

RECUPERACION HIDROMETALURGICA DE UN MINERAL DE URANIO, NIQUEL Y ARSENICO

Carlos T. Soler, J. M. García Bourg y J. E. López Pardo

Este trabajo fue expuesto en ocasión de las XIas. Sesiones Químicas Argentinas (Bahía Blanca) sin su correspondiente publicación. En la presente impresión se han actualizado algunos de los resultados y condiciones originales, en base

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1974

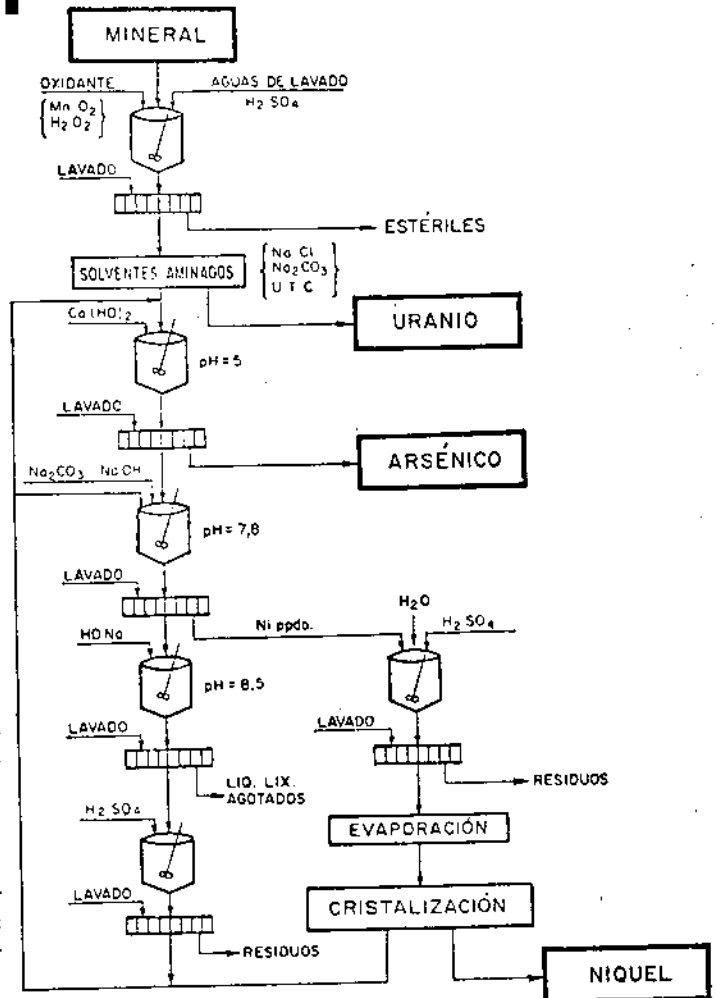
En este estudio se sugiere una solución hidrometalúrgica para el beneficio de un concentrado por flotación del mineral "SAN SANTIAGO" (La Rioja). Este concentrado contiene:

U	0,94 %
Ni	2,36 %
As	3,61 %

El esquema propuesto de tratamiento es el

- 1) Lixiviación sulfúrica.
- 2) Extracción selectiva del uranio por solventes aminados. Recuperación del uranio por precipitación.
- 3) Separación del arsénico por precipitación como arseniato férrico a pH regulado.
- 4) Recuperación del níquel en forma de concentrados obtenidos por precipitación a pH regulado redisolución con ácido sulfúrico para obtener sulfato de níquel.

ESQUEMA ENSAYADO PARA EL PROCESAMIENTO DEL MINERAL "SAN SANTIAGO"



I. ANTECEDENTES

- a) Yacimientos niquelíferos en la República Argentina.
- b) El concentrado estudiado del mineral "San Santiago".

II. RECUPERACION

- a) Elección del proceso.
- b) Esquematización del proceso.
- c) Lixiviación.
- d) Extracción selectiva de uranio por solventes.

