

AUTORES

Jesús Manuel López Kramer
 Mabel Rodríguez Romero
 Carbeny Capote Marrero
 José Antonio Alonso
 Domingo González Castellano

13. RECIBIDO: SEPTIEMBRE, 2017 15. ACEPTADO: NOVIEMBRE 15, 2017

ANÁLISIS DE LAS INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS PARA ORO DEL PROGRAMA NACIONAL DE DESARROLLO DE LA GEOLOGÍA

ANALYSIS OF THE GEOLOGICAL INVESTIGATIONS FOR GOLD OF THE NATIONAL PROGRAM FOR THE DEVELOPMENT OF GEOLOGY

RESUMEN

En el análisis de las investigaciones geológicas se valoran los aspectos metodológicos y técnicos-económico de mayores relevancias que influyen en la eficiencia de las inversiones geológicas. Como referencia se incluyen 6 objetivos en subfase de exploración para menas primarias y oxidadas, ubicados en diferentes Ambientes Geotectónicos. Se analiza cuantitativamente la inversión para la toma de muestra con trincheras en zonas oxidadas, en menas primarias por pozo criollo – galería y la exploración subterránea – combinado y la relación con los recursos a obtener, así como la influencia en los laboratorios y las perforaciones. Se concluye que la definición de la factibilidad de los proyectos continuará siendo muy comprometida hasta que no se solucionen las insuficiencias de la base analítica y la acreditación de los laboratorios. Estimar la eficiencia de las inversiones en las investigaciones geológicas permitirá a los decisores evaluar fortalezas y debilidades. Los resultados muestran que el ciclo de investigación geológica es dilatado y costoso, constituyendo los costos para la toma de muestra e investigaciones tecnológicas del 14 –25 % del total de la inversión en la exploración sin una relación con los recursos a obtener.

Palabras clave: análisis, investigaciones geológicas, oro.

In the analysis of Geological Investigations, the methodological and technical - economic aspects of greater relevance that influence the efficiency of geological investments are evaluated. As a reference, 6 objectives are included in the exploration sub phase for primary and oxidized ores, located in different Geotectonic Environments. Quantitative analysis of the investment for sampling with trenches in oxidized zones, in primary ores for well - gallery and underground exploration - combined and the relationship with the resources to obtain, as well as the influence in laboratories and drilling. It is concluded that the definition of the feasibility of the projects will continue to be much compromised until the insufficiencies of the analytical base and the accreditation of the laboratories are solved. Estimating the efficiency of investments in geological investigations will allow decision makers to assess strengths and weaknesses. The results show that the geological research cycle is long and expensive, constituting the costs for sampling and technological Investigations of 14 - 25% of the total investment in exploration without a relationship with the resources to be obtained.

Keywords. Analysis, Geological Investigations, Gold.

ABSTRACT

TABLA DE CONTENIDOS

Entre las estrategias que se llevan a cabo por el Programa Nacional de Desarrollo de la Geología (PNDG), está acelerar los estudios geológicos encaminados al incremento del grado de conocimiento de los recursos auríferos dando prioridad a aquellos objetivos de mayores perspectivas para el desarrollo de la actividad minera. A partir de 2013, el control y financiamiento del PNDG recae en el Instituto de Geología y Paleontología IGP. Servicio Geológico de Cuba. MINEM siendo su ejecutor principal el Grupo Empresarial Geominsal.

Las subfases de Prospección y de Exploración se corresponden con las investigaciones geológicas de mayor riesgo y son las que definen el éxito o no de encontrar un nuevo depósito o desechar un área, por tanto son las que mayor recurso técnico y mayor experticia del geólogo requieren. En términos generales la Prospección requiere de profesionalidad, la exploración tiene más de oficio.

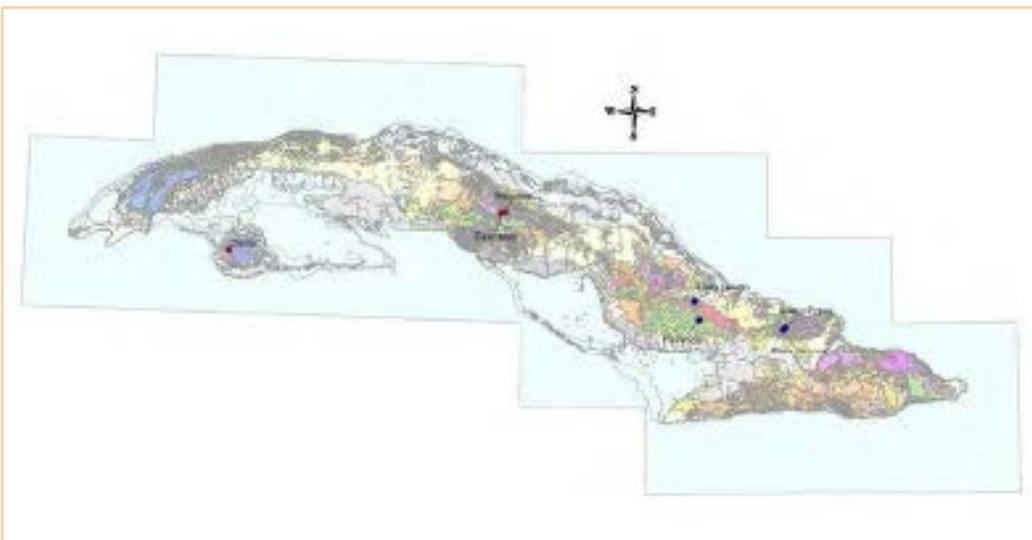
La exploración es la actividad minera donde se deben demostrar las dimensiones, posición, características mineralógicas, recursos, definir tecnologías de procesamiento y el valor económico del depósito mineral. Esto permitirá desarrollar el proyecto minero de explotación que definitivamente establecerá las reservas minerales (probables y probadas) del ya constituido yacimiento. Esto, de no existir conflictos de intereses que lo invalide para la explotación (financieros, ambientales, de mercado, políticos, estratégicos de último momento).

