

HUMEDALES VINCULADOS AL ACUÍFERO FREÁTICO QUE ABASTECE A LA CIUDAD DE ZAPALA, PROVINCIA DE NEUQUÉN, ARGENTINA.

Nerea Bastianelli ¹, René Albouy ¹, Jorge Carrica ¹, Andrés Ruffo ^{1,2}, Martín Cano ¹, Juan Manuel Giorgi ^{1,3}.

¹ Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670 (8000) Bahía Blanca, Argentina. +54 291 4595101 Int. 3015 – nerea.bastianelli@uns.edu.ar

² Conicet Bahía Blanca. Camino de la Carrindanga Km 7. Bahía Blanca, Argentina.

³ Comisión de Investigaciones Científicas (CIC). Ciudad de La Plata, Argentina.

Resumen

Desde su fundación, la ciudad de Zapala se abasteció de agua potable del acuífero freático ubicado en su subsuelo, con obras hidráulicas que consistieron en la captación de manantiales ubicados al oeste del ejido urbano.

Es frecuente que los habitantes de la ciudad utilicen términos como manantial, mallín y pantano, para referirse a las zonas de humedales, ya que hasta mediados del siglo XX, no existía un término único que los englobe. El término "humedal" es una palabra relativamente nueva que tiende a insertarse a partir de 1990. Actualmente no hay una única definición científica, aunque si se han determinado características compartidas para su identificación. La presencia de un sustrato periódicamente saturado por agua, donde la misma se encuentra cerca de la superficie o en superficie como una manifestación hídrica somera y la presencia de vegetación freatófita, pueden definir un ambiente de humedal.

El objetivo principal de este trabajo es profundizar el conocimiento sobre el modelo conceptual de funcionamiento del acuífero freático a partir del estudio de la existencia, o intermitencia, de estos humedales, ya que su presencia se vincula a la regulación natural de los recursos y las reservas de agua subterránea. Actualmente un plan hidrológico de gestión incluye necesariamente a los humedales debido a que, su funcionamiento, se relaciona con eventos de recarga, evapotranspiración y flujo subterráneo. También se destacan los beneficios que las personas obtienen de estos ecosistemas, llamados formalmente "servicios ambientales y servicios ecosistémicos de los humedales".

Palabras Claves: Humedales, acuífero freático, Zapala.

Abstract

Since its foundation, the city of Zapala has been supplied with drinking water from the phreatic aquifer, using hydraulic techniques that consisted of capturing wellspring located to the west of the city.

It is common for the citizens of the city to use terms such as wellspring, marsh and swamp, to refer to wetland areas. The term "wetland" is a relatively new word that tends to be inserted from 1990. Currently there is no single scientific definition, although shared characteristics have been determined for its identification. The presence of phreatophyte vegetation in a substrate periodically saturated by water or shallow water manifestation can define as wetland environment.

The main objective of this work is to deepen the knowledge on the conceptual model of functioning of the groundwater aquifer from the study of the existence, or intermittence, of these wetlands. Currently, a hydrological management plan necessarily includes wetlands because their operation is related to recharge, evapotranspiration and underground flow events. It also highlights the benefits that people obtain from these ecosystems, formally called "environmental services and ecosystem services of wetlands."

Keywords: Wetlands, phreatic aquifer, Zapala.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza en el marco del estudio "Hidrogeología del acuífero de la ciudad de Zapala", publicación que pretende actualizar el conocimiento científico y técnico

del recurso hídrico subterráneo del lugar. Fue disparador de éste trabajo, la asistencia de dos de los autores al curso de posgrado "Gestión de Humedales" dictado en junio de 2017 en el Instituto de Hidrología de Llanuras de la Provincia de Buenos Aires (IHLLA). Es así, que se intenta plasmar en un estudio de caso propio, las bases conceptuales impartidas en el mismo y que incorpora un concepto actual en la hidrogeología.

Los acuíferos constituyen valiosos ecosistemas acuáticos en sí mismos, los cuales están formados por el sustrato geológico, el agua que ocupa los poros y grietas de ese sustrato (agua subterránea) y los organismos que viven en el agua. Los elementos mejor conocidos de estos ecosistemas son el sustrato geológico y el agua, mientras que el conocimiento existente sobre la ecología de las aguas subterráneas es aún muy escaso (Manzano Arellano y Lambán Jimenez, 2012).

