

17



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL
División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD
PATENTE DE INVENCION

21. **EXPEDIENTE No.**

06- 119666

54. **TITULO** PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y
OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR
LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL,
COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA

51. **CLASIFICACION INTERNACIONAL** C 22B 1/14; C 22B 3/04;
C 22B 23/00

71. **SOLICITANTE** COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

DOMICILIO SANTA LUZIA - MINAS GERAIS - BRASIL

74. **APODERADO** JESÚS M. MÉNDEZ BERNÚDEZ

22. **SANTAFE DE BOGOTA, D.C.** NOVIEMBRE, 2006.

PETITORIO



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 06-119886- -00000-0000
Fec: 2006-11-27 18:02:15 Dep. 2020 NUECREACIONES
TIL 2 PATENTES
EVE 1 REGDEPOSITO
Act 411 PRESENTACION Folio 53

FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
2000-3

① SOLICITUD DE:

☒ Patente de Invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad

② SOLICITANTE (71)	Nombre:	COMPANHIA VALE DO RIO DOCE	IDENTIFICACION	
	Dirección:	BR, 262, km 296- Caixa Postal 9- 33030-970. Santa Luzia- Minas Gerais- Brasil	C.C. ☐	NIT ☐
	Teléfono:	Fax:	C.E. ☐	Otro ☐
	E-Mail:		Número _____	
	Domicilio:	Santa Luzia- Minas Gerais- Brazil		

③ REPRESENTANTE O APODERADO (74)	Nombre:	JESÚS M. MÉNDEZ BERMÚDEZ	IDENTIFICACIÓN	
	Dirección:	Diagonal 83 A No. 23 - 90	C.C. ☒	NIT ☐
	Teléfono:	823 58 28 Fax: 817 08 14	C.E. ☐	Otro ☐
	E-Mail:	jesusmendez@wolfmendez.com	Número 13.491.525	
			TP 99.678	

④ INVENTOR(ES) (72)	Nombre:	GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO	IDENTIFICACIÓN	
	Dirección:	Ver anexo	C.C. ☐	NIT ☐
	Teléfono:	Fax:	C.E. ☐	Otro ☐
	E-Mail:		Número _____	
	Domicilio:	Belo Horizonte- Minas Gerais- Brasil		

④ Título(54): PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA

⑤ Clasificación Internacional (51): C22B¹/14; C22B³/04; C22B²³/00

⑥ Prioridad	(33) País de Origen	(32) Fecha	(31) N° de Solicitud
	BRASIL	28/11/2005	BR0505828-7
	BRASIL	30/10/2006	014060011923
	_____	_____	_____

SI ☒ NO ☐

⑦ Para publicar a partir de la fecha de la presente solicitud a los:

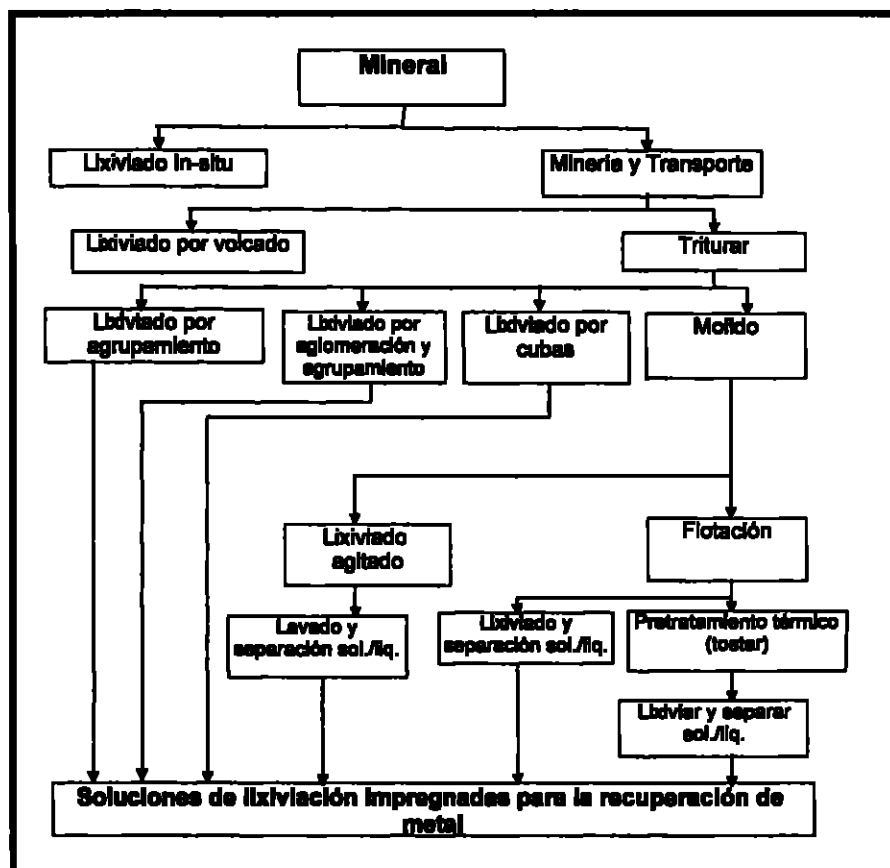
6 meses ☒ 12 meses ☐ 18 meses ☐ Otro ☐

⑧ Comprobante de Pago No. _____ Fecha: Noviembre, 2006

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.
- ☒ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación.
- ☒ Comprobante de pago de la tasa por concepto de reivindicación de prioridad.
- ☒ Poderes, si fuere el caso.
- ☒ Certificado de existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Copia certificada de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☒ Descripción de la invención.
- ☐ Una o más reivindicaciones.
- ☒ Dibujos y/o planos necesarios.
- ☐ 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 la comunidad de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12 y 6x6 cm.
- ☒ Resumen y extracto para publicación.



11

NOMBRE: JESÚS M. MÉNDEZ BERMÚDEZ

FIRMA:

C.C. 13491252

TP 99.678

ANEXO

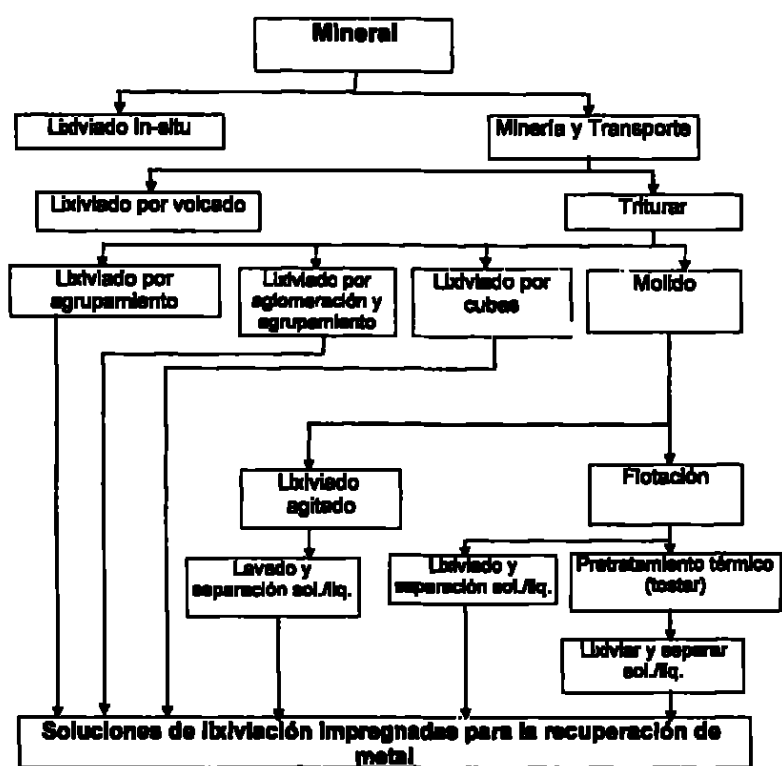
SOLCITUD DE PATENTE

PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA

INVENTORES:

GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA: Rua Cônsul Walter,, 345, AP.302, Belo Horizonte- Minas Gerais. 30575-150- Brasil.

OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO: RUA Deputado André de Almeida, 149/302, Belo Horizonte- Minas de Gerais, 31330-530- Brasil.



5

**PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS
METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR
CÚMULOS Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS
METALES DE MENAS DE LATERITA**

La presente invención comprende un proceso para la extracción de níquel, cobalto, cinc, hierro y cobre, entre otros metales, de menas de laterita, con menos inversión y costos operativos más bajos que los de los procesos conocidos para la persona versada en la materia. El proceso de acuerdo con la invención emplea lixiviación por cúmulos, que es un proceso para la extracción de constituyentes solubles de una mezcla de sólidos de laterita acumulados por percolación con soluciones ácidas.

ESTADO DE LA TECNICA

Generalmente, la metalurgia extractiva está definida en el arte y la ciencia de la extracción de metales de minerales y/o de materiales que los contienen mediante métodos físicos y químicos. La metalurgia extractiva se puede dividir en tres ramas principales: hidrometalurgia, pirometalurgia y electrometalurgia.

La hidrometalurgia es la técnica extraer metales por procesos fisicoquímicos acuosos; la pirometalurgia involucra procesos fisicoquímicos secos a temperaturas elevadas; y la electrometalurgia trata con métodos electrolíticos. Normalmente, la electrometalurgia está integrada con los otros dos procesos, con electrólisis en un medio acuoso usada en la hidrometalurgia, y electrólisis en medio fundido que se usa en la pirometalurgia.

La metalurgia extractiva también descansa en operaciones unitarias distintas para permitir y mejorar la concentración y/o separación del metal, lo que incluye, entre otros: métodos de desintegración (romper y moler), métodos de concentración física (separación magnética, por gravedad y electrostática), métodos de concentración fisicoquímicos

7
6

(flotación), y métodos de separación sólido-líquido (espesamiento, filtración y secado).

La hidrometalurgia se lleva a cabo en tres etapas fisicoquímicas distintas y secuenciales: (a) disolución selectiva de metales contenidos en la fase sólida (lixiviado); (b) purificación y/o concentración de las soluciones acuosas que contienen los metales objetivo (precipitación, cementación, intercambio iónico, o extracción por solvente); y (c) recuperación selectiva de los metales (recuperación electrolítica, electrorrefinación, y reducción con hidrógeno).

La aplicación de las rutas metalúrgicas en la recuperación de metales se ha incrementado de manera significativa en los últimos cincuenta años, con este incremento está íntimamente relacionado al hecho de que depósitos de alto grado se han venido formando, y como resultado los grados se han vuelto incrementalmente menores y los minerales aún más complejos, requieren de etapas de preconcentración. Adicionalmente, esta alternativa tiene un menor impacto ambiental y es menos intensa en cuanto a requisitos de costo de capital cuando se compara con los procesos pirometalúrgicos tradicionales.

La extracción de una fracción soluble de un constituyente sólido insoluble por un disolvente se llama generalmente lixiviación, y es un proceso de transferencia de masa. Taggart apud Arbiter, en *Copper Hydrometallurgy - Evolution and milestones, Hydrometallurgy - Fundamentals, Technology and Innovation*, 1993, pags. 549-565, lo definió como la operación en la cual existe un contacto efectivo entre el mineral para lixiviar y el disolvente.

La lixiviación puede tener lugar en condiciones ambiente, o a temperaturas elevadas y/o bajo presión. Las condiciones del proceso dependen de las reacciones químicas que tienen lugar. En todos los casos, el objetivo es producir iones o complejos metálicos que pueden ser extraídos selectivamente de la solución.

Cualquier reactivo que se use como disolvente en un proceso de lixiviación debería cumplir por lo menos con las siguientes calificaciones como se describió por Gupta et al. En *Hydrometallurgy in Extraction Processes*, vol I, pg. 39:

- Debe disolver los minerales lo suficientemente rápido para volver el proceso factible comercialmente, y preferiblemente debería ser químicamente inerte frente a minerales ganga.
- Debe ser efectivo en cuanto a costos y fácilmente disponible en grandes cantidades.
- Si es posible, debería ser recuperable en procesos subsiguientes a la etapa de lixiviación.

Aparte del agua, que se usa para lixiviar cloruros o sulfatos solubles, muchos disolventes diferentes han sido usados en diferentes aplicaciones de lixiviación, como se muestra en los ejemplos en la Tabla 1 abajo.

