



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

S6_007

Geoquímica de las Aguas de la Cuenca de la Quebrada Paipote, Región de Atacama. Resultados Preliminares.

Lorca, M.E.^{1,2}, Troncoso, R.¹, Espinoza, C.¹, Castro, R.¹, Pérez, Y.¹

(1) Servicio Nacional de Geología y Minería, Santa María 0104, Santiago, Chile.

(2) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile.

melorca@gmail.com

Introducción

La quebrada Paipote, en su confluencia con el río Copiapó, constituye el límite entre el curso alto y bajo de este. Si bien la hidrogeología del valle del río Copiapó ha sido extensamente estudiada [1, 2], no existen estudios, de carácter público, respecto del sistema hidrogeológico e hidroquímico de la cuenca de la quebrada Paipote. Es por esto que se está estudiando este sector con el objetivo de evaluar los recursos hídricos de la cuenca, conocer sus fuentes de recarga, características físico-químicas, estado de explotación y aporte al acuífero del río Copiapó. En este trabajo se presenta de manera preliminar los avances realizados en la geoquímica de los elementos mayores de las aguas de la cuenca de la quebrada Paipote.

La cuenca de la quebrada Paipote abarca aproximadamente 6.700 km², siendo la de mayor superficie en la cuenca del río Copiapó. El clima de la región es árido y se caracteriza por no presentar precipitaciones en gran parte del año, e incluso años con ausencia total de precipitaciones. Si bien la quebrada Paipote no aporta permanentemente agua superficial al sistema del río Copiapó, el modelo matemático del valle del río Copiapó, realizado por la Dirección General de Aguas, considera un aporte cercano a los 250 l/s de agua subterránea [1].

El área presenta cursos intermitentes de agua superficial, los principales son las quebradas Paipote y San Andrés. En el lecho de las quebradas se ubican depósitos cuaternarios no consolidados aptos para albergar agua subterránea. Además, en el sector del Llano de Varas, se aloja un acuífero en el relleno de depósitos no consolidados del Mioceno y Cuaternario. En sectores de las quebradas se presentan afloramientos de aguas



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



fcfm

Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

subterráneas en vertientes y en la quebrada San Andrés y el Llano de Varas hay pozos profundos de captación de aguas subterránea.

Metodología

El muestreo de las aguas se realizó durante tres campañas de terreno realizadas en agosto y octubre de 2008 y enero de 2009. Se tomaron muestras sin filtrar, para análisis de elementos mayores e isótopos de hidrógeno y oxígeno, y muestras filtradas (con filtros de 0,45 μm) y acidificadas con HNO_3 , para análisis de elementos traza. Se midieron los parámetros: pH, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto *in situ* con laboratorio portátil WTW. Los análisis químicos se han realizado en el laboratorio de SERNAGEOMIN. La determinación de concentración de: cationes mayores se realizó por AAS, de aniones por cromatografía iónica y la de elementos traza por ICP-MS. En total se tomaron muestras de 25 puntos de la cuenca: 12 pozos profundos, una noria y 12 de vertientes que originan vegas. Los datos fueron analizados en los programas AquaChem 5.1 y PHREEQC [3].

Resultados y Conclusiones Preliminares

En el diagrama de Piper (Figura 1), las concentraciones de aniones muestran una tendencia desde aguas de tipo bicarbonatadas-sulfatadas, en los sectores altos de la cuenca, que varían a sulfatadas, en el resto de la cuenca. Las aguas de tipo bicarbonatadas-sulfatadas presentan baja conductividad eléctrica y por encontrarse cercanas a áreas de recarga, son características de aguas poco evolucionadas. Por las concentraciones relativas de cationes, en cambio, pueden ser agrupadas por sectores: las aguas de la quebrada San Andrés son cálcicas, las de la quebrada Paipote y del Llano de Varas son sódico-cálcicas, diferenciándose las del Llano de Varas, que presentan baja concentración de magnesio. De esta forma la variación de las concentraciones de cationes se ve más influenciada por los cambios litológicos de cada sector, mientras que las concentraciones de aniones tienen características similares en toda la cuenca.

Al graficar la concentración de SO_4 vs. Ca (Figura 2) las muestras presentan un enriquecimiento en sulfato con respecto al calcio, por lo que el origen del azufre debe ser tanto de evaporitas como de los sulfuros contenidos en las rocas ígneas del sector [4]. Si bien las aguas son de tipo sulfatadas, el resultado de la especiación realizado en PHREEQC muestra que todas están subsaturadas con respecto a anhidrita y yeso, por lo que se espera que el contenido de azufre aumente a lo largo de la línea de flujo.