- e) Precipitación de arsénico.
- f) Obtención de concentrados de níquel (1ra. etapa).
- g) Obtención de concentrados de níquel (2da. etapa).
- h) Redisolución eventual del hidróxido de níquel (1ra. etapa).
- i) Redisolución eventual del hidróxido de níquel (2da. etapa).
- j) Cristalización de sulfato de níquel.

III. CONSIDERACIONES FINALES

IV. BIBLIOGRAFIA

I. ANTECEDENTES:

a) Yacimientos níquelíferos en la República Argentina:

En nuestro país sólo se tiene conocimiento de la existencia de dos yacimientos de níquel, las minas "San Santiago" en la provincia de La Rioja y "La Niquelina" en la provincia de Salta.

La primera es conocida desde mediados del siglo pasado habiéndose exportado algunos seleccionados de níquel hacia fines del siglo.

Por las informaciones que se disponen, ninguno de los depósitos mencionados permite albergar esperanzas de lograr reservas interesantes, a juzgar por sus características geológicas. (1).

b) El concentrado estudiado del mineral "San Santiago":

En los años 1951 y 1952 se extrajeron 76 toneladas de mineral seleccionado con leyes medias de 17,8 % de Ni, 1,1 % de U_3O_8 y 18,6 por ciento de As.

Este producto fue procesado por flotación, obteniéndose dos concentrados, uno de los cuales, el más rico en uranio, es objeto del presente trabajo. Está constituido por 39 toneladas con leyes medias de 0,94 % de U, 2,36 por ciento de Ni y 3,61 % de As, equivalentes, teóricamente, a 370 kg de U, 920 kg de Ni y 1410 kg de As. El concentrado contiene además, 3,26 % de Fe, 0,11 % de Mo, 12,8 % de SiO_2 , 10,3 % de R_2O_3 , 20,4 % de Ca, 2,63 % de Mg, 0,039 % de Co, 0,26 % de Zn y 0,27 % de F.

Las principales especies mineralógicas observadas son uraninita, pechblenda (óxidos de uranio), níquelina (arseniuro de níquel), anabergita (arseniato de níquel), abundante calcita y cuarzo.

II. RECUPERACION:

a) Elección del proceso:

El proceso ensayado para la recuperación de uranio y níquel está fundado en la conveniencia de obtener el níquel como subproducto de uno de los procesos hidrometalúrgicos para recuperación de uranio, actualmente operado por la C.N.E.A., con el consiguiente aprovechamiento de las instalaciones existentes.

Ello se debe a que el tamaño de la partida, 39 t, limita la aplicación de alguno de los procesos tradicionales para recuperación de níquel, como los pirometalúrgicos por ejemplo, inclinando la elección hacia los procesos hidrometalúrgicos, para los que se poseen los equipos y experiencia necesaria.

Impuesta esta línea hidrometalúrgica se realizaron los ensayos correspondientes, que permitieron llegar a la solución que en este trabajo se propone.

b) Esquematización del proceso:

El proceso ensayado consiste a grandes rasgos, en las siguientes etapas: (Fig. 1)

- 1) Lixiviación del mineral con ácido sulfúrico diluido y oxidantes.
- 2) Extracción selectiva del uranio por solventes aminados. Recuperación del uranio por precipitación.
- 3) Separación del arsénico por precipitación como amniato férrico, con cal a pH 5.
- 4) Recuperación del níquel por precipitación en dos etapas del hidróxido a pH 7,8 y 8,5 y redisolución con ácido sulfúrico del segundo producto que es reprecipitado a pH 7,8. El concentrado de níquel puede servir como intermedio en la obtención de productos de mayor pureza. Se informan los resultados de la obtención de sulfato de níquel por redisolución de estos productos.

c) Lixiviación:

Se aplicó lixiviación por agitación mecánica. Se estudió la influencia de las distintas variables para obtener los máximos rendimientos con los menores costos, adoptándose las siguientes condiciones de operación:

Consumo de ácido: 750 kg de H_2SO_4 /t de mineral.

pH: 0,8 - 0,9.

