

ANÁLISIS DEL CONTROL ESTRUCTURAL METALOGÉNICO SOBRE LA BASE DE DATOS GEOFÍSICOS INTEGRADOS. EJEMPLO DE CASO: ZONA MOSQUETE-COJÍMAR-CALETÓN, PROVINCIA SANTIAGO DE CUBA.**ANALYSIS OF METALLOGENIC STRUCTURAL CONTROL ON THE INTEGRATED GEOPHYSICAL DATABASE. CASE EXAMPLE: MOSQUETE-COJÍMAR-CALETÓN ZONE, PROVINCE SANTIAGO DE CUBA**Dailín del Carmen Bozá Morales ⁽¹⁾

El yacimiento en explotación Oro Barita ubicado en la provincia Santiago de Cuba, presenta limitaciones con las reservas de Au existentes por lo que se corre el riesgo que a corto plazo ya no disponga de recursos que prolonguen la vida útil de la planta allí instalada. Por las razones antes expuestas el Instituto de Geología y Paleontología viene participando desde finales del año 2015 en investigaciones de conjunto con la Empresa Geominera Oriente, que tienen como objetivo la evaluación de nuevas áreas en los alrededores de dicha planta con el fin de seleccionar sectores favorables para el reconocimiento o prospección de mineralización aurífera; una de estas investigaciones es el presente trabajo, que cubre la zona Mosquete-Cojímar-Caletón. La metodología consistió en la integración y reinterpretación compleja geólogo-estructural-geofísica de los datos geológicos, geomorfológicos y geofísicos disponibles (aeromagnéticos, aerogamma-espectrométricos y gravimétricos pedestres). El principal resultado alcanzado fue la obtención de un mapa de estructuras controladoras metalogénicas, a escala 1: 50 000 con algunos elementos estructurales sinarco nuevos, junto con propuestas de sectores favorables para el reconocimiento de mineralización aurífera del tipo oro epitermal.

Palabras clave: mineralización aurífera, aeromagnetometría, aerogamma-espectrometría, gravimetría, Modelo de Elevación Digital

The Oro Barita reservoir located in the province of Santiago de Cuba has limitations with existing reserves of Au, which means that there is a risk that in the short term there will be no resources to prolong the useful life of the plant installed there. For the reasons explained above, the Institute of Geology and Paleontology has been participating since the end of 2015 in joint research with the company Geominera Oriente, whose objective is the evaluation of new areas in the surroundings of said plant in order to select favorable sectors for the recognition or prospecting of gold mineralization; the present work constitute one of these researches which covers the Mosquete-Cojímar-Caletón zone. The methodology consisted in the integration and complex geothermal-geophysical reinterpretation of available geological, geomorphological and geophysical data (aeromagnetic, aerogamma-spectrometric and gravimetric). The main result was obtaining a map of metallogenic control structures, at 1: 50 000 scale with some new synarco structural elements, together with proposals of favorable sectors for recognition of gold mineralization of epithermal type.

Keywords: gold mineralization, aeromagnetic, airborne gamma ray, gravimetric, Digital Elevation Model

Recibido: 2 de febrero del 2017

Aprobado en su forma original: 18 de mayo del 2017

(1) Instituto de Geología y Paleontología (IGP)/ Servicio Geológico de Cuba, Vía Blanca 1002 entre Río Luyanó y Prolongación de Calzada de Güines, San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba:

