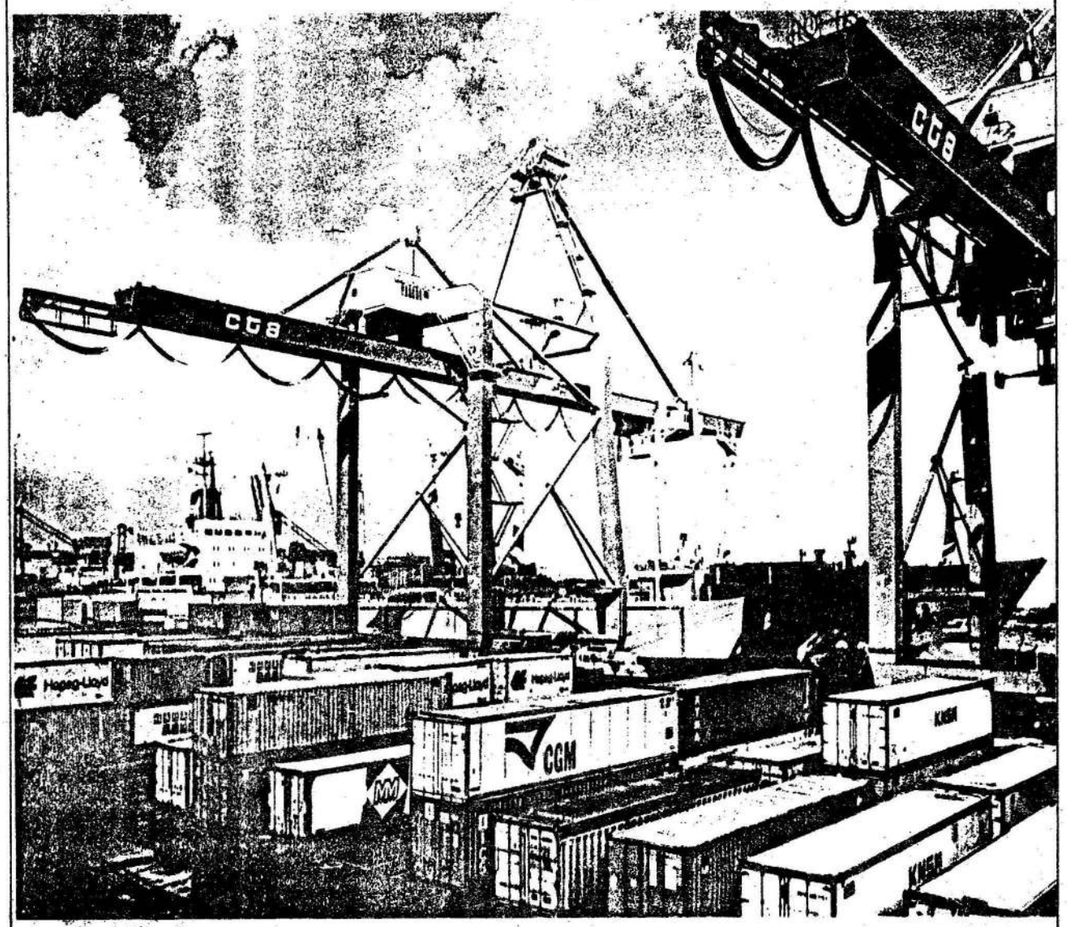
MUMPTON, F.: 3rd. International Conference on the ocurrence propierties and utilization of natural zeolites. Special Lecture, Havana, Cuba, 1991.
NIKOLADZE, G., D. MINTS y A. KASTALSKY: Water Treatment. MIR Publishers, Moscow, 1989.
O'MELIA, C.R.: "Coagulation water treatment".
RUDENKO, G. y colaboradores: Revista Jimia Tejnologia Vody. T. V, No. 1, 1983.
TARASEVICH, U.J.: Revista Jimia Tecnologia Vody. T. II, No. 4, 1989.
URSS norma CT 113-12-71-86. Solventes de zeolitas naturales como medio filtrante para la depuración de aguas potables e industriales. Trad. R. Gueorgueva. Revisión Técnica de C. Romero.



