

PARTICULARIDADES GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO AURÍFERO LA HOLGUINERA, PARTE NOROCCIDENTAL DE LA REGIÓN DE HOLGUÍN, CUBA.

Jorge Luis Costafreda Mustelier

Fundación Gómez Pardo (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid.
Calle Alenza, 1. 28003. Madrid.

Introducción

El yacimiento Holguinera forma parte del campo metalogénico de *Aguas Claras*, ubicado aproximadamente a 10,5 kilómetros al norte de la ciudad de Holguín, principal núcleo poblacional de la provincia a la que da nombre. Las coordenadas del punto medio del yacimiento son 20°56'18,81"N y 76°16'59,18"O; mientras la cota es de 151 metros.

Desde el punto de vista geográfico-administrativo, se encuentra al suroeste de la localidad *Aguas Claras* y colinda al oeste con el caserío de Guajabales. Este yacimiento se ubica en el extremo oriental del conocido yacimiento *Reina Victoria*, con el cual se conecta mediante pequeñas manifestaciones e indicios auríferos entre los que se mencionan *Santiago*, *Casualidad*, *Milagro*, *Relámpago* y *Nené* (ver figura 1).

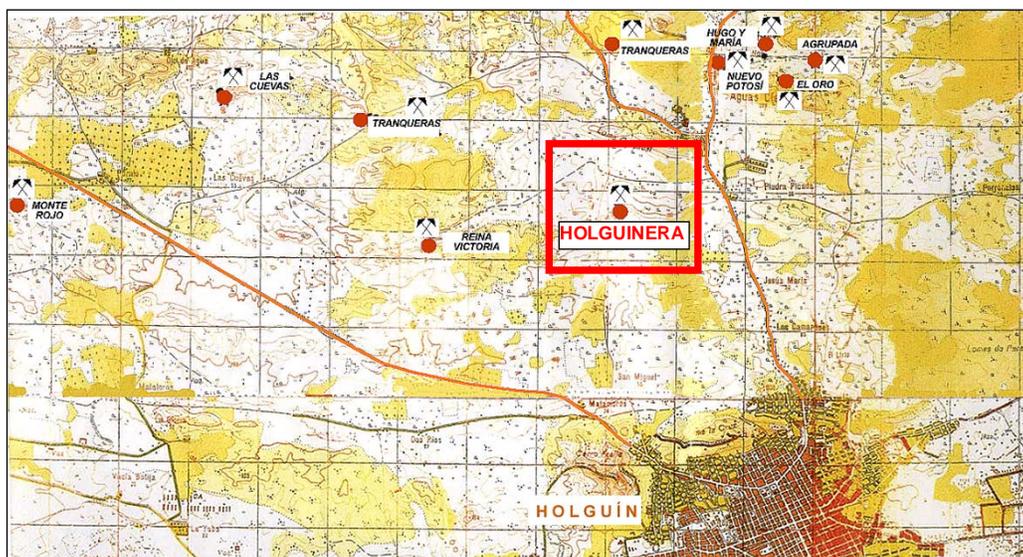


Figura Nº 1: Mapa de ubicación geográfica de las áreas de investigación (Modificado de Costafreda, J.L., et al., 2011).

El yacimiento *La Holguinera* es uno de los más antiguos de los que se conocen en esta región. Según los informes que aún se conservan en la Oficina Nacional de Recursos Minerales de Cuba, en tan sólo una semana fueron extraídas de esta mina menas con valor cercano a los 15.000 dólares, una cifra que equivale a 13,3 kilogramos de oro, aproximadamente; y esta cantidad anómala representa seis meses de producción en las condiciones en que entonces operaba la mina (Chaliy y Dovnia, 1966) (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988).

Durante el período comprendido entre 1962 y 1964 investigadores rusos (Chaliy y Dovnia, 1966) seleccionaron un sector de aproximadamente 1 kilómetro cuadrado dentro de los límites del yacimiento *La Holguinera*, en el que efectuaron trabajos de detalle consistentes en trazado de perfiles topográficos, con reconocimiento geológico y cartografía de detalle, además de un volumen importante de labores mineros (27 trincheras) y cinco sondeos con los que perforaron hasta profundidades comprendidas entre 30 y 50 metros. Las trincheras que seccionaron la zona de oxidación permitieron muestrear y analizar intervalos de *stock works*, compuestos por vetas de cuarzo y carbonato que albergaban mineralización de oro (1,2-3,2 g/t) asociada fundamentalmente con sulfuros. La mineralización aurífera en las menas primarias arrojó valores más bajos y en ningún caso superó los 0,92 g/tn de contenido promedio.

En el período comprendido entre 1987 y 1988 la Empresa Minera de Santiago de Cuba emitió dos informes (Font, L., 1987) (Font, L., *et al.*, 1988) en los que se consideró potencialmente económico el yacimiento *La Holguinera*, acorde con el cálculo de unas 20.000 toneladas métricas de menas auríferas, con una ley de 1,50 g/t de oro y unos 30 kilogramos de metal en categoría C_2 .

Entre los años 1987 y 1988 se concluyeron los trabajos previstos en el proyecto de Búsqueda Orientativa del Sector 27 *La Holguinera* (Costafreda, J.L. y Velázquez, M., 1987) (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988). Las actividades consistieron en campañas de reconocimiento geológico, geoquímico, geofísico, muestreo, labores mineros y sondeos de perforación. Los resultados obtenidos así como la extensión de la mineralización, tanto en superficie como en profundidad, permitieron a estos investigadores calcular recursos pronósticos ascendientes a 1.062.000 toneladas de menas con 1.494 kilogramos de metal de oro. Para esta estimación seleccionaron tres niveles de menas ricas en oro; a saber: *zona de menas oxidadas* (potencia: 14,5 m), zona de profundidad media (potencia: 9,9 m) y zonas ricas en profundidad (potencia: 2,0 m). La ley promedio de oro para la primera zona fue de 1,89 g/t, y para la segunda y tercera de 1,0 g/t y 4,0 g/t, respectivamente. El peso volumétrico calculado para cada caso fue de 2,5 tn/m³. Asimismo, estimaron recursos en categoría P_2 ascendientes a 98.800 metros cúbicos de arenas auríferas de las que podrían recuperarse unos 103,15 kilogramos de oro.

En el año 1993 se llevó a cabo un amplio proyecto de prospección detallada en el campo metalogénico *Aguas Claras-Reina Victoria*, en los cuales se realizaron trabajos de exploración detallada en la parte central del yacimiento *Reina Victoria* y exploración orientativa en sus flancos (Costafreda, J.L., 1993) (Costafreda, J.L., 1994). Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrollaron varios trabajos, entre los que se citan el reconocimiento geológico con cartografía, geoquímica, geofísica, labores mineros, cartografía topográfica e hidrogeología, todos ellos a escala 1:10.000. En la fase de detalle se efectuaron los mismos trabajos a escala 1:2.000 y 1:500.

Las tareas realizadas afectaron también al yacimiento *La Holguinera* en el cual se estimaron reservas en categoría P_1 y P_2 , del modo en que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1: Estimación de recursos para el yacimiento *La Holguinera*, según Costafreda, J.L. (1993).

