

GUÍA DESCRIPTIVA
DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES
AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES
DE LA ECORREGIÓN
ALTIPLÁNICA
(SVAHT)

CHILE
POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL



AUTORES

Mario Ahumada Campos / Luis Faúndez Yancas

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
DIVISIÓN DE PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
DIVISIÓN DE PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES

GUÍA DESCRIPTIVA
DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES
AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES
DE LA ECORREGIÓN
ALTIPLÁNICA
(SVAHT)

AUTORES

MARIO AHUMADA CAMPOS

LUIS FAÚNDEZ YANCAS



ISBN: 978 - 956 - 7987 - 11 - 5

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
DIVISIÓN DE PROTECCIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA (SVAHT)

AUTORES:

Mario Ahumada Campos
Luis Faúndez Yancas

FOTOGRAFÍA:

Luis Faúndez: 30, 33, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 90, 93,
94, 95, 96, 98, 100, 101, 103, 104, 106, 109, 110, 111.
Bárbara Larraín: 67, 75, 76, 82, 86, 88, 89, 91, 92, 97, 99, 102, 105, 107, 108.
Mario Ahumada: 17, 21, 22, 29, 31, 32, 38, 40, 43, 46, 50, 53, 64, 65.

EDICIÓN Y DISEÑO:

Unidad de Asuntos Públicos Corporativos,
Servicio Agrícola y Ganadero

Primera Edición: Septiembre de 2009

Tiraje: 1.000 ejemplares

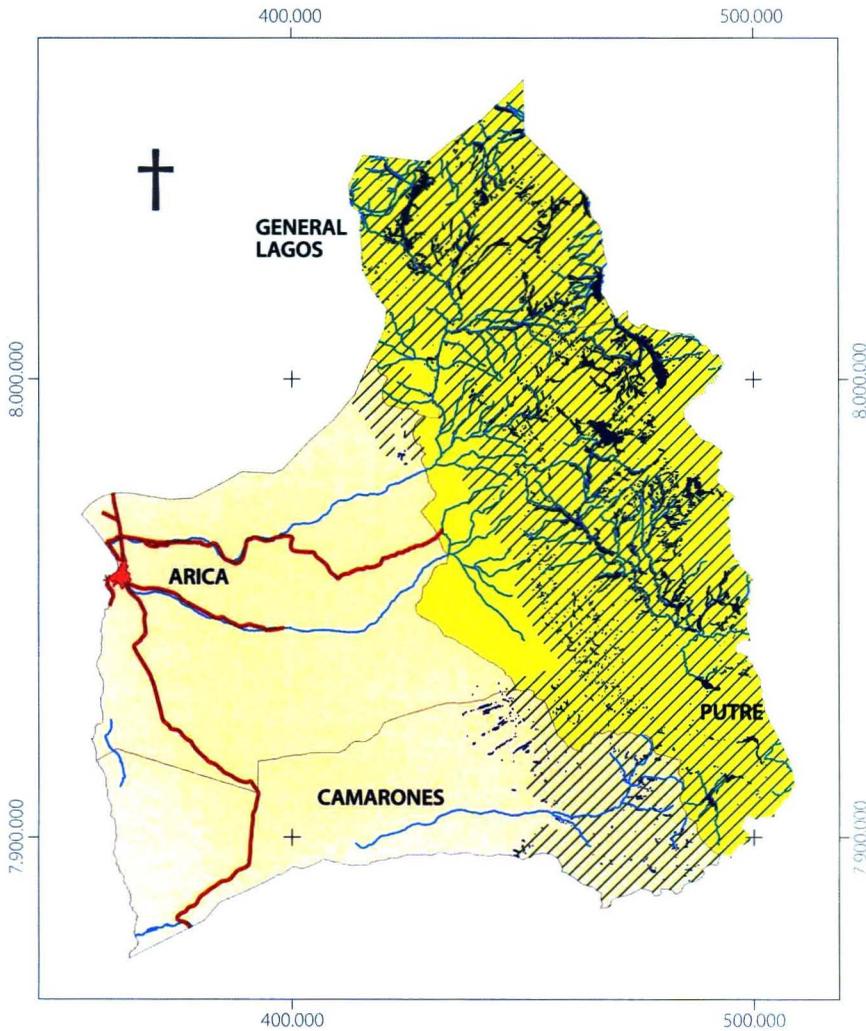
Cómo citar esta publicación:

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

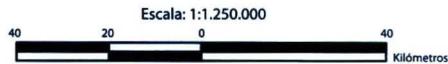
2

Esta obra puede ser reproducida total o parcialmente y de cualquier forma, sólo con propósitos educativos y no comerciales, mencionando la fuente de origen.

**SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES
HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGION ALTIPLÁNICA (SVAHT)
Región de Arica y Parinacota**



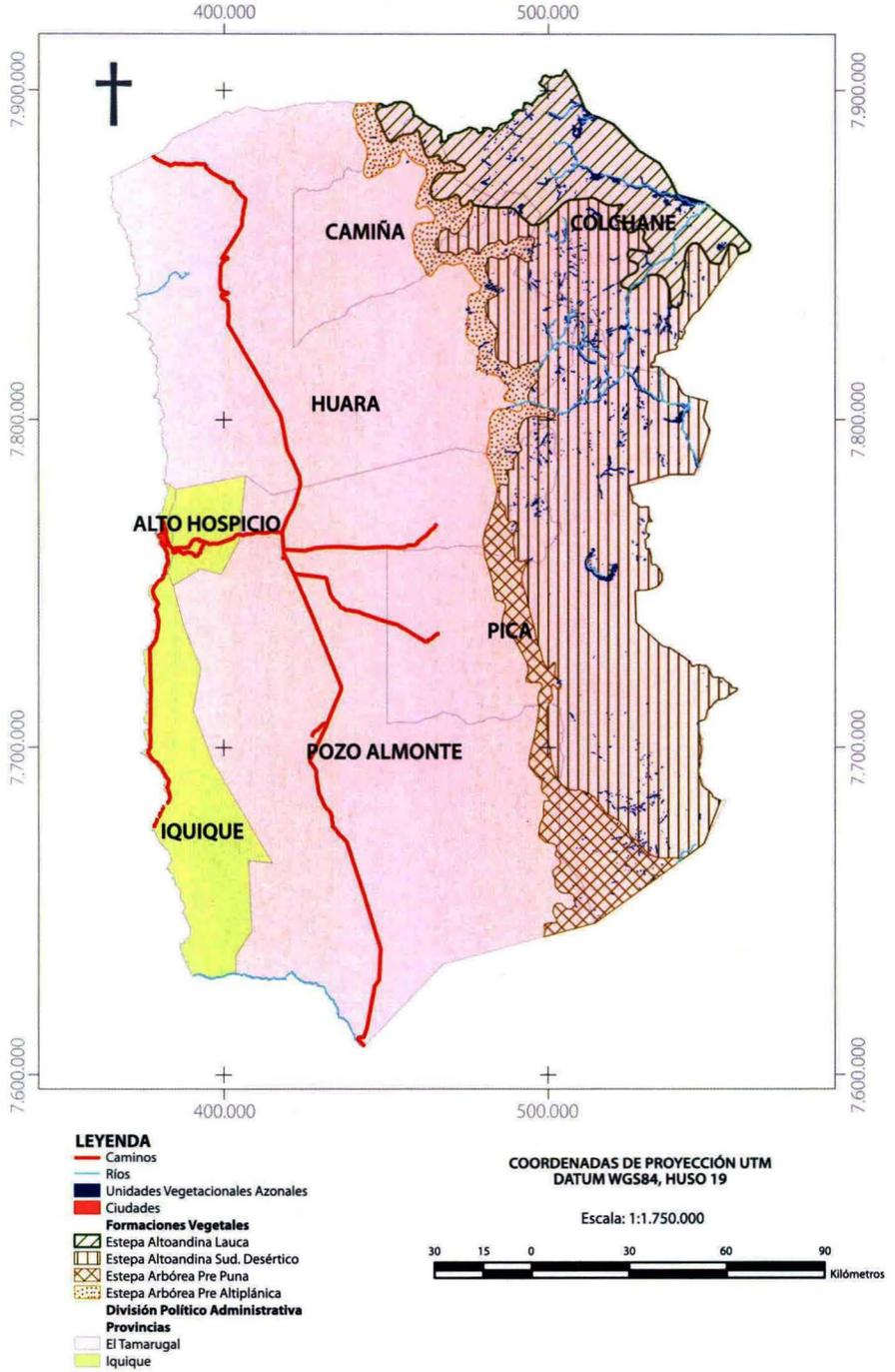
COORDENADAS DE PROYECCIÓN UTM
DATUM WGS84, HUSO 19



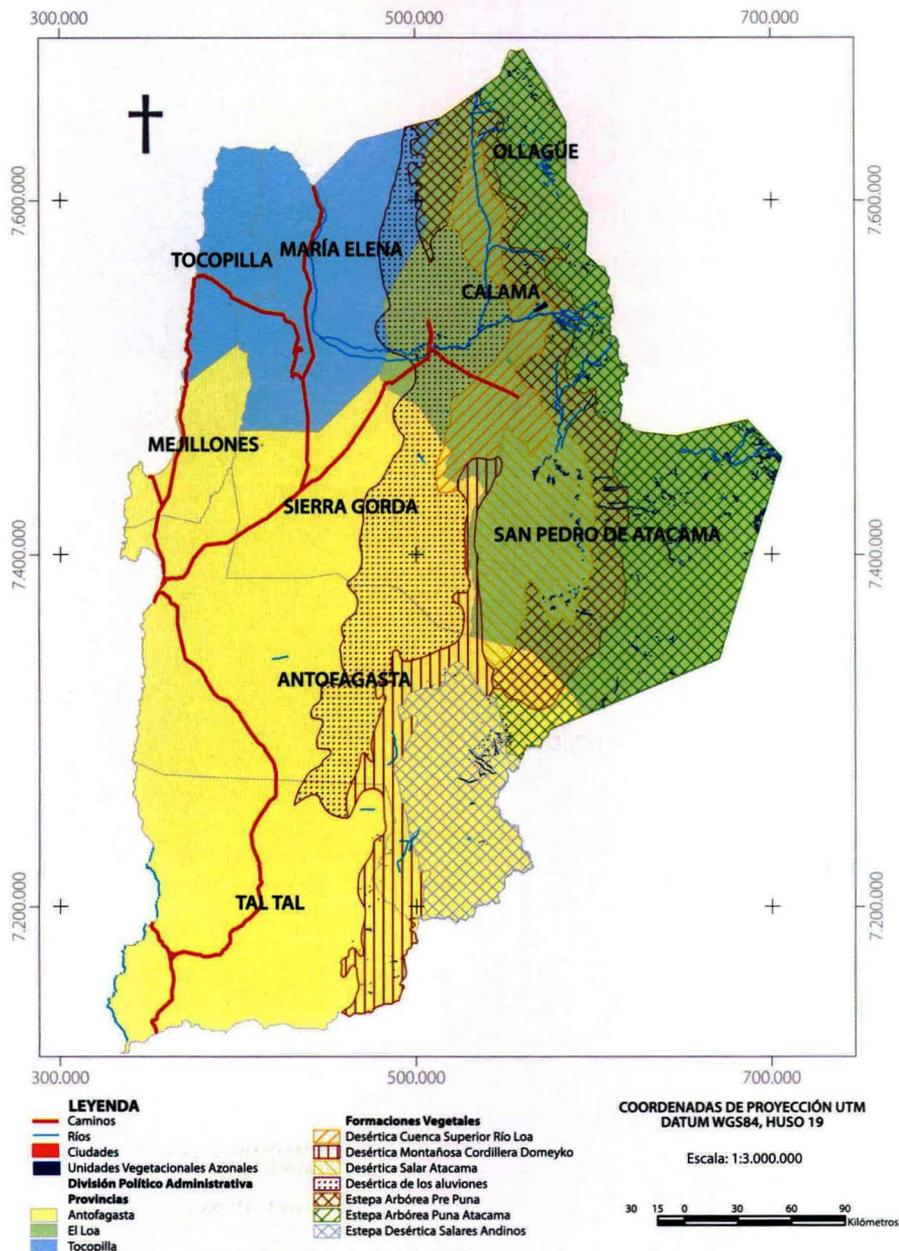
LEYENDA

- Unidades Vegetacionales Azonales
- Caminos
- Ríos
- Ciudades
- ▨ Estepa Altoandina Lauca
- División Político Administrativa
- Provincias
- Arica
- Parinacota

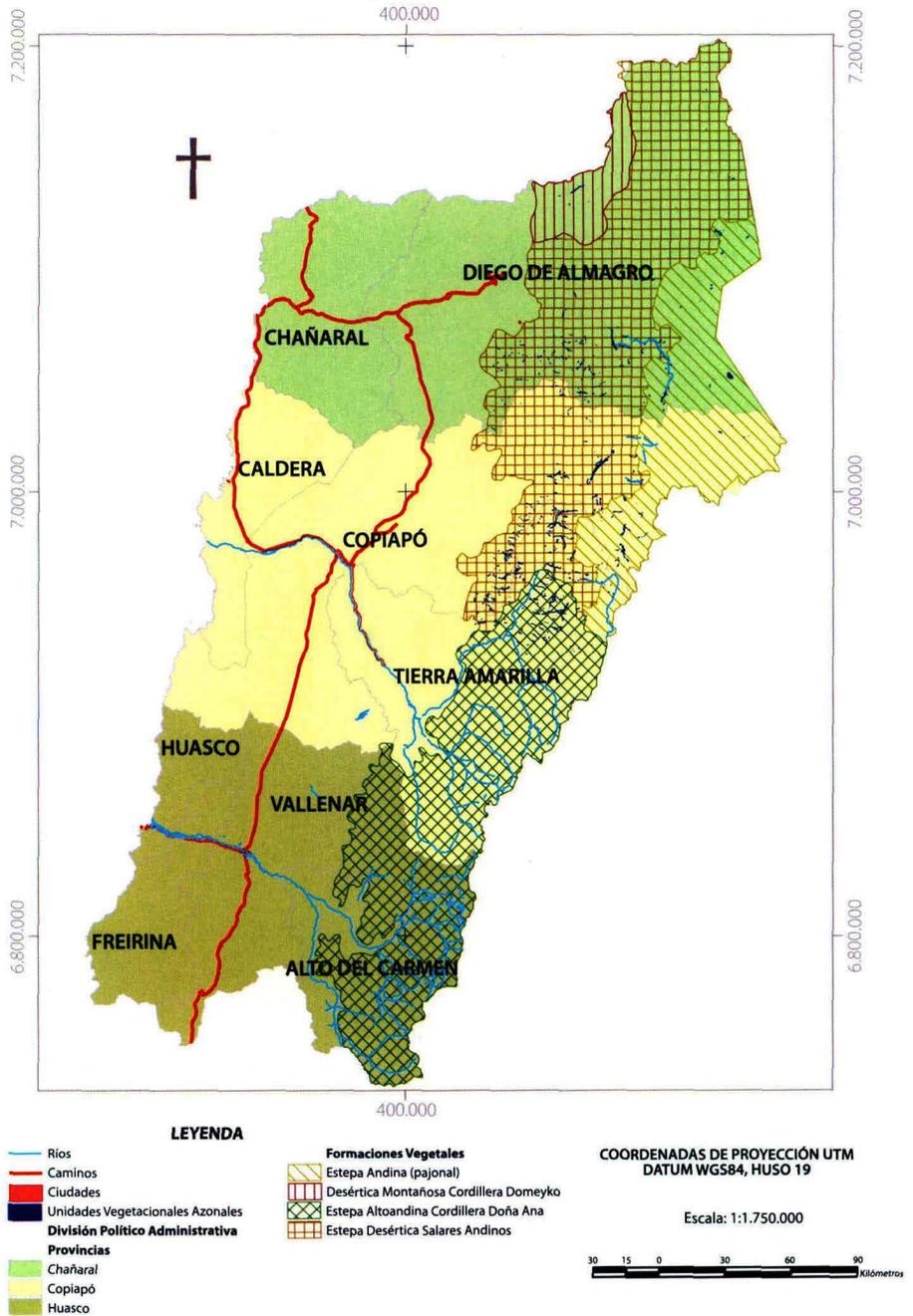
SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGION ALTIPLÁNICA (SVAHT) Región de Tarapacá



SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA (SVAHT)
Región de Antofagasta



SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA (SVAHT)
Región de Atacama



EQUIPO TÉCNICO

Fernando Baeriswyl R.

Ingeniero Agrónomo
Jefe DIPROREN SAG

Olga Espinoza M.

Ingeniero Agrónomo
Subdepto. Gestión Ambiental.
DIPROREN, SAG

Carmen Maldonado V.

Ingeniero Ambiental
Subdepto. Gestión Ambiental.
DIPROREN, SAG

Víctor Valdivia R.

Ingeniero Agrónomo
Encargado Regional Protección RNR. SAG

Hugo Román M.

Ingeniero en Acuicultura
Encargado Regional Protección RNR. SAG

José Andaur C.

Ingeniero Agrónomo
Encargado Regional Protección RNR. SAG

Vinko Malinarich T.

Biólogo
Encargado Regional Protección RNR. SAG

EQUIPO DE APOYO

José Rojas C.

Director Regional
SAG Región de Arica y Parinacota

César Cardozo R.

Director Regional
SAG Región de Tarapacá

Alexis Zepeda C.

Director Regional
SAG Región de Antofagasta

Víctor Ramírez A.

Director Regional
SAG Región de Atacama

Mónica Galarce T.

Alumna Ing. Recursos Naturales Renovables
Fac. Cs. Agronómicas
Universidad de Chile

PRÓLOGO

El actual estado de los humedales de la ecorregión altiplánica, comprendidos entre las regiones de Arica y Parinacota y Atacama, se ha visto afectado por una serie de actividades productivas que han modificado su condición original. Esta situación, debe ser considerada en las diferentes instancias de gestión, reconociendo también el vasto territorio que comprenden y la importancia que tienen para las comunidades locales de las regiones del norte del país y su biodiversidad.

Actualmente, los cambios experimentados por la vegetación, como resultado de la extracción de aguas provenientes de napas subterráneas, en la mayoría de los casos han sido de una velocidad tan acelerada que no ha sido posible aplicar prácticas correctivas. Es por ello que resulta fundamental poder conocer en detalle el estado de la vegetación de la zona, para así prospectar futuras medidas y programas que permitan frenar o al menos minimizar el acelerado deterioro que sufren los humedales del norte de Chile.

Con la publicación de la “Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetaciones Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica”, el Servicio Agrícola y Ganadero a través de su División de Protección de los Recursos Naturales Renovables, presenta la recopilación de estudios y seguimientos sistemáticos realizados en la vegetación asociada a humedales altiplánicos. El presente libro pretende constituirse en una herramienta de gestión de este recurso, extremadamente escaso y de relevante importancia para la mantención de la biodiversidad, por lo que se requiere ser preservado no sólo como un recurso biológico para el Chile actual, si no también como patrimonio para las futuras generaciones del país.

Finalmente, deseo reconocer el importante esfuerzo que realizan los funcionarios del Servicio Agrícola y Ganadero, de las regiones comprendidas entre Arica y Parinacota y Atacama, por la constante protección de este recurso natural a través de las diferentes acciones de evaluación y seguimiento que el Servicio realiza en las zonas estudiadas.

VÍCTOR VENEGAS VENEGAS.
Director Nacional
SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

INTRODUCCIÓN

Los sistemas vegetacionales azonales hídricos de altura corresponden a ecosistemas ampliamente distribuidos en la cordillera de los Andes, sin embargo pese a su vasta presencia, es un recurso muy escaso en la zona Norte y Centro Norte del país, constituyéndose en lugares de alta relevancia por su particular diversidad biológica y por el rol que representan para los sistemas productivos de las comunidades locales, basados en técnicas ancestrales.

