

Caracterización mineralógica del oro en un depósito de colas para su aprovechamiento económico



<https://cu-id.com/2144/v15e09>

Mineralogical characterization of the gold in a tail plant for its economical recovery

Ileana Cabrera Díaz*, Carlos Alfredo Toledo Sánchez, Giselle Valdivia Garcias

RESUMEN: En la actualidad nuestro país se encuentra enfrascado en procesar el mineral de oro que se encuentra en nuestras plantas, es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo la caracterización mineralógica de la presa de colas de una planta de oro en producción, profundizando fundamentalmente en conocer cómo se presenta el mineral aurífero, su pureza, tamaño, e identificación de los minerales asociados, para ello se tomaron muestras en dos etapas de sedimentación en la primera se tomaron 5 muestras del año 2014 y 5 muestras del año 2017, para la investigación se aplicó un conjunto de técnicas de avanzada obteniéndose como resultado la confirmación de la presencia oro grueso libre, fino, ocluido en arsenopirita la mayoría como oro nativo y en menor medida como electrum. Es de señalar la presencia de partículas de plata con oro de considerable tamaño que se detectaron en una de las muestras, se trata de partículas de oro donde su tamaño promedio es de 441.7 um.

Palabras clave: Caracterización mineralógica, oro nativo, electrum.

ABSTRACT: At the present our country works for obtaining the whole gold minerals in our plants, so the principal goal of this paper is to the characterization of gold minerals and its associations in a tail of an active gold plant. The attention is approached to know how the gold minerals are present, its purity, size and associations. Samples were taken from two sedimentation stages; the first 5 samples were taken in 2014 and last 5 samples in 2017. It was used for the investigation a set of advanced analytical techniques and it was possible to confirm the presence of coarse and fine free gold, as well as gold blocked in arsenopirite. Most of the gold appeared as native gold and a smaller quantity as electrum. There was also possible to see silver-gold particles of considerable size present in one of the samples. The gold average particles size was 441.7 um.

Keywords: Mineralogical characterization, native gold, electrum.

INTRODUCCIÓN

Cuba como país en desarrollo busca alternativas para impulsar su economía, con el alza de los precios de los metales entre ellos el más codiciado el oro, vio en ello una necesidad de explotar sus recursos minerales y uno de los depósitos que ya se encontraba en estudios detallados es el complejo de elevaciones Golden Hill caracterizado por un conjunto de elevaciones de rocas oxidadas estudiado por la compañía canadiense McDonald Mines Exploration, este yacimiento comenzó su explotación en el 2011, sus más ricos depósitos son Golden Hill y Thee Hill, otro yacimientos explotado es Descanso estos se han

agotado o están en estado de agotamiento, por lo tanto los geólogos y tecnólogos se encuentran enfrascados en el estudio de nuevas alternativas como es el caso de las investigaciones de Florencia zona oxidada Norte y Sur con Big Golden Hill para la continuidad de la planta de oro ya instalada en la zona de Jobabo y el depósito Lote grande que se encuentra en estudio de una muestra tecnológica a escala ampliada para la continuidad de la planta de Placeta, y como otro recurso se ha pensado en la posibilidad de recuperar el oro que se encuentra en la presa de colas del mineral Descanso, todas estas alternativas serian una fuente para alargar la vida útil de las plantas e impulsar la economía del país.

Recibido: 20/12/2022

Aprobado en su forma original: 21/02/2023

Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Cuba, Carretera Varona, No. 12028 Km 1½, Boyeros, La Habana. E-mail: tole2carlos@gmail.com y giselle@cipimm.minem.cu

*Correo Electrónico: ileana@cipimm.minem.cu

Conflicto de Intereses: Los autores de este trabajo declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: **Gestión de Proyecto:** Ileana Cabrera Díaz. **Investigación:** Ileana Cabrera Díaz, Carlos Alfredo Toledo Sánchez, Giselle Valdivia Garcias. **Metodología:** Cabrera Díaz, Carlos Alfredo Toledo Sánchez, Giselle Valdivia. **Análisis formal:** Carlos Alfredo Toledo Sánchez. **Redacción - revisión y edición:** Ileana Cabrera Díaz.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

MATERIALES Y MÉTODOS

Equipamiento utilizado y parámetros de operación seleccionados

Preparación y descripción de las muestras: Este trabajo tiene como objetivo fundamental conocer cómo se presenta y el contenido del oro libre, oro en arsenopirita y el carbón para ello se tomaron las muestras remanentes de las colas, las cuales fueron tomadas en dos etapas: Primera Etapa muestras residuos de la presa de cola del año 2013, la descripción de la misma se presenta en la [Tabla 1](#).

Tabla 1. Descripción de las muestras residuos de la presa de cola año 2013

No.	Denominación
1	M 5166, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
2	M 5167, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
3	M 5168, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
4	M 5169, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
5	M 5170, polvo de color gris proveniente de la presa de colas

Segunda Etapa: muestras residuos de la presa de cola del año 2017, la descripción de la misma se presenta en la [Tabla 2](#).

Tabla 2. Descripción de las muestras residuos de la presa de cola año 2017

No.	Denominación
1	MA 1, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
2	MA 2, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
3	MB 1, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
4	MC 1, polvo de color gris proveniente de la presa de colas
5	MD 1, polvo de color gris proveniente de la presa de colas

Análisis Químico: Los análisis de oro que se realizaron con la técnica de ensayo al juego para todas las muestras y leído en el equipo de Absorción Atómica Varian.

