

## **Evaluación del comportamiento físico y químico en un muestreo de control durante la extracción de una muestra tecnológica**

Yuslieni Cala-Cardero y Ramón Eddie Peña-Abreu

*Centro de Investigaciones del Níquel, Oriente, Cuba. Grupo de Matemática Aplicada y Procesamiento Avanzado de Datos. E-mail: ycala@cil.moa.minbas.cu; rpena@cil.moa.minbas.cu.*

Recibido: marzo 5, 2015	Aceptado: julio 30, 2016
-------------------------	--------------------------

### **Resumen**

Se evaluó el comportamiento físico y químico durante un muestreo de control en la extracción de una muestra tecnológica, se emplean las clases de comportamiento sustancial de las menas. La región elegida incluye zonas de tres yacimientos, para la minería de un año de una empresa niquelífera. Se minó en forma de bancos de diferentes alturas según la continuidad de las clases en el perfil. El muestreo se realizó en forma de surcos e integral. Se realizó la documentación geológica correspondiente a cada pozo. Se caracterizó la distribución granulométrica mediante la tamización húmeda. Los análisis químicos fueron realizados mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica. Se obtuvieron tres clases granulométricas de importancia, la fracción fina que alcanza más del 65 % en peso de las muestras, la fracción media supera el 4 % y las gruesas superan el 9 %, que corresponden a las clases 3\_0 y 8\_0. Se determinó que las clases de comportamiento en el material menífero son fundamentalmente ferrosas con contenidos significativos de aluminio y sílice.

**Palabras clave:** clases de comportamientos patrones, geoquímica, menas, perfil laterítico, yacimiento.

## **Chemical and Physical Behavior Control Sampling During Removing a Technology Displays**

### **Abstract**

The objective was to evaluate the physical and chemical behavior during a control sampling extracting a technology shows, classes of behavior substantial ores are used. It is performed in a region including areas of three sites, mining one year from a nickeliferous company. It is mined in the form of banks of different heights according to the continuity of the classes in the profile. Sampling was carried out in the form of grooves and comprehensive. corresponding to each well was conducted geological documentation. The particle size distribution by wet sieving was characterized. Chemical analyzes were performed by Atomic Absorption Spectroscopy. three granulometric classes of importance, the fine fraction that reaches more than 65% by weight of the samples, the average fraction exceeds 4% and 9% thick exceed corresponding to 3\_0 and 8\_0 classes were obtained. It was determined that the kinds of behavior are fundamentally menífero ferrous materials with significant contents of aluminum and silica.

**Keywords:** behavior pattern classes, geochemistry, ores, lateritic profile site.

## 1. Introducción

Los yacimientos ferroniquelíferos del oriente cubano constituyen la materia prima de la industria cubana del níquel, ellos contienen las principales reservas de minerales útiles y por su complejidad se han estudiado en numerosas investigaciones, que pretenden garantizar la calidad de las menas que se alimentan a los procesos metalúrgicos (Rojas, 1994; Peña, Trujillo y Bernal, 2003; Bernal y Trujillo, 2003; Muñoz et al, 2005 y 2009; Agyei et al, 2010; Pérez, Núñez y Cardoso, 2007; Fernández et al, 2007; Fernández y León, 2009). Las características químicas a través de todo el perfil de alteración, por horizonte, y la distribución granulométrica permiten la toma de decisiones en el proceso metalúrgico (Rojas, 1994). La eficiencia metalúrgica está condicionada por la composición física, química y mineralógica de la materia prima mineral e incide en la calidad del producto final (Rojas y Turro, 2003). La conformación de una muestra tecnológica incluye diferentes tipos de clases de comportamiento sustancial meníferas, que se extraen de los yacimientos lateríticos para procesar en una planta piloto y establecer los parámetros del proceso metalúrgico a escala industrial. Es importante para la industria que se logre extraer una muestra tecnológica que cumpla con la calidad establecida para alimentar al proceso.

La selección y extracción de la muestra tecnológica se caracterizan por una alta complejidad, teniendo en cuenta la variedad en su composición física y química. A ello se le suma el complejo desarrollo de formación de las menas lateríticas, la incidencia de la calidad de las menas que se alimentan al proceso metalúrgico, así como, la ausencia de conocimiento del comportamiento físico y químico durante la extracción de las muestras tecnológicas. Se consideró como problema de la investigación la necesidad de evaluar el comportamiento físico y químico de las clases de comportamiento sustancial de las menas, documentarlo geológicamente en su contexto de yacencia, durante un muestreo de control. Como objetivo se propuso evaluar el comportamiento físico y químico durante un muestreo de control en la extracción de una muestra tecnológica. De esta manera se obtendrán menos desviaciones en la caracterización final de la muestra para el procesamiento a escala piloto.