Clasificación de reactivos de lixiviación

Categoría	Reactivo	Aplicación
Ácidos	H ₂ SO ₄ diluido	Oxidos de cobre, óxido de cinc, níquel laterítico
	H ₂ SO ₄ diluido con oxidante	Sulfuros de Cu, Ni y Zn, mineral de uranio oxidado
	H ₂ SO ₄ concentrado	Lateritas con cobre sulfurado concentrado
	Acido Nítrico	Sulfuros de Cu, Ni y Mo, concentrados de uranio, óxido de zirconio
	Acido fluorhídrico	Mineral de Colombita-tantalita
	Acido clorhídrico	Minerales de titanio, mata de níquel, casiterita reducida
Alcalis	Hidróxido de sodio	Bauxita
	Carbonato de sodio	Óxido de uranio, scheelita
	Hidróxido de Amonio	Sulfuro de níquel, sulfuro de cobre, laterita reducida
Sales	Sulfato férrico/cloruro	Concentrados de sulfuros de metal base
	Cloruro cúprico	Concentrados de sulfuros de metal base
	Cianuro de sodio or potasio	Minerales de oro y plata
	Cloruro ferroso	Sulfuro de níquel
Agua	Agua	Sulfuros y cloruros, vanadato

9
8

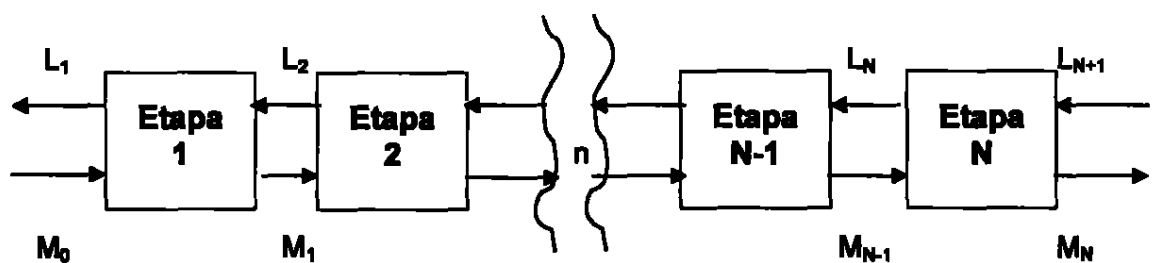
		de sodio, molibdato de sodio, tungstanato de sodio
--	--	---

TABLA 1

Los ácidos tales como ácido sulfúrico, clorhídrico, y nítrico son los más usados en procesos de disolución tales como lixiviación. De estos, el ácido sulfúrico es el más ampliamente usado y de menor costo.

Como es conocido por la persona versada en la técnica, de acuerdo con Perry y Chilton en *Chemical Engineer's Handbook*, los sistemas de lixiviación se distinguen por el ciclo de lixiviación (tandas, continuo, o múltiples tandas intermitentes); por la dirección de los flujos (cocrriente, contracorrente, o híbrido); por el tipo de etapas (etapa única, múltiples etapas, o etapas diferenciales); y por el método de contacto (percolación o sólidos dispersados).

En un sistema de contracorrente de múltiples etapas (Foust et al, *Principles of Unit Operations*, 1960, pags. 43-49), las dos fases ingresan por extremos opuestos de una serie de etapas balanceadas, como se muestra en el esquema 1 abajo. Las fases fluyen en direcciones opuestas una a la otra. De esta manera, la concentración del soluto en el producto de fase L puede ser incrementado, y una recuperación más alta de soluto es posible con menor cantidad de disolvente.



ESQUEMA 1

Con respecto al método de contacto, la lixiviación puede ser agrupada en lixiviación in-situ, lixiviación por agrupamiento o volcado, (lixiviación por percolación) y lixiviación agitada (a presión atmosférica y bajo presión).

10
9

En el DIAGRAMA DE FLUJO 1 abajo, se puede verificar, en general, cómo las operaciones unitarias pueden estar asociadas con los métodos principales de lixiviación actualmente disponibles para el tratamiento de minerales y concentrados, de acuerdo con Esteban Domic en *Hidrometalurgia - Fundamentos, procesos y aplicaciones*, 2001.

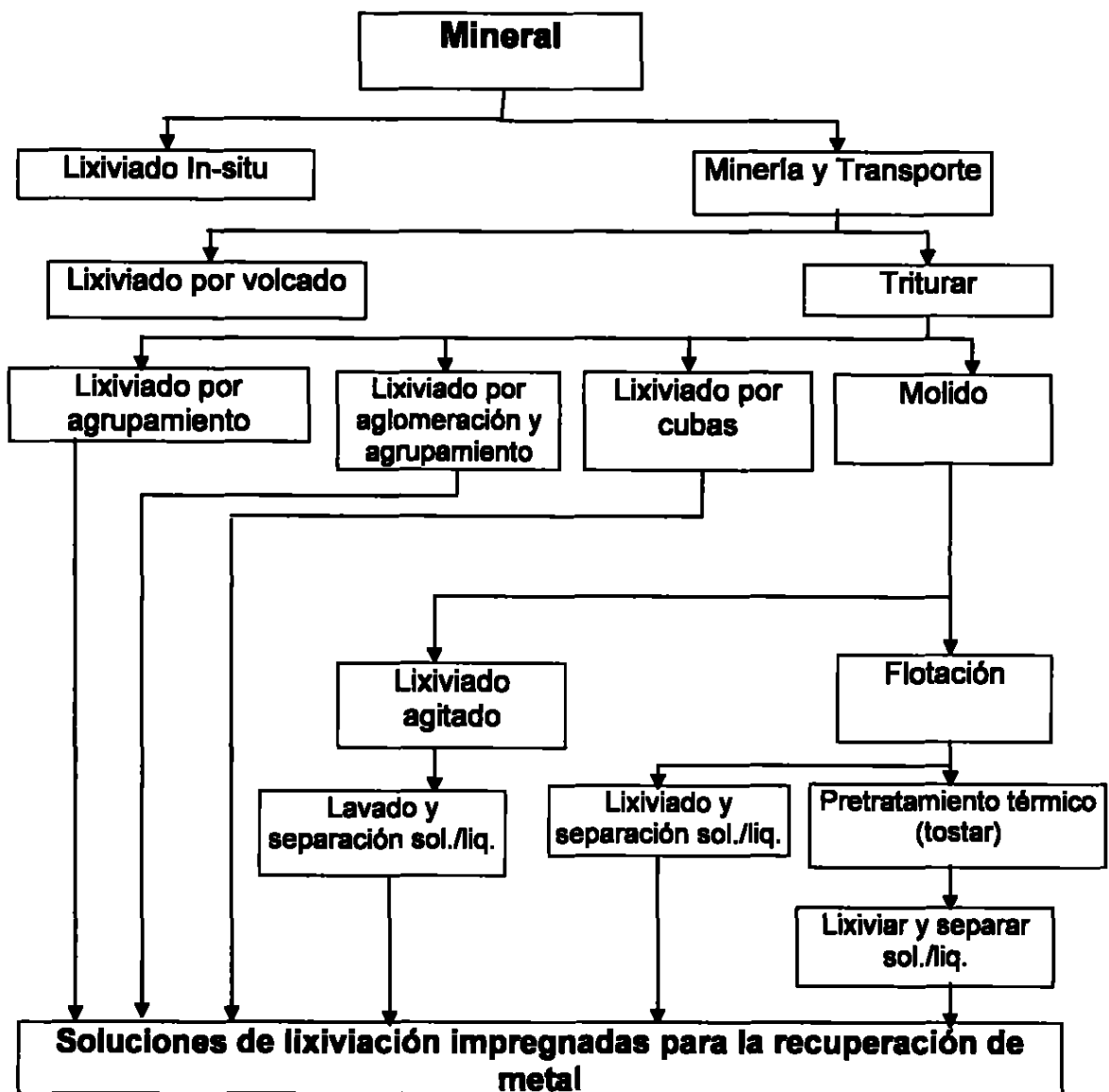


DIAGRAMA DE FLUJO 1

La lixiviación in-situ consiste en aplicar una solución de lixivadora directamente en el lugar en donde el mineral está localizado dentro del depósito mismo, sin necesidad de extraerlo.

La lixiviación por cúmulos es probablemente uno de los métodos más antiguos, siendo el más antiguo para la recuperación del cobre. Este ha sido usado para la recuperación del cobre en España desde los años 1700. En este método de lixiviación, el mineral, que usualmente ha sido aglomerado con ácido sulfúrico concentrado, es apilado y la

12
//

solución de lixiviación es aplicada por encima del cúmulo desde donde esta percola por gravedad, siendo recolectada en el fondo del montón. La aplicación y distribución de la solución de lixiviación se lleva a cabo en la parte superior del cúmulo mediante goteros o salpicadotes tipo fondo inestable. El sistema de irrigación está definido como una función de la evaporación y disponibilidad de agua. La solución que contiene el metal objetivo es enviada a las etapas subsiguientes de purificación/extracción. La lixiviación por cúmulos es usada para minerales triturados, mientras que la lixiviación por volcado es usada para ROM (salida de la mina). La lixiviación por volcado, que es muy similar al proceso previamente descrito, consiste en tratar los minerales con grados muy bajos de metal objetivo, usualmente por debajo del grado de equilibrio económico para la línea de procesamiento principal, conocido como deshecho mineralizado. En el proceso de lixiviación por cúmulos, los cúmulos pueden ser dinámicos o permanentes. En el caso de cúmulos dinámicos, también llamados cúmulos variables, en los cuales el mineral después de haber sido lixiviado es removido hacia una localización para la disposición final de los residuos, la base del cúmulo es reutilizada. En el caso de cúmulos permanentes, o cúmulos estáticos, nuevos cúmulos son formados encima de los anteriores, usando o no el área impermeabilizada existente.

La lixiviación en cubas (en tanques estáticos) comprende un conjunto de tanques usualmente de sección transversal cuadrada, en donde el mineral triturado es cargado y la solución de lixiviación es aplicada de modo que fluya hacia arriba o hacia abajo, inundando así la capa de mineral. Este es un sistema muy dinámico adecuado para lixiviar minerales que poseen una cinemática de disolución rápida. Normalmente, el ciclo de lixiviado está entre 6 a 12 días.

La lixiviación agitada, sea a presión atmosférica o bajo presión, requiere que el mineral esté finamente molido, y se lleve a cabo en tanques en donde los sólidos están dispersos

en la solución de lixiviado mediante inyección de gas o agitación mecánica. En comparación con los otros métodos, el tiempo de lixiviación es menor debido al menor tamaño de partícula (área específica mayor) y a la turbulencia en el tanque, que suministra una difusión más alta entre el reactivo y el mineral.

Dos diferencias principales son evidentes entre la lixiviación en cubas y la lixiviación agitada. Primero, en la lixiviación agitada el líquido es la fase continua, y segundo, esta forma de lixiviar ocurre bajo condiciones turbulentas, mientras que en la lixiviación en cubas el flujo es usualmente más laminar. Existe, por lo tanto, una diferencia sustancial entre las ratas de transferencia de masa de los dos tipos de lixiviación. Ratas de transferencia de masa mayores se logran bajo condiciones turbulentas de contacto.

La aplicación de la lixiviación por cúmulos como un método para la extracción de oro (cianuración del medio alcalino), cobre, uranio, níquel (lixiviación sulfúrica en medio ácido), y otros minerales se ha incrementado durante los últimos años, porque la posibilidad de tratamiento de minerales de muy bajo grado que no serían viables económicamente por métodos convencionales, y también porque es una alternativa para el tratamiento de minerales que tienen una cinemática de disolución muy lenta.

La lixiviación por cúmulos para el cobre es ampliamente conocida. Históricamente, el método pionero fue usado en las minas de Rio Tinto, en España, hace cerca de 300 años.

En la lixiviación por cúmulos del cobre, el mineral es triturado, luego aglomerado con ácido sulfúrico concentrado, y amontonado o apilado sobre una base que ha sido preparada apropiadamente e impermeabilizada. La altura de los montones varía ampliamente, en rangos que pueden ir de 1,5 m hasta 30 m. La solución de lixiviado (ácido sulfúrico diluido) es rociada sobre la superficie superior del montón, y percola por gravedad hacia abajo dentro del mineral. La solución

caída al fondo que lleva el cobre disuelto es recolectada y enviada a un circuito de recuperación de cobre que es típicamente una extracción por disolvente y un circuito de recuperación electrolítica. Este es un proceso muy bien conocido, y el conjunto de operaciones unitarias de lixiviación por cúmulos/extracción con disolvente/recuperación electrolítica ha sido aplicado a escala comercial por más de 40 años.

Sin importar el tipo de mineral, una ruta de proceso en la cual la etapa de solubilización del metal objetivo se lleva a cabo por lixiviación por cúmulos requiere etapas de triturado/molido del mineral. Es fundamental para el proceso que el cúmulo o montón tenga una buena permeabilidad, con un buen contacto entre el mineral y la solución. Como fue bien informado en el documento US 5077021, los minerales que contienen cantidades en exceso de mineral de arcilla o finos (generalmente, un material por debajo de 0,15 mm) presenta problemas en este tipo de proceso, porque tiende a ralentizar o aún detener la percolación en ciertas áreas del montón, como un resultado del bloqueo. Es de conocimiento general que el bloqueo es causado por la segregación de material, cuando los finos y/o los minerales de arcilla migran a ciertas áreas del montón. Creando así zonas con tasas de percolación diferentes. Como resultado de este efecto, la solución empieza a fluir por trayectos de menos resistencia, creando canales preferidos de flujo. La creación de estos canales preferidos deja sin lixiviar áreas en el montón, con la consecuente menor recuperación del metal objetivo. La formación de un "lodo" por las partículas finas liberadas y/o los minerales de arcilla, cuando es muy severo, lleva al bloqueo. Por lo tanto, es mandatario hacer la cama permeable para el proceso, sea removiendo los finos y/o los minerales de arcilla o por medio de aglomerarlos. La etapa de aglomeración que sigue al triturado, como preparación del mineral que va a ser apilado, es fundamental e inherente a la ruta de lixiviación por cúmulos para cualquier mineral, sea este oro, uranio, vanadio, plata, cobre, cinc, o níquel, óxido o mineral de sulfuros.

