



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



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

S6_002

Evaluación hidrogeológica de la cuenca del río Copiapó, con énfasis en la cuantificación, dinámica y calidad química de los recursos hídricos superficiales y subterráneos

Castro, R.¹, Troncoso, R.¹, Espinoza, C.¹, Perez, Y¹., Lorca, M.E.¹, Feuker, P¹.

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

[*rcastro@sernageomin.cl*](mailto:rcastro@sernageomin.cl)

Introducción

La cuenca del río Copiapó se ubica en la región de Atacama (Fig. N° 1). En esta zona se conjugan dos características que definen la situación de los recursos hídricos y sus usos. Por una parte, las condiciones de semi a extrema aridez limitan de modo significativo la disponibilidad de recursos hídricos y, por otra, la actividad minera y agrícola provoca un aumento en la explotación de los acuíferos, poniendo en duda la sustentabilidad de esta dinámica de aprovechamiento de los recursos hídricos [1]. Este escenario hizo imprescindible la ejecución de este estudio, que tiene como objetivo contribuir al conocimiento del recurso hídrico de la cuenca del río Copiapó y sus afluentes, realizando una evaluación de los recursos disponibles en los sistemas acuíferos, la definición y actualización de la cuantificación de sus fuentes de recarga y la comprensión del funcionamiento general del sistema de flujo de aguas subterráneas y su interacción con las aguas superficiales.

Información Previa y Trabajos Realizados

La geología de la cuenca del río Copiapó se compone tanto de depósitos no consolidados y semi-consolidados del Mioceno al Holoceno, como de rocas del Carbonífero al Paleógeno. Los depósitos no consolidados a semi-consolidados, que constituyen el relleno sedimentario del valle del río Copiapó y de sus afluentes principales, son de origen principalmente eólico, aluvial, fluvial, aluvial y fluvial, coluvial y de remoción en masa. Las unidades rocosas conforman los rasgos litológicos de los cerros y del basamento del valle del río Copiapó, y constan de rocas sedimentarias, intrusivas, volcánicas y metamórficas. La compilación geológica incluye los mapas a escala 1:100.000 de las hojas Copiapó [2], Los Loros [3], Salar de Maricunga [4], Caldera [5], Carrera Pinto [6], La Guardia [7], Laguna del Negro Francisco [8], Inca de Oro [9], y Nevado Jotabeche [10], que abarcan el área oeste, central y este de la cuenca, y la compilación a escala 1:250.000 de la hoja El Tránsito [11], que abarca el área sur de la



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

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

cuenca, con la cual se definieron las hojas: Yervas Buenas-Tres Morros, Iglesia Colorada-Cerro del Potro, Los Morteros-Conay y Cerros de Cantaritos-Laguna Chica, a escala 1:100.000.

La geología de la cuenca del río Copiapó permite diferenciar, de acuerdo a su importancia hidrogeológica, acuíferos de alta a baja importancia [1]. Los de alta importancia hidrogeológica se desarrollan en depósitos no consolidados y corresponden a acuíferos libres a semiconfinados en depósitos fluviales ubicados en el valle del río Copiapó y en las confluencias de éste con los cursos fluviales secundarios, conformados por secuencias continuas y extensas de ripios, gravas, gravas arenosas y arenas. Los de mediana a baja importancia hidrogeológica en depósitos no consolidados corresponden acuíferos libres a semiconfinados en depósitos aluviales-fluviales y aluviales, que rellenan el fondo de extensas quebradas tributarias al cauce principal del río Copiapó, compuestos de gravas, arenosas y arenas, con frecuentes niveles lenticulares que fluctúan desde bloques hasta arcillas, en una matriz de limo y arena. Los de baja importancia hidrogeológica en depósitos no consolidados a semiconsolidados, corresponden acuíferos libres a semiconfinados en depósitos eólicos, coluviales, flujos de barro y detritos, aluviales antiguos, aluviales y fluviales antiguos, compuestos de gravas, arenas y bloques en una escasa matriz de grava fina, arena y/o limo, con cemento de arcilla y carbonato de calcio, de extensión reducida, espesor variable y expuestos principalmente en los flancos del valle en Elisa de Bordos, Nantoco, San Antonio y Tierra Amarilla. Acuíferos de media a baja importancia hidrogeológica en roca fisurada constituyen unidades hidrogeológicas en rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, del Paleógeno al Carbonífero (formaciones La Ternera, Lautaro, Punta del Cobre, Pabellón, Totalillo, Bandurrias, Cerrillos, entre otros), expuestos ampliamente en la cuenca.