Los recursos medidos por su grado de detalle solo podrían obtenerse durante los trabajos de exploración, pero aun en una exploración, en depósitos primarios de oro de geología compleja y clasificados como pequeños, cuya exploración y cubicación debe realizarse empleando laboreos mineros, es recomendado y práctica común, obtener una categoría de hasta indicado, como es el caso de la mina Descanso y Melonera.

En el análisis económico presentado no se tienen en cuenta lo invertido en las investigaciones geológicas precedentes en estos proyectos. Esta cifra es de difícil estimación por lo dilatado en el tiempo y por la diversidad de actores, entre estos se destacan los que se conserva información y aportaron incrementos en el desarrollo así como las variaciones de los precios del oro y la plata y el no acceso a financiamiento y tecnologías. Entre estos periodos del desarrollo de las investigaciones geológicas se destacan. Encuentro – Neocolonia. 1492 – 1959, Consejo de Ayuda Mutua Económica. CAME. 1962 – 1988, Inversión extranjera. Asociaciones Económicas Internacionales – Empresas Mixtas. 1993 – 2000, El Convenio de Colaboración Cuba – Venezuela 2008 – 2013, El Programa Nacional del Oro 2012 – 2025 y el Programa Nacional de Desarrollo de la Geología 2013 - 2020. Las variaciones del precio del oro en el periodo de 2009 – 2017, han oscilado entre los 2 000 – 1 282 USD/Onza (-718 USD/Onza).

Se han invertido por el PNDG entre 2013 - 2018, en 13 objetivos del oro el 33 % del total general dedicado a las investigaciones geológicas. Como elementos positivos a la economía se destacan el impacto de la producción de las 3 plantas, que aunque no logra estabilizarse en todas el precio de venta del Doré es de aproximadamente 32 000 USD/Kg, adicionalmente los beneficios sociales a la comunidad minera.

Las investigaciones geológicas se han concentrado en el desarrollo de 8 prospectos identificado recursos de menas primarias, de las cuales solamente se explota 1 pequeño yacimiento Tabla 1, Figura 1. Los yacimientos primarios de oro son clasificados como pequeños por el volumen de reservas, de ellos solamente un yacimiento es de escala media a nivel mundial Delita en la Isla de la Juventud. Este constituye un tipo de mineralización aurífera exótica para el archipiélago.



01. FIGURA

Ubicación de los principales depósitos auríferos primarios tomados como referencia Margen Continental Distensivos Pasivo. Terreno Pinos. Tipo Delita. En el Cinturón Ofiolítico Septentrional Mesozoico, pero ubicados en diferentes complejos y con diferencias en su composición sustancial, se dividen en a- en serpentinitas miloníticas, aisladas o que aportan bloques de metamorfitas (malange) y los ubicados en gabros y serpentinitas intercalados y b- Tipo Lote Grande - Jobosí (Cobre - oro ultrafino con cuarzo y sulfuros). Arco volcánico Cr. Tipo Florencia - Loma Jacinto. Ambiente geotectónico de Intraplacas del N - Q, se asocian los depósitos secundarios tipo gossan de Florencia - Big Golden.

INTRODUCCIÓN

La aparición de pequeños depósitos genera un margen de error en cuanto a su clasificación mediante la utilización de patrones de yacimientos bien conocidos - mundiales.

A finales de los 90 del siglo pasado durante la caída de los precios del oro por debajo de los 250 USD/onza, la tendencia del mercado internacional y de las grandes empresas fue fusionarse, formar alianzas, cerrar operaciones mineras y vender los prospectos menos rentables. El objetivo fue concentrarse en mantener solamente las operaciones mineras más rentables, e invertir en los proyectos de mayor factibilidad. Es de destacar que (paradójicamente) pese a las limitaciones económicas, en nuestro país, ha existido una tendencia a aumentar los objetivos de investigación, sin una prioridad expresa en aquellos objetivos de mayor potencial cuya entrada en operaciones significaría un crédito adicional a las investigaciones geológicas y operaciones mineras. La sectorización empresarial en estas investigaciones donde se diluye de cierta forma así, los recursos financieros, materiales y humanos, no parece ser la estrategia minera más aconsejable.