## 2. Materiales y métodos

Se diseñó la muestra siguiendo la metodología expuesta en Peña y Sam (2013) y se elaboró un plan de extracción por bancos. El departamento de planificación minera de la Empresa del Níquel Ernesto Che Guevara (ECG), realizó el replanteo topográfico de los pozos ordinarios seleccionados para la muestra, se delimitó una superficie cuadrada de 10 m x 10 m que tiene como centro al pozo. Se tomó la cota del terreno como referencia para el inicio de la extracción, los bancos se diseñaron con una profundidad de dos metros teniendo en cuenta las características del equipamiento minero y su correspondencia con las clases patrones del yacimiento (Peña y Vera, 2013).

La extracción del mineral se realizó con el equipamiento y el personal minero de la ECG, su control y supervisión se realizó en un equipo conjunto de geólogos del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) y de la ECG, que realizó el muestreo de control y la documentación de cada bloque extraído y garantizó el cumplimiento de las dimensiones de los bloques durante la extracción.

Se extrae cada banco en cada pozo, el mineral se sitúa en pilas sobre una plataforma especialmente preparada para cada pozo. Las pilas contienen el volumen del camión que se utilice, con el camión empleado en el caso que se expone se conformaron ocho pilas por cada banco. La documentación inicia con la inspección visual de cada pared que luego se describe y se le realiza un muestreo.

### 2.1 Muestreo

La forma de los bancos es cuadrada con tres paredes, lo que facilitó la visualización directa de las menas, el muestreo y la documentación geológica (figura 1).



Fig. 1. Formación del banco de extracción de la muestra

Se realizan tres tipos de muestreo:

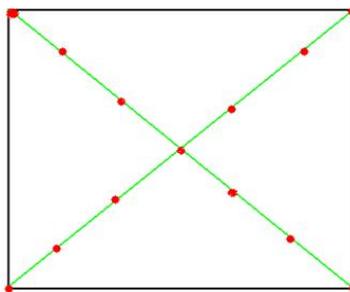
- muestreo en forma de surco (figura 2)
- muestreo integral (figura 3)



**Fig. 2.** Ilustración del muestreo de surco.

En el primero se realiza en las tres paredes de cada banco, se hace un surco de forma longitudinal en correspondencia con los cambios de coloración en el perfil.

El muestreo integral se realiza en la superficie de cada banco, se toman siete muestras a lo largo de cada diagonal como se esquematiza en la figura 3, el mineral recolectado se homogeneiza y cuartea.



**Fig. 3.** Muestreo integral en la superficie del banco

Las dos primeras muestras se envasaron en bolsas de nylon, identificadas con el intercepto de los talonarios, la matriz se conserva con los datos de identificación del pozo y se trasladan al laboratorio.

## **2.2. Análisis físicos y químicos**

La investigación abarca el análisis de las principales características de las menas:

- Granulometría
- Composición química de Fe, Ni, Co, Mn, Zn, K, Cr<sub>3</sub>O<sub>2</sub>, MgO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

La separación granulométrica se realizó mediante tamización por vía húmeda en el laboratorio analítico del Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ) según el procedimiento UPL-PT-G-03. Se utilizaron los siguientes tamices: 1,68 mm, 0,83 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,149 mm, 0,074 mm, 0,044 mm y menor de 0,044 mm. Logrando establecer ocho fracciones granulométricas (Fg).

- Fg. 1 >1,68 mm
- Fg. 2 (<1,68 mm > 0,83 mm)
- Fg. 3 (<0,83 mm > 0,5 mm]
- Fg. 4 (<0,5 mm > 0,25 mm]
- Fg. 5 (<0,25 mm > 0,149 mm]
- Fg. 6 (<0,149 mm > 0,074 mm]
- Fg. 7 (<0,074 mm > 0,044 mm]
- Fg. 8 < 0,044 mm

Se utilizó la Espectrofotometría de Absorción Atómica del (CEDINIQ) para la determinación de la composición química de las clases de comportamiento sustancial en el material menífero, según los procedimientos del laboratorio analítico del CEDINIQ, UPL-IT-59, UPL-PT-A-02, UPL-PT-A-04 y UPL-PT-A-13. Esta técnica permite el análisis cuantitativo de casi todos los elementos de la tabla periódica. El equipo utilizado fue un Espectrofotómetro de Absorción Atómica con lámpara de cátodo hueco marca ATI-unicam.

