

Caracterización mineralógica y geoquímica de las vetas del prospecto Bonza Sur (Proyecto Minero Fruta del Norte, Ecuador)

Grace Ruiz Moya (1*), Lorena Ortega (1), Rubén Piña (1)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad Complutense de Madrid, 28040, Madrid (España)

* corresponding author: gracruiz@ucm.es

Palabras Clave: Depósito epitermal, Mineralogía, Composición química, Metales preciosos. **Key Words:** Epithermal deposit, Mineralogy, Chemistry, Precious metals.

INTRODUCCIÓN

El Proyecto Minero Fruta del Norte (FDN), propiedad de la empresa Lndin Gold Inc., está ubicado al sureste del Ecuador, en la provincia de Zamora Chinchipe. Está conformado por el depósito Fruta del Norte, uno de los depósitos epitermales de oro y plata más importantes del país (Leary et al., 2016) y varios prospectos asociados que se encuentran actualmente en fase de exploración. El prospecto Bonza Sur, objeto de este estudio, es el más importante de ellos, debido al descubrimiento de una amplia zona mineralizada que puede convertirse en un nuevo depósito de oro. El presente estudio tiene como objetivo principal realizar una caracterización mineralógica y geoquímica de los minerales de mena del prospecto, identificar la secuencia de precipitación mineral y estimar el estado de sulfuración del sistema y el rango de temperaturas de formación del depósito.

MÉTODOLÓGÍA

Para el desarrollo de la investigación, se seleccionaron 10 muestras de testigos de perforación enviadas por la empresa minera Lundin Gold Inc., de las que se realizaron 12 láminas transparentes pulidas que fueron analizadas con microscopía óptica de luz reflejada. El estudio semicuantitativo y textural se llevó a cabo con el microscopio electrónico de barrido (SEM) y finalmente se efectuaron 142 análisis puntuales con microsonda electrónica (EPMA) y dos mapas de distribución de elementos menores en cristales de pirita zonados.

MINERALOGÍA DEL PROSPECTO

La mineralización de Bonza Sur se encuentra en forma de vetas y brechas. Las vetas, de espesor centimétrico, muestran bandeados simétricos, asimétricos o monominerales. Las brechas, por su parte incluyen clastos vetas mineralizadas bandeadas, cementados por pirita, cuarzo y rodocrosita, y clastos de roca encajante, con pirita diseminada. Todas estas características indican diferentes episodios de apertura y relleno de espacios abiertos durante la formación del depósito.

Descripción mineralógica y textural de los minerales de mena

La asociación mineral de la mena consiste en pirita, esfalerita, galena, tennantita, calcopirita y, en cantidades menores, freibergita, hessita, oro electro, galenobismutina, telurobismutina y acantita.

La pirita precipita en dos estadios. En las vetas forma cristales euhedrales a subeuhedrales y está reemplazada por calcopirita, esfalerita, galena y tennantita. Contiene inclusiones de galena, hessita, fases de Bi y electro rellenando huecos. En las brechas, se encuentra cementando los fragmentos, dando texturas en cresta de gallo, con cristales pequeños en el contacto con los clastos, que pasan a cristales zonados de gran tamaño hacia el exterior y bandeados coliformes en la envuelta más externa.

La esfalerita contiene inclusiones de calcopirita, galena y acantita y está reemplazada por calcopirita y tennantita. La galena rellena fracturas en pirita, y reemplaza a pirita y calcopirita, además, contiene inclusiones de electro y de

freibergita. La tennantita/tetraedrita cuando está asociada con galena muestra bordes mutuos y engloba a esfalerita, pirita y calcopirita. La calcopirita reemplaza a pirita y esfalerita, y aparece como inclusiones dentro de la esfalerita.

Las fases de oro, plata y bismuto rellenan fracturas y cavidades en pirita, galena y esfalerita, y su tamaño es menor a 50 μm . La freibergita está intercrecida con galena, y rellena huecos entre cristales de esfalerita y cuarzo. Hessita, electro, galenobismutina y telurobismutina, se encuentran como inclusiones dentro de pirita, asociadas con galena. El oro libre está dentro de pirita y galena. La acantita se encuentra como inclusiones dentro de esfalerita, asociada a galena, freibergita y calcopirita.

Química mineral

La pirita contiene Au y Ag (0.03 % y 0.02 % de media), cuando presenta inclusiones de hessita, fases de Bi, electro o galena. Además, los granos de piritas zonados y coliformes, muestran variaciones composicionales de As y Sb en bandas concéntricas que siguen el hábito de crecimiento del cristal.

La esfalerita muestra contenidos medios de Fe que oscilan entre 0,26% Fe cuando no tiene inclusiones y 1,4 % Fe cuando incluye galena y calcopirita. Los granos de galena que presentan inclusiones de hessita o fases de bismuto, tienen cantidades de Ag: 0.28 y 1.43 %. Existe un predominio de tennantita sobre tetraedrita.

El único mineral con oro como elemento mayoritario es el electro. Por su parte, las fases identificadas que albergan Ag, son freibergita, hessita y acantita. Se han identificado dos fases de bismuto: galenobismutina y telurobismutina.

Secuencia paragenética

En general, se han podido identificar tres etapas principales de deposición mineral. La etapa 1 en donde se deposita la pirita masiva sin Au. La etapa 2 en donde se depositaron la esfalerita (%Fe <1.5%), como mineral predominante y calcopirita, reemplazando a la pirita previa. Además, la pirita euhedral y zonada y la pirita coliforme cementan fragmentos de roca con pirita temprana, calcopirita y esfalerita diseminadas, lo que sugiere su posición en la etapa 2. La etapa 3, en donde se depositan galena, tetraedrita-tennantita y las fases minerales de oro, plata y bismuto.

La proyección de los datos composicionales de esfalerita (% mol FeS) en el diagrama fS2-T, dentro del campo de estabilidad de calcopirita y pirita, indica condiciones de sulfuración intermedia para la etapa 2 de la mineralización, que pudo haberse formado a temperaturas entre ~ 200 °C y ~ 350 °C.

CONCLUSIONES

Desde un punto de vista metalogénico, la asociación mineral de sulfuros permite clasificar el prospecto Bonza Sur como un depósito epitermal de sulfuración intermedia rico en Au. Los metales preciosos (Au y Ag) forman fases propias que se localizan en el interior de pirita (hessita y electro), en esfalerita (acantita) y en galena (electro), por lo que, desde una perspectiva metalúrgica, se recomienda realizar una pre-concentración (molienda y flotación) de estos sulfuros durante el procesado mineral.

Agradecimientos: GR agradece a Lundin Gold Inc. las muestras de sondeos de Bonza Sur, proporcionadas para realizar su Trabajo Fin de Máster y cuyos resultados se presentan en esta contribución.

REFERENCIAS

Leary, S., Sillitoe, R., Stewart, P., & Roa, K. (2016): Discovery, Geology, and Origin of the Fruta del Norte Epithermal Gold-Silver Deposit, Southeastern Ecuador. *Economic Geology*, 111(5), 1043-1072.