

La pequeña minería de oro en la parte central de la Sierra Maestra: perspectivas económicas en el contexto actual

Small-scale gold mining in the central portion of Sierra Maestra: economical perspective in the current context

Angel Medina-Batista^{1*}

¹Oficina Nacional de Recursos Minerales, La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: angel@onrm.minem.cu

Resumen

En la Oficina Nacional de Recursos Minerales obran los archivos con la información inédita de los trabajos de pequeña minería de oro realizados durante la etapa neocolonial en la parte central de la Sierra Maestra, la cual no ha sido suficientemente sistematizada. La revisión y procesamiento de esta información, permitió realizar un análisis acerca del desarrollo minero alcanzado antes de 1959. Se comprobó la existencia de más de una decena de cotos mineros, con más de un centenar de concesiones mineras de las que se extrajeron cantidades significativas de cobre, oro y plata. Se aportan nuevos datos sobre los tipos de mineralización, los que constituyen índices directos para la prospección y exploración. Los prospectos mineros existentes, resultan de gran interés en el contexto actual para reevaluar sus perspectivas económicas.

Palabras clave: cobre; oro; plata; pequeña minería; Sierra Maestra; prospectos mineros.

Abstract

The National Office of Mineral Resources of Cuba keeps the archives that contain the unpublished and not systematized information of the small gold mining works carried out during the neocolonial stage in the central part of the Sierra Maestra. The processing of this information has revealed

existence of dozens of important mining preserves with hundreds of mining concessions, from which significant amounts of copper, gold and silver were extracted; and has provided new data on the types of mineralization and their quality that constitute direct indexes to explore. These prospects have a great interest in the current economic context, so their perspectives must be evaluated.

Keywords: copper; gold; silver; small mining; Sierra Maestra; mining prospects.

1. INTRODUCCIÓN

En Cuba antes de la colonización española ya se realizaba la extracción de oro de forma rudimentaria por los aborígenes que poblaban la isla, los cuales extraían el oro de las arenas de los ríos. Durante la etapa colonial esta actividad continuó, pero los colonizadores en su afán por obtener cada vez mayores riquezas, sometieron a la población indígena a una cruel explotación, que provocó su extinción; las labores de extracción fueron desapareciendo por falta de mano de obra para realizar estos trabajos y por los nuevos descubrimientos de oro que se produjeron en otros países de América, a los que España prestó mayor atención por las riquezas que le aportaban. No es hasta la década de los años 50 del siglo XX que la pequeña minería alcanza su mayor desarrollo en la Sierra Maestra.

Se ha podido comprobar que la parte central de la Sierra Maestra constituyó una de las regiones de mayor desarrollo de la pequeña minería de oro en Cuba, lo cual es atestiguado en diversos documentos que evidencian que la actividad minera no era esporádica ni aislada, sino que iba en constante desarrollo, los contenidos de oro y plata reportados en los análisis realizados atestiguaron zonas de bonanza que estaban en fase de preparación para su explotación antes de 1959.

En ese periodo existía una infraestructura bajo los auspicios del Banco Nacional de Cuba (BNC) como principal financista, al cual se subordinaban el Banco de Desarrollo Social (BANDES) y el Banco de Fomento Agrícola e Industrial de Cuba, conocido como (BANFAIC), los que habían creado un fondo para la estabilización de la moneda conocido como FEM, cuya función era respaldar el valor del peso cubano en oro, que permitía estabilizar su valor en momentos de crisis financieras y a su vez, utilizarlo como divisa en operaciones de pagos en el exterior.

El objetivo principal de este fondo era brindar financiamiento a las compañías mineras para desarrollar la explotación de oro. Para acceder a

los préstamos, la información aportada por las compañías debía ser certificada y avalada por el Departamento para la fiscalización de la minería de oro, que funcionó hasta el año 1959, asesorado por geólogos y mineros con gran experiencia para certificar la veracidad de la información y elaborar un informe al director del banco. Después de una evaluación económica de los costos y el estado de los precios de los metales en el mercado internacional, se decidía o no la aprobación del préstamo para la compra de equipamiento minero destinados a los trabajos de extracción y beneficio del mineral en un corto plazo.

La envergadura y profesionalidad con que se ejecutaron los trabajos aparece reflejada en la información revisada, entre los que se destacan los reportes de los análisis químicos realizados en los laboreos mineros subterráneos, los cuales se ejecutaron de manera creciente hasta el año 1957; estas labores se acompañaron, además, de estudios petrográficos, mineralógicos y minerográficos. En el caso específico del oro, gran parte de los análisis químicos se realizaron en laboratorios de Estados Unidos de América y, en ocasiones, eran enviados a laboratorios de Inglaterra para validar algún resultado.

Esta investigación tiene como objetivo sistematizar la mineralización aurífera en la parte central de la Sierra Maestra, a partir de los datos de análisis químicos inéditos de los trabajos de pequeña minería realizados durante la década de los años 50 del pasado siglo, los cuales constituyen índices directos para la prospección y que son pertinentes en el contexto actual, debido a los altos precios con que se cotiza este metal en el mercado internacional.

La información aportada constituye un valioso patrimonio de la pequeña minería de oro realizada en la parte central de la Sierra Maestra, la que ha permanecido inédita hasta nuestros días, con un valor incuestionable para evaluar el potencial de la mineralización aurífera en la parte central de la Sierra Maestra, en el contexto actual en que los metales preciosos son altamente cotizados en el mercado internacional.

1.1. Caracterización geológica del área de estudio

En el intervalo de tiempo comprendido entre el Daniense Tardío y el Eoceno Medio se desarrolló el arco de islas volcánicas Sierra Maestra (Cobiella-Reguera 1988, 1998; Iturralde-Vinent 1994, 1996a, 1996b; Méndez *et al.* 1994; Méndez 1997; Draper y Barros 1994; Quintas, Hernández y Blanco 1994), que tuvo su mayor desarrollo en el extremo suroriental de la isla de Cuba, ocupando gran parte de la cordillera de la Sierra Maestra (Figura 1).

