

# ONDA A COLOR

La Calculadora del color ONDA, está orientada a las aplicaciones físicas y geológicas.

## Aplicación

- Cómputo de las longitudes de onda pureza del color y capacidad de reflejo, conocidas sus coordenadas
- Confección del gráfico Internacional del color (pantalla papel)

## Facilidades

- Interacción directa con el gráfico (usuarios VSA)
- Cálculo de la longitud de onda del color conocidas sus coordenadas
- Cálculo de la pureza del color
- Cálculo de la capacidad de reflejo

## Se puede utilizar para:

- Piedras preciosas y semipreciosas
- Metales
- Líquidos coloreados
- Minerales y rocas
- Y en tantos objetos como matices existen después de analizados con el espectrofotómetro de luz visible

## Especificaciones Técnicas

Nombre: ONDA  
Versión: 3.0

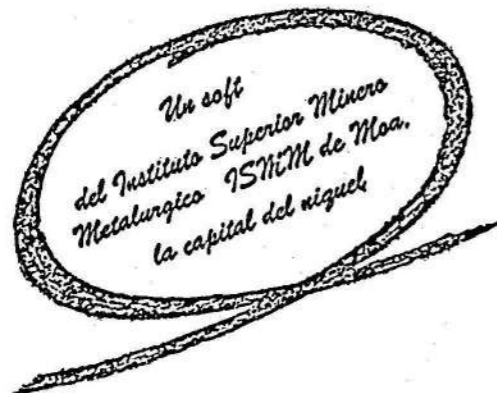
Sistemas operativos: PC-DOS (MS-DOS) 3.30 o posterior

Sistema de cómputo: IBM PC, XT, AT

Memoria RAM: 512 KB o ms

Monitor: CGA, VGA, EGA (VGA es el óptimo)

Mouse: Compatible Microsoft



## ¡Contacte con nosotros!

Instituto Superior Minero Metalúrgico (ISMM)  
Las Coloradas, Moa  
Holguín, Cuba  
CP. 83320  
© Copyright 1991, 1992. Todos los derechos reservados

## EVALUACION DEL EXTRAYENTE CHINO P 507 PARA LA SEPARACION DE COBALTO. COMPARACION CON EL PC 88A

Ing. Elizabeth García Liranza  
Ing. Aurora M. Moreno Daudinot

Centro de Investigaciones de la Laterita

**RESUMEN:** Se estudia el comportamiento del extrayente P 507 a escala de laboratorio en la separación selectiva del cobalto. Se determinan los parámetros óptimos del proceso de extracción líquido-líquido para este solvente y se comparan los resultados con los obtenidos para el extrayente PC 88A.

**ABSTRACT:** The optimum parameters for extraction liquid-liquid process is determined at lab scale with this solvent; it is compare with all results obtained for P 507 extractant with PC 88A extractant.

## INTRODUCCION

Es conocida la importancia que adquiere la diversificación de los productos del níquel para la industria niquelera de nuestro país. Una de las tecnologías que se ha estudiado en el CIPIMM y en el CIL es la extracción líquido-líquido o extracción por solventes orgánicos, por ser éste un proceso noble que tiene entre sus ventajas el bajo consumo energético, bajo costo de operación, así como la posibilidad de simplificación de esquemas tecnológicos.

Se ha estudiado el uso de las oximas (LIX 64N y ABF) [4] y de extrayentes fosfónicos (PC 88A) [6], y en esta oportunidad se presenta el estudio a escala de laboratorio del P 507.

El objetivo general de este trabajo es estudiar sus características de extracción para la separación selectiva del cobalto.

## SELECCION DE LA CONCENTRACION DEL EXTRAYENTE

Se efectuaron los experimentos para determinar la concentración adecuada del extrayente en el solvente que permita alcanzar la máxima capacidad de carga admisible sin presentar dificultades con la separación de las fases.

Con este fin se prepararon cinco muestras de solvente, con concentraciones de extrayente entre 10 y 50 %, como diluyente se empleó el kerosene de aviación por su baja densidad y viscosidad, su contenido de sustancias aromáticas que ejercen acción bactericida, así como su bajo costo.

