

**"PROTECCION DE HUMEDALES (VEGAS Y BOFEDALES)
EN EL NORTE DE CHILE"**

María Angélica Alegría Calvo, Ingeniera Civil

maria.alegria@moptt.gov.cl
malegria@vtr.net

Verónica Liliana Pozo Torres, Geógrafa

veronica.pozo@moptt.gov.cl
vpozo@ctcinternet.cl

María Fernanda Rojas García, Geóloga

cyrhidro@ctcinternet.cl

Adrián Lillo Zenteno, Ingeniero Civil

adrian.lillo@moptt.gov.cl

1.- INTRODUCCIÓN

El Código de Aguas de 1981 cambió radicalmente el sistema de derechos de aprovechamiento de aguas previamente existente en nuestro país, fortaleciendo la propiedad privada de ellos. El nuevo sistema supuestamente favorecería los incentivos de mercado y reduciría la regulación estatal, con potenciales beneficios como mayor eficiencia y flexibilidad en el uso del agua y menos intervención y gasto estatal. Sus desventajas, sin embargo, comprenden importantes externalidades sociales y medioambientales.

El impacto de este Código fue extremadamente negativo para los humedales andinos ubicados en el norte de Chile (vegas y bofedales) cuyo hábitat y entorno fueron afectados.

En las regiones I y II de nuestro país, con un ambiente marcadamente árido, la presencia de un suministro más o menos constante de agua condiciona la existencia de sistemas vegetacionales característicos conocidos con el nombre de vegas y bofedales, los cuales técnicamente pertenecen a un ambiente de humedal.

Las vegas y bofedales son formaciones vegetales que se establecen en un ambiente edáfico, principalmente orgánico, caracterizado por una condición hídrica de saturación permanente, presentando una gran diversidad biológica respecto del entorno, un mayor número de especies vegetales, las cuales son propias de estos sistemas. Estos humedales son zonas de forraje y abrevadero de valiosas especies amenazadas en su conservación (vicuña, guanaco, llama y alpaca entre otros).

Normalmente, las formaciones vegetacionales presentes en los humedales del altiplano muestran una mezcla entre tres tipos de vegetación: vegas, bofedales y vegetación riparia.

El tipo de vegetación asociado a cada sector queda definido por la cobertura vegetal dominante, la cual está directamente relacionado con las condiciones hídricas y el contenido salino de suelos y aguas.

La flora de los *bofedales* está adaptada a las condiciones ambientales extremas de la Puna Altoandina y se caracterizan por presentar un microrrelieve fuertemente ondulado con una red intrincada de canales o cursos de agua corriente; se relaciona con la dominancia de especies herbáceas en "cojines" compactos por sobre las especies rizomatosas que forman los céspedes planos o regulares de los tipos vegetacionales de vegas. Además, están asociados a cursos de agua corriente permanente, con mayor concentración de oxígeno y baja salinidad. No obstante lo anterior, es posible encontrar bofedales en laderas de montañas o conos volcánicos, donde existen vertientes o nacen ríos superficiales o subsuperficiales.

Formación de Bofedales en el Norte de Chile.



Los tipos vegetacionales de vegas corresponden a sistemas ecológicos biológicos azonales, con una vegetación característica que se desarrolla gracias a un elevado y permanente contenido de humedad edáfica.

La apariencia de las vegas corresponde a una estrata herbácea densa a muy densa (coberturas de más del 50%), de baja a mediana altura (5-100 cm), sobre una superficie general plana o con un muy escaso microrrelieve y significativas fluctuaciones de los niveles freáticos producto de escurrimientos superficiales eventuales y/o escurrimientos directos generados por, contenidos salinos altos en el suelo y el agua (Figura 4). Los cursos de agua, cuando los hay, quedan restringidos a surcos de escaso tamaño, completamente vegetados, o bien a uno solo de gran tamaño.

En consecuencia, las formaciones de vegas están asociadas a zonas de mayor cota sin escurrimientos superficiales permanentes y en donde los niveles freáticos en forma natural se encuentran alejados de la superficie.

Formación de vegas en terreno con alto contenido salino.



