



## **CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS NATURALES**

### **“ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS GENERADAS POR LAS RELACIONES DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y LOS HUMEDALES AREA DE ESTUDIO”**

Marion Espinosa. Ing. Agrónomo. Ms. Ingeniería y Gestión Ambiental  
Ana María Bustamante. Ingeniero Civil, Universidad de Santiago  
Lesly Orellana. Licenciada en Ciencias Ambientales, U. de Chile  
Gabriel Ortiz. Cartógrafo especialista SIG y Sensores Remotos UTEM

**DICIEMBRE 2011**

## “ANÁLISIS DE LAS AMENAZAS GENERADAS POR LAS RELACIONES DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y LOS HUMEDALES AREA DE ESTUDIO”

### 1. INTRODUCCION

Los humedales son ecosistemas únicos con importancia social, cultural, ambiental, y económica, razón por la cual, deben ser estudiados en profundidad para lograr reconocer la compleja interacción de sus componentes y su relación con el entorno.

En este contexto, se realizó el proyecto “Caracterización Base de Vegas y Bofedales Alto Andinos para una gestión sostenible de los Recursos Hídricos. Región de Antofagasta” ejecutado por CIREN y financiado por INNOVA Chile de CORFO, contando con la participación de la Dirección General de Aguas DGA y la Comisión Nacional Indígena CONADI.

Dentro de los resultados del proyecto, se determinó por una parte, la amenaza global que ejercen las actividades productivas sobre las vegas y bofedales. Por otra, se analizó la Condición de las vegas y bofedales que fueron muestreados en terreno.

Las actividades productivas que fueron consideradas para identificar y valorar las presiones y/o amenazas actuales que se manifiestan sobre los humedales, corresponden a las siguientes:

- Actividades Mineras
  - Actividades Forestales
  - Actividades Agrícolas
  - Actividades Ganaderas
  - Actividades Turísticas
- } Actividades Silvoagropecuaria

Los resultados se clasificaron en cuatro categorías de amenaza: Muy Alta, Alta, Media y Baja.

Por su parte, la ficha con la cual se levantó información en terreno, fue diseñada para considerar los aspectos de condición, tales como, el estado de la vegetación, estado del cuerpo de agua, humedad del lugar, presencia de actividad antrópica entre otras. El estado o condición visual observada, correspondió a: Malo, Regular y Bueno.

El presente informe corresponde al análisis de la condición y amenazas de humedales en relación a las actividades productivas que se realizan en el área de estudio y el entorno donde se insertan dichas actividades (sitios protegidos, ADIs, entre otros). Asimismo, el

análisis consideró los cambios multitemporales, en la vegetación o cuerpos de agua, obtenidos del análisis digital de imágenes satelitales ASTER para un periodo de tiempo aproximado de 20 años, incorporando al análisis la influencia o no, de la extracción de agua considerando los derechos de agua otorgados por la DGA en los ecosistemas del estudio.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se inserta en el altiplano chileno de la II Región de Antofagasta, ocupando una superficie aproximada de 4.951.800 has. en un rango de altitud entre 2.000 m.s.n.m a la altura del Salar de Atacama y sobre los 4.500 m.s.n.m en las fronteras con Bolivia y Argentina. El área incluye 26 sub-subcuencas hidrológicas, áreas silvestres protegidas y reservas existentes en esa zona alto andina. Es importante señalar que más del 80% de la superficie corresponde a áreas de desarrollo indígena, ADIS, o territorios de las comunidades indígenas.

## 3. METODOLOGIA

Primeramente, desde la capa de amenaza obtenida como resultado del proyecto, se filtró las vegas y bofedales clasificadas en Amenaza Alta y Muy Alta. Para los que fueron muestreados en terreno, se agregó la condición de cada uno de ellos. El listado final de humedales con los que se realizará el análisis se muestra en la Tabla N° 1.

**Tabla N° 1.** Humedales con un grado de amenaza Muy alta y Alta.

N Res 2006	Nom_ Res	A_Ext	A_Pt	A_Sap	A_Gl	Amenaza	Condición
18	Quebrada del Inca	10	10	8	9,8	MUY ALTA	No se muestreo
21	Chaco	10	10	8	9,8	MUY ALTA	No se muestreo
40	Borde Sureste Ascotán	10	10	1	9,1	MUY ALTA	Malo
56	Paniri	8	10	10	8,6	MUY ALTA	No se muestreo
57	Paicato	8	10	10	8,6	MUY ALTA	No se muestreo
138	Oyape	10	10	1	9,1	MUY ALTA	Regular
145	Baltinache	10	10	8	9,8	MUY ALTA	No se muestreo
151	Cejas	10	10	8	9,8	MUY ALTA	No se muestreo
155	Yona Grande	10	8	8	9,4	MUY ALTA	No se muestreo
161	Los Pantanos	10	8	1	8,7	MUY ALTA	No se muestreo
166	Tujilirea	10	8	1	8,7	MUY ALTA	No se muestreo
171	Tambillo	10	8	1	8,7	MUY ALTA	Regular
173	Tebinquinche	10	10	1	9,1	MUY ALTA	Bueno
209	Carvajal	10	10	8	10	MUY ALTA	No se muestreo

218	Quelana	10	8	1	9,4	MUY ALTA	Regular
4	Churchicha	8	8	8	8	ALTA	No se muestreo
5	Alconcha	8	8	1	7,3	ALTA	No se muestreo
6	Guallatani	8	8	10	8,2	ALTA	No se muestreo
7	Salar de Alconcha	8	8	1	7,3	ALTA	Bueno
36	Palpana 2	4	8	8	5,2	ALTA	No se muestreo
46	Ojo de San Pedro	10	4	1	7,9	ALTA	Malo
52	Inacaliri	8	8	8	8	ALTA	Malo
58	Topain 1	8	8	8	8	ALTA	No se muestreo
62	Lasana	8	10	1	7,7	ALTA	Regular
63	Turi	8	10	8	8,4	ALTA	Regular
68	Huiculunche	8	8	1	7,3	ALTA	No se muestreo
72	Puente del Diablo	8	1	10	6,8	ALTA	No se muestreo
73	Topain 2	8	4	8	7,2	ALTA	No se muestreo
78	Chiu Chiu	8	10	1	7,7	ALTA	Regular
88	Yalquincha	8	10	1	7,7	ALTA	No se muestreo
90	Calama	8	8	1	7,3	ALTA	No se muestreo
179	Olar	10	4	1	7,9	ALTA	No se muestreo
186	Tapar	10	4	1	7,9	ALTA	No se muestreo

A\_Ext = Amenaza por extracción de agua

A\_Pt = Amenaza por Turismo

A\_Sap= Amenaza Silvoagropecuaria

A\_Gl = Amenaza Global

Con el mosaico ASTER 2010 del área de estudio y las imágenes de años anteriores disponibles, se realizarán las comparaciones respectivas para cada humedal, analizando si hay concordancia entre el índice de amenaza y lo observado en la imagen.

Como apoyo a las capas de resultados obtenidas en el Proyecto, en el presente informe se analizarán distintos aspectos, entre ellos:

- Análisis Temporal para los Humedales presentes dentro de los acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003 de la DGA.
- Análisis de los Derechos de Aguas Superficiales y Subterráneos otorgados por la DGA, cercanos a las vegas y bofedales.
- Análisis de los Derechos de Aguas Superficiales y Subterráneos otorgados para las vegas y bofedales Fuera de los Acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003 DGA.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análisis Temporal para los Humedales presentes dentro de los acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003 de la DGA.

El análisis ubica los Derechos de Aguas Superficiales y Subterráneos otorgados para las vegas y bofedales dentro de los Acuíferos protegidos por la Res 529/2003 de la DGA. Se realiza una comparación, observando si la ubicación de estos pozos tiene alguna incidencia sobre la vegetación o disminución del agua.

En la Tabla 3, se muestra un resumen del Análisis Temporal para los Humedales presentes dentro de los acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003 de la DGA, utilizando las imágenes del periodo de 1987-2010.

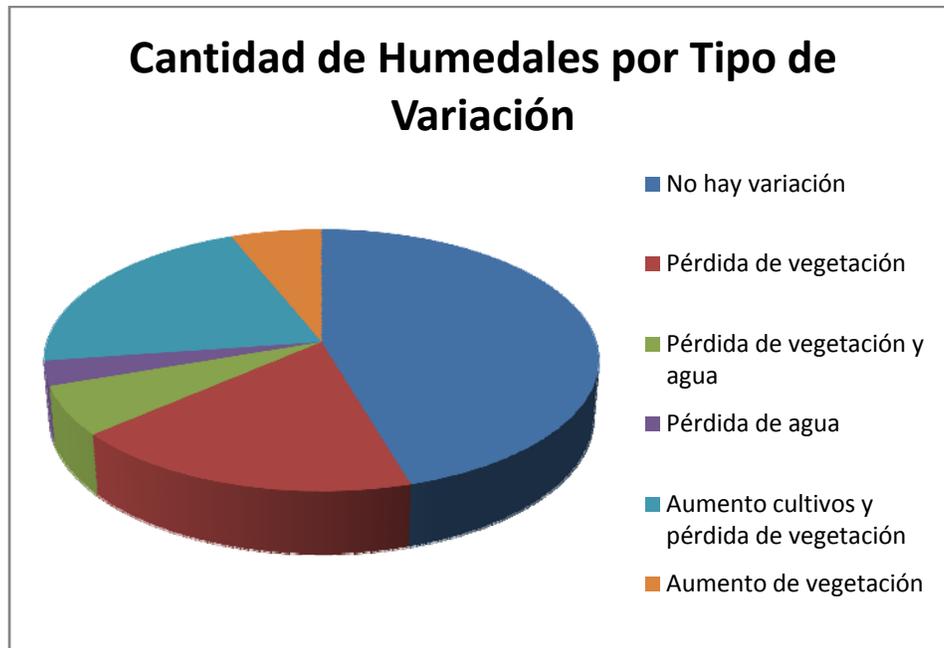
**Tabla 3:** Resumen del Análisis temporal para los humedales con amenaza Alta y Muy Alta

