

Particularidades mineralógicas y alteraciones circunmeníferas del depósito aurífero Nuevo Potosí: comparación con el yacimiento Descanso

Mineralogical particularities and circummeniferous alterations of Nuevo Potosí gold deposit: comparison with Descanso gold deposit

Jesús Manuel López-Kramer^{1*}, Jorge Luis Costafreda-Mustelier², René Yasmany Cobas-Torres¹

¹Instituto de Geología y Paleontología-Servicio Geológico de Cuba, La Habana, Cuba.

²Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

*Autor para la correspondencia: lidiahernandezfernandez667@gmail.com

Resumen

En los últimos 30 años no se han desarrollado investigaciones detalladas que permitan argumentar pronósticos metalogénicos en áreas análogas al depósito aurífero Nuevo Potosí (Aguas Claras, Holguín). El propósito del presente estudio fue revelar la forma en que se encuentran los minerales concentradores del oro y la plata en las menas de este depósito, a partir del estudio de las alteraciones circunmeníferas y de la composición química y mineralógica de sus rocas y menas. Se concluye que la mineralización de Nuevo Potosí se desarrolló en rocas del Cinturón Ofiolítico Septentrional, por lo que una parte de ella pudo formarse a partir de la removilización de los contenidos de elementos presentes en estas rocas, en las que se identifican alteraciones hidrotermales con las que se asocia la mineralización aurífera, como son la listvenitización-rodinigitización y la beresitización-propilitización. Se pudo establecer que los principales minerales concentradores del oro y la plata en Nuevo Potosí son el oro nativo, el eléctrum y la unión intermetálica Au-Ag-Hg, lo cual tiene un significado práctico para el procesamiento de las menas. Los altos contenidos de oro y plata en la arsenopirita, condicionados por inclusiones secundarias de oro nativo y del eléctrum constituyen, por su importancia, la segunda forma de existencia del oro en el depósito. Tanto el yacimiento Descanso como el depósito Nuevo Potosí experimentaron procesos de alteración carbonato-silíceo tipo listvenitización en rocas ultramáficas. La ausencia de mica crómica fuschita en ambos indica la

ausencia de un metasomatismo alcalino favorable para la remoción y transporte del cromo.

Palabras clave: oro, plata, eléctrum, menas auríferas, depósito aurífero Nuevo Potosí, yacimiento Descanso

Abstract

In the last 30 years, no detailed researches have been carried out for supporting metallogenic predictions in analogous areas to Nuevo Potosí gold deposit, in Aguas Clara's mining preserve, in Holguín province. The purpose of the present study is to evidence the way in which gold and silver concentrating minerals are found in the ores of this deposit, based on the study of the circummeniferous alterations and chemical and mineralogical composition of its rocks and ores. It is concluded that mineralization of Nuevo Potosí developed in rocks from the Northern Ophiolitic Belt, so a part of it could have been formed from the remobilization of contents of elements present in these rocks; hydrothermal alterations are identified which gold mineralization is associated, such as listvenitization-rodingitization and beresitization-propilitization. It was established that gold and silver concentrating minerals in Nuevo Potosí are native gold, electrum and intermetallic union Au-Ag-Hg, which has practical significance for processing ores. The high contents of gold and silver in arsenopyrite are conditioned by secondary inclusions of native gold and electrum and due to its importance; they constitute the second form of existence of gold in the deposit, after free gold. Both Descanso and Nuevo Potosí deposits underwent carbonate-siliceous alteration processes of the listvenitization type in ultramafic rocks. The absence of fuschite chromic mica in both indicates the absence of alkaline metasomatism favorable for the removal and transport of chromium.

Keywords: gold, silver, electrum, gold ores, Nuevo Potosí gold deposit, Descanso deposit

1. INTRODUCCIÓN

La explotación del oro en los placeres aluviales de la región de Holguín fue iniciada por España en el periodo colonial, sin embargo, se tiene constancia de que los aborígenes ya obtenían oro en los ríos del norte de esa provincia mediante el lavado de arena, seleccionando manualmente las pepitas de oro de mayor tamaño (Válcarcel *et al.*, 2007; López-Kramer y Izquierdo-Díaz, 2024).

Hasta 1959, compañías españolas, americanas e inglesas, explotaron las menas más ricas en los cotos Aguas Claras y Guajabales. La explotación del

oro continuó con algunas interrupciones hasta principios de los años 90 del siglo XX cuando, debido a la compleja situación económica cubana, cesaron las operaciones mineras.

El coto minero de Aguas Claras se ubica a 10 km al norte de la ciudad de Holguín en franja alargada de 15 km de largo. Está integrado por los depósitos Nuevo Potosí, Hugo y María, Agrupada y El Oro (Costafreda *et al.*, 2011) (Figura 1). En este coto las investigaciones de Chalyi *et al.* (1966) alcanzaron hasta los 80 m de profundidad. Posteriormente, Costafreda y Földessy (1988) investigaron hasta los 120 m (PC-1137); no obstante, la mineralización no fue contorneada ni por su rumbo, ni por su buzamiento.

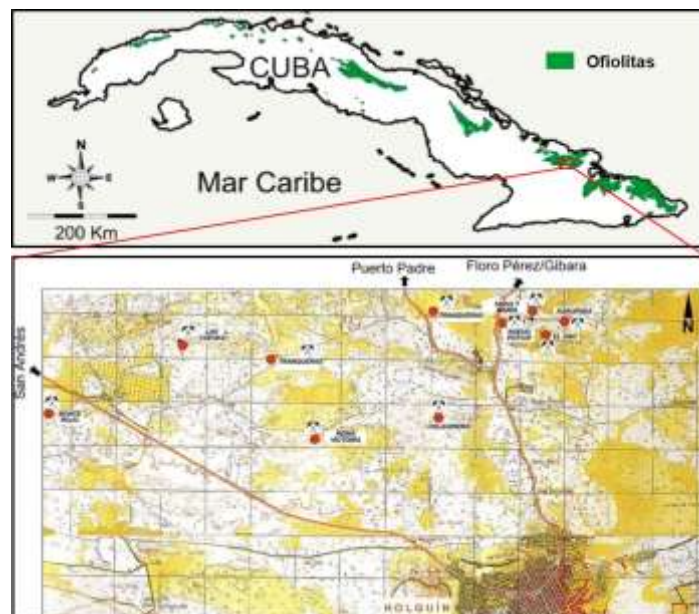


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de los depósitos y manifestaciones auríferas de la provincia Holguín (Cuba) (Escala 1:50 000) Fuente: Costafreda (1996).

