

PCT



Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones

10-159613
SOLICITUD DE

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

21. EXPEDIENTE No. _____



54. TITULO: **NEUTRALIZACION CON SAPROLITA DEL PROCESO DE LIXIVIACION EN PILA**

52. CLASIFICACION INTERNACIONAL: **C22B 23/06, C22B 23/00**

71. SOLICITANTE: **BHP BILLITON SSM DEVELOPMENT PTY LTD.**

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

74. APODERADO: **Dra. MARGARITA CASTELLANOS A.**

22. BOGOTA, D.C., 20 DIC. 2010

Cu
16-01-2010



PETIT

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-159613-00000-0000

Fecha: 2010-12-20 14:39:04
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 55

adicación

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTES
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL

SOLICITUD DE:

①

☒ Patente de Invención.

☐ Patente de Modelo de Utilidad.

☒ Capítulo I

☐ Capítulo II

②

SOLICITANTE (71)

Nombre: BHP BILLITON SSM
DEVELOPMENT PTY LTD.
Dirección: Level 33, Central Park
152-158 St Georges Terrace
Perth, Western Australia 6000
AUSTRALIA

Nacionalidad o Domicilio:
Perth, Western Australia
AUSTRALIA

Lugar de Constitución: AUSTRALIA

Teléfono: Fax:
E-mail:

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número Cual

③

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: MARGARITA CASTELLANOS A.

Dirección: CALLE 94A No. 7A-09

Teléfono: 756 07 70 Fax: 755 01 58

E-mail: info@castellanosyco.com

IDENTIFICACIÓN

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐
Cual

Número 39'779.654 TPA 70.819

④

INVENTOR (ES) (72)

HOUYUAN LIU
682 Pansy Place
Henderson, Nevada 89052
ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

ERIC GIRVAN ROCHE
39 Park Parade
Booragul, New South Wales 2284
AUSTRALIA

⑤

PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/AU2009/000758

Fecha 16/06/2009

Publicación Internacional No. WO 2009/152560 A1

Fecha 23/12/2009

⑥

Título (54)

NEUTRALIZACION CON SAPROLITA DEL PROCESO DE LIXIVIACION EN PILA

⑦

Clasificación Internacional (51)

C22B 3/06, C22B 23/00

⑧

Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

SI ☒ NO ☐

AU

16/06/2008

2008903045

⑨

Comprobante de pago No.

10-96,807 y 10-96,811

Fecha

Noviembre 16 de 2010

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

10 Anexos

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☒ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☒ Poderes, si fuere el caso, junto con la sustitución del mismo a mi favor
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos).
- ☐ Copia del examen preliminar internacional efectuado por la Autoridad Internacional de Examen Preliminar (IPEA).
- ☐ Traducción del examen preliminar internacional efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☐ De ser el caso, modificaciones efectuadas a la solicitud internacional.
- ☒ Otros: Tarjeta Propietario, Extracto para la publicación

11 FIGURA CARACTERISTICA:

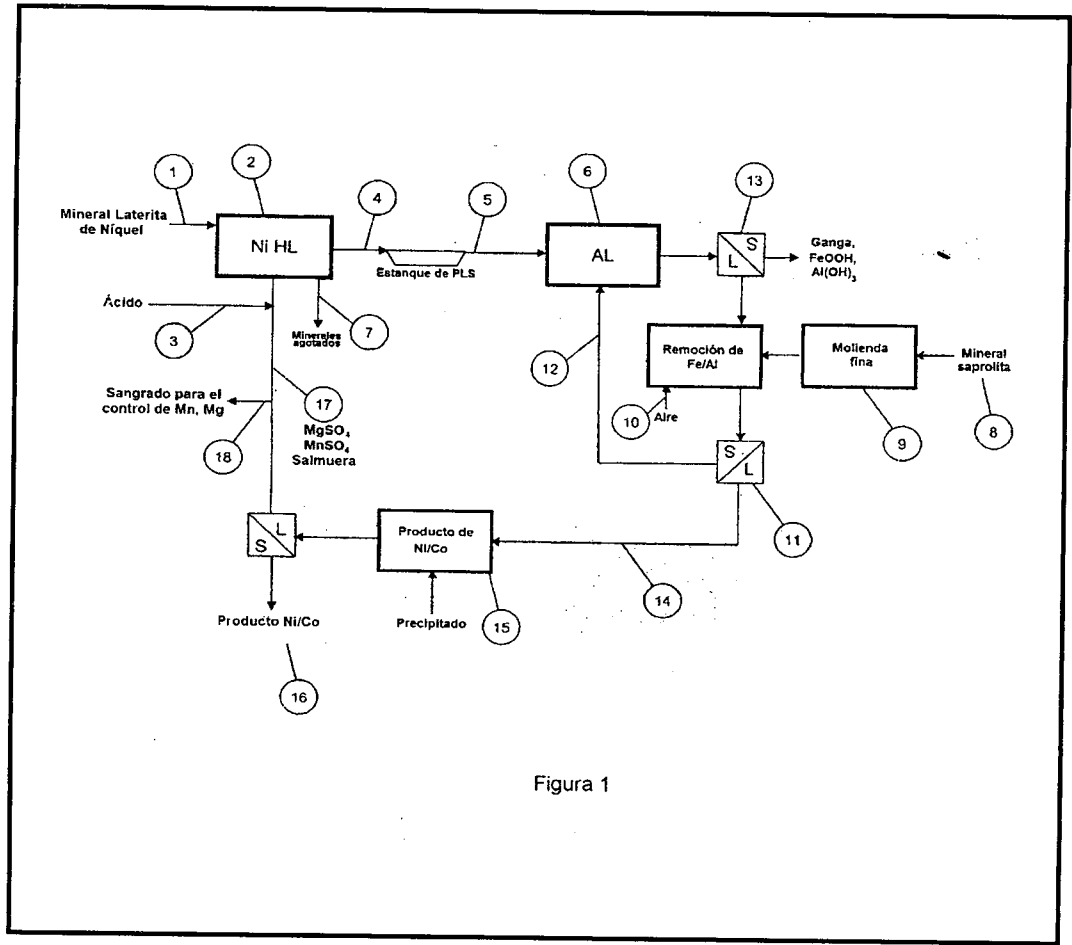


Figura 1

12 Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO

FIRMA: *Margarita Castellanos*
C.C. No. 39'779.654 Usaquén - TPA 70.819 C.S.J.

20 DIC. 2010

P2073

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800174029-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 96,807
FECHA : NOVIEMBRE 16 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-159613-00000-0000

Fecha: 2010-12-20 14:39:04
Tra. 11 PATENTEIYII
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 378 FASENACIONALI
Folios: 55

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
ALVARO CASTELLANOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	7461521	16/11/2010	19,355,600.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SDN: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

MIT : B00174089-2

CERTIFICACION DE EXCEDENTE : 10 - 96,811
FECHA : NOVIEMBRE 16 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-159613- -00000-0000

Fecha: 2010-12-20 14:39:04 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 55

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
ALVARO CASTELLANOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	7461521	16/11/2010	19,355,600.00

***** C O N C E P T O *****

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I	286,000.00
99	OTROS SERVICIOS ADMINISTRATIVOS	286,000.00
	TOTAL :	\$ 286,000.00

SON: DOSCIENTOS OCHENTA Y SEIS MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

ESTA CERTIFICACION DE EXCEDENTE DE PAGO SOLO PODRA SER UTILIZADA
COMO PARTE DE LA CANCELACION DE UNA TARIFA VIGENTE Y NO PODRA SER
SUSTITUIDA POR NINGUN RECIBO.

COLOMBIA

PODER

El (los)

BHP Billiton SSM Development Pty LtdDomiciliados en **Level 33, Central Park****152-158 St Georges Terrace****Perth, Western Australia, 6000**Nombran por el presente a **XIMENA CASTELLANOS A. y/o MARGARITA CASTELLANOS A.** abogadas con oficinas en la Calle 94A 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 fabrica, 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 **23 de Julio de 2008**en **Perth, Australia**

BHP Billiton SSM Development Pty Ltd
por **Chris Campbell**.

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

(Se requiere legalización consular o mediante apostilla)

POWER OF ATTORNEY

I (we) the undersigned

BHP Billiton SSM Development 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 /or MARGARITA CASTELLANOS A.** attorneys residing at Calle 94A 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 ensigns; its renewal, extension, recordal 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 **23rd** day of **July**, 2008

by

Executed for and on behalf of **BHP Billiton SSM Development Pty Ltd**

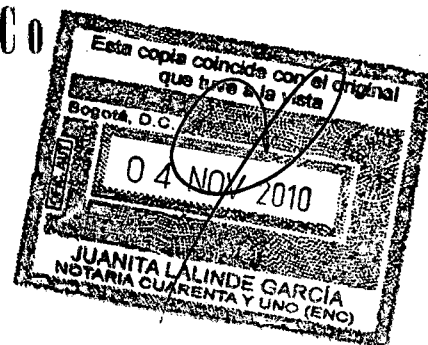
Name:

Chris Campbell

(Notary shall execute on the other side)

(Consular legalization or apostille is required)

CASTELLANOS & Co
INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM
CALLE 94 A No. 7 A - 09 / P.O. BOX 6349
PHONE (57 1) 610 7420 / FAX (57 1) 610 0706
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA
info@castellanosyco.com



COLOMBIA

CERTIFICADO NOTARIAL (Sociedad)

Hoy 23 de Julio del año 2008
compareció (eron) personalmente

CH CAMPBELL

a quienes conozco como la(s) personas que firma(n) en
representación de la Sociedad (Compañía) denominada

BHP Billiton SSM Development Pty Ltd

Certifico :

a) Que

BHP Billiton SSM Development Pty Ltd

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

Queensland

b) Que el domicilio de dicha Sociedad/Compañía es

Victoria.

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. CH CAMPBELL

esta autorizado para otorgar el presente poder. Lo anterior esta
probado por medio de los siguientes documentos, que certifico he
visto*

(Ciudad) PERTH

(Estado) WESTERN AUSTRALIA

Hoy 23 del Julio de 2008

(Notario Público)

*Los documentos debe identificarse con fecha y origen.

NOTARIAL CERTIFICATION (Corporation)

On this 23rd day of July of 2008
personally appeared

CM CAMPBELL

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

BHP Billiton SSM Development Pty Ltd

I certify:

a) That

AS ABOVE

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

QUEENSLAND

b) That the domicile of said Corporation/Company is

VICTORIA

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. CM CAMPBELL

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) WESTERN AUSTRALIA

this day 23rd of July of the year 2008

(Notary Public)

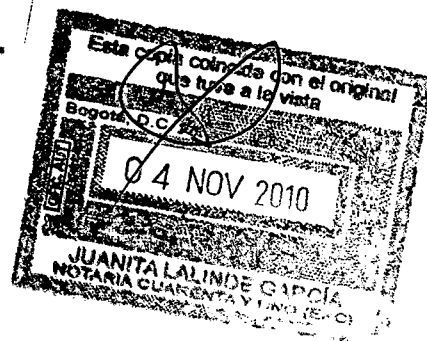
*Documents must be identified with date and origin.

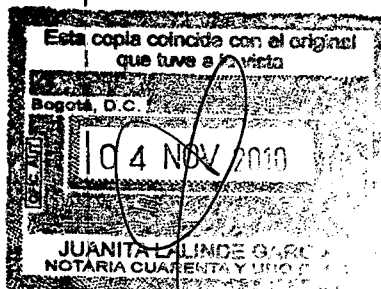
Nicholas Philip O'Hanlon Creed
Public Notary, Perth Western Australia

A legal practitioner who has held a practising certificate for at
least 2 years and who holds a current practising certificate.