### 2.3 Documentación geológica

La documentación se realiza según la clasificación en horizontes definida por Lavaut (1987; 1998). Las anotaciones se identifican con la fecha, el bloque, el número del pozo y la cota que determina la profundidad excavada. Se tuvo en cuenta en la descripción, el tipo de horizonte y la presencia del protolito, lo que resulta importante para el proceso tecnológico. Se detalla el tamaño de los granos y de los fragmentos relícticos, se describen los minerales reconocidos. Los minerales no identificados se describen y se toman muestras para su posterior identificación. Se describen la textura y estructura del mineral, la coloración predominante, el tipo de alteración y se estima el porcentaje en que aparecen.

Se utilizan, libretas, lápices, talonarios, bolsas de nylon, soga, dispositivo de muestreo, cuarteador en cruz, martillo, pico, pala y cámara fotográfica.

## 3 Resultados y discusión

El análisis granulométrico se presenta en la Tabla I. La composición química de las muestras integrales y de surco se exponen en la Tabla II y III.

Tabla I. Distribución granulométrica de las clases de comportamiento en la muestra integral

Clase	Fracciones granulométricas							
	Fg. 1	Fg. 2	Fg. 3	Fg. 4	Fg. 5	Fg. 6	Fg. 7	Fg. 8
3_0	9,89	4,26	2,76	3,23	3,09	6,06	3,62	67,09
3_3	1,73	1,36	1,24	1,70	1,75	4,60	4,67	82,95
4_4	4,74	1,59	1,32	2,38	2,54	5,11	4,27	78,05
8_0	12,11	3,98	2,25	3,07	2,40	4,09	3,69	68,41

Tabla II. Composición química de la muestra integral

Clase	Ni	Fe	Co	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu	Zn	K
2_0	0,79	26,15	0,09	0,451	28,99	6,65	0,4	1,331	0,008	0,01	0,014
2_2	1,12	28,57	0,07	4,45	18,29	2,74	0,414	1,366	0,011	0,02	0,015
3_0	0,726	40,05	0,04	0,196	13,75	8,565	0,163	1,389	0,009	0,016	0,008
3_3	1,003	44,3	0,28	0,255	3,567	12,91	0,402	1,625	0,014	0,032	0,063
4_4	1,115	41,03	0,13	1,851	5,603	4,51	0,671	1,878	0,015	0,029	0,076
8_0	0,692	39,86	0,04	0,383	6,927	14,98	0,222	1,528	0,011	0,018	0,054
8_8	1,05	48,35	0,11	0,744	2,63	22,17	0,489	2,196	0,015	0,035	0,137
10_10	1,2	24,16	0,05	7,16	26,47	2,07	0,371	1,143	0,008	0,017	0,019

Tabla III. Composición química de las muestras de surco

Clases	Ni	Fe	Co	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu	Zn	K
2_0	0,88	33,26	0,10	3,98	7,57	10,51	0,4995	1,642	0,015	0,028	0,142
2_2	1,2	23,39	0,05	7,43	25,91	8,48	0,34	1,366	0,009	0,018	0,014
3_0	0,83	42,09	0,04	0,17	2,49	9,56	0,34	1,366	0,010	0,018	0,009
3_3	0,95	46,26	0,26	0,01	3,78	5,48	0,93	2,092	0,013	0,045	0,016
4_4	1,16	42,91	0,14	0,56	7,39	5,02	0,93	2,092	0,013	0,045	0,070
6_0	0,77	32,89	0,07	0,47	26,01	13,54	0,26	1,3097	0,008	0,0113	0,013
6_6	1,03	25,65	0,07	3,96	28,91	10,84	0,27	1,11	0,007	0,014	0,015
8_0	0,56	25,99	0,08	1,55	12,41	21,54	0,45	1,111	0,010	0,011	0,133

### **3.1. Documentación geológica**

La documentación se realizó en todas las paredes de los pozos extraídos.

**Pozo P – 24:** Se estimaba que estuviesen las clases 3\_0, 8\_8 y 6\_6 consecutivas en el perfil. Las clases obtenidas fueron 8\_0 y 2\_0. La clase 8\_0 en la pared norte del primer metro tiene un 75 % de ocre estructural final, un 25 % de corteza por gabro entremezclado con serpentinita lixiviada, en las paredes oeste y sur se manifiesta el ocre estructural final de color pardo amarillento, con vetillas y nódulos rellenos de sílice. La clase 2\_0 en las tres paredes del metro siguiente está constituida de ocre estructural final de color pardo amarillento, con vetillas y nódulos rellenos de sílice con incrustaciones de la roca madre dentro de la masa ocrosa.

