

Datos preliminares sobre las características petrográficas y mineralógicas del yacimiento Yagrumaje Sur



<https://cu-id.com/2144/v16e09>

Preliminary data on the petrographic and mineralogical characteristics of the Yagrumaje Sur deposit

✉Ismelda Legrá García*, ✉Alfredo Yordanis Johnson Santiago,
✉Roxana Sanamé Almira, ✉Sandra Luisa Utria Ortiz

RESUMEN: Se realizó la caracterización petrográfica y mineralógica del yacimiento laterítico Yagrumaje Sur, con el objetivo de determinar la presencia de elementos de tierras raras y otros metales de interés. Se tomaron muestras compósito en siete pozos mineralógicos perforados en el área de investigación. Las muestras se analizaron utilizando difracción de rayos X, mineralogía óptica, petrografía y análisis químicos por ICP-OES, para 19 elementos químicos. Se concluyó que las rocas de Yagrumaje Sur están representadas por rocas metamórficas de protolito ultrabásico (serpentinitas harzburgíticas y lherzolíticas) y rocas metamórficas de baja presión, específicamente anfíbolitas y anortositas (rocas básicas), pertenecientes al grupo de los gabroides. Se identifican las paragénesis minerales siguientes: olivino - minerales serpentiniticos-mineralización metálica (en las rocas metamorfozadas por peridotitas), plagioclasas-minerales arcillosos por alteración de las plagioclasas (en las rocas leucocráticas) y hornblenda - tremolita - minerales arcillosos (en las anfíbolitas). Se revelaron concentraciones anómalas de cerio (145,73), lantano (226,52), neodimio (178,89) e itrio (673,76) en la corteza por mafitas, que superan 4 veces el valor del clarke. En el horizonte de limonita, el escandio tiene una concentración de 110,52 ppm. Los contenidos anómalos de los ETR en las zonas estudiadas incrementan el valor potencial de los recursos lateríticos.

Palabras clave: Yagrumaje Sur, elementos de tierras raras, rocas metamórficas.

ABSTRACT: The petrographic and mineralogical characterization of the Yagrumaje Sur lateritic deposit was carried out, with the objective of determining the presence of rare earth elements and other metals of interest. Composite samples were taken in seven mineralogical wells drilled in the research area. The samples were analyzed using X-ray diffraction, optical mineralogy, petrography and chemical analysis by ICP-OES, for 19 chemical elements. It was concluded that the rocks of Yagrumaje Sur are represented by ultrabasic protolith metamorphic rocks (harzburgitic and lherzolitic serpentinites) and low pressure metamorphic rocks, specifically amphibolites and anorthosites (basic rocks), belonging to the gabroid group. The following mineral paragenesis are identified: olivine - serpentinitic minerals - metallic mineralization (in rocks metamorphosed by peridotites), plagioclase - clay minerals due to plagioclase alteration (in leucocratic rocks) and hornblende - tremolite - clay minerals (in amphibolites). Anomalous concentrations of cerium (145.73), lanthanum (226.52), neodymium (178.89) and yttrium (673.76) were revealed in the crust by maphites, exceeding 4 times the value of clarke. In the limonite horizon, scandium has a concentration of 110.52 ppm. The anomalous contents of the ETR in the studied areas increase the potential value of lateritic resources.

Keywords: Yagrumaje Sur, rare earth elements, metamorphic rocks.

INTRODUCCIÓN

Los elementos de tierras raras (ETR) surgen originalmente en pequeñas cantidades a partir de depósitos de pegmatita granítica (entorno geológico en el que se descubrieron por primera vez). Hoy día, con el avance de la nanociencia se han estudiado otros, como es el caso de los yacimientos lateríticos. Estos

elementos tienen gran demanda en el comercio internacional.

El estudio geológico, químico, mineralógico y metalúrgico de los yacimientos lateríticos aún es ínfimo en comparación con la potencialidad en recursos económicos que estos encierran. Es por ello que las investigaciones geológicas están llamadas a la prolongación de la vida de los combinados minero-metalúrgicos de las industrias.

