

# DESCARGA DE AGUA SUBTERRÁNEA Y PROCESOS DE SALINIZACIÓN EN CURSOS FLUVIALES DEL LITORAL PATAGÓNICO

Carol E.<sup>1</sup>, Alvarez M.P.<sup>2</sup>, Torres A.<sup>3</sup>, Acosta R.<sup>1</sup>, Borzi G.<sup>1</sup>, Bosco T.<sup>2</sup>, Vigiani L.<sup>1</sup>, Kürten G.<sup>1</sup>

1. Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), La Plata, Argentina

2. Instituto Patagónico para el Estudio de los Ecosistemas Continentales (IPEEC CCT-CONICET CENPAT), Puerto Madryn, Argentina

3. Centro para el Estudio de Sistemas Marinos (CESIMAR CCT-CONICET CENPAT), Puerto Madryn, Argentina

eleocarol@fcnym.unlp.edu.ar

## Introducción

La disponibilidad de agua en cantidad y calidad en las regiones áridas y semiáridas es un factor limitante para el desarrollo humano. La dominancia de la evapotranspiración por sobre la precipitación limita la cantidad de recursos hídricos disponibles, los cuales, no sólo son escasos sino también tienden a tener serios problemas de calidad asociados a procesos de salinización (Vengosh, 2003, Colombani et al., 2016).

El litoral de la Patagonia argentina entre Camarones y Punta Tafor (Fig. 1), constituye una zona árida con cursos fluviales de tipo efímero e intermitentes, que drenan los excedentes hídricos en los eventos de precipitaciones y reciben a su vez, por sectores, la descarga de agua subterránea. Estos sitios de descarga de agua subterránea y cursos superficiales son frecuentemente utilizados para el abastecimiento del ganado, siendo la cría de ovinos la principal actividad productiva del área. El objetivo del trabajo fue caracterizar hidroquímicamente los aportes provenientes de descarga subterránea en estos cursos e identificar los procesos de salinización asociados.

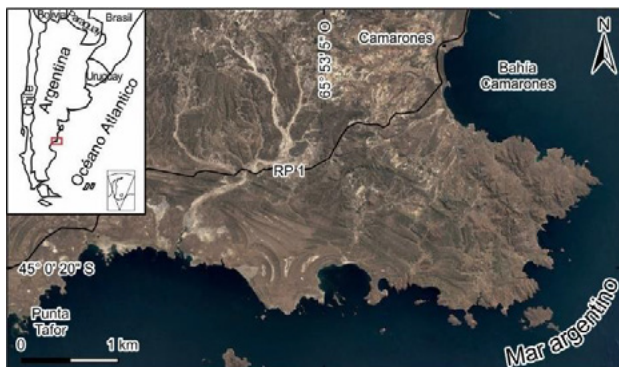


Figura 1.- Ubicación del área de estudio.

## Metodología

Las características geológicas, geomorfológicas y geohidrológicas del área de estudio se analizaron a partir de información previa, análisis de modelos de elevación digital e imágenes satelitales y estudios en campo. Se definió una red de monitoreo la cual incluye sitios de medición y muestreo de agua superficial asociados a puntos de descargas de agua subterránea. *In situ* se midió la conductividad eléctrica (CE), pH y radón (<sup>222</sup>Rn) y se extrajeron muestras de agua para la determinación en laboratorio de la concentración de iones mayoritarios e isótopos estables de la molécula de agua ( $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$ ). Para cuantificar la actividad de <sup>222</sup>Rn se utilizó un detector portátil RAD-7 y su accesorio RAD H<sub>2</sub>O el cual permite medir el radón disuelto en agua en a partir de la desgasificación de las muestras y sucesivos ciclos de conteo. Los iones mayoritarios se determinaron por métodos estandarizados (APHA, 1998) y los isótopos  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$  se midieron mediante espectroscopía de masas (espectrómetro de

masas de flujo continuo Thermo Finnigan MAT Delta Plus XL). Asimismo, se tomaron muestras de sales precipitadas en el cauce y en las barrancas de los cursos en las que se determinó la mineralogía por difracción de rayos X.

## Resultados

Los relevamientos de campo evidenciaron que la descarga de agua subterránea ocurre a partir de fracturas o zonas de diaclasas en los sectores de afloramientos rocosos ígneos (Fig. 2 a y b), mientras que, en los sectores donde domina el material sedimentario ésta es de tipo difusa y tiende a reconocerse como un área extensa en los márgenes de los cursos fluviales (Fig. 2 c y d).



Figura 2.- Fotografías mostrando (a) descarga de agua subterránea en afloramientos rocosos ígneos a partir de fracturas y diaclasas; (b) detalle de descarga de agua subterránea en fracturas; (c) cursos que reciben la descarga de agua subterránea en forma difusa desde depósitos sedimentario adyacentes; (d) detalle del área de descarga de agua subterránea en la margen del curso fluvial.

