

## Determinación de filtraciones de una relavera utilizando técnicas isotópicas, La Libertad

Jacinto Valencia\*, Enoc Mamani, Gerardo Maghella, Jorge Condori

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

### Resumen

La presencia de elementos no deseados en el subdrenaje aguas abajo de una relavera hizo sospechar que la contaminación de dichas aguas podría provenir de la minería informal, ubicada aguas arriba. El presente estudio tiene como objetivo investigar mediante la inyección de un trazador (tritio), la interconexión entre el agua de relaves y el agua del subdrenaje de la relavera utilizando tritio como radiotrazador, el cual se pudo determinar que el aporte principal de la contaminación aguas abajo en el subdrenaje de la quebrada proviene de la relavera, indicando que existe interconexión entre las aguas de relave y el agua del subdrenaje, por la presencia del trazador en el subdrenaje ubicada en la quebrada aguas abajo.

### Abstract

The presence of unwanted elements in the sub-drainage downstream of the sludge did suspect that the presence of ground water contamination could come from in formal mining located upstream of the mine. The present study aims to investigate by isotope techniques, interconnection between water tailings and sub-drainage water from the sludge using tritium as a radiotracer. It was determined that the main contribution of pollution downstream of the sub-drainage to the stream comes from the sludge, indicating that there is interconnection between tailings waters and sub-drain age water located in the creek downstream.

### 1. Introducción

Las empresas mineras como parte de la explotación de minerales generan residuos tóxicos no aprovechables llamados relaves, que tienen altas concentraciones de sustancias químicas y elementos nocivos que alteran el medioambiente, los cuales son almacenados en tanques o pozas de relaves. El manejo y control de estos desechos constituyen operaciones importantes porque permiten recuperar el agua y evitar la filtración hacia el suelo y contaminación de las napas freáticas; para las relaveras el almacenamiento es la única opción ya que en promedio les permite obtener una tonelada de concentrado generando para ello casi 30 toneladas de relaves [1].

La relavera en estudio tiene como dimensiones 200 m de largo por 75 m de ancho y 5 metros de profundidad y está emplazada en la ladera de un valle, se encuentra permeabilizada con una geomembrana y ha sido diseñada para almacenar relaves de la Planta Concentradora. Los relaves son depositados hidráulicamente, por el método perimetral (rotación del punto de descarga).

### 2. Desarrollo experimental

Para el estudio de las posibles filtraciones se inyectó tritio (bajo la forma de agua tritiada) como radiotrazador en el ingreso de la relavera, con el fin de determinar la interconexión del agua proveniente del subdrenaje y el agua de relave, inyectándolo en la presa de relaves para luego implementar un programa de monitoreo a la salida del subdrenaje, en la quebrada aledaña de aguas del subdrenaje y manantial, lugar donde antes del estudio se detectaron la presencia de elementos no deseables. Los análisis de las muestras han sido efectuados en los laboratorios del IPEN en Lima, con un equipo analizador de centelleo líquido Marca Packard, TRI-CARB, Modelo 1600-A y los resultados reportados han permitido establecer la existencia de conexión hidráulica entre las aguas de la relavera con aguas del subdrenaje.

#### 2.1 Materiales y equipos

- Equipo de Centelleo Líquido, Detector de BGO, Marca Packard, TRI-CARB,

---

\*Correspondencia autor: [jvalencia@ipen.gob.pe](mailto:jvalencia@ipen.gob.pe)

modelo 1600-A

- pHmetro
- Conductivímetro
- GPS
- Papel filtro
- Filtro
- Mapas cartográficos
- Envases de 50 ml

## 2.2 Metodología

La metodología empleada aborda el estudio de la interconexión de fuentes de agua mediante el empleo de tritio como radiotrazador. El procedimiento del estudio consiste de las siguientes fases:

- Delimitación del ámbito del estudio y determinación del número de muestras.
- Recopilación de información geológica y medición de parámetros hidrogeológicos de la zona de estudio.
- Inyección de trazador en la parte superior (ingreso a la relavera).
- Toma de muestras de aguas superficiales georeferenciadas y registro de parámetros físico-químicos de campo: volumen de 100 ml para análisis de tritio.
- Análisis e interpretación de los resultados de tritio mediante diagramas de acuerdo con el objetivo del estudio.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1 Análisis físicoquímicos

Para los análisis físicoquímicos de las aguas, las muestras fueron tomadas *insitu* en las inmediaciones de la relavera e inmediatamente se midieron los parámetros de control, los resultados se pueden apreciar en la Tabla 1.

El agua de la zona tiene un pH aproximado de 7,8 (Manantial aledaño), el agua del subdrenaje se elevó a 8,45 pudiendo asumirse que existe un aporte del agua de la relavera (pH=11.45) al agua del subdrenaje.