Se toman como referencia para este análisis 6 objetivos financiados por el Programa Nacional de Desarrollo de la Geología comprometidos para garantizar los recursos en categorías Medidos e Indicados. Estos representan el 46 % del

total de los incluidos en el desarrollo del oro. Las investigaciones geológicas son ejecutadas por 2 empresas diferentes. Las fuentes estadísticas fueron tomadas del Grupo de Control a la Actividad Geológica del Instituto de Geología y Paleontología, IGP, Servicio Geológico de Cuba.

Los depósitos de oro incluidos en este análisis se ubican en diferentes Ambientes Geotectónicos. (Figura 2). El estudio detallado de la composición de las menas y del Análisis estructural permitió establecer las principales regularidades y diferencias para cada ambiente geotectónico, elementos que tienen un significado práctico a considerar en los pronósticos de las nuevas áreas, en las exploraciones y en la elaboración tecnológica de las menas.

Para el análisis del costo en las Exploraciones Complementarias se incluyen en la muestra 3 objetivos. Loma Jacinto, Big Golden Hill y Florencia. Estos tienen diferentes grados de dificultades en las tomas de muestras para las investigaciones metalúrgicas a escalas de Planta Piloto y volúmenes de recursos a evaluar. (Figura 2).

MATERIALES Y MÉTODOS

| TIPOS MINERALÓGICOS | TIPO GEOQUÍMICO | COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ORO | COMENTARIOS |
|--|------------------------------------|---|---|
| | Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Te, Bi. | Oro nativo de alta pureza (900 - 950). Libre en cuarzo, en relleno de grietas e inclusiones en la pirita y en asociación con los Teluros. Minerales de los telururos de Au, Bi, Ag y Pb: calaverita, silvanita, petzita, stutsita, hessita, altaita, telurobismutita, volinskita, tsumoita, rasklidyita, altaita que aportan hasta el 11 % del Au en los concentrados | Florencia. Ubicado al Sur, de los granitoides en zonas de fallas con dirección NE - SW. Necesarias investigaciones que permitan la asimilación de las menas primarias. Limitado por el rumbo. Posible continuidad de las zonas por el buzamiento. Loma Jacinto. Segundo mayor depósito del archipiélago. Descubierta en los 90. Ubicado al Norte de los granitoides en un sistema de fallas con dirección predominante NW- S E. Exploración complementaria en 3 vetas (sistema vetítico con unas 10 vetas conocidas). No está limitado por el rumbo ni por el buzamiento. |
| Carbonatos - oro - arsenopirita - pirita. Descanso, Meloneras, Oropesa | Au - Ag- Cu- Pb - Zn -Te -Bi. | Oro nativo, aurocuprita, electrum. Mayores valores de Hg y Cu en el oro lo que le da una tonalidad rojiza. Oro libre en los carbonatos rellenando grietas en la arsenopirita y escasos sulfuros y sulfoarseniuros. Formas irregulares, dendríticas. Son los granos de oro de mayores tamaños observados. | Los depósitos de la región central Descanso - Meloneras son raros a nivel mundial. Mena pobre en sulfuros y altas leyes. Procesos posteriores de listvenitización, rodinguitización, talquitización), así como la removilización con presencia de minerales de Ni - Co y tierras raras. |
| Cuarzo - Carbonatos - oro - arsenopirita - pirita. Nuevo Potosí, Agrupada. | Au - Ag- Cu- Pb - Zn -Te -Sb - Bi. | Oro nativo, aurocuprita, electrum, amalgama de oro - Hg - Ag. Mayores valores de Hg y Cu en el oro lo que le da una tonalidad rojiza. Oro libre en los carbonatos y cuarzo, rellenando grietas en sulfuros. Formas planas, irregulares, esponjosas, en asociación con silicio nativo. Son los granos de oro de mayores tamaños observados. | Menas con relativa mayor abundancia de sulfuros con respecto a la región central). Los procesos posteriores son más intensos (Serpentinización, Rodinguitización, Listvenitización con lechtenbergita, turingita, y rutilo leucoxenizado como mineral accesorio. Las alteraciones del tipo propilitas y beresitas, al igual que las listvenitas se formaron en zonas muy cercanas al contacto con áreas de circulación de soluciones calientes, y enriquecidas en componentes de alta reacción, así como la removilización con presencia de minerales de Ni - Co. |

NOTA

Se incluyen solamente aquellos yacimientos primarios que tienen estudios de factibilidad, pre-factibilidad e investigaciones metalúrgicas.

I.- SOBRE LA INVERSIÓN EN LA EXPLORACIÓN

La inversión total en la exploración de los 6 proyectos se muestra en la tabla 2. El análisis de la inversión en la exploración y los recursos a obtener son preliminares, ya que estos objetivos antes del financiamiento por el Instituto de Geología y Paleontología - MINEM tenían una larga historia de gastos y tiempo.

En la tabla 1, se muestran los valores de los costos entre los ensayos tecnológicos, la toma de la muestra el % que estos representan del total de la inversión en la exploración y los recursos a obtener.

