

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 401**

51 Int. Cl.:

C22B 11/00	(2006.01)
C22B 3/12	(2006.01)
C22B 3/22	(2006.01)
C22B 3/24	(2006.01)
C22B 3/42	(2006.01)
B01D 11/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2011 PCT/IB2011/003096**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2012 WO12076981**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2011 E 11846831 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2649211**

54 Título: **Lixiviación en resina a favor de la corriente o a contracorriente en procesos de lixiviación de oro**

30 Prioridad:
07.12.2010 US 420596 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2020

73 Titular/es:
**BARRICK GOLD CORPORATION (100.0%)
Brookfield Place, TD Canada Trust Tower, Suite
3700, 161 Bay Street, P.O. Box 212
Toronto, ON M5J 2S1, CA**

72 Inventor/es:
**CHOI, YEONUK y
CHEFAI, SAMIR**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 795 401 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

Lixiviación en resina a favor de la corriente o a contracorriente en procesos de lixiviación de oro

5 La presente solicitud reivindica los beneficios de la Solicitud Provisional de los EE.UU. N.º de Serie 61/420.596, presentada el 7 de diciembre de 2010, titulada "Uso de resina a favor de la corriente o a contracorriente en lixiviación para mejorar la recuperación de oro en la lixiviación con tiosulfato".

Campo

10 La divulgación se refiere, en general, a procesos hidrometalúrgicos para recuperar oro y/o plata y, en particular, a procesos hidrometalúrgicos para recuperar oro.

Antecedentes

15 Con respecto a la Figura 1, se representa un proceso de recuperación de oro convencional.

20 Un material 100 que contiene oro y/o plata refractario o doble refractario se somete a oxidación a presión, tal como en un autoclave, en la etapa 104 para formar una suspensión de salida oxidada 108, que incluye un residuo que contiene oro y/o plata.

La suspensión de salida oxidada 108 se cura en caliente en la etapa opcional 112 para convertir sulfato de hierro básico y ácido sulfúrico libre en sulfato férrico disuelto y forma una suspensión caliente curada 116.

25 En la etapa 120, la suspensión curada caliente 116 se somete opcionalmente a separación líquido/sólido, tal como mediante un circuito de decantación a contracorriente, para formar una suspensión lavada 124.

30 La suspensión lavada 124 se somete a neutralización en la etapa 128, normalmente mediante una base más débil tal como óxidos y carbonatos de metales alcalinos o alcalinotérreos, para neutralizar la mayor parte del ácido y los equivalentes de ácido en la suspensión lavada 124 y forma una suspensión neutralizada 132.

35 La suspensión neutralizada 132 se acondiciona previamente en la etapa 136 mediante contacto con aire enfriado a chorro y una base fuerte, en particular cal, para formar una suspensión acondicionada previamente 140 que tiene un pH de aproximadamente pH 8 o más alto.

40 En la etapa 144, la suspensión acondicionada previamente 140 se somete a un proceso de lixiviación en resina de oro y/o plata en presencia de un licor de lixiviación de oro y/o plata, tal como tiosulfato, para cargar sobre la resina el oro y/o plata en el residuo. La resina cargada puede extraerse y el oro y/o plata extraídos pueden recuperarse como un producto de oro y/o plata 148.

45 La Figura 2 representa un circuito 200 convencional de lixiviación en resina (o resina en pulpa) a contracorriente del tipo utilizado en la etapa 144. El circuito 200 incluye una pluralidad de tanques primero, segundo, tercero, ... enésimo 208a-n. La resina fresca 204, que normalmente es una resina de intercambio aniónico de base fuerte, se pone en contacto en primer lugar con la suspensión 140 que contiene la cantidad más baja de oro disuelto, proporcionando una fuerza impulsora para promover la lixiviación del oro del residuo y la adsorción del oro disuelto. La resina 212 cargada de oro y/o plata se retira del primer tanque 208a y los relaves sin producto 216 se retiran del tanque n 208n.

50 Aunque este proceso puede ser eficaz en la recuperación de oro y/o plata, las recuperaciones de oro y/o plata pueden ser problemáticas. El uso del método de lixiviación en resina o resina en pulpa generalmente se limita a aquellos minerales o concentrados que contienen oro y/o plata que requieren condiciones de lixiviación de tiosulfato suaves, puesto que las condiciones fuertes de lixiviación con tiosulfato pueden dar como resultado una adsorción competitiva sobre la resina por aniones de politionato (por ejemplo, tetracionato y tritionato) producidos durante la lixiviación. A modo de ejemplo, se ha descubierto que las concentraciones de tetracionato y tritionato de 420 y 55 350 mg/l, respectivamente, reducen la carga de oro sobre una resina Purolite™ A500C en un orden de magnitud; es decir, de 26 a 2 kg de resina de Au/t a partir de una solución que contiene Au 0,3 mg/l. Una concentración típica de tetracionato y otros politionatos superiores en una solución de lixiviación de tiosulfato varía de aproximadamente 50 a aproximadamente 200 mg/l y de tritionato varía de aproximadamente 275 a aproximadamente 375 mg/l.

60 Para contrarrestar este problema, se ha añadido sulfito a las soluciones de lixiviación de tiosulfato preñadas en una atmósfera sin oxígeno (por ejemplo, usando una purga de nitrógeno) para contrarrestar el efecto perjudicial de la concentración de politionato. Aunque es eficaz, este enfoque puede añadir gastos adicionales al proceso.

65 La Patente de los EE.UU. 5.785.736 de Thomas et al. desvela un proceso para el tratamiento de minerales de metales preciosos en los que el oro se lixivia a partir de una suspensión de mineral oxidado usando un licor de lixiviación de sal de tiosulfato y un catalizador de cobre. Posteriormente se cargan oro y cobre sobre una resina de

intercambio iónico. El cobre se recupera de la resina mediante elución con una solución de tiosulfato; se recupera oro de la resina mediante elución con una solución de tiocianato. Se recupera oro del eluato mediante precipitación, electrodeposición o cementación.

5 La Patente de los EE.UU. 5.147.618 de Touro et al. desvela un proceso para recuperar oro a partir de minerales refractarios que llevan oro usando ácido sulfuroso como agente de lixiviación para formar un complejo de oro-sulfito. El mineral se muele, se suspende, se mezcla con un agente quelante y después se somete a una etapa simultánea de lixiviación de SO₂ disuelto y de adsorción de resina de intercambio aniónico en presencia de oxígeno disuelto. El oro se transfiere a la resina y después se separa de la resina por extracción química.

10 La Publicación de la Solicitud de Patente de los EE.UU. 2005/0066774 de Asano et al. desvela un proceso para la separación mutua de metales del grupo del platino (MGP) mediante la lixiviación de una materia prima que contiene MGP y elementos de impureza, retirando los elementos de impureza del licor de lixiviación mediante extracción con disolvente, recuperando paladio del refinado, retirando elementos de impureza catiónica del refinado mediante extracción con disolvente, recuperando platino del refinado mediante hidrólisis, recuperando rutenio del precipitado mediante lixiviación y recuperando iridio mediante extracción con disolvente para formar un licor de extracción que contiene iridio y un refinado que contiene rodio.

20 Sumario

Estas y otras necesidades se abordan mediante los diversos aspectos, realizaciones y configuraciones de la presente divulgación. La presente divulgación se refiere en general a la lixiviación de oro y/o plata usando un circuito de lixiviación en resina o pulpa en resina.

25 En una primera realización, un método incluye la etapa de: lixiviar, mediante tiosulfato, un material que contiene oro y/o plata en un circuito de lixiviación en resina o resina en pulpa, comprendiendo el circuito una porción a favor de la corriente donde el material que contiene oro y/o plata y una resina que recoge oro y/o plata fluyen a favor de la corriente y una porción a contracorriente donde el material que contiene oro y/o plata y una resina que recoge oro y/o plata fluyen a contracorriente.