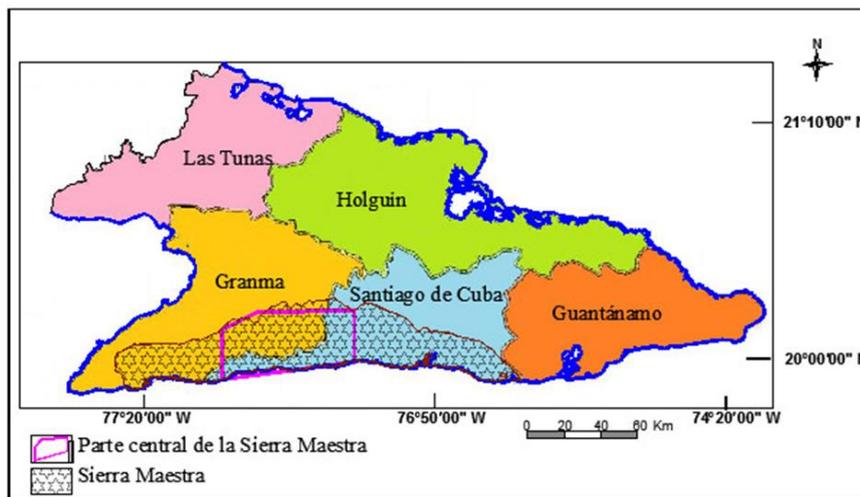


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de investigación.

Desde el punto de vista estratigráfico, predominan las rocas volcano-sedimentarias del grupo El Cobre, al mismo tiempo existe un amplio desarrollo de cuerpos subvolcánicos de diabasas, pórfidos dioríticos, pórfidos graníticos, pórfidos sieníticos y cuerpos plutónicos (tonalitas, plagiogranitos y granodioritas). Todo este conjunto se interpreta como la zona axial de arco volcánico (Iturralde-Vinent 1994, 1996b). Estas rocas yacen discordantemente sobre los restos deformados del arco volcánico del Cretácico.

En el ambiente geodinámico del arco volcánico Paleógeno tienen lugar dos metalotectos importantes: a) las series submarinas volcánicas y volcano-sedimentarias situadas en el límite arco axial-tras arco, con depósitos volcanogénicos y b) los intrusivos graníticos relacionados con las series volcánicas y carbonatadas del arco axial, con depósitos de skarn y de pórfido cuprífero (Proenza y Melgarejo 1998). Estudios geoquímicos (Díaz de Villalvilla *et al.* 1994; García-Delgado y Méndez 1994; Méndez *et al.* 1994; Méndez 1997) sugieren que la actividad volcánica presenta en sus inicios una tendencia toleítica, la cual continúa manifestándose durante toda la evolución del arco.

El carácter calcoalcalino con bajo contenido de potasio y sodio se manifiesta a partir del Eoceno Inferior, mientras que la actividad calcoalcalina rica en potasio se hace más evidente a partir del Eoceno Medio; donde alcanza su mayor desarrollo la actividad magmático-hidrotermal, propiciada por un régimen de fallas extensionales de desplazamiento por el rumbo (*strike slip*, en inglés).

Según Kinev y Casanova (1969), estas fallas forman sistemas paralelos oblicuamente orientados y controlan las manifestaciones minerales; las

zonas de rocas alteradas hidrotermalmente tienen una configuración complicada con una marcada tendencia a extenderse en dirección noroeste, siguiendo la dirección de las fallas con las cuales se enlazan pequeñas intrusiones, diques y cuerpos subvolcánicos.

El emplazamiento de las rocas graníticas hipabisales se acompaña por procesos orogénicos que han propiciado que afloren en la línea divisoria del parte aguas de la región, producto de los procesos denudativos. Con las intrusiones tiene lugar la formación de depósitos de Cu–Au, manifestándose la mineralización de cobre porfídico, skarn de Fe–Cu y depósitos de carbonatos de metales base.

La mineralización de cobre con oro y plata es de tipo cuarzo-carbonato con sulfuro, en forma de vetillas y stockwork. Además, puede presentarse diseminada y en zonas de brechamiento, relacionada espacialmente a la actividad hidrotermal y la alteración acompañante, que se intensifica hacia las zonas tectónicas.

El emplazamiento de la mineralización en las rocas ya formadas por procesos de relleno de fisuras abiertas ha permitido su clasificación como epigenética, de reemplazo y metasomatismo (Calvache 1948; Kinev y Casanova 1969; Molodenkov, Kurakov y Ponomariev 1968; Zikin y Larionov 1968; Skvor 1968; Alioshin *et al.* 1975; Nagy *et al.* 1976 y Kuzovkov *et al.* 1982).

2. METODOLOGÍA

Se aplicó el método descriptivo, así como el lógico–histórico para el estudio de la evolución de la minería del oro; el método de síntesis permitió realizar la sistematización de los depósitos y los rasgos principales de la mineralización aurífera. Entre los materiales utilizados figuran informes de análisis químicos, memorándums, boletines mineros y reportes de operaciones mineras llevadas a cabo para la extracción de cobre y metales preciosos en la Sierra Maestra.

Se realizó la revisión documental de la información existente en los archivos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales; para el ordenamiento de la información se tuvo en cuenta el desarrollo minero alcanzado en la etapa neocolonial y el incremento de la actividad minera en la parte central de la Sierra Maestra antes de 1959. Se sistematizaron los datos, definiendo los tipos de depósitos, sus rasgos geológicos principales y se analizaron las perspectivas en el contexto económico actual; para la digitalización gráfica de los datos, se empleó del software AutoCAD Map.