dailin@igp.minem.cu

INTRODUCCIÓN

La prospección de minerales metálicos, hoy día, se caracteriza porque los depósitos minerales a localizar se encuentran a mayor profundidad. Por tanto, el tratar de encontrar solamente la mineralización y su alteración asociada, exige que la red de puntos de las investigaciones directas (geología, laboreos, perforación) sea más densa y que la resolución de las investigaciones indirectas (teledetección, geofísica) sea mayor. Asimismo, implica también que deba hacerse hincapié en el estudio del control geólogo-estructural de la mineralización, ya sea primario o tectónico, pues este comúnmente presenta mayor tamaño y también puede responder a otro grupo de indicadores geólogo-geofísicos que conduzca a su identificación, por lo que el objetivo de esta investigación consiste en: analizar y esclarecer mediante los datos geofísicos disponibles del control geólogo-estructural sobre el desarrollo superficial y sub-superficial de la mineralización aurífera en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la ejecución y desarrollo eficaz de este trabajo se hizo uso de los datos geológicos y geofísicos disponibles en el Instituto de Geología y Paleontología (IGP) y de los datos del MDE descargados del sitio web www.dgadv.com/srtm/30m. Utilizando los programas Surfer y ArcGis se obtuvo el mapa de isolíneas y la red de drenaje del área a partir de los datos del MDE.

Con la base de datos aeromagnéticos realizada por Mondelo y Sánchez, (2011) se confeccionaron los mapas del campo magnético total anómalo (ΔT_a) y del campo magnético total reducido al polo haciendo uso de las herramientas del programa Oasis montaj 7.0.1. A partir del mapa magnético reducido al polo se obtuvieron las derivadas horizontales por los ejes X y Y así como en la dirección vertical de primer orden. Se

calcularon las continuaciones analíticas ascendentes (CAA) a las alturas de 500 m, 1000 m y 5000 m y la señal analítica.

El mapa del campo gravimétrico (ΔG) utilizado fue a escala 1: 250 000 debido a que la zona de estudio se encuentra en la región oriental del país y este territorio no cuenta con datos gravimétricos a mayor escala (1: 100 000 - 1: 50 000), estos datos se tuvieron en cuenta para interpretar el plano estructural regional. Las transformaciones a la matriz de los datos del campo gravimétricos observado fue realizada con el programa Oasis montaj 7.0.1 obteniéndose los mapas de las derivadas direccionales, los de las continuaciones analíticas ascendentes (CAA) a las alturas de 500 m, 1000 m y 5000 m así como la separación regional/residual de cada una.

Con los mapas primarios de los elementos espectrométricos se elaboraron los mapas de relación U/K y del Factor de Mineralización o Factor F, con el objetivo de identificar valores máximos del último parámetro asociados a zonas de alteración hidrotermal, las cuales se caracterizan por el aumento del contenido de los elementos $U_{(Ra)}$ y K y la disminución del contenido de Th (Melián, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La red de drenaje permitió establecer el plano morfotectónico mediante el establecimiento de la red de morfoalineamientos y compararlos con las características geológicas del territorio, así como con los campos físicos. La superposición del mapa de morfoalineamientos y morfoanomalías (figura 1) junto con el mapa geológico de la zona exhibe una alta coincidencia, lo que significa que el plano morfotectónico heredó las características de la tectónica antigua y moderna.

