



## DEPOSITOS DE SKARN DE CUBA

JESÚS MOREIRA, JORGE L. TORRES, JUSTO MONTANO, RAFAEL LAVANDERO, ROBERTO SANCHEZ AND XIOMARA CAZAÑAS

*Instituto de Geología y Paleontología, Vía Blanca y Línea del Ferrocarril,  
San Miguel de Padrón, Ciudad de La Habana, CP 11000, Cuba.  
Email, [moreira@igp.minbas.cu](mailto:moreira@igp.minbas.cu)*

### RESUMEN

Aunque existe poca información publicada disponible sobre los recursos minerales cubanos, Cuba posee un lugar destacado, tanto por la importancia de sus recursos como por su historia minera. Cuba posee alrededor del 20 % de los recursos mundiales de Níquel, así como el yacimiento cuprífero El Cobre, segunda mina explotada por los europeos en el Nuevo Mundo. En este artículo, se describe la distribución de los depósitos de skarn y de los grupos de ellos dentro de tipos convencionales basados en el contenido de los metales dominantes.

Cuba es, de las islas que integran las Antillas Mayores, la más compleja tectónicamente. Ello es dado por la colisión y ensamblaje con la Placa América del Norte, ocurrida en el Eoceno Medio. La geología de Cuba se caracteriza, de modo general, por la presencia de dos niveles estructurales: 1) El Neoa autóctono, básicamente formado por sedimentos carbonatados no deformados del Eoceno Tardío al Reciente. 2) El Cinturón Plegado Cubano, constituidos por terrenos continentales (Terrenos Guaniguanico, Pinos, Escambray) y unidades oceánicas (Ofiolitas Septentrionales y Arcos Volcánicos).

Los depósitos de tipo Skarn están ampliamente distribuidos en Cuba, en los territorios abarcados por los arcos volcánicos Cretácico y Paleógeno. Ellos se localizan en los bloques geológicos Central, Camagüey y Oriental. Los mismos alcanzan su máximo desarrollo en el bloque Oriental, no siendo reportados en los bloques más occidentales del país (Pinar del Río y La Habana).

Los depósitos de skarn de Fe son bien conocidos en casi todos los bloques. Los depósitos de skarn de Fe – Cu están localizados en los bloques Central y Oriental, mientras que los de Cu y Au son reportados en los bloques Central, Camagüey y Oriental. Desde el punto de vista económico, los depósitos de skarn de Fe son los más importantes. En el Campo Mineral Hierro Santiago, en la provincia Santiago de Cuba, se localizan grandes depósitos minables de este tipo.

Los depósitos cubanos de skarn son de composición calcárea. Algunos minerales de skarn, tales como granates, epidota, magnetita y piroxenos son dominantes en casi todos ellos. La mineralogía y ambiente geológico de los yacimientos de skarn de Fe – Cu del Campo Mineral Hierro Santiago son similares a los existentes en Haití, lo cual apoya la hipótesis de la existencia de un vínculo metalogénico entre Cuba oriental y La Española.

### INTRODUCCION

La región del Caribe se destaca por sus recursos minerales y por su historia minera (Kesler et al., 1990). Cuba, situada en la parte NW de la misma, también presenta ambas cualidades, destacándose por tener el 20 % de los recursos mundiales de Ni y la segunda mina más antigua en explotación del Nuevo Mundo (El Cobre, 1514). Las investigaciones geológicas desarrolladas en Cuba, han permitido identificar varios tipos descriptivos de depósitos minerales. Entre ellos se encuentran los correspondientes a los depósitos de skarn. Kesler et al. (1996) señalan que la mineralización de skarn es escasa en la parte oriental de las Antillas Mayores. En cambio, en Cuba existen numerosos depósitos de esta clase.



Este artículo presenta una descripción general de los depósitos de skarn en Cuba, apoyada en numerosos trabajos, la gran mayoría de ellos inéditos. Los mismos se clasifican en tipos descriptivos, por el contenido de componentes útiles y se describe el ambiente geológico en el cual están localizados.

Los yacimientos de skarn se conocen en Cuba desde finales del siglo XIX., siendo los ubicados en La Sierra Maestra (Cuba Oriental) el grupo económicamente más importante.

El Campo Mineral Hierro Santiago comenzó a ser explotado entre los años 1880 y 1890. A inicios del siglo XX, ya estaban en producción los yacimientos Vinent, Alfredo y El Este, incorporándose en corto tiempo Folía y otros. De acuerdo con datos de la compañía Spanish – American Iron, una de las que explotó el campo mineral hasta 1947, entre 1906 y 1912 se extrajeron un total de 6 577457 t de mena ferrosa. La extracción se realizaba mediante minería a cielo abierto. Las canteras contaban hasta con 5 escalones de explotación. La explotación del mineral de Fe en estos yacimientos cesó en el año 1947. Ello estuvo relacionado con el fin de la Segunda Guerra Mundial y el descubrimiento en Venezuela del yacimiento gigante de hierro Cerro Bolívar.

Otros depósitos de skarn ferroso explotados en Cuba antes de 1959 son Guaos (minería subterránea), Magarabomba, Felipita y Loma Alta (minería a cielo abierto).

## GEOLOGIA DE CUBA

El archipiélago cubano se encuentra en el NW de la región del Caribe. Consta de 4 194 islas y cayos, incluyendo las islas de la Juventud y de Cuba, con una extensión territorial de 110 922 km<sup>2</sup>. Geológicamente, se localiza en la placa norteamericana, al Norte de la frontera de la placa Caribe.

La geología de Cuba se caracteriza en general por contar con dos niveles estructurales: el Cinturón Plegado Cubano y el Neoaútctono (Iturralde-Vinent, 1996a). El Cinturón Plegado Cubano, está constituido por terrenos continentales y oceánicos representativos de grandes entidades paleogeográficas (Fig. 1). La posición original y evolución de los mismos no están relacionadas con la actual área de Cuba y representan, como mínimo, la historia geológica del reino del Caribe noroccidental. El Neoaútctono está formado por sedimentos poco deformados del Eoceno Medio al Reciente (Iturralde – Vinent, 1996a).

Un rasgo sobresaliente de la geología de Cuba es la división del territorio nacional en bloques geológicos estructurales (Puscharovsky, 1988), separados por fallas de rumbo NE (Fig.1). Ellos son: 1) Pinar del Río (W de Cuba hasta la falla Majana), 2) La Habana (entre las fallas de Majana e Hicacos), 3) Cuba Central (desde la falla Hicacos hasta la Trocha), 4) Camagüey (entre las fallas Trocha y Cauto), 5) Oriente (al SE de la falla Cauto).

En el Cinturón Plegado Cubano hay elementos geotectónicos de afinidad continental y de afinidad oceánica (Iturralde - Vinent, 1996a; Kerr et al., 1999). De afinidad continental son los Terrenos de Cuba SW y la Plataforma de las Bahamas, mientras que de afinidad oceánica son el Cinturón Ofiolítico Septentrional, el Arco Volcánico Insular Cretácico y el Arco Volcánico Insular Paleogénico. Los depósitos de skarn ocurren en los terrenos de arcos volcánicos.

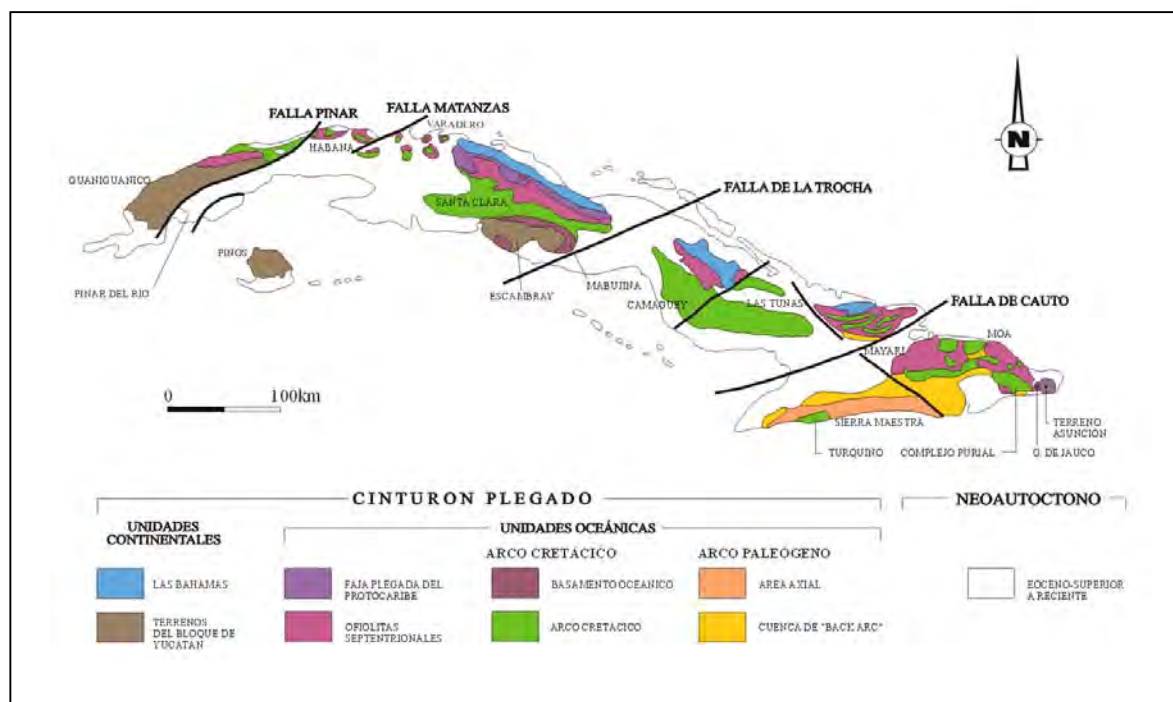


Figure 1. Mapa geológico generalizado de Cuba. *Modificado de Iturralde-Vinent (1996).*

### *Arcos Volcánicos*

El Arco Volcánico Insular Cretácico yace sobre un basamento oceánico máfico y ultramáfico. La base de este arco volcánico es Pre-Aptiano y aflora en algunas partes de Cuba Central y Oriental, representada por las ofiolitas anfibolíticas de los complejos Mabujina y Guira de Jauco (Iturralde - Vinent, 1996a). El arco volcánico está formado por rocas extrusivas y volcánicas de composición toleítica y calcoalcalina, con un rango de edad entre Aptiano y Campaniano Tardío.

