

**SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL: HUMEDALES  
DE TARAPACÁ**

**Maritza Paicho Hidalgo\*, Carolina Vera Burgos\*\* y Guillermo Espinoza González\*\*\***

\*Centro de Estudios de Humedales. Chile. (mpaicho@ceh.cl)

\*\* Centro de Estudios de Humedales. Chile. (cvera@ceh.cl)

\*\*\* Centro de Estudios del Desarrollo. Chile. (gespinoza@ced.cl)

## RESUMEN

La Región de Tarapacá se ubica en el territorio más árido del planeta "Desierto de Atacama", sin embargo posee ecosistemas de gran valor natural y cultural, destacando entre ellos los "Humedales", ubicados principalmente en el Altiplano, en las quebradas precordilleranas y en menor medida en los valles y pampas. En general la valiosa información disponible sobre estos humedales y temáticas vinculantes se encontraba dispersa, en ocasiones sin espacializar y consecuentemente de difícil acceso para los actores locales. En este contexto se ha implementado una infraestructura de datos espaciales online, que ha permitido en forma gráfica sistematizar, estandarizar e integrar la información disponible y la generada recientemente por el Centro de Estudios de Humedales. Mediante tecnologías de información geográfica, la plataforma web institucional y el soporte Google map fue posible crear la plataforma online "Sistema de Información Territorial: Humedales de Tarapacá", permitiendo la transferencia de información a actores locales, nacionales e internacionales.

**Palabras clave:** Humedales, Sistema de Información Territorial, Desierto de Atacama, Altiplano.

## ABSTRACT

The Region of Tarapaca is located in the driest area of the planet "Atacama Desert"; however has ecosystems great natural and cultural value, among them the "Wetlands", located mainly in the plateau, in the pre-mountain valleys, and to a lesser extent in the valleys and plains. In general, the valuable information available on these wetlands and related topics was scattered, sometimes without spatialize and consequently inaccessible for local stakeholders. In this context we have implemented an online spatial data infrastructure, which has enabled graphically systematize, standardize and integrate information available and newly generated by the Center for Studies of Wetlands. By using geographic information technologies, institutional web platform and support google map was possible to create the online platform "Territorial Information System: Tarapaca Wetlands", allowing the transfer of information to local, national and international actors.

**Key words:** Wetlands, Territorial Information System, Atacama Desert, Plateau.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales corresponden a zonas intermedias entre el medio acuático y el terrestre, con porciones húmedas, semihúmedas y secas. Debido a esta característica ecotonal (zona de transición entre diferentes ecosistemas) los humedales se destacan por presentar una mayor riqueza de especies, respecto a las zonas que los rodean (CONADI/CED-CEH, 2012), razón por la que han sido catalogados como uno de los ecosistemas más productivos del mundo.

La amplia definición del término humedales propuesta por la convención Ramsar<sup>1</sup> (1971) considera una gran variedad de ecosistemas, desde prístinos salares altoandinos, pasando por riberas de ríos con un grado de antropización, hasta estanques completamente artificiales, entre otros; clasificándolos a nivel mundial en tres grandes grupos: marinos, continentales y artificiales. En Chile, se clasifican por ecotipos en función a sus características ecológicas, es decir, humedales marinos, costeros y continentales (CEA-CONAMA, 2006). Según esta última clasificación en la Región de Tarapacá, Provincia del Tamarugal, predominan los humedales continentales, entre estos las clases evaporación (salares), esorrentía (arroyos) y afloramientos subterráneos (vegas y bofedales).

La Provincia del Tamarugal, es parte del extenso espacio que comprende el Desierto de Atacama, el cual se caracteriza por presentar variedades de climas desérticos extremadamente áridos (desértico interior, desértico marginal de altura y clima de estepa de altura), con altas oscilaciones térmicas, escasas precipitaciones y vegetación. En este contexto los humedales constituyen ecosistemas estratégicos, pues son verdaderas islas húmedas en la matriz desértica; presentando una mayor riqueza de especies, recursos y funciones con respecto a las áreas áridas adyacentes. De tal forma, este tipo de ecosistema poseen un gran valor bio-físico, destacando sus

funciones como sumideros de carbono<sup>2</sup>, refugios y sustento de la biodiversidad, recarga de acuíferos, biofiltración del recurso hídrico, corredores biológicos, hábitat de especies endémicas y/o en alguna categoría de conservación<sup>3</sup>. También poseen un gran valor desde el ámbito socio-cultural, puesto que son parte del patrimonio cultural de la humanidad, están asociados a creencias religiosas y tradiciones locales; y a su vez proveen a la población de múltiples servicios ecosistémicos, es decir, componentes y procesos del ecosistema que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano (Lattera, Jobbagy y Paruelo, 2010).

El valor socio-cultural de los humedales presenta una gran importancia en la provincia del Tamarugal, puesto que existe una estrecha relación entre los diversos ecosistemas de humedales de la región y el desarrollo de los pueblos originarios; sus asentamientos en los diversos pisos ecológicos están ligados a la presencia de arroyos, oasis, vertientes, vegas y bofedales; estos ecosistemas han proporcionado ancestralmente a las comunidades la base de la organización social y económica, basada en la ganadería y agricultura (CONADI/CED-CEH, 2012). Actividades sustentadas principalmente por el recurso hídrico y la vegetación nativa, de tal forma que cada comunidad vinculada a un tipo de humedal posee un sistema de uso de estos ecosistemas en función a los ciclos propios que cada piso ecológico y humedal les ofrece. En la Provincia del Tamarugal se identifican humedales en tres pisos ecológicos altoandino, de Precordillera y de pampas y quebradas, desarrollándose en cada uno de ellos diferentes dinámicas de uso. Así, en los humedales altoandinos las dinámicas cíclicas están esencialmente ligadas al uso de vegetación nativa para el sustento del ganado (llamas, alpacas y corderos). En este espacio todo tiene su tiempo, hay tiempo de jallu pacha (tiempos de lluvia, estival) y tiempo de waña pacha (época seca); en la época de jallu pacha el aymara riega los bofedales haciéndolos verdecer y aumentar su extensión para su ganado, hasta la época de invierno (época

<sup>1</sup> Convención relativa a los humedales de importancia internacional desarrollada en Ramsar Irán el año 1971, estipula en su acta final artículo 1.1. que, "son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".

<sup>2</sup> Existen numerosas variables que controlan el flujo de carbono en los humedales, ya sea como sumideros o fuentes de CO<sub>2</sub>, entre ellas las variables humedad (o columna de agua) y temperatura son muy relevantes; de tal forma que frente a una alta humedad se presenta una tendencia clara hacia una respiración significativamente menor, o sea, menos liberación de CO<sub>2</sub>. URIBE, D. (2012).

<sup>3</sup> Entre otras especies, *Telmatobius chusmisensis*, *Pleurodema marmorata*, *Rhinella spinulosa*, *Trichomycterus cf. rivulatus*, *Orestias agassii*, *Plegadis ridgwayi*, *Fulica gigantea*, *Phoenicopterus chilensis*, *Phoenicoparrus andinus*, *Phoenicoparrus jamesi*.

seca), en la cual los bofedales se tornan amarillos, entonces pastores y pastoras junto a su ganado se trasladan hacia zonas de pajonales o quebradas, retornando en la siguiente época estival a los bofedales (Relato Mamani M., 2011 en MMA/CED-CEH, 2011). En los humedales de precordillera, de pampas y quebradas, que por cierto presentan un mayor grado de antropización, el recurso hídrico, el suelo, las condiciones climáticas, entre otros, han permitido principalmente el desarrollo de la actividad agrícola, que, si bien está condicionada por las estaciones del año no implica necesariamente el traslado habitual de su comunidad.