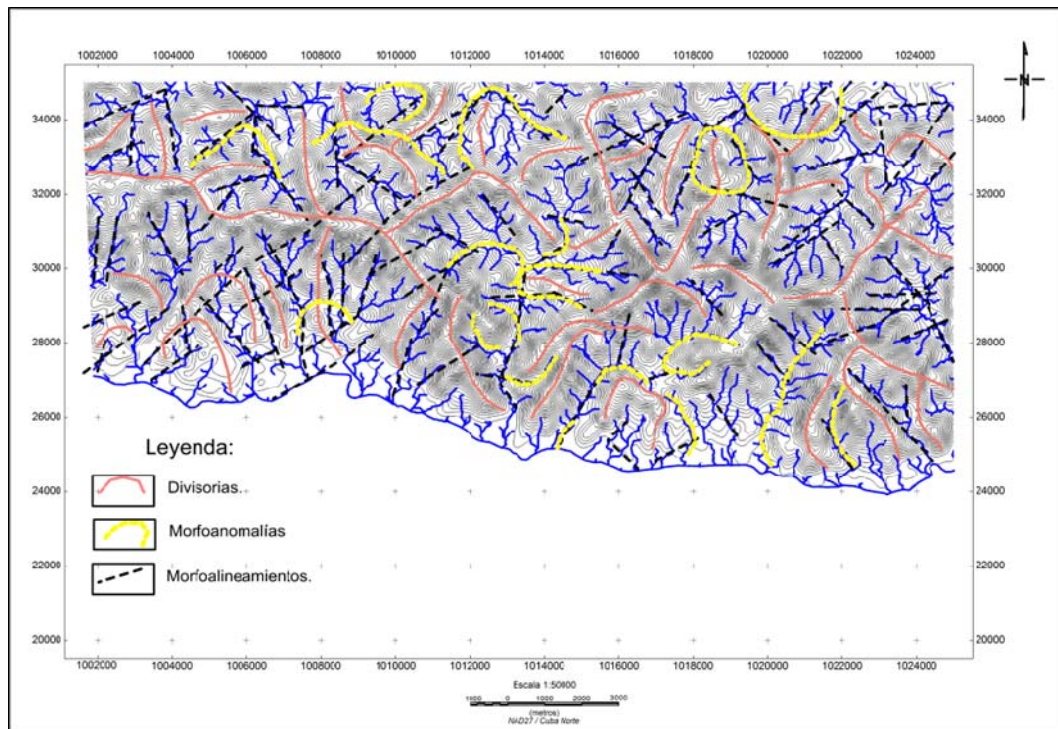


Figura 1. Mapa de morfoalineamientos y morfoanomalías obtenidas a partir de la red de drenaje

El conjunto de mapas magnetométricos obtenidos sirvieron para brindar una imagen del posible cuadro magnético regional y establecer criterios sobre la tectónica de la región. A partir de la interpretación de los mapas del campo magnético reducido al polo ($\Delta T(RP)$) (figura 2), de la primera derivada vertical de este campo ($\Delta T(RP)\partial z$) y la Señal Analítica, se confeccionó un mapa de alineamientos, definiéndose un total de 31 alineamientos. Los mismos se clasificaron según su dirección, tomando como referencia la de los sistemas principales de fallas según Iturralde-Vinent (2009).

A partir de los 31 alineamientos fueron escogidos un total de 9 alineamientos principales del campo magnético (enumerados del I al IX), por su grado de repetitividad en las distintas transformaciones y su coincidencia parcial

con fallas geológicas representadas en el mapa geológico de la zona.

Los intrusivos Nima-Nima y Cojímar, localizados en esta zona, se caracterizan por presentar en sus centros, valores de intensidad del campo magnético reducido al polo de 1320 nT y 1420 nT, respectivamente. Estos están compuestos por rocas de la asociación gabroplagiogranítica y tonalítico-granodiorítica (Alioshin et al., 1975); correspondiendo los valores elevados del campo magnético sobre los intrusivos a la presencia de magnetita dentro de los granitoides. La aparición de un valor bajo a mínimo de intensidad del campo en el interior de la estructura semianular que conforma al intrusivo Cojímar, responde a la presencia de rocas de composición plagiogranito-granítica como resultado de la heterogeneidad petrográfica que presenta.

