

# Estudio de sedimentos en el embalse del Rumblar, Jaén: incidencia de la minería y análisis de la contaminación por metal(oid)es

María José de la Torre López (1\*), María José Campos Suñol (1), Javier Rey Arrans (1), Katheryn López Lasserra (1), María del Carmen Hidalgo Estévez (1)

(1) Departamento de Geología, EPSL y CEACTEMA, Universidad de Jaén, 23700, Linares, Jaén (España)

\* corresponding author: [mjtorre@ujaen.es](mailto:mjtorre@ujaen.es)

**Palabras Clave:** Minería abandonada, Metal(oid)es, Sedimentos contaminados, SEM. **Key Words:** Abandoned mining, Metal(loid)s, Polluted sediments, SEM.

## INTRODUCCIÓN

El embalse del Rumblar, situado en el municipio de Baños de la Encina (Jaén), abastece a más de 89.000 habitantes de 12 municipios de la provincia de Jaén (Baños de la Encina, Guarromán y Bailén, entre otros). Uno de sus principales aportes hídricos es el río Rumblar, formado en el propio embalse al unirse el río Pinto y el río Grande. Este último discurre por el distrito metalogénico filoniano de La Carolina (Jaén), que se caracteriza por la existencia de importantes mineralizaciones de sulfoantimoniuros de Pb-Ag y sulfuros de Cu-Fe, entre otros, que han sido históricamente objeto de explotación mediante minería subterránea. Tras el cierre y abandono de las explotaciones, estas drenan aguas (tanto ácidas como alcalinas) enriquecidas en metal(oid)es a los cauces de la cabecera del Rumblar (Hidalgo et al., 2010; de la Torre et al., 2022). A ello se suma la existencia en la subcuenca del río Grande de numerosas balsas de finos, con un enorme volumen de residuos mineros aún sin oxidar (Mendoza et al., 2020).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se han obtenido 15 muestras de sedimentos procedentes del lecho de los ríos Grande y Pinto, así como de los sectores de cola del embalse del Rumblar (desembocaduras de los ríos citados). Se han analizado los sedimentos de lecho vivo del cauce (canal central), bajo lámina de agua, en la llanura de inundación y en depósitos de barras laterales.

Se ha determinado la composición mineralógica mediante DRX y el contenido en metal(oid)es mediante ICP-Masas. Las muestras se han estudiado, asimismo, mediante SEM-EDX, con objeto de determinar la naturaleza, distribución y granulometría de las fracciones ricas en metal(oid)es.

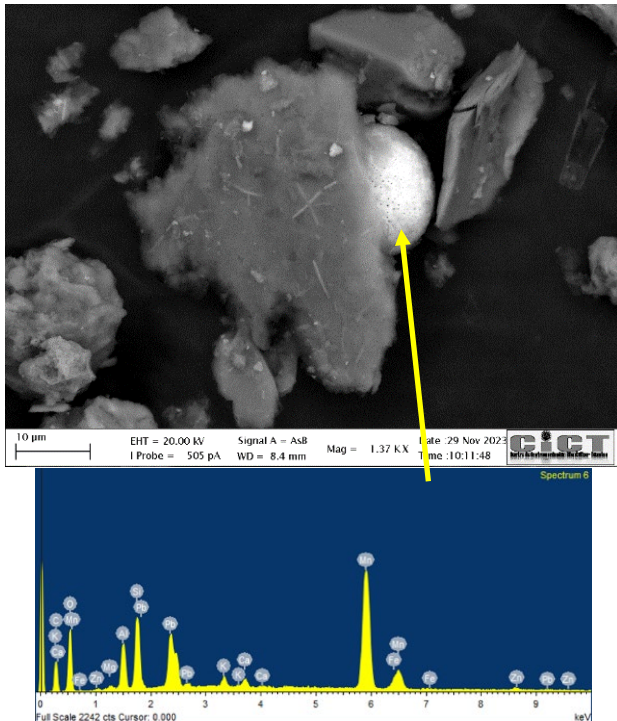
## RESULTADOS

Los resultados de DRX indican que los sedimentos están constituidos fundamentalmente por cuarzo y filosilicatos (moscovita/illita). En las zonas más arenosas (canales centrales y barras laterales bajas) el contenido en cuarzo está en torno al 70% y los filosilicatos suponen un 25-30%. Los sedimentos de las barras laterales intermedias/altas y de la cola del embalse son bastante más ricos en filosilicatos, llegando a una proporción de 50/50 respecto al cuarzo. Todas las muestras tienen trazas de clorita/caolinita, siempre en proporciones que no superan el 6%. Las muestras del río Grande y de la cola del embalse contienen proporciones muy bajas de carbonatos (dolomita, calcita y ankerita), que no están presentes en el río Pinto. Sin embargo, en estas últimas aparecen trazas de talco.

