ramsar núm. 3 Núm. 27 de la serie de publicaciones técnicas del CBD.

ECOSYSTEM VALUATION (2006) Site funded by US Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service and National Oceanographic and Atmospheric Administration. www.ecosystemvaluation.org

EVRI (Environmental Valuation Reference Inventory) <http://www.evri.ec.gc.ca/>

FASCIOLO, G. (2002) Método de Costo de Viaje (MCV). Instituto Nacional del Agua. Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua.

FASCIOLO, G. (2002) Método de Valoración Contingente (MVC). Instituto Nacional del Agua. Centro de Economía, Legislación y Administración del Agua.

FAUNDEZ L. (2004) Tercer Informe del proyecto CHI/01/G36, Conservación de la biodiversidad y manejo sustentable del salar del Huasco, región de Tarapacá, Chile.

FAUNDEZ L. (2005) Descripción vegetacional Salar del Huasco, I Región de Tarapacá., Chile. 13 pp.

FAUNDEZ L., (2009) Caracterización vegetacional de los bofedales de Lirima y Quebrada Caya, región de Tarapacá, Chile. 69 pp.

FIELD, C.; FIELD, M. (2003) Economía Ambiental. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España.

FREEMAN III, A. M. (1993) The measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods. Resources for the future, Washington.

GAJARDO, R. (1994) La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Edit. Universitaria, Santiago. 166 pp.

Guijt, I. & Hinchcliff e, F. (eds.) 1998. Participatory valuation of wild resources: an overview of the hidden harvest methodology. IIED, Londres.

KAHNEMAN, D.; KNESTSCH, J.L.; THALER, R.H. (1990) Experimental test of the endowment effect and the Coase Theorem. *Journal of Political Economy*, 98 (6). Pp. 1325-1348.

KRUTILLA, J. V. (1967) Conservation Reconsidered. *American Economic Review*, 1967. Vol. 57. Issue 4.

LEDOUX.L. (2004) Wetland valuation: state of the art and opportunities for further development. CSERGE Working Paper PA 04-01

LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2006) Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 316 pp.

MARTÍNEZ ALIER, J. (1998) Curso de Economía Ecológica. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Serie de Textos Básicos para la Formación Ambiental N° 1.

MARTÍNEZ ALIER, J. (1999) Introducción a la economía ecológica. Rubes Editorial, S.L. España. ISBN 84-497-0073-6

MC FADDEN, D. (1996) Rationality for economists? University of California, Berkeley. Department of Economics.

MITCHELL, R. C.; CARSON, R.T. (1989) Using surveys to value public goods: The Contingent Valuation Method. Resources for the Future, Washington DC.

MITSCH, W.J. AND J.G. GOSSELINK (2000) Wetlands, 3rd Ed. John Wiley & Sons, New York. 920 pp.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (2003) Concepts of Ecosystem Value and Valuation Approaches. *Ecosystems and Human Well-Being. A Framework for Assessment* Pp. 127-147. Island Press

O'DOHERTY, R. (2001) The Contingent Valuation Method. University of East Anglia and University College London. CSERGE Working Paper PA 93-01. ISSN 0967-8875

PIMENTEL, D. & WILSON, C. (1997) Economics and environmental benefits of biodiversity. *BioScience* 47(11):747-58.

PENNA, J.; CRISTECHE, E (2007) "La Valoración de Servicios ambientales: Diferentes Paradigmas.", PE 1732, Documento No. 01, Diciembre 2007.

SEEA (2003) Integrated Environmental and Economic Accounting. Handbook of National Accounting. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organization for Economic Co-operation and Development, World Bank.

SEN, A. (1967) Isolation, Assurance and the Social Rate of Discount. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 81, No. 1, pp. 112-124

SQUEO, F., et. al. (2006) Productividad y Diversidad Florística de la Vega Tambo. Geocológica de los Andes desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui. Universidad de la Serena. Chile.

STUIP, M.A.M, BAKER,C.J. & OOSTERBERG, W. (2002) *The socio-economics of wetlands*. Wetlands International y RIZA, Wageningen (Países Bajos). 35pp.

TEILLIER, S. (1998) Flora y vegetación alto-andina del área de Collaguasi-Salar de Coposa, Andes del norte de Chile. Revista Chilena Hist. Nat. 71: 313-329.

TOLEDO, X y ZAPATER, E. (2001) Geografía general y regional de Chile. Editorial universitaria. Santiago. Chile. 443 pp.

TURNER, K. R.; PEARCE, D.; BATEMAN, I (1993) Environmental Economics. An Elementary Introduction. The John Hopkins University Press – Baltimore.

TURNER, R. K.; PAAVOLA, J.; COOPER, P.; FARBER, S.; JESSAMY, V.; GEORGIU, S. (2003) Valuing Nature: lessons learned and future research directions. Ecological Economics 46. pp.439-510

WOODWARD, R.T. (2001) The economic value of wetland services: meta-analysis. Ecological Economics 37:257-70.

ANEXO N° 1. Métodos de valoración de servicios ecosistémicos

Se presenta a continuación un análisis de los distintos métodos de valoración disponibles en la literatura del ámbito de la economía ambiental, describiendo de manera detallada la forma de aplicación y las ventajas y limitaciones de cada una de ellas. En general estos métodos de valoración se pueden agrupar en métodos indirectos y métodos directos.

Los métodos de valoración monetaria o financiera utilizados para la estimación del valor monetario de servicios ecosistémicos pueden agruparse en tres categorías principales:

- 1) Métodos de valoración de mercado directa;
- 2) Métodos de valoración de mercado indirecta y
- 3) Métodos de valoración basada en encuestas

1. MÉTODOS DE VALORACIÓN DE MERCADO DIRECTA

Se utilizan cuando existen mercados explícitos para los bienes y servicios ecosistémicos que se quiere valorar.

1.1. Precio de mercado

Es el valor de cambio que tienen los servicios de los ecosistemas cuando se comercializan, aplicable principalmente a las funciones de producción, pero también a algunas funciones de información (p. ej., recreación) y funciones de regulación (p. ej., servicios de regulación del agua).

Limitaciones

Las imperfecciones del mercado y las deficiencias en las políticas distorsionan los precios de mercado.

1.2. Cambio en productividad

Este método indirecto se basa en la relación que existe entre el atributo ambiental y los bienes y/o servicios existentes en el mercado. Estos bienes son consumidos por las personas, lo que les provoca utilidad. Un cambio en el atributo ambiental implicará una variación en la producción del bien con que éste está relacionado, lo que afectará el bienestar o utilidad de las personas.

Entonces, el método busca valorar el impacto ambiental o el recurso natural a través de valorar el efecto que éste tiene en la producción, en el costo o en las ganancias generadas por otro bien que sí tiene mercado. Este efecto en la producción de otro bien o servicio implica un cambio en el bienestar de las personas, y a través de la valoración de ese cambio en bienestar se obtiene una aproximación del valor de ese impacto ambiental.

Un ejemplo de aplicación del método lo constituye el caso de la calidad del agua y la producción agrícola. Si la calidad del agua disminuye debido a una contaminación con metales pesados, existirá una disminución en los rendimientos, lo que se traduciría en mayores costos de producción, y por ende, un mayor precio del producto. Esto

finalmente afecta a las personas que deberán pagar un mayor precio por el producto, disminuyendo con ello su utilidad.

Aplicación del método

La aplicación de este método puede dividirse en dos etapas, primero se debe realizar la determinación del efecto físico y luego, la estimación monetaria de dicho efecto.

1) La determinación de los efectos físicos puede ser obtenida por:

-Resultados de investigaciones o pruebas de laboratorio. En algunos casos se puede llegar a obtener funciones de daño, las cuales facilitan la estimación. Un ejemplo de estas estimaciones es la determinación de efectos de contaminación marina en población de peces y pesquerías.

-Experimentos controlados en los cuales se inducen directamente los efectos de factores ambientales. Un buen ejemplo corresponde a la experimentación de campo en los efectos de distintos contaminantes sobre la producción agrícola.

-Técnicas de regresiones estadísticas, cuyo objetivo es aislar la influencia de un efecto en particular desde un grupo de varios efectos.

Es importante destacar que, independiente de la forma de estimar el efecto físico, se debe tener presente que siempre existirá un efecto ambiental natural que deberá ser controlado. Un claro ejemplo de esta situación es el efecto de la erosión de suelos agrícolas; siempre se deberá considerar que existe una tasa de erosión natural y una erosión provocada por las labores agrícolas.

2) La valoración monetaria se realiza utilizando los precios de mercado, esto se facilita cuando el mercado es bien comportado y cuando el efecto en producción no es lo suficientemente grande como para afectar los precios de los bienes. En los casos en que el mercado presenta distorsiones, como monopolio, control de precios o protecciones, la utilización directa de los precios actuales implicará mucho error, y no estará reflejando la verdadera valoración de las personas.

En el caso de que el efecto en producción implique cambios en los precios, deberá estimarse el nuevo precio de equilibrio para valorar el cambio en producción. Además, en este caso, deberá incluirse el efecto en el cambio del excedente del consumidor.

