

**CASTELLANOS & CO.**  
ABOGADOS  
Calle 84 A No. 7 A - 09  
Bogotá, D.C., COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-093397-00002-0000

Fecha: 2007-11-26 15:02:26 Dep: 2020 NUECREACIONE  
Tra: 11 PATENTE/II Eve: 378 FASENACIONAL  
Act: 444 RESPUESTAREQUE Folios: 55

Señora

**Jefe de la División de Nuevas Creaciones**

**Superintendencia de Industria y Comercio**

**Ministerio de Comercio, Desarrollo Industria y Turismo**

E. S. D.

Ref.: Expediente No. 07.093.397

Solicitud de Patente PCT entrada fase nacional para: **PROCESO PARA LA  
LIXIVIACION CON ACIDO MEJORADA DE MINERALES DE LATERITA**

Solicitante: **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD**

### **RESPUESTA A EXAMEN DE FORMA**

**MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al plé de mi firma, en atención a su oficio No. 12054 notificado el 28 de septiembre de 2007, atentamente me permito dar respuesta al mismo de la siguiente manera:

Establece el funcionario examinador que:

"La traducción de los capítulos descriptivo y reivindicatorio debe estar acompañada de los dibujos"

"La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado que acredite la existencia y representación legal de la sociedad solicitante".

"La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante".

Con el objeto de atender a las anteriores observaciones, me permito presentar los siguientes documentos:

- Copia del capítulo descriptivo y reivindicatorio con sus respectivos dibujos.
- Copia del documento de cesión debidamente notariado y legalizado por Apostilla junto con su traducción oficial.
- Copia auténtica del documento de poder otorgado por la sociedad solicitante debidamente notariado y legalizado por Apostilla. En dicho documento se acredita la existencia y representación legal de la sociedad.
- Sustitución de poder a nombre de MARGARITA CASTELLANOS.
- Adicionalmente, presento copia de la forma PCT/IB/306 donde se registra el cambio de dirección de la sociedad solicitante.

Cumplido así con lo dispuesto, atentamente solicito a Ud. se continúe con el trámite correspondiente a esta solicitud de Patente de Invención.

De la Señora Jefe,

*Margarita Castellanos*  
Margarita Castellanos Abondano

C.C. No. 39.779.654 de Usaquén

T.P.A. No. 70819 del C. Sup. de la Judicatura

Calle 94 A No. 7 A - 09

Teléfonos: 610 74 20

Bogotá, D.C., 26 NOV. 2007

**CASTELLANOS & CO LTDA**  
**ABOGADOS**  
Calle 94 A No. 7 A-09  
Bogotá, D.C. - COLOMBIA

Señor

**Jefe de la División de Nuevas Creaciones**

**Superintendencia de Industria y Comercio**

**Ministerio de Comercio, Desarrollo, Industria y Turismo**

E. S. D.

Ref.: **PODER** conferido por **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD.**

Yo, **XIMENA CASTELLANOS ABONDANO**, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al plé de mi firma, atentamente manifiesto a Uds. que sustituyo en la Dra. **MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**, el poder que me confirió el **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD.**, con domicilio en **Level 33, Central Park, 152-158 St. George Terrace, Perth Western Australia, 6000 AUSTRALIA**, debidamente legalizado por Apostilla el día 4 de Septiembre de 2007, bajo el número **M 000 12335**, con las mismas facultades que me fueron conferidas, para tramitar la solicitud de Patente PCT Entrada en Fase Nacional en Colombia, para: **"PROCESO PARA LA LIXIVIACION CON ACIDO MEJORADA DE MINERALES DE LATERITA"**, que se tramita bajo el Expediente No. **07 093397.-**

De la Señora Jefe,

Acepto

  
**Ximena Castellanos Abondano**  
C.C. No. **39.773.330** de Usaquén  
T.P.A. No. **58.236** del C.S.J.  
Calle 94 A No. 7 A-09 - Bogotá  
PBX: 610 74 20

  
**Margarita Castellanos Abondano**  
C.C. No. **39.779.654** de Usaquén  
T.P.A. No. **70.819** del C.S.J.  
Calle 94 A No. 7 A-09 - Bogotá  
PBX: 610 74 20

Bogotá, D.C.  
XCA/MCA/gcb/ P1522

**AUTENTICACION DE FIRMA  
MEDIANTE COMPARECENCIA PERSONAL**  
(Art. 84 C.P.C. mod. Decr. 2282 de 1989, art. 1 mod. 36)

Ante el Notario Cuarenta y Uno (41) del círculo  
de esta ciudad compareció personalmente:  
**Ximena Castellanos Abadino**  
Identificado con C.C. **39.773.530**  
expedida en: **Usaquen** y tarjeta profesio-  
nal de abogado(a) No. **58256** del Consejo  
Superior de la Judicatura, con documento di-  
gitado a **SIC**  
y declaró que la firma puesta en éste escrito es  
suya.

*[Firma manuscrita]*  
Firma del declarante

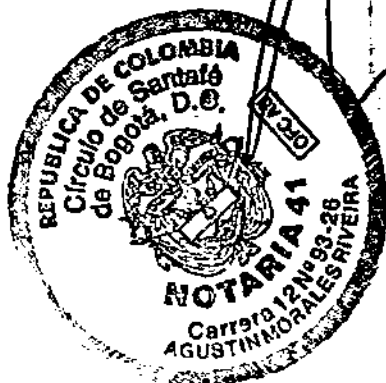
En Bogotá D.C. a **19 NOV. 2007**  
AUTORIZÓ ESTA DILIGENCIA EL SUSCRITO NOTARIO



**AUTENTICACION DE FIRMA  
MEDIANTE COMPARECENCIA PERSONAL**  
(Art. 84 C.P.C. mod. Decr. 2282 de 1989, art. 1 mod. 36)

Ante el Notario Cuarenta y Uno (41) del círculo  
de esta ciudad compareció personalmente:  
**Margarita Castellanos**  
Identificado con C.C. **39.779.654**  
expedida en: **Usaquen** y tarjeta profesio-  
nal de abogado(a) No. **40819** del Consejo  
Superior de la Judicatura, con documento di-  
gitado a **SIC**  
y declaró que la firma puesta en éste escrito es  
suya.

**19 NOV. 2007**  
*[Firma manuscrita]*



82

## COLOMBIA

## PODER

El (os) **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD.**

Domiciliados en **Level 33, Central Park, 152-158 St Georges Terrace, Perth Western Australia, 6000 AUSTRALIA**

Nombran por el presente a **XIMENA CASTELLANOS A. y/o MARGARITA CASTELLANOS A.** abogados con oficinas en la Calle 84A No. 7A-09, Bogotá-Colombia para

y para obtener la protección de mi (nuestra) propiedad industrial y con este fin autorizamos a dichos apoderados para que nos representen ante cualesquiera autoridades o personas de los órdenes administrativo, contencioso-administrativo y judicial en todo lo relacionado con los siguientes actos y gestiones:

- Obtención de patentes de invención, modelos y dibujos industriales; registro de marcas de fábrica, de servicio, colectivas o defensivas y de denominaciones de origen, depósito de nombres y enseñas comerciales; su renovación, prórroga, inscripción de traspaso y cambio de nombre o domicilio, cancelación voluntaria y el registro de licencias de uso de esos derechos;
- Para la obtención de registros sanitarios;
- Acciones de oposición, observación, cancelación, nulidad, medidas cautelares y en general los juicios civiles, penales, administrativos o contencioso-administrativos que promovamos o se nos promuevan.

Pudiendo en todos los actos y gestiones arriba mencionados sustituir éste mandato, transigir, desistir, recibir, cancelar, renunciar, aceptar notificaciones y nombrar apoderados judiciales y extrajudiciales.

Dado y firmado hoy **22 de Agosto de 2007**

en **Perth, Western Australia**

por **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD**  
(firmado ilegible)

(El notario debe suscribir el documento en la página siguiente)

(Se requiere legalización consular o mediante apostilla)

## POWER OF ATTORNEY

I (we) the undersigned **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD**

Of **Level 33, Central Park, 152-158 St Georges Terrace, Perth, Western Australia, 6000, Australia**

hereby grant(s) Power of Attorney to **XIMENA CASTELLANOS A. and for MARGARITA CASTELLANOS A.** attorneys residing at Calle 84A No. 7A-09, Bogotá-Colombia, to

and to obtain the protection of my (our) Industrial Property, for which purpose we authorize the said attorneys to represent us before any authorities, or persons, specially those, administrative, contentious and judicial, in all matters concerning the following:

- Obtainment of patents, models and designs, registration of trademarks, service, collective and defensive marks, and of designations of origin; the deposit of trade names and emblems; its renewal, extension, record of assignments, change of name or domicile, voluntary cancellation, and the registration of licenses of use of the above rights;
- For the obtainment of Sanitary registrations;
- Actions of opposition, cancellation, nullity, infringement, granting of licenses; and in general the civil, criminal and administrative suits related to those rights; actions and suits instituted by us or against us;

In all the above matters they may substitute this power of attorney, compromise, desist, cancel, receive, renounce, accept notifications and appoint attorneys in fact, in or out of court.