En Cuba central, las rocas volcánicas – sedimentarias del arco Cretácico han sido subdivididas en tres secciones: a) Sección Pre – Albiano, representada por basaltos y riolitas de la Formación Los Pasos (volcanismo bimodal). b) Sección Albiano – Coniaciano, compuesta por basaltos y riolitas calcoalcalinas con rocas sedimentarias intercaladas. c) Sección Santoniano – Campaniano, representadas por rocas que van de calcoalcalinas a alcalinas.

Los principales plutones intrusivos del Arco Volcánico Insular Cretácico afloran a lo largo de una franja extendida desde las inmediaciones de Manicaragua (provincia Villa Clara) hasta la Sierra del Purial (provincia Guantánamo). Su composición es granodiorítica y cuarzdiorítica, con algunos gabros y, en menor medida, granitos y sienitas monzoníticas (Lavandero et al, 1988). Fueron principalmente emplazados en el Campaniano, aunque los hay de diferentes edades cretácicas. Al final del Campaniano hubo un levantamiento general de las secuencias de arco volcánico y sobre ellas se desarrollaron a continuación cuencas superpuestas de post - arco.

El Arco Volcánico Insular Paleógeno aflora en la parte meridional de Cuba (Sierra Maestra), representado por secuencias de rocas piroclásticas y extrusivas calcoalcalinas (pertenecientes principalmente al Grupo El Cobre), intruidas por plutones granodioríticos (intrusivos Guamá



Sur – Bayamita, Peladero, Daiquirí, El Norte y otros). La actividad volcánica se extinguió hacia el Eoceno Medio temprano, mientras que las principales intrusiones tuvieron lugar hacia el Eoceno Medio tardío. Hacia el W, en Cuba central y occidental, el volcanismo Paleogénico solo está representado por delgadas intercalaciones tobáceas dentro de las secuencias sedimentarias acumuladas en las cuencas superpuestas de piggy back (Iturralde – Vinent, 1996a).

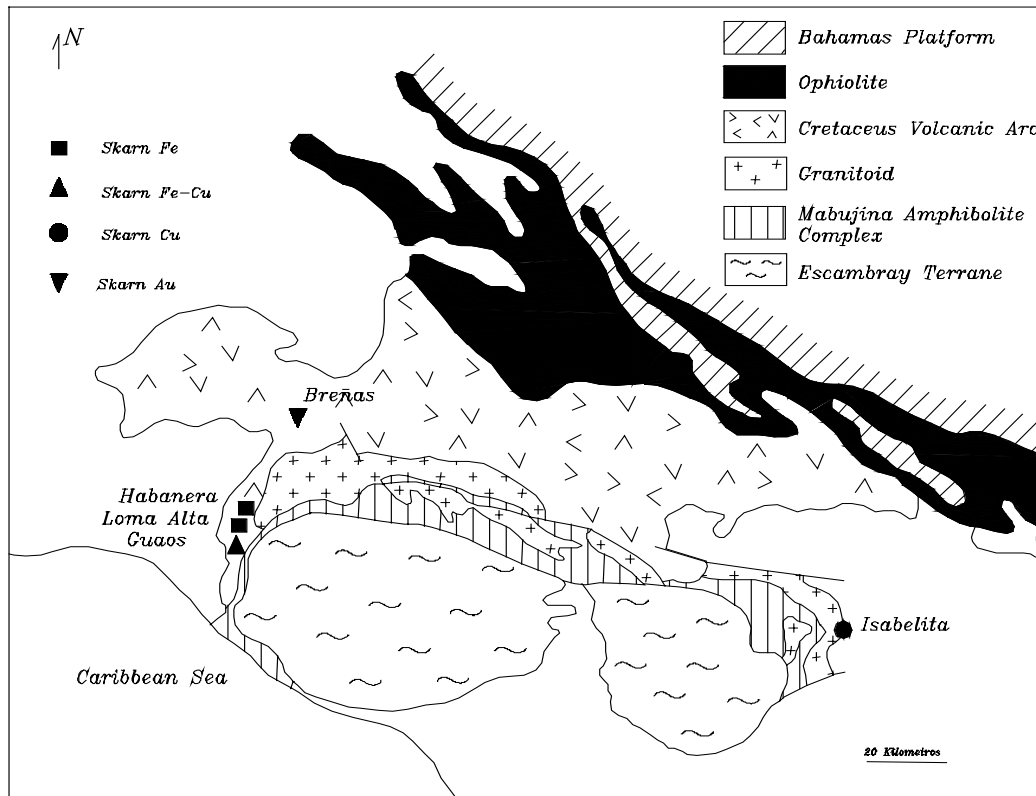


Figure 2. Geología y depósitos de skarn del bloque central de Cuba

## DEPOSITOS DE SKARN

En Cuba los skarns constituyen uno de los tipos más difundidos de depósitos minerales. Ellos están ampliamente distribuidos en los Arcos Volcánicos Cretácico y Paleógeno desde la Región Central hasta la Región Oriental (Fig. 2; 5; 7), no existiendo representación conocida en el occidente de Cuba. Su máximo desarrollo lo alcanzan en la porción oriental de la Sierra Maestra, dando lugar a los yacimientos de hierro magnetítico del Campo Mineral Hierro Santiago.

La mayoría de los depósitos de skarns cubanos son de composición eminentemente calcárea, pero también existen otros de composición magnesiana (?). Así mismo, aunque la mayoría son de exoskarn, también existen algunas manifestaciones de endoskarn (Bestes, Ceres y Mascota, de Fe magnetítico e Isabelita de cobre). Aunque la mayoría de ellos son ferrosos, su importancia es a veces acrecentada por la presencia de metales base y preciosos (Lavandero et al, 1988). En Cuba son frecuentemente los de composición granático - magnetítica y granático - epidótico - magnetítica, pero es común encontrarlos de variada mineralogía. Los hay epidótico - piroxénico - magnetíticos, epidótico - magnetíticos, piroxénico - granático - magnetíticos, piroxéni-



co - granático - epidóticos, actinolíticos, tremolito – cuarzo – hematíticos y epidótico – cuarzo – granáticos.

Los skarns situados en el Arco Volcánico Cretácico cubren desde el Albiano hasta el Campaniano mientras que los del Arco Volcánico Paleógeno se formaron entre el Paleoceno Inferior y el Eoceno Medio.

Considerando la abundancia de componentes principales, los autores reconocen la existencia de cuatro modelos descriptivos de depósitos de skarn en Cuba: Skarn de Fe, Skarn de Fe - Cu, Skarn de Cu y Skarn de Au. Estos se encuentran distribuidos en los bloques Central, Camagüey y Oriental. La Tabla No. 1 resume las características de los principales depósitos cubanos de skarn.

### *Skarns vinculados al Arco Volcánico Cretácico*

En el bloque central los skarns se desarrollan en el contacto de las secuencias volcánogeno – sedimentarias carbonatadas, compuestas fundamentalmente por basaltos, andesito-basaltos, tobas andesíticas, tufitas, calizas y dacitas de la Formación Mataguá de edad Cretácico Inferior Aptiano-Albiano con intrusivos ácidos y medios. Estos intrusivos están representados por dioritas cuarcíferas, granodioritas y tonalitas del intrusivo Manicaragua (Máximov et al., 1968; Cabrera, 1975; 1986; Lavandero et al, 1988). El área de mayor desarrollo de los depósitos de skarn se encuentra en el contacto occidental de este intrusivo (Fig. 2) en el llamado Campo Mineral Guaos – Loma Alta (Shevchenko, 1967).

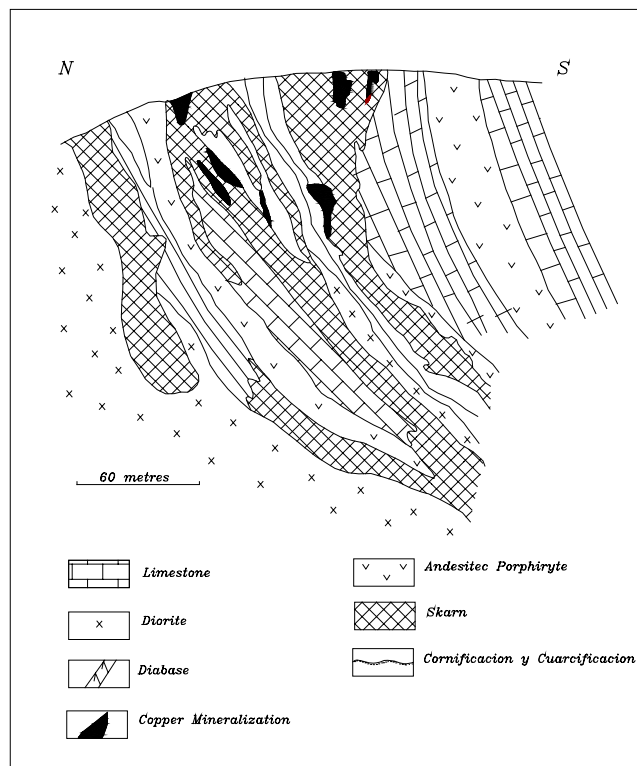


Figure 3. Perfil geológico a través del Depósito de skarn Fe - Cu Guaos. Tomado de Shevshenko et al (1967) y Tolkunov y Cabrera (1969).