La importancia de conservar este tipo de ecosistemas radica en que cumplen una serie de funciones asignadas por el hombre, dentro de las que destacan: fuente de aprovisionamiento de agua de bebida y para uso industrial y aporte de forraje en cantidad y calidad óptima para la crianza de ganado. Sin embargo, es necesario considerar otras funcionalidades de estos ecosistemas tales como fuente de biodiversidad y “pool” genético, corredores biológicos especialmente para aves migratorias y reguladores de ciclos hidrológicos (Quezada, 2001).

El propósito de esta publicación es presentar una clasificación de la vegetación azonal hídrica terrestre de humedales altiplánicos que permitan agruparlos por similitud de funcionamiento y entregar criterios de evaluación, manejo y seguimiento para aquéllas que estén siendo afectados por actividades de extracción de agua, además de una pauta de evaluación de impactos de proyectos que intervienen humedales, con los criterios aplicados por el Servicio en el marco del SEIA y, finalmente, se presenta una guía descriptiva de las principales especies vegetales presentes en humedales altiplánicos.

El contenido de esta guía se basa fundamentalmente en antecedentes bibliográficos, estudios realizados por encargo del SAG y estudios y seguimiento de proyectos realizados directamente este Servicio sobre dinámica de cambio de vegetación azonal hídrica terrestre.

FERNANDO BAERISWYL R.

Jefe División Protección de los Recursos Naturales Renovables

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	9
INTRODUCCIÓN	11
ÍNDICE DE ESPECIES	15
CARACTERÍSTICA DE HUMEDALES E INTERRELACIÓN CONVEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA TERRESTRE DE LA ECORREGIÓN.	17
Características de la Ecorregión Altiplánica.	19
Características de Humedales Altiplánicos.	20
Interacciones entre vegetación azonal hídrica terrestre y características de sitio asociados a humedales altiplánicos.	23
Clasificación y funcionamiento de los sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres (SVAHT).	27
Criterios de Clasificación de la Vegetación Asociada a Características del componente abiótico.	27
Recurso Vegetacional azonal hídrico altiplánico.	34
Esquematzación de modelo de funcionamiento de la vegetación.	36
Criterios de Evaluación de impactos en Humedales.	39
Manejo de Humedales.	44
Seguimiento Ambiental de Humedales.	44
Anexos	47
- Caso 1	47
- Caso 2	48
Bibliografía	51
CRITERIOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL	53
Objetivos	55
Criterios de Evaluación	56
Documentación relacionada y otras referencias técnicas.	63
GUÍA DE RECONOCIMIENTO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES ASOCIADAS A HUMEDALES ALTIPLÁNICOS	65
Bibliografía	112
GALERÍA DE IMÁGENES	113

ÍNDICE DE ESPECIES

<i>Aa nervosa</i> (Kraenzl.) Schltr.	67
<i>Arenaria rivularis</i> Phil.	68
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	69
<i>Baccharis acaulis</i> (Wedd. ex R.E.Fr.)	70
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	71
<i>Calandrina compacta</i> Barneaud	72
<i>Carex gayana</i> E. Desv.	73
<i>Carex maritima</i> Gunnerus	74
<i>Castilleja pumila</i> (Benth.) Wedd.	75
<i>Colobanthus crassifolius</i> (d'Urv.) Hook f.	76
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine) Stapf	77
<i>Deyeuxia breviaristata</i> Wedd.	78
<i>Deyeuxia chrysantha</i> J. Presl	79
<i>Deyeuxia curvula</i> Wedd.	80
<i>Deyeuxia eminens</i> J. Presl	81
<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen	82
<i>Distichlis humilis</i> Phil.	83
<i>Dryopteris rivularioides</i> (Fée) C. Chr.	84
<i>Festuca deserticola</i> Phil.	85
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	86
<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Walp.) Benth. & Hook.f.	87
<i>Lachemilla diplophylla</i> E.J. Remy	88
<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruíz & Pav.) Rothm.	89
<i>Lemna minor</i> L. Griff.	90
<i>Limosella australis</i> R. Br.	91
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd.) Lammers	92
<i>Lycium humile</i> Phil.	93
<i>Muhlenbergia asperifolia</i> (Nees & Meyer ex Trin.) Parodi	94
<i>Myriophyllum quitense</i> Kunth.	95
<i>Oxychloe andina</i> Phil.	96
<i>Phylloscirpus acaulis</i> (Phil.) Goentgh & D.A. Simpson	97

<i>Potamogeton strictus</i> Phil.	98
<i>Ranunculus cymbalaria</i> Pursh.	99
<i>Ruppia maritima</i> L.	100
<i>Sarcocornia pulvinata</i> (R.E.Fr.) A.J. Scott	101
<i>Triglochin striata</i> Ruiz & Pav.	102
<i>Werneria pinnatifida</i> J. Remy	103
<i>Werneria digitata</i> Wedd.	104
<i>Werneria heteroloba</i> Wedd.	105
<i>Werneria incisa</i> Phil.	106
<i>Werneria pygmaea</i> Gilles ex Hook. & Arn.	107
<i>Werneria spathulata</i> Wedd.	108
<i>Werneria weddellii</i> Phil.	109
<i>Zameioscirpus atacamensis</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	110
<i>Zannichellia andina</i> Holm-Niels. & R.R. Haynes	111



CARACTERÍSTICAS DE HUMEDALES ALTIPLÁNICOS
E INTERRELACIÓN CON VEGETACIÓN AZONAL
HÍDRICA TERRESTRE DE LA ECORREGIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LA ECORREGIÓN ALTIPLÁNICA

La Ecorregión altiplánica o Región de Estepa Alto-Andina, subregión del altiplano y de la puna y se define como el sector de la estepa alto-andina situado generalmente por sobre los 4.000 m. de altitud y se caracteriza por presentar un régimen climático de influencias tropicales con predominio de lluvias estivales con un gradiente decreciente a medida que se avanza hacia el sur (Gajardo, 1994).

Las características climáticas en las que se inserta la zona en referencia 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 (Olson *et al.* 2001, WWF 2001, según Squeo *et al.*, 2006).

Otro criterio de clasificación para esta misma zona la circunscribe por sobre los 3.500 msnm hasta los 4.500 msnm. de altitud, como rango promedio, señala que predomina un régimen climático de tundra fría de altura, con influencia tropical que determina precipitaciones concentradas en la temporada de verano, con presencia de marcada aridez en la medida que se avanza en sentido norte-sur (Ahumada y Faúndez, 2001).

En términos de superficie, según estudio realizado por el SAG, la ecorregión altiplánica de Chile alcanza una superficie cercana a las 8.864.000 ha. en las altas mesetas de la Cordillera de los Andes comprendidas entre la región de Arica y Parinacota y la zona norte de la Región de Atacama, de los que sólo el 0,56% corresponde a vegetación azonal hídrica terrestre, lo que en términos de superficie alcanza a valores cercanos a las 50 mil ha. (Biota, 2006a).

Respecto a la distribución de la vegetación, es necesario aclarar que el patrón dominante que determina la presencia de vegetación herbácea y arbustiva responde principalmente a factores zonales, los que presentan un continuo espacial influenciado por agentes forzantes generales o modeladores del paisaje, como son el nivel de precipitaciones estivales, pendiente, exposición y altitud, principalmente.

La presencia de humedales en el área altiplánica, sin embargo, responde a patrones azonales, lo que representa la forma de distribución de una formación vegetal o especie que responde a condiciones locales, las que normalmente están acotadas a características de suelo o sustrato, humedad o a cualquier característica particular que determine su presencia, sin observarse en ningún caso un patrón continuo de distribución.

Las grandes formaciones vegetacionales, considerando su forma de vida, patrón de distribución zonal y abundancia en la ecorregión son las siguientes (Ahumada y Faúndez, 2001):

- Pajonales, que corresponden a una formación vegetal compuesta por especies de gramíneas de crecimiento cespitoso “forman una champa tipo coirón” compuesta de pastos muy duros y toscos.
- Tolares, compuestos por especies arbustivas de crecimiento bajo y de hojas reducidas y resinosas.
- Además, es posible identificar algunas fisonomías de vegetación menos abundantes, pero de gran relevancia ecológica como es el caso de formaciones arborescentes de queñoales (*Polylepis tarapacana*) y llaretales (*Azorella compacta*).

Por otra parte, destaca en esta ecorregión la presencia de vegetación con patrones de distribuciónazonal que se encuentra asociado a suministro hídrico estable y/o permanente y corresponde según características de las especies presentes a (Ahumada *et al*, 2001):

- Bofedal.
- Pajonal húmedo.
- Vega.

CARACTERÍSTICAS DE HUMEDALES ALTIPLÁNICOS

Los humedales de altura corresponden a sistemas ecológicos azonales hídricos, correlacionados con un aporte hídrico permanente y constante influenciados principalmente por las precipitaciones estivales (fines de primavera, verano e inicios de otoño). Desde el punto de vista de la vegetación, se presentan en ambientes normalmente árido-fríos, en medio de matrices arbustivas o herbáceas de escaso o bajo cubrimiento (inferiores a 50% normalmente) y baja estratificación (habitualmente inferiores a 1 m) resaltando por su mayor actividad vegetativa y sus mayores cubrimientos (normalmente sobre el 50 %). Además, corresponden a los sistemas de mayor productividad en las áreas en las que se ubican, no obstante su menor superficie, constituyéndose en elementos funcionales de alta significación para los ecosistemas relacionados (Biota, 2006).

Entre los agentes forzantes que determinan la presencia de humedales, el aporte hídrico es el más importante, existiendo una clara dependencia entre aporte hídrico y vegetación azonal hídrica, la que es sustentada por una serie de interrelaciones, que pueden explicarse a través de las siguientes formas de suministro hídrico:

a) Suministro hídrico determinado por presencia de acuífero subterráneo:

La vía de suministro hídrico permite agrupar las siguientes modalidades de aporte de agua:

- Afloramientos hídricos a través de surgencias, tales como vertientes, las que permiten la presencia de una laguna de agua dulce, que en algunos casos es sucedida por lagunas de agua salada, que corresponden a lagunas someras de evaporación; afloramientos canalizados, los que después de un largo tramo alimentan lagunas de agua dulce y/o salada; surgencias difusas los que corresponden a afloramientos de bajo caudal que escurren lentamente irrigando la superficie del suelo y en función del grado de hidromorfismo que generan en el suelo, determinan la presencia de vegetación más o menos hidrófila, pudiendo variar desde la composición de bofedal a pajonal hídrico salino (CEA, 2007).



Bofedal de Carcote irrigado por afloramientos de napas subterráneas.

- Suministro hídrico por ascenso capilar desde el acuífero; en este caso, el factor que determina la presencia del humedal está dado por la cercanía de la napa a la superficie del sustrato, sin embargo las variaciones inter e intraanuales están determinadas principalmente por la conjugación de variables climáticas (fundamentalmente temperatura y humedad).

Mientras mayor sea el aporte e influencia hídrica de la napa, más hidrófilo es el sistema vegetacional asociado al humedal.

b) Suministro hídrico determinado por cursos de aguas superficiales:

El aporte hídrico en este caso está dado por ríos superficiales que atraviesan planicies en las que se desarrolla vegetación hidromorfa en las proximidades ya sea por inundación o por infiltración lateral. Ejemplos de vegetación azonal determinada por la presencia de esos cuerpos de agua es la que se presenta en los bofedales en torno a los ríos Collacagua y Lirima y pajonales y vegas en zonas alledañas a los ríos San Salvador y Loa.



Bofedal irrigado por escurrimiento superficial (río), sector Aravilla.

En la figura 1, se puede observar que mientras más superficialmente se ubique la napa freática, la humedad del suelo que determina la presencia de especies vegetales hidromórficas es más estable y está influenciada principalmente por el ascenso capilar desde la zona saturada en profundidad o por las surgencias que la presión del acuífero determine, la que irriga la zona de raíces de las plantas.

En áreas con nivel freático superficial, es posible encontrar formaciones de bofedal no salino, pajonal hídrico no salino y vega (salina y no salina). A medida que el nivel freático se encuentra a mayor profundidad, la superficie cubierta por sales aumenta, en tanto que la vegetación presente es del tipo pajonal salino o vega salina.

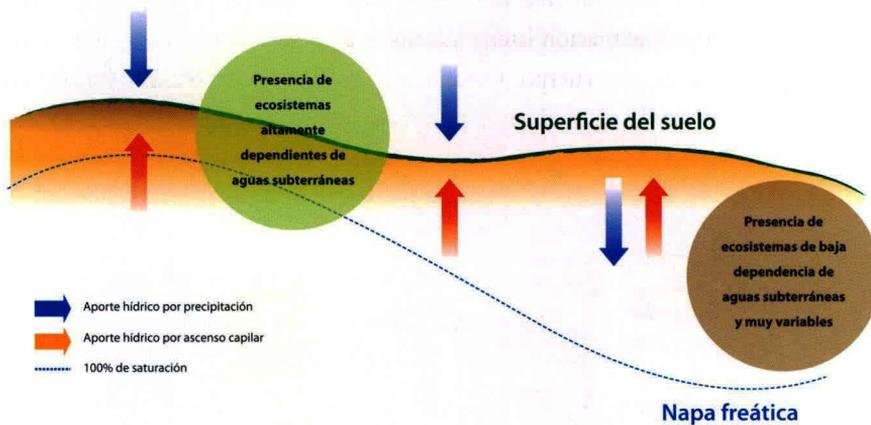


Figura 1.
Esquema de vías de suministro hídrico de ecosistemas húmedos altiplánicos.

INTERACCIONES ENTRE VEGETACIÓN AZONAL HÍDRICA TERRESTRE Y CARACTERÍSTICAS DE SITIO ASOCIADAS A HUMEDALES ALTIPLÁNICOS

Existen referencias que señalan las variables propias del medio abiótico, desde un punto de vista ecosistémico, que permiten explicar su influencia en la presencia de algunos componentes del medio biótico, especialmente la vegetación. En la mayoría de los casos, los esfuerzos en caracterizar el medio abiótico, se centran en la descripción del componente acuático.

Entre las características relevantes del sustrato que inciden en la vegetación hidrófila, se

reconoce la importancia del contenido de materia orgánica en suelos de humedales. La literatura define como suelos orgánicos aquellos que presentan un contenido de materia orgánica superior al rango de 20-35%, y los suelos con un contenido menor a este rango, se denominan suelos minerales (Flores, 2002).

En la figura 2 se presenta un esquema de funcionamiento e interacciones de variables bióticas y abióticas de los sistemas azonales hídricos de vegetación terrestre, destacando como principal componente la presencia de un acuífero cercano a la superficie del terreno, el que determina la presencia de vegetación azonal hídrica y que manifiesta variaciones inter e intra anuales producto de las variaciones climáticas propias de los cambios de estación y de los ciclos climáticos que se presentan en un período de años. Esta variabilidad se expresa en diferencias de humedad en el perfil de suelo y en los niveles de déficit hídrico, y determina un balance hídrico negativo en ciertos períodos del año que se expresa como afloramiento salino.

Es necesario destacar que los humedales son sistemas muy dependientes de los niveles freáticos y aportes de precipitaciones, que funcionan dentro de un nivel de equilibrio relativo, el cual se refleja en el hecho de que en años lluviosos el sistema se recupera para luego mantener los niveles basales y óptimos de funcionamiento en aquellos años con índices de aridez extrema, debido a la existencia de mecanismos de regulación interna, es decir, una capacidad de resiliencia que permite mantener el sistema activo (parámetros físico-químicos y formas vivientes), pese a condiciones extremas de aridez que se presentan cada cierto número de años (Figura 2).

Una de las características más importantes que establece la diferencia de formaciones vegetacionales y de cobertura, está relacionada con el contenido de agua del suelo en la zona de arraigamiento de las comunidades herbáceas. Por lo cual se puede afirmar que mientras más superficial es el nivel freático o mientras más cercano se está del afloramiento de agua o de las lagunas con renovación de agua en forma permanente, la vegetación presente es de tipo hidrófila, en la que es posible encontrar especies de ciperáceas y juncáceas y como especies acompañantes gramíneas, las que también pueden estar presentes en condiciones menos hidromórficas.

Existe una segunda característica que determina nuevos patrones de distribución de especies y que corresponde al afloramiento salino, permanente o estacional, ya que se da una relación inversa entre la disponibilidad de agua en el suelo y el porcentaje de cubrimiento y tiempo de permanencia de sales en la superficie. Existen algunas excepciones en que por la plasticidad de algunas especies herbáceas pueden presentarse en ambas condiciones de salinidad, como por ejemplo, *Distichlis humilis*.

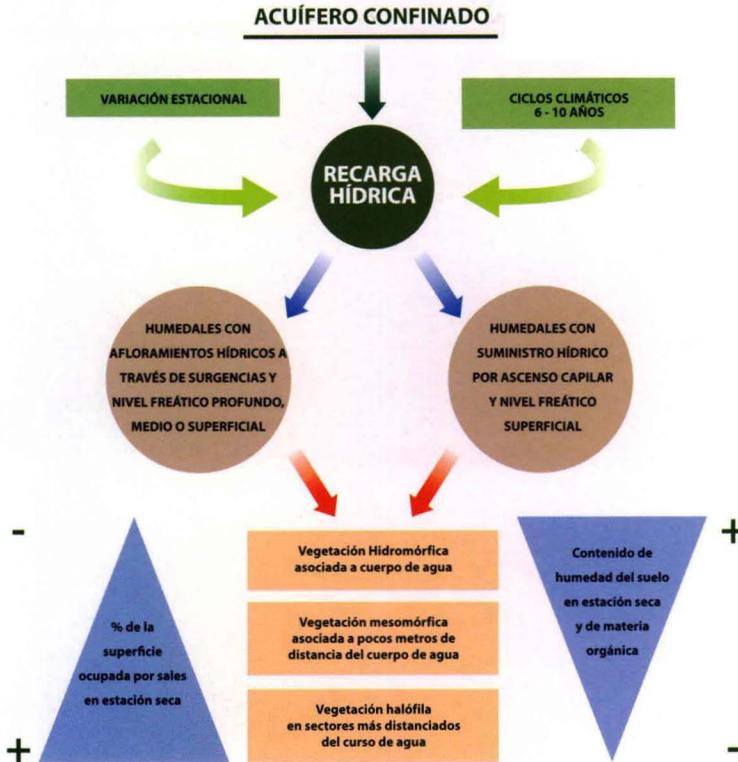


Figura 2.

Componentes que determinan la presencia de los diferentes tipos de sistemas vegetacionales azonales hídricos en el altiplano.

Otra de las características determinantes de la expresión de la vegetación, es el contenido de materia orgánica, el que es directamente proporcional al contenido de agua del suelo.

Es así como, en los bofedales, por el tipo de crecimiento de las plantas que lo componen, que se desarrollan en forma de cojín compacto, se produce la acumulación de estructuras de plantas que van quedando en los primeros centímetros del suelo con proceso de descomposición muy lento.

En la figura 3 se presenta la dinámica de funcionamiento de los humedales que determina la presencia y permanencia de un determinado tipo de humedal con características abióticas y bióticas terrestres bien definidas, lo que se traduce en terreno en presencia de atributos físicos del lugar en el que se presentan los humedales tales como cuerpos de agua, formas de la vegetación, afloramiento de sales en superficie, materia orgánica, entre otros.



Figura 3.

Influencia de características climáticas en parámetros físicos que determinan patrones de adaptación biológica de los sistemas de humedales.

El resultado de la interacción de estas variables físicas de los humedales (humedad, materia orgánica y salinidad) produce una matriz de distribución bastante compleja, lo que determina áreas fisonómicamente muy heterogéneas que pueden ser muy contrastantes, lo que hace necesario establecer un sistema de clasificación para las diferentes formaciones de vegetación, que permitan relacionar características de hábitat con las especies presentes y sus respectivos ensambles y que es lo que se presenta en el siguiente punto.

CLASIFICACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES (SVAHT)

La forma más usual de clasificación de la vegetación altiplánica se basa en las especies dominantes y en la mayoría de los casos no considera características físicas del lugar como tampoco su interrelación con las especies vegetales que sustenta. Una aproximación a clasificaciones del tipo funcional, es la que propone Troncoso (1982), para el Parque Nacional Lauca de Chile, desarrollando una clasificación de bofedales de acuerdo al criterio hídrico, asociado a las especies vegetales dominantes:

- 1) bofedal hídrico de *Deyeuxia chrysantha*, especie indicadora de mejor condición de la pradera;
- 2) bofedal hídrico de *Oxychloe andina*–*Distichia muscoides*, intensamente utilizado por el ganado;
- 3) bofedal méxico de *Carex incurva*–*Werneria pygmaea*, ubicados en las partes periféricas de los bofedales hídricos.

Ante la ausencia de una clasificación funcional se plantea una agrupación en función de características de hábitat terrestre y de las especies vegetales que forman parte de estos sistemas azonales, lo que es descrito a continuación.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA A CARACTERÍSTICAS DEL COMPONENTE ABIÓTICO

El SAG realizó una descripción de los SVAHT en la ecorregión altiplánica en base a la interpretación de imágenes satelitales del tipo asistido con información recopilada en terreno en la temporada 2005, entre las regiones de Arica y Parinacota y Atacama. (Biota, 2006a).

Basado en los antecedentes anteriormente mencionados, se definieron criterios que han sido considerados en la clasificación de la vegetación que se presenta en este documento, los que corresponden a la arquitectura de crecimiento de las especies dominantes de la formación vegetal y la presencia de afloramiento de sales para determinar la característica salina o no y que se expresan de la siguiente manera:

- Forma de la planta cespitosa o no cespitosa .
- Formaciones de cojines compactos o no .
- Predominio de plantas rizomatozas o no.
- Altura de desarrollo de las especies dominantes.
- Superficie cubierta por afloramientos salinos.

Como una forma práctica de aceptar la variabilidad de sitios, el SAG en el año 2006 realiza una clasificación preliminar de formaciones vegetacionales que incorpora la interacción de dos elementos: dependencia de humedad del sitio (vegetación hidrófila a halófila) y la presencia de afloramientos salinos sobre la superficie de las plantas que componen la formación dominante y el sustrato que lo acompaña; en base a estos dos criterios los tipos vegetacionales definidos corresponden a:

- Bofedales no salinos.
- Bofedales salinos.
- Pajonales hídricos no salinos.
- Pajonales hídricos salinos.
- Vegas no salinas.
- Vegas salinas.

El encabezado de cada clasificación identifica a un grupo de plantas que presentan una arquitectura de crecimiento con un patrón visual típico en cada sitio, en cambio el componente salino o no salino indica la presencia de afloramientos de sales en superficie, para lo que se definen umbrales máximos para cada tipo de formación identificado, de manera que se puede encontrar para un mismo tipo vegetal su característica de ecosistema salino o no.

Se definieron umbrales de superficie cubierta por afloramiento salino para determinar el componente salino o no de la formación vegetal respectiva, en el período de menor incidencia de salinidad que corresponde al mes de marzo.

La definición y características principales de cada una de las formaciones vegetales que se presentan en la clasificación, son las siguientes:

- Bofedales

Sectores en los que hay niveles de humedad permanente en el suelo, desde capacidad de campo a sobresaturado y que espacialmente se ubican en torno a los cursos de aguas corrientes o lagunas con renovación de aguas y los suelos se caracterizan por presentar altos porcentajes de materia orgánica.

Las especies vegetales presentan crecimiento en cojines en forma semiglobosa, originando cuerpos compactos. Así mismo, entre los cojines es posible encontrar especies que crecen formando césped corto.

Respecto a la presencia de afloramientos salinos, ésta se concentra en la zona de transición (ecotono) con formaciones más halófilas, como es el caso de vegas o pajonales, que forman parte del ecotono del bofedal. Otra situación en la que este tipo de formación puede presentar afloramientos salinos generados por fisiografía, dado que a nivel de microrrelieve, en los sectores más altos es posible identificar afloramiento salino en los períodos de mayor aridez.

Los bofedales no salinos presentan afloramientos temporales y en porcentajes bajos (inferior al 5% de cobertura, definido como valor umbral), los que sólo se expresan en el período de mayor aridez, que corresponde a los meses de octubre a diciembre según sea la región administrativa en la que estos se encuentran.



Bofedal salino, salar de Carcote.



Bofedal no salino, sector vega La Gallina.

Para el caso de los bofedales salinos, el porcentaje de afloramiento salino puede llegar a valores cercanos al 40% en los meses de mayor aridez, pudiendo disminuir este valor a porcentajes muy bajos, influenciado exclusivamente por las lluvias estivales.

El valor umbral utilizado para identificar si el bofedal es salino es aquel que presenta afloramiento salino mayor a 5% el que es evaluado en los meses de menor déficit hídrico (marzo).

- Pajonales hídricos

Sectores que presentan una mayor concentración de sales en superficie y los niveles freáticos son medios a altos y el suelo tiene un contenido de materia orgánica media a baja.

Las especies vegetales tienen crecimiento cespitoso con desarrollo de follaje aéreo alto (mayor a 40 cm. de altura), conformando penachos herbáceos de tamaño medio a grandes.



Pajonal hídrico no salino, sector quebrada Caya.



Pajonal hídrico no salino presente en el borde de lagunas de agua dulce, sector Jachucoposa.

Respecto al contenido de sales en el sistema, éste es menos variable que en los bofedales en cuanto al porcentaje de la superficie con afloramiento salino, pero el rango de variación de las sales en superficie es mayor dependiendo del nivel de precipitaciones.

Como valores umbrales se propone un valor de 30% de superficie ocupada por afloramiento de sales para diferenciar la condición de salino o no salino.

- **Vegas**

Sectores con niveles freáticos superficiales a subsuperficiales, pudiendo o no presentarse niveles de saturación y el contenido de materia orgánica del suelo es medio a bajo, presentándose en este último caso, mayor afloramiento salino.

Las especies presentan crecimiento rizomatoso, desarrollando un césped parejo o con desarrollo de pequeños cojines herbáceos menores a 40 cm. de altura de follaje.



Vega salina, sector Coposito.



Vega no salina, altiplano Atacama.

La presencia de sales es altamente dependiente de las precipitaciones y por ende de la época del año, no obstante la principal diferencia entre la vega salina y no salina es que esta última no presenta afloramientos de sales en la temporada de lluvias en años climáticos normales y el cubrimiento de plantas es mayor al 70%.

Esta principal diferencia entre la formación salina y no salina se establece en el período de lluvias y crecimiento activo de las plantas que lo componen, ya que es frecuente la presencia de sales en porcentajes que normalmente superan el 20% para las vegas salinas, definiéndose este valor umbral para diferenciar las dos formaciones. La vega no salina presenta como superficie de afloramiento salino un porcentaje de cubrimiento inferior al 20% en el período de máxima aridez.

RECURSO VEGETACIONAL AZONAL HÍDRICO ALTIPLÁNICO

Basado en la descripción de la vegetación realizada en la ecorregión altiplánica y aplicando los criterios de clasificación de vegetación se efectuó la cuantificación de los diferentes tipos de sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres presentes en la ecorregión, que abarca un universo de 43.200 ha., en el que se clasificó el 80% de la superficie con vegetación, lo que representa 34.500 ha., asociándola a los tipos vegetacionales definidos en la propuesta de clasificación incorporada en esta publicación, entregándose valores de superficie para cada uno de ellos.

Cuadro N° 1

Clasificación de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres

CLASIFICACIÓN DE VEGETACIÓN	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN			
	Aporte hídrico	Arquitectura de Crecimiento	Materia Orgánica en el suelo	Afloramiento salino (%)
Bofedal no salino	Lagunas, escurrimientos superficiales, napa freática alta, que mantienen humedad permanente en el sustrato	Principalmente en cojín, no cespitoso. Pastos bajos con crecimiento muy compacto.	Sustratos con alto contenido de materia orgánica.	< 5%.
Bofedal salino	Lagunas, escurrimientos superficiales, napa freática alta.			> 5%.
Pajonal Hídrico no Salino	Lagunas y escurrimientos superficiales. Saturación de sustrato en época estival	Cespitoso (forma champas).		< 30%
Pajonal Hídrico Salino	Lagunas y escurrimientos superficiales. Saturación de sustrato en época estival, con períodos más restringidos que el anterior.	Plantas con altura de crecimiento > a 40 cm.	Sustrato con contenidos medios de materia orgánica.	> a 30 %.
Vega No Salina	Lagunas y escurrimientos superficiales. Sustrato al menos en capacidad de campo en época estival	Rizomatoso, no cespitoso (forma un césped corto).		< a 20%.
Vega Salina	Amplia plasticidad que va de sustratos con saturación baja a completamente saturados.	Plantas con altura de crecimiento < a 40 cm.	Sustratos con contenido de materia orgánica muy variable.	> a 20%.

A nivel de ecorregión la formación dominante es la de bofedal no salino con valores cercanos a 17.000 ha. la que representa un 49% de la superficie total clasificada. La segunda formación dominante corresponde a la vega salina con 7.106 ha., que representa el 20,6% de la superficie clasificada, seguido de bofedal salino, vega no salina y pajonal hídrico con 2.306, 1.878 y 1.593 ha. para cada una de ellas, representando un 6,6%, 5,4% y 4,6% de la superficie clasificada, respectivamente y pajonal hídrico salino que sólo abarca una superficie de 66 ha., lo que representa el 0,19% de la superficie.

Además, se identificaron una serie de agrupaciones de formaciones que se presentan en mezcla (ecotonos) que en conjunto cubren una superficie de 4.262 ha.

Cuadro 2

Superficie según clasificación de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres (SVAHT) presente en la Ecorregión.

CLASIFICACIÓN DE LOS SVAHT	SUPERFICIE CUBIERTA POR HECTÁREA				
	Regiones				
	Arica y Parinacota	Tarapacá	Antofagasta	Atacama	Total Ecorregión
Bofedal no salino	14.777	1.757	165	228	16.927
Bofedal salino	353	1.405	366	182	2.306
Bofedal Pajonal Hídrico	398	94	723	368	1.583
Bofedal – vega	-	634	82	-	716
Pajonal hídrico no salino	53	28	1.124	388	1.593
Pajonal hídrico-bofedal salino	-	499	367	-	866
Pajonal hídrico- vega salina	-	34	255	4	293
Pajonal hídrico salino	-	66	-	-	66
Vega no salina	1011	368	132	367	1.878
Vega-pajonal hídrico	138	-	372	294	804
Vega salina	1.651	2.588	2.854	13	7.106
Ripariana	-	20	284	33	337
No clasificado	2458	1643	2.777	1.881	8.759
Total Región	20.839	9136	9.501	3.758	43.234

Los polígonos no clasificados en el cuadro 2, requieren de estudios más detallados por representar éstos, en la imagen satelital, pequeñas áreas con alto nivel de saturación radiométrica por presencia de sales.

ESQUEMATIZACIÓN DE MODELO DE FUNCIONAMIENTO DE LA VEGETACIÓN

A continuación se define un marco teórico conceptual para el funcionamiento de la vegetación en el humedal, como apoyo a la determinación del área de influencia del acuífero en la cuenca, considerando que la distribución espacial de la flora es dependiente de la fuente hídrica.

De acuerdo a la clasificación de vegetación azonal presentada anteriormente, se identifica la interrelación entre dos variables que están directamente influenciadas con el aporte hídrico de las napas siendo éstas la presencia de afloramientos salinos tanto en cobertura como estacionalidad y las especies vegetales que componen parte del ecosistema terrestre. Respecto a la primera variable se puede afirmar que la cobertura salina, sea ésta en el período seco (primavera inicio de verano) o en forma permanente, se relaciona directamente al índice de aridez; lo anterior se fundamenta en el hecho de que a medida que disminuye el aporte hídrico, la evapotranspiración del agua arrastra sales que van quedando en la superficie y que comienzan a visualizarse en condiciones de sustrato seco. Se establece así un primer indicador para identificar la mayor o menor aridez del sitio y la dependencia de la vegetación al aporte hídrico.

Como se aprecia en la figura 4, la intensidad de afloramiento salino puede ser modificado por las condiciones climáticas dentro de rangos definidos, de modo que la interacción de ambos factores representa la dependencia del ecosistema a las aguas subterráneas:



Figura 4.

Dependencia de la vegetación a las napas subterráneas en función de precipitación y afloramiento salino.

La dinámica de cambio estacional sigue los siguientes patrones:

- Concentración de sales en el período de mayor aridez, momento en el cual, por efecto de la evaporación y evapotranspiración, las sales son arrastradas a la superficie del suelo, lo que normalmente se acentúa entre los meses de octubre a diciembre.
- Lavado de sales en superficie del suelo y plantas que, por acción de las lluvias, son desplazadas al subsuelo identificándose en la superficie sustratos arenosos o estructuras de plantas.

La interacción del proceso descrito anteriormente debe relacionarse con umbrales de saturación de suelo influenciados por la napa freática, ya que la presencia de agua en subsuperficie (aportes de napas freáticas) impone un efecto amortiguador o “buffer” a la influencia de las lluvias

Mientras mayor sea la diferencia de porcentaje de sales en superficie entre la estación seca y húmeda, la vegetación presente es menos dependiente al suministro hídrico de la napa.

Lo expresado anteriormente incide en la composición de la vegetación, lo cual debe ser analizado en forma conjunta con la influencia que ejerce la napa freática, en especial sobre las especies dominantes que determinan la presencia de bofedal, pajonal o vega y, que en esa misma secuencia, presentan una dependencia decreciente respecto al aporte hídrico proveniente de aguas subterráneas.

Lo dicho en el párrafo anterior se basa en el seguimiento que se ha realizado a diferentes humedales que han sido afectados por la extracción de aguas provenientes de las napas subterráneas, en los que se ha evaluado la recuperación del humedal y se ha podido constatar la recolonización identificando las especies que comienzan a cubrir el humedal. Es así como en varios de los salares analizados, la presencia de áreas de bofedal impactado ha comenzado a ser reemplazada por pajonales compuestos por especies de los géneros *Festuca* y *Stipa*, tanto en los sectores ubicados en la periferia como en el centro del bofedal (Anexo 1).

En la identificación y evaluación de potenciales impactos por extracción de aguas subterráneas es necesario determinar las especies dominantes que componen la formación vegetal. Como ejemplo, en el tipo bofedal las especies dominantes pueden ser *Oxychloe andina* o *Zameioscirpus atacamensis* y para el caso de pajonales hídricos, los cuales normalmente se encuentran alimentados por afloramientos hídricos difusos o por napas que se encuentran muy superficiales, las especies características pueden ser *Festuca desérticola* o *Deyeuxia eminens*.



Vista de bofedal en época de lluvias (periodo estival).



Vista de bofedal en época de mayor aridez, lo que se expresa como afloramiento salino.

La aplicación de algunas prácticas ancestrales, tales como, la canalización de aguas superficiales provenientes de napas subterráneas para la creación de áreas de pastoreo de camélidos, ha permitido identificar dinámicas de cambio de la vegetación asociado a mayor contenido de humedad en el suelo (bofedales).

La definición de estado o condición actual de la vegetación y su tendencia, hace referencia a la descripción del “estado de salud” de la vegetación en un período de tiempo determinado, que responde a una dinámica de cambio por presiones naturales del sitio, usualmente asociada a cambios transitorios dependientes de las variaciones climáticas intraanuales.

Por otro lado, las formaciones vegetacionales indican el grado de hidromorfismo del sitio que las sostiene y es factible identificar una dinámica de cambio de la vegetación en el tiempo asociada a variaciones en los niveles de humedad del sitio.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS EN HUMEDALES.

Es necesario mencionar que la principal acción desequilibrante en el funcionamiento natural de los humedales corresponde a la alteración y/o modificación del régimen hídrico, el que puede ser modificado de alguna de las siguientes formas (CEA, 2007):

- Interrupción o disminución de caudales de cursos superficiales que irrigan directamente a humedales, como es el caso de los ríos Loa y San Salvador.
- Aumento en las extracciones de agua de los diferentes acuíferos, sean éstas superficiales o de napas subterráneas, lo que se traduce en aumentos de la profundidad del nivel freático.

Los modelos utilizados a la fecha para predecir los volúmenes de extracción, al parecer, han sobreestimado los volúmenes de recarga y, por tanto, se ha extraído una cantidad de agua superior de la que se acumula en forma natural en cada temporada, lo que se traduce finalmente en disminución de caudales en afloramientos puntuales y en descenso de las napas subterráneas.

Por otra parte, las medidas de mitigación propuestas en muchos casos no han sido capaces de mantener los diferentes componentes ambientales en especial vegetación y fauna.



Mineralización de mantillo por desecamiento
de la vegetación.



Vista de mantillo de un bofedal seco
por extracción de agua.



Vista de rastrojo de bofedal de plantas muertas aún identificables.

En general, los estudios realizados en el altiplano relacionados con intervención de humedales por acción antrópica centran sus análisis en 3 grandes áreas (Flores, 2002):

- Caracterización de los grandes sistemas de humedales asociados al régimen hídrico que los sustenta, que incorpora descripción de sitio y clasificación de vegetación.
- Determinación de cambios históricos a través de teledetección, específicamente NDVI.
- Estudios de capacidad de carga para uso con ganadería.

A la fecha no se han realizado estudios generales de capacidad de carga como tampoco se ha evaluado en forma sistemática los efectos del pastoreo en la vegetación, en especial en sectores en los que se está realizando un manejo de recuperación del componente flora terrestre.

En la figura 5 se presenta un esquema teórico de cambio sucesional en la vegetación para cada tipo definido; la dinámica de cambio apunta a estados de mayor deterioro considerando exclusivamente el aporte hídrico como factor restrictivo. El punto de partida es la caracterización a modo de línea base, por lo que resulta muy importante identificar el tipo de vegetación presente en el sitio sujeto a análisis en el tiempo; resulta prioritario entonces definir claramente el punto de partida, el que necesariamente debe ser asociado a una formación vegetal específica con descripción detallada de la dimensión areal para cada tipo vegetacional definiendo la composición específica al interior de ésta.

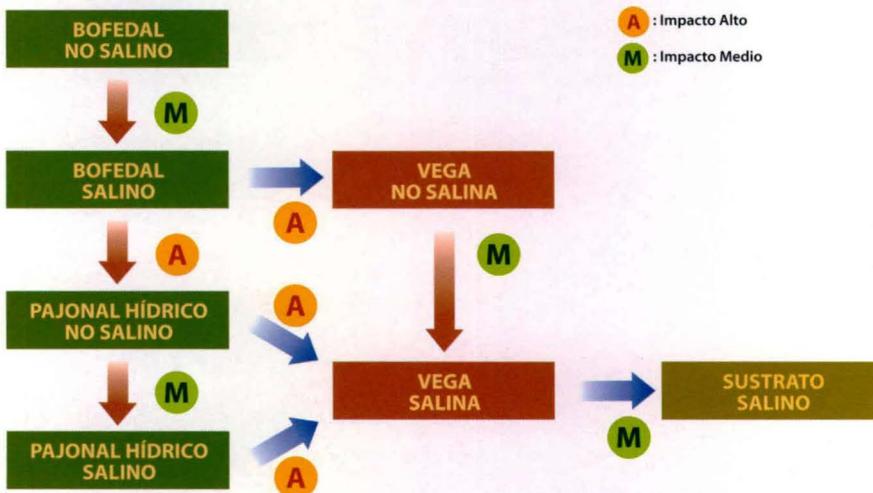


Figura 5.