Las muestras fueron contactadas durante 10 min con una fase acuosa con concentraciones de Ni y Co de 58,7 y 14,4 g/L respectivamente, con un pH aproximado de 5. Transcurrido el tiempo de extracción se dejó de agitar y se midió el tiempo transcurrido hasta la total separación de las fases. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Separación de fases

Concentración del extrayente (%)	pH inicial de la fase acuosa	Tiempo de separación (s)
10	4,99	47
20	5,01	75
30	5,01	128
40	5,00	152
50	5,02	230

Teniendo en cuenta el tiempo de separación de las fases y el aumento perfectamente visible de la viscosidad de la fase orgánica, se determinó que la concentración óptima es el 20 % en volumen, porque a concentraciones superiores aumenta notablemente el tiempo de separación de las fases.

## ISOTERMAS DE EXTRACCION DE COBALTO

Se realizaron tres series de pruebas para construir las isotermas:

- Serie I : Fase acuosa con pH 4.
- Serie II : Fase acuosa con pH 5.
- Serie III : Fase acuosa con pH 6.

La fase acuosa utilizada tenía una concentración aproximada de 62,2 g/L de níquel, variando las concentraciones de cobalto en cada una de las series desde 0,2 hasta 0,3 g/L.

Mediante las curvas del gráfico 1 se determinó que se requieren tres etapas de contacto para la extracción del cobalto y se observa que este extrayente es más selectivo para el cobalto a medida que el pH va aumentando entre 4 y 6, obteniéndose las mejores extracciones a pH cercanos a 6.

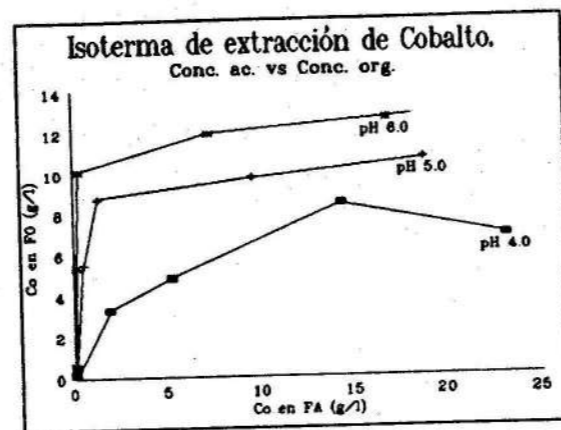


Gráfico 1

## CINETICA DE REACCION

Se estudió la cinética de extracción del cobalto. Al ser contactadas las fases acuosa y orgánica esta última se colorea instantáneamente de azul intenso (coloración del cobalto al unirse con el solvente). En la Tabla 2 se muestra que bajo las condiciones de laboratorio, son suficientes 3 min de contacto intenso entre las fases para obtener una buena extracción.

TABLA 2. Cinética de extracción de cobalto

Tiempo (min)	pH inicial	Conc. de Co en FO (g/L)
1	5,98	11,74
3	5,98	11,86
5	5,98	11,83
7	5,98	11,79

## SISTEMA A CONTRACORRIENTE DE EXTRACCION DEL COBALTO

Se llevaron a cabo las corridas a contracorriente de ambas fases con las siguientes condiciones:

Concentración de la fase acuosa (g/L):  
Ni 67,6 Co 12,9

Concentración de la fase orgánica (%): 20

Etapas de contacto: 3

Tiempo de contacto entre las fases (min): 3

Relación de volúmenes de las fases (FO/FA): 1,25

pH de la fase acuosa: 5

La Tabla 3 muestra las concentraciones de los metales por etapas para ambas fases en el sistema estabilizado.

TABLA 3. Extracción a contracorriente de Co

Etapa No.	pH final	Fase acuosa (g/L)		Fase orgánica (g/L)	
		Ni	Co	Ni	Co
I	5,61	66,63	0,053	8,32	4,2
II	4,76	64,76	8,97	2,20	10,05
III	4,68	65,16	12,9	0,69	11,30

Se calculó el coeficiente de distribución para el Ni y el Co, siendo 0,011 y 213,2 respectivamente indicando que el cobalto se distribuye mejor y en mayor medida que el níquel, por lo que es mejor extraído. Una medida de la selectividad de este solvente es el factor de separación Co/Ni que alcanza el valor de 21 320. La eficiencia de extracción para el cobalto fue de 99,56 % y para el níquel de 1,43 %.

## PROCESO DE LAVADO DE LA FASE ORGANICA

El lavado de la fase orgánica se estudió con dos licores, su composición se muestra en la Tabla 4. En todos los casos se realizó el lavado de la fase orgánica cargada durante un tiempo de 10 min.