Las investigaciones tecnológicas asumen precios de referencia internacionales pero las mismas deben estar acorde con esos mismos estándares de calidad y tiempos en la entrega de los resultados comprometidos. Este reto lo tiene el Centro de Investigaciones Metalúrgicas (CIPIMM) Centro rector para este tipo de investigaciones al asimilar los objetivos comprometidos y dar respuesta para. Barita, Loma Jacinto Veta Beatriz, Big Golden Hill, Florencia, Lote Grande y en un futuro Meloneras. Esto implica que se acumularán muestras tecnológicas por investigar, donde evidentemente su número en nuestras condiciones actuales supera la capacidad de respuesta en término más convenientes para las mismas.

Para el caso de los laboreos mineros superficiales las trincheras se destacan como trabajos muy caros según los

precios establecidos para la actividad, independientemente sean ejecutadas por recursos propios (buldócer-retroexcavadora) con tarifas que deben ser analizadas. En los casos de los laboreos mineros subterráneos, pozos criollos y galerías se destacan diferencias en costos y tiempo entre las construcciones de los Pozos criollos - galerías por terceros para Loma Jacinto vs iguales trabajos para Lote Grande independencia de las características del macizo.

A.- MENAS OXIDADAS. TOMA DE MUESTRA. POZOS DE PERFORACIÓN - TRINCHERA**Exploración Complementaria Big Golden Hill**

El yacimiento Golden Hill está compuesto por varias zonas mineralizadas agrupadas en los alrededores de una estructura tipo caldera volcánico - plutónica, denominada Golden Hill con características similares en cuanto a composición mineralógica y presencia de cuerpos minerales lentiformes. Estas zonas mineralizadas son Little Golden Hill, Three Hill, Big Golden Hill, Castle Rock entre otros que ya han sido estudiadas con anterioridad encontrándose en explotación Little Golden Hill y Three Hill. En estas zonas se ha detectado la mineralización primaria sulfurosa (Cu - Au) y la oxidada objeto de explotación en la planta de Jobabo.

Big Golden Hill es una zona mineralizada de menas oxidadas evaluada parcialmente con anterioridad y descartada por sus bajos contenidos de oro de 0.81 g/t. Es representante de una Prospección inconclusa.

02. TABLA

Inversión por objetivos según tarea técnica y costos, toma de muestra e investigaciones tecnológicas hasta 2018 (Moneda Total) Vs recursos.

| OBJETIVOS | RECURSOS MEDIDOS E INDICADOS (ESTIMADO KG) | PRECIO OBJETO 2018 (MONEDA TOTAL) | COSTOS TOMA DE MUESTRA E INVESTIGACIONES TECNOLÓGICAS | OBSERVACIONES |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--|---|
| Jacinto Vetas: Beatriz Sur de Elena | 2 000 – 3 000 1 000 – 1 500 Total 4 000 | 4, 675, 368.29 | 298 000 14 % estimado total. El 7 % de lo invertido de la exploración es solamente para Beatriz. | Exploración complementaria. Beatriz + Sur de Elena Nueva Planta |
| Big Golden Hill | 200 - 250 | 937, 248.52 | | Exploración complementaria |
| Florenia | 250 - 300 | 663, 235.6 | | Exploración complementaria |
| Florenia + Big Golden Hill | 500 - 600 | 2, 222,675.72 | 522,192.99 23 % de lo invertido en la exploración de los dos proyectos. | Florenia + Big Golden Hill. Planta Jobabo. |
| Lote Grande | 600 - 700 | 1, 331,243.27 | 339 738 25 % de lo invertido en la exploración del proyecto. | Exploración Nueva Planta? Placetras ¿? |
| Descanso | 150 - 200 | 986,600 | | Exploración subterránea Actualmente en explotación Planta de Placetras |
| Meloneras | 2 000 – 2 500 | 1 624 664.93 | | Exploración combinada. En proceso de Proyección los trabajos de exploración. Procesamiento Planta de Placetras. |
| Total general | | 11, 759, 740. 35 | | |

NOTA

1 onza Troy = 31.10349 gr., Moneda Total = (CUP+ CUC), CUP: USD = 1
 Precio del oro 1 241 USD/onza, Plata 15. 66 USD/onza. 13/12/2017
 fuente <http://www.kitco.com/>

El término exploración complementaria fue utilizado en la Tarea Técnica y posteriormente en el proyecto. Los trabajos ejecutados entre 1996 - 97 desarrollaron una red aproximada de 40 x 40 m e hicieron ensayos tecnológicos en columnas de 5 m, lo que les permitió estimar recursos indicados. La mineralogía se asume como similar a Little Golden Hill y Three Hill. Existen resultados tecnológicos para las menas por sí solas, pero no para la mezcla de ambas menas, por tal motivo el objetivo de ambas exploraciones complementarias consiste en probar la factibilidad tecnológica para obtener una mezcla con las menas de Florencia y Big Golden Hill para ser procesados en la Planta Heap leaching – Merrill Crowe de Jobabo.