Dinámica de cambio para sistemas vegetacionales azonales hídricos terrestres del altiplano y nivel de impacto.

La identificación de la formación está determinada exclusivamente por la arquitectura y hábito de crecimiento de las especies que forman parte de ella y que le otorgan la fisonomía de ambiente dominante, lo que no presenta mayores inconvenientes para describirlo en cualquier época del año.

Basado en el modelo teórico de dinámica de cambio, es posible identificar la dirección más probable del cambio de las especies vegetales dominantes para cada formación definida, en condiciones de descenso continuo y leve de humedad del suelo, los que pueden sustentar los criterios de evaluación de impactos generados por la extracción de agua.

Para una correcta aplicación de esta secuencia de cambios es indispensable definir la línea base del tipo de vegetación que será analizada en el tiempo y una vez que se identifique se deben seguir las alternativas de cambio propuestas en la figura 5, para evaluar la significancia del impacto de la ejecución del proyecto.

Por otra parte, la descripción del atributo salino o no salino, debería realizarse en época estival en el momento de mayor actividad fotosintética de las plantas (segunda quincena de marzo a primera quincena de abril según sea la región), después del período de lluvias, que es el momento en el que se produce el lavado de sales desde la superficie de los diferentes sustratos.

Es importante destacar que en la secuencia de cambios antes señalada, el paso de un estado a otro asociado exclusivamente a mayor presencia de sales, sin que implique un cambio en la composición botánica, es de mayor reversibilidad que el paso de un tipo de formación a otra. En otras palabras el paso de bofedal no salino a salino tiene una mayor posibilidad de ser revertido que el paso de bofedal no salino a pajonal hídrico o vega; por consiguiente, el impacto es menor si las variaciones sólo se manifiestan a nivel de presencia de sales.

Es necesario definir que es importante introducir como criterio de aceptación los cambios naturales, sin embargo, éstos en el corto plazo no deben considerar o aceptar cambios significativos en la composición botánica de las especies dominantes que impliquen cambiar de un tipo de vegetación dominante a otro (por ejemplo pasar de bofedal a pajonal).

También es necesario destacar que las líneas de retrogradación analizadas tienen como punto final la presencia de vega salina, asociados normalmente a cobertura de plantas de menor altura y superficie con afloramiento salino que supera en muchos casos el 50%.

42 El análisis se complejiza al evaluar sectores de ecotono en que se mezclan diferentes tipos vegetacionales, pudiendo identificarse presencia de bofedal-pajonal, bofedal-vega y

vega-pajonal. En la elección de indicadores no es apropiado considerar los sectores de ecotono por la bidireccionalidad evidenciados en los cambios, por lo que es aconsejable optar por tipos de formaciones que se presenten como dominantes y que sean más sensibles. A modo de ejemplo, en la asociación bofedal-pajonal o la asociación bofedal-vega, el elemento sensible que permite determinar la tendencia es la dinámica de cambio de las especies características del bofedal.

Para determinar la evolución de la vegetación en humedales del altiplano, es necesario identificar como agente forzante la disminución del aporte hídrico, que puede asociarse a dos tipos de respuesta en función de la velocidad de esta disminución, lo que determina la capacidad de respuesta que pueda presentarse en los diferentes sistemas vegetacionales terrestres en humedales:

- Disminución gradual de aportes hídricos, la que normalmente está asociada a las variaciones de precipitación propias de los ciclos climáticos en la zona permite evidenciar cambios en la vegetación y aumento de afloramientos salinos.
- Disminuciones drásticas del aporte hídrico respecto a intensidad y menor tiempo; los cambios en la vegetación son más violentos que, en muchos de los casos, no se alcanza a percibir cambios de especies previo a su desecamiento y sólo se percibe el cambio sucesional en el momento en que el rastrojo dejado por la vegetación muerta comienza a ser recolonizado por especies que tienen una menor demanda hídrica.



Vista de formaciones vegetacionales mixtas, bofedal-vega, sector Central Citani.

MANEJO DE HUMEDALES

Un plan de manejo de humedales debe considerar medidas de mitigación y/o restauración de los componentes ambientales; dentro de las principales medidas de manejo asociado a los humedales hasta la fecha han contemplado las siguientes acciones:

- Reposición de caudal artificial en vertientes, cuyo objetivo es mantener los hábitat acuáticos.
- Traslado de bofedales, medida que está condicionada a las características del medio abiótico del lugar de destino final, especialmente de la fuente de suministro hídrico y sustrato.
- Irrigación artificial de la vegetación, que se refiere a un riego de la vegetación a través de surcos, aspersores o inundación.

El plan de manejo debe contemplar además de la descripción detallada de la medida, el período de implementación de la medida el que debe ser suficiente para dar sustentabilidad en el tiempo, es decir, que la vegetación pueda mantenerse sin suministros hídricos artificiales, y las metas a alcanzar en términos cuantitativos respecto a las superficies y cubrimientos a obtener, tanto en períodos intermedios como al final del plan de manejo.

SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE HUMEDALES.

En relación al seguimiento ambiental de humedales altiplánicos, Galván y Escobedo, 2002, señalan que para la zona de la región altoandina de Huaytira – Gentilar (Perú), los bofedales, principal sustento forrajero para la ganadería, han perdido sus características elementales de vida. La capa de materiales orgánicos va de 2 – 10 cm., lo que anteriormente correspondía a los 50 cm. Sin duda, este síntoma es un claro indicio del aumento del proceso de mineralización por efecto de la extracción de aguas subterráneas y disminución del contenido de humedad del suelo. Estos mismos autores señalan que otra alteración de la interrelación medio biótico y abiótico asociado a la extracción de aguas subterráneas corresponde a la disminución de la superficie ocupada por bofedales, que presentaban una superficie de 10 mil ha. en un comienzo y que, posterior a la implementación de grandes proyectos que consideran extracción de aguas, la cobertura ha descendido en un 50%.

Según los efectos mencionados, el diseño del plan de seguimiento debe contemplar indicadores biológicos, los que corresponden a una especie o conjunto de especies que permiten determinar la condición de un ambiente específico o alguno de sus compo-

nentes, de manera de evitar niveles de deterioro que sean muy difíciles de revertir. Además, deben permitir identificar los cambios que pueden ser generados por actividades antrópicas y/o permitir evaluar la eficacia de alguna medida ambiental implementada con el objeto de mitigar impactos.

Se ha definido una amplia gama de bioindicadores en base a pruebas dosis-respuesta, que relacionan concentración de uno o varios contaminantes o bien relacionan características físico-químicas del medio con la respuesta de estas especies. Normalmente son pruebas de laboratorio de respuesta rápida y de bajo costo. Sin embargo, lo más apropiado es encontrar indicadores biológicos “*in situ*” que permitan inferir una condición del ecosistema y que permita evaluar su tendencia comparativamente a través del tiempo.

Los indicadores recomendados para flora por ser fácilmente monitoreables, corresponden a:

- Número de especies.
- Composición de las especies.
- Abundancia proporcional de las especies.
- Cobertura.

Los indicadores señalados anteriormente deben centrarse en sectores en los que se presentan en formaciones puras con excepción del seguimiento de la eficacia de la irrigación planteado como medida de mitigación y/o restauración de las condiciones hídricas de un humedal, el cual debe permitir identificar oportunamente cambios en la vegetación tendientes a la homogenización de las especies, con el objeto de evitar pérdida de diversidad.

Ejemplos de indicadores biológicos utilizados para el seguimiento de la implementación de medida de reposición artificial de agua en sectores de vertientes naturales, luego de un año de monitoreo del proceso de recolonización de especies de un bofedal se presentan en el anexo 2.

Para que estos parámetros puedan ser utilizados efectivamente como bioindicadores, deben establecerse valores o rangos asociados a la condición de los ecosistemas, según niveles de humedad, formaciones vegetacionales y época del año.

Para los humedales descritos en este documento no es suficiente contar con un sólo indicador biológico, sea éste a nivel de una especie o un grupo de especies, por las siguientes razones:

- Los primeros síntomas de cambio en el sitio están asociados a nivel de sustrato, el

que puede manifestarse en el contenido de humedad del suelo, afloramiento salino y contenido de materia orgánica.

- Alta plasticidad de las especies que componen la vegetación, capaces de adaptarse a cambios de disminución de contenido de humedad. Normalmente no hay cambio de especies, sólo se observan algunas variaciones a nivel morfológico y de variaciones de estados fenológicos.
- Al traspasar determinados umbrales de influencia de humedad proveniente de napas, las transformaciones en la vegetación suelen ser muy rápidas, con escasa posibilidad de seguimiento a nivel de bioindicadores.

Considerando lo anteriormente expuesto, las variables materia orgánica del suelo, salinidad (expresada como afloramiento salino) y humedad de suelo resultan determinantes para la presencia de los diferentes tipos de formación vegetacional y de éstas se deben seleccionar al menos dos. Por ejemplo, para diferenciar pajonal hídrico no salino de bofedal las variables que diferencian el sitio corresponden a materia orgánica y humedad del sustrato. En el caso de pajonal salino y vega salina las variables a considerar son contenido de humedad del suelo y salinidad.



Mineralización de sustrato orgánico como resultado del desecamiento del bofedal.

ANEXOS

A continuación se presenta una síntesis de antecedentes recopilados en terreno durante 4 años asociados a seguimiento de cambios sucesionales en la vegetación, usando como base la clasificación vegetal presentada en el presente documento técnico, que muestra la dinámica de cambio de deterioro y de recuperación de los SVAHT.

CASO 1

En las Tablas 1 y 2 se presentan los resultados de recolonización de especies en un bofedal después de un año de implementada la medida de reposición artificial de aguas en sectores de vertientes naturales. Estos datos deben ser considerados de referencia ya que se requiere de un período de tres años para evaluar la estabilidad de los cambios en la vegetación.

ELEMENTO	%	OBSERVACIÓN
Especies de flora		
<i>Oxychloe andina</i>	20,9	
<i>Deyeuxia curvula</i>	4,0	
<i>Werneria pygmaea</i>	1,5	
<i>Carex</i> sp.	0,5	
<i>Festuca nardifolia</i>	0,5	
Otros		
Mantillo	10,9	Principalmente de <i>Oxychloe andina</i>
Rastrojo	2,0	
Agua	25,4	
Sal	34,3	Sin indicios de vegetación, sector más restrictivo respecto a la disponibilidad hídrica, por lo que se asume como salar.
Total	100	

Tabla 1

Composición a un año y medio de la medida de reposición de agua transecta 1.

ELEMENTO	%	OBSERVACIÓN
Especies de flora		
<i>Eleocharis sp.</i>	26,8	Recuperación, en sectores de agua corriente
<i>Oxychloe andina</i>	6,4	Rebrotes, en cojines.
<i>Carex</i>	3,5	Rebrotes, en sectores sin cojín.
Musgo	0,5	En la base de los cojines con rastrojo u otras especies, en sectores de inundación permanente.
Otros	0,5	
Mantillo	38,4	Representa restos de plantas que se encuentran secas, principalmente de <i>Oxychloe</i> .
Agua	24,4	En canalículos naturales.
Total	100	

Tabla 2

Composición a un año y medio de la medida de reposición de agua transecta 2.

Por otra parte, es importante considerar que las dinámicas de cambios probables presentadas en la figura 5 de esta publicación, indican que se requieren identificar el tipo de formación previo a la ejecución del proyecto e identificar la secuencia que debe seguir para mantener un nivel de impacto aceptable.

CASO 2

En las Tablas 3 y 4 se presentan la descripción de la composición de la vegetación asociada a transectas fijas como línea base, y luego de dos temporadas se puede observar el efecto de la disminución del suministro hídrico en la composición vegetal, en todas se pasa de una condición con presencia de plantas más hidrófilas a plantas halófilas, y en varios casos se llega finalmente al sustrato salino con ausencia de especies vegetales.

MEDICIÓN MARZO AÑO 2005				MEDICIÓN MARZO AÑO 2007			
Tramo (m.)	sp l	(n)sp l	%sp l	Tramo (m.)	sp l	(n)sp l	%sp l
0 - 5	Dh	47	94,00	0 - 5	Dh	50	100,00
5 - 6,7	Dh	11	64,71	5 - 6,7	Dh	5	55,56
6,7 - 12,85	Vega seca		100,00	6,7 - 12,85	S desn		100,00

sp l: Especie dominante l. (n)sp l: N° de contactos lectura Point Quadrat.
 % sp l: Porcentaje de participación en el tramo de la especie dominante l.
 dh: *Distichlis humilis* S desn: Suelo desnudo.

Tabla 3.

Línea base vegetacional en el área de influencia de la laguna de agua dulce de la vertiente Jachucoposa, por infiltración lateral.

Hasta los 6,7 m. medidos desde el borde de la laguna se observa vegetación de vega de *Distichlis humilis*, que es la misma especie que forma parte de la vega seca en la evaluación de marzo del 2005.

Al cabo de dos años de evaluación se mantienen las condiciones de vegetación hidrófila en el tramo mencionado, en tanto que a partir de esa distancia se observó al inicio del seguimiento presencia de la misma planta muerta, la cual con el tiempo se ha transformado en mantillo y posteriormente en suelo desnudo.

Como se puede apreciar en el tramo sobre los 6,7 m., en una transecta de medición de vegetación, en la que al inicio del seguimiento se encontraba dominada por rastrojo de *Distichlis humilis*, que se secaron por déficit hídrico, al cabo de dos años es ocupada por suelo desnudo, específicamente sustrato salino, el cual representa el estado terminal de la vegetación en este tipo de formaciones azonales hídricas.

MEDICIÓN MARZO AÑO 2005				MEDICIÓN MARZO AÑO 2007			
Tramo (m.)	sp l	(n)sp l	%sp l	Tramo (m.)	sp l	(n)sp l	%sp l
1,4 - 1,9	cm	5	100,00	1,3 - 1,8	cm	5	100,00
1,9 - 2,3	fd	4	100,00	1,8 - 2,2	fd	4	100,00
2,3 - 2,6	cm	2	66,67	2,2 - 2,5	cm	2	66,67
2,6 - 3,9	sal	9	69,23	2,5 - 3,6	sal	11	100,00
3,9 - 4,8	Carex	7	77,78	3,6 - 4,7	Festuca	6	54,55

cm: *Carex* sp.

fd: *Festuca deserticola*.

sal: Afloramiento salino

Tabla 4

Comparación de cambio en un mismo tramo en dos temporadas de crecimiento evaluado con el método Point Quadrat, sector de Iachucoposa.

En la Tabla 4, para el mismo período presentado en la Tabla 3, en otro sector del mismo SVAHT, se observa un cambio de vega-bofedal, específicamente sobre la porción de vega, representada por una especie del género *Carex* a un pajonal hídrico con colonización de gramíneas, específicamente del género *Festuca*, que comienza a instalarse desde zonas aledañas.



Transecta fija de monitoreo en sector Jachucoposa.

BIBLIOGRAFÍA

AHUMADA M. y FAUNDEZ L. 2001. "Guía Descriptiva de las Praderas Naturales de Chile". DEPROREN, SAG. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 98 pp.

BIOTA (consultora). 2006a. "Estudio de los sistemas vegetacionales azonales hídricos del altiplano". DEPROREN, SAG. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 44 pp.

CARRASCO C., SIEFELD, W., BERRIOS B., HERRERA VI. 2005. Variabilidad de la laguna Huantija e indicadores biológicos. II Congreso Sociedad Chilena de limnología, 14° Taller de limnología, Quillón 2005. www.eula.cl/limnological/private/2005.doc. 23 pp.

CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA (CEA). 2007. Guía de humedales: conceptos y criterios para su evaluación ambiental. DEPROREN, SAG. Ministerio de Agricultura de Chile. Santiago, Chile. 80 pp.

FLORES D. 2002. Identificación y análisis de cambios en bofedales de la cordillera occidental y del altiplano de Bolivia. Tesis Maestría Profesional en "levantamiento de recursos hídricos (manejo y conservación de cuencas)". Bolivia.
<http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/Bofedales.htm>. 66 pp.

GAJARDO, R. 1994. "La Vegetación Natural de Chile, Clasificación y distribución Geográfica". Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 165 pp.

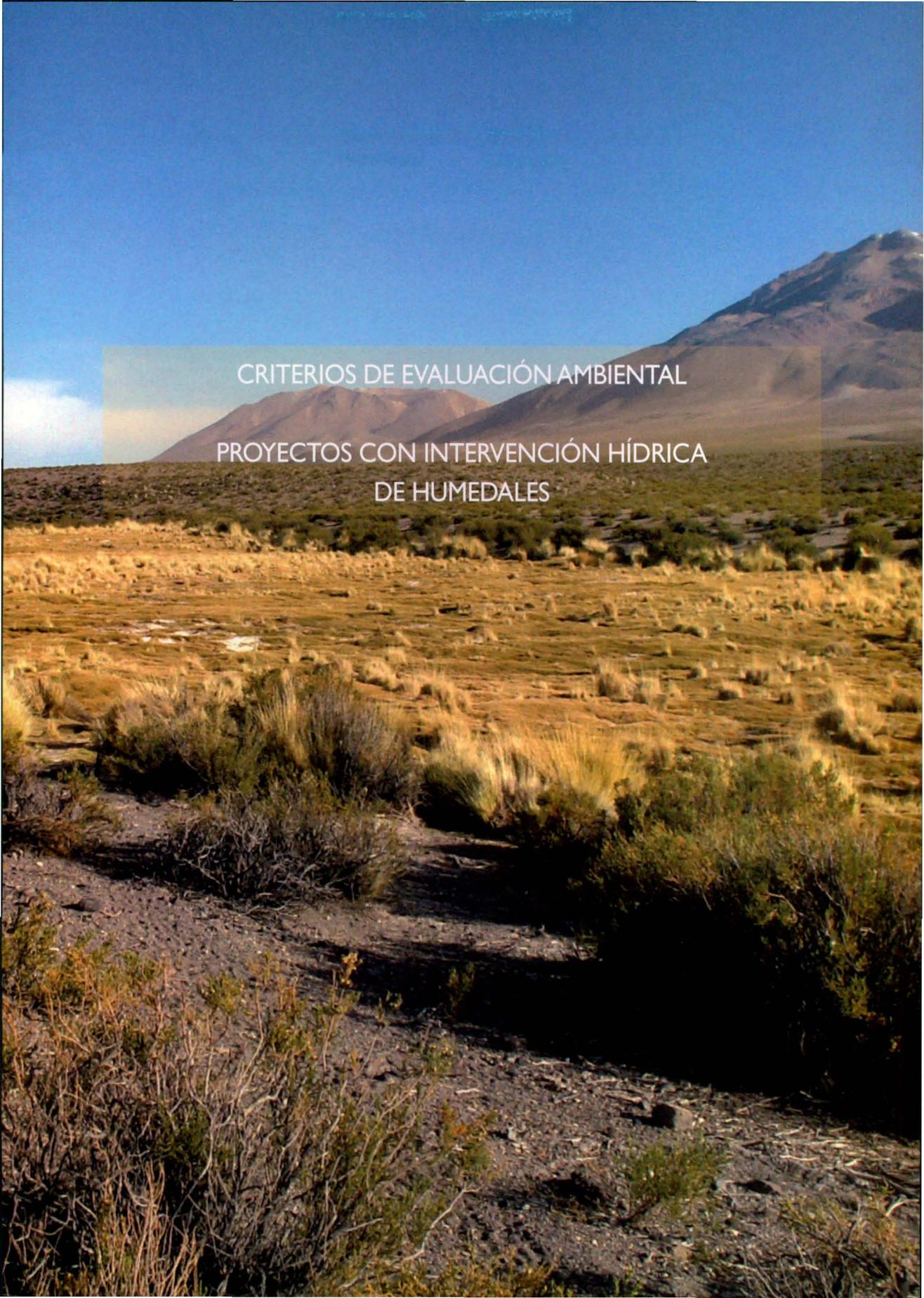
GALVÁN A. y ESCOBEDO R. 2002. Conflictos y propuestas en el uso de humedales altoandinos en el sur del Perú. Memoria taller "Uso Pastoral Humedales altoandinos". La Paz Bolivia.
http://www.ramsar.org/wff/wff_rpts_bolivia_taller.htm. 123-128 pp.