Given and signed this **22 Aug 2007**

in **Perth, Western Australia.**

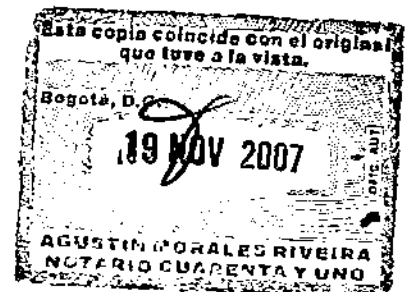
by **[Signature]** **22/8/07.**

(Notary shall execute on the other side)

(Consular legalization or apostilla is required)

**CASTELLANOS & Co.**  
INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM

CALLE 84 A No. 7 A-09 / P.O. BOX 6349  
PHONE (57 1) 610 7420 / FAX (57 1) 610 0708  
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA  
info@castellanosyco.com



COLOMBIA

CERTIFICADO NOTARIAL (Sociedad)

Hoy 22 de Agosto de 2007  
comparació (aron) personalmente

Graha Kern

a quienes conozco como la(s) persona(s) que firma(n) en  
representación de la Sociedad (Compañía) denominada  
BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD

Certifico:

a) Que  
BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD

es una sociedad/Compañía legalmente constituida y  
existente de acuerdo con las leyes de

b) Que el domicilio de dicha Sociedad/Compañía es  
AUSTRALIA

c) Que el objeto u objetos para los cuales se otorga el  
presente poder están comprendidos dentro del objeto  
social de la mencionada Sociedad/Compañía.

d) Que el Sr. GRAHA KERN  
está autorizado para otorgar el presente poder. Lo anterior  
está probado por medio de los siguientes documentos, que  
certifico he visto\*

(Ciudad) Perth

(Estado) Western Australia

Hoy del 22 de Agosto de 2007

(Notario Público)

\*Los documentos debe identificarse con fecha y origen.

NOTARIAL CERTIFICATION (Corporation)

On this 22 day of Aug of 2007  
personally appeared

Graha Kern

whom I know to be the person(s) who signed this document  
as representative(s) of the Corporation/Company named

I certify:

a) That BHP Billiton SSM Technology  
PTY LTD

is a corporation (Company legally constituted and in  
existence in accordance with the laws of

b) That the domicile of said Corporation/Company is

Australia

c) That the purpose or purposes for which the present  
Power of Attorney is granted are comprised within the  
object set forth in the charter of the mentioned  
Corporation/Company.

d) That Mr. Graha Kern  
is (are) authorized to grant the present Power of Attorney. The  
aforementioned was duly proven through the following  
documents and I duly certify having seen them\*.

(City) Perth

(State) W. Australia

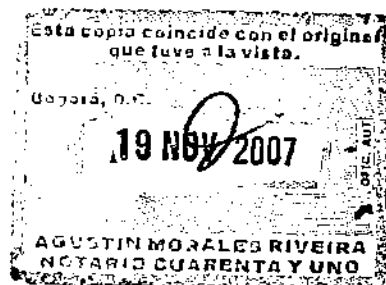
this 22 day of the year 2007

(Notary Public)

\*Documents must be identified with date and origin.

CASTELLANOS & Co.  
INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM

CALLE 84 A No. 7 A - 09 / P.O. BOX 6349  
PHONE (57 1) 610 7420 / FAX (57 1) 610 0708  
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA  
info@castellanosyco.com



# APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: Australia

This public document

2. has been signed by B.S. DODD

3. acting in the capacity of NOTARY PUBLIC

4. bears the seal/stamp of BRUCE STEVENSON

DODD NOTARY PUBLIC

Certified

5. at MELBOURNE 6. 04/09/2007

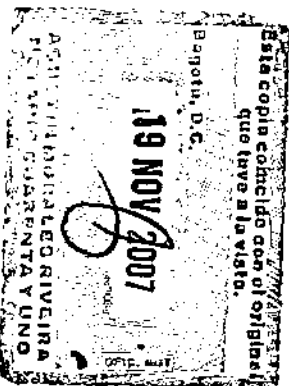
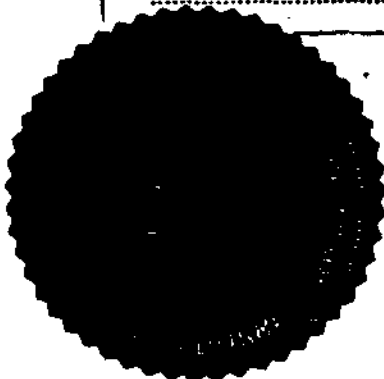
7. by RAMELA HARDY

8. No. 100012335

9. Seal/Stamp:

10. Signature

[Signature]



TRADUCCION OFICIAL No. 07-0913

de un documento escrito en INGLES, el cual para su identificación lleva el sello de la Traductora e Intérprete Oficial, Res. 2755/68 y 01144/97 de Minjusticia, al igual que la presente.

(Anexo a un documento de poder de BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD)

(fdo) ilegible

(Sello): Bruce Stevenson Dodd

Notario Público

APOSTILLA

(Convención de La Haya de Octubre 5, 1960)

1. País: Australia

Este documento público

2. ha sido firmado por B. S. DODD

3. actuando en calidad de NOTARIO PUBLICO

4. lleva el sello de Bruce Stevenson Dodd - NOTARIO

Certificado

5. en Melbourne

6. el día 04/09/2007

7. por Pamela Waldlaw

8. No. M 000 12335

9. Sello:

10. Firma

(fdo) ilegible

(Sello del Ministerio de Relaciones Exteriores)

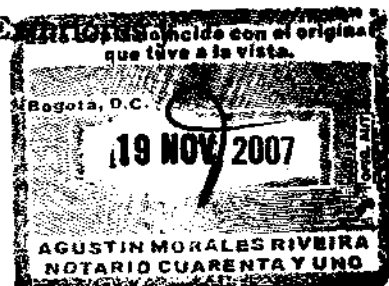
Comercio - Melbourne)

(Sello fijado con cintas)

ES TRADUCCION FIEL Y COMPLETA, a la cual me remito,

Bogotá, D. C., Septiembre 18, 2007

Dora Duque de Bernal  
Traductora e Intérprete Oficial  
Res. 2755/68 y 01144/97 Minjusticia  
Bogotá, D. C.



2007 SET 18 A 11:3  
JEFE DE LEGALIZACION  
BOGOTÁ D.C.

658875  
COPIA DE LA ORIGINAL  
DE LA LEGALIZACION  
DE LA LEGALIZACION  
DE LA LEGALIZACION  
DE LA LEGALIZACION

MINISTERIO DE  
RELACIONES EXTERIORES

NO SE ASUME  
RESPONSABILIDAD  
DEL TEXTO

COLOMBIA ASSIGNMENT FF40841/07  
**P A T E N T S**

**CESION**

El (los) suscrito (s)  
HOUYUAN LIU  
DAMIEN GARY IGNATIUS KREBS

en consideración al pago de la suma de  
(.....US \$ 1.00.....), que he(mos)  
recibido, por el presente documento cedo  
(cedemos) a BHP BILLITON SSM  
TECHNOLOGY PTY LTD

una compañía constituida de conformidad con las  
leyes de Australia

con oficinas en Level 33, Central Park  
152-158 St Georges Terrace, Perth  
Western Australia, 6000, Australia  
todos los derechos y títulos sobre la invención  
denominada

PROCESO PARA LA LIXIVIACION  
CON ACIDO MEJORADA DE  
MINERALES DE LATERITA

EL CESIONARIO firma también el presente y  
declara que acepta dicha cesión

Dado y firmado hoy Novembre 14, 2007  
en Perth, W., Australia

**ASSIGNMENT**

The undersigned HOUYUAN LIU & DAMIEN GARY  
IGNATIUS KREBS

in consideration of the sum of A\$1  
(...one dollar.....), the receipt of which  
is hereby acknowledged, by these presents do sell,  
assign and transfer unto BHP BILLITON SSM  
TECHNOLOGY PTY LTD

a corporation organized under the laws of Australia

having a place of business at Level 33, Central Park,  
152-158 St Georges Terrace, Perth, Western  
Australia, 6000, Australia

all rights and title to the invention related to

PROCESS FOR ENHANCED ACID LEACHING OF  
LATERITE ORES

THE ASSIGNEE signs these presents and declares  
that accepts the aforesaid assignment

Given and signed this 14th November 2007  
in Perth, W. Australia.

*Damien Krebs*

HOUYUAN LIU

DAMIEN GARY IGNATIUS KREBS

Executed for and on behalf of BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD by:

ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.