ZONA	POTENCIA MEDIA	LEY	PESO VOLUMÉTRICO	RESERVAS MENAS (Tn)		METAL (Kg)	
	(m)			(g/t)	(t/m ³)	P1	P2
<i>La Holguinera</i>	2,00-9,40	0,5	2,62	388.328	403.059	544,814	567,206
	2,00-9,40	0,2	2,62	764.144	785.935	639,076	663,70

Costafreda, J.L. (1993) también calculó recursos pronósticos en categoría P₃ para aquellas zonas aldeñas a los yacimientos *La Holguinera* y *Reina Victoria*. El procedimiento empleado en la selección de las áreas de interés se basó en la localización y estudio de las anomalías geofísicas y geoquímicas y de los factores geológicos y estructurales controladores de la mineralización. De este modo, dio a conocer nuevas zonas no estudiadas hasta ese momento y que se mencionan en los párrafos siguientes.

Zona Ale-George:

Está ubicada al sureste del yacimiento *Reina Victoria* y al oeste de *La Holguinera*. Se caracteriza por la presencia de anomalías geofísicas de polarización inducida relacionadas con zonas de mineralización sulfurosa diseminada en alto porcentaje (12%). En esta zona se localizaron aureolas secundarias de dispersión geoquímica de oro, cobre y zinc, y anomalías de I y II orden asociadas a puntos de mineralización dispersa controladas por elementos estructurales lineales. El cálculo de los recursos de esta zona dio un valor de 1.469,50 toneladas de oro, con ley de 0,5 g/t.

Zona Centro-Sur:

Es una zona que se localiza justamente en la parte central y sur del yacimiento *Reina Victoria* y al oeste de *La Holguinera*, y linda con las antiguas manifestaciones auríferas conocidas como *La Casualidad* y *Santiago*. Se contornean aquí importantes anomalías geofísicas de polarización inducida y geoquímicas de II y III orden, desarrolladas en los contactos litológicos mineralizados entre formaciones de composición ácido-básico y básico-ultrabásico. Se pronostica en esta zona la existencia de 1.403 toneladas de oro con ley 0,5 g/t.

Zona Raquel-Liuba:

Con una posición ubicada en la parte noroccidental de los yacimientos *La Holguinera* y *Reina Victoria*, la zona *Raquel-Liuba* está cubierta en su totalidad por anomalías geofísicas y geoquímicas, sobre las que destacan aureolas secundarias de dispersión de oro, cobre y zinc. Los recursos pronósticos calculados se fijaron en unas 1.238 toneladas de oro, con ley de 0,5 g/t.

Zona Liuba:

Es una pequeña zona ubicada en la parte noroccidental de los yacimientos *La Holguinera* y *Reina Victoria*, y sobre ella se desarrollan anomalías geofísicas de

polarización inducida y geoquímica de cobre y zinc. Unos 660 kilogramos de oro fueron calculados para esta zona con ley de 0,5 g/t.

En el verano de 1994 se firmó un contrato entre la *Rhodes Mining NL* y la entidad cubana *Geominera, S.A.*, para la creación de la subsidiaria *Rhodes Victoria, S.A.*, en calidad de *Joint Venture*. Esta compañía operó en el campo mineral *Agua Clara* hasta aproximadamente 1997, en que fue absorbida por *Hyperion Resources Corp.*, de capital canadiense. Los trabajos efectuados por la *Rhodes Victoria* en el yacimiento *La Holguinera* fueron encaminados básicamente al remuestreo de testigos de sondeo, el reconocimiento geológico, las campañas de muestreo de suelos, lavado por bateo (*jagua*), laboreos mineros y sondeos, los cuales confirmaron la existencia de oro en este yacimiento. No se efectuaron nuevos cálculos de recursos en sus informes.

Marco geológico regional

El yacimiento *La Holguinera* se integra regionalmente en la mega formación conocida como *Zona Estructuro-Facial Auras* y representa en sí misma una alternancia de formaciones litológicas plegadas y deformadas que proceden del *Complejo Ofiolítico* y del *Arco Volcánico Cretácico*. La cobertera que yace sobre ellas consiste en materiales volcánicos y volcano-sedimentarios, que son los productos de la erosión y sedimentación de las principales unidades litológicas (Pentelényi, L. *et al.*, 1988) (Costafreda, J.L., 1999) (ver figura 2).

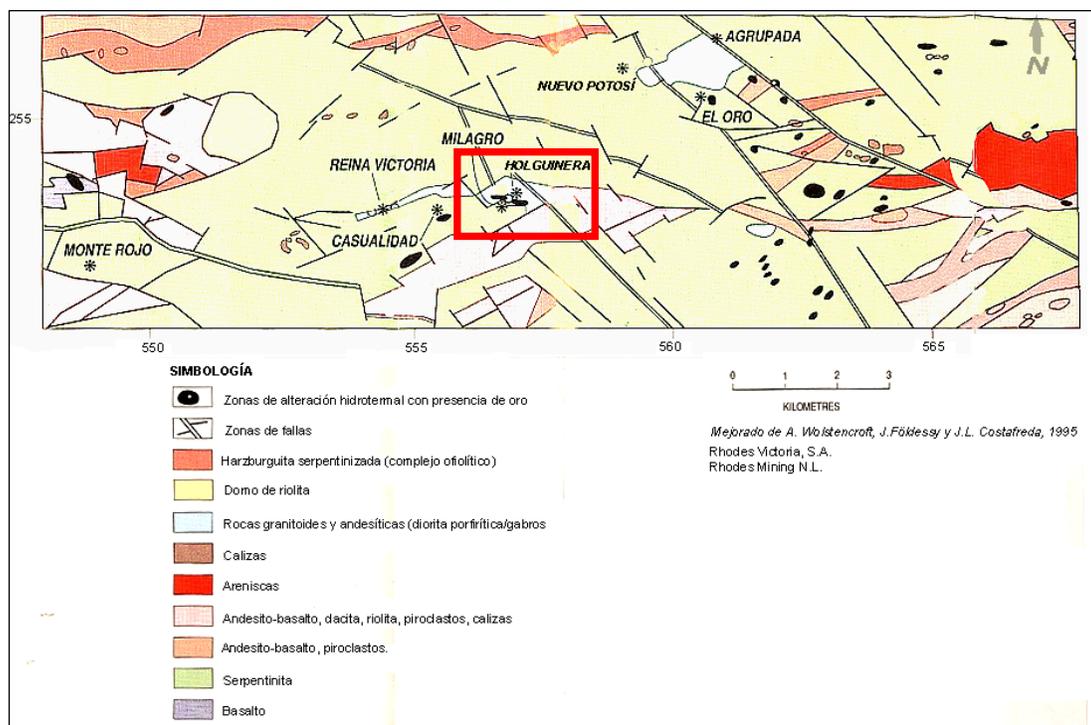


Figura N° 2: Mapa geológico del campo mineral *Agua Clara* y áreas aledañas. Modificado de *Wolstencroft, A., Földessy, J. y Costafreda, J.L. (1995)*.

Los procesos tectónicos mezclaron las litologías preexistentes en forma caótica y originaron productos muy típicos en esta región, como las *milonitas*, *catatastitas* y *megabloques*, tan comunes como abundantes en la medida en que se incrementaron dichos procesos durante el Cretácico, a consecuencia de la colisión de las placas norteamericana y caribeña (Pentelénny, L. *et al.*, 1988).

