

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

1. Los minerales residuales sulfurosos de los jales y de las muestras de la mina constituyen una fuente de contaminación de elementos potencialmente tóxicos. Estos materiales se caracterizan por las relativamente altas concentraciones de elementos de naturaleza tóxica como el arsénico (As), plomo (Pb) y cadmio (Cd). Se determinaron concentraciones totales de hasta 8291 mg/kg de As, 3043 mg/kg de Pb y 181 mg/kg de Cd. Estos materiales también se caracterizan por las altas concentraciones de otros metales pesados que no son de naturaleza tóxica como el cobre (Cu), zinc (Zn) y hierro (Fe). Se determinaron concentraciones totales de hasta 1268 mg/kg de Cu, 32644 mg/kg de Zn y 45.09% de Fe como  $Fe_2O_3$ .
2. Tanto en las presas de jales como en la mina subterránea de la zona de estudio existe la capacidad de generación de drenaje ácido. En el caso de los jales oxidados y las muestras de mina, los valores de pH indican que actualmente son generadores potenciales de drenaje ácido con valores promedio de pH de 3.37 y 2.98 para los jales oxidados y las muestras de mina, respectivamente. En el caso de los jales de la presa activa, que no muestran signos visibles de alteración, el promedio de los valores de pH igual a 4.91 indican condiciones moderadas de acidez. Los resultados de la prueba de balance ácido-base en estas muestras, indican que en el futuro las condiciones de acidez serán extremas, debido a que el potencial de acidez (PA) es hasta 20-48 veces superior al potencial de neutralización (PN).
3. Los jales actualmente no son peligrosos desde el punto de vista de toxicidad ya que en los lixiviados las concentraciones geodisponibles (solubles) de los EPT regulados en la normatividad ambiental mexicana, son inferiores a los límites permisibles en dicha norma, debido probablemente a están retenidos en la fase sólida por precipitación o sorción, lo que podría interpretarse como procesos de

atenuación natural que disminuyen la peligrosidad de los jales y obras mineras de la zona de estudio.

## **6.2 Recomendaciones**

La predicción del potencial de generación ácida y lixiviación de metales es muy importante desde una perspectiva ambiental y también desde la económica.

Por las características del yacimiento de Sulfuros Masivos estudiado, su alto contenido de pirita, su elevada capacidad de generación de DA y las altas concentraciones de EPT se recomienda realizar la prueba cinética de celdas húmedas, para pronosticar si estos jales en el futuro van a liberar EPT cuando su pH disminuya más, ya que actualmente no son peligrosos por su geodisponibilidad. Esta información es necesaria para la determinación de los requerimientos de cierre y sus costos, así como para mejorar los programas de control.

En el interior de mina se está generando DA, lo cual debemos de tomar en cuenta a futuro al concluir la operación.