En este contexto de relevancia que adquieren los humedales en la Región de Tarapacá y principalmente en la Provincia del Tamarugal, es sumamente importante disponer de información base sobre estos ecosistemas. Sin embargo la escasa información disponible referente a humedales de la región, se hallaba dispersa y no sistematizada, correspondiendo a esfuerzos aislados de investigación, o bien a documentos archivados en diversas instituciones públicas y privadas. Este escenario no permitía disponer de una imagen diagnóstica completa y actual del territorio, es decir, considerando también los humedales. Contar con información suficiente sobre el territorio y sus componentes prioritarios como los productivos ecosistemas de humedales, es fundamental y transversal en las diferentes áreas de planificación y gestión regional y nacional, posibilitando tomas de decisiones técnico-políticas mucho más coherentes con un desarrollo territorial sustentable y permitiendo de esta forma determinar un uso sustentable del territorio por parte de los diferentes actores del mismo.

También es importante indicar que la información disponible escasa, dispersa y no sistematizada dificulta el acceso adecuado a la información por parte de la ciudadanía en general, propiciando el desconocimiento y la falta de valoración de los humedales; ecosistemas de gran importancia para la Región desértica de Tarapacá, proveedores de uno de los recursos más vitales el “agua”. En este contexto, es preciso señalar que, el desconocimiento y la no valoración de los ecosistemas, son unos de los factores que causan poco a poco grandes transformaciones, alteraciones negativas y degradación de estos ambientes (MMA/CED-CEH, 2011).

Además, de la falta de información sistematizada, no existía una herramienta que permitiera integrar, ordenar, graficar y espacializar la información, y a su vez que la difundiera a toda la comunidad científica, académica, privada, pública, indígena, estudiantil, y civil en general. Una plataforma de libre acceso que proporcionará la

transferencia de información referente a humedales, para disponer de una ciudadanía conocedora de su territorio, consciente del valor de estos ecosistemas, de los usos sustentables y las presiones antrópicas ejercidas, de tal forma de posibilitar la conservación de los humedales.

Frente a este contexto el Centro de Estudios de Humedales (CEH) se planteó objetivos para abordar esta problemática en sus ejes de trabajo, entre otros el “Diseñar y administrar un centro de difusión de información sobre humedales y temas relacionados con base en instrumentos virtuales y sistemas de información geográfica (SIG)”. Los SIG corresponden a diversos softwares geoinformáticos diseñados para analizar y gestionar datos de índole geográfica o afin, espacializados y/o georreferenciados. Además se enmarcaran en una serie de tecnologías de información geográfica (TIG), creadas en las últimas décadas, y que han permitido desarrollar los sistemas de información territorial (SIT). Estos últimos se definen como el conjunto de procedimientos diseñados para capturar, almacenar, sistematizar, analizar, representar y difundir información sobre un determinado territorio, usando para una parte significativa de esta información la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica; además constituyen un soporte de gestión de la información, un excelente medio para la visualización y representación espacial de los datos, y un instrumento clave para la toma de decisiones en la planificación y gestión de un territorio (Vélez S., 2011).

Los primeros objetivos trazados fueron recopilar, revisar, sistematizar la información disponible e identificar vacíos de información para desarrollar investigaciones en estas áreas; proceso desarrollado con la finalidad de generar una base de datos espacial que integre de forma gráfica y georreferenciada la información sistematizada de los humedales de la Región de Tarapacá, incluyendo tanto la información disponible como la generada recientemente por el CEH, es decir, desarrollar un sistema de información territorial (SIT) sobre humedales locales. Y por último implementar una plataforma de datos espaciales online de libre acceso que permita poner a disposición de toda la ciudadanía la base de datos geográfica de humedales, de tal forma que constituya una herramienta de transferencia de información, posibilitadora de conocimiento y valoración sobre humedales.

La utilización de los SIT ha trascendido ampliamente a una gran variedad de disciplinas partiendo por la geografía, las ciencias sociales, económica e incluso en ámbitos policiales (geografía del delito; Carreón, 2007) y en diferentes ámbitos de

acción como el medio ambiente y la gestión de recursos naturales, también en diversas actividades productivas, sociales y gestiones administrativas; de tal forma que puede ser aplicado en una planificación y gestión de espacio naturales, agrícola, de servicios (salud, educación, seguridad, entre otros), infraestructuras y equipamientos públicos, ordenamiento de un determinado territorio, en catastros y geomarketing, entre otros. A su vez en la actualidad la información espacial, a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se ha posicionado de forma transversal en las diferentes áreas de interés, siendo ampliamente utilizada y valorada por la ciudadanía alfabetizada digitalmente y/o Ciberalfabetizada. En este contexto las interfaces gráficas de los SIT online constituyen un herramienta tecnológica *ah doc* a las capacidades actuales de la ciudadanía, permitiendo no sólo almacenar información espacial sino también transferirla ampliamente a tomadores de decisiones, investigadores y la ciudadanía en general. A nivel internacional y nacional se han creado SIT online de diversas temáticas como catastros de suelo, áreas protegidas, recursos hídricos, obras públicas, datos nacionales, entre otros.

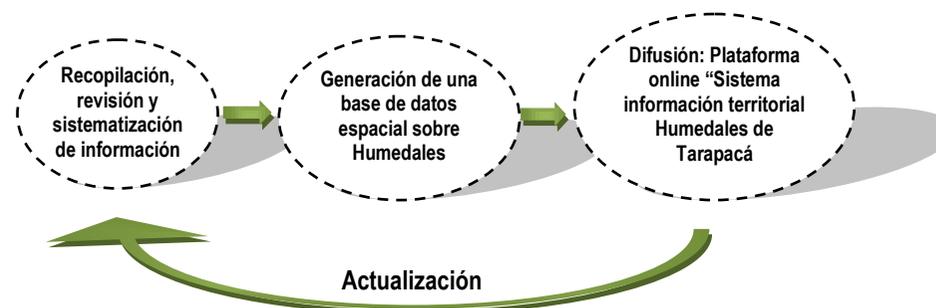
Conjuntamente los SIT constituyen herramientas de apoyo a los procesos de aprendizajes en materias geográficas, de biodiversidad, cultura y otras temáticas (Zappettini et al., 2008; Peinado M. y Ruedas C., 2013). Aplicaciones de este tipo las hayamos en el HyperAtlas, una herramienta para la toma de decisiones diseñado para ayudar a los responsables políticos europeos a comprender temáticas del territorio en Europa, la cual a su vez ha sido utilizada como instrumento de investigación espacial en el aula; en este proceso las experiencias didácticas han demostrado su pertinencia e interés para guiar a los alumnos en la comprensión de la estructura de los espacios griegos y europeos (Pigaki M. y Leininger-Frézal C., 2014). De Lázaro y González (2005) señalan que los SIT son una valiosa herramienta para el proceso de enseñanza-aprendizaje espacial, destacando la facilidad que ofrecen en la comprensión del territorio y de temáticas geográficas a través de mapas, imágenes y las interacciones con las información espacializada.

Considerando las potencialidades de los SIT como herramienta pedagógica y de transferencia de información, el auge de las TIC y el desconocimiento y la poca valoración de los ecosistemas de humedales en la Región de Tarapacá, el Sistema de Información Territorial online humedales de Tarapacá posibilita el desarrollo de pensamiento espacial y con ello el conocimiento y la valoración del territorio y de los socio-ecosistemas de humedales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología desarrollada para generar una plataforma online de datos espaciales sobre humedales locales, se dividió en tres etapas a) recopilación, revisión y sistematización de la información; b) generación de una base de datos espacial sobre humedales, de tipo institucional; y c) difusión con la plataforma online “Sistema de Información Territorial Humedales de Tarapacá” (ver **Figura 1**), además de un proceso de constante retroalimentación basado en la actualización periódica de los datos espaciales.