El beneficio de las menas auríferas de al menos tres minas: Nuevo Potosí, Agrupada y Reina Victoria, con características diferentes, estuvo encaminado a mejorar la recuperación del oro durante su procesamiento y sus modificaciones, pero una parte considerable de este metal se quedaba en la arsenopirita. Esta ineficiencia justifica la presencia y concentración de altos contenidos de oro en los depósitos de las colas finas. Las investigaciones mineralógicas desarrolladas por Bortnikov *et al.* (1989) permitieron determinar las características de sus menas.

López-Kramer (2023) aporta información para el establecimiento de las condiciones de formación de los yacimientos, depósitos y manifestaciones

auríferos ubicados en el Cinturón Ofiolítico Septentrional (COS) y sus regularidades como fundamento para hacer los correspondientes pronósticos metalogénicos en áreas con similares condiciones. Destacan como características generales en este grupo su clasificación como pequeños por el volumen de recursos; altos contenidos de oro y bajos de plata; pobre presencia de sulfuros y una tectónica compleja. Posteriormente, Costafreda *et al.* (2024) describen los cuatro depósitos principales Holguín, conocidos como Holguinera, Reina Victoria, Nuevo Potosí y Agrupada, haciendo énfasis en los trabajos de prospección y en la petrografía, mineralogía y las alteraciones.

El grado de estudio de estos depósitos alcanzó hasta los 80 m de profundidad (Chalyi *et al.*, 1966). Entre 1997 y 1998 la Asociación Económica Internacional GeoMinera S.A-Rhodes Victoria S.A, durante la campaña de perforación ejecutada en el depósito Nuevo Potosí, mostraron la continuidad de las zonas mineralizadas conocidas hasta alrededor de los 400 m. Se estimó, como resultado de estos trabajos en Aguas Claras, la existencia de unos 400 kg de oro. Estos resultados no se valoraron positivamente, ya que la mineralización se encontraba a mayor profundidad, requiriendo de minería subterránea, por lo que se abandonan las operaciones. Pese a los altos precios del oro y la existencia de una planta de beneficio, aproximadamente el 40 % del campo mineral Aguas Claras no ha sido cubierto por las investigaciones geológicas en los últimos 30 años.

López-Kramer (1988) realizó un estudio de las menas del depósito Nuevo Potosí, destacando la presencia de sulfuros de hierro y sulfoarseniuros de níquel y cobalto, típicos de los procesos de removilización que sufrieron las rocas, y la presencia de arsenopirita como mineral principal, además de niquelina, cobaltina, troilita, pirrotina gersdorfitas, pentlandita y makinavita.

Sin embargo, la composición sustancial de las menas del depósito Nuevo Potosí no ha sido investigada con alto nivel de detalle. El propósito de este artículo es revelar la forma en la que se encuentran los minerales concentradores del oro y la plata en las menas del depósito aurífero Nuevo Potosí, a partir del estudio de las alteraciones circunmeníferas y de la composición química y mineralógica de las menas, y realizar una comparación con el yacimiento Descanso, también del COS.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó el depósito Nuevo Potosí por contar con trabajos de exploración-explotación y laboreos mineros superficiales y subterráneos, lo que facilitó su muestreo, así como la presencia de otros depósitos y prospectos similares con resultados perspectivas. Las muestras se obtuvieron

mediante el muestreo y documentación de los laboreos mineros de exploración. Las observaciones de las secciones pulidas a través de microscopía con luz reflejada permitieron determinar los minerales metálicos. El estudio petrográfico mediante secciones delgadas y otras técnicas de investigación de minerales se realizaron en Cuba. La caracterización de la pureza del oro y otros minerales, así como de los carbonatos en las rocas beresitizadas se realizó mediante Análisis de Microsonda Electrónica (*Electron Microprobe Analysis* -EMPA- y de barrido, *Scanning Electron Microscopy* -SEM-), en un equipo de la firma francesa CAMECA 40 en los laboratorios del Instituto de los Yacimientos Minerales, Geología, Petrografía, Mineralogía y Geoquímica (IGEM) de Moscú.

La elaboración del presente artículo toma como base el estudio de López-Kramer (1988); se incluyeron datos actualizados de las Asociaciones Económicas Internacionales (AEI) con GeoMinera SA y del Instituto de Geología y Paleontología/Servicio Geológico de Cuba (IGP/SGC).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mineralización aurífera en el depósito Nuevo Potosí coincide con las dioritas porfídicas y las serpentinitas, zonas mineralizadas fuertemente alteradas (Figura 2). El depósito está compuesto por tres zonas mineralizadas con formas lenticulares y cuerpos minerales complicados por la tectónica disyuntiva posmenífera denominadas Central, Sur y Suroeste.

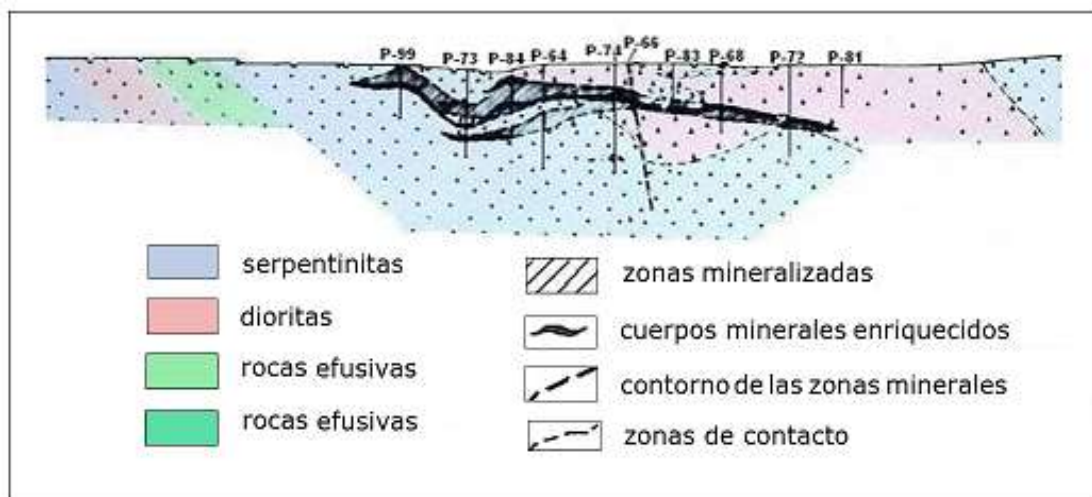


Figura 2. Perfil geológico del depósito Nuevo Potosí. Fuente: Chalyi *et al.* (1966).