CASTELLANOS & Co.
PROPERTY LAW FIRM
94 A No. 7 A - 09 / P.O. BOX 6349
(57 1) 610 7420 / FAX (57 1) 610 0706
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA
info@castellanosyco.com





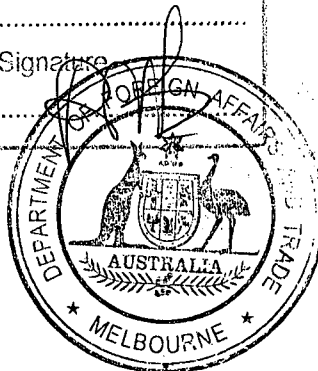
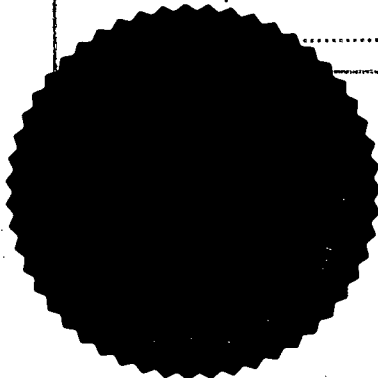
APOSTILLE

(Convention de La Haye du 5 octobre 1961)

1. Country: Australia
This public document
2. has been signed by N. O'HANLON CREED
3. acting in the capacity of NOTARY PUBLIC
4. bears the seal/stamp of NICHOLAS PHILIP
O'HANLON CREED NOTARY PUBLIC

Certified

5. at MELBOURNE
6. 30-07-2008
7. by RANU VATANA
8. No. M00023920
9. Seal/Stamp:
10. Signature



TRADUCCION OFICIAL No. 158-08, DE UN DOCUMENTO ESCRITO EN INGLÉS, SELLADO CON EL SELLO DEL SUSCRITO TRADUCTOR OFICIAL, HOY AGOSTO 6 DEL 2008, EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., REPUBLICA DE COLOMBIA.

PODER Y CERTIFICACIÓN NOTARIAL ESCRITOS EN ESPAÑOL.

FECHA: JULIO 23, 2008

FIRMA Y SELLO DE: NICHOLAS PHILIP O'HANLON CREED

NOTARIO PUBLICO- PERTH WESTERN, AUSTRALIA

PRACTICANTE LEGAL QUE TIENE CERTIFICADO DE EJERCICIO POR 2 AÑOS COMO MÍNIMO Y QUIEN TIENE UN CERTIFICADO ACTUAL DE EJERCICIO.

EN LA PARTE POSTERIOR DEL DOCUMENTO SE ENCUENTRA LO SIGUIENTE:

APOSTILLE

(CONVENCION DE LA HAYE DU 5 OCTOBRE 1961)

1.- PAIS: AUSTRALIA

ESTE DOCUMENTO PUBLICO

2.- HA SIDO FIRMADO POR: N.P. O'HANLON CREED

3.-ACTUANDO EN CAPACIDAD DE: NOTARIO PUBLICO

4.- LLEVA EL SELLO/ESTAMPILLA DE NICHOLAS PHILIP O'HANLON CREED- NOTARIO PUBLICO

CERTIFICADO

5.- EN: MELBOURNE 6. EN 30-07-2008

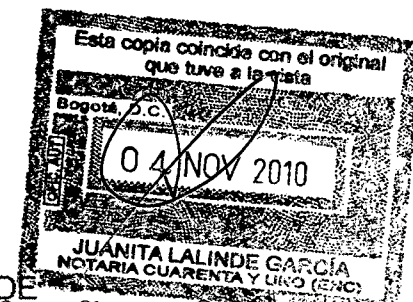
7.- POR RANU VATANA

8.- No. M000 23920

9.- FIRMA:

10.- FIRMA DE

DEPARTAMENTO DE RELACIONES EXTERIORES



Sergio Eustasio Latorre Mendoza
Traductor e Interpreté Oficial
Resol. No. 2839 Minjusticia 1991

Saprolite Neutralisation of Heap Leach Process

Introduction

5 The present invention relates to a heap leach process for leaching a nickeliferous laterite ore to recover nickel and/or cobalt. In particular, the present invention relates to a method of heap leaching the laterite ore wherein the saprolite fraction of the laterite ore is ground and used to neutralise the pregnant leach solution (PLS) from the heap leach process. Saprolite ore
10 includes alkaline minerals that are able to neutralise the PLS, leading to precipitation of iron present in the PLS. Under appropriate conditions aluminium may also be precipitated. Acid that is generated during the iron and aluminium precipitation is consumed by the saprolite and assists in leaching nickel and cobalt from it, hence maximising the use of acid in the process per
15 tonne of nickel leached.

In a particular embodiment of the invention there is an atmospheric leach circuit where partially leached saprolite is subjected to an atmospheric leach to complete the leaching of nickel and/or cobalt from the saprolite. At the same
20 time the precipitation of iron and aluminium is controlled during the atmospheric leach circuit by the addition of further saprolite.

Background of the Invention

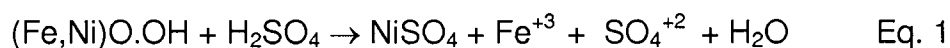
Laterite ores are potentially the world's largest source of nickel and cobalt. In
25 general, most deposits of nickel/cobalt laterites contain three major zones based on morphology, mineralogy and chemical composition. These three zones, from the base to the surface, atop weathered parent bedrock materials are the saprolite zone, the transition zone and the limonite zone. There is generally a large variation in total thickness of the laterite deposit, as well as
30 individual zone thickness.

The saprolite zone consists predominantly of "saprolitic serpentine" minerals and a large variety of nickel/magnesium silicate minerals. The weathering process, or "serpentinization" of the parent bedrock material is characterised by a decrease in the magnesium content and an increase in the iron content of the top layer of ore body. The resulting saprolite zone contains between 0.5% and 4% nickel and a higher magnesium content, which is normally over 6%wt.

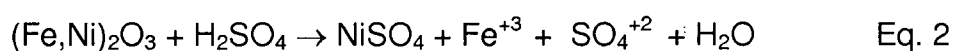
The not well defined transition zone is composed essentially of limonite and saprolite. It also commonly contains nickel in the range of from 1.0% to 3.0% with co-existing cobalt ranging from 0.08% up to 1% (associated with asbolane, a hydrated manganese oxide).

The limonite zone, located on the top zone of the lateritic ore body, contains nickel ranging from about 0.5% to 1.8% and consists of goethite-rich and/or hematite-rich ore, which is rich in iron and cobalt. It has a lower magnesium content than saprolitic type ore. Due to stronger weathering, limonitic ore contains dominantly fine and soft particles of goethite and/or hematite. Sometimes the weathering has not been fully completed and either the hematite or the goethite rich sections are not present. Alternatively, depending upon the climatic condition, the limonite zone will still contain residual iron/aluminium silicates, such as nickel-containing smectite, nontronite and chlorite. At atmospheric pressure and ambient temperature, the acidic leach of limonite is slow. The whole-ore dissolution reaction using sulfuric acid is shown as follows:

Limonite leach



Goethite



Hematite

The iron content of limonite ore is normally in the range of 25-45%wt which corresponds to 40-72%wt goethite (FeOOH) or 36-64%wt hematite (Fe_2O_3).

Consequently the dissolution of Ni-containing goethite or hematite of a limonitic heap causes the instability of a heap, such as severe volumic slumping or shrinkage, and poor irrigation permeability.

- 5 The less-weathered, coarse, siliceous and higher nickel content saprolites tend to be commercially treated by a pyrometallurgical process involving roasting and electrical smelting techniques to produce ferro nickel. The power requirements and high iron to nickel ore ratio for the lower nickel content limonite blends make this processing route too expensive. Limonite ores are
- 10 normally commercially treated by a combination of pyrometallurgical and hydrometallurgical processes, such as the High Pressure Acid Leach (HPAL) process, or the reduction roast - ammonium carbonate leach process.

- Acid leaching of saprolitic ore is rarely practised commercially for the reason
- 15 that a widely applicable process has not been developed for recovering the nickel from the leach solution in an economical and simple manner.

- While heap leaching copper ores is well known as a commercial operation, there are several differences between heap leaching of copper containing ores
- 20 that also contain some clay components, and the lateritic ores that have substantial fine and/or clay components. In addition, the acid consumption of laterite ore is ten-fold that of heap leaching copper ores.

- Heap leaching of nickeliferous oxidic ore has been proposed in recovery
- 25 processes for nickel and cobalt and is described, for example in U.S. Patents 5,571,308 and 6,312,500, both in the name of BHP Minerals International Inc.

- U.S. Patent 5,571,308 describes a process for heap leaching of high magnesium containing laterite ore such as saprolite. The patent points out
- 30 that the fine saprolite exhibits poor permeability, and as a solution to this, pelletisation or agglomeration of the ore is necessary to ensure distribution of the leach solution through the heap.

U.S. Patent 6,312,500 also describes a process for heap leaching of laterites to recover nickel, which is particularly effective for ores that have a significant clay component (greater than 10% by weight). This process includes sizing of the ore where necessary, forming pellets by contacting the ore with a lixiviant, and agglomerating. The pellets are formed into a heap and leached with sulfuric acid to extract the metal values. Sulfuric acid fortified seawater may be used as the leach solution.

International application PCT/AU2006/000606 (in the name of BHP Billiton SSM Technology Pty Ltd) also describes a process where nickeliferous oxidic ore is heap leached using an acid supplemented hypersaline water as the lixiviant with a total dissolved solids concentration greater than 30 g/L in order to leach the heap.

Heap leaching laterites offers the promise of a low capital cost process, eliminating the need for expensive and high maintenance, high pressure equipment required for conventional high pressure acid leach processes. These patents and applications exclude the processing of limonitic laterite for heap leach because, in addition to the low reactivity, the reaction mechanism of whole-ore dissolution shown in Eq.1 and 2 may lead to the collapse and/or poor permeability of the heap due to the dissolution of nickel containing goethite or hematite as outlined above.

Heap leaching of laterite nickel ore results in a solution containing nickel plus impurities such as iron and aluminium. Conventional processing requires that the iron and aluminium be precipitated before the nickel and cobalt are recovered. Typically, iron and aluminium are precipitated using limestone. This results in a slurry of iron and aluminium hydroxides together with gypsum.

The cost of limestone is not large, however it is an operating cost. The sulfate content of the gypsum by-product is derived from the original sulfuric acid added to the process. As the price of sulfur rises, better use of this acid content would reduce operating costs. Thus replacing the limestone for the

neutralisation duty has potential to save both the cost of the acid equivalent to the gypsum, and also the cost of the limestone used for the precipitation process.

- 5 The present invention aims to provide a process where a saprolite ore may be used to neutralise the PLS from a heap leach process.

It is a desired feature of the present invention to provide a process where iron and/or aluminium impurities are effectively precipitated from the PLS without
10 operating loss of sulfur through gypsum precipitation.

It is a further desired feature to better utilise the acid that is generated during the hydrolysis and precipitation of iron and/or aluminium, maximising the use of acid in the recovery of nickel and/or cobalt.

15 A reference herein to a patent document or other matter which is given as prior art is not to be taken as an admission that that document or matter was known or that the information it contains was part of the common general knowledge as at the priority date of any of the claims.

