

LA MINERALIZACIÓN AURÍFERA EN CUBA: CLASIFICACIÓN Y RASGOS GEOLÓGICO- GEOQUÍMICOS PARA LA PROSPECCIÓN

GOLD MINERALIZATION IN CUBA: CLASSIFICATION AND GEOLOGICAL- GEOCHEMICAL FEATURES FOR PROSPECTING

ANTONIO RODRÍGUEZ VEGA
ROBERTO DÍAZ MARTÍNEZ

E-mail: arvega@moa.minbas.cu

Instituto Superior Minero Metalúrgico Dr. Antonio Núñez Jiménez

RESUMEN: En Cuba existe una gran diversidad de yacimientos y manifestaciones minerales auríferos, de tipo oro epitermal, asociados a VMS, relacionados con pórfidos, residuales, placeres, etc.; sin embargo, no existe aún una clasificación de los mismos que considere el tipo de depósito y sus diferentes estilos, los rasgos esenciales del marco geológico, las particularidades de la mineralización, los tipos de alteraciones acompañantes, los indicadores geoquímicos y mineralógicos, entre otros aspectos de interés.

En este artículo se propone una clasificación para los depósitos auríferos cubanos, tomando como referencia la clasificación propuesta por Corbett y Leach (1995), en la cual se integran criterios de numerosos autores.

Especial atención se le presta a algunos distritos poco estudiados y con una mineralización aurífera muy particular, como son los distritos Santa Clara, Holguín y Sagua-Baracoa, desarrollados fundamentalmente dentro de un ambiente geológico con predominio de los complejos de la asociación ofiolítica.

Palabras claves: Oro epitermal, pórfido, VMS, placeres, clasificación, alteraciones, indicadores geoquímicos.

ABSTRACT: There is a great diversity of gold-bearing deposits and mineral manifestations in Cuba, but, there is not yet, among the other aspects of interest, a classification that takes into consideration the kind of deposits and its different styles, the specific feature of the geological areas, the particular characteristics of mineralization, the types of accompanying alteration and the geochemical and mineralogical indicators.

In this paper it is proposed a classification for Cuban gold-bearing deposits that takes as reference the classification made by Corbett and Leach (1995) in which criteria of many authors have been integrated.

Special attention is devoted to districts, poorly studied and characterized by a particular gold-bearing mineralization, like Santa Clara, Holguín and Sagua-Baracoa districts. They have been developed fundamentally in geological environment characterized by the presence of complexes of ofiolitic association.

Key words: Epithermal gold, Porphyre, VMS, Classification, Alteration, Geochemical indicators.

INTRODUCCIÓN

En Cuba no existen grandes yacimientos de oro; ellos se reducen a manifestaciones o yacimientos de pequeña escala cuyas leyes no sobrepasan las decenas de g/t. Sin embargo, existen muchas manifestaciones y yacimientos sulfurosos de metales base con contenidos relativamente altos de oro. Algunos investigadores consideran que el oro asociado a los depósitos vulcanogénicos de sulfuros masivos, skarn, brechas, sinter, entre otros, es de génesis hidrotermal, y no toman en consideración las ideas actuales acerca de los diferentes tipos y estilos de la mineralización aurífera, en particular la distribuida en el cinturón circumpacífico. Es por ello que el presente trabajo propone una clasificación para este tipo de minerali-

zación existente en Cuba. También se ofrece una idea bastante elaborada sobre los tipos y estilos de mineralización aurífera predominantes en los principales distritos del país, y sus potencialidades en cuanto a los recursos auríferos; se destacan los rasgos esenciales del marco geológico, las particularidades de la mineralización, los tipos de alteraciones acompañantes, los indicadores geoquímicos y mineralógicos, entre otros aspectos de interés.

RASGOS ESENCIALES DE LA GEOLOGÍA DE CUBA

Según Iturralde-Vinent (1998), la constitución geológica de Cuba se puede representar mediante un modelo geológico en el que se distinguen dos niveles estructurales principales: el substrato plegado y el neot autóctono (Fig.1).

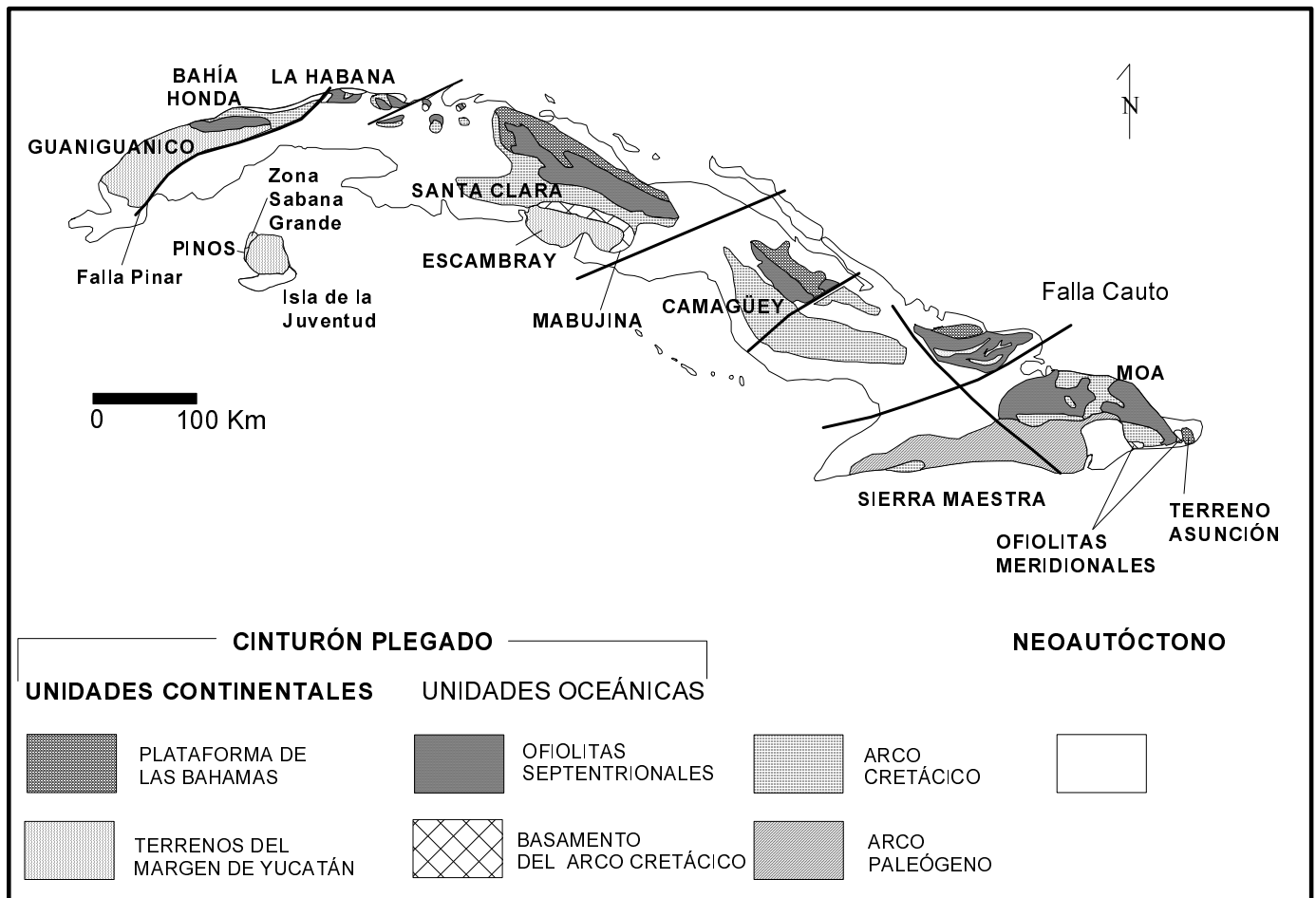


Figura 1. Mapa geológico esquemático de Cuba (adaptado de Iturralde-Vinent, 1998).

El substrato plegado está constituido por distintos tipos de terrenos que constituyen fragmentos de las placas de Norteamérica, del Caribe y, posiblemente, del Pacífico. Estos terrenos son tanto de naturaleza continental como oceánica, e incluyen rocas que datan desde el Neoproterozoico hasta el Eoceno Superior. El origen y evolución de los componentes tuvo lugar fuera de los límites del espacio que ocupa el territorio cubano actual. Así, la geología del substrato plegado de Cuba representa la de territorios paleogeográficos diversos (distintas placas tectónicas), tanto del Caribe occidental como del Pacífico, hasta su acreción en el borde meridional de la placa norteamericana que tuvo lugar entre el Cretácico y finales del Eoceno. El neoaútóctono está representado por las rocas y estructuras originadas a partir del Eoceno Superior, que se desarrollaron básicamente en el mismo espacio hoy ocupado por el territorio de Cuba que ya formaba parte del margen pasivo meridional de la placa norteamericana.

En el substrato plegado se distinguen unidades que por su naturaleza pueden ser puramente continentales u oceánicas, y se destacan también unidades en que ambos elementos se encuentran mezclados con distintos grados de aloctonía. Las unidades de naturaleza pura-

mente continental están representadas por fragmentos de la plataforma de las Bahamas y por el terreno Pinos, mientras que en los terrenos Guaniguanico y Escambray están presentes tanto los elementos de carácter continental como oceánicos.

Las unidades de naturaleza oceánica están representadas fundamentalmente por las ofiolitas septentrionales, la corteza oceánica que sirvió de basamento a los arcos volcánicos (infra-arcos volcánicos) y los sistemas de arcos volcánicos. En el substrato plegado también se distinguen una serie de cuencas postvolcánicas (Campniano-Eoceno Superior) y de antepaís (Paleoceno-Eoceno Superior).

Las unidades pertenecientes a la plataforma de las Bahamas se distribuyen en forma de varios, extensos y aislados afloramientos ubicados hacia el borde norte de la estructura geológica cubana, alcanzan su máximo desarrollo hacia la parte central de la Isla y se extienden hasta su extremo oriental, donde están representadas por las metamorfitas del terreno Asunción. Estas unidades dentro del territorio cubano se distribuyen por zonas bien definidas, con predominio casi absoluto de las rocas propias de la cobertura sedimentaria de la plataforma, dentro de las cuales se incluyen las relacionadas

con las cuencas de antepaís. Las rocas de estas unidades continentales presentan edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Eoceno, y entre ellas se destacan las siguientes secuencias de rocas, ordenadas aproximadamente en orden decreciente de las edades: siliclastitas continentales, evaporitas, dolomitas y calizas, calizas, silicitas y lutitas pelágicas (que incluyen calizas de plataforma), flysch arcilloso-calcáreo y olitostromas propios de las cuencas de antepaís.

Los terrenos Escambray, Pinos y Guaniguanico, que constituyen los denominados terrenos cubanos sudoccidentales, afloran hacia la parte centrooccidental de Cuba y tienen en común su aloctonía, un determinado carácter metamórfico, de muy bajo grado en Guaniguanico y de grado bajo a medio en Pinos y Escambray, además de determinados rasgos tectono-estratigráficos que guardan cierta semejanza con los del bloque Maya (península de Yucatán).

Las rocas del terreno Escambray, correspondientes a las unidades continentales, presentan edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Inferior, constituidas esencialmente por siliclastitas epicontinentales, calizas de plataforma y calizas, silicitas y lutitas pelágicas; mientras que las pertenecientes a las unidades oceánicas presentan edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Superior y están representadas por ultramafitas y gabroides, anfíbolitas, flysch areno-arcilloso y vulcanitas del arco; las rocas de las unidades continentales y oceánicas de este terreno se encuentran afectadas por un metamorfismo de P/T alta.

Las rocas del terreno Pinos tienen edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Inferior y están constituidas, esencialmente, por siliclastitas epicontinentales con intercalaciones de basaltos marinos y calizas de plataforma, afectadas todas por un metamorfismo de T/P media.

En el terreno Guaniguanico las unidades continentales están representadas por secuencias de rocas con edades comprendidas entre el Jurásico Inferior y el Eoceno, e incluyen las secuencias propias de las cuencas de antepaís. Por sus edades decrecientes, las rocas de estas secuencias se ordenan de la manera siguiente: siliclastitas epicontinentales con intercalaciones de basaltos marinos (Jurásico Inferior a Medio), calizas de plataforma, calizas, silicitas y lutitas pelágicas con intercalaciones de basaltos marinos y flysch areno-arcilloso (Jurásico Superior a Cretácico Superior), y flysch arcilloso-calcáreo y olitostromas de cuencas de antepaís (Paleoceno-Eoceno). Las unidades oceánicas en este terreno están representadas por mantos alóctonos de ofiolitas y vulcanitas del arco del Cretácico, emplazados tectónicamente en el Eoceno.

Las unidades oceánicas representadas por las ofiolitas septentrionales afloran como una serie de cuerpos alargados en la mitad septentrional de la isla de Cuba, prácticamente desde su extremo oriental hasta el occidental, lo que constituye uno de los rasgos principales de la estructura geológica cubana. En general, estas ofiolitas se

caracterizan por un marcado predominio del complejo de tectonitas, representado esencialmente por harzburgitas con diferentes grados de serpentinización; luego le sigue en importancia el complejo cumulativo, representado sobre todo por diferentes tipos de gabros, cuyos cuerpos en algunas localidades ocupan áreas significativas. Los afloramientos de los complejos de diques paralelos, de vulcanitas y de sedimentos oceánicos, al parecer no ocupan áreas significativas y se encuentran poco estudiados, aunque diversos autores hacen referencia a ellos en determinadas localidades. Por su parte, la supuesta zona de transición corteza-manto pudiera aflorar en determinadas áreas de desarrollo de las ofiolitas meridionales, en particular dentro de los límites de los macizos Nipe-Cristal y Moa-Baracoa, estrechamente relacionada a los sectores de desarrollo de los depósitos de cromititas, donde ha sido descrita por Proenza como una zona de harzburgitas que contienen principalmente cuerpos de dunitas, peridotitas "impregnadas", sills de gabros, diques de gabros y pegmatoides gábricos, así como cuerpos de cromititas, y considera además que esta zona se corresponde con la denominada *Moho Transition Zone* (Proenza y otros, 1998).

