

- ñola (interpretado en la literatura como una antiguo complejo de subducción).
6. El proceso de obducción pudo haber concluido primero en la parte oriental que en el resto de la isla.
7. En el área queda claro la no evidencia de una fase tectónica entre el Eoceno Superior y el Oligoceno en Cuba Oriental.

REFERENCIAS

1. BRESZNYANSKY, K. y M. ITURRALDE-VINENT: "Paleogeografía del Paleógeno de Cuba Oriental", *Geologie in minjbow*, 57 (2), 1978.
2. BOWEN, C.: "The geology of Hispaniola in Nairn AEM and sthei F.G. eds. The Ocean Basins and Margens. vol 3. The Gulf of Mexico and the Caribbean. New York. Plenum press. p 501-552, 1975.
3. BOWEN, C. NAGLE: "Igneous and Metamorphic Rocks of Northern Dominican Republic and Uplifted Subduction Zone complex, in trans. 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Republica Dominicana. p. 39-45, 1980.
4. COBIELLA J.: Curso de geología de Cuba, La Habana. Cuba, Edit. Pueblo y Educación, 1984.
5. COBIELLA J.: "El vulcanismo paleogénico cubano. Apuntes para un nuevo enfoque" *Rev. Tecnológica*. vol 18/4 p. 25-32, 1988.
6. CUERÍA, M.: "Petrología del arco volcánico Cretácico (Fm.Santo Domingo-área levantada del polígono V CAME Guantánamo)", Trabajo de Diploma, Fondo geológico ISMM, 1993.
7. ITURRALDE-VINENT, M.: *Naturaleza Geológica de Cuba*. La Habana, Cuba, Editorial Científico Técnica, 146p, 1988.
8. ———: "Estratigrafía de Calabaza-Achotal". *Rev. Minería en Cuba*, vol 2 y 3, No 4 y 1, 1976 y 1977.
9. MANN, P. et al.: "Geologic and Tectonic Development of the North America-Caribbean Plate Boundary in Hispanio'a. Boulder, Colorado", *Geological Society of America, Special Paper*, p.262, 1991.
10. MAURRASE, F.: *Stratigraphics Correlation for the Circum-Caribbean Region. The Caribbean Región VolH of Geology of North America*.
11. MULLINE H.: "Carbonate Platform Along the South-East Bahama Hispaniola collision Zone", *Marine Geology*, vol. 105 p. 166-209, 1992.
12. MIAL, A.D.: *Principles of Sedimentary Basin Analysis*. New York, Springer-Verlag, 1981.
13. NAGY, N.: *Ensayo de las zonas estructuro-faciales de Cuba Oriental. Contribución Geológica de Cuba Oriental. Editorial Ciencia y Técnica. ACC, La Habana, p. 9-16, 1983.*
14. PROENZA, J. Y N. CARRALERO: "Geología de Sabaneta y áreas cercanas. Resultados del levantamiento geológico a escala 1:25000 (informe inédito), fondo Geológico ISMM, 1993.
15. PSZCZOJKOWSKI, A. Y R. FLORES: "Fases tectónicas del Cretácico y el Paleógeno en Cuba Occidental y Central. VI Congreso centroamericano de geología y Primer simposio de la minería, Managua, Nicaragua, noviembre, 1984.
16. PUSCHAROVKI Y.MAY y otros.: "Mapa tectónico de Cuba". *esc. 1:50000*. IGP, Academia de Ciencias de la URSS, 1989.
17. QUINTAS F.: "Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior y Paleógeno de la provincia Guentánamo y zonas cercanas", Tesis de doctorado, fondo geológico ISMM, 1989.
18. QUINTAS F. y otros: "Asociaciones estructuro formacionales del Mesozoico en Cuba Oriental y La Española", (Informe inédito), XIII Conferencia del Caribe, 1992.
19. QUINTAS, F.: "Las asociaciones estructuro formacionales y la prospección geológica", *Rev Minería y Geología*. vol.9 no.3, 1992.
20. QUINTAS, F. y J. BLANCO "Paleogeografía del Eoceno Medio en Cuba Oriental", (Informe inédito), Fondo Geológico ISMM, 1992.
21. QUINTAS, F., M. HERNÁNDEZ, J. BLANCO: "Origen y evolución del arco de islas volcánicas Sierra Maestra", *Revista Minería y Geología*, Vol. 11, No.1 1994.

