

Estudio de filtraciones utilizando tritio como radiotrazador en mina polimetálica del norte de Perú

Jacinto Valencia*, Enoc Mamani, José Maguiña

Dirección de Aplicaciones, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

El presente estudio es la continuación de uno previo realizado por el IPEN en el año 2006, el propósito es establecer la probable conexión entre el drenaje de agua ácida de mina, ubicado en un nivel de galería de mina y los diversos afloramientos de agua de manantiales de la vertiente derecha de la cuenca del río Bambamarca y su confluencia con otra al noreste, aguas abajo, mediante la aplicación de técnicas isotópicas de radiotrazadores, concluyéndose que, debido a la no presencia de radiotrazador hasta la fecha del presente muestreo, no se ha evidenciado la conexión con aguas de estas vertientes.

Abstract

This study is a continuation of one conducted by prior IPEN in 2006, with the aim of establishing the probable connection between the drainage water acidic mine, located in a level of mine gallery and the various outcrops water springs from the right side of the river basin Bambamarca and its confluence with another in the northeast, downstream, through the application of isotope techniques radiotracers, conclusion was that, due to the presence of non radiotracer so far this sampling, not has shown the connection with the waters of these areas.

1. Introducción

La mina está paralizada y esta en plan de cierre, y se tiene el interés en conocer la relación entre las aguas ácidas de mina pH-2 que se infiltran en interior de mina y la relación con afloramiento de manantiales que se ubican en la vertiente derecha de la cuenca con un pH entre 4.5 y 6.5, existiendo una distancia de 3 km desde la infiltración hasta el punto más alejado, antes de con la otra cuenca. Con la finalidad de tener evidencias de la existencia de una relación directa entre las aguas de filtración de la mina y las surgencias y manantiales aledaños, se solicitó al Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) para efectuar un estudio con radiotrazadores a fin de establecer su relación con afloramientos de agua de manantiales y la propia vertiente derecha del río aledaño a la mina. En un primer informe se indicó la evolución hidrogeoquímica de estas filtraciones que a través de su recorrido por formaciones geológicas, pueden estar siendo neutralizadas en su acidez, originando cambios en su composición, fenómeno que es ilustrado a través de la química del agua.

El presente trabajo es la continuación del estudio integral realizado por el IPEN en el año 2006; donde se inyectaron 10 Ci de Tritio y se realizaron muestreos en 5 puntos de la

cuenca en la zona de estudio. La toma de muestras procedentes del monitoreo, para la detección del trazador y análisis de tritio se realizó en los laboratorios de centelleo líquido del IPEN enviadas por la Cía. minera. Se estableció para el presente estudio ampliar el muestreo hasta la cuenca del río Llaucan, que está al noreste de la zona de estudio, a fin de ampliar un mayor radio de monitoreo.

Objetivo

Determinar mediante inyección y monitoreo del trazador tritio, la relación de las filtraciones de aguas ácidas de mina con aguas superficiales de las cuencas de diversos ríos contiguos en Bambamarca, mediante 5 puntos establecidos como área de control del trazador.

Ubicación del área de estudio

El estudio con trazadores radiactivos comprende la Mina en el Nivel 09 sobre galería, donde se realizan las labores de explotación y hay presencia de filtraciones de agua ácida con pH-2 que drenan a través de dos chimeneas que se ubican espacialmente en los niveles superiores de la mina (parte alta); mientras que en la parte inferior en

* Correspondencia autor: jvalencia@ipen.gob.pe

superficie se tienen manantiales junto al curso del río el que lleva aguas ácidas de otras minas, recibiendo aguas superficiales contaminadas en diversos puntos de drenaje superficiales de este estudio.

Principios teóricos

Técnica de Trazadores

Los trazadores son sustancias que se introducen en un sistema con el fin de estudiar el comportamiento temporal y/o espacial de determinado proceso químico, físico, biológico o industrial, a través de su detección o medición. Estas sustancias se comportan como verdaderos “espías”, introduciéndose en un sistema en forma prácticamente desapercibida, brindando luego información acerca del mismo movimiento a un observador externo.

El estudio con la técnica de trazadores consiste en inyectar en este caso, una cantidad conocida de un radioisótopo a la masa de agua que se desea estudiar y, posteriormente, seguir rastreo del elemento radiactivo determinando, a partir de la concentración del radioisótopo, permitiendo conocer las características del sistema acuífero. En el caso de fuentes de aguas subterráneas, el empleo de trazadores radiactivos permite conocer su dinámica, velocidad y dirección del flujo, y con ello la relación entre el depósito mineral y las aguas superficiales, las posibles conexiones entre acuíferos, cuencas, etc. Uno de los radioisótopos más utilizados en estos estudios es el Tritio (Hidrógeno-3). Las técnicas actuales permiten reconocer un átomo de tritio en 10^{18} átomos de hidrógeno, por lo que la cantidad requerida de tritio inyectada al medio acuático durante el estudio es sumamente pequeña.

La facilidad de monitoreo y detección mediante las radiaciones de los trazadores radiactivos, hacen de esta técnica una herramienta muy útil y que sea utilizada con mas frecuencia en estudios hidrogeológicos.