20

Brief Description of the Invention

Heap leaching of nickel and cobalt from laterite ores consumes acid and leads to a pregnant leach solution (PLS) that contains nickel, cobalt and other metals in solution such as iron and aluminium. Generally sulfuric or hydrochloric acid,
25 or acid supplemented sea water is used as the lixiviant in such processes. These metals will be in the form of sulfate salts where sulfuric acid is used to leach the heap. Traditionally, iron may be removed by adding limestone to the acidic PLS to neutralise the PLS to a pH of about 3 to precipitate the ferric iron as an iron oxide or hydroxide, such as goethite, jarosite, paragoethite,
30 natrojarosite or hematite. Aluminium is also precipitated by further neutralising the solution to a pH between about 3 to 5. Gypsum will be co-precipitated with the iron and/or aluminium.

The sulfate content of the gypsum by-product is derived from the original sulfuric acid added during the process. This represents an inefficient use of the acid in a nickel recovery process. The Applicants have found that limestone may be replaced for the neutralisation duty by using saprolitic ore, particularly finely ground saprolitic ore to neutralise the PLS from a heap leach process. Saprolite ores contain weakly alkaline minerals such as serpentine, which is a hydrated magnesium silicate.

The addition of saprolite enables the pH of the PLS from a heap leach process to be raised to between 0.5 and 3 in order to effectively precipitate iron, particularly as goethite, or jarosite if a jarosite precipitating ion such as sodium is present. Jarosite may be precipitated at a pH as low as 0.5, however goethite will tend to begin to precipitate above a pH of about 1.5. The iron may also be precipitated in other forms of iron oxides or hydroxides such as paragoethite, natrojarosite or even hematite with the addition of a hematite forming seed. At the same time, nickel and/or cobalt is leached from the serpentine component of a saprolitic ore with the acid liberated during the hydrolysis and precipitation of the iron. This results in a better use of the acid in the heap leach process as it avoids gypsum co-precipitation, and leaches the saprolite by utilising the available acid generated by the precipitation of iron.

Accordingly, in one embodiment, the invention resides in a heap leach process for the recovery of nickel and/or cobalt from a nickeliferous laterite ore, said process including the steps of:

- a) providing one or more heaps of a nickeliferous laterite ore;
- b) leaching the ore in a heap leach process by applying acid to one or more heaps to provide a pregnant leach solution;
- c) neutralising the pregnant leach solution with ground saprolite ore; and
- d) recovering the nickel and/or cobalt from the neutralised pregnant leach solution.

Following the heap leach process, the PLS is separated from the depleted ore and in a preferred embodiment, the PLS reports to an atmospheric leach circuit. The depleted ore may be discarded or recirculated to another heap for further processing.

5

Ground saprolite ore is added to the PLS to produce a neutralised PLS together with a solid residue. Preferably, the saprolite is finely ground. The ground saprolite may be added directly to the PLS following the heap leach process, or may be added to the leach solution that is derived from an atmospheric leach within the atmospheric leach circuit.

10

The acidic PLS from either the heap leach or atmospheric leach will partially leach the ground saprolite. Acid generated by the hydrolysis and precipitation of iron will also contribute to leaching the saprolite ore.

15

The solid residue, which includes partially leached saprolite, is separated from the neutralised PLS, and may be recycled to the atmospheric leach circuit step or to the heap leach step to complete leaching the partially leached saprolite.

20 The addition of the ground saprolite is sufficient to neutralise the acid content in the PLS so as to precipitate iron at a pH between about 0.5 to 3.5. Preferably, the iron is precipitated at a pH between about 1.0 to 1.8 as goethite, or jarosite if precipitated in the presence of a jarosite forming ion. Generally, a pH of at least 1.5 is needed to precipitate the iron as goethite.

25 The acid liberated by the iron precipitation during the hydrolysis and precipitation of the iron is consumed by the saprolite and leaches nickel and/or cobalt from it.

The precipitated iron may be separated from the PLS as solid residue, with any unreacted saprolite ore. The PLS from the heap leach process would generally also contain aluminium. In order to precipitate the aluminium, the pH of the PLS will need to be adjusted to be within the range between about 3 to 5 to precipitate the aluminium as aluminium hydroxide. In order to achieve this,

30

further saprolite may be added to the PLS from the atmospheric leach step after removal of the solid residue. If the ground saprolite includes sufficient carbonate, such as naturally occurring magnesite, siderite, dolomite and/or calcite, a pH of about 3 to 5 may be achieved, as these minerals are significantly more alkaline than the serpentine minerals of saprolite. Another alkali, such as limestone, may also be added to the PLS to supplement precipitation of aluminium and other impurities.

Hydrolysis and precipitation of the aluminium will also liberate further acid which is consumed by the carbonate values contained in the saprolite. In this case little or no nickel and cobalt can be expected to leach from the saprolite ore. However as the carbonate values would be the first to react with acid in conventional atmospheric or heap leaching, their use to precipitate aluminium constitutes a saving of acid, which would otherwise be consumed when the partly reacted saprolite is recycled to an atmospheric leach or heap leach step.

Aluminium is relatively sensitive to acid and may partially or completely redissolve if the pH is too low. It is therefore a balancing act to ensure that the aluminium is not redissolved during the iron precipitation step. Accordingly, it is a preferred embodiment to achieve separate precipitation of the iron and aluminium by first precipitating the iron at a pH of around 0.5 to 3.5; and then raising the pH to about 3 to 5 to precipitate the aluminium in a subsequent step. A build up of aluminium should not occur however, even if the pH is not raised sufficiently to precipitate the aluminium as aluminium hydroxide, as significant levels of the aluminium may be removed as a proportion of the aluminium will remain with the goethite and will eventually leave the circuit with the iron precipitate, provided that the pH of the PLS is such that the precipitated aluminium does not completely redissolve.

The PLS may also be oxidised to convert any ferrous ions present to ferric, to assist in precipitating the iron as an oxide or hydroxide such as goethite, paragoethite, jarosite, natrojarosite or hematite. The ferrous ions may be

oxidised by injecting air directly into the PLS. This may occur before or during either the iron or aluminium precipitation step.

5 The partially leached saprolite may be continuously recirculated to the atmospheric leach step in order to complete leaching of the added saprolite. Alternatively, the partially leached saprolite may also be recycled to the heap leach stage. The solid iron residue and/or aluminium hydroxide is precipitated and removed during the atmospheric leach circuit.

10 In order to improve reactivity of the saprolite, it is preferably finely ground to be of a particle size d_{80} of from $5\mu\text{m}$ to $40\mu\text{m}$. Preferably the saprolite ore is ground to be of a particle size of approximately d_{80} of $10\mu\text{m}$.

15 If the saprolite ore includes significant quantities of carbonate it may not need to be ground as finely, and may be ground to be a particle size of from d_{80} from $30\mu\text{m}$ to $150\mu\text{m}$. A preferred particle size of a saprolite that includes significant quantities of carbonate, would be in the order approximately $50\mu\text{m}$.

20 The nickel and/or cobalt may be recovered from the neutralised PLS by standard techniques such as a mixed hydroxide precipitation, for example by the addition of magnesia or another base; sulfide precipitation, for example by injecting hydrogen sulfide gas or another sulfide source; ion exchange or solvent extraction.

25 Once the nickel and/or cobalt has been recovered, the barren PLS may be recirculated to the heap leach process. The barren PLS is a relatively clean product, but it may have manganese and magnesium sulfates which may be bled from the solution prior to recirculating to the heap leach process.

30 **Summary of the Drawings**

Figure 1 illustrates a flowsheet of a preferred embodiment of the invention. It should be understood however, that this flowsheet is illustrative of a preferred

embodiment, and the process of the invention should not be considered to be limited thereto.

Detailed Description of the Invention

5 The detailed description of the invention will be described with reference to Figure 1. In this embodiment of the invention, a nickeliferous laterite ore (1) is formed into a heap (2) where the ore is leached by the addition of acid (3). Generally, the whole of the laterite ore is subjected to the heap leach however, as part of the saprolitic ore will be used for the neutralisation step, the heap
10 may be constructed from the limonite and any excess saprolite. The ore construction however is dependent upon the available ore and the availability of saprolite for the neutralisation step. Preferably the acid is sulfuric acid, but other acids such as hydrochloric may be used or acid supplemented sea water. The solution eluted from the heap leach is collected (4) with or without
15 recycling to give a pregnant leach solution (PLS) (5) which then reports to an atmospheric leach circuit (6). The spent ore (7) is sent to tailings, or may be recirculated to a secondary heap for further heap leach processing.

In the atmospheric leach circuit, saprolite ore (8) is added to the PLS. This
20 may be done initially to the PLS directly from the heap leach, or the PLS that is the result of the atmospheric leach circuit. The saprolite ore may be subjected to fine grinding (9), for example in a stirred mill. Additional heat may be added if required. Preferably, the temperature of the PLS may be raised to about 95°C for the saprolite addition.

25 The saprolite ore consumes the acid liberated during the hydrolysis and precipitation of iron during the atmospheric leach circuit, which acid is able to leach nickel and/or cobalt from the saprolite. The acidic PLS from either the heap leach or atmospheric leach also assists in leaching the saprolite. This
30 maximises the usage of acid in the leach process. Air (10) may be injected, together with the ground saprolite, to oxidise any ferrous ions to ferric ions to assist precipitation of iron. The iron may be precipitated as goethite, where fresh waters are used to form the slurries, or jarosite if saline waters are used

for the slurries or to supplement the acid. Hematite precipitation may also occur if a hematite seed is added during the leach or precipitation stages. Precipitation as jarosite has some advantage as it may be better for nickel extraction from the saprolite due to a lower operating pH. Jarosite may be precipitated at a pH as low as 0.5. It does however have the disadvantage that less acid is liberated therefore net acid consumption increases.

It has been found that finely grinding the saprolite ore increases the reactivity of the saprolite to enable it to be used to neutralise the PLS and to control the pH to a sufficient extent to precipitate both iron and aluminium from the PLS.

Saprolite ores contain weakly alkaline minerals such as serpentine, which is a hydrated magnesium silicate. Typically, a pH of 3 or lower is required to usefully leach serpentine. Once the saprolite is added to the PLS, and after sufficient time allowed for reaction, the resultant slurry is subjected to a solid/liquid separation step (11), and the resultant solid residue (12), which includes partially leached saprolite, is treated in the atmospheric leach step (6) at a pH of, for example 0.5 and 3.5, to further leach the nickeliferous serpentine while precipitating the ferric ions. Alternatively, the partially leached saprolite may be recycled to a heap leach step. Preferably, the atmospheric leach is carried out at a pH of about 1.0 to 1.8, where reasonable nickel leaching from the saprolite is obtained while the iron is precipitated as an iron oxide or hydroxide such as goethite or jarosite. Generally a pH of at least 1.5 is required to precipitate the iron as goethite. The acidic PLS (5) from the heap leach process, or the acidic PLS as part of the atmospheric leach circuit, is used as an acidic source together with the acid liberated during the iron precipitation in order to leach the saprolite.

Saprolite may also contain carbonate minerals, such as calcite, siderite, dolomite and magnesite, all of which are significantly more alkaline than serpentine. Therefore, it is possible to use the greater alkalinity of these minerals, which have a similar reactivity to limestone, to more effectively precipitate aluminium. A further alkali such as limestone may be added in

smaller quantities to assist in precipitating the aluminium and other impurities if required.