La intensidad de los movimientos compresivos provocó un plegamiento a gran escala, originando lo que se conoce con el nombre de *Anticlinorio de Holguín*, muy afectado a posteriori por los procesos erosivos, cuya acción se mantiene en la actualidad. Esta dinámica originó al mismo tiempo una serie de escamas imbricadas que se caracterizan por poseer un buzamiento sur con vergencia al norte; este hecho señala indefectiblemente el sentido de la compresión regional (Pentelénny, L. *et al.*, 1988) (Costafreda, J.L. y Velázquez, M., 1987) (Costafreda, J.L., 1993).

Dentro de este conjunto litológico se encuentran con frecuencia cuerpos de composición ácida que degradan sensiblemente hasta un quimismo intermedio, y se localizan con mayor persistencia en los yacimientos de *Aguas Claras*, *Reina Victoria*, *La Holguinera* y *Las Cuevas* (Costafreda, J.L. y Velázquez, M., 1987); sin embargo han sido localizados y estudiados también en las localidades de *Floro Pérez*, al norte de *Aguas Claras*, y en *Santa María-Mayabe*, al sur de la ciudad de Holguín. En todos los casos citados aparece asociada mineralización sulfurosa con oro y cobre.

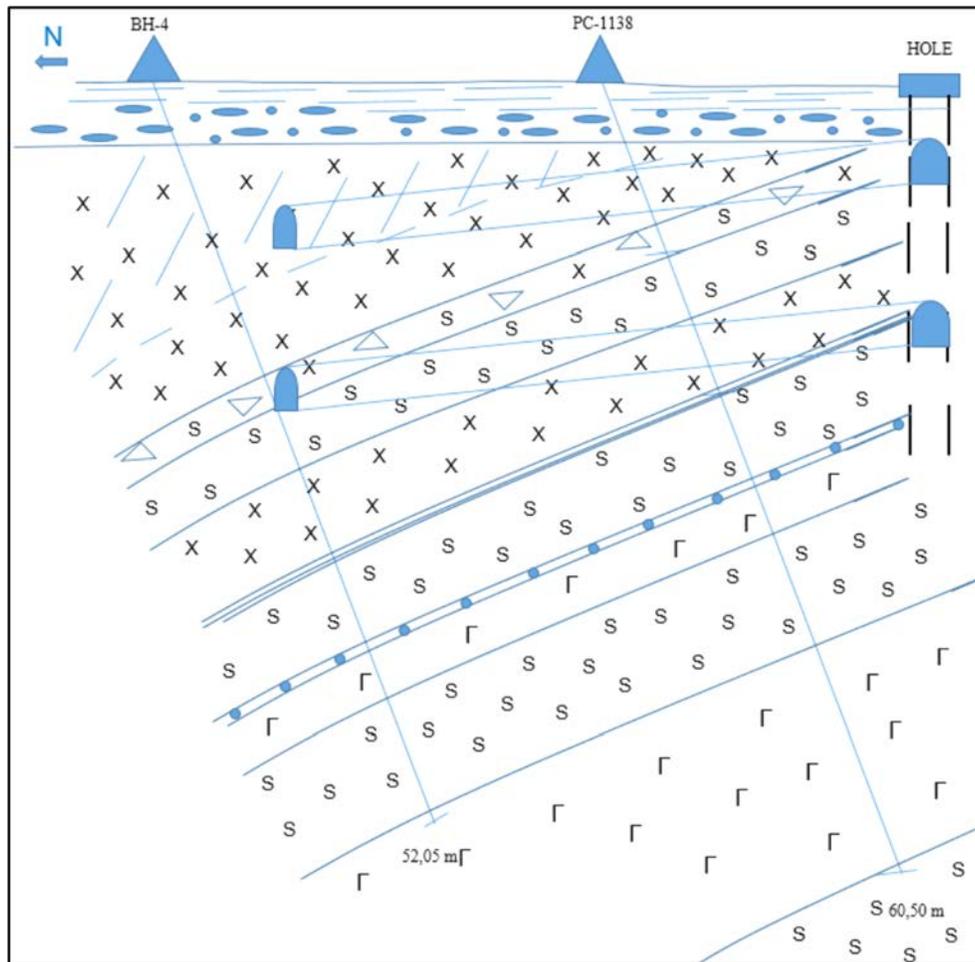
Algunos investigadores han establecido que dentro de las principales formaciones, tanto de origen ofiolítico como arcoinsulares, hay presencia de mineralización aurífera, y una de las causas de este hecho puede encontrarse en el papel que jugaron algunos factores, como el metamorfismo de contacto, durante el tiempo en que tuvieron lugar los procesos hidrotermales (Costafreda, J.L., 1993).

La aflorabilidad del yacimiento *La Holguinera* y sus flancos es buena, pero se debe más bien a la actividad minera tradicional, gracias a la cual ha quedado al descubierto en superficie gran parte de las menas oxidadas. En la actualidad se observa una gran profusión de trincheras, cortas, sondeos, pozos mineros, desagües, portalones y cortes, que son los testigos de la frenética actividad minera de esos años.

Marco geológico local

La geología del yacimiento *La Holguinera* en superficie es por lo general bastante simple, pudiéndose describir como formaciones de rocas de composición granitoide, como diorita-andesita y andesita, en contacto con ultrabasitas, fundamentalmente harzburgitas serpentinizadas, serpentinitas y dunitas. En menor proporción afloran estrechos cuerpos gabroides. Todos los litotipos mencionados aparecen muy alterados por los procesos hidrotermales, con productos de reacción secundaria en forma de cloritas, epidota, carbonato, talco, cuarzo y sericita, muy vinculados a una mineralización de tipo sulfurosa a la que se asocia el oro.

La superficie del yacimiento está cubierta por anomalías geoquímicas complejas de oro, cobre y zinc, y anomalías contrastantes de oro y bario.



LEYENDA

-  Suelo
-  Deluvio
-  Andesita porfídica, silicificada, limonitizada, con fuerte mineralización sulfurosa y oro
-  Brecha muy mineralizada en el contacto entre la andesita y la serpentinita
-  Serpentinita muy mineralizada alterada a listvenita, con cuarzo, carbonato y talco
-  Gabbro poco alterado
-  Contactos litológicos
-  PC-1138 Sondeos
-  Laboreos antiguos

Figura Nº 3: Corte geológico de una sección del yacimiento *La Holguinera* construido a partir de las informaciones extraídas de los sondeos de perforación *PC-1138* y *BH-4*.

Desde el punto de vista geofísico se localizaron anomalías muy fuertes de polarización inducida y radiométrica.

La geología del subsuelo se puede explicar en detalle mediante los sondeos efectuados en el yacimiento, en la época en que se desarrollaron las investigaciones anteriores. Este testimonio es ofrecido por los pozos *PC-1137* (182,40m); *PC-1138* (60,50 m) y *BH-4* (52,02 m) (ver figura 3).

De acuerdo con la información aportada por estos sondeos, la parte superficial del yacimiento *La Holguinera* consiste en un suelo de color pardo amarillento y de textura areno-arcillosa. Este horizonte puede alcanzar hasta dos metros de espesor, lo cual es un testimonio fehaciente del desarrollo que ha alcanzado el horizonte edáfico, que incide en la calidad de estos suelos y en la bien conocida proliferación de la agricultura en esta zona de la región de *Holguín*.