Consumo de oxidante: 40 kg de H_2O_2 200 vol./t min.

Temperatura: ambiente.

Tiempo de agitación: 18 horas.

Relación líquido/sólido: 2/1.

Granulometría: — \pm 60 Serie Tyier.

En dichas condiciones se obtienen los siguientes rendimientos de recuperación:

Uranio	98 %
Níquel	97 %
Arsénico	80 %

Entre los oxidantes también se ha estudiado el uso del bióxido de manganeso, como luego veremos, cuyo consumo es de 48 kg/t pero tiene el inconveniente de aumentar la impurificación del concentrado de níquel.

La operación de filtrado no ofrece inconvenientes. Se lava con relación de lavado 2 en dos fracciones. La solución reunida con la primera fracción de lavado (aproximadamente 1/3 del total) se destina a extracción por sol-

ventes. El resto de los líquidos de lavado vuelve al ataque.

La solución que va a la operación siguiente tiene la siguiente composición:

U: 0,2 — 0,3 %, Ni: 0,6 — 0,8 %, Fe: 0,84 %
As: 0,8 — 0,9 %
Mg: 0,75 %, Mn: 0,03 % y R_2O_3 : 1,5 %

d) Extracción selectiva de uranio por solventes aminados:

Esta operación se realiza industrialmente en la C.N.E.A. desde hace aproximadamente diez años (2). La recuperación de uranio se efectúa en tres partes: extracción, reextracción y precipitación.

En este caso la novedad, con respecto a las condiciones habituales de operación en planta, consiste en la presencia de arsénico en la solución acuosa, que es parcialmente extraído junto con el uranio.

El solvente utilizado es la amina terciaria llamada comercialmente "Adogen 368", de la firma norteamericana Ashland, en solución 0,1 M en kerosene con 3 % v/v de isodecanol.

La reextracción del uranio contenido en el solvente se realiza con solución acuosa de Na_2CO_3 al 10 %.

En la precipitación de la solución proveniente de reextracción con Na_2CO_3 se utilizó el método habitual de planta, consistente en romper el complejo de uraniltricarbonato de sodio, acidificando con ácido sulfúrico a pH entre 6,5 y 7 y posterior precipitación con hidróxido de sodio hasta pH 10. El precipitado, llamado industrialmente "yellow-cake" o torta amarilla, contiene:

85 % de U_3O_8 , 0,36 % de As, 0,39 % de Mo
y 0,014 % de V

Se puede lograr mayor pureza, utilizando otros sistemas de reextracción, como por ejemplo soluciones de cloruro de sodio acidificadas con ácido sulfúrico (3) o el método denominado UTC, que utiliza soluciones de carbonato de amonio y otras sales (4).

Las pérdidas de uranio son despreciables.

e) Precipitación de arsénico:

El método utilizado permite la purificación de la solución agotada en uranio por precipitación conjunta del arsénico y el hierro (5) y (6) con suspensiones de hidróxido de calcio.

La comercialización del producto obtenido (arseniato férrico) podría favorecerse procesándolo hasta obtener algún derivado, como por ejemplo arseniato de calcio (6) lo que constituye un tratamiento industrial convencional.

Condiciones de operación:

Reactivos: $Ca(OH)_2$ 10 %.
Consumos: 50 - 60 kg Ca (OH) 2/t mineral.
 H_2O_2 : consumo variable, hasta 16 kg H_2O_2 100 vol/t de mineral.
Agitación de la solución: violenta.
Temperatura: ambiente.
Agregado de reactivo: lento.
pH final: 5.

Rendimientos:

El hierro precipita en forma prácticamente cuantitativa. El catión ferroso se oxida a férrico con agua oxigenada durante la precipitación.

El arsénico precipita en un 98 - 99 % aproximadamente.

La pérdida de níquel es del 2 % aproximadamente, aunque en algunos casos llegó al 10 %.