Limitaciones

Esta técnica ha sido muy utilizada, porque es de fácil comprensión. El hecho de que se basa en el comportamiento observado de mercado, permite una mejor comprensión para quienes toman las decisiones, al mismo tiempo que considera la producción de bienes y servicios, ítems que potencialmente entran en el PIB, en los presupuestos de las firmas y de los hogares. Al igual que los otros métodos descritos, esta técnica no está exenta de limitaciones, algunas de las cuales ya se han identificado.

(1) El establecimiento de las relaciones entre el atributo ambiental y el efecto que produce puede ser muy complejo. Las relaciones causa-efecto, generalmente, están en función de los supuestos hechos. Esto significa que el valor determinado dependerá de los supuestos definidos a priori. También debe considerarse que las relaciones físicas que se establecen no siempre son extrapolables, es decir, las relaciones de causalidad determinadas en países desarrollados no siempre podrán ser directamente aplicables en los países en desarrollo, ya que existen factores inherentes a las condiciones de cada uno que pueden ser muy distintas.

(2) Como se mencionó anteriormente, en algunos casos es muy difícil determinar el efecto individual de un atributo ambiental de un conjunto de ellos. Por ejemplo, la contaminación aérea surge de varias fuentes y no siempre será posible aislar el efecto de un contaminante en particular, además pueden existir efectos sinérgicos que no podrían ser captados.

(3) Cuando los efectos en producción se traducen en cambio substanciales en los mercados, los requerimientos de información son muy altos, y en el caso de países en desarrollo, mucha de la información de mercado es difícil de obtener e incluso en algunos casos, no existe.

(4) Las relaciones de causa-efecto que se establecen definen la situación con y sin, pero en la naturaleza muchas veces los procesos ambientales son graduales lo que dificulta la asociación de efectos precisos a acciones precisas.

(5) En los casos en que los cambios en producción impliquen modificaciones importantes en el mercado, pueden verse afectados bienes y/o servicios sustitutos y complementarios del bien en cuestión. Hasta ahora esos efectos secundarios o de segunda vuelta no han sido considerados.

2. MÉTODOS DE VALORACIÓN DE MERCADO INDIRECTA

Cuando no existen mercados explícitos para los servicios, es necesario recurrir a medios más indirectos de determinación de valores. Pueden utilizarse varias técnicas de valoración para determinar la disposición a pagar (demostrada) o la disposición a aceptar compensación por la disponibilidad o pérdida de estos servicios:

2.1 Gasto en Mitigación

El gasto en mitigación (GM), también llamado por algunos autores como gasto en prevención y mitigación, es un método indirecto que se basa en el comportamiento que desarrollan las personas, a través de su toma de decisiones, para prevenir y/o mitigar los impactos ambientales negativos a que son expuestas. Es decir, cuando los individuos se ven afectados por una disminución en la calidad del ambiente, como puede ser un aumento en el nivel de contaminación aérea, podrán decidir la compra de purificadores de aire que les permita mitigar el efecto de la contaminación. Otro ejemplo se da en el caso de tener agua de bebida de baja calidad, donde las personas utilizan filtros para poder beber el agua.

Este método intenta cuantificar lo que la gente está dispuesta a gastar para prevenir la degradación de la calidad del ambiente. Es decir, busca inferir la disposición a pagar mediante el gasto en bienes de mercado que realizan los individuos para contrarrestar la menor disponibilidad de bienes proporcionados por el medio ambiente natural. En este sentido, se considera que el individuo estará dispuesto a gastar hasta que el costo marginal de mitigar sea igual al mayor valor que asigna al bien ambiental.

El supuesto básico de este método consiste en que los insumos utilizados en la mitigación no proporcionan satisfacción por sí mismos, sino que a través de los efectos producidos en los atributos ambientales. Esto significa que el gasto realizado en el purificador de aire o el doble vidrio corresponde sólo al efecto mitigante que ellos tienen, y no a otros beneficios que puedan producir, como belleza y decoración. En los casos en que no se cumple este supuesto, es decir, que pago más por un doble vidrio que presenta una mejor estética en relación a uno corriente que otorga el

mismo nivel de protección contra el ruido, no se debe considerar que todo el monto gastado corresponde a mitigar el impacto negativo del ruido, también se está realizando un gasto adicional por estética. Se debe tener cuidado de no quebrantar este supuesto, ya que ello implicaría sobrestimar el valor del atributo ambiental.

Sin duda que este método es una aproximación a la valoración que las personas tienen del atributo ambiental, ya que el costo de la mitigación puede no tener relación alguna con la verdadera valoración. Es decir, siguiendo el ejemplo de la contaminación acústica, el gasto de colocar un doble vidrio depende del valor de éste en el mercado, el cual está en función de varios factores que pueden no estar relacionados con lo que la persona estaría dispuesta a pagar para evitar el ruido.

Si se está en una situación extrema en donde es tal el ruido de la ciudad que todas las personas desean instalar doble vidrio, lo que provoca un cambio en la demanda afectando el precio del doble vidrio, se estaría en el caso en que el mercado estaría reflejando el valor que las personas otorgan al atributo ambiental.

El individuo realizará el gasto en mitigación si es que el beneficio que le proporciona la mitigación (mayor calidad ambiental) sea mayor que el costo en el que debe incurrir. Si generalizamos este análisis a la sociedad, se puede decir que a la sociedad le beneficia económicamente mitigar hasta el punto en que el beneficio de mitigar es igual al costo de hacerlo. Entonces, existe un nivel óptimo económico de mitigación, es decir, existe un punto en el cual es posible maximizar los beneficios económicos de mitigar, sujeto a la restricción presupuestaria. En otras palabras, cuando existe la posibilidad de mitigar un daño ambiental, no necesariamente se debe llegar a cero nivel de daño, ya que esto puede significar un costo demasiado alto para la sociedad.

Lo anterior puede señalarse en un ejemplo de contaminación en Santiago. Llevar la emisión de partículas a nivel cero significaría cerrar industrias, eliminar transporte y pavimentar todas las calles urbanas. Sin duda esto, tiene un costo demasiado alto para la sociedad, que supera con creces el beneficio económico que puede implicar cero nivel de contaminación. Entonces, se puede decir que, dado que existe una restricción presupuestaria, existirá un nivel óptimo económico de contaminación.

Este nivel óptimo se define como el punto en que el daño marginal prevenido (o beneficio marginal de la mitigación) iguala al costo marginal del control del daño. En los casos en que exista una legislación vigente, será óptimo mitigar el daño hasta el nivel que la ley (o norma) contemple como permisible. En ese caso la aproximación del valor del atributo ambiental estará dado por el gasto de mitigar hasta el nivel permisible. En este análisis se supone que la norma fue definida considerando un nivel de óptimo para la sociedad.

En los casos en que no existe una norma establecida para determinar el nivel óptimo de mitigación es necesario hacer un análisis costo beneficio, para lo cual se debe contar con una función continua del deterioro del índice ambiental. Debido a la limitada disponibilidad de información es muy difícil llegar a estimar ese nivel óptimo. En los casos en que no sea posible contar con los datos requeridos será imposible determinar el nivel óptimo.

Un caso especial de GM lo constituye el comportamiento que busca la utilización de productos sustitutos. En ese caso se mitiga el daño consumiendo un producto que sea capaz de sustituir el atributo ambiental. Un ejemplo sería la compra de agua envasada en lugares donde el agua de bebida está contaminada.

El concepto de GM está muy relacionado con el de costo de reposición, es así que los gastos efectuados para mitigar un daño ambiental que ya ha ocurrido pueden ser considerados indistintamente de las dos maneras. Sin embargo, para un mejor entendimiento se puede definir a priori que un GM corresponderá a aquellos gastos realizados *ex-ante* de que el efecto ambiental sea percibido por las personas.

El GM es útil en la valoración de efectos físicos fácilmente identificables, que son bienes percibidos por las personas y para los cuales existe la posibilidad de prevenirlos y/o reducirlos.

Aplicación del método

Para aplicar el método primero se debe identificar claramente el atributo ambiental a valorar y luego se requiere de observaciones directas de las medidas de mitigación reales que enfrentan las personas, empresas o instituciones para protegerse de los efectos ambientales negativos o riesgos asociados a éstos.

Luego, se estiman los costos de realizar dichas medidas par estimar el gasto en mitigación total. Cuando no existen datos (información) observables se deben realizar estimaciones de las posibles medidas mitigatorias, y de los costos en que se debería incurrir para efectuarlas.

Limitaciones

(1) Ignora el excedente del consumidor, por lo cual GM entregará siempre una estimación del valor del impacto ambiental.

(2) Una limitación es el supuesto de que el gasto realmente ocurre. Esto es razonable para empresas y/o individuos bien informados, con una idea clara de los beneficios y costos de sus acciones. Las personas, en cambio, pueden no realizar el gasto de mitigación por no saber el riesgo ambiental al que están expuestas, o en una otra situación las personas no saben cómo mitigar el impacto ambiental.