Por debajo de esta secuencia aparece una zona compuesta por materiales procedentes de la erosión y deposición eluvial de rocas infrayacentes, principalmente andesitas, serpentinitas y gabros, cuyos colores pardo, amarillo, incluso verde, son un indicio claro de la proximidad de la zona de oxidación; es decir, corresponde a la parte del gossan erosionada *in situ*. Dentro de este horizonte, que suele ser más plástico y menos arenoso que el anterior, se conservan fragmentos visibles de serpentinitas y andesitas, fuertemente oxidadas. La potencia de esta zona llega a superar los 3,5 metros.

La zona de oxidación se desarrolla a expensas de la alteración de la mineralización alojada en la andesita, que constituye la roca encajante potencial, y en la serpentinita, y se ubica inmediatamente por debajo de la superficie y en el nivel superior del manto freático. Las rocas adquieren aquí coloraciones muy variadas y vistosas, fundamentalmente pardas, amarillas, rojas, violetas, verdes y negras, como consecuencia de la oxidación parcial y/o total de los minerales meníferos, principalmente sulfuros. Este nivel puede alcanzar una profundidad promedio de 12,5 metros, que coincide con los niveles registrados durante las campañas hidrogeológicas de la zona (Pentelénny, L. *et al.*, 1988).

En esta zona se ha calculado mineralización aurífera de hasta 8 g/t, según confirman los resultados de los análisis efectuados en muestras tomadas directamente en los taludes de las pequeñas cortas que se encuentran en superficie; y se han encontrado cantidades apreciables de oro libre en los suelos aledaños mediante el lavado con batea (*método de jagua o panning*), lo cual consigna la presencia de fuertes anomalías geoquímicas de oro en todo el yacimiento.

Más abajo yace una secuencia de andesita que se extiende hasta aproximadamente 20,40 metros de profundidad, y representa, como se ha subrayado antes, la principal roca encajante de la mineralización aurífera (ver figura 4 a). Es una roca generalmente gris, con visibles tonalidades verdosas y azuladas, que son los indicios de una alteración hidrotermal metasomática muy penetrante del tipo silícica y argílica que propició la aparición de cuarzo, epidota, clorita, entre otros, y que destruyó prácticamente todos los rasgos texturales originales (ver figura 4 b). Constituye una alteración muy común en todo el campo mineral de *Aguas Claras*, y siempre acompaña a la mineralización menífera.

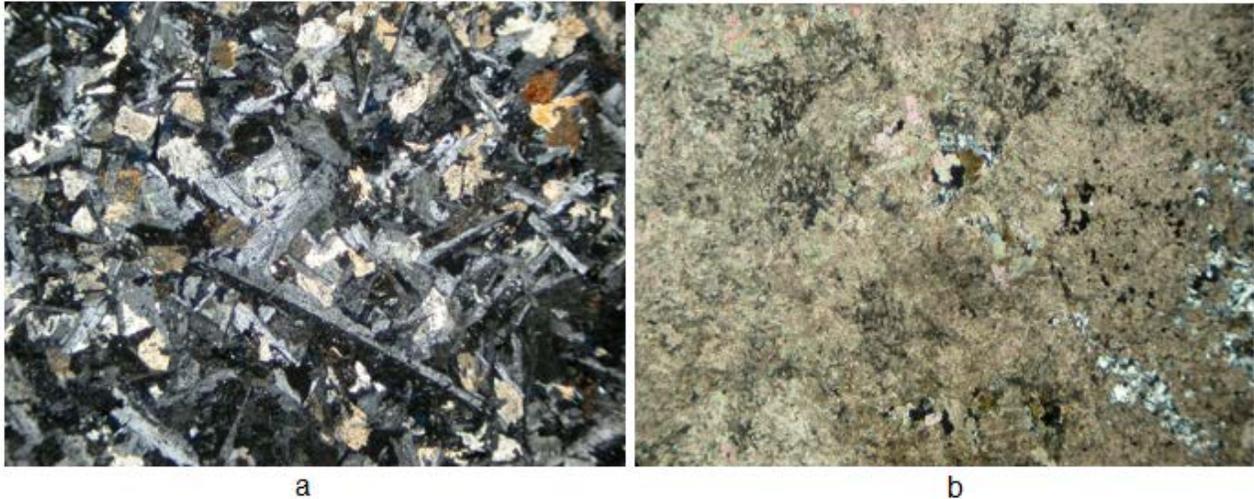


Figura 4 (a y b): microfotografías de sección delgada petrográfica mostrando la textura “afieltrada” de una andesita (a) donde descuelan microlitos de plagioclasa sobre una matriz visiblemente afectada por una sericitización incipiente. En (b) se observa una andesita totalmente alterada por los procesos metasomáticos de contacto donde han sido borrados prácticamente en su totalidad los protominerales.

Las andesitas presentan texturas muy variadas, siendo las principales las de tipo granular porfídica, microporfirítica relíctica, amigdaloidal, fírica-afírica, micácea y cristalina, con predominio de granos finos a muy finos, llegando a ser criptocristalinas (Costafreda, J.L., *et al.*, 2011) (Figura 5 a y b).

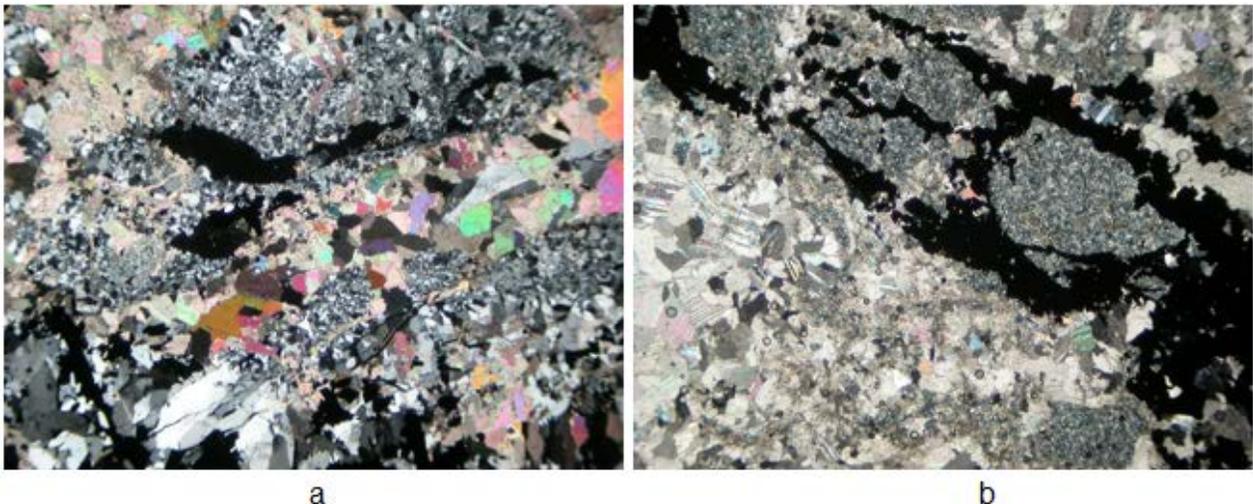


Figura 5 (a y b): microfotografías de secciones delgadas doblemente pulidas de dos muestras procedentes del yacimiento *La Holguinera* en las que se observan vetas rellenas de sulfuros, fundamentalmente pirita, arsenopirita y pirrotina, a los que se vincula espacialmente el oro. Estas vetas contienen también gran cantidad de calcita. Destaca la corrosión producida en la andesita por las disoluciones hidrotermales.