El objetivo general es reconocer y caracterizar los humedales asociados al acuífero libre en estudio y analizar su relación con el modelo hidrogeológico conceptual de funcionamiento, para contribuir con una mejor gobernanza del agua subterránea. La importancia de su existencia jerarquizando los beneficios socio-económicos y culturales que los habitantes de la ciudad de Zapala obtienen de los mismos.

METODOLOGÍA

Mediante la consulta de bibliografía científica actualizada y de informes publicados en sitios web, se logró el contexto apropiado para volcar la información que se desea transmitir en esta publicación. Resultó de utilidad la información adquirida por técnicas de teledetección (SRTM y toda la información histórica y actual obtenida a través de Landsat).

Como primera aproximación al tema, se realizó la caracterización hidrogeológica de los humedales del área a partir de la información científica suministrada en el curso de Posgrado "Gestión de Humedales", tomando como base el Plan Andaluz de Humedales 2002 (PAH, 2002), mientras que para reconocer los servicios ecosistémicos que brindan las aguas subterráneas a los seres humanos, se utilizó el programa científico interdisciplinario "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio" auspiciado por Naciones Unidas (MA, 2005) y la "Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España" (EME, 2012).

También se trabajó sobre el rol y la importancia de los humedales en la gestión de los recursos hídricos subterráneos en la ciudad de Zapala, tomando como referencia la información que brinda el informe denominado "Regiones de Humedales de Argentina" presentado el 02 febrero de 2018, Día internacional de los Humedales.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada en la ciudad de Zapala, en el Departamento homónimo de la Provincia de Neuquén (Figura 1), se acota a la geometría del acuífero de Zapala, que se define como un cuerpo cordoniforme alargado en dirección Suroeste-Noreste, de espesor y extensión lateral restringido por el paleorelieve (Bastianelli et al., 2016) con centro en la ciudad homónima.

En el sector pueden identificarse dos paisajes: las mesetas basálticas y los grandes bajos producto de la inversión del relieve (Carrica 1997) y el clima de la región es del tipo Seco de Estepa (clasificación de Koeppen). Según el registro de la Estación Meteorológica del Aeródromo de Zapala, las precipitaciones acumulan un valor promedio de 180 mm anuales (período 1990-2016-

Las unidades hidrolíticas definidas en el área corresponden a las capas portadoras de los niveles acuíferos de la Formación La Bardita (Delpino et al, 1995; Giusano y Deza, 1997), de edad miocena que da lugar a un acuífero freático de tipo multicapa.

Otras unidades hidrolíticas de interés corresponden a los depósitos de edades mesozoicas, que se extienden en el subsuelo del área y actúan como hidroapoyo de los niveles acuíferos, mientras que las unidades cenozoicas de la región, afloramientos volcánicos y glacifluviales, cubren parcialmente a la formación geológica portadora del sistema acuífero (Bastianelli et al., 2016).

