

# Paragénesis mineral e hipótesis genética preliminar de los filones de sulfuros polimetálicos de las minas de La Pedraza (Bubierca, Zaragoza)

Alejandro Lorenzo García (1\*), Alfonso Yuste (1), Isabel Fanlo (1)

(1) Área Cristalografía y Mineralogía, Departamento de Ciencias de la Tierra - IUCA. Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza (España)

\* corresponding author: [776890@unizar.es](mailto:776890@unizar.es)

**Palabras Clave:** sulfuros polimetálicos, hidrotermal, alteración supergénica, paragénesis. **Key Words:** polymetallic sulfides, hidrotermal, supergenic alteration, paragénesis.

## INTRODUCCIÓN

En la Cordillera Ibérica existen vestigios de actividad minera para el aprovechamiento de metales base que, en la mayoría de los casos, se encuentran constituyendo yacimientos de filones polimetálicos de baja temperatura. Las minas de La Pedraza son un ejemplo de ello. Estas minas estuvieron en funcionamiento desde 1851 (Civaudán, 1851) hasta principios del siglo XX (Gutiérrez, 1979), pero no se tiene un registro preciso de cuándo se abandonaron definitivamente. Los afloramientos de filones mineralizados in situ son escasos, así como estudios detallados recientes sobre esta mineralización. Por esta razón, los objetivos de este trabajo son: caracterizar mineralógica, geoquímica y texturalmente el yacimiento objeto de estudio mediante la utilización de microscopía óptica de reflexión y de transmisión, y microscopía electrónica de barrido (FESEM), determinar la secuencia paragenética de la asociación mineralógica y proponer una hipótesis preliminar de formación del yacimiento, relacionándola con el contexto geológico regional.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

Las minas de La Pedraza se localizan en el Macizo de Ateca, una serie de afloramientos paleozoicos de dirección NO-SE pertenecientes a la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Más concretamente, los filones polimetálicos encajan en la Formación Deré, de edad Tremadociense (Ordovícico inferior). Según Gutiérrez (1979), esta formación se puede dividir en tres series (D1, D2 y D3) y se compone de más de 800 metros de pizarras, areniscas, pizarras areniscosas y cuarcitas. El término pizarra se utiliza en un sentido amplio en este caso, ya que realmente son filitas. Precisamente, los filones polimetálicos se encuentran encajados en las capas de filitas de la zona de transición entre las series D2 y D3.

## RESULTADOS

El yacimiento de las minas de La Pedraza está formado por filones milimétricos a centimétricos dispuestos entre los planos de esquistosidad de las filitas en las que encajan y a favor de fracturas. En ocasiones se han observado fragmentos de las filitas encajantes en los filones. Se componen de cuarzo con dolomita minoritaria como minerales de ganga, acompañados de sulfuros primarios y minerales de alteración supergénica. Se han identificado dos generaciones diferentes de cuarzo. La primera (Qz1) es más abundante, presenta un mayor tamaño de grano, un aspecto sucio, extinción ondulante y bandas de deformación. Se encuentra en contacto directo con las filitas y puede mostrarse reemplazando a la dolomita. La segunda generación de cuarzo (Qz2) tiene un aspecto más limpio, no exhibe bandas de deformación, aunque puede llegar a observarse extinción ondulante en algunos cristales. Puede mostrarse como recrecimientos del Qz1 y se encuentra estrechamente relacionado con la mineralización, puesto que suele estar en contacto con los sulfuros primarios.

En cuanto a los sulfuros primarios, la pirita, muy minoritaria, es reemplazada por el resto de sulfuros y puede exhibirse tanto con textura framboidal como en agregados de cristales recrecidos. La calcopirita, la galena y la esfalerita son más abundantes, mostrándose como masas de cristales alotriomorfos. Las masas de esfalerita,

habitualmente con textura *chalcopyrite disease*, aparecen englobadas por masas de calcopirita y éstas a su vez por galena. Sin embargo, las tres fases también conforman intercrecimientos simultáneos entre sí.