(3) Esta estimación de valor está restringida por la capacidad de pago de la población en riesgo. Este problema se ve aún más claro en los países en desarrollo, donde puede existir la disposición a gastar en protección, pero son gastos no realizables por la restricción presupuestaria. En situaciones donde la distribución del ingreso es muy sesgada, se debe tener mucho cuidado con generalizar valores a partir de información sesgada.

(4) El supuesto de que no hay beneficiarios secundarios asociados a GM, puede producir sobre estimaciones. Por ejemplo, el doble vidrio no sólo protege del ruido, sino que también permite aislación térmica; una plantación forestal no sólo protege de la erosión, sino que también produce frutos y leña.

(5) Cuando los cambios ambientales son recientes o han ocurrido en forma muy rápida, las consecuencias totales de los cambios o daños ambientales pueden ser sólo percibidos por las personas afectadas directamente en el corto plazo. En esos casos un nivel observado de GM puede ser una mínima estimación del valor del daño, ya que el universo de personas afectadas en el largo plazo puede ser mayor, y ese valor no se estaría percibiendo.

2.2. Costo de Reposición o Restauración

El método de costo de reposición (CR) considera lo que se gasta en restaurar y en devolver a su estado original el sistema ambiental que ha sido alterado, como una aproximación del valor que se le otorga a ese bien ambiental.

Las personas son afectadas por un impacto ambiental negativo, ven modificado o alterado su bienestar y, por lo tanto, alcanzan un nivel de utilidad inferior. Sin embargo, en algunos casos existe la opción reponer y/o reconstituir en la medida de lo posible, el atributo ambiental alterado. Si se considera que las personas toman decisiones racionales, intentarán regresar la característica ambiental a su estado original, para volver a alcanzar el nivel de utilidad inicial. El costo de reposición queda definido como el costo del volver el atributo ambiental a su condición inicial para que la persona alcance su función de utilidad inicial.

Entonces, una vez que se ha producido un daño o efecto ambiental, se estima como podría volverse al estado inicial y el costo que ello implica. Cuando la reposición se ha realizado se considera que un atributo ambiental vale, al menos, lo que costó reponerlo a su situación original. Pero, en los casos en que la reposición no se ha realizado el costo de reposición puede estar subestimando o sobreestimando el valor del atributo.

La aplicación de este método, al igual que GM, requiere de la existencia de efectos físicos que sean evidentes y que tengan la posibilidad de restaurarse. En la medida en que esta condición no se da, la valoración del impacto o atributo ambiental estará más alejada de la realidad.

Un caso especial de CR es la reubicación de los individuos, es decir, las personas que son afectadas por un cambio en un atributo ambiental se trasladan del área de conflicto. El gasto que ello genera se considera como el costo de reponer la condición ambiental inicial y con éste se valora el atributo ambiental.

Otro caso especial corresponde a los proyectos sombra o compensatorios, en los cuales el daño ambiental esperado de una actividad es compensado por la inclusión de un proyecto que podría reemplazar la pérdida del servicio ambiental. El concepto que está detrás del proyecto sombra se refiere a buscar una alternativa que sea capaz de reponer el daño provocado por un proyecto de desarrollo. No siendo necesario devolver al ambiente su condición inicial, sino que más bien determinando cómo se puede compensar la pérdida de utilidad inducida por el impacto ambiental a través del desarrollo de otros proyectos que permitan a las personas alcanzar los niveles de utilidad iniciales. Los ejemplos más clásicos de estos proyectos sombras son la implementación de planes de desarrollo comunales, financiados con recursos privados de empresas que operan en la comuna y que cuya actividad productiva genera efectos ambientales negativos a la comunidad.

Se debe tener en cuenta a la hora de aplicar este método, que esta estimación de valor no tiene una clara relación con lo que la gente valora el atributo ambiental, ya que no requiere que la gente desembolse ese gasto. Tan sólo dice que un atributo ambiental cuesta lo que vale devolverlo a su condición original, para que las personas alcancen su nivel de utilidad inicial.

Este método estima el costo de reponer, es decir, considera los precios de mercado de los insumos necesarios para sustituir el bien o atributo preexistente, y ese precio de mercado puede no tener ninguna relación con la valoración que las personas tienen del atributo en sí. Los precios de mercado de los insumos y servicios requeridos para reponer el atributo o la condición ambiental están determinados por otros factores, como son lo sofisticado de las tecnologías requeridas y la mano de obra especializada, entre otros. Esto implica que el costo de reposición puede estar sobre o bajo la

valoración que las personas tienen del atributo en cuestión. Por ejemplo, el costo de reponer una hectárea de bosque nativo valdiviano, puede estar por debajo de la valoración que las personas tienen de él, ya que contiene características de paisaje y de recreación que son muy valoradas por las personas, con lo cual este método estará subestimando el valor. Al mismo tiempo, el costo de reponer una hectárea de bosque nativo esclerófilo puede llegar a ser mucho más alto de lo que las personas lo valoran, ya que tiene un aporte recreativo y de paisaje mucho menor, y en ese caso se estaría sobrestimando su valor.

También es importante considerar que el ambiente tiene un grado de complejidad bastante alto, por lo cual, en la mayoría de los casos la condición original no podrá ser alcanzada en su totalidad. Para el mismo caso del bosque, se estima el valor de reponer hoy una hectárea de bosque de 50 años que fue destruido, pero es imposible volverlo su condición original, tan sólo se podrá replantar, pero no se llegará a reconstituir el ecosistema, por lo cual no se podrá volver a alcanzar el nivel de utilidad inicial de las personas afectadas. Entonces, el CR estima sólo el costo de la restauración posible.

Aplicación del método

Se identifica el atributo o daño ambiental que se desea valorar, luego, en base al análisis de expertos, se estiman los requerimientos de insumos físicos y servicios idóneos para restaurar la condición ambiental inicial. En una segunda etapa, los insumos físicos y los servicios son valorados a precio de mercado, con lo cual se obtiene el costo total de reponer el daño y volver a la situación inicial.

Luego, el costo de reposición es considerado como una estimación del valor de ese atributo ambiental o recurso natural. El grado de validez de esta estimación del atributo ambiental dependerá del grado de restauración que presenta el sistema o atributo ambiental analizado.

Limitaciones

Este método presenta algunas limitaciones, bastante similares a las del método GM.

(1) En muchos casos puede no tener relación con la valoración que hacen las personas del atributo, ya que la valoración de la restauración se basa en los precios de mercado de los insumos requeridos para la reposición, los que no tienen por qué reflejar la valoración del atributo ambiental.

(2) No siempre es posible restituir o compensar todos los impactos ambientales. Muchos de los daños pueden no ser percibidos completamente, porque aparecerían en el largo plazo, o simplemente muchos de ellos no son conocidos por la gente.

(3) Este método es una mala aproximación para valorar impactos o recursos insertos en sistemas ecológicos complejos, ya que la reposición de estos sistemas es imposible, y el método sólo considera la reposición de aquellos elementos del sistema que pueden ser adquiridos en el mercado.

2.3. Método de Precios Hedónicos

Algunos bienes ambientales pueden ser considerados como atributos de otros bienes que son transados en el mercado. Ejemplos de esto lo constituyen algunas características de los bienes inmuebles como el nivel de ruido o cercanía a calles ruidosas, nivel de contaminación del aire y acceso a parques o vistas escénicas. El

bien raíz reflejará la calidad del atributo en su precio, generándose, de esta forma, una demanda implícita por el bien ambiental. Con este método se pretende conocer aquella parte del precio que se debe a los atributos del bien raíz, cuanta gente está dispuesta a pagar por un cambio en el bien ambiental y cual es el valor social asociado a un cambio en el nivel del bien ambiental.

Aplicación del método

La estimación del efecto del bien ambiental en el precio del inmueble se realiza a través de una estimación econométrica usando una regresión múltiple. La información puede ser tomada de diversas formas: de un conjunto de viviendas de características similares durante un período de tiempo determinado (*i.e.* series de tiempo), tomando una zona más amplia en un momento del tiempo (*i.e.* corte transversal) o mezclando ambos tipos de información (*i.e.* datos de panel). Los cortes transversales aparecen como la forma más usada por los investigadores. Esto se debe a que el control de los demás factores en el tiempo resulta mucho más complicado. De todas maneras es necesario controlar las otras características de la propiedad, incluyendo aquí todas aquellas que puedan reflejar una diferencia en el precio, a saber: número de habitaciones, tamaño y tipo de construcción y antigüedad entre otras. De esta forma la ecuación hedónica sería:

$$Ph_i = Ph (Si, Ni, Qi)$$

Donde Ph_i = precio de la *i*ésima residencia
 Ph = función de precio
 Si = características estructurales de la residencia
 Qi = característica atractivas de la residencia

La aplicación más común en bienes raíces es en contaminación del aire, donde generalmente se miden niveles de dióxido de nitrógeno, anhídrido sulfuroso, ozono y partículas en suspensión. Pero esta metodología también se ha aplicado a casos de contaminación acústica. Otras aplicaciones han sido aquellas que relacionan el riesgo físico de un determinado trabajo con el nivel de sueldo para estimar el valor de una vida estadística; este método es el de salarios hedónicos.

