



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138412-00000-0000

Fecha: 2013-06-07 14:30:46

Tra. 11 PATENTEIYII

Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Eve: 378 FASENACIONALI

Folios: 40

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD DE

**PATENTE DE INVENCION
PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL**

21. EXPEDIENTE No.

13-138412

54. TITULO: PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE
REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE
ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE

52. CLASIFICACION INTERNACIONAL: C22B 3/16, C22B 15/00

71. SOLICITANTE: PROKUMET SPA

DOMICILIO: Las Urbinas 53, Piso 11 Providencia,
Santiago, CHILE

74. APODERADO: Dra. MARGARITA CASTELLANOS A.

22. BOGOTA, D.C.,



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138412- -00000-0000

Fecha: 2013-06-07 14:30:46
Tra. 11 PATENTE I y II
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASE NACIONAL I
Folios: 40

de radicación

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

1	(12) TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de Invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT (86)		
Solicitud Internacional No.		PCT/CL2011/000072	Fecha 28/11/2011
Publicación Internacional No.		WO/2012/075596 A1	Fecha 14/06/2012
3	(54) TITULO DE LA INVENCION (200 caracteres o espacios máximos)		
PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE			
4	CLASIFICACION INTERNACIONAL (51) CIP		
C22B 3/16, C22B 15/00			
5	(71) SOLICITANTE(S) ☐ Esta persona también es inventor Para datos adicionales utilizar hoja de información adicional		
APELLIDOS O RAZON SOCIAL PROKUMET SPA		NOMBRE	IDENTIFICACION TIPO
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCION CIUDAD DEPARTAMENTO/ESTADO PAIS DE RESIDENCIA		Las Urbinas 53, Piso 11 Providencia, Santiago CHILE	No. TELEFONO E-MAIL NACIONALIDAD O LUGAR DE CHILE CONSTITUCION
7	(72) INVENTOR(ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información adicional		
1. APELLIDOS AGHEMIO RODRIGUEZ 2. 3. 4. 5. 6. 7.		NOMBRES Luis Alberto	NACIONALIDAD Chilena
DIRECCION DE CORREO ELECTRONICO:			
8	DATOS INVENTOR(ES)		
1. PAIS RESIDENCIA CHILE 2. 3. 4. 5. 6. 7.		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD Talagante DIRECCION Pasaje 7 No. 659, Villa los ciruelos
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/U OTRO(S) INVENTOR(ES)			
☐ Los demás solicitantes y/o demás inventores se indican en una hoja a continuación			
9	(74) ☐ REPRESENTANTE ☒ APODERADO		
APELLIDOS CASTELLANOS ABONDANO		NOMBRES MARGARITA	IDENTIFICACION C.C. 39.779.654 T.P. 70.819
DIRECCION Calle 94A No. 7A-09		No. TELEFONC 7560770	
CIUDAD BOGOTA		E-MAIL castellanos@castellanosyco.co	
PAIS COLOMBIA		No. DE PROTOCOLO EN LA OFICINA	

2

10	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
1.	(33) PAIS DE ORIGEN CHILE	CODIGO PAIS CL	(31) NUMERO 1399-2010	(32) FECHA (AAA/MM/DD) 10/12/2010
2.				
3.				
4.				
5.				
11	DECLARACION SOBRE USO DE RECURSOS GENETICOS O BIOLOGICOS			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen. ☐ SI ☒ NO				
NOTA: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACION SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina. ☐ SI ☒ NO				
NOTA: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
13	REDUCCION DE TASAS			
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente ☐ SI ☒ NO				
NOTA: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.		Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación. Acreditación Colciencias.		Entidades sin animo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de Comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar.
14	AUTORIZACION DE NOTIFICACION EN LINEA ☐ SI ☒ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deber ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
14	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRONICO	N°	13-53113	Fecha: 31/05/2013
15	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)			
Margarita Castellanos Abondano MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO - APODERADO				
16	ORDEN Y RELACION DE DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD			
Documentación Técnica Solicitud Internacional en Castellano		Documentación Jurídica		
1. ☒ Descripción N° de folios: 13		9. ☐ Poderes, si fuera el caso.		
2. ☒ Reivindicaciones N° de reivindicaciones: 6		10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.		
3. ☐ Dibujos y/o figuras N° de folios:		11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
4. ☒ Resumen		12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso.		
5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		13. ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal, cuando el solicitante es persona jurídica.		
6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		14. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.		
7. ☐ Arte final 12 x 12		15. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad		
8. ☐ Anexo formato digital.		16. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.		
		17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.		

P2915/SOLICITUD DE PATENTE

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
NIT : 800.176.089-2
- / -

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 13 - 0053113
		Bogotá D.C., Mayo 31 de 2013 - 15:04:25

RECIBIDO DE : CASTELLANOS Y Y CO					NI 800.174.641
*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	418972595	31/05/2013	2.801.000.00

*** Conceptos Pagados ***				
CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	Vr UNDITARIO	Vr CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1. TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	500.000.00	500.000.00
				<u>\$500.000.00</u>
			=====	

SON: **QUINIENTOS MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable:  _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 13-138412- -00000-0000
Fecha: 2013-06-07 14:30:46 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40

ADVANCE E-MAIL

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

MOLINA VILLASECA, Eduardo
Estudio Federico Villaseca y Cia.
Av. Alonso de Cordova 5151 ,
Piso 8, las Condes
7560873 Santiago
CHILI

Date of mailing (day/month/year) 12 November 2012 (12.11.2012)	
Applicant's or agent's file reference PE229	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/CL2011/000072	International filing date (day/month/year) 28 November 2011 (28.11.2011)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant ☒ the inventor ☐ the agent ☐ the common representative

Name and Address

AGHEMIO RODRIGUEZ, Luis Alberto
Pasaje 7 No.659,
Villa los Ciruelos
Talagante
Chile

State of Nationality

CL

State of Residence

CL

Telephone No.

Facsimile No.

E-mail address

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person ☐ the name ☐ the address ☐ the nationality ☐ the residence

Name and Address

PROKUMET SPA
Las Urbinas 53, Piso 11
Providencia
Santiago
Chile

State of Nationality

CL

State of Residence

CL

Telephone No.

Facsimile No.

E-mail address

☐ Notifications by e-mail authorized

3. Further observations, if necessary:

The person in Box 1 has changed status from "applicant and inventor for all designated States" to "applicant for US only and inventor for all designated States" and person in Box 2 is added as "applicant for all designated States except US".

4. A copy of this notification has been sent to:

☒ the receiving Office ☐ the International Preliminary Examining Authority
☐ the International Searching Authority ☒ the designated Offices concerned
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search ☐ the elected Offices concerned
☐ other:The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Mena Ana

Facsimile No. +41 22 338 71 30

e-mail pt09.pct@wipo.int

Telephone No. +41 22 338 74 09

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la
Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
14 de junio de 2012 (14.06.2012)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2012/075596 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
C22B 3/16 (2006.01) C22B 15/00 (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/CL2011/000072
- (22) Fecha de presentación internacional:
28 de noviembre de 2011 (28.11.2011)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
1399-2010
10 de diciembre de 2010 (10.12.2010) CL
- (72) Inventor: e
- (71) Solicitante : AGHEMIO RODRIGUEZ, Luis Alberto
[CL/CL]; Pasaje 7 No.659, Villa los Ciruelos, Talagante (CL).
- (74) Mandatario: MOLINA VILLASECA, Eduardo; Estudio Federico Villaseca y Cia., Av. Alonso de Cordova 5151, Piso 8, las Condes, 7560873 Santiago (CL).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE,

AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))



WO 2012/075596 A1

(54) Title: METHOD FOR LEACHING COPPER OXIDE, REPLACING SULFURIC ACID WITH A NON-POLLUTING ORGANIC LEACHING AGENT

(54) Título : PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE.

(57) Abstract: The invention relates to a method for leaching copper oxide without using sulfuric acid, comprising the following steps consisting in: impregnating the copper oxide using a non-polluting organic leaching agent consisting of an aqueous solution formed by tricarboxylic acid (C6H8O7) combined with water in a mixture having an acidity varying between a pH of 1 and 5; obtaining copper citrate; and, optionally, again irrigating the copper oxide impregnated with the non-polluting organic leaching agent, thereby obtaining a more concentrated copper citrate.

(57) Resumen: Proceso para lixiviar óxido de cobre sin la utilización de ácido sulfúrico en donde comprende impregnar dicho óxido de cobre usando un agente lixiviante orgánico no contaminante que consiste en una solución acuosa compuesta por ácido tricarbóxico (C6H8O7) en combinación con agua, en una mezcla con una acidez que varía entre pH 1,0 a 5,0; obtener citrato de cobre; y opcionalmente irrigar nuevamente dicho óxido de cobre impregnado con dicho agente lixiviante orgánico no contaminante, obteniendo un citrato de cobre más concentrado.