Análisis granulométrico: Las muestras se prepararon como se recibieron, se homogenizó y cuarteo tomándose 2 porciones una para el análisis granulométrico y la segunda para moler por debajo de 0.074 mm para las determinaciones de ATD, MEB y AQ. Para el estudio granulométrico se utilizaron 6 tamices.

Análisis térmico Diferencial: Los termogramas simultáneos CDB-TG-D1TG, se obtuvieron en un equipo de la firma alemana *NETZSCH*, modelo *STA 449 F3*, utilizándose para ello los parámetros instrumentales de operación que aparecen en la [tabla 3](#).

Todos los datos experimentales de las mediciones, tanto calorimétricas (CDB), como los termogravimétricas (TG), se convierten en termogramas continuos con el empleo del programa "Proteus", el cual se utiliza para el procesamiento de datos termoanalíticos (versión 5.2.1/07.04.2011) y

Tabla 3. Parámetros instrumentales de operación

Régimen de calentamiento	Dinámico
Masa de muestra	Se consigna en los termogramas
Masa del material de referencia (α - Al_2O_3)	Se consigna en los termogramas
Tipo de crisoles	Al_2O_3 (tamaño estándar)
Material del horno	SiC (T.amb. - 1500°C)
Gas utilizado en la cámara de calentamiento	Aire
Flujo del gas protector de la termobalanza	20.0 ml/min (Ar)
Velocidad de calentamiento	10.0 K/min
Sensibilidad de la termobalanza	0.001 g - 35.0 g
Sensibilidad de las curvas DSC y TG	-0.001 - 5000 μ V/mg
Tiempo total de medición	1h 37 min 10 s
Rango de temperatura de trabajo	28 -1000°C

que suministra el fabricante del equipo, compatible con Windows para Office, obteniéndose además por la misma vía los termogramas de la primera derivada del cambio de masa (D1TG; dm/dt).

Caracterización Mineralógica: Las características mineralógicas se verán en la lupa binocular MEIJI con cámara digital SONY.

Microscopía Electrónica de Barrido.

Microscopía Electrónica de Barrido con Analizador de Rayos X: Las imágenes y espectros realizados se obtuvieron mediante el empleo de un microscopio marca TESCAN, modelo 5130 SB y un analizador de rayos X de la marca OXFORD INSTRUMENTS modelo INCA 350, se trabajó bajo determinadas condiciones.

Tabla 4. Condiciones de trabajo del Analizador de Rayos X

La microscopía	
Detectores	De electrones secundarios y retrodispersados
Voltaje de aceleración	20 kV
Distancia de trabajo	23 mm
Corriente del haz	En posición 8
Inclinación de platina	0 grados
El microanálisis	
Tiempo de procesamiento	PT 5
Tiempo de adquisición	60 s (tiempo vivo)
Área barrida	Rectangular, inscrita

Las imágenes de microscopía electrónica se procesaron mediante el software VEGA TC versión 1 y los microanálisis de rayos X mediante el software INCA ENERGY. Para las identificaciones de fases minerales se utilizó la información acumulada con el uso de estas técnicas sobre la base de minerales conocidos y la suministrada por las listas de minerales de la IMA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación y descripción de las muestras: Las muestras para su estudio fueron Molida homogenizadas y cuarteadas para obtener una porción de -0.074 mm para los diferentes ensayos las muestras de la segunda etapa además de estos requerimientos se pusieron en la estufa por encontrarse húmedas.

Análisis Químicos: Los resultados de los análisis químicos realizados a las muestras de colas se pueden observar en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Resultados del análisis químico de Au de las muestras de colas de la I y II etapa

Muestras	Au g/t
I Etapa	
5166	116.8
5167	1.26
5168	73.07
5169	1.57
5170	12.04
II Etapa	
027- A1	1.31
028- B1	4.69
029 -C1	1.29
030-D1	0.88
031-A2	1.02

Como se puede observar en la tabla las muestras de la I etapa presentan contenidos elevados de oro a excepción de la 5167 y la 5169 que presentan contenidos de 1.26 y 1.57 g/t, mientras que los

contenidos de las muestras de la segunda etapa son mucho más bajo entre 4.69 y 0.88 g/t, es necesario explicar que se realizaron 3 análisis los de mayores contenidos se realizaron por el procedimiento químico de gravimetría y el resto dilución en agua regia y leído en el equipo de Absorción Atómica. No obstante se demuestra que todas las muestras poseen contenido de Au recuperables.

Análisis Térmico: Se reporta el análisis de fases de las etapas de las etapas I y II aplicando la técnica de análisis térmico en la variante de termogravimetría. En este, se recogen los termogramas de muestras constituidas según resultados del análisis por Clorita + Serpentina solamente presentes en las muestras de la etapa I considerándose la fases mayoritaria al igual que la calcita que están presente en las muestras de ambos grupos, mientras en la II etapa la fases mayoritaria es la serpentina, esto tiene la explicación que es debido a que las muestras de la etapa II al ser de granulometría más fina las fases se encuentran liberadas, además en la 5167, 5168 y 5169 se define la presencia de material carbonoso (Carbón) con señales que se observan por encima de 750 °C. Se observa además la existencia del sulfato de hierro el cual proviene de los sulfuros presentes en este yacimiento, vea imágenes de termogramas más significativos 1, 2, 3, 4, 5.