INICIACION AL ESTUDIO DE LAS FASES MINERALES PORTADORAS DE NIQUEL EN EL HORIZONTE LIMONITICO DEL YACIMIENTO MOA

Ing. Arturo L. Rojas Purón
Dr. Gerardo Orozco Melgar

Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa

RESUMEN: Se caracterizan mineralógicamente las principales fases minerales portadoras de Ni en el horizonte limonítico del yacimiento Moa, valorándose, mediante técnicas de difracción de rayos-x, espectroscopía de absorción atómica y fluorescencia de rayos-x, la distribución del Ni en los distintos minerales.

Se definen las diferentes fracciones granulométricas en que suelen concentrarse las fases minerales principales, evidenciándose el carácter entremezclado de los minerales lateríticos en estos yacimientos de cortezas de intemperismo.

La goethita y las espinelas son los principales minerales portadores de Ni en las limonitas, en tanto que la gibbsita y la hematita son fases no portadoras que coexisten con las fases de mineral útil.

ABSTRACT: Mineralogically characterized are, the principal mineral phases bearing-Ni into the limonitic horizon of Moa deposit. By means of x-ray diffraction, atomic absorption spectroscopy and x-ray fluorescence thecnics is studied the Ni distribution.

The different granulometric fractions in which use to concentrate the main mineral phases are defined, showing the intermixed character of these deposits.

Goethite and spinels are the main minerals bearing-Ni into limonites; on the other hand, gibbsite and hematite are no bearing-Ni phases that appear togheter with the first ones.

INTRODUCCION

En los trabajos mineralógicos realizados en las cortezas de intemperismo ferroniquelíferas ocupa un lugar importante el estudio de las fases minerales portadoras de Ni. El conocimiento de la forma en que se presenta este metal en estos yacimientos repercute de una forma u otra a la hora de analizar cualquier problemática tanto en la industria como en la mina. La presente obra pretende aportar nuevos datos referidos a los minerales portadores de Ni.

La evolución del conocimiento acerca de la presencia de Ni en los yacimientos ferroniquelíferos ha tenido un camino un tanto escabroso, como expone Avias, J., 1978, pues merced a las concepciones y grado de conocimiento de los yacimientos de Ni se fueron estableciendo las formas en que el mismo suele presentarse sin tomarse en consideración las características naturales para cada tipo de yacimiento. Strnad, I., 1968, alerta sobre estos aspectos y afortunadamente según los resultados de Ammon Chok-

roum, 1972; Brindley, G.W. et al., 1975; Kunhel, R.A et al., 1978; Schellmann, W., 1978; Nahon, D. et al., 1982; Voskresenkaia, N. L., 1987; Sobol, S.I., 1968, ya existe un cuadro más preciso sobre las formas en que aparece el Ni en los yacimientos de cortezas de intemperismo.

La forma mineralógica del Ni en los yacimientos cubanos posee cierto grado de estudio, los resultados más sobresalientes los ofrecen Sobol, S.I., 1968, estudiando el material sometido a lixiviación ácida a presión, estableciendo, como uno de los principales portadores de Ni, a la goethita y por otra parte Cordeiro A.C. y Collazo, J., 1981-87, empleando métodos químicos analíticos establecen la asociación del Ni según las principales macrofases componentes en el material laterítico. Algunos resultados expuestos por Benet, H.H. et al., 1928 y Vetter D. R., 1955, no ofrecen ideas claras acerca de los portadores de Ni.

MATERIALES Y METODOS DE INVESTIGACION

Se trabajó con muestras de minerales patrones naturales del Museo de Mineralogía del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, estudiadas por Saavedra O.L., 1989, y muestras de la mina Moa seleccionadas cuidadosamente a partir de los resultados obtenidos por Matos K., 1984 y Blanco J., 1985.

Para la caracterización de las muestras se emplearon las siguientes técnicas instrumentales:

- Difracción de Rayos-X
- Fluorescencia de Rayos-X
- Espectrofotometría de Absorción Atómica.

La difracción de rayos-x se realizó con un goniómetro alemán tipo HZG-4, con un régimen de 30-40 kV y 20 mA, utilizando radiación Co K-alfa. En el Laboratorio Central de la empresa Ernesto Guevara fueron realizados los análisis de fluorescencia de rayos-x y absorción atómica.