**Pozo P – 93:** El estimado fue la clase 3\_3, pero como resultado del muestreo se obtuvo la 4\_4, compuesta en las tres paredes por ocre estructural final de color pardo amarillento y tonalidades negras, con estructura definida que presenta manchas de óxidos e hidróxidos con apariencia ferrosa y de manganeso. Se distinguió en la pared este un mineral de color amarillo en forma de nódulo, arenoso que pueden tratarse de sílice.

**Pozo P – 87:** Se estimaba la clase 8\_8, en el muestreo se obtuvo la clase 4\_4, compuesta en las tres paredes por ocre estructural final de color pardo amarillento con manchas, nidos, puntos y vetillas rellenas de óxidos e hidróxidos de color ferroso y de manganeso. Se observó serpentinita dura en aproximadamente un 20 % de la masa ocrosa. Se observaron los nódulos de sílice similares a los descritos anteriormente.

**Pozo 4-2:** De las clases estimadas 2\_2 y 3\_0 sólo se obtuvo la clase 3\_0 en el muestreo. En las tres paredes, del primer metro, se observó ocre inestructural sin perdigones de color pardo claro. En el segundo metro, en la pared norte y sur, se observó un 25 % de ocre inestructural con perdigones de color pardo oscuro, con forma subredondeada cuyo diámetro aproximado es de 1 mm y representan un 15 % de la masa ocrosa. El 75 % restante es ocre estructural final, de color pardo amarillento, con estructura definida, aparecen manchas de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, se observó de forma similar en la pared oeste. En el tercer metro en la pared norte y oeste se observó ocre estructural final. En la pared sur un 25 % de ocres inestructurales con perdigones y un 75% de ocre estructural final, el que se extiende hasta los dos últimos metros del perfil, no obstante en la pared oeste se observó aproximadamente un 10 % de serpentinita dura dentro de la masa ocrosa.

**Pozo 7-2:** en lugar de la clase 5\_5 estimada se encontró la clase 2\_2, la cual en las tres paredes está compuesta por ocre estructural inicial, de color pardo amarillento con tonalidades verdosas, una estructura definida, con fragmentos de la roca madre, agrietada y alterada de forma irregular; en las paredes sur y oeste ocupa un 15% por ciento y un 5 % en la pared norte. La mena mantuvo las características hasta los siguientes dos metros, a partir del cuarto metro afloró agua.

**Pozo P-5:** Las clases esperadas eran 3\_3, 6\_6 y 6\_0 y se obtuvo la clase 6\_0. En el primer metro de las tres paredes se observó 30 cm de ocre inestructural con perdigones, con forma subredondeados y diámetro aproximado de 5 mm que constituyen un 10 % de la masa ocrosa y en la pared sur 70 cm de ocre estructural final, con intercalaciones de corteza por gabro en la pared oeste. En la pared norte se observa corteza por gabro de color abigarrado con intercalaciones de sílice, vetillas rellenas de óxidos e hidróxidos de Fe y Mn. Los siguientes cuatros metros correspondieron a la clase 6\_0, constituida por ocre estructural final con vetillas rellenas de sílice e intercalaciones de corteza por gabro. En último metro se encontró la clase 6\_6 caracterizada por ocre inestructural inicial con vetillas de sílice y fragmentos de serpentinita desintegrada y alterada.

### **3.2. Análisis de la granulometría**

Las clases estudiadas se caracterizan por ser materiales predominantes de grano fino (Fig. 8) que supera en 65 % de la masa de la muestra ([Tabla I](#)). En las clases 3\_0 y 8\_0 el por ciento de las fracciones más gruesas (Fig.1) ocupan el segundo lugar en porcentaje ([Tabla I](#)), mientras que el contenido de este tipo de fracción granulométrica para las clases 3\_3 y 4\_4 es escaso. Las fracciones granulométricas Fig. 6 y Fig. 7 son similares en las cuatro clases analizadas, la Fig. 6 y la Fig. 7 constituye la tercera fracción de importancia en estos materiales. El resto de las fracciones, en comparación, poseen los porcentajes más bajos.