La corteza oceánica que pudiera haber servido de basamento a los arcos volcánicos, sólo se encuentra en forma de grandes afloramientos de metamorfitas asociadas a serpentinitas en la parte central de la isla de Cuba, dentro de los límites del terreno Escambray, donde está representada por grandes cuerpos de anfíbolitas, a veces granatíferas, bastante esquistas y con intercalaciones de metasilicitas (Complejo Mabujina), consideradas como una unidad oceánica dentro del terreno Escambray. Este basamento también aflora en varias localidades situadas hacia el extremo oriental de la isla de Cuba (La Corea, Sierra del Convento, Güira de Jauco y Bernardo de Yateras), también representado por cuerpos de anfíbolitas (a veces granatíferas), glaucofanitas, esquistos glaucofánicos, eclogitas, jadeititas y metasilicitas, en estrecha relación con serpentinitas, por lo que se pueden considerar como melanges de metamorfitas con matriz serpentinitica.

Dentro de los sistemas de arcos volcánicos se destacan el Cretácico y el Paleógeno. Los afloramientos de las rocas de la asociación vulcano-plutónica de arcos de islas, de edad Albiano a Campaniano Medio, se encuentran ampliamente distribuidos en el territorio cubano, se extienden a casi todo lo largo de la isla de Cuba y constituyen el principal rasgo de la estructura geológica cubana. Estas rocas, en la actualidad, yacen en contacto tectónico con las ofiolitas septentrionales y con los terrenos Guaniguanico, Escambray y Pinos. En la mayoría de los casos, las vulcanitas cabalgan sobre las restantes unidades mediante fallas de sobrecorrimento; sólo en la región nororiental de Cuba se observan mantos de ofiolitas emplazados tectónicamente sobre las vulcanitas cretácicas. Entre las rocas propias de este arco se reconocen los complejos siguientes: el vulcanógeno-sedimentario calcoalcalino, el vulcanógeno-sedimentario alcalino, el plutónico y el metamórfico.

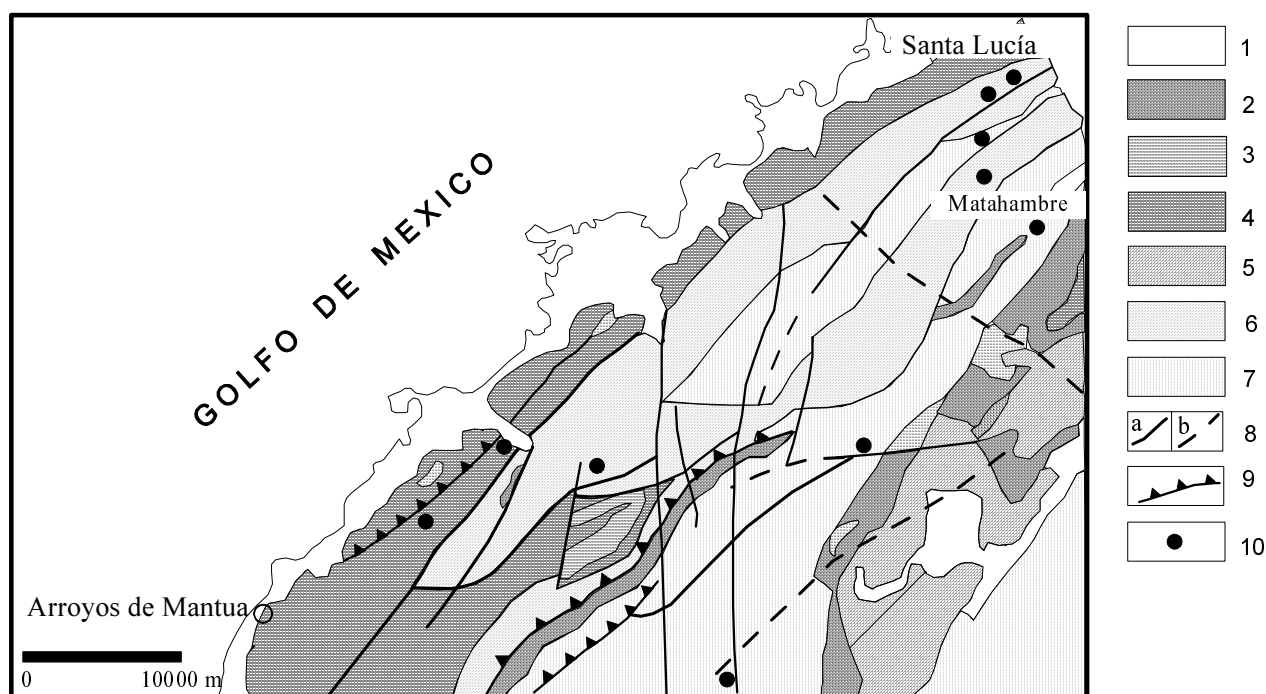


Figura 2. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Matahambre-Mantua. 1, Sedimentos terrígenos del N_2 -Q. 2, Olitostromas policomponentes del p_2^1 - p_2^2 . 3, Ofiolitas con predominio de rocas ultrabásicas serpentinizadas y gabros subordinados del K_2 . 4, Secuencia carbonatada terrígena con silicitas e intercalaciones de basaltos toleíticos- J_3 - K_1 . 5, Secuencia carbonatada- J_3 - K_1 . 6, Secuencia terrígena con intercalaciones carbonatadas - J_3 . 7, Secuencia terrígena- J_1 - J_2 . 8, Fallas: a- Probadas; b- Supuestas. 9, Sobrecorrimientos. 10, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

Estos complejos afloran en diferentes localidades del territorio cubano y presentan variaciones laterales en correspondencia con la parte del arco donde se originaron (Iturralde-Vinent, 1998).

El arco volcánico del Paleógeno se desarrolla sólo hacia el extremo suroriental de la isla de Cuba, y aflora a todo lo largo y ancho de la Sierra Maestra, donde las vulcanitas del arco alcanzan varios miles de metros de espesor. Se considera que este arco se originó sobre los restos deformados del arco cretácico y de las ofiolitas (Iturralde-Vinent, 1998). En esta región se encuentran las formaciones correspondientes al denominado Grupo El Cobre, compuestas de lavas y hialoclastitas, y rocas piroclásticas, con un amplio desarrollo de cuerpos hipoabisales y plutónicos esencialmente de carácter granitoide, para representar lo que pudiera considerarse la zona axial del arco (Cazañas y otros, 1998). Asociado a este arco se conocen varios grandes cuerpos intrusivos de granitoides que afloran hacia la ladera sur de la Sierra Maestra.

Las rocas y estructuras del neautóctono se formaron después de la consolidación del substrato plegado, a partir del Eoceno Superior. Durante esta etapa y hasta el presente, han dominado los movimientos verticales oscilatorios que dieron lugar a la formación de una estructura en bloques. Los sedimentos de este período de desarrollo de la estructura geológica cubana se encuentran muy poco o nada deformados, con excepción de las fajas asociadas con determinadas fallas sinestrales. En

ocasiones, los espesores de la cobertura neautóctona superan los 3 000 metros (Iturralde-Vinent, 1998).

CLASIFICACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN AURÍFERA EXISTENTE EN CUBA

La gran diversidad de yacimientos y manifestaciones minerales auríferos que existen en Cuba obliga a proponer una clasificación para los mismos. Corbett y Leach (1995), aunando criterios de numerosos investigadores, proponen una clasificación muy simple para el cinturón circumpacífico en la que se incluyen los sistemas epitermales y sus diferentes estilos. Partiendo de esta clasificación y atendiendo al marco geológico, la estructura de los cuerpos minerales, las alteraciones de las rocas encajantes, las paragénesis minerales de las menas y la mineralización, se propone la clasificación siguiente para los depósitos auríferos cubanos:

- Epitermales de baja sulfuración.
 - a. Sinter / Brechas
 - b. Stockworks / Vetas
- De baja sulfuración relacionados con pórfidos (cuarzo-adularia-sericita).
 - a. Cuarzo-sulfuro con Au + Cu
 - b. Carbonato-metal base con Au
 - c. Cuarzo con Au-Ag
 - d. Hospedados en sedimentos (Tipo Carlin)
- De alta sulfuración (sulfato ácido o sílice-alunita-caolinita).

- a. Pórfido
- b. Estructuralmente controlado
- c. Litológicamente controlado
- d. Compuesto (estructural y litológicamente controlado)
- Porfídicos.
 - a. Pórfidos de Cu-Au
 - b. Skarn auríferos
 - c. Brechas auríferas
- Residuales asociados a zonas de oxidación de depósitos primarios.
 - a. De sombreros de hierro (Gossan)
 - b. Lateríticos
- Placeres.
 - a. Aluviales
 - b. Eluviales
 - c. Marinos laterales (de Playa)

Todos los tipos relacionados tienen sus representantes típicos, definidos con suficiente claridad en algunos de los distritos minerales auríferos que pudieron delimitarse en el territorio cubano. Vale aclarar que en la mayoría de los distritos se han definido, con cierto grado de certeza, los diferentes estilos dentro de cada tipo de mineralización, exceptuando los pertenecientes al tipo de alta sulfuración debido a que la información disponible sobre ellos es muy escasa para enmarcarlos dentro de un estilo determinado.

En el presente trabajo no se describen los aspectos principales de la mineralización aurífera cubana asociada a los depósitos residuales ni a los placeres.

DISTRITOS MINERALES CUBANOS CON MINERALIZACIÓN AURÍFERA

Los yacimientos, manifestaciones e indicios de mineralización aurífera reportados a lo largo del territorio cubano han sido agrupados en 13 distritos auríferos potenciales, que se describen seguidamente. Se presta especial atención a los objetos geológicos mejor estudiados en cada área con la finalidad de que quede bien esclarecida su ubicación dentro del marco de la clasificación propuesta. La base geológica de cada distrito ha sido tomada del mapa geológico de la República de Cuba a escala 1: 500 000.

Distrito Matahambre-Mantua

Este distrito ocupa una extensa área en la provincia más occidental de Cuba (Fig. 2), con una gran diversidad de yacimientos y manifestaciones minerales hospedados en las rocas de las formaciones geológicas que constituyen el denominado *Terreno Guaniguanico* (Haynes, 1994). En dicho terreno se distingue una secuencia clástica del Jurásico Superior-Jurásico Inferior que hospeda importantes acumulaciones estratiformes, de carácter masivo, de sulfuros de Cu, Zn, Pb (con menores cantidades de Au y Ag) (Proenza y Melgarejo, 1998). Estos depósitos, considerados Tipo SEDEX de Pb-Zn, Pb-Zn-Ba y Ba, están acompañados de zonas de *stockworks* y vetas cortantes con mineralización de cobre (p.e. yacimiento Matahambre), que representan los canales de ascenso

de las soluciones hidrotermales. Esta secuencia está sobreyacida por carbonatos del Jurásico Superior con una cantidad poco significativa de tobas básicas sobreyacidas por carbonatos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (Haynes, 1994). Dentro del Terreno Guaniguanico también se destaca el cinturón La Esperanza, representado por una secuencia de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, constituida por carbonatos, pizarras negras, areniscas y, en menor medida, por basaltos toleíticos que hospedan depósitos de sulfuros masivos cupro-piríticos, los cuales pueden ser considerados como depósitos de sulfuros masivos volcánicos de los tipos Bent Hill o Besschi o como depósitos del tipo SEDEX (Haynes, 1994).

Desde nuestro punto de vista, el distrito Matahambre-Mantua no es de gran importancia en lo referente a la potencialidad de la mineralización aurífera, pues no existen sólidos indicios acerca de una mineralización primaria propiamente aurífera, a tiempo que las menas primarias de los depósitos de sulfuros masivos no son suficientemente ricas en oro. Sin embargo, hay que destacar que este metal se concentra de forma significativa en los sombreros de hierro que acompañan a muchos de estos depósitos, lo que constituye verdaderos yacimientos residuales, uno de los cuales se explota en la actualidad mediante la lixiviación por cianuración y otros están siendo evaluados para su futura explotación. Dentro de estos depósitos se destacan los siguientes: Sombrero de hierro Castellanos (en explotación), Loma de hierro y Hierro Mantua (ambos en evaluación). Las reservas minerales estimadas para los principales depósitos primarios de este distrito son las siguientes: Matahambre-13 MT (entre menas explotadas y reservas existentes), Castellanos-12 MT, Santa Lucía-19,6 MT, La Esperanza-2,5 MT (Proenza y otros, 1998). El contenido medio de oro en las menas oxidadas del yacimiento Castellanos es de 1,5 g/t, y varía desde 0,11 a 3,66 g/t. (Estévez y Cuador, 2001).