Para la detección de las fases minerales portadoras de Ni en el horizonte limonítico de la corteza de intemperismo se hace necesaria la obtención de fracciones minerales

ANÁLISIS MINERALÓGICO

Los resultados obtenidos por Ginzburg I.I. et al., 1951 y Nikitin K.K., 1962 en cortezas de intemperismo de rocas ultrabásicas exponen, que para los horizontes de ocre o limonitas, las fases minerales principales portadoras de Ni son los óxidos e hidróxidos de Mn (asbolanas), las cuales pueden contener hasta un 19,2 % de NiO, y los óxidos e hidróxidos de Fe: goethitas y magnetitas, que portan de un 0,7 a un 2,21 % de NiO.

TABLA 1. Contenido de Ni y Co en los minerales de cortezas de intemperismo de rocas ultrabásicas. (Según Ginzburg, I.I., et al., 1951 y Nikitin K.K., 1962.

Mineral	Contenido en %	
	Ni	Co
Goethita	0,7 a 2,21	0,05 a 0,17
Magnetita	1,18	0,23
Asbolanas	0,56 a 19,2	0,04 a 14,45
Montronitas	0,09 a 1,96	0,0 a 0,2
Hidrocloritas	0,0 a 2,03	0,0 a 0,03
Chujarditas	3,11 a 7,20	0,0 a 0,22
Djeterisita	0,09 a 4,67	0,31
Hidrobiotitas	0,05 a 2,59	0,02
Vermiculitas	0,0 a 11,25	0,013
Nepouita	20,64 a 50,02	-
Garnieritas	9,37 a 45,7	0,0 a 0,06
Sepiolitas	0,0 a 7,2	0,0 a 0,03
Ferrihalloisitas	0,0 a 3,15	0,0 a 0,02
Kerolita	0,25 a 2,70	0,002
Calcedonia (crisoprasa)	0,17 a 0,32	0,0 a 0,04

Debido a las características mineralógicas de los yacimientos cubanos de Ni, expresadas en los trabajos de Ostroumov M. et al., 1985-87; Ponce N. et al., 1983-88; Shirokova I.Y., 1967; Kudelasek V. et al., 1967 y Laverov N.P. et al., 1985, las principales fases minerales a considerar son las goethitas, magnetitas y hematitas, que representan el 85 % de la composición de estos materiales lateríticos; en tanto, las fases de manganeso sólo representan alrededor de un 5 % en las limonitas (Laverov N., 1985; Rojas Purón A.L. et al., 1994).

Estos minerales constituyen, tanto por su abundancia como por sus contenidos de Ni y Co, componentes importantes del material laterítico a la hora de analizar la distribución del Ni en todo el perfil.

Por otra parte, las características naturales de las lateritas (Rojas Purón, A.L. et al., 1992) hacen un tanto compleja la extracción del Ni de estos depósitos exógenos. Numerosos autores prestan mucho interés a los principales minerales portadores (Cordeiro A.C., Collazo, J., 1987; Aleojin V. et al., 1977; Ammon Chokroum M., 1972), pero no

útiles según la preparación de muestras llevada a cabo por Saavedra O.L., 1989; Proenza L., 1990 mediante trabajos de:

1. Separación granulométrica
 - por tamización (80 y 45 micras)
 - por levigación (-20 micras)
2. Separación magnética.

consideran las fases minerales no portadoras ni su cantidad, aspecto que puede incidir de manera significativamente negativa cuando se quiere obtener un mayor por ciento de recuperación del Ni a partir de un volumen determinado de material laterítico.

TABLA 2. Composición mineralógica del yacimiento Moa. (Según Rojas Purón, A.L., et al., 1994)

Fases Minerales	Horizontes			
	1.	2.	3.	4.
Goethita	58	69	18	5
Espinelas	8	10	2	3
Hematita	7	5	-	-
Minerales de Mn	2,5	3	-	-
Gibbsita	20	8	2	-
Cuarzo	2,5	2,5	2	-
Esmectitas	-	-	3	-
Nepouita	-	-	8	3
Enstatita	-	-	2	5
Cloritas	-	2,5	5	3
Serpentina	-	2,5	62	85

La presencia de hematitas y gibbsitas debe tenerse en cuenta al diseñar un proceso de preparación de muestras ya que estos minerales son constituyentes del material laterítico, pero no son portadores de Ni, o sea, son estériles, sin embargo, están íntimamente asociados a los minerales portadores. Además, al menos la gibbsita puede ser separada, pues la misma posee una fracción granulométrica de enriquecimiento definida (+0,074 - 0,83 mm, no magnética) corroborado por Lago L., Volikov, I., 1991.