El agua de la región presentó características salobres, levemente ácidas a alcalinas con valores de CE que variaron entre 2,4 y 25,4 mS/cm y de pH entre 6,1 y 9, 8. En base al porcentaje de iones mayoritarios las facies dominantes son cloruradas sódicas con tendencia a sulfatadas sódicas (Fig. 3). Las mediciones de <sup>222</sup>Rn en el agua superficial variaron entre  $10 \pm 3$  y  $822 \pm 38$  pCi/L, evidenciando aportes de agua provenientes desde las descargas subterráneas. Respecto a esto es notorio que los valores más bajos tienden a registrarse en los sitios de descargas que ocurren en fracturas y zonas de cizallas de cuerpos ígneos, mientras que, los

más altos en sitios de descargas subterráneas difusas que ocurren en depósitos sedimentarios.

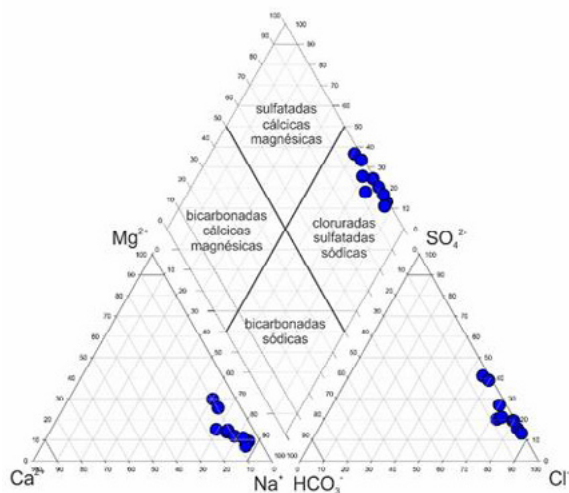


Figura 3.- diagrama de Piper para la clasificación de facies hidroquímicas.

En relación a los valores de isótopos estables de la molécula de agua, los mismos varían entre -33,0 y -52,0 ‰ para  $\delta^2\text{H}$  y entre -5,5 y -2,5 ‰ para  $\delta^{18}\text{O}$ . Además, se observaron valores de excesos de deuterio indicativos de evaporación. Por otro lado, los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  tienden a no presentar grandes variaciones con el aumento en el contenido salino, característica que indicaría procesos de disolución de sales solubles. Estos últimos se asocian a la evaporación total del agua de descarga que ocurre en las laderas y cauces de los cursos, que da lugar, a la precipitación de minerales de thenardita, yeso y halita (Fig. 4), los cuales, se disuelven en los eventos de lluvia aportando iones en solución en el agua superficial.

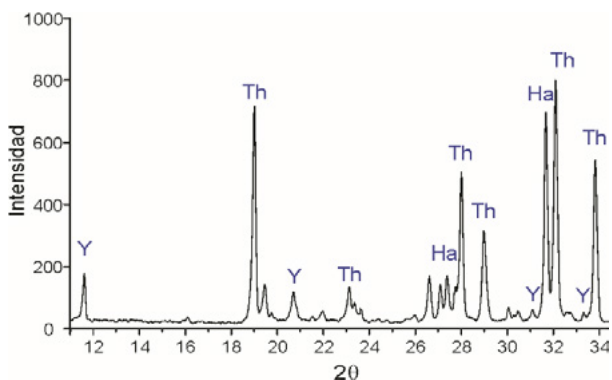


Figura 4.- Difractograma obtenido mediante difracción de rayos x en las muestras de costras salinas. Y: yeso, Th: thenardita, Ha: halita.

## Conclusiones

Se concluye que la descarga de agua subterránea constituye un sustento de importancia a los cursos fluviales que abastecen a las áreas rurales del litoral de Chubut. Gracias a la existencia de estos sitios de descarga de agua subterránea los cursos efímeros presentan bolsones de agua que abastecen al ganado ovino. No obstante, procesos asociados a la evapotranspiración parcial o total del agua de descarga y a la disolución de sales solubles de thenardita, yeso y halita, son los responsables de ocasionar la salinización del agua, otorgándole principalmente características

de tipo salobre.

Los resultados obtenidos si bien son preliminares aportan datos de relevancia para comprender los procesos hidrodinámicos y geoquímicos que condicionan al recurso hídrico en una región árida de la Patagonia argentina.

**Agradecimientos:** Este trabajo se desarrolla en el marco de los proyectos PICT2019-2421 y Pampa Azul A10.

## Referencias

APHA (American Public Health Association) (1998). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, DC.

Colombani, N., Osti, A., Volta, G., and Mastroicco, M. (2016). Impact of climate change on salinization of coastal water resources. Water resources management, 30, 2483-2496.

Vengosh, A. (2003). Salinization and saline environments. Treatise on geochemistry, 9, 612.