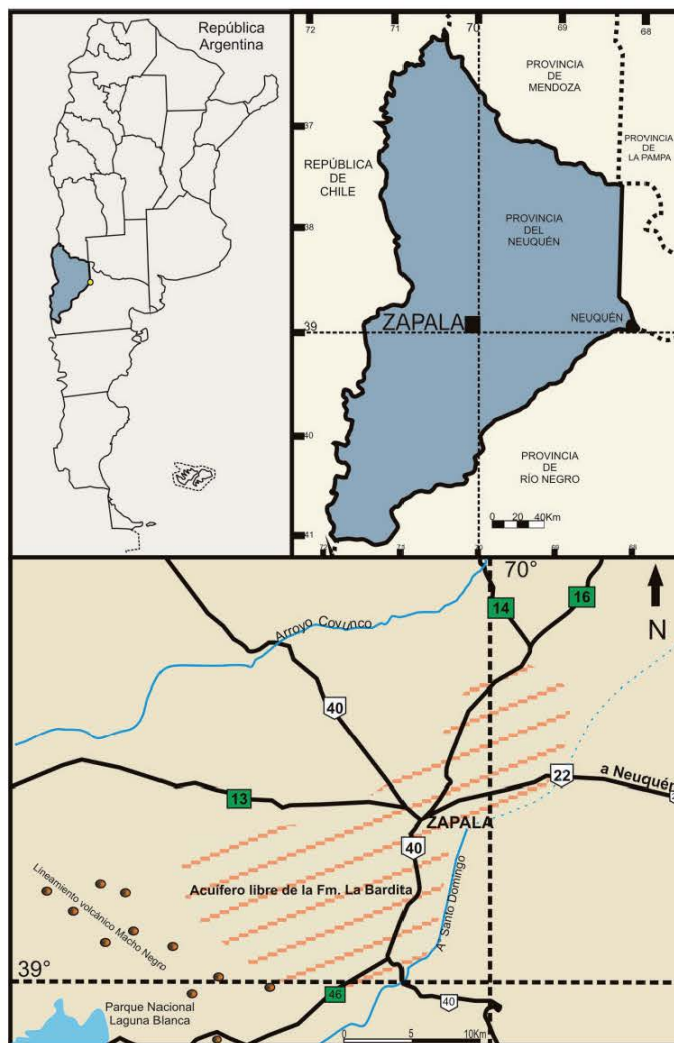


Figura 1. Ubicación del área de estudio

CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES VINCULADOS AL ACUÍFERO FREÁTICO DE ZAPALA

No es tarea sencilla definir, clasificar, caracterizar o tipificar a un área de humedal ya que estos ambientes no cuentan con una fisonomía vegetal única, varían su expresión espacial en distintas escalas y su delimitación en relación a los ambientes terrestres o acuáticos es variable en el espacio y en el tiempo.

Se incluye una amplia variedad de hábitat relacionados a estos ecosistemas azonales, entre marinos y continentales. Cowardin et al., (1979) los define como tierras transicionales entre sistemas terrestres y acuáticos, donde el nivel freático se observa en superficie o muy cerca de ella, es decir, la tierra se encuentra cubierta por aguas poco profundas al menos en algún período del año, contempla la presencia de plantas hidrófitas y el desarrollo de suelos hidromórficos.

Teniendo en cuenta el concepto de Humedal se consideran características relevantes: el origen del agua (atmosférica, continental, marina), el emplazamiento geomórfico (forma y posición topográfica, litología), la dinámica y el régimen hídrico (definición del hidoperíodo) y el humedal como ecosistema, dentro de la unidad de paisaje.

En el área de Zapala, se distinguen tres tipos de humedales (Tabla 1) al observar las características mencionadas anteriormente y la clasificación genético-funcional de Humedales del Plan Andaluz de Humedales (PAH, 2002). Ésta última utiliza componentes propios de la

hidrología subterránea, donde combina la ubicación espacial, los procesos morfogenéticos que dieron origen a la cuenca hidrogeológica y dos factores hidrológicos claves: el modo de alimentación y origen del agua, y el hidroperíodo (de carácter temporal o permanente, da idea sobre la duración y frecuencia de la inundación).

Tabla 1. Clasificación genético funcional de los humedales (Plan Andaluz de Humedales, 2004)

Tipo de humedal	Proceso morfodinámico	Modelo de alimentación	Hidroperíodo
Manantiales (Humedales de pendiente)	Procesos volcánicos	Hipogénicos (acuífero libre)	Permanentes fluctuantes (de acuerdo a las precipitaciones y rápida infiltración)
Laguna somera (Humedales de depresión)	Fluviales	Hipogénicos (acuífero libre)	Permanentes fluctuantes (de acuerdo a la presencia de ciclos húmedos y secos)
Artificial (Humedales de depresión)	Cantera de explotación	Hipogénicos (acuífero libre)	Permanentes fluctuantes (de acuerdo a la presencia de ciclos húmedos y secos)

Modelos hidromórficos para los humedales de Zapala

A continuación se representan los tres esquemas de humedales en el área de Zapala, vinculados al acuífero freático (Figura 2, A, B, C), con imágenes correspondientes al área de estudio, para cada ejemplo.