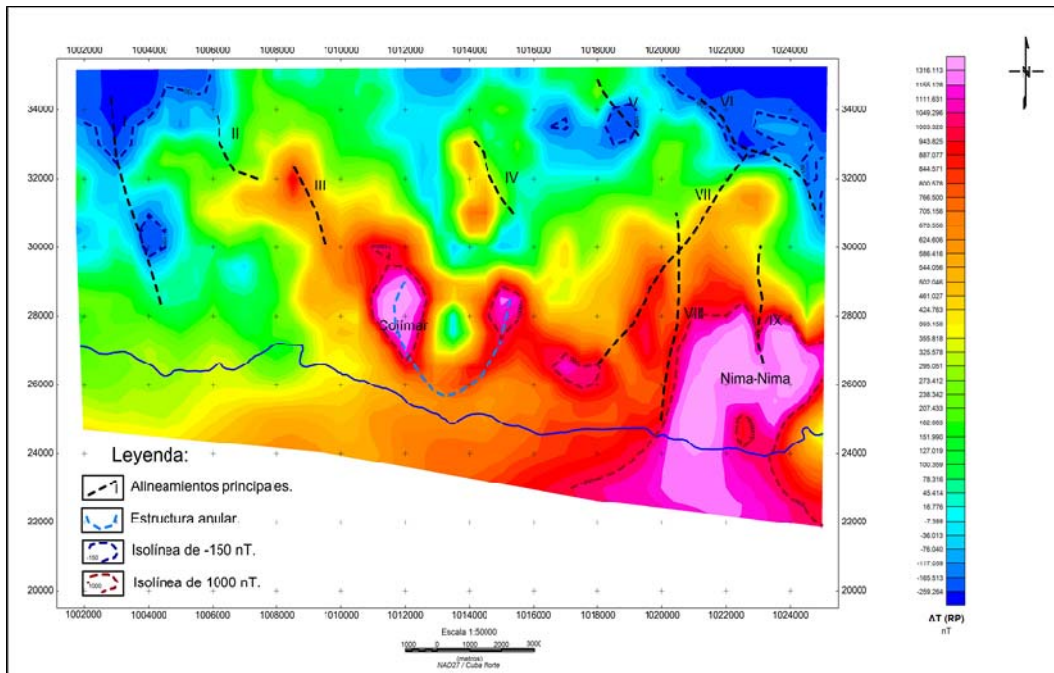


Figura 2. Mapa del $\Delta T(RP)$ de la zona Mosquete-Cojímar-Caletón

En el mapa de la Señal Analítica (figura 3) se identifica bien el tope superior de los cuerpos intrusivos Nima-Nima y Cojímar, los cuales presentan un área mayor a la cartografiada, así como de otros pequeños cuerpos intrusivos.

A partir de las transformaciones realizadas a los datos gravimétricos se elaboró el mapa de alineamientos del campo gravimétrico, seleccionándose como de mayor importancia aquellos que eran coincidentes en su posición espacial con varias transformaciones del campo,

resultando ser solo tres los alineamientos principales. Estos guardan una coincidencia parcial con las fallas representadas en el mapa geológico de la zona y con los morfoalineamientos determinados por la red de drenaje.

El mapa de anomalías de Bouguer (Figura 4) no muestra una buena correlación con la geología conocida del sector. Se observa un campo relativamente tranquilo con una tendencia gradual ascendente de Sur a Norte