Estos humedales tienen una importancia; social cultural, ambiental y económico, ya que constituye el sustento para las comunidades altiplánicas aymará, quechua y atacameña. Estos proporcionan a sus animales vegetación la cual constituye la fuente nutricional y de agua. En la actualidad corresponden a ecosistemas únicos los cuales deben ser estudiados en profundidad con el fin de reconocer la compleja interacción de sus componentes básicos como la tierra, el agua los animales y las plantas. También es necesario estudiar los requerimientos hídricos y biológicos que están presentes para asegurar así su mantención en el tiempo.

La Vegetación riparia está asociada a cursos de agua de régimen lótico (alta velocidad) donde se desarrolla en sus riberas una vegetación azonal que, en algunos casos recibe el nombre vernacular de vega, pero que no responde a las características ecológicas y florísticas de éstas. Las especies más características de este tipo de vegetación son: Cortadera, Cachiyuyo, Chilca y Junco.

Las vegas y bofedales altoandinos comenzaron a secarse con la consecuente pérdida de recursos naturales (flora y fauna silvestre) y daño a los derechos ancestrales a los recursos naturales (incluida el agua) de las comunidades indígenas, debido a la obtención y explotación de derechos de agua por parte de otros usos no agrícolas (minería fundamentalmente) que están poniendo en riesgo la sustentabilidad y la sobrevivencia de esos grupos.

En 1992 el Código de Aguas fue modificado incorporando a los artículos 58 y 63 la protección y conservación de los humedales del altiplano de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, mediante la prohibición de explotar y explorar los recursos subterráneos ya que estos constituyen una fuente importante de alimentación.

En consecuencia, la Dirección General de Aguas, a través de la Resolución N°909 de 1996, identificó y delimitó dichos acuíferos. De esta manera, en la I Región quedaron protegidos 139 humedales, con una superficie de 335 km² equivalente al 0.57% del total de la superficie de la Región.

En la II Región se protegieron 167 humedales, con una superficie de 2798 kms² equivalentes al 2,22% de la superficie total de la Región.

De esta manera, los humedales altoandinos quedaron protegidos según la forma que se señala en el artículo 63, inciso 2º del Código de Aguas, que establece que "las zonas que correspondan a acuíferos que alimentan vegas y bofedales de las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta se entenderán prohibidas para mayores explotaciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, sin necesidad de declaración expresa". En cuanto a la exploración de aguas subterráneas, estos acuíferos quedan restringidos según lo establecido en el artículo 58, inciso 2º, en el sentido que "no se podrán efectuar exploraciones en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten vegas y bofedales en las Regiones de Tarapacá y de Antofagasta sino con autorización fundada de la DGA".

Debido a que los límites de los acuíferos alimentadores de vegas y bofedales son altamente dinámicos y tienen una gran variabilidad a lo largo del tiempo, se requiere de una actualización periódica que incorpore nuevas áreas, o bien, que modifique las existentes, sobre la base de antecedentes fundados determinados en terreno.

Por lo anterior, CONADI II Región, a través de diversos análisis y estudios efectuados desde 1996, concluyó y luego comunicó a la DGA que algunas vegas y bofedales que eran sustento de comunidades indígenas no se encontraban adecuadamente protegidas o no estaban protegidas del todo.

Atendidas las dos consideraciones anteriores, la DGA determinó, en el año 2001, realizar una actualización de la referida delimitación de acuíferos de la Región de Antofagasta, con aportes financieros entregados por Conadi II Región.

2.- OTRAS PROTECCIONES DE LOS HUMEDALES DEL ALTIPLANO (VEGAS Y BOFEDALES DE LA I Y II REGIONES)

2.1.- CONVENCIÓN RAMSAR

En las últimas cuatro décadas a nivel mundial se ha venido trabajando internacionalmente en la protección de los humedales en todo el mundo. Es así como en el año 1971 se firmó en la ciudad de Ramsar, Irán, la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida como la Convención Ramsar, la cual fue ratificada por Chile en 1984.

Dicha Convención se estableció debido a la evidente interdependencia entre el hombre y su medio ambiente, además de las funciones ecológicas fundamentales de los humedales como reguladores de los regímenes hidrológicos y como hábitat de flora y fauna característica, especialmente las aves acuáticas. También se consideró que éstos constituyen un recurso de gran valor económico, cultural, científico y recreativo, cuya pérdida sería irreparable.

