

Estudio Mineralógico de las Escombreras en el Distrito Minero de La Carolina (Jaén, España)

/ MARÍA JOSÉ DE LA TORRE LÓPEZ (1), MARÍA JOSÉ CAMPOS SUÑOL (2,*), MARÍA DEL CARMEN HIDALGO ESTÉVEZ (1)

(1) Departamento de Geología. E.P.S. de Linares. Universidad de Jaén. C/ Alfonso X el Sabio, 28. 23700, Linares (España)

(2) Departamento de Geología. Universidad de Jaén. Paraje Las Lagunillas s/n. 23071, Jaén (España)

INTRODUCCIÓN.

El enclave metalogénico filoniano del distrito minero de La Carolina (Jaén) está constituido por importantes mineralizaciones de sulfuros y sulfoantimoniuros de Pb-Ag y sulfuros de Cu-Fe. Históricamente, estas mineralizaciones han sido objeto de una intensa explotación, actividad que comenzó a decaer en la segunda mitad del siglo pasado y finalizó definitivamente durante la década de 1980 (Gutiérrez, 2007).

Asociados a esas antiguas minas, existen sectores relativamente extensos ocupados por escombreras. En ellas se pueden generar lixiviados que, junto con los materiales sólidos en suspensión arrastrados por la escorrentía, acaban incorporándose a la red de drenaje superficial del área.

Asimismo, algunos arroyos y charcas de la zona, que son alimentados por los drenajes de mina, llegan a evaporarse completamente en periodo estival y dan lugar a la aparición de capas de precipitados salinos, frecuentes también en los taludes de las escombreras y en las márgenes del principal cauce de la zona, el Río Grande (Hidalgo et al., 2009). Estos precipitados son altamente solubles, lo que conduce a que con las primeras precipitaciones de otoño, sean lavados y transportados aguas abajo por la red de drenaje.

Por todo ello, se ha considerado necesario realizar un análisis mineralógico tanto de los residuos de las principales escombreras y precipitados salinos generados en las mismas, como de las costras y eflorescencias que aparecen durante el estiaje en charcas y cauces superficiales.

CONTEXTO GEOLÓGICO.

El distrito minero de La Carolina se localiza en la vertiente sureste de Sierra Morena, en el límite suroriental del macizo Hespérico (Gutiérrez, 2007). Desde un punto de vista regional, cabe diferenciar dos grandes conjuntos de materiales: un zócalo paleozoico y una cobertera sedimentaria poshercínica (Lillo et al., 1998).

El zócalo paleozoico está constituido por una sucesión de rocas metasedimentarias (filitas y cuarcitas) de edad Ordovícico a Carbonífero (Rey et al., 2005). En las últimas etapas de la orogenia hercínica, la deformación tectónica produjo una red de fracturas que condicionó el emplazamiento de filones mineralizados. Estos filones están constituidos principalmente por galena, esfalerita, calcopirita, pirita, cuarzo, ankerita y calcita (Lillo, 1992; Rodríguez et al., 2000).

La cobertera poshercínica, que aparece discordante y subhorizontal sobre el zócalo paleozoico, fosiliza las mineralizaciones. Está constituida por materiales del Triásico (lutitas rojas y conglomerados basales), Mioceno (margas con niveles de areniscas, limos y/o brechas en la base) y Cuaternario (limos, arenas y gravas asociadas al relleno de los cauces).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se han recogido 26 muestras, procedentes de las escombreras de finos de mayor dimensión y representativas de los sectores mineros más importantes del distrito:

- Poblado minero El Centenillo.
- Poblado minero El Guindo.
- Escombrera de finos La Rosa.
- Escombrera principal de La Aquisgrana.

En cada una de estas escombreras se han muestreado varios niveles con granulometrías de distinto tamaño, así como las sales generadas sobre la superficie de las mismas.