30 En una segunda realización, un método incluye la etapa de: lixiviación con tiosulfato, mediante un circuito de lixiviación en resina o resina en pulpa, un material que contiene oro, el circuito que comprende una porción a favor de la corriente donde el material que contiene oro y una resina de intercambio iónico fluyen a favor de la corriente y una porción a contracorriente donde el material que contiene oro y/o plata y una resina de intercambio iónico fluyen a contracorriente. Las soluciones utilizadas para extraer el oro de la resina cargada de oro y para convertir tetrionato y otros politionatos superiores en tritonato son generalmente diferentes y las operaciones se realizan en etapas separadas.

40 Una configuración del sistema que no forma parte de la invención reivindicada incluye:

un primer conjunto de tanques configurado para fluir a favor de la corriente de una resina de intercambio iónico, tiosulfato y un material que contiene oro y/o plata, comprendiendo el primer conjunto de tanques una primera entrada para una primera resina de intercambio iónico introducida y una primera salida para una primera resina cargada de oro y/o plata; y

45 un segundo conjunto de tanques para recibir el tiosulfato y el material que contiene oro y/o plata del primer conjunto de tanques y que se configura para que fluya a contracorriente de una segunda resina de intercambio iónico introducida por un lado y el tiosulfato y el material que contiene oro y/o plata por otro. El segundo conjunto de tanques incluye una segunda entrada para una segunda resina introducida y una segunda salida para una segunda resina cargada de oro y/o plata. Las resinas de intercambio iónico primera y segunda introducidas son diferentes entre sí y las resinas primera y segunda cargadas de oro y/o plata son diferentes entre sí. En una configuración, la segunda resina cargada de oro y/o plata se introduce en la primera entrada como porción de la primera resina de intercambio iónico introducida.

55 Las porciones a favor de la corriente y a contracorriente pueden tener muchas configuraciones. En una configuración, las porciones a favor de la corriente y a contracorriente no comparten un tanque común de lixiviación en resina o resina en pulpa. Normalmente, el material que contiene oro y/o plata fluye en primer lugar a través de la porción a favor de la corriente y en segundo lugar a través de la porción a contracorriente. La mayor parte (o la totalidad) de la resina cargada de oro y/o plata en la porción a favor de la corriente se retira de la porción a favor de la corriente y la mayor parte (o la totalidad) de una resina cargada de oro y/o plata en la porción a contracorriente se retira de la porción a contracorriente. En una configuración, las porciones a favor de la corriente y a contracorriente comparten un recipiente común. Dicho de otra manera, la mayor parte (o la totalidad) de la resina cargada de oro y/o plata en la porción a favor de la corriente y la mayor parte (o la totalidad) de la resina cargada de oro y/o plata en la porción a contracorriente se retiran de un tanque común.

65 Habitualmente, una primera concentración de resina en una parte de la porción a favor de la corriente es mayor que una segunda concentración de resina en una parte (o la totalidad) de la porción a contracorriente. El promedio y la

5 mediana de una concentración de resina en la porción a favor de la corriente es normalmente mayor que el promedio y la mediana de una concentración de resina respectiva en la porción a contracorriente. Dicho de otra manera, una concentración máxima de resina en la porción a favor de la corriente supera una concentración máxima de resina en la porción a contracorriente y una concentración mínima de resina en la porción a favor de la corriente supera una concentración mínima de resina en la porción a contracorriente.

10 Sin embargo, en otras aplicaciones, una primera concentración de resina en una parte de la porción a favor de la corriente es menor que una segunda concentración de resina en una parte (o la totalidad) de la porción a contracorriente. El promedio y la mediana de una concentración de resina en la porción a favor de la corriente es puede ser menor que el promedio y la mediana de una concentración de resina respectiva en la porción a contracorriente. Dicho de otra manera, una concentración máxima de resina en la porción a favor de la corriente no supera una concentración máxima de resina en la porción a contracorriente y una concentración mínima de resina en la porción a favor de la corriente no supera una concentración mínima de resina en la porción a contracorriente. A modo de ejemplo, una primera concentración de resina en un primer tanque de la porción a favor de la corriente es más baja que las concentraciones de resina en uno o más tanques en la porción a contracorriente.

En muchos circuitos de lixiviación, el tiosulfato está sustancialmente o completamente libre de amoníaco.

20 En una configuración, la mayor parte (o la totalidad) de la resina cargada de politionato y de oro y/o plata de la porción a contracorriente se trata para convertir la mayor parte de los politionatos superiores en tritionato usando una primera solución, pero la mayor parte (o la totalidad) del oro y/o la plata permanece cargada en la resina para formar una resina cargada de oro y/o plata tratada. En una aplicación, el pentationato y/u otros politionatos superiores sorbidos en la resina se tratan con sulfito, que convierte el tetracionato, el pentationato y otros politionatos superiores en tritionato y tiosulfato. Los altos niveles de tetracionato y otros politionatos superiores sorbidos en la resina cargada de oro y/o plata pueden aumentar significativamente los niveles de tetracionato y otros politionatos superiores en la porción a favor de la corriente. El tritionato no se absorbe con tanta fuerza sobre la resina como el pentationato y el tetracionato y, en comparación con los politionatos superiores, es mucho menos probable que precipite oro y/o plata en solución e inhiba la adsorción de oro y/o plata sobre la resina. La resina cargada de oro y/o plata tratada se introduce en la primera entrada de la porción a favor de la corriente. La resina cargada de oro y/o plata tratada se carga con más oro y/o plata en la porción a favor de la corriente para formar resina cargada de oro y/o plata adicional y la resina cargada de oro y/o plata adicional se retira de la porción a favor de la corriente y se somete a una extracción de oro y/o plata usando una segunda solución (de extracción) para retirar la mayor parte (o la totalidad) del oro y/o la plata de la resina cargada de oro y/o plata adicional y formar una resina desprovista de oro y/o plata. La resina desprovista de oro y/o plata puede regenerarse y volver a introducirse en la porción a contracorriente. Esta configuración se emplea normalmente cuando el nivel adsorbido de tetracionato y otros politionatos superiores en la resina cargada de oro y/o plata tratada de la porción a contracorriente es relativamente alto. Por ejemplo, la configuración sería apropiada cuando los politionatos adsorbidos están predominantemente en forma de tetracionato y otros politionatos superiores.

40 En una configuración, la resina cargada de oro y/o plata de la porción a contracorriente se introduce desde la segunda salida directamente dentro de la primera entrada de la porción a favor de la corriente sin tratamiento intermedio para retirar el tetracionato y otros politionatos superiores de la resina. Esta configuración se emplea cuando los niveles de tetracionato adsorbido y otros politionatos superiores son relativamente bajos. Por ejemplo, la configuración sería apropiada cuando los politionatos adsorbidos están predominantemente en forma de tritionato.

45 En una configuración, las resinas cargadas de oro y/o plata de las porciones a contracorriente y a favor de la corriente se someten para separar las etapas de tratamiento de la resina (para la conversión de politionato superior) y/o de extracción de oro y/o plata.

50 En una configuración, las resinas cargadas de oro y/o plata de las porciones a contracorriente y a favor de la corriente se someten a etapas comunes de tratamiento y/o de extracción de oro y/o plata.

55 Todas, algunas o ninguna de las resinas extraídas pueden regenerarse para su reutilización en una o ambas porciones a favor de la corriente y a contracorriente.

