

# Oferta Especial

## TURISMO ESPECIALIZADO

El Turismo Especializado Universitario hacia Cuba, diseñado y organizado por el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, (ISMM), constituye una de las vías a través de las cuales los profesionales, hombres de ciencia y de negocios, profesores y estudiantes, jóvenes en general, pueden conocer el desarrollo alcanzado por Cuba en las disímiles especialidades de la educación superior y las investigaciones científicas. Es una alternativa de búsqueda científico-técnica para intercambiar experiencias, actualizar y profundizar su cultura profesional, y al mismo tiempo disfrutar de las bellezas naturales, de sus monumentos, industrias, edificaciones de siglos pasados y de las actividades recreativas que se ofrecen en esta región de Cuba oriental, la cual

hemos denominado la Capital del Níquel.

El Instituto Superior Minero Metalúrgico le ofrece distintos cursos de postgrado, impartidos por profesores universitarios de alta calificación y grado científico.

El turismo estudiantil y juvenil es una opción de gran atractivo para jóvenes, porque contempla no solo, actividades turísticas y recreativas sino también el intercambio de experiencias con estudiantes y jóvenes cubanos y a su vez el conocimiento del desarrollo de su futura especialidad en Cuba.

El ISMM pretende satisfacer las expectativas de los visitantes. Se dispone de una residencia universitaria con las comodidades necesarias para este tipo de actividad, además de excursiones a distintos lugares de interés y otros servi-

cios, siempre atendidos por un personal hospitalario y especializado.

Su programa de forma opcional le propone disfrutar de la maravillosa playa Maguana con sus tranquilas y azules aguas y su barrera coralina de más de 30 km de extensión, que la permita a usted disfrutar de las bellezas del Caribe.

El visitante especializado puede organizar su propio programa de estancia de acuerdo con sus preferencias, gustos e intereses, tiempo de que dispone y conferencias a recibir.

Los cursos, recorridos, visitas y entrenamientos en las diferentes temáticas pueden llevarse a cabo a solicitud de una Agencia de Viajes, Institución o persona que organice un grupo de ocho (8) personas como mínimo.



## PURIFICACION DE SOLUCIONES DE SULFATO DE Ni + Co EMPLEANDO EL CARBONATO BASICO DE NIQUEL ACTIVO

Ing. Evangelia García Pena  
Ing. Deisy Cisneros Sánchez  
Ing. Germán Santiago Alfonso M

Centro de Investigaciones de la Laterita

**RESUMEN:** Se muestran los resultados obtenidos al desarrollar el proceso de purificación de las soluciones de sulfato de Ni y Co empleando el carbonato básico de Ni activo (C.B.Ni.A.).

Con las condiciones de trabajo empleadas de temperatura, tiempo, relación Ni/Co + Mn y agitación, se obtuvieron eficiencias de eliminación para el cobalto y el manganeso superiores al 99 % y para el zinc se obtuvo una eficiencia superior al 94 %.

Los licores finales obtenidos alcanzaron concentraciones para el Ni de hasta 44,51 g/L, los cuales pueden ser empleados perfectamente para la producción de productos de alto valor comercial.

Los sólidos obtenidos, por su composición química, se convierten en un atractivo para ser empleados como materia prima para la recuperación del cobalto y el manganeso.

**ABSTRACT:** In this work the obtained results of purification process of Ni + Co sulfate solutions, using basic carbonate of active nickel (C.B.Ni.A.) are shown.

The efficiency of elimination for cobalt and manganese was over 99 % and for zinc it was over 94 %. The final liquors obtained reached concentrations up to 44,51 g/L of Ni, and obtained solids become an attractive to be use as raw material for cobalt and manganese recuperation.

### INTRODUCCION

Debido a la necesidad que ha existido en los últimos años de diversificar la producción de Ni y Co, motivado por los altos precios que van adquiriendo los productos de estos metales en el mercado mundial, investigadores de la rama del níquel se han dado a la tarea de desarrollar diferentes vías para obtener tecnologías con las cuales se puede mejorar la calidad de los productos finales existentes actualmente.

El trabajo, al igual que otros muchos ya desarrollados [1,5,6], persigue el objetivo de buscar una nueva vía de mejorar la calidad de los productos de Ni y Co mediante la utilización de la sal negra, en este caso corresponde al empleo del carbonato básico de Ni activo (C.B.Ni.A.).