Por los resultados obtenidos por Pimentel et al., 2017 en los trabajos Exploración Complementaria, se destaca que Big Golden Hill puede aportar recursos en categorías de Medidos, Indicados e Inferidos cercanos a los 540 Kg. Los Recursos Medidos se definieron solamente para el cuerpo 1 y los Indicados se estiman en otros cuerpos, Ej., el cuerpo 2. Los restantes cuerpos minerales ocupan los niveles más profundos dentro del corte de oxidación que alcanza los 70 m de profundidad.

Practicando un estimado conceptual optimista (que se definirá en el proyecto minero, con el cual se hará el Estudio de Factibilidad y determinará el volumen a explotar a cielo abierto), asumiendo que de estos recursos si se recupera el 60 % en el proceso tecnológico serían unos 324 Kg, que a los precios actuales representan más de 11 millones de USD. Aún con la relación CUP: USD = 1, el beneficio supera ampliamente el costo. A ese beneficio económico hay que sumar lo que representa en lo social al poder dar continuidad a una planta en operaciones. Esto es necesario confirmarlo en el estudio económico correspondiente.

La muestra tecnológica se tomó por un composito de los pozos de perforación. Esto junto a las investigaciones tecnológicas para ambos proyectos (Big Golden Hill + Florencia) representan un 23 % de lo invertido en la

exploración complementaria de los dos proyectos. Tabla 1.

Pimentel (2017) recomienda para continuar desarrollando los recursos, una nueva ampliación hacia la parte sureste de Big Golden Hill que incluya la zona mineral de Castle Rock.

Exploración Complementaria Florencia

Es un pequeño depósito de oro primario en vetas con una zona de menas oxidadas con contenidos de oro sobre los 4 g/t. Tanto las menas primarias como las oxidadas han sido evaluadas en reiteradas oportunidades desde 1988. Se han desarrollado campañas de perforación y pruebas de tecnología por el CIPIMM, AUTO CUMPUT, LAKEFIELD, IGEM) para las menas primarias por pozos de mina con cortavetas y las secundarias con trincheras, tanto para el sistema de vetas Norte, cuerpos (1, 3 y 4) como el cuerpo 2, Zona Sur. Se destacan los trabajos con el Consejo de Ayuda Mutua Económica con recursos medidos e indicados. Resultados que fueron confirmados por los trabajos de la A.E.I GeoMinera S.A - MacDonald Mines LTD. Las muestras para las investigaciones metalúrgicas en 2017, se tomaron por trincheras por recursos propios en ambas zonas Norte y Sur.

Las dificultades a encontrar en este depósito son: Presencia de minerales refractarios en las menas primarias como los Te – Bi de Au y Ag (el 11 % del oro del depósito está en esta forma Kramer 1988, Kramer et al., 2009). No es un típico gossan formado a partir de cuerpos potentes de sulfuros masivos. Las vetas (cuerpos 1, 3 y 4) de menas sulfurosas primarias que dieron origen a la zona de oxidación de la Zona Norte están compuestas básicamente por pirita y calcopirita, son estrechas y tienen buzamiento de 70o, están separadas por estéril, por lo se debe esperar que aumentará la dilución – empobrecimiento durante la explotación a cielo abierto. Kramer et al., 2017.

B.- MENAS PRIMARIAS. TOMA DE MUESTRA POR LABOREOS MINEROS. POZO CRIOLLO - GALERÍA

Exploración Complementaria Loma Jacinto

Es el segundo mayor depósito primario de oro en el Archipiélago cubano, con un sistema de vetas (conocidas 8) de las cuales se incluyeron en nuestro análisis las vetas Beatriz y El Limón Nuevo. Este sistema de vetas de cuarzo es representantes de la mineralización primaria pobre en sulfuros. La toma de muestras para las investigaciones metalúrgicas se realizó por un pozo criollo de 20 metros de profundidad y galería con una extensión de 18 metros contratados a un tercero, ambos representan un 14 % de lo invertido solamente para Beatriz 7%. Tabla 1.

Exploración Lote grande

Es un pequeño depósito, representante de una Prospección inconclusa, cuya exploración dividida en 2 etapas Preliminar y Detallada pretende suplir el déficit de información de la Prospección. La mineralización primaria se encuentra en 2 zonas mineralizadas denominadas Norte y Sur constituidas por vetas de cuarzo en ocasiones brechas con sulfuros (Cu - Au) y se estudiaron hasta los 50 metros y la mineralización secundaria se estimó hasta unos 8 metros de profundidad.

Las tomas de muestras para las investigaciones metalúrgicas se realizaron por un pozo criollo de 20 metros de profundidad y galería con una extensión de 18 metros por recursos propios de la empresa. Su costo fue de 166 238 moneda total. La investigación tecnológica asciende a 173 500 Moneda total. Estas representan un 25 % del valor invertido en la exploración del proyecto. Tabla 1.