60 La presente divulgación puede proporcionar una serie de ventajas dependiendo de la configuración particular. El circuito puede promover una rápida cinética de adsorción de oro y/o plata de la suspensión en el extremo frontal del circuito y puede evitar la pérdida de oro y/o plata por preg robbing y otros mecanismos de disminución de la recuperación de oro y/o plata. Mediante la adición de resina en un flujo a favor de la corriente al primer tanque, habitualmente no hay compuestos interferentes, lo que reduce la carga de resina, de tanques de lixiviación posteriores que se transfieran a los tanques al comienzo del circuito. La resina añadida al primer tanque normalmente se retiene en el segundo tanque hasta que la concentración se acumula. Permitir que la concentración de resina se acumule en el segundo tanque puede minimizar sustancialmente los efectos de los cambios en la composición del material que contiene oro y/o plata. El circuito puede recuperar oro y/o plata de manera eficaz de minerales o concentrados de oro y/o plata lo que requiere no solo condiciones de lixiviación de tiosulfato suaves sino también fuertes. Además, los efectos perjudiciales de los aniones de politionato (por ejemplo, tetracionato y otros

politionatos superiores siendo el tetratonato el más perjudicial) sobre la recuperación de oro y/o plata pueden ser invalidados por el circuito.

5 Estas y otras ventajas serán evidentes a partir de la divulgación de los aspectos, realizaciones y configuraciones contenidas en el presente documento.

10 Las frases "al menos uno", "uno o más" e "y/o" son expresiones abiertas que son tanto conjuntivas como disyuntivas en su funcionamiento. Por ejemplo, cada una de las expresiones "al menos uno de A, B y C", "al menos uno de A, B o C", "uno o más de A, B y C", "uno o más de A, B o C" y "A, B y/o C" significa A solo, B solo, C solo, A y B juntos, A y C juntos, B y C juntos o A, B y C juntos. Cuando cada uno de A, B y C en las expresiones anteriores se refiere a un elemento, tal como X, Y y Z, o a una clase de elementos, tal como X_1 - X_n , Y_1 - Y_m y Z_1 - Z_0 , la frase tiene por objeto referirse a un solo elemento seleccionado entre X, Y y Z, a una combinación de elementos seleccionados entre la misma clase (por ejemplo, X_1 y X_2), así como a una combinación de elementos seleccionados entre dos o más clases (por ejemplo, Y_1 y Z_0).

15 El término "un" o "una" entidad se refiere a uno o más de esa entidad. Como tales, las expresiones "un" (o "una"), "uno o más" y "al menos uno" pueden usarse indistintamente en el presente documento. También cabe señalar que las expresiones "que comprende", "que incluye" y "que tiene" pueden usarse indistintamente.

20 La expresión "politionato superior" se refiere a un compuesto que comprende $S_n(SO_3)_2^{2-}$, donde $n \geq 4$. "Politionatos superiores", por tanto, incluye tetratonato, pentationato, hexationato, etc.

25 La expresión "resina de intercambio iónico" o "polímero de intercambio iónico" es una matriz insoluble (o estructura de soporte) normalmente en forma de pequeñas perlas (de 0,25-2°mm de diámetro) fabricadas a partir de un sustrato de polímero orgánico, tal como poliestireno reticulado o copolímeros de poliestireno-divinilbenceno. El material tiene una estructura altamente desarrollada de poros o grupos funcionales (tales como aminas y ésteres sobre la superficie), que atrapan y liberan iones fácilmente. La adsorción de iones tiene lugar solamente con la liberación simultánea de otros iones; por tanto, el proceso se denomina intercambio iónico. Los grupos funcionales pueden ser básicos (intercambiadores de aniones) o ácidos (intercambiadores de cationes), prefiriéndose las resinas de bases fuertes y débiles.

35 El término "medios", como se usa en el presente documento, recibirá la interpretación más amplia posible. En consecuencia, una reivindicación que incorpore el término "medios" incluirá todas las estructuras, materiales o actos establecidos en el presente documento y todos los equivalentes de los mismos. Adicionalmente, las estructuras, materiales o actos y los equivalentes de los mismos deberán incluir todos los descritos en el sumario de la invención, en la breve descripción de los dibujos, en la descripción detallada, el resumen y las reivindicaciones. Un "politionato" es una sal o éster de un ácido politiónico.

40 La frase "carbono de preg robbing" se refiere a un material carbonoso que preferentemente absorbe, de forma permanente o temporal, los complejos de oro y los oro-tio complejo y los complejos de plata y los plata-tio complejos.

45 Lo anterior es un sumario simplificado de la divulgación para proporcionar una comprensión de algunos aspectos de la divulgación. Este sumario no es una visión general extensa ni exhaustiva de la divulgación y sus diversos aspectos, realizaciones y configuraciones. No tiene por objeto identificar elementos clave o críticos de la divulgación ni delinear el alcance de la divulgación sino presentar conceptos seleccionados de la divulgación de forma simplificada como introducción a la descripción más detallada que se presenta a continuación. Como se apreciará, son posibles otros aspectos, realizaciones y configuraciones de la divulgación utilizando, solas o en combinación, una o más de las características expuestas anteriormente o que se describen en detalle a continuación.

50 Breve descripción de los dibujos

55 Los dibujos que se acompañan se incorporan y forman parte de la memoria descriptiva para ilustrar varios ejemplos de la presente divulgación. Estos dibujos, junto con la descripción, explican los principios de la divulgación. Los dibujos simplemente ilustran ejemplos preferidos y alternativos de cómo puede hacerse y usarse la divulgación y no han de interpretarse como limitantes de la divulgación solo a los ejemplos ilustrados y descritos. Se harán evidentes características y ventajas adicionales a partir de la siguiente divulgación, más detallada, de los diversos aspectos, realizaciones y configuraciones de la divulgación, como se ilustra en los dibujos a los que se hace referencia a continuación.

60 La Figura 1 es un diagrama de flujo del proceso de acuerdo con la técnica anterior; la Figura 2 es un circuito de lixiviación en resina de acuerdo con la técnica anterior; la Figura 3 es un circuito de lixiviación en resina de acuerdo con una configuración del sistema que no forma parte de la invención reivindicada; la Figura 4 es un gráfico de recuperación de oro (porcentaje) (eje vertical) frente al tiempo de residencia (horas) (eje horizontal);

la Figura 5 es un gráfico de extracción de oro (porcentaje) (eje vertical) frente al tiempo de funcionamiento (horas) (eje horizontal);

la Figura 6 es un gráfico de oro cargado en resina (kg/t) (eje vertical) frente al tiempo de funcionamiento (horas) (eje horizontal) y un gráfico de tetrionato cargado en resina (kg/t) frente al tiempo de funcionamiento (horas) y;

5 la Figura 7 es un gráfico de oro cargado en resina (kg/t) (eje vertical) frente al tiempo de funcionamiento (días) y un gráfico de tetrionato cargado en resina (kg/t) frente al tiempo de funcionamiento (días).

Descripción detallada

10 La Figura 4 representa fenómenos que pueden ocurrir cuando se realiza la lixiviación de oro y/o plata con tiosulfato con y sin una resina de intercambio iónico. En primer lugar, la mayor parte del oro se suele lixiviar rápidamente a partir del material que contiene oro. En segundo lugar, cuando el material que contiene oro está sustancialmente libre de componentes de preg robbing, el oro normalmente se lixivia del material de forma rápida y casi completa. La cinética de lixiviación no parece verse afectada por la presencia o la ausencia de una resina de intercambio iónico.