Aluminium requires a pH of about 3 to 5 in order to precipitate as aluminium hydroxide. During the aluminium precipitation, almost no nickel would be leached. It is therefore a preferable embodiment to include separate steps of iron precipitation at a pH of from 0.5 to 3.5 to precipitate part or all of the iron as an iron oxide or hydroxide and then control the pH by the addition of further saprolite, or saprolite that contains carbonate material, possibly supplemented by the addition of a further alkali, in order to precipitate the aluminium at a pH of 3 to 5 as aluminium hydroxide in the subsequent iron/aluminium removal step.

During the iron precipitation process, a coarser saprolite slurry may be used. Typically, the saprolite ore may be finely ground to be of a particle size d_{80} of from 5 μ m to 40 μ m with a preferred particle size of approximately d_{80} of 10 μ m.

If the saprolite ore includes sufficient carbonate, the ore may not need to be as finely ground. With the presence of carbonate, the ore may be ground to a particle size d_{80} of from 30 μ m to 150 μ m but preferably about 50 μ m.

The atmospheric leach step (6) substantially completes leaching the saprolite, together with precipitation of iron as an iron oxide or hydroxide such as goethite, paragoethite, jarosite, natrojarosite or hematite and/or aluminium as aluminium hydroxide. The discharge slurry from the atmospheric leach (6) is then subjected to a solid/liquid separation step (13), with the solid iron precipitate and aluminium hydroxide disposed of to tailings, and the acidic PLS neutralised with finely ground saprolite as discussed.

By this process, both aluminium and iron are precipitated from the PLS from the heap leach process. In a preferred embodiment the pH of the PLS is controlled to achieve precipitation of both iron as an iron oxide or hydroxide such as goethite or jarosite, and aluminium as aluminium hydroxide.

Aluminium hydroxide is relatively sensitive to acid and may redissolve if the pH is too low. Any aluminium hydroxide may partly or completely redissolve during the iron precipitation step if the pH is from about 0.5 to 2.5. Whereas it is preferred to have a circuit where aluminium is precipitated during the atmospheric leach step at a pH of from about 3 to 5 to achieve effective removal of the aluminium, it has been found however that the problem of any aluminium redissolving during the iron precipitation step is avoided in that sufficient aluminium remains in the iron precipitate, particularly goethite, to provide an outlet for the aluminium and eventually aluminium will leave the plant with the iron precipitate. It is therefore possible to remove a sufficient level of the aluminium while operating the atmospheric leach circuit at a pH of about 0.5 to 3.5, provided that the final pH is such that a part of the precipitated aluminium does not redissolve. This may be achieved by increasing the pH through the course of the atmospheric leach stage (6).

Following solid/liquid separation step (11), where partially leached saprolite, and iron and aluminium have been removed, the pregnant leach solution (14) then reports for nickel and/or cobalt recovery (15) where the nickel and/or cobalt may be recovered as a mixed hydroxide following the addition, for example of magnesia, or as a mixed sulfide using, for example hydrogen sulfide gas. Alternatively, the nickel and/or cobalt may be recovered by other standard processes such as ion exchange or solvent extraction.

The nickel and/or cobalt product (16) is recovered, while the barren solution (17) may be recirculated to the heap leach process. Any manganese and magnesium present in the barren solution may be controlled by bleeding the barren solution (18) before recirculating to the heap leach process.

The invention described herein is acceptable to variations, modification and/or additions other than those specifically described and it is to be understood that the invention includes such variations, modifications and/or additions which fall within the spirit and scope of the above Description.

CLAIMS:

1. A heap leach process for the recovery of nickel and/or cobalt from a laterite ore, said process including the steps of:
 - 5 a) providing one or more heaps of a nickeliferous laterite ore;
 - b) leaching the ore in a heap leach step by applying acid to one or more heaps to provide a pregnant leach solution;
 - c) neutralising the pregnant leach solution with ground saprolite ore; and
 - 10 d) recovering the nickel and/or cobalt from the neutralised pregnant leach solution.
2. A process according to claim 1 wherein the pregnant leach solution reports to an atmospheric leach circuit.
- 15 3. A process according to claim 2 wherein the ground saprolite ore is added either directly to the pregnant leach solution from the heap leach step, or to the pregnant leach solution from an intermediary atmospheric leach step, to produce a neutralised pregnant leach solution together with a
20 solid residue containing partially leached saprolite.
4. A process according to claim 3 wherein the solid residue containing partially leached saprolite, is separated from the neutralised pregnant leach solution and is recycled to the atmospheric leach circuit or to the
25 heap leach step to complete leaching of the saprolite
5. A process according to claim 4 wherein iron is precipitated as goethite, paragoethite, jarosite, natrojarosite, hematite or another iron oxide or hydroxide during the atmospheric leach circuit and the ground saprolite is
30 added in sufficient quantity to neutralise the acid liberated by the iron precipitation, while the acid leaches nickel and/or cobalt from the saprolite ore.

6. A process according to claim 5 wherein the addition of the ground saprolite is sufficient to neutralise the acid content in the product leach solution so as to precipitate iron as an iron oxide or hydroxide at a pH of from 0.5 to 3.5.
- 5
7. A process according to claim 5 wherein further ground saprolite is added to adjust the pH of the pregnant leach solution to a pH of from about 3 to 5 to precipitate aluminium as aluminium hydroxide.
- 10
8. A process according to claim 6 or 7 wherein ferrous ions are oxidised to ferric ions to assist in precipitating the iron as goethite or jarosite.
9. A process according to claim 8 wherein air is injected into the product leach solution to oxidise ferric ions to ferrous.
- 15
10. A process according to claim 9 wherein the ground saprolite includes sufficient carbonate to neutralise the acid content in the product leach solution sufficiently so as to precipitate substantially all iron as an iron oxide or hydroxide and all aluminium as aluminium hydroxide at a pH of from 3 to 5.
- 20
11. A process according to claim 9 wherein another alkali is added to the product leach solution to assist in completing precipitation of aluminium and other impurities.
- 25
12. A process according to claim 8 or 9 wherein the iron and aluminium are precipitated in separate atmospheric leach circuits.
13. A process according to claim 10 wherein the carbonate present in the saprolite comes from naturally occurring minerals including magnesite, siderite, dolomite and calcite.
- 30

14. A process according to claim 6 or 9 wherein iron is disposed of as goethite, paragoethite, jarosite, natrojarosite or hematite and aluminium disposed of as aluminium hydroxide following the atmospheric leach.
- 5 15. A process according to claim 6 wherein the saprolite ore is finely ground to be of a particle size d_{80} of from 5 μ m to 40 μ m.
16. A process according to claim 15 wherein the saprolite ore particle size is approximately d_{80} of 10 μ m.
- 10 17. A process according to claim 10 wherein the saprolite ore includes significant quantities of carbonate and is ground to a particle size d_{80} of from 30 μ m to 150 μ m.
- 15 18. A process according to claim 17 wherein the particle size of the ground saprolite ore is d_{80} of approximately 50 μ m.
19. A process according to claim 3 wherein nickel and/or cobalt are recovered from the neutralised product leach solution by mixed hydroxide precipitation, sulfide precipitation, ion exchange or solvent extraction.
- 20 20. A process according to claim 19 wherein following the nickel and/or cobalt recovery, the barren solution is recirculated to the heap leach process.
- 25 21. A process according to claim 1 wherein the saprolite is finely ground.
- 30

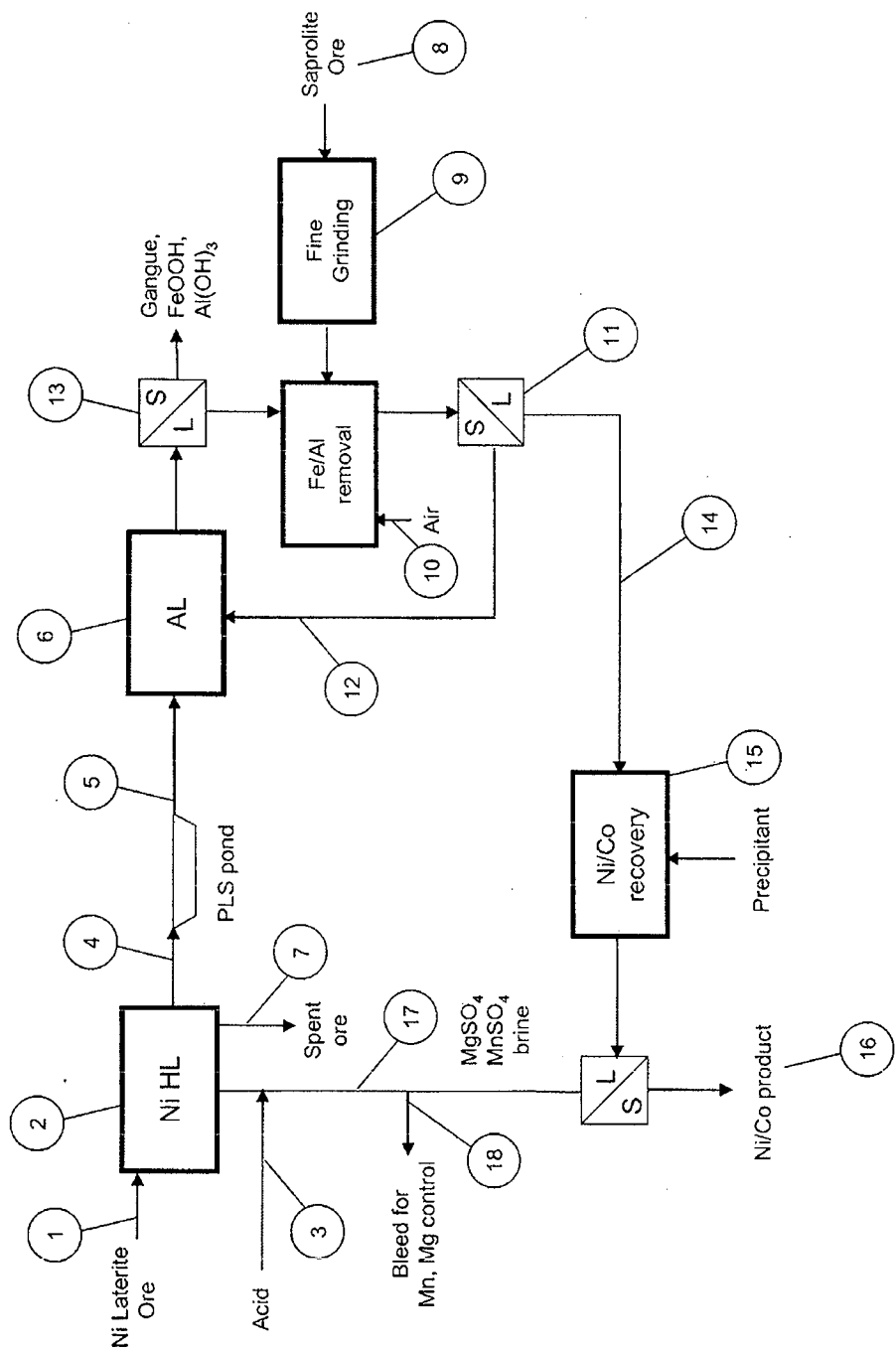


Figure 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2009/000758

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.

C22B 3/06 (2006.01)

C22B 23/00 (2006.01)

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)

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 practicable, search terms used)

DWPI - IPC: C22B 3/00, 3/06, 3/08, 3/10, 3/44, 23/00 and keywords (heap, saprolite+, laterit+, Ni, nickel+, Co, cobalt+ and like terms).

