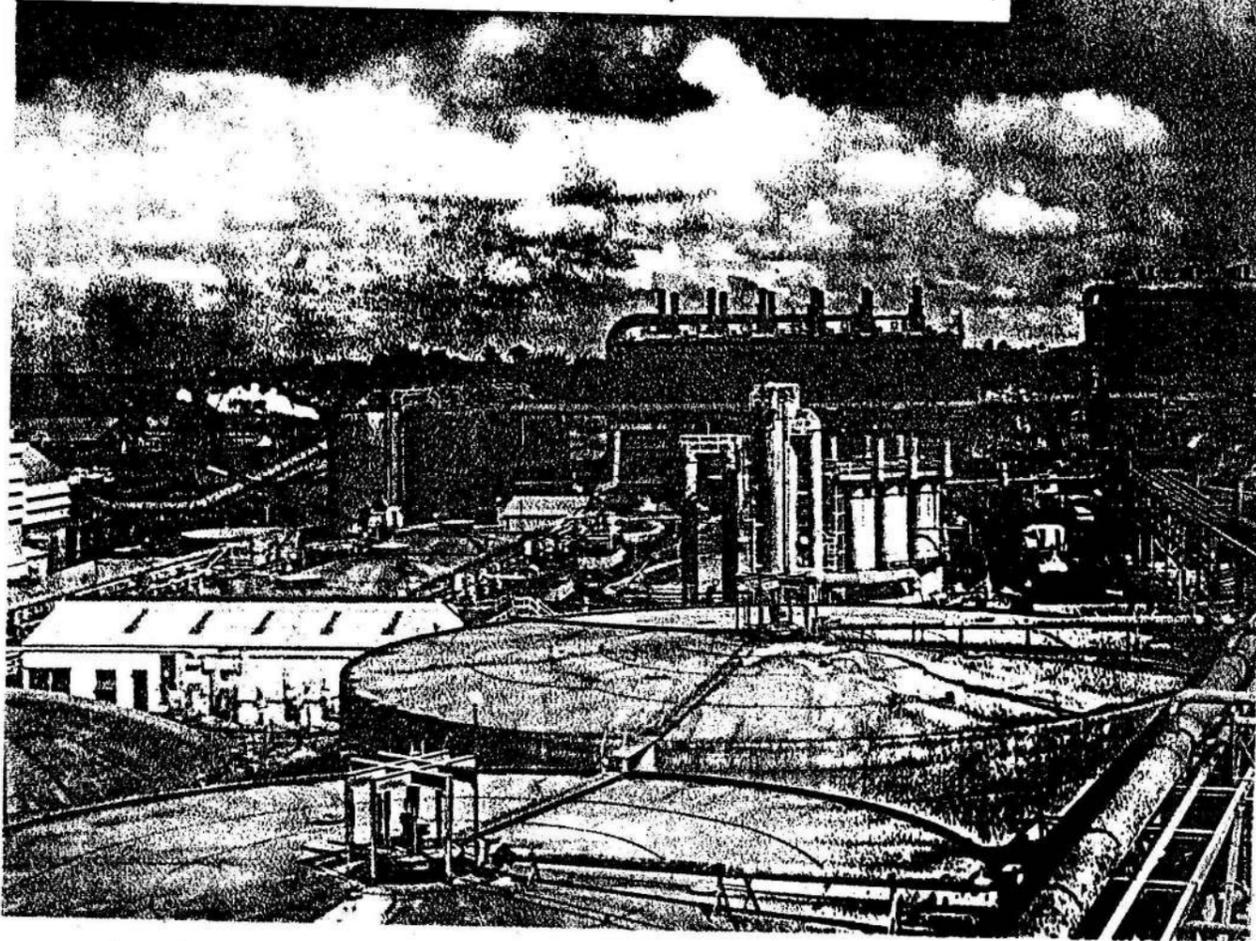


*¡Todo lo que usted necesita saber sobre protección y uso racional de los recursos!*

# CUBANÍQUEL



*Visítenos y disfrutará del cálido sol caribeño*

## TRATAMIENTO ALCALINO DE LAS CROMITAS DE BAJA LEY

Ing. Miguel Garrido Gutiérrez  
Dr. Alfredo Coello Velázquez  
Lic. Carlos Izaguirre Bonilla

Departamento de Metalurgia. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

### RESUMEN:

Se analiza la aplicación de la calcinación alcalina para la recuperación del cromo a partir de cromitas cubanas. Esto se logra a partir de la lixiviación con agua del producto calcinado. Se analizan factores tales como: temperatura de calcinación, tiempo, masa de NaOH y KOH, y temperatura de lixiviación.