El depósito de skarn Fe-Cu Guaos (Fig. 3) se encuentra en una secuencia volcánico- sedimentaria que contienen lentes de caliza. Las dimensiones de los mismos oscilan entre 50 y 200 m de largo, con 10 a 20 m de espesor, cortados por granodioritas y dioritas. Los skarns son de composición granático-piroxénica y granatífera (Tolkunov et al., 1974). Los mismos presentan forma irregular y dimensiones pequeñas (Buguelsky et al., 1985; Cabrera et al., 1986). Los cuerpos minerales tienen forma irregular con un espesor de 5 a 8 m. El cuerpo magnetítico yace en forma sill con 1,80 – 2,40 m de espesor. El contenido de Cu oscila entre 1,3 y 5,8 %, con contenidos máximos de Au de 11,7 g/t y de 2,8 % de Zn (Stanik et al., 1981; Dublan et al., 1986). En la composición de los cuerpos minerales se encuentran la magnetita y pirita habiendo además galenita y esfalerita. Como minerales de ganga aparecen el cuarzo, piroxeno, granates, clorita, epidota, calcita, siderita y wollastonita, presentándose este último mineral en concentraciones económicas. Las menas tienen textura masiva, brechosa y menos frecuentemente vetítica e impregnada (Cabrera et al., 1986, Lavandero et al., 1988).

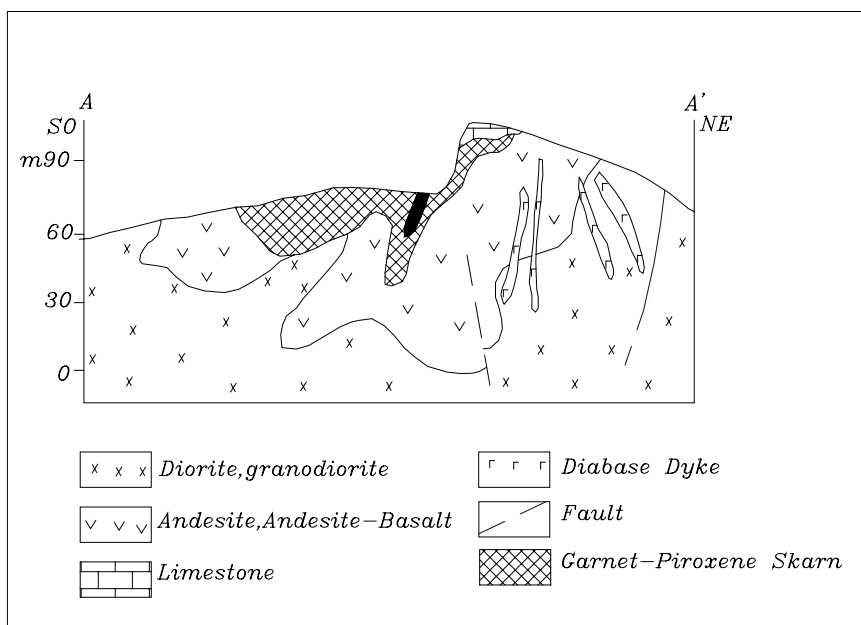


Figura 4. Perfil geológico del depósito de skarn de Fe Loma Alta Tomado de Lavandero et al. (1988).

En el yacimiento de skarn de Fe Loma Alta se desarrolla el skarn granático-piroxénico con mineralización magnetítica (Lavandero et al., 1988; Rodríguez et al., 1992). La zona de skarn tiene forma irregular (Fig. 4). Dentro de esta zona de skarn yace el cuerpo mineral, el cual tiene forma lenticular y una yacencia abrupta de 85°-90° hacia el SSW. Su espesor promedio es de 10 m y se acuña a partir de los 40 m de profundidad (Lavandero et al., 1985). El cuerpo mineral tiene 250 m de largo y su contenido de hierro oscila entre 40 – 55 %. El mineral principal es la magnetita encontrándose como secundarios la calcopirita, pirita, bornita, galena. Otros depósitos de este tipo de menor importancia en el área son Habanera y Francisco Mayo. Otro depósito que también estuvo en explotación en el bloque central es el skarn de Cu Isabelita (Gruzdiev et al., 1966; Buguelsky et al., 1985; Lavandero et al., 1988) localizado en el extremo oriental del macizo de granitoides Manicaragua. El prospecto Breñas recientemente desarrollado presenta características afines con los depósitos de tipo skarn de Au.





En el bloque Camagüey (Fig. 5), los skarns se presentan en secuencias volcanógeno-sedimentarias de las Formaciones Caobilla, Guaimaro, Crucero Contramaestre, Martí, Camujiro y Piragua (Pérez et al., 1998) con edades que van desde el Cretácico Inferior al Cretácico Superior Albiano. Los skarn son de composición epidótica, granático – epidótica y granático – epidótico – cuarcífera, acompañados por calcita, hematita y limonita, raras veces con cromita dispersa. También ocurren cuerpos de skarns con similares características asociados con cuarzo - hematitas conformando depósitos complejos de posible tipo Carlin como Iron Hill (Moreira et al., 1999) y con mineralización sulfurosa posiblemente hasta epitermal como en el prospecto El Jagüey (Pérez et al., 1998). Todos estos skarns se destacan por ser portadores de mineralización aurífera.

En otras ocasiones aparecen skarns pobres en hierro, portadores de mineralización cuprífera asociados al contacto de intrusivos ácidos con areniscas, margas, tobas y lavas andesito-basálticas y calizas, como ocurre en la zona de Tamarindo.

Los depósitos de tipo Skarn de Fe se concentran fundamentalmente al NW de la ciudad de Florida en el exocontacto y endocontacto del macizo intrusivo Las Parras - Santa Rosa (Fig.5) que corta las secuencias volcanógeno-sedimentarias de la Formación Caobilla formada por lavas, lavas-brechas, tobas dacíticas y andesíticas, calizas y areniscas. Están representados por los depósitos Magarabomba, Felipito, Candelaria, Caobilla, Pensylvania y Unión (Cabrera, 1981; Lavandero et al., 1985; Pérez et al., 1998).

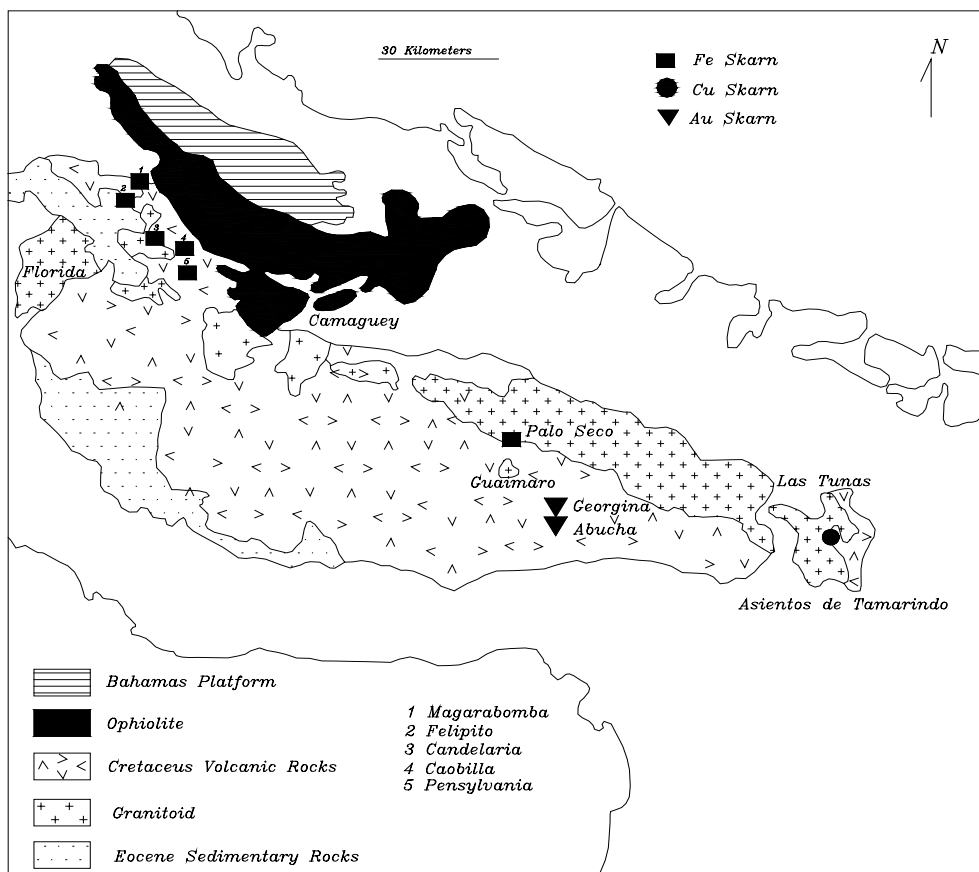


Figura 5. Geología y depósitos de skarn del bloque Camagüey



En la mayoría de los casos los cuerpos minerales se presentan en forma de lentes con longitudes que varían desde 10 m hasta 200 m y espesores de 1 a 10 m, concordantes con las rocas encajantes. Según Tayanov (1970) la composición química en los depósitos es de 45 – 61 % de Fe y el azufre es del orden de 0,1 %. La mena está compuesta principalmente por hematita y magnetita, en menor grado, por calcopirita, gohetita, covelina y martita.