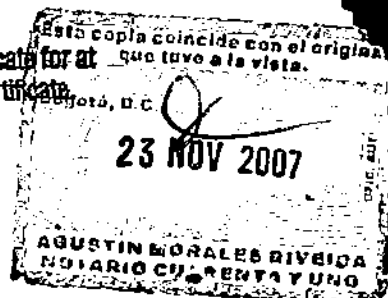
ABOGADOS COLOMBIA

Calle 94A No. 7A-09- P.O.Box 8349 - Bogotá, Colombia  
Tels.: (571) 610 74 20 / - Fax (571) 610 07 08 - e-mail [mgilbert@avcastellanos.com](mailto:mgilbert@avcastellanos.com)

*Bruce m*

Bruce Stevenson Dodd  
Public Notary

practitioner who has held a practice certificate for at  
least 3 years and who holds a current practice certificate



COLOMBIA ASSIGNMENT FF40841/07  
**P A T E N T S**

**CERTIFICADO NOTARIAL INVENTORE(S)**

Yo, Notario Público, CERTIFICO que el

de

Compareció (eron) ante mi

a quien(es) conozco y de quien (es) me consta que tiene (n) capacidad legal y reconoció(eron) como suya (s) la (s) firma (s) que aparece (n) en el documento anterior, cuyo contenido ratificó(aron)

Doy fé,

Firmado en

NOTARIO PUBLICO

**NOTARIAL CERTIFICATE INVENTOR(S)**

I, a Notary Public, CERTIFY that on 16th

November 2007

before me personally appeared

Damien Gay Ignatius Krebs

to me known and known to me to be of legal capacity and acknowledge his (their) signature (s) appearing on the foregoing instrument and ratified the same.

I attest,

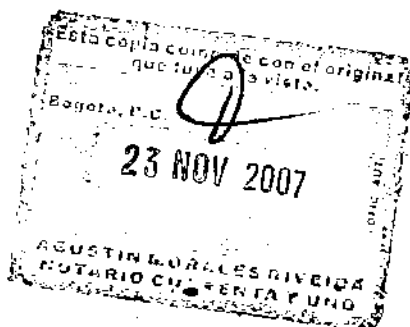
Signed in Perth, W. Australia.

NOTARIO PUBLICO

**ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.**

ABOGADOS COLOMBIA

Calle 84A No. 7A-09- P.O.Box 5349 - Bogotá, Colombia  
Tels.: (571) 610 74 20 / - Fax (571) 610 07 08 - e-mail [mail@alvarocastellanos.com](mailto:mail@alvarocastellanos.com)



## APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: Australia

This public document

2. has been signed by B. DODD

3. acting in the capacity of NOTARY PUBLIC

4. bears the seal/stamp of BRUCE STEVENSON

DODD NOTARY PUBLIC

Certified

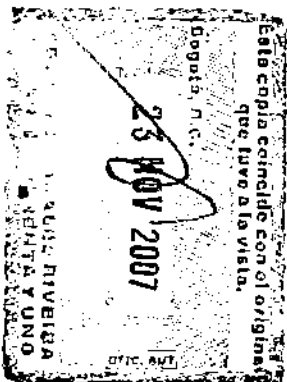
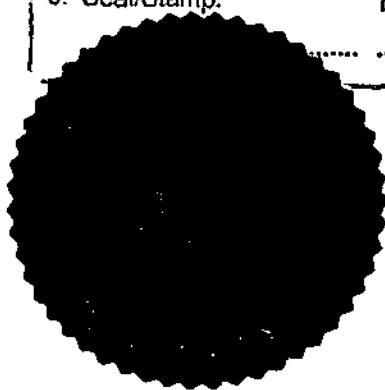
5. at MELBOURNE 6. 16-11-2007

7. by RANU YAMANA

8. No. 1100014829

9. Seal/Stamp:

10. Signature



92  
87

-----TRADUCCION OFICIAL No. 07-1118-----

de un documento escrito en INGLES, el cual para su identificación lleva el  
sello de la Traductora e Intérprete Oficial, Res. 2755/68 y 01144/97 de  
Minjusticia, al igual que la presente.

(Anexo a un documento de cesión otorgado por Houyuan & Damien  
Gary Ignatius Krebs, a favor de BHP Billiton SSM Technology Pty Ltd

(Sello): (fdo) ilegible

Notario Público

(Sello) Bruce Stevenson Dodd - Notario Público

MINISTERIO DE  
RELACIONES  
EXTERIORES  
BOGOTÁ D.C.  
2007 NOV 22 P 12:09  
COPIA FIDEL  
DOCUMENTO DESEMPENA  
LAS FUNCIONES INDICADAS

APOSTILLA

(Convención de La Haya del 5 de Octubre de 1961)

1. País: Australia

Este documento público

2. ha sido firmado por B. Dodd

3. actuando en su calidad de notario público

4. lleva el sello de dicho Bruce Stevenson Dodd, notario público

NO ASSUME  
RESPONSABILIDAD  
DEL TEXTO  
BOGOTÁ D.C.  
2007 NOV 22 P 12:09  
COPIA FIDEL  
DOCUMENTO DESEMPENA  
LAS FUNCIONES INDICADAS

Certificado

5. en Melbourne

6. El día 16 de Noviembre de 2007

7. por Ranu Vatana

8. No. M00014829

9. Sello:

10. Firma:

(fdo) ilegible

(Sello del Depto. de Relaciones Exteriores y Comercio)

ES TRADUCCION FIEL Y COMPLETA, a la cual me remito,

Bogotá, D. C., Noviembre 22, 2007.

Esta copia coincide con el original  
que tuve a la vista.  
BOGOTÁ, D.C.  
23 NOV 2007  
AGUSTIN MORALES RIVERA  
NOTARIO COLOMBIANO

DORA DUQUE DE BERNAL  
TRADUCTORA E INTERPRETE OFICIAL  
RES. 02755/68 Y 01144/97 - MINJUSTICIA  
REP. DE COLOMBIA

COLOMBIA ASSIGNMENT PP40841/07  
P A T E N T S

CESION

El (los) suscrito (s)

HOUYUAN LIU

DAMIEN GARY IGNATIUS KREBS

en consideración al pago de la suma de  
(..... US \$ 1.00 .....), que he(mos)  
recibido, por el presente documento cedo  
(cedemos) a BHP BILLITON SSM  
TECHNOLOGY PTY LTD

una compañía constituida de conformidad con las  
leyes de

Australia

con oficinas en Level 33, Central Park  
152-158 St Georges Terrace, Perth,  
Western Australia, 6000, Australia,  
todos los derechos y títulos sobre la invención  
denominada

PROCESO PARA LA LIXIVIACION CON  
ACIDO NITROSO DE MINERALES  
DE LATERITA

EL CESIONARIO firma también el presente y  
declara que acepta dicha cesión

Dado y firmado hoy Septiembre 5, 2007  
en Newcastle, Australia

ASSIGNMENT

The undersigned HOUYUAN LIU & DAMIEN GARY  
IGNATIUS KREBS

in consideration of the sum of  
(..... US \$ 1.00 .....), the receipt of which  
is hereby acknowledged, by these presents do sell,  
assign and transfer unto BHP BILLITON SSM  
TECHNOLOGY PTY LTD

a corporation organized under the laws of Australia

having a place of business at Level 33, Central Park,  
152-158 St Georges Terrace, Perth, Western  
Australia, 6000, Australia

all rights and title to the invention related to

PROCESS FOR ENHANCED ACID LEACHING OF  
LATERITE ORES

THE ASSIGNEE signs these presents and declares  
that accepts the aforesaid assignment

Given and signed this 5th September 2007  
in Newcastle, New Australia

*Houyuan Liu*  
HOUYUAN LIU

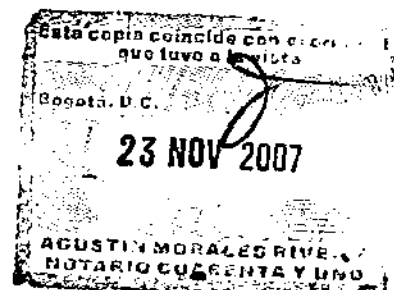
DAMIEN GARY IGNATIUS KREBS

Executed for and on behalf of BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD by:

ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.

ABOGADOS COLOMBIA

Calle 84A No. 7A-29-P.O. Box 8349 - Bogotá, Colombia  
Tels.: (571) 810 74 20 / Fax (571) 810 07 06 - e-mail [ar@alvarocastellanos.com](mailto:ar@alvarocastellanos.com)



**P A T E N T S**

**CERTIFICADO NOTARIAL INVENTORE(S)**

Yo, Notario Público, CERTIFICO que el

de

Compareció (eron) ante mí

a quien(es) conozco y de quien (es) me consta que tiene (n) capacidad legal y reconoció(eron) como suya (s) la (s) firma (s) que aparece (n) en el documento anterior, cuyo contenido ratificó(aron)

Doy fé,

Firmado en

NOTARIO PUBLICO

**NOTARIAL CERTIFICATE INVENTOR(S)**

I, a Notary Public, CERTIFY that on

*5th September 2007*

before me personally appeared

*HOUYANG LIU*

to me known and known to me to be of legal capacity and acknowledge his (their) signature (s) appearing on the foregoing instrument and ratified the same.