Recibido: 01/06/2024

Aprobado en su forma original: 10/11/2024

Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQU). Carretera Yagrumaje Km7,
Municipio Moa, Holguín, Cuba. E-mail: rsaname@cil.moa.minem.cu

*Correo electrónico: cediniq@cil.moa.minem.cu

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

Contribución de los autores: Investigación: Roxana Sanamé Almira, Ismelda Legrá García, Alfredo Yordanis Johnson Santiago, Sandra Luisa Utria Ortiz. Redacción-revisión y edición: Roxana Sanamé Almira

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

Durante décadas se ha seguido una estrategia estrecha dirigida solamente al níquel y cobalto, lo que requiere ser re-direccionado hacia la consecución de un desarrollo integral que garantice la expansión de la extracción de metales, tonelaje de mineral, y por tanto, la sustentabilidad de esta industria (W. Lavaut Copa, 2015).

Las reservas lateríticas de níquel y cobalto en Cuba pudieran convertirse en una de las más grandes reservas de escandio y otros elementos raros y dispersos por poseer potentes cortezas de meteorización donde se han desarrollado perfiles de laterización importantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras compósito en siete pozos mineralógicos perforados en el yacimiento Yagrumaje Sur. La caracterización petrográfica de las láminas delgadas se realizó con un microscopio petrográfico (marca: AXION Lab.A1 alemán). Las microfotografías fueron tomadas por la cámara fotográfica acoplada al microscopio (modelo: AxionCam ERs5s, de 25.0 megapíxeles). Para la clasificación, se utilizó el Sistema de Clasificación de las Rocas Cubanas (Colectivo de autores, 2019), sobre la base del sistema jerárquico de clasificación del British Geological Survey (1999), con modificaciones de acuerdo a lo propuesto por Strekeisen (1967) y las recomendaciones de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS) para la Sistemática de las Rocas Ígneas (Le Maître, 1989).

Los análisis de la composición química de las muestras se realizaron en el laboratorio del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mineralogía

La distribución de las fases minerales principales de los horizontes laterítico y saprolítico del yacimiento Yagrumaje Sur se presenta en la 1.

Las fases minerales que se identificaron en las diferentes muestras, reflejan las formas de existencia de los elementos y compuestos químicos que, en consecuencia, determinan la composición química de los materiales evaluados. Algunas muestras son químicamente similares respecto a los contenidos de estos elementos, manifestando fases mineralógicas con cierta semejanza. Los esquemas del análisis de rayos X reflejan cuadros difractométricos bien definidos, aunque algunos materiales muestran baja cristalinidad y un alto grado de hidratación. Los difractogramas de las muestras 001002 y 001004, representan como fases principales: goethita (FeOOH), maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) y hematita (Fe_2O_3), estas muestras pertenecen al pozo 106136_2, donde aparecen concentraciones de Sc que evidencian resultados obtenidos en otras investigaciones. La muestra 001008A fue tomada en la trinchera geológica; macroscópicamente se describe como corteza por gabro, aparecen importantes valores de Nd, La, Ce e Y, donde la fase mineralógica principal es la nontronita (silicato de aluminio) y gibsitita Al (OH). La muestra 001018 pertenece al pozo mineralógico 125947_2, las fases principales presentes son lizardita ($\text{Mg}_3(\text{SiO}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$) y cuarzo (SiO_2). La muestra 001016 es una arcilla caolínica con alto contenido de cuarzo cristalino, petrológicamente se describe como una roca gabroica alterada (anortosita).

Rocas ultramáficas metamorfizadas

- Serpentinita harzburgítica (M_001021)

Roca compuesta por minerales serpentiniticos, minerales secundarios (clorita, minerales arcillosos y actinolita) y minerales metálicos (magnetita y espinela cromífera). Se observan relictos texturales de malla (producto de la alteración del olivino), piroxenos bastitizados, anfíbolitizados, con procesos de kinkbands, de exolución lamelar diagonal, la magnetita se dispone en la dirección del clivaje, indicando que la muestra fue sometida a procesos

