

Movilidad de metal(oid)es en el distrito minero de Linares-La Carolina, escombrera de La Manzana

M^a José de la Torre López (1*), M^a Carmen Hidalgo Estévez (1), Javier Rey Arrans (1), Julián Martínez López (2), Rosendo Mendoza Vilchez (2)

(1) Departamento de Geología. Universidad de Jaén, Campus Científico Tecnológico Linares, 23700, Linares (España)

(2) Departamento de Ingeniería Mecánica y Minera. Universidad de Jaén, Campus Científico Tecnológico Linares, 23700, Linares (España)

* corresponding author: mjtorre@ujaen.es

Palabras Clave: Contaminación, Metal(oid)es, Presas de finos, Minas de sulfuros. **Key Words:** Pollution, Metal(loid)s, Tailings impoundments, Sulphide mines.

INTRODUCCIÓN

La minería y el procesado de menas metálicas ha dejado numerosos residuos mineros que jalonan el paisaje del distrito minero abandonado de Linares-La Carolina (Jaén) y suponen un peligro ambiental para los cursos fluviales. En el distrito metalogénico filoniano de Linares-La Carolina se ha desarrollado históricamente una importante actividad minera asociada a la explotación de mineralizaciones de sulfoantimoniuros de Pb-Ag y sulfuros de Cu-Fe, básicamente, encajados en el basamento paleozoico. La explotación de estos filones metalíferos –constituidos principalmente por galena, esfalerita, calcopirita, pirita, barita, cuarzo, ankerita y calcita– cesa definitivamente a finales del siglo pasado. Las antiguas labores mineras (pozos, galerías) se encuentran inundadas tras cesar las operaciones de drenaje y constituyen, en la actualidad, elementos de almacenamiento y transmisión del agua subterránea (Hidalgo et al., 2010). En superficie, las escombreras y balsas de lodos ocupan superficies relativamente extensas y representan fuentes potenciales de contaminación del suelo por elementos pesados (Martínez, 2002; Martínez et al., 2014; Rojas, 2019). Con objeto de analizar el potencial contaminante de estos residuos mineros, se ha llevado a cabo un estudio geoquímico y mineralógico en una de las principales balsas de lodos del distrito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se ha seleccionado la escombrera de La Manzana, una presa minera de finos de lavadero, generada con el material de rechazo en el proceso de concentración de mineral de galena mediante métodos de gravimetría y flotación. Se muestrearon tanto los finos de la escombrera como los precipitados salinos, costras y eflorescencias desarrolladas sobre la superficie de la misma. Se han analizado las concentraciones totales de 28 elementos mediante ICP-MS, tras someter las muestras a un proceso de digestión ácida en microondas. La mineralogía de las muestras se ha estudiado mediante difracción de rayos X (DRX) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

RESULTADOS

Contenido en metales totales

Se analizaron los residuos de la presa minera en 16 muestras obtenidas a distintas profundidades, hasta alcanzar a 27 m de profundidad las filitas del sustrato. En la Tabla 1 se recogen los contenidos medios obtenidos en siete de los elementos analizados, así como los niveles genéricos de referencia (N.G.R.) de algunos de estos elementos para suelos urbanos y otros usos establecidos por la Junta de Andalucía (RD 18/2015). Los intervalos corresponden a la franja superficial oxidada, la zona intermedia y la zona basal, saturada en periodos húmedos.

Profundidad	Pb	Zn	Cu	As	Mn	Sr	Fe
0-4 m	1322	148	11	206	427	20	13900
4-24 m	1171	123	10	134	531	20	16041
24-27 m	2372	108	11	257	695	21	16711
N.G.R.	275	10000	10000	36			

Tabla 1. Contenido medio en metales y metaloides de los sedimentos (mg/kg) de la balsa de lodos de La Manzana.

Composición mineralógica

El estudio mineralógico llevado a cabo mediante DRX en la balsa de lodos de La Manzana muestra que los minerales más abundantes son cuarzo, ankerita, feldspatos y filosilicatos, aunque también aparece galena como mineral accesorio, junto con otras fases minerales neoformadas, entre las que destacan cerusita, anglesita y plumbojarosita. Por otra parte, las sales precipitadas en la superficie de la balsa están constituidas mayoritariamente por yeso, además de otros sulfatos de Fe con Pb, As y Zn.