Vistas al microscopio, estas rocas exhiben un entramado complejo de microfracturas, generalmente rellenas con minerales arcillosos (caolinita y montmorillonita) y calcita; ésta última, presente hasta en un 30% (Costafreda, J.L., *et al.*, 2011), es un mineral que acompaña con frecuencia a las menas auríferas de este yacimiento.

Los minerales meníferos y opacos alojados en las andesitas tienen hábitos tabular, idiomórfico y pseudomórfico-prismático; suelen rellenar los espacios intergranulares, intersticios y moldes de minerales preexistentes, tales como *plagioclasas*, *anfíbol* y *piroxeno*, lixiviados por los fluidos hidrotermales. Su abundancia modal puede superar el 25%.

Una estrecha franja de roca de color gris oscuro y verdoso yace bajo las andesitas y sobreyace a las serpentinitas, a una profundidad entre los 16,0 y los 20,40 metros, distinguiéndose por su estructura variable, desde brechosa y asimilativa hasta masiva, situación favorable para la acumulación de sulfuros (pirita), ocasionalmente hasta en un 60%.

Bajo esta estrecha franja se encuentra una serpentinita de color verde oscuro, fuertemente tectonizada, tornándose ocasionalmente en milonita y brecha, y está visiblemente afectada por la mineralización de sulfuros, fundamentalmente pirita. Como ocurre en estos casos, está alterada a listvenita y asbesto, con profusión de minerales de serpentina. Esta roca aparece parcialmente silificada, carbonatizada y cloritizada, y estos rasgos siguen siendo visibles a 25 metros de profundidad.

La *serpentinita*, vista bajo el microscopio, exhibe texturas micácea y cristalina, y está constituida, fundamentalmente, por *talco*, *serpentina*, *carbonato* y pequeñas cantidades de *cuarzo* y minerales opacos (ver figura 6 a y b). El tamaño de los granos varía desde fino a muy fino.



Figura 6 (a y b): microfotografías de una serpentinita alterada por procesos hidrotermales muy cerca del contacto con las andesitas.

El estudio de esta roca permitió determinar su carácter fuertemente fracturado, una intrincada urdimbre de vetas rellenas con *carbonato*, y una marcada sustitución de especies mineralógicas antiguas por *talco*, *carbonato* y *silíce*, donde muchas de las texturas cumulativas han sido destruidas, imposibilitando la identificación del protolito (Figura 6 a y b).

La alteración descrita en la serpentinita es también de tipo hidrotermal, de temperatura baja a media, con formación de *listvenita* como producto del metamorfismo de contacto (Costafreda, J.L. y Velázquez, M., 1987) (Costafreda, J.L., 1993) (Costafreda, J.L., 1999). Alrededor del 58% de la roca está representado por *talco* y *dolomita*, que constituyen agregados cristalinos micáceos, caprichosamente entrelazados entre sí. La *dolomita* rellena fracturas finas irregulares, mientras que el *cuarzo* se encuentra en finos agregados cristalinos, anhedros e irregulares, que forman mosaicos ocluidos en la matriz secundaria *talco-dolomítica-cuarzosa*.

Los minerales opacos constituyen el 22% de esta roca, y forman gránulos anhedrales-euhedrales, pátinas y agregados granulares diseminados y ocluidos en la matriz.

A pesar de la ausencia de texturas relícticas cumulativas, parece ser que el protolito fue una roca ultramáfica serpentinizada y posteriormente mineralizada por los procesos hidrotermales (Costafreda, J.L., 1993) (Costafreda, J.L., *et al.*, 2011).

Una secuencia de andesita aparece nuevamente infrayaciendo a la serpentinita, y persiste hasta profundidades cercanas a los 29 metros, siendo su potencia de 5 metros. La alternancia más o menos repetitiva entre serpentinita y andesita puede interpretarse como la disposición de un sistema complejo de apófisis que proceden de un protolito andesítico más compacto, los cuales atravesaron simultáneamente a las serpentinitas en varios puntos, y este rasgo puede indicar en sí mismo el carácter cíclico del magmatismo. De este modo, la transición casi monótona entre rocas volcánicas y ultramafitas es un hecho muy común no sólo en *La Holguinera*, sino en todo el campo mineral de *Aguas Claras*.

Más abajo, entre los 29,0 y los 29,15 metros de profundidad, aparece otro contacto entre ambas litologías, con rasgos similares a los descritos anteriormente. A partir de aquí, se desarrolla una secuencia bien definida de serpentinita apoharzburguita, de un típico color verde oscuro con degradaciones a tonalidades violáceas. Otros aspectos característicos de esta secuencia son la proliferación de vetas rellenas de magnesita y calcita, dispuestas con abrupta inclinación (80°-90°), y las improntas con que la tectónica ha marcado estas rocas, transformándolas en brechas y milonitas. Esta manifestación del metamorfismo cataclástico es muy evidente en profundidades comprendidas entre los 37,15 y los 38,85 metros, y marca el final de un horizonte que, por demás, es pobre en mineralización sulfurosa.

Desde el límite inferior de esta secuencia y hasta una profundidad de 42.80 metros aparece en la columna estratigráfica un gabro con textura porfídica, ofítica, de color gris oscuro, alta dureza, alto peso específico, compacto e incipientemente alterado por las disoluciones hidrotermales, con muy poca mineralización sulfurosa. Esta roca puede tener también carácter de apófisis, pues también alterna con las serpentinitas, como ocurre a mayor profundidad.

La secuencia de gabro tiene contacto infrayacente con una serpentinita apoharzburguita que transiciona ligeramente a apodunita, cuyo color varía desde el verde olivo intenso al verde pálido. Es una roca visiblemente alterada por los procesos metasomáticos, con

productos de reacción típicos como cuarzo y crisotilo asbesto. La mineralización sulfurosa sigue aún siendo pobre en este intervalo que se extiende hasta los 59,20 metros, profundidad a partir de la cual, y hasta los 60.50 metros, aparece nuevamente un gabro de color gris oscuro con tonalidades verdosas, muy compacto, de aspecto fresco e inalterado, ligeramente cloritizado, que en ocasiones es cortado por escasas vetas rellenas de cuarzo. No se aprecia mineralización sulfurosa importante en esta secuencia.

Por debajo de esta secuencia sigue la alternancia entre serpentinitas y andesitas. El pozo más profundo que se perforó en esta zona (*PC-1137-182,40 metros*) interceptó andesitas mineralizadas a una profundidad cercana a los 170 metros.

Características de la mineralización

Los estudios mineragráficos y petrográficos de las texturas volcánicas relícticas sugieren que la mineralización aurífera del yacimiento *La Holguinera* se encuentra encajada en una roca de composición andesítica de textura fina microporfirítica, y de forma secundaria en la roca encajante del tipo harzburgita, alterada a listvenitas. Los mismos fluidos que alteraron a los cuerpos intrusivos difundieron hacia el encajante ultramáfico, originando una variedad litológica secundaria conocida como listvenita, compuesta por productos de alteración metasomática del tipo *talco-carbonato-cuarzo-sulfuro*, con mineralización aurífera acompañante (*listvenitas*).