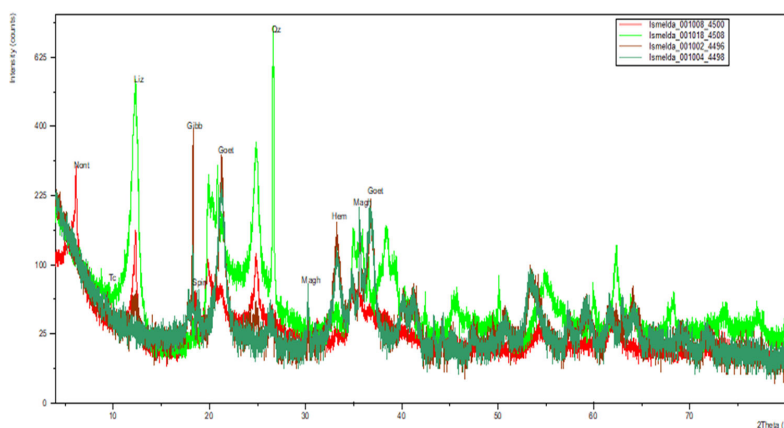


Figura 1. Fases minerales principales con cierta similitud.

tectónicos fuertes. En el centro de las mallas se observa antigorita, magnetita y minerales arcillosos de color pardo rojizo (figura 2).

- Serpentinita harzburgítica (M_001020)

Roca compuesta por minerales serpentiniticos, minerales secundarios (clorita, minerales arcillosos) y minerales metálicos (magnetita y espinela cromífera). Se observan texturas de malla (producto de la alteración del olivino), piroxenos bastitizados, en parte de la roca los relictos de ortopiroxenos bastitizados se presentan con procesos de kinkbands, y la magnetita dispuesta en la dirección del clivaje. En el centro de mallas se observa abundantes minerales arcillosos de color pardo rojizo, espinela cromífera y magnetita en un 10%, disperso por toda la muestra y por grietas presentes en la roca (figura 3). Macroscópicamente es una roca de color gris verdoso, gris crema en partes de la roca, se observa estructura reticular característica de una roca serpentinizada, las partes más claras es producto a la alteración a minerales arcillosos.

- Serpentinita harzburgítica (M_001032)

Roca compuesta por minerales serpentiniticos, antigorita y lizardita, se observa textura de malla producto de la alteración del olivino y textura bastítica producto de la alteración del ortopiroxenos, subordinadamente se observan alterados a talco. Los relictos de ortopiroxenos presentan procesos de kinkbands, es una roca con numerosas grietas y fracturas. Como mineral metálico la magnetita dispersa por toda la muestra y por la línea de clivaje de la textura bastítica (figura 4). Macroscópicamente es una roca de color gris claro, con tonalidades más blancuzca en parte de la roca, estructura masiva, con numerosas fracturas y grietas.

- Serpentinita lherzolitica (M_001008)

Se observan vestigios de texturas de la roca original, abundantes relictos de olivino, sustituidos parcial y totalmente por minerales serpentiniticos, que forman una textura de malla o reticular, los ortopiroxenos bastitizados y los clinopiroxenos serpentinizados y subordinadamente alterados a talco y carbonato de calcio. En el centro de los retículos observa antigorita y mineral metálico que en parte de la roca esta alterado a minerales arcillosos y óxido de hierro (figura 5). Macroscópicamente son rocas de color gris oscuro, serpentinizada, de estructura masiva, con numerosas grietas rellenas de minerales serpentiniticos. La paragénesis mineral para las rocas metamorizadas por peridotitas es olivino- minerales serpentiniticos-mineralización metálica.

Rocas básicas mantélicas del complejo cumulativo

El complejo cumulativo se caracteriza por presentar cúmulos máficos de gabros olivínicos, noritas y anortositas y ultramáficos como lherzolitas, websteritas, harzburgitas y raras dunitas, con

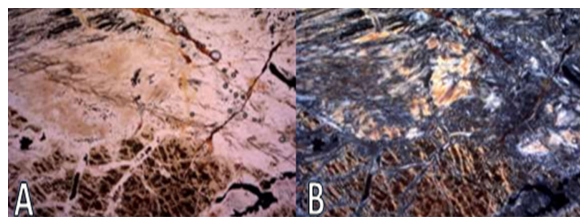


Figura 2. Fotomicrografía con nicoles paralelos (A) y cruzados (B) de una serpentinita harzburgítica (M_001021)

