



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 164**

51 Int. Cl.:  
**C22B 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06790551 .3**

96 Fecha de presentación : **17.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1922424**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.05.2008**

54 Título: **Procedimiento y aparato para recuperar metales de menas de minerales refractarios.**

30 Prioridad: **18.08.2005 GB 0516912**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.07.2011**

73 Titular/es: **Gilles Fiset**  
**614, place Cinquenaire**  
**Rouyn-Noranda, QC J9X 5Y9, CA**  
**Edmond St.-Jean**

72 Inventor/es: **Fiset, Gilles y**  
**St.-Jean, Edmond**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 363 164 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

Procedimiento y aparato para recuperar metales de menas de minerales refractarios

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo general de los procedimientos y dispositivos de recuperación de minerales y se relaciona particularmente con un procedimiento y aparato para la recuperación de menas de minerales refractarios.

### Antecedentes de la invención

10 Varios metales, incluyendo oro y otros metales preciosos, se presentan naturalmente en menas de diferentes formas y complejidades. Algunos metales se recuperan de sus menas extraídas mediante el uso de soluciones acuosas para lixiviar o disolver el metal deseado de tal mena. La solución acuosa usada para un metal dado contiene algún agente químico que convierte el metal en una forma soluble. Por ejemplo, el oro se puede recuperar de una mena que contenga oro mediante el lixiviado de tales menas en una solución acuosa de cianuro, típicamente pero no necesariamente cianuro sódico para formar cianuro de oro. Tal especie es soluble en agua o al menos en la solución de lixiviado acuoso en una concentración suficiente para soluciones líquidas productivas.

15 Durante la cianuración directa, la mena portadora de oro se tritura, muele y añade a una solución de cianuro de sodio y cal antes de que sedimente. La mezcla se deja en agitadores durante un periodo de 24 a 48 horas. Una vez se ha disuelto el oro, se recupera usando carbón activado, resina o cinc en polvo precipitado.

20 En todo el mundo existen muchas menas que se consideran refractarias a los procesos de extracción convencionales. Por ejemplo en las menas auríferas refractarias, el oro se disemina finamente típicamente en un mineral pirético y no se puede tratar por procedimientos convencionales. Realmente, el oro puede estar físicamente atrapado en una matriz de sulfuros metálicos, tal como pirita de hierro y arsenopirita. La matriz no queda penetrada por las soluciones de cianuro y, por ello, una solución de cianuro solamente no puede extraer y disolver el oro de dicha mena.

25 Si el procedimiento de cianuración directa convencional se aplica a una mena de arsenopirita u otro mineral de mezclas refractarias a la cianuración, solo el 40 a 60 por ciento del oro se disuelve eventualmente.

30 En consecuencia, las técnicas anteriores han mostrado ejemplos de procedimientos usados para la extracción de las denominadas menas refractarias. Uno de tales procedimientos implica primero la reducción de la mena refractaria a un concentrado. Este último se tuesta previamente a la cianuración para liberar el oro por evaporación de los sulfuros y el arsénico. Sin embargo, este procedimiento presenta serios inconvenientes medioambientales y, por ello, está incluso prohibido en algunos países tal como Canadá, por ejemplo.

35 Otros procedimientos implican la concentración de la mena refractaria y el procesamiento del concentrado usando varios procedimientos. Por ejemplo, el concentrado se puede enviar a una refinera de cobre donde se recupera el oro y los sulfuros se usan como material combustible. Sin embargo, la mena debe tener un contenido en arsénico muy bajo, en otro caso las refineras rechazarán procesar el concentrado. Alternativamente, el concentrado se puede lixiviar mediante un proceso por autoclave de la mena para disolver todas las partículas de sulfuro y arsénico previamente a la cianuración del oro. Este procedimiento es, sin embargo, muy caro de instalar y operar. Adicionalmente, genera subproductos que son potencialmente muy peligrosos para el entorno. En otro procedimiento alternativo más, los concentrados son sometidos a lixiviado bacteriano para producir cristales de sulfuro poroso mediante la disolución de parte del sulfuro y el arsénico antes de la cianuración del oro. Este procedimiento es también lento y caro de operar y relativamente inestable ya que las bacterias pueden ponerse en peligro por ligeras variaciones en la temperatura. Adicionalmente, produce subproductos que, de nuevo, puede demostrarse que son altamente perjudiciales para el entorno.