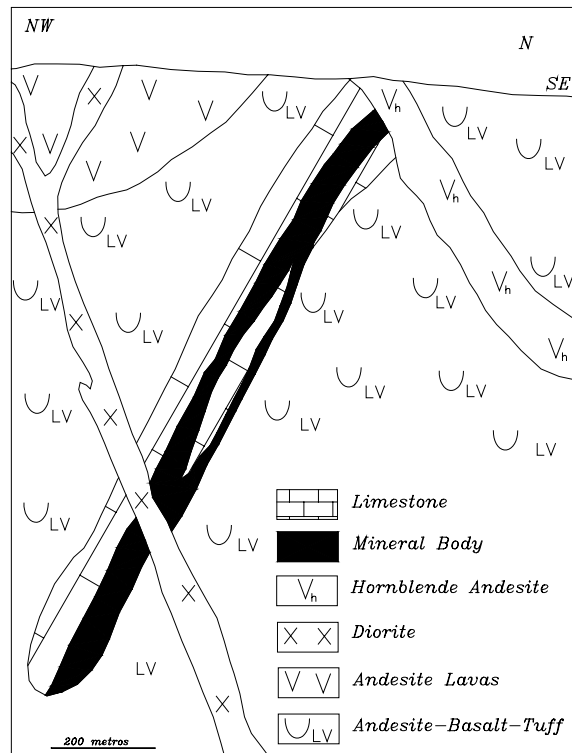


Figura 6. Perfil geológico a través del depósito de skarn de Au Georgina . Tomado de Alemán (1994).

Otros depósitos de este tipo lo constituyen, Mina Nácar y Bartle (Ochinikov et al., 1982; Pérez et al., 1998). Este último está formado por cuerpos de skarn magnetítico de forma tabular que alcanza 200 m de longitud y 25 m de espesor. Su contenido de hierro es del orden de 60 %. En el bloque Camagüey también se conocen skarns auríferos (Zhestekavova et al., 1966; Lavandero et al., 1988), dentro del Distrito Mineral Jobabo (Fig. 5), Los mismos están representados por los depósitos Georgina y Abucha. En ellos los skarns epidóticos se desarrollan dentro de una secuencia volcánica de tobas (andesíticas y andesito - basálticas) y lavas andesíticas y andesito-dacíticas, con intercalaciones de calizas de la Formación Crucero Contramaestre (Fig. 6). Los minerales de ganga son epidota, cuarzo y clorita. La mineralización es representada por pirita, calcopirita, hematita, magnetita, bornita, melonita, calaverita y Au y Ag nativos. El contenido de Au en ellos oscila entre 0,8 y 9,31 g/t y el de plata varía entre 1,6 y 36 g/t (Alemán et al., 1993; 1994). El escaso contenido de Fe y Cu, así como la presencia de telururos, señalan claras diferencias entre estos skarns y los descritos anteriormente.

En el extremo oriental del bloque (Fig.5) ocurre el Distrito Mineral Tamarindo, antiguo coto minero Guanabo (Halichev, 1964; Svoboda, 1966). Está representado por pequeños cuerpos de skarn localizados en el contacto entre cuerpos intrusivos ácidos y medios con rocas volcánicas – sedimentarias (areniscas, limolitas, margas, tobas lavas andesito – basálticas) y calizas gene-





ralmente grises y masivas. Según Halichev (1964), Svoboda (1966) y Gallardo et al., (1996) los skarns cupríferos se encuentran próximos unos a otros, siendo sus dimensiones medias de 20 a 40 m de largo, 10 a 15 m de ancho y potencia entre 0,3 y 3 m. Entre ellos aparecen algunos depósitos de skarn de Fe, caracterizados por presentar mayores dimensiones que los de Cu. Estos skarns tienen contenidos moderados a altos de Cu (1 - 14,2 %), con frecuencia acompañados por significativos contenidos de Au (0,7 - 3,9 g/t), Zn (0,1 - 3,89 %) y Ag (2,2 - 100 g/t).

Los skarns son de composición epidótico - cuarzo - granática, siendo su particularidad más importante la gran abundancia de malaquita. El oro se encuentra en forma nativa. Es de destacar que en algunos casos se ha observado la propagación de la mineralización cuprífera fuera de los skarns, dentro de las tobas, rocas efusivas y cuerpos intrusivos encajantes. La morfología de los cuerpos es generalmente lentiforme y tabular y su mineralogía es sencilla, formados por malaquita, azurita, calcopirita, pirita, magnetita, limonita, oro nativo y granate, cuarzo, epidota y calcita como minerales de ganga.

Muchos de estos depósitos de la región Ciego-Camaguey-Las Tunas fueron explotados fundamentalmente durante la Segunda Guerra Mundial. La misma se realizó a cielo abierto.

### ***Skarn vinculados al Arco Volcánico Paleógeno***

En el bloque oriental la mayoría de los depósitos de skarn se encuentran en el Campo Mineral Hierro Santiago (Lavandero et al., 1988). Este se localiza en la parte suroriental de la provincia Santiago de Cuba, al SE de la ciudad del mismo nombre, extendiéndose desde la falda meridional de la Sierra de La Gran Piedra hasta las inmediaciones de la costa Sur de la región oriental de Cuba (Fig. 7). Este es el "Distrito Daiquirí" o "Daiquirí - Firmeza" que aparece en algunos artículos publicados por otros autores (Kesler et al., 1990). Por el interés económico que posee será tratado con mayor detalle. Además, en la parte occidental de la Sierra Maestra es posible la existencia de otro campo mineral, representado por las antiguas minas Sexta, Camaroncito y por otras manifestaciones poco estudiadas.

El Campo Mineral Hierro Santiago está compuesto por un conjunto de depósitos desarrollados en rocas skarnificadas pertenecientes a la Formación Vinent (Unidad Litoestratigráfica informal) del Cretácico Superior y asociados a los límites de distintos cuerpos intrusivos de edad Paleoceno-Eoceno Medio. Los mismos se asocian a las zonas de exocontacto del complejo subvolcánico basáltico del Grupo El Cobre, y de los intrusivos medios y ácidos pertenecientes a los complejos intrusivos Daiquirí y El Norte. También aquí existen algunos depósitos de endoeskarn, tales como Veste, Ceres y Mascota, que por lo general, contienen pequeñas cantidades de mena.

Las rocas de la Formación Vinent se presentan formando bloques relícticos de variadas formas y tamaños, desde decenas de m hasta 1,5 km de longitud, dispuestos en una faja latitudinal de hasta 2,5 Km. de ancho, que se extiende a todo lo largo del campo mineral. Estos bloques están rodeados por secuencias volcanógenas del Grupo El Cobre, representadas por rocas del complejo basáltico.

Las rocas mineralizadas en el campo mineral están representadas por skarns, menas ferrosas masivas, brechas mineralizadas y cuarcitas ferrosas.

Los skarns están representados por distintas variedades de acuerdo con su composición mineralógica, dada fundamentalmente por las distintas proporciones en que se encuentran los minerales principales (granates, piroxeno, epidota, magnetita y anfíboles). Igualmente, ellos se presentan con diferentes texturas (laminada, masiva y brechosa) y estructuras.

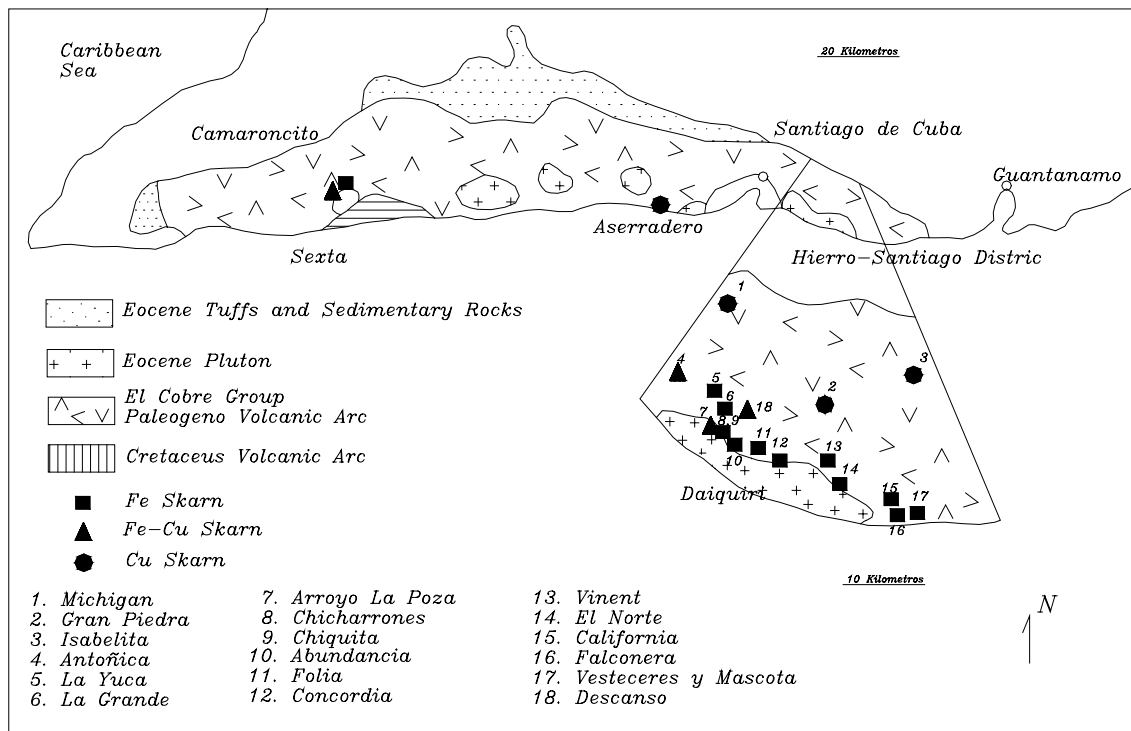


Figura 7. Geología y depósitos de skarn del bloque oriental de Cuba. *Modificado de Moreira et al. (1999).*

de grano fino, medio y grueso, fibrosa y nematogranoblástica. El granate está representado principalmente por grosularia, habiendo también almandino y andradita, formando a menudo agregados monominerales. El piroxeno es representado por diopsido, observándose anfíboles como la tremolita y actinolita (Soriano et al., 1990; Snezhnevski y Yujvit, 1964; Jomchenko, 1982; Ferro et al., 1991; Kuzokov, 1988). A veces se observan otros minerales como calcita, siderita, zeolita, clorita, cuarzo, vesubiana, wollastonita, apatito y circón (Pérez y Santacruz, 1988). También, más raramente, aparecen hidromicas (Zinchenko et al., 1988).