3. RESULTADOS

3.1. Antecedentes de la pequeña minería de oro en la parte central de la Sierra Maestra

Durante el periodo del colonialismo español (1511–1898) se realizaron pequeñas extracciones en minas ubicadas en los alrededores de El Caney, conocidas como Monte de Oro y La Begonia. Por otro lado, el hallazgo de importantes yacimientos de oro en el continente americano y el empobrecimiento de los depósitos en la isla determinaron el abandono virtual de los trabajos (Calvache 1925).

El inicio de la metalurgia de oro en la región oriental se inició a finales de 1512 en Bayamo, actual provincia de Granma, con la construcción de la primera casa de fundición de oro en Cuba, la cual fue trasladada en abril de 1515 a la ciudad de Santiago de Cuba, fundada por Diego Velázquez como ciudad capital, donde se asentó la casa de gobierno (Aguilera y Manduley 1918).

A partir del momento en que Cuba pasa a ser una neocolonia de los Estados Unidos de América en 1899, creció rápidamente el interés por conocer las riquezas minerales de la isla, por lo que se llevaron a cabo estudios geológicos que fueron realizados por experimentados especialistas como Hayes, Vaughan y Spencer, quienes utilizaron como base el mapa geológico de Fernández de Castro y Salterain-Legarra de 1881.

Entre 1899 y 1902 fue otorgada una concesión para oro en Bayamo (Calvache 1948). A partir de esa fecha se expandieron rápidamente las compañías norteamericanas que explotaban hierro en toda la parte sur de la Sierra Maestra, extrayendo cuerpos minerales que en muchos casos contenían sulfuro con cobre y otros metales, como las minas El Cuero, Dora Mine (Alcarraza), Chivirico, Sexta y Camaroncito (Pesquera 1960).

En 1916 se organizó en La Habana la compañía Oriental de Minas con capital cubano, la que comenzó exploraciones en los lugares conocidos como Peladeros, Finca Sevilla, Barrio Aserradero; también se hicieron exploraciones en diferentes concesiones situadas en Nima-Nima, Manacal y Buey Cabón. En ese mismo año se arrendaron varias minas del grupo Bayamo en el barrio del Dátil, donde solo se llevaron a cabo trabajos de exploración (Muriño y Castro 1951; Castro y Muñiz 1956).

El denuncia de la mina San Miguel en Bayamita fue localizado en 1918; se hicieron varias trincheras en superficie y se cavaron dos túneles. En 1939 del mineral extraído se realizaron embarques ascendentes a 202 t a los EEUU (Long y Seymour 1944).

Los cotos mineros más importantes de oro y plata conocidos en Cuba se encontraban ubicados en la parte central de la Sierra Maestra (Medina 2013), ocupando un área total de cerca de 645 km² (Figura 2). Simultáneamente, desde 1929 hasta 1957, sociedades extranjeras realizaron trabajos de exploración en más de cien concesiones mineras, en los cuales se extrajeron pequeños volúmenes de minerales cupríferos, auríferos y argentíferos (Fiterre 1957; Beckett 1957).

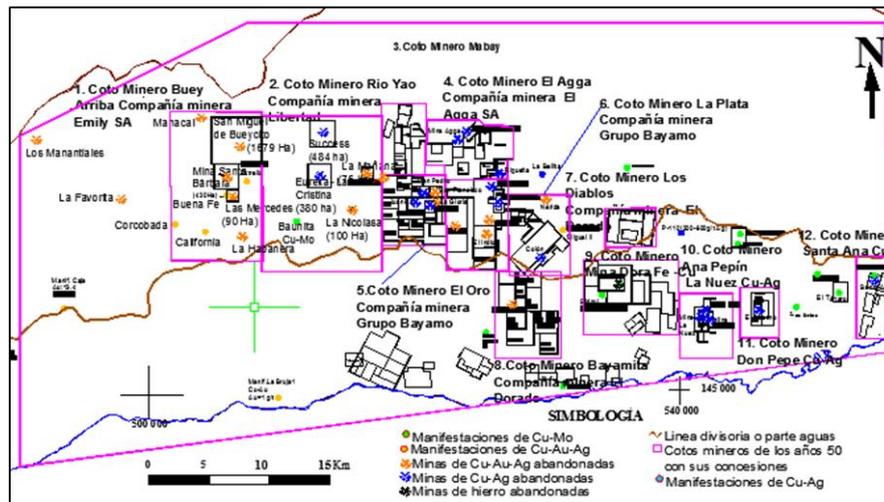


Figura 2. Ubicación de los cotos mineros concesionados en la parte central de la Sierra Maestra antes de 1959 (modificado de Medina 2013).

Existían varios cotos mineros de plata, como es el caso de las minas Colón y Eduardito, perteneciente al coto minero Los Diablos, donde se extrajo plata nativa de alta ley, así como plata en los cotos mineros Ana-La Nuez (en las minas Ana, La Nuez y Triunfo), en el coto minero Don Pepe, en la mina El Destino y en el coto minero Santa Ana, en la mina de igual nombre.

Según Calvache (1959) las concesiones del grupo Bayamo, con un área total de 130 km², comprendía cinco cotos mineros que eran El Oro, La Plata, Los Diablos, Mabay y La Maestra; a este grupo se le conocía también como distrito minero El Oro. Estas concesiones en 1959 pasaron a formar parte de la Compañía de cobre y oro de Guisa S.A, la cual solicitó \$500 000 al Banco Nacional de Cuba para el desarrollo minero, con la intención de comprar una planta de concentración de nuevo tipo que le permitiría extraer el oro de los concentrados de cobre antes de exportarlos; la planta con una capacidad de procesamiento de 200 t de menas/día, con contenidos de 3,0 % de cobre, 5,0 g/t de oro y 4,0 g/t de plata.