Nombre Humedal	Amenaza	Condición	Obs
Quebrada del Inca	MUY ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Chaco	MUY ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Borde Sureste Asd	MUY ALTA	Malo	Pérdida de agua o podría estar congelada.
Paniri	MUY ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Paicato	MUY ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Oyape	MUY ALTA	Regular	No hay variedad
Baltinache	MUY ALTA	No se muestreo	Aumento de la vegetación
Cejas	MUY ALTA	No se muestreo	Pérdida de vegetación
Yona Grande	MUY ALTA	No se muestreo	Pérdida de vegetación
Los Plátanos	MUY ALTA	No se muestreo	Crecimiento del bosque de Tamarugal, por lo que hay aumento de cultivos y pérdida de vegetación.
Tujilirea	MUY ALTA	No se muestreo	Aumento de cultivos y pérdida de vegetación
Tambillo	MUY ALTA	Regular	Aumento de cultivos y pérdida de vegetación. Crecimiento Bosque Tamarugal
Tebinquinche	MUY ALTA	Bueno	Pérdida de vegetación y disminución de cursos de agua.
Carvajal	MUY ALTA	No se muestreo	Pérdida de vegetación
Quelana	MUY ALTA	Regular	No hay variedad
Churchicha	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Alconcha	ALTA	No se muestreo	No hay variedad. No se distingue la vega en ninguna de las dos imágenes, tampoco en Google Earth
Guallatani	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Salar de Alconcha	ALTA	Bueno	No hay variedad
Palpana 2	ALTA	No se muestreo	Pérdida de vegetación y agua.
Ojo de San Pedro	ALTA	Malo	Pérdida de vegetación
Inacaliri	ALTA	Malo	Pérdida de Vegetación
Topain 1	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Lasana	ALTA	Regular	No hay variedad
Turi	ALTA	Regular	Pérdida de vegetación notable y pequeño aumento de agricultura
Huiculunche	ALTA	No se muestreo	Pérdida de Vegetación
Puente del Diablo	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Topain 2	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Chiu Chiu	ALTA	Regular	Pérdida de vegetación y más definidas zonas de agricultura
Yalquincha	ALTA	No se muestreo	No hay variedad
Calama	ALTA	No se muestreo	Aumenta la urbanización y Agricultura y se pierde vegetación
Olar	ALTA	No se muestreo	Pérdida de vegetación y aumento de zonas de cultivos.
Tapar	ALTA	No se muestreo	Aumento de vegetación

Cabe señalar que existen muchos acuíferos que no cuentan con protección legal, sin embargo hay varios derechos de aguas otorgados para estas zonas, lo cual representa una posible amenaza para las vegas y bofedales. Por esto, se muestra como otro resultado, los sitios que no están protegidos en conjunto a los pozos subterráneos y superficiales.

Cabe señalar que la vega de Oyape y el bofedal de Alconcha, no presentaron ninguna variación al comparar las imágenes de 1989 -2010, periodo para la vega y 1987-2010 para el bofedal, por lo que no se incluyeron dentro del análisis específico para cada humedal.

Los cambios observados en la comparación de imágenes recaen en 6 tipos de cambios. En el gráfico N° 1 se muestra que en la mayoría de los humedales en estudio, 15 de un total de 33, no hubo variación al respecto. No obstante en 6 casos hay pérdida de vegetación y en 7 pérdida de vegetación además del aumento de cultivo.



**Gráfico N° 1**

A modo de observación se destaca el estado de la Vega de Ojos de San Pedro cuya comparación de imágenes arrojó una pérdida de vegetación, sumado a tener una condición de Malo y estar cercano a 9 pozos de aguas subterráneas. Otro caso es Inacaliri que también destacó por su condición y su pérdida de vegetación según el análisis de imágenes. Ambas presentan una amenaza Global Alta, por lo que se corrobora que el índice calculado como amenaza global está bien utilizado.

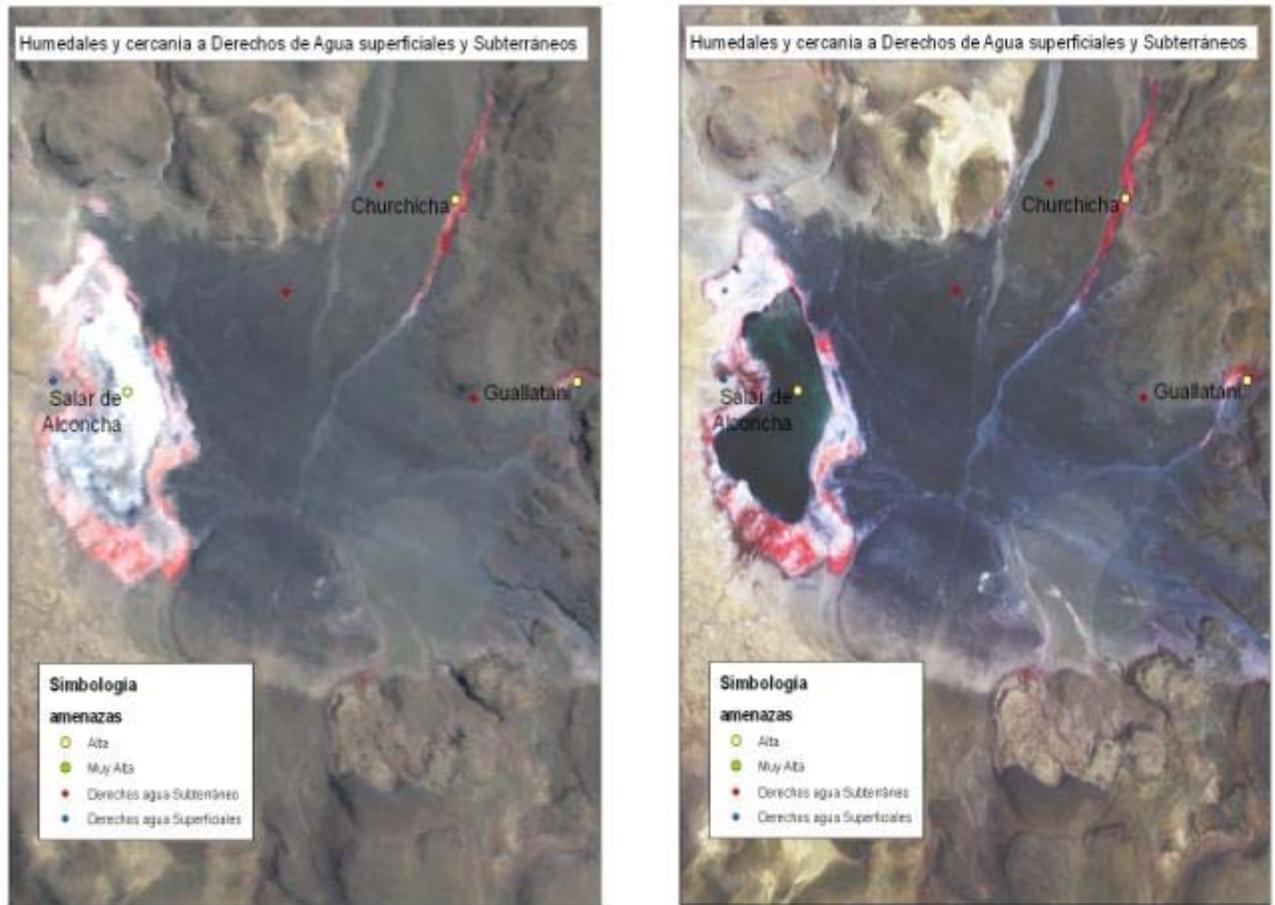
#### **4.2 Análisis de los Derechos de Aguas Superficiales y Subterráneos otorgados por la DGA cercanos a las vegas y bofedales**

El primer Código de Aguas chileno se promulgó en 1951 y en él se reconocía tanto la propiedad pública como privada de los recursos hídricos. En 1969, simultáneamente con la reforma agraria, se promulgó un nuevo Código en el que se establecía que todas las aguas eran de propiedad del Estado, lo que constituyó un punto de ruptura con la legislación anterior y posterior que, con diversos enfoques, han reconocido la propiedad privada de los recursos hídricos.

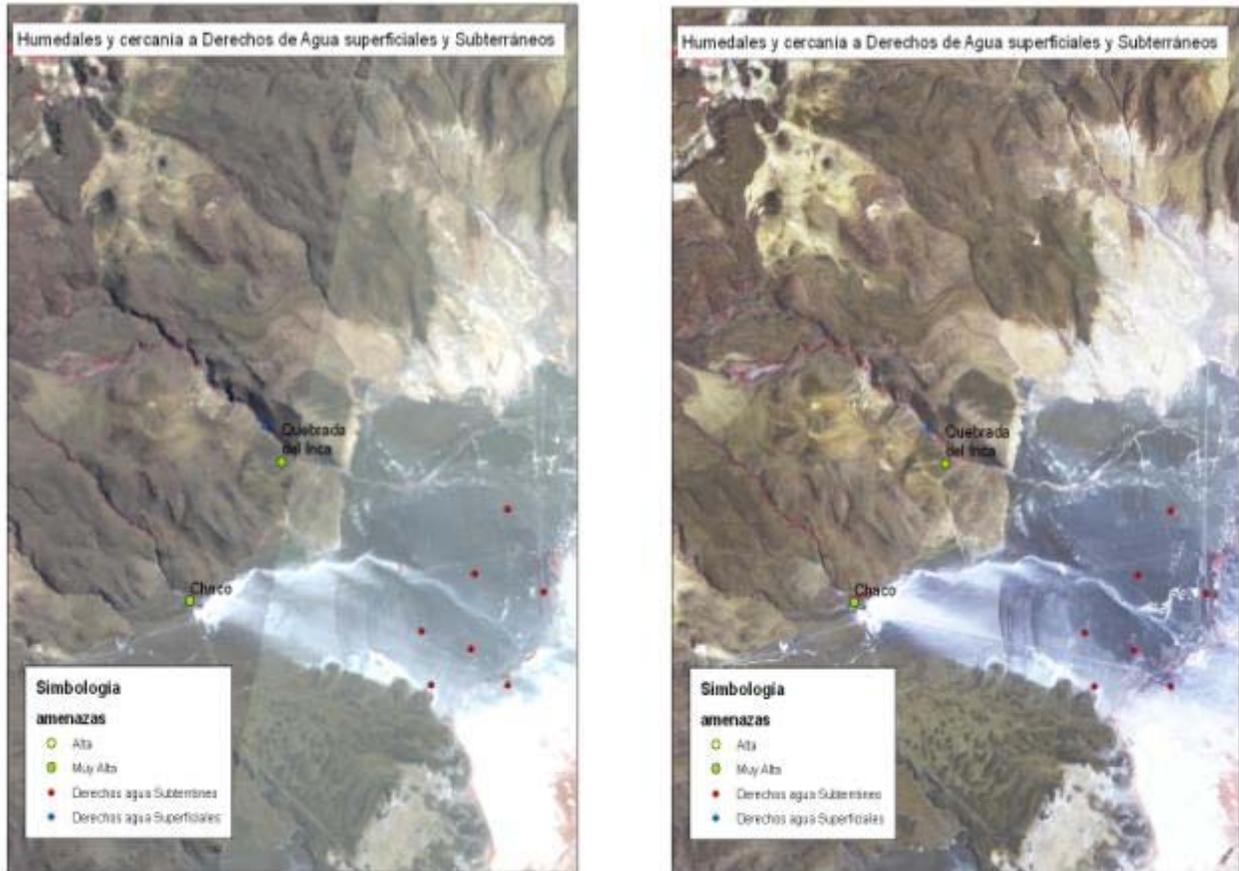
En 1981 se promulgó un nuevo Código de Aguas vigente hasta la fecha. En esa época, la casi totalidad de las aguas de superficie disponibles para el período de estiaje (la estación seca) ya estaban asignadas, dado que la asignación de los derechos de aguas negociables se había iniciado en 1975. La asignación inicial de los derechos de aguas se hizo basándose en el uso que se había hecho de ellos en el pasado y en una redistribución que hasta entonces había sido excesivamente concentrada. Se estima que un 40% de los derechos de aguas se asignaron teniendo en cuenta su utilización anterior y un 60% se otorgaron a los beneficiarios de la reforma agraria (Rosegrant y Gazmuri, 1994).