1

PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO
SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE.

CAMPO DE APLICACIÓN

La presente invención se relaciona con la lixiviación de cobre y, en particular, con un
5 procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite
producir cátodos, láminas o precipitado de cobre que utiliza un agente lixiviante orgánico no
contaminante.

ANTECEDENTES

La lixiviación de cobre en la minería presenta diversas complejidades e inconvenientes,
10 tanto respecto de los procesos empleados como respecto de los efectos que a partir de
aquella son generados. Precisamente, la industrialización de este proceso en el ámbito de
la minería ha recurrido a la utilización del ácido sulfúrico como lixiviante, lo cual genera un
impacto ambiental particularmente dañino debido a su alto poder contaminante. A su vez,
dicho ácido resulta especialmente riesgoso para todos aquellos individuos que deben
15 realizar operaciones y faenas en los que éste es utilizado. Su empleo, asimismo, no permite
reutilizar el agua empleada en el proceso, generando con ello costos adicionales y mayor
contaminación por desechos. Por otra parte, el método de lixiviación de cobre actualmente
empleado en la minería hace imposible una recuperación eficiente del mineral de cobre
quedado en las pilas de lixiviación, haciendo de este un procedimiento ineficiente y,
20 conforme a lo señalado, de altos costos asociados. De esta forma, y considerando lo
conocido en el estado de la técnica, es posible advertir que la lixiviación de cobre en la
minería resulta compleja, costosa, altamente contaminante y con resultados, hasta ahora,
ineficientes.

En la actualidad, el cobre continúa experimentado una importante demanda, la cual se estima permanecerá en aumento no sólo debido a los múltiples campos en los que como metal puede ser empleado, sino que a su potencial de utilización para diversos y continuos desarrollos tecnológicos e industriales en áreas como la electrónica, la informática, las comunicaciones, fabricación de cañerías, paneles solares, industria automotriz y transferencia de energía de potencia - entre otros -, haciendo de éste uno de los metales mayormente requeridos. De esta forma, contar con procedimientos eficientes para la producción de cobre en cuanto a: reducir costos, no degradar el medio ambiente, brindar mayor seguridad operacional y que logren optimizar su capacidad productiva, resulta primordial para la industria minera y, en definitiva, para la economía mundial.

En consideración a lo señalado previamente, a continuación se procederá a enunciar algunos de los procedimientos que, hasta ahora, se han utilizado para lixiviar mineral de cobre:

- i) Lixiviación con amoníaco.
- ii) Lixiviación con tiurea.
- iii) Utilización de agua de mar y salitre.
- iv) Lixiviación por ácidos.
- v) Lixiviación por ácido sulfúrico con agua.

Diversos factores han incidido en que estos procedimientos no logren alcanzar estándares óptimos de producción y eficiencia, estacando, entre otros, sus elevados costos de implementación, complejidad operacional y alto impacto ambiental.

En efecto, el procedimiento de lixiviación con amoniaco, debido a su gran poder contaminante y toxicidad, no ha logrado prosperar con éxito en la industria.

La lixiviación con tiurea - compuesto desarrollado en base a sustancias orgánicas mezcladas con cianuro de sodio - tampoco ha conseguido consolidarse como proceso en la minería ya que resulta ser altamente degradante para el medio ambiente.

El procedimiento de lixiviación utilizando agua de mar y salitre, por su parte, no ha logrado ser empleado con éxito debido a la poca pureza del licor de cobre obtenido manifestada por la excesiva formación de cristales de sal.

A su vez la lixiviación por ácidos, solos o compuestos - por ejemplo, el ácido clorhídrico, ácido nítrico, o mezclado entre ellos, denominado también agua regia -, se ha empleado para disolver metales nobles como el oro y la plata, siendo en extremo agresivo, tóxico y de alto costo. Se utiliza sólo a nivel de laboratorio. Finalmente, la lixiviación por ácido sulfúrico (H_2SO_4) con agua (H_2O), corresponde al procedimiento conforme al cual se lleva a cabo casi la totalidad de la lixiviación de cobre en la minería. Este procedimiento, que permite obtener cátodos de cobre a partir del mineral de óxido de cobre, se inicia con el chancado y clasificado del mineral proveniente de la mina, para luego ser trasladado a pilas de lixiviación, previa impregnación del mineral ya chancado y clasificado, pilas que son irrigadas con una solución de ácido sulfúrico, más agua (con una acidez acuosa controlada que se determina dependiendo de la mineralogía característica del yacimiento y que suele tener un pH que varía entre 1,5 y 3,0) produciendo así un sulfato de cobre soluble. Dicho ácido lixivia tanto al cobre como también a los otros minerales ocluidos en el mineral de cabeza, llamados impurezas. Una vez que se ha cumplido el tiempo de residencia en las pilas de lixiviación, se obtiene como primer resultado un licor de cobre impuro, con presencia de fierro y otros minerales en suspensión. Este licor de cobre es sometido a una fase denominada extracción por solventes que permite purificar el licor de cobre y

concentrarlo en una fase acuosa, la que posteriormente es denominada solución rica. Esta solución rica en cobre es llevada a unos estanques de acumulación desde los cuales será bombeada a una planta de Electro-depositación, en la que mediante un proceso electro-químico se depositará cobre metálico (cátodos) luego de un tiempo de residencia preestablecido, consiguiendo con ello un peso adecuado para cosecharlos, lavarlos y comercializarlos como cátodos de cobre de alta pureza. Finalmente, una vez que la pila de lixiviación en dicho procedimiento ha cumplido su ciclo de producción, es desechada.

Pues bien, varios son los problemas que pueden ser advertidos en torno a este procedimiento. En primer lugar, y debido a la utilización de ácido sulfúrico como lixivante, dicho procedimiento resulta altamente tóxico y contaminante. En segundo lugar, el empleo de este ácido exige la implementación de maquinaria, de dispositivos, de insumos y de materiales particularmente resistentes a su acidez y, con ello, de alto valor, acrecentando considerablemente los costos de producción. En tercer lugar, los riesgos de operación son altos y de consecuencias particularmente graves para operarios y trabajadores en caso de accidentes. En cuarto lugar, la fase de extracción por solventes aumenta los riesgos de accidentes debido a la utilización de un extractante (compuesto por aldoximas y cetoximas, o elementos similares) que, a su vez, es mezclado con parafina (o kerosene), lo que genera la emisión de gases tóxicos e inflamables que crean una permanente peligrosidad en la faena. En efecto, esta sola fase en sí misma considerada irroga un conjunto de complejidades e inconvenientes relativos a, entre otros: seguridad, altos costos de inversión (vinculados especialmente al extractante utilizado), implementación y capacitación, todo lo cual, como se verá, la presente invención permite omitir. En quinto lugar, el procedimiento actualmente empleado resulta a su vez ineficiente desde el punto de vista productivo debido

al alto porcentaje de pérdida de material. Efectivamente, en cuanto a esto, y según lo señalado previamente, una vez que la pila de lixiviación utilizada en el procedimiento cumple su ciclo de producción, es desechada, con lo cual se pierde el mineral de óxido de cobre que quedó en ella. Esta pérdida impide recuperar el cien por ciento de este mineral

5 debido a la falta de penetración del ácido sulfúrico en la roca, la cual no podrá ser remolida debido a la presencia del ácido libre que contiene. En virtud de lo anterior, el mineral descartado de las pilas de lixiviación es llevado a botaderos, lo que implica una pérdida aproximada del 30% del mineral contenido en la pila, mineral dentro del cual, además del

10 cobre insoluble ocluido (cobre sulfuro), existen metales nobles como oro y plata que también pueden ser aprovechados. En sexto lugar, y además de dicha pérdida, el agua utilizada en el procedimiento tampoco es susceptible de ser recuperada debido al

acumulamiento del sulfato ferroso como contaminante, por lo que debe ser descartada hacia un tranque de relaves con contenido de ácido sulfúrico libre, más las impurezas. En séptimo lugar, la imposibilidad de reaprovechar estos desechos a los que se ha aludido,

15 conlleva un daño importante al medio ambiente debido al remanente del ácido sulfúrico que queda impregnado en el mineral abandonado. En efecto, y según lo dicho, esta merma, junto con disminuir la productividad del procedimiento, es altamente contaminante y

20 peligrosa debido a su potencial de expansión sobre la población aledaña a través de los vientos, las aguas lluvias y las aguas subterráneas, afectando también los cultivos, la flora y fauna del ecosistema y, en general, todo el medio ambiente. Conforme a lo señalado anteriormente, este es el procedimiento con que actualmente se realiza, casi en su totalidad, la lixiviación de cobre en la minería. Por tanto, el que éste, junto con implicar altos costos de inversión, resulte deficiente productivamente, riesgoso operacionalmente y degradante para

el medio ambiente, conlleva problemas considerables para la lixiviación de cobre, en virtud de lo cual, poder contar con un sistema que permita perfeccionar y optimizar lo anterior, alcanza una importancia industrial y económica particularmente relevante.