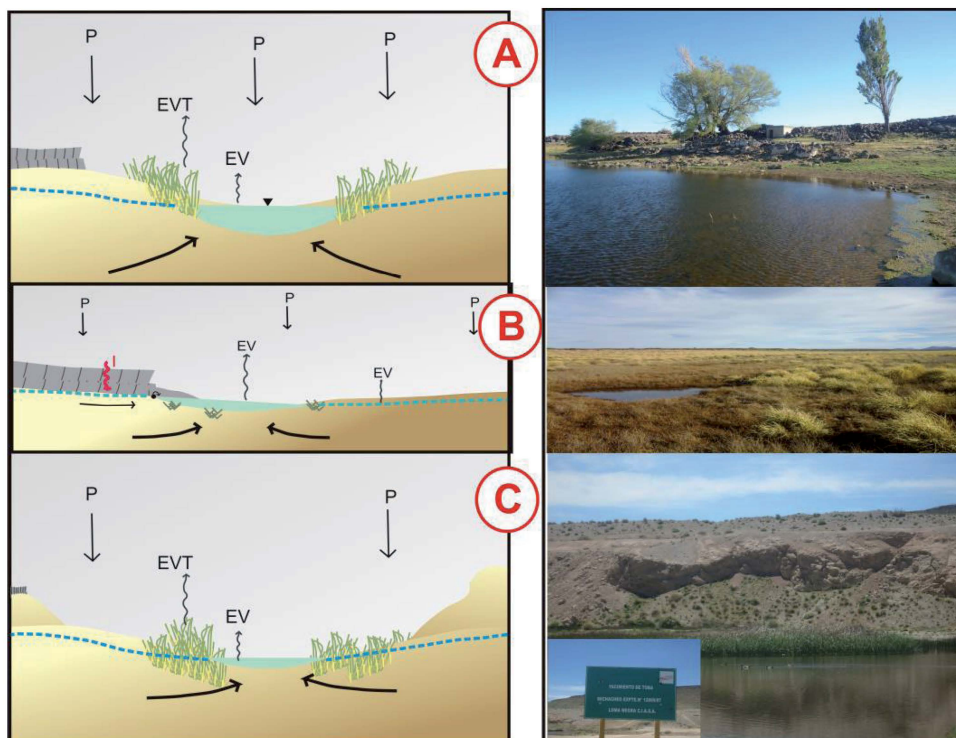


Figura 2. Ejemplo de Humedales. Clasificación genético-funcional y modelos hidromórficos asociados al acuífero de Zapala

Los humedales del área fueron mapeados y representados en el mapa hidrológico del área de Zapala (Figura 3). De acuerdo al inventario “Humedales de Argentina”, publicado en febrero de 2018, los humedales de Zapala, se podrían incluir dentro de la Región 10:

Humedales de la Patagonia, Subregión 10a: Lagos, cursos de agua y mallines de los Andes patagónicos.