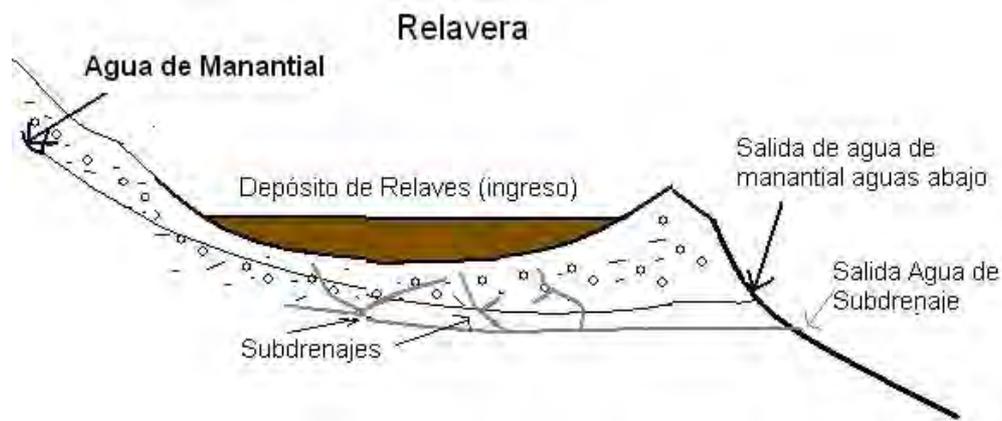
**Tabla 1.** Parámetros físicoquímicos de aguas.

Nº Mtra	Ubicación	Cond. mS/cm	Temp °C	TDS g/l	pH
1	Ingreso relavera1	6.35	19.9	3.18	11.4
2	Salida del subdrenaje	1.31	22.4	0.66	8.45
3	Manantial aledaño	0.52	28.1	0.26	7.84
4	Manantial aguas abajo	0.21	16.2	0.10	8.66

### 3.2 Análisis con radiotrazadores

La técnica de aplicación de radiotrazador (tritio) es una práctica importante en los estudios de fugas y filtraciones de presas y embalses. Se basa en la propiedad física que tienen los radiotrazadores de emitir radiaciones, sean éstas del tipo alfa, beta o gamma, para su detección y medida cuando son incorporados a masas de agua que necesitan ser investigadas; para esto es necesario tomar en cuenta parámetros como el tiempo de tránsito (dilución) y el decaimiento radiactivo del trazador después de su inyección en un volumen de agua que se está investigando[2]. En el presente estudio se ha utilizado como trazador el tritio (3H), bajo la forma de agua tritiada (THO), que es un emisor de radiación beta y cuyo isótopo se incorpora a la molécula de agua sin alterar sus propiedades, efectuándose su medida en laboratorio en un equipo de centelleo líquido. La cantidad de trazador fue de 2,0 Ci y la recolección de muestras fue diaria durante 1 mes; posteriormente fueron analizadas en el equipo de centelleo líquido Packard Tricarb, modelo 1600A, marca Perkin Elmer. En la Figura 1 se muestra la ubicación de los puntos en la relavera.

Los valores de tritio obtenidos del análisis de las muestras a la salida del manantial aledaño, evidencian la no presencia del radiotrazador, tal como se muestra en la Figura 2, en la que se deduce que la contaminación no proviene de la minería informal ubicada al costado de la relavera y en la parte superior de la minera (Figura 2).



**Figura 1.** Corte esquemático de la Relavera.



**Figura 2.** Resultados de análisis de tritio aledaña a la relavera.

Los valores de tritio obtenidos del análisis de las muestras a la salida del subdrenaje, muestran la presencia del trazador (tritio), como se aprecia en la Figura 3, indicando que la contaminación proviene del agua del subdrenaje, donde existe la presencia de 3 picos, pudiendo ser que existan tres o más aportes importantes de filtración que podrían pasar a través de la membrana donde se depositan los relaves.



**Figura 3.** Resultados de análisis de tritio en el subdrenaje de la relavera.

#### 4. Conclusiones

- El agua de la zona tiene un pH aproximado de 7,8 (Manantial aledaño), el agua del subdrenaje tiene un pH de 8,45, pudiendo asumirse que existe un aporte del agua de la relavera (pH=11,45) al agua del subdrenaje.
- No hay interconexión del manantial aledaño y el ingreso de la Relavera, tal como se muestra en la Figura 1, donde no existe presencia de radiotrazador (tritio).
- La aparición de tritio en la salida del subdrenaje se ve reflejada con la presencia de picos (Figura 3), indicándonos que existe interconexión entre las aguas del subdrenaje (aguas que se contaminaron) y las aguas de la relavera.
- Existe tres posibles filtraciones (3 picos) en la relavera; identificándose una filtración considerable (Figura 2) como se aprecia en el primer pico de mayor amplitud.

#### 5. Referencias

- [1]. Wikipedia. Relaves. [Serie en internet.] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Relave>.
- [2]. International Atomic Energy Agency. Radiotracer technology as applied to industry. IAEA-TECDOC-1262. Vienna: IAEA; 2001.