Los granates suelen constituir entre el 20 y el 75 % del skarn que rodea a los cuerpos minerales de hierro. Ellos suelen formar cristales subidiomórficos, constituyendo a veces agregados monominerales (Zinchenko et al., 1988).

El paso del skarn a la mena ferrosa tiene lugar mediante una variación gradual de las proporciones en que se encuentran el granate, magnetita y otros minerales que entran en su composición.

Los skarns presentan pesos volumétricos entre 3,07 y 3,72 t/m<sup>3</sup>, a veces superiores a 4t/m<sup>3</sup>, lo cual es mas frecuente en las menas de Fe. Se caracterizan igualmente por poseer porosidad entre 1 y 3,6 %.

Al tipo skarn de Fe pertenecen la mayoría de los yacimientos del Campo Mineral Hierro Santiago (Fig. 7). Se caracterizan por presentar mena ferrosa magnetítica con altos contenidos de Fe. Tienen texturas masivas, semimasiva, diseminada y manchada. Sus contenidos de pirita y otros sulfuros son muy bajos. Su contaminación mínima con estos y otros minerales es lo más característico en ellos, presentando contenidos despreciables de elementos nocivos (S, P y As). Esto explica la presencia en los mismos de menas de hierro metalúrgico de alta calidad que pueden ser fundidas con un beneficio muy simple. Los skarns en que están incluidos los cuer-



pos minerales tienen muy escasos sulfuros metálicos. En algunos casos, el contenido de sulfuros, principalmente pirita, está algo elevado, pero sin alcanzar nunca la magnitud con que se presentan en los skarns de Fe - Cu. Lo anterior se refleja en la proporción en que los componentes útiles se presentan en ellos (Tabla 1).

La morfología de los cuerpos es fundamentalmente lenticular alargada y tabular, aunque también ocurren la vetítica y en forma de nidos (Medina, 1992).

En el Campo Mineral Hierro Santiago se observa la presencia de zonas con contenidos de sulfuros por encima de lo habitual para este tipo de skarn en los yacimientos Chiquita (Fig. 8), La Grande, Concordia y Yuca, reportándose la presencia de oro nativo en granos aislados en secciones delgadas (Santa Cruz Pacheco, 1988; Sánchez, 1997).

En los depósitos de Fe La Grande y de Fe-Cu Antoñica (Fig. 9) está reportada la presencia de germanio y de galio en concentraciones de 30 – 200 g/t (Bondarets, 1963; Bogatiriev, 1962).

Entre los depósitos pertenecientes al tipo skarn de Fe - Cu dentro del Campo Mineral Hierro Santiago están los yacimientos Antoñica, Arroyo La Poza (Fig. 10) y Descanso. Los depósitos están compuestos por numerosos cuerpos minerales ferrosos incluidos dentro de skarn calcáreo, con los que suelen transicionar gradualmente.

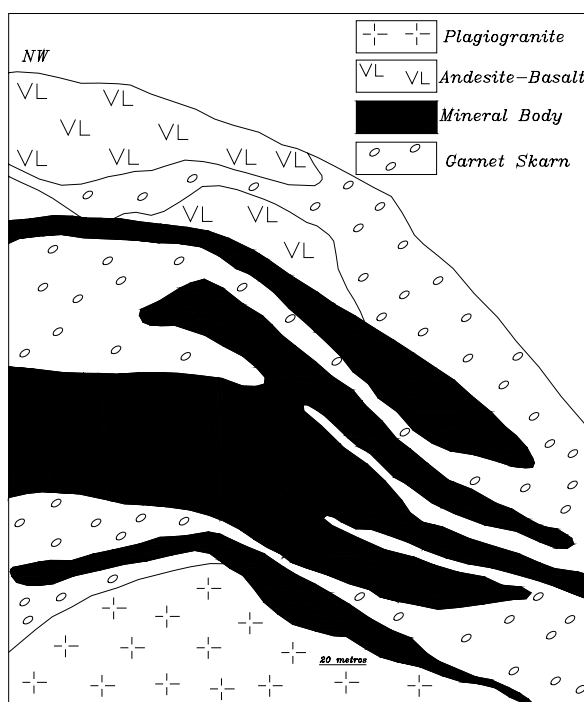


Figura 8. Perfil geológico a través del depósito de skarn de Fe Chiquita.. Tomado de Zorianov et al. (1990).

Los componentes útiles en los cuerpos minerales de estos depósitos varían de la siguiente forma: Fe (6,6 - 69,78 %); Cu (1 - 8,9 %); Au (0,03 - 2 g/t), Zn (0,7 - 1,40 %), S (1 - 14,5 %), Ag (2,2 - 60 g/t); Ge (50 - 200 g/t). El yacimiento Antoñica tiene contenido promedio de 0,33 % de Cu y 0,17 g/t de Au (Zinchenko et al., 1989), mayor en la parte SW del mismo (2,79 % de Cu y 0,6 - 1 g/t de Au (Sánchez, 1997).

Los cuerpos minerales yacen subhorizontales o inclinados con buzamiento de 10 a 50° (Zinchenko et al., 1989; Martínez et al., 1988). En ocasiones el skarn presenta cristales de granate



bien formados con tamaños de 1 - 5 cm. Junto con la mineralización ferrosa aparece una significativa mineralización sulfurosa, la cual es más joven. En a veces ocurren vetas de cuarzo, cuya longitud puede llegar hasta los 30 - 40 m y su potencia a 0,5 - 2 m presentando buzamiento abrupto ( $75 - 80^\circ$ ). Los minerales de menas principales son la magnetita, hematita, pirita y calcopirita, los que están acompañados por martita limonita gohetita y maghemita, por sulfuros y minerales secundarios como esfalerita, galena, bornita, pirrotina, covelina, cuprita, calcosina, malaquita, cubanita, azurita y crisocola. También pueden aparecer electrum, oro nativo y azufre nativo. Los principales minerales de ganga son el granate, que aparece en sus variedades grosularia, andradita y almandino, y la epidota. Ellos están frecuentemente acompañados por calcita, cuarzo, piroxeno y actinolita – tremolita (Padró et al., 1990; Zinchenko et al., 1989). La morfología de los cuerpos minerales es lenticular alargada hasta tabular.

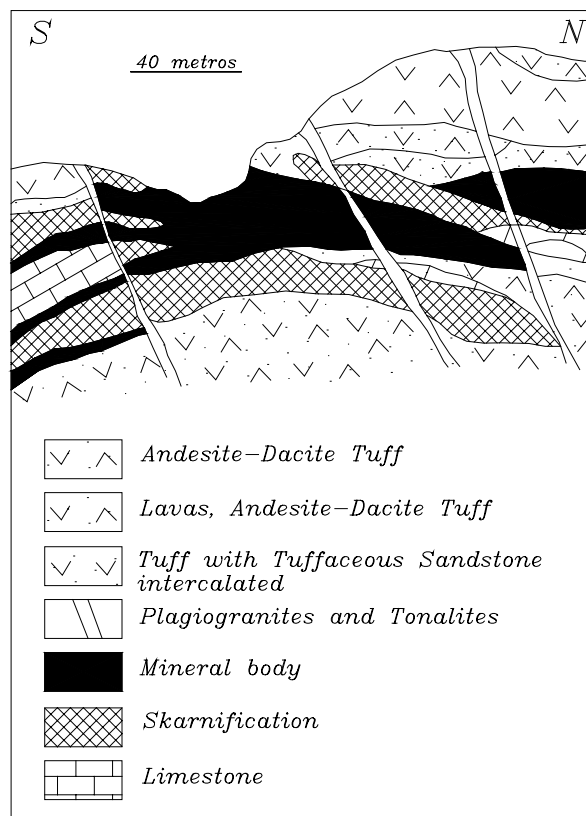


Figura 9. Perfil geológico a través del depósito de skarn de Fe - Cu *Antoñica*. Tomado de Lavandero et al. (1988).

En la Sierra Maestra, fuera del Campo Mineral Hierro Santiago, existen algunas manifestaciones de skarns de Fe-Cu. Las más importantes ocurrencias se encuentran en la parte W de esta sierra, asociadas al exocontacto del macizo intrusivo Sexta – Yara (prospecto Sexta y la manifestación Camaroncito) y con el exocontacto de intrusivos dioríticos y plagiograníticos, como Peladero y otros (manifestación Peladero). Los minerales principales de estos skarns son granate, cuarzo, epidota, piroxeno y magnetita, variando su contenido en rangos bastante amplios. Ellos son acompañados por calcita, clorita, actinolita, pirita y por otros sulfuros, habiendo además hematita y martita. Los mismos presentan formas lenticulares o tabulares, siendo común la presencia en sus inmediaciones de procesos de cornificación. La mineralización ocurre en forma masiva y diseminada (Peldiakov y Cazañas, fide Kuzovkov et al., 1988).