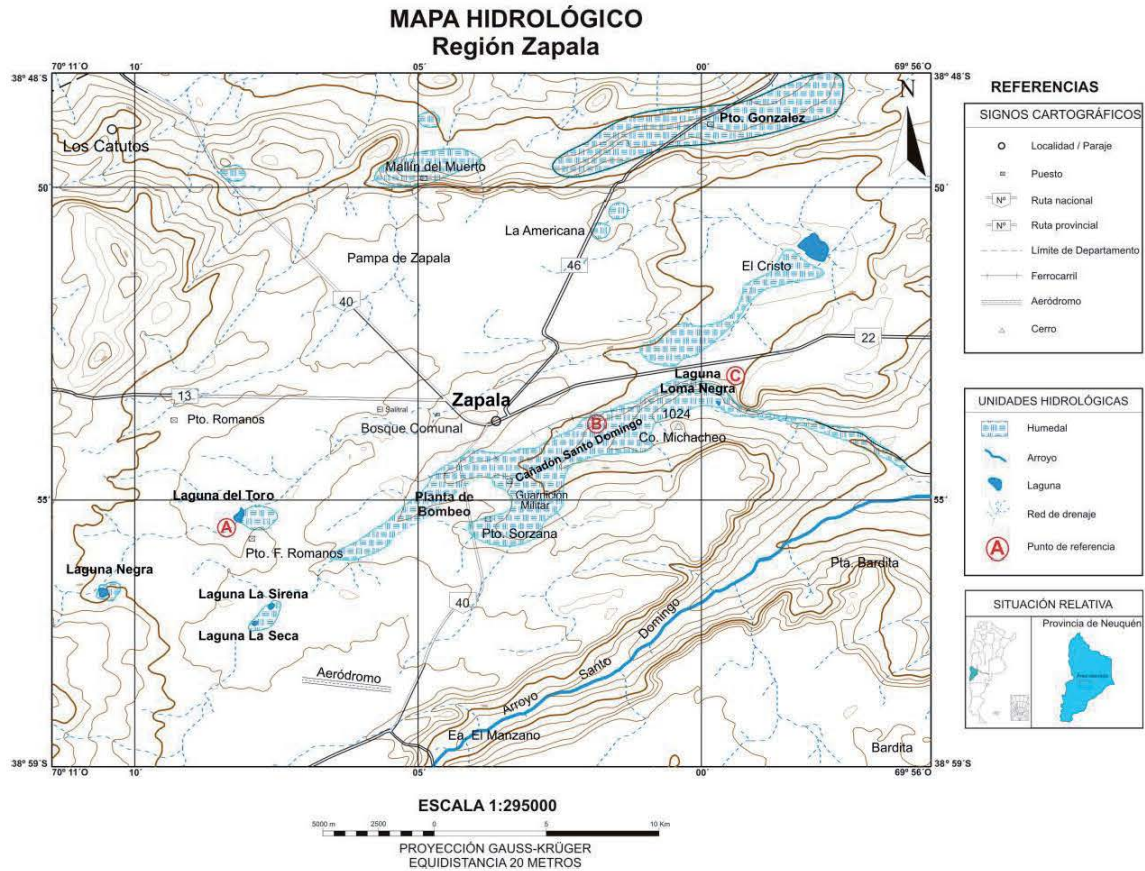


Figura 3. Mapa hidrológico del área de Zapala

BENEFICIOS QUE LOS HABITANTES DE ZAPALA ADQUIEREN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de un humedal, como los suelos, el agua, las plantas y los animales, hacen posible que desempeñe muchas funciones vitales, como por ejemplo: almacenamiento de agua, control de la erosión, recarga y descarga de acuíferos, depuración de aguas, retención de nutrientes, retención de sedimentos, retención de contaminantes, estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente lluvia y temperatura. (PHI, VIII Fase, 2012)

Representan beneficios económicos enormes, como por ejemplo: abastecimiento de agua en cantidad y calidad y beneficios en la agricultura producto de la retención de nutrientes en las llanuras aluviales, incluidas hierbas medicinales, además de las posibilidades de esparcimiento, recreación y turismo que ofrecen estos sectores naturales.

Los humedales poseen atributos especiales como parte del patrimonio cultural de la humanidad – están asociados a creencias religiosas y cosmológicas y a valores espirituales, constituyen una fuente de inspiración estética y artística, aportan información arqueológica sobre el pasado remoto, sirven de refugios de vida silvestre y de base a importantes tradiciones sociales, económicas y culturales locales. En el contexto de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), publicada en 2005, se describe a los ecosistemas como el complejo de comunidades vivas (incluidas las comunidades humanas) y del medio ambiente no vivo (Componentes de los Ecosistemas) que interactúan (a través de Procesos Ecológicos) como una unidad funcional que proporciona, entre otras cosas, una variedad de beneficios a los seres humanos (Servicios de los Ecosistemas).

Utilizando el criterio de evaluación, empleado por Manzano Arellano, M y Lambán Jiménez, L.J, 2012, para los ecosistemas de España, se elaboró el siguiente cuadro, donde se resumen los beneficios que obtienen los habitantes zapalinos de las aguas subterráneas. Los mismos se agrupan en tres tipos: servicios de abastecimiento, servicios de regulación y servicios culturales (Tabla 2)

Tabla 2. Evaluación de los servicios de las aguas subterráneas en Zapala.