45 La publicación WO2004/042094 desvela la extracción del metal mediante el uso de la etapa inicial de lixiviado usando piedra caliza y cal que oxida parcialmente una mena triturada seguido por una etapa de lixiviado con cianuro convencional, que puede reducir el consumo de cianuro global del proceso. La publicación WO00/17407 trata de la extracción de metal de una mena refractaria mediante su molienda para tener un tamaño de partículas de P80 de menos de 25 micrómetros, seguido por el lixiviado con cal. El documento CN1228480 A (INST METALS RES CHINESE ACAD SCI) del 15 de septiembre de 1999 desvela la extracción de oro de una mena, comprendiendo el procedimiento un molido superfino al 80% < 20 micrómetros con lixiviado alcalino.

50 En consecuencia, existe una necesidad de un procedimiento y un dispositivo mejorados para la extracción de menas minerales refractarias tal como las menas refractarias de metales preciosos que incluyen las menas refractarias que llevan oro. Es un objeto general de la presente invención proporcionar dicho procedimiento y dispositivo de extracción mejorados.

**Sumario de la invención**

En un primer y amplio aspecto, la invención proporciona un procedimiento para la extracción de un metal de una mena mineral que incluye una mena refractaria contenida en una ganga. El procedimiento incluye:

- triturado, incluyendo pulverizado, de la mena mineral para liberar la mena refractaria de la ganga;
  - 5 - procesamiento de la mena mineral después de que la mena mineral se haya triturado para producir un concentrado en el que la concentración de la mena refractaria es más grande que la concentración de la mena refractaria en la mena mineral y un desecho de la concentración en el que una concentración de la mena refractaria es más pequeña que una concentración de la mena refractaria en la mena mineral;
  - espesamiento y filtrado del concentrado;
  - 10 - adición de una solución de extracción al concentrado, teniendo la solución de extracción una capacidad para disolver el metal;
  - micronizado del concentrado;
  - tras el micronizado del concentrado, mezcla del concentrado con el desecho de la concentración; y
  - 15 - después de que la solución de extracción haya disuelto al menos en parte el metal, el filtrado de la mezcla concentrada con el desecho de la concentración para recuperar la solución de extracción.
- El desecho de la concentración atrapa el concentrado micronizado para permitir la recuperación de la solución de extracción mediante el filtrado de la mezcla de concentrado con el desecho de la concentración.

En otro amplio aspecto, la invención proporciona un aparato para la extracción de un metal a partir de una mena mineral que incluye una mena refractaria contenida en una ganga, usando el aparato una solución de extracción que tiene una capacidad para disolver el metal. El aparato incluye:

- un triturador para el triturado de la mena mineral para liberar la mena refractaria de la ganga;
- un pulverizador para el pulverizado de la mena refractaria y la ganga, estando acoplada funcionalmente la mena refractaria al triturador para recibir la mena refractaria y la ganga después de que la mena mineral se haya triturado;
- 25 - un concentrador para producir un concentrado en el que la concentración de la mena refractaria es más grande que una concentración de la mena refractaria en la mena mineral y un desecho de la concentración en la que una concentración de la mena refractaria es más pequeña que una concentración de la mena refractaria en la mena mineral, estando acoplado funcionalmente el concentrado con el pulverizador para recibir la mena refractaria y la ganga después de que la mena refractaria y la ganga se hayan pulverizado;
- 30 - un espesante para espesar el concentrado, estando acoplado funcionalmente el espesante con el concentrador para recibir el concentrado;
- una primera unidad de filtrado para el filtrado del concentrado después de que el concentrado se haya decantado, estando acoplado funcionalmente la primera unidad de filtrado con el espesante para la recepción del concentrado después de que el concentrado se haya decantado;
- 35 - un micronizador para el micronizado del concentrado después de que el concentrado se haya filtrado, estando acoplado funcionalmente el micronizador con la primera unidad de filtrado para la recepción del concentrado después de que el concentrado se haya filtrado;
- un mezclador para unir por mezclado el concentrado y el desecho de la concentración después de que el concentrado se haya micronizado, estando acoplado funcionalmente el mezclador al micronizador y al concentrador para recibir respectivamente el concentrado después de que el concentrado se haya micronizado y el desecho de la
- 40 concentración;
- una segunda unidad de filtrado que tiene más de una etapa de filtrado para el filtrado del concentrado mezclado con el desecho de la concentración para recuperar la solución de extracción después de que la solución de extracción haya disuelto al menos en parte el metal, estando acoplada funcionalmente la segunda unidad de filtrado con el mezclador para la recepción del concentrado y del desecho de la concentración después de que el desecho de la
- 45 concentración y el concentrado se hayan mezclado;
- una fuente de la solución de extracción para proporcionar la solución de extracción, estando acoplada funcionalmente la fuente de la solución de extracción a un componente para proporcionar la solución de extracción al mismo, estando seleccionado el componente entre la primera unidad de filtrado y el micronizador.