15 En tercer lugar, cuando el material que contiene oro contiene un componente de preg robbing, las cinéticas de lixiviación suelen ser más lentas y la cinética de lixiviación inicial y la recuperación de oro global mejoran cuando la resina está presente. Finalmente, cuando el material que contiene oro contiene un componente de preg robbing y la resina no está presente durante la lixiviación, la cinética de lixiviación inicial suele ser alta, pero la recuperación de oro suele disminuir con el tiempo. La disminución de la recuperación es más probable debido a la adsorción del complejo de tiosulfato de oro por el material de preg robbing. Como se muestra en la Figura 4, la rápida adsorción de oro en la solución puede evitar pérdidas posteriores en la recuperación mediante preg robbing.

20

La alimentación a los circuitos de recuperación de oro puede presentar una gran variabilidad que también puede afectar negativamente a la recuperación de oro. Además del efecto de preg robbing que se ha mostrado

25 anteriormente, la concentración de oro y la presencia de otros metales, que pueden formar complejos con el tiosulfato y pueden ser adsorbidos por la resina, también pueden afectar a la cinética de lixiviación y a las recuperaciones.

El tiosulfato se oxida parcialmente en las condiciones requeridas para la lixiviación con oro y sus productos de oxidación pueden competir con los complejos de tiosulfato de oro y/o plata por los sitios de grupos funcionales. Los productos de oxidación incluyen tritionato (S_3O_6), tetrionato (S_4O_6), pentationato (S_5O_6), otros politionatos superiores y sulfato (SO_4^{2-}) y estos productos de oxidación pueden ser adsorbidos por la resina. Las afinidades relativas para diversos compuestos adsorbidos por resinas de intercambio aniónico de base fuerte son:

30 Oro > Mercurio > Pentationato > Tetrionato > Cobre > Tritionato.

35 Las concentraciones típicas de politionatos en la suspensión 140 varían de aproximadamente 0,1 a aproximadamente 5 g/l e incluso más normalmente de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2 g/l.

Con referencia al circuito convencional 200 de la Figura 2 a medida que la resina 204 se transfiere hacia el extremo de alimentación de suspensión del circuito 200, el nivel de oro en la resina 204 aumenta, sin embargo, el nivel de otros componentes, en particular tritionato, tetrionato y/u otros politionatos superiores, que, como se ha señalado, tienen afinidad por la resina, también aumentará. Para cuando la resina 204 alcanza el primer tanque 208a, que es donde generalmente se forma la mayor parte del complejo de tiosulfato (o la mayor parte del oro (y/o la plata) se disuelve), es posible que la resina 204 no tenga una capacidad de adsorción adecuada para adsorber el oro (y/o la plata), lo que reduce las recuperaciones de oro.

40

45

Para minimizar sustancialmente los efectos de los cambios en las características de alimentación sobre la recuperación de oro, basándose en los resultados que se muestran en la Figura 4, parece ser ventajoso realizar una operación de lixiviación en resina con tiosulfato que emplee una alta concentración de resina durante las etapas más tempranas de la lixiviación de oro. Esto puede garantizar que haya una gran cantidad de sitios de adsorción o funcionales en la resina para adsorber el oro (y/o plata) antes del preg robbing o de la aparición de otras especies que compitan con el complejo de tiosulfato de oro (y/o plata) por los grupos funcionales de la resina.

50

Una configuración del sistema de un circuito de lixiviación en resina que no es parte de la invención reivindicada se muestra en la Figura 3.

55

La Figura 3 representa un circuito 300 de lixiviación en resina (o resina en pulpa), que incluye una pluralidad de tanques primero, segundo, tercero, ... emésimo 208a-m. Los tanques primero, segundo, tercero, ... emésimo 208a-m normalmente son recipientes agitados con aire (por ejemplo, de tipo Pachuca) para mantener la resina y la suspensión bien mezcladas y para proporcionar elevación por aire para la transferencia de la resina-suspensión dentro y fuera de los tanques. Las pantallas de flexión de tamiz estáticas (de tipo DSM) se usan para separar la resina de la suspensión 140. Se pone en contacto resina 204 recién preparada (y/o resina 204 parcialmente cargada de oro y/o plata de uno o más de los tanques 208c-m y/o resina extraída y/o regenerada a partir de una primera salida 340), que es una resina de intercambio aniónico de base fuerte y más normalmente Purolite™ A500C, a través de una primera entrada 330, con la suspensión 140 en el primer tanque 208a que contiene la cantidad más alta de oro y/o plata) (entre los tanques primero, segundo, tercero, ... m) y con la suspensión 140 en el tanque final

60

65

ES 2 795 401 T3

208m que contiene la menor cantidad de oro (y/o plata) (entre los tanques primero, segundo, tercero, ... m). La resina 204 añadida al primer tanque 208a se mueve a favor de la corriente con la suspensión 140 y la resina cargada de oro (y/o plata) 312, que normalmente contiene la mayor parte del oro (y/o la plata) en el material lixiviado que contiene oro (y/o plata) se retira, a través de una primera salida 340, del segundo tanque 208b (en los sucesivos en el presente documento, "la porción a favor de la corriente del circuito"). La resina 204 añadida, a través de una segunda entrada 350, al tanque final 208m se mueve a contracorriente a la suspensión 140 y se retira la resina cargada de oro (y/o plata) 316, a través de una salida 360, del tercer tanque 208c (en los sucesivos en el presente documento "la porción a contracorriente del circuito"). Los relaves sin producto 320 se retiran del enésimo tanque 208n y la resina 316 cargada de oro y/o plata y de interferentes se retiran de la segunda salida 380. En diversas configuraciones, la resina 204 añadida a la segunda entrada 350 puede ser resina de oro y/o plata y/o tratada y/o regenerada de las salidas primera y/o segunda 340 y 380 y/o resina recién preparada.

Como se apreciará, no es necesario tener solo dos tanques con resina que fluyan a favor de la corriente. Puede usarse cualquier número de tanques. Por ejemplo, es posible tener solo solamente un tanque o más de dos tanques con una concentración de resina apropiada. Habitualmente se emplean múltiples tanques para minimizar el cortocircuito de la suspensión.

La suspensión 140, en una aplicación, tiene un contenido de sólidos que varía de aproximadamente el 30 a aproximadamente el 50 % en volumen.

En el primer tanque 208a, la suspensión 140 se pone en contacto con un licor de lixiviación de oro (y/o plata), que es preferentemente un metal alcalinotérreo, metal alcalino o tiosulfato de amonio, agua de dilución y opcionalmente cobre (normalmente en forma de sulfato de cobre). En una aplicación, la suspensión 140 se pone en contacto con suficiente tiosulfato para producir una concentración de tiosulfato en la suspensión 140 que varíe de aproximadamente 0,005 a aproximadamente 2 molar. Preferentemente, el cobre, cuando está presente, se añade a la suspensión de alimentación a una concentración que varía de aproximadamente 10 a aproximadamente 100 ppm, más preferentemente de aproximadamente 25 a aproximadamente 100 ppm y más preferentemente de aproximadamente 50 ppm. Es posible que no se requiera la adición de cobre cuando se filtra un nivel suficiente de cobre del material que contiene oro (y/o plata) hacia la suspensión. Aunque el mecanismo exacto de cómo el cobre mejora la lixiviación no se conoce bien, se cree que el cobre acelera la cinética de lixiviación del tiosulfato. Preferentemente, hay poco o ningún amoníaco en el sistema.