Limitaciones

La desventaja de este método es que sólo puede aplicarse cuando los consumidores están conscientes de los beneficios o costos ambientales y pueden ubicar libremente su lugar de residencia o de recreación eligiendo así la combinación de atributos preferida. En efecto, si ellos no perciben los efectos ambientales estos no afectaran su decisión de compra, arriendo o visita (en el caso de parques) del bien. Por lo tanto, la característica ambiental no se verá reflejada en el mercado de propiedades.

Esta metodología puede conducir a una sobrestimación de los beneficios resultantes de una mejora en el atributo ambiental. Para evaluar el grado de sobrestimación algunos economistas han llevado a cabo ejercicios de simulación, en donde se ha encontrado que la estimación hedónica puede ser dos o tres veces la verdadera máxima disposición a pagar. Sin embargo, estos ejercicios no consideran todas las complicaciones de los hechos reales, por lo que resulta adecuado comparar los resultados con los obtenidos en estudios realizados con otras metodologías. Al comparar los resultados con aquellos obtenidos en investigaciones realizadas con

métodos que se basan en cuestionarios, se encontraron algunos casos donde se subestimaban los beneficios.

Frente a esto es recomendable contrastar los resultados obtenidos por este método con aquellos resultantes del uso de otras metodologías. Además, Rosen (1974) propone en su artículo un procedimiento de dos etapas para solucionar este problema. Si bien, la aplicación de este procedimiento requiere el uso de avanzadas técnicas, éste sigue siendo una forma de evitar el mencionado sesgo.

Otros problemas presentes en los métodos hedónicos son aquellos relacionados con la estimación econométrica. Producto de la gran cantidad de variables que son incluidas en las ecuaciones es probable encontrar problemas de multicolinealidad, los cuales pueden ser agravados cuando existen relaciones directas entre la variable ambiental y las características de los inmuebles o de los barrios. Al respecto algunos estudios sugieren que si bien se deben incluir todas las variables relevantes, a veces puede ser conveniente excluir aquellas que no hacen un aporte significativo.

La especificación de la forma funcional ha sido otro problema; si bien la teoría indica qué variables se deben incluir, no especifica en que forma hacerlo: por lo que esto se debe tratar desde un punto de vista empírico. Algunos estudios realizados para determinar el efecto del uso de diferentes especificaciones, han llegado a la conclusión que esto puede conducir a significativas diferencias en las estimaciones de los beneficios. En un estudio de diversas formas funcionales, se propuso una forma funcional muy general y flexible llamada Quadratic Box-Cox. Sin embargo, en un experimento de Monte Carlo con diversas formas funcionales se concluyó que las formas más simples de la especificación cuadrática Box-Cox, es decir las lineales, pueden ser las más adecuadas. Éstas entregan mejores resultados cuando la especificación no es la correcta, como en los casos en que hay variables no observadas; uso de variables proxy.

Decidir cuales son los límites del mercado del bien a considerar es otra dificultad de esta metodología. Como regla general se suele considerar a una ciudad que está considerablemente aislada de otras como la unidad básica. Sin embargo, dentro de una misma ciudad se pueden encontrar diferencias que lleven a pensar en distintos mercados. De esta forma si el investigador asume que la ciudad es un sólo mercado cuando en la realidad éste está segmentado, los coeficientes que estime estarán sesgados. Si asume que existen varios segmentos y en realidad es un sólo mercado, sus estimaciones serán imprecisas y probablemente no tenga suficientes datos de cada segmento. Los mercados se pueden considerar segmentados cuando existen barreras entre cada segmento, siendo éstas de tipo geográficas, por falta de información o de discriminación étnica. Esto último sin embargo, no ha sido importante en estudios hedónicos. Otra forma de resolver este dilema es en forma empírica; usando el test F. No obstante, se ha demostrado que éste puede presentar severas limitaciones para probar la existencia de distintos segmentos.

Este método sólo puede aplicarse cuando los consumidores están conscientes de los beneficios o costos ambientales y pueden ubicar libremente su lugar de residencia eligiendo así la combinación de atributos preferida. Finalmente, otro aspecto que se debe considerar al realizar una investigación de este tipo es qué información de precios se usará, si los valores de arriendo o los precios de venta de las propiedades. Los precios de arriendo son teóricamente mejores pero en algunos países este mercado puede tener graves imperfecciones. Los precios de arriendo son mejores ya que los valores de venta pueden reflejar no sólo los niveles actuales del atributo sino

también los esperados en el futuro, lo que estaría entregando una disposición a pagar errónea por el actual nivel del atributo.

2.4. Método de Costo de Viaje

El método del costo de viaje fue propuesto por primera vez en 1949 por Harold Hotelling para evaluar el beneficio económico de los servicios recreativos de los parques nacionales en los Estados Unidos. El fundamento de estos modelos es una extensión de la teoría de demanda, en la cual se le da especial importancia al valor del tiempo y a la elección del lugar a ser visitado. Lo que se busca es determinar la demanda por los servicios recreativos de cada lugar. Sin embargo estos modelos sólo pueden ser usados en los casos en que el viaje es una parte necesaria para obtener el servicio recreativo.

Aplicación del método

Para obtener la información se debe encuestar a los visitantes de los parques o sitios de recreación. Estas encuestas contienen preguntas acerca de: el precio que pagaron los entrevistados por obtener el servicio, la frecuencia de uso del lugar, características y lugar de origen del entrevistado, entre otros. El precio pagado por el servicio recreativo se obtiene de la suma de: los costos de transporte hasta el lugar, los costos de equipamiento, los costos de alimentación y alojamiento, el precio de entrada y el costo del tiempo de viaje.

Así la ecuación de costo de viaje es:

$$pr = f + Pd * d + pw (t1 + t2)$$

Donde

pr = costo total del viaje	f = precio de entrada al parque
Pd = costo por kilómetro	d = kilómetros recorridos
pw = salario por hora	t1 = tiempo de viaje
t2 = estadía en el parque (hrs)	

Esta metodología asume que existe una demanda por los servicios que puede proveer un determinado parque, dados sus atributos y los de otros lugares con características semejantes. Esta demanda se expresa en términos de costos por visita (precio) y número de visitas (ver Figura siguiente). De este modo un cambio en la calidad de los servicios ofrecidos en el parque, determinará un cambio en los beneficios percibidos por la sociedad (área sombreada). La calidad de los servicios ofrecidos está determinada por el nivel de los atributos del lugar. En estos casos se obtiene un valor asociado a un nivel de calidad del parque, expresada en términos de infraestructura para el visitante, calidad ambiental (nivel de contaminación de las aguas) y otras.

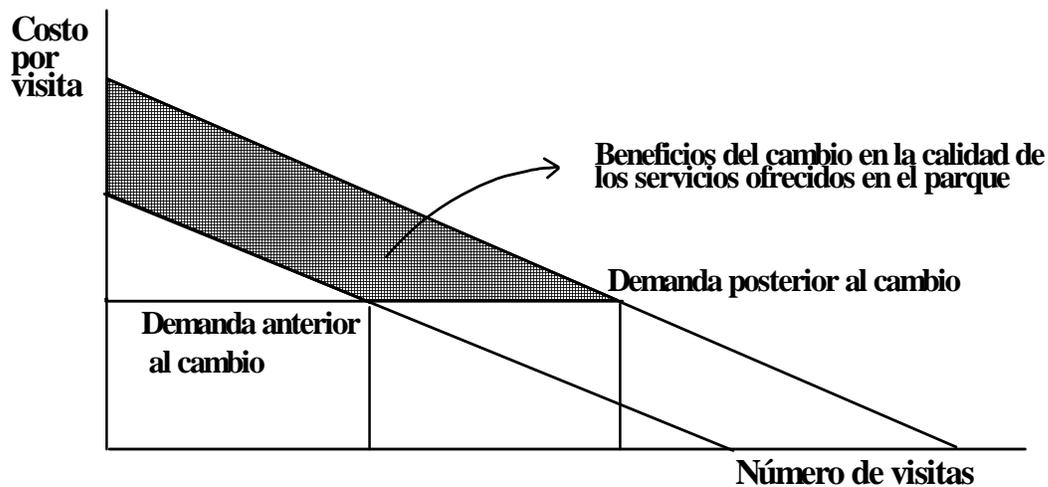
La demanda por visitas al parque esta dada por:

$$ri = \beta 0 * (f + Pd * d) + \beta 1 * pw * (t1 + t2) + \varepsilon$$

Donde:

ri = número de visitas
 $\beta 0, \beta 1$ = coeficientes asociados a cada variable
 ε = error estadístico

Esta ecuación se estima para cada parque; y por lo tanto, no se puede estimar el efecto de los atributos del parque sobre la demanda. Entonces para valorar los atributos o cambios en ellos es necesario un método alternativo. Una alternativa que se emplea es la técnica de los parámetros variables, en el cual se examina como varían los parámetros de la demanda de un sitio a otro, asociando por ejemplo, el nivel de contaminación de las aguas con el número de visitas. Así, se obtienen distintas pendientes de la curva de demanda para diferentes niveles de contaminación. Esta información permite estimar los beneficios asociados al cambio de calidad del recurso. Si bien, el método es utilizado actualmente en los Estados Unidos, requiere de mucha información para poder realizarse lo cual dificulta su implementación.