Pentelenyi y Garcés (1988) estiman la longitud por el rumbo de las zonas mineralizadas en unos 1 300 m, de los cuales solo 250 m consideraron bien estudiados y afirmaron que la mineralización periférica, con contenidos de Au

entre 0,1 g/t y 5 g/t, se une con el depósito Agrupada formando una extensa zona común irregularmente mineralizada. Los cuerpos mineralizados alcanzan potencias de 10 m y una extensión de 160 m–200 m, formando lentes y bolsones con buzamiento, más bien de medios a abruptos, de entre 10 y 40 grados en el contacto de las serpentinitas con las dioritas.

3.1. Alteraciones de las rocas encajantes

Los minerales de ganga que acompañan a la mineralización aurífera en las dioritas porfídicas, están compuestos por pequeños cristales de plagioclasas y fenocristales de hornblenda, en cantidades que alcanzan el 20% de la composición mineralógica modal de estas rocas. En las plagioclasas que conforman la masa fundamental se desarrolla la albitización y una débil argilitización. Los fenocristales de hornblenda se sustituyen por carbonatos, clorita, pirita y se conservan solamente en forma de relictos.

Las serpentinitas que yacen por debajo de las dioritas porfídicas están fuertemente carbonatizadas, cloritizadas y silicificadas y junto a ellas se desarrolla la disseminación de pirita. En las dioritas porfídicas, ubicadas cerca del contacto con las serpentinitas listvenitizadas, se observa talco y clorita como minerales de alteración en los fragmentos de rocas o como parte de la matriz, y la presencia de brechas formadas por carbonatos y serpentinitas, siendo su masa principal carbonatada. En las dioritas porfídicas más fuertemente alteradas se observó la beresitización, que coincide con los sectores de mineralización metálica. Las zonas de intensa beresitización ocurren cerca de las dislocaciones disyuntivas, desarrolladas a través de sistemas de grietas subverticales.

En relación con la mineralización aurífera, los cuerpos minerales observados en la parte oeste de la cantera tienen formas de vetas subparalelas con pirita-cuarzo y potencias de hasta 5 cm. La beresitización se manifiesta en las dioritas porfídicas por la presencia de sericita, cuarzo y clorita con carbonatos. Esto se pudo percibir en las macrosecciones pulidas, en la que se distingue por el contraste de los colores más claros de los carbonatos en relación con los más oscuros de la clorita.

Se estableció el amplio desarrollo de dolomita y calcita en las beresitas. Mediante el estudio de las secciones delgadas se comprobó que la calcita es posterior a la dolomita, formando en ella vetillas y sustituyendo a sus agregados. Se destacan las vetillas de pirita más tardías y los carbonatos. La característica fundamental de los carbonatos es su bajo contenido de MnO. Solamente en las dolomitas de la generación tardía los contenidos de MnO alcanzan el 0,76 % (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados (en %) obtenidos por EMPA. Fuente: López-Kramer (1988)

Mineral	CaO	MgO	FeO	MnO	CO ₂	Suma
Dolomita	30,40	18,82	3,43	0,23	46,15	99,03
	31,02	17,55	3,74	0,15	46,16	98,62
	31,11	17,15	3,90	0,76	44,74	97,66
Calcita	52,31	0,61	0,66	0,25	44,73	98,56
	49,64	2,23	1,58	0,28	44,73	98,46
	55,19	0,51	...	0,30	43,82	99,82
	55,41	0,55	...	0,27	44,27	98,50
	54,14	0,60	...	0,13	43,82	98,56
	54,66	0,56	0,40	0,34	43,82	99,78

En la composición mineralógica de estas rocas no aparece la mica fuschita, mineral clave para definir la roca como listvenitas *sensu strictus* (Halls y Zhao, 1995; Castrillón y Guerrero, 2020). Otros autores, como Boskabadi *et al.* (2020), consideran listvenitas al espectro de productos de alteración cuarzo-carbonato a partir de rocas ultrabásicas.

Las listvenitas aparecen con frecuencia en la parte noreste del depósito, formando afloramientos que muestran una estructura brechosa, además de un fuerte metasomatismo acompañado de calcita, dolomita y cuarzo. Los sulfuros, fundamentalmente la piritita, están oxidados y alterados por los procesos de meteorización. Las listvenitas que se desarrollan en los niveles de hazburguitas serpentizadas alcanzan espesores que varían entre los 3 m y los 10 m; son zonas en las que, a pesar de obtenerse contenidos anómalos de oro en estas rocas alteradas, hasta la década de los años 70 del siglo pasado no se prestó atención a su importancia ni se incluyeron en el cálculo de las reservas.

3.2. Composición sustancial de las menas

Lo característico en la composición sustancial de la mineralización aurífera del COS es la presencia, en las menas, de minerales de sulfuros y sulfoarseniuros de hierro, níquel y cobalto (troilita, cobaltina, pentlandita y gersdorfitita), los cuales se forman a partir de la liberación del hierro, níquel y cobalto de las rocas encajantes.

Se pudo establecer ciertas regularidades en la distribución de los minerales metálicos en las macrosecciones pulidas. La arsenopiritita se distribuye en las

zonas en las que predomina la silicificación. En las áreas en las que prevalecen los carbonatos se desarrollan la pirrotina, que sustituye a la pirita, y los sulfoarseniuros de níquel y de cobalto.

En el depósito Nuevo Potosí el oro nativo coincide con las zonas con mayor desarrollo de la silicificación y la carbonatización con su fuerte alteración en las dioritas porfídicas y su contacto con las listvenitas, lo que lo diferencia del yacimiento Descanso; ambos ubicados en el COS, donde la mineralización coincide con las rocas carbonatizadas.

Los minerales principales determinados son arsenopirita y pirita; los secundarios, pirrotina, marcasita, calcopirita y gersdorfitas; como raros aparecen galena, oro nativo, electrum, unión intermetálica de oro-plata y mercurio, sulfoarseniuros de níquel y cobalto (pentlandita y cobaltina), telurobismutita, bournonita, tetraedrita argentífera, makinavita. Como minerales accesorios se encuentran la cromita, magnetita e ilmenita. Entre los metálicos: cuarzo, calcita, dolomita y clorita. Por primera vez en las menas del depósito fueron determinados: telurobismutita, bournonita, tetraedrita argentífera, gersdorfitas, pentlandita, titanomagnetita, electrum, y unión intermetálica de plata, oro y mercurio (López-Kramer, 1988). Otros minerales, como covelina, cuprite y bornite fueron señalados por Costafreda *et al.* (2022). Como minerales accesorios: lechtenbergita, turingita, y rutilo leucoxenizado.