2. Metodología

La inyección de 10 Ci de Tritio como radiotrazador en las zonas de drenaje ácido (chimeneas), fue efectuada por personal del IPEN[1].

Para la etapa de monitoreo se establecieron 5 puntos de muestreo del radiotrazador. El cronograma de muestreo se ilustra las

muestras obtenidas por mes y por punto de monitoreo, habiéndose obtenido un total de 60 muestras analizadas. El muestreo a intervalos de tiempo de un mes, estuvo a cargo de personal de la empresa minera cuyas muestras eran remitidas periódicamente a los laboratorios de IPEN en el Centro Nuclear.

3. Resultados

El cronograma de muestreo ejecutado se presenta en la Tabla 1 y los resultados se muestra en la Tabla 2, donde se indican los valores restados la cuenta de fondo.

Tabla 1: Cronograma de muestreo.

<i>Mes</i>	<i>Día</i>	<i>Total de muestras</i>
Enero	5	5
Febrero	5	5
Marzo	5	5
Abril	5	5
Mayo	5	5
Junio	5	5
Julio	5	5
Agosto	5	5
Septiembre	5	5
Octubre	5	5
Noviembre	5	5
Diciembre	5	5
Total muestras		60

Tabla 2: Resultados de análisis en c/min.

<i>No.</i>	<i>Mes</i>	<i>M 1</i>	<i>M 2</i>	<i>M 3</i>	<i>M 4</i>	<i>M 5</i>
0	0	8.80	8.30	8.13	8.71	8.0
1	1	-0.8	-0.5	-0.8	-0.1	--
2	2	0.1	0.5	0.4	-0.7	--
3	3	0.2	0.5	0.4	-0.4	--
4	4	-0.4	0.4	0.1	0.4	--
5	5	0.2	-0.4	0.5	0.4	--
6	6	--	--	--	--	--
7	7	-0.6	-1.4	-1.5	-0.9	-1
8	8	0.0	0.2	1.4	2.3	0
9	9	1.1	-1.1	-1.1	-1.6	0
10	10	-0.4	2.3	1.2	0.3	1
11	11	--	--	--	--	--
12	12	--	-	--	--	--

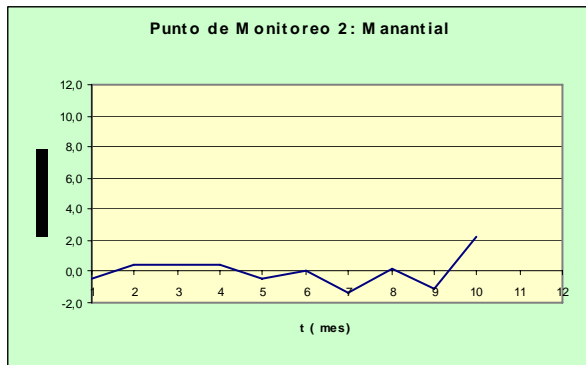


Figura 1: Registro de fondo ambiental de Tritio de aguas de manantial.

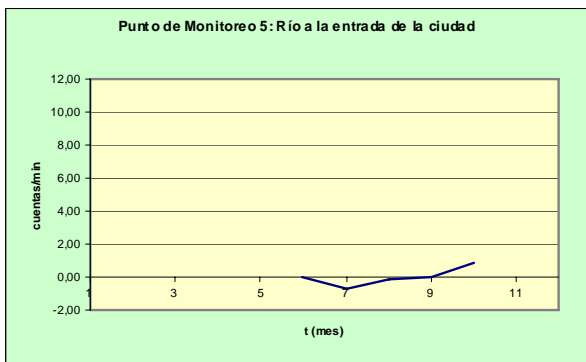


Figura 2: Registro de fondo ambiental Tritio medido de agua en el punto de monitoreo del río.

4. Conclusiones

Como resultado de los análisis del radiotrazador utilizado y de las muestras de monitoreo de agua en las cuencas de los ríos durante el año 2007 (cuenca del río Bambamarca, Cajamarca), no se ha registrado en aguas superficiales la presencia del radiotrazador inyectado en las aguas de drenaje ácido en el interior de la mina, por lo que se concluye que el movimiento de estas aguas es muy lento, y en cuyo trayecto pueden estar siendo amortiguadas por el tipo de formaciones geológicas (sobre todo las de naturaleza calcárea), presentes en las inmediaciones de la mina y los ríos, en sus puntos de monitoreo.

5. Bibliografía

- [1] Valencia J, Mamani E, Maguiña J. Informe de Servicio Tecnológico N° 001-06-APLI/HIIS, IPEN.
- [2] Mazor Emanuel. Chemical and isotopic groundwater hydrology. 2nd Edition, Institute of Science, Israel, 1997.
- [3] International Atomic Energy Agency. Isotope techniques in the study of the hydrology of fractured and fissured rocks. Vienna: Austria, 1989.
- [4] Clark ID, Fritz P. Environmental Isotopes in Hydrogeology. New York: Lewis Publishers, 1997.
- [5] Custodio E., Llamas MR. Hidrología Subterránea. Tomo I, 2^{da} Edición, Barcelona: Ed. Omega, 1983.