Se observó una marcada diferencia entre los porcentajes de la fracción Fig. 1 en las clases 3\_0 y 8\_8 con respecto a las clases 3\_3 y 4\_4, las primeras superan en más del 60% a las muestras de las clases 3\_3 y 4\_4. De estos análisis se corroboran los resultados expuesto en (Rojas Purón, 1994).

### **3.3. Análisis de la composición química**

Las clases analizadas son básicamente ferrosas con contenidos significativos de aluminio y sílice, lo que se ha reportado por otros autores (Rojas, 1994 y 1998). En las muestras integrales ([Tabla II](#)) los contenidos de magnesio se

concentran en las clases 10\_10, 2\_2 y 4\_4, sin embargo para la clase 2\_0 los contenidos de sílice son atípicos en correspondencia con los horizontes relacionados con esta clase. En las clases 10\_10, 2\_2, 3\_3, 4\_4 y 8\_8 se alcanzan las mayores concentraciones níquel, en la última se concentran los mayores contenidos de aluminio, lo cual no es característico. El hierro presenta concentraciones por debajo de lo exigido por el proceso industrial en la clase 2\_2.

En las muestras de surco, a diferencia de las muestras integrales, se observa que el contenido de magnesio en la clase 2\_0 aumentó y la sílice disminuyó (Tabla III). En la clase 2\_2 aumentó el contenido de sílice y en la clase 3\_0 disminuyó. En la clase 3\_3 disminuyó el contenido de aluminio y la clase 8\_0 disminuye las concentraciones de hierro con aumento de la sílice. La clase 4\_4 tiene un comportamiento estable en sus componentes, las diferencias en los contenidos de una misma clase nos indican la alta variabilidad de la composición geoquímica. La clase 6\_0 y 6\_6 presentan bajos contenidos de magnesio y altos contenidos de aluminio, este comportamiento que no corresponde a la zona saprolítica del perfil. Es importante destacar las elevadas concentraciones de cromo en especial para las clases 6\_0, 6\_6 y 8\_0.

En las muestras de pared e integral se observan marcadas diferencias entre las muestras de una misma clase en ambos tipos de muestreo, lo que expresa las diferencias de comportamiento espacial dentro de una región reducida de 10 m<sup>2</sup>, esta situación está en correspondencia con las descripciones geológicas realizadas en cada banco y se pueden comprobar en la [tabla II, III](#) y en el [acápite 2](#).

### Conclusiones

1. Se logró evaluar el comportamiento físico y químico durante un muestreo de control en la extracción de una muestra tecnológica.
2. La granulometría que predomina en las clases de comportamiento es la fracción menor 0,044 mm, le sigue la fracción 1,68 mm que presenta mayor proporción para las clases 3\_0 y 8\_0, las fracciones se encuentran cercanas al 4 % en peso de las muestras.
3. Las clases de comportamientos son esencialmente ferrosas ( $Fe \geq 35 \%$ ), con contenidos notables de aluminio (22,17 %) y sílice (26,47 %), se destacan las altas concentraciones de Mn, mayores 0.20 %.

### Referencias bibliográficas

- Agyei G, Rojas Purón A., Hernández Flores A. 2010. Distribución fraccional de metales y minerales en la laterita de balance del yacimiento Punta Gorda, Moa, Cuba. *Revista Minería y Geología*. Vol. 26.
- Bernal Hernández S, Trujillo Codorniu R. A. 2003. Tecnología de Extracción de Precisión. GEOMIN 2003. *Taller Internacional de la Geología y Minería del Níquel Cubano*. [CD-ROM]. TGMNI.09. La Habana, 24-28 de Marzo. ISBN 959-7117-11-8.
- Fernández Martínez L., León Mariño M., y Reynosa Hernández C. 2007. Evaluación del esquema informativo minero y su incidencia en los resultados la calidad de las operaciones mineras. *II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. [CD-ROM]. MIN2-P41. ISBN: 978-959-7117-16-2. La Habana, 20-23 de Marzo.
- Fernández Martínez L., León Mariño M., 2009. Consideraciones acerca de la dilución en yacimientos lateríticos de Ni y Co y factores geológicos que influyen en su comportamiento. *III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. La Habana, 16-20 de Marzo. MIN2-P25. [CD-ROM]. ISBN: 978-959-7117-19-3.
- Lavaut Copa W., 1987. *Control litológico-mineralógico de la mineralización en la corteza de intemperismo de ultramafitas del campo mineral yacimientos Punta Gorda, Camariocas y Piloto*. Tesis en Opción del Grado de Doctor en Ciencias. Archivo E.G.S. Moscú.
- Lavaut Copa W., 1998. Tendencias geológicas del intemperismo de las rocas ultramáficas en Cuba Oriental. *Revista Minería y Geología No. 15*, Págs. 9-16.
- Muñoz Gómez J. N., Orozco Melgar G. A, Rojas Purón A. y Cruz Orosa I. 2005. Mineralogía de las menas lateríticas del yacimiento punta gorda: implicaciones técnica-operativas durante la explotación. *Primera Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. I Congreso de Minera (MINERIA 2005). II Simposio Geología, Exploración y Explotación de las Lateritas Niquelíferas. [CD ROM], MIN2-6. La Habana, 5-8 de abril.
- Muñoz Gómez J. N, Rodríguez Infante A, L.O Vera Sardiñas, Martínez Vargas A. 2009. Modelo Genético Teórico de los Yacimientos Lateríticos Asociados al Macizo Ofiolítico de Moa-Baracoa: Implicaciones de la Exploración de Explotación. *III Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. La Habana, Cuba, 16-20 de Marzo. MIN2-P27. [CD-ROM] ISBN: 978-959-7117-19-3.
- Peña R.E, Trujillo Codorniu R. A. y Bernal Hernández S. 2003. Optimización de la planificación operativa de los trabajos mineros para yacimientos lateríticos. *V Congreso de Geología y Minería de la Sociedad Cubana de*