A partir de muestras de la mina, mediante un adecuado trabajo de preparación, se obtuvieron fracciones monominerales. Las características roentgenométricas de éstas se exponen en la Tabla 3. La goethita se concentra en las fracciones finas (-20 micrones), electromagnéticas, tomadas de los horizontes de ocre, parte media preferentemente, de color amarillo parduzco. La magnetita tiende a concentrarse en las fracciones magnéticas (+20 - 80 micrones), en los horizontes de ocre superiores y en la coraza ferruginosa (material de coloración rojo oscuro a negro), aunque al parecer este mineral puede concentrarse también en una granulometría más gruesa, pues en las fracciones magnéticas mayores de 80 micrones sus contenidos son altos.

Para las fases de hematitas y gibbsitas no se obtuvieron fracciones tan puras como las anteriores, ya que la gibbsita está íntimamente asociada a la goethita, en tanto que junto con la hematita aparecen la goethita y la magnetita, resultando difícil su separación.

Para la hematita, la fracción de concentración no está bien definida, los mejores resultados se observan en las fracciones no magnéticas, mayores de 80 micrones.

La fracción de concentración para la fase de hidróxidos de aluminio, gibbsita, parece ubicarse en la fracción no magnética medianamente gruesa (-0,4 + 0,074 mm), de acuerdo con los resultados obtenidos por Rojas Purón y P. Beyris en 1994 en estudios de frentes de explotación de la mina Moa. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en 1991 por Lago y Volikov.

TABLA 3. Resultados de los análisis roentgenográficos de fracciones de muestras de lateritas de la mina Moa

1		2		3		4	
d	I	d	I	d	I	d	I
4,86	41	4,87	51	9,43	21	9,46	29
		4,39	18	4,87	100	4,88	100
4,2	100	4,17	46	4,38	35	4,40	27
				4,16	96	4,19	90
3,37	22			3,68	24	3,68	24
				3,36	20	3,37	22
						3,32	21
				3,18	16		
				3,12	16	3,12	18
		2,96	31			2,96	18

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

En los yacimientos niquelíferos cubanos las fases minerales de oxihidróxidos y óxidos de hierro: goethita y espinelas, constituyen importantes componentes en el horizonte limonítico, tanto por su abundancia (Tabla 2) como por sus contenidos de Ni, pues es característico en estos yacimientos la escasa presencia de minerales de Mn (asbolanas).

Varios autores, entre los que se destacan Sobol S.I., 1968, Aleojin V. et al., 1968; Cordeiro A.C., Collazo J., 1987 y Voskresenskaia N., 1987, han estudiado la asociación del Ni con determinadas formas mineralógicas en las lateritas cubanas, y es significativa la unanimidad de criterios en cuanto a que son los minerales de hierro los principales portadores de Ni en estos horizontes de ocre, y dentro de ellos la goethita es el principal colector. Esta asociación del Ni con la goethita alcanza de un 75 a un 90 %, lo que se corrobora con los resultados obtenidos en muestras fabriles (Sobol S.I., 1968) como en muestras de la mina (Rojas Purón A.L. et al., 1994), e incluso se puede establecer una fracción granulométrica de enriquecimiento de esta fase mineral (Saavedra O.L., 1989).

TABLA 4. Criterio sobre la asociación del Ni en las menas lateríticas cubanas según diferentes autores

% de Ni asociado	Criterio (Ni asociado a:)	Autores/ Años
58 - 75	goethita	Sobol S.I./1968
58 - 90	Minerales de Fe	Sobol S.I./1968
80 - 85	Minerales de Fe	Aleojin, et al./1969
90	goethita	Aleojin, et al./1969
73 - 95	Minerales de Fe	Cordeiro A.C., et al./1987

La fase goethita, que es un mineral hipergénico durante la formación y evolución de la corteza de intemperismo,

TABLA 3. (continuación).