Actualmente 123 países la han ratificado, lo que ha significado la identificación de 4042 Humedales de Importancia Internacional, siete de los cuales están ubicados en Chile.



2.2.- LEY Nº19.300, DE BASES DEL MEDIO AMBIENTE, DE 1994

La Ley Nº19.300, de Bases del Medio Ambiente, de 1994, a través del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, contempla cuatro artículos relativos a las vegas y bofedales, y humedales en general, cuyo detalle es el siguiente

TITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 3.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes:

a) Presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas. Se entenderá que estos proyectos o actividades son significativos cuando se trate de:

a.2. Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las Regiones I y II, cualquiera sea su superficie.

TITULO II DE LA GENERACIÓN O PRESENCIA DE EFECTOS, CARACTERÍSTICAS O CIRCUNSTANCIAS QUE DEFINEN LA PERTINENCIA DE PRESENTAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 6.- El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

A objeto de evaluar los efectos adversos significativos a que se refiere el inciso anterior, se considerará:

n) el volumen, caudal y/o superficie, según corresponda, de recursos hídricos a intervenir y/o explotar en:

n.1. vegas y/o bofedales ubicados en las Regiones I y II, que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas;

TITULO VII DE LOS PERMISOS AMBIENTALES SECTORIALES

Artículo 77.- En el permiso para efectuar exploraciones de aguas subterráneas en terrenos públicos o privados de zonas que alimenten áreas de vegas y de los llamados bofedales, en las Regiones de Tarapacá y Antofagasta, a que se refiere el inciso tercero del artículo 58 del D.F.L. 1.122/81, Código de Aguas, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en este artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas adecuadas para la preservación del bofedal o vega, en consideración a:

- a) Las características del bofedal o vega.
- b) El régimen de alimentación del bofedal o vega.
- c) El caudal máximo de agua que se pretende alumbrar.
- d) Los aprovechamientos existentes de las aguas superficiales y subterráneas que se encuentran en la zona que se va a explorar.
- e) La ubicación de los terrenos donde se realizarán los trabajos y la extensión que se desea explorar.

Artículo 78.- En el permiso para realizar nuevas explotaciones o mayores extracciones de aguas subterráneas que las autorizadas, en zonas de prohibición, a que se refiere el artículo 63 del D.F.L. 1.122/81, Código de Aguas, los requisitos para su otorgamiento y los contenidos técnicos y formales necesarios para acreditar su cumplimiento, serán los que se señalan en este artículo.

En el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, según sea el caso, se deberán señalar las medidas adecuadas para la preservación de acuíferos que alimenten vegas y bofedales en las regiones indicadas, de acuerdo a:

- a) Las características del acuífero.

- b) El régimen de alimentación del bofedal o vega.
- c) El caudal máximo de agua que se pretende explotar.
- d) Los efectos sobre la recarga artificial del acuífero.

2.3.- SITIOS SNASPE

El Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado es administrado por CONAF, fue creado mediante la Ley N° 18.362 de 1984, para la conservación (planes de manejo y administración) de los ambientes naturales, terrestres o acuáticos dentro de esas áreas

Está formado por: Parques Nacionales, Reservas Nacionales y Monumentos Naturales.

Actualmente en Chile, las Areas Silvestres Protegidas son 94 unidades

31 Parques Nacionales

48 Reservas Nacionales

15 Monumentos Naturales

Dentro de algunos de estos sitios del norte se encuentran vegas y bofedales andinos:

Monumento Natural Salar de Surire; Parque Nacional Lauca; Reserva Nacional Las Vícuñas; Parque Nacional Volcan Isluga en la I Región.

Parque Nacional Lullailaco y Reserva Nacional Los Flamencos en la II Región.

3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO REALIZADO POR LA DGA

El objetivo general de este estudio, fue identificar y delimitar los acuíferos que alimentan los humedales de la II Región de Antofagasta, a fin de actualizar la delimitación existente definida a través de la Resolución DGA N° 909 de 1996. Adicionalmente, contempló la incorporación de nuevos acuíferos a proteger, de acuerdo a la información proporcionada por las propias comunidades indígenas, dando un énfasis especial a aquellos directamente relacionados con las comunidades indígenas presentes en la zona.