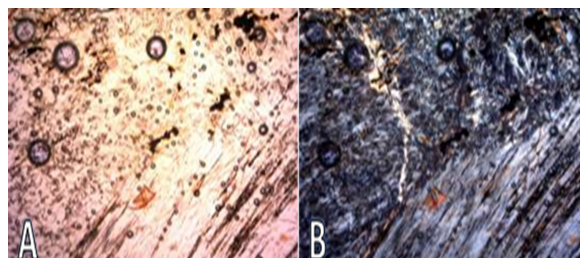


Figura 3. Fotomicrografía con nicoles paralelos (A) y cruzados (B) de una serpentinita harzburgítica (M_001020)

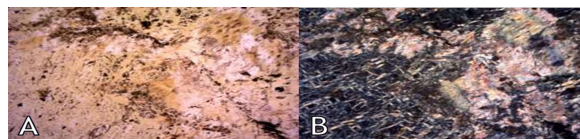


Figura 4. Fotomicrografía con nicoles paralelos (A) y cruzados (B) de una serpentinita harzburgítica (M_001032)

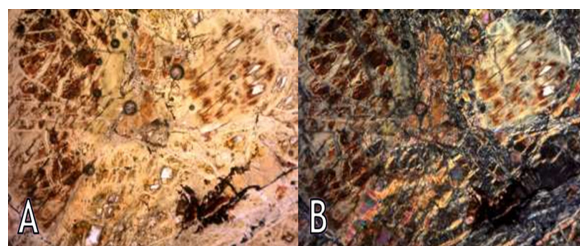


Figura 5. Fotomicrografía con nicoles paralelos (A) y cruzados (B) de una serpentinita lherzolitica (M_001008)

procesos de alteración en un mayor o menor grado; existen ocasionales cuerpos podiformes y lentes de cromititas; además de los diques gabroides, plagioclasitas y plagiogranitos, en la parte superior de la sección pueden aparecer cuerpos potentes de gabros isotrópicos (Iturralde-Vinent 1998).

Roca gabroide tipo anortosita

Es una roca leucocrática, con textura alotriomórfica granular, constituida por un 90% de plagioclasas, de composición labradorita, con tamaños promedios entre 3,5 y 2 mm, en partes de la roca de tamaño mayor, son cristales que se encuentran con maclas polisintética de Carlsbad, también, todos estos cristales parcialmente saussuritizados, el clinopiroxeno en un 5%, intersticial, alterado a minerales arcillosos y anfibolitizados. El mineral metálico magnetita en un 5% (figura 6).

Macroscópicamente es una roca con tonos gris a gris claro. Presenta textura masiva. La paragénesis mineral para las rocas leucocráticas es plagioclasa-anfibolita-minerales arcillosos por alteración de las plagioclasas.

Roca metamórfica de baja presión

Anfibolita

La muestra presenta pequeños cristales alargados de cianita, pleocroica, se observa además cristales euhedrales de andalucita, de coloración rosada, baja birrefringencia y alto relieve. Se encuentran cristales anhedral de cordierita, baja birrefringencia, puede confundirse con el cuarzo. Se observan cristales prismáticos alargados de sillimanita, con elevados colores de interferencia y relieve alto. Todos los minerales dispuestos con textura nematogranoblástica, en algunas partes de la muestra donde está menos gruesa la lámina delgada, se pudieron determinar otros minerales. El protolito original posible roca básica (figura 7). Macroscópicamente son de color gris, con tonalidades más claras. Presenta estructura débilmente foliada. La paragénesis mineral para las anfibolitas es hornblenda-tremolita-minerales arcillosos.

CONCLUSIONES

1. Se confirmó la existencia de las ETR en las rocas básicas y ultrabásicas de la corteza meteorización en el distrito mineral de Moa.
2. Se corroboró la presencia de rocas metamórficas de protolito ultrabásico (representadas por serpentinitas harzburgíticas y lherzolíticas), anortosita y anfibolita.
3. Se identificaron las paragénesis minerales siguientes:
 - En las rocas metamorfozadas por peridotitas: olivino - minerales serpentiniticos-mineralización metálica.
 - En las rocas leucocráticas: plagioclasa-anfibolita-minerales arcillosos alterados de las plagioclasas.
 - En las anfibolitas: hornblenda -tremolita -minerales arcillosos.

BIBLIOGRAFÍA

Adamovich, A. & Chejovich, V. 1962. "Principales características de la geología y minerales útiles de la región norte de la provincia de oriente". *Revista Tecnológica. Universidad de Oriente*.

