

ESTUDIO DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO DEL ALTIPLANO SUR (ÁREA “BORATERAS” LOTE CHALLAPALCA, DEPARTAMENTO DE TACNA) (PROYECTO: PER 08/012)

Valencia J.⁽¹⁾ jvalencia@ipen.gob.pe, Palza G.⁽²⁾

(1) Dirección de Aplicaciones – IPEN / Lima, Perú

(2) Proyecto Especial Tacna

1. RESUMEN

La cuenca del río Maure en su parte alto andina se ve afectada en cuanto a su calidad de agua debido a manantiales de aguas termales (recurso que el Proyecto Especial Tacna suministra para el consumo de la ciudad de Tacna), en el área denominada “Borateras”, que contaminan elementos como el boro y arsénico. Una de las soluciones planteadas a fin de ayudar a disminuir esta contaminación consiste en la explotación geotérmica de las aguas termales con lo que se lograría bajar la presión de los manantiales y con ello disminuir los altos valores de boro y arsénico reportados por los análisis en la zona de descarga. En el área de estudio se han realizado estudios de geovulcanología, geofísica e instalado 30 puntos de monitoreo y muestreo a fin de evaluar las características geotérmicas de los manantiales y la posible existencia de un reservorio geotérmico. Los resultados geoquímicos e isotópicos han diferenciado y caracterizado las condiciones de recarga del sistema, constituidos principalmente por agua de la laguna Vilacota y aguas de infiltración reciente de lluvia y río. Finalmente, se han aplicado geotermómetros químicos para calcular la temperatura, habiéndose obtenido 210 °C en el interior del reservorio.

2. CONTENIDO

Mediante la Cooperación Técnica del OIEA, el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y el Proyecto Especial Tacna (PET) se ha ejecutado el Proyecto PER/08/012 “Estudio del Potencial Geotérmico del Altiplano Sur” donde los primeros estudios hidrogeoquímicos indican altos valores de los elementos B y As en el curso superior del río Maure, cuyas evaluaciones han sido abordadas por el

presente proyecto a fin de ayudar a mitigar la contaminación debido a la presencia de estos elementos. En esta región existe vulcanismo relativamente reciente, y localmente está representado por la “Cordillera del Barroso”, zona donde los estudios preliminares por recursos geotérmicos han indicado la favorabilidad del Lote Challapalca para la existencia de reservorios geotérmicos en la que se encuentra el área “Borateras”; zona de ejecución del presente proyecto. Como solución viable a la contaminación de B y As, mediante el aprovechamiento de la energía geotérmica con fines de generación eléctrica; la explotación de este tipo de energía mediante pozos de explotación geotérmica permitiría disminuir la presión en el reservorio y con ello bajar el flujo de los manantiales y así atenuar la contaminación de boro y arsénico.

Para el presente estudio se ha dispuesto de información extraída de campo en base a puntos de muestreo, monitoreo y control geotérmico, y la estimación de los parámetros de las manifestaciones geotérmicas, así como de la información geológica, geoquímica e isotópica; esta última ha permitido identificar el origen de la recarga del posible sistema geotérmico. Para la obtención de los resultados geoquímicos, se han aplicado geotermómetros para calcular la temperatura en las profundidades del reservorio, de acuerdo al sistema geotérmico de “Borateras” que se postula y pronostica la temperatura en la profundidad.

Entre los resultados que se obtuvieron se tiene que la temperatura de las manifestaciones geotérmicas en los dos sectores en estudio fueron elevadas: 71 °C y 86 °C (para Putina Grande y Putina Chica, respectivamente) y se sabe que con la elevación de la temperatura en un sistema geotérmico el grado de interacción agua-roca se ve incrementado. Los análisis químicos de muestras del área de “Borateras”

han servido para efectuar la clasificación y tipo de agua con la aplicación de diversos diagramas. Estas se caracterizan por ser “aguas maduras” de carácter geotérmico. Otras, por efecto de mezcla caen en el campo de “vapor de agua calentada” y por último, muestras de carácter bicarbonatado por influencia de aguas superficiales.