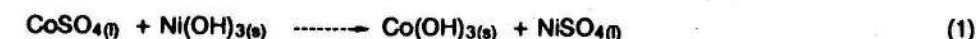
El C.B.Ni.A. se caracteriza normalmente por su alto poder oxidante fundamentalmente en medio ácido. Esta propiedad es la base por la cual se ha tomado este tipo de

sal negra para ser utilizada como un agente de separación del Co, Mn a partir de las soluciones de Ni que lo contienen logrando valores menores a 10 ppm, lo cual muestra lo atractivo del empleo de esta materia prima.

Los licores obtenidos de la purificación de los sulfatos de Ni+Co con C.B.Ni.A. pueden ser sometidos a la electroextracción para la producción de cátodos de Ni de alta pureza o pueden ser empleados en cualquier otro proceso de refinación para obtener otros productos.

El C.B.Ni.A. también ha sido utilizado para la separación del Co de una solución de sulfato de Ni+Co obtenida por la disolución de los sulfuros de la empresa "Pedro Sotro Alba".

El fundamento químico de este proceso de purificación con C.B.Ni.A. está basado en reacciones de intercambio, siendo las fundamentales las siguientes:



### DESARROLLO

Se empleó en el trabajo un reactor de 5 litros de capacidad y camisa de calentamiento con un diámetro interior de 17 cm y diámetro exterior de 22 cm, construido de titanio, con el fondo plano con baffles, provisto el reactor de un dispositivo para la aereación. Se utilizó un agitador mecánico

de revoluciones variables (0 - 2 000 rpm) con un impelente de paletas planas, el cual posee un diámetro de 4 cm y las paletas poseen 1 cm de ancho. Se utilizó además un rotámetro para la medición del flujo de aire que se suministró al proceso. La instalación se muestra en la figura 1.