Para conocer el estado actual de las aguas subterráneas, se han revisado los expedientes de solicitudes de derechos de agua, en las oficinas de la Dirección General de Aguas de Santiago y Copiapó, y catastros de pozos de estudios anteriores. Además, de los expedientes revisados, se han recopilado los antecedentes técnicos, tales como descripciones estratigráficas y pruebas de bombeo, para analizar e interpretar en los programas HydroGeo Analyst y Aquifer Test.

Con el objetivo de levantar nueva información hidrogeológica y actualizar el catastro de captaciones, hasta mayo de 2009 se han efectuado 7 campañas de terreno. Durante estas campañas los trabajos realizados corresponden a la ubicación de pozos, norias y vertientes, observación de las características, estado y condiciones de uso de la captación, georeferenciación con GPS, medición de niveles estáticos y/o dinámicos, medición de parámetros físico-químicos de las aguas (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, alcalinidad, PO_4^{-2} , NH_4^+), muestreo para análisis químico de iones mayoritarios, elementos traza e isótopos de $^{18}\text{O}/^2\text{H}$. Durante estas campañas se instalaron 12 muestreadores de agua de lluvia, distribuidos en la cuenca y a diferentes alturas, desde los cuales se han recuperado muestras en invierno de 2008 y verano 2009, con el fin de realizar análisis de isótopos de $^{18}\text{O}/^2\text{H}$. Se definieron y muestrearon 43 estaciones de agua



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

superficial, con el propósito de establecer una red de monitoreo de calidad de aguas. Se evaluaron pozos para la instalación de sensores de nivel para el monitoreo continuo del nivel de agua subterránea y se instaló un sensor piloto en un pozo construido en el acuífero principal (depósitos fluviales), cercano a la ciudad de Copiapó. Además, se realizó una campaña de mediciones con GPS diferencial para determinar con precisión coordenadas y cotas de pozos seleccionados que cuentan con mediciones de nivel.

Resultados Preliminares y Discusión

Los trabajos realizados han incrementado el conocimiento geológico e hidrogeológico de la cuenca y en base a esto se han podido definir zonas y unidades geológicas donde se deben realizar estudios de detalle y/o geofísicos.

Se generó un catastro de pozos, sobre la base de la información recopilada de captaciones y catastros de pozos disponibles, con un total de 504. En este catastro se incluye información de: propietario, ubicación, coordenadas UTM, nivel estático y/o dinámico, caudal de explotación, situación legal, disponibilidad o no de descripción estratigráfica y pruebas de bombeo, entre otros. Además, se ha trabajado en establecer la correspondencia entre las captaciones visitadas en terreno y las del catastro elaborado.

Se han visitado más de 400 pozos y norias, de los cuales, se han recolectado 159 muestras de agua subterránea y 75 muestras de agua superficial para análisis químico en el laboratorio de SERNAGEOMIN; y con un total de 146 muestras de agua (pozos, norias, vertientes, lluvia y agua superficial) para análisis de isótopos ($^{18}\text{O}/^2\text{H}$), que serán analizadas en la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

Por otra parte, por tratarse de un tema de interés público, durante el desarrollo del estudio se considera fundamental la retroalimentación de la comunidad de usuarios del agua la cuenca, que se logrará a través de la presentación periódica de los avances ante la Mesa del Agua de la Región de Atacama, mediante reuniones de trabajo con las entidades asociadas y actividades de difusión destinadas a la comunidad en general.

Agradecimientos

El 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”, es financiado por CORFO INNOVA y se encuentra en curso y ejecutado por SERNAGEOMIN. La publicación de este trabajo ha sido autorizada y patrocinada por la Subdirección Nacional de Geología.

Referencias

- [1] Aguirre, I.; Hauser, A.; Schwerdtfeger, B. (1999) Estudio Hidrogeológico del Valle del Río Copiapó, segmento Embalse Lautaro – Piedra Colgada, Región de Atacama. *Servicio Nacional de Geología y Minería*, Informe Registrado IR-99-17, 186 p., 2 mapas escala 1:50.000. Santiago.
- [2] Arévalo, C. (1995) Mapa Geológico de la Hoja Copiapó. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documentos de Trabajo N°8, escala 1:100.000. Santiago.