EL CAMINO HACIA CUBANIQUEL

Cuando necesite níquel de primera calidad hay varios caminos para conseguirlo, por supuesto, todos esos caminos llevan hacia CUBANIQUEL y a las compañías vinculadas a CUBANIQUEL que suministran níquel cubano al exterior.

THE WAY TO CUBANIQUEL

Whenever you need first-quality nickel, there are several ways of obtaining it. Of course, all of these ways lead to CUBANIQUEL and to the companies associated with it, which supply Cuban nickel abroad.

OBTENCION DE UNA VARIANTE TECNOLOGICA EN EL PROCESO DE LOS LICORES ACIDOS

Ing. Evangelia García Peña
Ing. Deysi Cisneros Sánchez
Ing. Germán Santiago Alfonso

Centro de Investigaciones de la Laterita

RESUMEN: Se muestran los resultados obtenidos durante el estudio realizado a escala de laboratorio ampliado, empleando diferentes variantes de neutralización y purificación de los licores ácidos de la fábrica Pedro Soto Alba. La variante óptima resultó ser la neutralización y purificación del licor ácido con Carnato Básico de Níquel Activo. Se obtienen altos valores de eficiencia y se disminuye el consumo de materia prima hasta 8,8 g/L.

ABSTRACT: The results that were obtained are shown during the study at wide lab scle, employing different variants of neutralization and purification of the acid liquor from the Pedro Soto Alba nickel plant, as well as, the optimum variant resulting this the neutralization and purification of acid liquor with Basic Carbonate of Active Nickel. High values of efficiency are obtained, and the consumption of row material is diminish until 8,8 g/L.

INTRODUCCION

Durante muchos años se han venido realizando diferentes modificaciones en la tecnología ácida, debido a la necesidad que existe de diversificar la producción de níquel y cobalto, teniendo en cuenta que la tecnología ácida es la más eficiente para el procesamiento de los minerales lateríticos, los cuales son utilizados para obtener estos productos.

En todos estos años se han realizado importantes investigaciones [1,5,6] encaminadas todas a mejorar la calidad del producto final que se obtiene en las fábricas de Moa y fundamentalmente el de la tecnología ácida, debido a la gran demanda que tienen los productos de Ni y Co en el mercado mundial.

El trabajo que se desarrolla constituye otra opción para mejorar la calidad de los productos de Ni y Co y por lo tanto una vía a utilizar en el futuro.

Empleando cualquiera de las variantes estudiadas es posible utilizar el licor para obtener productos de alta calidad altamente comercializables y bien cotizados en el mercado mundial, además, es posible disminuir el volúmen del licor de desecho (WL) que se vierte diariamente al rio Cabaña, aminorando con esto la contaminación ambiental, pudiéndose recuperar algunos elementos como el Al, Ni y Co que contine el WL y que se pierden a diario cantidades considerables de estos en dicho licor.

Para lograr tal objetivo se busca una tecnología racional capaz de procesar el licor ácido empleando la menor cantidad posible de materia prima y he aquí el propósito del estudio que se realiza.

DESARROLLO

Todos los valores que se muestran en el trabajo son promedios tomados de un grupo de experimentos realizados con el objetivo de tener seguridad de cada planteamiento que se realiza en el mismo.

El trabajo se desarrolla empleando diferentes variantes, las cuales serán descritas detalladamente a continuación:

Variante 1: Neutralización y purificación del licor crudo de la Pedro Soto Alba empleando el Carbonato Básico de Níquel (C.B.Ni) metalúrgico.

Esta tiene como objetivo ver la influencia que ejerce el uso del C.B.Ni metalúrgico producido en las fábricas de tecnología carbonato amoniacal en la neutralización y purificación del licor crudo de la Pedro Soto Alba para obtener un licor de alta pureza, siendo éste utilizado para producir productos de alto valor comercial o los denominados productos de clase I.

Durante el desarrollo de esta veriante se hizo un grupo de experimentos donde se estudió la influencia de diferentes factores en la eliminación de los contaminantes del licor RL o licor crudo y que son perjudiciales en los procesos posteriores de obtención de los productos de alto valor.