Tipo de servicio	Servicio	
Abastecimiento	Alimentos	Agricultura – ganadería
		Recolección de plantas y frutos silvestres
	Agua de buena calidad	Agua para todo uso
	Materia prima de origen mineral	Minería de materiales industriales (cal y cemento, entre otros).
Regulación	Regulación del clima local y regional	Mantenimiento de vegetación
	Regulación hídrica	Aumento de la disponibilidad
		Mejora de la calidad
	Regulación morfosedimentaria	
	Formación y fertilidad del suelo	
Regulación de las perturbaciones naturales		
Culturales	Conocimiento científico	
	Conocimiento ecológico local	
	Identidad cultural y sentido de pertenencia	
	Disfrute espiritual y religioso	
	Paisaje – servicio estético	
	Actividades recreativas y ecoturismo	
	Educación ambiental	

IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS QUE ABASTECEN A LA POBLACIÓN DE ZAPALA

La toma de decisiones para el manejo sustentable de los acuíferos, ecosistemas complejos, frágiles y valiosos en cuanto a los servicios ecosistémicos que proveen a la sociedad, requiere de una base de conocimiento que se encuentra en desarrollo.

A pesar de que la mayor parte de los procesos y mecanismos para la valoración de los recursos hídricos subterráneos son relativamente bien conocidos a nivel general, la obtención de una estimación confiable de la magnitud de la recarga natural presenta aún grandes dificultades. Ellas radican en la variabilidad espacial y temporal de las condiciones climatológicas y de los factores que determinan la ocurrencia, magnitud y calidad de la recarga a los acuíferos. Adaptar modelos a una hidrología continuamente cambiante, a la disponibilidad de datos y a las diferentes necesidades de los gestores de recursos hídricos nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de contar con la permanente actualización de dichos estudios.

La ciudad de Zapala se abastece de agua subterránea a partir de perforaciones ubicadas en diferentes sitios de la ciudad, mientras que hacia el oeste y en inmediaciones al ejido urbano se encuentra la mayor batería de pozos de abastecimiento, en la denominada “Planta de Bombeo”. Todas estas captaciones se encuentran en áreas definidas de “humedales”, bien conocidas en la zona como áreas de mallines o de cañadones.

El acuífero libre portador del recurso hídrico, funciona de forma regular y evidencia su comportamiento a través de la existencia o ausencia de dichos humedales, de acuerdo a ciclos húmedos o secos. El llenado o vaciado de estos humedales asociados al acuífero, pone de manifiesto la importancia de las precipitaciones (lluvia o nieve) y la rápida infiltración que no permite la transferencia de agua hacia la atmósfera por lo que un alto porcentaje de las escasas precipitaciones anuales (50% de las precipitaciones) se transforma en recarga rápidamente (Carrica et al., 1997). Evidencias de la existencia de un sistema acuífero acotado y de rápida respuesta.

La recarga del acuífero freático del sector se produce por agua lluvia y ocurre a lo largo de toda su superficie, principalmente en el sector oeste del área, donde la cobertura basáltica da lugar a la rápida infiltración, generando un área de recarga preferencial. La recarga media anual que recibe el acuífero equivale a los recursos hídricos subterráneos potenciales. Para considerar los recursos hídricos subterráneos reales debe descontarse la posible evaporación directa de la capa freática y el mantenimiento de caudales ecológicos de los humedales, entre otros.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio de los extremos hidrológicos debe considerar que los seres humanos forman parte del sistema hidrológico, ya sea como agentes de cambio o como beneficiarios de los servicios ecológicos. Si bien en la década pasada ha habido avances significativos en conjuntar modelos hidrológicos y biogeofísicos, estos avances permanecen inaccesibles para quienes toman las decisiones relativas al manejo de recursos, así como otros profesionales del sector hídrico. Dado que la mayor parte de las cuencas ya no son "naturales", ya que el ser humano vive e interactúa con el sistema hidrológico en continuo cambio, persiste la necesidad de llegar a un mejor entendimiento de la relación entre los seres humanos y el ecosistema (PHI, VIII Fase, 2012).

El aumento de la población y el creciente desarrollo de la economía son los principales generadores indirectos de la degradación y pérdida de humedales. En tanto, el desarrollo de infraestructura, la conversión de las tierras para diferentes usos, la extracción de agua, la contaminación, la sobreexplotación y la introducción de especies exóticas invasoras se encuentran entre los principales agentes directos de su deterioro (PHI, VIII fase).