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

- [3] Arévalo, C. (1994) Mapa Geológico de la Hoja Los Loros. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documentos de Trabajo N°6, escala 1:100.000. Santiago.
- [4] Cornejo, P.; Mpodozis, C.; Tomlinson, J. (1998) Hoja Salar de Maricunga. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documento de Trabajo N° 7, escala 1:100.000: 1 mapa pleg. Santiago.
- [5] Godoy, E.; Marquardt, C.; Blanco, N. (2003) Carta Caldera, Región de Atacama. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 76, 39 p. 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- [6] Iriarte, S.; Arévalo, C.; Mpodozis, C.; Rivera, O. (1996) Mapa geológico de la hoja Carrera Pinto, región de Atacama. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Escala 1:100.000.: 1 mapa pleg. (Mapas Geológicos, N°.3). Santiago
- [7] Iriarte, S.; Arévalo, C.; Mpodozis, C. (1999) Mapa geológico de la Hoja La Guardia. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documentos de Trabajo N°13, escala. 1:100.000. Santiago.
- [8] Iriarte, S.; Mpodozis, C.; Gardeweg, M. (1995) Mapa geológico de la Hoja Laguna del Negro Francisco. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documento en edición.
- [9] Matthews, S.; Cornejo P.; Riquelme, R. (2006) Mapa geológico Inca de Oro. *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Documentos de Trabajo N°102, Escala 1:100.000: 79 p: 1 mapa pleg. col. Santiago.
- [10] Mpodozis, C. (1995) Evolución magmática terciaria de la región de transición entre CVZ y la zona de subducción subhorizontal de los Andes chilenos: Informe final. Santiago: 2v.: 4h. pleg. 3 mapas. *Proyecto Fondecyt 149/92*.
- [11] Cancino, G. (2007) Metodología SIG aplicada para la elaboración de cartografía Geológica. Aplicación en la hoja IGM El Tránsito. Cordillera de Vallenar, Región de Atacama. Memoria de Título (Inédito). *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Instituto de Geografía*, 151 p. Valparaíso, Chile.

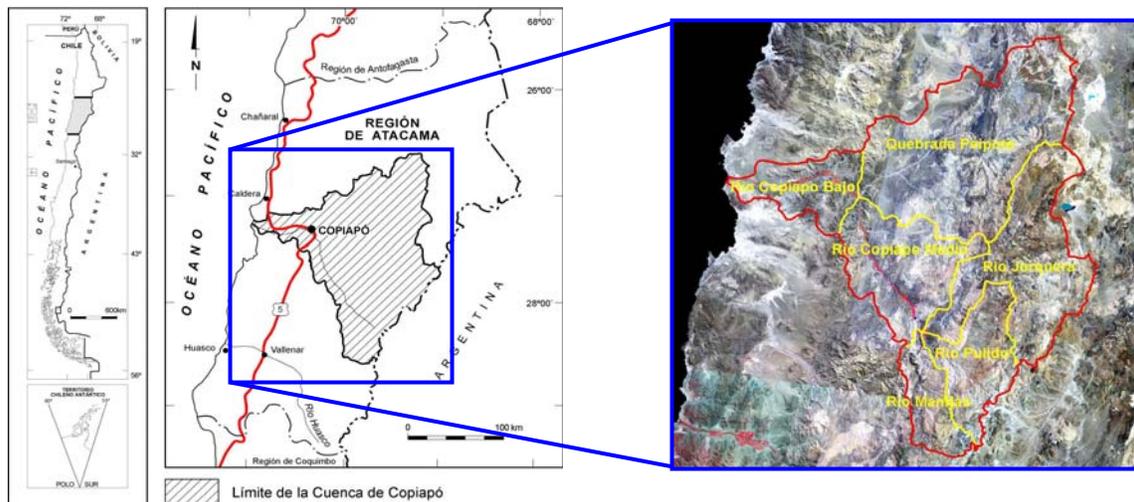


FIG. 1 Ubicación de la cuenca y subcuencas del río Copiapó.