La composición de la materia prima empleada se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1. Composición química de la materia prima empleada

Elementos	*Materia prima*	
	Licor RL (g/L)	*C.B.Ni (%)*
Ni	4.36	51.8
Co	0.37	0.7
Fe	0.36	0.049
Cu	0.072	0.08
Zn	0.16	0.069
Ca	0.06	–
Al	4.741	–
Cr	0.527	–
Mn	1.61	0.14
Mg	1.91	0.324
pH	1.22	–
H_2SO_4	8.79	–

Las condiciones de trabajo empleadas en el desarrollo de esta variante aparecen en la Tabla 2.

TABLA 2. Condiciones de trabajo empleadas en el desarrollo de las variantes

Prueba No.	*Temp. (°C)*	*Tiempo (min)*	*R: Acido/ C.B.Ni*	*Agitación*
1	80	60	1.75	Neumática
2	80	90	1.75	Neumática
3	80	90	2.00	Neumática
4	50	60	2.00	Neumática
5	80	60	1.75	Neumática
6	50	90	2.00	Neumática
7	50	90	1.75	Neumática
8	80	60	2.00	Neumática
9	50	60	2.00	Neumática
10	80	90	1.75	Neumática
11	50	90	2.00	Neumática

En el desarrollo de esta variante no sólo se estudió el % de eliminación de los contaminantes sino que también se observó el % de extracción del Ni y el Co del C.B.Ni, todos estos resultados se muestran en las Tablas 3 y 4.

TABLA 3. Por ciento de recipitación obtenido durante la eliminación de contaminantes

Prueba No.	*Precipitación de los contaminantes (%)*					
	Fe	*Cu*	*Zn*	*Al*	*Cr*	*pH*
1	99.99	99.99	93.0	99.97	99.46	5.54
2	99.94	99.98	89.5	99.88	98.11	4.53
3	99.83	96.5	90.0	98.8	83.78	4.15
4	99.71	99.99	88.3	98.85	83.78	4.18
5	99.68	95.7	85.7	98.74	82.23	4.13
6	99.85	97.5	88.0	99.91	97.56	4.24
7	99.82	99.99	90.5	99.93	98.88	4.04
8	99.88	99.98	87.0	99.88	98.11	5.02
9	99.93	–	88.5	98.2	91.59	5.5
10	99.99	–	88.5	99.95	92.63	4.45
11	99.97	–	85.2	99.18	90.0	4.2

TABLA 4. Por ciento de extracción de Ni y Co del C.B.Ni

Prueba No.	*Extracción (%)*	
	Ni	*Co*
1	99.56	92.14
2	94.34	90.22
3	98.16	94.76
4	97.38	96.88
5	97.68	96.71
6	99.69	98.26
7	99.5	96.77
8	99.59	98.77
9	97.95	97.21
10	98.01	96.36
11	99.2	92.67

Para un mayor aprovechamiento del C.B.Ni el trabajo con esta variante se realizó en dos etapas de tratamiento, lo cual permite que todo el Ni y el Co contenido en el C.B.Ni sea disuelto.

Los resultados obtenidos con el desarrollo de esta variante en lo que respecta a la eliminación de impurezas y extracciones de Ni y Co del C.B.Ni fueron satisfactorios. Los valores de precipitación de impurezas alcanzados fueron superiores al 99 % para el Fe, superiores al 98 % para el aluminio, y superiores al 80 % para el Cr. En el caso del Cu, éste se elimina casi totalmente, alcanzando valores de precipitación de impurezas por encima del 99 % . No ocurre lo mismo para el Zn, el cual necesita de otro tratamiento para que pueda ser eliminado o por lo menos reducido hasta alcanzar concentraciones inferiores a 3 ppm para que no ocasione problemas en los procesos posteriores.

En el caso de la extracción de Ni y Co del C.B.Ni los valores alcanzados para el Co son superiores al 90 % y para el Ni superiores al 94 % . .