**Figura 1.** Modelo de aproximación: etapas metodológicas SIT Humedales de Tarapacá.



[Fuente: Elaboración propia]

### **Etapas I: recopilación, revisión y sistematización de la información**

La primera etapa consistió en la búsqueda de información referente a humedales en diversas instituciones públicas y privadas, en formato físico y digital (descargas desde páginas web); a escala local, regional, nacional e internacional. La información recopilada referente a ecosistemas de humedales correspondió a una amplia gama de temáticas, tales como aspectos culturales, económicos, sociales, demográficos, políticos y administrativos, como también características de posicionamiento (coordenadas x, y, z), extensión, biodiversidad de fauna y vegetación, geomorfología, clima, hidrografía e hidrología, entre otros. El origen de esta información son estudios, proyectos, tesis (pregrado, magistrales y doctorales),

instrumentos técnico-políticos, revistas científicas indexadas y no indexadas, libros, boletines, leyes y/o resoluciones legales, entre otros documentos.

Consecutivamente la información fue sometida a revisión de acuerdo a la pertinencia de la misma con el objetivo central, su veracidad y estado georreferencial, es decir, información a) georreferenciada; b) sin georreferenciar y con datos de coordenadas para espacializar; y c) sin georreferenciar y sin datos de coordenadas. Y por último el proceso consideró la sistematización de la información por temáticas.

Este proceso permitió paralelamente crear e implementar una biblioteca virtual disponible en la URL <http://www.ceh.cl/biblioteca-virtual/>, y a su vez identificar vacíos de información sobre los humedales de la Región de Tarapacá y principalmente de la Provincia del Tamarugal. De tal forma que, se establecieron y desarrollaron líneas de investigación, entre ellas el levantamiento de información de línea de base sobre humedales locales y el observatorio de los efectos del cambio climático en los humedales de la región; datos recientes que de igual forma comienzan a integrar la sistematización, tanto para complementar y robustecer la información existente como para actualizarla.

Cabe señalar que este proceso de búsqueda, revisión y sistematización de información referente a humedales fue apoyado y se consolidó gracias a diversos proyectos ejecutados por el Centro de Estudios de Humedales y el Centro de Estudios del Desarrollo (CED), institución administradora del CEH, y financiados por diversos fondos públicos. Entre los proyectos más destacados es posible mencionar el “Catastro de Humedales y Usos Indígenas de la Provincia del Tamarugal Etapas 1 y 2”, el cual se planteó como objetivo general realizar un catastro de los humedales existentes en la Provincia del Tamarugal (Región de Tarapacá), y de la injerencia y participación de las comunidades indígenas en su gestión, conservación y/o uso. Este trabajo consistió en identificar y caracterizar los humedales y su estado ambiental utilizando información espacial y no espacializada disponible en diversas escalas y fuentes secundarias (CEA-CONAMA, 2006; Ahumana y Faúndez, 2009; Órdenes, 2010; CED, 2004; DGA, 1996; CONAMA, 2007); además de la identificación, delimitación y generación de información sobre humedales a partir del procesamiento de imágenes satelitales y cálculos NDVI (Índice de vegetación de diferencia normalizada). Los datos correspondieron a superficies, límites, características hidrometeorológicas, geomorfológicas, geológicas, edafológicas, biodiversidad, ecotipo o clase de humedal e indicadores del estado ambiental; y la sistematización de los mismos se tradujo en

una ficha ambiental a escala de subsubcuenca y de cada humedal. La otra arista de este proyecto consistió en analizar la injerencia y participación de las comunidades indígenas en la gestión, conservación y/o usos de los humedales, para lo cual se desarrolló una recopilación de información sobre población, propiedades indígenas, derechos de agua, existencia de ganado y agricultura, proyectos de inversión y tendencias de usos culturales (apachetas, cerros, tutelares, rutas caravaneras, fiestas y asentamientos antiguos); igualmente la información fue sistematizada en fichas socio-culturales a escala de subsubcuenca. Y por último se seleccionaron 18 humedales estratégicos y representativos de los macroambientes para el levantamiento de información en campo y con mayor nivel de detalle sobre las tendencias de las dinámicas de desarrollo socio-cultural, características de la vegetación azonal hídrica (Metodología COT<sup>4</sup>) y verificar los resultados obtenidos en el análisis de imágenes satelitales.

#### **Etapa II: generación de una base de datos espacial sobre humedales**

La numerosa información sistematizada en la etapa I, con origen en fuentes secundarias y a partir de estudios desarrollados por el CEH, constituye el principal insumo que fue georreferenciado para generar la base de datos espacial o sistema de información territorial (SIT) institucional, de acceso interno.

El primer paso consistió en la inspección de la información, sobre sistemas de coordenadas y formatos, para georreferenciar la información en los casos requeridos. Luego se estandarizó el sistema de coordenadas y proyecciones en el Datum WGS1984 - UTM Huso 19 Sur, demandando la transformación o reproyección del sistema de coordenada de algunas capas de información. Cabe destacar que la información espacializada se almacenó principalmente en formato shapefile, la de tipo vectorial, y en TIFF, la de tipo raster. En el caso de los archivos en formato shapefile se anexaron datos en las tablas de atributos correspondientes. El software geoinformático o SIG utilizado para crear esta base de datos espacial fue ArcGis versión 9.3 y 10.

---

<sup>4</sup> Carta de Ocupación de Tierras desarrollada por la escuela fitoecológica Louis Emberger (CEPE/CNRS), Montpellier, Francia, y adaptada para las condiciones ecológicas de Chile por Etienne & Contreras (1982) y Etienne & Prado (1982). Consiste en espacializar las características fisiológicas de la vegetación al momento de su evaluación.

Su almacenamiento siguió un orden, clasificándose por escala geográfica en una carpeta regional y en una carpeta local subsubcuenca Salar del Huasco, y por temáticas de información en subcarpetas de información de base, catastro de humedales, vegetación, demografía, evaluaciones específicas, monitoreo, zonas y vegetación, análisis multitemporales, fauna, medio físico, sitios patrimoniales y de interés turístico, áreas homogéneas y zonificaciones, entre otras (ver **Cuadro 1**).

**Cuadro 1. Sistematización base de datos espacial institucional.**

Escala	Temáticas	Capas de información
Región de Tarapacá	Carta Base	Límite provincial, asentamientos INE, vegas protegidas, hidrología, acuíferos protegidos, área desarrollo indígena, áreas en categoría de protección, cuencas, humedales, zona de interés turístico.
	Catastro de Humedales	Subsubcuencas Provincia del Tamarugal (características físicas y tendencias de uso), humedales, amebas censales de las comunas de Camiña, Huara, Pica y Pozo Almonte.
	Zonas y Vegetación	Altiplano, Precordillera, pampas y quebradas, estepa altoandina altiplánica, estepa altoandina subdesértica y estepa arbustiva prepuneña.
	Cartas de vegetación Humedales	Carta Ocupación de tierras de los humedales de Alto Chiapa, Cariquima Alto (Churullo y Turuna), Altuza, Aravilla, Chacarillas, Chiapa, Chintaguay-Quisma, Chulluncane, Corza, Suca, Guatacondo bajo, Guaviña, Huasquiña, Iquiuca-Parca, Pampa Ariquilda, Parinacota, Quebrada Ariquilda, Quipisca y Tiliviche.
	Evaluaciones	Evaluación multicriterio quebrada de Tarapacá, Aravilla y Lirima; Análisis multitemporal subsubcuenca Lagunillas: concentración biomasa, humedad superficial, patrones de temperatura y productividad vegetal en las estaciones otoño y primavera entre los años 1989-2011.
	Monitoreo	Censo ganadero, estaciones: calidad de agua, fluviométricas, meteorológicas (DGA y CEH), pozos, sedimentométricas y exploraciones geotermia.