3.3. Caracterización de los minerales portadores de oro

3.3.1. Oro nativo

Las mayores variaciones en la pureza del oro de los yacimientos y depósitos estudiados en Cuba se determinaron en Nuevo Potosí. Se identificaron tres minerales concentradores del oro, de los cuales, el oro nativo es el principal concentrador. Se encontró libre en los carbonatos y en el cuarzo, o rellenando grietas y cementando a la arsenopirita y otros sulfuros tales como la calcopirita, la galena, en asociación con silicio nativo. El oro, por lo general, presenta morfologías planas, esponjosas, de bordes irregulares. Sus dimensiones medidas bajo el microscopio varían entre 0,30 mm y 1,50 mm, aunque se observaron granos más gruesos. La pureza del oro nativo varía entre 80,86 y 86,56 (Tabla 2). Los resultados de los análisis permiten catalogar la pureza del oro como media.

Los análisis por EMPA revelaron no homogeneidad en la estructura del oro, encontrándose variaciones de contenido y del color en un mismo grano. En las dolomitas con hierro, el barrido electrónico detectó mayores contenidos

de Au, Ag y Hg en los bordes, con respecto a los del centro de un mismo agregado, así como contenidos de Si y Al.

Tabla 2. Composición química en % obtenida por EMPA de las partículas del oro native. Fuente: López-Kramer (1988)

Nº de muestra	Au	Ag	Hg	Cu	Suma
1	80,86	16,72	0,82	---	98,41
2	82,87	13,22	0,50	---	96,61
3	83,19	12,50	0,48	---	96,19
4	83,58	13,00	0,66	---	97,27
5	83,78	12,39	0,71	---	96,90
6	84,28	12,76	0,94	---	97,99
7	86,56	12,04	0,64	---	99,30

En correspondencia con la composición elemental determinada por SEM, el oro del depósito Nuevo Potosí se caracteriza por contenidos relativamente elevados de Ag y Hg, con bajos contenidos de Cu. Esta característica lo diferencia con respecto al oro native del yacimiento aurífero Descanso.

La heterogeneidad de los granos de oro no solo se aprecia en su composición. Mozgova *et al.* (1989), basándose en los resultados de la SEM en granos de oro de alta pureza (90%-95% de oro), describen la presencia de cubos y octaedros de 5 µm de silicio native (Figura 3), cuya composición puede apreciarse en la Tabla 3.

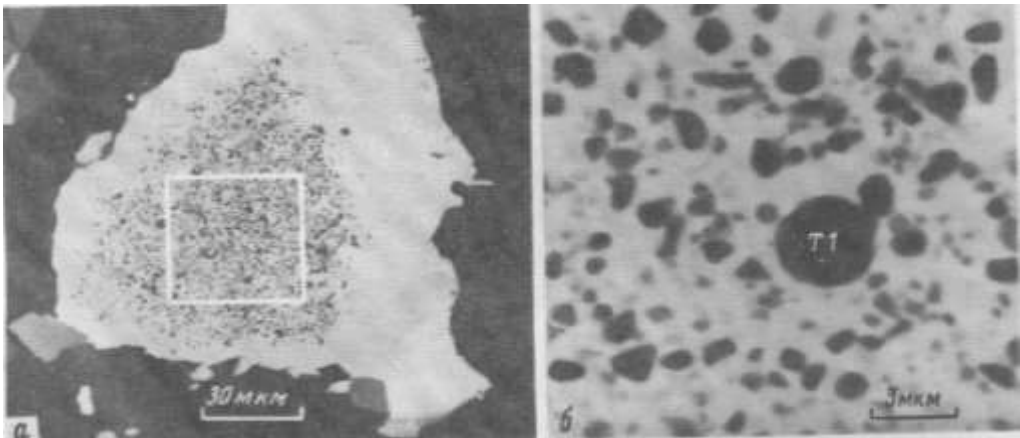


Figura 3. Oro de alta pureza con cubos y octaedros de silicio native. Fuente: Mozgova *et al.* (1989).

Tabla 3. Composición química en % del silicio nativo obtenida mediante EMPA, según Mozgova *et al.* (1989)

Silicio	Si	Au	Ag	O	Suma
Nativo	74,29	21,39	2,49	1,84	100,1

De acuerdo con la composición química que se muestra en la Tabla 2, no debiera considerarse ese mineral como silicio nativo. El tamaño de sus granos con respecto al diámetro del análisis (T1) dificultó la calidad del análisis y pudiera interpretarse como un raro compuesto intermetálico, ya que el silicio nativo debería tener un contenido de Si cercano al 100 %, o que los restantes elementos se encuentren en forma de inclusiones sólidas dentro del supuesto silicio nativo.

Estos datos dan lugar al primer reporte en la literatura de silicio nativo, nombrándose de ese modo el nuevo mineral (López-Kramer *et al.*, 2008), por lo que en la Base de datos de Mineralogía *MinDat.org* (Ralph *et al.*, 2025) el depósito Nuevo Potosí es incluido como la localidad tipo para este mineral descrito en depósitos de China, EUA, e incluso en pipas de kimberlitas en Rusia.

3.3.2. Eléctrum

Se encuentra relacionado con los sulfuros, formando vetillas dentro de las grietas de la arsenopirita o cementando los agregados de este mineral. En ocasiones entrecrecidos con la calcopirita y la esfalerita y con la unión intermetálica de Au-Ag-Hg. Sus dimensiones oscilan entre 0,09 mm y 0,2 mm, siendo característicos los altos valores de Hg en su composición. La composición química obtenida se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición química en % del eléctrum determinada mediante EMPA. Fuente: López-Kramer (1988)

Nº de muestra	Au	Ag	Hg	Cu	Suma
1	51,66	36,16	5,83	---	93,65
2	55,85	33,38	2,63	0,04	96,90
3	56,32	38,78	2,70	0,06	97, 91
4	78,58	18,17	0,27	0,14	97,16
5	78.64	18,64	0,21	0,18	97,67
6	79,31	19.11	0,14	---	98,57

3.3.3. Unión intermetálica Au-Ag-Hg

Es un mineral raro, determinado por primera vez en Cuba. Se encuentra entrecrecido con el eléctrum rico en mercurio, formando agregados con una estructura interna y composición complejas. La SEM determinó su distribución en las periferias de los agregados, creando un fino borde. Su tamaño oscila entre 0,30 mm y 0,60 mm.

La composición química se muestra en la Tabla 5; los datos de las filas 1 y 2 se corresponden con la unión intermetálica del depósito Nuevo Potosí, mientras que los de la fila 3 pertenecen a un depósito de la India, con la finalidad de hacer alguna comparación (Tabla 5).