Como objetivos específicos del estudio se plantearon:

- Recopilación de antecedentes acerca de la descripción geológica e hidrogeológica de carácter regional y relativo a humedales y comunidades indígenas.
- Identificación de aspectos singulares que permitan la delimitación de unidades hidrogeológicas a partir de la información base obtenida en terreno y otros antecedentes existentes que se recopilen.
- Identificación y delimitación de acuíferos alimentadores de humedales con énfasis en aquellos asociados a usos indígenas en la zona.
- Generación de una base de información digital georreferenciada que contenga los humedales identificados y la delimitación de los acuíferos que lo alimentan.

4.- ALCANCES Y AREA DE ESTUDIO

El estudio abarcó los acuíferos ubicados dentro de los límites administrativos de la Región de Antofagasta, con especial énfasis en las cuencas localizadas en las partes altas de la II Región, atendido al hecho que en esta zona se originan los recursos hídricos que se aprovechan aguas abajo.

Aparte del estudio ya desarrollado por la DGA (Resolución 909 de 1996) se consideró también nueva información hidrogeológica de carácter local disponible en la DGA regional y otra generada por los poblados y comunidades indígenas presentes en la zona.



Los acuíferos alimentadores de vegas y bofedales estudiados corresponden a aquéllos ubicados hasta el sector de Ollagüe por el norte, en el límite con la I Región, el Salar de Aguas Calientes por el sur, el límite internacional por el este, y Calama y el Salar de Atacama por el poniente. La delimitación a que se refiere este estudio correspondió a aquellos humedales que son alimentados por aguas subterráneas, quedando excluidos en consecuencia, todos aquellos alimentados por cauces superficiales o por otro tipo de escurrimiento de carácter superficial.

5.- METODOLOGÍA UTILIZADA

- Sobre imágenes satelitales se realizó la identificación de un denominado Índice Vegetacional, técnica que permitió identificar zonas con presencia de asociaciones vegetacionales y agua somera.
- Sobre estas mismas imágenes, se ubicó las vegas y bofedales catastradas, coincidiendo en un 90% con el Índice Vegetacional determinado. Para cada una de las vegas existentes y sus I.V. asociados, se seleccionó la fotografía aérea vertical que cubre el área, con el fin de visualizar a escala 1:50.000 los accesos, caminos, caminos alternativos y rasgos topográficos relevantes.
- El fotocentro de cada una de las fotos seleccionadas se ubicó sobre la carta IGM correspondiente para así tener una visualización rápida y directa en la cartografía de las fotos disponibles y las vegas cubiertas, a fin de facilitar la labor de terreno.
- En el terreno, se caracterizó la vega mediante sus coordenadas, determinando su extensión a través de la delimitación del área identificada en la fotografía aérea.
- Debido al alto costo asociado al elevado número de vegas identificadas en gabinete, no se utilizaron pares estereográficos para un trabajo de

Eliminado: .

fotointerpretación geológica de unidades de roca, relleno y estructuras, sino que esta labor se realizó en el terreno mismo, traspasando tentativamente a la foto respectiva, los contactos y tipos de unidades de roca, así como las estructuras caracterizadas como lineamiento.

- La información colectada en días de terreno, fue la base para la delimitación geográfica de los acuíferos analizados.

6.- CAMPAÑAS DE TERRENO

Se realizaron dos campañas de terreno. La 1ª campaña se efectuó en julio del 2001 visitando los sectores de: Ollagüe, Ascotán y Carcote, El Tatio, Inacaliri, San Pedro, Chiu Chiu, Caspana y Turi. En esta campaña se reconocieron y delimitaron 62 vegas contenidas en la Resolución. N° 909 y 26 vegas nuevas no incluidas en los estudios de terreno de la referida Resolución.

La 2ª campaña se efectuó en septiembre del 2001 visitando el sector oriental del Salar de Atacama. En esta campaña se identificaron y delimitaron 87 vegas y sus acuíferos contenidos en la Resolución. N° 909 y 46 vegas nuevas no incluidas en los estudios de terreno de la referida Resolución.