Los Derechos de Agua Subterráneas para el área de estudio fueron otorgados a partir de 1984 y los Derechos de Agua Superficial desde 1996. Sin embargo, según lo comentado anteriormente, es altamente probable que previo a la entrega de estos derechos, ya haya existido un uso del recurso. Esto se debe tener presente ya que las imágenes más antiguas con las que se trabajó son de los años 1985 y 1987.

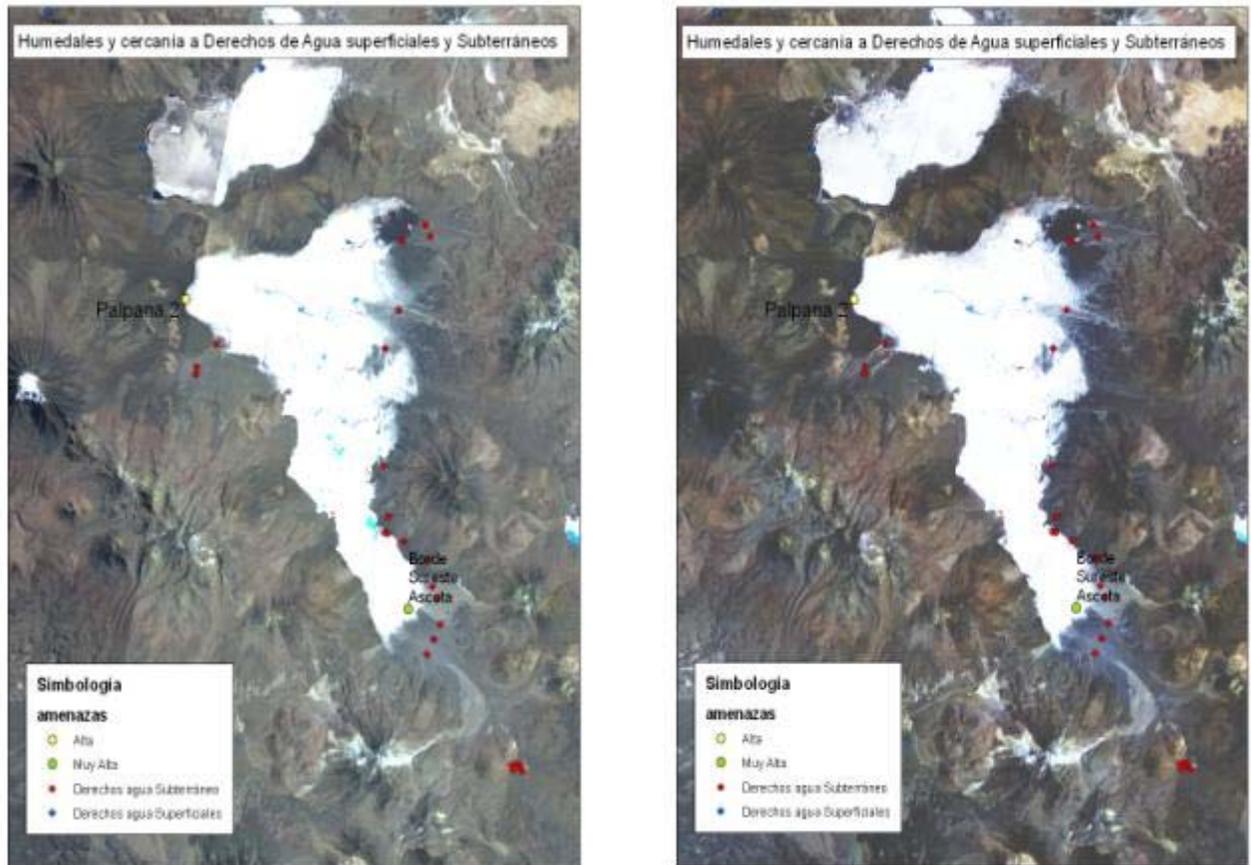
De acuerdo a la comparación de imágenes y la localización de los puntos de derechos de agua, tanto superficial como subterránea, se obtuvieron los mapas que se mostrarán a continuación. En ellos se muestra principalmente si hay cercanía de un pozo a algún humedal de la lista presente en este informe.



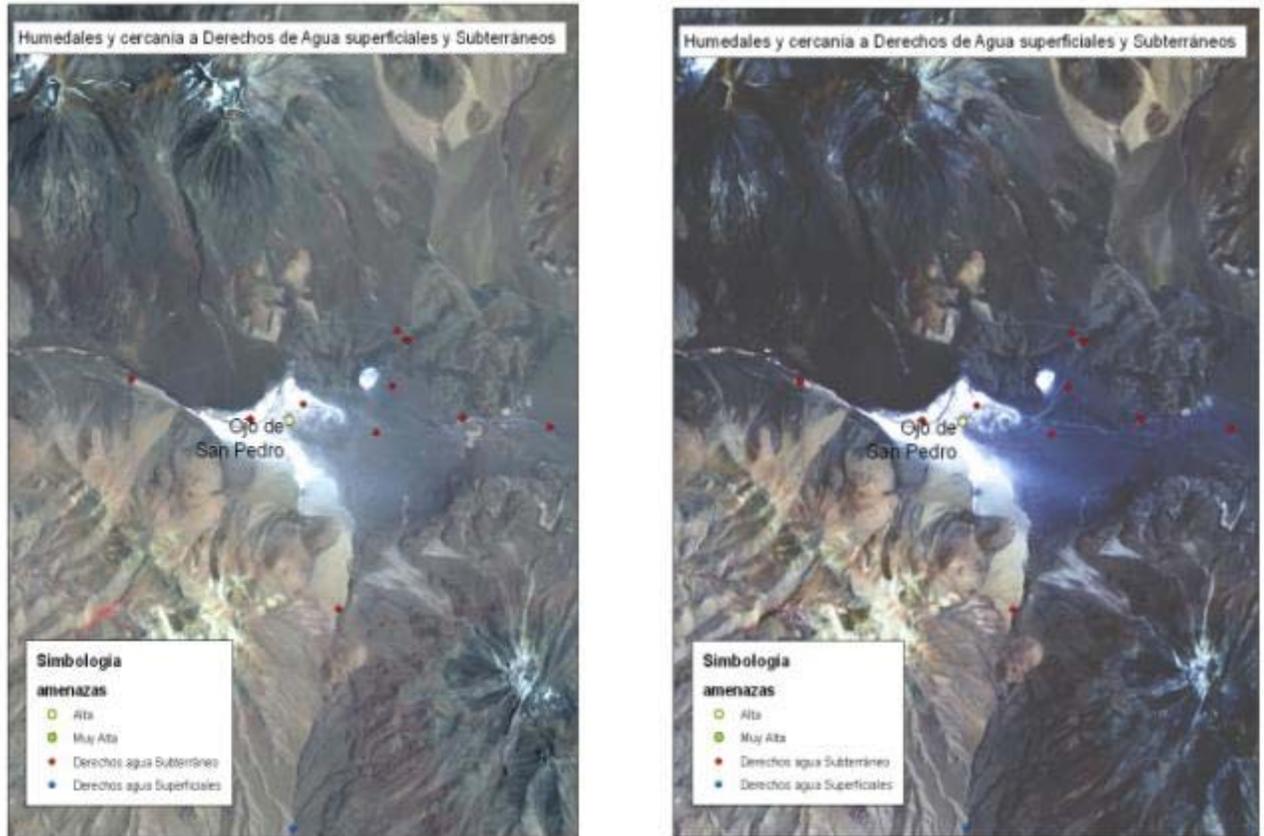
**Mapa 1:** Cercanía de Derechos de Agua a Salar de Alconcha, Churchicha y Guallatani, los tres con amenaza Alta. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1990 y la imagen de la derecha al 2010.



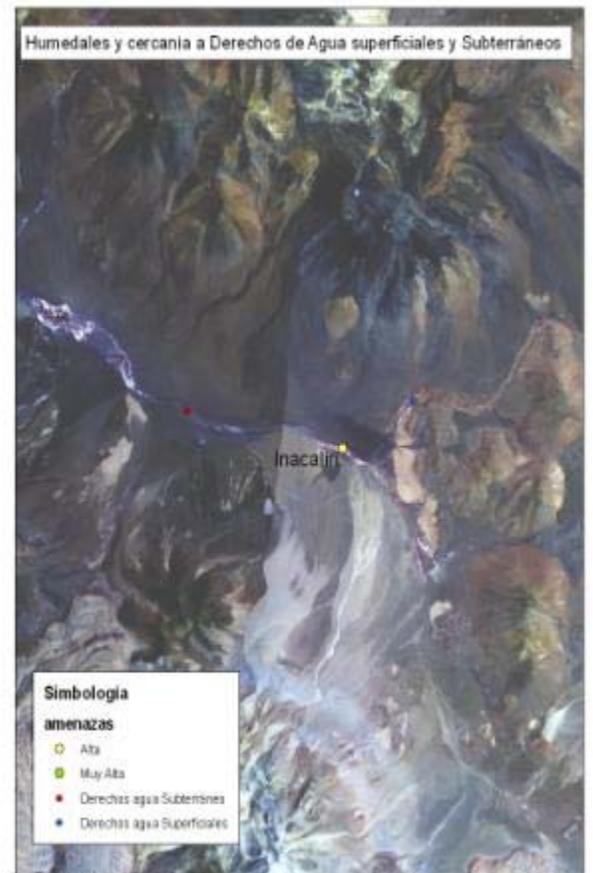
**Mapa 2:** Cercanía de Derechos de Agua a Quebrada del Inca y Chaco. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1990 y la imagen de la derecha al 2010.