3.2. Perspectivas actuales

Los altos precios alcanzados por el oro en el mercado internacional en la última década, los índices directos que brindan las labores mineras de

pequeña minería de oro, los datos de las exportaciones pretéritas realizadas a los EEUU y los recursos estimados desde la etapa neocolonial en extensas áreas, prácticamente inexploradas en la parte central de la Sierra Maestra, propician las condiciones necesarias para abordar, de manera crítica y con nuevo enfoque, los trabajos de prospección.

Las perspectivas se fundamentan en la presencia de depósitos minerales porfídicos de Cu-Mo, de Cu-Au-Ag y Cu-Ag epitermales, relacionados con los intrusivos dioríticos del Eoceno Medio, los cuales fueron clasificados por distintos investigadores (Eguipko y Pérez 1976; Eguipko *et al.* 1984; Rojas-Agramonte *et al.* 2006) como calcoalcalinos de la serie magnetita tipo I; o magmas oxidados, según la clasificación de Ishihara (1981). Estos tipos de intrusivos forman parte de los sistemas magmáticos-hidrotermales (Guilbert y Park 1986; Sillitoe 1989; Corbett y Leach 1998; Evans 1993; Robert *et al.* 2007 y Herrington 2011).

La mineralización en la región se presenta con características típicas de depósitos porfídicos de cobre-molibdeno, así como de vetas y vetillas epigenéticas de cuarzo-carbonato con altas leyes de oro y plata, acompañados de metales base. Según Herrington (2011), los yacimientos minerales que se formaron por reemplazo o en fracturas alrededor de las cámaras magmáticas en enfriamiento son epigenéticos porque se superponen a las rocas encajantes, aunque son contemporáneas con la actividad magmática asociada.

Los depósitos de cobre porfídico que se explotan actualmente constituyen los depósitos que más cobre aportan, además de molibdeno y oro. De hecho, en estos yacimientos se obtiene a nivel mundial más del 65 % de la producción de cobre, más del 90% de la producción de molibdeno y grandes cantidades de oro y plata; le siguen en ese orden los depósitos epitermales (Ridley 2013).

Los depósitos epitermales de metales preciosos en la región del Caribe están formados por vetas y enjambres de vetillas (*stockworks*), muy similares a aquellos encontrados en el oeste de los Estados Unidos de América o en otras áreas circumpacíficas. Los depósitos con bonanza están constituidos por vetas fisurales bien definidas o por *stockworks* encajadas en rocas volcánicas propilitizadas. Sobre la base de la presencia de la alteración sericítica y propilitica se infiere que los depósitos con zonas de bonanza se formaron a temperaturas entre 200 °C y 300 °C (Nelson y Arauz 1992).

Estas mismas características han sido explicadas para los depósitos minerales de la parte central de la Sierra Maestra, los que según Osborne

(1956), se formaron por la precipitación de soluciones hidrotermales con un probable origen en las mismas fuentes profundas de los intrusivos dioríticos, mientras que los depósitos están asociados con las alteraciones cuarzo-sericíticas-propilíticas. La mineralogía de los depósitos indica que se formaron a temperaturas medias (200 °C-300 °C), aunque las texturas de algunas mineralizaciones, como la de la mina La Cristina, sugieren que la precipitación tuvo lugar bajo condiciones de presión relativamente bajas.

La mineralización metálica en la Sierra Maestra, de acuerdo con los informes geológicos realizados en diferentes etapas, es epigenética, con reconocida formación de vetas de tipo cuarzo-carbonato, asociadas generalmente a cuarcitas secundarias, las que han sido descritas petrográficamente en casi todos los depósitos estudiados, ejemplo: Las Mercedes, Vega Grande, San Miguel. En Vega Grande se describieron, por primera vez, las cuarcitas andalusíticas (Alioshin *et al.* 1975).

4. DISCUSIÓN

Los trabajos de pequeña minería realizados en la parte central de la Sierra Maestra entre los años 1900 y 1957 indican que se exportaron por vía marítima a los EEUU cerca de cinco mil toneladas de mineral de cobre con contenidos significativos de oro y plata (Tabla 1).

Tabla 1. Embarques de menas de Cu-Au-Ag realizados a los EEUU antes de 1959, desde minas ubicadas en la parte central de la Sierra Maestra

Minas	Exportaciones (t)	Cu (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Autores (Fuentes)
La Cristina	4 600	10,00	3,11	63,78	(Sherman <i>et al.</i> 1945)
Seguridad	500	20,21	0,56	3041	(Fiterre 1957)
San Miguel	202	12,57	32,15	46,54	(Long y Seymour 1944)
Las Mercedes	100	4,89	122,00	-	(Morón 1957)
La Nicolasa	50	26,27	7,53	31,59	(Castro y Muñiz 1956)
Total	5 452				

Estos datos demuestran que a pesar de la intensidad de los trabajos de exploración, estas minas no llegaron a ser agotadas totalmente, debido a la paralización de la actividad minera, a causa de la guerra de liberación, a finales de la década del cincuenta del siglo XX.

Los trabajos mineros permitieron estimar recursos minerales de aproximadamente medio millón de toneladas de menas de cobre, con oro y plata (Tabla 2); en los trabajos de reconocimiento se tomaron muestras superficiales, que comprobaron la presencia de oro y plata.

La mineralización de oro y plata ha sido dividida en dos subtipos, tomando como base la clasificación de Corbett y Leach (1998) y empleada en trabajos anteriores (Rodríguez y Díaz 2001; Sánchez 2010; Medina 2013), apoyada en la calidad de las menas, con base en los reportes de 304 análisis químicos de cobre, oro y plata obtenidos de las labores mineras realizadas antes de 1959. De los análisis revisados, 134 corresponden a la mineralización de Cu-Au-Ag y 170 a la de Cu-Ag.