En consecuencia, y de conformidad a lo conocido en el estado de la técnica, no existe en la actualidad un procedimiento que en el ámbito de la minería permita lixiviar mineral de cobre de modo eficiente, seguro y que, asimismo, no degrade el medio ambiente. En otros términos, los procedimientos conocidos para la lixiviación de cobre en la minería revelan un conjunto de problemas e inconvenientes que abarcan varios campos críticos, pero cuya solución, en definitiva, resulta posible en virtud de la invención que es objeto de esta solicitud.

Pues bien, la presente invención resuelve todos los inconvenientes anteriormente descritos, la cual contempla un procedimiento único en el que se utiliza un agente lixivante especialmente concebido para la lixiviación de cobre, compuesto por ácido tricarbólico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una proporción tal que logre una acidez que varía entre un pH de 1,0 y 5,0; lixivante al cual puede añadirse benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el que actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% del peso de la solución singularizada.

Conforme a ello, el procedimiento no daña el medio ambiente, produciendo en el proceso de lixiviación un citrato de cobre que, además, no es corrosivo. Esta particularidad resulta especialmente importante puesto que al producir citrato de cobre, el procedimiento permite recuperar el agua que ha sido utilizada en el proceso productivo. Asimismo, mediante este método, se reducen los costos de implementación en las plantas mineras, puesto que los

7

materiales empleados no requerirán tener una resistencia extrema a productos o elementos de elevada acidez - tal como sí ocurre al emplear ácido sulfúrico -, puesto que el lixivante utilizado, así como el citrato de cobre producido, no son corrosivos.

En efecto, dispositivos tales como bombas impulsoras, cañerías de traslado de fluidos, 5 válvulas de corte y control, tinas de contención de electrolitos, ropa y artículos de trabajo (como overoles, gafas o máscaras antigases), estanques acumuladores, pisos de sustentación, cubiertas de techo y estructuras soportantes -entre otros- debían cumplir, hasta ahora, características técnicas altamente exigentes en materia de resistencia acida, conllevando así elevados montos de inversión, todo lo cual se evita - y ahorra - gracias al 10 procedimiento de que da cuenta esta solicitud.

Asimismo, este procedimiento implica una mejora relevante en materia de seguridad operacional. Efectivamente, gracias a su diseño y características, tampoco se generan gases tóxicos, conforme a lo cual será posible transitar libremente por todos los lugares de la faena minera. Junto a ello, dicha mejora también se manifiesta en cuanto a la ausencia 15 de riesgo de accidentes por quemaduras acidas que afecte a operadores y trabajadores en general, haciendo de éste, uno de los procedimientos más confiables y seguros en materia de lixiviación de cobre en la minería. A su vez, los elementos, el diseño y las etapas contempladas en el procedimiento objeto de esta solicitud, junto a las particulares cualidades del lixivante empleado, hacen posible realizar una lixiviación selectiva para 20 cobre. Esta característica resulta especialmente relevante, ya que al no disolver el hierro, permite prescindir de la etapa de extracción por solventes. En virtud de ello, el procedimiento logra eliminar una de las fases que, hasta ahora, y según lo señalado anteriormente en esta solicitud, genera algunos de los inconvenientes de mayor

8

envergadura para la minería en materia de lixiviación de cobre, todos los cuales son resueltos por medio de este procedimiento, puesto que el citrato de cobre obtenido, sin presencia de hierro en este estado soluble concentrado, permite eliminar dicha fase, haciendo con ello posible pasar de forma inmediata, luego de lixiviar, a la fase de electro-
5 deposición, dando así solución a los problemas descritos y logrando, a su vez, obtener cátodos de cobre metálico de manera más segura y eficiente respecto de todo lo conocido en la industria minera.

A su vez, el procedimiento descrito en la presente solicitud permite alcanzar altos niveles de eficiencia productiva por medio de la recuperación del mineral ya agotado de las pilas de
10 lixiviación a través de una remolienda que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, lo que hace posible aumentar, en un 30% - o más - la producción de cobre soluble y recuperar los metales nobles (oro, plata y platino) así como los sulfuros de cobre. Junto a ello, el procedimiento objeto de esta solicitud hace posible obtener, opcionalmente, y por medio de una fase posterior a la etapa de
15 recuperación de pilas de lixiviación, precipitado de cobre, lo cual amplía la gama de productos posibles de ser obtenidos por medio de este procedimiento.

Finalmente, y como otra ventaja adicional del procedimiento descrito en esta solicitud, resulta posible, a su vez, recuperar el agua de proceso utilizada, con lo cual se logra prescindir de los tranques de relaves, los que, además de un costo elevado, generan un alto
20 impacto ambiental.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Lo anteriormente expuesto resulta posible a través de la invención objeto de la presente solicitud, que consiste en un procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido

de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre, que utiliza un agente lixivante orgánico no contaminante que comprende las etapas de:

- a) Lixiviación del mineral de óxido de cobre: luego del traslado del mineral desde la mina, el procedimiento contempla la molienda primaria, secundaria y terciaria de dicho mineral, para su clasificación, el que es transportado a una fase de aglomeración para ser impregnado con una solución acuosa (o lixivante) compuesta por ácido tricarboxílico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una mezcla tal que logre una acidez que varía entre un pH de 1,0 y 5,0; a la que puede añadirse benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el cual actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% del peso de la solución singularizada. A continuación, el mineral, ya impregnado, será trasladado y acopiado en pilas - pilas de lixiviación - las que serán irrigadas con la solución acuosa (o lixivante) previamente especificada. Esta irrigación se realiza mediante un manejo sistemático de las pilas de lixiviación que consiste en dividir o parcelar las pilas en sectores, los que son regados secuencialmente con el lixivante, lo que permitirá obtener un licor de cobre que, en virtud de las propiedades de dicho lixivante, generará un citrato de cobre. El citrato obtenido, el cual, a su vez, no contiene hierro ni otros contaminantes en estado soluble, es utilizado en conjunto con el lixivante para irrigar la pila de lixiviación - según lo dicho, por sectores y secuencialmente -, lo que permite incrementar la concentración del cobre soluble hasta una concentración aproximada de 50 gramos por litro. Dicha irrigación se extenderá hasta el agotamiento del mineral de la pila de lixiviación, cuyo tiempo de irrigación dependerá de la cinética de lixiviación de cada mineral. De este modo, el resultado obtenido corresponde a un citrato de cobre soluble concentrado y electro-depositable, lo que permite pasar

10

inmediatamente a la etapa de electro- deposición para la producción de cátodos, láminas de cobre u otros productos derivados en base a cobre. En consecuencia, el procedimiento permite asimismo omitir la etapa de extracción por solventes, puesto que, por una parte, el citrato de cobre obtenido carece de hierro (y otros contaminantes), el cual no es disuelto en la etapa de lixiviación, y, por la otra, porque es posible alcanzar niveles de concentración de contenido de cobre soluble adecuados para ser electro-depositados. b) Electro-depositación: etapa posterior a la anterior y en la cual el citrato de cobre obtenido es conducido y vaciado, mediante un flujo controlado, a tinajas de electro-depositación, las que contienen ánodos y cátodos alimentados por un voltaje continuo que varía entre 0,1 y 7,0 Volts, a una densidad de corriente que varía entre 5,0 y 300,0 amperes/metro cuadrado, cuyo tiempo de residencia dependerá del espesor del cátodo a obtener. En consecuencia, el procedimiento permite obtener cátodos o láminas de cobre a partir de citrato de cobre. Asimismo, el electrolito pobre, esto es, aquel que no fue electro-depositado, puede ser también ser utilizado, por vía de recirculación, para irrigar, junto al lixivante ya singularizado, las pilas de lixiviación, contribuyendo con ello a aumentar la concentración de cobre soluble.

c) Recuperación de pilas de lixiviación: etapa que permite recuperar el mineral ya agotado de las pilas de lixiviación por medio de una segunda molienda, que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, aplicando una agitación mecánica por un tiempo de residencia controlado, determinado conforme a la cinética de lixiviación de cada mineral. Lo anterior genera una pulpa que permite lixiviar el núcleo de dicho mineral la cual, una vez filtrada, hace posible, por una parte, obtener licor de cobre adicional y, por la otra, recuperar los metales nobles (oro, plata y platino), así

11

como los sulfuras de cobre, que pudieren estar aún contenidos, por medio de procesos de concentración o flotación.

d) Precipitado de cobre: etapa opcional, posterior a la etapa de recuperación de pilas de lixiviación, en la que el citrato de cobre obtenido es conducido y vertido a una piscina de almacenamiento dentro de la cual se añade hierro +1 en calidad de chatarra limpia. Este elemento actúa como catalizador, atrayendo al ion de cobre soluble, luego de un tiempo de residencia que dependerá tanto de la concentración del citrato de cobre como de la superficie de contacto con el hierro +1, todo lo cual hace posible obtener un cemento o precipitado de cobre de alta pureza (sobre un 75% de ley de cobre).