Las condiciones de lixiviación pueden variar. Preferentemente, la temperatura de lixiviación varía de aproximadamente 40 °C a 80 °C, más preferentemente de aproximadamente 40 a aproximadamente 60 °C, siendo el objetivo más preferido de aproximadamente 50 °C. Temperaturas más altas pueden dar como resultado una degradación excesiva de la resina. Preferentemente, el pH en la lixiviación se mantiene a aproximadamente pH 7,5 a pH 10, más preferentemente de aproximadamente pH 7,5 a aproximadamente pH 9, con un objetivo más preferido de aproximadamente pH 8,0. Preferentemente, el potencial de oxidación-reducción ("POR") (con respecto al electrodo de referencia Ag/AgCl) en la lixiviación está en el intervalo de aproximadamente -100 mV a +50 mV, aunque esto puede variar dependiendo del tipo de minerales que se lixivian. Habitualmente, la residencia de la suspensión varía de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 horas/tanque y más habitualmente de aproximadamente 3 a aproximadamente 4 horas/tanque. El tiempo total de residencia de la suspensión para el circuito generalmente varía de aproximadamente 10 a aproximadamente 25 horas.

La resina en contacto con la suspensión en el primer tanque se añade normalmente a una velocidad de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 l/h. Normalmente, se permite que la resina se acumule en el segundo y tercer tanques 208b-c hasta una concentración que varíe entre aproximadamente 10 y aproximadamente 25 g/l y más normalmente entre aproximadamente 12,5 y aproximadamente 17,5 g/l de suspensión.

Los tanques primero y segundo 208a-b están normalmente altamente oxigenados, mientras que los tanques tercero ... emésimo 208c-m (en los que fluye la resina a contracorriente) normalmente están escasamente oxigenados. En una aplicación, los tanques primero y segundo 208a-b tienen habitualmente un contenido de oxígeno molecular disuelto de al menos aproximadamente 5 ppm y más habitualmente que varía de aproximadamente 6 a aproximadamente 10 ppm, mientras que los tanques tercero ... emésimo 208c-m tienen un contenido de oxígeno molecular disuelto de menos de aproximadamente 5 ppm y más habitualmente que varía de aproximadamente 1 a aproximadamente 4 ppm.

En una configuración, a la resina cargada de oro (y/o plata) de los tanques segundo y tercero 208b y c se le extrae el oro y/o la plata con agentes de extracción adecuados, incluyendo, por ejemplo, sales de haluro (por ejemplo, cloruro de sodio, un perclorato y similares), politionato, un nitrato, un tiocianato, una tiourea, una mezcla de sulfito y amoníaco, tiosulfato y mezclas de los mismos. El agente de extracción que contiene oro (y/o plata) puede procesarse mediante cualquier técnica de recuperación de oro (y/o plata) adecuada, tal como la extracción por vía electrolítica o la precipitación, para extraer el oro (y/o la plata) disuelto o extraído y formar el producto de oro (y/o plata). La elución se realiza normalmente a un pH que varía entre aproximadamente pH 7 y pH 9 para eliminar sustancialmente el choque osmótico en la resina.

En una configuración de proceso, la resina cargada de oro (y/o plata) extraída del tercer tanque 208c se trata en la operación unitaria 370 con una solución de sulfito para retirar la mayor parte de los politionatos deletéreos, si no todos, (en particular penta y tetrionato) y la resina 360 cargada de oro (y/o plata) tratada se añade al primer tanque 208a en forma de una resina cargada parcialmente con oro (y/o plata). Pueden usarse otros agentes de azufre y solfoxi para retirar los politionatos perjudiciales de la resina cargada de oro (y/o plata) e interferente para aumentar la carga de oro (y/o plata) sin transferir interferentes de penta y tetrionato. Por ejemplo, puede usarse un polisulfuro distinto de un bisulfuro, un bisulfuro, un sulfuro distinto de un bisulfuro y un polisulfuro y mezclas de los mismos para convertir el tetrionato, el pentationato y otros politionatos superiores en tiosulfato. Sin embargo, para evitar la precipitación de sulfuro de oro (y/o plata), las condiciones deben controlarse cuidadosamente para maximizar la formación de tiosulfato y minimizar sustancialmente la precipitación de sulfuro de oro (y/o plata). El agente de sulfito, azufre o solfoxi convierten el tetrionato, el pentationato y otros politionatos superiores en tritronato, dejando al mismo tiempo el oro (y/o la plata) adsorbidos en la resina. La resina de oro y/o plata tratada se retira de la primera salida 340, se le extrae el oro y/o la plata en la operación unitaria 390 y se vuelve a ingresar en la segunda entrada 350.

Se ha de entender que puede haber presente cualquier número de tanques, respectivamente, en las porciones a favor de la corriente y a contracorriente del circuito.

Aunque en el presente documento se proporcionan concentraciones de resina normales, ha de entenderse que las concentraciones de resina variarán dependiendo de la cantidad de oro (y/o plata) que se lixivie en el material de alimentación.

El circuito 300 puede promover una rápida cinética de adsorción de oro de la suspensión en el extremo frontal del circuito y puede evitar la pérdida de oro mediante preg robbing u otro mecanismo que reduzca la recuperación de oro (y/o plata). Como se ha indicado, el circuito funciona mediante la adición de resina y suspensión al primer tanque y la transferencia de ambas de forma simultánea al segundo tanque, donde se retira la resina y se recupera el oro (y/o la plata). Mediante la adición de resina en un flujo a favor de la corriente al primer tanque, no existen compuestos interferentes de los tanques de lixiviación posteriores que se transfieran a los tanques al comienzo del circuito. La resina añadida al primer tanque se retiene en el segundo tanque hasta que la concentración se acumula. Permitir que la concentración de resina se acumule en el segundo tanque puede minimizar sustancialmente los efectos de los cambios en el tipo de mineral. Aunque se muestran dos tanques en la porción a favor de la corriente en las Figuras, ha de entenderse que puede emplearse cualquier número de tanques. Por ejemplo, un solo tanque sería suficiente si se pudiera evitar el cortocircuito de la suspensión.

Ha de entenderse que el proceso actual no se limita a la disminución de la recuperación de oro (y/o plata) debido simplemente a la presencia de un material carbonoso de preg-robbing. Sin desear quedar ligado a teoría alguna, parece que existen varios mecanismos en funcionamiento en un circuito convencional de lixiviación en resina o resina en pulpa para reducir la recuperación de oro (y/o plata). Con frecuencia no es posible definir qué mecanismo o mecanismos están contribuyendo individual o colectivamente a la pérdida de oro (y/o plata). El proceso de flujo mixto que se desvela en el presente documento está diseñado para reducir la influencia de la carga de tetrionato, pentationato y otro politionato superior en la resina, en la disminución de la recuperación de oro (y/o plata), así como en otros componentes de preg robbing, tales como material carbonoso, sílice y/u óxido de hierro.

Parte experimental

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar determinados aspectos, realizaciones y configuraciones de la divulgación y no han de interpretarse como limitaciones de la divulgación, como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Todas las partes y porcentajes son en peso, a menos que se especifique lo contrario.

La Figura 5 muestra la recuperación de oro de una operación a contracorriente convencional (tal como la que se muestra en la Figura 2) que se hizo funcionar en estado estacionario durante un período de 150 horas. La recuperación global de oro, según lo determinado por el porcentaje del oro restante en los relaves, disminuyó a medida que aumentaba el tiempo de operación. La recuperación de oro disminuyó del 44 % al 27,4 % o al 16,8 % en el tanque 1, y del 84 % al 66,8 % o al 17,2 % en el tanque 8. Está claro que la pérdida de recuperación de oro en el tanque 1 no se compensó a medida la suspensión pasó por los tanques posteriores.

La Figura 6 muestra la relación entre el tetrionato adsorbido por la resina y la recuperación de oro. Un análisis de la resina retirada del primer tanque de la operación a contracorriente muestra que aumentaba la cantidad de tetrionato adsorbido en la resina tanto como disminuía la cantidad de oro adsorbido, sugiriendo que la adsorción en la resina de compuestos no específicos puede reducir la recuperación de oro. A medida que la resina se mueve desde el extremo posterior del circuito al extremo frontal del circuito, existe la posibilidad de que estos compuestos se lleven a la parte frontal del circuito.