Las menas de este yacimiento son sulfurosas, sulfuro-polimetálicas, pirítica, cromítica y sulfurosas de hierro.

La tipología de la mineralización en el yacimiento *La Holguinera* es vetítica y diseminada. Existen tres tipos diferenciados de paragénesis mineral: la *sulfurosa*, la *sulfuro-polimetálica* (*pirita-calcopirita-esfalerita-arsenopirita-galena-pirrotina*) y la compuesta por *cromita-ilmenita-magnetita*. Esta última puede indicar un estadio de formación magmático en los niveles y subniveles de los complejos cumulativo y de las peridotitas tectónicas-transicionales, a las cuales no se encuentra vinculada genéticamente la mineralización de oro. La mineralización aurífera se asocia preferentemente a la paragénesis *sulfuro-polimetálica*.

La composición mineralógica de las menas del yacimiento *La Holguinera* se explica en detalle en las siguientes líneas:

- Pirita: 1-5%
- Pirrotina: 1-5%
- Calcopirita: 1-2%
- Arsenopirita: 1-15%
- Esfalerita: granos.
- Galena: 1%
- Cromita: 3-5%
- Malaquita: 1%

- Cuprita: 1%
- Bornita: granos
- Oro: granos
- Magnetita: 2%
- Marcasita: 1%
- Titanatos: granos
- Estériles: 80-98%

Pirita: forma granos de color amarillo, que carecen de birreflexión, pero son isotrópicos, dotados de alta dureza y sin reflejos internos. Morfológicamente son irregulares, redondeados y subredondeados, que pueden llegar a ser hipidiomórficos. El diámetro de los granos oscila entre 0,006-0,03mm; 0,001-1,159mm; 0,014-0,078mm y 0,01-0,099mm.

Pirrotina: es de color crema, sin birreflexión y muy anisotrópica, de dureza alta y carece de reflejos internos. Se presenta en forma de granos idiomórficos diseminados con formas tabulares, alargadas y xenomórficas, con un tamaño que oscila entre 0,001-2,14mm y 0,005-0,246mm. Los granos de mayores dimensiones se observan en intercrecimiento con marcasita, y a veces asociados con calcopirita y magnetita.

Esfalerita: posee color gris, carece de birreflexión, es isotrópica, sus reflejos internos son amarillo-pardo, y su dureza es media. Se encuentra en ocasiones en forma de impregnaciones irregulares, mientras que en otros casos se presenta como granos con bordes regulares diseminados y bordeados por calcopirita y galena, en los que suelen apreciarse inclusiones de *calcopirita I*. Las dimensiones de los granos están entre 0,012-0,258 mm hasta 0,104mm.

Calcopirita I: su color varía desde el amarillo típico al amarillo claro. No son visibles los signos de birreflexión y se comporta débilmente anisotrópica. Su dureza es media y no posee reflejos internos. Forma segregaciones de forma irregular que se originaron con posterioridad al emplazamiento de la mineralización de esfalerita, a la cual bordean, y a veces rellenan algunas grietas que la atraviesan. También forma asociaciones con la galena. Sus dimensiones son de 0,005-0,45mm.

Calcopirita II: son en realidad emulsiones de granos submicroscópicos dentro de la propia esfalerita, y forma segregaciones submicroscópicas o emulsionadas dentro de la calcopirita.

Arsenopirita: su color es blanco con tonalidades amarillas, de débil birreflexión y muy anisotrópico. Se caracteriza por su dureza alta y la ausencia de reflejos internos. Puede originar granos idiomórficos, así como algunas formas romboédricas y agregados granulares hipidiomórficos. Tiene, además, formas tabulares. Los individuos están bordeados por calcopirita, galena, bornita y cuprita; en otras ocasiones por oro. El tamaño de los granos está entre 0,001-0,945mm.

Galena: destaca por su color blanco, su ausente birreflexión, su isotropía, su baja dureza y la falta de reflejos internos. Forma bordes marginales alrededor de la pirrotina, y

también se presenta como granos irregulares y corroídos. En algunos casos específicos se observa su clivaje formando ángulos bien definidos. Adicionalmente aparecen en forma agregativa, irregularmente asociada a la calcopirita, esfalerita, pirrotina y oro. El tamaño de los granos oscila entre 0,05-0,701mm.

Cromita: es de color gris a gris oscuro, sin birreflexión, isotrópico y con dureza alta. Sus reflejos internos suelen ser pardos amarillos en inmersión. Sus aristas, generalmente regulares, son de corte cuadrático. Morfológicamente, son redondeados y subredondeados, ocasionalmente grandes, con caras bien definidas; otras veces están muy fracturados, y en las mismas se depositan ciertos carbonatos hidratados, como la malaquita. Las dimensiones de los granos varía desde 0,005-0,02mm; 0,003-0,002 hasta 0,001-0,02mm.

Malaquita: exhibe un color gris oscuro, sin birreflexión, débilmente anisotrópica, de dureza media y muestra reflejos internos de color verde intenso. Se encuentra sustituyendo a la pirita en sus bordes así en las vetas.

Bornita: posee un color rosado parduzco, anisotropía manifiesta, dureza media, pero carece de birreflexión. Consisten en granos aislados con formas irregulares y alargadas, con intercrecimiento de marcasita asociado al oro. Su tamaño alcanza apenas algunas fracciones de milímetros.

Cuprita: se presenta en forma de individuos de color blanco azulado que no poseen birreflexión alguna, siendo débilmente anisotrópico. Su dureza media y sus reflejos internos rojos le distinguen con bastante facilidad. Se presenta en forma irregular alrededor de la calcopirita, y crece a cuenta de ésta. Otras veces se observa bordeado por el oro. Sus tamaños no sobrepasan los 0,0065mm.

Magnetita: en todas las muestras analizadas se presenta de color gris parduzco y sin birreflexión. Los granos suelen tener dureza alta, al tiempo que carecen de reflejos internos. Están, por lo general, corroídos y fracturados, adoptando formas irregulares y tamaños que oscilan entre 0,126-0,541mm. Están localizados aisladamente en la roca encajante.

Marcasita: presenta color blanco amarillento, además de una débil birreflexión, una intensa anisotropía, una alta dureza y la ausencia de reflejos internos. Se intercrecen con la pirrotina formando pequeñas bandas. Son granos submicroscópicos, redondeados, y están por lo general incluidos en la pirita. Se desarrolla por la sustitución de la pirita, presentándose en forma arriñonada y alargada.

Titanatos: se caracterizan por sus colores típicos y su alta anisotropía. El más frecuente es el rutilo. Poseen morfología irregular, y tienden a asociarse a la pirita, a la cual suelen corroer, así como a la calcopirita.

Casi toda la mineralización sulfurosa predominante es de pirita, la cual se observa en todos los horizontes, llegando incluso a oxidarse totalmente en la zona de gossan. La mineralización aurífera consiste en oro nativo, electrum y acantita. El oro forma granos

con tamaño entre 10-30 micrones y se ubica con preferencia en los cristales de pirita primaria hipogénica y/o entrecrecido con arsenopirita. La asociación mineralógica más común en este yacimiento es *arsenopirita-calcopirita-galena-esfalerita-cuprita-bornita-oro nativo*.