I attest,

Signed in *NEWCASTLE NSW AUSTRALIA*

NOTARIO PUBLICO

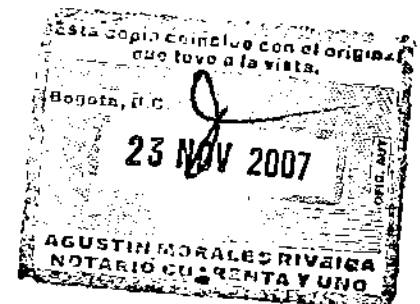
*LEVEL 7, 28 HONEYSUCKLE DRIVE  
NEWCASTLE NSW 2300  
AUSTRALIA*

*(RICHARD HENRY RIVIERA)*

**ALVARO CASTELLANOS M. & CIA.**

ABOGADOS COLOMBIA

Calle 84A No. 7A-09 - P.O. Box 6348 - Bogotá, Colombia  
Tels.: (571) 610 74 20 / Fax (571) 610 07 06 - e-mail: [info@alvarocastellanos.com](mailto:info@alvarocastellanos.com)



From the INTERNATIONAL BUREAU

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

To:

PHILLIPS ORMONDE & FITZPATRICK  
Levels 21 & 22  
367 Collins Street  
Melbourne, Victoria 3000  
AUSTRALIE

Date of mailing (day/month/year)  
09 August 2007 (09.08.2007)

Applicant's or agent's file reference  
765579

International application No.  
PCT/AU2006/000186

**IMPORTANT NOTIFICATION**

International filing date (day/month/year)  
13 February 2006 (13.02.2006)

**1. The following indications appeared on record concerning:**

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

**Name and Address**

BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD  
Level 14  
Riverside Centre  
123 Eagle Street  
Brisbane, QLD 4001  
Australia

**State of Nationality**

AU

**State of Residence**

AU

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

**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**

BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD  
Level 33  
Central Park  
152-156 St Georges Terrace  
Perth, W.A. 6000  
Australia

**State of Nationality**

AU

**State of Residence**

AU

Telephone No.

Facsimile No.

Teleprinter No.

**3. Further observations, if necessary:****4. A copy of this notification has been sent to:**

☒ the receiving Office ☒ the designated Offices concerned  
☐ the International Searching Authority ☐ the elected Offices concerned  
☐ the International Preliminary Examining Authority ☐ other:

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

**Authorized officer**

Birchen Mireille

Facsimile No. +41 22 338 87 40

e-mail pct01.pct@wipo.int

Telephone No. +41 22 338 74 01

Form PCT/IB/306 (October 2005)

I/DC16NX940

## RESUMEN

Un proceso para la recuperación de níquel y cobalto de minerales de laterita portando níquel incluyendo los pasos de:

a) suministrando un mineral de laterita portando níquel y separando el mismo en su fracción de limonita de bajo magnesio y saprofitita de alto magnesio;

b) tratando la fracción de limonita en una solución de ácido en un primer paso de lixiviación a alta presión para producir una lechada de lixiviación primaria;

c) añadiendo la fracción de saprofitita a la lechada de lixiviación primaria para iniciar la precipitación de hierro como goetita y/o hematita, mientras que se desprende simultáneamente ácido adicional de la precipitación de hierro, para efectuar un paso secundario de lixiviación atmosférica, produciendo una lechada secundaria de lixiviación;

en donde todo el agua usada para preparar las lechadas de minerales y/o soluciones de ácido, tiene una composición iónica que evita sustancialmente la formación de jarosita.

## CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un proceso de lixiviación de minerales de laterita portando níquel, mediante el tratamiento hidrometalúrgico de ambas, la fracción de "limonita" y la fracción de "saprolita" del mineral, en una forma secuencial para recuperar ambos, el níquel y el cobalto. En particular, la presente invención se refiere a un proceso que combina la lixiviación de ácido a alta presión de la fracción de mineral de limonita de la laterita, con lixiviación de ácido a presión atmosférica de la fracción de saprolita del mineral, en un medio que evita sustancialmente la precipitación de hierro como jarosita y recuperando níquel y cobalto, mientras se separa hierro como goetita sólida y/o hematita.

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Un cuerpo de minerales de laterita es un mineral sometido a oxidación, y un cuerpo de mineral de laterita consta generalmente de una capa superior de limonita (del perfil del mineral) y una capa inferior de saprolita. Los estudios geológicos han mostrado, que el mineral conteniendo la mayor parte de níquel en la capa inferior de saprolita, son las especies conteniendo alto magnesio, serpentina, clorita, esmectita y nontronita. El contenido de cobalto de la capa de saprolita es insignificante. Se debe tomar nota,

que generalmente no existe demarcación clara entre las capas superiores e inferiores de mineral de laterita y a veces, se refiere a una capa intermedia como una zona de transición.

Con el fin de establecer un tratamiento razonable, económico del cuerpo de mineral de laterita, todos los tipos de minerales conteniendo níquel y cobalto, deberían ser tratados de una manera para recuperar los valores máximos de metal en un solo proceso sencillo, sin la emisión de material dañino al ambiente. En este respecto, una consideración mayor con respecto a los problemas de ambiente, es la forma del compuesto de hierro contenido en los desechos de minerales de desecho. Con respecto al costo, una alta recuperación del hierro es una consideración mayor con respecto a la cantidad y de esta manera el costo del ácido usado en el proceso de lixiviación.

La lixiviación de ácido de sólidos de mineral de laterita, o sea por el tratamiento a presión en una autoclave, o por lixiviación a presión atmosférica y temperaturas elevadas, resulta en una descarga con ácidos, que debe ser neutralizada parcialmente, antes de que los valores del metal puedan ser recuperados. A las altas temperaturas usadas en procesos en autoclaves, generalmente alrededor de 250°C a 275°C, el consumo de ácido para disolver los metales es el doble o triple, debido a la formación del

ión de bisulfato ( $\text{HSO}_4$ ) y un protón único ( $\text{H}$ ). Esto se ilustra mediante las ecuaciones siguientes:



La reversión del ión de bisulfato al sulfato sucede al enfriar la lechada desprendiendo un protón adicional, así la lechada enfriada contiene ácido de exceso que debe ser neutralizado.

Patente U.S. No. 45448794 (Californian níquel Corporation) describe el uso de la fracción de saprofita del mineral para neutralizar la acidez del material de lixiviación a presión de limonita. Sin embargo, la temperatura de la neutralización fue alta y las recuperaciones de níquel y cobalto fueron bajas.

Patente U.S. No. 6379636 (BHB-Billiton) describe un proceso que involucra la lixiviación de ácido a presión de limonita, seguida por lixiviación a presión atmosférica de saprofita, usando la lechada de descarga de autoclave, en combinación con iones de metal alcalino seleccionados para formar jarosita,  $\text{M}(\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6)$ ,  $\text{M}=\text{Na}, \text{K}, \text{o } \text{NH}_4$ , la forma en la cual el hierro es descargado a los reservorios de slam.

Sin embargo, el hierro descargado como jarosita, resulta con un alto consumo de ácido, como se sabe, que se requieren

97  
97

1.5 moles de ácido sulfúrico para disolver 1 mol de hierro férrico, solo 1 mol de ácido sulfúrico es desprendido durante la precipitación de jarosita para ayudar la lixiviación de la fracción de saprofita. La jarosita no es un compuesto estable y desprende ácido lentamente, cuando es expuesta a la intemperie, que podría tener impactos negativos al ambiente.

Patente U.S. No. 6391089 (Curlood) describe un proceso de lixiviación, por donde la solución de descarga acidica de la autoclave fue reciclada a la etapa de preparación de la alimentación del mineral, así efectuando una reducción significativa del consumo de ácido. Sin embargo, hay complicaciones con el reciclaje de magnesio disuelto y se necesita un exceso de ácido sulfúrico para la formación de bisulfato de magnesio  $(Mg(HSO_4)_2)$ , a la temperatura de la autoclave.

Se desea como consecuencia, un proceso que combina los beneficios de una alta recuperación de metal, por mol de ácido consumido, del cuerpo de mineral entero y la descarga de sólidos de desperdicios aceptables en el ambiente.

La presente invención tiene el objetivo de suministrar un proceso que resuelve o minimiza las dificultades asociadas con la técnica convencional.

La discusión de documentos, actas, materiales, equipos, artículos y similares está incluida en esta especificación, solamente con fines del suministro de un contexto para la presente invención. No se sugiere ni se exige, que cualesquiera o todos de estos ítems han formado parte de la base de técnica anterior o eran conocimientos generales comunes en el campo relevante a la presente invención, como hayan existidos antes de la fecha de prioridad de esta solicitud.

#### SUMARIO DE LA PRESENTE INVENCION

La presente invención se refiere a un proceso de lixiviación de minerales de laterita portando níquel, mediante el tratamiento hidrometalúrgico de ambas, la fracción de "limonita" y la fracción de "saproilita" del mineral, en una forma secuencial para recuperar ambos, el níquel y el cobalto, mientras que se desprende hierro como tanto goetita, hematita y/o cualquiera forma distinta de óxido de hierro de bajo sulfato o hidróxido.