El desecho de la concentración atrapa el concentrado micronizado para permitir la recuperación de la solución de extracción mediante el filtrado del concentrado mezclado con el desecho de la concentración.

5 Las ventajas de la presente invención incluyen que el procedimiento y el aparato propuestos permiten aumentar la tasa de recuperación de minerales tal como el contenido de oro en una mena mineral que se considere refractaria. Más específicamente, el procedimiento y dispositivo propuestos permiten la mejora de la tasa de recuperación en la mena mineral refractaria con contenido de oro considerado típicamente refractaria porque el oro aparece en finas partículas dentro de su cristal.

El procedimiento y el dispositivo propuestos permiten adicionalmente la mejora de la tasa de recuperación sin crear efectos perjudiciales medioambientalmente sustanciales.

10 Adicionalmente, el procedimiento y el aparato propuestos permiten la mejora de la tasa de recuperación de menas minerales refractarias que contienen oro usando componentes y etapas operativas relativamente convencionales de modo que proporcione un procedimiento y un dispositivo que será económicamente factible y relativamente fiable.

Otros objetos, ventajas y características de la presente invención serán más evidentes tras la lectura de la siguiente descripción no limitativa de las realizaciones preferidas de la misma, dadas a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos adjuntos.

### **Breve descripción de los dibujos**

15 Se divulgará ahora una realización de la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia los siguientes dibujos en los que:

FIGURA 1: es un diagrama de flujo que ilustra un conjunto de etapas iniciales parte de un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente intención que usa componentes también parte de la presente intención;

20 FIGURA 2: es un diagrama esquemático que ilustra las etapas intermedias parte del proceso cuyas etapas iniciales se ilustran en la Figura 1, usando también las etapas intermedias componentes parte de la invención;

FIGURA 3: es un diagrama esquemático que ilustra las etapas finales parte del proceso cuyas etapas iniciales e intermedias se ilustran respectivamente en las Figuras 1 y 2, siendo realizadas las etapas finales usando también componentes parte de la invención; y

25 FIGURA 4: es un gráfico X-Y que ilustra el porcentaje de oro recuperado durante las ejecuciones de los ensayos del procedimiento de acuerdo con la invención en función de la granulometría alcanzada durante la etapa de micronización del procedimiento.

### **Descripción detallada**

30 En términos generales, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comienza típicamente con el triturado y pulverizado seguido por la concentración de la mena refractaria usando gravedad o flotación o, alternativamente, una combinación de ambos procedimientos. El concentrado y el desecho de la concentración se decantan y filtran por separado.

35 El concentrado se microniza a continuación, por ejemplo con un molino de bolas en vibración antes de que se mezcle con el desecho de la concentración y se deje en agitadores durante un período predeterminado de tiempo, siendo este período predeterminado de tiempo típicamente de 24 a 48 horas. Una solución de extracción que contiene cianuro y cal se mezcla con el concentrado y el desecho de la concentración para disolver el oro o cualquier otro metal contenido dentro de la mena refractaria. Una vez disuelto, el oro u otros metales se recuperan de la solución de extracción después de que la solución de extracción se haya extraído por filtración de la mezcla de concentrado y de desecho de la concentración. Por ejemplo, el oro o el otro metal se recupera usando carbón activado, resina o zinc pulverizado precipitado.