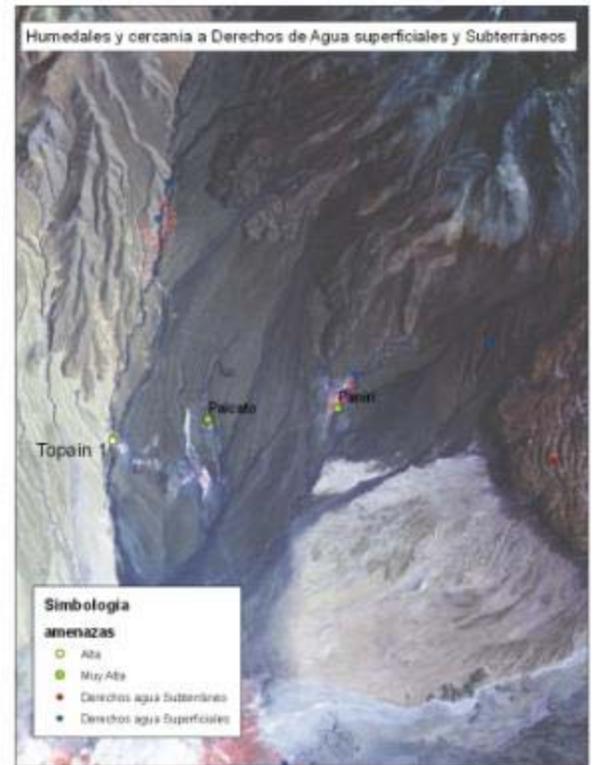
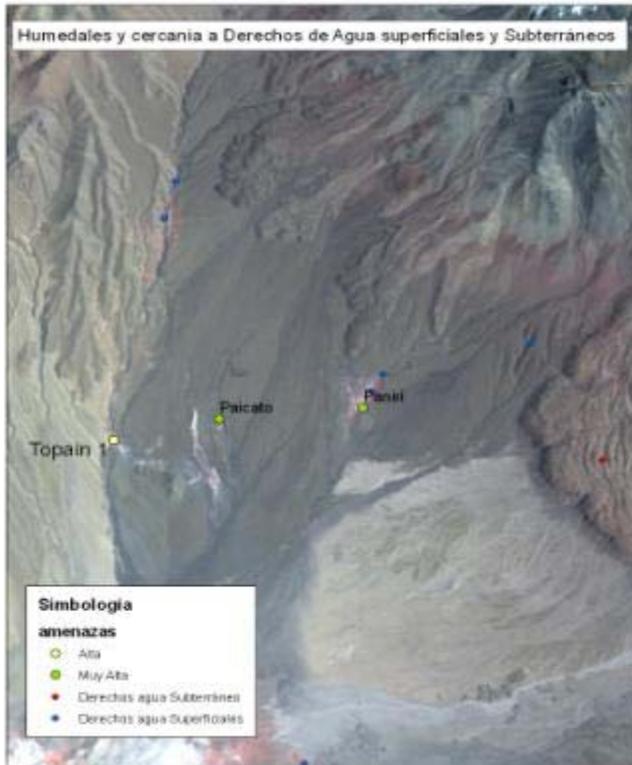
**Mapa 3:** Cercanía de Derechos de Agua a Palpana 2 y Borde Sureste de Ascotán. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



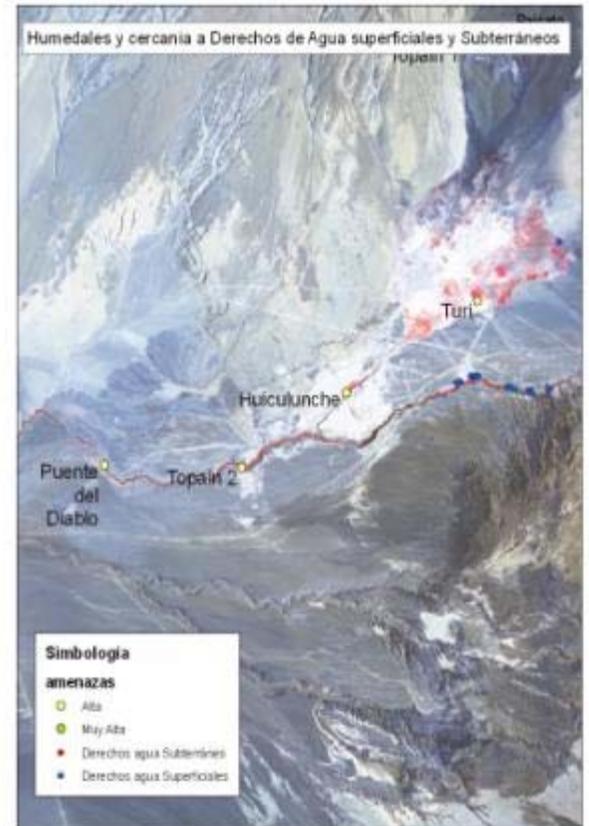
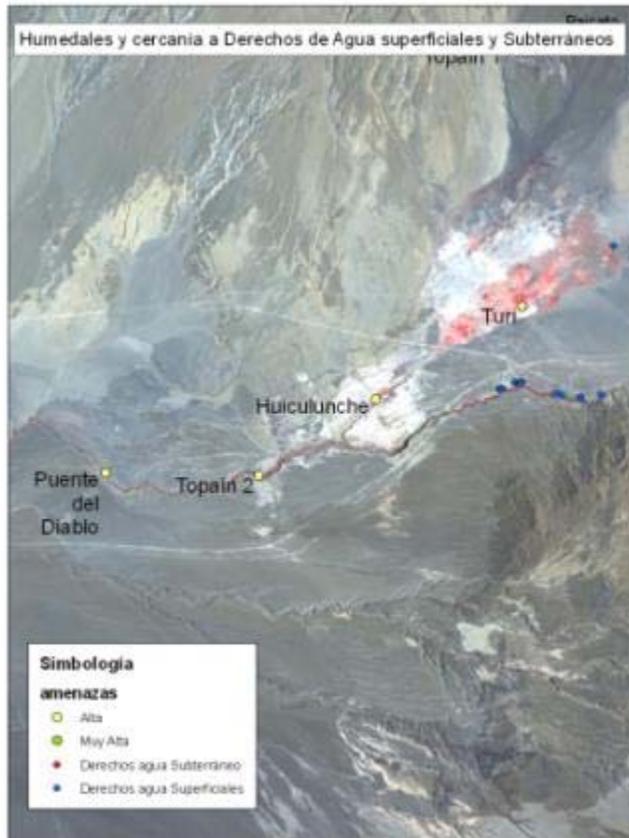
**Mapa 4:** Cercanía de Derechos de Agua a Ojo de San Pedro. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



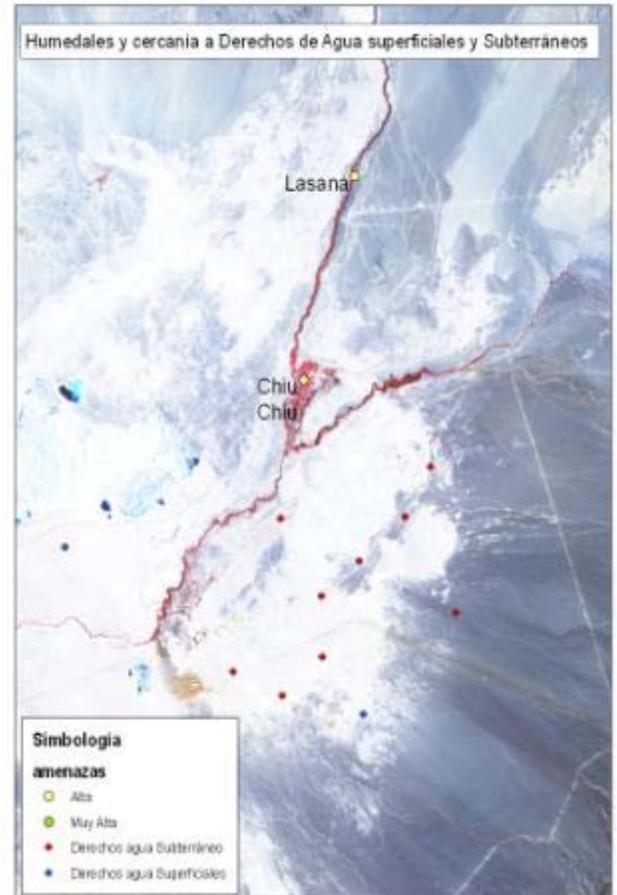
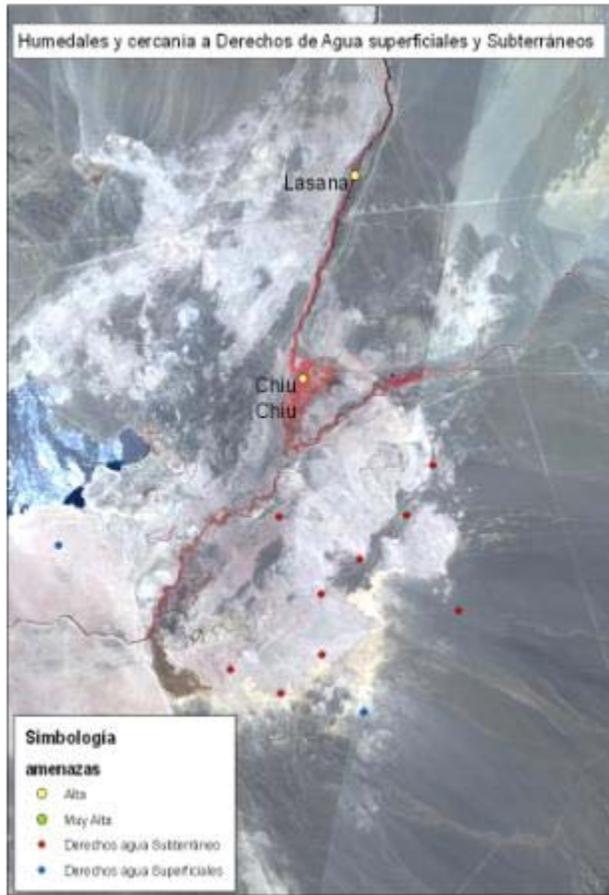
Mapa 5: Cercanía de Derechos de Agua a Inacaliri. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