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 6312500 B1 (DUYVESTYEN et al) 6 November 2001 See: abstract, column 7 lines 1-5, column 8 lines 6-54, column 9 lines 16-40, As above	1-3, 19-21 4-6, 8, 14-18
X Y	US 5571308 A (DUYVESTYEN et al.) 5 November 1996 See: abstract, column 2 lines 22-29, column 5 lines 38-40, column 13 line 53 to column 14 line 2 As above, page 5 lines 40-63, Table 2	1-3, 19, 20 4-6, 8, 14-18
X Y	WO 2005/005671 A1 (BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD) 20 January 2005 See: page 3 line 28 to page 4 line 9, page 5 lines 25-35, page 6 lines 27-31, page 7 lines 10-13 As above	1-3, 19, 20 4-6, 8, 14-18
Y	WO 2006/000020 A1 (EUROPEAN NICKEL PLC) 5 January 2006 See page 4 lines 12-17	4-6, 8, 14-18

☒ 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

"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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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

"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)

"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

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"&" document member of the same patent family

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

Date of the actual completion of the international search
05 August 2009Date of mailing of the international search report
10 AUG 2009Name and mailing address of the ISA/AU
AUSTRALIAN PATENT OFFICE
PO BOX 200, WODEN ACT 2606, AUSTRALIA
E-mail address: pct@ipaustalia.gov.au
Facsimile No. +61 2 6283 7999Authorized officer
RHYS MUNZEL
AUSTRALIAN PATENT OFFICE
(ISO 9001 Quality Certified Service)
Telephone No : +61 3 9935 9623

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AU2009/000758

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/084335 A1 (BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD) 17 August 2006 See: page 3 line 26 to page 4 line 21, page 5 lines 11-15, For the Y indications any of: US 6312500, US 5571308 or WO 2005/005671 may be combined with WO 2006/000020	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/AU2009/000758

28

This Annex lists the known "A" publication level patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The Australian Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent Document Cited in Search Report			Patent Family Member			
US 6312500	AU	55204/01	AU	2006100869	AU	2008100922
	BR	0109795	CA	2404003	EP	1272680
	WO	2001075184	ZA	200207784		
US 5571308	AU	57310/96	BR	9609735	CA	2224218
	EP	0862659	MX	9800533	OA	10651
	WO	1997004139				
WO 2005005671	AU	2004256147	BR	PI0412696	CA	2532144
	CN	1823172	EC	SP066353	EP	1644541
	KR	20060052817	US	2007034056	ZA	200600652
WO 2006000020	AU	2005256141	EP	1769092	RU	2007102212
WO 2006084335	AU	2006212723	CA	2597440	CN	101133171
	EP	1851346	KR	20070107761	US	2008053276
Due to data integration issues this family listing may not include 10 digit Australian applications filed since May 2001.						
END OF ANNEX						

NEUTRALIZACIÓN CON SAPROLITA DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN EN PILA

Introducción.

5

La presente invención se refiere a un proceso de lixiviación en pila para lixiviar un mineral níquelífero de laterita para recuperar níquel y/o cobalto. En particular, la presente invención se refiere a un método de lixiviación en pila del mineral laterita en donde la fracción saprolita de la laterita se muele y se
10 usa para neutralizar la solución madre (PLS) del proceso de lixiviación en pila. El mineral saprolita incluye minerales alcalinos que pueden neutralizar la PLS, con lo que se precipita el hierro presente en la PLS. Bajo condiciones apropiadas también se puede precipitar el aluminio. El ácido que se genera durante la precipitación del hierro o el aluminio se consume por la saprolita y
15 ayuda en la lixiviación del níquel y el cobalto a partir de ella puesto que maximiza el uso del ácido en el proceso por tonelada de lixiviado de níquel.

En una implementación particular de la invención hay un circuito de lixiviación atmosférica en donde la saprolita lixiviada parcialmente se somete a una
20 lixiviación atmosférica para completar la lixiviación del níquel y/o el cobalto a partir de la saprolita. Al mismo tiempo se controla la precipitación del hierro y el aluminio en el circuito de lixiviación atmosférica mediante la adición de más saprolita.

25 **Antecedentes de la invención.**

Los minerales laterita son potencialmente la fuente de níquel y cobalto más grande del mundo. En general, la mayoría de los depósitos de lateritas níquel/cobalto contienen tres zonas principales con base en la morfología, la mineralogía y la composición química. Estas tres zonas desde la base hasta la superficie, por encima de los materiales del lecho de la roca madre erosionada son la zona de saprolita, la zona de transición y la zona de limonita. Generalmente hay una gran variación en el espesor total del depósito de laterita, así como también en el espesor individual de cada zona.

- 10 La zona de saprolita consiste predominantemente de minerales "serpentina saprolítica" y de una gran variedad de minerales silicato de níquel/magnesio. El proceso de erosión o "serpentinización" del material del lecho de roca madre, se caracteriza por una disminución en el contenido de magnesio y un aumento en el contenido de hierro de la capa superior del cuerpo del mineral.
- 15 La zona saprolita resultante contiene entre 0.5 % y 4% de níquel y un contenido de magnesio más alto, el cual normalmente está por encima de 6 % en peso.

La zona de transición, no bien definida, se compone esencialmente de limonita y saprolita. También contiene comúnmente níquel en el rango de 1.0% a 3.0 % en co-existencia con cobalto en el rango entre 0.08% hasta 1% (asociado con asbolano, un óxido hidratado de manganeso).

La zona limonita, localizada sobre la zona superior del cuerpo del mineral laterítico, contiene níquel en el rango de cerca de 0.5% a 1.8% y consiste de mineral rico en goetita y/o mineral rico en hematita, que es rico en hierro y cobalto. Esta tiene un contenido de magnesio más bajo que la del mineral

tipo saprolítico. Debido a la erosión más fuerte el mineral limonítico contiene predominantemente partículas finas y suaves de goetita y/o hematita. Algunas veces la erosión no se ha completado totalmente y no están presentes bien sea las secciones ricas en hematita o goetita.

- 5 Alternativamente dependiendo de la condición climática, la zona limonítica aún contiene silicatos de hierro/aluminio residuales, tales como la esmectita que contienen níquel, la nontronita y la clorita. La lixiviación ácida de la limonita, a presión atmosférica y temperatura ambiente es lenta. La reacción en disolución de todo el mineral utilizando ácido sulfúrico es la siguiente:

10

Lixiviación de limonita



Goetita.

15



Hematita.

- El contenido de hierro del mineral limonita normalmente está en el rango de
20 25 a 45% en peso el cual corresponde a 40-72% en peso de goetita (FeOOH) o 36-64 % en peso de hematita Fe₂O₃.

- En consecuencia la disolución de la goetita que contiene níquel o la hematita de una pila limonítica ocasiona la inestabilidad de la pila, tal como la caída o
25 contracción severa del volumen y la pobre permeabilidad de irrigación.

Las saprolitas menos erosionadas, gruesas, silíceas y con mayor contenido de níquel tienden a ser tratadas comercialmente por procesos pirometalúrgicos que involucran técnicas de tostado y fundición eléctrica para producir ferro níquel. Los requerimientos de energía y la alta relación de
5 hierro a níquel en el mineral para las mezclas limonita de más bajo contenido de níquel hacen que esta ruta de procesamiento sea muy costosa. Los minerales limonita normalmente se tratan comercialmente mediante procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos combinados tales como el proceso de lixiviación ácida a presión alta (HPAL) o el proceso de lixiviación por
10 reducción con tostado con carbonato de amonio.

La lixiviación ácida del mineral saprolítico raramente se practica comercialmente puesto que no se ha desarrollado un proceso ampliamente aplicable para la recuperación del níquel de la solución de lixiviación de una
15 manera simple y económica.

Mientras que la lixiviación en pila de los minerales de cobre es bien conocida como una operación comercial, hay varias diferencias entre la lixiviación en pila de los minerales que contienen cobre que también contienen algunos
20 componentes arcillosos y los minerales lateríticos que están sustancialmente libres de componentes finos y/o arcilla. Adicionalmente, el consumo de ácido del mineral laterita es diez veces mayor que el de la lixiviación en pila de los minerales de cobre.

25 La lixiviación en pila de los minerales oxídicos niquelíferos, se ha propuesto para los procesos de recuperación de níquel y cobalto y se describe, por

ejemplo en las patentes U.S. 5, 571, 308 y 6, 312, 500, ambas a nombre de BHP Minerals International Inc.

La patente U.S. 5, 571, 308 describe un proceso para la lixiviación en pila de mineral laterita con alto contenido de magnesio tal como saprolita. La patente
5 señala que la saprolita fina tiene pobre permeabilidad y para solucionar esto es necesario peletizar o aglomerar el mineral para asegurar la distribución de la solución de lixiviación a través de la pila.

10 La Patente U.S. 6, 312, 500 también describe un proceso para la lixiviación en pila de lateritas para recuperar níquel, que es particularmente efectivo para minerales que tienen un componente de arcilla significativo (mayor del 10 % en peso). Este proceso incluye acondicionar el mineral si es necesario, si es necesario formando pellets por contacto del mineral con un lixivante y
15 un aglomerante, los pellets se acomodan en una pila y se lixivian con ácido sulfúrico para extraer los valores de metal. Se puede usar como solución de lixiviación ácido sulfúrico fortificado con agua de mar.

La Solicitud internacional PCT/ AU2006/000606 (a nombre de BHP Billiton
20 SSM Technology Pty Ltd) también describe un proceso en donde el mineral oxidico niquelífero se lixivia en pila utilizando un ácido suplementado con agua hipersalina como el lixivante, con una concentración total de sólidos disueltos de 30 g/L con el propósito de lixiviar la pila.

25 Las lateritas que se lixivian en pila ofrecen la promesa de un proceso con bajos costos de capital, eliminan la necesidad de mantenimiento alto y costoso, y el equipo de presión alta requerido en los procesos

convencionales de lixiviación ácida a presión alta. Estas patentes y solicitudes excluyen el procesamiento de laterita limonítica de la lixiviación en pila, debido, en adición a la baja reactividad, a que el mecanismo de reacción de la disolución del mineral total mostrado en las Ec. 1 y 2 puede conducir al
5 colapso y/o a la pobre permeabilidad de la pila ocasionada por la disolución de la goetita que contiene níquel o la hematita como se describió anteriormente.

La lixiviación en pila del mineral laterita de níquel produce una solución que
10 contiene níquel más impurezas tales como hierro y aluminio. El procesamiento convencional requiere que el hierro y el aluminio se precipiten antes que se recuperen el níquel y el cobalto. Generalmente, el hierro y el aluminio se precipitan utilizando piedra caliza. Esto produce un lodo de hidróxidos de hierro y aluminio junto con yeso.

15

El costo de la cal viva no es muy alto, sin embargo es un costo de operación. El contenido de sulfato del subproducto yeso se deriva del ácido sulfúrico agregado al proceso. Como el precio del azufre aumenta, un mejor uso del ácido reduciría los costos de operación. Por lo tanto reemplazar lapiedra
20 caliza de la neutralización debe tener un potencial para ahorrar tanto el costo equivalente del ácido en el yeso y también el costo de la piedra caliza usada para el proceso de precipitación.

La presente invención tiene como objetivo proporcionar un proceso en el que
25 un mineral saprolita se puede usar para neutralizar la PLS de un proceso de lixiviación en pila.

Una característica deseada de la presente invención es proporcionar un proceso en donde las impurezas de hierro y/o aluminio se precipiten efectivamente de la PLS sin pérdidas de azufre en la operación por precipitación en el yeso.