La mayoría de las muestras bicarbonatadas-sulfatadas se encuentran saturadas con respecto a la calcita, es esperable que el contenido de carbonatos y bicarbonatos, en estas aguas poco evolucionadas, provenga de la interacción con CO_2 atmosférico [4]. Además,



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



fcfm

Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

la concentración de carbonato y bicarbonato es levemente menor en las aguas que se encuentran más evolucionadas, por lo que se asume que ha ocurrido precipitación de carbonatos a lo largo de la línea de flujo.

Para corroborar las hipótesis anteriores y explicar otros cambios en la química de las aguas a lo largo de la línea de flujo, se realizará modelamiento inverso en PHREEQC. Además, se interpretarán las concentraciones de los elementos traza y las variaciones de concentraciones de iones disueltos según la geología de la cuenca.

Agradecimientos

Este trabajo es parte de la tesis de magíster en ciencias, mención geología de la Universidad de Chile de M. Eliana Lorca y se encuentra en el marco del proyecto: “Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Copiapó, con Énfasis en la Cuantificación, Dinámica y Calidad Química de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos”, que es financiado por CORFO INNOVA y que se encuentra en curso y ejecutado por la sección de hidrogeología de SERNAGEOMIN. La publicación de este trabajo ha sido autorizada y patrocinada por la Subdirección Nacional de Geología.

Referencias

- [1] Dirección General de Aguas (DGA) (2003) Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Valle del Río Copiapó. 225p.
- [2] Castro, R., Troncoso, R., Espinoza, C., Pérez, Y., Lorca, M.E., Feuker, P. (2009). Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca del Río Copiapó, con Énfasis en la Cuantificación, Dinámica y Calidad Química de los Recursos Hídricos Superficiales y Subterráneos. *Este congreso*.
- [3] Parkhurst D.L. y Appelo C.A.J. (2000). User's guide to PHREEQC (version 2). *U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 99-4259*, 312 p.
- [4] Hem, J.D. (1985) Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254*.

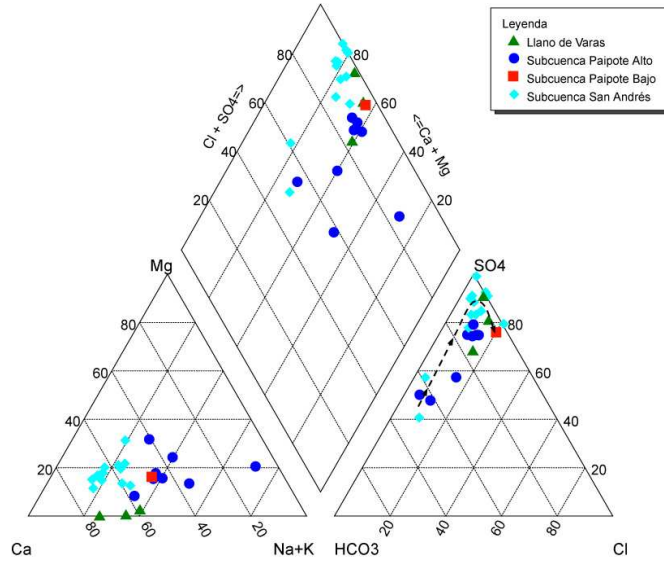


Figura 1: Diagrama de Piper de las aguas de la cuenca de la quebrada Paipote.

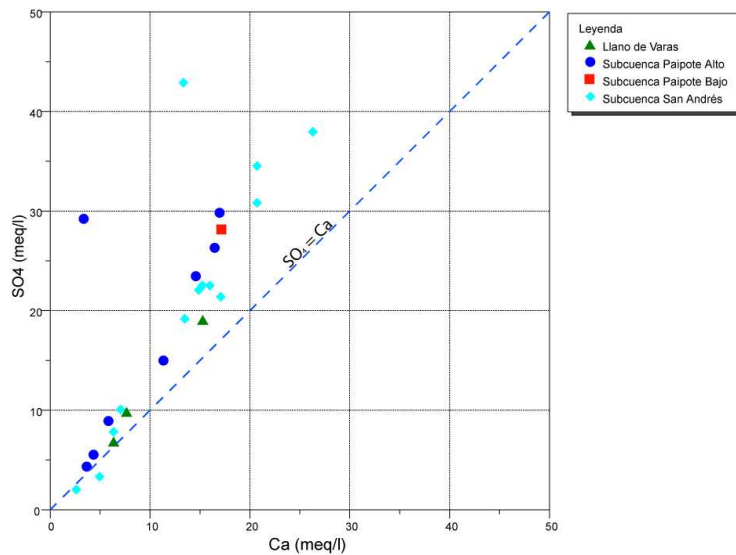


Figura 2: Diagrama de dispersión: SO_4 vs. Ca de las aguas de la cuenca de la quebrada Paipote.