PRIETO G., ALZÉRRECA H., LAURA J., LUNA D., LAGUNA S. 2001. “Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano del sistema de cuencas Cuenca del Lago Titicaca, Desaguadero, Poopó y Salar de Coipasa (T.D.P.S)”. Editorial Plural Editores. La Paz. Bolivia. 28 pp.

QUEZADA O. 2001. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de las praderas altoandinas en el Perú – políticas para el manejo Sostenible. CIDIAG. Perú. 8 pp.

SQUEO F; WARNER B; ARAVENA R; ESPINOZA D. 2006. Bofedales: high altitude peatland of the central Andes. Revista Chilena de Historia Natural 79: 245-255.

TRONCOSO R. 1982. Evaluación de la capacidad de carga del Parque Nacional Lauca. 222 pp. I Región. Informe de Consultoría. Corporación Nacional Forestal (CONAF), Arica, Chile.

A landscape photograph showing a wide, flat wetland area with sparse, dry-looking vegetation in the foreground and middle ground. In the background, a large, brownish mountain range stretches across the horizon under a clear blue sky. The text is overlaid on a semi-transparent white rectangular box in the upper-middle part of the image.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
PROYECTOS CON INTERVENCIÓN HÍDRICA
DE HUMEDALES

OBJETIVOS

El objetivo de esta Pauta de Evaluación es dar a conocer los principales criterios de evaluación de los impactos ambientales sobre el componente de vegetación terrestre, específicamente los sistemas vegetacionales terrestres azonales hídricos altoandinos (SVTAH), que pueden generar los proyectos que contemplan algún grado de intervención en el suministro hídrico del sitio en el que se desarrolla la vegetación azonal, comprendida entre las regiones de Arica y Parinacota y Atacama.

Esta Pauta se refiere principalmente a los siguientes tipos de proyectos estipulados en el artículo N°3 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), del DS N°95 de MINSEGPRES:

- “Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles” (letra i).
- “Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas (letra a): ...Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las regiones I y II, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o a afectar (a.2)”.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

En términos generales es necesario mencionar que tanto la evaluación de impactos como la aplicación de medidas de mitigación y prácticas de manejo asociadas a humedales involucran un grado de incertidumbre muy alto, en primer lugar porque la información y los modelos disponibles para realizar predicciones son muy recientes, y la información histórica disponible, se encuentra a escalas de trabajo muy generalizadas.

Los requerimientos óptimos de información para realizar una adecuada evaluación de impactos en los sistemas vegetacionales terrestres azonales hídricos son los siguientes:

- Información completa y precisa: Está relacionado con presentar la información a una escala apropiada, que permita identificar espacialmente la variabilidad de las diferentes comunidades vegetacionales. Esto se expresa en la representación cartográfica a través de uno o varios polígonos, en los que se dimensione la superficie real de los tipos de vegetación involucrados.
- Entendimiento de la interrelación en el funcionamiento del sistema Suelo-Agua-Planta (SAP): Es necesario describir el funcionamiento de la vegetación, identificar las variables que determinan su presencia, en especial la forma de suministro hídrico, características de sustrato y dependencia de la vegetación al nivel de hidromorfismo.

Se presenta en la figura 6 un esquema de aplicación de lógica de proceso de evaluación de un proyecto que contemple intervención del suministro hídrico en sistemas vegetacionales terrestres del altiplano, considerando los contenidos del EIA: información presentada en la línea base, evaluación de impactos, plan de medidas ambientales y plan de seguimiento.

Descripción del proyecto

Antecedentes de ubicación y dimensión de cada una de las obras asociadas al proyecto que incidan en el funcionamiento del humedal: extracción hídrica, instalación de infraestructuras, otras.

Antecedentes sobre las obras y actividades:

- Ubicación administrativa y georeferenciación de cada obra, y de los predios involucrados.
- Ubicación administrativa: Comuna, Provincia, Región.

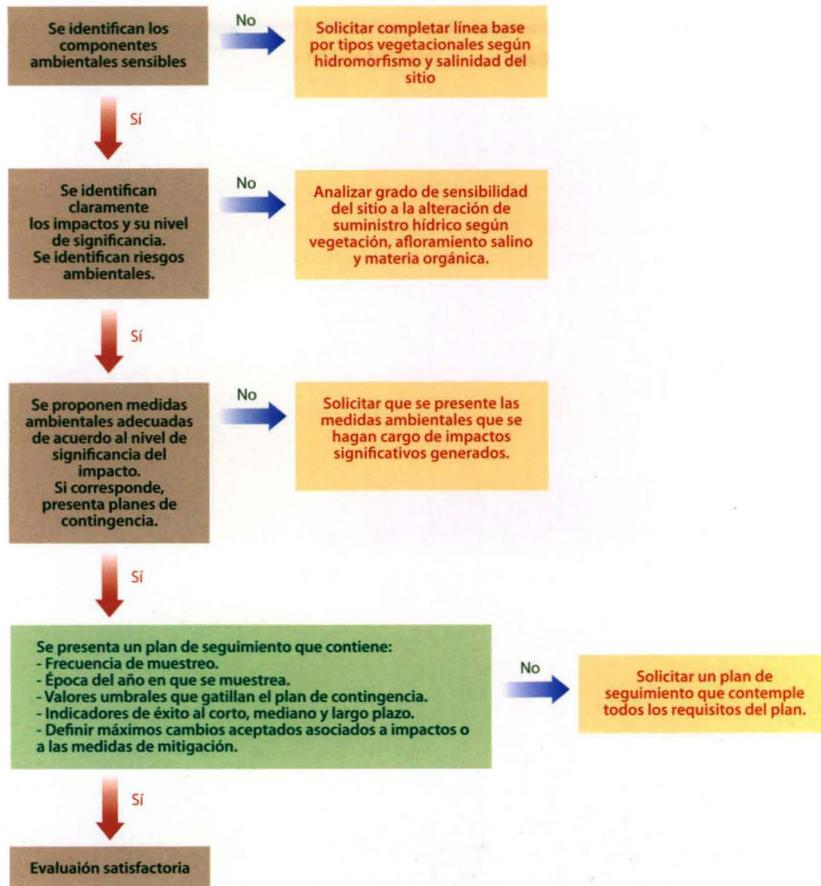


Figura N°6

Proceso lógico de análisis de proyectos que contemplan alteración del suministro hídrico en humedales altiplánicos.

- Georeferenciación: UTM: Datum WGS 84 y Huso, identificando el contorno de éste (vértices del polígono).
- Representación de las obras en planos en escalas adecuadas, que permitan mostrar en detalle los elementos que las componen y georeferenciados.
- Rol de avalúo SII del predio
- Superficie predial y de cada una de obras (ha.)
- Caudal (m³/s) y variación durante el año de la actividad de extracción de agua.
- Tiempo que abarcará la fase de construcción y de operación del proyecto.

Caracterización de la línea base

A continuación se identifican los antecedentes necesarios a presentar en la línea base del proyecto, para realizar posteriormente una adecuada evaluación de los impactos ambientales, que pueden generar los proyectos que contemplan algún grado de intervención de un sistema vegetacional terrestre azonal hídrico altoandinos (SVTAH), sobre el componente biota terrestre asociado a estos sistemas de distribución azonal.

Dicha información considera la funcionalidad del sistema, de manera que debe incorporar todas las interacciones necesarias para que el medio abiótico se mantenga funcionando “normalmente”, entre las que destacan:

a. Identificación de las formaciones vegetacionales:

Resulta fundamental identificar las formaciones vegetacionales presentes en el área, a nivel de superficie ocupada para cada tipo vegetacional según la clasificación presentada en el documento técnico, y su distribución espacial a nivel de polígonos.

La descripción de vegetación debe realizarse en época estival, posterior al período de lluvias con el propósito de caracterizar la vegetación en el período del año en que se encuentra con mayor actividad fotosintética.

b. Determinación de la composición florística:

En forma complementaria, se debe determinar la composición florística para cada unidad vegetacional identificada espacialmente, con la finalidad de conocer la participación de las especies dominantes, codominantes y acompañantes.

c. Caracterización del sustrato:

Asociada a cada formación vegetacional determinada espacialmente, se debe entregar la caracterización del sustrato, respecto a la presencia de afloramiento salino y al contenido de materia orgánica.

Lo anterior permite definir superficie del humedal, superficie de los diferentes tipos vegetacionales y características de sustrato para asignar el carácter de salino o no salino a la formación.

d. Identificación de la fuente de suministro hídrico:

Para asociar la distribución espacial de la vegetación azonal terrestre con el grado de dependencia con el suministro hídrico, es importante identificar previamente la fuente de suministro hídrico. Se puede utilizar la siguiente categorización:

FORMA DE SUMINISTRO	ELEMENTO APORTANTE
Inundación	Río o vertiente
Ascenso capilar	Napa freática
Infiltración lateral	Cuerpo de agua (laguna)

Asociado a lo anterior, es necesario identificar la hidrografía del área como aporte hídrico para la vegetación. Por otra parte, se debería identificar espejos de agua para alimentación o reproducción de aves.

e. Definición de la dependencia de los SVAH a las aguas subterráneas:

La dependencia de este tipo de formaciones al suministro hídrico es variable, y aún cuando es frecuente que las especies presentes sean las mismas, el nivel de dependencia puede ser distinto.

Para identificar el grado de dependencia de los sistema vegetal terrestre azonal hídrico altoandinos (SVAH) al suministro hídrico de aguas subterráneas, se debería considerar las características bióticas como abióticas del área.

Respecto a las características bióticas del área, se puede afirmar:

- A mayor densidad de una misma especie, mayor es la dependencia al suministro hídrico.
- A mayor altura de crecimiento para una misma especie, mayor es la dependencia de la vegetación al suministro hídrico.
- Los bofedales salinos y no salinos, pajonales hídricos no salinos y vegas no salinas representan los tipos de vegetación con mayor dependencia del aporte hídrico proveniente de la napa, por lo tanto son los más sensibles a la extracción.

Con relación a las características abióticas del lugar se debe considerar que:

- A mayor contenido de materia orgánica en el suelo, mayor es la dependencia de la vegetación al aporte hídrico.
- A menor contenido de sales expresado como afloramientos salinos por unidad de superficie (%), mayor dependencia del aporte hídrico.

f. Caracterización de las variables climáticas:

Con el objeto de diferenciar la dependencia del suministro hídrico del sistema vegetal azonal SVAH, es necesario contar con las series históricas de las precipitaciones y las variaciones propias del clima que permitan aislar claramente el efecto de años lluviosos en sistemas vegetacionales azonales con menor dependencia de las napas subterráneas.

g. Identificación de microrelieve:

En la caracterización del microrelieve, se consideran las variaciones de desniveles en terreno, las que sólo pueden ser identificadas con mapas de relieve de gran detalle.

Es importante identificar los sectores de mayor elevación, especialmente si la forma de suministro hídrico es a través de vertientes, ya que los sectores que se encuentren en posiciones fisiográficas de mayor altura (aunque sean a nivel submétrico) pueden ser más sensibles a los impactos por intervención de suministro hídrico, y por tanto, más difíciles de recuperar en la fase de cierre del proyecto, especialmente si el aporte hídrico es por ascenso capilar o por vertientes, en un sustrato con alto contenido de materia orgánica.

Evaluación de Impactos

En la evaluación de impactos generados por disminución de la disponibilidad hídrica, es necesario considerar los escenarios menos favorables, especialmente lo que respecta a los aportes hídricos, cómo éstos se ven influenciados por las condiciones climáticas y la magnitud del impacto en la vegetación. En consecuencia se deben abordar las siguientes materias:

- a. Predecir el comportamiento de las napas freáticas (magnitud de disminución):

La predicción del comportamiento de las napas freáticas, dependerá del nivel de detalle de la información que es presentada en la línea base, tanto en lo relativo al nivel de escalas de semidetalle acorde a lo requerido por los modelos hidrogeológicos, como la escala temporal con datos reales.

- b. Identificación de la dinámica de cambio más probable:

La descripción de la dinámica de cambios más probables se refiere a los efectos sucesionales en la composición vegetal frente a la disminución del suministro hídrico, usando como base la clasificación vegetal presentada en el documento técnico, en que se indica que el deterioro ocurre desde una condición con presencia de plantas más hidrófilas hasta una de plantas halófilas, y en los casos más extremos, se llega finalmente a un sustrato salino con ausencia de especies vegetales (Figura 5, página 41).

Es importante considerar las dinámicas de cambios probables a partir del tipo de formación de la línea base del proyecto determinando la secuencia que debe seguir para mantener un nivel de impacto aceptable, definido como aquel que sólo presenta cambios en el grado de salinidad del sustrato, sin involucrar a la formación vegetal.

60

Lo anterior es válido tanto para evaluar el impacto como para determinar el grado de éxito de la medida de manejo propuesta para recuperar la vegetación asociada a un humedal.

Plan de Medidas Ambientales

Las medidas ambientales se refieren a las acciones de prevención de riesgo, mitigación, recuperación y/o de compensación. Así mismo, cuando corresponda se deben incluir medidas de prevención de riesgo y plan de contingencia.

El objetivo del plan de medidas ambientales es la mantención de características mínimas del componente abiótico para permitir la permanencia de hábitats de flora y fauna.

El plan de medidas debe considerar en forma especial los siguientes aspectos:

- Especificar si los requerimientos hídricos para mantener el efecto esperado de mantención ecosistémica son crecientes o no.
- Indicadores de éxito de la medida precisos y claros, con metas a corto, mediano y largo plazo.

Es necesario considerar medidas que se hagan cargo de efectos en la estructura horizontal de la vegetación terrestre de un humedal, mitigando el efecto de homogenización de la vegetación por la acción de medidas de reposición artificial de agua.

La descripción de las medidas ambientales deben especificar lo siguiente:

- Superficie y tipos vegetacionales objeto de la medida ambiental propuesta para mediano y largo plazo.
- Identificación de las especies claves que deben mantenerse como especies dominantes o codominantes, que permitirán además actuar como indicadores de éxito y de estado.

Plan de cierre del proyecto

En el plan de cierre debe fijarse el nivel mínimo de recuperación de aquellas variables que son determinantes para la presencia de los sistemas vegetacionales terrestres azonales hídricos.

Lo anterior implica asociar el cumplimiento de la(s) medida(s) incorporadas(s) en el plan de cierre a la recuperación o reestablecimiento de las características iniciales del lugar en un valor umbral que permitan que los sistemas se mantengan estables y se autosustenten en ausencia de la medida comprometida, como por ejemplo, suministro de agua en forma artificial u otra acción.

Plan de Seguimiento

Considerando el grado de incertidumbre de las predicciones del comportamiento de la napa freática, el Plan de seguimiento asociado a los monitoreos de vegetación con fines preventivos debería permitir identificar oportunamente posibles desviaciones de las predicciones realizadas durante el proceso de evaluación del proyecto; dicho plan de monitoreo debe considerar lo siguiente:

- **Ubicación de los puntos de control:** los puntos de seguimiento para verificar el nivel de impacto del proyecto debe considerar los diversos tipos vegetacionales involucrados en el área de influencia, priorizando la elección de aquellas formaciones más sensibles a la alteración del suministro hídrico y que no formen parte del ecotono. Por otra parte en aquellas medidas en las que se contempla reposición artificial de agua, en especial a la vegetación, se requiere verificar el grado de homogenización de la flora, lo que debiera ser considerado como un mal indicador de la medida, ya que siempre se debe mantener la estructura horizontal de la vegetación descrita en la línea base, es por esta razón que en estos casos la ubicación de los puntos de control debieran estar ubicados en los sectores de ecotono que es el área de mayor variabilidad vegetal.
- **Parámetros:** el monitoreo de la composición de la vegetación debería estar asociada a transectas fijas cuya medición luego del análisis de la información recopilada en dos temporadas de crecimiento activo de las plantas, permita observar el efecto de la disminución del suministro hídrico en la composición vegetal y permita identificar además aumentos de una condición con presencia de plantas más hidrófilas o de plantas halófilas, y detectar variaciones en áreas con condiciones de sustrato salino con ausencia de especies vegetales. Los parámetros que debe incorporar el plan de monitoreo corresponde a porcentaje de participación específica para cada tipo de formación vegetal según la clasificación propuesta en valor absoluto (los rangos no sirven para comparar en el tiempo), porcentaje de sustrato salino, porcentaje de cubrimiento de rastrojo o mantillo, porcentaje de cubrimiento de agua superficial en sectores inundados.
- **Duración:** el Plan de monitoreo debe ser permanente durante la ejecución del proyecto. No obstante lo anterior, es necesario recalcar que en la fase de cierre se deben reestablecer las características de sitio que determinarán la sobrevivencia de la vegetación una vez terminada esta fase.
- **Frecuencia:** para evaluar la estabilidad de los cambios, se requiere analizar la información recopilada en dos a tres años (temporada de crecimiento de la vegetación), en especial el estado de plántulas, dado que muchos individuos no quedan visibles por el afloramiento salino que los cubre.

Para lograr los objetivos del plan de monitoreo se deben considerar variables que reflejen lo que está ocurriendo en el sistema y contar con indicadores de éxito precisos, medibles y evaluables en etapas intermedias del plan.

Con el objeto de diferenciar los cambios en la formaciones vegetacionales originadas por variaciones en la precipitación especialmente de años extremadamente secos, respecto a cambios causados por el proyecto y por consiguiente dar mayor objetividad al seguimiento ambiental, es recomendable contar con un área testigo, que considere lo siguiente:

- Presentar formaciones vegetacionales similares a las de la zona impactada.
- Características de sustrato y afloramiento salino similares.
- No estar sometida a extracción de agua.