Toda agua u otros medios usados para formar lechadas y/o soluciones de ácido, que forman parte del proceso en la presente invención, tienen una composición iónica que evita sustancialmente la precipitación de hierro como jarosita. Esto es, el agua usada en el proceso debería una composición iónica que esté sustancialmente libre de iones de sodio,

en donde todo el agua usada para preparar las lechadas de minerales y/o soluciones de ácido, tiene una composición iónica que evita sustancialmente la formación de jarosita.

Más preferiblemente, se preparan primero como una lechada, ambas, las fracciones de minerales de limonita y saprofita que son procesadas en la presente invención, mediante la combinación con agua, antes de que sean sometidas al proceso de lixiviación. El contenido de sólidos de ambas, de las lechadas de limonita y saprofita, es preferiblemente entre 20% y 40% por peso. Todas las lechadas de mineral y soluciones de ácido para los pasos de lixiviación, son preparadas con agua conteniendo bajos niveles de los iones alcali metálico, sodio, potasio y amoníaco. Mientras que niveles menores iones de sodio, potasio y amoníaco pueden ser tolerados, los niveles presentes deberían ser lo suficientemente bajos como para evitar la precipitación de hierro como jarosita, o por lo menos solamente niveles no significativos de precipitación como jarosita. Un componente de jarosita, o son iones de sodio, o de potasio, o de amoníaco.

La fracción de saprofita puede ser añadida, o directamente a la lechada primaria de lixiviación, o puede ser sometida a un paso de lixiviación preliminar, sometiendo la fracción de saprofita a una lixiviación a

101

presión atmosférica, con ácido sulfúrico. La lechada preliminar de lixiviación resultante, entonces es combinada con la lechada de lixiviación primaria, para iniciar el paso secundario de lixiviación a presión atmosférica y la precipitación de hierro como goetita y/o hematita. Cualquier material de minerales de laterita de la zona de transición, puede ser procesado, o con la fracción de limonita en el paso primario de lixiviación a presión, procesado junto con la fracción de saprofita, o, de hecho, puede ser sometido a lixiviación por separado y la lechada de lixiviación resultante puede ser combinada con la lechada de lixiviación primaria.

Más preferiblemente, el proceso incluye también los pasos de:

d) neutralizando parcialmente la lechada de lixiviación secundaria a presión atmosférica, para elevar el pH a aproximadamente 1.5 a 2.5 para completar sustancialmente la precipitación de hierro como goetita y/o hematita; y

e) elevando el pH a aproximadamente 2.5 a 4.5 para precipitar otras impurezas.

Entonces, de la segunda lechada de lixiviación, níquel y cobalto pueden ser recuperados, usando técnicas establecidas.

## DESCRIPCION DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

El proceso de lixiviación comienza con la lixiviación de ácido a presión de la lechada de la fracción de limonita de una minerales de alterita o minerales oxidica en un proceso primario de lixiviación a presión para producir una lechada primaria de lixiviación. Preferiblemente, este paso es realizado en una autoclave a temperaturas de 230°C a 270°C y a una presión de 40 a 50 bar. El ácido usado es preferiblemente ácido sulfúrico concentrado.

Todas las lechadas de minerales y soluciones de ácido para los pasos de lixiviación son preparadas con agua conteniendo bajos niveles de los iones álcali metálicos sodio, potasio y amoniaco. Mientras que niveles bajos de iones de sodio, potasio y amoniaco pueden ser tolerados, los niveles presentes deberían ser lo suficientemente bajos como para evitar la precipitación de hierro como jarosita, o por lo menos solamente niveles no significativos de precipitación como jarosita.

La fracción de limonita misma, generalmente contiene cantidades iguales a, o mayores de 15% de hierro e iguales a, o menores de, 6% de magnesio, y aquí también se indica coma una fracción de laterita de bajo contenido de magnesio. Unos depósitos mayores de laterita - níquel en todo el mundo, tendrían componentes de limonita con contenido de hierro en

la gama de 15% a 40% de hierro, e incluyen minerales tales como goetita, hematita, nontranita y clorita.

El paso de lixiviación primario de ácido a presión, es generalmente seguido por la lixiviación de la fracción de saprofita en un paso secundario de lixiviación atmosférica. La fracción de saprolita contiene igual a, o menos de, 25% de hierro e igual, o mayor de, 6% de magnesio. Aquí esta se indica también como una fracción de alto contenido de magnesio. La fracción de saprolita es formada primero, en una lechada y puede ser añadida directamente a la lechada primaria de lixiviación del paso primario de lixiviación a presión, o puede ser sometida a un paso preliminar de lixiviación atmosférica por la adición de ácido para producir una lechada primaria de lixiviación. La lechada preliminar de lixiviación es entonces combinada con la lechada primaria de lixiviación. El potencial de oxidación / reducción (ORP) es preferiblemente controlado, por la adición de gas de dióxido de azufre o una solución de sulfito / bisulfito, tal como una solución de bisulfito de litio que no causará la formación de jarosita.

La adición de, o la fracción de saprolita, o la lechada preliminar de lixiviación, a la lechada primaria de lixiviación, inicia la precipitación de h hierro como goetita y/o hematita, que desprende simultáneamente niveles mas altos

104  
104

de ácido resultando de la precipitación de hierro. Esto inicia el paso secundario de lixiviación atmosférica y produce una lechada secundaria de lixiviación. El paso de lixiviación atmosférica secundario, es conducido a una temperatura elevada, preferiblemente en la gama de aproximadamente 80°C a 150°C. El ácido descargado de la autoclave de la lixiviación primaria de ácido a presión de la fracción de limonita, es usado también para asistir en la lixiviación secundaria a presión atmosférica de la fracción de saprolita.

En un englobamiento, la fracción de saprolita es añadida directamente a la lechada primaria de lixiviación para iniciar la precipitación de hierro como goetita y/o hematita. La precipitación del hierro desprende simultáneamente ácido, que asiste en el iniciar el proceso secundario de lixiviación atmosférica. Se puede añadir ácido sulfúrico adicional en esta etapa, para completar el ácido producido durante la precipitación de hierro.

En otro englobamiento, la fracción de saprolita puede ser sometida a una lixiviación preliminar a presión atmosférica, antes de la adición a la lechada primaria de lixiviación. La lechada preliminar producida de la lixiviación por separado de la fracción de saprolita, puede ser combinada entonces con la lechada primaria de

lixiviación, iniciando de esta manera la precipitación de hierro en condiciones de presión atmosférica en el paso secundario de lixiviación.

Una vez combinada la fracción de saprolita con la lechada primaria de lixiviación, la lixiviación atmosférica de la fracción de saprolita va a iniciar la precipitación como hematita y/o goetita y es separada. Ya que hay presencia de bajos niveles de los iones de sodio, potasio y amoníaco en el agua usada para preparar las lechadas de minerales y soluciones de ácido, el hierro solamente a bajos niveles estará sustancialmente libre de jarosita. El ácido desprendido por la precipitación del hierro, es combinado con el ácido libre presente en la descarga de la autoclave y ácido adicional añadido (si lo hay), para efectuar la lixiviación de la fracción de saprolita y la recuperación de níquel y cobalto o del entero cuerpo de minerales.

Los sólidos de slam finalmente separados, contienen hierro como goetita y/o hematita y son una descarga aceptable para el ambiente. Sustancialmente, no hay iones álcali metálico o especies de amoníaco añadidas al sistema, de esta manera se elimina la probabilidad de la formación de jarosita con los iones férricos presentes.

La descarga de la autoclave de la lechada a presión, contiene una alta acidez libre y, en un englobamiento, es

106

contactada con la fracción de saprolita a presión atmosférica y temperatura por debajo del punto de ebullición del ácido, que es la temperatura de la descarga de la autoclave es de aproximadamente 80°C a 105°C. Se puede añadir ácido sulfúrico adicional. A una gama de pH de aproximadamente 1.5 a 2.5 y una acidez de 0 a 10 g/l de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, los iones férricos disueltos de la saprolita y los iones férricos residuales remanente en la lechada de descarga de la autoclave, son precipitados como hematita y/o goetita. El ácido desprendido durante esta precipitación es usado in situ para la lixiviación de más saprolita. La hematita y/o goetita formada es usada como una fuente de material de alimentación fresco concentrado, para acelerar la precipitación de hematita y/o goetita a presión atmosférica en la gama de temperatura de aproximadamente 80°C a 105°C. La precipitación rápida de hematita y/o goetita reduce los requerimientos de tamaño de los recipientes y los costos de operación.

La lechada secundaria de lixiviación resultante del paso secundario de lixiviación, es preferiblemente parcialmente neutralizada por la adición de una base, que puede ser seleccionada generalmente de lechadas de carbonato de calcio o hidróxido, o lechadas de carbonato de magnesio u óxido, para elevar el pH a aproximadamente 1.5 a 2.5. A este pH, la precipitación de hierro como goetita y/o hematita es

147  
107

sustancialmente terminada. Elevando más el pH, a aproximadamente 2.5 a 4.5, se pueden precipitar también impurezas adicionales tales como cromo, cobre y aluminio. Las lechadas usadas para elevar el pH de la lechada secundaria de lixiviación, son preparadas con agua teniendo bajos niveles de los iones álcali metálico, sodio, potasio y amoníaco, para evitar la formación de jarosita.