Tabla 5. Composición química en % de la Unión intermetálica Au-Ag-Hg determinada mediante EMPA. Comparación con un depósito indio. Fuente: López-Kramer (1988)

Muestra	Ag	Au	Hg	Cu	Suma
Nuevo Potosí	53,53	35,37	12,02	---	100,92
Nuevo Potosí	41,31	50,55	7,57	---	99,43
Depósito de la India	61,51	24,78	14,47	---	100,76

En los placeres asociados a la faja ofiolítica Mayarí-Baracoa y los sedimentos friables de los horizontes lateríticos de la región Sagua de Tánamo-Moa, Díaz-Martínez *et al.* (2002) y Vila-Sánchez *et al.* (2004) refieren una variación composicional de los granos de oro similar a la serie Au-Ag-Hg (Au 88%-97%, Ag 37%-63% y Hg hasta 20 %), la cual atribuyen a complejidades metalogénicas.

López-Kramer (1988), basado en la heterogeneidad, compleja estructura interna y composición de los agregados del eléctrum y la unión intermetálica, fundamenta las variaciones de las actividades de Au, Ag y Hg en las soluciones mineralizantes durante la formación de las soluciones sólidas, en el incremento de los contenidos de Hg en la medida en que disminuye la temperatura, siendo la formación de la unión intermetálica el mineral aurífero más tardío durante el proceso de formación de la mena.

Se determinó mediante el estudio de secciones pulida con luz reflejada y EMPA la presencia de otros dos minerales en los agregados complejos constituidos por el eléctrum y la unión intermetálica de Au-Ag-Hg, uno de ellos presente en forma de vetillas con mayor brillo y un coeficiente de

reflexión entre 40 % y 50 % y otro en forma de pequeños granos con bajo coeficiente de reflexión en el mismo centro del agregado. Se comprobó por SEM que el primer mineral se corresponde con la gersdorfitita y el segundo con la tetraedrita, rica en Ag.

3.3.4. Arsenopirita

Por sus interrelaciones con otros minerales y su morfología este mineral se dividió en dos generaciones. La arsenopirita I, de la primera generación, se observó en las dioritas porfídicas silicificadas como el mineral menífero más temprano. Se presentan agregados bien formados, de 0,5 mm – 0,8 mm, hasta 1 mm, maclados, cataclastizados atravesados por vetillas de minerales sulfurosos tardíos. La arsenopirita II se observó en las rocas dolomitizadas y carbonatizadas, productos de la listvenitización. Sus agregados son de menores dimensiones 0, 01 mm-0,3 mm en comparación con la arsenopirita I. Es cementada por eléctrum, esfalerita, y en ocasiones incluye fragmentos de magnetita.

Los análisis espectrales de las monofracciones de arsenopirita mostraron altos contenidos de Au, Ag y Ni, con valores de Au de hasta 320 g/t, Ag de hasta 50 g/t y Ni hasta 0,1 %. Los altos contenidos de Au y Ag en la arsenopirita están condicionados con inclusiones secundarias, en este caso de oro nativo y del eléctrum constituyen, por su importancia, la segunda forma de existencia del oro en el depósito después del oro libre.

3.3.5. Pirita

Sobre la base de las particularidades morfológicas, la distribución espacial en las menas y su asociación con otros minerales, se distinguen tres generaciones de pirita. La pirita I es la más temprana y está relacionada con el proceso de beresitización, forma agregados redondeados e irregulares de varios mm de tamaño, dispersos en las dioritas porfídicas a causa de la sustitución selectiva de la hornblenda por la pirita I y los minerales micáceos.

La pirita II forma vetillas en las dioritas porfídicas fracturadas y silicificadas. Esta con frecuencia se encuentra también en las serpentinitas alteradas. Los agregados de granos finos de la pirita II son cortados por la calcita más tardía y son corroídos por la arsenopirita. En estos con frecuencia se observan inclusiones de calcopirita y pirrotina.

La pirita III se observa junto a las vetillas compuestas por calcita y dolomita, originándose a causa de la pseudomorfosis de la pirrotina y formando agregados laminares irregulares en los que se observan relictos de pirrotina.

Los análisis de las monofracciones de la pirita II no revelaron contenidos significativos de oro, plata, o zinc. Similares resultados se obtuvieron para la pirita III.

3.3.6. Telurobismutita

Considerado como un mineral raro, se encontró en entrecrecimiento con la pirrotina, en forma de granos pequeños de 5 μm hasta 30 μm . La composición química de la telurobismutita obtenido se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Composición química en % de la telurobismutita, determinada mediante EMPA. Comparación con yacimientos rusos. Fuente: López-Kramer (1988)

Muestra	Bi	Te	PB	Sb	Ag	Cu	Se	S	Suma
Nuevo Potosí	40,81	47,19	5,63	1,72	0,71	---	0,04	---	97,16
Yacimiento Zodckoe (Rusia)	46,9	47,5	---	2,7	---	---	---	---	99,10
Yacimiento Chauianskoe (Rusia)	50,02	46,16	0,97	---	---	0,19	0,23	---	97,66

La telurobismutita del depósito Nuevo Potosí destaca por su muy alto contenido de plomo, resultado no reportado con anterioridad en la literatura. Esto permite argumentar sobre la presencia de una variedad rica en plomo.

3.3.7. Gersdorfitita

La composición química de la gersdorfitita obtenidos mediante EMPA, se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Composición química en % de la gersdorfitita determinada mediante EMPA Fuente: López-Kramer (1988)

Nº de muestra	As	Ni	Fe	S	Co	Cu	Suma
1	43,90	20,02	10,29	19,87	3,21	0,09	97,39
2	45,32	21,70	11,16	18,39	1,78	---	98,35

La gersdorfitita se encuentra en las menas con formas de anillos en el cuarzo y con variadas formas en la dolomita; en ocasiones se encuentra entrecruzada en la pirrotina, en la periferia de sus agregados, o bordeando

los granos de arsenopirita. Se observaron inclusiones de gersdorfitita en la esfalerita y en la calcopirita.

3.3.8. Bournonita

Se determinó en forma de finos granos entrecrecidos con la galena y la calcopirita. Su composición química obtenida mediante EMPA, en %, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Composición química en % de la bournonita determinada mediante EMPA
Fuente: López-Kramer (1988)

No.	Pb	Sb	Cu	Bi	Fe	As	Ag	S	Se
1	37,60	25,13	13,06	0,86	0,76	0,61	0,10	17,43	0,21

3.3.9. Tetraedrita argentífera

Se encontró junto al eléctrum y a la unión intermetálica de Au-Ag-Hg. El análisis de SEM de los granos mostró contenidos de plata, hierro y zinc y arsénico.