El tratamiento de las menas y/o concentrados de cromita para la obtención de productos químicos de base cromo es posible por dos vías: lixiviación ácida y lixiviación alcalina.

En 1950, J. Clay propone e investiga, a escala piloto, un proceso ácido para el tratamiento de las cromitas, sin embargo, a pesar de la factibilidad de su proyecto no ofrece ventajas económicas sobre los procesos basados en las reacciones con álcalis, lo que derivó en la no trascendencia práctica de éste.

El procesamiento alcalino aparece en la práctica mundial como el método comercialmente utilizado. Este se basa en la conversión del Cr (III) presente en las cromitas, en Cr (VI) en forma de cromato de sodio.

Recientemente, Hundley propuso la calcinación alcalina con hidróxido de sodio de las cromitas de baja ley y altos contenidos de aluminio y sílice.

En el presente trabajo se estudia la influencia de varios factores en la lixiviación alcalina directa y la lixiviación en agua con previa calcinación, utilizando para esto hidróxido de sodio o de potasio en la extracción de cromo a partir del concentrado fino de cromita de baja ley de la planta de Cayo Guam.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra, proveniente de la planta de cromo de Cayo Guam (Moa), fue sometida a una minuciosa homogenización y cuarteo por el método del anillo y el cono, posteriormente se le realizó una molienda hasta un 100 % de la clase (-0,074) mm. La composición química (en %) de la misma es la siguiente: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (32,23); Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15,5); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (26,12); SiO<sub>2</sub> (4,34); MgO (17,19); CaO (0,09) y otros (4,14).

Se analizaron dos vías de tratamiento: lixiviación alcalina directa y lixiviación con previa calcinación. En el primer caso se emplearon como agentes oxidantes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 30% y MnO al 80%. La calcinación se llevó a cabo en presencia de NaOH y de KOH realizándose posteriormente lixiviación en agua con agitación constante.

Previamente a los ensayos se efectuó el análisis termodinámico para temperaturas de 473,523 y 573 K. En el cálculo del potencial isobaro-isotérmico se aplicó el método de Temkin-Shvartsman.

### ABSTRACT:

The method of alkaline-calcination chromium recovery from massive cuban chromite is analyzed. Chromium is recovered by water leaching of calcine ore. Calcination temperature, time, weight of NaOH and KOH, and leaching temperature are analyzed.

En la lixiviación alcalina se analizaron los factores, temperatura (X<sub>1</sub>), concentración de NaOH o KOH (X<sub>2</sub>), tiempo de lixiviación (X<sub>3</sub>) y cantidad de agente oxidante (X<sub>4</sub>).

Por su parte, en los ensayos de lixiviación con previa calcinación se estudió la influencia de la temperatura de calcinación (X<sub>1</sub>), tiempo de calcinación (X<sub>2</sub>), cantidad de NaOH o KOH adicionada a la calcinación (X<sub>3</sub>), temperatura de lixiviación (X<sub>4</sub>) y el tiempo de lixiviación (X<sub>5</sub>), ver Tabla 1.

Tabla 1. Ensayos para la determinación del error del experimento con NaOH

No.	Calcinación		Lixiviación			
	Tcal	tcal	m(NaOH)	Tlix	tlix	E <sup>Cr</sup>
Niveles Básicos						
1	700	60	1,96	90	60	24,34
2	700	60	1,96	90	60	25,72
3	700	60	1,96	90	60	25,60

Tcal: temperatura de calcinación (°C).

tcal: tiempo de calcinación (min).

m(NaOH): masa adicionada a la calcinación (g).

m(KOH):

Tlix: temperatura de lixiviación (°C).

tlix: tiempo de lixiviación (min).

E<sup>Cr</sup>: Extracción de cromo (%).

En ambos casos se empleó el método factorial fraccionario utilizando para ello una réplica fraccionada. Los ensayos de optimización se realizaron aplicando el método de ascensión abrupta. Los niveles de los factores y la matriz de experimentación aparecen en las Tablas 1, 2 y 3.