La hidrólisis del Fe, Cu, Zn, Al y Cr permite que el Ni y el Co del C.B.Ni puedan disolverse por la liberación del ión SO por las siguientes reacciones:

$$2FeSO_{4(l)} + 2Ni(OH)_{2(s)} + H_2O_{(l)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow 2Fe(OH)_{3(s)} + 2NiSO_{4(l)}$$

$$Al_2(SO_4)_{3(l)} + 3Ni(OH)_{2(s)} \longrightarrow 2Al(OH)_{3(s)} + 3NiSO_{4(l)}$$

$$CuSO_{4(l)} + Ni(OH)_{2(s)} \longrightarrow Cu(OH)_{2(s)} + NiSO_{4(l)}$$

$$ZnSO_{4(l)} + Ni(OH)_{2(s)} \longrightarrow Zn(OH)_{2(s)} + NiSO_{4(l)}$$

$$Cr_2(SO_4)_{3(l)} + 3Ni(OH)_{2(s)} \longrightarrow 2Cr(OH)_{3(s)} + 3NiSO_{4(l)}$$

Esta variante tiene como inconveniente que la cantidad de C.B.Ni a utilizar es muy alta (25 g por cada litro de licor en cada experimento).

Variante 2: Neutralización con coral hasta pH = 2,6 y posterior purificación con C.B.Ni.

Esta variante se desarrolla con el objetivo de disminuir la cantidad de C.B.Ni a utilizar para eliminar las impurezas ya que con el empleo de ésta no es necesario utilizar el C.B.Ni para neutralizar, sino que solamente se utiliza para purificar.

Las características de la materia prima utilizada, así como las condiciones de trabajo empleadas para el desarrollo de esta variante se presentan en las Tablas 5 y 6 respectivamente.

Los resultados de la eficiencia de la eliminación de impurezas y de la extracción de Ni y Co son muy similares a los de la variante anterior.

Durante el desarrollo de esta variante se observó que la cantidad de coral a añadir para neutralizar no es influyente.

En el proceso de purificación influyen los mismos factores explicados en la variante 1. La cantidad de C.B.Ni seco por cada litro de licor a utilizar para la separación de impurezas no sufre variación considerable con respecto a la variante anterior (23 g por litro de licor) por lo que se considera que la mayor cantidad de C.B.Ni se utiliza en el proceso de purificación.

TABLA 5. Condiciones de trabajo empleadas en la variante de neutralización con coral y purificación con C.B.Ni

Prueba No.	*Temp. (°C)*	*Tiempo (min)*	*Cantidad C.B.Ni (g)*	*Agitación*
1	60	60	25	Neumática
2	90	180	25	Neumática
3	90	60	30	Neumática
4	60	180	30	Neumática
5	90	60	25	Neumática
6	60	180	25	Neumática
7	60	60	30	Neumática
8	90	180	30	Neumática

En la Tabla 7 se muestran los resultados de purificación de impurezas y extracción de Ni y Co obtenidos con esta variante. Como se puede apreciar, los valores alcanzados son muy similares a los de la variante anterior, reflejándose esto fundamentalmente en el consumo de carbonato.

TABLA 6. Composición química de la materia prima

Eementos	*Materia prima*	
	Licor (g/l)	*C.B.Ni (%)*
Ni	4.6	52.39
Co	0.41	0.897
Fe	0.35	0.25
Cu	0.053	0.096
Zn	0.106	0.033
Ca	0.33	0
Mn	1.33	0.591
Mg	1.95	0.372
Al	6.5	0
Cr	0.49	0
pH	1.46	–
H_2SO_4	5.04	–
% Humed.	–	58

Coral: Densidad = 1.32 kg/m^3, % de sólido = 40

TABLA 7. Eficiencia de eliminación de impurezas y % de extracción de Ni y Co

Prueba No.	*Eficiencia de eliminación (%)*					*% De extracción*	
	Fe	*Al*	*Cr*	*Cu*	*Zn*	*Ni*	*Co*
1	100	95.52	100	99.99	93.0	99.0	99.0
2	99.7	99.02	99.1	97.5	90.0	99.7	98.4
3	99.4	99.06	99.8	99.98	88.5	99.0	98.0
4	99.1	99.03	98.7	99.99	87.5	99.3	98.7
5	99.0	85.74	71.78	99.98	93.0	97.26	91.08
6	99.8	98.69	88.75	95.7	88.5	93.71	86.22
7	99.18	88.91	90.90	96.5	87.0	91.68	85.67
8	99.70	98.10	85.03	99.99	85.0	97.32	91.8
9	99.98	94.23	82.72	99.98	88.0	93.68	88.5
10	99.80	98.69	89.90	97.5	90.5	91.53	83.4

Variante 3: Neutralización y purificación del licor crudo empleando C.B.Ni activo de baja actividad

Esta variante se desarrolla con el objetivo de optimizar todos los resultados alcanzados con las variantes anteriormente explicadas y ver si es posible la obtención de una que permita elevar la calidad de los productos de las fábricas de Moa.