40 Para la finalidad de este documento, el término micronización se refiere a un proceso en el que se reduce una sustancia a partículas que tienen un tamaño del orden de micrómetros. No se requiere que todas las partículas tengan la misma dimensión. También, algunas partículas pueden ser más pequeñas de una mica y otras partículas pueden ser más grandes de una mica. Sin embargo, una sustancia micronizada contiene pocas o ninguna partículas más grandes de aproximadamente 10 micrómetros y la mayoría de las partículas en peso tiene al menos 0,1 micrómetros de diámetro.

Mientras que el procedimiento propuesto se ilustra principalmente con referencia a la extracción de oro para el que está bien adaptado, el procedimiento propuesto se puede usar también en la recuperación de cualquier otro metal adecuado, tal como por ejemplo platino y cobalto, entre otros.

50 El procedimiento propuesto incluye la concentración de la mena refractaria seguida de la micronización del concentrado hasta que se libere el oro por la solución de extracción y la mezcla de concentrado micronizado con desechos de la concentración o subproductos para maximizar la recuperación de oro y facilitar el filtrado en situaciones en las que se usa el zinc pulverizado para precipitación. Aunque el procedimiento propuesto puede variar dependiendo de la mena mineral que se esté procesando, el procedimiento propuesto incluye las siguientes etapas:

- triturado, incluyendo pulverizado, de la mena mineral para liberar la mena refractaria de la ganga;
  - con la sustancia triturada, producir un concentrado que contiene la mayor parte de la mena mineral refractaria usando uno de los siguientes procedimientos: gravimetría, flotación o una combinación de ambos procedimientos. Se pueden usar también otros procedimientos sin separarse del ámbito de la presente invención, particularmente si se usan para otras menas minerales en particular;
- 5
- espesante del concentrado; filtrado y reducción a una pasta que contiene por ejemplo entre aproximadamente el 60% y aproximadamente el 80%, y en algunos casos aproximadamente el 70%, de sólidos con una solución de tratamiento de cianuro y cal antes de la entrada en el circuito del micronizado;
- 10
- el circuito de micronizado puede funcionar en modo sobre la marcha o continuo usando baterías hidrociclónicas, o lentamente, esperando a obtener el tamaño granular correcto antes de vaciar el pulverizador. El tamaño granular ideal varía de una mena mineral a otra;
  - tras el micronizado, el concentrado se mezcla con la concentración en el restaurador de pasta del filtro usado para los desechos de la concentración. La densidad de la pasta debe exceder típicamente del 50% de sólidos antes de que sea vertida en los agitadores;
- 15
- en algunas realizaciones de la invención, la pasta debería permanecer en los agitadores durante más de 36 horas. Idealmente, la pasta se filtra una vez cada 30 horas aproximadamente, entonces se vuelve a restaurar la pasta hasta una densidad de pasta superior al 50% de sólidos con una solución de cianuro. Después de que pasa a través del último agitador, la pasta se filtra de nuevo. El aglutinado así obtenido se mezcla con agua fresca y los sólidos se llevan a un lugar de desechos, dejando atrás las partículas de oro en la solución filtrada;
- 20
- se aplica el proceso de Merrill-Crowe a la solución de tratamiento obtenida a partir de dos filtraciones para recuperar el oro contenido en la solución. Esta última se puede recuperar también por cualquier otro medio adecuado, por ejemplo usando columnas de carbón activado.
- 25
- Con referencia ahora más específica a las Figuras 1 a 3, se muestra en ellas con mayores detalles algunas de las etapas y componentes asociados con la presente invención, para un caso en el que el metal es oro encapsulado con sulfitos tales como arsenopirita. La mena mineral introducida en el proceso se identifica por el número de referencia 101.
- 30
- El mineral se tritura primero o pulveriza hasta que alcanza un tamaño granular objetivo, por ejemplo de entre 1,5 y 0,6 centímetros, antes de que se envíe a través del circuito de pulverizado. El pulverizado inicial se realiza típicamente usando un triturador primario 102. El triturador primario 102 típicamente es del tipo que usa una machacadora de mordaza. La salida 103 del triturador primario 102 se envía a la malla de filtrado 104.
- La fracción del material que ha alcanzado el tamaño granular objetivo se envía como se indica por el número de referencia 111 al circuito de pulverizado mientras que la fracción más grande o gruesa 105 se envía a un triturador secundario 106. El triturador secundario 106 es típicamente del tipo cónico.
- 35
- La salida 107 del triturador secundario 106 se envía a la malla de filtrado 108. La fracción del material que ha alcanzado el tamaño granular objetivo se envía al circuito de pulverizado como se indica por el número de referencia 111 mientras que la fracción más gruesa indicada por el número de referencia 109 se envía de vuelta al triturador secundario 106.
- 40
- Como se indica por el número de referencia 112, se introduce una mezcla 113 de agua y agentes reactivos en la entrada del circuito de pulverizado. La mezcla 113 se pretende que se use para la flotación o para el control de la generación de ácido. El circuito de pulverizado 114 incluye típicamente al menos un pulverizador del tipo de bolas o barras.
- 45
- En la salida 115 del circuito de pulverizado 114, se envía el material a una batería de clasificadores ciclónicos 117. Los clasificadores ciclónicos 117 están adaptados para separar el mineral 118 que ha alcanzado el tamaño granular objetivo del mineral 116 que requiere un pulverizado adicional para llegar al tamaño granular objetivo. Este último se envía de vuelta al circuito de pulverizado 114 mientras que el mineral que ha alcanzado el tamaño granular objetivo 118 se envía aguas abajo hacia las etapas intermedias ilustradas en la Figura 2.
- 50
- Opcionalmente, el material 118, que ha alcanzado el tamaño granular objetivo, se envía a un concentrador gravimétrico 119. El concentrador gravimétrico 119 está adaptado para recuperar el oro grueso que hubiera tenido una difícil recuperación por flotación. Por ello, si todo el oro está finamente encapsulado en sulfitos, el concentrador gravimétrico sería inútil y se podría sustituir por una unidad de flotación que podría hacer flotar los sulfitos en la salida de las etapas de pulverizado. Tal producto concentrador 120 se enviaría a un espesante de sulfitos 125. La salida 122 del concentrador gravimétrico se envía hacia un circuito de flotación 123 que incluye celdas de flotación.
- En la entrada del circuito de flotación, se añaden los agentes reactivos de flotación o reactivos 121 para favorecer la finalización de la flotación de todos los sulfitos. La etapa de flotación produce un concentrado 124 que se envía