5

Otra característica deseada es mejorar la utilización del ácido que se genera durante la hidrólisis y precipitación del hierro y/o el aluminio, maximizando el uso del ácido en la recuperación del níquel y/o el cobalto.

- 10 Una referencia en este documento a una patente u otra materia que se de en el arte previo no debe tomarse como una admisión que ese documento o materia eran conocidos o que la información que contienen era parte del conocimiento común general en la fecha de prioridad de cualquiera de las reivindicaciones.

15

Breve descripción de la invención.

- La lixiviación en pila de níquel y cobalto a partir de minerales laterita consume ácido y conduce a una solución de lixiviación madre (PLS) que
20 contiene níquel y cobalto y otros metales en solución tales como hierro y aluminio. Generalmente se usa como lixivante en tales procesos el ácido sulfúrico o el clorhídrico o el ácido suplementado con agua de mar. Estos metales estarán en forma de sulfato cuando se usa ácido sulfúrico para lixiviar la pila. Tradicionalmente, el hierro se puede remover adicionando
25 piedra caliza a la solución ácida PLS para neutralizar la PLS hasta un pH de ceca de 3 para precipitar el ion férrico como óxido o hidróxido de hierro, tal como goetita, jarosita, paragoetita, natrojarosita o hematita. El aluminio

también se puede precipitar neutralizando la solución hasta un pH entre cerca de 3 a 5. El yeso co-precipita con el hierro y/o el aluminio.

- El contenido de sulfato del subproducto yeso se deriva del ácido sulfúrico original agregado durante el proceso. Esto representa un uso ineficiente del ácido en un proceso de recuperación de níquel. Los solicitantes han encontrado que la piedra caliza se puede reemplazar en la tarea de neutralización por mineral saprolítico, particularmente mineral saprolítico finamente molido para neutralizar la PLS de un proceso de lixiviación en pila.
- 10 Los minerales saprolita contienen minerales débilmente alcalinos tal como serpentina que es un silicato de magnesio hidratado.

- La adición de saprolita permite que el pH de la PLS de un proceso de lixiviación en pila se eleve entre 0.5 y 3 con el propósito de precipitar efectivamente el hierro particularmente como goetita, o jarosita si está presente unión que precipite la jarosita, tal como el ion sodio. La jarosita se puede precipitar a un pH tan bajo como 0.5, sin embargo la goetita tiende a
- 15 empezar la precipitación a un pH por encima de cerca de 1.5. El hierro también puede precipitar en otras formas de óxidos o hidróxidos de hierro tales como paragoetita, natrojarosita, o aún hematita con la adición de una semilla que forme hematita. Al mismo tiempo, el níquel y/o el cobalto se lixivian del componente serpentina de un mineral saprolítico con el ácido liberado durante la hidrólisis y la precipitación del hierro. Esto conduce a un mejor uso del ácido en el proceso de lixiviación en pila y evita la co-
- 20 precipitación del yeso y lixivia la saprolita utilizando el ácido disponible generado por la precipitación del hierro.
- 25

De acuerdo con una implementación, la invención reside en un proceso de lixiviación en pila para la recuperación de níquel y/o cobalto de un mineral niquelífero laterita, dicho proceso incluye las etapas de:

- a) Proporcionar una o más pilas de mineral niquelífero laterita;
- 5 b) Lixiviar el mineral en un proceso de lixiviación en pila aplicando ácido a una o más pilas para proporcionar una solución madre de lixiviación;
- c) Neutralizar la solución madre de lixiviación con mineral saprolita molido, y
- d) Recuperar el níquel y/o cobalto de la solución madre de lixiviación
10 neutralizada.

Después del proceso de lixiviación, se separa la PLS del mineral agotado y en una implementación preferida, la PLS reporta a un circuito de lixiviación atmosférica. El mineral agotado se puede descartar o recircular a otra pila
15 para procesamiento adicional.

El mineral saprolita molido se agrega a la PLS para producir una PLS neutralizada junto con un residuo sólido. Preferiblemente, la saprolita se muele finamente. La saprolita molida se puede agregar directamente a la
20 PLS después del proceso de lixiviación en pila o se puede agregar a la solución de lixiviación que se deriva de una lixiviación atmosférica en el circuito de lixiviación atmosférica.

La PLS ácida bien sea de la lixiviación en pila o de la lixiviación atmosférica
25 se lixiviará parcialmente con saprolita molida. El ácido liberado por la hidrólisis y la precipitación del hierro también contribuirá a la lixiviación del mineral saprolita.

El residuo sólido, que incluye saprolita lixiviada parcialmente, se separa de la PLS neutralizada, y se puede reciclar a la etapa del circuito de lixiviación atmosférica o a la etapa de lixiviación en pila para completar la lixiviación de la saprolita lixiviada parcialmente.

5

La adición de saprolita molida es suficiente para neutralizar el contenido ácido en la PLS así como también para precipitar el hierro a pH entre cerca de 0.5 a 3.5. Preferiblemente el hierro se precipita a un pH entre cerca de 1.0 a 1.8 como goetita, o jarosita si precipita en presencia de un ion que
10 forme jarosita. Generalmente, se necesita un pH de por lo menos 1.5 para precipitar el hierro como goetita. El ácido liberado por la precipitación del hierro durante la hidrólisis y la precipitación del hierro se consume por la saprolita y lixivia el níquel y/o el cobalto de ésta.

15 El hierro precipitado se puede separar de la PLS como un residuo sólido, con el mineral saprolita que no reaccionó. La PLS del proceso de lixiviación en pila generalmente también puede contener aluminio. Con el propósito de precipitar el aluminio, el pH de la PLS necesita ser ajustado a en el rango entre cerca 3 a 5 para precipitar el aluminio como hidróxido de aluminio. Con
20 el objetivo de lograr esto, se puede agregar más saprolita a la PLS de la etapa de lixiviación atmosférica después de retirar el residuo sólido. Si la saprolita molida incluye suficiente carbonato, tal como la magnesita de ocurrencia natural, la siderita, la dolomita y/o la calcita, se puede alcanzar un pH de cerca de 3 a 5, ya que estos minerales son significativamente más
25 alcalinos que los minerales serpentina de la saprolita. También se puede agregar a la PLS otro álcali tal como piedra caliza para complementar la precipitación del aluminio y otras impurezas.

La hidrólisis y la precipitación del aluminio también liberarán más ácido que se consume por los valores de carbonato contenidos en la saprolita. En este caso se puede esperar que poco o nada de níquel y el cobalto se lixivien del material saprolita. Sin embargo como los valores de carbonato serían los primeros en reaccionar con el ácido en la lixiviación en pila o atmosférica convencional, su uso para precipitar aluminio constituye un ahorro de ácido, que de otra manera se consumiría cuando la saprolita que reaccionó parcialmente se recicla a una etapa de lixiviación atmosférica o en pila.

El aluminio es relativamente sensible al ácido y se puede redissolver parcialmente o completamente si el pH es demasiado bajo. Por lo tanto es necesario equilibrarlo para asegurar que no se redissuelva el aluminio durante la precipitación de hierro. En consecuencia, es una implementación preferida para lograr la precipitación separada del hierro y el aluminio, precipitar primero el hierro a un pH de cerca de 0.5 a 3.5, y luego elevar el pH a cerca de 3 a 5 para precipitar el aluminio en una etapa subsiguiente. Sin embargo no debe ocurrir formación de aluminio incluso si el pH no se eleva suficientemente para precipitar el aluminio como hidróxido de aluminio, los niveles significativos de aluminio se pueden remover como una proporción de aluminio que se mantendrá con la goetita y eventualmente dejará el circuito con el precipitado de hierro, a condición que el pH de la PLS sea tal que el aluminio precipitado no se redissuelva completamente.

La PLS también se puede oxidar para convertir cualquier ion ferroso presente en férrico, para ayudar en la precipitación del hierro como un óxido o hidróxido tal como goetita, paragoetita, jarosita, natrojarosita o hematita. Los iones ferrosos se oxidan mediante la inyección directa de aire en la PLS.

Esto puede ocurrir bien sea antes o durante la etapa de precipitación del hierro o del aluminio.

La saprolita lixiviada parcialmente se puede recircular continuamente a la
5 etapa de lixiviación atmosférica con el propósito de completar la lixiviación de la saprolita agregada. Alternativamente, la saprolita lixiviada parcialmente también se recicla a la etapa de lixiviación en pila. El residuo de hierro sólido y/o hidróxido de aluminio se precipita y se retira durante el circuito de lixiviación atmosférica.

10

Con el propósito de mejorar la reactividad de la saprolita, preferiblemente se muele finamente hasta alcanzar un tamaño de partícula d_{80} de $5\mu\text{m}$ a $40\mu\text{m}$. Preferiblemente el mineral saprolita se muele hasta un tamaño de partícula de aproximadamente d_{80} de $10\mu\text{m}$.

15

Si el mineral saprolita incluye cantidades significativas de carbonato puede no ser necesario moler finamente y se puede moler hasta un tamaño de partícula d_{80} de $30\mu\text{m}$ a $150\mu\text{m}$. Un tamaño de partícula preferido para la saprolita que incluye cantidades significativas de carbonato, estaría en el
20 orden de aproximadamente $50\mu\text{m}$.

El níquel y/o cobalto se puede recuperar de la PLS neutralizada por técnicas estándar tales como un precipitación de hidróxidos mezclados, por ejemplo, mediante la adición de magnesia u otra base, precipitación como sulfuros,
25 por ejemplo por inyección de gas sulfuro de hidrógeno u otra fuente de sulfuro, intercambio iónico o extracción con solvente.

Una vez se han recuperado el níquel y/o el cobalto, la PLS agotada se puede recircular al proceso de lixiviación en pila. La PLS agotada es un producto relativamente limpio, pero puede tener sulfatos de manganeso y magnesio que pueden ser sangrados de la solución antes de la recirculación al proceso de lixiviación en pila.

Resumen de los dibujos.

10

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo de una implementación preferida de la invención. Se debe entender, sin embargo, que este diagrama de flujo es ilustrativo de una implementación preferida, y no se debe considerar que el propósito de la invención se limite a este.

15

Descripción detallada de la invención.

La descripción detallada de la invención se hará con referencia a la Figura 1. En esta implementación de la invención el mineral niquelífero laterita (1) se acomoda en una pila (2) donde se lixivia el mineral por la adición de ácido (3). Generalmente, la totalidad del mineral laterita se somete a lixiviación en pila sin embargo, como parte del mineral saprolítico se usará para la etapa de neutralización, la pila se puede construir de limonita y algún exceso de saprolita. La construcción del mineral sin embargo depende del mineral disponible y de la disponibilidad de saprolita para el proceso de neutralización. Preferiblemente el ácido es ácido sulfúrico, pero se pueden usar otros ácidos como el clorhídrico suplementados con agua de mar. La

solución eluída de la pila de lixiviación se recoge (4) con o sin reciclar para dar una solución madre de lixiviación (PLS) (5) que luego se reporta al circuito de lixiviación atmosférica (6). El mineral agotado (7) se envía a los desechos o se puede recircular a una pila secundaria para otro proceso de
5 lixiviación en pila.

En el circuito de lixiviación atmosférica, el mineral saprolita (8) se agrega a la PLS. Esto se puede hacer inicialmente a la PLS directamente de la lixiviación en pila, o a la PLS que resulta del circuito de lixiviación
10 atmosférica. El mineral saprolita se puede someter a molienda fina (9), por ejemplo en un molino con agitación. Se puede poner calentamiento adicional si se requiere. Preferiblemente, la temperatura de la PLS se puede elevar a cerca de 95 °C para la adición de la saprolita.