10 EJEMPLO

Se llevó a cabo una experiencia de lixiviación de acuerdo al procedimiento que es objeto de la presente solicitud, utilizando un mineral de oxido de cobre con las siguientes leyes: Cu Total (1,24%); Cu Ox (1,07%); Au (0,02 g/ton); Ag (13 g/ton); y una granulometría -1/4", obteniéndose los siguientes resultados:

15 Tabla N° 1

CINÉTICA DE DISOLUCIÓN DE COBRE

Identificación de Muestra	Muestreo (Horas)	Cu en solución analizado (g/L)			Cu en solución (g)			Cu disuelto c/r a Cu de Cabeza (%)		
		pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5
M-LAR-2; 0 hora	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-LAR-2; 2 horas	2	3,72	3,77	1,66	8,43	8,49	4,35	69,5	65,8	36,7
M-LAR-2; 4 horas	4	4,27	4,09	1,68	10,05	9,40	4,60	82,9	72,9	43,0
M-LAR-2; 6 horas	6	4,19	4,38	2,26	10,30	10,26	6,32	87,0	79,5	48,0
M-LAR-2; 8 horas	8	4,32	4,37	2,00	11,01	10,45	6,32	90,8	81,1	53,3
M-LAR-2; 24 horas	24	4,24	4,68	2,32	11,26	11,37	6,99	92,8	88,2	59,0
M-LAR-2; 48 horas	48	3,89	4,66	1,82	11,26	11,56	6,99	92,8	89,6	59,0
M-LAR-2; 54 horas	54	3,53	4,67	1,68	11,26	11,82	6,99	92,8	91,6	59,0

Tabla N° 2

CINÉTICA DE DISOLUCIÓN DE FIERRO

Identificación de Muestra	Muestreo (Horas)	Fe en solución analizado (g/L)			Fe en solución (g)			Fe disuelto c/r a Cu de Cabeza (%)		
		pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5
M-LAR-2; 0 hora	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-LAR-2; 2 horas	2	0,18	0,20	0,08	0,41	0,45	0,21	0,8	0,9	0,4
M-LAR-2; 4 horas	4	0,24	0,31	0,13	0,57	0,73	0,36	1,1	1,4	0,7
M-LAR-2; 6 horas	6	0,28	0,31	0,17	0,70	0,77	0,47	1,3	1,5	0,9
M-LAR-2; 8 horas	8	0,40	0,41	0,20	1,01	1,05	0,58	1,9	2,0	1,1
M-LAR-2; 24 horas	24	0,72	0,66	0,44	1,80	1,68	1,24	3,4	3,2	2,3
M-LAR-2; 48 horas	48	1,06	1,11	0,59	2,68	2,78	1,70	5,1	5,3	3,2
M-LAR-2; 54 horas	54	1,08	1,21	0,67	2,88	3,18	1,99	5,5	5,3	3,7

Tabla N° 3

VARIACIÓN DE pH Y POTENCIAL

Tiempo de agitación (Horas)	pH 1,8				pH 2,0				pH 2,5			
	PH inicial	PH ajustado	eH inicial	eH ajustado	PH inicial	PH ajustado	eH inicial	eH ajustado	PH inicial	PH ajustado	eH inicial	eH ajustado
0	7,7	1,8	289	324	7,6	2,0	285	348	7,4	2,5	285	375
2	2,0	1,9	273	290	2,3	2,1	226	243	2,6	2,5	238	253
4	2,0	1,8	288	290	2,3	2,0	259	284	2,6	2,5	258	267
6	1,9	1,8	307	309	2,1	2,0	277	289	2,6	2,5	264	272
8	1,8	1,7	299	311	2,1	2,0	283	296	2,5	2,5	266	277
24	1,8	1,8	285	285	1,9	1,9	273	273	2,3	2,3	251	251
48	1,8	1,8	292	292	1,9	1,9	279	279	2,3	2,3	254	254
54	1,8	1,8	297	297	1,9	1,9	279	279	2,3	2,3	256	256

5 De esta manera, a través de las diferentes pruebas realizadas se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

1- La Tabla N° 1, que da cuenta de la cinética de disolución de cobre realizada a través del procedimiento que es objeto de la presente solicitud, permite alcanzar niveles de disolución

de cobre similares a la lixiviación con ácido sulfúrico (del orden del 94% de cobre total a pH 1,8).

2- Asimismo, la Tabla N° 1 muestra que para las condiciones ensayadas, la disolución máxima de cobre a pH 2 se alcanza aproximadamente a las 10 horas de agitación.

5 3- La Tabla N° 2, que da cuenta de la cinética de disolución de fierro, realizada de conformidad al procedimiento descrito en esta solicitud, disuelve aproximadamente el 5% del fierro contenido en la muestra, siendo la concentración de fierro en la solución rica de cobre del orden de 1 g/l de fierro. Bajo condiciones experimentales similares, la concentración rica de fierro en la solución rica de cobre resultó igual a 4 g/l.

10 4- La Tabla N° 3, que da cuenta de la variación de pH y potencial para electro-depositación, demuestra que, para los tres pH indicados, esto es, pH 1,8; pH 2,0 y pH 2,5; el citrato de cobre obtenido en virtud del procedimiento singularizado en la presente solicitud, es electro-depositable.

REIVINDICACIONES

- 1- Procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre, que utiliza un agente lixivante orgánico
- 5 no contaminante que comprende las siguientes etapas:
- a) lixiviación del mineral de óxido de cobre, en la que, una vez trasladado el mineral desde la mina, se procede a la molienda primaria, secundaria y terciaria de dicho mineral para su clasificación, luego de lo cual es transportado a una fase de aglomeración para ser impregnado con un lixivante que consiste en una solución acuosa compuesta por ácido
- 10 tricarboxílico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una mezcla tal en que la acidez varía entre un pH de 1,0 y 5,0; el mineral ya impregnado es trasladado y acopiado en pilas de lixiviación, las que son irrigadas con el lixivante previamente especificado mediante un manejo sistemático que consiste en dividir o parcelar las pilas de lixiviación en sectores, los que son regados secuencialmente con el lixivante, obteniendo así un citrato de cobre
- 15 concentrado;
- b) electro-depositación del citrato de cobre obtenido el cual es conducido y vaciado, mediante un flujo controlado, a tinajas de electro-depositación, las que contienen ánodos y cátodos alimentados por un voltaje continuo que varía entre 0,1 y 7,0 Volts, a una densidad de corriente que varía entre 5,0 y 300,0 amperes por metro cuadrado;
- 20 c) recuperación de pilas de lixiviación por medio de una segunda molienda del mineral ya agotado de las pilas de lixiviación, que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, aplicando una agitación mecánica por un tiempo de residencia controlado, determinado conforme a la cinética de lixiviación de cada mineral, lo cual genera una pulpa que permite lixiviar el núcleo de dicho mineral, la que, una

vez filtrada, produce licor de cobre adicional y que permite recuperar los metales nobles (oro, plata y platino), como también los sulfuros de cobre que pudieren estar aún contenidos.

2- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) el citrato de cobre
5 obtenido es, asimismo, utilizado en conjunto con el lixiviante para irrigar las pilas de lixiviación, recirculándolo por sectores y secuencialmente hasta el agotamiento de las pilas, por un lapso de tiempo de irrigación que depende de la cinética de lixiviación de cada mineral.

3- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa
10 (a) el citrato de cobre obtenido corresponde a un citrato de cobre soluble concentrado y electro-depositable, que permite pasar inmediatamente a la etapa (b) de electro-depositación.

4- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde opcionalmente en la etapa (a) se
añade benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el que actúa como
15 inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% respecto del peso del lixiviante singularizado.

5- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa
(b) el electrolito de citrato de cobre no electro-depositado, opcionalmente es utilizado por
vía de recirculación para irrigar, junto al lixiviante singularizado, las pilas de lixiviación, lo
20 que aumenta la concentración de cobre soluble.

6- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa(c), opcionalmente, el citrato de cobre obtenido es conducido y vertido a una piscina de almacenamiento dentro de la cual se añade hierro +1 en calidad de chatarra limpia, elemento que actúa como catalizador,

WO 2012/075596

PCT/CL2011/000072

16

atrayendo al ion de cobre soluble, luego de un tiempo de residencia que dependerá tanto de la concentración del citrato de cobre como de la superficie de contacto con el hierro +1, obteniendo así un precipitado de cobre de alta pureza.