4. DISCUSIÓN

Al comparar los datos del yacimiento Descanso con el depósito Nuevo Potosí, se concluye que ambos experimentaron procesos de alteración carbonato-silíceo tipo listvenitización en rocas ultramáficas. En Descanso, adicionalmente, ocurrió la rodingitización en sectores donde gabros y microgabros están en contacto con las ultrabasitas, mientras que en Nuevo Potosí tuvo lugar, además, la beresitización en rocas de composición intermedia-ácida.

Las listvenitas de Descanso carecen de cuarzo y presentan un mayor contenido de clorita, (identificadas como clinocloro asociado al Au), lo cual, pudiera ser un reflejo de la naturaleza de los fluidos mineralizantes desde el punto de vista de las propiedades ácido-base, temperatura y disponibilidad de SiO₂ y Mg; importantes factores que controlan la naturaleza y cristalización de los conjuntos (*assemblages*) de alteración.

Los datos químicos de las cloritas pudieran explicar la variedad de la clorita dominante que se corresponden con el clinocloro por el predominio del Mg, lo cual debe responder a las litologías de este territorio (ultramafitas y mafitas), no sucede así con el Fe que no forma chamosita, este pudo haber sido utilizado en la formación de los sulfuros.

Las cloritas ricas en Mg son características de ambientes reducidos respecto a las ricas en Fe, que es más oxidante. Esto pudiera ser una de las explicaciones al carácter REDOX de los fluidos y su implicación en el mecanismo de transportación para el Au.

En ninguno de los dos depósitos se ha reportado la presencia de mica crómica fuschita, lo que indica la ausencia de un metasomatismo alcalino favorable para la remoción y transporte del Cr.

4.1. Modelos genéticos propuestos para el depósito Nuevo Potosí

En el campo mineral de Aguas Claras se estableció que la diorita porfídica tiene una relación genética y espacial con una mineralización sulfurosa a la cual se asocia el oro, y que una vez que se emplazaron los fluidos acompañantes transmitieron esta mineralización no solo a las dioritas, sino también a las rocas ultrabásicas del entorno por difusión directa, a través del contacto interlitológicos, planos de fallas y diaclasas. Estos mismos fluidos alteraron simultáneamente a las felsitas, mafitas y ultramafitas mediante un metasomatismo de contacto (Chalyi *et al.*, 1966). Pentelenyi y Garcés (1988), aportaron un nuevo enfoque genético, dividido en tres criterios fundamentales:

1. Enfoque genético basado en el ambiente ofiolítico, según Andó *et al.* (1989): mineralización se encuentra en rocas de la asociación ofiolítica (diorita, gabro, harzburgitas). La diorita es un diferenciado del gabro cumulativo. El origen de la mineralización no se vincula necesariamente con la actividad ígnea del arco de islas, sino que pudo haberse originado a partir de un proceso de auto metasomatismo desencadenado durante la obducción y posterior sobrecojimiento de las ofiolitas; así como por acumulación anómala local de mineralización en los distintos niveles de la asociación ofiolítica. Según este autor, la mineralización tiene un carácter alóctono.
2. Enfoque genético basado en el ambiente del arco de islas del Cretácico, según Kozák *et al.* (1988): La mineralización se depositó en rocas subvolcánicas del arco de islas del Cretácico. Estas rocas mineralizadas instruyeron niveles de otras rocas de quimismo básico y ultrabásico (harzburgitas serpentinizadas, gabro), siendo sus contactos calientes. Su emplazamiento es autóctono.
3. Enfoque genético basado en ambientes geológicos mixtos, según Costafreda y Földessy (1988): La mineralización no pertenece a la actividad ígnea principal del arco de islas del Cretácico, puesto que está presente no solo en las litologías ofiolíticas, sino también en los

efusivos y sedimentos que forman la cobertura. Su posición es para-autóctona, ya que su emplazamiento, los contactos interlitológicos y las aureolas de alteración originales se han preservado, a pesar del cabalgamiento y el desmembramiento experimentado.

A raíz de la exposición de estos tres criterios, en las investigaciones posteriores se tuvo aún más en cuenta no solo el estilo de emplazamiento de la mineralización, sino también su relación con los distintos tipos de rocas encajantes.

Un examen exhaustivo de estos enfoques genéticos permite constatar que cada uno de ellos posee una base lógica y probada sobre la que se sustentan; esto es evidente dado el grado de complejidad geológica de esta región. La hipótesis asegura que los cuerpos de diorita se originaron a partir de la diferenciación progresiva de un magma peridotítico en el nivel de los cúmulos máficos.

Al no existir un magma peridotítico desde el Hadiense hasta la actualidad, es necesario analizar este fenómeno en relación con la diferenciación de un magma primordial de composición basáltica, mediante la cual se formarían las rocas cumulativas de diferentes tipos y diferenciados magmáticos de variadas composiciones, incluso ácidos.

Otras variedades de cuerpos más diferenciados dentro del entorno ofiolítico, con un quimismo ácido, se localizan en áreas próximas a los depósitos Reina Victoria, Holguinera y Monte Rojo, El Cerro Las Cuevas, La Guanábana, Tranqueras y Matatoros. Desde el punto de vista morfológico, estos cuerpos félsicos suelen ser alargados, tabulares, circulares e isométricos (Costafreda y Földessy, 1988; Costafreda, 1996, Costafreda *et al.*, 2011).

En el campo mineral de Aguas Claras las variaciones de gabro a diorita son transicionales y muchas veces indistintas, como puede deducirse de la descripción de los sondeos POAC-2, PC-1139 y PC-XII-5 (Costafreda, 1993; 1996). Los productos diferenciados más comunes son gabrodiorita, diorita, diorita porfídica, diorita anfibólica. La mineralización tiene dos orígenes: uno de naturaleza magmática o primaria, con desarrollo de una paragénesis consistente en cromita-ilmenita-magnetita, sin vínculo aparente con la presencia de oro, y otro con desarrollo postmagmático, de tipo hidrotermal y con mineralización predominantemente sulfurosa, con formación de varias especies de minerales que forman una paragénesis polimetálica más compleja, según se observa en la serie: pirita-covelina, pirita-calcopirita con oro, pirita-calcopirita-esfalerita-galena-arsenopirita-pirrotina-cuprita-bornita (Costafreda, 1993; 1996).