hacia el espesante de concentrado de sulfitos 121. El circuito de flotación produce también un subproducto o desecho 126 que se envía a un encantador de desechos de flotación 127.

El producto decantado 128 que emana del decantado de desechos de flotación 127 se envía a una unidad de filtrado de los desechos de flotación 129. La unidad de filtrado de los desechos de flotación 129 está adaptada para recuperar el agua que se ha usado para la flotación de modo que permita a los desechos de flotación filtrados 130 alcanzar un estado similar a pasta. El agua con la cal y el cianuro forman una mezcla 131 que se añade al desecho de flotación filtrado 130. Se ajusta la cantidad de cal y cianuro dentro de la solución 131 y la combinación de la solución y producto final del filtrado de desechos de flotación se envía a una primera etapa del agitador de cianuración 140. El producto decantado 132 que sale del espesante de concentrado de sulfito 122 se envía a una unidad de filtrado del concentrado de sulfito 133. La unidad de filtrado del concentrado de sulfito 133 está adaptada para recuperar el agua que se ha usado para flotación. El producto filtrado 134 se pone en un estado similar a pasta mediante la mezcla con una solución de agua 135 que incluye agua, cal y cianuro. La cantidad de cal y cianuro dentro de la mezcla 135 se ajusta antes de que el producto 134 se envíe a una etapa de micronización del concentrador de sulfito 136.

La micronización se realiza en un circuito cerrado usando una pluralidad de clasificadores ciclónicos 138. Estos clasificadores ciclónicos envían un producto concentrado que no ha alcanzado el tamaño granular deseado 137 de vuelta hacia la unidad de micronizado de concentrado de sulfitos 136 mientras que permite que el producto concentrado que ha sido suficientemente pulverizado 139 alcance la primera etapa del agitador de cianuración 140.