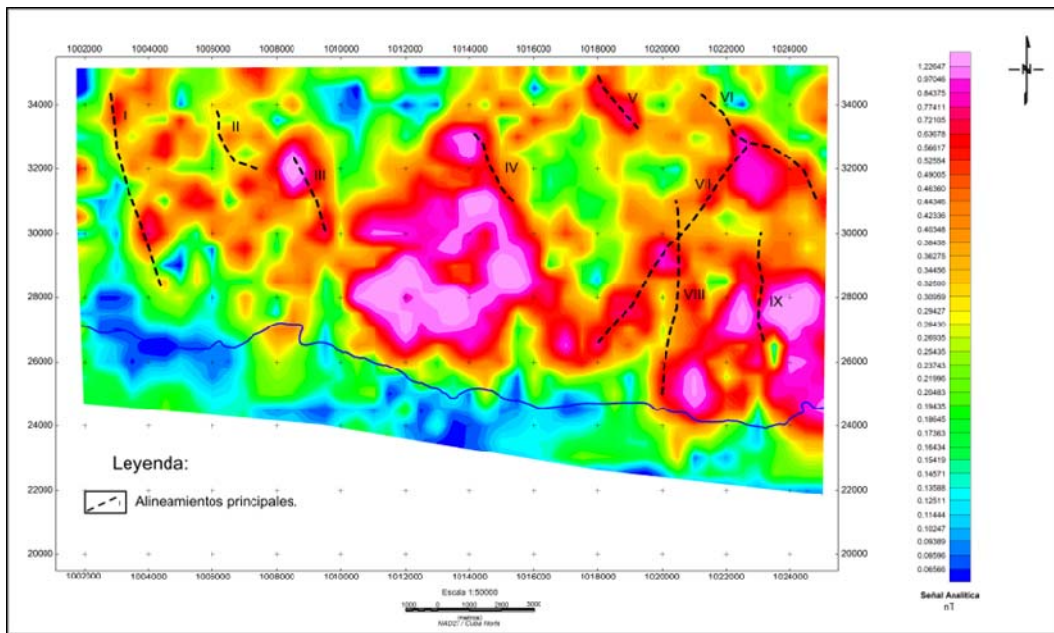


Figura 3. Mapa de la Señal Analítica de la zona Mosquete-Cojímar-Caletón

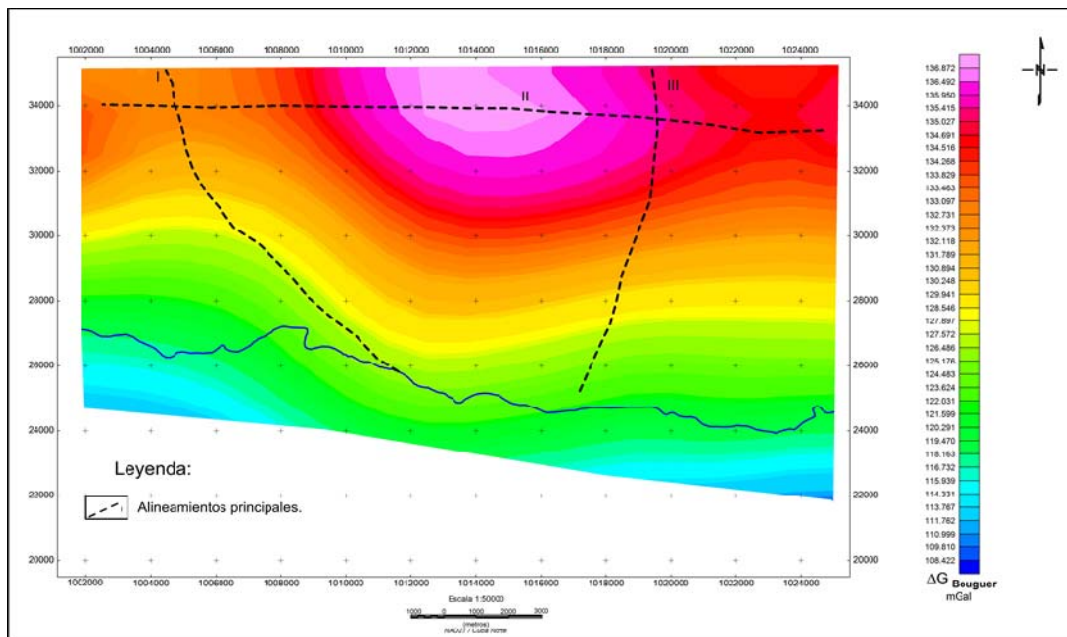


Figura 4. Mapa gravimétrico $\Delta G_{Bouguer}$, $\sigma = 2.3 \text{ t/m}^3$ de la zona Mosquete-Cojímar-Caletón

El conjunto de mapas aerogamma-espectrométricos solo muestra la distribución espacial de los radioelementos en la zona sin poder establecer una

asociación precisa con algunas de las formaciones geológicas presentes.