Subsubcuenca Salar del Huasco	Carta base local	Hidrología, subsubcuenca, lagunas y salar del Huasco.
	Formaciones vegetacionales	Registros de llaretas, bofedales y vegas, carta de ocupación de tierras (vegetación) y zonas de vegetación en reguardo.
	Fauna	Registro y zonas de anfibios, flamencos, ñandú, peces, perdiz, piquén, reptiles, tuco-tuco, vicuña y vizcacha.
	Medio físico	Geomorfología, suelos, susceptibilidad erosión hidrica y susceptibilidad degradación física de suelos.
	Análisis multitemporales	Análisis multitemporal subsubcuenca Salar del Huasco: concentración biomasa, humedad superficial, patrones de temperatura y productividad vegetal de las estaciones otoño y primavera entre los años 1989-2011.
	Monitoreo	Calidad agua, fauna bentónica, íctica y microalgas; estaciones de monitoreo de fitoplancton, zooplancton y micromamíferos, y áreas de conservación.
	Evaluaciones	Unidades homogéneas: pendiente, recursos culturales, acceso, erosión, ocupación, paisaje, geomorfología, biotopo faunístico, comunidades vegetacionales, ecosistemas y subsubcuenca.
	Sitios patrimoniales y de interés turístico	Hitos, sitios arqueológicos, sitios de interés turísticos y áreas turismo de recreación.
Zonificación	Áreas interés cultural y resguardo, áreas de usos compatibles con la conservación y la biodiversidad; vocación de zonas de uso público, histórico-cultural, intangible, primitiva y de recuperación; zonas de pastoreo, de restricción y propuesta de zonificación.	

[Fuente: Elaboración propia]

Estos procesos de georreferenciación, estandarización de sistemas de coordenadas y formatos y la clasificación de capas, se realiza constantemente con la

nueva información que ingresa a la base de datos espacial, producto de los procesos de actualización.

**Etapas III: difusión con la plataforma online “Sistema de Información Territorial Humedales de Tarapacá”**

El primer paso de esta etapa consistió en crear una interfaz gráfica para el “Sistema de información territorial: Humedales de Tarapacá” en la plataforma web del Centro de Estudios de Humedales ([www.ceh.cl](http://www.ceh.cl)), disponible en la URL [www.ceh.cl/SIG](http://www.ceh.cl/SIG). La interfaz gráfica utiliza como mapa base la plataforma gratuita Google map que dispone de una visualización del territorio a través de un mosaico de imágenes satelitales y/o mapas de relieve. El diseño de la interfaz también posee un menú de acceso que enlaza inmediatamente con el catálogo de capas para desplegar, vínculos hacia las tablas de atributos de las diferentes capas para acceder a su información *in situ*, fotografías del entorno, herramientas para la medición de áreas y perímetros y para activar la impresión de las capas en visualización.

Luego se realizó una edición de la tabla de atributos y de las características gráficas de cada archivo almacenado en la base de datos espacial, confeccionada en la etapa anterior, para continuar con la conversión de formato de los archivos, de Shapefile (SHP) a Keyhole Markup Language (KML), este último formato legible para la plataforma Google map.

Se cargaron los archivos KML en el servidor del CEH con el respectivo orden asignado en la etapa anterior, y se desarrollaron procesos de programación como asignar y/o modificar códigos para hacer visible las capas de información en el menú del Sistema de Información Territorial online.

**Retroalimentación: actualización**

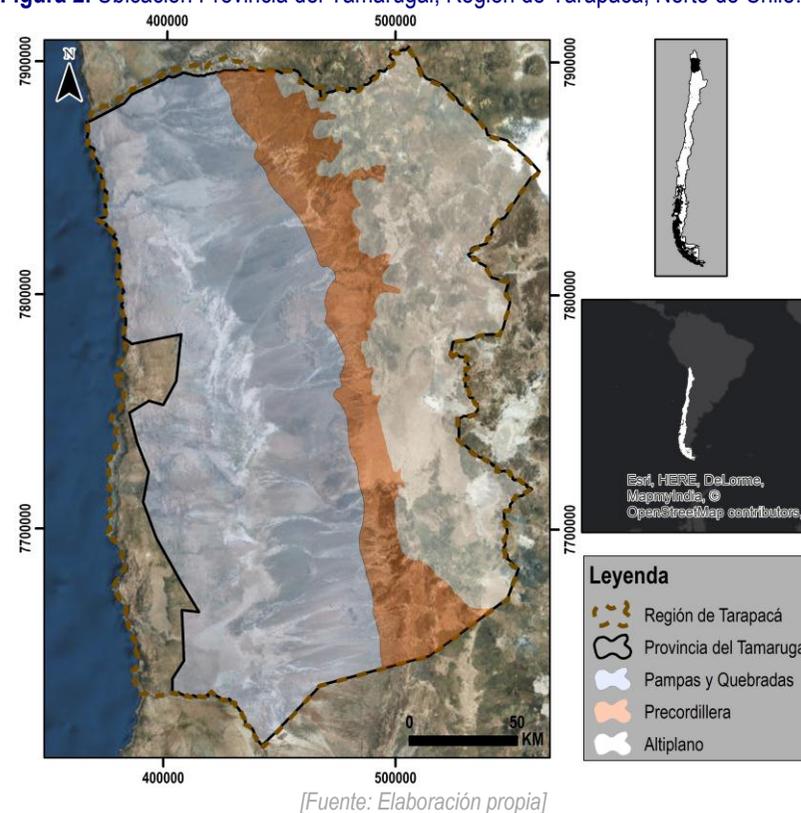
La retroalimentación de este sistema consiste en la periódica actualización de las capas, es decir, modificar la información disponible o bien agregar nueva información generada tanto por el CEH como por otras instituciones vinculadas con la temática humedales.

En este proceso, el CEH constantemente desarrolla estudios y proyectos sobre humedales o temáticas relacionadas, de tal forma que dispone en el SIT Web de información recientemente generada.

**Área de Estudio**

El área objetivo del presente trabajo corresponde a los humedales ubicados en la Región de Tarapacá y en particular en la Provincia del Tamarugal. Esta zona situada en el norte de Chile posee una superficie de 39.390 km<sup>2</sup> y se extiende por el Desierto de Atacama entre los paralelos 19° y 21° 38.003' (Huso 19 Sur), zona que contempla las macroformas Pampas y quebradas, Precordillera y Altiplano (ver **Figura 2**).

**Figura 2.** Ubicación Provincia del Tamarugal, Región de Tarapacá, Norte de Chile.



[Fuente: Elaboración propia]

a) Pampa del Tamarugal o depresión intermedia: corresponde a una zona que se ubica a 1000 msnm aproximadamente, formada por la depositación de sedimentos finos arrastrados por los caudales esporádicos que bajan desde la Precordillera; en esta extensa superficie predomina el clima desértico interior (BW) según la clasificación climática de Köppen (1948), es decir, alta oscilación térmica (30°C), baja humedad relativa (hasta 50%), alta radiación solar, alta evapotranspiración potencial (1000 mm) y 0,0 mm de precipitaciones promedio anual, sólo excepcionalmente en condiciones climáticas particulares se han registrado reducidas precipitaciones. Estas condiciones hostiles para la vida, reducen la vegetación a pequeñas zonas con disponibilidad de agua subterránea como los bosques de tamarugos y algunos valles que intersectan esta zona.