El producto concentrado se microniza para permitir la exposición del oro que se ha encapsulado en sulfitos, principalmente arsenopirita. Cuando está encapsulado en ese tipo de mineral, el oro está a menudo en la forma de una partícula que tiene un tamaño de una micra o menos. Típicamente, en la industria de extracción del oro, el oro no se pulveriza hasta un tamaño granular menor que 37 micrómetros dado que se considera problemático recuperar oro disuelto en cianuro mediante filtrado o mediante carbón activado. Para resolver este problema, el producto concentrado, una vez micronizado, se mezcla con el subproducto de desecho de flotación antes de ser cianurado. El subproducto de la flotación se usará como un medio de filtrado para el producto concentrado.

El producto concentrado micronizado y los subproductos de desechos se mezclan juntos durante un período de entre 12 y 24 horas en el agitador de la primera etapa de cianuración 140. Como se ilustra más específicamente en la Figura 3, la pasta resultante 141 se envía a una primera etapa de la fase de filtrado 142. El líquido que contiene oro 143 que emana de la primera etapa de filtrado 142 se envía a un clarificador 149 para eliminar partículas que puedan haber pasado a través del filtro 142. Esta etapa se considera el procedimiento estándar con el oro cianurado que usa un sistema de Merrill Crowe para extraer oro de una solución.

Una vez filtrado, el sólido se transforma en un estado similar a pasta usando una solución que contiene cal y cianuro (156) previamente a que se envíe, como se indica por el número de referencia 144, hacia una segunda etapa del agitador de cianuración 140. El producto continúa en la segunda etapa del agitador de cianuración 140 típicamente durante un periodo de entre 12 y 24 horas, dependiendo del tipo de mineral que se esté tratando. La pasta 145 que emana de la segunda etapa del agitador de cianuración 140 se envía entonces a la segunda etapa de filtrado 146. El líquido 147 que emana de la segunda etapa de filtrado 146 se envía al clarificador 149. El sólido transformado en un estado similar a pasta por el agua como se indica por el número de referencia 148 se envía al tanque de desechos.

El sistema de Merrill Crowe comienza en el clarificador 149. Una vez clarificada, la solución se envía, como se indica por el número de referencia 150, al sistema de Merrill Crowe 151 en donde se elimina el aire de ella para permitir la cementación del oro sobre el polvo de zinc 153. El polvo de zinc 153 se añade a la solución antes de que esta última se envíe al filtro de prensa 154. Una vez que el filtro de prensa está completo, el aglutinado que contiene oro formado en él se envía, como se indica por el número de referencia 155, a una refinera en la que el oro será transformado en un horno en un bloque de oro. En tanto que la solución restante (157) se envía de vuelta al tanque que contiene la solución de cal y cianuro para su reutilización.

Por ello, la invención propuesta incluye un proceso por el que el oro contenido en menas minerales refractarias se recupera por concentración del refractario o usando un procedimiento gravimétrico, un procedimiento de flotación o una combinación de los procedimientos gravimétrico y de flotación. El procedimiento también implica el uso de micronización del concentrado para recuperar el oro expuesto a una solución de lixiviado por cianuro. La liberación del oro y/o su exposición permite al cianuro disolver el oro. Los concentrados de mena refractaria micronizada mezclados con los desechos de la concentración hacen posible el filtrado de la pasta y maximizar la recuperación del oro.

La concentración de la mena refractaria minimiza la cantidad de sustancia a ser micronizada. En el caso de concentrados que se originan en otra mina, es a veces necesario mezclar el concentrado micronizado con arena o un desecho de la cianuración o con otro material molido para facilitar el proceso de filtrado mediante el que se recupera la solución. Cuando se usa dicho proceso de filtrado, se considera necesario usar filtros de tambor para recuperar tanta solución portadora de oro como sea posible.

**Ejemplo**

5 Una mena mineral que contiene oro refractario se procesó de acuerdo con la invención y se evaluó el porcentaje de oro recuperado en función de la granulometría alcanzada durante la micronización del concentrado. Los resultados de estos experimentos se presentan en la Figura 4. Como se puede ver en esta Figura, la recuperación del oro mejoró significativamente cuando cerca de al menos aproximadamente el 40% de las partículas contenidas en el concentrado micronizado pasaron a través de un filtro de 1 micra. Sin embargo, el procedimiento propuesto produce relativamente buena recuperación del oro incluso para granulometrías más gruesas.