1		2		3		4	
d	I	d	I	d	I	d	I
2,69	44	2,7	34	2,7	61		
2,51	38	2,52	100	2,68	58	2,69	60
				2,51	56	2,51	63
2,44	64	2,45	36	2,47	60		
2,41	28	2,39	12	2,44	62	2,43	63
				2,39	23		
				2,24	30		
2,19	40	2,20	17	2,20	35		
2,04	13	2,09	25	2,05	19	2,05	18
				1,99	16		
						1,84	18
1,71	36	1,80	10	1,79	16		
		1,70	20	1,69	15		
		1,60	32				

Observaciones:

1. Fracción (-20 micrones) electromagnética rica en goethita.
2. Fracción (+80 micrones) magnética rica en espinelas (magnetitas).
3. Fracción (-80 + 45 micrones) no magnética rica en gibbsita.
4. Fracción (-80 + 45 micrones) electromagnética rica en hematitas.

presenta determinadas peculiaridades, pues como testigo de un ambiente geoquímico dinámico suele presentar diferentes grados de cristalinidad, lo que ya ha sido observado en otros yacimientos de este tipo (Ammon Chokroum M., 1972; Kunhel R.A. et al., 1978; Schellmann W., 1978). En estos materiales lateríticos es común la asociación de la goethita con otros oxihidróxidos de Fe, hidrogoethita-ferrihidrita, e incluso akaganeíta, hidrohematita, entre otros. Por otra parte, su fina granulometría natural de existencia (Rojas Purón A., 1994) puede repercutir en su comportamiento negativo durante el proceso de sedimentación.

Las espinelas (magnetitas-magnetitas-cromoespinelas), que constituyen las fases minerales de segundo orden de importancia en estas menas lateríticas suelen concentrarse, a diferencia de las goethitas, en las fracciones granulométricas (magnéticas) más gruesas, es decir, mayores de 80 micrones y en ocasiones en la fracción intermedia (magnética), entre -80 y +20 micrones.

De tal forma que los minerales de Fe pueden concentrarse en dos fracciones granulométricas: una fina, menor de 20 micrones, con un carácter electromagnético para las goethitas e hidrogoethitas, y la otra es la gruesa, mayor de 80 micrones, siempre magnética, en la que se concentran las espinelas. Resultados similares fueron obtenidos por Almaguer A., Zamarsky V., 1993.

Los resultados roentgenométricos delatan la presencia de paragénesis minerales como la gibbsita con goethita, y hematita con gibbsita, lo que dificulta la obtención de fracciones monominerales lo suficientemente puras, esto es más evidente en los minerales no portadores, los cuales presentan ciertas cantidades de goethita y magnetita, pues el cuadro difractométrico de la gibbsita es bastante simple y su fracción de enriquecimiento parece estar poco contaminada.

En el horizonte limonítico de la corteza de intemperismo del yacimiento Moa las fases minerales principales portadoras de Ni la constituyen los oxihidróxidos y óxidos de Fe, goethitas y espinelas (magnetitas, maghemitas, cromoespinelas). Las hematitas y gibbsitas constituyen fases minerales estériles.

TABLA 5. Distribución del Ni entre las principales fases minerales en el horizonte limonítico del yacimiento Moa. (Según Rojas Purón A.L., et al., 1994)*

Fase mineral	Contenido de la fase en el horizonte	Intervalo de contenido	Contenido promedio
Goethita	69 - 72	1,52 - 1,43	1,495
Espinelas	5 - 8	1,47	1,47
Hematita	5 - 10	0,70	0,70
Gibbsita	14 - 23	0,72 - 0,38	0,457

* El cálculo se realizó sobre la base de 8 muestras de goethitas y gibbsitas, 4 de magnetitas y 2 hematitas.

La goethita constituye el principal colector de Ni de estos yacimientos de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas por dos razones: por la cantidad de Ni que porta (promedio de 1,495 %) y por ser la fase mineral más abundante; alrededor del 70 % del horizonte de ocre está representado por goethita.

Las espinelas (magnetitas, maghemitas y/o cromoespinelas) portan una buena cantidad de Ni (1,4 %), pero sólo representan alrededor del 8-10 % de los minerales que componen el horizonte de ocre.

Las fases de hematita y gibbsita son fases minerales no portadoras de Ni, pero están íntimamente unidas a las fases portadoras. Por otra parte, los contenidos relativamente altos de Ni en la hematita pueden ser explicados por la presencia de cierta cantidad de goethita que inevitablemente se asocia a ella.