Los recursos obtenidos en la exploración son insuficientes para considerar al Sector evaluado como un prospecto viable independiente y el tratamiento de las menas en la planta de Placetos pudieran presentar dificultades. Los

trabajos de exploración revelaron que la zona mineral queda abierta hacia el Este, por lo que se propone continuar los trabajos en esta dirección y lograr incrementar los recursos en Medidos + Indicados e inferidos. Hernández, et al., 2017. Para la zona menos estudiada del Oeste se valora una Prospección con el objetivo de localizar la zona mineral y estudiar y su continuidad.

Para la planta de lixiviación en tanque de Placetos y su planta de preparación (molienda), se debe considerar su real factibilidad para asimilar mineralización cuproauríferas asociadas a vetas de cuarzo con oro ultrafino como las de Lote Grande que son parte de un campo mineral mayor Jobosí - Trillones que podría tener quizás su propio desarrollo.

C.- EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA - COMBINADA

El yacimiento Descanso y el depósito Meloneras son raros a nivel mundial por sus características y se tomaron como referencia en el análisis para las investigaciones geológicas en la minería subterránea. Los trabajos de exploración han comprobado la existencia de varias zonas mineralizadas paralelas ubicadas a diferentes profundidades que buzcan con un ángulo promedio de 70°. (Tabla 1).

Exploración subterránea Descanso

La exploración de los flancos y profundidad que ha estado aportando oro al proceso e incrementó recursos fue abortada sin una presentación de análisis costo beneficio que lo justifique en 2016. Invertidos 986,600, la categoría alcanzada de los recursos fue de Indicados, por el no chequeo de los controles se bajó a 189 Kg inferidos, cifra que permite la continuidad de las operaciones por 2 años.

Exploración Meloneras

Pequeño depósito por su volumen de recursos, pero complejo por su estructura, variabilidad en leyes. No está limitado por el rumbo ni por el buzamiento. Existencia de laboreos mineros

antiguos sin documentación. Los trabajos de superficie verificaron la existencia de la zona ya conocida e incrementaron el potencial con la existencia de al menos 4 zonas no conocidas con anterioridad virgen, sin la existencia de laboreos mineros antiguos. La sinergia por la existencia de zonas paralelas similares en las cercanías del sector categoría I del Proyecto Prospección Flancos Meloneras.

Para este proyecto se desarrollaron varias campañas de perforación y de laboreos mineros desde la superficie con el servicio de retroexcavadoras contratadas a terceros.

En Yania et al., 2017, propone la toma de muestra por un pozo criollo 20 metros de profundidad, corta veta de 13 metros y 30 m de galerías. Los laboreos mineros subterráneos y la toma de muestra Tecnológica permitirán evaluar un bloque de recursos indicados en la parte este del depósito, en el bloque proyectado (desde la superficie hasta el nivel 160, 20 m). Se recomienda que si los resultados de los estudios tecnológicos y del cálculo del bloque geológico son favorables se continúen las labores de exploración a través del propio pozo criollo y prolongar la galería en el nivel +160m.

II.- SOBRE LOS LABORATORIOS

Es conocida la heterogeneidad natural del medio en que se desarrollan las investigaciones de oro y plata en materiales geológicos. Entre estas se destaca la distribución del oro entre las muestras, por lo es necesario maximizar la calidad de la información y disminuir los errores.

Existen errores de muestreo que deben ser evaluados en el campo y en los laboratorios. Entre estos se encuentran:

- 1.- Geológico en el muestreo de los testigos de perforación y otras muestras en general. (Diámetros disponibles vs. peso necesario).
- 2.- En la incertidumbre en la evaluación de los recursos.
- 3.- Muestrearía.

4.- Laboratorio. Aleatorio (controlado con, los controles internos). Sistemático (controlado con los controles externos).

No es del dominio de algunos geólogos, y eso es una deficiencia en su preparación y/o actualización en nuevas técnicas, las diferencias, beneficios y limitaciones entre las técnicas existentes en los laboratorios. Para los técnicos de los laboratorios lo importante es conocer qué se necesita y por lo general no se cuenta con toda la información de detalle necesaria. Sobre este aspecto las entrevistas desarrolladas destacan la no existencia de un vínculo directo entre el jefe de proyecto y los laboratorios, quedando en manos de los laboratorios la iniciativa.

La prospección geológica para la evaluación de recursos minerales portadores de metales preciosos requiere entre otras muchas cosas contar con un laboratorio con la capacidad necesaria para la preparación física de muestras, que dada las características de los metales preciosos en muchos casos requiere procesar muestras que pueden alcanzar decenas de kilogramos, así como una capacidad de secado suficiente para grandes volúmenes de muestras, en este sentido Rojas 2017, subraya la necesidad de disponer de al menos dos molinos de mandíbulas para la trituración de las muestras, así como de los molinos de anillos necesarios para la pulverización de hasta 600 gramos con un tamaño de partícula de 106 µm. Existe la necesidad de disponer de facilidades suficientes, incluyendo cuarteadores de canales para realizar el muestreo (o cuarteo) una de las operaciones vitales para obtener una muestra analítica representativa.