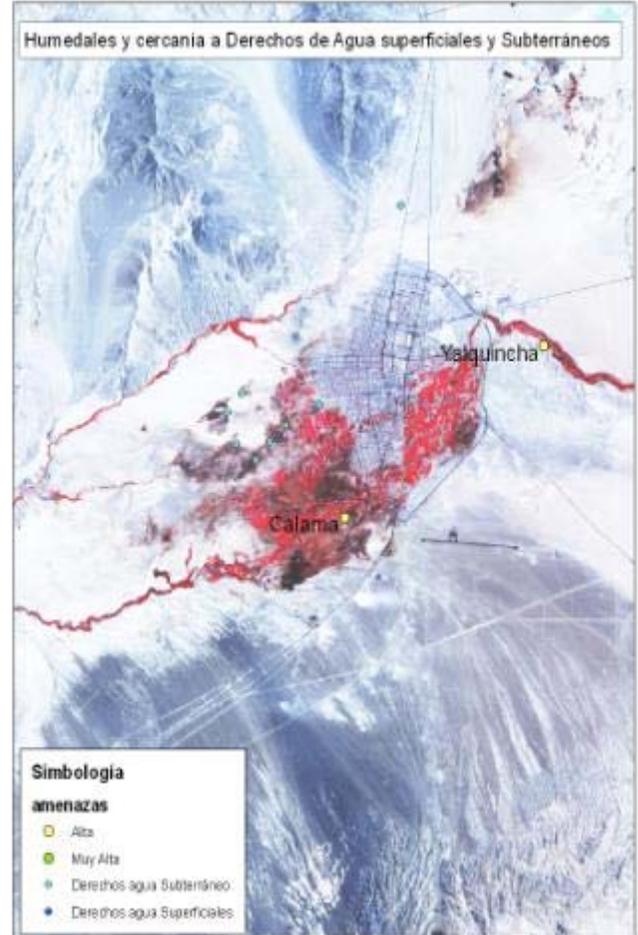
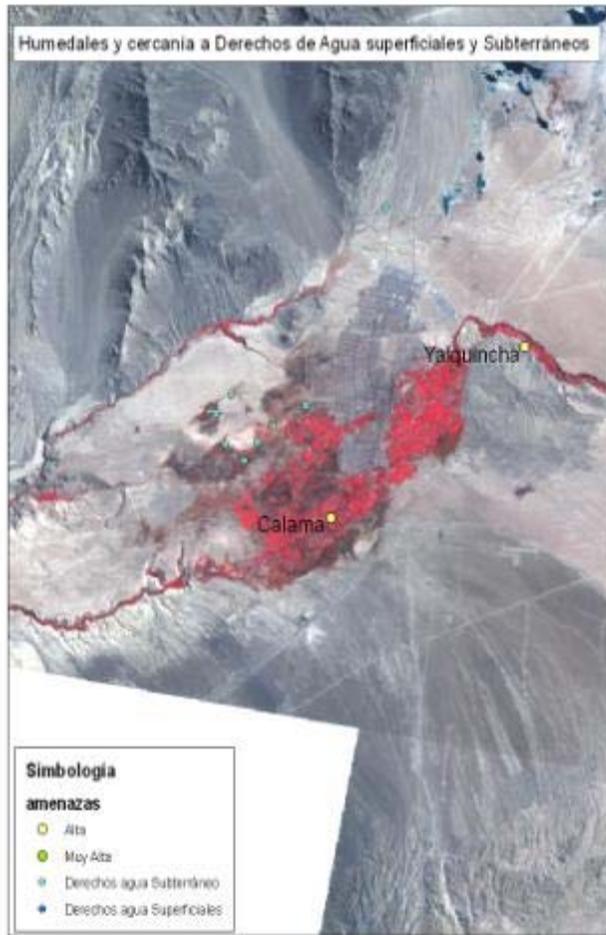
**Mapa 6:** Cercanía de Derechos de Agua a Topain 1, Paicato y Paniri. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



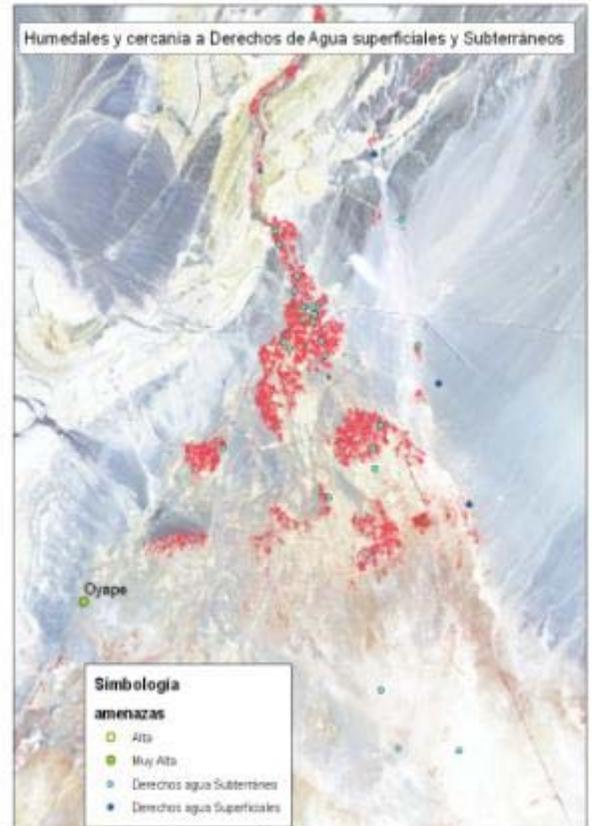
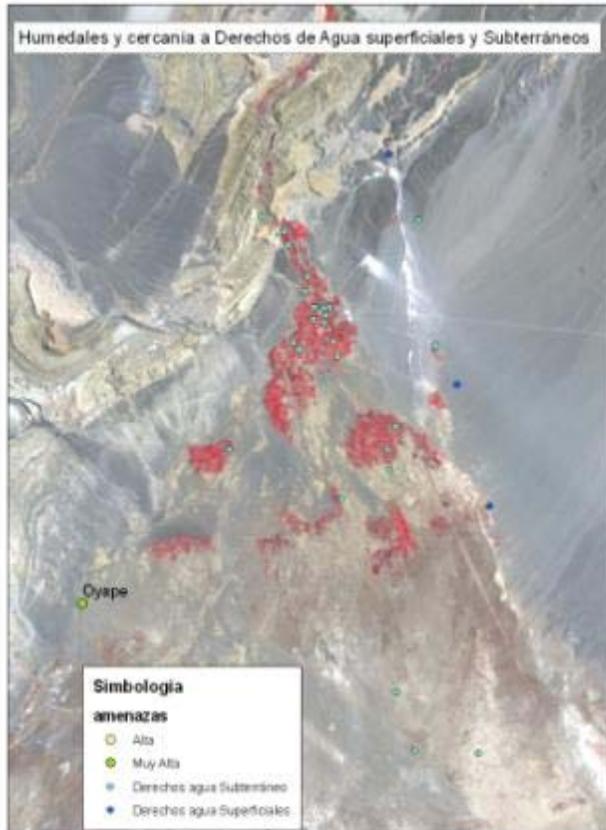
**Mapa 7:** Cercanía de Derechos de Agua a Turi, Huiculunche, Topain 2 y Puente del Diablo. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



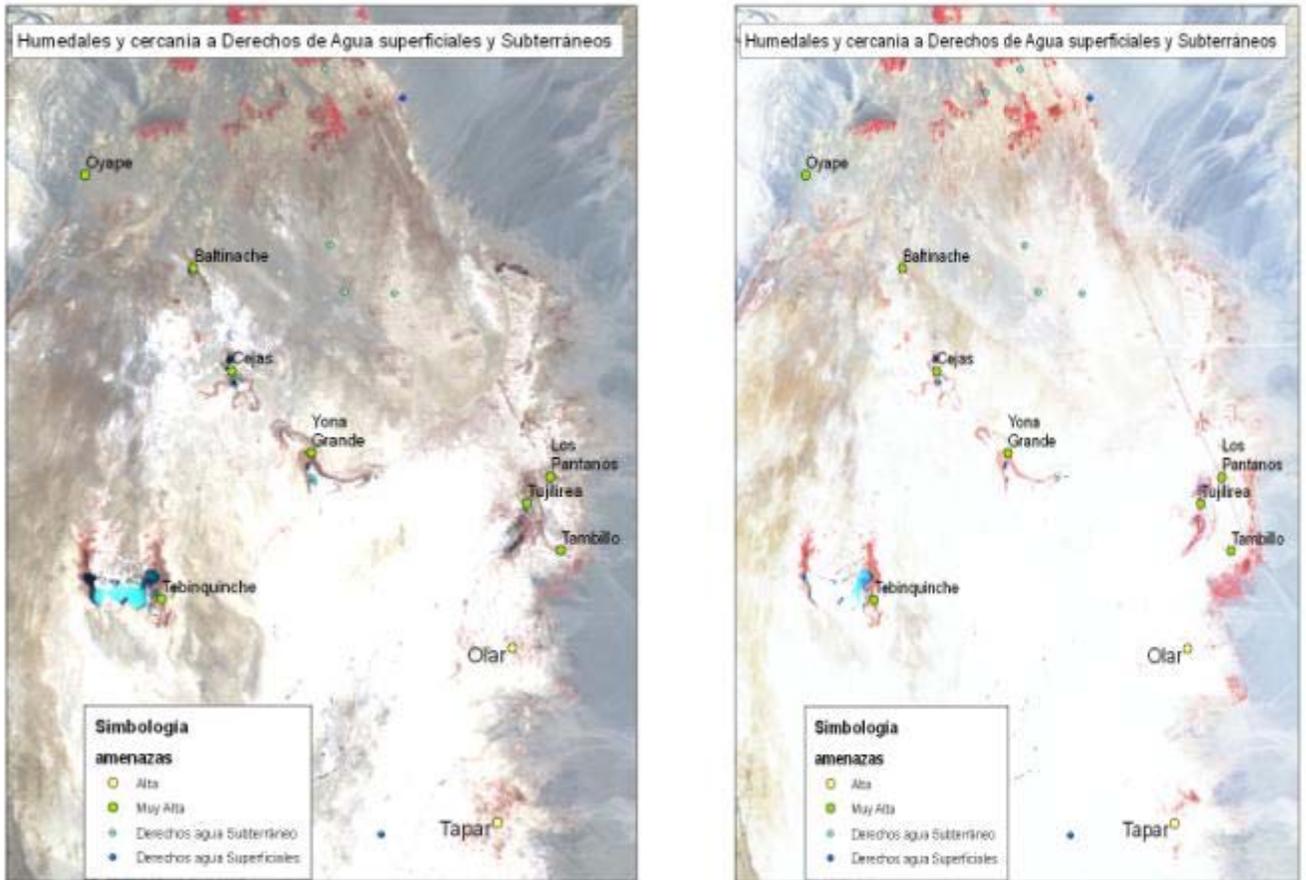
**Mapa 8:** Cercanía de Derechos de Agua a Lasana y Chiu Chiu. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1990 y la imagen de la derecha al 2010.