Como se puede observar, en **Tabla 6** se muestra el comportamiento donde la serpentina se encuentra con frecuencia entre crecida con la clorita producto del proceso de cloritización. Otra característica importante es el contenido de material carbonoso que se observa en algunos termogramas aunque en muy bajo contenido.

Análisis granulométrico: Para la aplicación del análisis granulométrico se utilizaron 5 tamices, los resultados del mismo se presentan en la **tabla 7** y **8**.

Como se observa en la **tabla 7** los porcentos más altos de rendimiento de las partículas se encuentra en

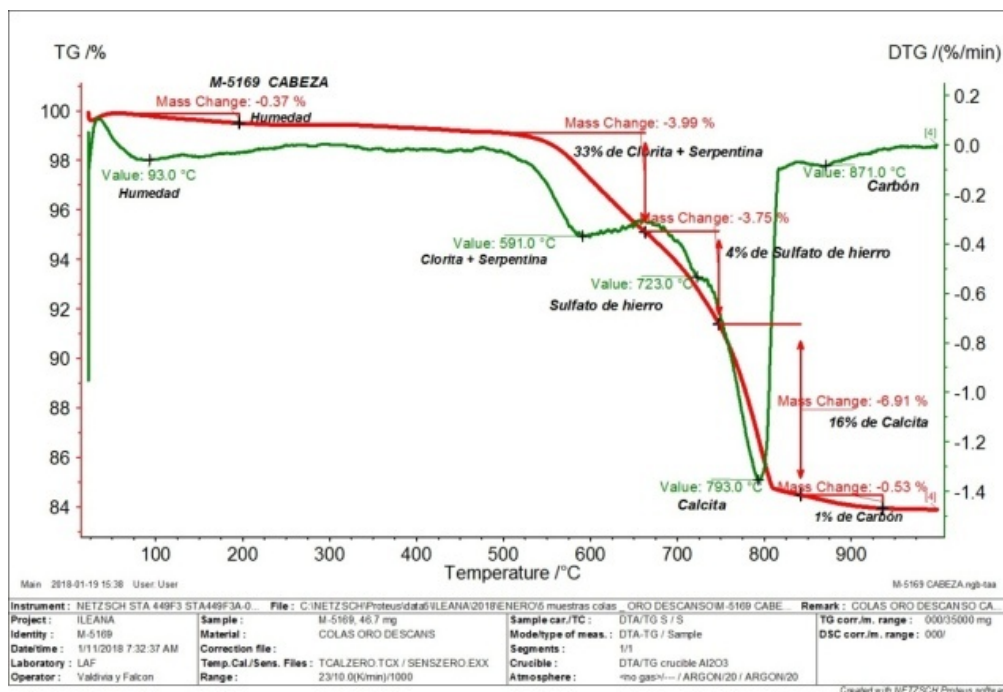


Imagen 1. Termograma de la muestra M-5166

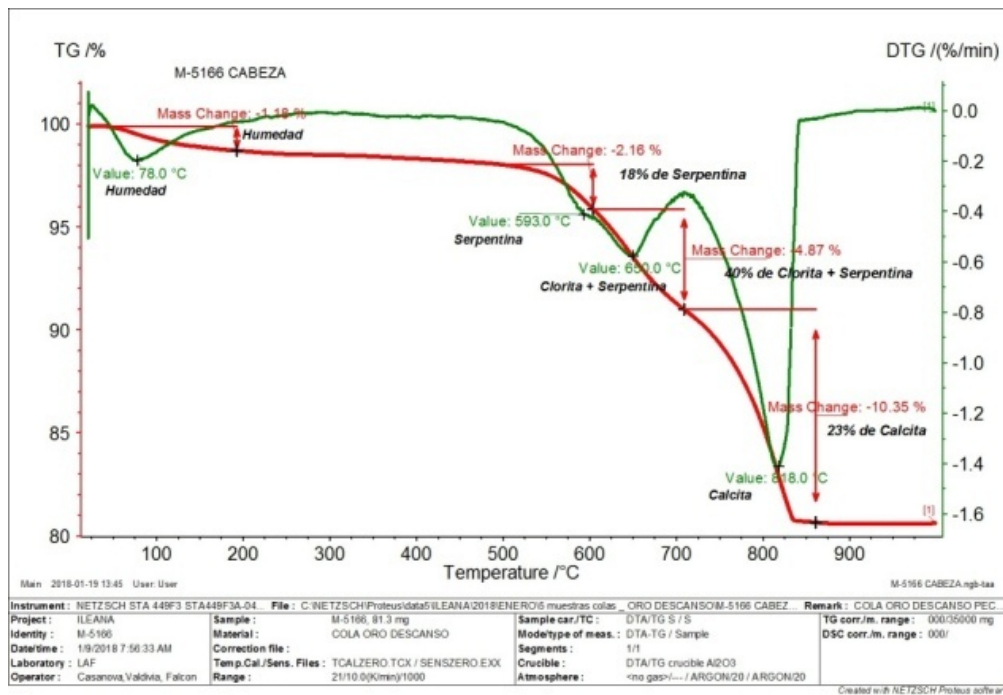


Imagen 2. Termograma de la muestra M-5169

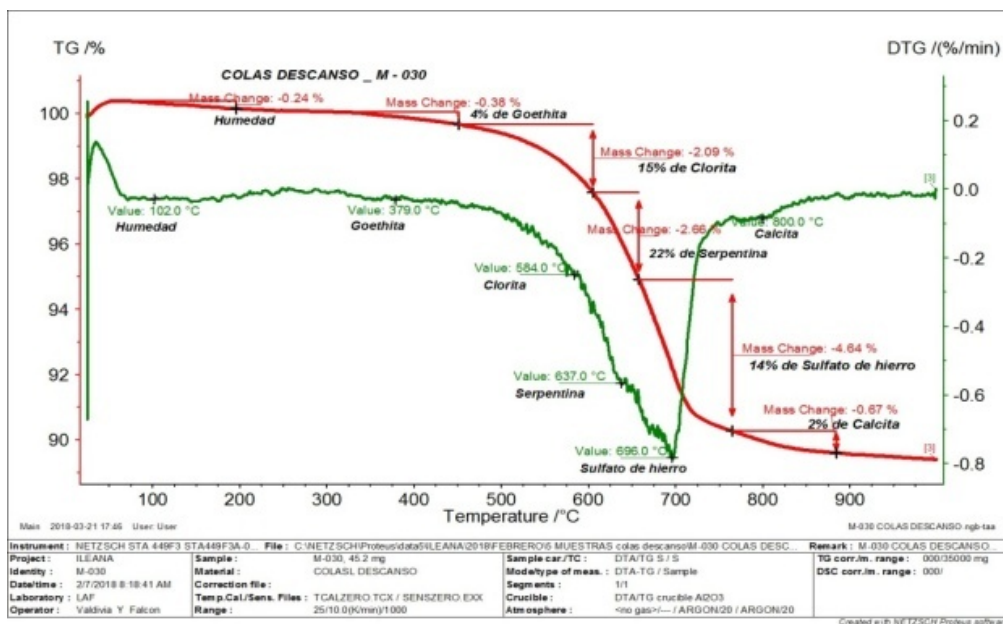


Imagen 3. Termograma de la muestra M-029

la fracción por encima de 1 mmy en algunas muestras como la 5166, 5167 y 5169 en la fracción -0.074 mm el rendimiento es un poco mayor, repetimos como se ha dicho en otros informe de caracterización