La minerales en su total puede tener también un contenido de mineral de zona de transición, que contiene un nivel mediano de un contenido de magnesio. Generalmente, la zona de transición que es encontrada entre las fracciones de limonita y saprolita en el cuerpo de minerales, tendrá un contenido de magnesio de aproximadamente 5% a 7%. Esta minerales de contenido mediano de magnesio puede ser procesado con, o la fracción de limonita, o la fracción de saprolita, es decir, que puede ser sometida a la lixiviación inicial a presión en la autoclave, junto con la fracción de limonita, o procesada con la fracción de saprolita, o por la adición directamente a la lechada primaria de lixiviación, o sometida a un paso de lixiviación preliminar a presión atmosférica con la fracción de saprolita. En un englobamiento adicional, la fracción de contenido mediano de magnesio, puede ser sometida a lixiviación también por separado en condiciones atmosféricas con la lechada de lixiviación

resultante combinada con la lechada de lixiviación primaria, en el paso secundario de lixiviación.

En una forma mas preferida de la presente invención, níquel y cobalto son recuperados de una minerales de laterita o oxiídrica durante el proceso, por donde el hierro disuelto es precipitado como goetita y/o hematita para lograr un alto nivel de ácido disponible para el proceso de lixiviación. La lechada secundaria de lixiviación conteniendo níquel y cobalto disuelto, puede ser sometida a técnicas de separación de líquidos / sólidos establecidas, seguido por un tratamiento adicional del líquido para recuperar el níquel y el cobalto. El hierro sólido en la forma de goetita y/o hematita es separado.

La separación de hierro como goetita y/o hematita, sustancialmente libre de jarosita, crea beneficios ambientales, ya que cada uno es un compuesto relativamente estable y reduce o elimina el desprendimiento de ácido cuando esté expuesto a la intemperie. Además, el nivel de ácido disponible es producido in situ, reduciendo la necesidad de ácido adicional, lo que proporciona beneficios económicos.

#### DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Los dibujos 1 a 5 ilustran diagramas de flujo preferidos para el proceso de la presente invención. Se

debería entender, que los dibujos son de ilustración de englobamientos preferidos de las invenciones y el alcance de la presente invención no debe considerarse de estar limitado a los mismos.

En cada uno de los dibujos, el mineral entero es primero sometido a la separación de minerales para separar el mineral de laterita con bajo contenido de magnesio (limonita), del mineral de contenido alto de magnesio (saprolita). Esto se logra generalmente por la clasificación selectiva de minería, o post - minería. El mineral de contenido mediano de magnesio, que se encuentra generalmente en la zona de transición entre las fracciones de limonita y de saprolita, puede ser procesado, como ilustrado, o, con las fracciones de limonita, o, con las fracciones de saprolita, o puede ser procesado por separado. En cada dibujo, este mineral es indicado como "laterita de magnesio mediano".

También, in cada uno de los dibujos, todas las lechadas y soluciones de ácido usadas en los procesos de lixiviación, son preparadas usando agua que contiene bajos niveles de iones álcali metálicos.

En el dibujo 1, la fracción de laterita de bajo contenido de magnesio (limonita) (1) es tratada con ácido sulfúrico (3) un una etapa de lixiviación a presión (5) a aproximadamente 250°C y una presión de 45 bar, junto con la

14  
140

laterita de Mg mediano (7). La fracción de alto contenido de Mg del mineral (9) (sapolita) es tratada con ácido sulfúrico (3) en una lixiviación preliminar de presión atmosférica (11) con temperaturas por debajo del punto de ebullición del ácido. Preferiblemente, la temperatura de este paso de lixiviación es de aproximadamente 80°C a 150°C. La cantidad de ácido a ser añadido es calculado según las propiedades predeterminadas de saprolita, y la proporción deseada entre limonita y saprolita a ser procesada. Esta característica de este englobamiento permite la variación de la proporción entre limonita y saprolita a ser procesado, mientras se mantienen las recuperaciones altas de metal. La lechada de lixiviación atmosférica de saprolita con alto contenido de Mg (13) es añadida a la descarga de la autoclave de la etapa de lixiviación a presión (15) en un paso de etapa secundaria de lixiviación a presión atmosférica (17).

El paso secundario de lixiviación incluye la lixiviación adicional simultánea de saprolita y la precipitación de hierro como goetita y/o hematita. Con la introducción de la lechada de lixiviación de saprolita, sucede generalmente la precipitación de hierro como goetita y/o hematita, desprendiendo más ácido para asistir en una lixiviación futura. La saprolita contiene generalmente algún hierro como goetita, que funciona como material de siembra para acelerar

la reacción, sin embargo, con el fin de mejorar aún más la siembra de reacción conteniendo concentraciones mas altas de goetita y/o hematita, esto puede ser añadido para asistir en el proceso de precipitación y mejorar la lixiviación.

Cuando los procesos de la lixiviación secundaria se consideran estar completos, se puede efectuar la separación clásica de líquidos / sólidos de la lechada (21), seguido por un tratamiento adicional del licor antes de la recuperación de níquel y cobalto (23) y el desecho de los sólidos de goetita y/o hematita (19) después del ajuste adecuado del pH.

En un segundo englobamiento descrito en el dibujo 2, la fraccionamiento de bajo contenido de Mg (1) es tratada con ácido sulfúrico (3) en una etapa de lixiviación a presión (5) junto con la fracción de laterita de MG mediano (7) a aproximadamente 25 °C y una presión de 45 bar. La fracción del mineral con alto contenido de Mg (9) es directamente añadida a la lechada de descarga de la autoclave en un paso de lixiviación atmosférica (16). Se puede añadir ácido sulfúrico adicional (3) a la segunda etapa de lixiviación, si se requiere.

La etapa de lixiviación atmosférica (16) incluye la lixiviación simultánea de saprolita y precipitación de hierro como goetita y/o hematita. La dosis del mineral de saprolita

42  
112

con alto contenido de Mg añadida a la lechada primaria de lixiviación, es determinada por el ácido libre remanente del paso de lixiviación primaria a presión, el ácido desprendido durante la precipitación de hierro como goetita y/o hematita y el consumo de ácido de la fracción de saprolita de alto MG a extracciones dada de Ni, Co, Fe, Mn, Mg y otros iones.

Cuando los procesos de la lixiviación secundaria se consideran estar completos, se puede efectuar la separación clásica de líquidos / sólidos de la lechada (21), seguido por un tratamiento adicional del licor antes de la recuperación de níquel y cobalto (23) y el desecho de los sólidos de goetita y/o hematita (19) después del ajuste adecuado del pH.

El dibujo 3 es una variación del proceso descrito para el dibujo 2 en donde solamente la fracción de limonita de bajo Mg (1) es sometida a lixiviación de ácido a presión (4), mientras se permite a las fracciones de la laterita de Mg mediano (7) y las fracciones de saprolita de alto Mg (9) del mineral, a pasar directamente a la etapa secundaria de lixiviación (18). Se puede añadir más ácido sulfúrico (3) directamente a la etapa secundaria de lixiviación.

El dibujo 4 es una modificación adicional en donde la fracción de limonita de bajo Mg del mineral (1), es sometida

113

a lixiviación de ácido a presión (4) mientras que el mineral con contenido mediano de Mg es sometido a una lixiviación preliminar a presión atmosférica (6) con ácido (3) a temperaturas por debajo del punto de ebullición del ácido (80°C a 105°C). La fracción de saprolita con alto contenido de Mg (9) es dirigida al proceso secundario de lixiviación atmosférica (20) en combinación con la lechada de lixiviación a alta presión y la lechada de la lixiviación preliminar atmosférica del mineral de laterita de Mg mediano.

EL dibujo 5 indica un proceso en donde la fracción de limonita de bajo Mg es sometida en una autoclave a una lixiviación de ácido a alta presión (4) siguiendo la adición de ácido sulfúrico (3) mientras ambas, la fracción de laterita de Mg mediano (7), y la fracción de saprolita de alto Mg (9) son tratadas a una lixiviación preliminar a presión atmosférica (12) con ácido sulfúrico (3) a temperaturas elevadas. Las descargas de las lechadas de presión alta y presión atmosférica son combinadas en una lixiviación secundaria atmosférica (24). El níquel y cobalto en solución, son recuperados por la separación de líquido / sólido de la lechada (21) seguido por un tratamiento adicional del líquido (23) y la remoción de hierro como goetita y/o hematita en forma sólida.