b) Precordillera: estructura montañosa divisoria de aguas entre las cuencas endorreicas del Altiplano y las que drenan hacia el oeste. Esta zona posee una serie de quebradas en las cuales fluyen pequeños arroyos en sus zonas llanas, donde es posible encontrar suelos de tipo Aridisoles, que se caracterizan por una alta salinidad, sodio y sequedad (Rovira, 1984). Predomina un clima Desértico Marginal de Altura (BWH) según la clasificación climática de Köppen (1948), es decir, altas oscilaciones térmicas, baja temperatura promedio anual en coherencia con la altitud, gradiente pluviométrico ascendente altitudinalmente y reducidas lluvias en los meses estivales (Diciembre-Marzo). Características que condicionan el desarrollo de formaciones vegetacionales del tipo Matorral ripario de las quebradas y oasis, estrictamente dependiente del recurso hídrico, presenta especies como la brea, cachiyuyo y tomatillo, entre otros; y la formación vegetal de tipo zonal Matorral desértico con suculentas columnares donde destacan las cactáceas como la *Browningia candelaris* (Gajardo, 1995).

c) Cordillera de los Andes y Altiplano: área de relieve irregular compuesto por cadenas volcánicas que superan los 6000 msnm y extensas mesetas que bordean los 4600 msnm aproximadamente, esta última se ha configurado mediante la depositación de material volcánico y fluvial; ambas estructuras componen una serie de cuencas altoandinas donde predominan los suelos de tipo Entisoles, decir, suelos con origen en depósitos recientes de escaso desarrollo vertical y reducida materia orgánica (Rovira, 1984). El clima predominante es la estepa de altura (BSH), según la clasificación climática de Köppen (1948), el cual se caracteriza por altas oscilaciones térmicas, temperatura promedio anual de 5°C, fuerte insolación y precipitaciones concentradas en los meses del verano austral (Diciembre-Marzo). Estas condiciones posibilitan el

desarrollo de formaciones vegetaciones del tipo Estepa arbustiva prealtiplánica y Estepa arbustiva altoandina altiplánica, que se caracteriza por presentar vegetación zonal como tolas y vegetación azonal como vegas y bofedales. En estas cuencas altiplánicas también encontramos extensos salares.

## RESULTADOS

A partir de la sistematización de información disponible sobre humedales paralelamente fue posible crear e implementar una biblioteca virtual accesible tanto al interior de la institución como de forma online en la plataforma web del CEH (<http://www.ceh.cl/biblioteca-virtual/>). En esta se encuentran 1115 documentos en ascenso a los cuales es posible acceder buscando por temáticas en los cuales están clasificados, títulos de documentos, autores, año publicación y/o palabras claves (Figura 3).

Figura 3. Biblioteca virtual sobre humedales.



[Fuente: Elaboración propia]

Los diferentes proyectos simultáneos que han apoyado el desarrollo del presente trabajo, han generado importantes productos como las fichas ambientales y socio-culturales que sistematizan información a escala de cada humedal y subsubcuenca respectivamente (ver Cuadro 2 y 3). La información clasificada en

diferentes temáticas en las fichas señaladas constituyen uno de los principales insumos del sistema de información territorial Humedales de Tarapacá, de tal forma que han sido integradas a las capas de información georreferenciada (shapefile) en sus respectivas tablas de atributos.

**Cuadro 2.** Ficha ambiental tipo humedales de la Provincia del Tamarugal.

Nombre Humedal		LIRIMA
Cuenca		Quebrada de Tarapacá
Comuna		Pica
Características Geográficas	Área (Ha)	318,13
	Altitud Máxima (msnm)	4850
	Altitud Mínima (msnm)	4050
	Altitud Promedio (msnm)	4250
	Posición Geográfica	Quebradas de gran altura
	Posición Fisiográfica	
	Forma	
Ecotipo / Clase	Humedal Continental / Evaporación	
Clasificación Vegetación	Bofedal / Bofedal – Pajonal Hídrico – Vega / Vega	
Tipología	Geográfico Climático	Temperaturas altas durante el día
	Geomorfológicos	Cuenca hidrográfica pampa del tamarugal; dentro de la subcuenca quebrada de Tarapacá
	Hidrológicos	
	Ecológicos	
	Vegetación	Bofedal / Bofedal – Pajonal Hídrico – Vega / Vega

Características Edafológicas	Materia orgánica	
	Olor del sustrato	
	Salinidad	Muy baja
	Componentes inorgánicos	
	Perdidas (erosión)/ ganancias (sepultación)	
Características Vegetación	Diversidad	(1) Vegetación terrestre: Los principales tipos de vegetación azonal son Vega salina de <i>Deyeuxia brevifolia</i> (23,3%) y Bofedal de <i>Oxychloe andina</i> con Pajonal hídrico de <i>Festuca deserticola</i> y Vega de <i>Phylloscirpus deserticola</i> (11,2%). El principal tipo de vegetación zonal es Tolar de <i>Parastrephia quadrangularis</i> (5,3%). Fuente: SAG-BIOTA (2009). Fuente: CONAMA-U. de Chile (2009).
Flora de ribera/ Flora Acuática	Diversidad	2) Vegetación acuática. Biomasa y géneros de microalgas, géneros de plantas acuáticas (macrófitas). Fuente: CONAMA-U. de Chile (2009). Fuente: CONAMA-U. de Chile (2009).
Fauna Vertebrados / Invertebrados	Diversidad	(3) <u>Vertebrados</u> : Presencia de Llamas y Alpacas, micromamíferos y reptiles. Especies de aves dominantes son Guallata, Cuervo de pantano y Pato juarjual. Fuente: SAG-Humboldtí Ltda. (2010). Especie íctica identificada ( <i>Orestias</i> ). (4) <u>Invertebrados</u> . Identificación de zooplancton y fauna bentónica. Fuente: CONAMA-U. de Chile (2009).
	Abundancia	
	Especies sensibles o tolerantes	
	Especies exóticas	
Microbiológico (Presencia perifiton)		
Características funcionales (carga/descarga ecosistémica)		Aporte hídrico determinado por cursos de aguas superficiales (esteros y quebradas) / Descarga del sistema por evapotranspiración de las zonas de menos pendiente.
Bienes/Servicios	Aprovisionamiento, regulación, culturales y recreativos, soporte o apoyo.	
Estrés o Presiones Ambientales		

Relación con el entorno y otros humedales		
Características Hidrológicas	Estado de inundación	
	Permeabilidad	Alta a media / Baja a nula sobre los 4150 msnm
	Salinidad	Muy baja
	Olor	
	Turbidez / Transparencia	Alta turbidez / Transparencia baja
	Causa de la turbidez	Sistema somero
	Nutrientes y estado trófico	
	Oxígeno disuelto	Alto
	Ph	Básico (8,71)
	Sólidos suspendidos totales	
	Temporalidad (Hidroperiodo)	
	Relación superficie /volumen (Morfometría)	
	Origen del agua	
Otras Características	Datos disponibles de variables físicas y químicas (noviembre 2009) de aguas: Transparencia, temperatura, conductividad, STD, pH, salinidad, oxígeno disuelto. Fuente: CONAMA-U. de Chile (2009).	