Distrito Bahía Honda

Este distrito también se ubica en la provincia de Pinar del Río (Fig. 3) y desde el punto de vista geológico se enmarca en el denominado *Terreno Bahía Honda* (Haynes, 1994), representado por diferentes complejos de la asociación ofiolítica que fueron cabalgados y obducidos en el Cretácico Tardío, por lo que constituye una zona de sutura que hospeda depósitos de sulfuros masivos de cobre del tipo Chipre, representada por el yacimiento Júcaro. Hasta hace muy poco tiempo no se le concedía a este distrito importancia alguna con relación a la mineralización aurífera, pero en los últimos años se han revelado algunos indicios que despiertan interés y estimulan la prospección de metales nobles dentro de sus límites, entre ellos se destacan los siguientes:

- Contenidos anómalos de oro, en el rango de 1,55–6,46 ppm, en algunos sectores con desarrollo de lateritas ferroniquelíferas en el macizo serpentinitico de Cajalbana.
- Presencia de oro y sus elementos indicadores en los sombreros de hierro que se desarrollan sobre mineralización

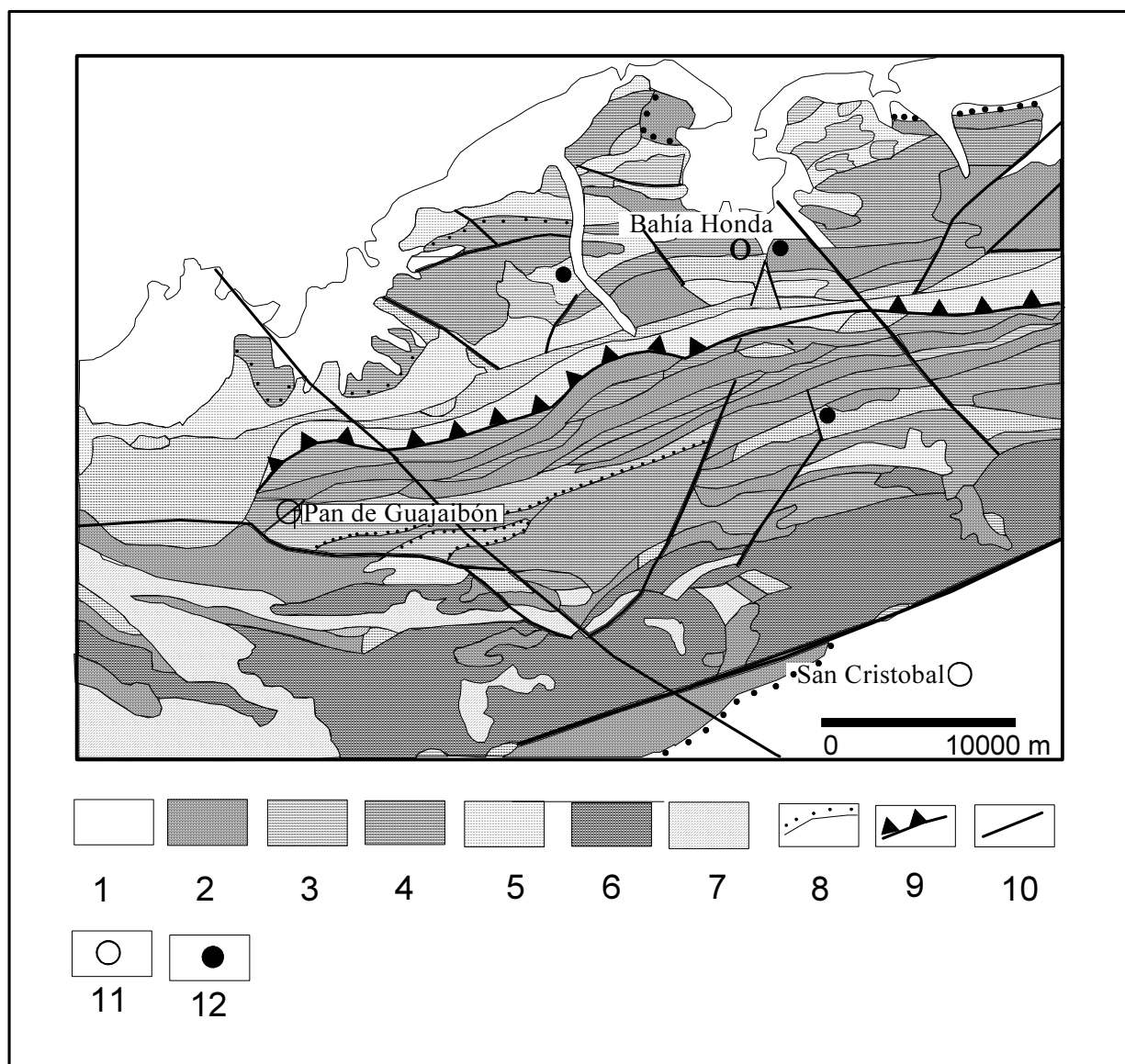


Figura 3. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Bahía Honda. 1, Depósitos carbonatados terrígenos del N_1^2 -Q. 2, Secuencia terrígeno-carbonatada y olistoestrómica policomponentes del p_2^1 - p_2^2 . 3, Ofiolitas con predominio de rocas ultrabásicas serpentinizadas y gabros subordinados del K_2 . 4, Sedimentos silíceos terrígeno-carbonatados del K_1 - K_2 . 5, Rocas vulcanógeno-sedimentarias con predominio de lavas del K_1 . 6, Calizas, dolomitas, silicitas del J_3 . 7, Secuencia terrígena con intercalaciones carbonatadas del J_3 . 8, Discordancias. 9, Sobrecorrimientos. 10, Fallas. 11, Localidades. 12, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

sulfurosa asociados a gabros, basaltos y diabasas de la asociación ofiolítica. Se han revelado contenidos de Au próximos a 1 ppm, junto a contenidos marcadamente anómalos de Ag y As, así como oro nativo en los concentrados pesados.

Distrito Isla de la Juventud (Isla de Pinos)

Geográficamente está ubicado en la conocida Isla de la Juventud o Isla de Pinos, al sur de la provincia de La Habana, en el occidente de Cuba (Fig. 4). Desde el punto de vista geológico, este distrito se desarrolla dentro de los límites del *Terreno Pinos* (Haynes, 1994) que aflora en la mayor parte de la isla mencionada. Este terreno incluye metasiliclastitas con mármoles y pocas intercalaciones de anfibolitas (probablemente rocas básicas),

sobre todo hacia el techo de la sección. Se supone que esta secuencia experimentó los efectos del metamorfismo de presión y temperatura medias a finales del Cretácico, por lo que constituye en la actualidad un macizo metamórfico con una estructura en forma de cúpula, probablemente con un núcleo granítico (Pardo, 1989; 1990; 1992).

De acuerdo con el mapa geológico a escala 1: 250 000 de la República de Cuba, este macizo está constituido por la formación Cañada, de edad Jurásico Inferior-Medio, representada por esquistos metaterrígenos apotelíticos, grafiticos y cuarzo-micáceos; la formación Agua Santa, del Jurásico Medio Superior, compuesta de esquistos metaterrígenos con capas de mármoles, y los mármoles Isla de la Juventud de edad Jurásico Superior Oxfordiano-Thitoniano. Las metamorfitas del Terreno Pinos están

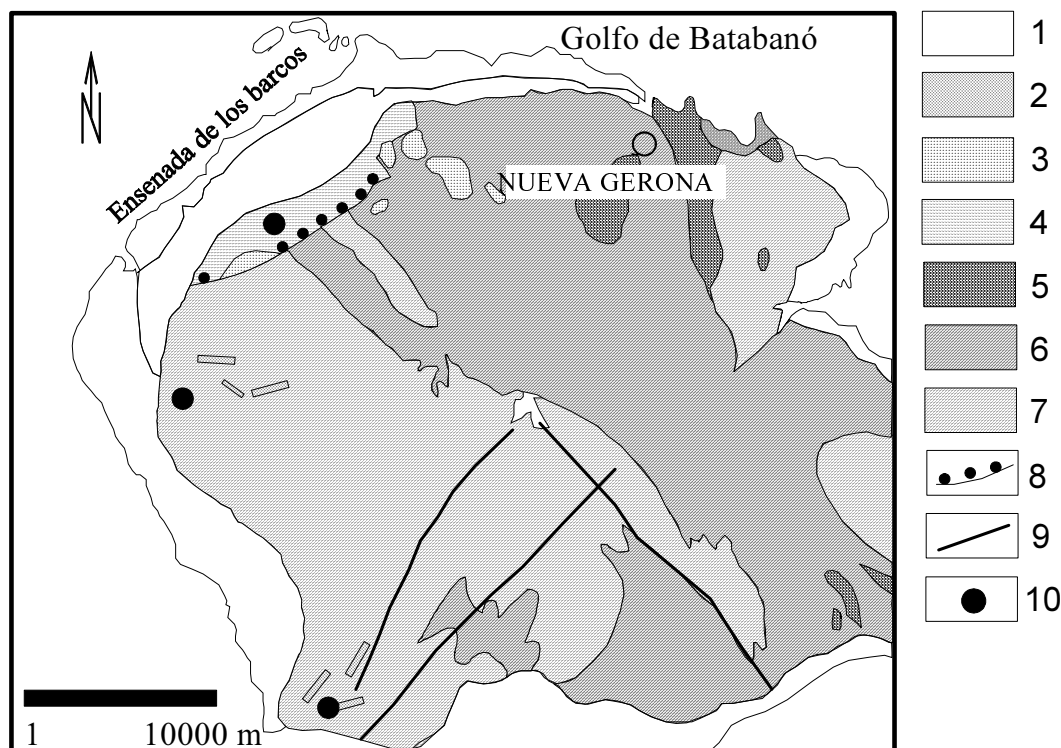


Figura 4. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Isla de la Juventud. 1, Sedimentos terrígenos del N₂-Q. 2, Diques de composición ácida del p. 3, Granitoides indiferenciados del K2. 4, Rocas vulcanógeno-sedimentarias del K₂. 5, Sedimentos carbonatados y metamorizados del J₃. 6, Esquistos metaterrígenos, cuarzo-sericiticos, cuarzo-moscovíticos con grafito del PJ?. 7, Esquistos metaterrígenos, cuarzo-cloríticos-sericiticos, grafiticos, cuarzo-moscovíticos, cuarzo-moscovítico-plagiclásicos del PJ?. 8, Discordancias. 9, Fallas. 10, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

intruidas por granitos biotito-muscovíticos indiferenciados de edad Cretácico Superior, así como por diques de composición ácida considerados de edad Eoceno (?). En un pequeño sector al noreste de la isla, las metamorfitas son cubiertas por las rocas de la formación Téneme, considerada como un fragmento del arco volcánico cretácico, emplazado tectónicamente y constituida por vulcanitas de composición calcoalcalina (lavas y tobas andesítico-basálticas).

Este distrito se caracteriza por una metalogenia muy peculiar, única de su tipo en Cuba, donde se destaca la mineralización de elementos raros y preciosos (W, Au, Ag, As y Sb) la cual se hospeda en las metamorfitas, y guarda relación espacial y genética con los cuerpos intrusivos ácidos.

Al analizar la mineralización dentro de los límites del Terreno Pinos, según los datos de Pardo (1989), se puede inferir la existencia de diferentes estilos que pueden enmarcarse dentro del tipo de depósito de baja sulfuración, según la clasificación adoptada, y se destacan los siguientes:

- Mineralización auro-argentífera-polimetálica, representada por filones, tubos y stockworks asociados a metasomatitas silicio-cuarzosa en brechas. Este estilo de mineralización se acompaña fundamentalmente de las alteraciones propilítica, argílica y silíceas, y sus principales elementos acompañantes son el Cu, Pb, Zn, Ag, As y Sb. El ejemplo típico está representado por la manifestación Sabana Grande.

- Mineralización mesothermal-epithermal de Au-Ag-(Cu), representada por filones de cuarzo con sulfuros dentro de rocas carbonosas, a los cuales se superpone una mineralización más tardía de carácter epithermal. Las alteraciones acompañantes son sericitización, cuarcificación, carbonatización y piritización, mientras que los principales elementos acompañantes son As, Sb, Ag, Zn, Cu, (W), (Bi). El ejemplo típico está dado por el yacimiento Delita (Turovtsev y otros, 1982). La mineralización esta constituida, fundamentalmente, por arsenopirita, pirita, sulfosales de antimonio, galeña, esfalerita, calcopirita, vallerita y argentita, raramente marcasita, tetrahedrita, pirrotina, electrum, wolframita, plata y oro nativo. Los minerales no metálicos de la mena son cuarzo, caolinita, sericita, ankerita, zircón, zoisita, adularia, andalucita, y las texturas predominantes son vetítica, brechiforme, diseminada y paralela. El oro se encuentra sobre todo asociado a la arsenopirita. El contenido promedio de oro en el yacimiento es de 5 g/t (Rodríguez, 2001).
- Mineralización porfídica de Mo-W, representada por filones, vetas diseminadas y stockworks compuestos por cuarzo, turmalina y ferberitas, así como tubos y stockworks de turmalina y molibdenita con pocos sulfuros. Las alteraciones características son cuarcificación, turmalinitización y sericitización, mientras que los elementos acompañantes están representados por Mo, W, Bi, Sn, As y Cu. Espacialmente, se asocian a brechas turmalinizadas y no se les concede mucha importancia

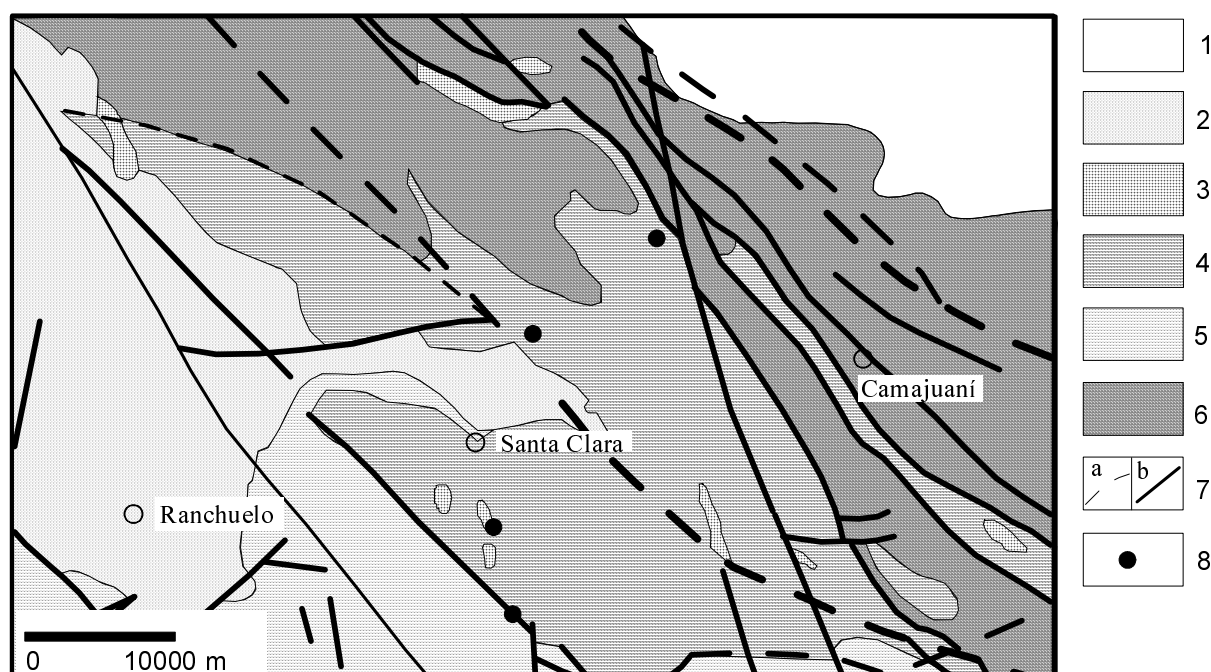


Figura 5. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Santa Clara. 1, Sedimentos del Q. 2, Secuencia terrígeno-carbonatada del $P_1 - P_2$. 3, Intrusivos granitoides de composición ácida e intermedia del K_2 . 4, Ofiolitas con predominio de rocas ultrabásicas serpentinizadas y gabros subordinados del K_2 . 5, Secuencia sedimentaria-vulcanógena con predominio de rocas terrígenas del K_2 . 6, Secuencias predominantemente carbonatadas de la plataforma de Bahamas y, en menor medida, de la cuenca de antepaís del $J_1 - P_2$. 7, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 8, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

para los metales preciosos. La manifestación Lela es el representante típico (Simón y otros, 1987).