Un elemento característico llamativo en los skarns de Fe - Cu es la presencia de azufre nativo en su zona de oxidación (yacimientos Antoñica, Descanso y Arroyo La Poza), el cual se observa formando acumulaciones irregulares en las paredes de las canteras en que aflora la mena magnetítica sulfurosa. El mismo se ha formado como resultado de la oxidación hipergénica de los sulfuros (Padró et al., 1990; Zinchenko et al, 1989).

En la Sierra Maestra (Fig. 7) son conocidos también pequeños depósitos de menor importancia de tipo skarns de Cu , Gran Piedra, Michigan, Isabelita y Aserradero.

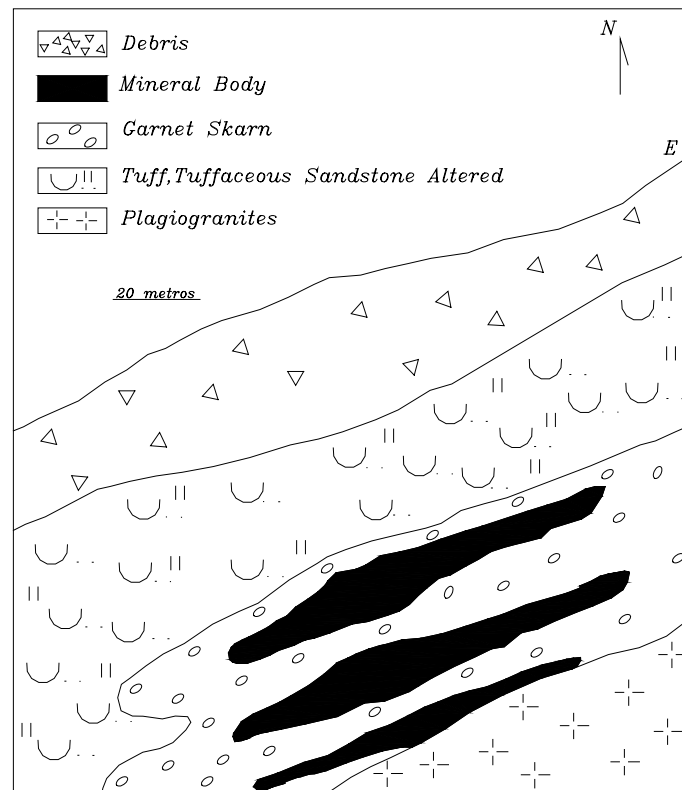


Figure10. Perfil geológico a través del depósito de skarn de Fe – Cu Arroyo la Poza. Tomado de Padró et al. (1990)

Los skarns de Fe - Cu de Cuba pueden ser comparados, con sus similares de las áreas Jean Rabel y Gonaives, en Haití como los yacimientos Casseus y Meme. La presencia de este tipo de depósito de skarn en Haití (Harnish y Brown, 1986), así como los de Monne Bossa y Grand Bois, del tipo Kuroko (Sillitoe et al,1996), muy similares por sus características al yacimiento El Cobre, sugiere fuertemente la existencia de grandes similitudes metalogénicas entre la Sierra Maestra y el territorio haitiano, en lo que podría considerarse un argumento adicional a favor de la unidad geológica y geográfica pasada de ambos territorios.

## CONCLUSIONES

Los depósitos de skarn son abundantes en Cuba Oriental y en menor grado, en Cuba Central. Los de Cuba Oriental se asocian con la época metalogénica Paleógena y los de Cuba Central



con la época metalogénica Cretácica. Esto demuestra que las edades de los depósitos de skarn cubanos son similares a las que presentan los depósitos de este tipo en Puerto Rico, Haití, etc. Los mismos se asocian espacial y genéticamente con el Arco Volcánico Insular Cretácico (Pre-Albiano – Campaniano) y el Arco Volcánico Insular Paleógeno (Paleoceno-Eoceno Medio). En este último se localiza el Campo Mineral Hierro-Santiago, donde se encuentran los mayores yacimientos de hierro magnetítico de Cuba.

Los skarns cubanos son calcáreos, predominando en su composición granates, epidota, piroxenos, magnetita y hematita. Atendiendo a los componentes útiles presentes, predominan los skarn de Fe y de Fe-Cu, existiendo también skarns de Cu y de Au. Los skarns de Fe-Cu se caracterizan por combinar altos contenidos de magnetita con concentraciones significativas de sulfuros de Cu y Zn, conteniendo además Au.

El desarrollo de los depósitos de skarn en Cuba se vincula a la interacción de rocas intrusivas ácidas (riolitas, dacitas, plagiogranitos, granodioritas y otras), con calizas y rocas volcanógeno-sedimentarias calcáreas. La presencia de estos elementos en amplias zonas de los Arcos Volcánicos Insulares Cretácico y Paleógeno determina las perspectivas para la localización de nuevos depósitos de este tipo.

Como tendencia, los skarns de Fe - Cu, más ricos en sulfuros, se asocian con la presencia en el corte de cuerpos intrusivos de composición más ácida que los asociados con los skarn de Fe. Esta tendencia es similar a la registrada en el resto de la región del Caribe.

La presencia de skarns de Fe-Cu y de depósitos VMS tipo Kuroko en la Sierra Maestra y en Haití apoya la unidad metalogénica pasada de ambos territorios.

Aunque los yacimientos del Campo Mineral Hierro Santiago actualmente no se explotan, los mismos presentan potencial económico, expresado en sus reservas de Fe magnetítico, así como por los abundantes recursos de granate, los cuales pueden ser utilizados para sand blasting y otros fines.

## REFERENCIAS

- Albear, J. F., Iturralde – Vinent, M.A., Díaz, C., Flores, E., Sánchez – Arango, J., 1985, Contribución a la geología de las provincias de La Habana y Ciudad de la Habana: Editorial Científico – Técnica. La Habana, 155 p.
- Alemán, I., De la Torre A., Barroso A., Lamas M., Donet P., Pérez J., García M., Escobar A. y Rodríguez R. E., 1993, Informe sobre la prospección detallada de oro a escala 1:50 000 en el sector Jobabo, Las Tunas. Yacimientos Maclama, Georgina, Iron Hill, Abucha: Inédito.
- Alemán I., 1994, Informe sobre los resultados del TTP Cálculo de reservas y recursos pronósticos en las manifestaciones Georgina, Abucha y otras intersecciones minerales en el sector Jobabo: Inédito.
- Bogatiriev, A.S., Petrov, P., Novojatsky, I. P., Egorov, V.S, 1962, Base de materia prima mineral para el desarrollo de la industria metalúrgica de la República de Cuba: Inédito.
- Bondarets, V. P., Gorbachev, L.G., Matushkin, B.A. y Poliakov N. A., 1963, Informe sobre los trabajos geológicos – geofísicos de mineral de hierro realizados en la parte sur de Oriente: Inédito.
- Buguel'sky, Y. Y., Vázquez, A., Grigorieva, I. I., Dobrovolskaya, M. G., Cabrera, R., Kravchenko, G. G., Kramer, J., Loverov, N. R., Malinosky, E. P., Pavlov, N. G., Pantaleón, G., Ponce, N., Safonov, G. Y., Tolkunov, A. E., Formell, F., Hernández, J., 1985, Yacimientos minerales de Cuba: Moscú, Nauka, 248 p.





- Cabrera, R. 1975, Mapa de yacimientos minerales de la provincia de Las Villas, escala 1 : 250 000. Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.
- Cabrera, R. 1986. Geología y regularidades de la distribución de los yacimientos de cobre y oro de la región mineral de las Villas. Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba. 130 p.
- Cox, J. S., 1912, Annual report Spanish American Iron Company: Inédito.
- Draper, G., Barros, J. A., 1994, Cuba. En Caribbean geology: An introduction. Editado por S.K. Donovan y T.A. Jackson. University of West Indies Publishers Association (UWIPA), Jamaica, p. 65 – 83.
- Dublan, L., H. Alvarez, P. Lledías, J. Svestka, C. Vázquez, W. Marsal, E. González, B. Micoch, B. Molak, E. de los Santos, J. Soucek, M. Pérez, A. Mihalikova, L. Bernal, J. Zoubek, M. Ordóñez, R. Lavandero, J. Marousek, J. Manour, R. Pérez, R. Rodríguez, 1986, Informe final del levantamiento geológico y evaluación de los minerales útiles en escala 1:50000 del polígono CAME I Zona Centro: Inédito.
- Ferro, P., Rodríguez, L., Rondón, M., Douriet I., Gil M., Cobián T y López R., 1991, Informe sobre los trabajos de prospección detallada hierro El Norte, realizados durante 1978 – 80 y 1990 en la provincia Santiago de Cuba: Inédito.
- Gallardo, E., Fernández, A., Brace, T., Pimentel, H., 1996, Report of work (March – November 1996) on the Tamarindo concession, Las Tunas and Holguín provinces, east central Cuba: Inédito.
- Golovkin, L. M., Sviridov, A. P., López, J. L., y Sojo M., 1981, Informe sobre los resultados del levantamiento geológico a escala 1:100 000 realizado en la parte oeste de la Sierra Maestra durante los años 1976 – 77: Inédito.
- Gruzdiev, K., 1966, Trabajo de búsqueda y revisión en las manifestaciones de minerales de cobre en la provincia de Las Villas: Inédito.
- Harnish, D. E., Brown P.E., 1986, Petrogenesis of the Casseus Cu – Fe skarn: Economic Geology, Vol 81, No 7, p. 1801 – 1807.
- Iturralde Vinent, M.A., Tchounev, D., Cabrera, R., et al, 1981, Geología del territorio Ciego – Camagüey – Las Tunas: Resultados de las investigaciones científicas y del levantamiento geológico escala 1:250000: Inédito. Academia de Ciencias de Cuba y Bulgaria, 940 p.
- Iturralde – Vinent, M. A., 1988, Características generales del magmatismo de margen continental en Cuba: Revista Tecnológica, Vol. XIII, No 4, p. 17 – 34.
- Iturralde – Vinent, M. A., 1996a, Introduction to cuban geology and tectonics. En Cuban ophiolites and volcanic arcs. Editado por M.A. Iturralde - Vinent. IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364: Geological correlation of ophiolites and volcanics arc terranes in the circum – Caribbean realm. Special Contribution No 1, p. 3 - 35.
- Iturralde - Vinent, M. A., 1996b, Magmatismo de margen continental en Cuba. En Cuban ophiolites and volcanic arcs. Editado por M.A. Iturralde - Vinent. IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364: Geological correlation of ophiolites and volcanics arc terranes in the circum – Caribbean realm. Special Contribution No 1, p. 121 – 130.
- Iturralde - Vinent, M. A., Millán, G., Korpas, L., Nagy, E., Pajón, J., 1996, Geological interpretation of the cuban K – Ar database. En Cuban ophiolites and volcanic arcs. Editado por M.A. Iturralde - Vinent. IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364: Geological correlation of ophiolites and volcanics arc terranes in the circum – Caribbean realm. Special Contribution No 1, p. 48 – 69.