Asimismo, se han examinado algunos precipitados que aparecen en los bordes de las charcas del poblado minero de El Centenillo y en el cauce de los ríos Grande y Campana.

Las muestras fueron estudiadas mediante difracción de rayos X (DRX) utilizando un difractómetro de polvo Siemens D-5000 del Centro de Instrumentación Científico-Técnica de la Universidad de Jaén, con rendija automática, filtro de Ni, radiación Cu K α , trabajando a 35 kV y 25 mA con una zona explorada de 2 a 70°. Algunas de las muestras, previamente metalizadas con carbono, también fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), empleando el VP-SEM LEO 1430 del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados de DRX y SEM muestran que las escombreras están fundamentalmente constituidas por la ganga de mineralización: cuarzo, ankerita, feldespatos y filosilicatos. Son fases heredadas, "primarias". En baja proporción aparecen también fases minerales neoformadas, entre las que destacan la anglesita, cerusita y plumbojarosita. En una muestra aparece, incluso, el óxido de plomo (masicote) que suele ser un producto fabricado, lo que puede indicar una contaminación puntual de tipo industrial. Asimismo, son relativamente frecuentes los minerales neoformados cuyo catión principal es el hierro, especialmente en sedimentos o costras

de aspecto rojizo. Los minerales encontrados son akaganeíta, lepidocrocita, hematitas, copiapita y siderotil. En una muestra aparece incluso calcantita, un mineral secundario del cobre. Todo esto indica que se está produciendo removilización de cationes metálicos, en especial plomo, hierro y cobre.

Con respecto a las costras blancas, se observa que en distintas ubicaciones aparecen composiciones similares, mayoritariamente, sulfato de magnesio en diferentes estados de hidratación (Fig. 1). Además, suelen estar acompañadas de partículas que contienen metales como hierro, manganeso o bario, lo que sugiere que sean heredadas del material presente en los filones. La morfología de estas costras revela que han estado sometidas a repetidos ciclos de lavado y deshidratación (Fig. 2). Esto indica que se trata de fases con gran movilidad, que se pueden incorporar fácilmente a las aguas y suelos del entorno.

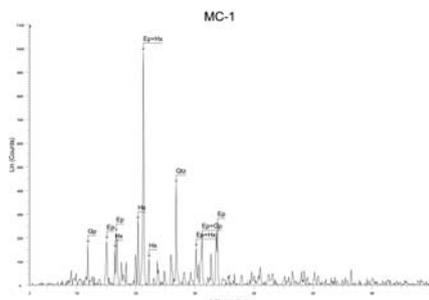


fig 1. Composición mayoritaria de las costras blancas. Sulfato magnésico con diferentes estados de hidratación: Epsomita (Ep) y Hexahidrita (Hx).

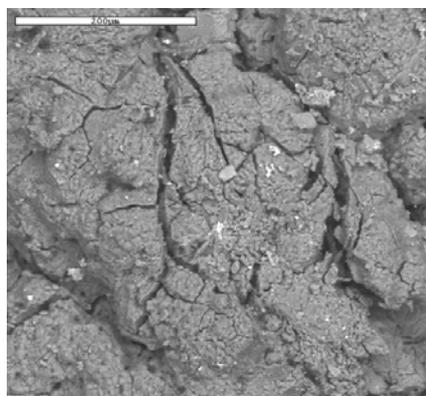


fig 2. Grietas de desecación en costras blancas y partículas ricas en metales.

El microanálisis de una de estas sales muestra que existe una cierta sustitución de magnesio por manganeso

y zinc, que se incorporan en este caso a la estructura cristalina de la sal, en lugar de aparecer como partículas aisladas (Fig. 3).

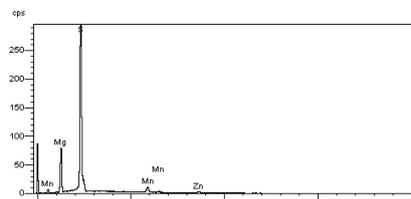


fig 3. Costra salina de sulfato magnésico con sustitución de manganeso y zinc.