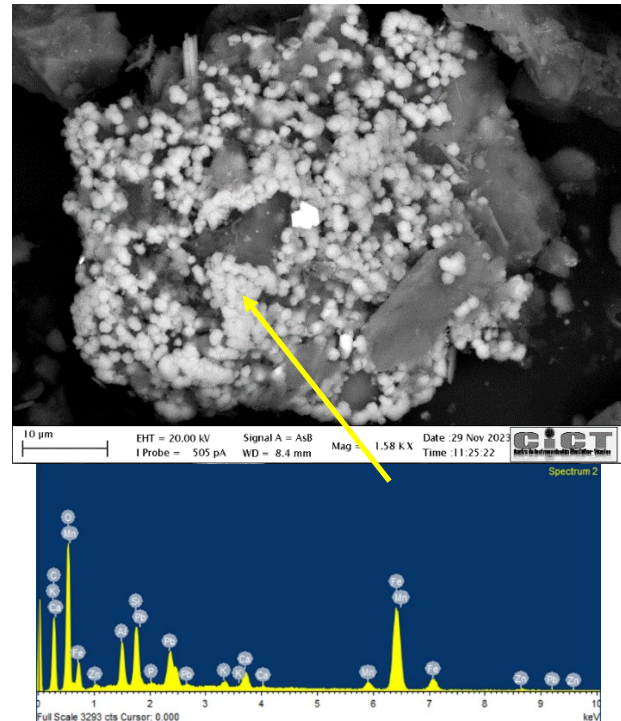
Respecto al contenido en metal(oid)es de los sedimentos estudiados, en el sector del Pinto no se observan valores anómalos, mientras que en la desembocadura del Grande se superan los Niveles Genéricos de Referencia para As, Ba y Pb en todos los ambientes sedimentarios analizados (Decreto 18/2015, Junta de Andalucía). Especialmente alarmante es el contenido en Pb, que supera en un orden de magnitud el valor máximo del NGR.

Las imágenes obtenidas mediante SEM en modo de electrones retrodispersados, junto con los análisis EDX indican que los metal(oid)es (Pb, Fe, Mn, Ba y Zn, así como As y Sb en menor proporción) se encuentran en algunos granos detríticos

dispersos en el conjunto de los sedimentos (galena y barita mayoritariamente). Estos granos detríticos son más abundantes y de mayor tamaño (en torno a 100  $\mu\text{m}$ ) en los sedimentos del río Grande que en los del río Pinto (10-20  $\mu\text{m}$ ). Los metal(oid)es aparecen también adsorbidos por restos vegetales (figura 1) y agregados de filosilicatos, así como en fases neoformadas tales como pirita y oxihidróxidos de Fe (figura 2).



**Fig 1.** Grano de polen en los sedimentos del canal central del río Grande y análisis del mismo (SEM-EDX).



**Fig 2.** Fases neoformadas sobre un agregado de filosilicatos y composición (SEM-EDX) (canal central, desembocadura del río Grande en el embalse).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados indican que los sedimentos estudiados procedentes del río Grande y de la cola del embalse tienen un contenido en metales notablemente mayor a los Niveles Genéricos de Referencia, circunstancia que no se identifica en los sedimentos del río Pinto. El estudio de los sedimentos mediante SEM-EDX es congruente con estos datos y señala que en los materiales del río Grande los metal(oid)es están presentes tanto en granos detríticos como adsorbidos en agregados de filosilicatos y en partículas orgánicas. Se ha observado también, aunque en escasa proporción, la precipitación de fases neoformadas. Estos datos permiten deducir la existencia de un proceso de removilización a partir de los residuos mineros, que implica un riesgo latente para la calidad de las aguas del embalse del Rumbiar.

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i PID2021-123506OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033/ y FEDER/UE.

## REFERENCIAS

- De la Torre, M.J; Hidalgo, M.C; Rey, J.; Martínez, J.; Mendoza, R. (2022) Movilidad de metal(oid)es en el distrito minero de Linares-La Carolina, escombrera de La Manzana. *Macla*, 26, 190-191.
- 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.
- Mendoza, R.; Martínez, J.; Rey, J.; Hidalgo, M.; Campos, M. (2020) Metal(loid)s Transport in Hydrographic Networks of Mining Basins: The Case of the La Carolina Mining District (Southeast Spain). *Geosciences*, 10, 391.
- Junta de Andalucía. Decreto 18/2015. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía; Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2015/38/3>