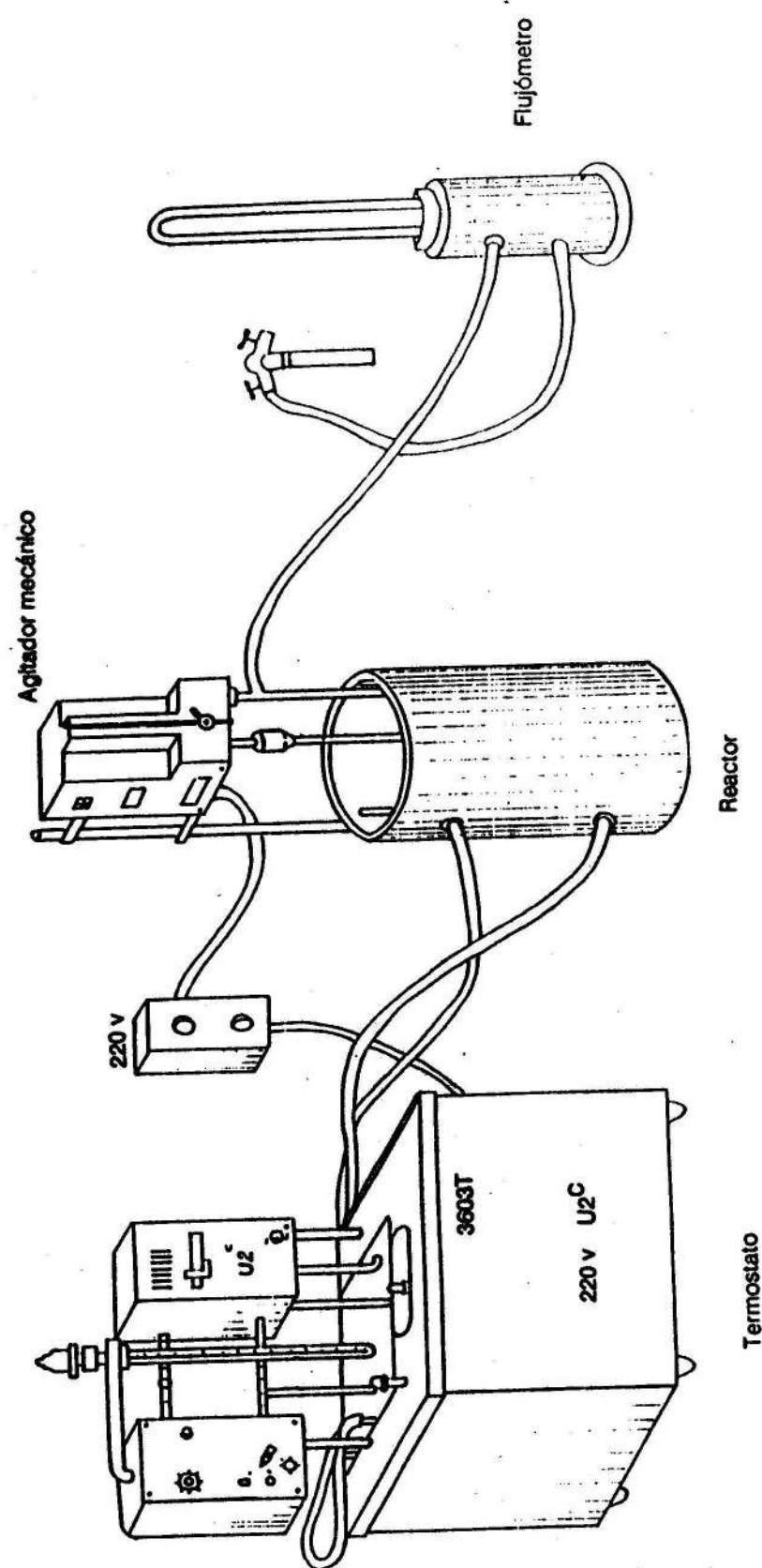


FIGURA 1. Instalación empleada para la realización de los experimentos.

La materia prima empleada fue licor de sulfato de Ni+Co (obtenido del proceso de neutralización del licor producto (RL)) con coral y purificación con C.B.Ni.A.

TABLA 1. Composición química de la materia prima empleada.

Elementos	Materia Prima	
	Licor (g/L)	C.B.Ni.A (%)
Ni	23,33	22,74
Co	0,882	0,789
Fe	0,001	0,947
Al	0,063	—
Cr	0,074	—
Cu	0,016	—
Zn	0,11	0,019
Mn	1,303	0,085
pH	4,09	—
Activ.	—	49,9

Las condiciones de trabajo empleadas en el desarrollo de los experimentos se muestran en la tabla 2.

Para el desarrollo de los experimentos se tomó como base los valores de parámetros ya estudiados en otros

trabajos [1 y 5]; además se realizaron pruebas preliminares utilizando para ello diferentes valores de los parámetros no conocidos, para de esta forma obtener el rango óptimo de trabajo para el proceso. Estos resultados se pueden observar en la tabla 3, donde se refleja que los mejores valores se alcanzan a una temperatura entre 6 y 8 C, con un tiempo de 6 min, una relación Ni<sub>III</sub>/Co+Mn = 1,75 y agitación combinada (neumática y mecánica).

TABLA 2. Condiciones de trabajo empleadas en la purificación con C.B.Ni.A.

Prueba	Tiempo (min)	Temp. (°C)	Rel. Ni <sub>III</sub> /Co+Mn	Tipo de agitación
1	60	60	1,75	Combinada
2	60	80	1,75	Combinada
3	60	60	1,75	Combinada
4	60	80	1,75	Combinada
5	60	60	1,75	Combinada
6	60	80	1,75	Combinada
7	60	60	1,75	Combinada
8	60	80	1,75	Combinada
9	60	80	1,75	Combinada

TABLA 3. Resultados Preliminares obtenidos de la purificación con C.B.Ni.A.

Prueba	Parámetros				Eficiencia de eliminación, %		
	T (°C)	t (min)	Rel. Ni <sub>III</sub> /Co+Mn	Tipo de agitación	Mn	Co	Zn
1	50	60	1,75	Neumática	86,0	81,2	75,4
2	60	120	2,00	Mecánica	95,4	88,5	90,2
3	70	60	1,75	Neumática	96,7	95,1	85,4
4	80	120	2,00	Mecánica	95,6	94,7	94,4
5	90	60	1,75	Neumática	94,7	92,9	68,5
6	50	120	2,00	Combinada	97,9	95,7	79,4
7	60	60	1,75	Combinada	99,9	99,7	99,4
8	70	120	2,00	Combinada	98,0	97,7	88,1
9	80	60	1,75	Combinada	100	99,9	99,9
10	90	120	2,00	Combinada	99,0	98,1	89,7

En la tabla 4 se muestran los resultados de la eficiencia de separación de las impurezas alcanzados en el desarrollo del trabajo. Como se puede observar, los valores de separación del Co y el Mn son superiores al 99 %. Para el caso de Zn, la eliminación se comportó por encima del 94 % en su mayoría. La alta separación del cobalto y el Mn de estos licores se debe a la oxidación de los mismos por el Ni presente en el carbonato activo, de acuerdo con las reacciones químicas (1) y (2) y la formación de los compuestos de valencia superior los cuales a ese valor de pH precipitan [7]. En el caso del Zn a pesar de que se obtienen altos porcentos de eficiencia de separación del licor, no se ha podido demostrar que la presencia del Ni sea la causa fundamental de esto.

TABLA 4. Eficiencia de eliminación de impurezas.