La importancia de estos ambientes en las zonas áridas y semiáridas radica en que presentan una rica biodiversidad y su funcionamiento hidrológico es fundamental para la gestión del recurso hídrico que abastece a la población. Ya la palabra "Zapala", nombre derivado del vocablo mapuche "Chapadla", cuyo significado es Pantano Mortal ó Pantano Muerto, identifica desde su creación las características físicas del lugar.

A lo largo de los últimos años, en Argentina, se ha avanzado en el estudio y el conocimiento de muchos humedales, con diversos trabajos llevados adelante por especialistas de organismos de investigación y ONG dedicadas al tema. Paralelamente, se fue haciendo evidente la necesidad de avanzar en la elaboración de un Inventario Nacional de Humedales de Argentina, como una herramienta fundamental para establecer una política adecuada de conservación y uso racional de estos ecosistemas, que tenga en cuenta sus características particulares, las funciones ecosistémicas que desarrollan y los múltiples beneficios que brindan a la sociedad (servicios ecosistémicos).

El objetivo general del Inventario de Humedales de la Argentina es brindar una herramienta que permita evaluar el estado de situación de los humedales y su oferta de bienes y servicios como base fundamental para la conservación y planificación del uso de los mismos.

El acuífero libre de Zapala, representa un ecosistema en sí mismo, que brinda múltiples beneficios socioeconómicos, políticos y culturales a los habitantes de la ciudad, enumerados anteriormente.

El presente trabajo propone a los humedales vinculados al acuífero freático de Zapala, para que se incorporen en el Inventario Argentino de Humedales, y a partir de ello, lograr una mayor protección, con miras a la formulación de propuestas de protección. Considerando que el acuífero zapalino ya fue declarado por el municipio de Zapala "Área Protegida", no resulta ambiciosa la propuesta de llevar a instancias superiores, provinciales o nacionales, el rango de su protección.

REFERENCIAS

- Bastianelli, N., Garrido, A., Albouy, R., Carrica, J.,** 2016. El recurso hídrico subterráneo de la ciudad de Zapala, Neuquén: ambiente geológico de la Formación la Bardita. Congreso Hidrogeológico Argentino. Hidrogeología Regional. Catamarca, Argentina.
- Benzaquen, L., Blanco, D., Bo, R., Kandus, P., Lingua, G., Minotti, P. y Quintana, R.,** 2018. Regiones de Humedales de Argentina, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín, Universidad de Buenos Aires.
- Carrica, J., Delpino y G. Bonorino,** 1997. Aspectos hidrogeológicos de los alrededores de la ciudad de Zapala, provincia del Neuquén. I Congreso Nacional de Hidrogeología. Actas: 165-182. Bahía Blanca.
- Cowardin, L.M., Carter V., Golet, F.C., and LaRoe, E.T.,** 1979. Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. FWS/OBS-79/31, 131p.
- Delpino, D., Giusiano, A. y Deza M.,** 1995. Mapa geológico del Departamento Zapala (escala 1:200.000). Dirección Provincial de Minería. Zapala.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM),** 2005.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España,** 2012.
- Giusiano, A. y Deza, M.,** 1997. Geología y recursos minerales del Departamento Zapala, provincia del Neuquén, República Argentina. Boletín de la Dirección Provincial de Minería, 2:1-50. Zapala.
- Lamban, L.J., Heredia, J. y Valverde, M.,** 2009. El papel de las aguas subterráneas e el funcionamiento de los humedales. Asociación Internacional de Hidrogeólogos – Grupo Español.
- Manzano Arellano, M. y Lambán Jiménez, L.J.** 2012. Una aproximación a la evaluación de los servicios de las aguas subterráneas al ser humano en España. **Ambienta 98:32-41.**
- Plan Andaluz de Humedales,** 2002. Consejería de Medio Ambiente. España.
- Programa Hidrológico Internacional (PHI) OCTAVA FASE,** 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) "Seguridad hídrica: respuestas a los desafíos locales, regionales, y mundiales" plan estratégico. PHI-VIII 2014-2021.