TABLA 4. Concentración de los licores en g/L

Licores	Ni	Co
1	5	19,3
2	-	19,3

En la Tabla 5 se muestran los resultados, en correspondencia con estos se precisó que el licor más apropiado para el lavado de las impurezas coextraídas es el que contiene cobalto solamente.

TABLA 5. Lavado de la fase orgánica cargada

Prueba	pH inicial	pH final	Fase acuosa (g/L)		Fase orgánica (g/L)	
			Ni	Co	Ni	Co
1	3,82	4,24	5,23	19,21	0,082	11,27
2	3,70	4,12	0,22	19,05	0,005	12,18

## REEXTRACCION DE COBALTO EN UN SISTEMA DE CONTRACORRIENTE

Para la reextracción del cobalto del extracto se siguieron las siguientes condiciones:

Fase acuosa: solución ácida de 170 g/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Fase orgánica: (cargada y lavada) con contenido aproximado en g/L de:

Ni 0,005 Co 12,18

Etapas de contacto: 2

Tiempo de contacto entre las fases (min): 15

FO/FA: 8

TABLA 6. Reextracción a contracorriente del Co

Etapa No.	Fase acuosa (g/L)		Fase orgánica (g/L)	
	Co	Ni	Co	Ni
I	95,74	0,072	6,43	0,001
II	22,47	0,003	0,021	0,001

Las concentraciones de metales para ambas fases por etapas se muestran en la Tabla 6. La eficiencia de reextracción del cobalto fue de 99,83 %.

## COMPARACION ENTRE EL EXTRAYENTE CHINO P 507 Y EL JAPONES PC 88A

Para el estudio del P 507 sirvió de base la experiencia acumulada durante el estudio del PC 88A. En la Tabla 7 se efectúa la comparación entre los dos extrayentes.

TABLA 7. Comparación del P 507 con el PC 88A

Extrayentes	P 507	PC 88A
	Concentración máxima del extrayente (%)	20
Número de etapas	Extracción	3
	Reextracción	2
Neutralizante empleado	NaOH	NH <sub>4</sub> OH
Eficiencia (%)	Extracción del Co	99,78
	Reextracción del Co	99,83
Lavado de la FO cargada	1 etapa con Ni	0,02
	Co	0,053
Refinado	Ni	66,6
	Co	11,97
Extracto	Ni	0,072
	Co	12,25
Coeficientes de Separación	Coeficiente de distribución E <sub>Ni</sub>	0,01
	Factor de separación E <sub>Co</sub>	213,2
	FS	21 320
		32 107

En la primera etapa se concluyó que para ambos casos la concentración óptima del extrayente es de un 20 %, porque a concentraciones inferiores (10 %) disminuye la capacidad de carga, no presentando problemas de viscosidad que dificulten la separación. Las concentraciones superiores al 20 % aumentan la viscosidad a tal punto que es necesario centrifugar para obtener las dos fases por separado nuevamente, lo que encarece notablemente el proceso.

Las isotermas de extracción de cobalto para ambos extrayentes son muy similares para los rangos de pH estudiados y al calcular las etapas, según el diagrama de McCabe Thiele para la extracción de un metal, coinciden en que son necesarias 3 etapas de contacto.

Las condiciones fijadas para realizar las pruebas de extracción a contracorriente con los extrayentes son semejantes, la única diferencia consiste en que para el PC 88A se empleó como neutralizante el hidróxido de amonio y para el P 507 el hidróxido de sodio.

Se alcanzaron muy buenas extracciones siendo la eficiencia de extracción del cobalto 99,78 % y la del níquel 0,63 % para el PC 88A y 99,56 % de cobalto con 1,43 % de níquel para el P 507.

El lavado del P 507 se efectuó teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el lavado del PC 88A.

La reextracción se llevó a cabo siguiendo el método utilizado con el PC 88A, lográndose una eficiencia de un 99,83 % para el P 507 y de un 99,8 % para el PC 88A.

Los coeficientes de separación de estos extrayentes se encuentran en la Tabla 7, donde se aprecia que aunque son muy similares en todos los aspectos antes mencionados difieren en sus coeficientes de separación, siendo inferiores para el P 507, implicando una menor distribución y actividad de los iones en la interfase, por lo que el factor de separación es menor.