En una configuración, se usaron seis tanques de lixiviación en resina en el circuito 300. Cada tanque tiene un tiempo de residencia individual preferido de aproximadamente 3-4 horas cada uno durante un tiempo de residencia de lixiviación total preferido de aproximadamente 10-24 horas. El número total de tanques puede modificarse de

acuerdo con la cinética de lixiviación.

Los tanques primero y segundo 208a-b operan con la resina a favor de la corriente con el movimiento de la suspensión que lleva oro. La suspensión de alimentación incluye aproximadamente un 48 % de sólidos, tiene un caudal de aproximadamente 985 lb/hora o 0,201 mt de sólido/hora y una concentración de oro disuelto de aproximadamente 2,5 g/mt. Otros aditivos para el primer tanque incluyen resina a una concentración típica de aproximadamente 3,37 ml/l, agua de dilución a una velocidad típica de aproximadamente 28 g/h, tiosulfato de calcio a una velocidad típica de aproximadamente 5,2 g/h y sulfato de cobre a una velocidad típica de aproximadamente 0,6 g/h. Los tanques primero y segundo a favor de la corriente tienen un nivel de oxígeno molecular disuelto de 7-8 ppm, mientras que los cuatro tanques a contracorriente tienen un nivel de oxígeno molecular disuelto de aproximadamente 2-3 ppm. La concentración de resina en el primer tanque es de aproximadamente 3,37 ml/l y en el segundo tanque, de aproximadamente 15 ml/l. Normalmente, la concentración de resina se mantiene a aproximadamente 15 ml/l retirando la resina del segundo tanque 208b aproximadamente a la misma velocidad que se añade al primer tanque 208a. La resina altamente cargada se retira del segundo tanque a una velocidad de aproximadamente 1,5 l/hr y contiene aproximadamente 705,51 g/mt de oro.

Los tanques tercero a sexto operan con aproximadamente 5 ml/l de resina que se mueve a contracorriente con respecto al movimiento de la suspensión que lleva oro.

El nivel más alto de carga de oro normalmente se produce en el segundo tanque.

Los tanques del tercero al sexto operan para recoger el oro restante en la suspensión que contiene oro.

La Figura 7 muestra la transferencia de resina en las porciones del circuito a favor de la corriente (tanques 1 y 2) y a contracorriente (tanques 3 a 6). La porción a favor de la corriente puede crear condiciones en las que la recuperación de oro no disminuye con el tiempo. Como puede observarse a partir del gráfico, el nivel de tetratiónato en el tanque 1, donde la mayor parte del oro es lixiviado y adsorbido por la resina, es significativamente más bajo que el observado en el tercer tanque, que es el final de la transferencia de resina a contracorriente.

Puede usarse una serie de variaciones y modificaciones de la divulgación. Sería posible proporcionar algunas características de la divulgación sin proporcionar otras.

La presente divulgación, en diversos aspectos, realizaciones y configuraciones, incluye componentes, métodos, procesos, sistemas y/o aparatos sustancialmente como se representan y describen en el presente documento, incluyendo diversos aspectos, realizaciones, configuraciones, subcombinaciones y subconjuntos de los mismos. Los expertos en la materia entenderán cómo realizar y usar los diversos aspectos, aspectos, realizaciones y configuraciones, después de comprender la presente divulgación. La presente divulgación, en diversos aspectos, realizaciones y configuraciones, incluye proporcionar dispositivos y procesos en ausencia de elementos no representados y/o descritos en el presente documento o en diversos aspectos, realizaciones y configuraciones del presente documento, incluyendo en ausencia de dichos elementos como se han podido utilizar en dispositivos o procesos anteriores, por ejemplo, para mejorar el rendimiento, conseguir facilidad y/o reducir el coste de implementación.

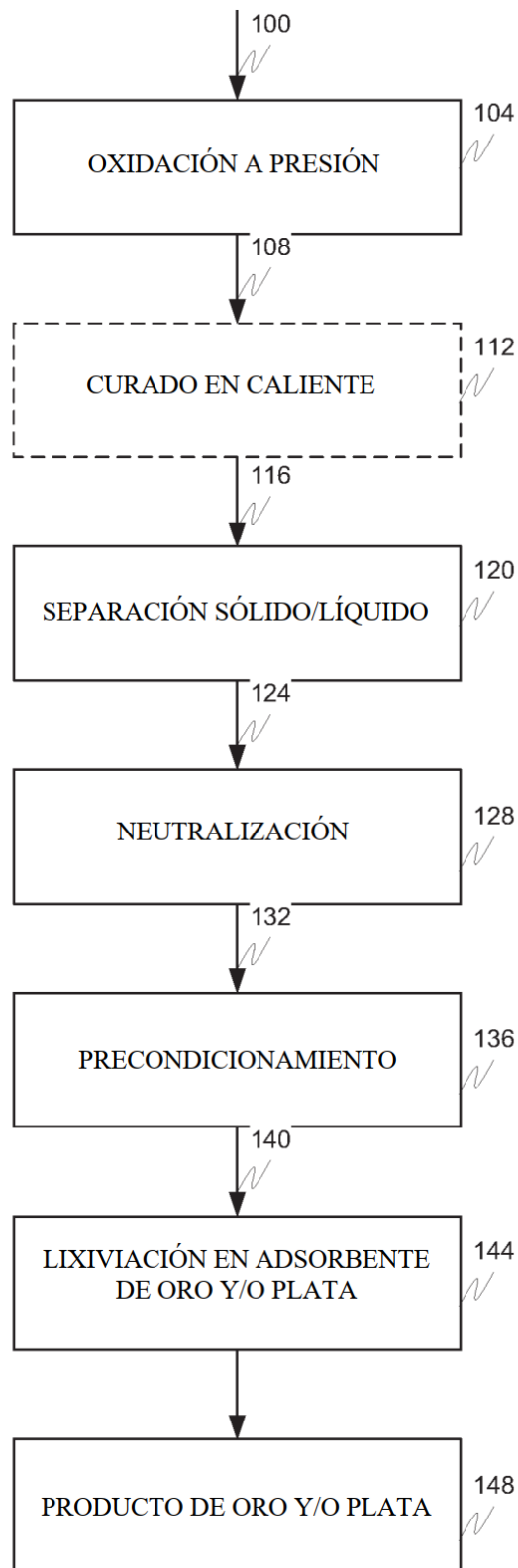
El análisis anterior de la divulgación se ha presentado con fines de ilustración y divulgación. Lo anterior no tiene por objeto limitar la divulgación a la forma o formas que se desvelan en el presente documento. En la divulgación detallada anterior, por ejemplo, diversas características de la divulgación se agrupan en uno o más, aspectos, realizaciones y configuraciones con el fin de simplificar la divulgación. Las características de los aspectos, realizaciones y configuraciones de la divulgación pueden combinarse en aspectos, realizaciones y configuraciones alternativos distintos de los analizados anteriormente. El presente método de divulgación no ha de interpretarse como un reflejo de la intención de que la divulgación reivindicada requiera más características que las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. Más bien, como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos de la invención se basan en menos de todas las características de uno solo de los aspectos, realizaciones y configuraciones desvelados anteriormente. Por tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan en el presente documento en la presente Descripción Detallada, estando vigente cada una de las reivindicaciones por sí misma como una realización preferida separada de la divulgación.