En el mapa de Intensidad gamma total se consideró como valor de fondo 1.95 $\mu\text{r/h}$,

que es el valor medio. Los valores a partir del 75 % de la distribución, correspondiente a $2.33 \mu\text{r/h}$, se consideraron como de intensidad elevada. A partir de este criterio, se pudieron delimitar cinco zonas con intensidad elevada. De estas zonas, cuatro están ubicadas dentro de la formación Berracos, asociadas a las rocas vulcanoclásticas de composición ácida como tobas y lavas porfirito-andesíticas y andesito-dacíticas y, a la presencia de alteraciones como caolinización, feldespatización, sericitización y epidotización. La quinta zona, en la parte centro meridional del área, se encuentra ubicada dentro del intrusivo Cojímar y coincide también con valores bajos de intensidad del campo magnético en la estructura semianular determinada en el mapa del $\Delta T(\text{RP})$.

En el mapa de contenido de K (%) igualmente se observan las cinco zonas delimitadas por el mapa de intensidad gamma total las cuales presentan valores mayores de 0.71 % del contenido de potasio. En el resto de la zona las rocas presentan un carácter menos ácido.

El mapa de contenido de $U_{(\text{Ra})}$ exhibe tres zonas con valores incrementados al Sur, vinculadas con los principales cuerpos intrusivos conocidos: una occidental, una central con claro predominio de valores elevados que se extienden al Norte y una oriental. La segunda de ellas está asociada al intrusivo Cojímar, en su porción Sur y hacia el Norte a tobas ácidas.

Uno de los índices de amplia utilización en los esquemas interpretativos para la determinación de zonas de alteración hidrotermal, es la relación U/K, que se manifiesta en valores bajos y denota un enriquecimiento de K con respecto al U. El mapa del Factor de Mineralización muestra

una abundancia de K y U en los referidos sectores de la zona.

Los elementos estructurales en la zona se definieron a través de la integración y análisis de la interpretación realizada, tomando como criterios el grado de repetitividad de los alineamientos determinados por los campos potenciales y sus diferentes transformaciones, la coincidencia con fallas geológicas seguras y/o supuestas, así como con los morfoalineamientos establecidos a partir de la red de drenaje.

La identificación de los sectores favorables para la búsqueda de la mineralización epitermal aurífera se desarrolló a través de la integración de la información geofísica, geólogo-estructural y geomorfológica, tomando como señal geofísica los siguientes parámetros:

1. Anomalías de K, delimitadas a partir del primer umbral anómalo.
2. Bajos valores en la relación U/K lo que denota un enriquecimiento de K con respecto al U.
3. Valores anómalos del parámetro $F = K \cdot U / \text{Th}$, que muestra un incremento de K respecto al U/Th.
4. Valores mínimos del campo magnético.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores y la presencia de nudos tectónicos en los cuales coinciden alineamientos determinados por los campos potenciales, fallas geológicas seguras y/o supuestas y morfoalineamientos definidos por la red de drenaje, se delimitaron cuatro sectores favorables para la búsqueda de la mineralización epitermal aurífera, denominados sector 1, 2, 3 y 4. Estos se representan en el mapa integrador de los elementos estructurales y los sectores favorables (Figura 5).