Todo parece indicar que los estilos de mineralización en el distrito Isla de la Juventud representan diferentes niveles del corte de erosión con respecto a sistemas mineralizados de Au-Cu de baja sulfuración relacionados con pórfidos o intrusiones de alto nivel cortical.

Distrito Santa Clara

Este distrito está situado en Cuba central (Fig. 5) y desde el punto de vista geológico se enmarca dentro de los límites de un terreno compuesto, representado por los diferentes complejos de la asociación ofiolítica relacionados espacialmente, mediante contactos tectónicos, con secuencias del arco volcánico cretácico, en particular con el denominado Grupo Surrapandilla, esencialmente constituido por las diabasas del mismo nombre. Con el vulcanismo cretácico se relacionan pequeñas intrusiones de cuerpos subvolcánicos de granodioritas y dioritas, que a veces forman diques. Las serpentinitas y las rocas vulcanógenas son cortadas por diques de diabasas, gabrodiabasas y porfiritas dioríticas, los cuales se asocian a dislocaciones tectónicas.

Dentro de los límites de este distrito se conocen numerosos y pequeños yacimientos y manifestaciones auríferos. La mineralización está vinculada espacialmente a cuerpos de rocas ultrabásicas, rocas básicas y pequeñas intrusiones de diques tardíos de porfiritas dioríticas y diabásicas, relacionados con el vulcanismo del Cretácico.

Los autores de este artículo esbozan los rasgos más generales de la mineralización de este distrito, los cuales se resumen a continuación:

- Filones de cuarzo con sulfuros y oro: representados por extensas y potentes vetas de cuarzo situadas hacia el contacto tectónico con las ultrabasitas serpentinizadas y las gabrodiabasas, diabasas y congloidiabasas alteradas, pequeños intrusivos y diques de diabasas, dioritas y otros de muy poca extensión. En general, los cuerpos minerales se ubican más exactamente dentro de las rocas gabrodiabásicas alteradas y de los cuerpos de porfiritas dioríticas, cerca del contacto con los macizos serpentiniticos. La yacencia de las vetas de cuarzo es variable; en algunos casos el buzamiento es muy abrupto, mientras que en otros es tan suave que afloran en la superficie en forma de cúpula y tienen apariencia de lentes en el plano. La mineralización sulfurosa se desarrolla en las salvandas de los filones cuarcíferos, en las rocas encajantes brechadas, y mucho más en las rocas encajantes brechadas y alteradas atrapadas dentro de las vetas de cuarzo. La mineralización primaria está representada sobre todo por calcopirita, pirita y pirrotina; el oro está presente en la pirita y, finamente, disperso en el cuarzo. Los elementos acompañantes de esta mineralización aurífera son: Ag, As, Cu, Pb y Zn.
- Zona de fracturación y alteración de rocas ultrabásicas y básicas con mineralización aurífera (oro en listvenitas): está representada por cuerpos metasomáticos

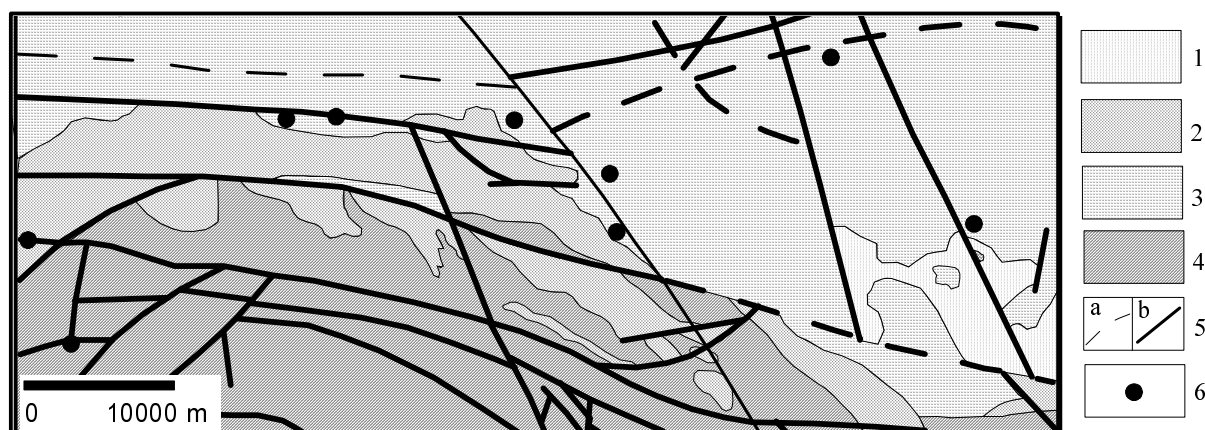


Figura 6. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferas del distrito San Fernando-Los Cerros. 1, Secuencia terrígeno-carbonatada del $P_1 - P_2$. 2, Granitoides Manicaragua del K_2 . 3, Secuencia vulcanógeno-sedimentaria con predominio de lavas y tobas del $K_1 - K_2$. 4, Terreno metamórfico Escambray con predominio de mármoles, esquistos metaterriígenos, esquistos verdes, anfibolitas y serpentinitas del $PZ?-J_3$. 5, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 6, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

de grano fino (listvenitas) y vetillas de cuarzo dentro de zona de esquistosidad y fallas poco definidas, en las cuales el oro se encuentra disperso en forma de granos muy finos. Dentro de las listvenitas también existen pequeñas cantidades de pirita, calcopirita, arsenopirita y esfalerita. El oro está presente en los sulfuros y en las listvenitas y como elementos acompañantes de esta mineralización se destacan As, Ag, Zn, Cu y Ni (Cabrera y otros, 1986).

- Vetas de sulfuros con mineralización de cobre y oro: representadas por pequeñas vetas de sulfuros que rellenan grietas tectónicas de diferentes direcciones dentro de las rocas volcánicas. El oro está incluido en la pirita, que es el sulfuro más abundante. Esta mineralización se encuentra poco difundida en el distrito Santa Clara y es considerada como la de menor importancia económica, por lo que se trata de una mineralización teletermal formada a 100-180 °C, posterior a todas las rocas distribuidas en su área de desarrollo.

La mineralización existente en el distrito Santa Clara puede ser enmarcada, según nuestro criterio, dentro de los diferentes estilos de los yacimientos auro-argentíferos pertenecientes al tipo de baja sulfuración, mesotermalepitermales, en correspondencia con la escasa información disponible acerca de la misma. La mineralización de filones de cuarzo con sulfuros y oro, reúne las características más generales de los sistemas de vetas de cuarzo-sulfuros relacionados con pórfidos, mientras que la mineralización auro-argentífera asociada a zonas de fracturación y alteración de rocas ultrabásicas y básicas es un estilo muy particular de mineralización aurífera, propia de las rocas ultrabásicas serpentinizadas y, en menor medida, de los gabros de la asociación ofiolítica, y guarda relación espacial y genética con las listvenitas, rocas metasomáticas hidrotermales cuarzo-carbonática

caracterizadas por la presencia casi constante de pirita, producidas por soluciones ricas en CO_2 con algún contenido de azufre y arsénico. Por el carácter de las soluciones que le dan origen el proceso de listvenitización se asemeja notablemente al proceso de propilitización que con mucha frecuencia acompaña a los sistemas de baja sulfuración relacionados con pórfidos.

Teniendo en cuenta la génesis y composición mineralógica de las listvenitas, las formas de existencia y composición del oro presente en ellas y la posible relación distal de estas rocas con pequeñas intrusiones, proponemos considerar esta mineralización, tan extendida en las ofiolitas cubanas, como un estilo muy particular dentro del tipo de baja sulfuración, que puede aproximarse al estilo de carbonato-metal base de la clasificación propuesta.

Distrito San Fernando-Los Cerros

Este distrito se enmarca dentro de los límites de un terreno simple representado por las formaciones del arco volcánico cretácico de Cuba central y se sitúa paralelamente al sur del distrito Santa Clara (Fig. 6). De acuerdo con el mapa geológico de la República de Cuba a escala 1: 500 000, los volcánicos del Cretácico están representados por un conjunto de formaciones de edad Cretácico Inferior-Cretácico Superior, con la particularidad de que las rocas de composición más ácida dentro de las secuencias estratigráficas se desarrollan hacia el piso, lo que constituye la denominada formación Los Pasos representada por riolitas, riodacitas y sus tobas, basaltos, andesitas basálticas, areniscas, aleurolitas y gravelitas vulcanomícticas, y tufitas. Hacia la parte media la secuencia es fundamentalmente básica (Grupo Chirino y Fm. Mataguá), mientras que hacia el techo se torna de composición intermedia (Fm. Cabaiguán). Toda la secuencia es intruida por los granitoides Manicaragua, representados sobre todo por granodioritas del Cretácico Superior que afloran hacia el extremo sur del distrito.

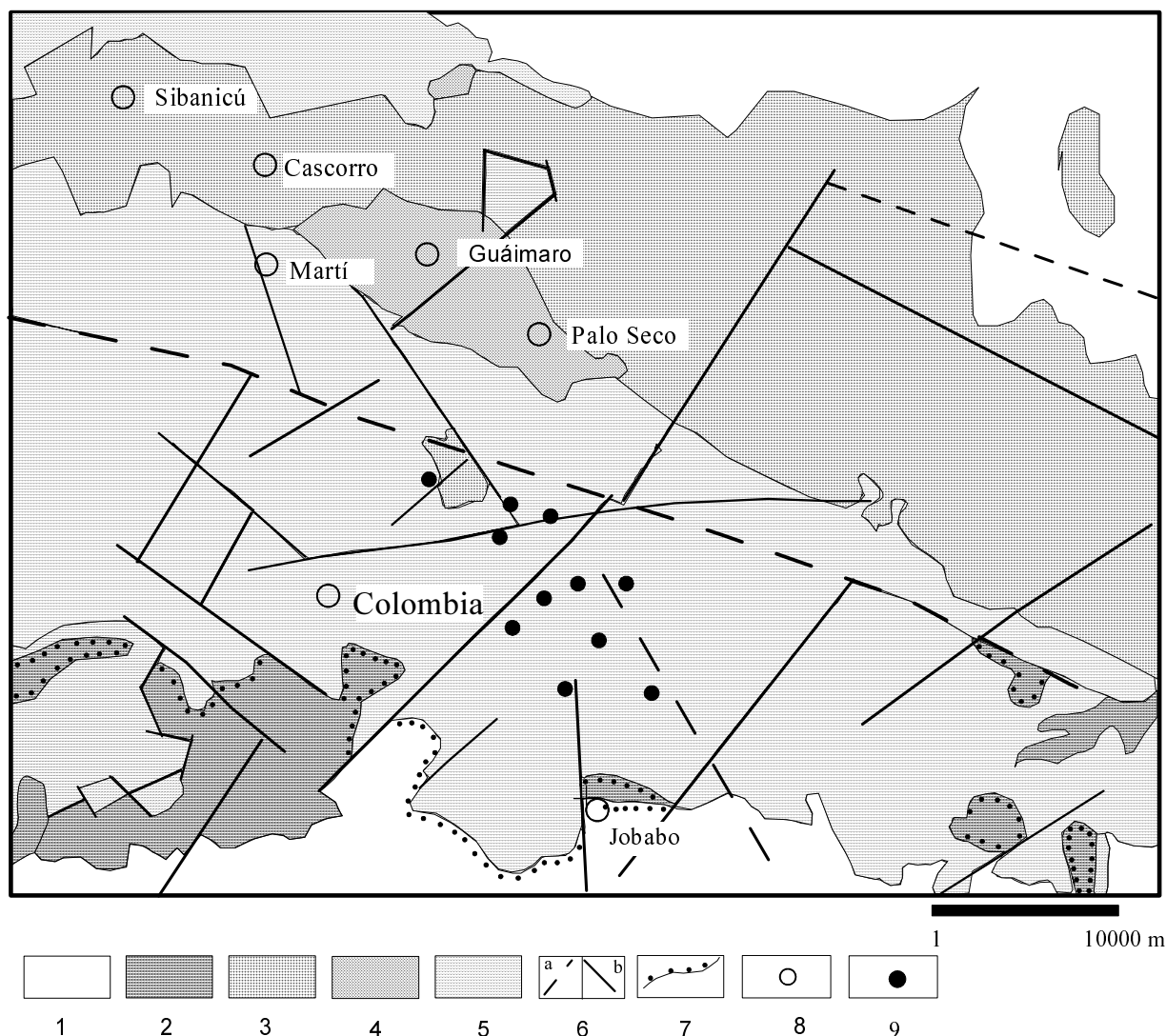


Figura 7. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferas del distrito Guáimaro-Jobabo. 1, Sedimentos terrígeno-carbonatados del N_1^{1-2} -Q. 2, Sedimentos terrígeno-carbonatados del K_2 . 3, Intrusivos granitoides del K_2 . 4, Dioritas cuarcíferas y dioritas, tonalitas, granodioritas del K_2 . 5, Secuencia vulcanógeno-sedimentaria del K_1 - K_2 . 6, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 7, Límites de yacencia discordantes. 8, Localidades. 9, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

La mineralización de este distrito es considerada como esencialmente cupro-pirítica (Cabrera y Tolkunov, 1979; Cabrera y otros, 1984), y es evidente la presencia de oro en muchos yacimientos y manifestaciones del mismo. Numerosos y pequeños yacimientos de placeres se localizan en los depósitos aluviales de los ríos que drenan el área y que corren hacia el sur.