esto nos da a entender que la existencia del oro bloqueado que se encuentra en los sulfuros dígase arsenopirita es muy poco el contenido que se encuentra liberado.

En la tabla 8 se observa que los porcentos más altos de rendimiento de las partículas se encuentran en la fracción por debajo de 0.074mm, todo lo contrario a lo que se observo en la tabla 7, esto nos

dice que la granulometría de las colas depende de la eficiencia en la molienda que sucedía en ese estadio de tiempo, esto se puede observar mejor en la grafica de la imagen 5.

Resultados mineralógicos

El estudio mineralógico corroboró los resultados ya obtenidos por el Análisis Térmico Diferencial (ATD), y la Microscopia Electrónica de Barrido (MEB), en la etapa I la fase predominante es la serpentina hasta 81 % y la principal portadora del mineral oro ver

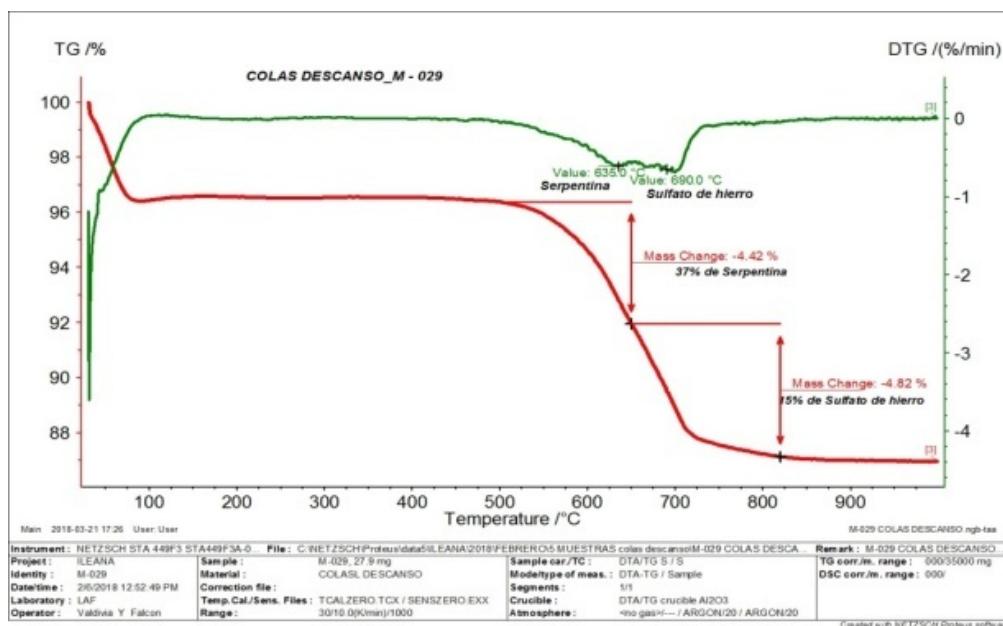


Imagen 4. Termograma de la muestra M-030

Tabla 6. Resultado de la caracterización de fases por ATD en muestras de colas de la presa de la planta de Descanso %