[Fuente: CONADI/CED-CEH, 2012]

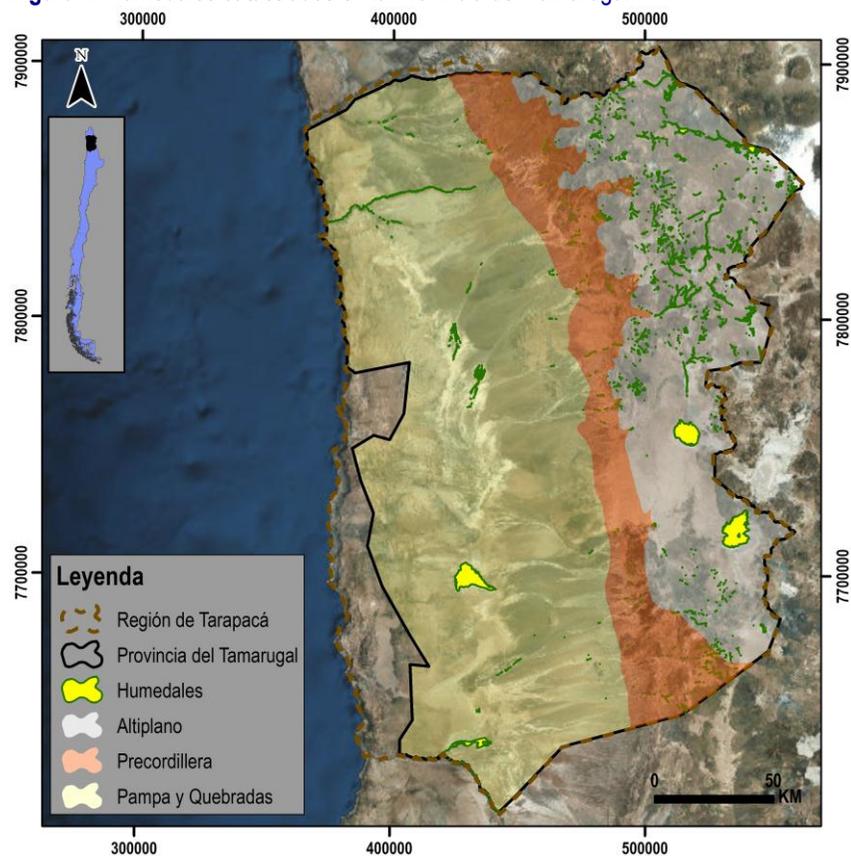
**Cuadro 3. Ficha socio-cultural tipo subsubcuencas Provincia del Tamarugal.**

Nombre	Salar del Huasco							
	Población en N° de habitantes (INE 2002)	Total	6	Indígena	4	Hombres	4	Mujeres
Propiedad Indígena Regularizada entre 2000 y 2009 (MBN, 2011)	N° de Regularizaciones	9		Superficie (en hectáreas)		126.57		
Derechos de Agua Constituidos y Tramitados por DGA	Superficiales (Lt/s)	345.10		Subterráneos (Lt/s)		31.00		
Existencia de Ganado (SAG, 2011)	N° Ganaderos		Llamas	Alpacas	Ovinos	Caprinos	Otros	Total
	Año 2006	3	171	30	0	0	15	216
	Año 2010	11		731	44	224	13	1030
Proyectos de Inversión en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA, 2011)	Proyecto	Titular			Estado		Sector	
	Proyecto Habilitación e Implementación Refugio Salar de Huasco	Pedro Lucas Ticona			Aprobado		Otros	
TENDENCIAS DE USOS CULTURALES								
Apachetas	Cerros tutelares		Rutas caravaneras		Fiestas		Asentamientos humanos antiguos	
Apacheta Sillillica, Apacheta Mama Alto de Pica.	Cerro Sillillica, Cerro Charcollo, Cerro Barrancone.		a. Sillillica – Huasco – Apacheta – Mama – Pica. b. Pica Vilque – Peñablanca – Apacheta Alca – Pica. c. Huasco Lipés – Apacheta Alto de Pica – Tambillo – Pica.		Floreos de llamo. Ceremonia Rogativa de Lluvia.		Existen indicios de asentamientos humanos antiguos por todo el borde de la laguna.	

[Fuente: Editada a partir de CONADI/CED-CEH, 2012]

La base de datos espacial de tipo institucional confeccionada contiene un número importante de capas de información georreferenciada (ver **Cuadro 1**), en formatos vectorial (shapefile) y raster (TIF) y con sus respectivas tablas de atributos. Además se compone de un soporte compuesto por hardwares; softwares geoinformáticos de SIG; procesos de gestión, generación y análisis de información; y personal calificado a cargo de estos procesos y de la mantención y actualización de la información.

**Figura 4.** Humedales catastrados en la Provincia del Tamarugal.



[Fuente: Elaboración propia]

Entre las más de 150 capas vectoriales y raster en ascenso que dispone el SIT institucional, destacan los 101 humedales catastrados de tipo continental, emplazados en los pisos ecológicos Pampas y Quebradas, Precordillera y Altiplano (ver **Figura 4**).

Otro de los principales resultados de este proceso a enfatizar, es el Sistema de Información Territorial Online Humedales de Tarapacá, disponible en la plataforma web [www.ceh.cl/SIG](http://www.ceh.cl/SIG). Este permite a toda la ciudadanía acceder de forma interactiva a la información georreferenciada disponible a escala regional y a nivel de la subsubcuenca Salar del Huasco.

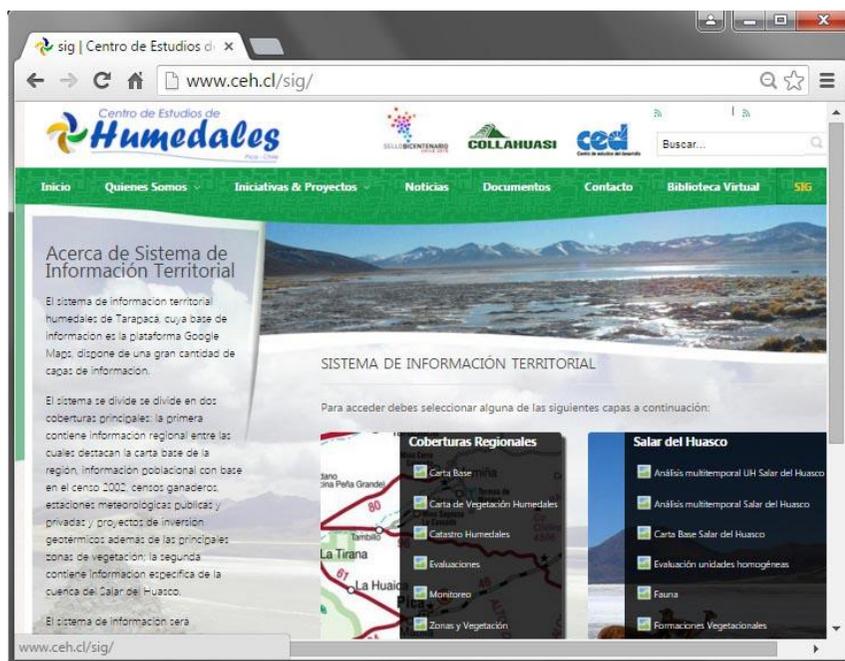
El Sistema de Información Territorial online Humedales de Tarapacá posee en su interfaz de inicio un menú de acceso para ingresar a los diferentes módulos que contienen la información sistematizada por temáticas y escala (ver **Figura 5**).

Los módulos poseen en su interior un menú con un catálogo de capas de información disponibles para desplegar con su respectiva activación (ver **Figura 6**). Las capas de información de un mismo módulo es posible visualizarlas simultáneamente en la plataforma Google map del SIT, permitiendo la superposición de información espacial (ver **Figura 7**), que a su vez posibilita el análisis del territorio, como por ejemplo al desplegar las capas de humedales catastrados y las diferentes amenazas censales de la provincia, es posible identificar claramente la estrecha relación entre los asentamientos humanos y los ecosistemas de humedales existentes, ubicados en el altiplano como en los valles. En torno a cada humedal existe un grupo de amenazas censales vinculadas (ver **Figura 7**).

Cada capa de información disponible en los módulos posee una amplia gama de datos en sus tablas de atributos, a los cuales es posible acceder pulsando sobre los polígonos, líneas y/o puntos que componen la respectiva capa. Así por ejemplo la capa humedal de Aravilla, disponible en el módulo cartas de vegetación humedales, posee información sobre superficie del humedal, los tipos biológicos de vegetación, nomenclatura de las especies dominantes y su correspondiente tabla de lectura, formación vegetacional y fuente donde acceder a mayor información (**Figura 8**). A una mayor escala se encuentra la capa subsubcuencas de la Provincia del Tamarugal, la cual dispone de una tabla de atributos con datos sobre superficie, número de población, género, etnias, derechos de agua, propiedades privadas, proyectos de inversión y tendencias de uso cultural. Particularmente en las tablas de atributos de las

capas de vegetación azonal hídrica, de los 18 humedales con información en detalle, disponen de fotografías del entorno, permitiendo conocer virtualmente el paisaje y el tipo de vegetación asociada al humedal en visualización.