Como materia prima se utilizó licor crudo con características similares al de la Tabla 1 y C.B.Ni activo de baja actividad (13 a 20 %). Las características de la materia prima utilizada en este caso aparecen en la Tabla 8.

TABLA 8. Composición química de la materia prima utilizada

Elementos	*Materia prima*	
	Licor (g/l)	*C.B.Ni. A (%)*
Ni	4.378	36.6
Co	0.46	0.505
Fe	0.6	0.997
Cu	0.116	0.066
Zn	0.137	0.135
Ca	0.023	12.5
Mn	1.495	0.098
Mg	2.12	0.320
Al	4.741	0.310
Cr	0.527	0.025
pH	1.22	–
H_2SO_4	8.79	–

El trabajo se desarrolló en dos etapas para lograr mayor aprovechamiento de C.B.Ni activo logrando con esto un mayor tiempo de contacto entre el licor y el carbonato, buscando la mayor eliminación de las impurezas que acompañan a dicho licor.

Los resultados alcanzados con el estudio de esta variante son similares a los alcanzados anteriormente en lo que a eficiencia y extracción se refiere, teniendo la ventaja de que el consumo de materia prima es menor y de que los licores que se obtienen pueden ser tratados directamente por alguna de las técnicas existentes para obtener productos de alta calidad.

Los resultados obtenidos para esta variante (Tablas 9 y 10) son muy similares a los obtenidos con las dos variantes anteriores tanto en eficiencia de eliminación de impurezas como en el por ciento de extracción de Ni y Co, teniendo la ventaja de que la cantidad de C.B.Ni activo a utilizar es mucho menor (8,8 g/L), por lo que se puede decir que de todas las variantes estudiadas es ésta la más eficiente desde el punto de vista económico.

El consumo de carbonato se disminuye de 25 g a 8,8 g por cada litro de licor, lo que implica un ahorro de 17 g de C.B.Ni.

El procedimiento empleado para desarrollar esta variante es similar al de las anteriores como se muestra en el diagrama de flujo de la Fig.1.

TABLA 9. Eficiencia de eliminación de impurezas (%)

Pruebas	*Eficiencia de eliminación en %*					
No.	*Fe*	*Cu*	*Zn*	*Al*	*Cr*	*Mn*
1	99.84	99.18	80.52	99.15	85.34	95.53
2	100	76.61	92.5	98.8	96.2	96.81
3	99.85	99.25	82.29	99.31	90.95	98.61
4	99.29	87.87	92.29	99.70	95.99	98.11
5	99.55	92.15	66.78	98.84	93.09	98.78
6	99.88	71.26	84.42	99.67	96.20	96.65

TABLA 10. Extracción de Ni y Co (%)

Prueba	*Extracción %*		
No.	*Ni*	*Co*	*pH*
1	71.15	81.81	4.87
2	86.28	79.92	4.36
3	62.29	84.21	4.07
4	97.15	89.99	3.81
5	96.06	93.17	3.83
6	89.19	93.02	4.06