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/CL2011/000072

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD INV. C22B3/16 C22B15/00 De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.		
B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación) C22B Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados) EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
A	HABBACHE N ET AL: "Leaching of copper oxide with different acid solutions", CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 152, no. 2-3, 15 Octubre 2009 (2009-10-15), páginas 503-508, XP026268719, ISSN: 1385-8947, DOI: 10.1016/J.CEJ.2009.05.020 [encontrado en 2009-05-21] todo el documento	1-6
A	US 3 490 899 A (KRIVSKY WILLIAM A ET AL) 20 Enero 1970 (1970-01-20) todo el documento	1-6
☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo		
* Categorías especiales de documentos citados: "A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante. "E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior. "L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada). "O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio. "P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada. "T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención. "X" documento particularmente relevante: la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado. "Y" documento particularmente relevante: la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia. "&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.		
Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional 15 Marzo 2012		Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional 23 Marzo 2012
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040		Funcionario autorizado Juhart, Matjaz
N° de fax (+31-70) 340-3016		N° de teléfono

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°
PCT/CL2011/000072

US 3490899 A 20-01-1970 NINGUNO

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CL2011/000072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C22B3/16 C22B15/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	HABBACHE N ET AL: "Leaching of copper oxide with different acid solutions", CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 152, no. 2-3, 15 October 2009 (2009-10-15), pages 503-508, XP026268719, ISSN: 1385-8947, DOI: 10.1016/J.CEJ.2009.05.020 [retrieved on 2009-05-21] the whole document	1-6
A	US 3 490 899 A (KRIVSKY WILLIAM A ET AL) 20 January 1970 (1970-01-20) the whole document	1-6
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 March 2012		Date of mailing of the international search report 23/03/2012
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Juhart, Matjaz

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CL2011/000072

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3490899	A	20-01-1970	NONE

PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE.

5 CAMPO DE APLICACIÓN

La presente invención se relaciona con la lixiviación de cobre y, en particular, con un procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre que utiliza un agente lixiviante orgánico no contaminante.

10 ANTECEDENTES

La lixiviación de cobre en la minería presenta diversas complejidades e inconvenientes, tanto respecto de los procesos empleados como respecto de los efectos que a partir de aquella son generados. Precisamente, la industrialización de este proceso en el ámbito de la minería ha recurrido a la utilización del ácido sulfúrico como lixivante, lo cual genera un impacto ambiental

15 particularmente dañino debido a su alto poder contaminante. A su vez, dicho ácido resulta especialmente riesgoso para todos aquellos individuos que deben realizar operaciones y faenas en los que éste es utilizado. Su empleo, asimismo, no permite reutilizar el agua empleada en el proceso, generando con ello costos adicionales y mayor contaminación por desechos. Por otra parte, el método de lixiviación de cobre actualmente empleado en la

20 minería hace imposible una recuperación eficiente del mineral de cobre quedado en las pilas de lixiviación, haciendo de este un procedimiento ineficiente y, conforme a lo señalado, de altos costos asociados. De esta forma, y considerando lo conocido en el estado de la técnica, es posible advertir que la lixiviación de cobre en la minería resulta compleja, costosa, altamente contaminante y con resultados, hasta ahora, ineficientes.

25 En la actualidad, el cobre continúa experimentado una importante demanda, la cual se estima permanecerá en aumento no sólo debido a los múltiples campos en los que como metal puede ser empleado, sino que a su potencial de utilización para diversos y continuos desarrollos tecnológicos e industriales en áreas como la electrónica, la informática, las comunicaciones,

fabricación de cañerías, paneles solares, industria automotriz y transferencia de energía de potencia - entre otros -, haciendo de éste uno de los metales mayormente requeridos. De esta forma, contar con procedimientos eficientes para la producción de cobre en cuanto a: reducir costos, no degradar el medio ambiente, brindar mayor seguridad operacional y que logren optimizar su capacidad productiva, resulta primordial para la industria minera y, en definitiva, para la economía mundial.

En consideración a lo señalado previamente, a continuación se procederá a enunciar algunos de los procedimientos que, hasta ahora, se han utilizado para lixiviar mineral de cobre:

- i) Lixiviación con amoníaco.
- 10 ii) Lixiviación con tiurea.
- iii) Utilización de agua de mar y salitre.
- iv) Lixiviación por ácidos.
- v) Lixiviación por ácido sulfúrico con agua.

Diversos factores han incidido en que estos procedimientos no logren alcanzar estándares óptimos de producción y eficiencia, estacando, entre otros, sus elevados costos de implementación, complejidad operacional y alto impacto ambiental.

En efecto, el procedimiento de lixiviación con amoniaco, debido a su gran poder contaminante y toxicidad, no ha logrado prosperar con éxito en la industria.

La lixiviación con tiurea - compuesto desarrollado en base a sustancias orgánicas mezcladas con cianuro de sodio - tampoco ha conseguido consolidarse como proceso en la minería ya que resulta ser altamente degradante para el medio ambiente.

El procedimiento de lixiviación utilizando agua de mar y salitre, por su parte, no ha logrado ser empleado con éxito debido a la poca pureza del licor de cobre obtenido manifestada por la excesiva formación de cristales de sal.

25 A su vez la lixiviación por ácidos, solos o compuestos - por ejemplo, el ácido clorhídrico, ácido nítrico, o mezclado entre ellos -, denominado también agua regia -, se ha empleado para disolver metales nobles como el oro y la plata, siendo en extremo agresivo, toxico y de alto costo. Se utiliza sólo a nivel de laboratorio. Finalmente, la lixiviación por ácido sulfúrico (H_2SO_4) con agua (H_2O), corresponde al procedimiento conforme al cual se lleva a cabo casi la totalidad

de la lixiviación de cobre en la minería. Este procedimiento, que permite obtener cátodos de cobre a partir del mineral de óxido de cobre, se inicia con el chancado y clasificado del mineral proveniente de la mina, para luego ser trasladado a pilas de lixiviación, previa impregnación del mineral ya chancado y clasificado, pilas que son irrigadas con una solución de ácido sulfúrico, más agua (con una acidez acuosa controlada que se determina dependiendo de la mineralogía característica del yacimiento y que suele tener un pH que varía entre 1,5 y 3,0) produciendo así un sulfato de cobre soluble. Dicho ácido lixivia tanto al cobre como también a los otros minerales ocluidos en el mineral de cabeza, llamados impurezas. Una vez que se ha cumplido el tiempo de residencia en las pilas de lixiviación, se obtiene como primer resultado un licor de cobre impuro, con presencia de fierro y otros minerales en suspensión. Este licor de cobre es sometido a una fase denominada extracción por solventes que permite purificar el licor de cobre y concentrarlo en una fase acuosa, la que posteriormente es denominada solución rica. Esta solución rica en cobre es llevada a unos estanques de acumulación desde los cuales será bombeada a una planta de Electro-depositación, en la que mediante un proceso electroquímico se depositará cobre metálico (cátodos) luego de un tiempo de residencia preestablecido, consiguiendo con ello un peso adecuado para cosecharlos, lavarlos y comercializarlos como cátodos de cobre de alta pureza. Finalmente, una vez que la pila de lixiviación en dicho procedimiento ha cumplido su ciclo de producción, es desechada.

Pues bien, varios son los problemas que pueden ser advertidos en torno a este procedimiento.

En primer lugar, y debido a la utilización de ácido sulfúrico como lixivante, dicho procedimiento resulta altamente tóxico y contaminante. En segundo lugar, el empleo de este ácido exige la implementación de maquinaria, de dispositivos, de insumos y de materiales particularmente resistentes a su acidez y, con ello, de alto valor, acrecentando considerablemente los costos de producción. En tercer lugar, los riesgos de operación son altos y de consecuencias particularmente graves para operarios y trabajadores en caso de accidentes. En cuarto lugar, la fase de extracción por solventes aumenta los riesgos de accidentes debido a la utilización de un extractante (compuesto por aldoximas y cetoximas, o elementos similares) que, a su vez, es mezclado con parafina (o kerosene), lo que genera la emisión de gases tóxicos e inflamables que crean una permanente peligrosidad en la faena. En efecto, esta sola fase en sí misma