7.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las dos campañas de terreno, permitieron concluir que hay 149 acuíferos protegidos cuyos límites se modificaron y 72 nuevos acuíferos que alimentan igual número de vegas.

Otro resultado obtenido de este estudio fueron los diferentes tipos de vegas que se reconocieron y que han sido clasificadas dependiendo del tipo de alimentación, diferenciando las fuentes provenientes de acuíferos de las fuentes provenientes de aguas subsuperficiales y superficiales, pudiendo estas últimas ser materia de estudios específicos a desarrollarse con posterioridad.

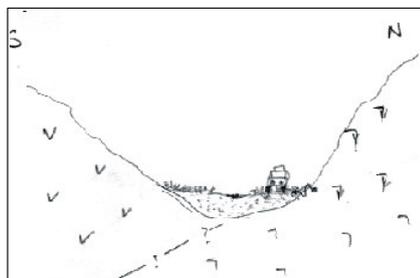
Por lo anterior, y de acuerdo con la clasificación según fuente de alimentación, se describen a continuación los tipos de vegas existentes y reconocidas para cada uno de ellos:

Vegas alimentadas por Agua Subterránea

Fondos de quebradas

Corresponden a asociaciones florísticas que se insertan dentro de los cauces de quebradas con escurrimiento intermitente y en el fondo de las mismas.

Dentro de las áreas de los cauces se



reconoce una potencia de relleno sedimentario poco consolidado y saturado, en el cual se desarrolla un acuífero somero que alimenta directamente a la vegetación.

Este acuífero y su variación temporal de niveles piezométricos, son los responsables directos de la variación de tamaño (superficie) de la unidad vegetacional.

Eliminado: <sp>

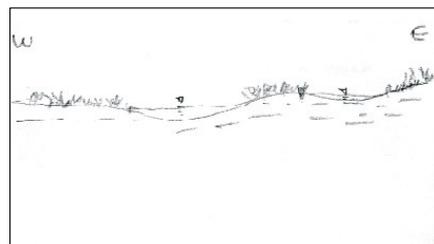
Salares

Las zonas de cuencas asociadas a depresiones cerradas o salares, contienen asociaciones vegetacionales alimentadas directamente por un nivel freático somero, que se ubican por lo general en uno de los bordes del sistema cerrado y en la zona de descarga del mismo.

Cabe mencionar que los antecedentes existentes para la zona de estudio, señalan la existencia comprobada en algunos salares de al menos dos tipos de acuíferos contenidos dentro de estas cuencas cerradas. Estos acuíferos son independientes entre sí, tanto desde el punto de vista geológico como hidráulico. El acuífero relacionado directamente con la alimentación de las vegas se ha denominado acuífero superior de los salares y corresponde a unidades granulares y extensas, con potencias de variables entre 10 y 40 metros y con un nivel freático somero, que responde de manera sensible a las recargas por precipitaciones.

El segundo acuífero (inferior) ha sido caracterizado como confinado y su relación con la alimentación de vegas y el acuífero superior no ha sido analizada por el presente estudio por razones de tiempo y falta de antecedentes para un análisis profundo. En todo caso, la influencia de la explotación de los acuíferos inferiores no es directa en el acuífero superior, por lo que su influencia en la sustentación de una vega en salares no ha sido comprobada, para lo cual se requieren estudios más profundos para analizar su posible impacto en el largo plazo.

Fotografía y Esquema Geológico

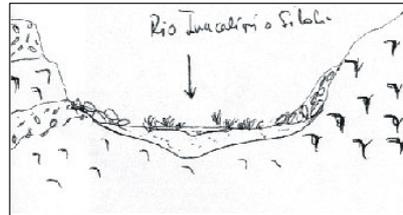


Llanura Aluvial

Se ha observado la presencia de vegetación del tipo humedal en sectores geográficos extensos asociados a una unidad morfológica de llanura aluvial, sin escorrentía superficial permanente.

Dentro de estas llanuras aluviales se insertan acuíferos freáticos, granulares, con niveles someros y recargados en las porciones altas de las cuencas hidrográficas.