El oro estudiado a partir del análisis de algunas muestras del yacimiento *La Holguinera* posee un color típico amarillo, carente de birreflexión y de reflejos internos, pero muestra una isotropía característica y una baja dureza. Los granos tienen forma irregular, a veces alargada y tabular. Sus dimensiones oscilan entre 0,01-0,03 milímetros. Raramente se asocia a la galena.

El estudio detallado de estas menas auríferas permitió establecer una tipología textural *vetítico-diseminada*, al tiempo que se fijaron cuatro tipos de estructuras bien definidas; a saber:

- *Estructura de cristalización*: en la que se observan las variedades alotriomórfico-granular, panidiomórfico-granular, poiquilítica, hipidiomórfico, sideronítica y criptocristalina.
- *Estructura de sustitución*: puede ser de tipo pseudomórfica, de corrosión, relíctica y esquelética.
- *Estructura de descomposición*: referido a las transformaciones experimentadas por las disoluciones sólidas (emulsión y laminar).
- *Estructura metamórfica*: las principales son la porfiroblástica y la de agrietamiento.

La mineralización estéril acompañante consiste en cuarzo, carbonato, sulfatos, plagioclasas, calcita, hematita, calcita, clorita y epidota.

Potencial de la mineralización

Según los datos obtenidos del muestreo y análisis de los testigos del sondeo *PC-1138* (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988) (ver tabla 2) se puede describir con cierta facilidad la variación de los contenidos de oro del yacimiento *La Holguinera*, comportamiento variable que depende en todos los casos del carácter de la roca encajante y su grado de alteración. De este modo, por ejemplo, en el intervalo ubicado entre los 5,30 y los 12,45 metros se detectan contenidos que varían entre 0,20-0,80 g/t, que corresponde con la zona de *gossan* o de *oxidación*, propiamente dicho.

A partir de esta profundidad, específicamente entre los 12,45 y los 16,00 metros, se estabilizan los contenidos de oro en un rango de 0,40-0,80 g/t, alojados en una roca de composición andesítica, muy alterada e intensamente mineralizada. Pero el caso más notorio es el que se observa en la profundidad de 16,00 a 17,00 metros, punto que señala el contacto litológico entre la andesita y la serpentinita, que se caracteriza por su

marcada alteración hidrotermal y por los contenidos anómalos de oro que llegan a alcanzar los 14,40 g/t (ver tabla 2).

Tabla N° 2: Resultados de los análisis realizados en muestras de testigos de perforación extraídas del sondeo *PC-1138* (60,50 m) (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988).

Sondeo PC-1138 (60,50 metros) 1988.				
INTERVALO DE MUESTREO		Litología	Au (g/t)	Au (g/t)
DESDE (m)	HASTA (m)		Laboratorio (1)	Laboratorio (Control)
5.30	7.00	Zona de oxidación	0	-
7.00	9.00	Zona de oxidación	0.20	-
9.00	10.50	Zona de oxidación	0	-
10.50	12.45	Zona de oxidación	0	-
12.45	13.30	Andesita alterada mineralizada	0.80	-
13.30	14.20	Andesita alterada mineralizada	0.60	-
14.20	15.00	Andesita alterada mineralizada	0.40	-
15.00	16.00	Andesita alterada mineralizada	0.40	-
16.00	17.00	Contacto mineralizado andesita/serpentinita	14.40	14,38
17.00	19.00	Contacto mineralizado andesita/serpentinita	0.20	-
19.00	20.45	Contacto mineralizado andesita/serpentinita	3.60	3.58
20.45	22.50	Serpentinita alterada mineralizada	1.80	1.80
22.50	23.50	Serpentinita alterada mineralizada	0,40	-
23.50	25.00	Serpentinita alterada mineralizada	0.80	-
25.00	27.00	Andesita alterada mineralizada	0.60	-
27.00	29.15	Andesita alterada mineralizada	0,40	-

A profundidades comprendidas entre los 17,0 y los 29,15 metros se mantiene aún la mineralización aurífera, que si bien no posee valores tan únicos y significativos como en el intervalo anterior, vale decir que son igualmente importantes, al tiempo que mantienen una distribución más regular, testimonio que se justifica por los rangos de contenidos detectados que van desde 0,20-3,60 g/t de oro.

Los resultados obtenidos del análisis de varias muestras del pozo *BH-4* (52,05 m), ubicado a 20 metros al norte del sondeo *PC-1138* (ver figura 3 y tabla 3), se muestran de igual modo interesantes y promisorios, ya que permiten situar los principales contenidos en intervalos litológicos bien definidos. A modo de ejemplo, en la tabla 2 se observa mineralización aurífera del orden 0,045-5,38 g/t en la profundidad 10,45-16,80 metros; más abajo, entre los 16,80 y los 19,0 metros, los contenidos son bajos (0,015-0,032 g/t). Sin embargo, vuelve a ocurrir un caso similar al visto en el sondeo *PC-1138*, provocado por la proximidad de la zona de contacto interlitológica en la cual se produjo un aumento visible del contenido de oro (1,63 g/t), que llega a alcanzar los 19,9 g/t. Este punto, que se ubica en el intervalo comprendido entre 19,0 y 19,55 metros, se puede extrapolar con la zona de contacto descrita en el *PC-1138* (16,0-17,0 metros), estableciéndose así una correlación entre ambas zonas de acuerdo a su rumbo.

Tabla Nº 3: Resultados de los análisis realizados en muestras de testigos de perforación extraídas del sondeo BH-4 (52,05 m) (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1994).

Sondeo BH-4 (52,05 m) 1994							
Muestras Nro.	Intervalo		Potencia (m)	Litología	Resultados		
	Desde (m)	Hasta (m)			Au (g/t)	Au (g/t) Lab. C-2	Au (g/t) Lab. C-3
1385	10.45	11.45	1,0	Andesite mineralized	0.045	0.053	0.049
1386	11.45	12.60	1,15	Andesite mineralized	0.346	0.352	0.349
1387	12.60	13.00	0,40	Andesite mineralized	1.92	1.94	1.93
1388	13.00	13.40	0,40	Andesite mineralized	0.171	0.17	0.176
1389	13.40	14.20	0,80	Andesite mineralized	0.502	0.497	0.5
1390	14.20	15.48	1,28	Andesite mineralized	3.63	3.54	4.1
1391	15.48	15.80	0,32	Breccia mineralized of andesite	5.38	6.19	6.37
1392	15.8	16.80	1,0	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	1,0	0.936	0.995
1393	16.8	17.55	0,75	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	0.025	0.025	0.025
1394	17.55	17.90	0,35	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	0.015	0.015	0.019
1395	17.9	18.70	0,80	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	0.032	0.026	0.029
1396	18,70	19,00	0,30	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	1,63	1,33	-
1397	19,00	19,55	0,55	Breccia mineralized (Andesite + Serpentinite)	19,9	17,7	-
1398	19,55	19,85	0,30	Serpentinite altered mineralized	0,219	-	-
1399	19,85	20,85	1,0	Serpentinite altered mineralized	1,93	1,83	-
1400	20,85	22,05	1,20	Serpentinite altered mineralized	0,013	-	-
1401	22,05	22,35	0,30	Andesite/Serpentinite contact zone	0,031	-	-
1402	22,35	23,90	1,55	Breccia mineralized of andesite	0,107	-	-
1403	23,90	24,75	0,85	Breccia mineralized of andesite	0,794	0,389	2,25
1404	24,75	26,05	1,30	Breccia mineralized of andesite	0,014	-	-
1405	26,05	27,25	1,20	Breccia mineralized of andesite	0,009	-	-
1406	27,25	28,75	1,50	Andesite mineralized	2,51	2,75	-
1407	28,75	29,65	0,90	Andesite mineralized	1,23	1,14	-
1408	29,65	30,25	0,60	Andesite mineralized	8,19	6,55	-
1409	30,25	31,95	1,70	Gabbro altered	0,067	-	-
1410	31,95	33,70	1,75	Serpentinite altered	0,022	-	-
1411	33,70	35,50	1,80	Serpentinite altered	<0,005	-	-
1412	35,50	36,70	1,20	Serpentinite altered	0,024	-	-
1413	36,70	36,90	0,20	Serpentinite altered	<0,005	-	<0,005
1414	36,90	37,50	0,60	Gabbro unaltered	<0,005	-	-
1415	37,50	38,25	0,75	Gabbro unaltered	<0,005	-	-
1416	38,25	39,40	1,15	Gabbro unaltered	0,043	-	-
1417	39,40	40,40	1,0	Gabbro unaltered	0,014	-	-