Tabla 2. Estimados de recursos minerales de Cu-Au-Ag en la parte central de la Sierra Maestra, antes de 1959

Minas	Recursos (t)	Cu (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Autor (Fuentes)
Serafina	2 500	1,97	-	44,00	(De Caso 1920)
Don Pepe	45 000	5,00	-	-	(Wright 1929)
Juanica	200 000	13,61			(Calvache 1938)
San Miguel	6 250	12,57	32,10	46,54	(Long y Seymour 1944)
Los Carbonatos	100 000	5,00	3,00	-	(Muñiz 1956)
San Francisco	40 000	3,00	3,00	-	(Muñiz 1956)
San Pedro	30 000	4,00	3,00	-	(Muñiz 1956)
Las Mercedes	9 600	4,89	73,09	-	(Morón 1957)
Seguridad	200 000	15,00	-	1 555,00	(Fiterre 1957)
Total	633 350				

Los depósitos de Au-Ag-Cu de alta sulfuración, según Stoffregen (1987) y González (2008), debido al estado de oxidación de los fluidos ácidos responsables de la alteración y mineralización, también se les llama epitermal del tipo ácido-sulfato, el que se origina en zonas tectónicas extensionales y trans-tensionales y en zonas de emplazamiento magmático, donde se construyen estructuras volcánicas y estratovolcanes sobre plutones.

La mineralización se presenta en vetas, brechas con oquedades y reemplazos de sulfuros, variando desde bolsones hasta lentes masivos. Se caracterizan por lixiviación ácida, alteración argílica avanzada y silíceo. La mineralogía de las menas es pirita, enargita-luzonita, calcosina, covelina,

bornita, oro, electrum; teniendo dos tipos de menas comúnmente: enargita-pirita masiva con cuarzo- alunita-oro.

Entre las minas con mineralización de Cu-Au-Ag se destacan por los contenidos de oro: Santa Bárbara, Las Mercedes, San Miguel, San Francisco, San Miguel de Bueycito, La Nicolasa, La Gloria y La Favorita (Tabla 3); por su parte, entre las manifestaciones con contenidos de oro mayores de 9 g/t están California y Corcobada.

La mineralización de oro en vetas y vetillas de cuarzo-carbonato- pirita en la Sierra Maestra pudieran estar relacionadas con un sistema de sulfidización intermedia. Algunos de estos sistemas ricos en oro están espacialmente asociados con sistemas de pórfido: Rosia Montana y Bagueio; mientras que los otros se relacionan a sistemas contemporáneos de alta sulfidización: Victoria, Chiufen-Wutanshan (Robert *et al.* 2007).

Tabla 3. Resultados de los análisis químicos de Cu-Au-Ag reportados en minas y manifestaciones de la parte central de la Sierra Maestra, antes de 1959

Minas y manifestaciones	Materias primas	Cotos mineros	Cu %	Au g/t	Ag g/t	AQ
Mina Santa Bárbara (1)	Au-Cu	Buey Arriba	7,00	112,8	-	20
Mina Las Mercedes (2)	Au-Ag-Cu	Buey Arriba	3,58	57,47	52,5	27
Mina San Miguel (3)	Cu-Au-Ag	Bayamita	12,45	28,44	46,9	25
Manifestación California (2)	Cu-Au-Ag	Buey Arriba	2,85	16,47	52,8	3
Mina San Miguel (4)	Cu-Au-Ag	Buey Arriba	2,51	12,55	35,8	4
Mina San Francisco (5)	Cu-Au-Ag	El Oro	2,53	12,19	14,4	10
Manifestación Corcobada (2)	Cu-Au	Buey Arriba	0,24	9,50	-	2
Mina La Nicolasa (6)	Cu-Au-Ag	Rio Yao	29,27	7,55	24,6	3
Mina La Gloria (7)	Cu-Au-Ag	Rio Yao	0,32	6,63	12,4	28
Mina La Favorita (8)	Au-Ag	Buey Arriba	-	6,00	8,00	1
Mina Precaución (5)	Cu-Au-Ag	El Oro	7,63	3,57	56,4	7
Mina Manacal (8)	Cu-Au-Ag	Buey Arriba	2,18	2,84	8,42	2
Mina La Habanera (2)	Cu-Au-Ag	Buey Arriba	2,18	1,73	3,42	2

AQ: Total de análisis químicos. Fuentes consultadas: 1-Muñiz (1956), 2-Morón (1957); 3-Long y Seymour (1944); 4-Bartlett y Urrutia (1955); 5-Calvache (1959); 6-Castro y Muñiz (1956); 7-Porro 1994; 8-Alioshin *et al.* (1975).

Los minerales de alteración en sistemas intermedios de depósitos de Au están zonificados, desde cuarzo ± carbonato ± adularia ± illita proximal, a la mineralización a través de una alteración propilítica distal de illita-smectita. Las brechas pueden ser comunes y presentar indicios de eventos repetidos de brechamiento (Simmons, White y John 2005).

Las vetas de Cu-Ag epitermales en la Sierra Maestra fueron descritas, por primera vez, en trabajos de exploración como los de Wright 1929; Calvache 1948, 1961; Beckett 1957 y Wassall 1957. Algunas de las vetas descritas presentan bonanzas de plata, como el caso de la mina Colón, que tiene un contenido promedio de 4 568,54 g/t en 21 análisis químicos, donde algunas de las muestras alcanzan valores puntuales de 10 000 g/t y 21 000 g/t.

Según Calvache (1938), el mineral extraído lo constituía una mena de sulfuro con cobre y plata y consideró que este tipo de mineral podría ser stromeyerita, solo en algunas de estas minas fueron detectados algunos contenidos de oro. No se realizaron trabajos de explotación que permitieran hacer una evaluación completa de los depósitos, ya que los trabajos no se culminaron, debido a su paralización.