## CONCLUSIONES

- El comportamiento del extrayente P 507 para la separación del cobalto en los licores sulfatos es muy similar al del PC 88A estudiado con anterioridad.
- La concentración adecuada del P 507, para la extracción del cobalto en las soluciones con 12 a 13 g/L de éste, es de un 20 % en diluyente orgánico.
- El extrayente P 507 en medio ácido (pH 5,5 - 6,0), resulta selectivo para el cobalto.
- La extracción eficiente del cobalto se realiza en tres etapas de contacto, con una duración de 3 min a temperatura ambiente.

5. El lavado eficiente de la fase orgánica cargada se logra utilizando una solución lavadora con concentración aproximada de 20 g/L de cobalto.
6. La reextracción se realiza con una solución de ácido sulfúrico de 170 g/L en dos etapas de contacto.
7. Los extrayentes P 507 y PC 88A coinciden en su concentración en el solvente, el número de etapas necesarias para la extracción, lavado y reextracción, así como en las eficiencias obtenidas en extracción y reextracción por encima del 99,5 % en todos los casos.
8. En ambos, al lavar la fase orgánica cargada con una solución de cobalto se logran disminuir las concentra-

ciones de níquel coextraído, que constituye una impureza, incrementándose la concentración de cobalto en el extracto.

9. Los coeficientes son diferentes, el coeficiente de extracción del cobalto para el PC 88A es superior al obtenido para el P 507.
10. El factor de separación Cobalto/Níquel del PC 88A es mayor que el obtenido para el P 507.
11. Ambos extrayentes son altamente selectivos para el cobalto a valores de pH que van desde 4,5-6, no requieren incrementos de la temperatura para extraerlo y con ellos se pueden obtener licores de elevada pureza.

#### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a las compañeras Sonia Verdecia Reyes y María Elena San Román Sebazo por su activa

participación y dedicación a este trabajo, así como a los compañeros del Laboratorio Analítico.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMER, SEBASTIAN: "Aplicaciones de la extracción con disolventes a la hidrometalurgia", Rev. Metal. GENIM, Vol. 17, No. 1, 1987.
- ANDO, M., M. TAKAHASHI and T. OGATA: Separation of Cobalt from Nickel in NMC process. Hidrometallurgy Research, Development and Plant Practice Symposium, Atlanta, 1983, AIME, New York, 1982.
- DAIACHI CHEM. IND. Co. ; Ltd. PC 88A, a reagent for metal extraction. Technical Bulletin, 1983.
- GRANDA, O. y A. VALDES: Separación selectiva de los componentes metálicos contenidos en las soluciones sulfato amoniacales producto de la disolución de los sulfuros con extrayente ABF. Informe Técnico 20, CIPIMM, 1985.
- HABASHI, FATHI: Principles of Extractive Metallurgy. General Principles, Vol.1, 1969.
- MORENO, A., E. GARCIA y M.E. SAN ROMAN: "Separación de cobalto utilizando el extrayente japonés PC 88A". Simposio Internacional MINEMETAL'91, La Habana, Cuba, 1991.
- RITCEY GORDON, M. and A.W. ASHBROOK: Solvent Extraction. Principles and Applications to Process Metallurgy. Process metallurgy 1, Part I, ELSEVIER, 1984.
- ZELIKMAN, A.N., G.M. VOLDMAN y L.V. BELIAEVSKAYA: Teoría de los Procesos Hidrometalúrgicos, Metalurgia, 1975.
- FLETT, D.S: Solvent Extraction in Hidrometallurgy, ISEC'74.

**EMPRESA COMERCIAL  
PARA LA INDUSTRIA  
METALURGICA Y  
METAL-MECANICA**

Dedicada a la atención de las ramas del desarrollo metal mecánico y geológico-minero ECIMETAL es una institución que brinda sus servicios en la realización de proyectos, estudios, suministros de equipos y materiales así como asistencia técnica para la instalación de plantas industriales, líneas tecnológicas, completamiento de plantas y entrenamiento de personal.



**COMMERCIAL  
ENTERPRISE FOR  
METAL-MECHANIC  
AND METALLURGICAL  
INDUSTRY**

Specialized in the development of geological-mining and Metal-Mechanic branches. ECIMETAL is an institution offering its services in the preparation of projects and studies, as well as in the supply of equipment, materials and technical assistance for the installation of industrial plants, technological lines, completion of plants and training of personnel.