Una de las muestras de costra salina está constituida por fases neoformadas con hierro como catión, lo que nos sugiere la gran movilidad que tiene dicho elemento en el entorno estudiado.

CONCLUSIONES.

Los resultados obtenidos indican que las escombreras están esencialmente constituidas por minerales de la ganga de los filones (como era de esperar), pero también aparecen en ellas fases neoformadas de Pb en pequeña proporción: anglesita, cerusita y plumbojarosita. Asimismo, es relativamente frecuente encontrar minerales neoformados cuyo catión principal es el hierro e, incluso, calcantita (sulfato de cobre).

Por otra parte, se ha constatado que la calidad de los ríos del distrito minero de La Carolina empeora en épocas de aguas bajas al aumentar considerablemente su salinidad. En este sentido, cabe destacar la gran cantidad de sulfatos identificados tanto en las costras generadas sobre las escombreras como en las eflorescencias que en estiaje aparecen en torno a charcas y cauces. Los resultados obtenidos revelan que las costras blancas están constituidas por sulfatos de magnesio en diferentes estados de hidratación, acompañados de partículas heredadas ricas en metales como hierro, manganeso o bario. En una muestra encontramos que algunos metales (Mn y Zn) están incorporados a las sales, lo que indica de manera clara la disolución de dichos metales. Asimismo, al estar en una fase altamente soluble, pueden pasar al agua y al suelo con enorme facilidad.

La composición de las sales, así como la presencia de fases neoformadas en las

escombreras nos permiten concluir que existe una removilización incipiente de los metales (Pb, Fe, Cu, Mn y Zn), lo que tiene una importante repercusión en la contaminación de las aguas y suelos próximos a los restos de explotaciones mineras. A ello hay que sumar otro factor importante desde el punto de vista de la calidad ambiental, como es el hecho de que estos precipitados salinos son fácilmente disueltos e incorporados de nuevo al medio hídrico con las primeras precipitaciones de otoño.

AGRADECIMIENTOS.

Esta investigación ha sido subvencionada por el Ministerio de Ciencia e Innovación (Proyecto CGL2009-12396) y por el Grupo de Investigación RNM-325 de la Junta de Andalucía. Las autoras agradecen la colaboración de Dña. Amparo Carrillo, Técnico de laboratorio del Departamento de Geología de la Universidad de Jaén.

REFERENCIAS.

- Gutiérrez, F. (2007): *Minería en Sierra Morena. Ilustre Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas de Linares, Granada, Jaén y Málaga*.
- Hidalgo, M.C., Rey, J., Benavente, J., Martínez, J. (2009): *Hydrogeochemistry of abandoned Pb sulphide mines: the mining district of La Carolina (southern Spain). Environmental Earth Sciences*.
- Lillo, F.J. (1992): *Geology and geochemistry of Linares-La Carolina Pb-ore field (Southeastern border of the Hesperian Massif). Ph. Thesis Univ. Leeds, 377 p.*
- Lillo, F.J., Pieren, A., Hernández-Samaniego, A., Olive, A., Carreras, F., Gutiérrez-Marco J.C., Sarmiento, G.N., Fernández, D.C. (1998): *Mapa y memoria explicativa de la hoja 862 (Santa Elena) del Mapa Geológico 1:50.000. IGME, Madrid*
- Rey, J., Hidalgo, M.C., Martínez, J. (2005): *Upper Ordovician-Lower Silurian transgressive-regressive cycles of the Central Iberian Zone (NE Jaén, Spain). Geological Journal, 40, 1-19.*
- Rodríguez, M.A., Palero, F.J., Martín, A. (2000): *Caracteres geoquímicos del filón "El Cobre" distrito de Linares-La Carolina (Jaén), España. Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía 23, 1-16.*