En el cálculo de los beneficios recreacionales se han usado dos tipos de modelos: aquellos con variables discretas y aquellos definidos con variables continuas. Estos últimos toman como variable independiente el número de visitas y como variables explicatorias las características del núcleo familiar.

Limitaciones

Esta metodología tiene el inconveniente de requerir mucha información para poder caracterizar en forma adecuada a la familia. Además presenta problemas de como se deben tratar las diferentes duraciones de las visitas y de como enfrentar el hecho que los entrevistados sólo representan una parte de todos los interesados en el lugar, ya que excluye a los potenciales visitantes.

El primer punto podría solucionarse conociendo la duración de cada visita pero esto no es fácil de conseguir. Sin embargo, un estudio del *U.S. Environmental Protection Agency* (E.P.A.) en el cual se investigó los efectos de ignorar el largo de la visita, se llegó a la conclusión que esto produciría una sobrestimación del número de visitas. Pero también se determinó que el efecto en la pendiente de la curva de demanda no era muy significativo. El segundo problema, esto es, el hecho que la demanda esté determinada sólo por personas que visitan el lugar, ignorando a los que no la hacen, se conoce como sesgo de truncamiento, y tiene como efecto una disminución en la pendiente de la curva de demanda (aplanamiento) y una consiguiente sobrestimación del cambio en los beneficios. Para corregir este problema, existen métodos econométricos.

Los modelos discretos son utilizados en los casos en que se presentan una gama de posibles lugares para visitar y la elección entre estos se hace en forma competitiva. El modelo de utilidad aleatoria (*Random Utility Model-RUM*) es especialmente útil cuando participan lugares que son sustitutos entre sí. El RUM estima la probabilidad de elegir un lugar en función de las características de éste y de otros lugares, así como también de las características de la familia. Esta metodología tiene la limitación de no poder determinar las frecuencias de las visitas. Esto puede ser superado agregando al modelo una ecuación continua de demanda por viajes a los distintos lugares.

2.5. Costo evitado (CE):

Los servicios permiten a la sociedad evitar costos que se hubieran producido si esos servicios no existieran. Como ejemplos, cabe citar el control de inundaciones (que evita daños a las propiedades) y el tratamiento de residuos (que evita costos en salud) ejercidos por los humedales.

Limitaciones

Se presume que los costos del daño evitado o de los sustitutos coinciden con el beneficio original. Sin embargo, esta correspondencia puede que no sea precisa, lo que puede producir tanto subestimaciones como sobreestimaciones.

3. VALORACIÓN BASADA EN ENCUESTAS

3.1. Método de Valoración Contingente (MVC)

Este método directo, intenta determinar el valor económico que las personas otorgan a los cambios en bienestar derivados de una modificación en la oferta de un bien ambiental. Para obtener la estimación del valor económico, se debe definir cual es el cambio en el recurso que queremos valorar y cual es la población afectada por este cambio. Luego, se utilizan encuestas donde se crea un mercado hipotético y se pregunta por la máxima disposición a pagar (DAP) o a aceptar (DAA) por el cambio en el bien ambiental.

Finalmente, con la información recopilada se realiza una estimación econométrica de la DAP media de la población y se estima el valor total asignado al recurso.

A diferencia de los métodos anteriores, la valoración contingente permite estimar valores de opción y valores de existencia.

Bases Teóricas

Para evaluar una política económica es necesario medir sus costos y beneficios. Esto es, darle un valor monetario a todas las pérdidas y ganancias que se generen, para así obtener el beneficio neto de la política.

La variación compensada es la cantidad mínima de dinero que un individuo acepta (DAA) en forma voluntaria por un cambio desfavorable en una política o acción para quedar con el mismo nivel de utilidad, o la cantidad máxima que está dispuesto a pagar (DAP) por un cambio favorable.

La variación equivalente es la cantidad máxima de dinero que un individuo pagaría (DAP) para evitar un cambio desfavorable o la cantidad mínima que el aceptaría (DAA) para renunciar a un cambio favorable

Las medidas compensadas asumen que la persona tiene derecho a su nivel actual de utilidad o alternatively que los derechos de propiedad vigentes son los que poseía desde un principio.

En cambio las medidas equivalentes asumen que el individuo tiene derecho a un nivel de utilidad diferente del actual o que los derechos de propiedad vigentes son distintos a los que tenía o creía tener el individuo inicialmente.

Normalmente para la evaluación de políticas, se prefiere conocer los beneficios respecto del nivel inicial de utilidad.

Así, la variación compensatoria para una alza en la cantidad ofrecida del bien se puede interpretar como la máxima disposición a pagar (DAP) por obtener ese aumento manteniéndose constante el nivel inicial de utilidad. Para una baja en la cantidad esta medida se puede interpretar como la mínima compensación que el individuo está dispuesto a recibir (DAA) para mantenerse en el nivel inicial de utilidad después de disminuir el consumo del bien.

Con los métodos directos estas medidas se pueden obtener directamente de las encuestas evitando así realizar una serie de supuestos sobre el comportamiento de los agentes, que utilizan los métodos indirectos. Esta información se obtiene mediante el uso de preguntas que extraen la DAA o la DAP directamente del entrevistado. Al respecto, ha existido una larga discusión en la literatura sobre la validez de estas dos medidas.

DAP versus DAA

En diversos estudios se han encontrado grandes diferencias en los valores que estas medidas entregan al aplicarlo a un mismo grupo de personas y en relación a un mismo bien. En estos estudios, el valor de la DAA ha resultado ser significativamente superior al de la DAP, mientras que la teoría económica indica que la diferencia entre estos valores no debería ser tan grande o debiera ser nula.

Una razón que se ha dado para explicar este fenómeno es el rechazo por parte de los entrevistados de los derechos de propiedad implícitos en las preguntas de tipo DAA. Estos responden con valores muy elevados como una forma de protestar o vetar el cambio en el bien ambiental. Por ejemplo, es común que al preguntar cuanto estarían dispuestos a pagar por evitar una disminución en algún atributo, a personas que creen tener derechos sobre el bien, respondan cero por considerar que ellos deberían ser compensados por el cambio y no tener que pagar.

Otra explicación que se ha dado es el hecho que los entrevistados son precavidos al responder las preguntas. Es decir, en una situación bajo incertidumbre, de aversión al riesgo y de falta de tiempo para encontrar su solución óptima, ellos entregarán respuestas más conservadoras: esto es una mayor DAA y una menor DAP que los que revelarían en una situación donde no hubiera escasez de tiempo para decidir, no fuesen aversos al riesgo y tuvieran perfecta certidumbre.

Otra hipótesis basa su explicación en la teoría de perspectiva (*prospect theory*.) Esta teoría nos dice que el individuo no valora en forma simétrica una ganancia en comparación a una pérdida de la misma magnitud, es decir valora más el hecho de no

perder su *status* actual que el hecho de incrementarlo en la misma cantidad. Esto se traduce en que los individuos exigirán una mayor compensación al requerirles su DAA. Esta teoría explicaría la diferencia empírica que existe entre DAA y DAP.

Finalmente, otra hipótesis establece que la diferencia entre la DAP y la DAA depende de dos parámetros desconocidos: la elasticidad ingreso y la elasticidad de sustitución entre el bien público y todos los demás bienes del sistema económico. Es decir, si el bien público tiene un gran número de sustitutos cercanos, la diferencia entre ambos valores no será muy grande. Por lo que podemos pensar que en un gran número de casos, donde hay pocos bienes que pueden sustituir el bien público, la diferencia entre la DAP y la DAA tenderá a ser significativa.

El dilema aún persiste, y pese a que el uso de la DAP también puede llevar a sesgos en las estimaciones, la tendencia de las investigaciones es sustituir la DAA por la DAP. Esto se explica principalmente por la alta probabilidad de estar sobrestimando los beneficios y por los problemas prácticos que implica el uso de la DAA.

Clases de Bienes

Es necesario identificar la naturaleza de los bienes que se está considerando evaluar. En este sentido, los bienes pueden clasificarse en públicos, privado y cuasiprivados. Los bienes privados se caracterizan por ser comprados y vendidos en mercados organizados donde los participantes tienen un derecho de propiedad claro y definido sobre los bienes. Los bienes cuasi privados son similares a los privados pero no son transados libremente en un mercado. Los bienes públicos no tienen derechos de propiedad individual y no se transan en el mercado. En la Tabla siguiente se comparan y ejemplifican los distintos bienes.