El laboratorio LACEMI cuenta con instalaciones para la preparación física de las muestras que durante varias décadas ha preparado para la determinación de oro por ensayo al fuego, pero que en la actualidad requiere de una reparación capital, así como instalación de extracción de polvos más eficiente y que no contamine el medio ambiente.

Para la determinación de oro en el laboratorio de ensayo al fuego se procesan la mayor parte de las muestras del Servicio Geológico Nacional empleando las técnicas utilizadas por los principales laboratorios comerciales, es decir ensayo al fuego con terminación gravimétrica, por absorción atómica y por espectrometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado. Hay que señalar que este laboratorio está en un proceso inversionista que cuando concluya puede incrementar sustancialmente el número de muestras a reportar. Para la determinación de plata es posible determinarla por tres vías analíticas utilizando la de Ensayo al Fuego con terminación gravimétrica cuando se trata de menas de alto contenido, para contenidos más bajos es preferida la absorción atómica.

Hay actualmente algunas situaciones es proceso de solución relacionadas con la presencia de oro grueso en algunos minerales (fundamentalmente en depósitos asociados al Cinturón Ofiolítico Septentrional como Descanso, Meloneras) que están ocasionando dificultades para obtener resultados del contenido de oro con la precisión y veracidad necesaria.

Con el nuevo espectrómetro se desarrollan investigaciones geoquímicas dirigidas a la búsqueda de oro, se ejecutan muestras del proyecto de Meloneras, determinándose apenas 10 elementos. Hay que agregar que el laboratorio aún no dispone de las instalaciones apropiadas para la descomposición de las muestras que se deben medir en el nuevo espectrómetro. Puede ser provechoso que entre químicos analistas y geoquímicos puedan conformarse los paquetes de elementos que mayor información pudieran aportar para la detección de anomalías de posibles mineralizaciones de interés en las regiones que se estudien.

El control interno de la calidad de las determinaciones de oro y plata en el LACEMI se rige por la norma ramal NRIB - 269 del año 1985, la norma ISO más reciente no se ha

podido aplicar por dificultades en la validación del método de ensayo al fuego por el mal estado de las instalaciones y de alguno de los equipos, estas dificultades conspiran además para la acreditación de los ensayos para oro por la ISO 17 025. El control de la veracidad (exactitud) se realiza en el laboratorio con el uso de Materiales de Referencia (MR), con la limitación de no disponer de dichos medios metrológicos para todos los yacimientos (solo se dispone de Florencia y Delita). En las áreas de preparación física de muestras (Muestrearía) no se estima el error de muestreo que se produce cuando se reduce el tamaño de las muestras, lo que es algo pendiente para la mejora de los trabajos de exploración para oro.

Para el control interno y externo que los geólogos realizan a los laboratorios la situación es más precaria ya que hasta ahora solo se dispone de la norma ramal NR - MG 5 - 04 de enero del año 1979, Norma Metodológica - Técnicas (geología) del Ministerio de Minería y Geología. Departamento de Normalización, Metrología y Control de la calidad. Consideramos que esta Norma debe ser reevaluada a las condiciones y necesidades actuales.

Un aspecto fundamental y decisivo en toda investigación geológica en cualquiera de sus fases, es conocer el contenido mineral de las muestras colectadas con precisión y exactitud en un tiempo razonable que permita tomar decisiones sobre el rumbo de la investigación lo que redundará además en minimizar costos. La base analítica no es suficiente ni acreditada, lo cual constituye uno de los obstáculos más difíciles y complejos en el camino de la obtención de resultados confiables para la definición de la factibilidad no ya de prospectos, sino de áreas para la prospección, considerando también que pudieron existir y existen deficiencias en cuanto al muestreo y quizás la forma de preparación de las muestras de algunos objetivos.

Por su parte el control de leyes durante la explotación o en las muestras de cabeza de las plantas ha mostrado desviaciones importantes respecto a los resultados obtenidos durante la exploración y en consecuencia sobre la estimación de recursos y reservas consideradas en la factibilidad de la operación minera con todas las consecuencias que de ello se deriva.

Las demoras en las respuestas de los laboratorios, con miles de muestras acumuladas, en ocasiones por años, no permiten valorar en tiempo las decisiones de detener o continuar con la exploración en una veta o sector de trabajo, con su consecuente impacto en los costos de los proyectos. La no confiabilidad de los resultados es otro problema a resolver que influye en la economía. Años atrás no se aprobaba un proyecto si no contaba con una conciliación certificada del laboratorio que realizaría los análisis.

III.- LAS PERFORACIONES

Este servicio es ejecutado por 2 empresas. En ambos casos, los costos de movilización y desmovilización son elevados, lo que unido a las demoras en los laboratorios, no permiten valorar en tiempo las decisiones de detener o continuar la exploración campaña de perforación con su consecuente impacto en los costos de los proyectos. Los servicios de perforación no deben ser utilizados en una solo campaña donde cabría hacer dos (a partir de los resultados de la primera) ante las dificultades que implica la oportunidad y costo de una segunda movilización.