Muestra	Clorita + Serpentina	Calcita	Sulfato de hierro	Carbón	Serpentina	Goethita	Clorita
5166	40	23			18		
5167	31	12	12	<1		2	
5168	33	12	13	1			
5169	33	16	4	1			
5170	58	16	8				
027		2	15		25		11
028		1	14		22		12
029			15		37		
030		2	14		22	4	15
031		2	16		27		12

Tabla 7. Resultado de análisis granulométricos de las muestras de cola de la I etapa (%)

Fraciones	M-5166	M-5167	M-5168	M-5169	M-5170
F+1mm	35,88	29,98	41,26	31,62	34,42
F-1+0.500mm	14,50	15,21	16,50	16,25	18,24
F-0.500+0.212mm	14,22	16,77	14,80	16,04	17,03
F-0.212+0.106mm	8,90	10,31	8,38	9,61	8,90
F-0.106+0.074mm	3,27	3,87	2,89	3,14	2,77
F-0.074mm	23,23	23,86	16,17	23,34	18,64
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabla 8. Resultado de análisis granulométricos de las muestras de cola de la II etapa (%)

Fraciones	027-A1	028-A2	029-B1	030-C1	031-D1
F+1mm	0.06	0.14	0.16	0.04	0.06
F-1+0.500mm	1.32	2.00	1.96	1.90	0.54
F-0.500+0.212mm	14.28	18.48	18.36	18.90	10.54
F-0.212+0.106mm	32.32	30.28	34.80	33.80	35.32
F-0.106+0.074mm	15.38	13.12	13.52	12.04	14.28
F-0.074mm	36.64	35.98	31.20	33.32	39.26
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

imagen 6, no se descarta que la arsenopirita sea un portador del oro pero esta se encuentra en proporciones muy pequeñas. El oro también lo vamos a ver grueso y libre ver imagen 7.

En la II etapa la serpentina alcanza los 52.87%, también encontramos magnetita y calcita, el mineral de oro que se encuentra es fino.

Resultados de Microscopía Electrónica

Composición general de las muestras sólidas recibidas: Dando continuidad a la investigación se realizaron análisis puntuales a partículas formadoras de las muestras antes referidas, comprobándose el predominio en ellas de serpentinas y en menor medida de clorita y óxidos de hierro, las que aportan la mayor parte de los contenidos de oxígeno, magnesio, silicio, calcio y de hierro que se detectaron. El carbono medido está afectado por la composición de los porta muestras utilizados en los análisis, aunque también se detectaron escasas partículas de carbón formando parte de las muestras así como de calcita.

Otros minerales detectados, aunque no llegaron a reflejarse en la composición general de las muestras, fueron la actinolita, la altaíta, la arsenopirita, la baritina, la espinela cromífera, la galena, la pirrotina, la querargirita, la lollingita, la niquelina y diferentes formas de oro que son descritas con más detalles en el epígrafe que sigue. También se detectaron otros minerales aislados.

La **Tabla 9** muestra los nombres y las fórmulas químicas de la mayoría de los minerales detectados en las 10 muestras sólidas que se analizaron.

Caracterización de las partículas de oro analizadas en las muestras sólidas

Se detectó la presencia de partículas de oro en la totalidad de las muestras de la presa de cola que se recibieron, de ellas fueron analizadas y medidas un total de 71 partículas, aunque se observó un número mayor.

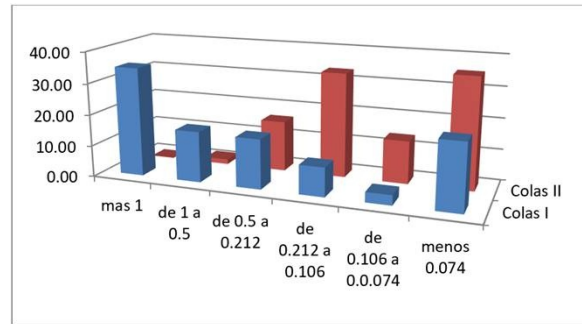


Imagen 5. Grafica de la comparación granulométrica entre las muestras de la etapa I (Año 2013) y las muestras de la segunda etapa (año 2018), véase la diferencia entre ellas en las fracciones gruesas y las finas

Tabla 9. Minerales principales detectados en las muestras de la Presa de Cola

No.	Mineral	Fórmula química
1	actinolita	$Ca_2(Mg_{4.5-2.5}Fe_{0.5-2.5})Si_8O_{22}(OH)_2$
2	altaíta	PbTe
3	arsenopirita	FeAsS
4	baritina	Ba(SO ₄)
5	calcita	CaCO ₃
6	cloritas	$Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$
7	espinela de cromo	(óxidos de Fe y Cr con Mg y Al)
8	electrum	Au-Ag
9	galena	PbS
10	goethita	FeO(OH)
11	ilmenita	FeTiO ₃
12	serpentina	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
13	lollingita	FeAs ₂
14	materia orgánica	C
15	niquelina	NiAs
16	oro nativo	Au-Ag
17	óxidos de hierro	Fe _x O _y
18	pirrotina	FeS
19	querargirita	AgCl