- Jomchenko P.I., 1982, Estado del grado de estudio geológico del mineral de hierro del yacimiento Hierro Santiago y recomendaciones sobre la futura dirección de los trabajos de exploración geológica: Inédito.
- Kantshev, I., I. Boyanov, N. Popov, R. Cabrera, A. Goranov, N. Iolkoev, M. Kanazirski, M. Stancheva, 1978, Informe Geología de la provincia de Las Villas. Resultados de las investigaciones geológicas y levantamiento geológico a escala 1:250000 realizados durante el período 1969 – 1975: Inédito. Academia de Ciencias de Cuba y Bulgaria. Instituto de geología y Paleontología, 1480 p.
- Kerr, A. C., Iturralde Vinent, M. A., Saunders, A. D., Babbs, T. L., Tarney, J., 1999, A new plate tectonic model of the Caribbean: Implications from a geochemical reconnaissance of cuban mesozoic volcanic rocks: G.S.A. Bulletin. Vol. III, No 11, p. 1581 – 1599.
- Kesler S. E., Levy, E., Martin, C., 1990, Metallogenic evolution of the Caribbean region. En G. Dengo & J. Case. The Caribbean region. Vol H de The Geology of North America. G.S.A., p. 459 - 482.
- Kesler, S. E., Russell N., Bell D., 1996, Gold - silver mineralization in Cuba and its geologic setting in the Greater Antilles. In Geology and ore deposits of the american cordillera. Proceedings, Vol. III. Edited by A. R. Coyner and P.L. Fahey. Geological Society of Nevada Symposium Proceedings, Reno/Sparks, Nevada, April 1995, p. 1433 – 1441.
- Klimentov, D.P. y Seliverstov, I.G., 1963, Informe de los trabajos de prospección geológica y geofísica para el mineral de hierro efectuados en 1961-1962 en la provincia Camagüey y Las Villas: Inédito.
- Kuzovkov G., Arseniev Y. y Sánchez R., 1977, Informe de 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, al oeste de Santiago de Cuba, durante los años 1975 – 76: Inédito.
- Kuzovkov, G., Zinchenko, V., Alcaide, J., 1988, Informe sobre el levantamiento geológico a escala 1:50 000 y búsquedas acompañantes en el área de la Gran Piedra, al Este de Santiago de Cuba en los años 1983 – 1987: Inédito.
- Lavandero, R., Estrugo, M., Santa Cruz, M., Bravo, F., Melnikov, Q., Casañas, X., Aniatov, I., Krapiva, L., Bayarkhu, B., Carillo, D. and Altarriba, I., 1985, Sistematización y Generalización de los Yacimientos Minerales Metálicos. Instituto de Geología y Paleontología, Ciudad de La Habana, Cuba: Inédito.
- Lavandero, R., Estrugo, M., Santa Cruz, M., Bravo, F., Melnikova, A., Cabrera, R., Trofimov, V.A., Romero, J., Altarriba, I., Alvarez, P., Aniatov, I.I., Badamgabin, B., Barishev, A.N., Carillo, D., Casañas, X., Cuellar, N., Dovnia, A.V., Formell, F., García, M., González, D., Gue G.G. Janchivin, A., Krapiva, L.J., López, J., Lozanov, I., Montenegro, J., Pantaleón, G., Stefanov, N., Vázquez, O., Zagoskin, A.M y Zhidkov, A., 1988, Mapa de yacimientos minerales de la República de Cuba a escala 1 : 500 000. Ministerio de la Industria Básica. Instituto de Geología y Paleontología.
- Lewis, J. F., Draper, G y colaboradores, 1990, Geology and tectonic evolution of northern Caribbean margin: En G. Dengo & J. Case. The Caribbean region. Vol. H. The Geology of North America. G.S.A., p. 77 – 140.
- Martínez, J., Pantaleón, G., Coutín, D. P., Pérez N., Torres J. L., Batista, R., Rueda, G., Sosa, D., 1998, Informe del tema 206 Reevaluación de las materias primas no metálicas para la diversificación de la producción nacional: Inédito.
- Maximov, A., G. Grachev, R. Sosa, 1968, Geología y minerales útiles de las pendientes nor – occidentales del sistema montañoso Escambray. Informe sobre los trabajos de búsqueda – levantamiento a escala 1: 50 000 realizados en la parte sur de la provincia Las Villas: Inédito.



- Medina, A., Gilart, M., Ruiz, R., Gil M., Acosta J., Guerra M., Cobián T., 1990, Informe sobre los trabajos de exploración detallada hierro La Grande, realizados durante los años 1983 – 85 y 1987 – 92: Inédito.
- Millán G., 1990. Evolución de la estructura del macizo del Escambray, en Cuba central: Transactions 12<sup>th</sup> Caribbean Geological Conference, p. 82 – 94.
- Millán G., 1992, Análisis comparativo entre los macizos metamórficos de Isla de la Juventud y Escambray: Programas y resúmenes de la 13<sup>va</sup> Conferencia Geológica del Caribe, p. 53 – 54.
- Millán, G., 1993, Evolución del macizo de Escambray, Sur de Cuba central: Ciencias de la Tierra y del Espacio. No 21 – 22, p. 26 – 45.
- Millán, G., 1996, Geología del complejo Mabujina. En Cuban ophiolites and volcanic arcs. Editado por M.A. Iturralde - Vinent. IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364: Geological correlation of ophiolites and volcanics arc terranes in the circum – Caribbean realm. Special Contribution No 1, p. 147 – 153.
- Moreira, J., Torres, J. Montano, J., Morales, A. Félix Bravo, Lavandero, R., Ariadna Suárez, Sánchez, R., 1999, Modelos de depósitos minerales en la región oriental. Algunas consideraciones genéticas y criterios para su exploración. Metales preciosos y bases. Instituto de Geología y Paleontología: Inédito.
- Nagy, E., Brezsnysanszky, K., Brito, A., Coutín, D., Formell, F., Franco, G., Gyarmati, P., Radocz, G., Jakus p., 1983, Contribución a la geología de Cuba Oriental: Editorial Científico – Técnica. La Habana, 273 p.
- Ovchinnikov, V., Balbis C., Biriolin V., Volcov V., Bolotov R., Díaz G., Lugo R., Pérez F., Laverov Y. y Pak G., 1982, Informe sobre los trabajos geológicos de búsqueda orientativa a escala 1:25 000 y detallada 1:10 000 para oro, cobre y molibdeno en la región Martí – Bartle – Las Tunas en los años 1976 – 1981: Inédito.
- Padró, T., Nuñez, A. y Wilder, R., 1985, Informe final sobre la búsqueda orientativa y detallada a escalas 1:25 000 y 1:10 000 respectivamente en el sector Infierno I en la Sierra Maestra para la localización de menas polimetálicas y cobre, provincia Gramma: Inédito.
- Padró, T., Cadete, M., Ferro, P. y Cobián T., 1990, Informe sobre los trabajos de prospección detallada Hierro Firmeza realizados durante los años 1978 – 85 y 1987 – 88 en la provincia Santiago de Cuba: Inédito.
- Padró, T., Rodríguez, R., y Sosa I., 1990, Informe sobre los trabajos de prospección detallada cobre Buey Cabón realizados durante los años 1987 – 88 en la provincia de Santiago de Cuba: Inédito.
- Pesquera, R. & Juaregui, R., 1960, Yacimiento de Hierro de la faja costera al Este y Oeste de Santiago de Cuba: Inédito.
- Pérez, E., Pimentel, H., Pardo, M., Lugo R., Viltres R., García M., González V., Pérez J., Prieto O., Ayata T., Gálvez F., Barroso A., Pérez A., Carnero A., 1998, Informe interpretación tectono – estructural de los datos geofísicos en la región Ciego de Avila – Camagüey – Las Tunas: Inédito.
- Pérez, M. & Santacruz, M., 1988, Estudio de la mineralización metálica del sector La Grande (campo Mineral Hierro Santiago): Inédito.
- Pérez, M., Carasou, M., Casanovas E., 1966, Informe geológico sobre la provincia de Oriente: Inédito.
- Puscharovskey, Y. (editor), 1988: Mapa geológico de la República de Cuba escala 1:250000: Academia de Ciencias de Cuba y la U.R.S.S.
- Puscharovskey, Y. (editor), 1988, Mapa geológico de la República de Cuba escala 1:250000 (42 hojas): Academia de Ciencias de Cuba y la U.R.S.S.