Los análisis químicos de cobre, plata y oro realizados antes de 1959 se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de los análisis químicos de Cu-Ag-(Au) reportados en minas y manifestaciones de la parte central de la Sierra Maestra, antes de 1959

No	Minas y manifestaciones	Materias primas	Cotos mineros	Cu %	Ag g/t	Au g/t	AQ
1	Mina Colón (1)	Cu-Ag-Au	Los Diablos	6,20	4 568,54	7,62	21
2	Mina Agga (2)	Cu-Ag-Au	El Agga	1,13	2 360,50	0,60	1
3	Mina La Nuez (3)	Cu-Ag	Ana-La Nuez	50,91	2 308,80	-	1
4	Mina Pepín (3)	Cu-Ag	Ana-La Nuez	18,0	1 790,77	-	1
5	Mina Veta Rey (4)	Cu-Ag-Au	La Plata	10,80	1 544,00	1,24	18
6	Mina Santa Ana (5)	Cu-Ag-Au	Santa Ana	7,78	1 085,76	-	1
7	Mina Seguridad (4)	Cu-Ag-Au	La Plata	7,92	483,59	-	23
8	Mina Ana (3)	Cu-Ag	Ana-La Nuez	5,28	237,12	-	2
10	Mina Triunfo (3)	Cu-Ag	Ana-La Nuez	40,00	42,88	-	1
11	Mina San Rafael (2)	Cu-Ag	El Agga	1,51	36,42	0,16	2
12	Mina Serafina (6)	Cu-Ag	El Oro	1,97	31,91	-	11
13	Mina Juanica (4)	Cu-Ag	El Oro	10,76	30,19	0,35	18
14	Mina Riqueña (7)	Cu-Ag	El Agga	1,00	25,00	-	2
15	Mina San Pedro (4)	Cu-Ag -Au	El Oro	6,52	16,43	0,97	19
16	Mina Success (6)	Cu-Ag-Au	Rio Yao	0,88	15,55	0,31	1
17	Mina La Cristina (6)	Cu-Ag-Au	Rio Yao	0,96	10,37	0,78	48
					Total		170

AQ: Total de análisis químicos. Fuentes consultadas: 1-Wassall (1957), 2-Beckett (1957); 3-Wright (1929); 4-Calvache (1938); 5- Steele (1934); 6-Castro y Muñiz (1956); 7-Alioshin et al. (1975).

Estudios recientes en la cuenca del Caribe y América Central (Gray *et al.* 2014) concluyen que esta región podría contener cerca de 37 depósitos de cobre porfírico no descubiertos, con una estimación media de unos ciento treinta millones de toneladas. Aproximadamente, el 80 % de los recursos estimados no descubiertos están asociados con tres áreas permisibles (Santiago, Darién y Cocos) que contienen depósitos conocidos; el área Santiago está incluido en el arco volcánico del Paleógeno Sierra Maestra. En adición al cobre, se indica la posibilidad de la existencia de 2 700 000 t de molibdeno, 43 000 t de plata y 5 200 t de oro.

Las cifras de estimación de recursos y producciones pretéritas en la Sierra Maestra que se brindan han permanecido inéditas casi más de medio siglo, por falta de la sistematización de la información, permitiendo un nuevo enfoque sobre las perspectivas existentes en la región.

5. CONCLUSIONES

- Queda demostrado que, en la década de los años 50 del siglo XX, la parte central de la Sierra Maestra constituyó un importante distrito minero de producción de cobre, oro y plata en Cuba.
- Se evidencia que los resultados aportados por la actividad de la pequeña minería de oro antes de 1959 constituyen índices directos que, con la sistematización de la información de los trabajos posteriores y los criterios de prospección en el contexto actual, permiten elevar la perspectiva de la mineralización aurífera en la parte central de la Sierra Maestra.
- Se corrobora, a partir de los resultados obtenidos, que las rocas del arco volcánico del Paleógeno Sierra Maestra representan una de las áreas con mayor potencial prospectivo para la prospección de oro.

6. REFERENCIAS

Aguilera, E. y Manduley, J. R. 1918: Reseña histórica sobre la minería en Oriente. *Boletín de minas*, 4: 39-52. Consulta: 20/06/2018. Disponible en:

http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/1918_Aguilera_la%20miner%C3%ADa%20en%20Oriente,%20Cuba.pdf

Alioshin, V.; Burov, V.; Sánchez, F.; Eguipko, O. y Eliseiev, V. 1975: Informe sobre los resultados de los trabajos de levantamiento geológico y búsqueda en escala 1:100 000 ejecutados en las montañas de la Sierra Maestra, provincias de Santiago de Cuba y Granma. (Inédito). Inventario 2980. La Habana: Archivo de la ONRM.