**Figura 5.** Interfaz de inicio y acceso Sistema de Información Territorial Humedales de Tarapacá.



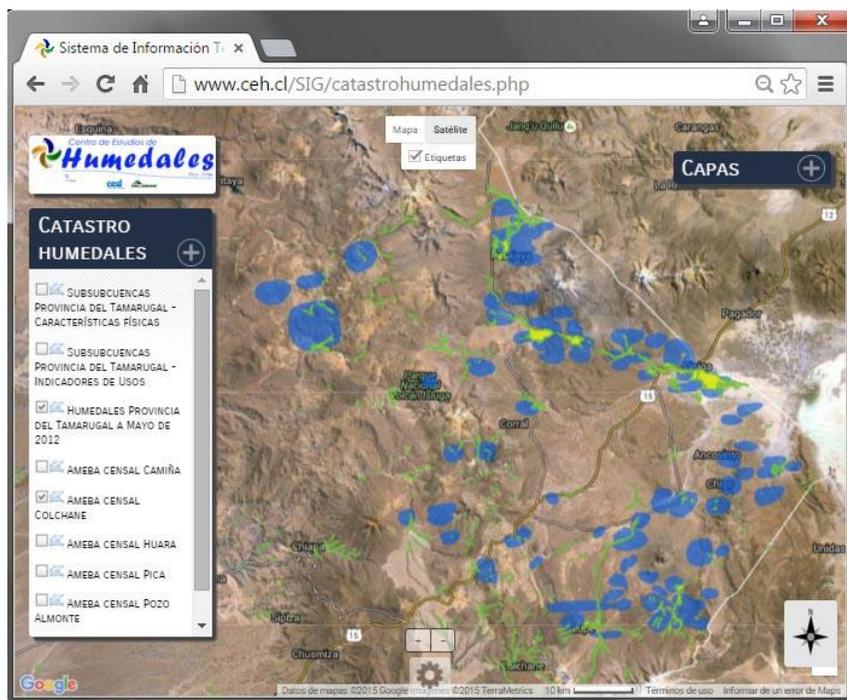
[Fuente: Elaboración propia]

**Figura 6.** Visualización de información SIT Online Humedales de Tarapacá.



[Fuente: Elaboración propia]

Figura 7. Visualización simultánea SIT Online Humedales de Tarapacá.

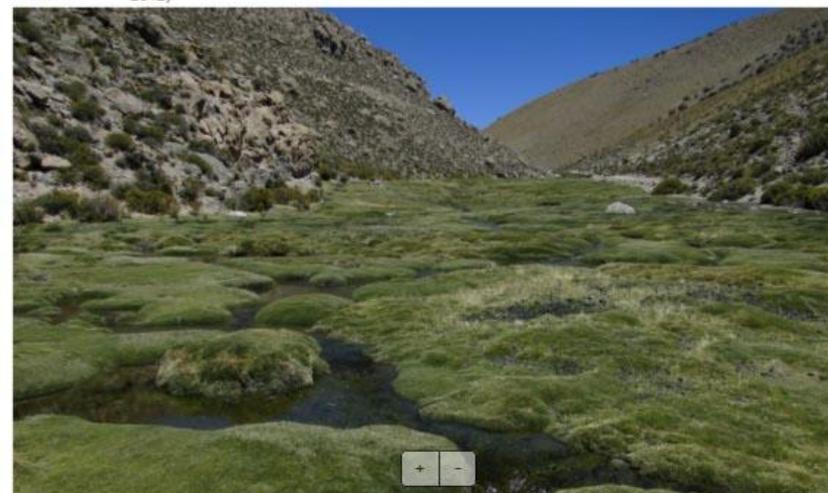


[Fuente: Elaboración propia]

Figura 8. Tabla de atributos capa humedal Aravilla disponible en SIT Online Humedales de Tarapacá.

**Humedal Aravilla**

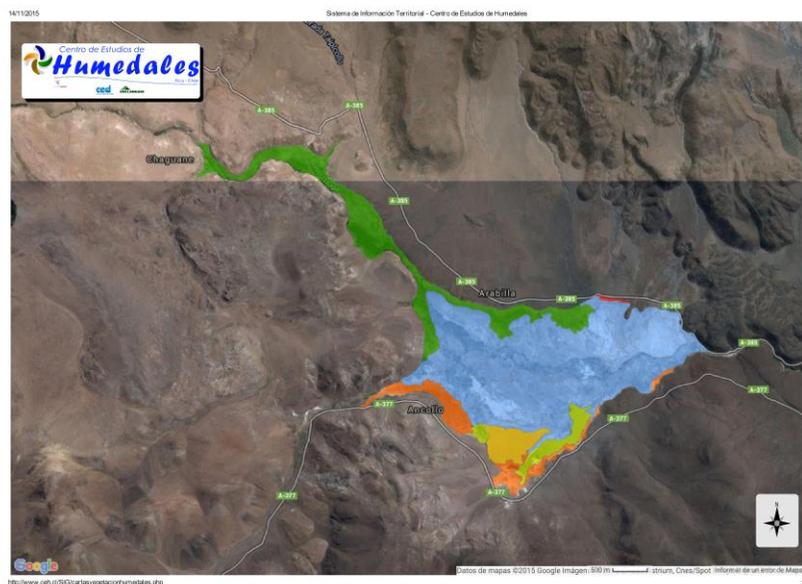
N° Polígono	5
Tipologías de Vegetación	Bofedal salino de Zameioscirpus atacamensis
Especies Dominantes	fn, dc - za, oa   <a href="#">Ver tabla</a>
Superficie (ha)	273.60646
Formaciones Vegetacionales N°1	Herbáceo, con Estrata: muy baja; Altura: 5-25 (cm); Cubrimiento: 1-5; Densidad: Muy Escasa.
Formaciones Vegetacionales N°2	Herbáceo, con Estrata: Extremadamente Baja; Altura: < 5 (cm); Cubrimiento: 50-75; Densidad: Poco Densa.
Fuente	"Catastro de Humedales y Usos Indígenas de la Provincia del Tamarugal" (CONADI/CED-CEH, 2011-2012)



[Fuente: Elaboración propia]

La plataforma también dispone de herramientas de medición lineal y de áreas, que se activan en la sección inferior de la interfaz (**figura 6**) y se pueden aplicar en la medición de polígonos y áreas adyacentes. También dispone de la herramienta de impresión y/o exportación en formato PDF, de gran utilidad luego de estar desplegadas las capas de información en la plataforma Google map y/o las tablas de atributos (**Figura 9**). Permitiendo instalar en todo ciudadano alfabetizado digitalmente el acceso a la composición de cartografías simples y de interés sobre temáticas de humedales en la Región de Tarapacá.

**Figura 9.** Impresión y/o exportación de capas visualizadas SIT online Humedales de Tarapacá.



[Fuente: Elaboración propia]

## DISCUSIÓN

Hay gente que mira la tierra y ve tierra nomás” (Atahualpa Yupanqui). Si bien en la actualidad la sociedad con la diversidad de tecnologías de la información y la comunicación disponibles tiene un mayor acceso a la información en comparación a épocas anteriores; el problema real yace no sólo en el acceso a información pertinente sino también en el complejo entramado de conocimientos necesarios para lograr observar adecuadamente el engranaje que compone nuestro territorio, de tal forma de no ver sólo tierra, de no ver sólo una gráfica estética en un mapa, sino un complejo espacio geográfico donde interactúan los recursos, la biodiversidad y la sociedad: Territorio.