**ENTREPRISE  
COMMERCIALE  
POUR L'INDUSTRIE  
METALURGIE  
ET METAL-MECANIQUE**

ECIMETAL est une institution consacrée au développement métal-mécanique et géologique-minier qui offre ses services dans la réalisation de projets, d'études, de fourniture des matériels et matériaux. D'autre part, ECIMETAL offre de l'assistance technique dans le montage des installations industrielles, les procédés technologiques, les compléments d'usines et les stages pour le personnel.

## PRODUCCION DE NODULIZANTES BASE NIQUEL EN LA EMPRESA MECANICA DEL NIQUEL DE MOA

Ing. José A. Pons Herrera\*  
Ing. Roberto Cuza Urgellés\*\*  
Ing. Guido Guerrero Oquendo\*\*  
Ing. María C. Ramírez Pérez\*

\* Instituto Superior Minero Metalúrgico  
\*\* Empresa Mecánica de Níquel

**RESUMEN:** Se realiza un estudio de la tecnología actual de producción de nodulizantes base níquel y se propone una variante de producción con resultados prácticos y un ahorro considerable de energía eléctrica, garantizando la calidad y composición química del producto con una reducción de los pasos tecnológicos para su obtención. Se demuestra además, con la realización de las coladas experimentales que este tipo de nodulizante reporta excelentes resultados para la producción de hierro nodular.

**ABSTRACT:** A study of current nickel base nodulizer production technology is carried out and a production variant with practical results such as considerable power saving, and guaranteeing the chemical composition of the product with fewer production technological stages, is proposed. In experimental castings, the positive results obtained using this nodulizers to produce nodular iron were proven.

#### INTRODUCCION

Actualmente en el taller de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel (EMN) se producen piezas de hierro fundido, bronce, aluminios y aceros con propiedades especiales, pero su equipamiento tecnológico permite la introducción de nuevas producciones que diversifican el uso del sinter de níquel obtenido en nuestras industrias, tal es el caso de los nodulizantes, muy empleados en la producción del hierro nodular.

Basado en la experiencia que existe sobre la obtención de nodulizantes, se ha desarrollado una tecnología capaz de perfeccionar su producción que puede ser aplicada en cualquier taller de fundición.

Los nodulizantes base níquel pueden constituir un renglón exportable de gran demanda en el mercado

internacional y lograr la producción de hierro nodular a gran escala nacionalmente. Para producir estos nodulizantes, existen las condiciones y el equipamiento tecnológico adecuado en el taller de fundición de la EMN de Moa.

El objetivo de este trabajo es mostrar las posibilidades que tiene la EMN para desarrollar de una forma estable la producción de nodulizantes e hierro nodular sin necesidad de invertir grandes recursos materiales.

En los últimos años ha surgido un gran interés por lo que se han desarrollado varias investigaciones en este sentido así como algunas producciones, incluyendo la obtención de la aleación madre, el nodulizante y el hierro nodular.

#### PRODUCCION DE LA ALEACION MADRE

Las prealeaciones o aleaciones madres están destinadas a introducir en la aleación, durante su fusión, los componentes de alta temperatura así como los fácilmente oxidables y evaporables. Su utilización permite disminuir las pérdidas y evitar el recalentamiento de la aleación durante la fusión.

Para lograr una correcta fusión en el crisol del horno, los materiales de carga deben ser sometidos a una preparación previa hasta lograr tamaños entre 8 y 25 mm con el objetivo de facilitar su fusión, disminuyendo el tiempo de la colada, el consumo de energía eléctrica y lográndose una mayor homogenización del producto obtenido así como la disminución de las pérdidas por evaporación.

El orden de carga de los materiales se realizó en forma de capas alternas de diferentes alturas, en de-

pendencia de la capacidad del horno, ya que de este modo se logra una mayor eficiencia y aprovechamiento del calor desprendido, el cual es absorbido por la carga metálica dada la alta resistencia eléctrica del sinter de níquel.

La fundición de la aleación madre se llevó a cabo en diferentes agregados, con el objetivo de determinar la asimilación de los principales elementos en la misma y conocer el comportamiento del revestimiento empleado. Para ello se realizaron diferentes ensayos, los cuales se describen a continuación:

El cálculo de la carga empleada en los cuatro ensayos realizados para la obtención de la aleación madre se muestra en la Tabla 1.