

# Geoquímica del drenaje ácido de minas en La Preciosa II (Peñaflor, Sevilla). Estudio preliminar.

Antonio Romero Baena (\*), Manuel Arrayas, María González, Joaquín Delgado, Cinta Barba-Brioso, Adolfo Miras Ruiz, Domingo Martín, Paloma Campos, Isabel González

Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla, 41012, Sevilla (España)

\* corresponding author: [aromero@us.es](mailto:aromero@us.es)

**Palabras Clave:** Escombreras, Depósitos ocre, Schwertmannita, Eflorescencias de sulfato, Elementos traza. **Key Words:** Waste dumps, Ochreous deposits, Schwertmannite, Sulphate efflorescences, Trace elements.

## INTRODUCCIÓN

El municipio de Peñaflor se encuentra en la comarca de la Vega Alta del Guadalquivir, en el extremo Este de la provincia de Sevilla. Junto a él se sitúa la mina La Preciosa II, un yacimiento de pirita cobriza y calcopirita con una ley media del 3 % en Cu que se explotó hasta mediados del siglo XX. La mineralización se encuentra encajada en micaesquistos y gneises cuarcíticos del Proterozoico superior (Unidad de Lora, Zona de Ossa Morena), sobre los que se sitúan los materiales neógenos de la Cuenca del Guadalquivir (calcarenitas y margas). La explotación del yacimiento generó importantes residuos mineros acumulados en escombreras que ocupan unas 10 ha. de terreno. Los lixiviados de las escombreras, que pueden llegar a  $\text{pH} < 1$ , son recogidos por un arroyo principal que desemboca en el río Guadalquivir, a un km aguas abajo. Recientemente, una parte de las escombreras se han cubierto con residuos de la construcción y materiales del entorno (incluyendo rocas carbonatadas) y sobre ellas se han cultivado cítricos, pero siguen observándose lixiviados de aguas ácidas. En este trabajo se presenta un estudio preliminar de la mineralogía y geoquímica de las escombreras, aguas ácidas y depósitos ocre como base para una futura recuperación.

## MATERIAL Y METODOLOGÍA

Se han tomado varias muestras de los residuos mineros, suelos de escombreras, y eflorescencias de sulfatos. Además, se han tomado varias muestras de los lixiviados de las escombreras y del arroyo contaminado (en septiembre y febrero), incluyendo zonas aguas arriba de la mina y cerca de la desembocadura del río Guadalquivir. Las muestras se filtraron y se trataron in situ para los distintos análisis y se preservaron en frío. El pH, potencial redox, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto se midieron in situ en los puntos de muestreo. Finalmente, en algunos de los puntos del arroyo principal se tomaron muestras de los sedimentos ocre. En las muestras de agua se analizaron elementos mayoritarios y traza por espectrometría de emisión óptica de plasma (ICP-OES). El análisis químico de las muestras sólidas se realizó por fluorescencia de rayos-X (FRX) en pastillas prensadas, y el análisis mineralógico se realizó por difracción de rayos-X (DRX).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

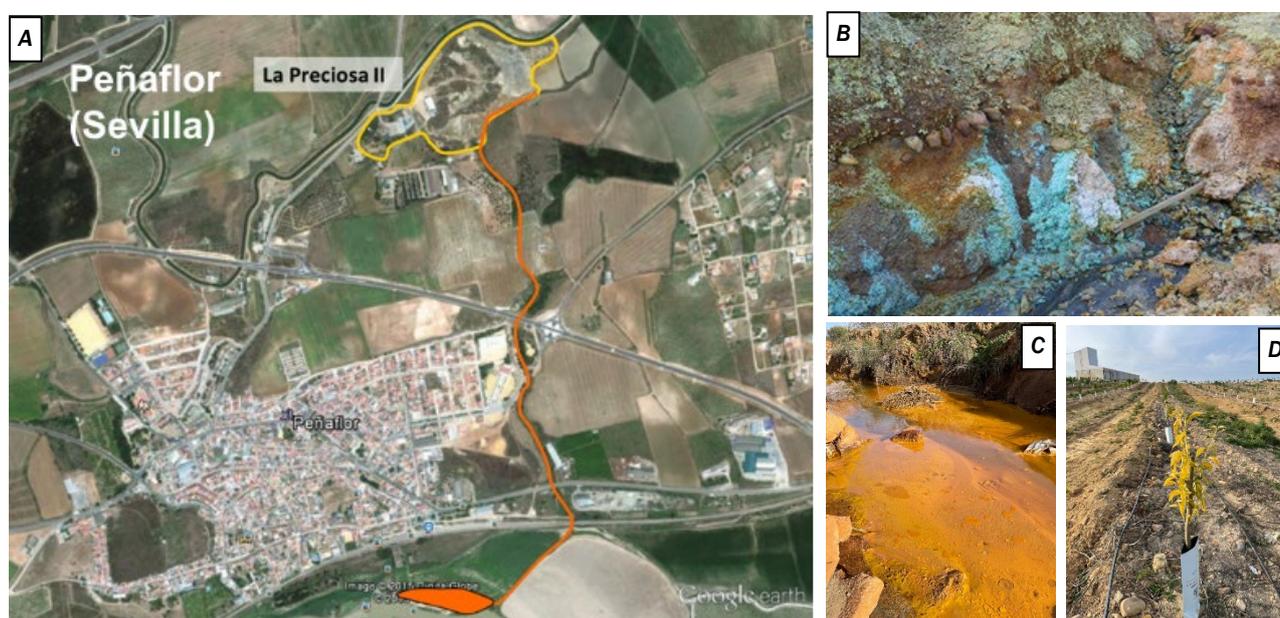
Las muestras de residuos mineros y escombreras contienen pirita, cuarzo, magnetita y otros minerales como micas o anfíbol. También presentan minerales secundarios como jarosita y yeso, a veces en concentraciones importantes ( $> 10\%$ ) y en alguna muestra hay trazas de calcita. La ausencia de este mineral y la presencia de yeso sugieren que la calcita presente en las escombreras se ha disuelto totalmente agotándose su potencial neutralizante. Los suelos que cubren las escombreras están formados por cuarzo, calcita, feldespato, illita y trazas de yeso. Las eflorescencias de tono amarillento están formadas por magnesio-copiapita y szomolnokita, con trazas de pickeringita, mientras que las de color blanco son casi exclusivamente de hexahidrita.