Cazañas *et al.*, (2017) y Torres-Zafra y Cazañas (2021), clasifican estos yacimientos como oro orogénico: a) asociados a secuencias heterogéneas de serpentinitas y b) asociados a cuerpos de gabros. Teniendo en cuenta que la clasificación de los depósitos del llamado oro orogénico, tiene entre sus argumentos más sólidos su ubicación en el marco geotectónico:

1. Los depósitos de oro orogénico por lo general se asocian espacialmente a lamprófidos.
2. En los depósitos de oro orogénico, por lo general, también se relacionan espacialmente y posiblemente genéticamente con diques y *sills* de rocas ácidas.

Rodríguez-Vega (Com. Pers.) considera que: "clasificar a los yacimientos como Au orogénico: a) asociados a secuencias heterogéneas de serpentinitas y b) asociados a cuerpos de gabros, va en contra de la propia definición de los depósitos de oro orogénico. Hay que tener en cuenta que las ofiolitas son simplemente relictos de litosfera oceánica que nada tienen que ver con las facies metamórficas originadas durante los eventos orogénicos acrecionales y colisionales. Más bien, en las ofiolitas se manifiestan los fenómenos relacionados con el metamorfismo regional de fondo oceánico, lo que no guarda relación con el metamorfismo asociado a los depósitos de oro orogénico, por lo que esta clasificación requiere de un análisis mucho más profundo".

La mineralización aurífera estudiada coincide con zonas de alteración superpuestas en las dioritas porfídicas, con las serpentinitas, y con otros tipos de rocas. La mineralización primaria está formada por bloques aislados dentro de las serpentinas esquistosas listvenitizadas, manteniendo los cuerpos minerales el mismo rumbo que las fallas regionales que originaron su emplazamiento actual.

Se sostiene el criterio de que la mineralización aurífera pudo formarse durante el proceso de colisión y emplazamiento tectónico de los bloques de ofiolitas. La serpentinitización, y posterior listvenitización de las rocas ultrabásicas, dio lugar a yacimientos de mayor envergadura que los existentes, pero el proceso de emplazamiento tectónico de las ofiolitas en diferentes épocas motivó su fragmentación, dando lugar a las pequeñas mineralizaciones auríferas aisladas actuales con características similares, lo que justifica la amplia dispersión de aureolas secundarias y flujos con partículas de oro en los macizos serpentiniticos y que no se hayan encontrado yacimientos de envergadura media.

La presencia de sulfoarseniuros de Ni y Co, desarrollados alrededor de los relictos de los silicatos formadores de las rocas ultrabásicas, la heterogeneidad observada en los granos de oro con la presencia de silicio nativo incluido en estos, con sectores dentro de un mismo grano de oro enriquecidos con Au, Cu y Hg, indican la posibilidad de que parte de la mineralización fue en algún momento removilizada por las nuevas soluciones.

López-Kramer (2023), clasifica el depósito Nuevo Potosí basándose fundamentalmente en los materiales reales recopilados y los indicios obtenidos en el estudio de su composición sustancial, los rasgos específicos de las alteraciones circunmeníferas y similitudes entre los yacimientos auríferos ubicados en el Cinturón Ofiolítico Septentrional como asociados a secuencias heterogéneas. El tipo mineralógico: oro-cuarzo-carbonatos con arsenopirita-pirita.

5. CONCLUSIONES

- La mineralización del depósito Nuevo Potosí se desarrolló en rocas del Cinturón Ofiolítico Septentrional, por lo que una parte de ella pudo formarse a partir de la removilización de los contenidos de elementos presentes en estas rocas. En ellas se identifican las alteraciones hidrotermales con las que se asocia la mineralización aurífera: a) listvenitización-rodingitización y b) la beresitización-propilitización.
- Los rasgos específicos de las alteraciones circunmeníferas, la composición de las menas y la particularidad de la composición del oro nativo, clasifican al depósito Nuevo Potosí entre los ubicados en el Cinturón Ofiolítico Septentrional asociados a secuencias heterogéneas. Su tipo mineralógico: oro-cuarzo-carbonatos con arsenopirita-pirita.
- Tanto el yacimiento Descanso como el depósito Nuevo Potosí experimentaron procesos de alteración carbonato-silíceo tipo listvenitización en rocas ultramáficas. La ausencia de mica crómica fuschita en ambos indica la ausencia de un metasomatismo alcalino favorable para la remoción y transporte del Cr.
- Tres minerales son los que aportan los metales preciosos: oro nativo, eléctrum y la unión intermetálica Au-Ag-Hg.
- Los altos contenidos de oro y plata en la arsenopirita condicionados por inclusiones secundarias en esta de oro nativo y del eléctrum, constituyen, por su importancia, la segunda forma de existencia del oro en el yacimiento, después del oro libre.

6. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al investigador Auxiliar Ramón Omar Pérez Aragón, a MsC. Mabel Rodríguez Romero del Instituto de Geología y Paleontología SGC, y al Dr.C. Antonio Rodríguez de la Universidad Autónoma de Coahuila por la lectura y las observaciones críticas al borrador del trabajo que permitieron su mejora.