Respecto a los diámetros de perforación utilizados es necesario tener en cuenta que estos deben garantizar un volumen de muestra con la mayor representatividad y los duplicados, aspectos que no siempre se logran, lo que obliga a re perforar pozos gemelos que no siempre dan los resultados esperados.

Se logra el incremento del conocimiento geológico de los objetivos estudiados y el potencial de los recursos hacia nuevos sectores no conocidos con anterioridad. El cumplimiento del volumen de recursos, según Tarea Técnica, se confirma en 3 proyectos.

- No existe una relación directa entre el costo de los laboreos mineros y de las investigaciones tecnológicas con los recursos a obtener por proyecto.
- El costo de los laboreos mineros e investigaciones tecnológicas oscila entre 14 y el 25 % del Precio Objeto. El proyecto Lote Grande resultó ser el de mayor % de los costos por los laboreos mineros e investigaciones tecnológicas.
- El ciclo de investigación geológica es muy lento lo que implica la demora en la entrega de los objetivos. Esto hace necesario concentrar los recursos en los proyectos que más rápidamente puedan compensar los gastos y producir ganancias.
- Urge recuperar la base analítica y lograr su acreditación para disminuir riesgos en la confiabilidad y lograr la factibilidad de los proyectos.

Dirigir los esfuerzos de investigación, entendidos estos en recursos técnicos, humanos y financieros allí donde podría obtenerse una más rápida entrada en producción.

- Contar con un especialista responsable de calidad altamente calificado que responda por el aseguramiento y control de la calidad de los diferentes proyectos en colaboración con sus responsables, ya que este aspecto es la piedra angular de cualquier operación de investigación.
- Revisar el sistema de tarifas de la Geología y actualizar las normas para el control geológico de la calidad de los análisis de laboratorio.

REFERENCIAS

Actas Controles metodológicos empresas territoriales 2014, 2015, 2016 y 2017. IGP.

Bortnikov, N. S., Kramer, J. L., Guenkin, A. D., Krapiva, L. Ya. , Santa Cruz, M., Año 1988. Paragenesis of Gold and silver tellurides in the Florencia deposit, Cuba. International Geology Review, volumen 30, Pág 294-306.

Hernández Primero Yasniel, Romero Loinaz O, Gómez Valdez F, Moya Valladares R, Marzal García W, Gallardo R, Expósito Sanabria D, Fraga Espinoza R. 2017. Proyecto de Prospección y Exploración Oro Lote Grande. 48 pág. Empresa Geominera Centro. Archivo IGP.

Julio E. Pérez García, Concepción Brito Pedro L., Gómez Valdez F, Castillo Lobaina N, Espósito Sanabria D. 2017. Estudio Conceptual Oro Sector Lote Grande. Empresa Geominera Centro. Archivo IGP.

López-Kramer J M. 1988. Composición sustancial y asociaciones mineralógicas de los yacimientos auríferos hidrotermales de Cuba. Tesis para la obtención del grado científico de Dr. C. Geólogo – Mineralógicas. En Ruso. Instituto de Geología de los yacimientos minerales, mineralogía petrografía y geoquímica. IGEM. Referat. Moscú. Pág. 1-27. A.C.C URSS.

_____, Pimentel H, Gandarillas Hevia J, Pérez Vázquez R. G. 2008. Monografías Principales Depósitos Primarios de oro y plata del Archipiélago cubano. 2008. Convención de Ciencias de la Tierra y del Espacio. Ciudad de la Habana. En C.D.

_____, Moreira Martínez J, Gandarillas J. 2006. Geology of the Florencia Gold – Tellurides deposit (Camaguey, Cuba) and some metallurgical considerations. Earth Sciences Research Journal. Vol. 10, No. 2 (December 2006): 105-116

_____, Pimentel H, Redwood S, Granadillas J, Pérez V. 2009. Depósitos primarios de oro y plata del Archipiélago Cubano. Geominas. Tectónica. Vol. 37, N° 48, Abril 2009. 11-19 Pág.

_____, Capote Marrero C, Rodríguez Romero M, Alonso José A, González Castellano D. 2017. Informe final proyecto (613640) “Proyección Estratégica de las Investigaciones Geológicas para oro en el Archipiélago Cubano”. Instituto de Geología y Paleontología. Servicio Geológico de Cuba. MINEM. Archivo IGP. 220 Pág.

_____, Moreira Martínez J, Gandarillas Hevia J. 2009. La Mineralización Aurífera del Cinturón Ofiolítico Septentrional. Revista GEOMINAS, Vol. 37, N° 49, agosto 2009. Registrada en: Latindex: Folio 15333; Revencyt: RVG003; Fonacit: Reg2006000013; Periódica; GeoRef Titles; ICSU Navigator database: UDC: 624.131.1, 549; 552.08., ISSN: 0016 34.

Rojas Pimentel F. 2017. El rol de los laboratorios en la ejecución de ensayos de oro y plata en materiales geológicos: Laboratorio Central de Minerales (LACEMI). En CD –R Instituto de Geología y Paleontología (IGP)/ Servicio Geológico de Cuba, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba, en CD-R Taller Nacional Geología del oro. Archivo IGP. 18 P.