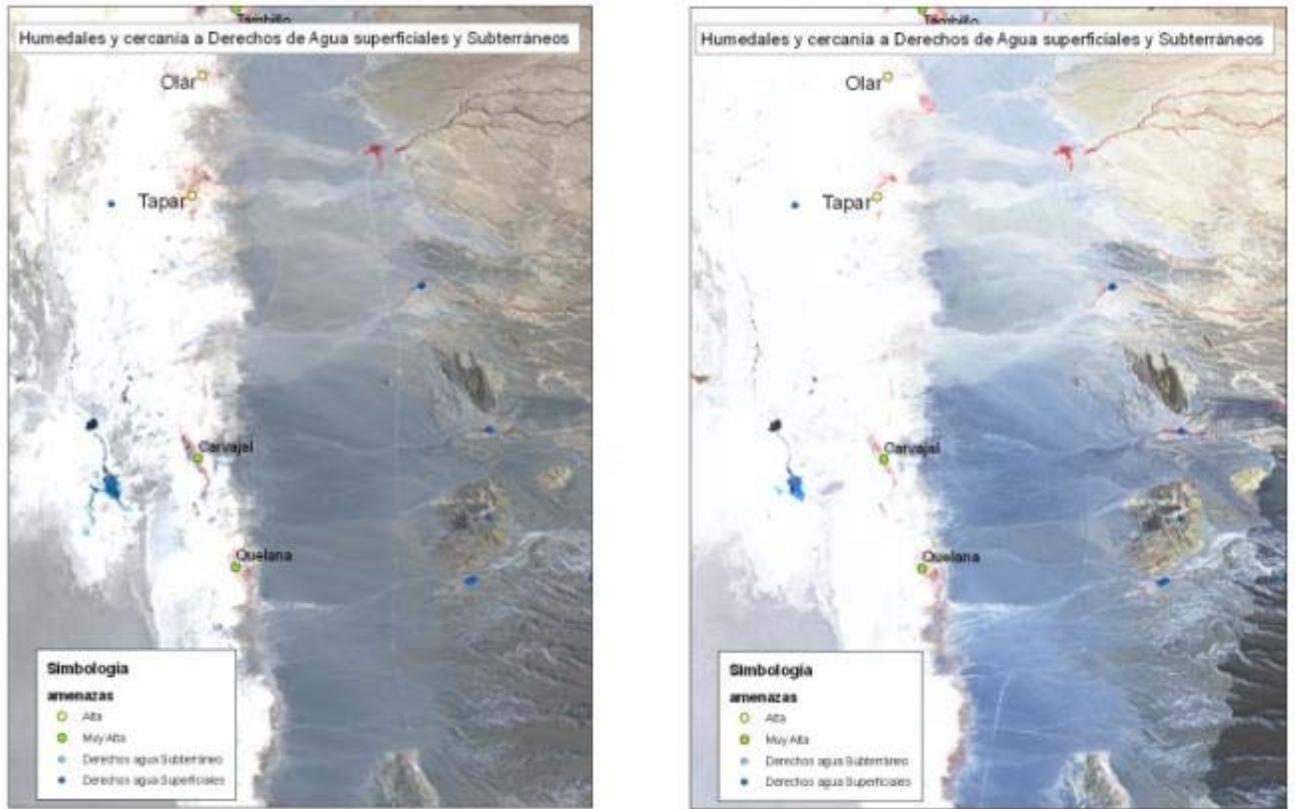
**Mapa 9:** Cercanía de Derechos de Agua a Calama y Yalquincha. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1990 y la imagen de la derecha al 2010.



**Mapa 10:** Cercanía de Derechos de Agua a Calama y Yalquincha. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1989 y la imagen de la derecha al 2010.



**Mapa 11:** Cercanía de Derechos de Agua a Oyape, Baltinache, Cejas, Yona Grande, Tebinquinche, Los Pantanos, Tujilire, Tambillo, Olar y Tapar. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1989 y la imagen de la derecha al 2010.



**Mapa 12:** Cercanía de Derechos de Agua a Olar, Tapar, Carvajal y Quelana. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1989 y la imagen de la derecha al 2010.

Cabe destacar que dentro de las comparaciones revisadas en los mapas del 1 al 12 hay sectores en donde la cantidad de pozos cercanos a las vegas y bofedales es alta. Este es el caso de Oyape, Baltinache, Cejas, Yona Grande, Tebinquinche, Los Pantanos, Tujilirea, Tambillo, Olar y Tapar (Mapa 10-11) donde todos pertenecen al mismo acuífero, pero sin embargo hay pozos dentro y fuera de éste que pueden afectar el normal funcionamiento de los cursos de agua.

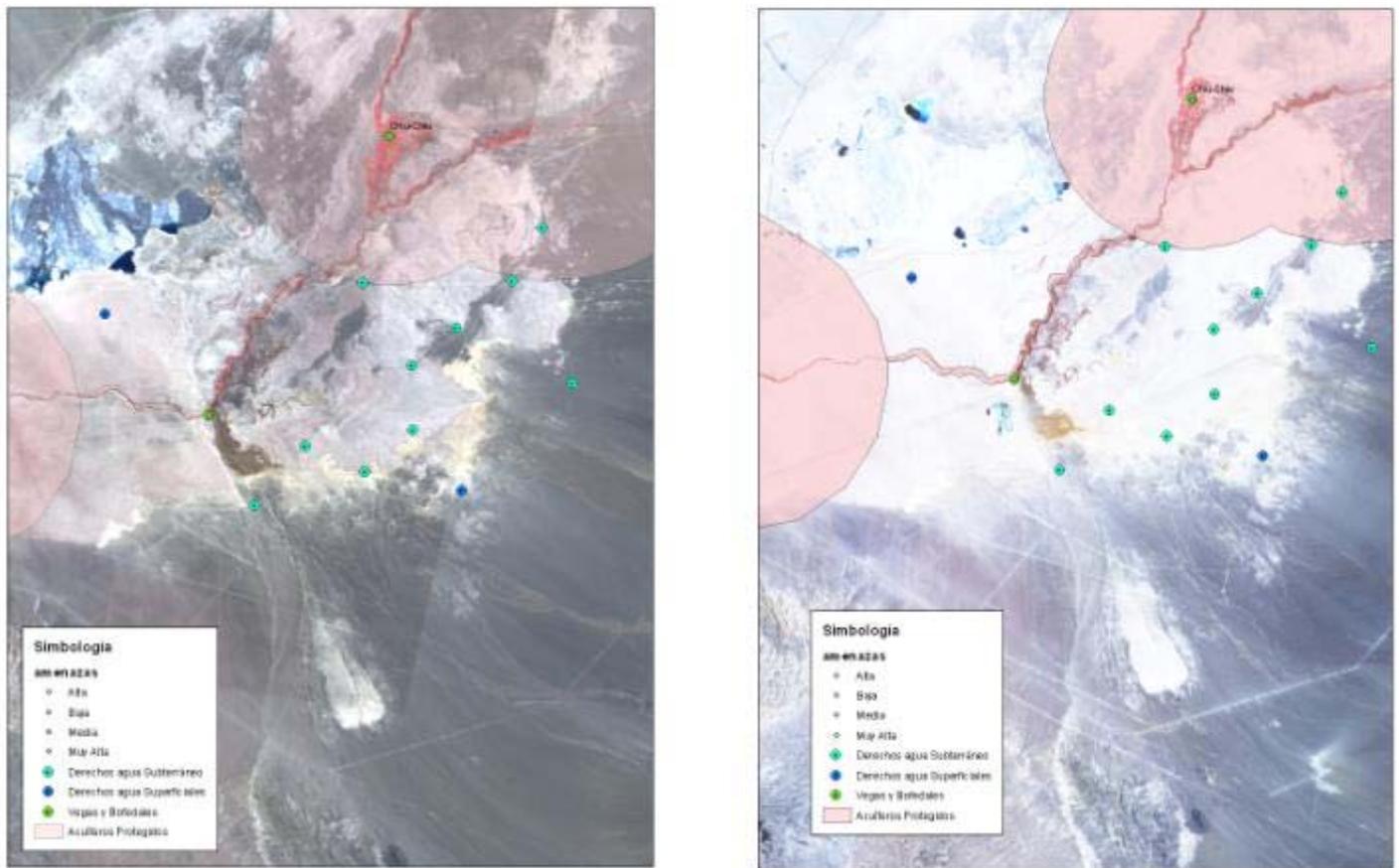
Otros casos son los de Calama y Yalquincha (Mapa 9), Lasana y Chiu Chiu (Mapa 8) y Turi, Huiculunche, Topain 2 y Puente del Diablo (Mapa 7)

### 4.3 Análisis de los Derechos de Aguas Superficiales y Subterráneos otorgados para las vegas y bofedales Fuera de los Acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003 DGA.