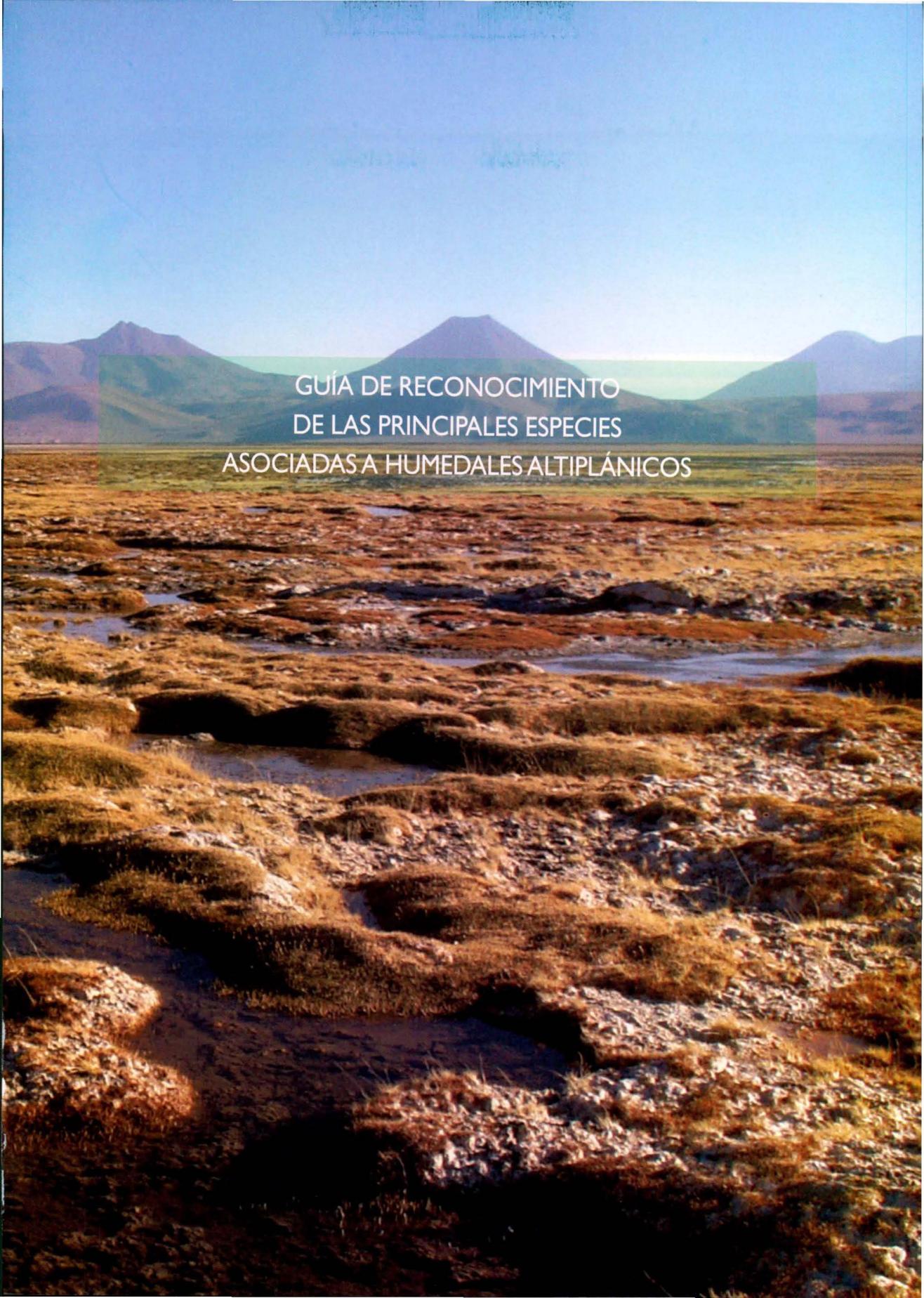
DOCUMENTACIÓN RELACIONADA Y OTRAS REFERENCIAS TÉCNICAS

Estudios de vegetacional azonal del Altiplano zona norte, zona central y zona sur, disponibles en la internet institucional (www.sag.cl), en la Sección: Recursos Naturales/Gestión Ambiental/Humedales.

Proyectos ingresados y fiscalizados en el SEIA (www.e-seia.cl).

Talleres en el marco de trabajo de la mesa minera coordinada por SAG y Consejo Minero e integrada por empresas mineras-CONAMA-DGA- CONAF.



The image shows a vast, flat landscape of an altiplano wetland. The foreground is dominated by low-lying, brownish-yellow vegetation interspersed with small, dark, water-filled depressions. In the middle ground, the terrain continues with similar vegetation and scattered rocks. The background features a range of mountains under a clear, bright blue sky. The overall scene is a typical representation of a high-altitude wetland environment.

GUÍA DE RECONOCIMIENTO
DE LAS PRINCIPALES ESPECIES
ASOCIADAS A HUMEDALES ALTIPLÁNICOS

Aa nervosa (Kraenzl.) Schltr.
(Basionimo *Altensteinia nervosa* Kraenzl.)



Nombre Común: Colo colo, loco-loco.

Clasificación: Orchidaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotiledoneae).

Hábito: Hierba perenne con raíces cilíndricas que nacen de un rizoma corto. Tallo hojoso en la base o cubierto de vainas. Hojas dispuestas en rosetas basales. Flores pequeñas agrupadas en espigas densas; brácteas grandes membranosas. Sépalos casi iguales entre sí, cortamente unidos en la base. Pétalos similares a los sépalos, de margen profundamente dividido.

Floración: Marzo, abril.

Distribución Estudio SAG: Sectores más hidromorfos, especialmente bofedales y vegas no salinas.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Hojas consumidas por Aymaras. Autóctona no endémica.

Arenaria rivularis Phil.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Caryophyllaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, pequeña, rizomatosa, tallos tendidos, hasta 5 cm. de altura formando céspedes no compactos, las hojas abundantes, dispuestas de manera opuesta, con forma oblongo-lineares, alcanzan los 3 mm. de largo y son mayores que los entrenudos, carnosas. Flores blancas, sésiles, terminales, solitarias, rodeadas por las hojas vecinas a manera de involucreo.

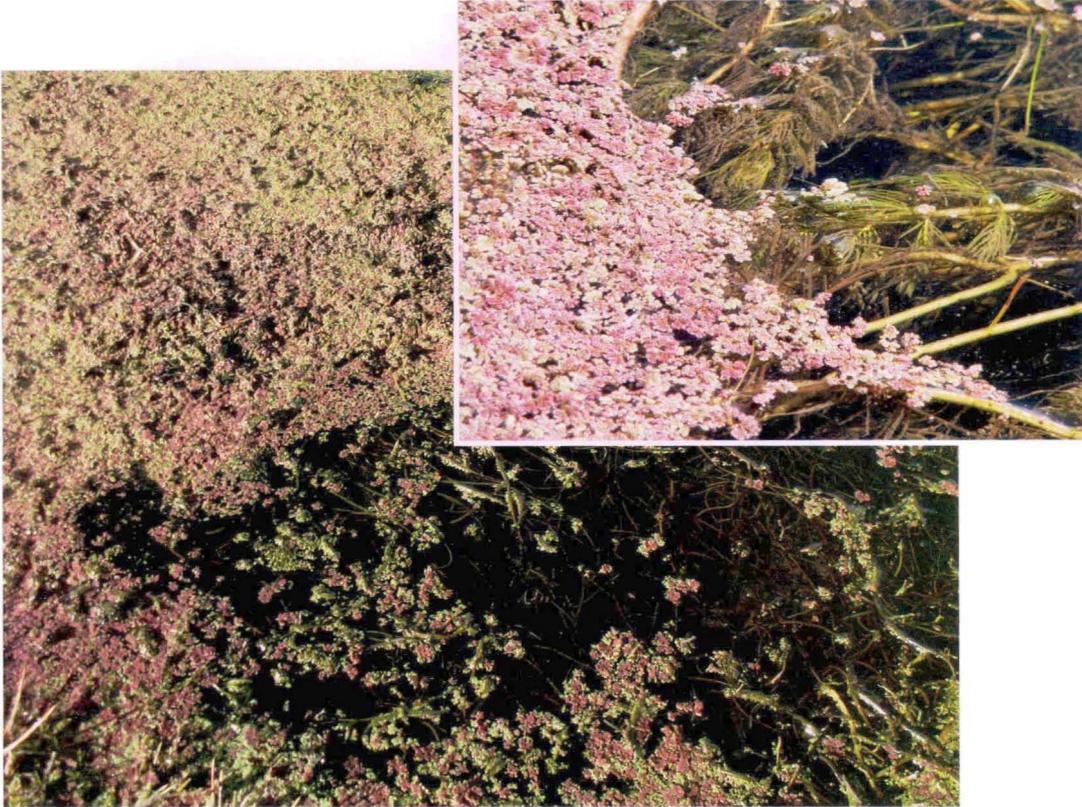
Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Humedales con presencia de película de agua en superficie.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Azolla filiculoides Lam.
(Sinónimo *Azolla caroliniana* Willd.)



Nombre Común: Flor de agua.

Clasificación: Azollaceae (Pteridophyta, Pteridopsida).

Hábito: Helecho pequeño, flotante en aguas tranquilas y dulces. Tallo de hasta 15 cm. de longitud y de 1 a 2 mm., cubierto de hojas escamosas, abundantes y pinnadamente dividido con ramas distanciadas. Hojas pequeñas, subglaucas a rojizas, densamente imbricadas, con papilas unicelulares en la parte superior de la hoja. La planta adquiere una tonalidad rojiza en períodos de estrés térmico o hídrico.

Floración: Con frondas (hojas) fértiles la mayor parte del año.

Distribución Estudio SAG: En cursos de agua que mantienen a bofedales y pajonales hídricos no salinos.

Valor Ganadero: Escaso, ocasionalmente consumida en mezcla con otras plantas acuáticas.

Importancia: Autóctona no endémica de amplia distribución.

Baccharis acaulis (Wedd. ex R.E.Fr.) Cabrera
(Basiónimo *Heterothalamus acaulis* Wedd. ex
R.E.Fr.) (Sinónimo *Psila caespitosa* Phil.)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba en roseta, dioica, perenne, rizomatosa, forma céspedes o placas de hasta 20 mm. de altura. Hojas glabras, uninervadas, carnosas, imbricadas en la base, lineares, de hasta 10 mm. de longitud y 1 mm. de ancho. Flores dispuestas en capítulos hemisféricos unisexuales, solitarios y sésiles.

Floración: Abril, mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas salinas y pajonales salinos.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Bolboschoenus maritimus (L.) Palla
(Basiónimo *Scirpus maritimus* L.)
(Sinónimo *Schoenoplectus maritimus* (L.) Lye)



Nombre Común: Junquillo.

Clasificación: Cyperaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae)

Hábito: Planta perenne de crecimiento vigoroso 30-50 cm., rizomatosa, con tallos de sección triangular. Las hojas están bien desarrolladas, más largas que el tallo, planas, midiendo entre 2 y 10 mm. de ancho. Las flores se disponen en una inflorescencia terminal en la que hay entre 1 y 6 espigas pardas que forman una especie de umbela o glómérulo y que están protegidas por 2-4 brácteas diferentes al tallo. Las espiguillas miden 8 - 45 mm. y son de forma ovoide o lanceolada.

Floración: Noviembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: Vegas salinas de mediana altitud.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Cosmopolita.

Calandrinia compacta Barneaud (Sinónimo *C. occulta* Phil.)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Portulacaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne glabra, que crece en forma arrosetada, con rizomas muy desarrollados y extendidos, formando céspedes densos, verdes oscuros. Hojas lineales, agudas, raro obtusas, suculentas, con el peciolo bien ensanchado en una vaina hialina abrazadora, glabras o con pequeñas papilas o tricomas. Flores grandes cortamente pedunculadas, los pedúnculos no sobrepasan las hojas; sépalos aovados, enteros, mucronados, verdes; pétalos blancos con la base de color amarillento.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Principalmente en vegas y pajonal salinos o en los bordes arenosos de bofedales.

72

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Carex gayana E. Desv.



Nombre Común: Pasto vega.

Clasificación: Cyperaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne rizomatosa. Tallo de 10 – 30 cm. de altura. Hojas más cortas que el tallo floral, plegadas en la base. Espiguillas sésiles, numerosas, densamente agrupadas; casi siempre unisexuales, rara vez andróginas, en espiga oblongo-ovoide, sin brácteas; glumas castañas. Fruto un utrículo, castaño lustroso, de base redondeada y ápice brevemente bidentado.

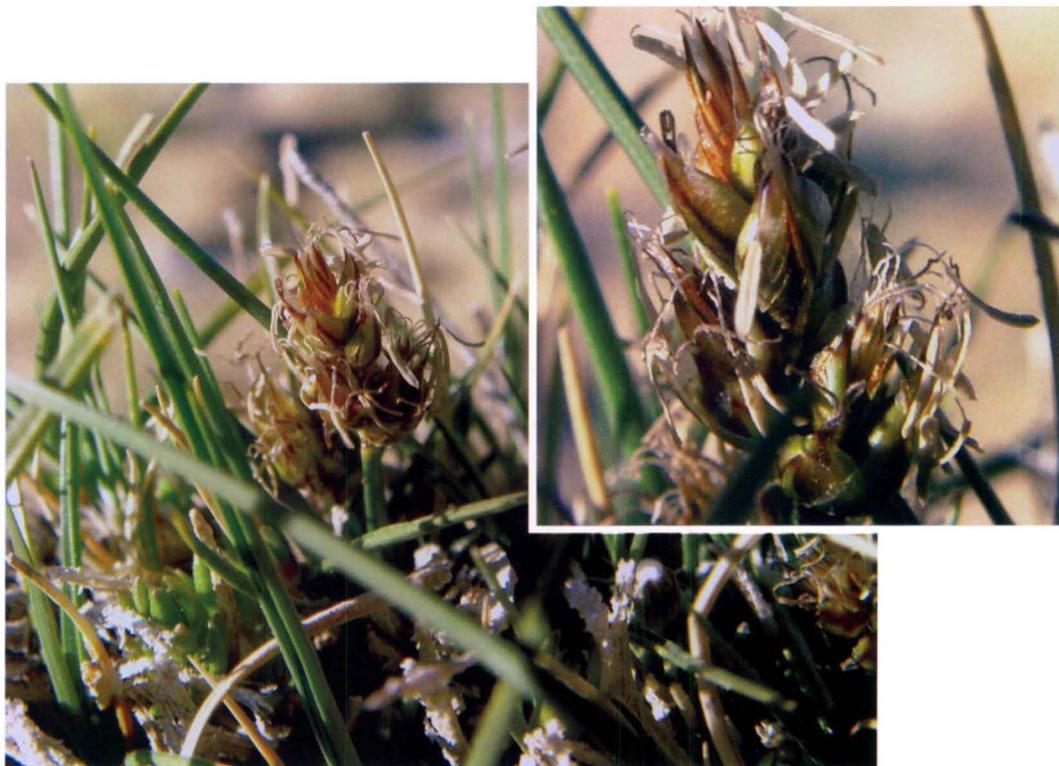
Floración: Enero, febrero.

Distribución Estudio SAG: En vegas en la porción sur de la ecorregión altiplánica (Región de Atacama).

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Carex maritima Gunnerus
(Sinónimo *Carex misera* Phil. non *Carex misera*
Buckley)



Nombre Común: Pasto Vega.

Clasificación: Cyperaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Planta perenne, densamente cespitosa, base del tallo color café oscuro. En la base de la hoja se presenta una vaina cerrada, la que se deteriora en la madurez dejando una masa fibrosa en el tallo. Hojas distribuidas en la mitad inferior del tallo, de 4 cm. de longitud y 1 a 3 mm. de ancho. Las flores masculinas y femeninas se producen en diferentes espigas pero en la misma planta. La espiga de flores masculinas se dispone en forma solitaria y terminal en tanto que las espigas femeninas se disponen lateralmente en número de 2 a 3.

Floración: Errática, se concentra a principio y fines de temporada de crecimiento.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Alto, normalmente muy consumido por los herbívoros, de ahí su aspecto de césped corto.

Importancia: Autóctono no endémico.

Castilleja pumila (Benth.) Wedd.
(Sinónimo *Castilleja fissifolia* var. *pumila*)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Scrophulariaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba de 2 – 5 cm. de altura, pubérula o hispido pubescente, ramificada en la base, ramas casi indivisas, difusas; hojas agrupadas, las caulinares pinatisectas de ámbito lineal, con lacinias lineares a casi tubuladas, las florales más anchas sobre el medio 3-5 partidas. Racimos florales breves, con pocas flores, éstas con cáliz de 12-15 mm. de largo, con dientes muy obtusos; corola rojizo-purpúreo, excediendo casi en su mitad el cáliz.

Floración: Abril, mayo.

Distribución Estudio SAG: Bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Colobanthus crassifolius (d'Urv.) Hook. f.
(Sinónimo *Colobanthus quitensis* (Kunth)
Bartl.)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Caryophyllaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne de escaso crecimiento en altura, formando pequeños céspedes no compactos de hasta 4 cm., hojas opuestas, dispuestas en rosetas, sésiles, lineales, agudas, en su base formando una vaina. Flores verdes y blanquecinas sobre pedúnculos primero muy cortos y luego, en la madurez, alargados, desprovistas de pétalos.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Cortaderia jubata (Lemoine) Stapf (Sinónimo *Cortaderia atacamensis* (Phil.) Pilg.)



Nombre Común: Cortadera, Cola de Zorro.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Planta herbácea perenne, de crecimiento muy vigoroso, tallos florales de hasta 3 m. de largo y 3,5 cm. de diámetro con nudos de color café; lígula pilosa de hasta 2 mm. de longitud. Hojas de hasta 60 cm. de largo, agrupadas en la base de las cañas, con el envés y dorso del nervio medio fuertemente aserrado al tacto. Inflorescencia una panícula terminal abierta de hasta 50 cm. de longitud con aspecto plumoso.

Floración: Todo el año.

Distribución Estudio SAG: Vegas y formaciones riparianas en altitudes medias.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Uso medicinal. Autóctona no endémica.

Deyeuxia breviaristata Wedd.
(Sinónimo *Calamagrostis breviaristata* (Wedd.)
Pilg.; *Deyeuxia mutica* Wedd.)



Nombre Común: C'ache, pasto vicuñero.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne cespitosa. Tallos erectos 6 – 25 cm. de largos, glabras que sobresalen del césped. Hojas de 1 a 6 cm. de longitud, erectas, vainas glabras o pilosas en el borde, brillantes y las de los tallos florales más anchas. Lígula membranácea con margen ciliado. Inflorescencia en panoja de 1 – 5 cm. de longitud, abierta.

Floración: Todo el año.

Distribución Estudio SAG: Ecotono semiárido de bofedales, pajonales salinos y vegas salinas.

78 **Valor Ganadero:** Alto.

Importancia: Autóctono no endémica.

Deyeuxia chrysantha J.Presl
(Sinónimo *Calamagrostis chrysantha* (J.Presl)
Steud.)



Nombre Común: Sora.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne con rizomas alargados que desarrollan champas abiertas. Cajas floríferas de 8 a 80 cm., erectas, lustrosas y glabras. Hojas con lámina rígida, glabra, punzantes y casi planas hacia la base, de 1 a 20 cm. de longitud, vaina ancha, glabra, lígula membranosa de hasta 8 mm. Panojas fuertemente contraídas, ovoides, dorado-bronceado, brillante. Ramas floríferas cortas.

Floración: Diciembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: Pajonales hídricos no salinos y en cursos de agua de bofedales y vegas.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Deyeuxia curvula Wedd.
(Basionimo *Calamagrostis curvula* Weed.) Pilg.
(Sinónimo *Deyeuxia tenuifolia* Phil.)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Planta perenne, cespitosa, con finos rizomas verticales. Forma un césped de bajo crecimiento en altura, 5 a 9 cm. Tallos florales de 4 a 30 cm., glabros, muy finos, que sobresalen del césped. Vainas glabras o finamente pubescentes, lígula membranácea con borde levemente piloso. Hojas de 1 a 7 cm. de longitud, dobladas hacia fuera, raramente rectas, con el haz tenuemente piloso, borde ciliado y ápice agudo y punzante. Inflorescencia de 1,5-5 cm. de longitud por 0,6-1 cm. de ancho, ligeramente compacta.

Floración: Diciembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: Pajonales hídricos salinos y en los ecotonos externos de bofedales y vegas salinas.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctono no endémica.

Deyeuxia eminens J. Presl
(Sinónimo *Calamagrostis eminens* (J. Presl) Steud.;
Deyeuxia arundinacea Phil.)



Nombre Común: Waylla.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne de crecimiento cespitoso y vigoroso con rizomas verticales, tallos florales de 0,5 a 1,3 m., de crecimiento erecto y brillantes. Vainas sueltas, lígula hialina con dos quillas laterales. Hojas de 20 a 60 cm. de longitud, rígidas. Panoja de 18 a 40 cm. de longitud, suelta, ramificaciones laterales de hasta 16 cm. de longitud, varias en un mismo punto y flexuosas, espiguillas doradas, aglomeradas en la parte distal.

Floración: Diciembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: Pajonales hídricos no salinos y cursos de agua en bofedales y vegas no salinas.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Uso en construcción y artesanía. Autóctona no endémica.

Distichia muscoides Nees & Meyen



Nombre Común: Paco hembra.