La temperatura debe mantenerse próxima a la ambiente, pues su aumento por ejemplo a 60°C, perjudica marcadamente la recuperación de níquel.

f) Obtención de un concentrado de níquel. (1ra. etapa):

La recuperación de níquel está basada en la obtención de un concentrado precipitado en forma de hidróxido o carbonato básico por regulación del pH con hidróxido o carbonato de sodio. Este concentrado puede servir como intermedio para la eventual obtención de sales de níquel o para otro procesamiento que permita obtener níquel de mayor pureza. Sin embargo la ley del concentrado autoriza a pensar en la posibilidad de su comercialización como tal.

Por medio de esta precipitación se separa el níquel principalmente del magnesio que, como hemos visto, se encuentra en cantidades similares al primero. La precipitación se realiza en dos etapas a pH 7,8 y 8,5, resultando el segundo precipitado impurificado con magnesio por lo que es redissuelto y reprecipitado al primer pH para disminuir el contenido de dicho elemento. Sin embargo queda aún impurificando al concentrado, algo de aluminio y cinc.

Condiciones de operación:

Reactivo: NaOH 10 % Na_2CO_3 10 %.
pH: 7,8.
Temperatura: ambiente.
Agitación: violenta.
Agregado de reactivo: lento.
Consumo de reactivo: aproximadamente 35 kg NaOH/t mineral y 45 kg Na_2CO_3 /t mineral.

El rendimiento por precipitación de níquel es del 70 % aproximadamente en esta etapa. Conjuntamente precipita una parte de manganeso presente y el aluminio y cinc no precipitados a pH 5. La filtración es relativamente lenta, aunque mejora mucho permitiendo el "envejecimiento" previo del precipitado.

Se reproduce a continuación el análisis de un precipitado:

Ni: 36,3 %, Mg: 0,055 %, Mn: 0,43 %, R_2O_3 : 9,3 %

g) Precipitación de hidróxido de níquel (2da. etapa):

Esta etapa permite recuperar el níquel, pero por la mayor cantidad de impurezas se lo redissuelve y envía a la primera etapa de precipitación.

Condiciones de operación:

Reactivo: NaOH 10 % Na_2CO_3 10 %.

pH: 8,5.

Temperatura: ambiente.

Agitación: violenta.

Agregado: lento.

Consumo de reactivo: NaOH 17 kg/t mineral aprox. Na_2CO_3 20 kg/t mineral aprox.

El rendimiento del níquel precipitado es del orden del 20 % del total.

Se reproduce a continuación el análisis de un precipitado:

Ni: 37,5 % Mg: 1,9 % Mn: 2,7 %

h) Redisolución del hidróxido de níquel (1ra. etapa):

En caso de que se desee producir sulfato de níquel se debe redissolver el precipitado obtenido en la primera etapa.

Condiciones de operación:

Reactivo: ácido sulfúrico 10 % v/v.

Consumo: 35 kg/t mineral aproximadamente.

pH de redisolución: 1,5 a 2 aproximadamente.

Temperatura: ambiente.

Agitación: violenta.

Rendimiento por disolución: prácticamente 100 %.

i) Redisolución del hidróxido de níquel (2da. etapa):

Condiciones de operación:

Reactivo: ácido sulfúrico 10 % v/v.

Consumo: 10 kg/t mineral.

pH de redisolución: 1,5 a 2.

Temperatura: ambiente.

Agitación: violenta.

Rendimiento: próximo al 100 %.

Las impurezas de la solución (manganeso y magnesio especialmente) obligan a enviarla a la primera etapa de precipitación donde se eliminan.

j) Cristalización de sulfato de níquel:

Se indican como ejemplo la composición del sulfato de níquel obtenido por evaporación de la solución de redisolución. La solución se satura por evaporación, para lo cual debe reducirse de 1/2 a 2/3 de su volumen original. Se puede cristalizar aproximadamente 60 % del líquido en solución, obteniéndose una pureza mayor del 85 % luego de lo cual es necesario suspender la cristalización y reciclar las aguas madres a la etapa de precipitación.