En la zona de estudio, los elementos trazas predominantes desde el punto de vista de la contaminación lo constituyen el Boro (99-0,07 ppm) y el Arsénico (18-0,01 ppm) y si se considera la presencia de Cloro y Litio (elementos conservativos), entonces indican origen y circulación de las aguas termales en profundidad en los dos puntos de mayor descarga de estas aguas en “Borateras”. Según el diagrama Cl-B-Li, se muestra dos orígenes distintos: para aguas de Putina Chica, alto contenido de Cloro (2237 mg/l), debido a la interacción con rocas volcánicas profundas (86 °C en superficie), mientras que para Putina Grande con un circuito de convección más superficial, un posible origen a partir de aguas subterráneas poco profundas (Cl= 0,88 mg/l), donde la mezcla con aguas frías debe ser la consecuencia, al igual que su menor temperatura (71 °C) con relación a Putina Chica.

Se evidencia que la contaminación de Boro es indicativa de lixiviación y su contenido es una medida de la interacción agua-roca en niveles profundos a alta temperatura, Putina Chica GT-4 (99 mg/l de Boro) mientras la muestra de Putina Grande GT-3 con menor temperatura (0,24 mg/l de Boro); se puede decir que el sistema geotérmico de “Borateras” está formado por la circulación de aguas subterráneas profundas y someras, sujetas a un control estructural e influenciadas por la topografía. Según los resultados isotópicos de la muestras de agua, (Diagrama $\delta^{18}\text{O} / \delta\text{D}$), indican que hay tres comportamientos isotópicos:

- Los isótopos ambientales de agua de río y manantiales fríos, con un carácter de agua meteórica y que están ubicadas próximas a la línea meteórica mundial, son originados por los aportes de aguas de lluvia recientes que alcanzan una rápida escurrentía y/o una pobre infiltración.

- Isótopos ambientales de aguas termales ubicadas en la línea de aguas geotérmicas que se agrupan en dos sectores de Putina Chica, muestran carácter geoquímico distinto.
- Aguas evaporadas, correspondientes a muestras de la laguna Vilacota distante 15 km del área de “Borateras”.

La interpretación geoquímica de los análisis de muestras indican para el área de “Borateras” (muestra GT-4) aguas termales de composición clorurada sódica, i.e., con características de aguas geotérmicas. Los resultados isotópicos de O-18 y Deuterio indican una recarga a partir de aguas de la laguna Vilacota y aguas superficiales de la cuenca río Maure.

De acuerdo con la información geoquímica de la zona descarga, y la temperatura obtenida de la aplicación de la geotermometría (210 °C en profundidad), se tiene un reservorio geotérmico, cuyos estudios deben continuar.

3. REFERENCIAS

- [1] OLADE – BID “Guía Para Estudios de Reconocimiento y Prefactibilidad de Yacimientos Geotérmicos”, Quito, Ecuador, 1994
- [2] Arnórsson, S. “Isotopic and Chemical Techniques in Geothermal Exploration development and Use” IAEA, Viena, 2000
- [3] Mazor E. “Chemical and Isotopic Ground water Hydrology The Applied Approach”, 2nd Edition. Institute of Science, Rehovot, Israel 1997
- [4] “Isotope and Geochemical Techniques Applied to Geothermal Investigations” IAEA- TECDOC- 788 february-1995
- [5] “Estudios Geotérmicos con Técnicas Isotópicas y Geoquímicas en América Latina IAEA – TECDOC – 641”. March – 1992.
- [6] Henley, A. Truesdell, H. et al. “Fluid-Mineral Equilibria in Hydrothermal Systems Reviews in Economic Geology” - R. W. 1985.
- [7] “Hand book of Environmental Isotope Geochemistry” - Edited Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1980.