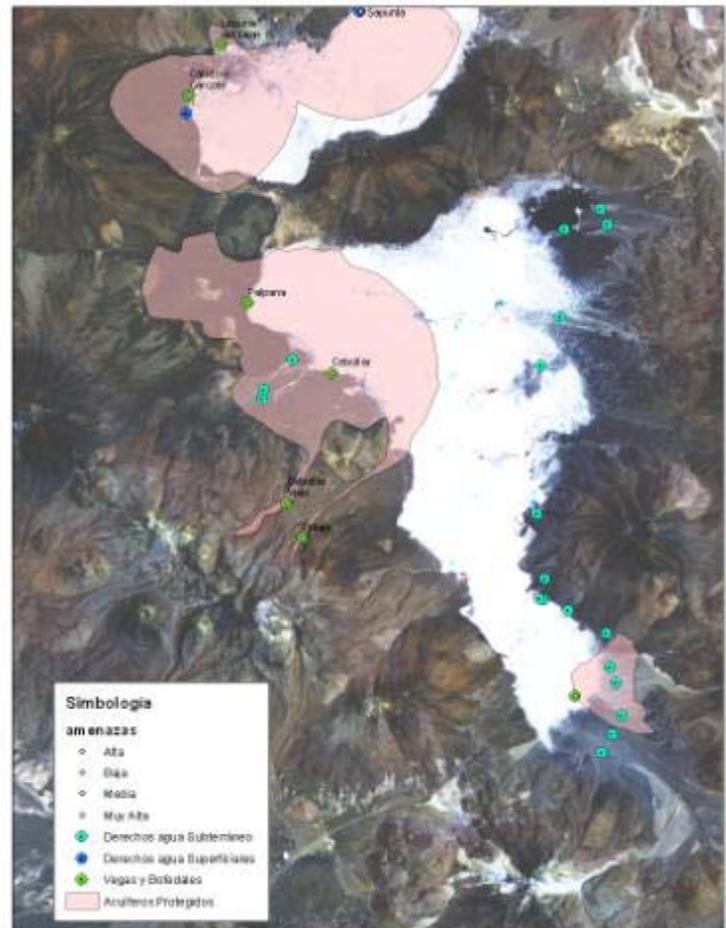
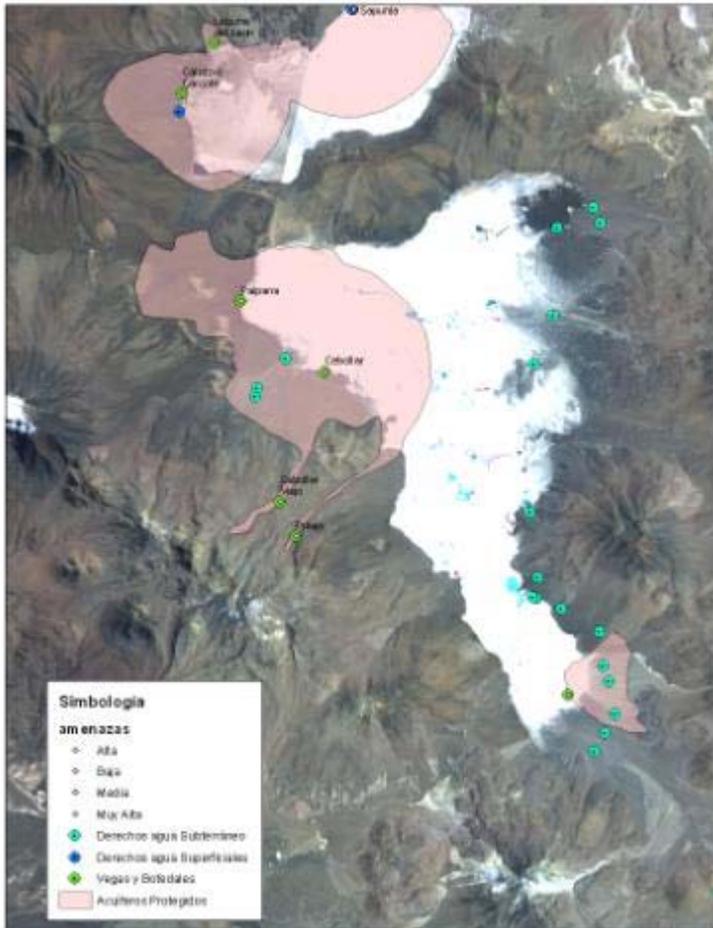
Al realizar el análisis anterior, se observó que muchos de los derechos de aguas superficiales y subterráneos otorgados por la DGA estaban situados fuera de los acuíferos protegidos por la Res 529 de 2003.

Al comparar las imágenes con las que se ha trabajado anteriormente, se puede observar si hay alguna variación de vegetación o cuerpos de agua en zonas no protegidas por la DGA. Esto reflejaría, si las categorías de protección a estos cuerpos de agua tienen un real efecto de protección a estos ecosistemas, además de significar una posible amenaza por extracción de agua en sectores con vegas y bofedales.

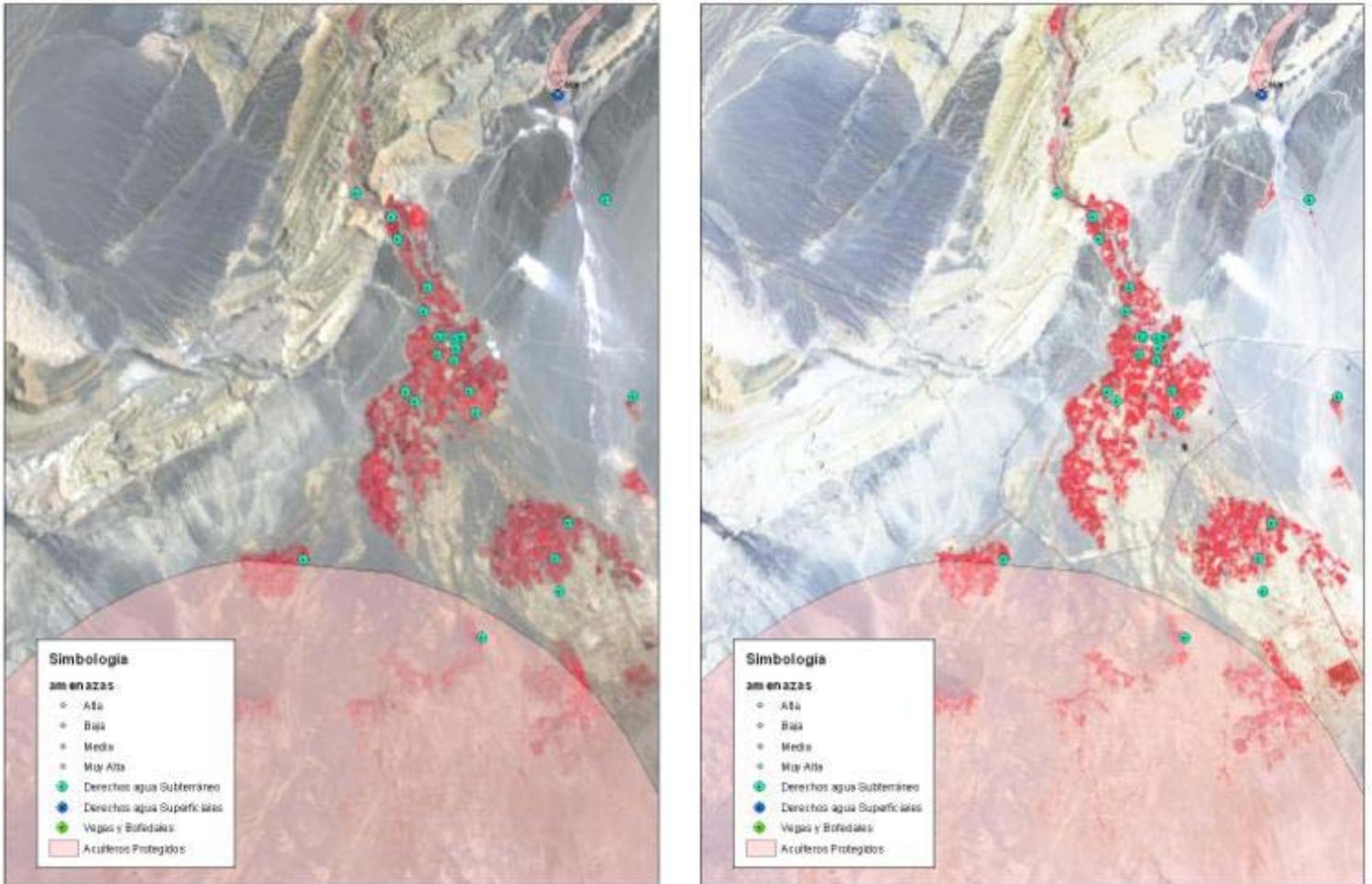
A continuación se muestra una serie de casos en que se dan las condiciones antes señaladas.



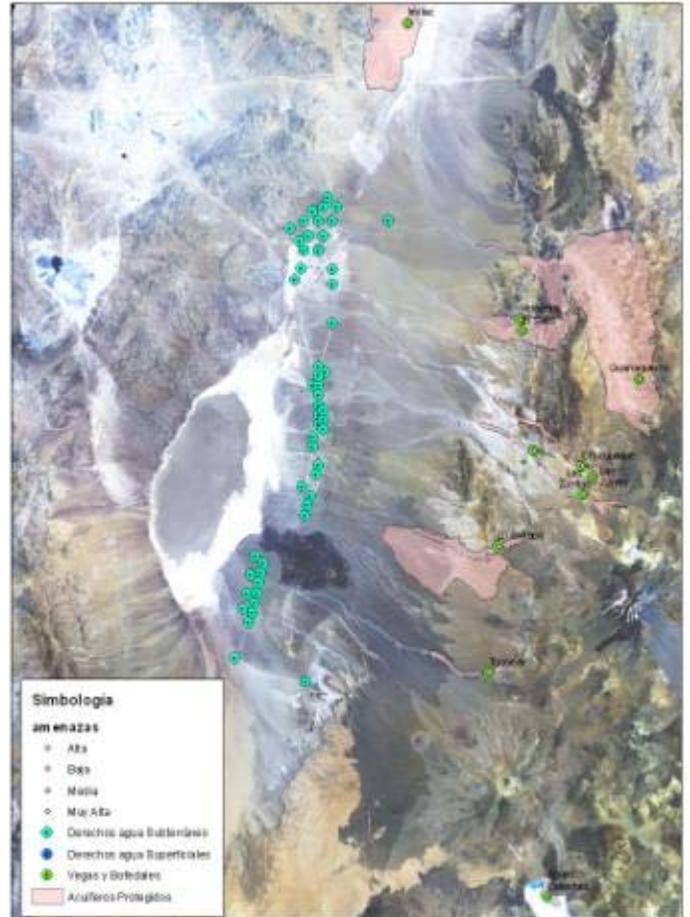
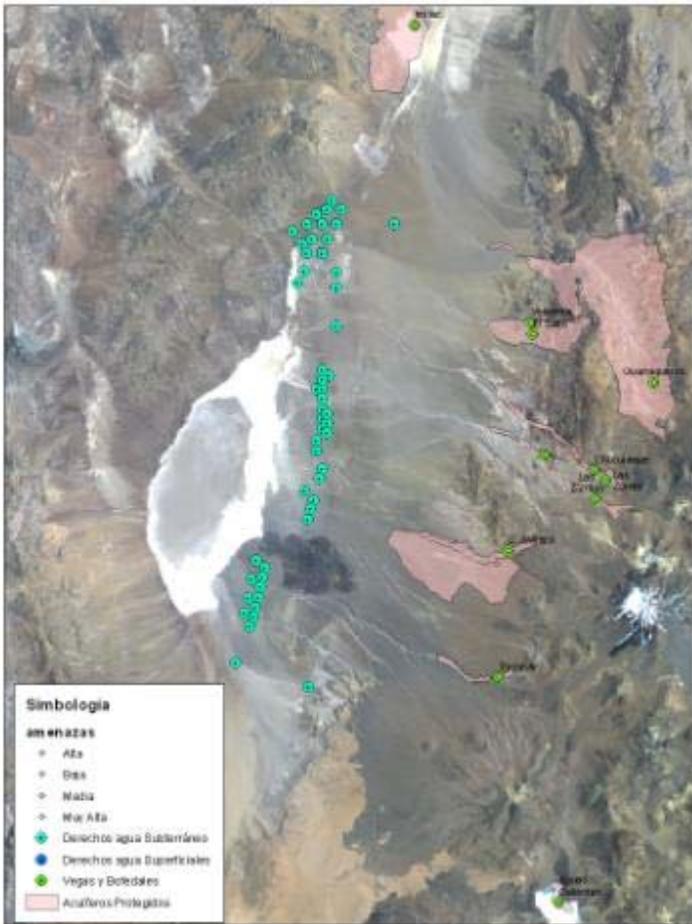
**Mapa 13:** Sector de Chiu Chiu. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1989 y la imagen de la derecha al 2010.