- Bartlett, C.E. y Urrutia M. 1955: Mina de oro San Miguel cerca de Bueycito. (Inédito) Inventario 1877. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Beckett, R. L. 1957: Report on examination made of the silver prospect known as "Mine Agga". (Inédito). Inventario 1799. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Calvache, A. 1925: Resumen de la historia de la minería de Cuba. *Boletín de Minas*, (8): 22-35.
- Calvache, A. 1938: Informe complementario sobre las minas del coto minero El Oro. (Inédito). Inventario 1773. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Calvache, A. 1948: Breve informe sobre las minas de cobre que integran el coto minero El Oro. (Inédito). Inventario 448. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Calvache, A. 1959: Memorando. RE: Proyecto del Sr. Juliá para la explotación del grupo Bayamo. Banco de Desarrollo Económico y Social (BANDES). (Inédito). Inventario 1879. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Calvache, A. 1961: Memorando. Mineral de plata en la mina Colón. Estudios minerográficos. (Inédito). Inventario 1774. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Castro, C. y Muñiz, P. E. 1956: Informe sobre viaje a la zona de San Pablo de Yao. (Inédito). Inventario 1911. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Cobiella-Reguera, J. L. 1988. El volcanismo paleogénico cubano. Apuntes para un nuevo enfoque. *Revista Tecnológica*, 18(4): 25-32.
- Cobiella-Reguera, J. L. 1998. Zonación de la sedimentación, el magmatismo y la tectónica del Paleoceno-Eoceno Medio de Cuba. En: III Congreso Cubano de Geología y Minería (GEO-MIN 98). Geología y Minería 98. La Habana, p. 132-135.
- Corbett, G. J. y Leach, T. M. 1998: *Southwest Pacific rim gold-copper systems: structure, alteration and mineralization*. Special Publication Series 6. Colorado: Society of Economic Geologist. 238 p. ISBN: 978-1-629496-24-5.
- De Caso, A. 1920: Informe del Superintendente General Sr. Angel De Caso, sobre la mina Serafina. (Inédito). Inventario 1773. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Díaz de Villalvilla, L.; Pérez, M.; Sukar, K.; Marí, T.; Méndez, I.; Rodríguez, R.; Piñero, R.; Quintana, M. E.; Aguirre, G.; Echevarría, B. y Milia, I. 1994: Consideraciones geoquímicas acerca de los arcos volcánicos de Cuba. En: Segundo Congreso Cubano de Geología y Minería. Libro de Programas y Resúmenes. Santiago de Cuba, p. 173.
- Draper, G. y Barros, J. A. 1994: Caribbean Geology: An Introduction. Chapter 4: 65-85. En: Donovan, S. K. and Jackson, T. A. (Eds.). *Cuba*.

- Kingston: The University of the West Indies Publishers' Association (UWIPA).
- Eguipko, O. y Pérez, M. 1976: Breves características petrográficas y petroquímicas de los principales tipos de rocas magmáticas en la parte central de la Sierra Maestra. Centro de Investigaciones Geológicas, Serie I. 14 p.
- Eguipko, O.; Sukar, K.; Pavlov, V.; Pérez, M.; Gurbanov, A. y Soto, T. 1984: Principales particularidades petroquímicas de los granitoides del eugeosinclinal cubano y sus formaciones. *Rev. Ciencias de la Tierra y del Espacio*, (9): 59-73.
- Evans, A. M. 1993: *Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction*. Hoboken, NJ: Blackwell.
- Fernández de Castro, M. y Salterain-Legarra, P. 1881: Croquis geológico de la isla de Cuba. Bol. Com. Mapa geológico. España VIII. p. I. G.
- Fiterre, R. 1957: Informe sobre la mina Seguridad (Inédito). Inventario 1773. La Habana: Archivo de la ONRM.
- García-Delgado, D. E. y Méndez, I. 1994: Generalización estratigráfica del arco volcánico paleogénico en la Sierra Maestra. Segundo Congreso Cubano de Geología y Minería. Santiago de Cuba, p. 68.
- González, O.A. 2008. Características principales de los depósitos epitermales en el noroeste de México, un análisis y comparación. Universidad de Sonora. México. Consulta: 14/05/2016. Disponible en: <http://www.unison.mx>.
- Gray, F.; Hammarstrom, J. M.; Ludington, S.; Zürcher, L.; Nelson, C. E.; Robinson, G. R., Jr.; Miller, R. J. y Moring, B. C. 2014: Porphyry copper assessment of Central America and the Caribbean Basin. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5090-I. 81 p.
- Guilbert, J. M. y Park, C. F. 1986: *The Geology of Ore Deposits*. New York: W. H. Freeman. p. 715-720.
- Herrington, R. 2011: Geological Features and Genetic Models of Mineral Deposits. Chapter 3.1. In: SME Mining Engineering Handbook, Researcher, Economic Geology. London, UK: Natural History Museum.
- Ishihara, S. 1981: The granitoid series and mineralization. *Econ. Geol.*, 75th Anniversary Vol.: 458-484.
- Iturralde-Vinent, M. 1994: Cuban Geology: A new plate tectonic synthesis. *Journal of Petroleum Geology*, 17(1): 39-69.
- Iturralde-Vinent, M. 1996a: Introduction to Cuban Geology and tectonics. In: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*. Miami, USA: IGCP Project 364. p. 3-35.

- Iturralde-Vinent, M. 1996b: Cuba: el archipiélago volcánico Paleoceno-Eoceno Medio. In: *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*. Miami, USA: IGCP Project 364. p. 231-246.
- Kinev, T y Casanova, E. 1969: Informe sobre los trabajos de Búsqueda para cobre a escala 1: 100 000, realizados en la parte meridional de la provincia de Oriente, en el área interfluvial Buey-Guamá (Sierra Maestra) en 1967-1968. (Inédito). Inventario 1733. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Kuzovkov, G.; Arseniev, Y.; Sánchez, R. y Quesada, R. 1982: Informe sobre los resultados del Levantamiento Geológico a escala 1:100 000 realizado por la Brigada Sierra Maestra en la pendiente sur de la cresta del turquino en la parte oeste de la provincia de Santiago de Cuba durante los años 1975-76 (Sierra maestra Sur II). (Inédito). Inventario 3044. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Long, W. W. y Seymour, O. G. 1944: Reporte del denuncia minero San Miguel. (Inédito). Inventario 1770. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Medina, A. 2013: La pequeña minería del oro en el Arco Volcánico Paleógeno Sierra Maestra: Historia y perspectivas. En: VII Conferencia Internacional de Aprovechamiento de Recursos Minerales CINAREM. ISMM. Moa, Holguín, Cuba. ISBN: 978-959-16-2240-0.
- Méndez, I. 1997: Apuntes sobre el vulcanismo del Paleógeno en la región Sierra Maestra y características de su composición química. In: G. Furrázola y K. Nuñez (eds.). *Estudios sobre geología de Cuba*. P. 424-444.
- Méndez, I.; Rodríguez, R.; Rodríguez, E.; Fernández, A.; Rodríguez, M.; Ruiz, R.; Hernández, R. 1994: *Atlas de rocas de la Sierra Maestra*. Santiago de Cuba: Editorial Oriente. 125 p.
- Molodenkov, N.; Kurakov, O. y Ponomariev, B. 1968: Informe geológico sobre los resultados de los trabajos de búsqueda para cobre realizados en la región de Vega Grande en 1965-67. (Inédito). Inventario 1719. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Morón, F. 1957: Re: la Mina Mercedes de la concesión minera Emily S.A., situada en el coto Buey Arriba, Bayamo, Oriente. Inventario 680. (Inédito). La Habana: Archivo de la ONRM.
- Morón, F. 1959: Informe. Mina Las Mercedes. Expediente 0-3. Inventario # 1904 (Inédito), archivo de la ONRM.
- Muñiz, P. E. 1956: Memorándum. Mina Santa Bárbara, oro y cobre. Buey Arriba, al Sur de Bayamo. Ing. Manuel J. Góngora. (Inédito). Inventario 1878. La Habana: Archivo de la ONRM.

