

I. INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades ambientales gubernamentales y de la sociedad en general de los últimos años, ha sido el control de la contaminación. Históricamente las actividades mineras han generado grandes cantidades de residuos mineros en varias regiones del mundo. La mayoría de estos residuos son ricos en sulfuros, por lo que constituyen potenciales fuentes de contaminación del medio ambiente, debido a que la oxidación de estos desechos puede resultar en la generación de drenaje ácido de minas. El principal problema ambiental derivado del drenaje ácido de minas es debido a la generación de efluentes con valores bajos de pH y altos niveles de elementos tóxicos disueltos, lo que conlleva a la movilidad de estos elementos hacia suelos, aguas superficiales y subterráneas principalmente (Romero et al. 2009).

Los terreros y presas de jales han sido clasificados como la fuente principal de la generación del drenaje ácido de minas, aunque también las explotaciones de minas a cielo abierto, los trabajos subterráneos y las reservas de mineral contribuyen de manera significativa a la generación de grandes volúmenes de este (Romero *et al.* 2009). Teniendo en cuenta que el drenaje ácido de minas es una preocupación ambiental importante y costosa en la industria minera, se ha prestado atención en los procedimientos y vías por las que los elementos potencialmente tóxicos son disueltos y transportados lejos de las minas debido al drenaje ácido.

Por ejemplo, en la provincia de Pinar del Río, en Cuba que cuenta con numerosos yacimientos minerales, entre ellos y de especial interés en el presente estudio se encuentra el Yacimiento Mineral Polimetálico Santa Lucía (Zn-Pb-Ba), en donde los impactos ambientales generados por la explotación minera han ocasionado grandes efectos negativos debido principalmente a la generación de drenaje ácido y lixiviación de metales pesados y metaloides. Sin embargo algunos de estos impactos negativos ambientales, en específico la movilidad de algunos elementos potencialmente tóxicos se ha visto naturalmente atenuada por algunos procesos de retención.

La concentración de elementos potencialmente tóxicos disueltos en el drenaje ácido de la mina puede ser atenuada por una serie de reacciones de precipitación y adsorción. Los

minerales secundarios que precipitan durante las reacciones de oxidación-neutralización podrían secuestrar permanente o temporal a los elementos tóxicos (Levy et al., 1997; Holmstrom et al., 2001; Sánchez España et al., 2005, Romero et al. 2009). Estos minerales secundarios pueden ser el principal medio de retención de los elementos tóxicos, por tanto, llevarse a cabo la atenuación natural de los residuos ácidos en la Mina Santa Lucía.

Es por eso que en el presente trabajo se ha realizado un estudio microscópico detallado de los minerales y sus alteraciones presentes. La microscopía es una de las herramientas más importantes a la hora de estudiar minerales en briquetas y láminas delgadas. Las nuevas técnicas de microscopía de barrido y análisis químicos puntuales utilizando microsonda electrónica, desarrolladas en las últimas décadas, han abierto nuevas posibilidades de observación de la superficie y la cristalografía de los minerales. Por medio de microscopía óptica, se ha realizado una caracterización de los minerales constituyentes tanto de la mena, como de los terreros de la mina Santa Lucía y los sedimentos de una laguna ubicada a 2.5 Km de esta, con la finalidad de identificar minerales que participen en los procesos de retención de elementos potencialmente tóxicos. La información petrográfica y descriptiva acompañada de las micrografías realizadas en este trabajo permitirá conocer las asociaciones minerales y las alteraciones de los minerales primarios que componen el yacimiento, los terreros y los sedimentos. Así mismo se hace un análisis cualitativo de microscopía de barrido en donde se realizan descripciones de alta resolución de minerales como barita, pirita y óxidos y sus posibles asociaciones y alteraciones. Además la determinación cristalográfica de las fases minerales presentes con ayuda de la microscopía de microsonda, en la que se realizaron análisis puntuales en minerales de interés para conocer los porcentajes químicos de elementos constituyentes de cada cristal y las impurezas dentro de ellos, resultados fundamentales que nos arrojaron la distribución de As y Pb en minerales secundarios por diferentes procesos de retención.

1.1. HIPÓTESIS

Debido a la problemática ambiental generada por la presencia de drenaje ácido así como las altas concentraciones de elementos tóxicos en la Mina de Santa Lucía, en Pinar del Río, Cuba, se plantea la ocurrencia de fenómenos de atenuación natural dentro de los residuos ácidos, gracias a la bajas concentraciones de metales pesados o metaloides disueltos dentro de los efluentes ácidos y las aguas superficiales afectadas. Por esta razón mi trabajo se enfoca a la identificación de elementos potencialmente tóxicos como lo son el plomo (Pb), arsénico (As) y bario (Ba), fierro (Fe), entre otros, que se encuentren asociados a minerales secundarios debido a procesos de precipitación y adsorción que ocurren durante las reacciones de oxidación en la mina.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo general consiste en identificar las fases minerales poco solubles en condiciones ácidas, que coadyuvan a una atenuación natural de los residuos ácidos en la Mina Santa Lucía en Pinar del Río, Provincia de Cuba.

Los objetivos particulares que se persiguen con la investigación son:

- Identificar las fases minerales primarias presentes así como la precipitación de minerales secundarios debida a las condiciones oxidantes presentes en la mina y y su importancia en la retención de elementos potencialmente tóxicos.
- Reafirmar que minerales secundarios poco solubles bajo condiciones ácidas, pueden precipitar o adsorber a elementos potencialmente tóxicos e impedir la movilidad de los mismos.
- Entender el proceso de geodisponibilidad por el cual se liberan los elementos potencialmente tóxicos.
- Entender el proceso de retención de elementos potencialmente tóxicos de este tipo de minerales, por que contribuyen a la atenuación natural del medio ambiente de la zona.