La mineralización de este distrito se relaciona espacialmente con la parte inferior de la secuencia volcánica de composición más ácida, representada por la formación Los Pasos, aunque en menor medida también está difundida en el resto de la secuencia. Dentro de los yacimientos conocidos, según el mapa de yacimientos minerales de Cuba a escala 1: 500 000, se destacan los siguientes:

Independencia----- Cu
Fortuna-Casualidad----- Cu, Au, (Zn, pirita)
San Fernando----- Cu, (Zn, Au, pirita)

Boca Toro----- Cu, (pirita)
Antonio----- pirita, (Cu)
Los Cerros----- Cu, (pirita, Zn, Au)

No existe consenso respecto a la génesis de la mineralización primaria de este distrito, la cual ha sido considerada por diferentes investigadores como puramente hidrotermal (Cabrera y Tolkunov, 1979), subvolcánica-hidrotermal-metasomática (Estrugo y Santa Cruz, 1986) y exhalativa-sedimentaria (Lavandero y otros, 1987). Actualmente existe una tendencia a considerarla como del tipo Kuroko (Lavandero y otros, 1987). De ser así, habría que admitir la ausencia de las típicas menas negras (Kuroko) y considerar sólo la presencia de las menas amarillas (pirita y calcopirita), y las menas piríticas, las cuales, con cierta proporción de menas negras, son consideradas por su origen como de reemplazamiento y relleno de fisuras. Por otro lado, las menas de tipo Kuroko no son auríferas, por lo que habría que admitir que la

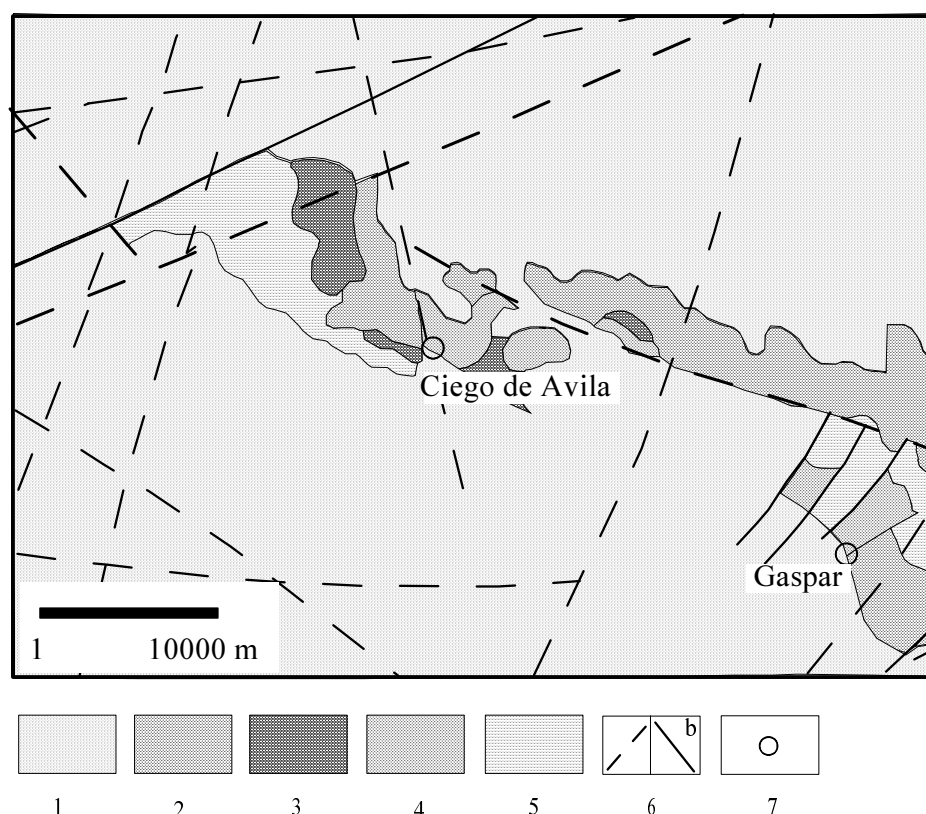


Figura 8. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferas del distrito Gaspar. 1, Sedimentos carbonatados y terrígenos del N_1^{2-3} -Q. 2, Secuencia terrígeno-carbonatada del P_2^{1-2} . 3, Sedimentos carbonatados y terrígenos del K_2 . 4, Intrusiones de composición ácida del K_2 . 5, Rocas vulcanógeno-sedimentarias del K_2 . 6, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 7, Localidades.

mineralización auro-argentífera representa un estilo superpuesto más joven que el conjunto de las menas de Cu-Pb-Zn, considerada por Horikoshi (1976) del tipo de baja sulfuración representada por vetas de cuarzo-sulfuro con Au y Ag.

En este distrito se desarrollan depósitos de skarn de Fe-Cu con los que se asocia cierta mineralización aurífera. En el depósito de skarn de Fe-Cu Los Guaos se han revelado contenidos máximo de oro de 11, 7 g/t, conjuntamente con contenidos de Cu y Zn de hasta 5,8 y 2,8 %, respectivamente. La manifestación Breñas, recién investigada, presenta características afines con los depósitos de tipo skarn con Au (Moreira y otros, 2001).

De acuerdo con la clasificación propuesta, estos depósitos pudieran considerarse como un estilo de skarn aurífero relacionado con pórfidos. Otros investigadores suponen la mineralización aurífera primaria de San Fernando-Los Cerros como superpuesta a skarn cupropirítico (Estrugo y Santa Cruz, 1986).

El estudio de la distribución de los placeres aluviales asociados a los ríos que drenan el área del distrito, indican que no necesariamente la fuente primaria del oro tiene que estar relacionada con la mineralización antes descrita.

Distrito Guáimaro-Jobabo

Este distrito (Fig. 7) forma parte de una extensa franja mineralizada que se extiende desde los límites de la pro-

vincia de Ciego de Ávila hasta la provincia de Las Tunas. Geológicamente, se enmarca en un terreno simple representado por la secuencia vulcanógeno-sedimentaria del arco volcánico Cretácico, intruida por cuerpos de granitoides de composición predominantemente ácida que se manifiestan en forma de extensos afloramientos alargados, según la dirección del eje del arco volcánico. Dentro de la secuencia vulcanógeno-sedimentaria se observan los productos volcánicos de un arco maduro, desde la etapa inicial, en condiciones de un mar profundo con efusiones de lavas basálticas de carácter toleítico y subalcalino (calcoalcalino), hasta la formación de ignimbritas y lavas ácidas en un ambiente subaéreo (Talavera Coronel y otros, 1986 a; Talavera Coronel y otros, 1986 b; Echevarría y otros, 1986; Tchounev y otros, 1986).

La mayor parte de la secuencia del arco volcánico está constituida por rocas de composición intermedia a básica, representada por las formaciones Guáimaro y Contramaestre, de edad Cretácico Inferior-Cretácico Superior. Hacia el techo de la secuencia, discordantemente sobre las formaciones antes señaladas, yace un conjunto de formaciones de edad Cretácico Superior en las que el vulcanismo se torna predominantemente de composición intermedia a ácida, lo cual es típico del vulcanismo subaéreo.

Este distrito se caracteriza por presentar tipos y estilos muy diversos de mineralización aurífera, representada por numerosos yacimientos y manifestaciones que yacen en diferentes condiciones geológicas. Los objetos

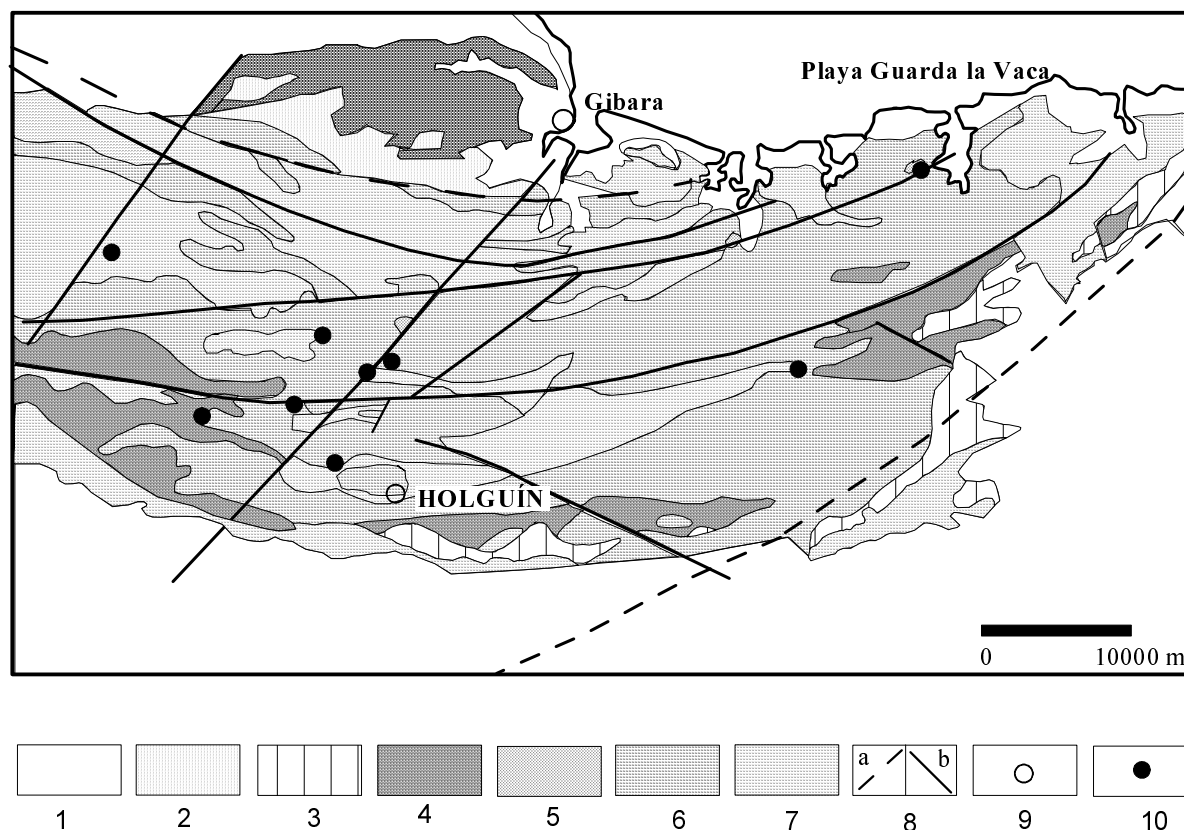


Figura 9. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Holguín. 1, Sedimentos carbonatados y terrígenos del N_1^1 -Q. 2, Secuencia terrígeno-carbonatada del P_2^1 - P_2^2 . 3, Conglomerados polimícticos del P_1 . 4, Sedimentos terrígeno-carbonatados del K_2 . 5, Intrusiones de composición ácida del K_2 . 6, Ofiolitas con predominio de rocas ultrabásicas serpentinizadas y gabros subordinados del K_2 . 7, Secuencia vulcanógeno-sedimentaria del K_1 - K_2 . 8, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 9, Localidades. 10, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

de mayor interés económico, mejor estudiados y más conocidos, se distribuyen en las inmediaciones de la localidad de Guáimaro, para constituir lo que pudiera denominarse como el distrito mineral Guáimaro-Jobabo. La mineralización de este distrito se hospeda fundamentalmente en las rocas de la formación Guáimaro, en los alrededores del stock granítico del mismo nombre.

En los límites de este distrito se reportan diferentes estilos de mineralización aurífera primaria, que pueden enmarcarse dentro de los tipos propiamente porfíricos, de baja sulfuración relacionados con pórfidos y de alta sulfuración. La mineralización propiamente porfídica se reporta en las inmediaciones del stock Guáimaro y está representada por manifestaciones de Cu-Mo porfírica y skarn aurífero (Fig. 7). Por su parte, la mineralización de baja sulfuración asociada a pórfido ocupa una posición más alejada respecto a los límites del stock Guáimaro, hacia el sudeste, representada sobre todo por el estilo de sistemas de vetas de cuarzo-sulfuros, cuyo ejemplo típico lo constituye el yacimiento Florencia, representado por vetas de cuarzo con sulfuros, oro y telururos acompañadas por estrechas salvandas de alteración propilítica (clorítica).

La mineralización de alta sulfuración guarda relación con las formaciones volcánicas esencialmente ácidas

de edad Cretácico Superior, representativas de los eventos volcánicos más tardíos de carácter subaéreo. Dentro de los límites del distrito mineral Guáimaro-Jobabo, esta mineralización es la más externa con respecto al stock granítico. El objeto mejor conocido de este tipo es el yacimiento Loma de Oro (*Golden Hill*) que, al parecer, responde al estilo litológicamente controlado, con clara manifestación del conjunto de alteraciones propias de dicho estilo: la zona central de sílice, la zona marginal argílica y la zona periférica propilítica. La mineralización aurífera rica guarda relación espacial con la zona central silíceá (núcleo de sílice) y presenta los rasgos típicos de los depósitos epitermales, también conocidos como sulfato-ácido o sílice-alunita-caolinita; es decir, por lo común, una mineralización de Cu-Au-As, aunque no exclusivamente, con enargita-lusonita como fases dominantes de cobre.