- Muriño, G. y Castro, C. 1951: Proyecto para la explotación de mineral de cobre con contenido de plata en la mina Seguridad. (Inédito). Inventario 1773 A5. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Nagy, E.; Formell, F.; Brito, E.; Bresznyanszky, K.; Franco, G. y Ciaritani, P. 1976: Texto explicativo del mapa geológico de la provincia de Oriente a escala 1: 250 000 entre 1972-1976. (Inédito). Inventario 2808. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Nelson, C. E. y Arauz, A. 1992: Depósitos de metales preciosos de gran tonelaje en la región del Caribe. *Rev. Geol. Amér. Central*, 14: 39-57.
- Osborne T.C. 1956: Report on a preliminary examination of the San Pablo de Yao mining district, Oriente. (Inédito). Inventario 1911. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Pesquera, R. W. 1960: Yacimientos de hierro de la faja costera al este y Oeste de Santiago de Cuba. (Inédito). Inventario 1617. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Porro, A. 1994. Geología del yacimiento de menas polimetálicas infierno en la parte occidental de la Sierra Maestra. En: Segundo Congreso Cubano de Geología y Minería. Libro de Programas y Resúmenes. Santiago de Cuba, p. 99.
- Proenza, J. A. y Melgarejo, J. C. 1998: Una introducción a la metalogenia de Cuba bajo la perspectiva de la tectónica de placas. *Acta geológica hispánica*, 33(1): 89-131.
- Quintas, F.; Hernández, M. y Blanco, J. A. 1994: Origen y evolución del arco de islas volcánicas Sierra Maestra. *Minería y Geología*, 11(1): 3-12.
- Ridley, J. 2013: *Ore Deposit Geology*. United Kingdom: Cambridge University Press. ISBN 1107691591. Consulta: 9/01/2015. Disponible en:
<http://ebooks.cambridge.org/ebook.jsf?bid=CBO9781139135528>.
- Robert, F.; Brommecker, R.; Bourne, B. T.; Dobak, P. J.; McEwan, C.; Rowe, R. R. y Zhou, X. 2007: Models and Exploration Methods for Major Gold Deposit Types. In: Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration. p. 691-711.
- Rodríguez, A. y Díaz, R. 2001: La mineralización aurífera en cuba: clasificación y rasgos geológicos-geoquímicos para la prospección. *Minería y Geología*, XVIII(1). ISSN 0258 5979. Consulta: 14/07/2018. Disponible en:
<http://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/190/187>
- Rojas-Agramonte, Y.; Neubauer, F.; Bojar, A. V; Hejl, E.; Handler, R.; Garcia-Delgado, D. E. 2006: Geology, age and tectonic evolution of the Sierra Maestra Mountains, southeastern Cuba. *Geologic Act*, 4(1-2): 123-150.

- Sherman, A. L.; Cameron, J.; Brown, R.; Thompson, M. y Llorent, T. V. 1945: Informes varios sobre minas de la Cristina Mines Incorporated, en Bayamo, (Cristina, Valle de Yao, Eureka), muestras, secciones delgadas y descripciones. (Inédito). Inventario 408. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Sillitoe, R. H. 1989: Gold deposits in western Pacific island arcs: the magmatic connection. *Economic Geology Monograph*, 6: 274-291.
- Simmons, S. F.; White, N. C. and John, D. A. 2005: Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits. *Economic Geology*, 100th Anniversary Volume: 485-522.
- Skvor, V. 1968: Informe de prospección realizado particularmente en la provincia de Oriente para distintos minerales y asbesto (Inédito). Inventario 1725. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Steele, H. 1934: Re: Santa Ana Lead Mine. (Inédito). Inventario 1770. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Stoffregen, R. E. 1987: Genesis of acid-sulfate alteration and Au-Cu-Ag mineralization at Summitville, Colorado. *Economic Geology*, 82: 1575-1591.
- Wassall, H. 1957: Boletín de Minas. Mina de plata Colón, situada en Los Diablos, Bayamo, Oriente. (Inédito). Inventario 1774. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Wright, G. A. 1929: Report of Explorations of Ana, Pepín and La Nuez mines. Province of Oriente. Cuba. Bethlemen Cuba Iron Mines Company. (Inédito). Inventario 1770. La Habana: Archivo de la ONRM.
- Zikin, E. y Larionov, V. 1968: Informe sobre los resultados del estudio de las manifestaciones de mineral y de los trabajos de búsqueda para el cobre, realizados en 1965-67 en la Sierra Maestra. (Inédito). Inventario 1718. La Habana: Archivo de la ONRM.

Información adicional

Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses

ORCID

AMB, <https://orcid.org/0000-0002-3802-1785>

Recibido: 27/08/2018

Aceptado: 15/11/2019