15 El mineral saprolita consume el ácido liberado durante la hidrólisis y precipitación del hierro en el circuito de lixiviación atmosférica, en el cual el ácido lixivia el níquel y/o cobalto a partir de la saprolita. La PLS ácida ya sea de la lixiviación en pila o de la lixiviación atmosférica también ayuda en la lixiviación de la saprolita. Esto maximiza el uso del ácido en el proceso de
20 lixiviación. Se puede inyectar aire(10) junto con la saprolita molida, para oxidar cualquier ion ferroso a ion férrico para ayudar a la precipitación del hierro. El hierro se puede precipitar como goetita, cuando se usa agua fresca para formar los lodos, o jarosita si se usa agua salina para los lodos o para suplementar el ácido. También puede ocurrir precipitación de hematita si se
25 agrega una semilla de hematita durante las etapas de lixiviación o de precipitación. La precipitación como jarosita tiene algunas ventajas como ser mejor para la extracción de níquel de la saprolita debido a un pH más bajo de

operación. La jarosita se puede precipitar a pH tan bajo como 0.5. Esto sin embargo, tiene la desventaja que se libera menos ácido por lo tanto el consumo neto de ácido se aumenta.

- 5 Se encontró que el mineral de saprolita finamente molido incrementa la reactividad de la saprolita y permite su uso para neutralizar la PLS y para controlar el pH en un grado suficiente para precipitar tanto el hierro como el aluminio de la PLS.
- 10 Los minerales de saprolita contienen minerales débilmente alcalinos tales como serpentina, que es un silicato de magnesio hidratado. Típicamente, se requiere un pH de 3 o más bajo para utilizar la serpentina lixiviada. Una vez se agrega la saprolita a la PLS, y después de permitir el tiempo suficiente para la reacción, el lodo resultante se somete a una etapa de separación
- 15 sólido/líquido (11), y el residuo sólido resultante (12), que incluye saprolita lixiviada parcialmente se trata en la etapa de lixiviación atmosférica (6) a un pH, de por ejemplo, 0.5 y 3.5 para lixiviar la serpentina níquelífera a la vez que se precipitan los iones férricos. Alternativamente, la saprolita lixiviada parcialmente se puede reciclar a la etapa de lixiviación en pila.
- 20 Preferiblemente, la lixiviación atmosférica se lleva a cabo a un pH de cerca de 1.0 a 1.8, en donde se obtiene lixiviación razonable de níquel de la saprolita a la vez que se precipita el hierro como un óxido o hidróxido de hierro tal como goetita o jarosita. Generalmente se requiere de un pH de al menos 1.5 para precipitar el hierro como goetita. La PLS ácida (5) del
- 25 proceso de lixiviación en pila, o la PLS ácida como parte del circuito de lixiviación atmosférica se usan como una fuente ácida junto con el ácido

liberado durante la precipitación del hierro con el propósito de lixiviar la saprolita.

La saprolita también puede contener minerales carbonato, tales como calcita, siderita, dolomita y magnesita, todos los cuales son significativamente más alcalinos que la serpentina. Por lo tanto, es posible usar la mayor alcalinidad de estos minerales que tienen una reactividad similar a la piedra caliza, para mayor efectividad en la precipitación de aluminio. Se puede agregar un álcali adicional tal como piedra caliza en cantidades más pequeñas para ayudar en la precipitación de aluminio y otras impurezas, si se requiere.

El aluminio requiere un pH de cerca de 3 a 5 con el propósito de precipitarlo como hidróxido de aluminio. Durante la precipitación del aluminio, casi nada de níquel se lixivia. Por lo tanto una implementación preferible incluye etapas separadas para la precipitación de hierro a un pH de 0.5 a 3.5 para precipitar parte o todo el hierro como óxido o hidróxido de hierro y luego controlar el pH mediante la adición de más saprolita, o saprolita que contiene material de carbonato, posiblemente suplementado por la adición de otro álcali, con el propósito de precipitar el aluminio a pH de 3 a 5 como hidróxido de aluminio en la etapa subsiguiente de remoción de hierro/aluminio.

Durante el proceso de precipitación del hierro, se puede usar un lodo de saprolita más gruesa. Típicamente, el mineral de la saprolita se puede moler finamente para que sea de un tamaño de partícula d_{80} de entre 5 μm a 40 μm con un tamaño preferido de partícula de aproximadamente d_{80} de 10 μm .

Si el mineral saprolita incluye suficiente carbonato, no es necesario que este finamente molido. Con la presencia de carbonato, el mineral se puede moler a un tamaño de partícula d_{80} 30 μm a 150 μm .

5 La etapa de lixiviación atmosférica(6) completa sustancialmente la lixiviación de la saprolita, junto con la precipitación del hierro como óxido o hidróxido de hierro tal como goetita, paragoetita, jarosita, natrpojarosita o hematita y/o aluminio como hidróxido de aluminio. El lodo descargado de la lixiviación atmosférica (6) se somete luego a una etapa de separación sólido/líquido
10 (13), con el precipitado de hierro sólido y el hidróxido de aluminio dispuesto en los desechos y la PLS neutralizada con saprolita finamente molida como se discutió.

15 Por este proceso, tanto el aluminio como el hierro se precipitan de la PLS del proceso de lixiviación en pila. En una implementación preferida el pH de la PLS se controla para alcanzar la precipitación tanto del hierro como un óxido o hidróxido tal como goetita o jarosita y el aluminio como hidróxido de aluminio.

20

El hidróxido de aluminio es relativamente sensible al ácido y se puede redissolver si el pH es demasiado bajo. Cualquier hidróxido de aluminio se puede redissolver parcialmente o completamente durante la etapa de precipitación de hierro si el pH está entre cerca de 0.5 a 2.5. Mientras que se
25 prefiere tener un circuito donde el aluminio se precipite durante la etapa de lixiviación atmosférica a un pH de cerca de 3 a 5 para alcanzar la remoción efectiva del aluminio, sin embargo se ha encontrado que el problema de

cualquier aluminio redissuelto durante la etapa de precipitación se evita puesto que permanece suficiente aluminio en el precipitado de hierro, particularmente goetita, para proporcionar una salida para el aluminio y eventualmente el aluminio dejará la planta con el precipitado de hierro. Por lo tanto es posible retirar un nivel de aluminio a la vez que el circuito de lixiviación atmosférica opera a un pH de cerca de 0.5 a 3.5 con la condición que el pH final sea tal que una parte del aluminio precipitado no se redissuelva. Esto se puede lograr incrementando el pH a través del curso de la etapa de lixiviación atmosférica (6).

10

Siguiente a la etapa de separación sólido/líquido (11), en donde la saprolita lixiviada parcialmente y el aluminio y el hierro se han retirado, la solución madre de lixiviación (14) se reporta luego para la recuperación de níquel y/o cobalto (15) en donde el níquel y/o el cobalto se pueden recuperar como un hidróxido mezclado después de la adición, por ejemplo de magnesia, o como una mezcla de sulfuros utilizando, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno gaseoso. Alternativamente, el níquel y/o el cobalto se pueden recuperar por otros procesos estándar tal como intercambio iónico o extracción con solvente.

20

El producto de Ni y/o cobalto (16) se recupera a la vez que la solución agotada (17) se puede recircular al proceso de lixiviación en pila. Cualquier magnesio o manganeso presentes en la solución agotada se pueden controlar mediante el sangrado de la solución agotada (18) antes de recircularla al proceso de lixiviación en pila.

25

La invención descrita en este documento puede aceptar variaciones, modificaciones y/o adiciones diferentes de aquellas descritas específicamente y se debe entender que la invención incluye tales variaciones, modificaciones y/o adiciones que caen dentro del espíritu y
5 alcance de la descripción anterior.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de lixiviación para la recuperación de níquel y/o cobalto a partir de un mineral laterita, dicho proceso incluye las etapas de:
 - 5 a) Proporcionar una o más pilas de mineral niquelífero laterita;
 - b) Lixiviar el mineral en un proceso de lixiviación en pila aplicando ácido a una o más pilas para proporcionar una solución madre de lixiviación;
 - c) Neutralizar la solución madre de lixiviación con mineral saprolita
10 molido, y
 - d) Recuperar el níquel y/o cobalto de la solución madre de lixiviación neutralizada.
2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la solución
15 madre de lixiviación se reporta a un circuito de lixiviación atmosférica.
3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 2 en donde el mineral saprolita molido se agrega bien sea directamente a la solución madre de lixiviación de la etapa de lixiviación en pila o a la solución madre de lixiviación
20 de una etapa de lixiviación atmosférica intermediaria, para producir una solución madre de lixiviación neutralizada junto con un residuo sólido que contiene saprolita lixiviada parcialmente.
4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3 en donde el residuo
25 sólido que contiene saprolita lixiviada parcialmente, se separa de la solución madre de lixiviación neutralizada y se recicla al circuito de lixiviación

atmosférica o a la etapa de lixiviación en pila para completar la lixiviación de la saprolita.

5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 4 en donde el hierro se precipita como goetita, paragoetita, jarosita, natrojarosita, hematita u otro óxido o hidróxido de hierro durante el circuito de lixiviación atmosférica y la saprolita molida se agrega en cantidad suficiente para neutralizar el ácido liberado por la precipitación del hierro, a la vez que el ácido lixivia el níquel y/o el cobalto del mineral saprolita.

10

6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5 en donde la adición de la saprolita molida es suficiente para neutralizar el contenido de ácido en la solución de lixiviación producto de tal manera que precipita el hierro, como un óxido o hidróxido de hierro a un pH de 0.5 a 3.5.

15

7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5 en donde además se agrega saprolita molida para ajustar el pH de la solución madre de lixiviación a un pH de cerca de 3 a 5 para precipitar el aluminio como hidróxido de aluminio.

20

8. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 en donde los iones ferrosos se oxidan a iones férricos para ayudar en la precipitación del hierro como goetita o jarosita.

9. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8 en donde se inyecta aire en la solución de lixiviación producto para oxidar los iones ferrosos a férricos.

10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde la saprolita molida incluye carbonato suficiente para neutralizar el contenido de ácido en la solución de lixiviación producto suficientemente de tal manera que sustancialmente precipita todo el hierro como óxido o hidróxido de hierro y todo el aluminio como hidróxido de aluminio a un pH de 3 a 5.

11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde se agrega otro álcali a la solución de lixiviación producto para ayudar a la precipitación completa del aluminio y otras impurezas.

10

12. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8 o 9 en donde el hierro y el aluminio se precipitan en circuitos separados de lixiviación.

13. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 10 en donde el carbonato presente en la saprolita viene de minerales de ocurrencia natural que incluyen magnesita, siderita, dolomita y calcita.

14. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 o 9 en donde el hierro, se dispone como goetita, paragoetita, jarosita, natrojarosita o hematita y el aluminio se dispone como hidróxido de aluminio después de la lixiviación atmosférica.

15. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 en donde el mineral saprolita se muele finamente para que tenga un tamaño de partícula d_{80} de 5 μm a 40 μm .

16. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 15 en donde el tamaño de partícula del mineral saprolita es aproximadamente d_{80} de 10 μm .

17. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 10 en donde el mineral saprolita incluye cantidades significativas de carbonato y se muele hasta un tamaño de partículad₈₀ de 30 µm a 150 µm.

5 18. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 17 en donde el tamaño de partícula de la saprolita molida d₈₀es de aproximadamente 50µm.

19. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3 en donde el níquel y/o cobalto se recuperan de la solución de lixiviación producto neutralizada por
10 precipitación de hidróxidos mezclados, precipitación de sulfuros, intercambio iónico o extracción con solvente.

20. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 19 en donde siguiente a la recuperación de níquel y/o cobalto, la solución agotada se recircula al
15 proceso de lixiviación en pila.

21. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la saprolita se muele finamente.

RESUMEN

Un proceso de lixiviación en pila para la recuperación de níquel y/o cobalto a partir de un mineral laterita, dicho proceso incluye las etapas de: a) proporcionar una o más pilas de mineral niquelífero laterita; b) lixiviar el mineral en un proceso de lixiviación en pila aplicando ácido a una o más pilas para proporcionar una solución madre de lixiviación; c) neutralizar la solución madre de lixiviación con mineral saprolita molido, y d) recuperar el níquel y/o cobalto de la solución madre de lixiviación neutralizada.

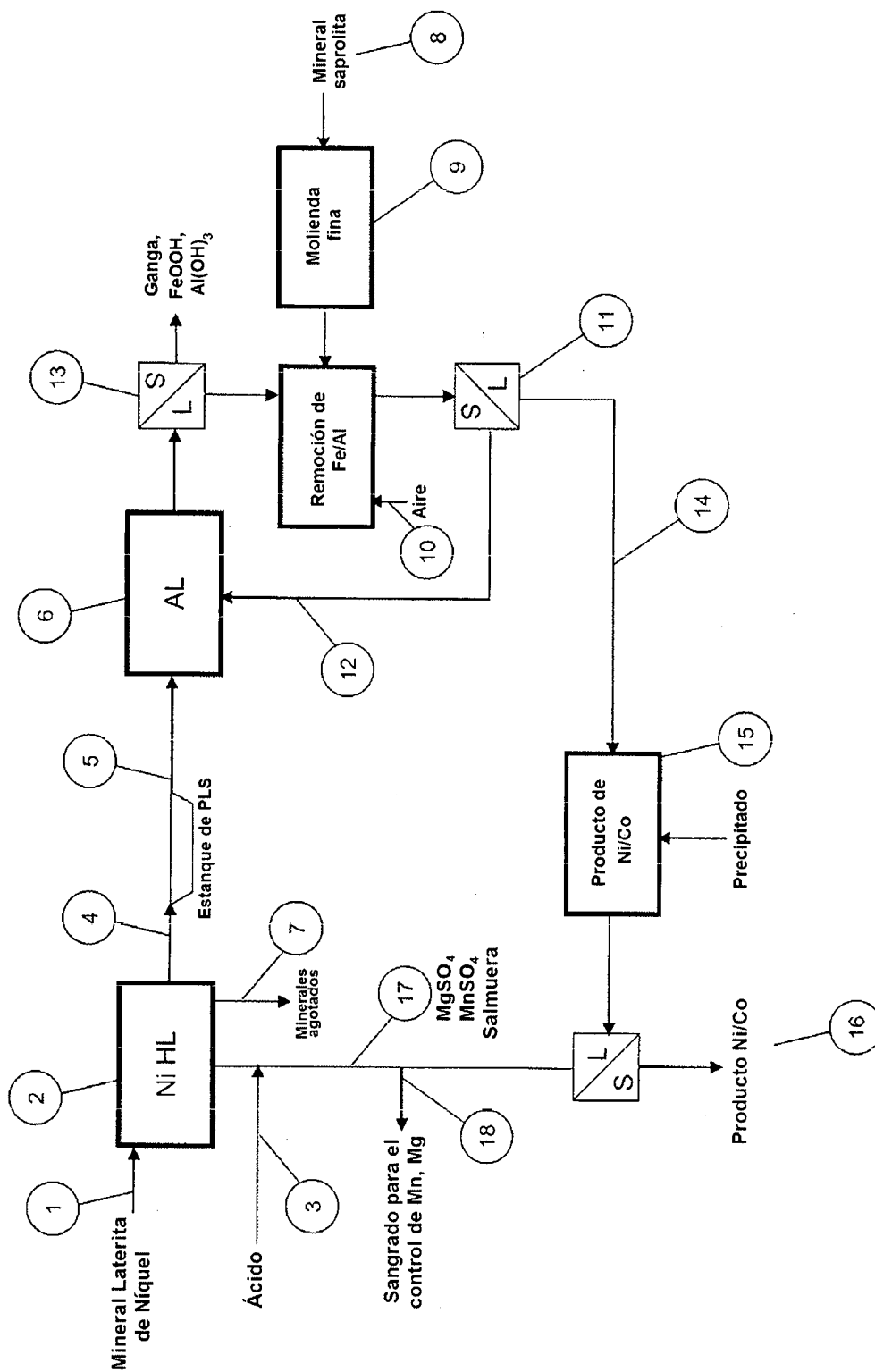


Figura 1



Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES
TARJETA ARCHIVO PROPIETARIOS

PATENTE DE INVENCION PCT X MODELO DE UTILIDAD DISEÑO INDUSTRIAL

(21) N° de solicitud:

(22) Fecha de solicitud:

(51) Clasificación Internacional :

(71) Solicitante(s) **BHP BILLITON SSM DEVELOPMENT PTY LTD**

(72) Inventor(es) **HOUYUAN LIU, ERIC GIRVAN ROCHE**

(74) Apoderado: **DRA. MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**

(30) Prioridad

(31) No. Prioridad
2008903045

32)

Fecha
16/06/2008

(33) País
AU

(85) Fecha inicio fase nacional:

(87) Publicación internacional

(86) Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT

Fecha: **23/12/2009**

Fecha de presentación de la solicitud: **16/06/2009**

N° publicación: **WO 2009/152560 A1**

No. de solicitud **PCT/AU2009/000758**

(54) Título: **NEUTRALIZACION CON SAPROLITA DEL PROCESO DE LIXIVIACION EN PILA**

(21) N° de solicitud:		(51) Int. Cl.:	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) BHP BILLITON SSM DEVELOPMENT PTY LTD.	
(30) Prioridad	(31) N° Prioridad 2008903045	32) Fecha 16/06/2008	(33) País AU
		(72) Inventor(es) HOUYUAN LIU ERIC GIRVAN ROCHE	
		(74) Apoderado: MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO	
(85)	Fecha limite inicio fase nacional:		(87) Publicación internacional
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 23/12/2009
	Fecha de presentación de la solicitud: 16/06/2009		N° publicación: WO 2009/152560 A1
	N° de solicitud PCT/AU2009/000758		
(54) Título: NEUTRALIZACION CON SAPROLITA DEL PROCESO DE LIXIVIACION EN PILA			

Reivindicación(es):

1. Un proceso de lixiviación para la recuperación de níquel y/o cobalto a partir de un mineral laterita, dicho proceso incluye las etapas de:

- Proporcionar una o más pilas de mineral niquelífero laterita;
- Lixiviar el mineral en un proceso de lixiviación en pila aplicando ácido a una o más pilas para proporcionar una solución madre de lixiviación;
- Neutralizar la solución madre de lixiviación con mineral saprolita molido, y
- Recuperar el níquel y/o cobalto de la solución madre de lixiviación neutralizada.

2. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la solución madre de lixiviación se reporta a un circuito de lixiviación atmosférica.

3. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 2 en donde el mineral saprolita molido se agrega bien sea directamente a la solución madre de lixiviación de la etapa de lixiviación en pila o a la solución madre de lixiviación de una etapa de lixiviación atmosférica intermedia, para producir una solución madre de lixiviación neutralizada junto con un residuo sólido que contiene saprolita lixiviada parcialmente.

4. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 3 en donde el residuo sólido que contiene saprolita lixiviada parcialmente, se separa de la solución madre de lixiviación neutralizada y se recicla al circuito de lixiviación atmosférica o a la etapa de lixiviación en pila para completar la lixiviación de la saprolita.

5. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 4 en donde el hierro se precipita como goetita, paragoetita, jarosita, natrojarosita, hematita u otro óxido o hidróxido de hierro durante el circuito de lixiviación atmosférica y la saprolita molida se agrega en cantidad suficiente para neutralizar el ácido liberado por la precipitación del hierro, a la vez que el ácido lixivia el níquel y/o el cobalto del mineral saprolita.

6. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5 en donde la adición de la saprolita molida es suficiente para neutralizar el contenido de ácido en la solución de lixiviación producto de tal manera que precipita el hierro, como un óxido o hidróxido de hierro a un pH de 0.5 a 3.5.

7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 5 en donde además se agrega saprolita molida para ajustar el pH de la solución madre de lixiviación a un pH de cerca de 3 a 5 para precipitar el aluminio como hidróxido de aluminio.

8. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 en donde los iones ferrosos se oxidan a iones férricos para ayudar en la precipitación del hierro como goetita o jarosita.

9. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8 en donde se inyecta aire en la solución de lixiviación producto para oxidar los iones ferrosos a férricos.

10. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde la saprolita molida incluye carbonato suficiente para neutralizar el contenido de ácido en la solución de lixiviación producto suficientemente de tal manera que sustancialmente precipita todo el hierro como óxido o hidróxido de hierro y todo el aluminio como hidróxido de aluminio a un pH de 3 a 5.

11. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 9 en donde se agrega otro álcali a la solución de lixiviación producto para ayudar a la precipitación completa del aluminio y otras impurezas.

12. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 8 o 9 en donde el hierro y el aluminio se precipitan en circuitos separados de lixiviación.

13. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 10 en donde el carbonato presente en la saprolita viene de minerales de ocurrencia natural que incluyen magnesita, siderita, dolomita y calcita.

14. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 o 9 en donde el hierro, se dispone como goetita, paragoetita, jarosita, natrojarosita o hematita y el aluminio se dispone como hidróxido de aluminio después de la lixiviación atmosférica. Un proceso, de acuerdo con la reivindicación 6 en donde el mineral saprolita se muele finamente para que tenga un tamaño de partícula₈₀ de 5µm a 40 µm. ...

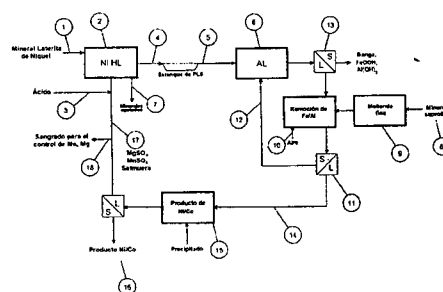
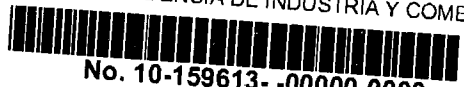


Figura 1

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO  No. 10-159613- -00000-0000 Fecha: 2010-12-20 14:39:04 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI Act. 411 PRESENTACION Folios: 55
PATENTE DE INVENCIÓN ☐ 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 INVENCIÓN PCT ☒ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art. 33 Decisión 486/00 Circular Única	
☒ Indicación que se solicita una PCT ☒ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud ☒ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen) ☒ Dibujos de ser estos pertinentes ☒ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento) Completa ☒ 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 ☐	



Bogotá D.C.,
2020

Doctor(a)
MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO
Apoderado(a) y/o Representante de
BHP BILLITON SSM DEVELOPMENT PTY LTD.

REFERENCIA	Radicación No.	10 159613
	Solicitud internacional	PCT/AU2009/000758
	Fecha inicio fase nacional	16/01/2011
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	

03973

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. 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, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.

JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ
Director de Nuevas Creaciones (c)

04 MAR. 2011

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha _____
adpa11