TABLA 2. Ensayos para la determinación del error del experimento con KOH

No.	Calcinación		Lixiviación			
	Tcal	tcal	m(KOH)	Tlix	tlix	E <sup>Cr</sup>
Niveles Básicos						
1	700	60	2,59	90	60	35,40
2	700	60	2,59	90	60	36,60
3	700	60	2,59	90	60	35,82

**TABLA 3. Resultados experimentales de la calcinación-lixiviación**

No.	Matriz	Con NaOH	Con KOH
1	abcde	39,1	47,33
2	bc	30,42	24,23
3	ace	51,83	58,99
4	cd	9,12	12,16
5	ab	70,20	80,06
6	bde	14,28	19,66
7	ad	52,96	66,87
8	e	11,04	8,89

### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados del tratamiento de las cromitas mediante la lixiviación alcalina directa utilizando como agente oxidante el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) son poco alentadores, la extracción de cromo no supera el 7,5 % empleando NaOH y KOH respectivamente.

Con el empleo de MnO como agente oxidante el cuadro se muestra un tanto similar, aunque se observa un ligero incremento de la extracción de cromo: 12,36 % para el NaOH y 13,91 % para el KOH.

A juzgar por los resultados de la Tabla 4 las extracciones de cromo por el método calcinación-lixiviación superan notablemente los resultados alcanzados en la lixiviación alcalina directa. Los valores de extracción de cromo para el proceso en cuestión se encuentran en el orden de 70 y 80 % para ambos agentes de tostación (NaOH y KOH).

Los modelos matemático-estadísticos del experimento que definen la influencia de los factores investigados en la extracción de cromo se expresan a continuación:

$$E = 38,47 + 18,65 T_{cal} + 3,63 t_{cal} - 2,25 M_{NaOH} - 6,0 T_{lix} - 5,85 t_{lix} \quad (1)$$

$$E = 39,77 + 23,48 T_{cal} + 3,05 t_{cal} - 4,1 M_{KOH} - 3,71 T_{lix} - 6,06 t_{lix} \quad (2)$$

Los valores del intervalo de confianza (0,86 y 0,99) respectivamente indican que todos los factores influyen de manera significativa en la extracción de cromo. A la temperatura de calcinación corresponde el mayor efecto sobre la extracción, donde un aumento de la primera se refleja en un incremento de esta última. Efecto similar se reporta por Aguaso y Ahumada (1991). Este último elemento corrobora los resultados del análisis termodinámico: la disminución del potencial isobárico-isotérmico en el intervalo de temperatura anteriormente señalado.

La conjugación de estos elementos permite señalar que el aumento de la temperatura trae consigo un incremento de la conversión del Cr (III) en Cr (VI) en forma de cromato de sodio o de potasio, según sea el caso.

El efecto de los reactivos se puede apreciar al comparar las expresiones (1) y (2). A pesar de que la influencia de los factores investigados mantiene la mis-

ma regularidad, los mejores valores de la extracción corresponden al hidróxido de potasio.

Los resultados de las pruebas de optimización muestran que, en efecto, puede lograrse mayor extracción de cromo aumentando la temperatura y el tiempo de calcinación, y disminuyendo el consumo de NaOH o KOH, la temperatura y el tiempo de lixiviación. Para ambos casos las condiciones óptimas del proceso se establecen para temperatura de calcinación igual a 1 300 °C, donde se alcanzan extracciones de 83,5 y 88,5 % respectivamente. Resultados similares han sido reportados por Aguaso y Ahumada (1991).

**TABLA 4. Resultados de las pruebas de optimización de la calcinación-lixiviación**

Calcinación			Lixiviación			
No.	Tcal	tcal	m(NaOH)	Tlix	tlix	E <sup>Cr</sup>
1	900	66	1,94	86	50	69,10
2	1 100	72	1,92	82	40	78,40
3	1 300	78	1,90	78	30	83,50
4	1 500	80	1,88	74	20	79,80
No.	Tcal	tcal	m(KOH)	Tlix	tlix	E <sup>Cr</sup>
1	900	64	2,56	88	52	72,30
2	1 100	68	2,53	86	44	83,90
3	1 300	72	2,50	84	36	88,54
4	1 500	78	2,47	82	28	85,10

Finalmente, se puede establecer que la obtención de cromatos a partir de los concentrados de baja ley de la mina de Cayo Guam es tecnológicamente factible mediante el proceso de calcinación-lixiviación, descartándose la lixiviación alcalina directa.

Las extracciones alcanzadas mediante el mencionado proceso dependen del tipo de agente de tostación utilizado. Los mejores resultados se logran cuando se emplea hidróxido de potasio.

La implementación de esta tecnología permitirá lograr extracciones de cromo entre 83 y 88 %.