Fotografía y Esquema Geológico



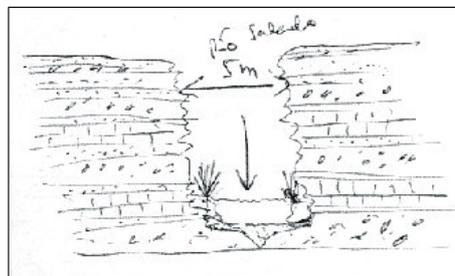
Cársticas

Sobre afloramientos de rocas calcáreas, principalmente subhorizontales, se dispone una delgada cobertura de relleno sedimentario en la cual se ha reconocido una vegetación asociada a un humedal.

La fuente de alimentación de esta vegetación la componen un medio acuífero formado por rocas calcáreas (cársticas) con un nivel freático compuesto y asociado a los múltiples aportes de fracturas en las calizas.

Estas vegas presentan el único tipo de vegetación reconocido en la zona de estudio que tiene una relación directa con un acuífero albergado en un medio no granular.

Fotografía y Esquema Geológico



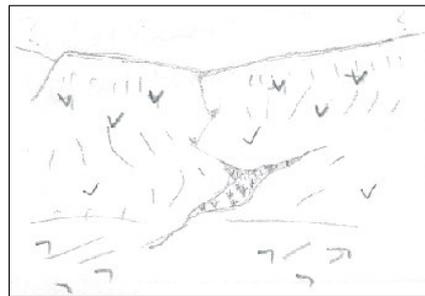
Vegas asociadas a Escurrimiento Subsuperficial

Cabeceras de quebradas

Corresponden a asociaciones florísticas existentes ubicadas a una cota superior a la cota del drenaje principal de su cuenca.

Estas vegas se sitúan dentro de una secuencia sedimentaria granular, de poca potencia y extensión la cual es alimentada por recargas directas a la cuenca, donde el medio poroso actúa como la unidad que almacena y transmite el agua subsuperficial retenida en él.

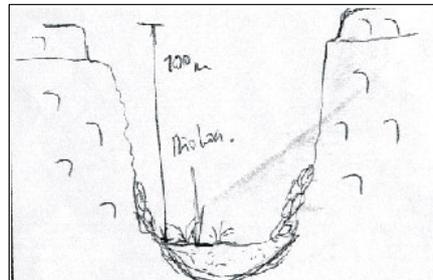
Fotografía y Esquema Geológico



Lechos de cauce

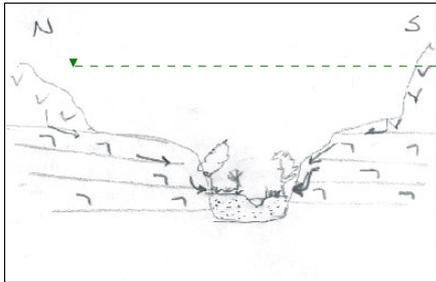
Corresponden a vegas dispuestas dentro de cauces con esorrentía permanente y con una extensa sección de cauce. Se reconoce en este tipo de vegas un escurrimiento superficial normalmente restringido a una porción del cauce y que alimenta subsuperficialmente depósitos detríticos poco potentes, sobre los cuales se dispone la vegetación.

Fotografía y Esquema Geológico



Vertientes

Corresponde este tipo de alimentación al afloramiento de aguas subterráneas en superficie, constituyendo una escorrentía permanente.



Eliminado: <sp><sp>

Con ello se cumplió en gran parte el objetivo del convenio, no fue posible cumplirlo totalmente ya que en los I.V. del catastro proporcionado por CONADI, CONAF y DGA, se pudo reconocer y re-estudiar un número menor, pero igual satisfactorio el objetivo del convenio con CONADI y del estudio, correspondiendo a continuación elaborar la modificación de la Resolución DGA N° 909 de 1996, a fin de incorporar los cambios de los límites de los acuíferos e incluir los nuevos.

De esta forma, estos humedales quedan protegidos y las áreas que corresponden a sus acuíferos alimentadores se entienden prohibidas para mayores explotaciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, sin necesidad de declaración expresa.

En cuanto a la exploración de aguas subterráneas, estos acuíferos quedan restringidos en el sentido que no se podrán efectuar exploraciones en dichos terrenos, sean éstos públicos o privados.