- Puscharosvsky, Y., Mossakovsky, A., et al, 1989, Geología de Cuba. Nota explicativa del mapa geológico de Cuba 1:250000: Instituto Geológico de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S. Editorial Nauka, 55 p.
- Pszczolkowski, a., et al, 1987, Contribución a la geología de la provincia de Pinar del Río: Editorial Científico – Técnica. La Habana, 253 p.
- Renne, P., Mattinson, J.M., Hatten, C. W., Somin, M., Onstott, T.S., Millán, G., Linares, E., 1989,  $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$  y U – Pb evidence for Late Proterozoic (Greeville age) continental crust in north central Cuba and regional tectonic implications: Precambrian research Vol. 42, p. 325 – 341.
- Rodríguez, M., Romero, O. Y Pérez, M., 1992, Características geológico - geofísico - geoquímicas de la parcela Guaos. Villa Clara. República de Cuba: Inédito
- Rosencrantz, E., 1996, Basement structure and tectonics in the Yucatan basin. En Cuban ophiolites and volcanic arcs. Editado por M.A. Iturralde - Vinent. IUGS/UNESCO International Geological Correlation Programme. Project 364: Geological correlation of ophiolites and volcanics arc terranes in the circum – Caribbean realm. Special Contribution No 1, p. 36 – 47.
- Sánchez, R., 1997, Reporte de cierre sobre las investigaciones realizadas por la AEI CaribGold Mines Inc. – Geominera S. A. en el proyecto Sierra Maestra Oriental (Smor): Inédito.
- Shevchenko, I., 1967, Trabajos de búsqueda y revisión para minerales cupríferos de la parte W de la provincia Las Villas: Inédito.
- Sillitoe, R. H., Hannington, M. D. & Thompson, J. F., 1996, High sulfidation deposits in the volcanogenic massive sulfide environment: Economic Geology v 91, p. 204 – 212.
- Somin, M.L., & Millán G., 1981, Geology of the metamorphic complexes of Cuba. Nauka, Moscú, 2218 pp.
- Somov, K., 1966, Informe de los trabajos de evaluación y revisión de cobre realizados en la provincia de Oriente en 1961 – 65: Inédito.
- Stanik, E., J. Manour, R. Ching, C. Vázquez, 1981, Informe de los levantamientos geológico, geoquímicos y trabajos geofísicos realizados en la parte sur de Cuba central en las provincias Cienfuegos, Sancti Spiritus y Villa Clara: Inédito.
- Snezhnevski A. y Yujvit M., 1964, Informe sobre los trabajos de búsqueda y exploración geológica de los yacimientos de minerales de Hierro Santiago (1963 – 64) y Sexta (1961 – 1963) en el sur de la provincia de Oriente: Inédito.
- Soriano, R., González, J., Kratov, P. y Cobián T., 1989, Informe de los trabajos de exploración detallada y complementaria del yacimiento Concordia realizados durante los años 1978 – 85 y 1987 – 88 en la provincia de Santiago de Cuba: Inédito.
- Soriano, R., Ferro, P., Acosta, J. y Cobián T., 1990, Informe sobre los trabajos de exploración detallada del yacimiento Chiquita realizados durante los años 1987 – 88: Inédito.
- Svoboda V., 1966, Informe final sobre la búsqueda de los yacimientos minerales en la provincia de Oriente: Inédito.
- Tayanov, et al., 1970, informe sobre los trabajos de exploración geológica realizados en el yacimiento de hierro Magarabomba y Unión en el período comprendido entre 1968-1969 y tablas del cálculo de reservas: Inédito.
- Tolkunov, A. E., Malinovski, E. P., Cabrera, R. and Carassou, G. 1974. Características comparativas de los yacimientos de cobre de Cuba. In Geología de los yacimientos minerales útiles de Cuba, Academia de Ciencias de Cuba, Special Publication No. 3, p. 7-61.
- Zinchenko, V., Ferro, P. y Cobián, T., 1988, Informe de exploración orientativa y detallada del yacimiento Yuca del Campo Mineral Hierro Santiago: Inédito.



- Zinchenko, V., Ferro, P. y Cobián, T., 1989, Informe de exploración detallada del yacimiento Antoñica del campo menífero Hierro Santiago: Inédito.
- Zhestakova, V. Y Chaliy, V., 1966, Informe de los trabajos de búsqueda y exploración realizados en los años 1964-1965 en los yacimientos auríferos en las zonas Guaimaro en la provincia Camagüey y Jobabo, provincia Las Tunas: Inédito.



**TABLA No. 1**

Depósito	Tipo de skarn	Composición del skarn (minerales de ganga)	Rocas ígneas relacionadas	Morfología y yacencia	Contenido de metales	Reservas de mena (t)
La Grande	Fe	Granate – epidota, epidota – piroxeno y granate – piroxeno	Andesitas y andesito – basaltos cortados por plagiogranitos.	Lenticular alargada. Subhorizontal.	Fe = 22,7 – 51,5 %	11 110 080
Chiquita	Fe	Granate y granate – epidota	Basaltos y andesito – basaltos cortados por plagiogranitos porfiricos	Lenticular. Subhorizontal.	Fe = 20 – 68,2 %	2 569 510
Concordia	Fe	Granate y granate – piroxeno	Basaltos y andesito – basaltos cortados por plagiogranitos porfiricos	Lenticular. Subhorizontal.	Fe = 33,4 – 47,4 %, Cu = 0,05 – 0,7 %	4 668 000
El Norte	Fe	Granate, epidota – granate, piroxeno – granate, piroxeno – epidota	Andesitas, andesito – basaltos y basaltos cortadas por dioritas cuarcíferas	Lenticular alargada. Inclínada.	Fe = 48,17 %	7 856 740
Chicharrones	Fe	Piroxeno - granate	Porfiritas plagioclásicas y andesito – basaltos cortados por diques de porfiritas diabásicas.	Lenticular alargada. Inclínada.	Fe = 33,68 %.	1 274 450
Folía	Fe	Granate	Basaltos porfiricos cortados por dioritas cuarcíferas y pórfidos plagiograníticos.	Lenticular. Inclínada.	Fe = 35,49 %	6 717 600
Magarabomba	Fe	Granate - epidota	Lavas y tobas andesíticas y dacíticas cortadas por dioritas cuarcíferas.	Lenticular. Abrupta e inclinada.	Fe = 57,08 %.	297 000
Loma Alta	Fe	Granate – piroxeno - epidota	Porfiritas andesíticas y andesito – basálticas cortadas por dioritas cuarcíferas, granodioritas y tonalitas	Lenticular, Subhorizontal.	Fe = 40 – 50 %	600 000
Antoñica	Fe - Cu	Granate – epidota y granate	Basaltos y andesito – basaltos cortados por riódacitas	Lenticular a semitabular	Fe = 32,82 %, Cu = 0,1 – 8,9 %	2 994 200

Depósito	Tipo de skarn	Composición del skarn (minerales de ganga)	Rocas ígneas relacionadas	Morfología y yacencia	Contenido de metales	Reservas de mena (t)
----------	---------------	--	---------------------------	-----------------------	----------------------	----------------------





El Descanso	Fe - Cu	Granate, granate - epidota	Basaltos y andesito – basaltos cortados por dioritas cuarcíferas, plagiogranitos porfíricos y algunas granodioritas	Lenticular. Subhorizontal.	Fe = 51, 2 %, Cu = 1,48%, Zn = 0,26 %	4 080 970
Arroyo La Poza	Fe - Cu	Granate, granate - epidota	Basaltos y andesito – basaltos cortados por dioritas cuarcíferas, plagiogranitos porfíricos y algunas granodioritas	Lenticular. Subhorizontal.	Fe = 44 – 52 %, Cu = 1, 48, Zn = 0,26 %	301 230
Sexta	Fe - Cu	Epidota - granate	Tobas y lavas andesíticas y basálticas cortadas por dioritas	Tabular - lenticular. Inclínada.	Fe = 41, 24 %, Cu = 0,15 – 0,47 %, Zn = 0,7 – 1,4 %, Pb = 0,19 – 0,21 %	3 864 000
Peladero	Fe - Cu	Granate	Dioritas porfíricas	Lenticular - tabular	Fe = 15 – 49,2 %, Cu = 0,3 – 1,21 %	—
Guaos	Fe - Cu	Piroxeno – granate, granate – piroxeno – epidota	Andesitas y andesito – basaltos cortados por dioritas cuarcíferas, granodioritas y tonalitas	Lentiforme y tabular. Subhorizontal.	Cu = 1,3 – 5,8, Zn = max 2,8 %, Au max = 11,7 g/t Ag = 23 g/t	—
Cañada Honda	Cu	Epidota, cuarzo, granate	Tobas y basaltos porfíricos cortados por intrusivo ácido	Lenticular	Cu = 0,96 – 7,35 %, Au = 0,75 – 3,67 g/t, Ag = 2,2 – 68 g/t	—
Asientos de Tamarindo	Cu	Epidota, cuarzo, granate	Tobas básicas y medias cortadas por intrusivo ácido	Lenticular	Cu = 14,20 %, Au = 2,2 g/t, Ag = 100 g/t	—
Isabelita	Cu	Granate – epidota, granate, granate - piroxeno	Porfiritas diabásicas, tobas y lavas andesíticas cortadas por dioritas y porfiritas andesito - dioríticas	Lenticular	Cu = 0,1 - 1,75 %	—
Georgina I -II	Au	Epidota	Lavas y tobas andesíticas y andesito - basálticas	Lenticular	Au = 0,85 – 9,8 g/t, Ag = 1, 6 – 36 g/t	—