A partir del contacto descrito yace una serpentinita alterada a *listvenita* muy mineralizada (0,013-1,93 g/t de oro), y se extiende hasta los 22,05 metros de profundidad. Pero los contenidos se tornan muy bajos entre 22,05 y 27,5 metros (0,009-0,10 g/t), demostrando el carácter sumamente variable de la mineralización y su dependencia casi generalizada

de los factores naturales del entorno, como el quimismo, porosidad, grado de alteración de las rocas encajantes y el carácter de la tectónica local.

Lo que acaba de expresarse puede justificarse mediante los contenidos detectados en la profundidad de 27,25-30,25 metros, los cuales varían desde 1,23-8,19 g/t en una roca de caja consistente en andesita alterada intensamente mineralizada. Esta roca, a su vez, sobreyace una formación de gabro poco o nada alterado, sin poros ni grietas, que se ha comportado supuestamente como una barrera litológica que propició la precipitación de iones minerales desde las disoluciones hidrotermales, formándose de esta manera las menas sulfurosas y auríferas que existen en el yacimiento *La Holguinera*.

Vale destacar que las zonas de contacto de las andesitas con las ultrabasitas, así como las zonas de fisuras, representan uno de los índices de prospección más valorados desde la antigüedad en esta localidad, pues señalan con casi inefable certidumbre los lugares preferidos para la deposición de oro.

Por debajo de los 30 metros la mineralización consiste en pirita, pirrotina, calcopirita, arsenopirita, marcasita, oro nativo y minerales accesorios, como la magnetita. A estas profundidades el oro forma impregnación submicroscópica en la matriz de una roca que puede tener potencias cercanas a los 40 metros, y en las cuales se han registrado contenidos de hasta 1,0 g/t.

Se ha localizado mineralización aurífera con esta ley cerca de los 170 metros de profundidad (Costafreda, J.L. y Földessy, J., 1988).

Tabla Nº 4: Resultados de análisis realizados en muestras extraídas de otros sondeos ubicados en el yacimiento *La Holguinera*.

Pozo	Azimut	Intervalo		Potencia de la zona mineralizada (m)	Contenido Au (g/t)	Observaciones
		Desde (m)	Hasta (m)			
POAC-2	90°	11,0	13,0	2,0	0,898	1993
POAC-2	90°	21,0	23,0	2,0	0,178	1993
POAC-2	90°	23,0	25,0	2,0	0,509	1993
POAC-2	90°	37,0	39,0	2,0	0,218	1993
POAC-2	90°	49,0	51,0	2,0	1,5	1993
POAC-2	90°	61,0	63,0	2,0	0,141	1993
POAC-3	90°	19,0	21,0	2,0	0,452	1993
POAC-3	90°	27,0	31,0	4,0	1,0	1993
POAC-3	90°	31,0	33,0	2,0	0,349	1993
POAC-3	90°	33,0	35,0	2,0	0,115	1993
POAC-3	90°	39,0	41,0	2,0	0,380	1993

Otros sondeos de perforación ubicados en el yacimiento *La Holguinera* interceptaron mineralización aurífera importante a distintos niveles, estableciendo así amplias perspectivas para esta zona en profundidad. Tales ejemplos se ofrecen en la tabla 4.

Bibliografía

- Chalyi y Dobvnia (1966). Informe sobre las Exploraciones Detalladas en el yacimiento Reina Victoria, y Prospección Detallada en sus alrededores. Informe del Archivo del C.N.F.G. de la Provincia de Las Tunas, Cuba.
- Costafreda, J.L. (1993). Prospección Detallada Oro Aguas Claras-Reina Victoria de la Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba. 82 p.
- Costafreda, J.L. (1994). Exploración Orientativa y Detallada Oro Reina Victoria, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba. pp. 27 – 47.
- Costafreda, J.L. (1999). Comparación entre los yacimientos Hercínicos Europeos, del Escudo Canadiense y del Complejo Ofiolítico de Holguín noroccidental, Cuba. Seminario Internacional de Recursos Minerales y Desarrollo Sostenible en Iberoamérica. Red Iberoamericana de Minerales y Rocas Industriales. Madrid, España. 8 p.
- Costafreda, J.L. y Földessy, J., (1988). Informe de los Trabajos de Búsqueda Orientativa, escala 1:10000, Sector 23: *Aguas Claras*, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.
- Costafreda, J.L., Martín, D. y Ramos, A. (2011). Petrología de las rocas encajantes de los yacimientos auríferos de la región de Holguín, Cuba. II Jornadas de Minería, Energía y Desarrollo y I Jornadas Iberoamericanas de Minería y Energía. San Julián, Argentina. 12 p.
- Costafreda, J.L., Parra y Alfaro, J.L. y Calvo, B. (2011). Consideraciones para la prospección de nuevos cuerpos mineralizados en el flanco oriental del yacimiento aurífero de Reina Victoria, en la región oriental de Cuba. II Jornadas de Minería, Energía y Desarrollo y I Jornadas Iberoamericanas de Minería y Energía. San Julián, Argentina. 8 p.
- Costafreda, J.L. y Velázquez, M. (1987). Informe de los Trabajos de Búsqueda Orientativa, escala 1:10.000, Sector 27: Holguinera, Provincia Holguín. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.
- Font, L. (1987). Evaluación de los placeres en el Coto Minero de Guajabales. Informe inédito (*Archivo U.G.M. de Aguas Claras*).
- Font, L., Wilson, J. y Díaz, L. (1988). Informe sobre los trabajos de Exploración realizados en el yacimiento de oro Reina Victoria. Informe inédito (*Archivo U.G.M. de Aguas Claras*).
- Pentelényi, L. y Garcés, E. (1988). Informe del Levantamiento Geológico Complejo escala 1:50.000 del Polígono IV *CAME-Holguín*, Cuba.