Se ha realizado también un estudio de las eflorescencias mediante microscopía electrónica de barrido y DRX. Las costras que aparecen en la superficie de la balsa (Fig. 1a) están constituidas mayoritariamente por sulfatos: yeso y sulfato magnésico, que varía entre epsomita y hexahidrita en función de la época del año y, por tanto, la humedad relativa. Estos sulfatos incorporan cantidades variables de Fe, Pb, As, Zn e incluso Tl, muy puntualmente (Fig. 1b).

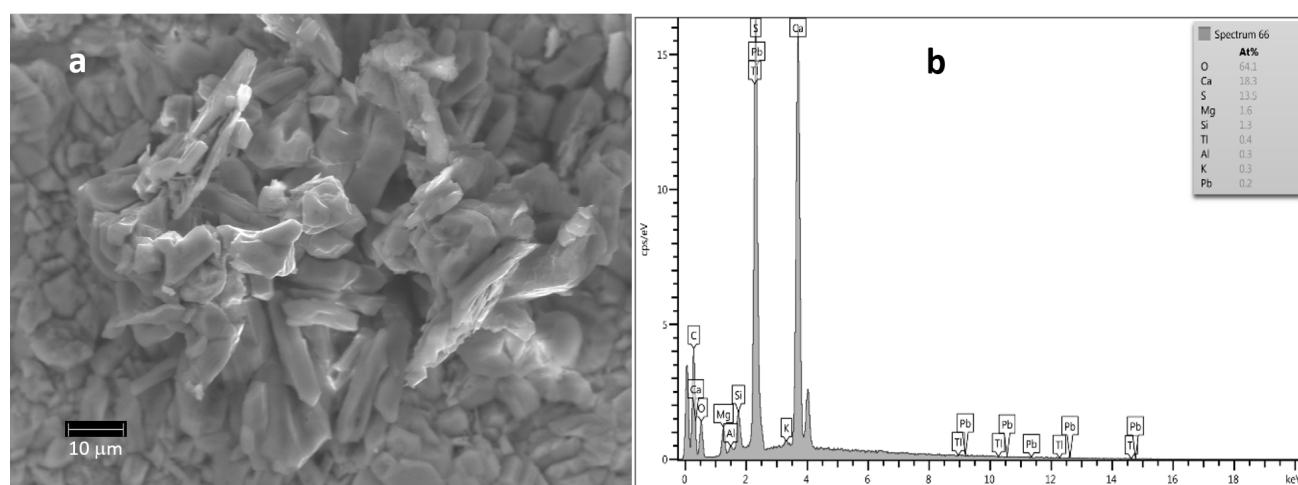


Fig 1. Imagen de electrones secundarios de eflorescencia salina (a) constituida por yeso con Pb y Tl, tal y como se observa en el espectro EDX (b).

CONCLUSIONES

De los metal(oid)es determinados mediante ICP-MS, Fe, Pb y Mn son los que aparecen en concentraciones más elevadas, seguidos por As y Zn. Destacan especialmente los valores obtenidos para Pb y As cuando se comparan con los niveles genéricos de referencia, referidos a la concentración que no conlleva riesgo para la salud humana o de los ecosistemas. Especialmente llamativo es el caso del As, cuyo contenido supera los máximos admisibles en todas las muestras analizadas. Por otra parte, el estudio de la mineralogía de la escombrera seleccionada y, en especial, de las eflorescencias señalan la elevada movilidad de los metales y metaloides. Estas eflorescencias se generan en los períodos cálidos como consecuencia de la precipitación de los metales movilizados por el agua en las zonas superficiales de la balsa, lo que indica la necesidad de un adecuado tratamiento ambiental de este tipo de residuos.

REFERENCIAS

- Hidalgo, M.C., Rey, J., Benavente, J., Martínez, J. (2010): Hydrogeochemistry of abandoned Pb Sulphide mines: the mining district of La Carolina (southern Spain). *Environ. Earth Sci.*, **61**, 37-46.
- Junta de Andalucía RD 18/2015 (2015): Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Madrid.
- Martínez, J. (2002): Caracterización geoquímica y ambiental de los suelos en el sector minero de Linares. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.
- Martínez, J., Rey, J., Hidalgo, M.C, Garrido, J., Rojas, D. (2014): Influence of measurement conditions on the resolution of electrical resistivity imaging: The example of abandoned mining dams in the La Carolina District (Southern Spain). *Int. J. Miner. Process.*, **133**, 67-72.
- Rojas, D. (2019): Influencia de los residuos geomineros sobre el medio hídrico en el distrito minero de La Carolina (Jaén). Tesis Doctoral, Universidad de Jaén. 210 p.