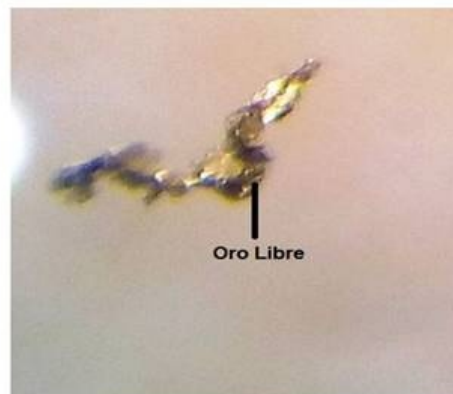


Imagen 6 y 7. Derecha, grano de oro en serpentinafracc. +0.212m, izquierda grano de oro librefracc. +0.106 mm

A continuación se describen las características que se estudiaron en dichas partículas y que pueden tener un mayor impacto desde el punto de vista de un proceso extractivo.

a) **Dimensiones de las partículas de oro:** Las dimensiones de las partículas de oro tienen un impacto determinante en el proceso extractivo. Durante el estudio se detectaron partículas relativamente grandes (varias de más de 800 micrómetros) y un tamaño promedio de 257.9 micrómetros. La *imagen 8* muestra la gráfica de dispersión del tamaño que se obtuvo para las 71 partículas de oro que fueron analizadas.

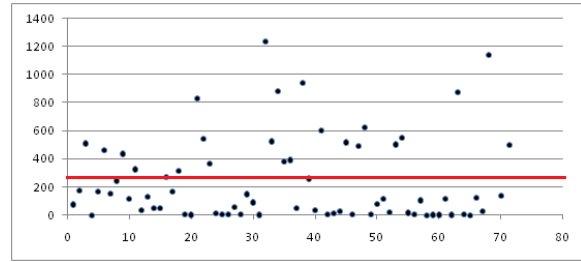


Imagen 8. Dispersión del tamaño de partículas de oro en las cinco muestras de la presa de colas. La línea roja indica el valor medio

b) **Pureza de las partículas de oro:** La mayor parte de las partículas analizadas corresponden a oro nativo (65) y siete de ellas presentaron contenidos relativamente altos de cobre (hasta 3.38%). Las partículas restantes (6) correspondieron a electrum. En general el contenido de plata en las 71 partículas representó un 20,6%. La *Imagen 9* corresponde a cuatro partículas de oro nativo representativas de las muestras recibidas.

de cianuro, caso en que este parámetro resulta favorable. La *Imagen 10* corresponde a dos partículas cuya superficie muestra un grado de exposición relativamente alto.

En otros casos las partículas de oro se encuentran relativamente cubiertas de otros minerales como serpentina, clorita y arsenopirita. Esto origina un aumento en el tiempo requerido para la disolución de las partículas. La *imagen 11* ilustra este caso.

También se observaron partículas de oro incluidas parcialmente en serpentina y en clorita.

c) **Grado de exposición a la acción de una solución de cianuro:** Otro factor que interviene significativamente en la eficiencia de la solubilidad del oro es el grado de exposición superficial que presenta a la solución de cianuro. En las muestras investigadas se observaron diferentes variantes atendiendo a este parámetro. En algunos casos las partículas se encuentran libres y la mayor parte de su superficie expuesta a la posible acción de la solución

En estas partículas la mayor parte de la superficie no está expuesta, por lo que la potencial acción del cianuro se produciría en un porcentaje relativamente bajo de su superficie.

Otro caso que se observó con menos frecuencia, fue la limitación del área de oro expuesta por presencia de carbón en la superficie. El carbón interviene en el proceso tecnológico de la planta por lo que su presencia en la superficie del oro presente

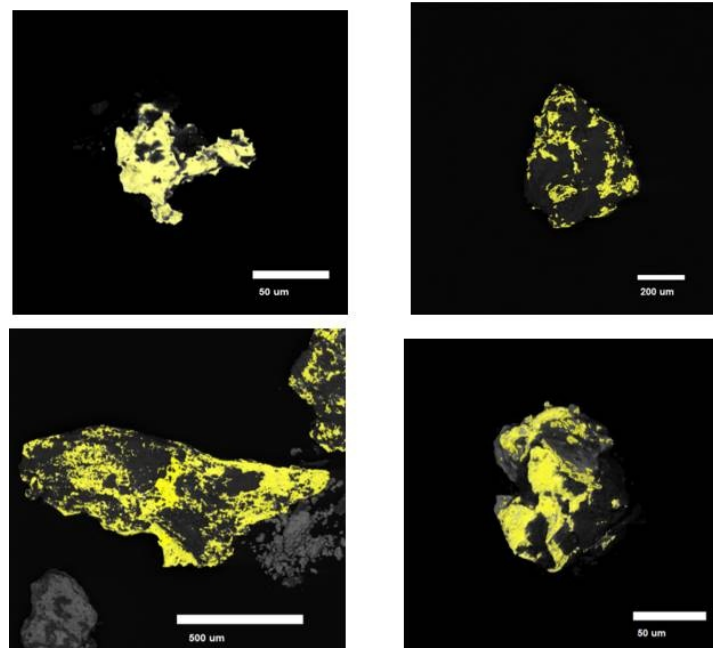


Imagen 9. Extremo superior izquierdo, partícula de oro de 91 um en M 5166. Extremo superior derecho, partícula de oro de 406 um en M 5167. Extremo inferior izquierdo, partícula de oro de 118 um en M 5168. Extremo inferior derecho, partícula de oro de 1237 um en M 5169.

en las colas requiere de un estudio más amplio. La **imagen 12** ilustra un caso en que se detectó presencia de dicho elemento en la superficie del oro.