Clasificación: Juncaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba dioica, perenne, rizomatosa, crece formando cojines muy densos, no punzantes. Tallos de 3-6 cm. de altura; los tallos basales se encuentran cubiertos completamente por las hojas secas. Hojas densamente imbricadas, con vainas anchas, membranosas en el margen, láminas rígidas, cilíndricas, con un mucrón blanquecino terminal, de 3-6 mm. de longitud. Flores terminales, las masculinas largamente pedunculadas, con 6 estambres; flores femeninas terminales, ocultas entre las hojas. Fruto: una cápsula claviforme, de color amarillo a pardo-rojizo.

Floración: Septiembre a julio.

Distribución Estudio SAG: Bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Medio.

Importancia: Autóctona no endémica.

Distichlis humilis Phil.
(Sinónimo *Distichlis spicata* var. *humilis* (Phil.)
Kuntze)



Nombre Común: Pasto Salado.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotiledoneae).

Hábito: Hierba perenne en céspedes de 4-7 cm. de altura, con rizomas gruesos y ramificados con escamas punzantes. Especie altamente plástica que puede incluso crecer a ras de suelo, con sus hojas creciendo paralelas al suelo. Hojas mayoritariamente basales, involutas, dísticas, con vaina envolvente y limbo laminar, de 1-2 cm. Panoja de hasta 5 cm. con pocas espiguillas.

Floración: Febrero a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas salinas y ocasionalmente asociada a cursos hídricos formando vegas no salinas.

Valor Ganadero: Alta.

Importancia: Autóctona no endémica.

Dryopteris rivularioides (Fée) C. Chr.
(Basiónimo *Aspidium rivularioides* Fée)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Dryopteridaceae, Pteridophyta, Pteridopsida, Filicophyta.

Hábito: Helecho con rizomas largamente rastreros, casi desnudos y ennegrecidos; pecíolos con porción basal densamente pilosa y escamosa, glabrescentes en la porción media y distal; pinnas basales por lo común gradualmente reducidas.

Floración: Desarrolla frondas (hojas) fértiles de diciembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: Formaciones riparianas herbáceas.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Festuca deserticola Phil.



Nombre Común: Waylla.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne con crecimiento cespitoso vigoroso, desarrollando champas. Grandes tallos floríferos de hasta 100 cm. Hojas verde-amarillentas, láminas glabras, convolutas, de hasta 11 cm., lígula diminuta, ciliosa. Panoja estrecha, de 3-6 cm; espiguillas de 10 mm., raquilla pilosa.

Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: Pajonales hídricos no salinos y salinos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Gentiana sedifolia Kunth
(Sinónimo *Gentiana prostrata* Haenke)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Gentianaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba pequeña de tallos postrados, decumbentes, no mayores de 5 cm. de longitud, ramificada desde la base y con numerosas hojas a lo largo de éstos, formando pequeños cojines, hojas caulinares imbricadas, sésiles, lámina lanceolada, conduplicada, ápice agudo, nervadura inconspicua, menor a 1 cm., con un nervio central. Flores terminales solitarias, blancas, erectas, campanuladas, corola con 4-5 pétalos fusionados. Cáliz 5- 12 mm. de largo, verde, con lóbulos ovado-trianguulares de margen escariosa y ápice agudo.

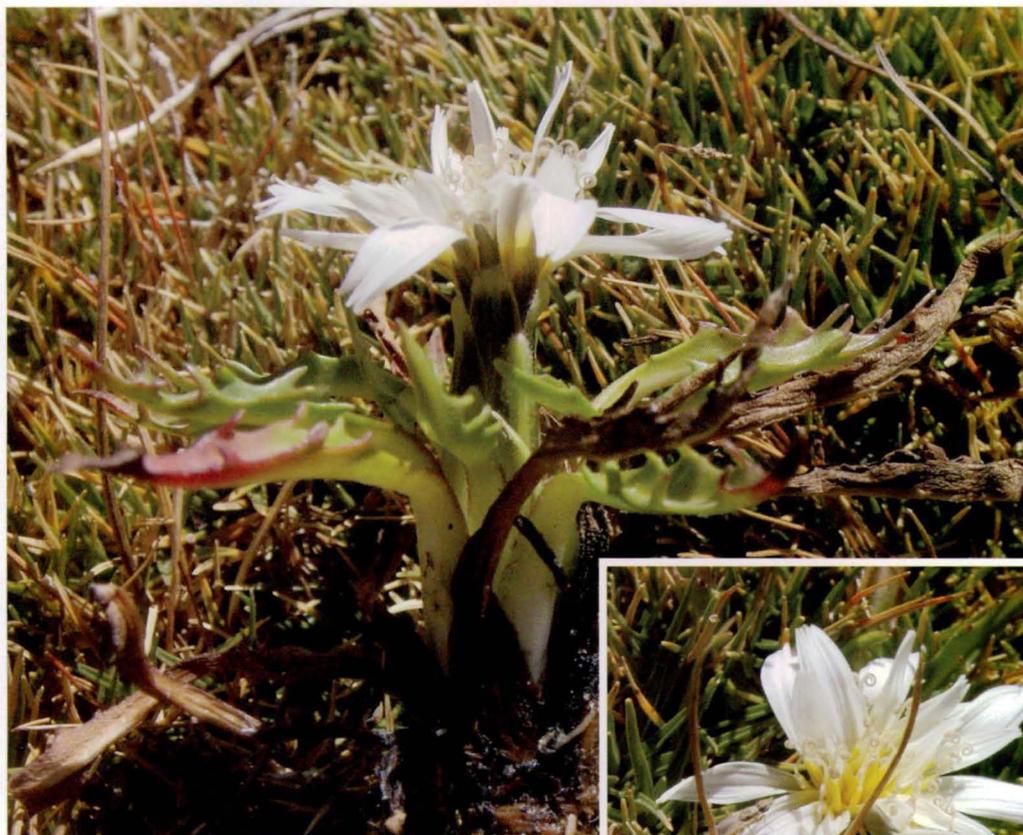
Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Hypochaeris taraxacoides (Walp.) Benth. & Hook.f.
(Basionimo *Achyrophorus taraxacoides* Walp.)



Nombre Común: Sike.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, arrosetada, hojas basales pecioladas, de color verde rojizo con tendencia a liláceo, con nervadura reticulada y basal. Capítulo central sésil, con 2 series de brácteas involucrales, lanceoladas, imbricadas, de color verde claro, glabras. Cáliz plumoso. Flores isomorfas, liguladas, hermafroditas de color blanco.

Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Lachemilla diplophylla E.J. Remy



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Rosaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne de 5 cm., tallo estolonífero. Hojas pequeñas, cubiertas por tricomas simples, peltadas, emarginadas, con el limbo cuneiforme, con estípulas membranosas que salen de los nudos y rodean por completo el tallo. Flores solitarias, amarillas, hermafroditas, actinomorfas; cáliz formado por 5 sépalos unidos en la base, corola con 7 pétalos libres.

Floración: Diciembre a julio.

Distribución Estudio SAG: Bofedales y vegas no salinos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.



Lachemilla pinnata (Ruiz & Pav.) Rothm.
(Basónimo *Alchemilla pinnata* Ruiz & Pav.)
(Sinónimo *Aphanes pinnata* (Ruiz & Pav.) Pers.)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Rosaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, de 2 a 4 cm. de altura, estolonífera. Hojas abundantes, en rosetas, pequeñas, paripinatisectas, con largos tricomas blancos, con divisiones de margen entero. Flores pequeñas de color amarillo; cáliz gamosépalo con 8 lóbulos iguales y pilosos, corola con 5 pétalos libres y caedizos.

Floración: Diciembre a julio.

Distribución Estudio SAG: Bofedales y vegas no salinas.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no nativa.

Lemna minor L. Griff.



Nombre Común: Lenteja de agua.

Clasificación: Lemnaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Planta acuática pequeña, con forma casi asimétrica, elíptica a estrechamente ovada, con el ápice redondeado y convexa por ambas caras. Presenta pequeñas hojas de color verde con forma ovalada unidas entre sí, flotantes, oblongas con 3 nervios. Presenta dos bolsas laterales donde aparecen las flores, estas son unisexuales, las femeninas reducidas al gineceo y las masculinas a 1-2 anteras.

Floración: Todo el año.

Distribución Estudio SAG: Cursos de agua en vegas, bofedales no salinos y pajonales hídricos no salinos.

Valor Ganadero: Escaso, ocasionalmente es consumida mezclada con otras especies acuáticas.

Importancia: Autóctona no endémica.

Limosella australis R. Br.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Scrophulariaceae Magnoliophyta, Magniopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba anual o perenne, semiacuática, acaule. Hojas cilíndricas en rosetas, erectas o ascendentes, lineales, carnosas 2 – 5 cm. de altura. Flores pequeñas solitarias, axilares, campanuladas, blancas, cáliz y corola pentámeros, con 4 estambres. Fruto: una cápsula glabra, de hasta 2 mm.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bordes hídricos de bofedales no salinos .

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Lobelia oligophylla (Wedd.) Lammers
(Basiónimo *Pratia oligophylla* Wedd.)
(Sinónimo *Hypsela reniforme* Kunth)



Nombre Común: Vega suave.

Clasificación: Lobeliaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, con rizomas y tallos rastreros superficiales, de los que surgen tallos erectos de hasta 10 cm. de alto. Hojas simples, ovadas a elípticas, obtusas, de base truncada a cordada, con pecíolos de largo variable, con el margen entero o crenado, generalmente con glándulas oscuras. Flores solitarias, largamente pedunculadas, con cáliz partido en 5 segmentos triangulares, corola infundibuliforme, de color blanco a rosado o lila a celeste, a veces con manchas amarillas. Fruto: una pseudobaya con numerosas semillas, pequeñas.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Medio.

Importancia: Autóctona no endémica.

Lycium humile Phil.



Nombre Común: Jume.

Clasificación: Solanaceae, Magniophyta, Magnolipsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Arbusto enano, con rizomas horizontales muy largos, normalmente prostrado, formando céspedes de hasta 5 cm. de altura. Hojas suculentas, densas, glabras o con pelos cortos, espatuladas, con ápice obtuso, enteras. Flores solitarias, sésiles, corola blanca, tubulosa. Fruto: una baya globosa de color negro.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas salinas.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Muhlenbergia asperifolia (Nees & Meyen ex
Trin.) Parodi (Basiónimo *Vilfa asperifolia* Nees
& Meyen ex Trin.)



Nombre Común: Pasto rueda.

Clasificación: Poaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiosperma, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne con rizomas largos y delgados, tallos muy ramificados de 8-25 cm. de altura, ascendentes o erectos; cañas lisas y brillantes de entrenudos cortos, ramificadas; lígulas diminutas, membranáceas; láminas verde pálidas a glaucas, cortas, conduplicadas, escabrosas, algo rígidas, divergentes escabrosas, glabras, de 20-40 mm. de longitud. Panoja difusa, tenue, de 10-15 cm. de largo que se deshace y cae entera a la madurez, espiguillas terminales, solitarias, violado-oscuras, unifloras.

Floración: Diciembre a abril.

Distribución Estudio SAG: Vegas salinas de media altura.

Valor Ganadero: Medio.

Importancia: Autóctona no endémica.

Myriophyllum quitense Kunth



Nombre Común: Lima.

Clasificación: Haloragaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, acuática, tallos sumergidos, con las partes terminales sobresaliendo de la columna de agua. Hojas dimorfas, las sumergidas tienen aspecto de pluma disponiéndose en grupos de 2 a 4 alrededor del tallo, las hojas emergentes de color verde azulado a rojizas dispuestas en grupos de 3 o 4 alrededor de los tallos florales. Las flores son pequeñas con cuatro pétalos y salen de las axilas de las hojas emergentes dispuestas en el ápice del tallo floral, cáliz formado por 4 sépalos en forma de bote; corola ausente.

Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: En cursos de agua de vegas, pajonales hídricos y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Oxychloe andina Phil.
(Sinónimo *Distichia andina* (Phil.) Benth & Hook. f.)



Nombre Común: Pako.

Clasificación: Juncaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, dioica, rara vez monoica o con flores hermafroditas, forma densos cojines de 10-30 cm. de espesor. Tallos ramificados que emiten raíces adventicias, cubiertos en la base por los restos de hojas muertas. Hojas en roseta, dispuestas en 2-3 filas; vainas amplias, terminadas hacia arriba en 2 aurículas, limbo de 2-3cm. de longitud por 1,5 mm. de ancho, acanalado en la base, con ápice agudo, punzante. Flores terminales, solitarias, con pedúnculos que sobrepasan a las hojas superiores; tépalos lanceoladas, agudos, de color purpúreo en la base y pajizo en el ápice; estambres 6, ovario trilobular, estigma trifido. Fruto: una cápsula de color rojo-púrpura oscuro.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Bofedales, vegas y pajonales hídricos no salinos.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica, frutos con uso tradicional alimenticio.

Phylloscirpus acaulis (Phil.) Goetgh. &
D.A.Simpson (Basiónimo *Scirpus acaulis* Phil.)
(Sinónimo *Scirpus macrolepis* Phil. non *Scirpus
macrolepis* Boeckeler ex. C.B. Clarke)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Cyperaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae Monocotyledoneae).

Hábito: Planta herbácea, con rizomas delgados, muy ramificados, de los que surgen tallos breves; hojas dispuestas en rosetas, numerosas, de 1 a 3 cm. de longitud, acanaladas, plurinervadas y ensanchadas en la base en una vaina corta. Inflorescencia en espiguilla compacta de 5 a 7 mm. de alto y 10 a 15 mm. de diámetro.

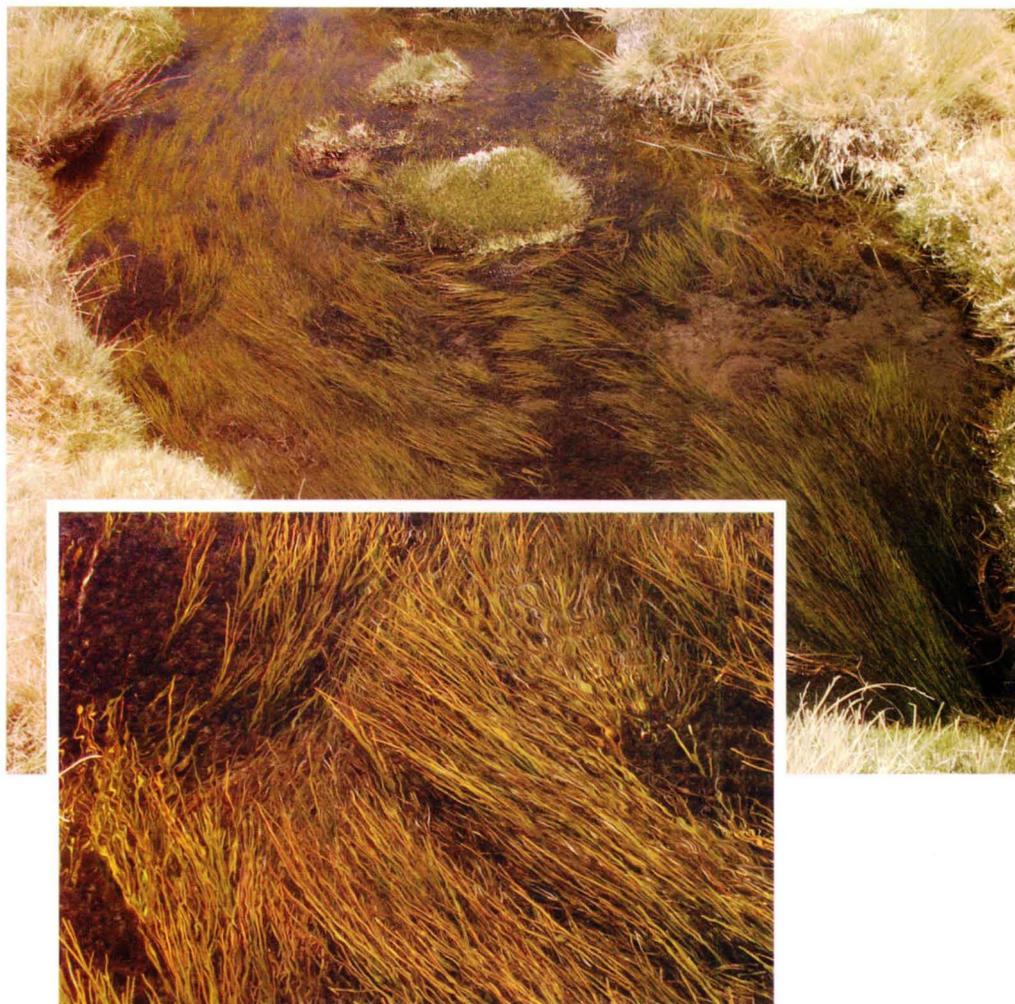
Floración: Marzo a junio.

Distribución Estudio SAG: Bofedales, vegas y pajonales hídricos, salinos y no salinos, especialmente en estos últimos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Potamogeton strictus Phil.



Nombre Común: Pasto de agua.

Clasificación: Potamogetonaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba acuática perenne, tallos largos cilíndricos, hojas lineales con ápice obtuso apiculado, planas; inflorescencias laxas con 2-6 verticilos de flores ubicadas en la parte distal del tallo.

Floración: Diciembre a marzo.

Distribución Estudio SAG: En cursos de agua de vegas, pajonales hídricos y bofedales no salinos y salinos, especialmente en estos últimos.

98 **Valor Ganadero:** Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Ranunculus cymbalaria Pursh.



Nombre Común: Cucharilla.

Clasificación: Ranunculaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne acuática, glabrescente, de hasta 10 cm. de altura con raíces fibrosas y tallos reptantes con raíces adventicias en los nudos. Hojas inferiores largamente pecioladas, con vainas estipulares amplexicaules membranosas; lámina suborbicular hasta reniforme, 3-nervada con borde lobulado a crenulado o profundamente 3-5 lobulada con base cordada y segmentos obtusos. Flores solitarias o en inflorescencias poco numerosas, largamente pedunculadas, pedúnculos pubescentes; sépalos amarillentos; pétalos amarillos, brillantes, numerosos.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: En ecotonos hídricos de bofedales, vegas y pajonales hídricos no salinos y salinos.

Valor Ganadero: Nulo.

Importancia: Autóctona no endémica, tóxica.

Ruppia maritima L.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Ruppiales, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba acuática anual o perenne. Tallos basales rizomatosos, con raíces adventicias en los nudos, tallos ascendentes cilíndricos, variables en longitud según la profundidad del agua, simples o ramificados. Hojas alternas o subopuestas, lineares o filiformes, con un nervio central prominente y a veces con dos nervios laterales, agudas o truncadas, enteras o finamente serruladas hacia el ápice; estípulas envainantes, membranosas, soldadas al limbo foliar, ligeramente auriculadas en el ápice. Inflorescencia axilar bi o triflora. Pedúnculo espiralado, el que se estira en la antesis, elevando la inflorescencia hacia la superficie. Flores alternas, hermafroditas, con perianto diminuto.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Cursos de agua en vegas, pajonales hídricos y bofedales salinos.

Valor Ganadero: Medio.

Importancia: Cosmopolita.

Sarcocornia pulvinata (R.E.Fr.) A. J. Scott
(Sinónimo *Salicornia pulvinata* R.E.Fr.)



Nombre Común: Jankijanki.

Clasificación: Chenopodiaceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Subarbusto perenne, forma cojines blandos. Hojas muy apretadas de color verde a rojizo, opuestas decusadas, triangulares. Semillas negras.

Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: En salares, conformando llaretillares puros o asociada a *Frankenia triandra*.