Desde el punto de vista químico los residuos presentan altos contenidos en Cu (hasta 0,7 %), Pb (hasta 0,8 %), Zn (hasta 0,2 %) y Ag (hasta 50 mg/kg), lo que podría ser inclusive explotable. Los mayores contenidos en Pb se encuentran en las muestras de escombreras con jarosita, lo que destaca el papel de esta fase en la retención del Pb. La muestra de eflorescencia rica en magnesio-copiapita y szomolnokita también presenta elevadas concentraciones de Cu y Zn (hasta 0,8 %), en cambio, en la muestra de hexahidrita los contenidos en elementos traza son muy bajos.

La muestra del arroyo aguas arriba de la mina tiene pH 7 y no contiene concentraciones significativas de elementos traza. En cambio, los lixiviados de las escombreras presentan valores de pH muy ácidos (hasta 1,1) y elevadas concentraciones en Fe (hasta 81 g/L),  $\text{SO}_4^{2-}$  (hasta 98 g/L), Cu (hasta 1,5 g/L) y Zn (hasta 3,5 g/L). En el arroyo principal, el pH varía entre 2,4 y 3,0, manteniéndose con pocas variaciones aguas abajo. En cambio, sí se observa una disminución en la conductividad (8,0-5,8 mS/cm) y los contenidos en elementos en este arroyo (por ejemplo, Fe: 2283-180 mg/L; Cu: 36-4 mg/L; Zn: 91-7 mg/L). En las muestras de febrero el contenido en elementos traza fue inferior al observado en septiembre, posiblemente porque se tomaron tras unos días de lluvia.

Los precipitados ocreos están formados principalmente por goethita, jarosita y yeso. En algunas muestras se observa claramente la presencia de schwertmannita, así como ferrihidrita de 6 líneas, esta última principalmente hacia la desembocadura del arroyo. También se observan minerales heredados como cuarzo, magnetita o pirita, y en los sedimentos del fondo se observan capas de lodos mineros, lo que puede afectar a la geoquímica del arroyo.

El contenido en elementos traza retenidos en los depósitos ocreos es alto, con valores medios de 1500 mg/kg de Cu o 2100 mg/kg de Zn. No se han observado correlaciones significativas entre el contenido en metales, la localización en el arroyo o la mineralogía.



**Fig 1.** A.-Localización de La Preciosa II en Peñaflor. B.-Lixiviados de las escombreras antes de la restauración. C.-Depósitos ocreos en el arroyo principal. D.-Cítricos cultivados después de la restauración.

## CONCLUSIONES

Aunque las escombreras de la mina están parcialmente cubiertas con materiales carbonatados, siguen lixiviando aguas extremadamente ácidas, que cerca de la desembocadura en el río Guadalquivir todavía mantienen valores de pH de 2-3 y con elevadas concentraciones en metales pesados. Aunque los suelos cultivados no están contaminados superficialmente, las raíces de los cítricos pueden llegar hasta las escombreras y verse afectadas por la contaminación. La precipitación de minerales secundarios en las escombreras y en el arroyo retiene grandes cantidades de metales, atenuando la contaminación aguas abajo. Sin embargo, esta atenuación es temporal, puesto que durante periodos de lluvias los minerales secundarios pueden disolverse o erosionarse, produciendo pulsos contaminantes que pueden afectar al río Guadalquivir.