## EJEMPLOS

Ejemplo 1. Procesamiento de mineral, ensayo químico e investigación mineralógica

Se agitaron tres muestras de limonita en agua de chorro por 2 horas y se cribaron a 1 mm. Cualquier material de tamaño más grande fue molido a menos de 1 mm, en un molino de barras con agua que fue baja en iones de Na, K y  $\text{NH}_4$ . Dos muestras de saprolita fueron molidas en un molino de barra con agua que fue baja en iones de Na, K y  $\text{NH}_4$  a  $\text{P}_{80} < 75$  micrómetros y  $\text{P}_{100} < 650$  micrómetros. Las lechadas de limonita y saprolita fueron ajustadas a una concentración de sólidos de 30% por peso y 25% por peso respectivamente. La distribución de tamaños de partículas SG y PSD de los minerales fue medida con un instrumento Malvern y se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: SG y PSD de la minerales de alimentación

| Mineral de<br>alimentación | SG<br>g/ml | PSD                |                    |                    |
|----------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                            |            | P <sub>80</sub> μm | P <sub>50</sub> μm | P <sub>10</sub> μm |
| Limonita 1                 | 3.38       | 19.3               | 7.69               | 2.86               |
| Limonita 2                 | 3.52       | 20.7               | 8.63               | 3.14               |
| Limonita 3                 | 3.70       | 37.0               | 6.55               | 0.75               |
| Saprolita 1                | 2.77       | 52.0               | 11.9               | 0.76               |
| Saprolita 2                | 3.38       | 46.1               | 17.46              | 3.54               |

Los resultados de los ensayos químicos de las muestra de mineral están dadas en la Tabla 2.

Tabla 2: Análisis químico de muestras de laterita

| Muestra     | % Al | % Ca | % Co | % Cr | % Cu | % Fe  | % Mg  |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Limonita 1  | 1.80 | 0.02 | 0.15 | 1.90 | 0.01 | 37.80 | 4.90  |
| Limonita 2  | 2.00 | 0.04 | 0.18 | 2.20 | 0.01 | 41.50 | 2.70  |
| Limonita 3  | 0.91 | 0.31 | 0.08 | 0.31 | 0.01 | 25.20 | 5.20  |
| Saprolita 1 | 1.70 | 0.93 | 0.12 | 0.93 | 0.02 | 13.80 | 14.00 |
| Saprolita 2 | 0.73 | 0.13 | 0.12 | 0.95 | 0.01 | 16.10 | 12.40 |

Tabla 2: Análisis químico de muestras de laterita (cont.)

| Muestra     | % Mn | % Na | % Ni | % Pb | % S  | % Si  | % Zn |
|-------------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Limonita 1  | 0.85 | 0.00 | 1.60 | 0.00 | 0.17 | 7.5   | 0.03 |
| Limonita 2  | 0.95 | 0.03 | 1.60 | 0.00 | 0.17 | 5.80  | 0.03 |
| Limonita 3  | 0.35 | 1.80 | 2.30 | 0.00 | 0.17 | 15.30 | 0.00 |
| Saprolita 1 | 0.66 | 0.00 | 1.90 | 0.00 | 0.02 | 17.70 | 0.01 |
| Saprolita 2 | 0.38 | 0.06 | 2.40 | 0.00 | 0.03 | 18.10 | 0.01 |

Los resultados de la investigación de mineralogía de muestras de mineral son brevemente resumidos en la Tabla 3.

Tabla 3: Mineralogía

| Mineral     | Mayor mineral conteniendo Ni     |
|-------------|----------------------------------|
| Limonita 1  | Goetita                          |
| Limonita 2  | Goetita                          |
| Limonita 3  | Goetita                          |
| Saprolita 1 | Serpentina, garnierita           |
| Saprolita 2 | Serpentina, asbolana, nontronita |

117

Ejemplo 2: lixiviación a presión consecutiva con limonita 1 conteniendo 4.9 mg y lixiviación atmosférica con saprolita 2

914 gramos de 30.3 de lechada Limonita 1 (mostrada en el ejemplo 1) y 118 gramos de 98%  $H_2SO_4$  fueron añadidos a una autoclave de titanio de 2 litros. La lixiviación de presión en la autoclave agitada duró una hora (excluyendo el tiempo de calentamiento) a  $250^{\circ}C$  y 48 bar. Simultáneamente, 1101 gramos de lechada 25.2 % por peso saprolita 2 (mostrada en el ejemplo 1) y 159 gramos de 98%  $H_2SO_4$ , fueron combinados en un reactor de vidrio de 3 litros agitado y sometidos a lixiviación por 30 minutos a  $95^{\circ}C$  -  $104^{\circ}C$  y presión atmosférica. La saprolita fue calentada a  $60^{\circ}C$  antes de la adición del ácido. La acidez de la solución final de ambas, la lixiviación a presión con limonita y la lixiviación atmosférica con saprolita, fue 38.3 gramos por litro y 15.7 gramos por litro respectivamente. La lechada de presión fue transferida mientras era todavía caliente ( $\approx 90^{\circ}C$ ) al reactor de vidrio y mezclada con lechada de lixiviación de saprolita para continuar la lixiviación atmosférica y precipitación de hierro a una temperatura de  $95^{\circ}C$  a  $104^{\circ}C$  por 9.5 horas más. El ORP fue controlado en la gama de 523 - 605 mV (versus prueba AgCl), por la adición de una solución de bisulfito de litio que no causará la formación de jarosita. La

concentración de níquel y hierro en la solución después de la lixiviación atmosférica fue 4.0 y 3.2 g/l respectivamente. Se añadió lechada de piedra caliza (20% por peso, y preparada con agua baja en iones Na, K, y  $\text{NH}_4$ ) al reactor para alcanzar un pH de 2, manteniendo una temperatura de 85°C a 100°C por una hora, completando la precipitación de hierro. La concentración final de níquel y hierro en solución después de la etapa de la adición de piedra caliza fue 4.1 g/litro y 0.35 g/l respectivamente.

La tabla 4 ilustra las condiciones principales operativas y extracciones globales de níquel y cobalto. La investigación mineralógica del residuo final usando XRD/SEM/EDS indicó que la fase mayor y fase menor de la precipitación de hierro fue hematita y goetita respectivamente. No se encontró jarosita alguna en el residuo final.

Tabla 4: Condiciones operativas mayores y extracciones  
globales de Ni y Co

| Acido /<br>Limonita<br>(kg/t) | Acido /<br>Saprolita<br>(kg/t) | Limonita/Sapro-<br>lita-Proporción<br>Peso-t | Acido / Ext. Ni<br>mineral*<br>(kg/t) | Ext. Ni<br>% | Ext. Co<br>% |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|
| 419                           | 562                            | 1 : 1                                        | 490                                   | 82.5         | 86.7         |

\* limonita más saprolita

Ejemplo 3: lixiviación a presión consecutiva con limonita 2 conteniendo 2.7% mg y lixiviación atmosférica con saprolita 2

914 gramos de 30.5 de lechada Limonita 2 (mostrada en el ejemplo 1) y 104 gramos de 98% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fueron añadidos a una autoclave de titanio de 2 litros. La lixiviación de presión en la autoclave agitada duró una hora (excluyendo el tiempo de calentamiento) a 250°C y 48 bar. Simultáneamente, 1101 gramos de lechada 25.2 % por peso saprolita 2 (mostrada en el ejemplo 1) y 181 gramos de 98% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, fueron combinados en un reactor de vidrio de 3 litros agitado y sometidos a lixiviación por 30 minutos a 95°C - 104°C y presión atmosférica. La saprolita fue calentada a 60°C antes de la

120

adición del ácido. La acidez de la solución final de ambas, la lixiviación a presión con limonita y la lixiviación atmosférica con saprolita, fue 46.1 gramos por litro y 22.6 gramos por litro respectivamente. La lechada de presión fue transferida mientras era todavía caliente ( $\approx 90^{\circ}\text{C}$ ) al reactor de vidrio y mezclada con lechada de lixiviación de saprolita para continuar la lixiviación atmosférica y precipitación de hierro a una temperatura de  $95^{\circ}\text{C}$  a  $104^{\circ}\text{C}$  por 9.5 horas más. El ORP fue controlado en la gama de 552-621 mV (versus prueba AgCl), por la adición de una solución de bisulfito de litio que no causará la formación de jarosita. La concentración de níquel y hierro en la solución después de la lixiviación atmosférica fue 4.9 y 8.4 g/l respectivamente. Se añadió lechada de piedra caliza (20% por peso, y preparada con agua baja en iones Na, K, y  $\text{NH}_4$ ) para completar la precipitación de hierro. La lechada fue añadida lentamente al reactor para alcanzar un pH de meta de 2, a una temperatura de  $85^{\circ}\text{C}$  a  $100^{\circ}\text{C}$  por una hora, completando la precipitación de hierro. La concentración final de níquel y hierro en solución después de la etapa de la adición de piedra caliza fue 4.3 g/litro y 0.48 g/l respectivamente.

La tabla 5 ilustra las condiciones principales operativas y extracciones globales de níquel y cobalto. La investigación mineralógica del residuo final usando

124  
181

XRD/SEM/EDS indicó que la fase mayor y fase menor de la precipitación de hierro fue hematita y goetita respectivamente. No se encontró jarosita alguna en el residuo final.