Además, aunque la descripción de la divulgación ha incluido la descripción de uno o más aspectos, realizaciones o configuraciones y determinadas variaciones y modificaciones, otras variaciones, combinaciones y modificaciones están dentro del alcance de la divulgación, por ejemplo, como pueden estar dentro de la habilidad y el conocimiento de los expertos en la materia, después de comprender la presente divulgación. Se pretende obtener derechos que incluyan aspectos, realizaciones y configuraciones alternativos en la medida permitida, incluyendo estructuras, funciones, intervalos o etapas alternativos, intercambiables y/o equivalentes a los reivindicados, reivindicándose o no dichas estructuras, funciones, intervalos o etapas alternativos, intercambiables y/o equivalentes en el presente documento y sin la intención de inaugurar públicamente ninguna materia objeto patentable.

65

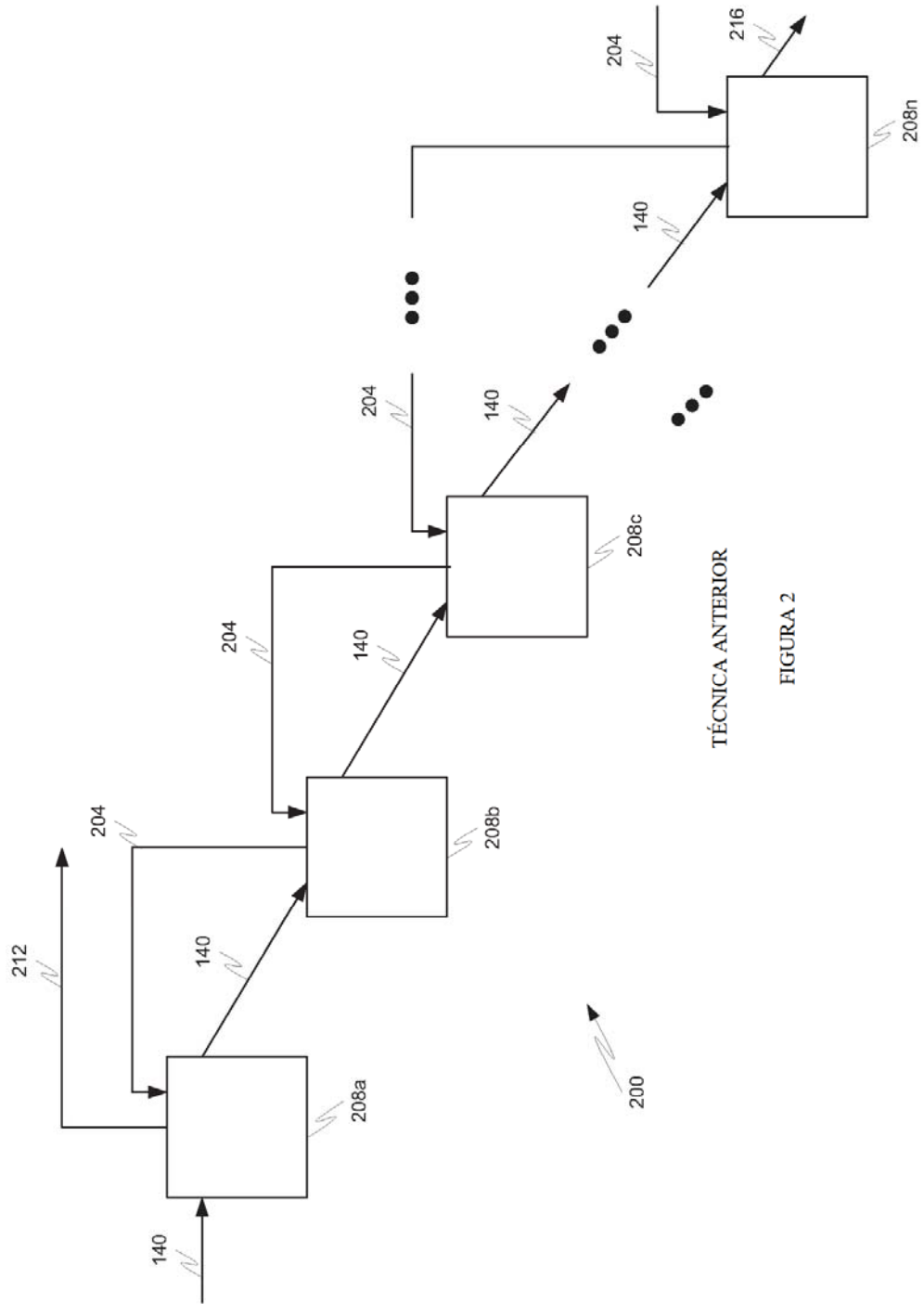
REIVINDICACIONES

1. Un método, que comprende:
lixiviar, mediante tiosulfato, un material que contiene oro y/o plata en al menos uno de entre un circuito de lixiviación
5 en resina y de resina en pulpa, comprendiendo el circuito una porción a favor de la corriente donde el material que contiene oro y/o plata y una resina que recoge oro y/o plata fluyen a favor de la corriente y una porción a contracorriente donde el material que contiene oro y/o plata y una resina que recoge oro y/o plata fluyen a contracorriente.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en el que las porciones a favor de la corriente y a contracorriente no comparten un tanque común de lixiviación en resina o de resina en pulpa.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el material que contiene oro y/o plata fluye en primer lugar a través de la porción a favor de la corriente y en segundo lugar a través de la porción a contracorriente.
- 15 4. El método de la reivindicación 1, en el que una primera concentración de resina en una parte de la porción a favor de la corriente es mayor que una segunda concentración de resina en una parte de la porción a contracorriente.
5. El método de la reivindicación 4, en el que un promedio y una mediana de la concentración de resina en la porción a favor de la corriente es mayor que un promedio y una mediana respectivos de la concentración de resina en la porción a contracorriente.
- 20 6. El método de la reivindicación 4, en el que una concentración máxima de resina en la porción a favor de la corriente supera una concentración máxima de resina en la porción a contracorriente.
- 25 7. El método de la reivindicación 4, en el que una concentración mínima de resina en la porción a favor de la corriente supera una concentración mínima de resina en la porción a contracorriente.
8. El método de la reivindicación 1, en el que la resina es una resina de intercambio iónico, en el que el oro y/o la plata es oro, en el que el tiosulfato está sustancialmente libre de amoníaco, en el que una solución de lixiviación en la porción a contracorriente comprende oro disuelto, tiosulfato y un politionato, en el que la resina adsorbe, de la solución de lixiviación, politionatos superiores y oro y en el que el material que contiene oro y/o plata comprende un material carbonoso de preg-robbing.
- 30 9. El método de la reivindicación 3, en el que al menos la mayor parte de una resina cargada de oro y/o plata en la porción a favor de la corriente se retira de un tanque en la porción a favor de la corriente y al menos la mayor parte de una resina cargada de oro y/o plata en la porción a contracorriente se retira de la porción a contracorriente.
- 35 10. El método de la reivindicación 1, en el que al menos la mayor parte de una resina cargada de oro y/o plata en la porción a favor de la corriente y al menos la mayor parte de una resina cargada de oro y/o plata en la porción a contracorriente se retiran de un tanque común.
- 40 11. El método de la reivindicación 8, en el que el oro y/o la plata es oro, en el que la resina cargada de politionato superior y cargada de oro de la porción a contracorriente se trata para retirar al menos la mayor parte del politionato superior, pero al menos la mayor parte del oro permanece cargado en la resina para formar una resina cargada de oro tratada y en el que la resina cargada de oro tratada se introduce en la porción a favor de la corriente.
- 45 12. El método de la reivindicación 11, en el que la resina cargada de oro tratada se carga con más oro en la porción a favor de la corriente para formar resina cargada de oro adicional, en el que la resina cargada de oro adicional se retira de la porción a favor de la corriente y se somete a extracción para retirar al menos la mayor parte del oro de la resina cargada de oro adicional y formar una resina desprovista de oro y/o plata.
- 50 13. El método de la reivindicación 12, en el que a una resina cargada de oro se le extrae el oro y se trata para retirar un politionato superior adsorbido en la resina cargada de oro en etapas separadas usando soluciones diferentes y en el que la resina desprovista de oro y/o plata se reintroduce en la porción a contracorriente.
- 55