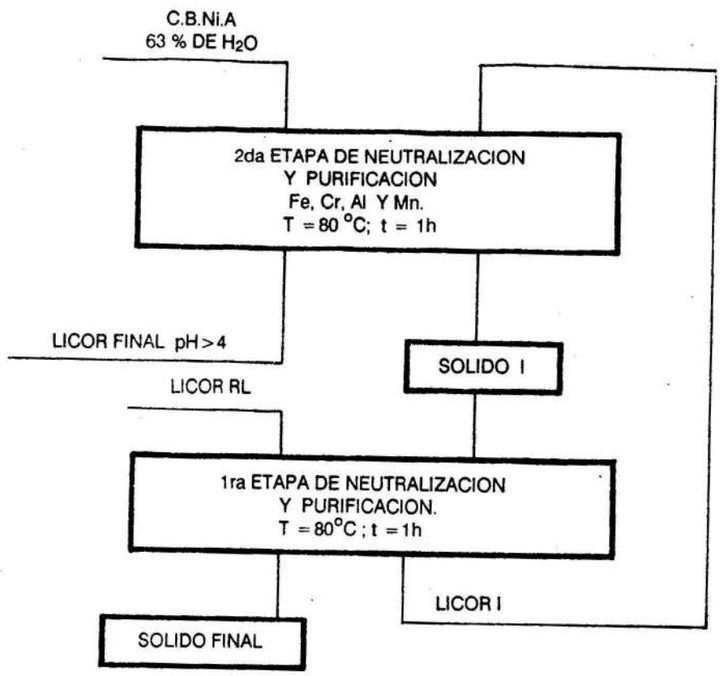


FIGURA 1. Esquema explicativo de la neutralización y purificación de Fe, Cr, Al y Mn del licor RL.

Si analizamos profundamente esta variante nos damos cuenta de que con el empleo del C.B.Ni en la purificación del licor crudo de la fábrica Pedro Soto Alba, además de eliminar más del 99 % del Fe, más del 80 % del Cr, más del 98 % del Al y más del 70 % del Cu, también se eliminan el Zn y el Mn, a pesar de que necesitan un alto pH de precipitación, en este caso precipitan en un pH 4 e incluso inferior, obteniéndose un alto por ciento de estos metales (superiores al 80 % para el Zn y al 95 % para el Mn) siendo además alta la extracción de Ni y Co (superior al 75 %).

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

$$CoSO_{4(l)} + Ni(OH)_{3(s)} \longrightarrow Co(OH_{3(s)} + NiSO_{4(l)}$$

$$2MnSO_{4(l)} + 2Ni(OH)_{3(s)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow 2MnO_{2(s)} + 2NiSO_{4(l)} + 3H_2O_{(l)}$$

CONCLUSIONES

Del estudio realizado se arriba a lo siguiente:

1. La variante que resultó ser óptima y que puede ser utilizada en el proceso de neutralización y purificación de los licores ácidos, para obtener licores de alta calidad y producir licores de clase I es la de tratamiento con C.B.Ni activo de baja actividad.
2. Con esta variante es posible obtener valores de eficiencia superiores al 99 % para el Fe, al 99 % para el Al, al 80 % para el Cr y el Zn, al 70 % para el Cu y superiores al 95 % para el Mn.
3. Es posible emplear esta variante, disminuyendo así el consumo de materia prima (C.B.Ni.A.) de 25 g seco por litro hasta 8,8 g seco por litro, lo que significa un ahorro considerable desde el punto de vista económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALFONSO MARTINEZ, G. y otros: "Estudio de purificación de los licores de Ni y Co obtenidos a partir de los sulfuros de la Pedro Soto Alba, empleando C.B.Ni.A con más de 50 % de actividad," Informe Técnico, CIL, 1991.
ETTEL, V.A. and M.H. MOSOIN : "Preparation of nickel black", U.S. Pat. 4006216.
FONT, G., R. RIVERO y G. SUAREZ : Informe misión a Yugoslavia", Moa, 1989.
HERRERA JUVEL, V.: "Modificaciones de la planta de Moa", Parte 1 #2. Oficina de Información Técnica.
VALDES PEREZ, A. y otros: "Purificación de soluciones de Ni y Co obtenidos a partir de los sulfuros de la empresa Pedro Soto Alba, empleando la sal negra de Ni", Informe Técnico. CIL, Moa, 1991.

CUBA METALES

Infanta No. 16, Ciudad de La Habana, Cuba
P.O. Box: 6917 Telf. (Phone): 70-2561
Telex: 51-1452 CUMET

EMPRESA CUBANA IMPORTADORA
DE METALES, COMBUSTIBLES
Y LUBRICANTES
CUBAN METALS, FUELS AND
LUBRICANTS IMPORTING
ENTERPRISE

Infanta No. 16, Ciudad de La Habana, Cuba
P.O. Box: 6917 Telf. (Phone): 70-2561
Telex: 51-1452 CUMET