Prueba	Eficiencia de separación				pH
	Co	Mn	Zn		
1	99,43	99,62	94,5		5,73
2	99,88	100	96,36		5,86
3	99,77	100	95,45		5,61
4	99,43	99,99	94,54		5,52
5	99,88	99,95	97,37		5,13
6	99,77	100	97,27		5,83
7	99,88	100	96,36		5,85
8	99,77	100	96,36		6,12
9	99,65	99,92	97,54		6,20

Con concentraciones de Co en la solución por debajo de 10 ppm se logran soluciones de Ni y Co donde la relación Ni/Co es mayor de 10 000, suficiente para obtener productos de estas soluciones con 99 % de pureza. El residuo sólido puede ser utilizado también como materia prima para la recuperación del Co y el Mn. Los resultados de los sólidos obtenidos se muestran en la tabla 5. Como se puede observar el contenido de Ni es alto, esto es debido a la presencia del licor embebido en el mismo, no obstante se obtuvo un producto sólido de gran atractivo para la recuperación del Mn y el Co.

TABLA 5. Composición química de los residuos obtenidos en la purificación con C.B.Ni.A.

Elementos	Residuos finales	
	Licor producto de separación de Co y Mn con C.B.Ni.A	Sólido producto de la separación de Co y Mn.
Ni	4,51	12,96
Co	0,005	3,13
Fe	0,0003	1,56
Cu	0,001	0,013
Zn	0,004	0,14
Mn	0,0004	3,30
Al	—	0,055
Cr	—	0,053
pH	5,86	—



## CONCLUSIONES

1. Al emplear el C.B.Ni.A. para la purificación de los licores de sulfato de Ni+Co es posible obtener eficiencias de eliminación altas, superiores al 99 % para el caso del Co y el Mn y superiores al 94 % para el Zn.
2. Los sólidos que se obtienen producto del tratamiento de los licores con C.B.Ni.A. por sus características químicas se convierten en un atractivo para la recuperación posterior del Co y el Mn.
3. Los licores productos que se obtienen al utilizar el C.B.Ni.A. para purificar las soluciones de sulfato de Ni+Co se pueden emplear en cualquier proceso de refinación para obtener productos de alto valor comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALFONSO, G.S. y otros: "Estudio de la purificación de los licores de Ni y Co obtenidos a partir de los sulfuros de la empresa Pedro Sotto Alba empleando C.B.Ni.A. con más del 50 % de la actividad". Informe de investigación. CIL, Moa, 1991.
2. DUVAUCHIK, P.: "Producción de óxido negro soluble por medio de la calcinación del C.B.Ni.A." Boletín del consejo técnico para la metalurgia de los metales no ferrosos pesados. Checoslovaquia, No. 2, p. 34, 1975.
3. ETTTEL, V.A. y otros: "Novel oxidant for nickel hydrometallurgy". Hydrometallurgy, No. 4, 247-257, 1979.
4. ETTTEL, V.A. and MOSOIN, M.A.: "Preparation of nickel black". U.S. Pat. 406216.
5. VALDES, A. y otros: "Estudio de la separación de Co a partir de los licores de sulfatos de Ni+Co obtenidos por la disolución de los sulfuros". Informe técnico. CIL, Moa, 1991.
6. VALDES, A. y otros: "Obtención de cátodos de Ni electrolítico empleando C.B.Ni.A." Reporte de Investigación. CIL, Moa, 1990.
7. ZELIKMAN, A.N. y otros. Teoría de los procesos metalúrgicos. Moscú, 347-359, 1982.

## ELABORACION DE PIEDRAS SEMIPRECIOSAS

El ISMMM aporta piedras semipreciosas tales como: cuarzo (drusas y geodas), calcedonia de diferentes tonalidades (naranja, violeta, gris, etc.), jaspes (rojos, pardos) y ópalos de diferentes colores. El objetivo de este proyecto es realizar producciones de muestras pulidas con calidad de gemas para la industria artesanal turística nacional y extranjera; lo cual constituye una fuente de ingreso segura debido a la alta demanda en el creciente mercado del turismo y la gemología.

Por ejemplo, una muestra cuadrada de amatista de calidad media tiene un valor de 1.20 USD por quilate (un quilate = 0.2 g). Una geoda de ágata pulida de calidad media vale 6.0 USD el kg, pudiéndose duplicar su valor en dependencia de su calidad. Mientras que una muestra de jaspe de buena calidad vale a partir de los 15 quilates (3 g) 0.3 USD/quilate. En el caso del ópalo, una muestra de calidad media entre 1 y 2 quilates tiene un valor de 8.0 USD.