British Geological Survey. 1999. Rock Classification Scheme.

Casco, A., Torres-Roldán, R.L., Iturralde-Vinent, M.A., Millán García, G., Núñez-Cambra, K.,

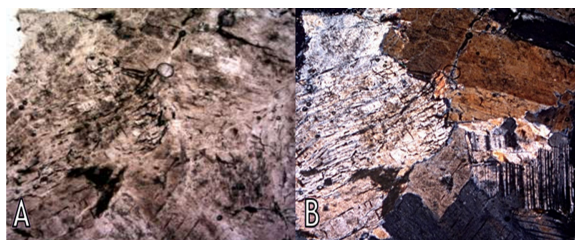


Figura 6. Fotomicrografía con nicols paralelos (A) y cruzados (B) de una roca gabroide tipo anortosita

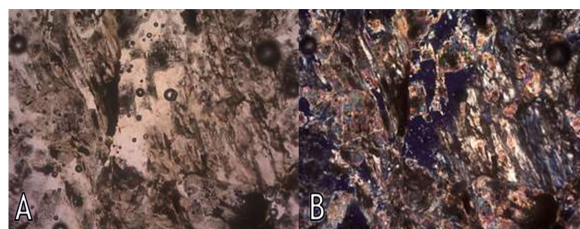


Figura 7. Fotomicrografía con nicols paralelos (A) y cruzados (B) de una anfibolita

Lázaro, C. & Rodríguez-Vega, A. 2006. High pressure metamorphism of ophiolites in Cuba. *Geologica Acta*, Vol. 4 (No.1):63–88.

Colectivo de autores. 2019. Sistema de Clasificación de las Rocas cubanas. La Habana, Cuba: Centro Nacional de Informacion Geologica, ISBN: 978-959-71176-91-9.

Coleman, R., 1977. Minerals and Rock, *Ophiolites. Ancient Oceanic Lithosphere*, Vol. 12: S.I. Springer-Verlag, Berlin.

Coleman, R.G. & Donato, M.M., 1979. Oceanic plagiogranite revisited. *Developments in Petrology*. S.I.: Elsevier, pp. 149-168.

Coleman, R.G. & Keith, T.E., 1971. "A chemical study of serpentinization—Burro Mountain, California". *Journal of Petrology*, vol. 12 (No. 2) : 311-328.

Coleman, Sidney, 1977. Fate of the false vacuum: Semiclassical theory. *Physical Review D*, Vol. 15(No. 10):2929.

Fonseca, E., Zelepugin, V. N., & Heredia, M. 1985. Structure of the ophiolite association of Cuba. *Geotectonic*, 19:321-329.

Iturralde-Vinent, M.A., 1989. Role of ophiolites in the geological constitution of Cuba. *Geotectonics*, Vol. 4: 63-74.

Iturralde-Vinent, M. A., 1996. Cuba: el arco de islas volcánicas del Cretácico. Ofolitas y arcos volcánicos de Cuba. *IGCP project*, 364, 179-189.

Joan-Carles Melgarejo & Colectivo de Autores. 2020. Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada.

Lavaut-Copa, W. 2015. "Las bajas concentraciones metalíferas: Reto de la actividad minero-metalúrgica cubana". *Revista Geoinformativa*, Vol. 9 (No 1):12-21.

- Le Maitre *et al.* 1989. Clasificación modal de las muestras de rocas ígneas. Según la I.U.G.S.
- Muñoz-Gómez, J.N., Rodríguez-Infante, A. & Barea-Pérez, I., 2015. "Variabilidad de los perfiles lateríticos en los yacimientos ferroniquelíferos de Moa". *Minería y Geología*, Vol. 3.
- Proenza, J.A, Gervilla, F. & Melgarejo, J.C. 1999. "La Moho Transition Zone en el macizo ofiolítico Moa-Baracoa (Cuba): un ejemplo de interacción magma/peridotita". *Revista de la Sociedad Geológica de España* 12 (3-4):309-327.
- Quintas, F. 1989. Estratigrafía y paleografía del cretácico superior y paleógeno de la provincia Guantánamo y zonas cercanas. Tesis Doctoral, Fondo geológico ISMM, Cuba.
- Strekeisen, AL. 1967. Clasificación y nomenclatura rocas ígneas. *N. Jb. Miner.*