Tipo de Bien	Características	Ejemplo
Privado	Derechos de propiedad individual Habilidad de excluir potenciales consumidores Es transado libremente en mercados competitivos.	Automóviles
Cuasiprivado	Derecho de propiedad individual Habilidad de excluir potenciales consumidores No es transado libremente en mercados competitivos.	Recreación en parques Nacionales
Público	Derechos de propiedad colectivos Imposibilidad de excluir potenciales consumidores No se transan en mercados organizados	Aire puro

Beneficios a Ser Estimados

En general se habla de beneficios sean estos positivos o negativos para referirse al valor derivado de los recursos. En cambio el término costo se refiere al monto de recursos utilizados para producir el bien público.

Se deben identificar todos los posibles beneficiados de un cambio ambiental para determinar la población a estudiar. Para esto es conveniente primero determinar todos los posibles beneficios y así determinar además, que método se debe utilizar.

En la Tabla siguiente se presenta un ejemplo de una clasificación de beneficios económicos derivados de un aumento en la calidad de un recurso de agua dulce. Este ejercicio es conveniente realizarlo cuando se desea medir algún beneficio para clarificar que es lo que se intenta medir.

Clase de Beneficio	de	Categoría	Subcategoría	Ejemplo
Uso	En el agua		Recreacional	Velerismo
			Comercial	Cultivos salmones
	Retiro de agua		Municipal	Agua potable
			Agrícola	Riego
			Industrial	Recepción de residuos
	Estética		Recreación en sitios adyacentes	Camping
Vista panorámica			Transporte Diario	
Ecosistema		Apoyo indirecto a la recreación	Pesca deportiva	
Existencia	Consumo Altruista		Otras personas de importancia	Familia, amigos
			Otras personas en general	Público en general
	Fideicomiso		Inherente	Preservar lagunas naturales
			Herencia	Futuras generaciones

Este tipo de clasificación permite identificar y distinguir claramente los distintos beneficios generados por el recurso ambiental que se desea evaluar, evitando así contabilizar dos veces un mismo beneficio. Además, en muchos casos no es posible medir separadamente los distintos tipos de beneficio. Esto debe ser tomado en cuenta al momento de definir el escenario que será utilizado en la encuesta.

Los beneficios antes mencionados se asocian a los distintos tipos de valor que fueron descritos anteriormente. Sin embargo, se debe aclarar que no existe un real consenso sobre esta clasificación y sus distintas categorizaciones se encuentran en discusión.

Es importante destacar que el MVC es casi el único que permite estimar casi todos los tipos de valor o beneficios incluyendo los de existencia, que generalmente no se reflejan en mercados relacionados.

Factores a Considerar en el Diseño de la Encuesta y del Escenario.

El diseño de la encuesta es determinante en la calidad de los resultados obtenidos, es por esto que se debe invertir todo el tiempo necesario en su preparación.

La idea de la encuesta es simular una transacción de mercado donde el entrevistado está comprando un cambio en el bien ambiental. Esta simulación también se ha asociado a la de una votación política donde los electores tienen que elegir la respuesta que prefieren.

La encuesta se compone de tres secciones distintas. La primera esta compuesta por preguntas que buscan involucrar al entrevistado y definir claramente el escenario contingente. Esta sección no debe ser demasiado ambiciosa pero si detectar la familiaridad con el tema y el nivel de interés del encuestado. Además, cumple la función de informar las condiciones del mercado hipotético que se esta creando.

Una segunda sección, busca obtener la disposición a pagar (DAP) del entrevistado. Finalmente, se debe preguntar por las características personales del entrevistado que pueden influir en su respuesta a la pregunta de DAP.

Métodos de obtención de respuestas a la pregunta de DAP

Los métodos de obtención de respuestas pueden clasificarse según el número de preguntas que se impone al entrevistado y de acuerdo al tipo de información obtenida de la pregunta (ver Tabla siguiente). De este modo existen algunos métodos que realizan una sola pregunta y otros que imponen una serie de preguntas iterativas (dos o más). Así también, se puede obtener la DAP en forma directa de la pregunta u obtener un indicador que permita su posterior estimación.

	Se obtiene la DAP directamente	Se obtiene un indicador binario de la DAP
Una sola Pregunta	Pregunta abierta Tarjeta de Pago	Tómelo o déjelo
Preguntas iterativas	Sistema de remate	tómelo o déjelo con seguimiento

La pregunta abierta consiste en preguntar al individuo directamente cuanto está dispuesto a pagar por un determinado cambio en el bien ambiental. Entre los principales problemas que presenta este formato es el sesgo estratégico (ver más adelante). Además, se ha presentado la crítica que no es fácil para un entrevistado pensar en un número sin ningún antecedente o precio de referencia a mano.

El sistema de remate consiste en preguntar si el entrevistado esta dispuesto a pagar una determinada cantidad y en función de su respuesta se va subiendo o bajando el valor. Las principales ventajas de este método son el hecho que el encuestado sólo debe responder sí o no y que es más probable que se obtenga el verdadero excedente, dadas sus características de remate. Su principal problema es presentar el sesgo del punto de partida, que es descrito más adelante.

La tarjeta de pago es una variante donde se le presenta en forma escrita a los entrevistados un listado de valores. Como referencia se suele señalar cuanto pagan actualmente por otros bienes públicos. Este formato soluciona en parte el sesgo del punto de partida y da mayor facilidad para responder que la pregunta abierta.

La modalidad "Tómelo o déjelo" consiste en preguntar si estaría dispuesto a pagar \$X y la respuesta del entrevistado debe ser sí o no. Las principales ventajas de este formato son facilitar la respuesta al entrevistado ya que debe dar un tipo de respuesta a la que esta acostumbrado, cuando realiza una compra, por ejemplo, sólo puede decidir si compra o no el producto al precio que se ofrece. Esta modalidad se puede aplicar en encuestas telefónicas y por correo. Es compatible con los incentivos estratégicos que pueda tener de la persona pero minimiza este sesgo. No tiene sesgo de punto de partida. Una de las desventajas de este método es que requiere una muestra más grande ya que la información obtenida en cada encuesta es menos exacta. Quizás uno de los problemas principales de este formato es el hecho que se deba hacer supuestos sobre como especificar parametricamente la función de valoración o de utilidad indirecta para obtener la DAP media.

Si se vuelve a hacer esta pregunta pero ahora con un X mayor o menor, dependiendo de la respuesta anterior, se está realizando una pregunta de seguimiento. Esta modificación fue diseñada para disminuir la ineficiencia del formato original.

Estas diferencias entre las distintas formas de realizar la pregunta de DAP tiene sus ventajas y desventajas, por lo que dependerá de las condiciones y características del estudio cual de ellas se elija.

Por último, una vez bosquejada la encuesta, es recomendable evaluarla con un grupo de personas representativas para asegurar que es comprensible para los futuros encuestados. Luego se debe realizar una preencuesta para verificar la operabilidad de esta así como para entrenar a los encuestadores y obtener información para definir la muestra y los valores de DAP a incluir en la encuesta final.

Sesgos y Otros Problemas

a) Sesgo de información

En algunos estudios de valoración de recursos ambientales puede ser importante entregar a la persona información respecto al efecto que tendrá su DAP sobre la decisión derivada del estudio. De esta manera si la persona al saber que con la respuesta que ya entregó no afecta la decisión en el sentido deseado podría corregir su respuesta, por lo que se le puede volver a preguntar obteniendo de esta manera su máxima disposición a pagar.

b) Sesgo de punto de partida

Este tipo de sesgo se da cuando utilizamos formatos de pregunta como el juego de licitación donde al entrevistado se le pregunta por un valor inicial y si está dispuesto a pagarlo se le pregunta por uno mayor y así sucesivamente. El problema surge del hecho que el valor inicial puede ser determinante en la respuesta final obtenida. Así, por ejemplo se ha detectado que al comenzar con valores bajos se obtienen resultados finales significativamente más bajos que comenzar con valores altos.

Una solución a este problema es presentar una tarjeta donde se presenta un amplio rango de valores escritos ordenados de distintas formas y distribuidos en forma aleatoria entre la muestra. Por otra parte el uso de preguntas dicotómicas elimina completamente este problema.

c) Sesgo de la Forma de pago

Se ha detectado que al fijar la forma de pago esta puede influir en la DAP obtenida. Ya que por ejemplo si el pago se agrega a los impuestos, esta medida podría resultar impopular y por lo tanto determinar una DAP que subestime la verdadera. No obstante existen autores que no reconocen este efecto como un sesgo ya que en la realidad esta es una característica más del medio.

Soluciones a este problema son el buscar en una preencuesta métodos de pago neutrales a la población en cuestión o sugerir distintas formas de pago y que el entrevistado elija la que más le acomode.

d) Sesgo del entrevistador

En este tipo de sesgo se considera la presión (voluntaria o involuntaria) que pueda ejercer el entrevistador. Así por ejemplo al preguntar por su DAP por un bien valorado socialmente el encuestado podría sentirse "obligado" a quedar bien y decir que pagaría una cantidad superior a la verdadera. La solución a este problema es el uso de encuestas por correo.