- Geología*, GEOMIN'2003. La Habana, 24-28 de Marzo. TGMNI-05 [CD-ROM]. ISBN: 959-7117-11-8. Taller Internacional de la Geología y Minería del Níquel Cubano.
- Peña Abreu, R. E., Sam Palanco C. M., 2013. Optimización del Muestreo Tecnológico en Yacimientos Lateríticos Cubanos. *Ciencias de la Tierra y Espacio*. Vol. 14. No. 1. <http://www.iga.cu/Publicaciones/revista/index.htm>.
- Peña Abreu R.E, Vera Sardiñas L. O. 2013. Identificación de clases patrones para la modelación matemática en yacimientos de cubanos níquel. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*. Vol. 14, No. 2, julio-diciembre. ISSN: 1729-3790. <http://www.iga.cu/Publicaciones/revista/index.htm>
- Rojas Purón A. 1994. *Principales fases minerales portadoras de níquel en los horizontes lateríticos del yacimiento Moa*. Tesis Doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- Rojas Purón A. L., Orozco G. 1998. Iniciación al estudio de las fases minerales portadoras de Ni en el horizonte limonítico del yacimiento Moa. *Minería y Geología*. Vol. XI N° 2, pág. 11-15.
- Rojas Purón, A, Turro Breff A. 2003. Composición mineralógica de las colas del proceso Carón en Moa, Holguín, Cuba. *Minería y Geología*, (Nos. 3-4).
- Pérez M R., Núñez Silva A. y Cardoso L. 2007. Estudio mineralógico del yacimiento Camarioca norte. *II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra*. La Habana, 20-23 de Marzo. MIN2-P37. [CD-ROM] ISBN: 978-959-7117-16-2.

**Acerca de los autores:**

**Yuslieni Cala-Cardero:** Ingeniera geóloga graduada del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Oriente, Cuba. Se desempeña como Investigadora Aspirante en el Centro de Investigaciones del Níquel (CEDINIQ). Recibió entrenamiento en Comunicación Científica, en la Universidad Central de Las Villas. Desde el 2013 trabaja en CEDINIQ, ocupa la plaza de Especialista B en investigaciones. Realizó búsqueda bibliográfica para el desarrollo de los Proyectos y Servicios Científicos Tecnológicos en relación a la geoquímica y mineralogía de las lateritas. Participó en la extracción de tres muestras tecnológicas de minerales. Ha participado en consejos científicos, eventos internacionales y locales.

**Ramón Eddie Peña-Abreu:** Doctor en Ciencias Técnicas y Máster en Física y Matemática, con 26 años de experiencia, 23 de los cuales han sido dedicados a la actividad científica y docente, ha dirigido proyectos de investigación y servicios científicos. Ha impartido alrededor de 15 asignaturas de cursos regulares en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, y cursos de postgrados. Participa en congresos internacionales. Ha publicado más de 35 artículos. Es miembro de varias sociedades científicas y del comité científico de varios eventos. Actualmente se desempeña como jefe de proyectos y un servicio de investigación para la industria del níquel.