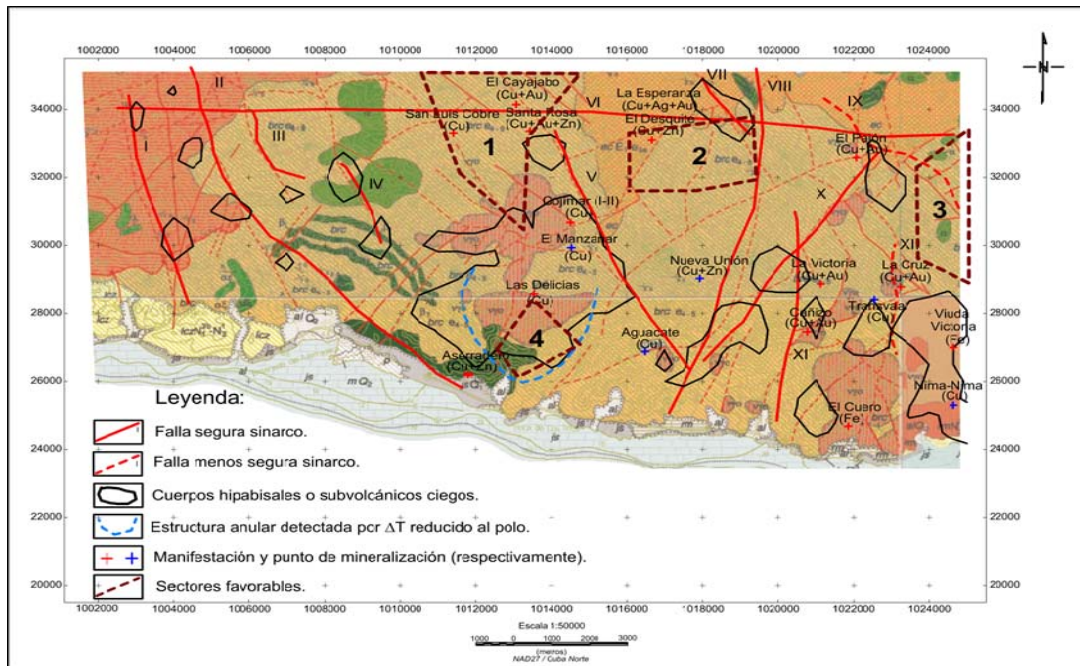


Figura 5. Mapa final integrado con los elementos estructurales y los sectores favorables para la búsqueda de la mineralización epitermal aurífera, superpuestos sobre el Mapa Geológico de la zona Mosquete-Cojímar-Caletón (Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1: 100 000 del IGP (2011))

CONCLUSIONES

1. El complejo de métodos geofísicos empleados confirmó que en la zona Mosquete-Cojímar-Caletón existe un control estructural en el desarrollo de la mineralización.
2. Mediante la metodología aplicada se logró cartografiar fallas sinarco, en direcciones NO-SE, N-S y NE-SO, que probablemente controlan la mineralización de interés.
3. Con la integración de los parámetros gamma-espectrométricos se determinaron áreas de probable mineralización.
4. La integración de los resultados finales dio la posibilidad de separar cuatro sectores favorables de posible mineralización aurífera de interés

económico, cubriendo un área total de 23 km².

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta los sectores favorables de posible mineralización aurífera en futuros trabajos de reconocimiento o prospección con vista a prolongar la vida útil de la planta Oro Barita.

BIBLIOGRAFÍA

Alioshin, V. Burov, V. Eguipico, O. Sánchez, F. Eleiseie, V. Shelagurov, V. Koñujov, A. Lorkin, V. y Varvarov, A. 1975. Informe sobre los resultados de los trabajos de levantamiento geológico y búsqueda en escala 1:100000 ejecutados en las montañas de la Sierra Maestra, en la provincia de Santiago de Cuba y Granma. Sierra Maestra Nor - Oriental I. Ministerio

- de Minería y Geología, Archivo Empresa de Geología y Geofísica, Nro. 2980.
- Iturralde-Vinent, M. 2009. Geología de Cuba para todos. Segunda Edición. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- IGP. 2011. Mapa Geológico de la República de Cuba a escala 1: 100 000. Instituto de Geología y Paleontología. (IGP).
- Melián, D. 2015. Nuevas zonas perspectivas para la localización de depósitos auríferos en el área Jacinto, Camagüey, Cuba.
- Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”. La Habana (Tesis de diploma).
- Mondelo, F. y Sánchez, R. 2011. Mapas Geofísicos Regionales de Gravimetría, Magnetometría, Intensidad Y Espectrometría Mapa de la República de Cuba, 1: 2 000 000 hasta 1: 50 000. Instituto de Geología y Paleontología. (IGP), TTP 617965.