Los minerales de alteración supergénica son abundantes y variados en este yacimiento: covellina, minerales del grupo calcosita-digenita, malaquita, azurita, brochantita, cerusita, goethita, y smithsonita. Se muestran principalmente en los bordes de alteración de las fases primarias o rellenando huecos y fracturas. Algunos de estos minerales secundarios, como la covellina, puede aparecer englobando fases previas como calcosita-digenita.

### DISCUSIÓN DE LA PARAGÉNESIS E HIPÓTESIS GENÉTICA PRELIMINAR

Las relaciones texturales existentes entre las distintas fases permiten establecer su orden de precipitación. En la secuencia paragenética propuesta se establecen dos etapas de mineralización: hidrotermal y de enriquecimiento supergénico. La fase de mineralización hidrotermal comenzó con la precipitación de dolomita y, a continuación, cuarzo. El cuarzo, a su vez, precipitó en dos fases como indican las diferencias texturales y los recrecimientos de Qz2 sobre Qz1.

Posteriormente precipitaron los sulfuros, comenzando por la pirita, debido a que se encuentra englobada por el resto. Seguidamente, precipitaron esfalerita, calcopirita y galena en ese orden. La esfalerita suele aparecer englobada por calcopirita y galena, indicando que su precipitación comenzó con anterioridad. Por su parte, la galena también engloba a la calcopirita, por lo que su precipitación habría empezado posteriormente y se habría extendido más en el tiempo. Sin embargo, los habituales intercrecimientos simultáneos observados entre esfalerita, calcopirita y galena indican que hubo un periodo de tiempo en el que precipitaron coetáneamente.

En la fase de alteración supergénica, se produjo una disolución de las fases primarias seguida de una reprecipitación como minerales secundarios. Los primeros en precipitar fueron calcosita-digenita y covellina, seguidos por cerusita, smithsonita, brochantita, malaquita, azurita y goethita.

El origen de los metales serían las filitas en que encaja la mineralización, como indican las anomalías geoquímicas de Cu, Pb y Zn respecto al resto de rocas de la secuencia estratigráfica (Gutiérrez, 1979). Como consecuencia de procesos tectónicos, se produciría la liberación de fluidos y lixiviación de los componentes de la serie sedimentaria, incluyendo los metales provenientes de las filitas. Estos fluidos fueron focalizados por diferencias de gradiente a favor de fallas existentes, provocando, en primer lugar, la precipitación de cuarzo y cantidades menores de dolomita, en forma de filones estériles. Más adelante, se produjo la fracturación de estos filones como atestiguan los fragmentos de filitas incluidas dentro de los mismos y la deformación que presenta la primera generación de cuarzo (Qz1). Al final de esta etapa también precipitó el cuarzo de segunda generación (Qz2) junto a los sulfuros primarios. La precipitación de la mineralización se produjo a favor de las fracturas preexistentes y, principalmente, entre los planos de esquistosidad de las filitas. Precisamente el contacto con las filitas negras y la incorporación de sus fragmentos propició la precipitación de los sulfuros debido a que, además de ser la fuente de los metales, estas filitas también habrían generado unas condiciones reductoras por su contenido en materia orgánica.

### CONCLUSIONES

- 1) Los minerales primarios precipitaron en el siguiente orden: dolomita, cuarzo, pirita, esfalerita, calcopirita y galena. Posteriormente, en la fase de alteración supergénica, los minerales del grupo calcosita-digenita y covellina precipitaron en primera instancia, seguidos por cerusita, smithsonita, brochantita, malaquita, azurita y goethita.
- 2) El cuarzo se puede dividir en dos generaciones (Qz1 y Qz2). Qz1 precipitó seguidamente a la dolomita y sufrió una intensa deformación, mientras que Qz2 precipitó posteriormente asociado a los sulfuros primarios.
- 3) Las filitas encajantes serían la fuente de Cu, Pb y Zn y propiciaron el ambiente reductor que favoreció la precipitación de sulfuros.

### REFERENCIAS

- Civaudán, E. (1851): Variedades. La Aurora Minera, **27**, 2-3.
- Gutiérrez, A. (1979) Estudio Metalogénico en la rama occidental del zócalo de la Cordillera Ibérica (Prov. Soria-Zaragoza). Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, 279 p.