### BIBLIOGRAFÍA

- AGUASO, S. Y J.C. AHUMADA: "Estudio de la fusión alcalina de un mineral de cromita mexicano", *Rev. Metalurgia*, CENIM, 27 (6): 403-407, 1991.
- BARSKI, L. & G. KOZIN: *Sistmii analiz na obogatitelnij fabrikaj*, Nedra, Moskva, 1983.
- CLAY, J.C.; J.F. PEARCE & B.H. THRETTHEWEY: "An acid process for the production of chromite anhydrides from chromite ore", *J. Soc. Chem. Ind.*, 69 :273-281, 1950.
- HUNDLEY, G.J.; D.M. NILSEN & R.E. SIEMENS: USBM. RI8977, 1985.
- HUNDLEY, G.M.; R.E. MUSSLER & R.A. HOLMES: USRB. RI19167, 1988.
- JAN, G.: *Oprobobanie i kontrol obogatitelni protseccov*, Nedra, Moskva, 1979.
- KRESTOVNIKOV, A.N. y V.N. VIDOROVICH: *Termodinámica Química*, Mir, Moscú, 1980.
- STEPHEN, C. THOMSON and F. LAWSON: "Chromite for the production of chromium chemicals", *Proc. Australas Inst. Min. Metall.*, 289 (4) :113-116, 1984.

# POSIBILIDAD DE REUTILIZACIÓN DEL LICOR AGOTADO DURANTE LA PRECIPITACIÓN DEL OXALATO DE COBALTO

Ing. María A. Moreno Daudinot  
Ing. Roberto Viera Martínez  
Ing. Elizabeth García Liranza  
Ing. Osdani Soto Cañizares

Centro de Investigaciones de la Laterita. Carretera de Yagrumaje, Moa

### RESUMEN:

Se estudia a escala de laboratorio la posibilidad de aprovechar el licor residual generado durante la precipitación del oxalato de cobalto en la reextracción del extracto obtenido en el proceso de extracción por solventes. Se analiza la cinética y las etapas necesarias para la reextracción.

Es conocida la utilización del ácido oxálico (HO<sub>2</sub>C.CO<sub>2</sub>H.2H<sub>2</sub>O) para la precipitación del oxalato de cobalto que se emplea en la obtención del polvo de cobalto metálico de elevada pureza. La ecuación que caracteriza esta reacción es:



En el Centro de Investigaciones de la Laterita se ha trabajado en la precipitación de esta sal a partir de licores concentrados de sulfato de cobalto, con concentraciones de 90 g/L de cobalto, obtenidos en un circuito continuo (mini-planta) para la extracción por solventes de este elemento.

El esquema de extracción por solventes puede ser representado de forma general según la Figura 1.

La mini-planta de extracción por solventes está

### ABSTRACT:

At lab scale is studied the possibility to use residual liquor generated during cobalt precipitation with oxalic acid to remove cobalt in stripping stage of solvent extraction process. Kinetic reextraction and required stages are also taken in account.

solvente descargado para su uso repetitivo en las etapas de extracción del cobalto. Este proceso es continuo y requiere del control eficiente de los flujos y el pH en cada una de las etapas.

En la etapa de extracción la solución inicial y el solvente salinificado son suministrados en contracorriente a un mezclador (ver Figura 1), ocurriendo el intercambio de iones entre las fases acuosa y orgánica que son separadas en el sedimentador.

- A las etapas de lavado pasa el solvente cargado donde se eliminan los metales coextraídos en las etapas de extracción y que constituyen impurezas.
- En las etapas de reextracción se extrae el metal de interés por una solución acuosa ácida, obteniéndose una solución del metal con concentración de hasta 100 g/L.

La solución obtenida en la etapa de reextracción es la empleada para la precipitación de la sal oxálica de cobalto.

El trabajo tiene como objetivos, realizar y determinar la isoterma de reextracción y valorar la posibilidad de reutilización del licor residual.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los experimentos fueron realizados a temperatura ambiente y con agitación mecánica de las fases acuosa y orgánica.

Extrayente: PC 88A al 20 % en turbocombustible de aviación cargado.

Reextracciones con: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 150 g/L.

Reextracciones de control: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 200 g/L.

1. Se toma un volumen del solvente cargado.
2. Se toma un volumen de ácido, se añade al solvente y se agita.
3. Se separan las fases acuosa y orgánica.
4. Se analiza la composición del reextracto.
5. Se reextrae nuevamente el reextracto con la solución ácida más concentrada y se analiza la composición de elementos metálicos en ésta.



FIGURA 1. Diagrama de flujo de extracción por solventes.

integrada por tres etapas de extracción, dos de lavado, cuatro de reextracción y una etapa de salinificación del