La composición aproximada sería:

Ni	.....	19 % - 19,5 %
Mn	.....	de 0,02 a 0,1 %
Mg	.....	de 0,3 a 0,6 %
Fe	.....	< de 0,01 %
Al	.....	de 1 a 2 %
Zn	.....	de 0,3 a 0,4 %
Ca	.....	de 0,2 %

Para cumplir con las normas de sulfato de níquel (7,8) esta sal debería purificarse eliminando cinc y elevando la ley de níquel. A esto último podría contribuir sustancialmente, la eliminación de aluminio.

III. CONSIDERACIONES FINALES

- Los cálculos realizados permiten prever que con la línea propuesta se puede procesar este concentrado en condiciones económicas favorables.
- Los rendimientos totales de recuperación son altamente satisfactorios.
- El concentrado de uranio obtenido se encuentra dentro de la calidad normal de estos productos.
- La comercialización del arsénico se vería facilitada si se lo procesa para obtener otro derivado como por ejemplo arseniato de calcio siguiendo métodos empleados industrialmente (6).
- Se considera que el concentrado de níquel obtenido será comercializable.
- Las distintas operaciones que se detallan no ofrecieron dificultades al ser realizadas en las condiciones específicas en el presente trabajo.

IV. BIBLIOGRAFIA

1. ANGELELLI, V. y EZCURRA, T.: Tomo VI - "Recursos Minerales" de la serie "Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina" - Consejo Federal de Inversiones, 1962.
2. GARCIA BOURG, J. M.: "Extracción selectiva de uranio por solventes aminados" - Primeras Jornadas Latinoamericanas en Mineralurgia - Universidad de Concepción - Chile - Abril 1966.
3. GARCIA BOURG, J. M. y WIEDMER, C. A.: "Stripping" de uranio disuelto en solventes aminados. Estudio del proceso con carbonato de sodio y con cloruro de sodio acidificado", V. Jornadas Metalúrgicas. Sociedad Argentina de Metales. Buenos Aires, 1972.
4. CADIROLA, R. J. C., GARCIA BOURG, J. M., LOPEZ PARDO, J. E., MACCHIAVERNA, E. G. y WIEDMER, C. A.: "Nuevas orientaciones hidrometalúrgicas en la Industria del Uranio" - C.N.E.A. - 3a. Conferencia U.P.E.A. - Ginebra, 1964.
5. LIDELL, D. M.: "Handbook of Non-Ferrous Metallurgy" Mc Graw-Hill Co., 1945.
6. ARDEN, T. V., AERE-R 2862: "The analysis and recovery of uranium from low grade ores", 1959.
7. Industrias KAISER ARGENTINA - IKA Nº C-2038 - Especificación del material: Sulfato de níquel, 1962.
8. BRITISH STANDARD SPECIFICATION - B. S. 564: 1953 - Nickel Salts for Electroplating - Part. 2 Nickel Sulphate.

CARBURO DE SILICIO

FABRICANDO PIEZAS ESPECIALES
DE CARBURO DE SILICIO
DESDE HACE UN CUARTO DE SIGLO

MAIPU 327 - 1º - BUENOS AIRES - TEL. 46-1853 y 49-3019

PADUA

GENERAMIC

IMPORTACION EXPORTACION

CADENAS LATTYA S.A.C.I.F.

Primera fábrica integral de cadenas argentinas

Cadenas industriales

Conjunto de cadenas silenciosas y engranajes para automotores

M. R. TRELLES 2669

BUENOS AIRES

58-0377

FUNDICION — EXTRUSION — TREFILACION DE
METALES NO FERROSOS
ALAMBRES — BARRAS — PLANCHUELAS
PERFILES ESPECIALES
APAREJOS ELECTRICOS DE 250 A 10.000 Kg.

MEDIDORES DE AGUA EN TODA LA LINEA,
DOMICILIARIOS E INDUSTRIALES

MANFER S.A.C.I.

MANUEL FERNANDEZ VEGA

ALSINA 1760 — 45 - 2854 - 3155