Sesgo estratégico e Incentivos a decir la verdad

El sesgo estratégico aparece cuando los entrevistados buscan modificar la decisión involucrada entregando valores de DAP o DAA distintos de los reales. Por ejemplo, podrían dar una cifra mucho mayor que su verdadera valoración para tratar de cambiar los resultados del estudio. Sin embargo, se ha encontrado que este tipo de problema no es severo y puede atenuarse usando preguntas cerradas.

Por el contrario, cuando una persona no tiene ningún interés en el tema tendrá bajos incentivos a responder en forma concienzuda.

Al realizar la encuesta, es posible encontrar que algunas personas responden no estar dispuestas a pagar nada o incluso se niegan a responder por considerar inmoral el planteamiento. En estos casos se podría pensar que la valoración asignada es cero, sin embargo, la persona puede estar dando estas respuestas como una forma de protesta. De esta manera si incluimos estas observaciones estaríamos subestimando la verdadera DAP.

Para enfrentar este problema se pueden utilizar preguntas de seguimiento donde se trata de detectar si la respuesta es de protesta. Por ejemplo se puede incluir una pregunta que consulte sobre el motivo por el que no pagaría, en los casos en que esto ocurra.

e) Efecto incrustación

El efecto incrustación se refiere al hecho de considerar grupos, subgrupos o bienes específicos. En este sentido se ha encontrado que al determinar la DAP por recursos considerados en forma global disminuye su DAP. Así por ejemplo, si se valora todo el bosque nativo de un país y a la vez un área particular de bosque se encontraría, de existir este efecto, un menor valor por hectárea al considerar el total de bosques. Al respecto se han realizado diversos estudios y experimentos concluyéndose que en realidad lo que el MVC está revelando es la *satisfacción moral* de ayudar a una *causa justa*. Para algunos autores esta conclusión es sobre todo al momento de decidir entre distintas alternativas de recursos escasos. Sin embargo, para otros este problema sería irrelevante ya que el consumidor es soberano de expresar su valoración para cada caso particular.

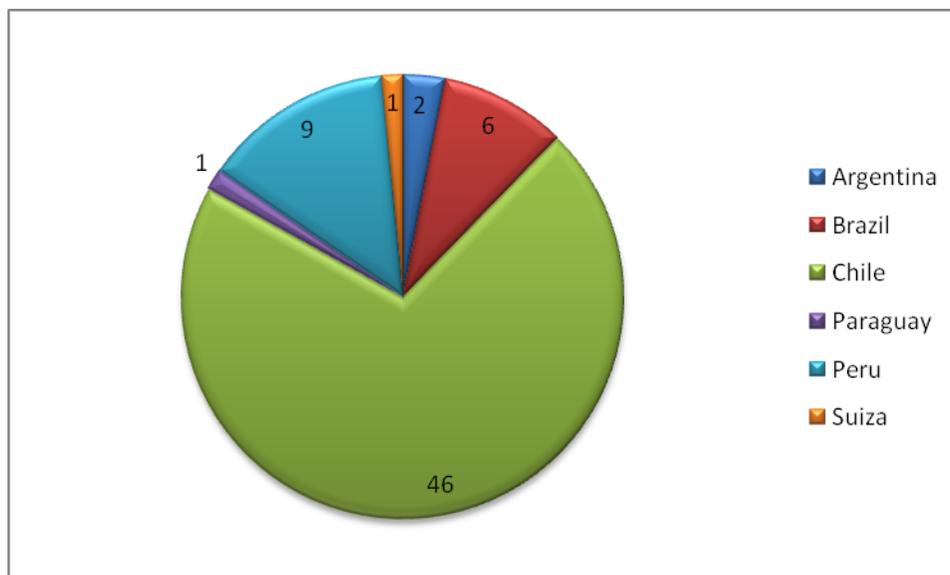
ANEXO N° 2. Aplicación del Método de Valoración Contingente y el Costo de Viaje para la estimación del valor del servicio Recreación y Turismo en el Humedal Salar de Huasco.

1. Muestra

No existen datos significativos de las visitas que reciben estos humedales, debido a que no existe un control para su ingreso. Como cifras referenciales, el año 2009 un total de 12.213 turistas visitaron algún área del SNASPE de la región de Tarapacá, entre chilenos y extranjeros, según datos de SERNATUR. Sin embargo, las visitas a estos humedales son bastante menores dado que no están incluidos en todos los circuitos turísticos de la zona.

El método elegido para aproximarse con mayor precisión al número de visitantes a los humedales fue consultar a todos los operadores turísticos de la región en cuanto a la frecuencia y número de visitantes a la zona. Esto excluye a aquellas visitas como personas o grupos que llegan en vehículos particulares, sin embargo, estas representan una fracción bastante menor debido a las dificultades de acceso, el bajo conocimiento y la falta de alojamiento. Una excepción es el Salar del Huasco, que de los humedales estudiados es el más visitado y cuenta con alojamiento en sus cercanías.

De las 65 personas encuestadas, el 70,8% eran turistas chilenos. Del total de encuestados, 42 ya habían visitado o pensaban visitar en su presente visita alguno de los humedales, y el 100% de ellos señaló al Salar del Huasco como parte de su visita. La mayoría de los encuestados eran latinoamericanos de entre 30 y 45 años de edad y con un ingreso mensual entre los 500.000 y los 750.000 pesos.



Origen de los turistas encuestados.

En términos generales, los encuestados otorgaron una alta valoración a los humedales por sus servicios ambientales relacionados a la diversidad biológica, a su importancia

para las comunidades locales en cuanto al uso de agua para consumo y ganado, y como hábitat para especies con peligro de conservación. En cambio la mayoría de los encuestados señaló que la realización de actividades recreativas en los humedales les disminuye su valor debido a que altera el entorno donde se desarrollan especies animales. La observación de especies animales como aves y mamíferos fue señalada como la más importante actividad de interés turístico para desarrollar en la zona. Considerando todos los otros atractivos turísticos de la región, un 58,5% de los encuestados indicó que elegiría como primera opción a alguno de los humedales para realizar una visita. En promedio, los grupos de visitantes eran de 4 personas.

Porcentaje de encuestados que señalaron estar completamente de acuerdo con las siguientes afirmaciones

El humedal es un ecosistema muy importante para la diversidad biológica	75,4%
La actividad recreacional otorga un valor muy importante al humedal	3,1%
Existen comunidades que dependen exclusivamente del humedal para su subsistencia, debido al uso del agua	70,8%
El humedal es un importante atractivo turístico de la región	73,8%
Es necesario que el humedal se preserve en condiciones naturales, incluso si existiese la necesidad del Estado de modificarlo	87,7%
Aunque nunca tuviese la oportunidad de conocer el humedal, me importa que se preserve para futuras generaciones	95,4%
El humedal es parte del patrimonio cultural para las comunidades que se desarrollan en sus cercanías	76,9%
En el humedal existen elementos ambientales de alto interés científico	61,5%
Una actividad de alto interés turístico para desarrollar en los humedales es la observación de especies animales	78,5%
El humedal es un importante hábitat para especies animales con problemas de conservación	80,0%

2. Cuestionario

La encuesta se aplicó entre los días 7 y 10 de Septiembre del 2011 a un total de 65 personas que señalaron encontrarse en alguna actividad turística en la zona, fuesen estos chilenos o extranjeros, y que tuviesen intenciones de visitar alguno de los humedales en su visita o a futuro. Las encuestas se aplicaron en puntos turísticos de la ciudad de Iquique y en las medianías de los humedales estudiados.

En primer término, se preguntó por las actitudes de los encuestados respecto a los humedales. El objetivo fue determinar la valoración por parte de los visitantes en temas como la diversidad biológica, la importancia del humedal como atractivo turístico, la necesidad de su preservación y su valor como patrimonio, entre otros aspectos que además permitieran determinar el grado de familiaridad de los encuestados con los humedales.

Posteriormente, se llevó a cabo un set de preguntas orientados a estimar la disposición a pagar una entrada a los humedales y adicionalmente el costo del viaje para acceder a estos lugares.

Para estimar la disposición a pagar se puntualizó en uno de los humedales que ellos pretendieran visitar o que más conocieran en caso de que nunca hayan realizado una visita a uno de los 4 humedales. También se les indicó que los ingresos por concepto de entrada serían destinados a la mantención y mejora de los humedales. El ejercicio realizado consistió en señalar un precio supuesto de la entrada, e incrementar su valor en \$500 hasta que los encuestados señalaran que no estarían dispuestos a pagar dicho valor, luego el monto se bajó en \$200 hasta que los encuestados dieran un sí como respuesta.

Finalmente se preguntó por las características sociodemográficas de los encuestados.

3. Método

El método de valoración contingente permite determinar el valor económico que otorgan las personas a los cambios de un bien ambiental, para lo cual se crea una situación de mercado hipotética y se pregunta por la máxima disposición a pagar por un bien (DAP) o por la máxima disposición a aceptar una compensación (DAA) por prescindir de ese bien.

En el caso de este estudio se preguntó la variación equivalente de un derecho de entrada a un humedal, es decir, la máxima disposición a pagar (DAP) por el ingreso a éste con el fin de mantener las condiciones que el visitante conoce. Esta pregunta se realizó de manera iterativa tal como se señala en el cuestionario.