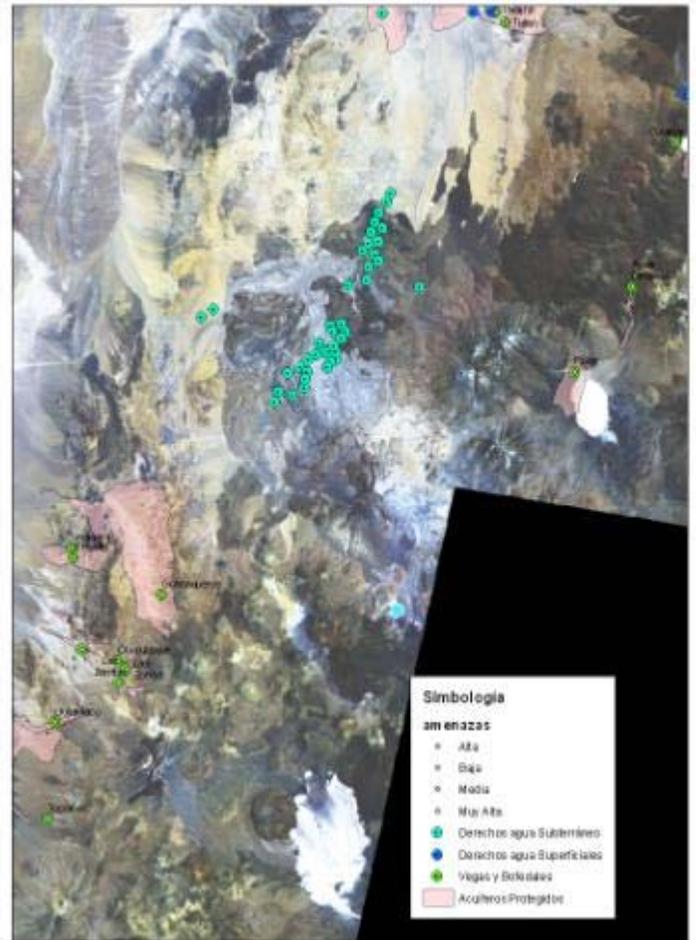
**Mapa 14:** Salar de Ascotán. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010.



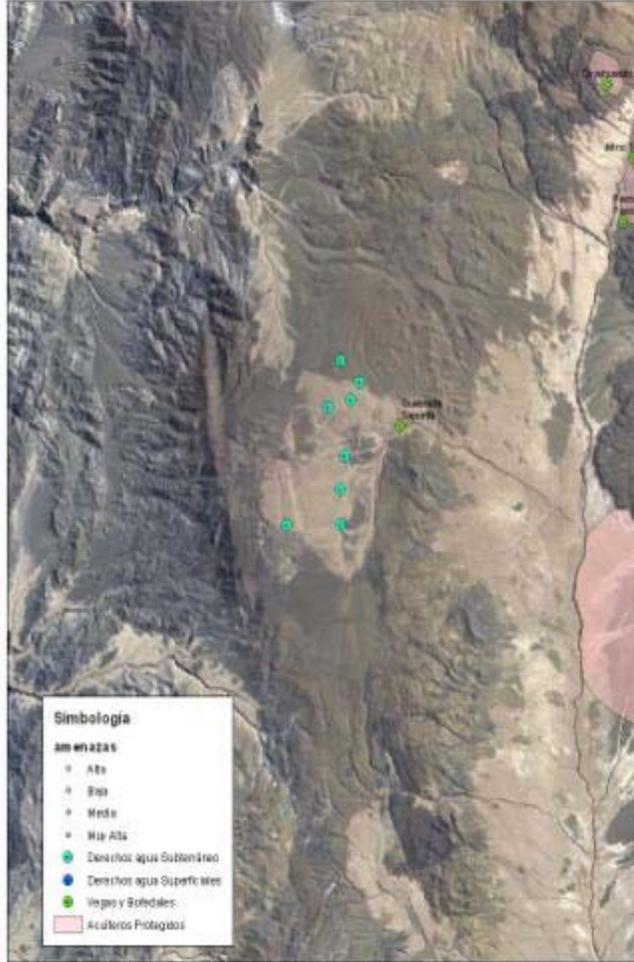
**Mapa 15:** Sector Calar y Oyape. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1989 y la imagen de la derecha al 2010



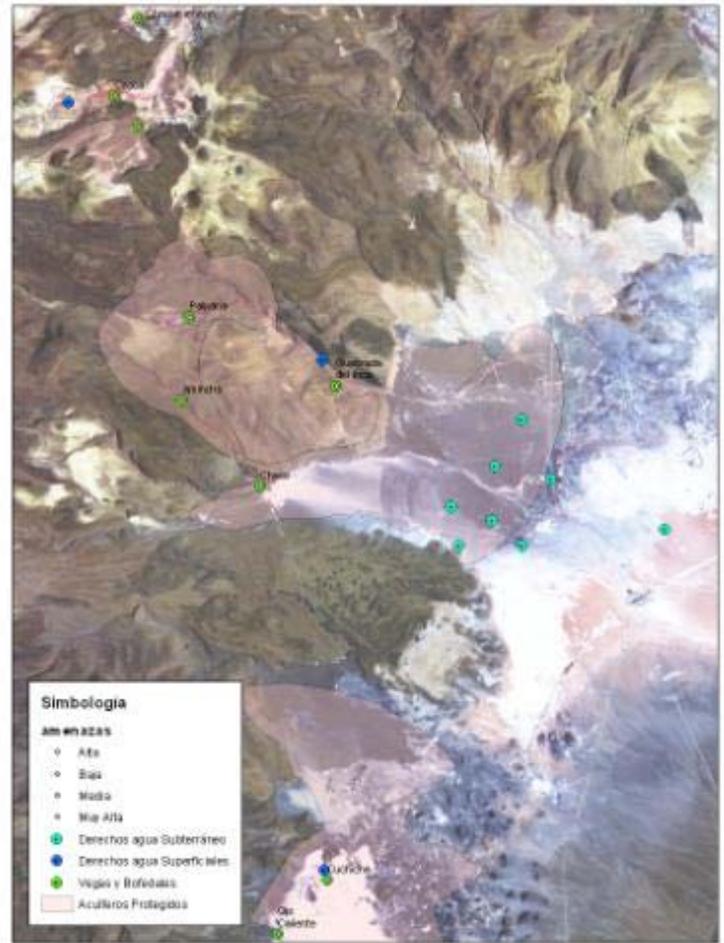
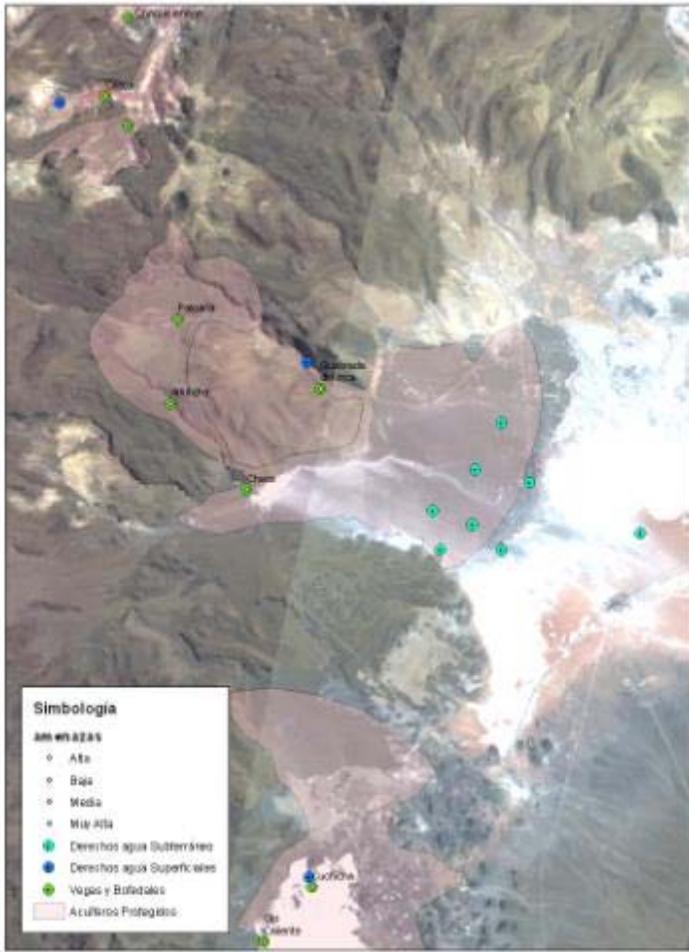
**Mapa 16:** Salar de Punta Negra. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1985 y la imagen de la derecha al 2010



**Mapa 17:** Sector sur de Tilopozo A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1985 y la imagen de la derecha al 2010



**Mapa 18:** Quebrada Sapunta. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1985 y la imagen de la derecha al 2010



**Mapa 19:** Quebrada del Inca y Chaco. A la izquierda se muestra la imagen correspondiente a 1987 y la imagen de la derecha al 2010