La gibbsita no es portadora de Ni, pero debe tenerse en cuenta por ser el principal mineral portador de Al en estos yacimientos alcanzando hasta un 20 % en la composición mineralógica de estas lateritas (Rojas Purón, 1994). Además, ha sido reportada como un mineral con influencia negativa en el proceso de sedimentación de la pulpa limonítica (Ponce, N. et al., 1983).

La hematita y la gibbsita no constituyen minerales portadores de Ni, sin embargo se presentan mezclados en el material limonítico conjuntamente con la goethita y la magnetita.

La gibbsita tiende a concentrarse en el horizonte de ocre superior y en la coraza ferruginosa, en las fracciones (+45 -80 micras) y ocasionalmente en la fracción (+80 micras), electromagnética y no magnética; en tanto que la hematita abunda en estos horizontes pero su fracción de concentración no está definida (probablemente +80 micras, no magnética).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos para el yacimiento Moa, se establecen las siguientes conclusiones:

1. Las fases minerales principales portadoras de Ni en el horizonte limonítico son la goethita (posible hidrogoethita) y las espinelas, donde la goethita alcanza valores de 1,43 a 1,52 % de Ni, y las espinelas hasta un 1,47 % de Ni.
2. La goethita, como principal portador de Ni, tiende a concentrarse en la fracción fina (-20 micras) y está bien representada en el horizonte de ocre, parte media, por un material de color amarillo parduzco.
3. El yacimiento parece estar poco contaminada.

REFERENCIAS

1. ALEOJIN, V. et al.: Informe sobre los trabajos de exploración geológica detallada y orientativa en el yacimiento Punta Gorda, 1977.
2. ALMAGUER, A. y V. ZAMARSKY: "Estudio de la distribución del Fe, Ni y Co en los tamaños de granos que componen el perfil de las cortezas de intemperismo de las rocas ultrabásicas hasta su desarrollo laterítico y su relación con la mineralogía". Rev. Minería y Geología, Vol. 10, No.2, 1993.
3. AMMON CHOKROUM, M.: Contribución a la Valoración de las Ferralitas de Nueva Caledonia. Univers, Nancy 1, 170 p, 1972.
4. AVIAS, J.: "Evolution of Knowledge and Ideas About Genesis and Nature of Nickel Ores, Mainly Lateritic Ores, From Their Discovery to Present Day". Bulletin du B.R.G.M., No.3, pp. 165-172, 1978.
5. BLANCO MORENO, J.: Mineralogía de las lateritas del sector Atlántico del yacimiento Moa. Trabajo de Diploma, I.S.M.M., Moa, 1985.
6. BRINDLEY, G.W. & W. HSIEN-MING: "Compositions, Structures and Therm Behaviour of Nickel-Containing Minerals in the Lizardite-Nepouite Series". Rev. American Mineralogist, Vol. 60, pp. 863-871, 1975.
7. GINSBURG, I. et al.: Minerales de la Corteza de Intemperismo Antigua de los Urales. Academia de Ciencias de la URSS, 1951.
8. GONZALEZ, C.R. et al.: "Análisis de fases cuantitativos de goethitas en lateritas". Serie Geológica, No. 4, 1984.
9. KUDELASEK, V. et al.: "Mineralogía de las cortezas de intemperismo de rocas ultrabásicas de la costa norte de Oriente, Nicaragua y Moa." Revista de Geología, No.1, 1967.