El beneficio por visitar los humedales se estimó mediante el excedente del consumidor, que es la diferencia entre la máxima disposición de pago y el precio de la entrada, dado que no existe un cobro a ninguno de los humedales para el ingreso de turistas, el excedente del consumidor es igual a su máxima disposición de pago. Este valor incluye tanto el valor asignado a la conservación (valor de no uso) y al valor que asigna al disfrute por la realización de distintas actividades (valor de uso).

Además del método de valoración contingente, se aplicó el método de costo de viaje, que consiste en preguntar por todos los gastos que debe incurrir el visitante para visitar el humedal de referencia. Para esto se propuso que cuantificara cada uno de los costos asociados al viaje por persona desde su ciudad de residencia, sean estos traslados, arriendos, alimentación y entradas, principalmente. Debido a que el Salar

del Huasco es el humedal más identificable por los turistas, se usó como referencia para los casos de disposición a pagar y costo de viaje.

4. Resultados

El método de valoración contingente permitió estimar el valor monetario que los turistas otorgan a los humedales de la región, el cual medido a través del excedente del consumidor alcanza a \$ 5.461. Este monto incorpora tanto el valor de uso de los servicios que el humedal provee como también los valores de no uso.

Según datos del SERNATUR, existen 26 operadores turísticos en la zona, de los cuales el 80% de los que entregaron información señalaron realizar algún tipo de tour al altiplano, pudiendo ser este público o privado. Debido a que no existen registros de visitas a los humedales de la región, asumimos una proporción similar y constante entre la relación de visitas a parques de la región registrada por SERNATUR el año 2009 y el número de operadores que efectúa circuitos turísticos al altiplano. Esto nos da una cifra estimada de 9.770 visitantes/ año a los humedales. En base a los datos anteriormente señalados el valor económico asignado a los humedales de la región es de 53.356.154 pesos anuales (equivalentes a US\$ 107.470) cifra evidentemente subestimada por la falta de datos precisos en relación a la actividad turística de la zona.

En relación a la disposición a pagar asignada por los visitantes, esta mostró ser más alta en aquellos con ingresos superiores a los 1.500.000 mensuales.

Ingreso	Media	N	Desv. típ.
Entre 150.000 y 250.000	5.600,00	10	3.430,258
Entre 250.001 y 500.000	4.192,31	13	947,331
Entre 500.001 y 750.000	6.333,33	15	3.244,042
Entre 750.001 y 1.500.000	5.272,73	11	1.538,890
Más de 1.500.000	7.687,50	8	3.081,483
No percibe remuneración	3.750,00	8	1.133,893
Total	5.461,54	65	2.678,484

Estimación del Costo de viaje

El costo de viaje presentó una alta dispersión principalmente en relación al lugar geográfico de residencia del visitante y estuvo altamente relacionado con la disposición a pagar. Para establecer una referencia, se realizó una comparación entre el costo de viaje y los kilómetros recorridos por el viajero. Para ello se usaron las rutas regulares utilizadas por los medios de transporte aéreo y terrestre. Por ejemplo,

una visita desde Copiapó, se consideró el tramo Copiapó – Iquique (986 Km.) más Iquique – Salar del Huasco (174 Km.), o sea 1160 Km. de viaje.

Ciudad	Distancia de viaje (kilómetros)	Costo de viaje promedio por persona (pesos)	Costo de viaje por kilómetro recorrido (pesos)
Arequipa	458	200.000	437
Arica	307	173.333	565
Asunción	3.516	600.000	171
Berna	13.808	2.800.000	203
Calama	554	82.500	149
Copiapó	1.160	150.000	129
Iquique	174	40.333	232
Ovalle	1.579	180.000	114
Pica	120	30.000	250
San Juan	3.269	650.000	199
Santiago	1.963	204.000	104
Sao Paulo	4.323	525.000	121
Sn. Pedro de Atacama	654	180.000	275
Tacna	422	240.000	569
Temuco	2.639	300.000	114
Tocopilla	403	75.000	186

El ejercicio anterior entrega un costo de viaje por persona hacia el humedal Salar del Huasco que en promedio alcanza a \$ 243.000 pesos, para un viaje determinado por el mismo encuestado en términos respecto a su planificación (días, alojamiento, medio de transporte, etc.). El costo de viaje por kilómetro es en promedio de \$239.

Sin embargo, se debe considerar que el Salar de Huasco es sólo uno de los numerosos destinos que los turistas extranjeros y nacionales visitan durante su estadía en la zona, por lo cual es necesario ajustar la cifra anterior en función del número promedio de días de estadía. En éste sentido el informe anual de turismo del año 2009 (SERNATUR, 2009) entrega una cifra promedio de pernoctación en establecimientos turísticos de la I Región de 2,2 días y una cifra promedio de días de estadía en el país para el caso de turistas extranjeros de alrededor de 10 días, lo cual da una referencia respecto a los factores de ajuste que deberían tenerse en cuenta para estimar el costo de viaje con mayor precisión.

ANEXO N° 3. Resumen del contenido y los resultados de la Consultoría denominada “Valor Económico de la Contribución Anual del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Chile y Análisis de su Financiamiento” - Proyecto CONAMA/ GEF-PNUD Creación de un sistema nacional integral de áreas protegidas para Chile.

El propósito central del estudio dirigido por el Profesor Eugenio Figueroa B. fue estimar cuantitativamente el valor económico del aporte anual que las áreas protegidas (APs) del país hacen a los chilenos. Secundariamente, el estudio recopiló y analizó información financiera del actual Sistema de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE), y propuso posibles estudios a realizar en la etapa inicial de implementación del proyecto definitivo.

El trabajo elaboró un catastro exhaustivo de las 14 principales categorías de APs del país, definió el Sistema Nacional Áreas Protegidas (SNAP) a valorar por el estudio, y estableció el marco conceptual utilizado para realizar la valoración económica y social.

El trabajo empírico utilizó la Matriz de Cálculo del Valor Económico Total desarrollada para valorar económicamente el Sistema Nacional de Áreas Protegidas que se había definido, implementó metodologías de elección técnica y realizó estimaciones confiables para 12 distintos tipos de servicios ecosistémicos y para todos los 16 tipos y subtipos de ecosistemas incorporados en el SNAP valorado.

Los ecosistemas considerados como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas que fueron valorados económicamente en este estudio se muestran en la Tabla siguiente y fueron definidos principalmente de acuerdo a las regiones vegetacionales establecidas por Gajardo (1994), a las formaciones vegetacionales establecidas por Luebert y Pliscoff (2006) y a los biomas presentados por Costanza y otros (1997).

Ecosistema	Subcategoría de ecosistema
Bosque	Bosque Laurifolio Bosque Caducifolio Bosque Siempreverde Bosque Esclerófilo Bosque Espinoso
Humedales	Salar Turbera Otros Humedales
Desierto	
Marino y Duna	Marino Duna
Matorral	
Pradera	
Herbazal	
Glaciar	

El ecosistema humedales fue dividido en tres sub-categorías: turbera, salar y otros humedales. Esta división se realizó principalmente debido a la disponibilidad de información sobre valoración económica de los servicios ambientales para estas tres categorías en forma particular. Cabe destacar que en la subcategoría otros humedales, fueron considerados todos los cuerpos de agua según lo establece en la definición la convención Ramsar (Ramsar 2007), exceptuando turberas y salares.

Como se muestra en la Tabla siguiente la superficie total de humedales incluida en el SNAP que se valora en el estudio es de 4.632.619 hectáreas, distribuida en 36.414 ha del subtipo 'salar', 4.464.362 ha del subtipo 'turbera' y 131.853 ha del subtipo 'otros humedales'.

Superficie del Ecosistema Humedales Incluida en la Valoración del SNAP Para Cada Servicio Ecosistémico y por Subtipo de Ecosistema

SERVICIO ECOSISTEMICO	SUBTIPO DE HUMEDAL		
	SALARES	TURBERAS	OTROS HUMEDALES
	(ha)		
Control de inundaciones		794.720	131.853
Filtración de agua	36.414,17	794.720	131.853
Biodiversidad	36.414,17	4.464.352	131.853
Hábitat/nursery	36.414,17	4.464.352	131.853
Oferta de agua	36.414,17	794.720	131.853
Materiales		27.830	
Secuestro de CO2	36.414,17	4.464.352	131.853

En el caso del subtipo ecosistémico 'salar', los servicios ecosistémicos 'control de inundaciones' y 'materiales' no fueron considerados. Según los autores el estudio, el primero de estos dos servicios no aplica en el caso de salares debido al aislamiento de este ecosistema, mientras que el segundo no aplica debido a que, en general, la extracción no está permitida las áreas protegidas del SNASPE y los sitios Ramsar.

En término de los resultados del estudio, el valor del flujo anual de los servicios ecosistémicos que provee el SNAP del país se estimó en US\$ 2.551 millones. Esto equivale a que cada hectárea protegida del SNAP valorado aporta anualmente a los chilenos el equivalente a US\$ 170, a través de los servicios que sus ecosistemas proveen.