considerada irroga un conjunto de complejidades e inconvenientes relativos a, entre otros: seguridad, altos costos de inversión (vinculados especialmente al extractante utilizado), implementación y capacitación, todo lo cual, como se verá, la presente invención permite omitir. En quinto lugar, el procedimiento actualmente empleado resulta a su vez ineficiente desde el punto de vista productivo debido al alto porcentaje de pérdida de material. Efectivamente, en cuanto a esto, y según lo señalado previamente, una vez que la pila de lixiviación utilizada en el procedimiento cumple su ciclo de producción, es desechada, con lo cual se pierde el mineral de óxido de cobre que quedó en ella. Esta pérdida impide recuperar el cien por ciento de este mineral debido a la falta de penetración del ácido sulfúrico en la roca, la cual no podrá ser remolida debido a la presencia del ácido libre que contiene. En virtud de lo anterior, el mineral descartado de las pilas de lixiviación es llevado a botaderos, lo que implica una pérdida aproximada del 30% del mineral contenido en la pila, mineral dentro del cual, además del cobre insoluble ocluido (cobre sulfuro), existen metales nobles como oro y plata que también pueden ser aprovechados. En sexto lugar, y además de dicha pérdida, el agua utilizada en el procedimiento tampoco es susceptible de ser recuperada debido al acumulación del sulfato ferroso como contaminante, por lo que debe ser descartada hacia un tranque de relaves con contenido de ácido sulfúrico libre, más las impurezas. En séptimo lugar, la imposibilidad de reaprovechar estos desechos a los que se ha aludido, conlleva un daño importante al medio ambiente debido al remanente del ácido sulfúrico que queda impregnado en el mineral abandonado. En efecto, y según lo dicho, esta merma, junto con disminuir la productividad del procedimiento, es altamente contaminante y peligrosa debido a su potencial de expansión sobre la población aledaña a través de los vientos, las aguas lluvias y las aguas subterráneas, afectando también los cultivos, la flora y fauna del ecosistema y, en general, todo el medio ambiente. Conforme a lo señalado anteriormente, este es el procedimiento con que actualmente se realiza, casi en su totalidad, la lixiviación de cobre en la minería. Por tanto, el que éste, junto con implicar altos costos de inversión, resulte deficiente productivamente, riesgoso operacionalmente y degradante para el medio ambiente, conlleva problemas considerables para la lixiviación de cobre, en virtud de lo cual, poder contar con un sistema que permita perfeccionar y optimizar lo anterior, alcanza una importancia industrial y

económica particularmente relevante.

En consecuencia, y de conformidad a lo conocido en el estado de la técnica, no existe en la actualidad un procedimiento que en el ámbito de la minería permita lixiviar mineral de cobre de modo eficiente, seguro y que, asimismo, no degrade el medio ambiente. En otros términos, los procedimientos conocidos para la lixiviación de cobre en la minería revelan un conjunto de problemas e inconvenientes que abarcan varios campos críticos, pero cuya solución, en definitiva, resulta posible en virtud de la invención que es objeto de esta solicitud.

Pues bien, la presente invención resuelve todos los inconvenientes anteriormente descritos, la cual contempla un procedimiento único en el que se utiliza un agente lixivante especialmente concebido para la lixiviación de cobre, compuesto por ácido tricarboxílico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una proporción tal que logre una acidez que varía entre un pH de 1,0 y 5,0; lixivante al cual puede añadirse benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el que actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% del peso de la solución singularizada.

Conforme a ello, el procedimiento no daña el medio ambiente, produciendo en el proceso de lixiviación un citrato de cobre que, además, no es corrosivo. Esta particularidad resulta especialmente importante puesto que al producir citrato de cobre, el procedimiento permite recuperar el agua que ha sido utilizada en el proceso productivo. Asimismo, mediante este método, se reducen los costos de implementación en las plantas mineras, puesto que los materiales empleados no requerirán tener una resistencia extrema a productos o elementos de elevada acidez - tal como sí ocurre al emplear ácido sulfúrico -, puesto que el lixivante utilizado, así como el citrato de cobre producido, no son corrosivos.

En efecto, dispositivos tales como bombas impulsoras, cañerías de traslado de fluidos, válvulas de corte y control, tinajas de contención de electrolitos, ropa y artículos de trabajo (como overoles, gafas o máscaras antigases), estanques acumuladores, pisos de sustentación, cubiertas de techo y estructuras soportantes -entre otros- debían cumplir, hasta ahora, características técnicas altamente exigentes en materia de resistencia acida, conllevando así elevados montos de inversión, todo lo cual se evita - y ahorra - gracias al procedimiento de que da cuenta esta solicitud.

Asimismo, este procedimiento implica una mejora relevante en materia de seguridad operacional. Efectivamente, gracias a su diseño y características, tampoco se generan gases tóxicos, conforme a lo cual será posible transitar libremente por todos los lugares de la faena minera. Junto a ello, dicha mejora también se manifiesta en cuanto a la ausencia de riesgo de accidentes por quemaduras acidas que afecte a operadores y trabajadores en general, haciendo de éste, uno de los procedimientos más confiables y seguros en materia de lixiviación de cobre en la minería. A su vez, los elementos, el diseño y las etapas contempladas en el procedimiento objeto de esta solicitud, junto a las particulares cualidades del lixivante empleado, hacen posible realizar una lixiviación selectiva para cobre. Esta característica resulta especialmente relevante, ya que al no disolver el hierro, permite prescindir de la etapa de extracción por solventes. En virtud de ello, el procedimiento logra eliminar una de las fases que, hasta ahora, y según lo señalado anteriormente en esta solicitud, genera algunos de los inconvenientes de mayor envergadura para la minería en materia de lixiviación de cobre, todos los cuales son resueltos por medio de este procedimiento, puesto que el citrato de cobre obtenido, sin presencia de hierro en este estado soluble concentrado, permite eliminar dicha fase, haciendo con ello posible pasar de forma inmediata, luego de lixiviar, a la fase de electro-depositación, dando así solución a los problemas descritos y logrando, a su vez, obtener cátodos de cobre metálico de manera más segura y eficiente respecto de todo lo conocido en la industria minera.

A su vez, el procedimiento descrito en la presente solicitud permite alcanzar altos niveles de eficiencia productiva por medio de la recuperación del mineral ya agotado de las pilas de lixiviación a través de una remolienda que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, lo que hace posible aumentar, en un 30% - o más - la producción de cobre soluble y recuperar los metales nobles (oro, plata y platino) así como los sulfuros de cobre. Junto a ello, el procedimiento objeto de esta solicitud hace posible obtener, opcionalmente, y por medio de una fase posterior a la etapa de recuperación de pilas de lixiviación, precipitado de cobre, lo cual amplía la gama de productos posibles de ser obtenidos por medio de este procedimiento.

Finalmente, y como otra ventaja adicional del procedimiento descrito en esta solicitud, resulta

posible, a su vez, recuperar el agua de proceso utilizada, con lo cual se logra prescindir de los tranques de relaves, los que, además de un costo elevado, generan un alto impacto ambiental.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Lo anteriormente expuesto resulta posible a través de la invención objeto de la presente solicitud, que consiste en un procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre, que utiliza un agente lixiviante orgánico no contaminante que comprende las etapas de:

a) Lixiviación del mineral de óxido de cobre: luego del traslado del mineral desde la mina, el procedimiento contempla la molienda primaria, secundaria y terciaria de dicho mineral, para su clasificación, el que es transportado a una fase de aglomeración para ser impregnado con una solución acuosa (o lixiviante) compuesta por ácido tricarboxílico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una mezcla tal que logre una acidez que varía entre un pH de 1,0 y 5,0; a la que puede añadirse benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el cual actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% del peso de la solución singularizada. A continuación, el mineral, ya impregnado, será trasladado y acopiado en pilas - pilas de lixiviación - las que serán irrigadas con la solución acuosa (o lixiviante) previamente especificada. Esta irrigación se realiza mediante un manejo sistemático de las pilas de lixiviación que consiste en dividir o parcelar las pilas en sectores, los que son regados secuencialmente con el lixiviante, lo que permitirá obtener un licor de cobre que, en virtud de las propiedades de dicho lixiviante, generará un citrato de cobre. El citrato obtenido, el cual, a su vez, no contiene hierro ni otros contaminantes en estado soluble, es utilizado en conjunto con el lixiviante para irrigar la pila de lixiviación - según lo dicho, por sectores y secuencialmente -, lo que permite incrementar la concentración del cobre soluble hasta una concentración aproximada de 50 gramos por litro. Dicha irrigación se extenderá hasta el agotamiento del mineral de la pila de lixiviación, cuyo tiempo de irrigación dependerá de la cinética de lixiviación de cada mineral. De este modo, el resultado obtenido corresponde a un citrato de cobre soluble concentrado y electro-depositable, lo que permite pasar inmediatamente a la etapa de electro-depositación para la producción de cátodos, láminas de cobre u otros productos derivados en base a cobre. En consecuencia, el

procedimiento permite asimismo omitir la etapa de extracción por solventes, puesto que, por una parte, el citrato de cobre obtenido carece de hierro (y otros contaminantes), el cual no es disuelto en la etapa de lixiviación, y, por la otra, porque es posible alcanzar niveles de concentración de contenido de cobre soluble adecuados para ser electro-depositados. b)