La Facultad de Geología del ISMMM cuenta con un laboratorio de preparación de muestras y equipamiento para la caracterización de las propiedades ópticas y físico-mecánicas de las piedras y personal calificado para realizar la producción cooperada de artículos a partir de éstas. El centro para la elaboración cooperada de piedras semipreciosas brinda materia prima por un plazo no menor de 5 años, con producciones anuales en un rango de 0,5 a 5 ton en dependencia de las distintas variedades.

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO DE MOA (ISMMM)

### CORRESPONDENCIA

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM)  
Facultad de Geología  
Las Coloradas S/N  
Moa 83330  
Holguín  
Cuba.

# PREPARACION Y BENEFICIO DE MINERALES LATERITICOS EN EL PROCESO DE LIXIVIACION ACIDA A PRESION

Ing. José Falcón Hernández\*  
Ing. Alberto Hernández Flores\*\*

\* Instituto Superior Politécnico Julio Antonio Mella  
\*\* Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

**RESUMEN:** En el trabajo se brindan los resultados obtenidos en la realización de ensayos continuos en el procesamiento de mineral crudo y producto espesado alimentado al proceso de lixiviación ácido en la Empresa Pedro Sotto Alba (ECPSA), así como con la capa superior no procesada (escombro) de los yacimientos suministradores de la materia prima mineral. Los esquemas analizados pueden sustituir la actual preparación del mineral con la ventaja de hacer posible la concentración de elementos y la homogenización de fases minerales en los productos separados. Estos incluyen reducción de tamaño, lavado, separación magnética y beneficio gravitacional.

**ABSTRACT:** The work offers the results obtained during continuous experiments of mineral processing, sieved and the condensed product subjected to the acid lixiviation process in the nickel plant Pedro Sotto Alba, as well as the unprocessed upper layer (rubbish) of the raw-material.

The schemes analyzed here can be replace with the present preparation of the mineral with the advantage of a possible concentration of its elements and the homogenization of the different stages of the minerals separated in the product. These include reduction of its size, washing, magnetic separation and gravitational benefit.

## INTRODUCCION

La preparación mecánica del mineral para su procesamiento en el proceso de lixiviación ácido que se utiliza en la ECPSA de Moa está constituida por lavado y cribado del mineral, separándose las fracciones mayores de 0,83 mm (20 mallas) que se rechazan y los menores, que pasan al proceso. Con esta operación se logra disminuir el contenido de magnesio en el material suministrado pero al mismo tiempo se producen pérdidas de Ni que en algunos casos llegan a sobrepasar el 20 %.

El trabajo tiene como objetivo demostrar que pueden ser utilizados otros esquemas de preparación, incluyendo operaciones de beneficio para separar fases minerales en diferentes productos e incrementar la concentración de algunos elementos.

La separación y concentración de elementos componentes o fase minerales se ha considerado posible a partir de los conocimientos que sobre el fenómeno de intemperismo de la corteza serpentinitica y en particular, de procesos de concentración y dispersión de componentes se han acumulado (8, 1, 7, 6). Se han determinado regularidades tales como:

- la disminución de la sílice y el magnesio es proporcional a la desintegración de la roca madre, por lo cual los pedazos más resistentes y relativamente grandes resultan mayores contenedores de estos elementos.

- con el avance del proceso de intemperismo se produce una concentración de hierro en las partículas con tamaño de algunos micrones y submicrones (laminas). El Ni también tiende a concentrarse en estas laminas.
- el cromo, cobalto y manganeso por lo general se concentran en clases de tamaño entre 30 y 200 micrones (1, 7, 3).

Los ensayos a nivel de laboratorio (4) realizados con la limonita, serpentina y la mezcla de ellos suministrada a la Empresa Ernesto Guevara, evidencian que la reducción del tamaño por trituración mejora los indicadores de lavado y la separación de las fases minerales se incrementa. Sin embargo no resulta tan evidente la separación de los minerales contenedores de magnesio en las diferentes clases de tamaño cuando se utiliza la molienda.

Para el beneficio y concentración de diferentes elementos se requiere la separación magnética, para separar minerales de hierro y procesos gravitacionales para separar componentes pesados y ligeros.

En otros trabajos consultados (7, 6, 2) se han obtenido resultados similares con otros minerales o productos.

Lo anterior indujo a confirmar en esquema continuo las posibilidades de mejorar el lavado e incrementar la concentración de componentes minerales.

## DESARROLLO

Para la realización de los ensayos continuos se utilizaron los siguientes equipos: triturador de quijada de labo-

ratorio, instalación de molienda compuesta de molino de bolas de descarga a través de la parrilla 0,44 x 0,47 m y