Por último, se detectaron partículas de oro completamente bloqueadas en el interior de arsenopirita y también de arsenopirita y serpentina, en estos casos se trata de oro que aunque se contabiliza en los análisis químicos de laboratorio, su superficie permanece fuera del alcance del cianuro en el proceso de no recurrirse a técnicas apropiadas de liberación, un proceso convencional de lixiviación no recupera dicho oro. La **imagen 13** ilustra esta situación.

Elementos químicos con potencial impacto tecnológico detectados en las muestras sólidas

Algunos elementos químicos como el cobre y el níquel, y minerales como la pirrotina pueden intervenir en el proceso de manera desfavorable. Como las muestras que se investigan corresponden a colas que ya sufrieron un proceso de lixiviación, es de suponer que algunos de estos minerales y elementos han sufrido una disminución, no obstante se detectaron partículas con altos contenidos de cobre (9) y de níquel (13), así como de otros sulfuros potencialmente dañinos al proceso (91), por lo que este es un aspecto que merece mayor estudio en

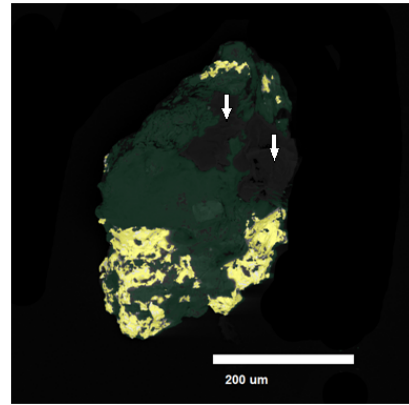


Imagen 12. Partícula de oro detectada en M 5167. Se ha recurrido a un procesamiento digital de la imagen para destacar la ubicación de los diferentes minerales. La zona de color amarillo corresponde al oro nativo, la de color verde a la cubierta de serpentina mientras que la de color gris oscuro (señalada con flechas) corresponde a carbón

estas colas. La **imagen 14** ilustra la presencia de sulfuro de plomo (altaita), mineral que se detectó en 6 oportunidades en las muestras.

Elementos químicos con potencial impacto ambiental en las muestras sólidas

Además del arsénico, fundamentalmente asociado a la arsenopirita y que se detectó en 53 oportunidades

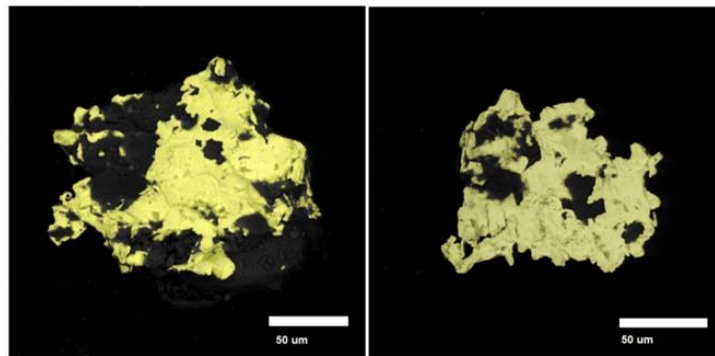


Imagen 10. Partículas de oro provenientes de la muestra M 5167 y M 5168. Nótese que aunque una parte de la superficie de las partículas se encuentra cubierta de serpentina, lo que dificulta la acción del cianuro, la mayor parte de la superficie se encuentra expuesta.

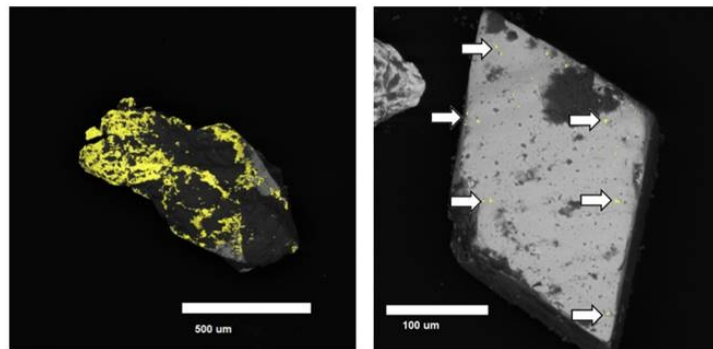


Imagen 11. A la izquierda una partícula de oro proveniente de la muestra M 5167. Una parte de su superficie se encuentra rodeada de serpentina (mineral oscuro) y de arsenopirita (mineral gris), lo que dificulta la acción del cianuro. A la derecha una partícula de arsenopirita proveniente de M 5166 en cuya superficie emergen granos diminutos de oro (señalados con flechas), solo una parte de la superficie de estos granos queda expuesta a la acción del cianuro

en las muestras, se detectaron partículas portadoras de otros tóxicos metálicos como mercurio (4), plomo (33), el propio telurio que ya fue mencionado en el epígrafe anterior y el bario (28). La **imagen 15** muestra dos partículas de arsenopirita relativamente grandes detectadas en las muestras **M 5167** y **M 5168**.