7. REFERENCIAS

- Andó, J., Kozák, M., y Ríos, Y. (1989). Caracterización general de la asociación ofiolítica de la zona Holguín-Moa y el papel de las ofiolitas en el desarrollo estructural de Cuba. *Minería y Geología*, 3(2), 15-33. <https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/1667>
- Bortnikov. N. S., López Kramer J. L., Guenkin A D., Kulnev A C. (1989) Composición mineral y condiciones de formación del yacimiento de oro Delita (República de Cuba). En: *Geología de los yacimientos minerales*. Tomo XXXI, No. 5 Pág.3-18. Moscú.
- Boskabadi, A., Pitcain, I. K., Leybourne, M. I., Teagle, D. A., Cooper, M. J., Hadizadeh, H., y Bagherzadeh, R. M. (2020). Carbonation of ophiolitic ultramafic rocks: Listvenite formation in the Late Cretaceous ophiolites of eastern Iran. *Lithos*, 352. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105307>
- Castrillón, A. y Guerrero, J. (2020). Listvenitas: nuevos conocimientos de un sistema hidrotermalfosilizado en peridotitas de cerro Matoso, Montelíbano, Departamento de Córdoba, Colombia. *Boletín Geológico*, (47), 67-84. <https://doi.org/10.32685/0120-1425/boletingeo.47.2000.492>
- Cazañas, X., Torres-Zafrá, J. L., Lavaut-Copa, X., Cobiella, J. L., Capote, C., González, V., López-Kramer, J. L., Bravo, F., Llanes, A. I., González, D., Ríos, Y., Ortega, Y., Yasmani, R., Correa, A., Pantaleón, G., Torres, M., Figueroa, D., Martín, D., Rivada, R., y Núñez, A. (2017). *Mapa metalogénico de la República de Cuba a escala 1:250 000*. Instituto de Geología y Paleontología. Centro de Información Geológica. https://asgmi.org/wp-content/uploads/2021/02/Memoria_Mapas_Metalogenetico-Caribe-version-final-25_02_2021.pdf
- Chalyi, V., Dovbnia, A., Dubinchina, V., y Nikolaev, I. (1966). *Informe acerca de los trabajos de búsqueda y exploración de oro, realizados durante los años de 1963 a 1965 en la zona de Holguín, en la provincia de Oriente*. Ministerio de Industrias. Instituto Cubano de Recursos Minerales. República de Cuba.
- 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. (1993). *Prospección Detallada Oro Aguas Claras-Reina Victoria de la Provincia Holguín*. Ministerio de Industria Básica. Empresa Geominera de Oriente. Cuba.
- Costafreda, J. L. (24 de octubre 1996). *Características generales del campo mineral aurífero Aguas Claras en el contexto geológico regional de la provincia Holguín, Cuba*. (Ponencia). IX Jornada Científico-Técnica de la Sociedad Cubana de Geología. Filial Holguín. Cuba.
http://oa.upm.es/5878/1/Campo_Mineral_Aguas_Claras_Publicacion.pdf
- Costafreda, J. L., Martín, D. y Ramos, A. (1-2 de diciembre 2011). *Petrología de las rocas encajantes de los yacimientos auríferos de la región de Holguín, Cuba*. (Ponencia). II Jornadas de Minería, Energía y Desarrollo y I Jornadas Iberoamericanas de Minería y Energía. San Julián, Argentina. <https://oa.upm.es/8870/1/Petrologia-de-las-rocas-encajantes-pdf>
- Costafreda, J. L., Martín, D. A., Costafreda, J. L., y Alfaro, J. L. (2022). *Los yacimientos endógenos de oro de la región noroccidental de Holguín, República de Cuba*. Editorial Universidad Politécnica de Madrid.
- Costafreda, J. L., Martín, D. A., Costafreda, J. L., y Parra, J. L. (2024). Yacimientos de oro relacionados con las formaciones de arco insular y complejos ofiolíticos del Oriente de Cuba: una revisión. *Minerals*, 14(5).
<https://doi.org/10.3399/min14050463>
- Díaz-Martínez, R., Vila-Sánchez, A. R., Proenza, J. A., y Melgarejo, J. C. (2002). Morfología, Textura y composición de partículas de oro asociadas a depósitos de placeres en el NE de Cuba: evidencias para un debate lixiviación y/o acreción mecánica. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 25, 27-28.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4632543>
- Halls, C. y Zhao, R. (1995). Listvenite and related rocks: perspectives on terminology and mineralogy with reference to an occurrence at Cregganbaun, Co. Mayo, Republic of Ireland. *Mineralium Deposita*, 30(3), 303-313. <https://doi.org/10.1007/BF00196366>
- Kosák, M., Andó, J., Jakus, P., & Ríos-Martínez, Y. (1988). Desarrollo estructural del arco insular Volcánico-Cretácico en la región de Holguín. *Minería Y Geología*, 6(1), 33-55.
<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/413>
- López-Kramer, J. M., Pimentel, H., Redwood, S., Gandarillas, J., y Pérez, R. G. (2008). Depósitos primarios de oro y plata del Archipiélago Cubano. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 9, 49-61. <https://www.iga.cu/wp-content/uploads/2022/05/ctye-9-art7.pdf>

- López-Kramer, J. M. y Izquierdo-Díaz, G. (2024). Caona y Guanín. De cómo el oro entró a formar parte de nuestra cultura. *Geoinformativa*, 17. <https://cu-id.com/2277/v17e03>
- López-Kramer, J. M. (1988). *Composición sustancial y asociaciones mineralógicas de los yacimientos auríferos hidrotermales de Cuba*. (Tesis doctoral, Instituto de Geología de los Yacimientos Minerales, Mineralogía Petrografía y Geoquímica). Moscú.
- López-Kramer, J. M. (2023). Desarrollo y evolución de las investigaciones geológicas para oro en Cuba. Perspectivas. *Geoinformativa*, 16(2). <https://www.rgi.edicionesescervantes.com/index.php/rgi/article/view/97>
- Mozgova, M. I., Boronijin, B. A., Generalov, M. E., y López-Kramer, J. M. (1989). El oro en asociación con otros minerales nativos. *Doklady Akademii Nauk*, 309(5), 1181-1186.
- Pentelenyi, L., y Garcés, E. (1988). *Informe sobre trabajo de levantamiento geológico Complejo, Escala 1:50 000, y sus búsquedas acompañantes a escala 1:10 000*. Oficina Nacional de Recursos Minerales de la República de Cuba.
- Ralph, J., Von Bargen, D., Martynov, P., Zhang, J., Que, X., Prabhu, A., Morrison, S. M., Li, W., Chen, W., y Ma, X. (2025). Mindat.org: La base de datos de mineralogía de acceso abierto para acelerar la investigación geocientífica intensiva de datos. *Mineralogista estadounidense*, 110(6), 833-844. <https://doi.org/10.2138/am.2024-9486>
- Torres-Zafra, J. L., and Cazañas, X. (2021). Mineral Systems of Cuba: a panoramic vision of Cuban metallogeny. En *Geology of Cuba*. Springer, cham. 255-288. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67798-5_8255
- Válcarcel, R., Martínón, M., Cooper, J., y Rehren, T. (2007). Oro, guanines y latón. Metales en contextos aborígenes de Cuba. *El Caribe arqueológico*, 10, 116-131. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/93670>
- Vila-Sánchez, A. R., Díaz-Martínez, R., Proenza-Fernández, J. A., y Melgarejo, J. C. (2004). Caracterización morfológica, textural y composición de las de oro revelada en los placeres marinos de las playas Mejías y Jiguaní (NE de Cuba Oriental). *Geociencias*, 23(1-2), 43-53. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7467134>

Información adicional

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de autores

JMLK: autor principal, estudio de las secciones pulidas, revisión bibliográfica, redacción del texto, traducción. JLCM: Revisión y edición del texto. RYCT: Revisión bibliográfica, revisión y edición del texto.

ORCID

JMLK, <https://orcid.org/0000-0003-4223-3155>

JMCM, <https://orcid.org/0000-0002-9729-3705>

RYCT, <https://orcid.org/0000-0001-5392-7764>

Recibido:28/09/2025

Aceptado:15/10/2025