El estilo de mineralización de skarn aurífero relacionado con pórfidos dentro de los límites de este distrito se encuentra hacia la localidad de Jobabo, donde está representado por los depósitos Georgina y Abucha. Dentro de su composición mineralógica se destacan la pirita, calcopirita, hematita, magnetita, bornita, melonita, calaverita, telururos, y Au y Ag nativos. El contenido de oro en ellos oscila entre 0,8 y 9,31 g/t, y el de plata varía entre 1,6 y 36 g/t, respectivamente (Moreira y otros, 2001).

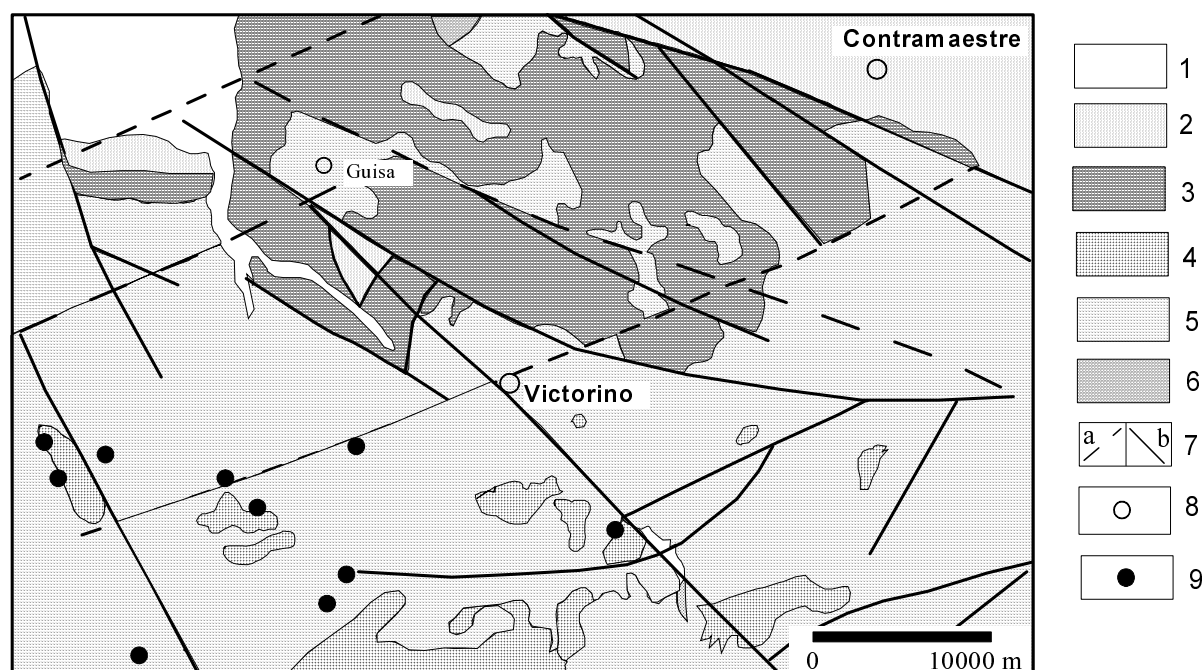


Figura 10. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones del distrito aurífero Pílon-Chivirico. 1, Sedimentos terrígenos del N_2 -Q. 2, Secuencia terrígena del P_2^3 . 3, Secuencia carbonatada del P_2^2 . 4, Granitoides del P_2^2 . 5, Vulcanitas y rocas vulcanógeno-sedimentarias del P_2^1 - P_2^2 . 6, Esquistos tobáceos y arcillosos del K_1 . 7, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 8, Localidades. 9, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

En Tamarindo aparece skarn de hierro de pequeñas dimensiones con contenidos relativamente altos de cobre y zinc, en los que se revelan contenidos de oro en el orden de 0,7 a 3,9 g/t y de plata entre 2,2 y 100 g/t. La composición mineralógica de estos depósitos es muy sencilla, con presencia de malaquita, azurita, calcopirita, pirita, magnetita, limonita, y oro nativo y granate, cuarzo, epidota y calcita como minerales de ganga (Moreira y otros, 2001).

En la actualidad se realizan investigaciones para evaluar económicamente la potencialidad de la mineralización epitermal de alta sulfuración (Lugo Primelles, 1994), en lo que pudiera ser un nuevo distrito aurífero dentro de la franja mineralizada Ciego de Ávila-Camagüey-Las Tunas. En este posible nuevo distrito sólo aflora la parte alta de la secuencia volcánica del Cretácico, representada por la formación Caobilla de edad Cretácico Superior-Campaniano y compuesta esencialmente de rocas volcánicas de composición intermedia a ácida representadas por tobas, lavas, lavas brechas dacíticas, riolíticas y andesíticas. Estas rocas, dentro de los límites del distrito, son intruidas por los cuerpos magmáticos más jóvenes, tales como: dioritas, dioritas cuarcíferas, granosienitas, sienitas cuarcíferas y granitos de edad Cretácico Superior. De acuerdo con las investigaciones realizadas en esta región, se destaca uno de los prospectos auríferos de mayores perspectivas del país, situado en las inmediaciones de la localidad de Gaspar.

Por último, hacia el extremo sureste del distrito, dentro de los límites de la provincia de Las Tunas se reportan numerosos y pequeños placeres auríferos que se

relacionan con la mineralización primaria existente en el campo mineral Guáimaro y sus alrededores.

Distrito Holguín

Desde el punto de vista geológico este distrito (Fig. 9) se enmarca en un terreno compuesto, en cuya composición desempeñan un papel principal diferentes complejos de la asociación ofiolítica (de tectonitas, cumulativo, de diques paralelos y efusivo), así como las formaciones del arco volcánico cretácico. Todo este conjunto se encuentra en posición alóctona, obduciendo el margen continental de la plataforma de Bahamas (Brezsnyanszky y otros, 1992). Brezsnyanszky y Jenö (1992) lo consideran como un melange ofiolítico. Las formas estructurales más frecuentes en este terreno son los napes con ventanas tectónicas, los olistotromas de poca extensión, las escamas imbricadas y los pliegues lineales. También se considera la existencia de protusiones de cuerpos serpentiniticos que, en la mayoría de los casos, se presentan como lentes cabalgadas.

Este distrito presenta una mineralización aurífera primaria muy particular, que, en cierta medida, se asemeja a la existente en el distrito de Santa Clara, caracterizada por una gran diversidad de estilos y situaciones geológicas. En general, la mineralización aurífera guarda relación espacial con las rocas propias de la asociación ofiolítica y se destacan los casos siguientes:

- Mineralización en zonas alteradas metasomáticamente (listvenitizadas y rodingitizadas), dentro de

las serpentinitas, sin relación proximal (directa) con cuerpos intrusivos y otras rocas ígneas.

- Mineralización dentro de gabros y microgabros (doleritas) en contacto directo con cuerpos intrusivos de porfiritas andesíticas y dioritas, representada por vetas cuarzo-carbonáticas muy ricas en sulfuros, sobre todo arsenopirita y pirita con pequeñas cantidades de calcopirita. El oro se asocia fundamentalmente a la arsenopirita, aunque también se reporta algún oro nativo.
- Mineralización en el contacto de cuerpos subvolcánicos de porfiritas andesíticas con serpentinitas. El oro se encuentra asociado a sulfuros y, en forma nativa, diseminado dentro de los cuerpos de porfiritas andesíticas y sus contactos con las serpentinitas e incluso dentro de éstas (Tapia y Velázquez, 1994).
- Mineralización en el contacto de microgabros y serpentinitas, relacionados espacialmente con diques de andesitas porfíricas y dacíticas.
- Mineralización en el contacto tectónico entre las rocas efusivas propias del arco volcánico cretácico y serpentinitas, relacionadas espacialmente con cuerpos intrusivos de porfiritas dacíticas y dioritas cuarcíferas.
- Mineralización asociada a domos riolíticos en contacto con serpentinitas.
- Mineralización en zonas milonitizadas del contacto entre gabros y areniscas y aleurolitas molásicas.

Los casos señalados pueden ser considerados como diferentes estilos dentro del tipo de baja sulfuración relacionados con pórfidos, algunos de los cuales guardan relación espacial evidente con cuerpos de pequeñas intrusiones, mientras que en otros esta relación es distal.

Es conveniente señalar que dentro de los límites del distrito Holguín existen algunos sectores donde las rocas volcánicas se encuentran fuertemente zeolitizadas, y constituyen verdaderos yacimientos de tobas zeolitizadas. Estos sectores se relacionan espacialmente con anomalías de Cu, Zn, Ag y Au; sin embargo, nunca se han considerado como un sistema epitermal. De hecho, la zeolitización es un tipo de alteración propia de estos sistemas, algunos de los cuales hospedan yacimientos auríferos, como sucede en el distrito La Libertad, en Nicaragua. Estas evidencias permiten suponer que los sectores de rocas volcánicas fuertemente zeolitizadas del Cretácico y del Paleógeno de Cuba, constituyen indicios de la mineralización aurífera epitermal por lo que es necesaria su reevaluación desde este punto de vista.

Asociado a la mineralización primaria del distrito Holguín se conocen numerosos yacimientos de placeres aluviales de cierta importancia práctica.

DISTRITOS AURÍFEROS ASOCIADOS AL ARCO VOLCÁNICO DEL PALEÓGENO

Estos distritos geográficamente se ubican en la Sierra Maestra, que se extiende por más de 200 km a lo largo de la costa sur del oriente cubano, desde Cabo Cruz hasta

las proximidades de la bahía de Guantánamo. Desde el punto de vista geológico están enmarcados dentro de los límites del arco volcánico del Paleógeno, constituido esencialmente por las rocas del denominado Grupo El Cobre de edad Paleoceno-Eoceno Inferior representadas por tobas, aglomerados, lavas aglomeradas, lavas andesíticas, andesito-dacíticas y dacíticas, raramente riolíticas, riodacíticas y basálticas con intercalaciones de calizas (Cobiella, 1988; Quintas y otros, 1994; Méndez, 1997; Iturralde-Vinent, 1996). Las rocas volcánicas de las series inferior y media del Grupo El Cobre, en la Sierra Maestra, presentan una tendencia toleítica con bajos contenidos en K, típica de arcos volcánicos toleíticos pobres en K (Cazañas y otros, 1998).

El Grupo El Cobre es intruido por numerosos cuerpos magmáticos del Eoceno Medio, constituidos por plagiogranitos, tonalitas, granitos, granodioritas, dioritas cuarcíferas y dioritas que afloran en extensas áreas, así como por cuerpos más tardíos de dioritas y dioritas cuarcíferas, de la misma edad, que afloran en áreas relativamente pequeñas (Pérez, 1986).

La metalogenia del arco Paleógeno es muy variada, lo que se hace evidente por la existencia de numerosos yacimientos pequeños y medianos, así como de manifestaciones de metales base, de metales preciosos y de Fe, Mn y Ba. Asociado a este arco se distinguen tres distritos minerales muy bien definidos en cuanto a tipos y estilos de mineralización:

- Distrito mineral Pilón-Chivirico.
- Distrito mineral El Cobre.
- Distrito mineral Gran Piedra.

En todos estos distritos existen evidencias de mineralización aurífera, pero sin duda alguna el más importante, debido a la presencia de numerosos pequeños yacimientos y manifestaciones de Au y de Au-Ag dentro de sus límites, es el distrito mineral Pilón-Chivirico (Fig. 10), relacionado espacialmente con áreas donde afloran los cuerpos de andesitas y porfiritas dioríticas, en menor medida de andesitas basálticas, basaltos, doleritas, riolitas, traquidioritas y pórfidos granodioríticos y dioríticos dentro de las rocas vulcanógeno-sedimentaria del Grupo El Cobre, intruidas por pequeños cuerpos de dioritas y dioritas cuarcíferas representantes del magmatismo más tardío del arco del Paleógeno.

La mineralización aurífera y auro-argentífera se relaciona con filones de cuarzo-sulfuros con presencia de vetillas de carbonatos. Esta mineralización puede enmarcarse dentro de los estilos de vetas de cuarzo-sulfuro del tipo de baja sulfuración relacionadas con sistemas porfíricos.

Dentro de los límites del distrito mineral Pilón-Chivirico también está presente la mineralización barítica (filoneana y estratiforme), cupro-pirítica y pirítica-polimetálica, de skarn magnetítico-hematítico y de manganeso vulcanógeno sedimentaria. Con esta última guardan cierta relación espacial unos jasperoides conocidos localmente como *bayates*, los cuales no son más que rocas metasomáticas desarrolladas dentro de calizas y controladas por fallas, a los que debe

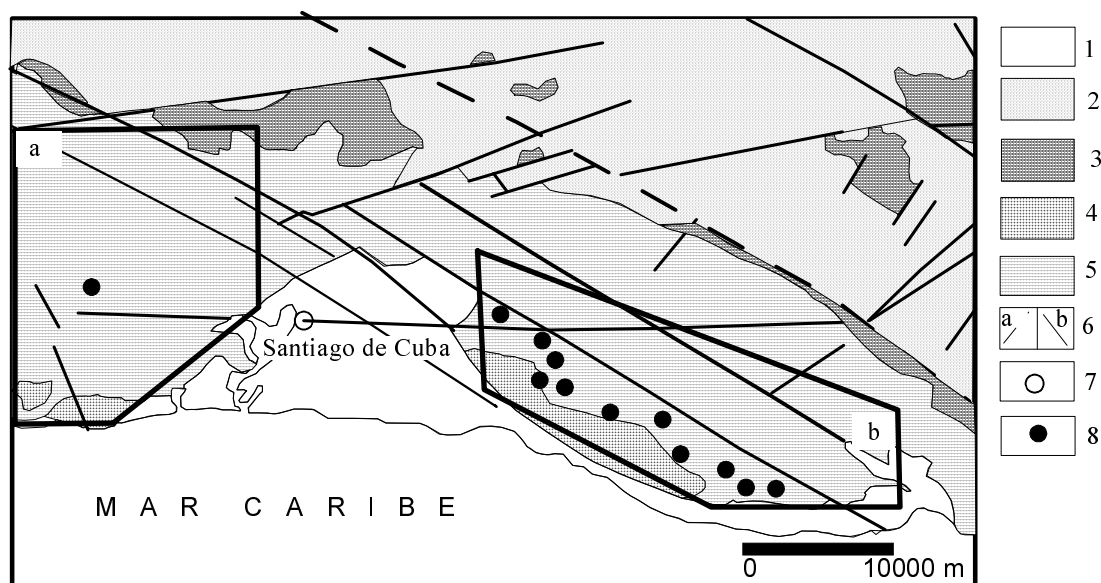


Figura 11. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones minerales auríferos de los distritos minerales El Cobre (I) y Gran Piedra (II). 1, Sedimentos terrígenos del N_2 -Q. 2, Secuencia terrígena del P_2^3 . 3, Secuencia carbonatada del P_2^2 . 4, Granitoides del P_2^2 . 5, Vulcanitas y rocas vulcanógeno-sedimentarias del P_2^1 - P_2^2 . 6, Fallas: a, Supuestas; b- Probadas. 7, Localidad. 8, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

prestarse mayor atención por su semejanza con el estilo de mineralización aurífera tipo Carlin o de oro en jasperoide hospedados en sedimentos carbonatados. De hecho, algunos investigadores confirman la existencia de contenidos anómalos de oro en los bayates en el orden de 100 a 200 ppb (Porro, 1986; comunicación oral) y en muestras aisladas hasta de 6 ppm (Llorente, 1999; comunicación oral).