Como es bien conocido por las personas versadas en el arte, los minerales de níquel pueden ser clasificados en dos tipos principales de acuerdo con su composición, en particular, sulfatos y laterita (siendo el último conocido como oxidado). Originados en capas subterráneas por debajo de la región saprolítica (una región rica en arcilla), los depósitos de sulfuro corresponden a cerca del 20% de las reservas de níquel Western, y se encuentran principalmente en Australia, seguido por Canadá, China, África del Sur, y Zimbabwe. Aproximadamente 55% de la producción total de níquel viene de mineral de sulfuro.

El mineral de laterita ocurre en regiones más superficiales. Los depósitos se localizan principalmente en Brasil, Cuba, Australia, Nueva Caledonia, y las Filipinas, con grados promedio alrededor de 1,95% y grados de óxido de hierro mayores a 24%, y presencia de cobalto y magnesio. El mineral de laterita corresponde a aproximadamente 80% de las reservas de níquel conocidas.

La creciente preocupación acerca de la producción de mineral y reducción de costos de la extracción ha motivado una mayor utilización de mineral de níquel de fuentes lateríticas. Dos factores contribuyen a la utilización incrementada de estos minerales: las reservas de sulfuro de níquel involucran un alto costo de extracción, y los minerales de laterita tienen grados más altos de níquel que los minerales de sulfuro, permitiendo mayor eficiencia como se muestra en la Tabla 2 abajo:

	Mineral (1,000 t)	Grado (%)	Níquel (1,000 t)	%
Sulfuro	10,594	0.58	62	31
Laterita	10,382	1.34	140	69
Total	20,976	0.96	202	100

TABLA 2

Fuente: *Mineração e Metalurgia*, Mayo de 2000

Los minerales de laterita pueden ser tratados por la vía de la hidrometalurgia o por la vía de la pirometalurgia. Normalmente, estos procesos involucran un alto consumo de energía, como es el caso de la fundición de mata, fundición para la producción de Fe-Ni, y procesos de lixiviación amoniacal, que vuelven antieconómico el procesamiento de minerales de laterita con bajo grado de níquel. La lixiviación sulfúrica a alta presión involucra un bajo consumo de energía, pero requiere altas inversiones tanto en equipo como en el resultado de un ambiente muy corrosivo.

Actualmente, la lixiviación amoniacal y la lixiviación con ácido sulfúrico a presión son las dos técnicas hidrometalúrgicas principales usadas para la recuperación de níquel y cobalto de lateritas. Aparte del tratamiento químico relativamente agresivo y la alta inversión de capital involucrados, estos son altamente dependientes de los costos de combustible y ácido sulfúrico/sulfuros respectivamente.

Aunque el proceso de lixiviación con ácido sulfúrico a presión no produce ganancias significativas en términos de costos de capital en comparación con tecnologías más convencionales, permite la obtención de níquel con una gran ventaja económica en términos de costos operativos. El proceso también permite altos niveles de recuperación de cobalto, generando suficiente energía al ciclo operacional, si bien requiere escalas de producción grandes.

Los altos precios del níquel y el cobalto han llevado también a la industria hacia la búsqueda de procesos alternativos para reducir los costos operacionales, con el fin de mantener la rentabilidad del negocio a niveles de precios más bajos en el níquel y el cobalto.

El gran interés surgido en la producción de nickel durante los últimos años ha conducido al desarrollo de un rango de nuevas rutas de proceso para el tratamiento de minerales lateríticos, tal como la lixiviación por cúmulos, entre otros. La lixiviación por cúmulos es una operación que involucra baja inversión y bajos costos operativos, es bien conocida, y es ampliamente aplicada principalmente para minerales de cobre, uranio y oro.

Aunque ampliamente utilizadas, las técnicas convencionales para la extracción de metales de minerales lateríticos puede volver al proceso inviable económicamente, principalmente debido a la variabilidad en los precios de los combustibles y los ácidos requeridos para dichos procesos.

El uso de la lixiviación por cúmulos para minerales lateríticos representa un hito tecnológico para la industria del níquel, porque no solo vuelve la minería de depósitos pequeños o de bajo grado factible, sino que también es un proceso de mineral alternativo que requiere una inversión significativamente más baja cuando se compara con los procesos convencionales anteriormente mencionados.

Aunque ya se han estudiado y publicado en otros documentos, tales como las patentes de proceso GR 1001555, GR 1003569T, US 6312500, Wo 2004/031422 y WO 2005/005671, los conceptos de la lixiviación por cúmulos propuestos allí presentan condiciones de proceso y configuraciones de sistema completamente diferentes de los que se proponen en la presente solicitud de patente, como será evidente a lo largo de la descripción.

Los primeros estudios relacionados con esta solicitud se llevaron a cabo por S. Agatzini y originaron la patente Griega GR 100155. El documento describe dos técnicas de lixiviación por cúmulos aplicadas a minerales que contienen bajos grados de níquel. La técnica I considera una opción de circuito en la cual la solución de lixiviado es recirculada, esto es, es aplicada al mineral en un número de contactos hasta que el incremento en la concentración del efluente de níquel en el proceso ya no se observa. Después de esta estabilización, se prepara una nueva solución y se aplica al mineral. El disolvente usado es ácido sulfúrico, y la concentración inicial de la solución ácida es 1N. Las tasas de percolación de creca de 4 a 33 L/h/m², preferiblemente entre 12,5 y 25 L/h/m², son consideradas. Como se discutió en esta técnica, generalmente, la solución que resulta del proceso de lixiviación se diluye, con bajas concentraciones de metales, y es altamente dependiente del tipo de mineral y de la etapa del proceso. La técnica II se dirige básicamente al mismo proceso descrito en la técnica I, e incluye una corrección del pH de la solución de lixiviado después de cada reciclo, antes de volver a ser aplicada al cúmulo. El pH es corregido a su valor inicial. El proceso de lixiviado se considera completo cuando no existe incremento adicional en la concentración de níquel en la solución. La solución resultante puede ser usada subsiguientemente para lixiviar otro material exactamente de la misma manera, hasta que la concentración deseada de níquel en la solución se logre. Se enfatiza que la técnica como se presentó con reciclos continuos no inhibe la lixiviación, excepto cuando la solución está saturada con un elemento específico, en cuyo caso se observa la precipitación en la forma de un sedimento químico. De acuerdo con esta técnica, durante el proceso de lixiviación por cúmulos del mineral de níquel y laterita, el aluminio es un primer metal que se precipita después de que la solución se satura.

La patente GR 1003569T describe aproximadamente las mismas características

descritas en el documento GR 1001555, en donde el agua común es sustituida por agua de diversas composiciones químicas, o agua de efluentes industriales/municipales, o aún agua de mar, lo que se dice que no afecta la extracción de níquel y adicionalmente incrementa las cantidades recuperables de Mg, Ca y Na del licor percolado.

El documento US 6312500 presenta un proceso de lixiviación por cúmulos para minerales lateríticos de níquel que contienen una cantidad sustancial de materiales de arcilla, definida esta cantidad sustancial como más de 25% de arcillas. Si es necesario, el mineral es triturado al tamaño deseado, menor a 25,0 mm, preferiblemente entre 19,0 mm y 3,35 mm. El proceso incluye una etapa de aglomeración previa a la formación del cúmulo, con ácido sulfúrico, debido a los finos presentes en el mineral. La aglomeración se lleva a cabo en equipos convencionales o en cualquier unidad que permita esta operación unitaria. Alternativamente, después de la aglomeración, el mineral es curado. El tiempo de curado puede variar entre una hora a tres días. Esta etapa se lleva a cabo depositando el mineral aglomerado en un área abierta al aire. El mineral aglomerado se apila entonces para formar un cúmulo cuya altura puede variar entre 60 cm a cerca de 9 m. Se pueden formar dos o más cúmulos. La solución ácida es aplicada en la parte superior del cúmulo, a una rata de 10 a 20 L/h/m². El proceso mismo de lixiviado se describe como sigue. El primer cúmulo es lixiviado por una solución fresca de H₂SO₄ con una concentración de por lo menos 10 g/L. Si el pH del efluente de la solución lixiviada del cúmulo es mayor a 2 (o si la acidez libre es menor a 1 g/L), entonces la solución puede dirigirse a la recuperación del níquel. Si el pH es menor a 2, el licor es dirigido al cúmulo 2. Adicionalmente al licor del cúmulo 1, una nueva solución de H₂SO₄ (con una concentración de por lo menos 10 g/L) es aplicada al cúmulo 2. El licor del cúmulo 2 es también analizado en cuanto a la acidez libre. Si el pH es mayor a 2 o si la acidez libre es menor a 1 g/L, entonces la solución puede dirigirse a la recuperación del níquel. En estos niveles de acidez, no es necesario someter el licor a la etapa de neutralización subsiguiente, ya que el níquel puede ser extraído directamente de la solución, por ejemplo por intercambio iónico. La mayor parte del licor se somete directamente a la extracción del níquel, aunque una porción es dirigida a un tercer cúmulo. El proceso puede continuar para muchos cúmulos.

Aunque en la Patente WO 2004/031422 se establece que el método no es específico al níquel, este elemento está incluido en una de sus reivindicaciones. Se reclama que el mineral debería ser aglomerado. La solución de lixiviado reivindicada contiene ácido sulfúrico y dióxido de sulfuro disuelto, y la solución es purgada al circuito de recuperación de níquel, con el dicho ácido sulfúrico de la solución de lixiviación en una concentración de cerca de 785 g/L. En esta invención, el dióxido de sulfuro es agregado a la solución de lixiviación antes de ser aplicada al cúmulo.

OBJETIVOS Y VENTAJAS DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente, a diferencia de las otras mencionadas

anteriormente, propone un método de procesamiento continuo, en el cual la lixiviación del mineral se lleva a cabo en un sistema de contracorriente que comprende de por lo menos 2 etapas, cada etapa representada por una sección de cúmulo o por un cúmulo.

El objetivo de la presente invención ha sido desarrollar una opción muy competitiva para la extracción de níquel, cobalto, cinc, y cobre entre otros metales base, del mineral laterítico, con una más baja inversión y más bajos costos operativos que los de otra rutas tecnológicas establecidas, lo mismo que para resolver, económicamente, el problema de extraer níquel del mineral de bajo grado y/o depósitos pequeños.

Otro objetivo de la presente invención ha sido el de reducir significativamente el consumo de ácido sulfúrico por el sistema, alcanzando niveles de 350 kg de ácido por tonelada de mineral tratado, con extracciones de níquel que varían entre 70% a 90% dependiendo de la composición mineralógica, y adicionalmente suministrar un ciclo de lixiviado más corto y favorecer el balance de agua del sistema, y presentar una selectividad mejorada para la extracción de los metales objetivo en relación con la ganga, y reducir dramáticamente el volumen total de la solución.

La invención comprende un proceso continuo en el cual la lixiviación del mineral se lleva a cabo en un sistema de contracorriente usando por lo menos 2 etapas, cada etapa es representada por una sección del cúmulo o por un cúmulo, que se puede aplicar a minerales que contienen grandes cantidades de finos naturales, y que también sea una opción para el tratamiento de fracciones gruesas ($>0,5$ mm). Tal dicha lixiviación por cúmulos es presentada como una alternativa óptima para la extracción de níquel, cobalto, y cinc entre otros metales base, de mineral laterítico, con una más baja inversión y más bajos costos operativos que los de otra rutas tecnológicas establecidas, lo mismo que para resolver, económicamente, el problema de extraer níquel del mineral de bajo grado y/o depósitos pequeños.

DESCRIPCIÓN EN RESUMEN

La invención comprende un proceso para la extracción de níquel, cobalto, y otros metales de minerales de laterita mediante lixiviación por cúmulos, que comprende las etapas de triturar (I), aglomerar (II), apilar (III), y lixiviar por cúmulos (IV), con esta última etapa siendo un sistema de lixiviación por cúmulos dinámica, de contracorriente, continuo que comprende dos fases, una de las cuales está compuesta del mineral (solute), y la otra está compuesta de la solución de lixiviación, o disolvente, que se suministrar por extremos opuestos de una serie de etapas que fluyen en direcciones opuestas. Luego de la cesación del lixiviado en la última etapa, su soluto es removido y una nueva etapa es introducida en la primera posición, formada por nuevo mineral (solute) que va a ser lixivado por la solución disolvente, que es introducida desde la última etapa, percolando o fluyendo por todas las etapas previas hasta llegar a la primera etapa, la cual es separada cuando está cargada con metales objetivo (PLS – Solución de lixiviación preñada).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La invención comprende un proceso para la extracción de níquel, cobalto, y otros metales de minerales de laterita mediante lixiviación por cúmulos, que comprende un proceso continuo en el cual la lixiviación del mineral se lleva a cabo en un sistema de contracorriente usando por lo menos 2 etapas, cada etapa es representada por una sección del cúmulo o por un cúmulo, que se puede aplicar a minerales que contienen grandes cantidades de finos naturales, y que también sea una opción para el tratamiento de fracciones gruesas ($>0,5$ mm). Tal dicha lixiviación por cúmulos es presentada como una alternativa óptima para la extracción de níquel, cobalto, y cinc entre otros metales base, de mineral laterítico, con una más baja inversión y más bajos costos operativos que los de otra rutas tecnológicas establecidas, lo mismo que para resolver, económicamente, el problema de extraer níquel del mineral de bajo grado y/o depósitos pequeños.