CONCLUSIONES

1. El oro fue analizado químicamente en 71 oportunidades en las muestras sólidas de la

presa de cola, aunque se observó un número mayor de partículas. Apareció fundamentalmente como oro nativo y en menor medida como electrum, con dimensiones promedio de 257,9 μm y generalmente con la superficie parcialmente cubierta sobre todo de serpentina. En algunos casos se detectó bloqueado en el interior de arsenopirita y también de arsenopirita y serpentina.

2. Los minerales predominantes en las muestras sólidas de la presa de cola fueron la serpentina y en menor medida la clorita y los óxidos de hierro, también se detectaron otros minerales. En el

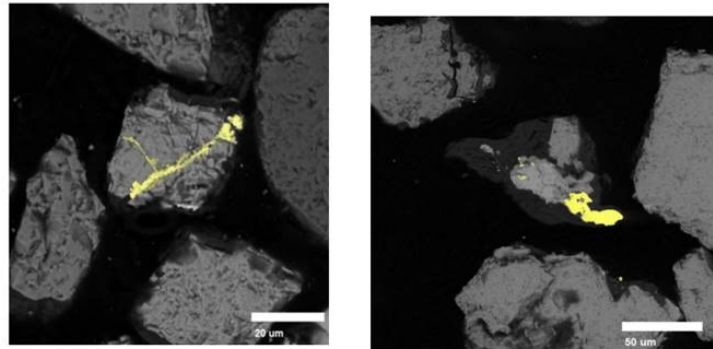


Imagen 13. A la izquierda una porción de oro detectada de la muestra M 5166. Se observa que el oro se encuentra alojado en el interior de arsenopirita. A la derecha una partícula de arsenopirita y serpentinita de la propia muestra M 5166 la cual mantiene el oro bloqueado a la acción del cianuro. Estas imágenes son obtenidas luego de procesar convenientemente las muestras para observar el interior de los minerales

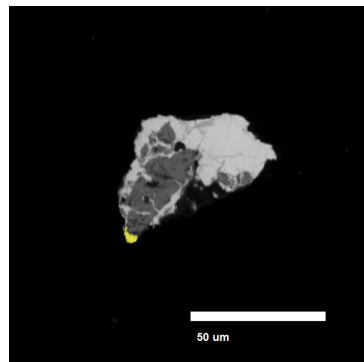


Imagen 14. Partícula compuesta por tres minerales que se detectó en la muestra M 5169. El mineral de color gris más claro corresponde a sulfuro de plomo (altaita), el mineral de color gris más oscuro a arsenopirita. También hay presencia de una pequeña cantidad de oro que se ha destacado con el color amarillo.

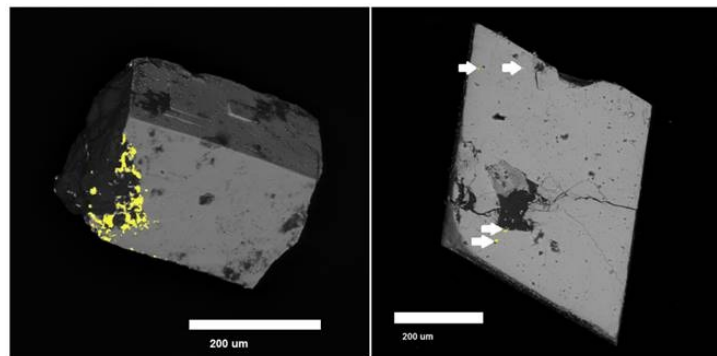


Imagen 15. Partículas de arsenopirita detectadas en la muestra M 5167 y M 5168. El mineral de color amarillo que se destaca en su superficie corresponde a oro nativo, también presentan algunas máculas superficiales de serpentinita (de color más oscuro)

cuerpo del informe se brinda una tabla que contempla la mayoría de los minerales detectados.

3. En las muestras sólidas de la presa se detectados algunos minerales portadores de elementos nocivos para un proceso extractivo así como con impacto ambiental, aspecto en el que deberá profundizarse.
4. En el residuo de la muestra líquida proveniente del proceso se detectó la presencia de partículas aisladas de oro, así como un contenido de arsénico relativamente alto, elemento de elevado carácter tóxico. Otros elementos detectados se reportan en el cuerpo del informe.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Alonso A, Saito A. & Yasuoka T. 1991. Distribución de elementos secundarios en menas cubanas y productos de su procesamiento industrial, 2nd International Symposium on Mining and Metallurgy, CIPIMM, 20-22 Noviembre, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, pp. 703-711.
- Betejtin, A. 1970. Curso de mineralogía. 2. Ed. Moscú: MIR, 500 p.
- Cabrera I. & colectivo de autores. 1998. S.C.T. Caracterizacáo Tecnológica de Minerio de OURO. CETEMM. Rio de Janeiro. Brasil 21 p.
- Cabrera I. & colectivo de autores. 2010. Informe del estudio mineralógico realizado a muestras de pozos criollos y trincheras del sector El Limón en el yacimiento Loma Jacinto procedentes de Geominera Camagüey. La Habana: CIPIMM, 56p.
- Cabrera I. & colectivo de autores. 2017. Informe del estudio mineralógico realizado al depósito Lote grande. La Habana: CIPIMM
- Colectivo de autores. Sistema de Clasificación de las rocas cubanas. Instituto de Geología y Paleontología.