5 Electro-depositación: etapa posterior a la anterior y en la cual el citrato de cobre obtenido es conducido y vaciado, mediante un flujo controlado, a tinajas de electro-depositación, las que contienen ánodos y cátodos alimentados por un voltaje continuo que varía entre 0,1 y 7,0 Volts, a una densidad de corriente que varía entre 5,0 y 300,0 amperes/metro cuadrado, cuyo tiempo de residencia dependerá del espesor del cátodo a obtener. En consecuencia, el procedimiento
10 permite obtener cátodos o láminas de cobre a partir de citrato de cobre. Asimismo, el electrolito pobre, esto es, aquel que no fue electro-depositado, puede ser también ser utilizado, por vía de recirculación, para irrigar, junto al lixivante ya singularizado, las pilas de lixiviación, contribuyendo con ello a aumentar la concentración de cobre soluble.

c) Recuperación de pilas de lixiviación: etapa que permite recuperar el mineral ya agotado de
15 las pilas de lixiviación por medio de una segunda molienda, que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, aplicando una agitación mecánica por un tiempo de residencia controlado, determinado conforme a la cinética de lixiviación de cada mineral. Lo anterior genera una pulpa que permite lixiviar el núcleo de dicho mineral la cual, una vez filtrada, hace posible, por una parte, obtener licor de cobre adicional y,
20 por la otra, recuperar los metales nobles (oro, plata y platino), así como los sulfuros de cobre, que pudieren estar aún contenidos, por medio de procesos de concentración o flotación.

d) Precipitado de cobre: etapa opcional, posterior a la etapa de recuperación de pilas de lixiviación, en la que el citrato de cobre obtenido es conducido y vertido a una piscina de acumulamiento dentro de la cual se añade hierro +1 en calidad de chatarra limpia. Este
25 elemento actúa como catalizador, atrayendo al ion de cobre soluble, luego de un tiempo de residencia que dependerá tanto de la concentración del citrato de cobre como de la superficie de contacto con el hierro +1, todo lo cual hace posible obtener un cemento o precipitado de cobre de alta pureza (sobre un 75% de ley de cobre).

EJEMPLO

Se llevó a cabo una experiencia de lixiviación de acuerdo al procedimiento que es objeto de la presente solicitud, utilizando un mineral de oxido de cobre con las siguientes leyes: Cu Total (1,24%); Cu Ox (1,07%); Au (0,02 g/ton); Ag (13 g/ton); y una granulometría -1/4", obteniéndose los siguientes resultados:

5 Tabla N° 1

CINÉTICA DE DISOLUCIÓN DE COBRE

Identificación de Muestra	Muestreo (Horas)	Cu en solución analizado (g/L)			Cu en solución (g)			Cu disuelto c/r a Cu de Cabeza (%)		
		pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5
M-LAR-2; 0 hora	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-LAR-2; 2 horas	2	3,72	3,77	1,66	8,43	8,49	4,35	69,5	65,8	36,7
M-LAR-2; 4 horas	4	4,27	4,09	1,68	10,05	9,40	4,60	82,9	72,9	43,0
M-LAR-2; 6 horas	6	4,19	4,38	2,26	10,30	10,26	6,32	87,0	79,5	48,0
M-LAR-2; 8 horas	8	4,32	4,37	2,00	11,01	10,45	6,32	90,8	81,1	53,3
M-LAR-2; 24 horas	24	4,24	4,68	2,32	11,26	11,37	6,99	92,8	88,2	59,0
M-LAR-2; 48 horas	48	3,89	4,66	1,82	11,26	11,56	6,99	92,8	89,6	59,0
M-LAR-2; 54 horas	54	3,53	4,67	1,68	11,26	11,82	6,99	92,8	91,6	59,0

Tabla N° 2

CINÉTICA DE DISOLUCIÓN DE FIERRO

Identificación de Muestra	Muestreo (Horas)	Fe en solución analizado (g/L)			Fe en solución (g)			Fe disuelto c/r a Cu de Cabeza (%)		
		pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5	pH 1,8	pH 2,0	pH 2,5
M-LAR-2; 0 hora	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M-LAR-2; 2 horas	2	0,18	0,20	0,08	0,41	0,45	0,21	0,8	0,9	0,4
M-LAR-2; 4 horas	4	0,24	0,31	0,13	0,57	0,73	0,36	1,1	1,4	0,7
M-LAR-2; 6 horas	6	0,28	0,31	0,17	0,70	0,77	0,47	1,3	1,5	0,9
M-LAR-2; 8 horas	8	0,40	0,41	0,20	1,01	1,05	0,58	1,9	2,0	1,1
M-LAR-2; 24 horas	24	0,72	0,66	0,44	1,80	1,68	1,24	3,4	3,2	2,3
M-LAR-2; 48 horas	48	1,06	1,11	0,59	2,68	2,78	1,70	5,1	5,3	3,2
M-LAR-2; 54 horas	54	1,08	1,21	0,67	2,88	3,18	1,99	5,5	5,3	3,7

Tabla N° 3

10 VARIACIÓN DE pH Y POTENCIAL

Tiempo de agitación (Horas)	pH 1,8				pH 2,0				pH 2,5			
	PH inicial	PH ajusta-do	eH inicial	eH ajusta-do	PH inicial	pH ajusta-do	eH inicial	eH ajusta-do	pH inicial	PH ajusta-do	eH inicial	eH ajusta-do

0	7,7	1,8	289	324	7,6	2,0	285	348	7,4	2,5	285	375
2	2,0	1,9	273	290	2,3	2,1	226	243	2,6	2,5	238	253
4	2,0	1,8	288	290	2,3	2,0	259	284	2,6	2,5	258	267
6	1,9	1,8	307	309	2,1	2,0	277	289	2,6	2,5	264	272
8	1,8	1,7	299	311	2,1	2,0	283	296	2,5	2,5	266	277
24	1,8	1,8	285	285	1,9	1,9	273	273	2,3	2,3	251	251
48	1,8	1,8	292	292	1,9	1,9	279	279	2,3	2,3	254	254
54	1,8	1,8	297	297	1,9	1,9	279	279	2,3	2,3	256	256

De esta manera, a través de las diferentes pruebas realizadas se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- 1- La Tabla N° 1, que da cuenta de la cinética de disolución de cobre realizada a través del procedimiento que es objeto de la presente solicitud, permite alcanzar niveles de disolución de cobre similares a la lixiviación con ácido sulfúrico (del orden del 94% de cobre total a pH 1,8).
- 2- Asimismo, la Tabla N° 1 muestra que para las condiciones ensayadas, la disolución máxima de cobre a pH 2 se alcanza aproximadamente a las 10 horas de agitación.
- 3- La Tabla N° 2, que da cuenta de la cinética de disolución de fierro, realizada de conformidad al procedimiento descrito en esta solicitud, disuelve aproximadamente el 5% del fierro contenido en la muestra, siendo la concentración de fierro en la solución rica de cobre del orden de 1 g/l de fierro. Bajo condiciones experimentales similares, la concentración rica de fierro en la solución rica de cobre resultó igual a 4 g/l.
- 4- La Tabla N° 3, que da cuenta de la variación de pH y potencial para electro-depositación, demuestra que, para los tres pH indicados, esto es, pH 1,8; pH 2,0 y pH 2,5; el citrato de cobre obtenido en virtud del procedimiento singularizado en la presente solicitud, es electro-depositable.

REIVINDICACIONES

1- Procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre, que utiliza un agente lixivante orgánico no

5 contaminante que comprende las siguientes etapas:

a) lixiviación del mineral de óxido de cobre, en la que, una vez trasladado el mineral desde la mina, se procede a la molienda primaria, secundaria y terciaria de dicho mineral para su clasificación, luego de lo cual es transportado a una fase de aglomeración para ser impregnado con un lixivante que consiste en una solución acuosa compuesta por ácido tricarbólico

10 ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua (H_2O), en una mezcla tal en que la acidez varía entre un pH de 1,0 y 5,0; el mineral ya impregnado es trasladado y acopiado en pilas de lixiviación, las que son irrigadas con el lixivante previamente especificado mediante un manejo sistemático que consiste en dividir o parcelar las pilas de lixiviación en sectores, los que son regados secuencialmente con el lixivante, obteniendo así un citrato de cobre concentrado;

15 b) electro-depositación del citrato de cobre obtenido el cual es conducido y vaciado, mediante un flujo controlado, a tinajas de electro-depositación, las que contienen ánodos y cátodos alimentados por un voltaje continuo que varía entre 0,1 y 7,0 Volts, a una densidad de corriente que varía entre 5,0 y 300,0 amperes por metro cuadrado;

c) recuperación de pilas de lixiviación por medio de una segunda molienda del mineral ya

20 agotado de las pilas de lixiviación, que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixivante previamente singularizado, aplicando una agitación mecánica por un tiempo de residencia controlado, determinado conforme a la cinética de lixiviación de cada mineral, lo cual genera una pulpa que permite lixiviar el núcleo de dicho mineral, la que, una vez filtrada, produce licor de cobre adicional y que permite recuperar los metales nobles (oro, plata y

25 platino), como también los sulfuros de cobre que pudieren estar aún contenidos.

2- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) el citrato de cobre obtenido es, asimismo, utilizado en conjunto con el lixivante para irrigar las pilas de lixiviación, recirculándolo por sectores y secuencialmente hasta el agotamiento de las pilas, por un lapso de tiempo de irrigación que depende de la cinética de lixiviación de cada mineral.

3- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa

(a) el citrato de cobre obtenido corresponde a un citrato de cobre soluble concentrado y electro-depositable, que permite pasar inmediatamente a la etapa (b) de electro-depositación.

5 4- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde opcionalmente en la etapa (a) se añade benzoato de sodio (C_6H_5COONa) o (E211) como preservativo, el que actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% respecto del peso del lixiviante singularizado.

5- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa

10 (b) el electrolito de citrato de cobre no electro-depositado, opcionalmente es utilizado por vía de recirculación para irrigar, junto al lixiviante singularizado, las pilas de lixiviación, lo que aumenta la concentración de cobre soluble.

6- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa(c), opcionalmente, el citrato de cobre obtenido es conducido y vertido a una piscina de acumulamiento dentro de la cual se

15 añade hierro +1 en calidad de chatarra limpia, elemento que actúa como catalizador, atrayendo al ion de cobre soluble, luego de un tiempo de residencia que dependerá tanto de la concentración del citrato de cobre como de la superficie de contacto con el hierro +1, obteniendo así un precipitado de cobre de alta pureza.

RESUMEN

Proceso para lixiviar óxido de cobre sin la utilización de ácido sulfúrico en donde comprende impregnar dicho óxido de cobre usando un agente lixivante orgánico no contaminante que
5 consiste en una solución acuosa compuesta por ácido tricarbónico ($C_6H_8O_7$) en combinación con agua, en una mezcla con una acidez que varía entre pH 1,0 a 5,0; obtener citrato de cobre; y opcionalmente irrigar nuevamente dicho óxido de cobre impregnado con dicho agente lixivante orgánico no contaminante, obteniendo un citrato de cobre más concentrado.

PATENTE DE INVENCION _____ PCT X MODELO DE UTILIDAD _____ DISEÑO INDUSTRIAL _____

(21)	No. de solicitud					(22)	Fecha de solicitud	
(51)	Clasificación internacional C22B 3/16, C22B 15/00							
(71)	Solicitante (s) PROKUMET SPA							
(72)	Inventor (es) AGHEMIO RODRIGUEZ, Luis Alberto							
(74)	Apoderado DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO							
(30)	Prioridad	(31)	No. Prioridad	(32)	Fecha	(33)	País	
			1399-2010		2010-12-10		CL	
(85)	Fecha inicio fase nacional:					(87)	Publicación internacional	
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT						Fecha: 14/06/2012	
	Fecha de presentación de la solicitud: 28/11/2011						Nº publicación: WO/2012/075596 A1	
	No. de solicitud: PCT/CL2011/000072							
(54)	Título: PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE							

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN ___ Patente de Invención ___ Patente modelo de utilidad <u> X </u> PCT
--	---

(21) No. De solicitud	(51) int. Cl: C22B 3/16, C22B 15/00
(22) Fecha de solicitud	(71) Solicitante (s) PROKUMET SPA
(30) Prioridad	(72) Interventor (es) AGHEMIO RODRIGUEZ, Luis Alberto
(31) No. Prioridad 1399-2010	
(32) Fecha 10/12/2010	
(33) País CL	(74) Apoderado (s) DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
(54) Título PROCESO PARA LIXIVIAR ÓXIDO DE COBRE REEMPLAZANDO ÁCIDO SULFÚRICO POR UN AGENTE ORGÁNICO LIXIVIANTE NO CONTAMINANTE	
Las casillas identificadas con 85, 86 y 87 sólo aplican para PCT	
(85) Fecha límite inicio Fase Nacional	
(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT Fecha de presentación de la solicitud 28/11/2011 No. de solicitud PCT/CL2011/000072	(87) Publicación internacional Fecha 14/06/2012 No. Publicación WO/2012/075596 A1

Resumen reivindicación (es):

1- Procedimiento hidrometalúrgico para lixiviar minerales de óxido de cobre que permite producir cátodos, láminas o precipitado de cobre, que utiliza un agente lixiviante orgánico no contaminante que comprende las siguientes etapas:

a) lixiviación del mineral de óxido de cobre, en la que, una vez trasladado el mineral desde la mina, se procede a la molienda primaria, secundaria y terciaria de dicho mineral para su clasificación, luego de lo cual es transportado a una fase de aglomeración para ser impregnado con un lixiviante que consiste en una solución acuosa compuesta por ácido tricarbólico (C6H8O7) en combinación con agua (H2O), en una mezcla tal en que la acidez varía entre un pH de 1,0 y 5,0; el mineral ya impregnado es trasladado y acopiado en pilas de lixiviación, las que son irrigadas con el lixiviante previamente especificado mediante un manejo sistemático que consiste en dividir o parcelar las pilas de lixiviación en sectores, los que son regados secuencialmente con el lixiviante, obteniendo así un citrato de cobre concentrado;

b) electro-depositación del citrato de cobre obtenido el cual es conducido y vaciado, mediante un flujo controlado, a tinajas de electro-depositación, las que contienen ánodos y cátodos alimentados por un voltaje continuo que varía entre 0,1 y 7,0 Volts, a una densidad de corriente que varía entre 5,0 y 300,0 amperes por metro cuadrado;

c) recuperación de pilas de lixiviación por medio de una segunda molienda del mineral ya agotado de las pilas de lixiviación, que consiste en una molienda húmeda en la que se emplea el lixiviante previamente singularizado, aplicando una agitación mecánica por un tiempo de residencia controlado, determinado conforme a la cinética de lixiviación de cada mineral, lo cual genera una pulpa que permite lixiviar el núcleo de dicho mineral, la que, una vez filtrada, produce licor de cobre adicional y que permite recuperar los metales nobles (oro, plata y platino), como también los sulfuros de cobre que pudieren estar aún contenidos.

2- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa (a) el citrato de cobre obtenido es, asimismo, utilizado en conjunto con el lixiviante para irrigar las pilas de lixiviación, recirculándolo por sectores y secuencialmente hasta el agotamiento de las pilas, por un lapso de tiempo de irrigación que depende de la cinética de lixiviación de cada mineral.

3- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa

(a) el citrato de cobre obtenido corresponde a un citrato de cobre soluble concentrado y electro-depositable, que permite pasar inmediatamente a la etapa (b) de electro-depositación.

4- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde opcionalmente en la etapa (a) se añade benzoato de sodio (C6H5COONa) O (E211) como preservativo, el que actúa como inhibidor de la proliferación de microorganismos, variando su adición máxima entre el 0,05% y el 1,00% respecto del peso del lixiviante singularizado.

5- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa

(b) el electrolito de citrato de cobre no electro-depositado, opcionalmente es utilizado por vía de recirculación para irrigar, junto al lixiviante singularizado, las pilas de lixiviación, lo que aumenta la concentración de cobre soluble.

6- Procedimiento según la reivindicación 1, en donde la etapa(c), opcionalmente, el citrato de cobre obtenido es conducido y vertido a una piscina de acumulamiento dentro de la cual se añade hierro +1 en calidad de chatarra limpia, elemento que actúa como catalizador, atrayendo al ion de cobre soluble, luego de un tiempo de residencia que dependerá tanto de la concentración del citrato de cobre como de la superficie de contacto con el hierro +1, obteniendo así un precipitado de cobre de alta pureza.

PATENTE DE INVENCION _____ MODELO DE UTILIDAD _____ Art 33 Decisión 486/00

Indicación que se solicita una patente.
Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
Descripción de la invención
Dibujos de ser estos pertinentes
Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)

Completa _____ Incompleta _____

PATENTE DE INVENCION PCT X MODELO DE UTILIDAD PCT _____ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

X Indicación que se solicita una PCT
X Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
Dibujos de ser estos pertinentes
X Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)

Completa X Incompleta _____

DISEÑO INDUSTRIAL _____ (Art. 119 Decisión 486/00)

Indicación que se solicita Diseño industrial
Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa _____ Incompleta _____

ESQUEMA DE TRAZADO _____ (Art. 92 Decisión 486/00)

Indicación que se solicita un esquema de trazado
Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
Representación gráfica de un esquema de trazado
Comprobante de pago de las tasas establecidas

Completa _____ Incompleta _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-138412- -00000-0000

Fecha: 2013-06-07 14:30:46 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 40