El DIAGRAMA 2, adjunto aquí, es un diagrama de boques que representa de manera esquemática el diagrama de flujo general para el proceso hasta la obtención de una solución rica en el metal objetivo; y el DIAGRAMA 3, adjunto aquí, es un dibujo esquemático de la etapa de lixiviación de cúmulos por contracorriente.

La presente invención comprende una ruta de procesamiento hidrometalúrgico para el tratamiento de minerales de níquel laterítico, en la cual la etapa de solubilización de los valores de metal tiene lugar por lixiviación por cúmulos.

El DIAGRAMA 2, adjunto aquí, es una representación esquemática del diagrama de flujo general del proceso hasta la obtención de una solución rica en el metal objetivo. En general, la ruta propuesta comprende las etapas de triturar (I), aglomerar (II), apilar (III), y lixiviar por cúmulos (IV).

El material com sale de la mina, ROM (O), es triturado para tener un tamaño de grano adecuado para el proceso. El triturado se lleva a cabo en tantas etapas como se requiera para lograr el tamaño de grano adecuado para el proceso, dependiendo de las características del mineral. En general, un tamaño de grano máximo entre aproximadamente 25,0 mm y aproximadamente 50,0 mm es obtenido en un triturado secundario, y un tamaño de grano máximo entre aproximadamente 12,5 mm y aproximadamente 6,30 mm se obtiene en un triturado terciario. Dos etapas de triturado es suficiente para minerales altamente porosos (área específica grande) que contienen grandes cantidades de finos. En el caso de minerales más compactos y más competentes, triturados terciarios y cuaternarios pueden ser usados para suministrar una superficie de reacción más grande. La generación de finos debería ser minimizada en estas operaciones unitarias.

La figura 1, adjunta aquí, ilustra un tipo de mineral con alta porosidad, que facilita la accesabilidad del agente de lixiviado.

Después, el producto triturado es enviado a la unidad de aglomeración (II) mediante una cinta transportadora. Si es necesario, se puede agregar agua al mineral durante el transporte, por ejemplo en los casos en los cuales el mineral está muy seco y contiene altas cantidades de finos. La adición de agua sobre la cinta transportadora puede llevarse a cabo de diversas maneras, tal como rociado, y esto minimiza la formación de polvo, mejorando favorablemente las condiciones de trabajo. Adicionalmente, y esto es muy importante, minimiza la pérdida de níquel, ya que la concentración de este elemento en las fracciones más finas es una característica de los minerales lateríticos. La aglomeración se lleva a cabo en un equipo convencional, tal como tambores y discos giratorios, o aún cualquier aparato que produzca el resultado esperado.

En esta etapa, el ácido sulfúrico, sea concentrado o en solución, y el agua agregados al mineral en cantidades que se definen de acuerdo con la cantidad de finos presente (puede ser 30-70% inferior a 0,074 mm), con el ácido y el agua agregados en dosis que son suficientes para producir la cantidad deseada de humedad de aglomeración. La humedad de aglomeración es determinada previamente, en ensayos de banco, y es dependiente de las características físicas y mineralógicas del mineral. Debido a la fracción ultrafina presente, se puede agregar un agente aglomerante, que puede ser inorgánico u orgánico, sintético o natural, o aún de origen mineral, como la bentonita por ejemplo, siempre que tal agente sea inerte al ácido de la solución de lixiviación. En el producto aglomerado no debe haber finos libres presentes, lo que significa cualquier fracción de mineral más pequeño que 1,70 mm.

Se debe destacar que estos minerales con basicidad natural debido a los altos niveles de constituyentes básicos, tales como MgO o CaO, tienen un alto potencial neutralizante, y este es el caso de los minerales saprolíticos. Por lo tanto, en adición a los beneficios ya bien conocidos de la aglomeración, esta etapa es también importante, en la ruta propuesta, como una etapa de preneutralización para el mineral. La cantidad de ácido sulfúrico que debe ser agregado es definido, tomando en cuenta las especies minerales que más consumen ácido en el proceso de granulometría. Esta acción neutralizante en esta etapa acelera el inicio de la extracción de los metales objetivo. Cuando no hay adición de ácido en esta etapa y la aglomeración se lleva a cabo solo con agua, con o sin agente aglomerante, se observa un retardo en la extracción de los metales objetivo, particularmente níquel y cobalto, aunque no se observa ningún impacto significativo sobre el ciclo total de lixiviación. Normalmente, el magnesio, el hierro, el aluminio, y el calcio son las especies que tienen mayor consumo de ácido.

Después de la aglomeración (II), el mineral es apilado (III), formando cúmulos cuyas alturas finales varían entre cerca de 2 m a 7 m, preferiblemente 4 metros.

El sistema de lixiviado (IV) propuesto es en cúmulos dinámicos (o variables), a contracorriente, multietapa, con el número de etapas siendo 2 o más, preferiblemente 3 etapas. El sistema descrito aquí sigue la conceptualización como la presentó Foust et al en

Principles of Unit Operations, mencionado en la descripción del estado de la técnica. Siendo una operación unitaria de lixiviado, las dos fases están comprendidas del mineral (soluto) cuyos valores de metal (principalmente Ni y Co) van a ser extraídos, y la solución de ácido sulfúrico (disolvente). Las dos fases son alimentadas por extremos opuestos de una serie de etapas balanceadas, y fluyen en direcciones opuestas una a la otra. Con esta técnica, se obtienen mayores concentraciones de Ni y Co en el producto de la fase líquida, y un ciclo de lixiviado más corto también, y una cantidad más pequeña de disolvente es usada, en comparación con el circuito de cocorrente o flujos paralelos.

La nueva solución de lixiviado, una solución de ácido sulfúrico con concentración variada entre 50 g/L a cerca de 200 g/L, es aplicada a la superficie de encima o superior del cúmulo de la última etapa, o etapa 3 en el caso de un sistema de tres etapas, y las soluciones percoladas de cada etapa son recolectadas separadamente, en recipientes individuales, y usadas en la siguiente etapa de acuerdo a la dirección del flujo.

Las soluciones de las etapas 2 y 3 son designadas como solución intermedia 2 (ILS2) y solución intermedia 3 (ILS3) respectivamente, y así en sucesión.

La solución final decantada con los metales objetivo, la solución de lixiviado preñada (PLS), tiene una acidez residual entre cerca de 10 y cerca de 30 g/L.

Al final del proceso de lixiviado (IV), en la última etapa, o etapa 3 en un sistema de tres etapas, el mineral es lavado con agua nueva o agua del proceso. Después de ser lavado. El mineral lixiviado es transportado a un área que ha sido impermeabilizada y preparada para la disposición final de los residuos de lixiviación. Es importante entender que, ya que es un proceso continuo, tan pronto como el lixiviado del mineral termina en la última etapa, o etapa 3 por ejemplo, el mineral que estaba en la etapa 2 pasa a la etapa 3, y aquel en la etapa 1 pasa a la etapa 2, y una nueva sección (o cúmulo) entra en la etapa 1.

El proceso de lixiviado por cúmulos, que es objeto de la presente invención, puede ser aplicado a minerales que contienen cantidades grandes de finos naturales, y es también una opción para el tratamiento de fracciones de granos gruesos (por ejemplo, sobre 0,5 mm en tamaño de grano). En este último caso, la fracción de grano fino estaría sometida al tratamiento convencional por vía de autoclave bajo alta presión, o a lixiviación atmosférica, o una combinación de dos procesos de lixiviado.

La invención también considera el producto final que contiene níquel, cobalto, y otros metales de minerales de laterita, obtenido por un proceso de lixiviación por cúmulos (IV), o la solución decantada con metales objetivo (PLS) obtenida por el proceso de acuerdo con la invención, ya informado.

Alternativas diferentes son evaluadas para el tratamiento de la solución preada (PLS), la solución efluente de la etapa 1, por ejemplo, producción de precipitado

mezclado, o verticalización del proceso hasta la producción de níquel metálico.

La solución preñada es sometida a extracción del hierro y el aluminio presente, por precipitación en etapas con la adición de un reactivo alcalino. Luego, la solución libre de hierro y aluminio, o a lo sumo con niveles aceptables de tales, es enviada para la extracción del níquel y el cobalto (6), que pueden ser extraídos o recuperados mediante diversas técnicas, tales como la precipitación, extracción con disolvente, o aún intercambio iónico. Con la extracción con disolvente o el intercambio iónico se obtiene una resina de níquel metálico; con la precipitación, se produce un hidróxido o sulfuro de níquel, cobalto, cinc, y otros metales base mezclados.

La presente solicitud hace referencia a ciertas condiciones operativas, tales como la altura del cúmulo, el tamaño de grano del mineral, y la concentración del ácido sulfúrico entre otras, sin limitar su exclusividad, y destacando que estas condiciones pueden variar en cda una de las etapas de lixiviación por cúmulos sin deteriorar la salida final del proceso.

Aunque un proceso operacional preferido ha sido descrito e ilustrado, se destaca que son posibles y ejecutables alteraciones en este proceso, sin salirse del alcance de la presente invención.

EJEMPLO 1

Para poder evaluar la aplicabilidad del lixiviado por cúmulos a una fracción de rechazo (>0,5 mm) del beneficio de un mineral de laterita por la ruta HPAL/lixiviado atmosférico, se compusieron tres muestras, cuyos analisis químicos de dan en la TABLA 3 abajo y fueron sometidas a ensayos en columnas de 1 m de altura.

Análisis químico de las muestras alimentadas

Descripción	Al (%)	Co (%)	Cr (%)	Cu (%)	Fe (%)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (%)	Si (%)	Ti (%)	Zn (%)
Muestra 1	0.83	0.03	0.58	0.02	9.85	1.55	0.21	0.31	33.85	0.05	0.02
Muestra 2	0.72	0.03	0.67	0.03	8.54	9.52	0.11	0.46	25.10	0.03	0.03
Muestra 3	2.37	0.09	0.78	0.06	10.20	6.42	0.37	1.36	24.70	0.24	0.05

TABLA 3

El GRÁFICO 1, adjunto aquí, muestra la distribución de níquel en estas muestras. El níquel es encontrado principalmente en filosilicatos (serpentin y cloritos).

El tamaño de grano de las muestras fue determinado al 100% por debajo de 1,27 mm. Las distribuciones del tamaño de grano se muestran en el GRÁFICO 2 adjunto aquí. Las otras condiciones para la ejecución de estos ensayos fueron como sigue: rata de percolación de 10 L/h/m²; concentración de ácido sulfúrico en la solución de lixiviado, 20

g/L; dosis ácida en la aglomeración, 20 kg/ton de mineral; ensayos de circuito abierto.

Estos ensayos preliminares indicaron el potencial para la extracción de níquel por medio de la operación unitaria de lixiviación por cúmulos. Sin embargo, las curvas de extracción de níquel en el GRÁFICO 3, adjunto aquí, muestra que el sistema requiere más ácido, por ejemplo, mediante una solución de lixiviación con una concentración más alta. La baja concentración de ácido puede haber sido un factor para una cinemática lenta. En 100 días de operación, las muestras 1, 2 y 3 alcanzaron 34%, 58% y 69% de extracción de níquel, respectivamente.

EJEMPLO 2

Los ensayos se llevaron a cabo en columnas de 1 m de altura, y también en columnas de 4 m de altura para una evaluación preliminar de la influencia de la altura sobre la extracción del níquel. Estos ensayos fueron ejecutados sobre muestras de cuatro litologías diferentes, y también sobre una muestra compuesta de litotipos individuales. Todas las muestras fueron trituradas hasta un tamaño de grano 100% por debajo de 12,5 mm. La rata de percolación fue constante e igual a 10 L/h/m². La concentración de ácido sulfúrico en la solución de lixiviación fue de 20 a 200 g/L en las columnas de 1 m de altura, y 50 g/L en las columnas de 4 m de altura.

Las curvas de extracción de níquel para los diferentes tipos de minerales, bajo condiciones de acidez distintas, confirmó la influencia de esta variable sobre el proceso. La mayor acidez lleva a cinemáticas más rápidas.

La extracción de níquel varió de acuerdo a la minerología. La minerología que era más refractaria al proceso, y por lo tanto produjo menores niveles de extracción de níquel, fue aquella en la cual una cantidad significativa de níquel estaba contenida en los hidróxidos de hierro. La refractariedad se entiende en términos de la forma de ocurrencia del Ni, que en la estructura cristalina de los hidróxidos de hierro requiere más energía en el sistema para superar la alta energía de los enlaces en estos hidróxidos. Los átomos de Ni son menos accesibles a la solución de lixiviación.

El GRÁFICO 4 (extracción de níquel de mineral saprolítico) y el GRÁFICO 5 (extracción de níquel de mineral ferroginoso o limonítico), adjuntos aquí, muestran las curvas de extracción para los ensayos en columnas de 1 m de altura, para dos de los tipos de mineral evaluados.

Los ensayos llevados a cabo en minicolumnas permitieron la evaluación de la extracción de níquel máxima posible esperada obtenida. Ya que todos los tipos alcanzaron la estabilización en ciclos de 100 días, se asumió que este tiempo era el ciclo total, y la concentración del ácido fue variada cada 20 días, desde 20 a 200 g/L y luego de 22 a 20 g/l. La influencia de la concentración del ácido en el proceso fue confirmada una vez más. En el ensayo con valores de acidez aumentantes, se observó que la inflexión de

la curva cambiaba con los incrementos en la acidez. En el ensayo con valores de acidez que disminuyen, se observó que este efecto no era significativo.

En estos ensayos, tres etapas principales fueron identificadas en el proceso de lixiviación bajo evaluación: neutralización, lixiviación primaria, y lixiviación secundaria, como se muestra en el GRÁFICO 6 (etapas de lixiviación) adjunto aquí. En la primera etapa, las reacciones principales involucra los minerales que ya son solubles, especialmente las especies que llevan magnesio, y por lo tanto esta etapa se ha identificado como neutralización. Existen tres cinéticas diferentes, dependiendo en como está distribuido el níquel en los minerales: El Ni adsorbido entre placas (interplaca) de filosilicatos es extraído más fácilmente que el Ni dentro de la estructura (intraplaca) de estos mismos minerales, que a su vez produce más extracción que el Ni contenido en hidróxidos de hierro.

Este comportamiento de diferentes zonas de lixiviación indicó la importancia de evaluar el circuito de acuerdo al principio de contracorriente.

El GRÁFICO 7, adjunto aquí, muestra las curvas de extracción de níquel obtenidas para las cuatro topologías en columnas de 4 m de altura.

EJEMPLO 3

Se evaluaron tres opciones diferentes de circuito de lixiviado, las curvas de extracción se presentan en el GRÁFICO 8 adjunto aquí: circuito abierto, circuito en contracorriente con tres etapas (circuito con ISL), y circuito con recirculación PLS y corrección de la concentración de ácido.

Para el circuito ILS, se consideró el ciclo total en 150 días, con tres etapas de 50 días cada una. El circuito de contracorriente (ILS) se presenta en sí mismo como la mejor alternativa para los minerales evaluados, al sustancialmente acortar el ciclo de lixiviación y disminuir el volumen total de la solución y el consumo de ácido también, como se muestra en la TABLA 4 abajo:

Tipo de Circuito	Ciclo de Lixiviación (días)	Extracción de Ni (%)	Extracción de Co (%)	Consumo de H ₂ SO ₄ (kg/ton of mineral)
ILS	150	84	70	280
Abierto	270	87	72	560
Con reciclado y corrección de acidez	270	84	70	250

TABLA 4

EJEMPLO 4

Los ensayos se llevaron a cabo sobre la misma muestra, en columnas de 4 m de altura, para evaluar la influencia del tamaño de grano sobre la extracción de níquel. Las otras condiciones del proceso, tales como la concentración de la solución de lixiviación, la rata de percolación, las condiciones de aglomeración, se mantuvieron constantes. Se observó que, para muestras altamente porosas en adición a finos presentes naturalmente en el mineral, no hay un impacto significativo sobre la extracción de níquel para un tamaño tope de 12,5 mm o 50,0 mm, como se muestra en el GRÁFICO 9 (evaluación de la influencia del tamaño de grano sobre la extracción de níquel) adjunto aquí.

REIVINDICACIONES

1. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, caracterizado porque comprende las etapas de trituración (I), aglomeración (II), apilación (III), y lixiviación por cúmulos (IV), con esta última etapa que es un sistema de lixiviación por cúmulos en contracorriente y continua con dos o más etapas, que presentan dos fases, una de las cuales está compuesta del mineral (solute), y la otra está compuesta de la solución de lixiviación, o disolvente, las cuales son suministradas por extremos opuestos de la serie de etapas, y fluyen en direcciones opuestas. Luego de la cesación del lixiviado en la última etapa, su soluto es removido y una nueva etapa es introducida en la primera posición, formada por nuevo mineral (solute) que va a ser lixiviado por la solución de disolvente, que es introducida desde la última etapa, percolando o fluyendo por todas las etapas previas hasta que alcanza la primera etapa, siendo separada si está cargada con metales objetivo (PLS).
2. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el triturado (I) se puede llevar a cabo en tantas etapas como se requiera para lograr el tamaño de grano adecuado para el proceso.
3. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que un tamaño de grano máximo de entre aproximadamente 25,0 mm y aproximadamente 50,0 mm es obtenido en un triturado secundario, y tamaño de grano máximo entre aproximadamente 12,5 mm y aproximadamente 6,30 mm es obtenido en un triturado terciario.
4. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que opcionalmente puede agregarse agua al producto triturado antes de ser enviado a

la etapa de aglomeración (II).

5. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, durante la etapa de aglomeración (II), hay adición de agua y, opcionalmente, de ácido u otros aditivos, tales como agentes aglomerantes, entre otros.
6. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el ácido sulfúrico, concentrado o en solución, y el agua son agregados en dosis que son suficientes para alcanzar la humedad de aglomeración.
7. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el agente aglomerante puede ser inorgánico u orgánico, sintético o natural, o aún de origen mineral, tal como la bentonita.
8. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que no hay presentes finos en el producto aglomerado que puedan deteriorar el proceso de percolación.
9. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los cúmulos son preferiblemente del tipo dinámico o variable.
10. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que el mineral apilado (III) forma cúmulos con alturas desde cerca de 2 m a cerca de 7 m.

11. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el sistema de lixiviación por cúmulos (IV) comprende tres etapas.
12. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la nueva solución de lixiviación comprende una solución de ácido sulfúrico.
13. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que su concentración está entre 50 g/L y 200 g/L.
14. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la nueva solución de lixiviación es introducida por la cara superior, o la parte de arriba, de la última etapa.
15. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las soluciones percoladas de cada etapa (ILS) son recolectadas de manera separada y son usadas en la etapa subsiguiente, de acuerdo a la dirección del flujo.
16. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución de lixiviado preñada (PLS) presenta una acidez residual entre cerca de 10 g/L y cerca de 30 g/L.
17. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR**

CÚMULOS, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que al final del proceso de lixiviación en la última etapa, el mineral lixiviado es lavado con nueva agua o con agua del proceso, y luego se considera como un residuo.

- 18. PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MINERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución cargada con metales (PLS) puede ser sometida a un proceso subsiguiente para la separación de los metales tales como níquel, cobalto, cinc, aluminio y hierro, entre otros.
- 19. PRODUCTO QUE CONTIENE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MINERALES DE LATERITA**, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que se obtiene por un proceso de lixiviación (iv), o comprende una solución cargada con metales objetivo (PLS), obtenida por dicho proceso.

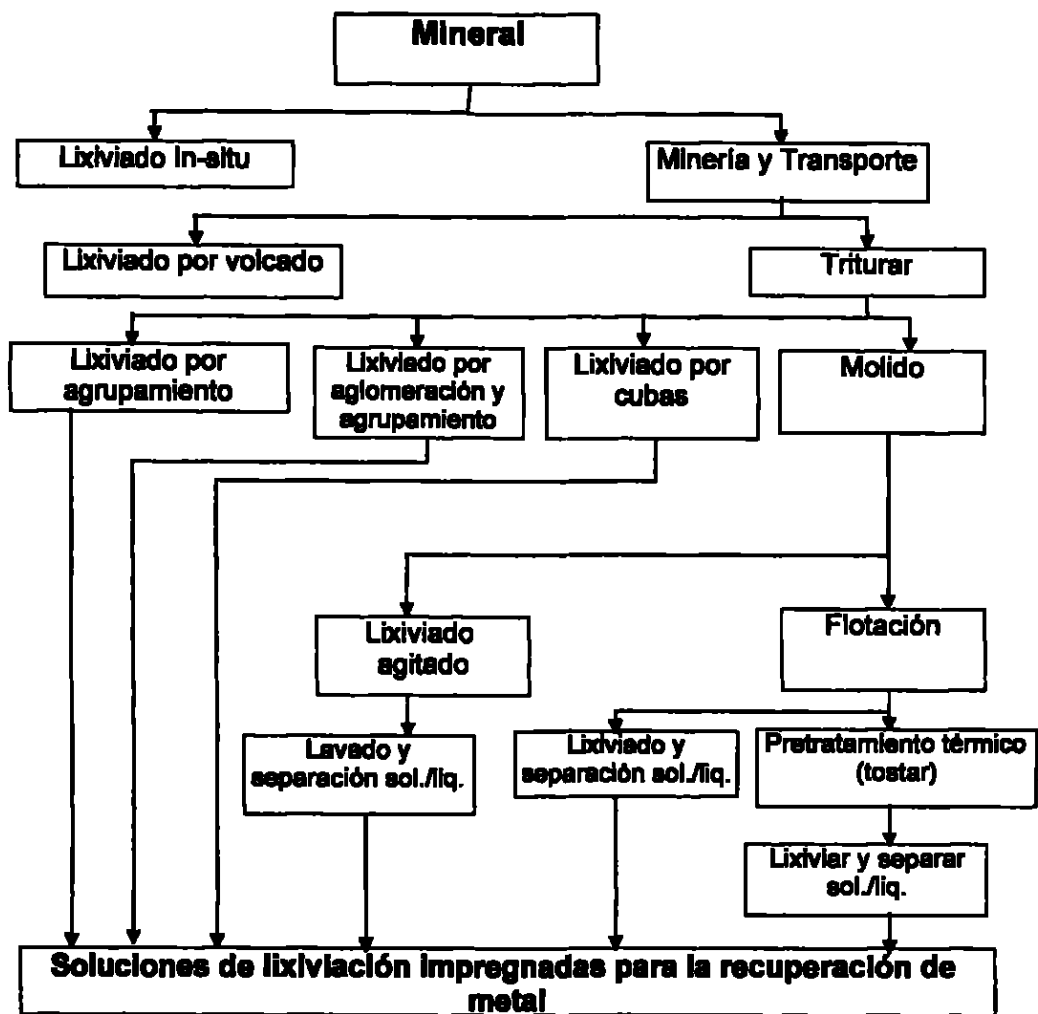


DIAGRAM 2

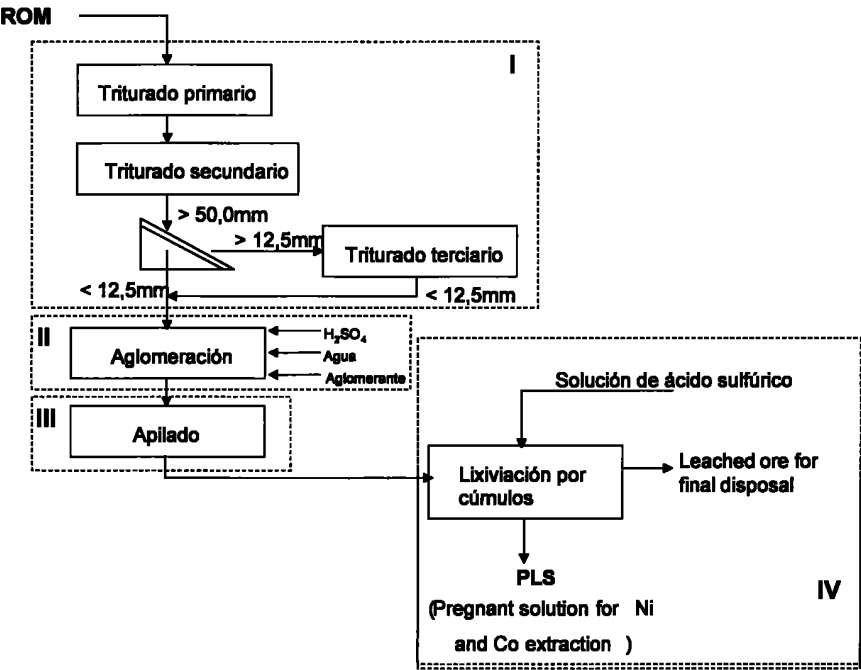


DIAGRAMA 3

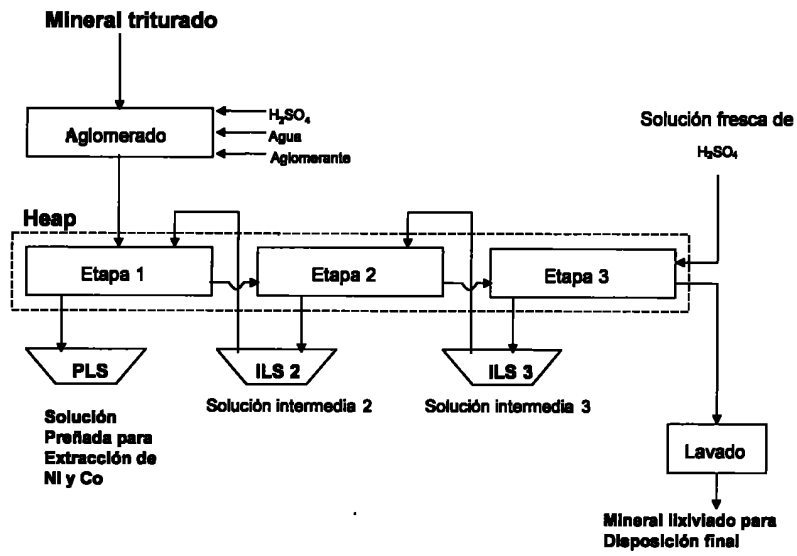
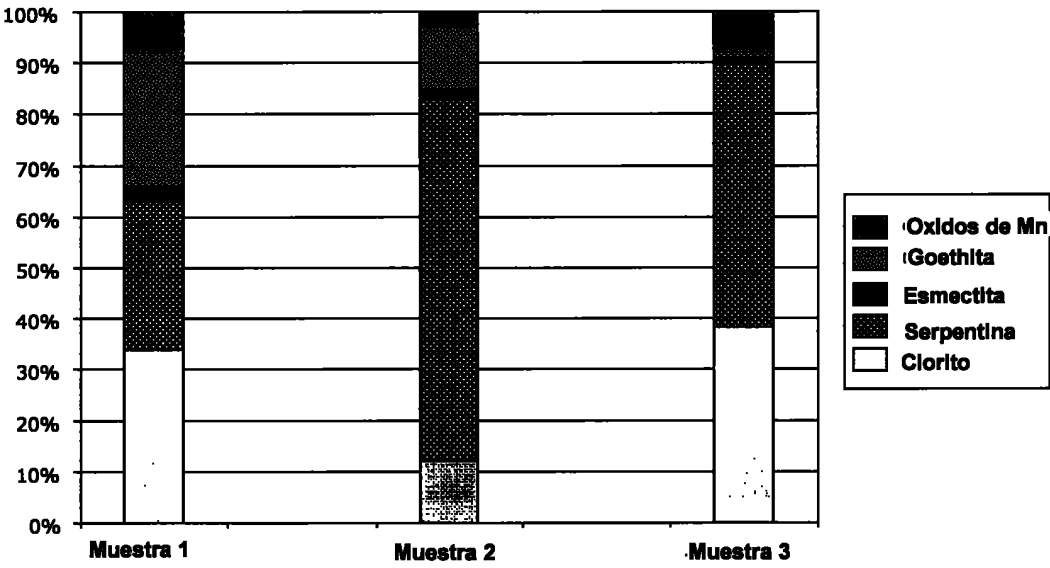


GRAFICO 1



27

GRAFIC 2

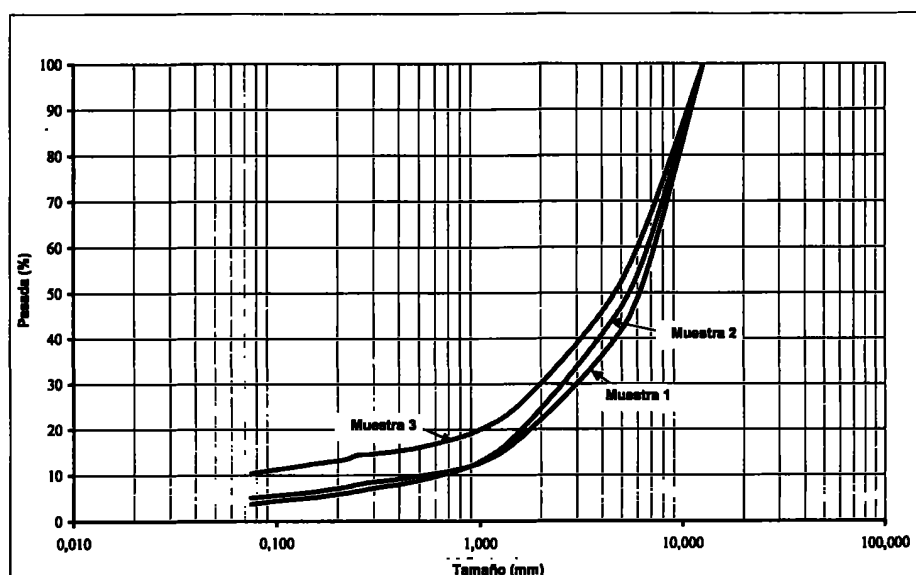
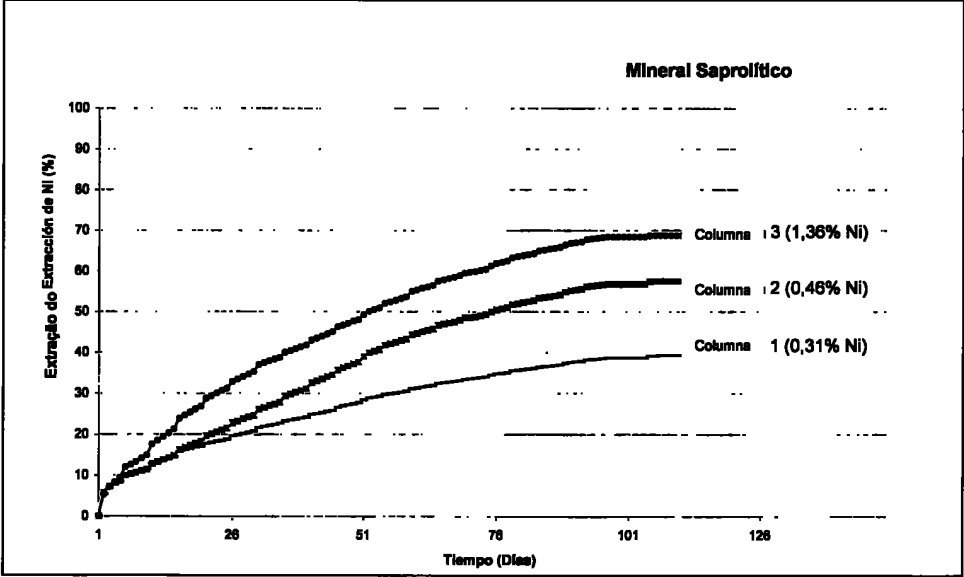
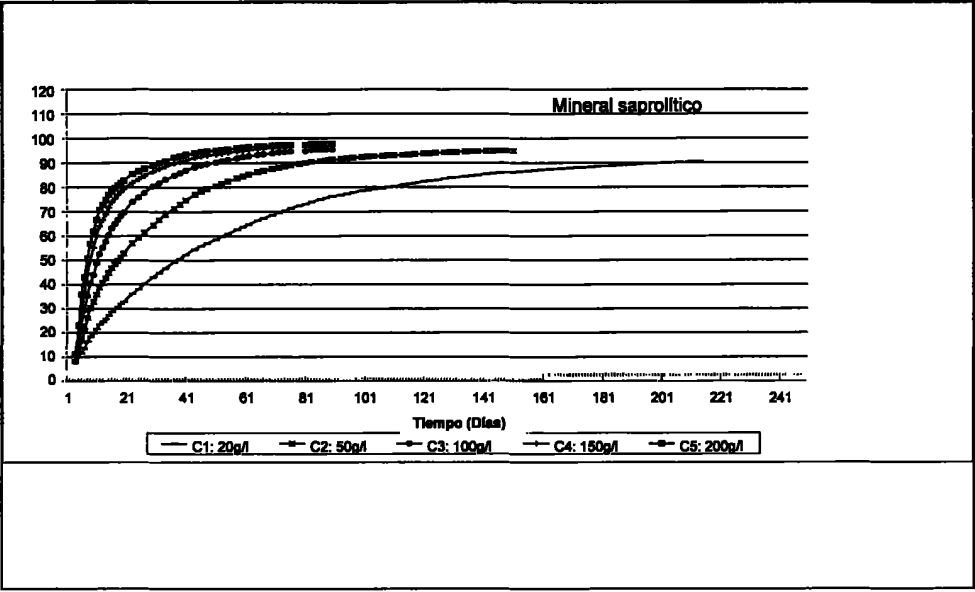


GRÁFICO 3

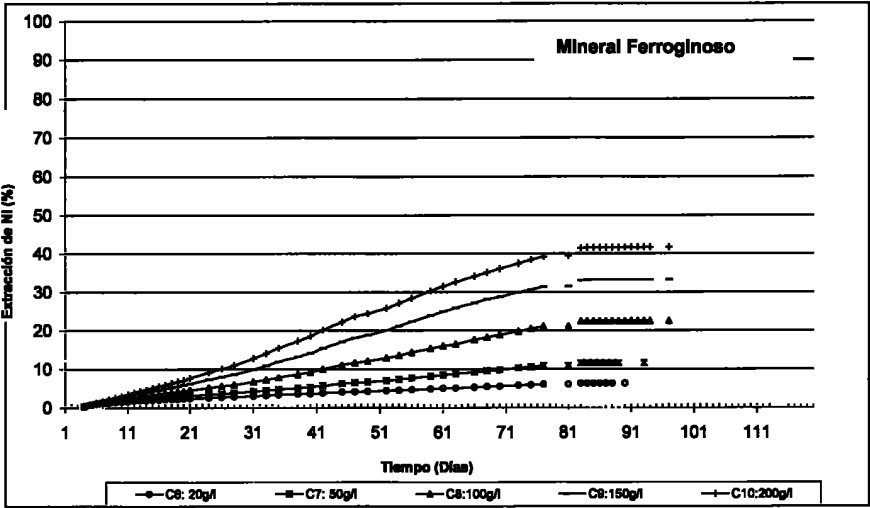


GRÁFIC 4



87

GRÁFICO 5



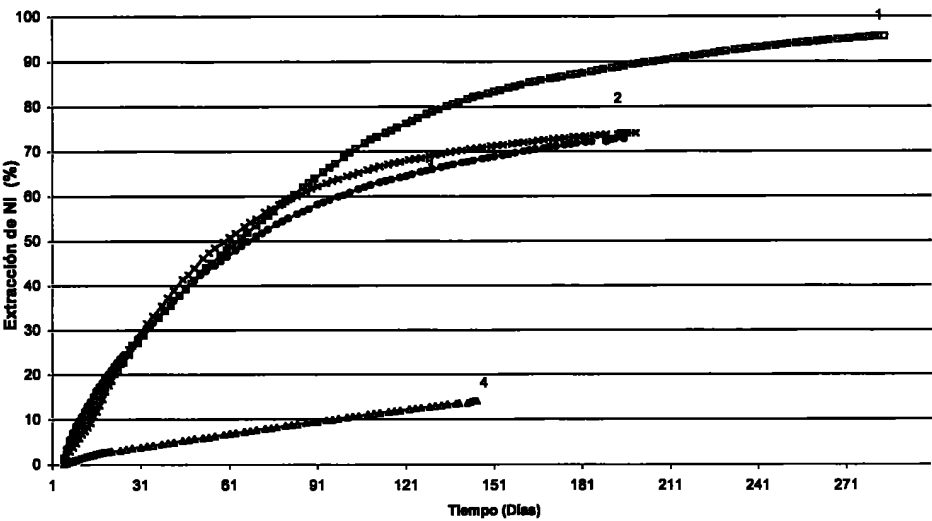
25



Ferruginous ore

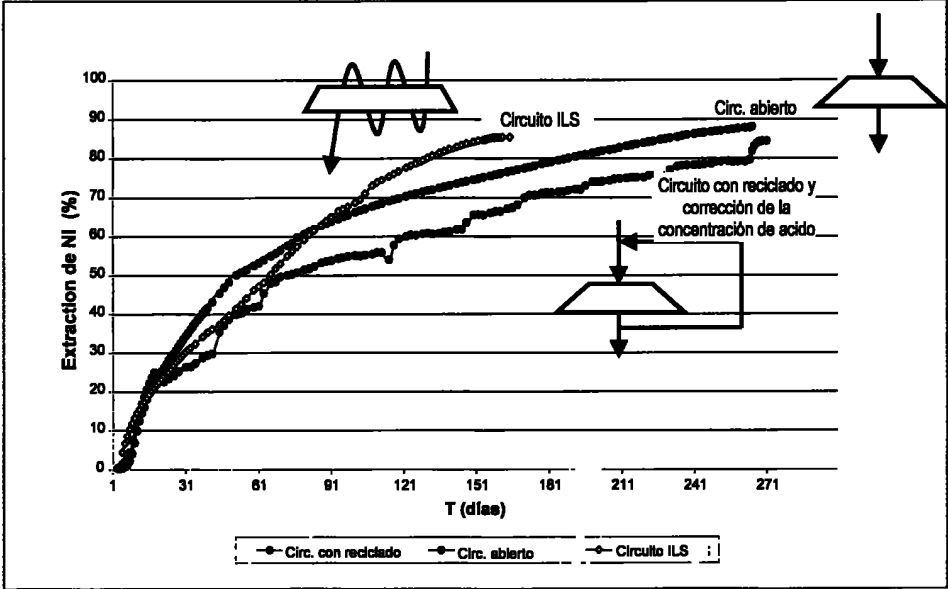
64

GRAFICO 7

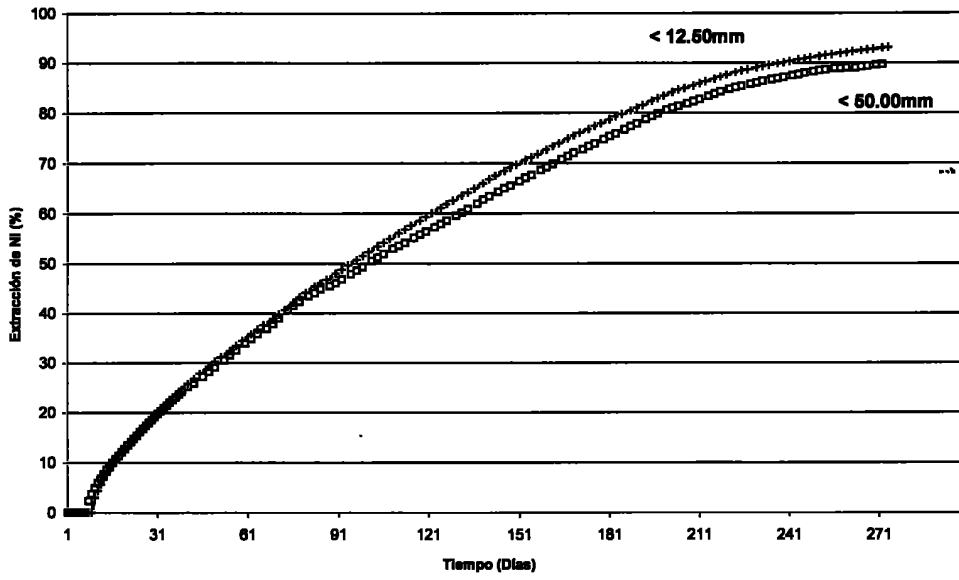


40

GRAPH 8



GRAPH 9



4)

25

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION								
(21) N° de solicitud: 22) Fecha de solicitud: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">(30) Prioridad</td> <td style="width: 15%;">(31) No. Prioridad</td> <td style="width: 15%;">(32) Fecha</td> <td style="width: 15%;">(33) Pais</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SI</td> <td>BR0505828-7 01406001192 3</td> <td>28/11/2005 30/11/2006</td> <td style="text-align: center;">BR BR</td> </tr> </table>	(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) Pais	SI	BR0505828-7 01406001192 3	28/11/2005 30/11/2006	BR BR	(51) Int Cl: (71) Solicitante(s) COMPANHIA VALE DO RIO DOCE (72) Inventor(es) GEYSA SANTOS DE PONTES PEREIRA OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO (74) Apoderado: JESÚS M. MÉNDEZ BERMÚDEZ
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) Pais						
SI	BR0505828-7 01406001192 3	28/11/2005 30/11/2006	BR BR						
(54) Título: PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA									

Reivindicación(es):

Se declara como invención y de propiedad exclusiva la siguiente:

1. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, caracterizado porque comprende las etapas de trituración (I), aglomeración (II), apliación (III), y lixiviación por cúmulos (IV), con esta última etapa que es un sistema de lixiviación por cúmulos en contracorriente y continúa con dos o más etapas, que presentan dos fases, una de las cuales está compuesta del mineral (solute), y la otra está compuesta de la solución de lixiviación, o disolvente, las cuales son suministradas por extremos opuestos de la serie de etapas, y fluyen en direcciones opuestas. Luego de la casación del lixiviado en la última etapa, su soluto es removido y una nueva etapa es introducida en la primera posición, formada por nuevo mineral (solute) que va a ser lixiviado por la solución de disolvente, que es introducida desde la última etapa, percolando o fluyendo por todas las etapas previas hasta que alcanza la primera etapa, siendo separada si está cargada con metales objetivo (PLS).

2. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el triturado (I) se puede llevar a cabo en tantas etapas como se requiera para lograr el tamaño de grano adecuado para el proceso.

3. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que un tamaño de grano máximo de entre aproximadamente 25,0 mm y aproximadamente 50,0 mm es obtenido en un triturado secundario, y tamaño de grano máximo entre aproximadamente 12,5 mm y aproximadamente 8,30 mm es obtenido en un triturado terciario.

4. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que opcionalmente puede agregarse agua al producto triturado antes de ser enviado a la etapa de aglomeración (II).

5. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, durante la etapa de aglomeración (II), hay adición de agua y, opcionalmente, de ácido u otros aditivos, tales como agentes aglomerantes, entre otros.

6. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el ácido sulfúrico, concentrado o en solución, y el agua son agregados en dosis que son suficientes para alcanzar la humedad de aglomeración.

7. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el agente aglomerante puede ser inorgánico u orgánico, sintético o natural, o aún de origen mineral, tal como la bentonita.

8. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que no hay presentes finos en el producto aglomerado que puedan deteriorar el proceso de percolación.

9. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que los cúmulos son preferiblemente del tipo dinámico o variable.

10. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que el mineral apilado (III) forma cúmulos con alturas desde cerca de 2 m a cerca de 7 m.
11. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el sistema de lixiviación por cúmulos (IV) comprende tres etapas.
12. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la nueva solución de lixiviación comprende una solución de ácido sulfúrico.
13. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que su concentración está entre 50 g/L y 200 g/L.
14. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la nueva solución de lixiviación es introducida por la cara superior, o la parte de arriba, de la última etapa.
15. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las soluciones percoladas de cada etapa (ILS) son recolectadas de manera separada y son usadas en la etapa subsecuente, de acuerdo a la dirección del flujo.
16. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución de lixiviado preñada (PLS) presenta una acidez residual entre cerca de 10 g/L y cerca de 30 g/L.
17. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que al final del proceso de lixiviación en la última etapa, el mineral lixiviado es lavado con nueva agua o con agua del proceso, y luego se considera como un residuo.
18. **PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MIENERALES DE LATERITA POR LIXIVIACIÓN POR CÚMULOS**, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la solución cargada con metales (PLS) puede ser sometida a un proceso subsiguiente para la separación de los metales tales como níquel, cobalto, cinc, aluminio y hierro, entre otros.
19. **PRODUCTO QUE CONTIENE NÍQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MINERALES DE LATERITA**, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que se obtiene por un proceso de lixiviación (iv), o comprende una solución cargada con metales objetivo (PLS), obtenida por dicho proceso.

RESUMEN

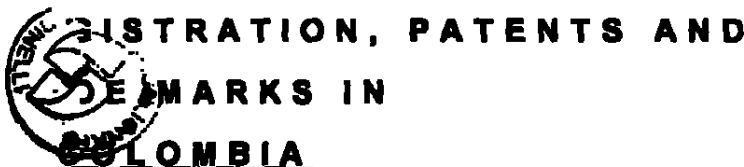
PROCES PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATERITA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR CÚMULOS Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA

La presente invención encierra un proceso para la extracción de níquel, cobalto, y otros metales de minerales de laterita mediante lixiviación por cúmulos, y del producto obtenido también, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas de triturar (I), aglomerar (II), apilar (III), y lixiviar por cúmulos (IV), con esta última etapa siendo un sistema de lixiviación por acumulación dinámica, de contracorriente, continuo con dos o más etapas, que comprende dos fases, una de las cuales está compuesta del mineral (solute), y la otra está compuesta de la solución de lixiviación, o disolvente, que se suministran por extremos opuestos de una serie de etapas y que fluyen en direcciones opuestas. Luego de la cesación del lixiviado en la última etapa, su soluto es removido y una nueva etapa es introducida en la primera posición, formada por nuevo mineral (solute) que va a ser lixiviado por la solución disolvente, que es introducida desde la última etapa, percolando o fluyendo por todas las etapas previas hasta llegar a la primera etapa, la cual es separada si está cargada con metales objetivo (PLS).

SERVIÇO NOTARIAL DO 3o OFÍCIO
TRIGINELI- Av. Augusto de Lima, 385- Tel. (031) 273-5744
Reconheço por verdadeiro nos termos do Art. 369 do CPC
e dou fé às(s) firma(s) abaixo:
FRANCISCO DE ASSIS PALHARES PEREIRA
PAULO EDUARDO ANTUNES LIBÂNIO
Belo Horizonte 26/08/2001, 10:22:14 23306

RENATA

45
WOLF • ABOGADOS ASOCIADOS



Yo, (*) y (**) actuando en
nombre y representación de Companhia Vale
do Rio Doce

domiciliada en BR 262 - Km 296 -
Caixa Postal 9 - 33030-970
Sta. Luzia MG - Brasil

por el presente nombra a la doctora MONICA WOLF
WASSERMAN, y/o

con domicilio en la Diagonal 83A No. 23 - 90, de Bogotá
Colombia, su representante legal en dicha ciudad, con
facultad de recibir notificaciones y nombrar apoderados
en los términos del parágrafo 1o. del Artículo 543 del
Código de Comercio colombiano. En desarrollo de dicha
calidad el representante, o los apoderados que él designe,
podrán recabar de las autoridades colombianas,
sanitarias, administrativas, judiciales, o de policía, la
obtención de patentes de Invención, Registro de Marcas,
de Modelos y de dibujos Industriales, de Nombres
Comerciales y Enseñas, Derechos de Autor, Registros
Sanitarios, lo mismo que traspasos, extensiones,
renovaciones, cambios de nombre, registro de licencias
de explotación y registro de licencias de uso, a cuyo
efecto les faculta para dar ante dichas autoridades todos
los pasos necesarios al objeto indicado, elevar
solicitudes, formular descripciones, enmiendas,
protestas, declaraciones, apilaciones y reclamos, solicitar
la aplicación de medidas cautelares, aceptar cesiones,
abonar todos los impuestos, cuotas y pagos determinados
por ley, recibir todos los documentos y valores dando el
descargo respectivo, presentar oposiciones, solicitar
cancelaciones y anulaciones y en fin tomar todas las
medidas que creyeren conducentes al resguardo de
nuestros intereses con todas las demás facultades legales
necesarias. Este poder comprende además las facultades
de recibir, desistir, transigir, comprometer, sustituir y
revocar sustituciones.

Dado y firmado en

(*) Francisco de Assis Palhares
Pereira

(**) Paulo Eduardo Antunes
Libânio

Diagonal 83A No. 23-90 Tels. (571) 256 7583 623 5828 Fax (571) 617 0614 e-mail mwolf@colomsat.net.co

The undersigned, (*) and (**) acting on
behalf of Companhia Vale do Rio Doce

with domicile in BR 262 - Km 296 - Caixa
Postal 9 - 33030-970 - Sta. Luzia
MG - Brazil

hereby appoints doctor MONICA WOLF WASSERMAN
and/or

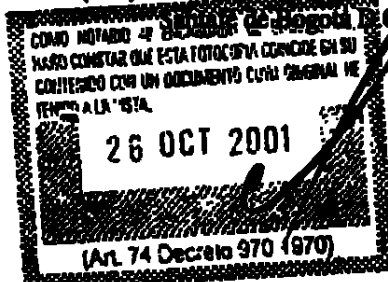
domiciled in Diagonal 83A No. 23 - 90, of Bogotá,
Colombia, our legal representative in said city,
empowered to receive notifications and to grant powers
of attorney in the terms of paragraph 1 of Article 543 of
the Colombian Commercial Code. In such capacity the
representative, or the attorneys by him appointed, may
request from the sanitary administrative, judicial and
police authorities of Colombia Patents of Invention,
Registration of Trade Marks, of Models and Industrial
Drawings, of Commercial names and Ensigns, Copyright,
Sanitary Registrations as well as assignments,
extensions, renewals, changes of name, registration of
licenses of exploitation and of licenses of use, for which
they are empowered to take before said authorities all the
necessary steps for the purposes indicated, to file
applications, to formulate descriptions, corrections,
protests, declarations, appeals and claims, to apply for
precautionary measures, to accept assignments, to pay all
taxes, quotas and payments prescribed by law, to receive
all documents and proceeds, giving the respective
acquittance or receipt; to file oppositions and objections,
request cancellations and annulments, and to take any
other measures that may be deemed conducive to the
safeguard of our interests, with all necessary legal
faculties to receive, compromise, transact, substitute in
all or in part, to revoke substitutions.

Given and signed in

(**) Paulo Eduardo Antunes
Libânio

(*) Francisco de Assis
Palhares Pereira

C. Colombia



DECLARACION NOTARIAL

(Individual)

A los _____ días del mes _____ de 19 _____
compareció personalmente ante mí, Notario Público _____

A quien(es) doy fé de conocer y me consta que es (son)
la(s) personas(s) descrita(s) y firmante(s) del documento
que precede, declarando ante mí, que otorga(n) el mismo
para los fines y propósitos que en él se expresan.

El Notario Público

(Sociedades)

El infrascrito Notario Certifica: que la firma que
antecede impresa por _____

es auténtica: que el signatario desempeña actualmente el
cargo de _____

de _____
que está facultado para otorgar este poder, que el
propósito para el que se otorga este poder está
comprendido dentro del objeto social de la Compañía;
que dicha Compañía está domiciliada en _____

y actualmente existe y está organizada de acuerdo con las
leyes de _____

Todos los hechos anteriores me constan por haber
examinado los documentos siguientes y de todo ello doy
fé: _____

Dado y firmado en _____

El Notario Público

(Con declaración y legalización

NOTARIAL CERTIFICATE

(Individual)

On this _____ day of _____ 19 _____
personally appeared before me, Notary Public _____

to me known, and known to me to be the person(s)
described in and who executed the foregoing document,
and he (they) duly acknowledged to me that he (they)
executed the same for the uses and purposes therein
expressed.

Notary Public

(Corporations)

The undersigned Notary Public certifies: that the
preceding signature by _____

is authentic: that the signer at present fills the post of _____

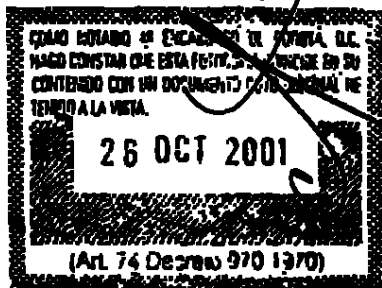
of _____
and that he is empowered to grant this power; that the
purpose for which this power is granted falls within the
chartered scope of the company's activities; that said
company is domiciled in _____

and it actually exists and is organized in accordance with
the laws of _____

the foregoing facts are known to me due to my
having examined the following documents to which I,
the Notary, attest: _____

Notary Public

(With Consular declaration and legalization)





CONSULADO GENERAL DE COLOMBIA

CONSULADO DE COLOMBIA
No. 35/01.

El Suscrito Cónsul General de Colombia en Rio de Janeiro, visto los documentos presentados por los interesados, CERTIFICA: Que la Señora FLAVIA RODRIGUES MARTINS, quien como Escribiente Sustituta de la Notaría 3ª de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, autenticó la firma del signatario del poder precedente, ejercía en la fecha las funciones indicadas y su firma corresponde a la registrada en este Consulado.

Que la COMPANHIA VALE DO RIO DOCE, es una sociedad constituida de acuerdo con las leyes del Brasil y cumple su objetivo conforme a las mismas.

Que los Señores FRANCISCO ASSIS PALHARES PEREIRA y PAULO EDUARDO ANTUNES LIBÂNIO, quienes en su caracter de APODERADOS de la citada Compañía, confieren el poder precedente y cuyas firmas fueron autenticadas ante la Notaría 3ª de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, son sus representantes legales en este país.

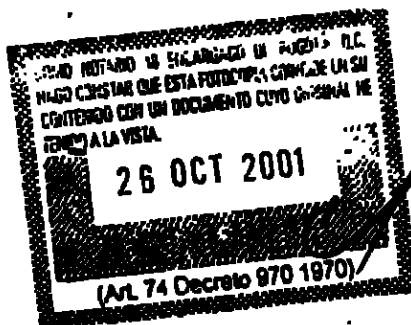
El Cónsul no asume responsabilidad por el contenido de este documento.

Rio de Janeiro, 23 de mayo de 2001.



[Firma manuscrita]
JUAN LOZANO P.
Cónsul General de Colombia.

PAGADO IMPUESTO DE TIMBRE US\$ 7,00 (SIETE DÓLARES) PAGADO DERECHOS CONSULARES US\$ 100,00 (CIEN DÓLARES)
--



EDGAR HERMES PAIXÃO PARDO

Traductor oficial- Tradutor juramentado

Español- Português
Português- Espanhol

Traducción oficial, parcial, de un documento que me fue presentado en lengua portuguesa, trabajo realizado en función de mi cargo de traductor oficial de esta ciudad de Santafé de Bogotá:

Poder de Companhia Vale do Rio Doce, BR 282, Km. 296- Apartado Aéreo 9, 33030-970, Sta. Luzia, MG, Brasil

Para Mônica Wolf Wasserman.

2 Firmas ilegibles. Francisco de Assis Palhares Pereira y Paulo Eduardo Antunes Libânio. Una indicación de la Notaría 3a. de Belo Horizonte señala las firmas anteriores.

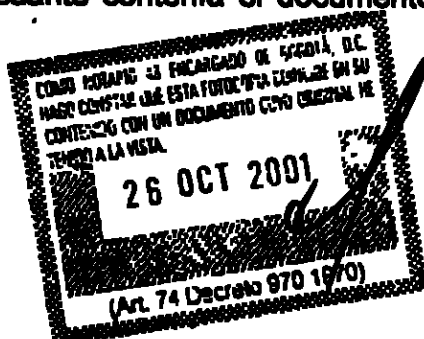
Notaría 3a. Trigineli. Reconozco verdadera, en los términos del art. 369 del CPC y doy fe, las firmas siguientes: Francisco de Assis Palhares Pereira y Paulo Eduardo Antunes Libânio. Belo Horizonte, 26 de enero de 2001. Firma ilegible, Flávia Rodrigues Martins.

Ministerio de Relaciones Exteriores. Oficina de representación en Río de Janeiro. Sección consular. Reconozco verdadera la firma anterior de Flavia Rodrigues Martins. MRE, sección consular RJ, 22 de mayo de 2001. Firma ilegible.

Hoja del Consulado de Colombia en Río de Janeiro, N° 35/01, legalizando la firma de Flavia Rodrigues Martins, escribiente substituta de la notaría 3ª. de Belo Horizonte. 23 de mayo de 2001. De la misma forma certifica la existencia de la Companhia Vale do Rio Doce y de sus apoderados. Firma ilegible, Juan Lozano P., Cónsul General. Sello del Consulado.

Sello del Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia legalizando la firma de Juan Lozano. N° 328845. 29 de mayo de 2001. Firma ilegible, Jefe de legalizaciones.

Era todo cuanto contenía el documento presentado. Es una traducción fiel y parcial.



Handwritten signature: *Paixão Pardo*

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL TEXTO

2001 MAY 30 A 9:43

JEFE DE RELACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

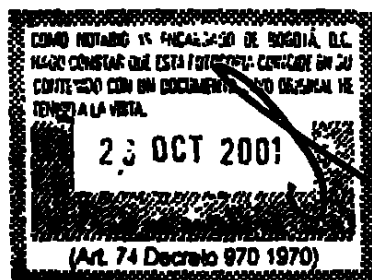
MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

felices

379711

Raizano

CUYA FIRMA APARECE EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS



PATENTE	☒	MODELO DE UTILIDAD	☐	DISEÑO INDUSTRIAL	☐
SOLICITANTES, RAZON SOCIAL O APELLIDOS Y NOMBRES		COMPANHIA VALE DO RIO DOCE			
DOMICILIO		SANTA LUZIA, MINAS GERAIS, BRASIL			
APODERADO		JESÚS M. MÉNDEZ. BERMÚDEZ			
TITULO		PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN DE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES BASE DE MENAS DE LATENTA MEDIANTE USAR LIXIVIADO POR ACUMULACIÓN Y EL PRODUCTO QUE CONTIENE NIQUEL, COBALTO, Y OTROS METALES DE MENAS DE LATERITA			
		CLASIFICACION			
EXPEDIENTE No.		FECHA DE SOLICITUD		BOLLO MICROFILM	
CERTIFICADO No.		FECHA DE CONCESION		VIGENCIA DESDE	HASTA
PROBROGA		CAMBIO DE NOMBRE			
TRASPASO A					
INVENTOR (ES)		GEYSA SANTOS DE MONTES PEREIRA / OLIVER RENATO DE ARAÚJO GOBBO			
OTROS					

(57) Resumen: La presente invención encierra un proceso para la extracción de níquel, cobalto, y otros metales de minerales de laterita mediante lixiviación por cúmulos, y del producto obtenido también, caracterizado por el hecho de que comprende las etapas de triturar (I), aglomerar (II), apilar (III), y lixiviar por cúmulos (IV), con esta última etapa siendo un sistema de lixiviación por acumulación dinámica, de contracorriente, continuo con dos o más etapas, que comprende dos fases, una de las cuales está compuesta del mineral (sólido), y la otra está compuesta de la solución de lixiviación, o disolvente, que se suministran por extremos opuestos de una serie de etapas y que fluyen en direcciones opuestas. Luego de la cesación del lixiviado en la última etapa, su sólido es removido y una nueva etapa es introducida en la primera posición, formada por nuevo mineral (sólido) que va a ser lixiviado por la solución disolvente, que es introducida desde la última etapa, percolando o fluyendo por todas las etapas previas hasta llegar a la primera etapa, la cual es sacada si está cargada con metales objetivo (PLS).

50

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 06-119666-00000-0000
Fec: 2006-11-27 15:02:15 Dep. 2020 NUECREACIONES
Tm. 2 PATENTES
Eve: 1 REGISTRO
Act: 411 PRESENTACION Folio: 53

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 06 - 90,949
FECHA : NOVIEMBRE 27 DE 2006

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
MONICA WOLF	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	35763967	27/11/2006	1,183,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
1		TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	463,000.00
		TOTAL :	\$ 463,000.00

SON: CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 08-118666-00000-0000
Fed: 2008-11-27 16:02:15 Dep. 2020 NUECREACIONES
Tra. 2 PATENTES
Eve: 1 REGISTRO
Act 411 PRESENTACION Folios: 33

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 06 - 90,950
FECHA : NOVIEMBRE 27 DE 2006

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
MONICA WOLF	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	35763967	27/11/2006	1,183,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	02 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN NU	130,000.00
		TOTAL :	\$ 130,000.00

SON: CIENTO TREINTA MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Rad: 08-119666- -00000-0000
Fec 2006-11-27 16:02:15 Dep. 2020 NUECREACIONES
TIt. 2 PATENTES
EVE: 1 REGDEPOSITO
Act 411 PRESENTACION Folio: 53

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176069-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 06 - 76,131
FECHA : OCTUBRE 3 DE 2006

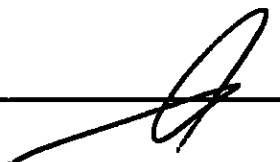
***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PASO	BANCO	CUENTA	No. PASO	FECHA PASO	Vr. PASO
JESUS MENDEZ	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	48496347	28/09/2006	9,500,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	82 INVOCACION DE UNA PRIORIDAD EN NU	130,000.
	TOTAL :	\$ 130,000.00

SON: CIENTO TREINTA MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____



REQUISITOS MINIMOS PARA ADMISION A TRAMITE
PCT

PATENTE DE INVENCION

[x]

MODELO DE UTILIDAD []

- ◆ Indicación de que se solicita la concesión de una patente [x]
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud [x]
- ◆ Descripción de la invención [x]
- ◆ Dibujos de ser estos pertinentes [x]
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas [x]

COMPLETA []

INCOMPLETA []

DISEÑO INDUSTRIAL []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de 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 []

- ◆ Indicación de que se solicita el registro de un Esquema de Trazado []
- ◆ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud []
- ◆ Representación gráfica del esquema trazado []
- ◆ Comprobante de pago de las tasas establecidas []

COMPLETA []

INCOMPLETA []

Firma Responsable

Fecha

Nov 27 de 2006

Carrera 13 No. 27-00 Piso 5, 7 y 10
Conmutador: 3 82 08 40
Fax: 350 52 20
E-mail: info@slc.gov.co
www.slc.gov.co
Bogotá, D.C., Colombia

38
54

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
MENDEZ BERMUDEZ JESUS M
Apoderado(a) y/o Representante de
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

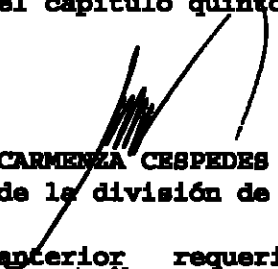
REFERENCIA Radicación No. 6 119666
 Trámite 2
 Evento 1
 Actuación 430
 Oficio No. 00014500

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica que:

1. Debe allegar copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente otorgado por el(los) inventor(s) al(los) solicitante(s) o a su(s) causante(s) (art. 26-k, Dec 486/2000).

En cumplimiento del artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos (2) 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.


ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 24 DIC. 2006
adpa1

Se recuerda al interesado que debe presentar, dentro de los dieciséis meses siguientes contados a partir de la fecha de presentación de las solicitudes cuyas prioridades se invocan, copia de las mismas certificadas por la autoridad que las expidió y, en los casos en que haya lugar, la traducción simple de los capítulos reivindicatorios. El incumplimiento de éste plazo, acarreará la pérdida de la prioridad invocada.