TÉCNICA ANTERIOR

FIGURA 1



TÉCNICA ANTERIOR

FIGURA 2

Figura 4. Efecto de la concentración de resina sobre la recuperación de oro en minerales preg robbing y no preg robbing

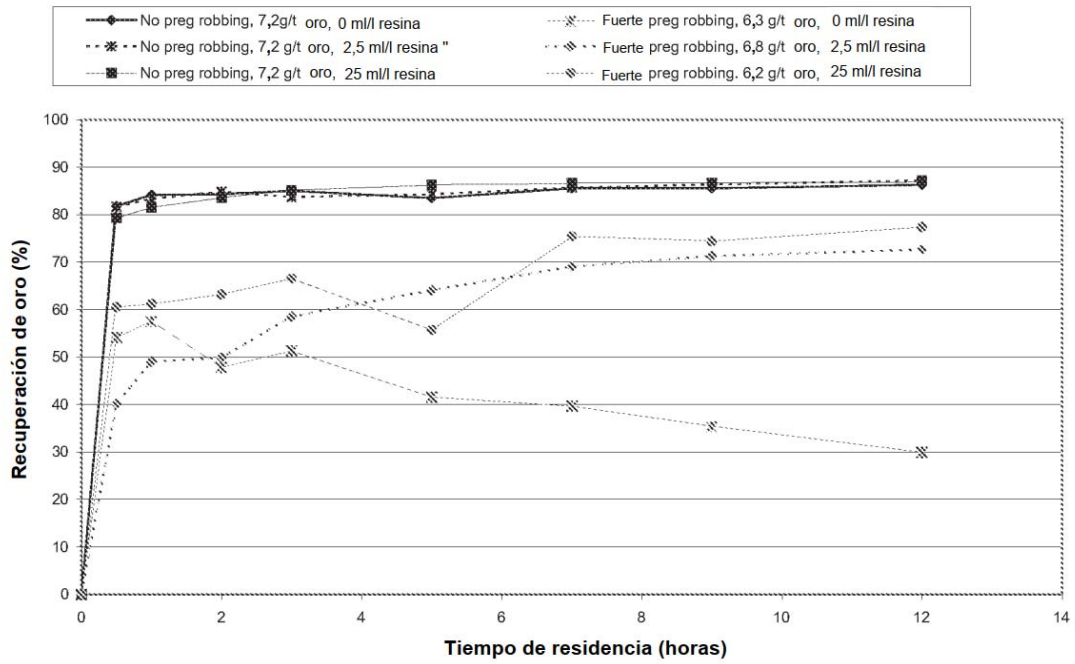


Figura 5. Recuperación de oro frente al tiempo de funcionamiento en un circuito de RIL a contracorriente que funciona en estado estacionario

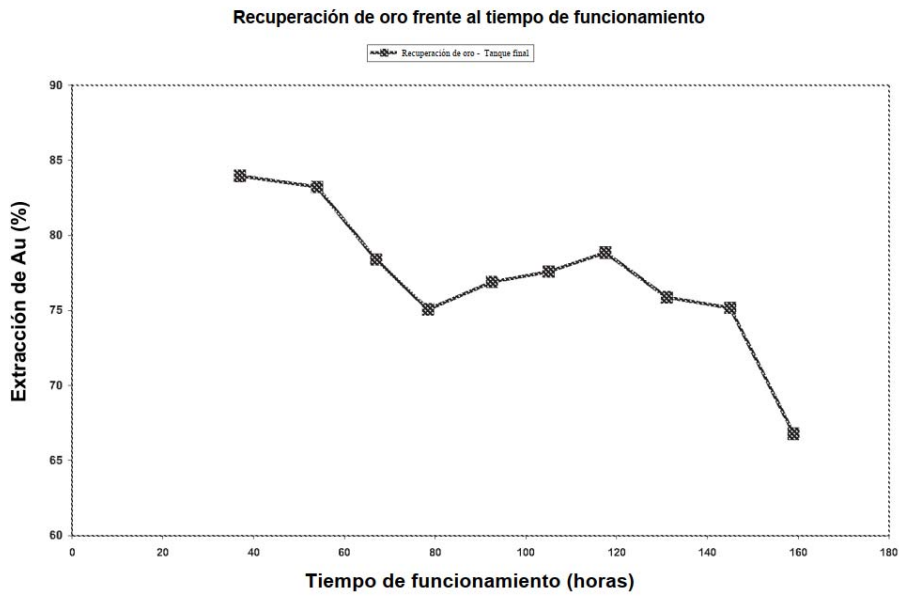


Figura 6. Relación entre la adsorción de tetrionato y la recuperación de oro

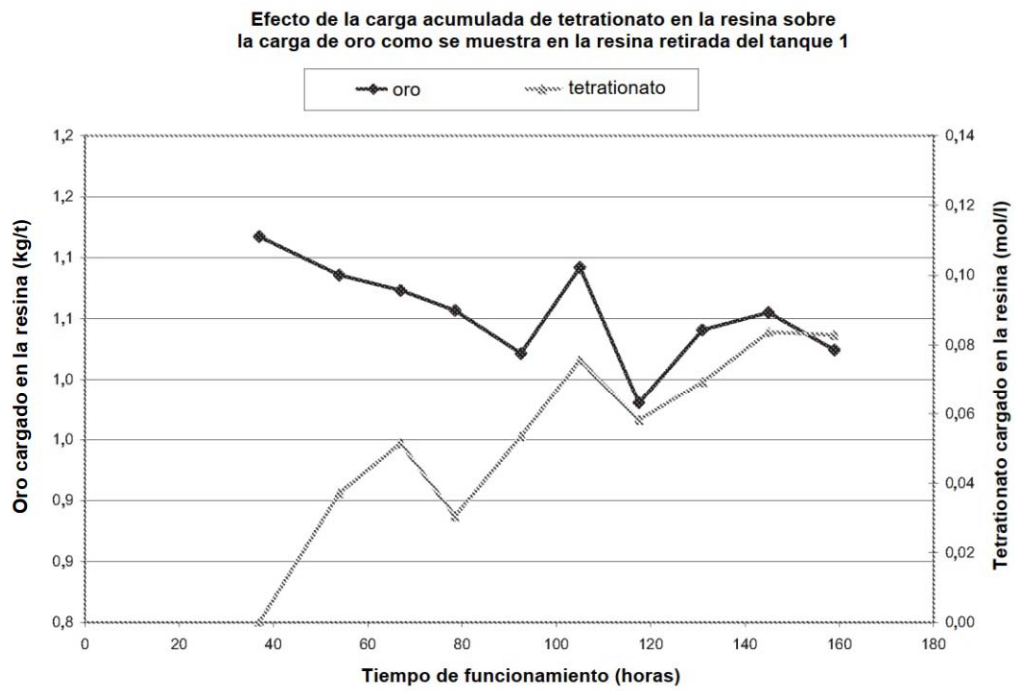


Figura 7. Funcionamiento bifásico a favor de la corriente y en contracorriente de un circuito de RIL que muestra los niveles de tetrionato en los tanques 1 y 3 y la recuperación de oro total.