En este sentido los Sistema de Información Territorial poseen una plusvalía, puesto que según Zapettini et al. (2008) las tecnologías de información geográfica en conjunto con las tecnologías de la información y la comunicación además de transferir ampliamente la información son una valiosa herramienta pedagógica, puesto que incentivan la habilidad de poder leer e interpretar mapas, conformar el pensamiento espacial de las personas a través de: la visualización espacial, la orientación espacial y las relacionales espaciales.

Comprender las relaciones entre la sociedad y el territorio, con la finalidad de identificar problemáticas y aportar desde una perspectiva holística e integradora, es el objeto de estudio de la disciplina geográfica. En este sentido las tecnologías de información geográfica y en particular el Sistema de Información Territorial Online Humedales de Tarapacá constituyen un importante aporte en la toma de decisiones sobre la planificación, gestión y en ultimo termino sobre el uso sustentable del territorio, además según De Lázaro y González (2005) facilitan los procesos de aprendizaje sobre el territorio local y son de gran utilidad en la enseñanza de la geografía. Ejemplo de ello también lo constituye el HiperAtlas (Pigaki M. y Leininger-Frézal C., 2014), herramienta pertinente y de gran interés ha permitido guiar a los alumnos europeos en la comprensión del territorio local.

Asimismo es posible señalar las números visitas que logrado alcanzar el Sistema de Información Territorial Online Humedales de Tarapacá desde su lanzamiento a la fecha.

## CONCLUSIONES

Frente al desconocimiento y la poca valoración de los ecosistemas de humedales en la Región de Tarapacá y en particular sobre los recursos que los vinculan con la sociedad, objeto de estudio de la geografía entre otras disciplinas, los SIT constituyen una herramienta posibilitadora de desarrollo de conocimiento del territorio, tanto para la comunidad estudiantil como para la ciudadanía civil en general.

En coherencia con este proceso de transferencia de información pertinente, mediante la herramienta sistema de información territorial online “Humedales de Tarapacá”, que ha tenido como objetivo aumentar el bagaje de conocimiento sobre el territorio local y la valoración sobre el mismo, se plantea y recomienda la utilización guiada de esta herramienta en procesos y/o instancias de enseñanza/aprendizaje sobre el territorio y en particular sobre los humedales de la región, dirigidos a docentes y estudiantes; considerando que estos son un grupo estratégico para la transferencia de información y educación, logrando alcanzar indirectamente a sus pares y al círculo familiar (educación ambiental en cascada).

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los diferentes fondos públicos que han permitido el desarrollo de proyectos de investigación en torno a humedales como el catastro de humedales y usos indígenas de la Provincia del Tamarugal adjudicado a la Subdirección Norte de la Corporación Nacional Indígena; proyectos ejecutados con financiamiento proporcionado por el Fondo de Protección Ambiental, que han permitido levantar y actualizar información y su respectiva difusión a través de material de educación ambiental; los proyectos FONDECYT N°1120204 y 1150701<sup>5</sup> que han permitido desarrollar la línea de investigación efectos del cambio climático en humedales tipos de la Región de Tarapacá, generando información y su potencial difusión en nuestros canales de transferencia de información como el SIT online Humedales de Tarapacá.

También agradecemos al equipo multidisciplinario del Centro de Estudios de Humedales y sus asesores externos que han colaborado en la ejecución de los proyectos de investigación y difusión señalados.

## BIBLIOGRAFÍA

AHUMANA, M. Y FAÚNDEZ, L. (2009): Guía Descriptiva de los Sistemas Vegetacionales Azonales Hídricos Terrestres de la Ecorregión Altiplánica. Ministerio de Agricultura de Chile - Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago de Chile, pp. 118.

CARREÓN, F. (2007): “La Geografía del Delito”. Boletín Ciudad Segura, N°17, pp. 1-3.  
CENTRO DE ESTUDIOS DE DESARROLLO (2004): Plan de Gestión para la Conservación de la Biodiversidad del Salar del Huasco 2004-2010. S.e., Santiago de Chile, pp. 98.

CENTRO DE ECOLOGÍA APLICADA - COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (2006): Protección y Manejo Sustentable de Humedales Integrados a la Cuenca Hidrográfica (N°31-22-001/05). COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, Santiago de Chile, pp. 114.

---

<sup>5</sup> FONDECYT N°120204 “Análisis Multiescalar de los Cambios Climáticos y su consideración en la Evaluación Ambiental Estratégica del Desarrollo Regional Sustentable del Altiplano del Norte de Chile”. FONDECYT 1150701 “Investigación Participativa a través de Observatorios Ecológico-Sociales de los Cambios y Variabilidades Climáticas del Altiplano Andino del Norte de Chile”.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (2007): Humedales I Región de Tarapacá. Comisión Nacional de Medio Ambiente, Santiago de Chile.

CORPORACIÓN NACIONAL DE DESARROLLO INDÍGEMA/CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO – CENTRO DE ESTUDIOS DE HUMEDALES (2012): Catastro de Humedales y Usos Indígenas de la Provincia del Tamarugal Etapa I y II. S.e., Iquique, pp. 236.

DE LÁZARO, M. y GONZÁLEZ, M. (2005). “La Utilización de los Sistemas de Información Geográfica para la Enseñanza de la Geografía”. *Didáctica Geográfica*, 2ª época, pp. 105-122.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (1996): Delimitación de Acuíferos de Vegas y Bofedales de las Regiones de Tarapacá y Antofagasta. Ministerio de Obras Públicas – Dirección General de Aguas, Santiago de Chile, pp. 31.

GAJARDO, R. (1995): La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, pp. 165.

KÖEPPEN, W. (1948): Climatología (Primera edición en español). Editorial Fondo de Cultura Económica, México D. F., pp. 479.

LATERRA, P.; JOBBAGY, E. y PARUELO, J. (2010): Valoración de Servicios Ecosistémicos. INTA, Mar de Planta, pp. 362.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE/CENTRO DE ESTUDIOS DEL DESARROLLO – CENTRO DE ESTUDIOS DE HUMEDALES (2011): Guía Educación y Sensibilización Ciudadana para la Conservación y Usos Sustentables de los Humedales de Tarapacá. S.e., Santiago de Chile, pp.108.

ORDENES, F. (2010): Análisis Multitemporal de Cuencas de los Humedales Altoandinos Prioritarios de Chile. S.e., Santiago de Chile, pp. 46.

PEINADO, M. y PARRAS, C. (2013): “Reinventando la Educación Geográfica en Tiempos de Crisis: Las TIC en las aulas Universitarias”. *Didáctica Geográfica*, N°14, pp. 109-120.

PIGAKI, M. y LEININGER-FRÉZAL, C. (2014): “Enseñar los Desequilibrios Territoriales con las TIC: El Caso de la Unión Europea”. *Didáctica Geográfica*, N°15, pp. 167-175.

ROVIRA, A. (1984): Geografía De Los Suelos. Geografía de Chile Tomo V. Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile, pp. 173.

URIBE, D. (2012): Humedales del altiplano andino y su rol en el cambio climático. Informe Técnico N° 3. Centro de Estudios de Humedales, Santiago de Chile, pp. 61.

VÉLEZ, S. (2011): Diseño e Implementación de Sistemas de Información Territorial [SIT] para Iniciativas de Desarrollo Económico Local. Fondo Multilateral de Inversiones, Washington D.C., pp. 131.

ZAPPETTINI, M.; ZILIO, C.; LÉRTORA, L.; CARUT, C; CAR, N. (2008): “Los Sistemas de Información Geográfica –SIG- en la Enseñanza de la Geografía”. *Tiempo y Espacio*, Vol. 21, pp. 94-112.