Valor Ganadero: Bajo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Triglochin striata Ruiz & Pav.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Juncaginaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, con rizomas breves, que forma céspedes bajos y poco densos. Hojas alternas, agrupadas en rosetas, con vaina blanquecina y lámina abierta, levemente curvada, cilíndrica, de 1 - 5 cm. de longitud, glabras. Flores pequeñas, en espigas interrumpidas, poco notorias, verdosas. Frutos aquenios verdosos, con estrias longitudinales.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas, bofedales y pajonales salinos.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria pinnatifida J. Remy



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne rizomatosa, que forma rosetas de aproximadamente 5 cm. de diámetro. Hojas amontonadas, carnosas, pinatisectas. Flores en cabezuelas solitarias, sésiles, dimorfas; las de la periferia con lígulas blancas y las centrales tubulosas amarillo-claro, ambas con pappus violáceo.

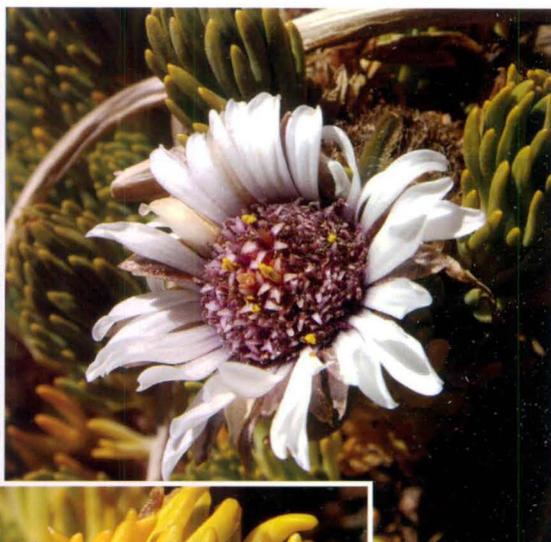
Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Bajo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria digitata Wedd.
(Sinónimo *Xenophyllum digitatum* (Wedd.)
V.A.Funk



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, rizomatosa. Tallos casi completamente cubiertos por las bases de las hojas que se presentan ensanchadas. Hojas glabras, fuertemente imbricadas, hojas de 10-12 x 2-3 mm., base dilatada y abrazadora, el ápice profundamente trilobulado, con segmentos de 3-4 mm. de largo. Capítulos radiados de 12x12 mm. cortamente pedunculados, involucre uniseriado, brácteas 12, glabras. Flores dimorfas; las marginales liguladas, blancas, las centrales, tubulosas, lilácinas.

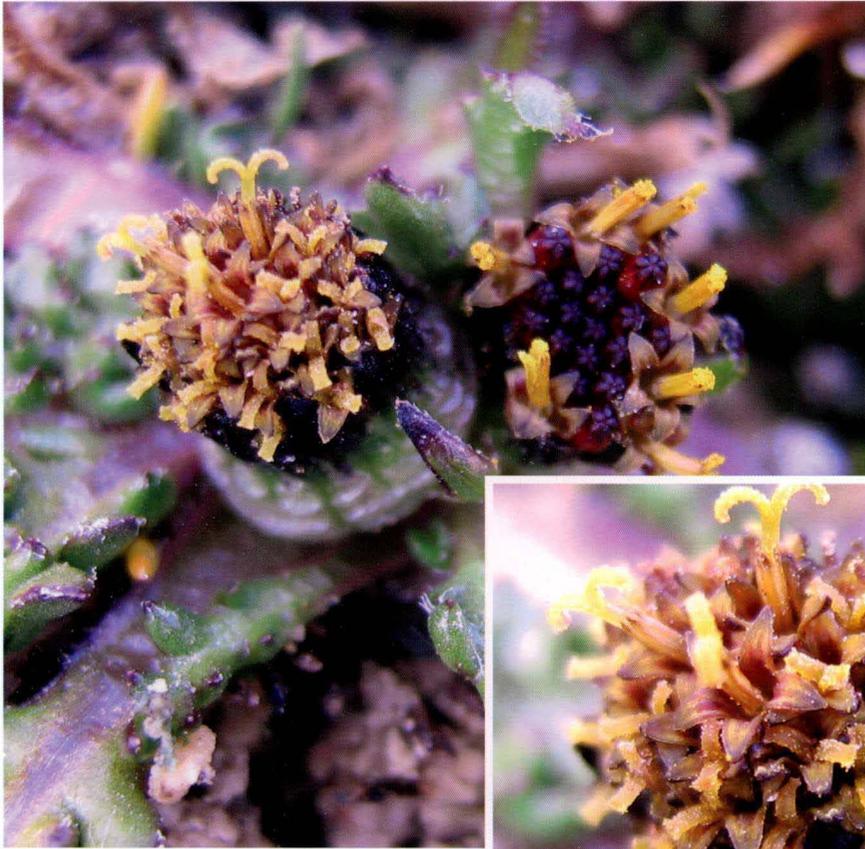
Floración: Marzo a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Bajo.

Importancia: Autoctona no endémica.

Werneria heteroloba Wedd.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, rizomatosa, con tallos aéreos muy cortos, cespitosa. Hojas de hasta 3,5 cm., en rosetas, pinnatipartidas, con lóbulos lanceolados. Capítulos solitarios sobre escapos muy cortos, discoideos-acampanados; involuero formado por 11 brácteas parcialmente soldadas. Flores isomorfas, tubulosas, hermafroditas, actinomorfas, de color púrpura, con cáliz plumoso de color púrpura.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas y bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria incisa Phil.
(Sinónimo *Xenophyllum incisum* (Phil.) .V.A. Funk)



Nombre Común: Pupusa de agua.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Subarbusto rizomatozo de hasta 30 cm. de altura forma cojines laxos sobre la superficie del terreno, tallos cubiertos por la base de las hojas, éstas glabras, imbricadas en la base con la parte apical levemente separada del tallo, de forma linear-aovadas, borde entero, ápice trifido; las lobulaciones del ápice de menos de un tercio del largo de la lámina. Capítulos radiados, sésiles. Flores dimorfas, las exteriores liguladas, blancas, las interiores tubulosas amarillas.

Floración: Marzo a junio.

Distribución Estudio SAG: Bordes salinos de depresiones endorreicas.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria pygmaea Gilles ex Hook. & Arn.
(Sinónimo *Werneria denticulata* Blake)



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne, rizomatosa, rizoma tendido. Hojas en rosetas o solitarias sobre estolones, de forma lineal, obtusas, con base envainadora, de 2 x 1-2 mm., violácea, con largos pelos blanquecinos en su parte interior. Capítulos radiados, sésiles, solitarios, de 8-10 x 3-5 mm.; involucre formado por 10 brácteas soldadas parcialmente. Flores dimorfas: las marginales de color blanco, liguladas, femeninas; las del disco tubulosas, hermafroditas, de color pardo-rojizo;

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Vegas, bofedales y pajonales hídricos, no salinos.

Valor Ganadero: Medio.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria spathulata Wedd.



Nombre Común: Desconocido.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae)

Hábito: Hierba perenne, con rizomas horizontales muy delgados. Hojas en rosetas o solitarias sobre los rizomas, espatuladas, obtusas, con base envainadora, con leves tintes violáceos, con largos pelos blanquecinos en su parte interior. Capítulos radiados, pedunculados, solitarios, involucre formado por 9-11 brácteas soldadas parcialmente. Flores dimorfas: las marginales de color blanco, liguladas, femeninas; las del disco tubulosas, hermafroditas, de color amarillo a blanquecino.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Bofedales no salinos.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Werneria weddellii Phil.
(Sinónimo *Xenophyllum wedelli* (Phil.) V.A. Funk)



Nombre Común: Pupusa de agua.

Clasificación: Asteraceae, Magnoliophyta, Magnoliopsida (Angiospermae, Dicotyledoneae).

Hábito: Subarbusto, cespitoso, el rizoma emite varios tallos carnosos, gruesos, de hasta 7 cm. de altura, que forman cojines laxos. Hojas glabras, densamente tupidas a lo largo de los tallos, lineales, amplexicaules, de 3,5-8 mm. de longitud, con el ápice obtuso y la base dilatada. Inflorescencia en cabezuelas sésiles, terminales. Involucro acampanado-cilíndrico, de hasta 8 mm. de longitud. Flores dimorfas, las periféricas liguladas blancas y las centrales tubulares amarillas a blanco-crema.

Floración: Marzo a junio.

Distribución Estudio SAG: Bordes salinos de depresiones endorreicas.

Valor Ganadero: Bajo.

Importancia: Autóctona no endémica.

Zameioscirpus atacamensis (Phil.) Dhooge &
Goetgh. (Basiónimo *Scirpus atacamensis* Phil.)



Nombre común: Calpaco.

Clasificación: Cyperaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotyledoneae).

Hábito: Hierba perenne que crece formando cojines compactos y duros; parte inferior de los tallos cubiertas por las vainas viejas persistentes; hojas tiesas mucronadas, ligeramente punzantes de hasta 2,5 cm. de largo. Inflorescencias terminales ubicadas sobre un pedúnculo de hasta 5 cm. con las brácteas pajizas, brillantes en donde se ubican varias espiguillas de hasta 10 mm. de largo, frutos sin setas hipóginas.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Bofedales, vegas y pajonales hídricos, salinos.

Valor Ganadero: Escaso.

Importancia: Autóctona no endémica.

Zannichellia andina Holm-Niels. & R.R. Haynes



Nombre común: Desconocido.

Clasificación: Zannichelliaceae, Magnoliophyta, Liliopsida (Angiospermae, Monocotiledeneae).

Hábito: Hierba acuática anual. Tallos basales rizomatosos, con raíces adventicias en los nudos, tallos ascendentes cilíndricos, variables en longitud según la profundidad del agua, ramificados. Hojas alternas, en seudovercillos de a tres, enteras, sésiles, estipuladas, lineares, planas con un nervio central, mucronadas. Inflorescencia axilar bi flora, brevemente pedunculadas. Flores unisexuales sin perianto.

Floración: Diciembre a mayo.

Distribución Estudio SAG: Cursos de agua en bofedales, vegas y pajonales hídricos, salinos y no salinos, preferentemente en los primeros.

Valor Ganadero: Alto.

Importancia: Autóctona no endémica.



BIBLIOGRAFÍA

BARROS M., 1953. Las Juncaceas de la Argentina, Chile y Uruguay. *Darwiniana*, 10(3): 279- 460.

CABRERA, A. 1978. Compositae, In Cabrera, A. Flora de la provincia de Jujuy, República Argentina, Parte 10: 1-726.

HELLWING FH., 1990. Die Gattung *Baccharis* L (Compositae- Asteraceae) in Chile. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung Munchen*, 29: 1-456

LINARES, E. & BENAVIDES M. A. 1995. Flora silvestre del transecto Yura-Chivay, Departamento de Arequipa. *Boletín de Lima* N°100:211-254. *Chloris Chilensis* (Revista Chilena de Flora y Vegetación). <http://www.chlorischile.cl>

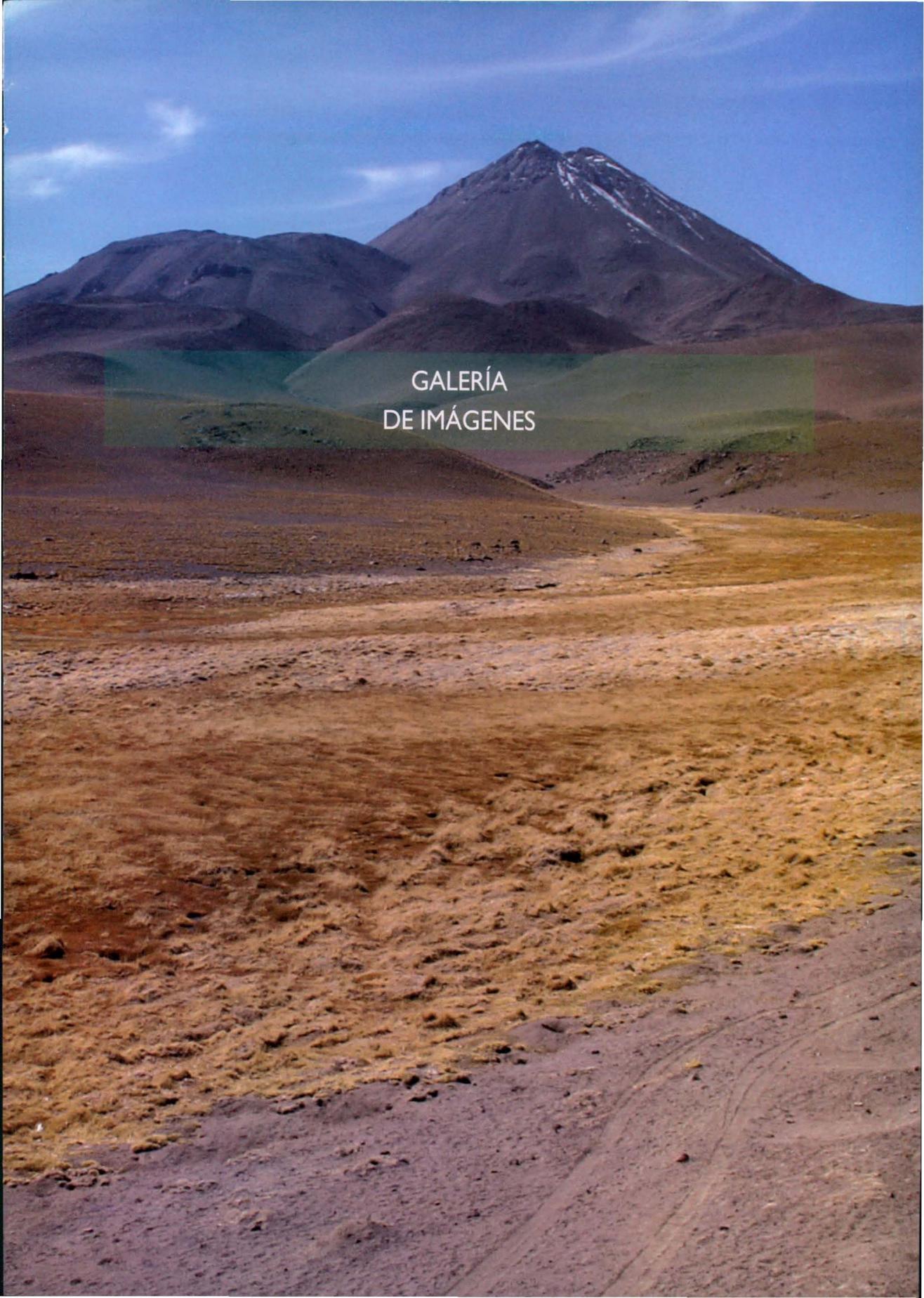
RÚGOLO DE AGRASAR Z. 2006. Las especies del Género *Deyeuxia* (Poaceae, Poaceae) de la Argentina y notas nomenclaturales. *Darwiniana* .44 (1):131-293.

TEILLIER, S.. 2000. Flora del salar de Ascotán. Región de Antofagasta (II), Chile. *Chloris Chilensis*. (Revista Chilena de Flora y Vegetación). <http://www.chlorischile.cl>

TEILLIER, S. 2005. Contribución al conocimiento de la flora y la vegetación de las vegas de la cuenca del río de Las Taguas, departamento Iglesias, San Juan, Argentina. *Chloris Chilensis* (Revista Chilena de Flora y Vegetación) 8 (2). <http://www.chlorischile.cl>

VILLAGRÁN, C, ROMO , M & CASTRO, V..2003. Ethnobotany of the southern Andes within the first region of Chile: a connection between altiplano cultures and the high canyons of the superior Loa. *Chungará* (Arica), 35(1): , 73-124.

WEDDELL, H. 1857. *Chloris andina: essai d'une flore de la région alpine des cordilleras de l'Amerique du Sud*. Imp. P. Bertrand, Paris. Vol 2, lamina 61.



GALERÍA
DE IMÁGENES

GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES
DE LA ECORREGION ALTIPLÁNICA (SVAHT)

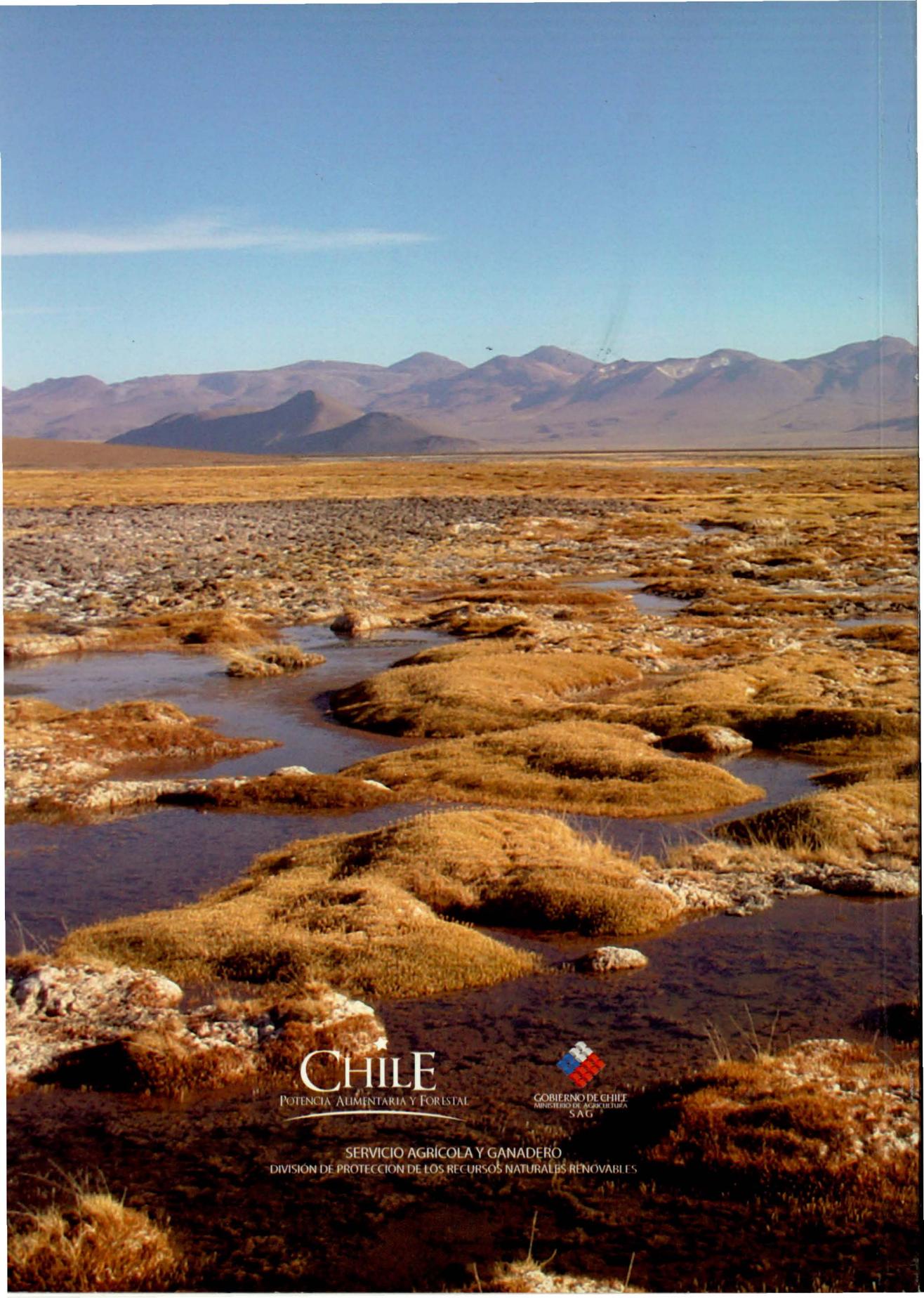


GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES
DE LA ECORREGION ALTIPLÁNICA (SVAHT)



GUÍA DESCRIPTIVA DE LOS SISTEMAS VEGETACIONALES AZONALES HÍDRICOS TERRESTRES
DE LA ECORREGION ALTIPLÁNICA (SVAHT)





CHILE

POTENCIA ALIMENTARIA Y FORESTAL



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
SAG

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO
DIVISION DE PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES