

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 476**

51 Int. Cl.:

C22B 3/22 (2006.01)

C22B 3/44 (2006.01)

C22B 3/06 (2006.01)

C22B 11/08 (2006.01)

C22B 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/ZA2015/000045**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15196220**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15809681 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 3158091**

54 Título: **Método de recuperación de metales base a partir de minerales y residuos de baja ley**

30 Prioridad:

18.06.2014 ZA 201404452

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.08.2019

73 Titular/es:

**SIRCH GROUP (PTY) LTD (100.0%)
6 Ivy Meadows CNR Ewelme & Wargrave Roads
Henly on Klip
1962 Randvaal, ZA**

72 Inventor/es:

**CONRADIE, NICHOLAS y
KOTZE, MARTHIE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 723 476 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de recuperación de metales base a partir de minerales y residuos de baja ley

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un método para recuperar metales a partir de minerales y residuos de baja ley. Más particularmente, la invención se refiere al aumento de la viabilidad económica de la recuperación de la base u otros metales por medio de la lixiviación con cianuro de minerales y residuos de baja ley al proporcionar un método para la recuperación efectiva del cianuro, contenido en un lixiviante para el proceso de lixiviación, que permite que el cianuro recuperado sea reciclado.

10 Sin ser restrictivos, los "minerales de baja ley", como se usan en el presente documento, incluyen minerales de óxido y sulfuro, especialmente minerales que contienen materiales de ganga que consumen mucho ácido, como calcita, dolomita, calcio, magnesio, aluminio, manganeso y hierro.

La recuperación de metales básicos como cobre, níquel, cobalto y zinc a partir de minerales de baja ley mediante lixiviación con ácido sulfúrico a menudo se considera poco económica; al menos, por las siguientes razones:

15 1. la cantidad de ácido, que es un reactivo costoso, consumido durante la lixiviación de materiales de ganga como los mencionados anteriormente es relativamente alta;

2. los minerales del metal base o los residuos que contienen sulfuros no se lixivian eficientemente en ácido sulfúrico y, para la mayoría de los materiales de sulfuro, se debe emplear un oxidante como el férrico. El costo del oxidante es normalmente inaceptablemente alto; y

20 3. durante la lixiviación con ácido sulfúrico, los metales preciosos, como el oro, la plata y el platino, no se lixivian y los residuos de ácidos deben procesarse aún más mediante cianuración para recuperar estos metales.

Si bien la cianuración de minerales de baja ley puede ser muy efectiva en la recuperación de metales básicos y metales preciosos, los altos niveles de cianuro libre que se requieren para asegurar una lixiviación efectiva tienen un efecto perjudicial sobre la viabilidad económica del proceso.

25 Se han desarrollado varios métodos para recuperar el cianuro, después de un proceso de cianuración, de modo que el cianuro recuperado se pueda reciclar para hacer que el proceso de cianuración sea más económico. Un método, conocido como el proceso SART, utilizado para recuperar oro de minerales de cobre y oro, ha demostrado ser prometedor.

30 Un diagrama de flujo básico del proceso SART se muestra en la FIG. 1. El procedimiento incluye los siguientes pasos: lixiviar el mineral con cianuro para formar una solución que se somete a un primer paso de separación sólido/líquido para producir una solución de lixiviación rica (PLS, por sus siglas en inglés) y sólidos; acidificación de la PLS utilizando H_2SO_4 ; seguido de la sulfuración mediante la adición de H_2S , para producir una solución que contiene un complejo de sulfuro metálico, que se somete a una segunda etapa de separación sólido/líquido, como la filtración con carbón activado o el intercambio iónico, para formar un filtrado y un licor filtrado. Cobre, oro y plata se recuperan del filtrado y el pH del líquido filtrado se ajusta antes del reciclaje a la etapa de lixiviación. Los sólidos de la primera etapa de separación sólido/líquido se lavan y se someten a una etapa de destrucción de cianuro para formar un producto libre de impurezas que se elimina en una presa de limo.

40 El procedimiento SART se utiliza principalmente para la recuperación de oro. Según el conocimiento del solicitante, el procedimiento SART no se ha considerado para el tratamiento de minerales o residuos de metales básicos de baja calidad, ya que la cantidad de metal base que se recuperaría no justificaría normalmente el alto costo de los reactivos.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método que, al menos parcialmente, aborde el problema asociado con estos altos costos.

Compendio de la invención

45 La invención proporciona un método para la recuperación de al menos un metal de un mineral o residuo de baja ley, en el que el método incluye los siguientes pasos:

a) Lixiviación con cianuro del mineral o residuo de baja calidad, a un pH alcalino, para producir una solución de lixiviación libre de impurezas que contiene al menos un cianuro metálico;

b) mejorar la solución de lixiviación libre de impurezas eliminando los sólidos lixivados o pobres de la solución de lixiviación libre de impurezas que contiene el cianuro metálico;

50 c) someter la solución mejorada de lixiviación libre de impurezas a ultrafiltración para producir un licor clarificado que contiene el cianuro metálico;

d) someter el licor clarificado a nano-filtración para producir un concentrado de cianuro metálico y un permeado;

e) someter el concentrado de cianuro metálico a acidificación y luego a sulfuración para producir una solución que contiene un sulfuro de metal y cianuro de hidrógeno;

5 f) someter la solución formada en la etapa e) a una etapa de separación de líquido/sólido para recuperar al menos algo del sulfuro de metal y al menos algo del cianuro de hidrógeno; y

h) reciclar el cianuro de hidrógeno recuperado para la lixiviación del cianuro (paso a)).

La etapa de lixiviación con cianuro a) se realiza a un pH que preferiblemente está entre 10 y 11.

La eliminación de los sólidos lixiviados o estériles de la solución de lixiviación libre de impurezas en la etapa b) puede efectuarse mediante decantación contracorriente, filtración o similares.

10 Para optimizar la recuperación del sulfuro de metal y el cianuro de hidrógeno, los sólidos lixiviados o estériles pueden someterse a una etapa de lavado. La solución resultante se separa luego en un agua de lavado que se recicla a la solución mejorada de lixiviación libre de impurezas, y un residuo de lixiviación lavado que luego se puede someter a una etapa de destrucción del cianuro.

15 La nanofiltración en la etapa d) se puede llevar a cabo utilizando cualquier membrana adecuada que tenga un tamaño de poro apropiado para evitar que el concentrado de cianuro metálico penetre en la membrana.

El permeado producido en la etapa d) se puede reciclar a la etapa de lixiviación con cianuro a).

20 En la acidificación del concentrado de cianuro metálico (en la etapa e) el pH del concentrado puede reducirse a un valor de entre 2 y 6. Esto se puede hacer mediante la adición de ácido sulfúrico. La disminución del pH hace que el concentrado de cianuro metálico se disocie y forme una solución que contiene sulfato de metal y cianuro de hidrógeno.

En el procedimiento subsiguiente de sulfuración, que se efectúa preferiblemente agregando sulfuro en forma de sulfuro de hidrógeno o sulfuro de sodio, el sulfato de metal en la solución se sulfura para formar la corriente que contiene sulfuro de metal.

25 El permeado que se produce en la etapa d) en una variación de la invención, se somete a un procedimiento de ósmosis inversa para formar una corriente de agua de alta calidad y un concentrado de NaCN que se recicla a la etapa a) de lixiviación con cianuro.

El metal se puede extraer del sulfuro de metal por cualquier medio adecuado conocido en la técnica. El metal recuperado puede ser metal base, como cobre, níquel, cobalto o zinc, o metal precioso, como oro o plata.

Breve descripción de los dibujos

30 La invención se describe adicionalmente a modo de ejemplos con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una hoja de flujo del procedimiento SART y ya se ha descrito en el preámbulo de esta especificación;

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento SART modificado de acuerdo con la invención; y

La Fig. 3 ilustra una variación del procedimiento en la Fig. 2.

Descripción de las realizaciones preferidas

35 La Fig. 2 de los dibujos adjuntos ilustran los pasos en un método 10 de acuerdo con la invención para la recuperación de metales de minerales de baja ley y residuos 12. Típicamente, los minerales y residuos se encuentran en los relaves de los minerales de sulfuro y óxido y contienen altos niveles de materiales de ganga que consumen ácidos, como calcita, dolomita, calcio, magnesio, aluminio, manganeso y hierro. Los metales en estos minerales y residuos pueden incluir metales preciosos como el oro y la plata y metales básicos como el cobre, el níquel, el cobalto y el zinc.

40 En una primera etapa 14, los minerales y los residuos 12 se someten a lixiviación con cianuro a un pH alcalino mediante la adición de cianuro 16. Preferiblemente, el pH está entre los valores de pH 10 y 11 que se consideran óptimos. El resultado de la etapa de lixiviación con cianuro es una solución de lixiviación libre de impurezas 18 que contiene al menos un cianuro metálico, es decir, un cianuro de un metal objetivo que puede ser cualquiera de los metales mencionados anteriormente.

45 La solución de lixiviación libre de impurezas 18 se somete a un procedimiento de separación sólido/líquido 20 que puede efectuarse por medio de decantación contracorriente, filtración o similares. El procedimiento 20 elimina los sólidos pobres o lixiviados 22 de la solución y produce una solución mejorada de lixiviación libre de impurezas 24 que contiene el cianuro metálico.

Para optimizar la recuperación del metal base y el cianuro libre, los sólidos 22 se lavan en una etapa 26 y la solución resultante se filtra para producir un agua de lavado 28 y los sólidos lavados 30.

Los sólidos lavados se someten a un paso de destrucción de cianuro 32 para producir un producto libre de impurezas 34 que se envía a una presa de lodos 36.

5 El agua de lavado 28, que puede contener algo del cianuro metálico, y la solución 24 de lixiviación rica mejorada se someten a una etapa de ultrafiltración o clarificación 38 que produce un licor clarificado 40 que contiene el cianuro metálico. A esto le sigue una etapa de nano-filtración 44 durante la cual el cianuro metálico se elimina del licor 40 clarificado. La etapa de nano-filtración 44 se lleva a cabo utilizando una membrana apropiada que tiene un tamaño de poro elegido que permite que un permeado 46 de agua y cianuro de sodio (NaCN) pase a través de la
10 membrana. El permeado se recicla al paso 12.

El tamaño de los poros de la membrana evita que el cianuro metálico penetre en la membrana. El cianuro metálico que se concentra de ese modo constituye el retenido 48.

15 En una etapa de acidificación 50, se agrega ácido sulfúrico 52 al retenido 48 para disminuir el pH del retenido a un valor de entre 2 y 6. Una vez que el pH es suficientemente bajo, el complejo de cianuro metálico se disocia y forma una solución 54 que contiene un complejo de sulfato de metal y cianuro de hidrógeno disuelto.

20 En una etapa subsiguiente de sulfuración 56, se agrega sulfuro de hidrógeno 58 (o sulfuro de sodio en forma de sal) a la solución 54 para producir una solución 60 que contiene un complejo de sulfuro metálico 62. Este complejo 62, que, por ejemplo, puede ser un producto de sulfuro de cobre, oro o plata, se recupera de la solución 60 por medio de una etapa 64 de separación sólido/líquido. El contenido de metal se puede recuperar del complejo utilizando cualquier técnica adecuada.

El pH de un líquido 66 producido por el paso 64 se ajusta en un paso 68, por ejemplo mediante la adición de cal 70 (CaO), a un valor de entre 10 y 11, es decir, al intervalo de operación alcalino del paso 14 de lixiviación con cianuro. El cianuro de hidrógeno 74 que emerge de la etapa 68 se recicla a la etapa 14 de lixiviación con cianuro.

La invención proporciona una serie de beneficios significativos que incluyen los siguientes puntos:

- 25 1. la etapa de nano-filtración 42 elimina efectivamente el cianuro libre que consume mucho ácido, reduciendo así la cantidad de ácido sulfúrico (56) que se necesita posteriormente para acidificar el retenido;
2. A medida que el permeado 46 se recicla al paso 14 antes del paso de alcalinización 48, el permeado permanece en el pH alcalino correcto. Esto reduce la cantidad de óxido de calcio necesario para alcalinizar el líquido 66 y, por lo tanto, para recuperar el cianuro de hidrógeno 74;
- 30 3. debido a la disminución en el procesamiento químico, una cantidad sustancial de cianuro de sodio se recupera en el permeado y se recicla a la etapa 14 para proporcionar una reducción significativa en el reactivo.
4. Se reduce la descarga de aguas residuales nocivas en el medio ambiente.

35 Los beneficios mencionados anteriormente producen un ahorro sustancial en los costos operativos y de capital. La Tabla 2 muestra los ahorros en gastos operativos (OPEX) producidos por el procedimiento de acuerdo con la FIG. 2 en comparación con un procedimiento SART convencional del tipo mostrado en la FIG. 1.

TABLA 2

Reactivo	Precios de los reactivos, R/t			
	H ₂ SO ₄	CaO	NaCN	Total
H ₂ SO ₄ , 98%	1500			
CaO	2500			
NaCN	21000			
	Costos de reactivos, millones de R/a			
	H ₂ SO ₄	CaO	NaCN	Total
Sin recuperación de NaCN			143	143
Recuperación de NaCN en el caso base (FIG. 1)	10	14	14	38
Recuperación de NaCN a través de la nano-filtración (Fig. 2 y 3)	1,8	1,1	3,6	6,5

La Fig. 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento 10A, que es una modificación de la mostrada en la Fig. 2. Los procedimientos 10 y 10A tienen un grado sustancial de identidad y, según corresponda, se utilizan números de referencia similares para designar materiales, componentes y pasos de tratamiento similares.

5 En el procedimiento 10A, el permeado 46 que emerge de la etapa de nano-filtración 44 se somete a una etapa de ósmosis inversa 80. Esto produce un concentrado de cianuro de sodio 82 y agua de alta calidad 84. El concentrado 82 se recicla al paso 14. La modificación incorporada en el procedimiento 10A significa que se reduce la producción de aguas residuales de una calidad inaceptable.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la recuperación de al menos un metal de un mineral o residuo de baja calidad, en el que el método incluye los siguientes pasos:
- 5 a) Lixiviación con cianuro del mineral o residuo de baja calidad, a un pH alcalino, para producir una solución de lixiviación libre de impurezas que contiene al menos un cianuro metálico;
- b) mejorar la solución de lixiviación libre de impurezas mediante la eliminación de sólidos lixiviados o pobres de la solución de lixiviación libre de impurezas;
- c) someter la solución mejorada de lixiviación libre de impurezas a ultrafiltración para producir un licor clarificado;
- 10 d) someter el licor clarificado a nano-filtración para producir un concentrado de cianuro metálico y un permeado;
- e) someter el concentrado de cianuro metálico a acidificación y luego a sulfuración para producir una solución que contiene un sulfuro de metal y cianuro de hidrógeno;
- 15 f) someter la solución formada en la etapa e) a una etapa de separación sólido/líquido, para recuperar de este modo al menos algo del sulfuro metálico y al menos algo del cianuro de hidrógeno; y
- h) reciclar el cianuro de hidrógeno recuperado para la lixiviación del cianuro (paso a)).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que se realiza a un pH de entre 10 y 11.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que los sólidos eliminados en la etapa b) se lavan y se separan, el agua de lavado se recicla a la solución de lixiviación libre de impurezas mejorada.
- 20 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, en la etapa e), se añade ácido sulfúrico al concentrado para reducir su pH a un valor entre 2 y 6.
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que incluye la etapa de reciclar el permeado producido en la etapa d) a la etapa a) de lixiviación con cianuro.
- 25 6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el permeado producido en la etapa d) se somete a un procedimiento de ósmosis inversa para formar una corriente de agua de alta calidad y un concentrado de NaCN que se recicla a la etapa a) de lixiviación con cianuro.
7. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el metal se extrae a partir del sulfuro de metal.
- 30 8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el metal es un metal base o un metal precioso.
9. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el metal es cobre, níquel, cobalto, zinc, oro o plata.

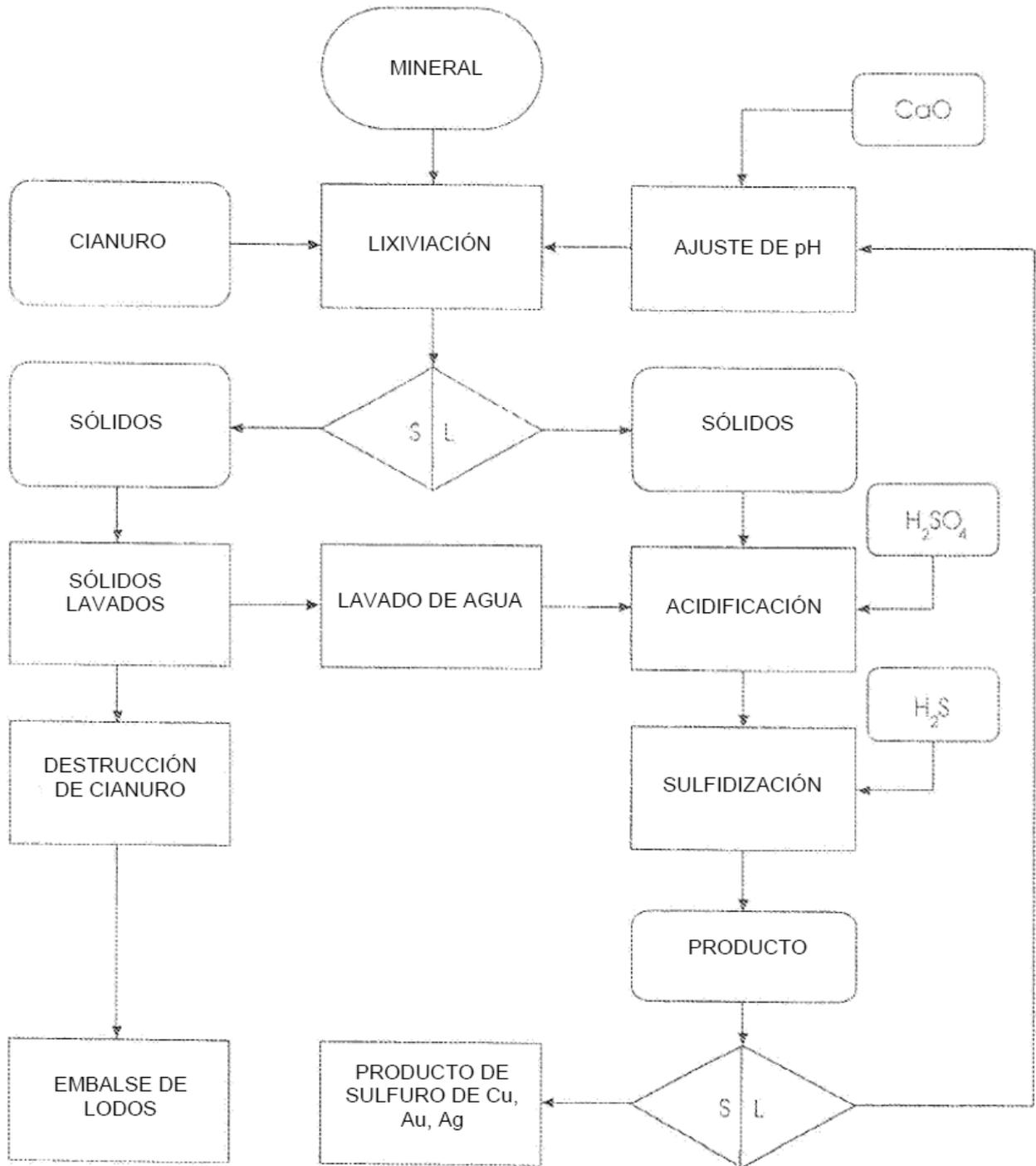


FIGURA 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

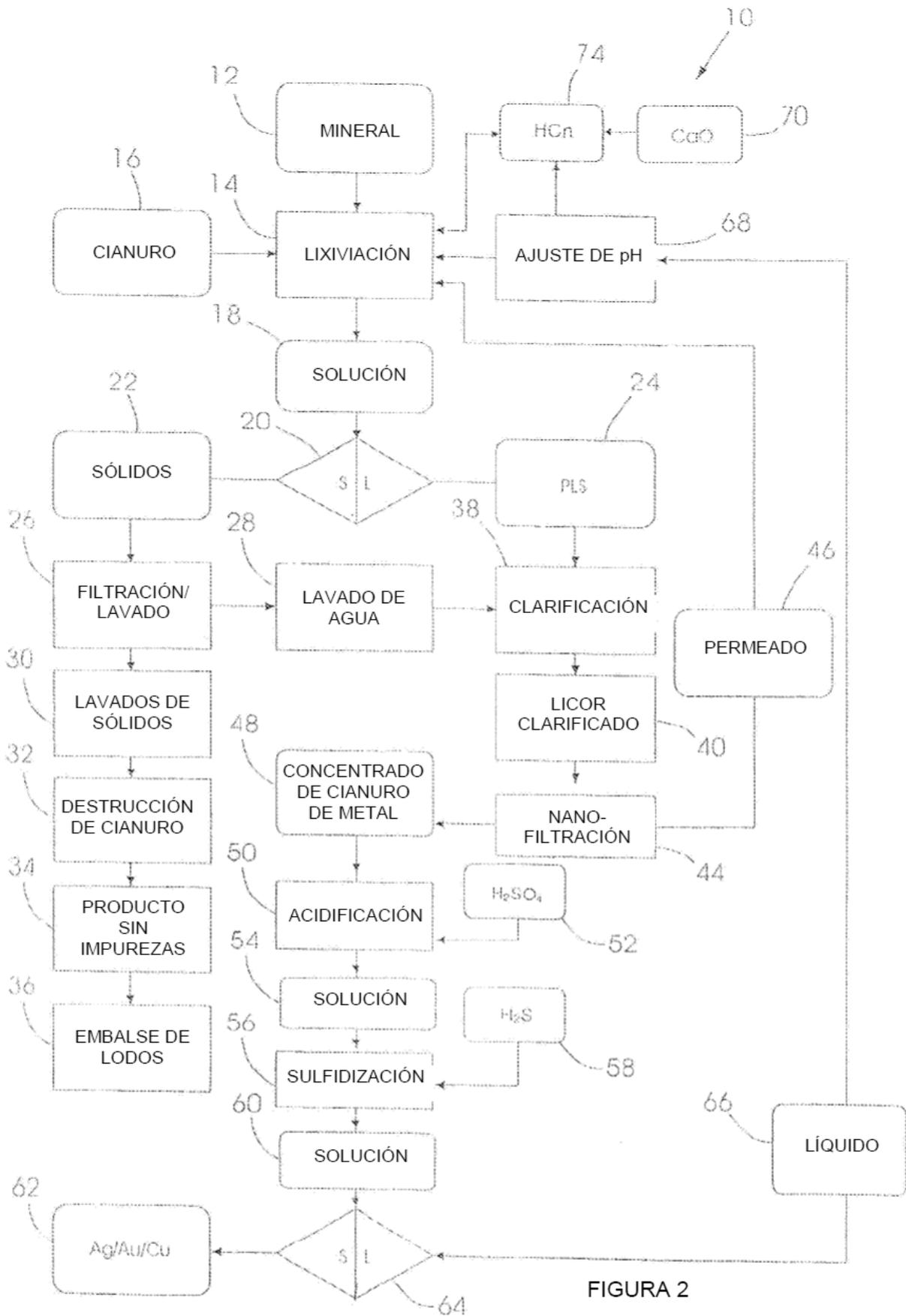


FIGURA 2

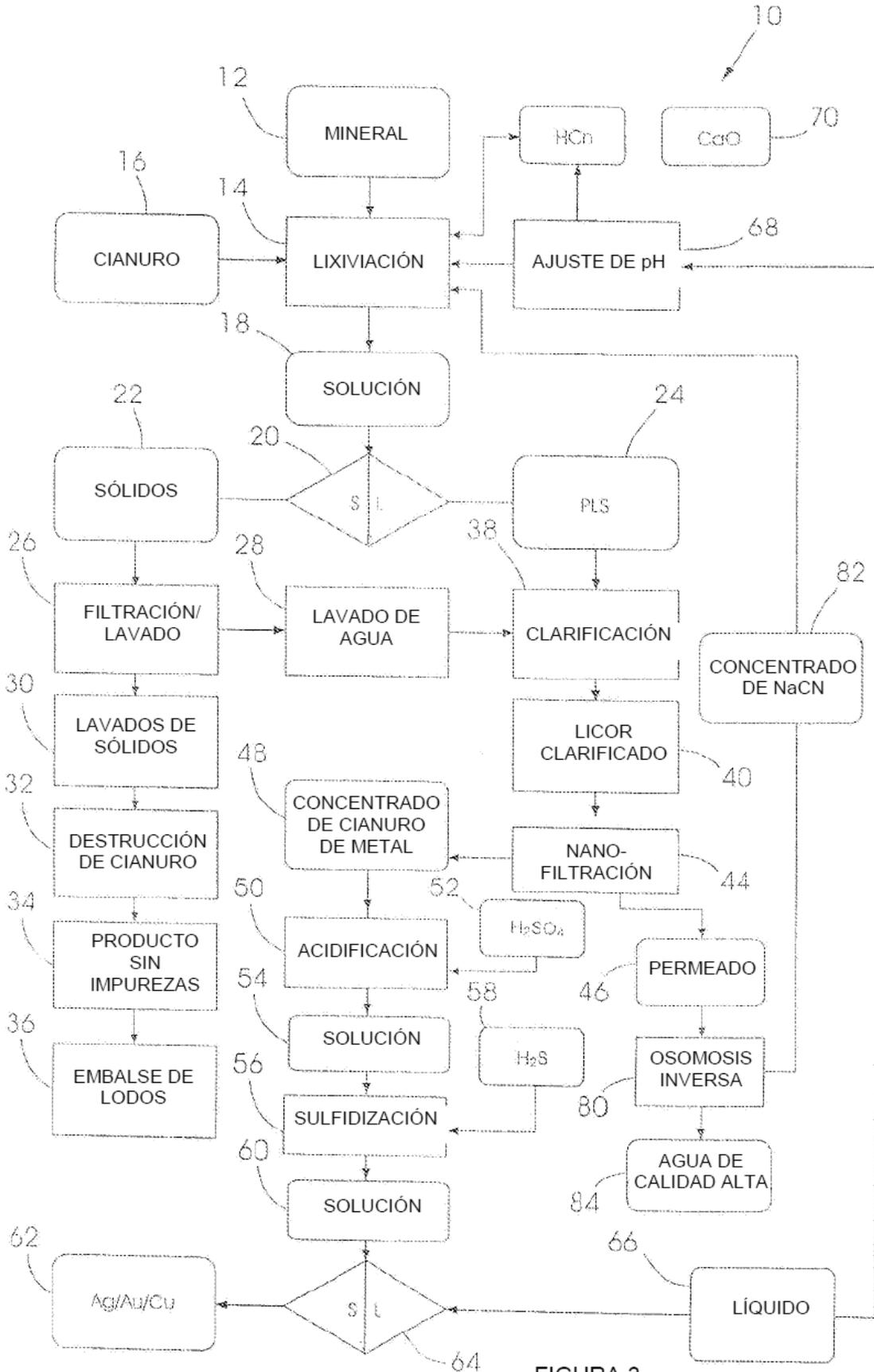


FIGURA 3