En el distrito mineral El Cobre (Fig. 11-I) la mineralización desarrollada es esencialmente sulfurosa-cuarzo-cuprífera, representada por el conocido yacimiento El Cobre. Este yacimiento se localiza a unos 16 km al oeste de la ciudad de Santiago de Cuba; su explotación data del año 1540. En los límites de este campo se conocen innumerables manifestaciones minerales, como son: Zona Barita, Zona norte de El Cobre (en ambas ya existen recursos calculados), Zona Alta, Melgarejo, oeste de Barita, oeste de Mina Blanca, Loma La Plata, Ermitaño, El Pajón, La Esperanza y Santa Rosa, todas ubicadas en la secuencia media de la formación Hongolosongo.

Las otras manifestaciones en esta región mineralizada han sido descritas en La Victoria, Las Cuabas y Cojimar en la secuencia inferior de la formación Hongolosongo.

En Zona Barita se realizan en la actualidad trabajos de Exploración Detallada donde se evalúan recursos hasta el horizonte +50 m sobre el nivel del mar, con contenidos medios de Au-1,5 g/t y Ag-6 g/t, y se espera calcular no menos de 2,2 toneladas de Au.

Los cuerpos minerales se hospedan en brechas andesíticas silicificadas y se presentan en forma de lentes y *stockworks*, filones, disseminaciones, y las texturas son de brechificaciones, bandeamientos, crustificaciones, rellenos de espacios abiertos. Las principales alteracio-

nes presentes en el yacimiento son: silicificación, argilitización (con caolinita y alunita), sericitización y propilitización. Los elementos químicos fundamentales de la mineralización son el Au, Ag, Zn, Pb, Cu.

En Zona Barita, en el año 1995, se calcularon 8 toneladas de Au en una red de 50 x 50 y en la Zona norte unas 8 toneladas de Au en una red de 1 000 x 100 m, ambas no están contorneadas (Luna, 2001).

En Melgarejo y oeste de Zona Barita se reportan valores de oro de 2,1 y 0,52 g/t, respectivamente.

En el oeste de Mina Blanca, se analizaron para Au algunas muestras que existían de los estudios realizados en los años 80, en las que se encontraron contenidos de Au de hasta 1,5 g/t y 420 g/t de Ag. Esta zona tiene unos 700 m por el rumbo, 200 m por el buzamiento y potencias de unos 30 m, y se calculan unas 3 300 toneladas de Cu con un contenido medio de 1,98 %; el Zn no constituye mineralización de interés, pues su contenido medio es de 0,56 %. La brecha mineralizada está silicificada y cruzada por enrejillado de vetas de cuarzo.

Loma La Plata y Ermitaño están a 1 km y 1,3 km al sur de Barita respectivamente, en rocas ácidas (dacitas o riolitas), silicificadas, con extensión de unos 500 m por el rumbo y ancho no menor de los 100 m. En Ermitaño, predominan las vetas de cuarzo mineralizadas con contenidos medios de Au de hasta 3,1 g/t. En las trincheras de prospección realizadas en Loma La Plata se reportan contenidos de oro de hasta 0,56 g/t, asociados a valores de Zn de 1,58 % y contenidos anómalos de Cu y Ag.

El Pajón se ubica a unos 8 km al oeste del yacimiento El Cobre, y se observa una zona de alteración (silicificación, sericitización con piritización) de unos 3 km de norte a sur y no menos de 1 km de este a oeste. Esta

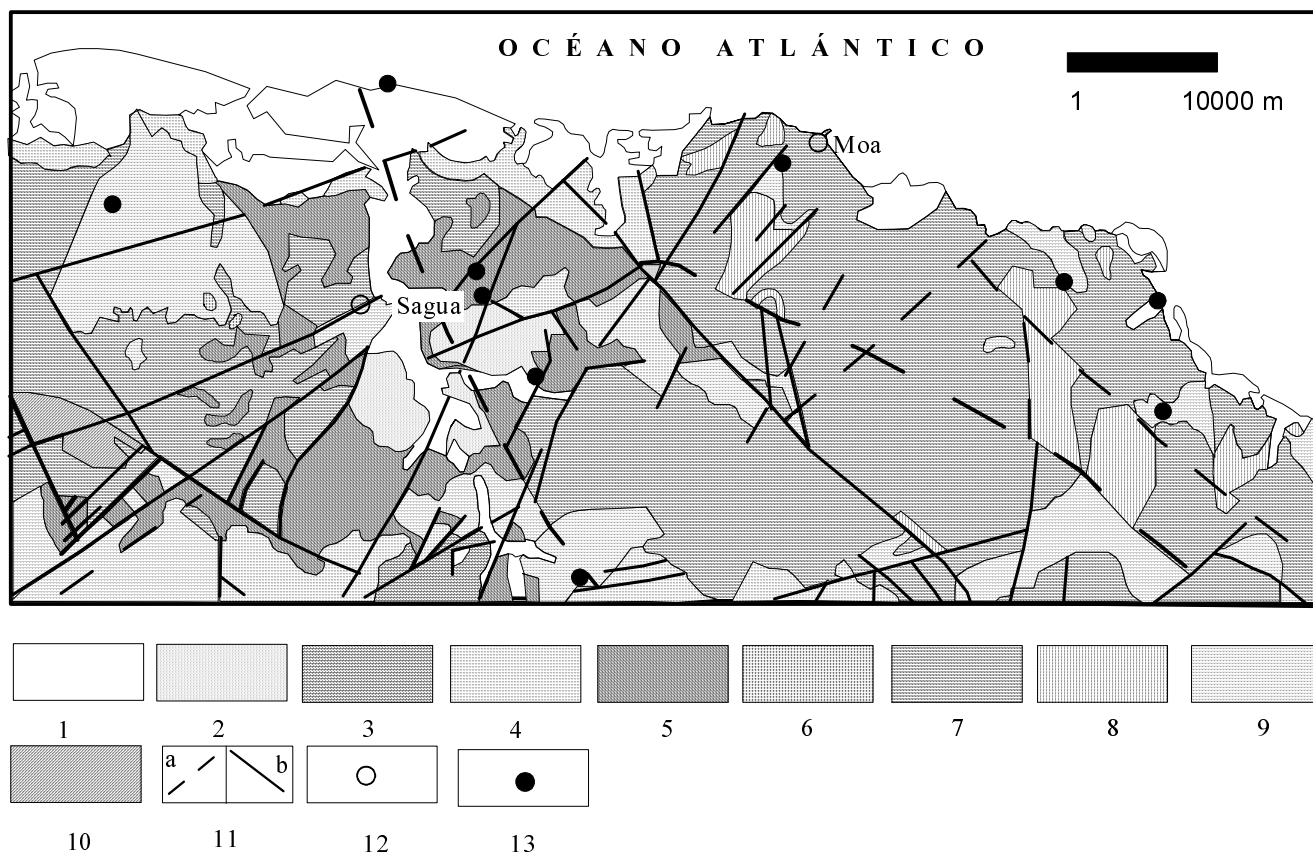


Figura 12. Mapa geológico y localización de yacimientos y manifestaciones auríferos del distrito Sagua-Baracoa. 1, Sedimentos terrígenos del N_2 -Q. 2, Secuencia terrígena del P_2^1 . 3, Secuencia carbonatada del P_2^2 . 4, Rocas vulcanógeno-sedimentarias del P_2^1 - P_2^2 . 5, Secuencia flyschoides-olistostromica del K_2 . 6, Granitoides del K_2 . 7, Rocas ultrabásicas serpentinizadas del K_2 . 8, Gabros de la asociación ofiolítica del K_2 . 9, Vulcanitas indiferenciadas del arco volcánico y las ofiolitas del K_1 - K_2 . 10, Metamorfitas del PJ? 11, Fallas: a- Supuestas; b- Probadas. 12, Localidades. 13, Yacimientos y manifestaciones minerales auríferos.

zona también se ubica próxima al contacto de la secuencia media y superior de la formación Hongolosongo y se detectaron contenidos de Au de hasta 0,77 g/t en muestras de surcos tomados de los afloramientos.

En La Esperanza predominan tobas y lavas de composición ácidas penetradas por diques de composición andesitas y presencia de alteración hidrotermal (argilitización, caolinitización, silicificación y sericitización). En una zona de oxidación asociada a esta mineralización, con una extensión cercana a los 500 m, existen excavaciones antiguas en las que las muestras tomadas arrojaron contenidos de hasta 12,82 g/t de Au, 477 g/t de Ag, 8,91 % de Cu y 13,0 % de Zn.

En Santa Rosa aflora la secuencia media e inferior de la formación Hongolosongo, representada por tobas de composición media a ácida, lavas y cuerpos intrusivos de dioritas y andesitas, con predominio de la argilitización (caolinitización), sericitización y silicificación. La zona mineralizada se extiende en dirección norte a sur a lo largo de 1 km, con una anchura promedio de unos 200 m, y en el escombro de una galería se obtuvieron valores de hasta 1,28 g/t de Au, 13,0 g/t de Ag, 9,0 % de Cu y 3,4 % de Zn. La Victoria, Las Cuabas y Cojimar se encuentran en la secuencia inferior de la formación Hongolosongo. En la manifestación La Victoria, en un cuerpo de dioritas

cuarcíferas con intensa silicificación y finas vetillas de cuarzo y sulfuros diseminados (pirita y calcopirita), se obtuvo un contenido promedio de Au de 0,4 g/t y de 0,4 % de Cu.

En Las Cuabas se observan tobas silicificadas de granulometría fina con abundantes vetas de cuarzo de dirección NE-SW, en intervalos de hasta 10 m, a lo largo de aproximadamente 500 m, en los que se detectaron contenidos de oro de hasta 1,82 g/t.

En la zona de Cojimar afloran cuerpos de dioritas de considerable extensión con zonas fuertemente silicificadas y con vetas rellenas de cuarzo con sulfuros que, en ocasiones, alcanzan hasta 10 m de ancho y más de 150 m por el rumbo, en las que se reportan contenidos anómalos de oro (hasta 0,03 g/t) y contenidos de cobre y zinc que pueden alcanzar 2,3 y 3,65 %, respectivamente.

En todo este distrito se observan diferentes estilos de mineralización aurífera que pudieran relacionarse con los sistemas porfídicos, con una distribución zonal muy marcada, en la que los estilos más profundos se relacionan espacialmente con pequeñas intrusiones que afloran hacia el sur del distrito, mientras que hacia el norte el nivel de erosión es menos profundo y aparecen los estilos más someros. Otros autores (Cazañas, y otros, 2001; Proenza y Melgarejo, 1998) no descartan la posibilidad de que la mineralización aurífera y cuprífera

existente en las proximidades de la mina El Cobre se relacione con depósitos tipo Kuroko.

El distrito mineral Gran Piedra (Fig. 11-II), situado al este de la ciudad de Santiago de Cuba, se caracteriza por un amplio desarrollo de la mineralización asociada a skarn, preferentemente de hierro, con contenidos muy elevados de sulfuros, en particular en los depósitos conocidos como La Chiquita, La Grande, Antoñica, Concordia y La Yuca, en los que se reporta la presencia de oro nativo. Los contenidos de oro en estos depósitos se encuentran en el orden de 0,03-2 g/t y los de plata entre 2,2 y 60 g/t, acompañados por Fe (6,6-69,78 %), Cu (1-8,9 %), Ge (50-200 g/t), Zn (0,7-1,40 %).

Hacia el extremo oriental del distrito se conocen algunas manifestaciones con rasgos característicos de estilos epitermales, las cuales recientemente han sido investigadas para oro, pero los resultados obtenidos aún no se han publicado.

Es importante destacar que los distritos de la Sierra Maestra deben ser tomados muy en cuenta para la prospección de la mineralización de metales preciosos asociada con los diferentes sistemas mineralizados de baja sulfuración relacionados con pórfidos o intrusiones de alto nivel cortical. Las perspectivas, al parecer, son escasas para los sistemas de alta sulfuración.

Distrito Sagua-Baracoa

Este distrito geográficamente está situado al norte del extremo oriental de Cuba, y ocupa un área que se extiende desde el río Cabonico hasta la ciudad de Baracoa. Desde el punto de vista geológico está constituido por un terreno compuesto, dentro de cuyos límites se destacan los complejos de tectonitas y cumulativo de la asociación ofiolítica (Iturralde-Vinent, 1990) que obducen las rocas del arco volcánico cretácico (Fonseca y otros, 1984), representadas por la formación Téneme y Santo Domingo; en menor medida, este terreno está compuesto por formaciones propias de cuencas superpuestas de diferentes generaciones y del arco volcánico del Paleógeno.

Desde el punto de vista metalogénico, el distrito Sagua-Baracoa (Fig. 12) es uno de los más importantes de Cuba, ya que en sus límites se distribuyen grandes yacimientos de cortezas de meteorización enriquecidas en Fe, Ni, Co, Cr, Al y otros elementos minoritarios, así como numerosos yacimientos medianos y pequeños de cromititas.

Este distrito debe ser incluido dentro de los de mayor potencialidad en lo referente a la mineralización de metales preciosos (Au, Ag y platinoides), debido a la gran cantidad de indicios revelados en los últimos años mediante las investigaciones realizadas (Díaz y otros, 1998; Díaz y otros, 2000; Rodríguez, 1995; 1996). Son muy frecuentes los indicios de mineralización aurífera primaria en las rocas del arco volcánico cretácico, al parecer asociada con sistemas de baja sulfuración relacionados con pequeñas intrusiones, entre los que se destacan los existentes en las localidades Téneme, Santa María, Quibiján, Mal Nombre y Santa Catalina de Sagua (Rodríguez, 1994;

Díaz, 1996 b). Las últimas investigaciones realizadas en este distrito han arrojado resultados muy satisfactorios en Téneme y otras localidades, con una alta frecuencia de aparición de valores de oro alrededor de los 5 g/t.

En las rocas de la asociación ofiolítica los indicios están representados por manifestaciones de vetas de cuarzo con sulfuros y oro, fundamentalmente dentro de los gabros del complejo cumulativo (Quemado del Negro, Cupey, Yaguaneque, Los Calderos, y otros), manifestaciones de rocas carbonatizadas y listvenitizadas dentro de las rocas ultrabásicas serpentinizadas.

En la cuenca del río Cabaña, cerca del contacto tectónico entre las rocas volcánicas del Cretácico y las ofiolitas, afloran brechas freáticas y derrames de sílice (calcedonia y ópalo), al parecer relacionados con antiguos sistemas epitermales de baja sulfuración y otros indicios como es la presencia de sectores de tobas fuertemente zeolitizadas dentro de los volcánicos de la formación Sabaneta, consideradas como una formación distal del arco volcánico del Paleógeno.

La presencia de indicadores geoquímicos y mineralógicos es muy frecuente en los sedimentos fluviales de las principales cuencas del distrito, donde se destacan los contenidos anómalos de Ag, Tl, Hg y As, así como la presencia de oro nativo, electrum, amalgamas de Au-Ag-Hg, cinabrio y Hg nativo en los concentrados de minerales pesados. Todos estos indicios apoyan la idea acerca del carácter esencialmente epitermal de la mineralización aurífera. Como sólido argumento acerca de la potencialidad aurífera del distrito, se debe tener en cuenta la existencia de placeres marinos laterales en las desembocaduras de los principales ríos con elevados contenidos de fases portadoras de metales preciosos (Rodríguez, 1993; 1994; Díaz, 1995; 1996 a; 1996 b; 1997; Díaz y otros, 1998).

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer la colaboración del Lic. Mario Andrés Navarro en la traducción al inglés del resumen del trabajo. También desean agradecer los trabajos de revisión de estilo dados por la Ing. Bárbara Fuentes y al CICT del ISMM Dr. Antonio Núñez Jiménez, por la valiosa gestión en los préstamos de diferentes fuentes bibliográficas.

BIBLIOGRAFÍA

- BREZSNYANSZKY, K., L. KOPAS Y O. SUSIN: "Perfil transversal tectónico-interpretativo de Cuba Oriental", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (20):49-56, 1992.
- BREZSNYANSZKY, K. Y B. JENÖ: "El melange ofiolítico de Holguín y sus características estructurales", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (20):57-67, 1992.
- CABRERA, R. Y TOLKUNOV, A. E.: "Tipos y condiciones geológicas de localización de los yacimientos de oro de la zona mineral septentrional de la antigua provincia de Las Villas", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (1):51-68, 1979.
- CABRERA, R., J. L. KRAMER Y G. PANTALEÓN: "Vinculación del magmatismo y los yacimientos meníferos de Cuba con los procesos tectónicos", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (9):47-57, 1984.
- CABRERA, R., J. L. KRAMER, M. DOBROVOLSKAYA Y A. CATÁ: "La formación menífera auro-listvenítica del yacimiento Descanso en Las Villas (Cuba)", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (11):59-66, 1986.

- CAZAÑAS, X., J. A. PROENZA, G. P. MATTIETTI KYZAR, J. LEWIS; J. C. MELGAREJO: "Rocas volcánicas de las series inferior y media del Grupo El Cobre en la Sierra Maestra (Cuba Oriental): Volcanismo generado en un arco de isla tholeítico", *Acta Geológica Hispánica*, 33 (1-4): 57-74, 1998.
- CAZAÑAS, X., J. C. MELGAREJO, J. A. LUNA: "El yacimiento volcanogénico de Cu-Zn-Pb (Au + Ag) El Cobre: Estructura y mineralogía", IV Congreso de Geología y Minería, La Habana, Cuba, 2001 (CD Copyright 2001 Geomin).
- COBIELLA, J. L.: "El vulcanismo paleogénico cubano. Apuntes para un nuevo enfoque", *Tecnológica*, 18 (4):25-32, 1988.
- CORBETT, G. J. AND T. M. LEACH: SW Pacific Rim Au/ Cu Systems: Structure alteration and mineralization. Short Course. Mineral Deposit Research Unit Department of Geological Sciences. University of British Columbia. Vancouver, Canada, 6-7 April, 1995, 150 pp.
- DÍAZ, R.: "Sobre la existencia de placeres laterales en el noreste de Cuba Oriental", *Minería y Geología*, 12 (3):41-47, 1995.
- : "Particularidades de la distribución del oro, platinoides y otros minerales pesados en el noreste de Cuba Oriental", Tesis doctoral, ISMM, Moa, Departamento de Geología, 1996 a.
- : "Metales nobles en la región de Moa y sus alrededores", I Simposio Nacional de Minería, Pinar del Río, 1996 b.
- : "Caracterización geológica del placer Mejías mediante el estudio de anomalías magnéticas y la interpretación fotogeológica", *Minería y Geología* 14 (1):13-17, 1997.
- DÍAZ, R., J. A. PROENZA, J. COMAS, O. FERNÁNDEZ-BELLÓN, J. M. FABRA, O. GUINARTY Y J. C. MELGAREJO: "El placer lateral de playa Mejías (noreste de Cuba Oriental): un ejemplo de interacción de procesos aluviales y marinos en la concentración de minerales de elementos preciosos", *Acta Geológica Hispánica*, 33 (1-4):351- 371, 1998.
- DÍAZ, R., A. RODRÍGUEZ, L. RAMAYO Y C. J. LINO: "Mineralización epitermal de oro asociada a las vulcanitas cretácicas en Cuba Oriental", III Conferencia Internacional sobre la Geología de Cuba, el golfo de México y el Caribe noroccidental, Universidad de Pinar del Río, noviembre, 2000.
- ECHEVARRÍA E., F. TALAVERA CORONEL, D. TCHOUNEV Y I. IORDANOV: "Petrología y geoquímica de las vulcanitas de la región de Guáimaro-Las Tunas (Cuba)", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, (11):27-34, 1986.
- ESTRUGO, M. Y M. SANTA CRUZ: "Yacimiento Los Cerros: Características mineralogeoquímicas y génesis", *Serie Geológica*, (2):35-50, 1986.
- ESTÉVEZ, C. E. Y J. Q. CUADOR: "Comparación de técnicas de estimación del contenido, Oro Castellano un caso de estudio", IV Congreso de Geología y Minería (CD Copyright 2001 Geomin, La Habana, Cuba).
- FONSECA, E., V. ZEPEPUGUÍN Y M. HEREDIA: "Particularidades de la estructura de la asociación ofiolítica de Cuba", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, (9):32-46, 1984.
- HAYNES, S.: "La aplicación de la metalotectónica al análisis de terrenos y la metalogénesis: Terrenos Jurásico-Cretácico de Cuba occidental", Conferencia magistral, II Congreso Cubano de Geología y Minería, Santiago de Cuba, octubre 1994.
- HORIKOSHI, E.: "Development of late Cenozoic petrogenic provinces and Metallogenic in Northeast Japan", In D. F. Strong, ed.: Metallogenic and Plate tectonic (14): 128-143, 1976.
- ITURRALDE-VINENT, M.: "Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (17):8-26, 1990.
- : "Geología de las ofiolitas de Cuba", En *Ofiolitas y arcos volcánicos de Cuba*, pp. 83-120, IGCP Project 364, Miami, USA, 1996.
- : "Sinopsis de la constitución geológica de Cuba", *Acta Geológica Hispánica* 33 (1-4): 9-56, 1998.
- LAVANDERO, R. M., J. MONTENEGRO Y A. ISMAGOUL: "Zonación estructural-metalogénica de la antigua provincia de Las Villas", *Serie Geológica* (3):66-78, 1987.
- LAVANDERO, R. M., M. PÉREZ Y P. ÁLVAREZ: "Premisas geológicas para la detección en Cuba de yacimientos del tipo Cobre-Porfídicos", *Serie Geológica* (1):59-74, 1988.
- LUGO PRIMELLES, R.: "Breve caracterización geológica y metalogénica del área de la manifestación aurífera epitermal Gaspar", provincia de Ciego de Ávila, II Congreso Cubano de Geología y Minería, Santiago de Cuba, octubre 1994.
- LUNA, A.: "Perspectivas de mineralización aurífera en la región El Cobre, IV Congreso de Geología y Minería (CD Copyright 2001 Geomin, La Habana, Cuba).
- MÉNDEZ, I.: "Apuntes sobre el vulcanismo del Paleógeno en la región Sierra Maestra y características de su composición química", en G. Furrasola, K. Núñez, eds.: *Estudios sobre Geología de Cuba*, pp. 424-444, 1997.
- MOREIRA, J., R. M. LAVANDERO, J. L. MONTANO, J. L. TORRES Y R. SÁNCHEZ: "Depósitos de skarn de Cuba", IV Congreso de Geología y Minería (CD Copyright 2001 Geomin, La Habana, Cuba).
- PARDO, M. E.: "Regularidades de la metalogenia endógena y su pronóstico en el macizo Isla de la Juventud", *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, (15-16):17-26, 1989.
- : "Aspectos científico-metodológicos en el enfoque de las investigaciones metalogénicas. Un ejemplo: Isla de la Juventud", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (18):18-23, 1990.
- : "La constitución geológica del macizo Isla de la Juventud y su metalogenia vinculada al magmatismo ácido", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (19):23-41, 1992.
- PÉREZ, M.: "Principales características del magmatismo de Cuba Oriental", *Serie Geológica* (1):159-173, 1986.
- PROENZA, J. A. Y J. C. MELGAREJO: "Una introducción a la Metalogenia de Cuba bajo la perspectiva de la tectónica de placas", *Acta Geológica Hispánica* 33 (1-4): 89-131, 1998.
- PROENZA, J. A., F. GERVILLA, J. C. MELGAREJO, D. REVÉ Y G. RODRÍGUEZ: "Las cromititas ofiolíticas del yacimiento Merceditas (Cuba). Un ejemplo de cromititas ricas en aluminio en la zona de transición manto-corteza", *Acta Geológica Hispánica* 33 (1-4): 179-212, 1998.
- QUINTAS, F., M. HERNÁNDEZ Y J. BLANCO: "Origen y evolución del arco de islas volcánicas Sierra Maestra", *Minería y Geología* 11 (1):3-12, 1994.
- RODRÍGUEZ, A.: "Contenidos anómalos de elementos raros y metales nobles en los concentrados pesados de la región noreste de la provincia de Holguín", *Minería y Geología* 11 (3):19-24, 1993.
- : "Indicios de mineralización talífera en la cuenca de Sagua de Tánamo", *Minería y Geología* 11 (3):3-37, 1994.
- : "Aplicación del método geoquímico de los concentrados pesados en el análisis metalogénico y la prospección geoquímica", *Minería y Geología* 12 (2): 61-71, 1995.
- : "Metalogenia del oro y elementos del grupo del platino en la región Sagua-Moa-Baracoa", I Simposio Nacional de Minería, Pinar del Río, 1996.
- RODRÍGUEZ, R. M.: "Clasificación tipológica de los depósitos auríferos de Cuba", IV Congreso de Geología y Minería (CD Copyright 2001 Geomin, La Habana, Cuba).
- SIMÓN, M. A., M. A. FERNÁNDEZ, M. FERREIRO Y G. RODRÍGUEZ: "Nuevo tipo de mineralización en la parte suroeste del yacimiento Lela, Isla de la Juventud, revelada por datos geoquímicos", *Boletín de Geociencias* 2 (2):65-80, 1987.
- TALAVERA CORONEL, F., B. ECHEVARRÍA, D. TCHOUNEV, S. IANÉV Y T. TZANKOV: "Características generales del vulcanismo en la región Ciego de Ávila-Camagüey-Las Tunas (Cuba)", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (11): 15-25, 1986 a.
- TALAVERA CORONEL, F., B. ECHEVARRÍA, G. MILLÁN, D. TCHOUNEV E I. IORNADOV: "Consideraciones petrológicas sobre las vulcanitas de la región Ciego de Ávila-Camagüey-Las Tunas (Cuba)", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (11): 49-57, 1986 b.
- TAPIA, M. E. Y M. J. VELÁZQUEZ: "Sobre el grado de estudio de los recursos auríferos en la región de Holguín", II Congreso Cubano de Geología y Minería, Santiago de Cuba, octubre 1994.
- TCHOUNEV, D., B. ECHEVARRÍA Y F. TALAVERA CORONEL: "Sobre la presencia de lavas toleíticas en la región Guáimaro-Las Tunas (Cuba)", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* (11): 3-14, 1986.
- TUROVTSEV, D., M. ESTRUGO, A. ZHIDKOV Y V. ANANIN: "Yacimiento aurífero Delita (Isla de Pinos)", *Serie Geológica* (6):19-41, 1982.