10. KUNNEL, R.A. et al.: "Distribution and Partition of Elements in Nikeliferous Laterites". Bulletin B.R.G.M., section 11, pp. 191-206, 1978.
11. LAGO, L. y I. VOLIKOV: Disminución en pulpa de los principales consumidores de ácido en lixiviación. Seminario Internacional sobre Tecnología de Lixiviación Ácida de los Minerales Lateríticos, Moa, noviembre/1991.
12. LAVEROV, N.P. et al.: Yacimientos de Minerales Metálicos de Cuba. Ed. Nauka, Moscú, 1985.
13. MATOS SANCHEZ, K.: Valoración general de la composición mineralógica del sector Yamanigüey, Mina Moa. Trabajo de Diploma, I.S.M.M., Moa, 1984.
14. NIKITIN, K.K.: Corteza de Intemperismo de las Rocas Ultrabásicas del Macizo Burikal. Ed. Nauka, 1962.
15. NAHON, D. et al.: "Lateritic weathering of ultramafic rocks and concentration of nickel in the western Ivory Coast". Rev. Economic Geology, Vol. 85, pp. 1159-1175, 1982.
16. OSTROUMOV, M.; A. ROJAS PURON, y J. BLANCO: "Caracterización mineralógica de las lateritas del sector Atlántico, Mina Moa". Rev. Minería y Geología, Vol.5, No.1, 1987.
17. OSTROUMOV, M.; A. ROJAS PURON: "Estudio de la composición mineralógica de las lateritas de Moa por difracción de rayos-x". Rev. Minería y Geología, Vol. 3, No. 1, 1985.
18. PONCE, N. et al.: "Posible influencia de la composición mineralógica en la sedimentación de la pulpa cruda de Moa". Rev. Minería y Geología, Vol. 1, No.1, 1983.
19. ———: "Mineralogía de la composición sustancial de las muestras patrones de lateritas". Serie Geológica, No.1, pp. 75-82, 1988.
20. ———: "Características mineralógicas de las menas industriales de los yacimientos lateríticos ferroniquelíferos del macizo Moa-Baracoa". Serie Geológica, No.2,
21. PROENZA, L.A.: Estudio de las fases minerales principales portadoras de Ni en el horizonte limonítico de yacimiento Moa (II). Trabajo de Diploma, I.S.M.M., Moa, 1990.
22. QUINTANA PUCHOL, R.: "Estudio de la pulpa cruda del material laterítico del yacimiento Moa: análisis físico-mineralógico". Rev. Minería y Geología, Vol. 3, No.1, 1985.
23. ROJAS PURON, A.L.: Mineralogía de las lateritas. Curso de Postgrado de la Facultad de Geología del ISMM, Moa, 1992.
24. ROJAS PURON, A.L. y P. BEYRIS: "Influencia de la composición mineralógica en la sedimentación del material limonítico de frentes de explotación de la industria Pedro Soto Alba". Rev. Minería y Geología, Vol. 11, No.1, 1994.
25. SAAVEDRA, O.L.: Caracterización de las lateritas portadoras de Ni en el horizonte limonítico del yacimiento Moa. Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, 1989.
26. SCHELLMANN, W.: "Behaviour of Nickel, Cobalt and Chromium in Ferruginous Lateritic Nickel Ores". Bulletin B.R.G.M., section 2, No. 3, 1978.
27. SHIROKOVA, I.Y.: "Intemperismo de las rocas ultrabásicas del norte de Oriente: Yacimientos de Pinares de Mayarí, Moa y Nicaro. Génesis y composición de las minas". Fondo Geológico Nacional, 1967.
28. SOBOL, S.I.: "Composición de las lateritas de Moa y su influencia sobre los procesos de lixiviación de minerales por ácido sulfúrico en autoclaves". Rev. Tecnológica, Nos. 5 y 6, 1968.
29. STRNAD, I.: "Desarrollo del conocimiento geológico y del aprovechamiento de las menas niquelíferas". Rev. Tecnológica, 1968.
30. VERA YESTE, A.: Introducción a los Yacimientos de Níquel Cubanos. Ed. Orbe, 1979.
31. VETTER, O.R.: "Cómo se formó el mineral de níquel cubano. Una lección sobre la génesis de las lateritas". Engineering and Mining Journal, 1955.
32. VOSKRESENSKAYA, N.: "Formas de presentarse el Ni en los minerales portadores de las menas silicatadas-óxidos de Cuba". Rev. Geoquímica, No. 2, 1987. (en ruso).

IMPORTANTE

La revista "Minería y Geología" del Instituto Superior Minero Metalúrgico, solicita a todas las sociedades e instituciones relacionadas con la geología, minería y metalurgia que con el objetivo de aunar y dar a conocer sobre estas especialidades nos envíen para su publicación:

– Congresos, reuniones, seminarios y cursos que se efectúen a partir de 1994.

– Programas de índole científico-técnico

Envíe su correspondencia a:

Ing. Bárbara Fuentes Herrera
Redacción Revista Minería y Geología
Edif. 2 Apto. 16
Rolo Monterrey, Moa 83300
Holguín, Cuba