Tabla 5: Condiciones operativas mayores y extracciones globales de Ni y Co

| Acido /<br>Limonita<br>(kg/t) | Acido /<br>Saprolita<br>(kg/t) | Limonita/Sapro-<br>lita-Proporción<br>Peso-t | Acido / Ext. Ni<br>mineral*<br>(kg/t) | Ext. Ni<br>% | Ext. Co<br>% |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|
| 369                           | 639                            | 1 : 1                                        | 505                                   | 86.7         | 86.4         |

\* limonita más saprolita

EJEMPLO 4: lixiviación a presión consecutiva con limonita 3 conteniendo 5.2% mg y lixiviación atmosférica con saprolita 1

923 gramos 29.09% por peso de lechada Limonita 3 (mostrada en el ejemplo 1) y 114 gramos de 98% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> fueron añadidos a una autoclave de titanio de 2 litros. La lixiviación de presión en la autoclave agitada duró una hora (excluyendo el tiempo de calentamiento) a 250°C y 48 bar. Simultáneamente, 1088 gramos de lechada 24.7 % por peso saprolita 1 (mostrada en el ejemplo 1) y 180 gramos de 98%

122  
122

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, fueron combinados en un reactor de vidrio de 3 litros agitado y sometidos a lixiviación por 30 minutos a 95°C - 104°C y presión atmosférica. La saprolita fue calentada a 60°C antes de la adición del ácido. La acidez de la solución final de ambas, la lixiviación a presión con limonita y la lixiviación atmosférica con saprolita, fue 36.3 gramos por litro y 16.7 gramos por litro respectivamente. La lechada de presión fue transferida mientras era todavía caliente (90°C) al reactor de vidrio y mezclada con lechada de lixiviación de saprolita para continuar la lixiviación atmosférica y precipitación de hierro a una temperatura de 95°C a 104°C por 9.5 horas más. El ORP fue controlado en la gama de 459 - 576 mV (versus prueba AgCl), por la adición de una solución de bisulfito de litio que no causará la formación de jarosita. La concentración de níquel y hierro en la solución después de la lixiviación atmosférica fue 4.3 y 1.7 g/l respectivamente. Se añadió lechada de piedra caliza (20% por peso, y preparada con agua baja en iones Na, K, y NH<sub>4</sub>) al reactor para alcanzar un pH de 2, manteniendo una temperatura de 85°C a 100°C por una hora, completando la precipitación de hierro. La concentración final de níquel y hierro en solución después de la etapa de la adición de piedra caliza fue 4.2 g/litro y 0.86 g/l respectivamente.

La tabla 6 ilustra las condiciones principales operativas y extracciones globales de níquel y cobalto. La investigación mineralógica del residuo final usando XRD/SEM/EDS indicó que la fase mayor y fase menor de la precipitación de hierro fue hematita y goetita respectivamente. No se encontró jarosita alguna en el residuo final.

Tabla 6: Condiciones operativas mayores y extracciones globales de Ni y Co

| Acido /<br>Limonita<br>(kg/t) | Acido /<br>Saprolita<br>(kg/t) | Limonita/Sapro-<br>lita-Proporción<br>Peso-t | Acido / Ext. Ni<br>mineral*<br>(kg/t) | Ext. Ni<br>% | Ext. Co<br>% |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------|--------------|
| 405                           | 656                            | 1 : 1                                        | 533                                   | 90.6         | 91.0         |

\*limonita más saprolita

La anterior descripción tiene el propósito de ser ilustrativa del englobamiento preferido de la presente invención. Se debe entender por los que conocen la técnica, que se pueden efectuar varias modificaciones y/o alteraciones sin desviarse del espíritu de la presente invención, que están todavía dentro del alcance de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la recuperación de níquel y cobalto de minerales de laterita portando níquel incluyendo los pasos de:

a) suministrando un mineral de laterita portando níquel y separando el mismo en su fracción de limonita de bajo magnesio y saprofitita de alto magnesio;

b) tratando la fracción de limonita en una solución de ácido en un primer paso de lixiviación a alta presión para producir una lechada de lixiviación primaria;

c) añadiendo la fracción de saprofitita a la lechada de lixiviación primaria para iniciar la precipitación de hierro como goetita y/o hematita, mientras que se desprende simultáneamente ácido adicional de la precipitación de hierro, para efectuar un paso secundario de lixiviación atmosférica, produciendo una lechada secundaria de lixiviación;

en donde todo el agua usada para preparar las lechadas de minerales y/o soluciones de ácido, tiene una composición iónica que evita sustancialmente la formación de jarosita.

2. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde las fracciones de minerales son primero preparadas como una

lechada antes de ser sometidas al proceso de lixiviación.

3. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la composición iónica del agua usada para preparar las lechadas de minerales y/o soluciones de ácido, contiene bajos niveles de los iones alcali metálicos, sodio, potasio y amoníaco.

4. Un proceso conforme reivindicación 1, incluyendo los pasos adicionales de:

d) parcialmente neutralizando la lechada secundaria de lixiviación para elevar el pH a ~~aproximadamente~~ 1.5 a 2.5 para completar sustancialmente la precipitación de hierro como goetita y/o hematita; y

e) elevando el pH de la lechada secundaria de lixiviación a ~~aproximadamente~~ 2.5 a 4.5 para precipitar otras impurezas.

5. Un proceso conforme reivindicación 4, en donde una lechada de carbonato de calcio o hidróxido, o una lechada de carbonato de magnesio u óxido, es usada para elevar el pH de la lechada secundaria de lixiviación.

6. Un proceso conforme reivindicación 5, en donde el agua usada para formar la lechada usada para elevar el pH de la lechada secundaria de lixiviación, contiene niveles

126  
426

bajos de los iones álcali metálicos, sodio, potasio y amoníaco.

7. Un proceso conforme reivindicación 6, en donde los niveles bajos de los iones álcali metálicos ~~son lo~~ ~~suficientemente bajos~~ así que suceden solamente niveles no significativos de precipitación de jarosita.
8. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la fracción de limonita contiene la cantidad iguala, o mayor del 15% de hierro e igual a, o mayor de, 6% de magnesio.
9. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la fracción de saprolita contiene la cantidad iguala, o mayor del 25% de hierro e igual a, o mayor de, 6% de magnesio.
10. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde el mineral de laterita portando níquel, incluye también una zona de transición de mineral teniendo un contenido de 5% a 7%.
11. Un proceso conforme reivindicación 10, en donde cualquier laterita de la zona de transición o material de mineral de oxidación, es procesado, o con la fracción de limonita en el paso primario de lixiviación a presión, procesado junto con la fracción de saprolita, o sometida a lixiviación por separado a presión

127  
127

atmosférica con la lechada resultante combinada con la lechada primaria de lixiviación en el paso secundario de lixiviación atmosférica.

12. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la fracción de limonita es sometida a una lixiviación de ácido a presión en una autoclave a temperaturas de 230°C a 270°C y una presión de 40 a 50 bar.
13. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la fracción de saprolita es primero sometida a un paso de lixiviación preliminar atmosférica por la adición de una solución de ácido para producir una lechada preliminar de lixiviación, que entonces es combinada con la lechada primaria de lixiviación.
14. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde el paso secundario de lixiviación atmosférica es realizado dentro de la gama de aproximadamente 80°C a 105°C.
15. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde ácido sulfúrico adicional es añadido durante el paso secundario de lixiviación atmosférica, para complementar el ácido desprendido durante la precipitación del hierro.
16. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la descarga de la lechada de presión, contiene ~~ácidos~~ libre ~~aita~~ que es contactada con la lechada de lixiviación de

la fracción de saprolita a presión atmosférica y a una temperatura por debajo del punto de ebullición del ácido.

17. Un proceso conforme reivindicación 16, en donde la temperatura de la descarga de la lechada de presión está en la gama de 80°C - 105°C.
18. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la hematita y/o goetita formada, es usada como una fuente de material de siembra concentrado para acelerar la precipitación de hematita y/o goetita a presión atmosférica.
19. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde el ácido usado en el paso primario de lixiviación a alta presión, es ácido sulfúrico concentrado.
20. Un proceso conforme reivindicación 1, en donde la lechada secundaria de lixiviación es sometida para establecer técnicas de separación de líquidos / sólidos con el fin de la recuperación de níquel y cobalto de la lechada.

134

**REPUBLICA DE COLOMBIA**  
**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**

Folio 133

2020

Bogotá D.C.,

Doctor(a)

CASTELLANOS ABONDANO MARGARITA

Apoderado(a) y/o Representante de

BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD

**REFERENCIA**

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| Radicación No.             | 07 93397          |
| Solicitud internacional    | PCT/AU2006/000186 |
| Fecha inicio fase nacional | 14/09/2007        |
| Trámite                    | 11                |
| Evento                     | 378               |
| Actuación                  | 416               |
| Oficio No.                 | 5536              |
| Folios                     | 1                 |

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), el Reglamento y la Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial.

Cumplase

Dado en Bogotá DC,

**25 FEB. 2008**

ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL

Jefe de la división de Nuevas Creaciones

adpa10