10 Aunque la presente invención se ha descrito en el presente documento anteriormente por medio de las realizaciones preferidas de la misma, éstas se pueden modificar, sin separarse del alcance del objeto de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la extracción de un metal de una mena mineral, incluyendo dicha mena mineral una mena refractaria contenida en una ganga, comprendiendo dicho procedimiento:
- triturado de dicha mena mineral para liberar dicha mena refractaria de dicha ganga;
- 5
- procesamiento de dicha mena mineral después de que dicha mena mineral se haya triturado para producir
  - un concentrado en el que la concentración de dicha mena refractaria es mayor que una concentración de dicha mena refractaria en dicha mena mineral; y
  - un desecho de la concentración en el que una concentración de dicha mena refractaria es menor que una concentración de dicha mena refractaria en dicha mena mineral;
- 10
- espesamiento y filtrado de dicho concentrado;
  - adición de una solución de extracción a dicho concentrado, teniendo dicha solución de extracción una capacidad para disolver dicho metal;
  - micronizado de dicho concentrado;
- 15
- tras el micronizado de dicho concentrado, mezcla de dicho concentrado con dicho desecho de la concentración; y
  - después de que dicha solución de extracción haya disuelto, al menos en parte, dicho metal, el filtrado de dicha mezcla concentrada con dicho desecho de la concentración para recuperar dicha solución de extracción;
  - mediante lo cual dicho desecho de la concentración atrapa dicho concentrado micronizado para permitir la recuperación de dicha solución de extracción mediante el filtrado de dicho concentrado mezclado con dicho desecho de la concentración.
- 20
2. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que dicho metal incluye oro y dicha solución de extracción incluye cianuro y cal.
3. Un procedimiento como se define en la reivindicación 2, que comprende además el uso de un proceso Merrill-Crowe para recuperar dicho oro después del filtrado de dicha solución de extracción.
- 25
4. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que el procesamiento de dicha mena mineral para producir dicho concentrado incluye la pulverización de dicha mena mineral para producir mena pulverizada después de que dicha mena mineral se haya triturado.
5. Un procedimiento como se define en la reivindicación 4, en el que el procesamiento de dicha mena mineral para producir dicho concentrado incluye la concentración de dicha mena pulverizada usando un concentrador gravimétrico, una unidad de flotación o tanto un concentración gravimétrico como una unidad de flotación.
- 30
6. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, que comprende además el decantado y filtrado de dichos desechos de la concentración antes de la mezcla de dicho concentrado con dichos desechos de la concentración.
7. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que la micronización de dicho concentrado incluye la micronización de dicho concentrado en un molino de bolas en vibración.
- 35
8. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que dicho concentrado se microniza para conseguir una granulometría de modo que al menos aproximadamente el 40 por ciento de las partículas contenidas dentro de dicho concentrado pasen a través de un tamiz de 1 micrómetro.
9. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que dicho concentrado se decanta y filtra para producir una pasta que incluye desde aproximadamente el 60% a aproximadamente el 80% de sólidos.
- 40
10. Un procedimiento como se define en la reivindicación 9, en el que dicho concentrado se decanta y filtra para producir una pasta que incluye aproximadamente el 70% de sólidos.
11. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, en el que dichos desechos de la concentración y dicho concentrado se juntan por mezcla durante una duración de aproximadamente 12 horas a aproximadamente 24 horas.
- 45
12. Un procedimiento como se define en la reivindicación 1, que comprende además la adición de una solución de tratamiento fresca a los sólidos que permanecen después de que dicha solución de extracción se haya recuperado para obtener una pasta y la mezcla de dicha pasta durante una cantidad predeterminada de tiempo.



13. Un procedimiento como se define en la reivindicación 12, en el que dicha cantidad predeterminada de tiempo es desde aproximadamente 12 horas a aproximadamente 24 horas.

14. Un procedimiento como se define en la reivindicación 6, que comprende además la adición de una solución de extracción a dichos desechos de la concentración después del decantado y filtrado de dichos desechos de la concentración y antes de la mezcla de dicho concentrado con dichos desechos de la concentración.

15. Un procedimiento como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 4 a 14, en el que dicha solución de extracción incluye agua y cal.

16. Un aparato para la extracción de un metal de un metal a partir de una mena mineral que incluye una mena pulverizada contenida en una ganga, usando dicho aparato una solución de extracción que tiene una capacidad para disolver el metal, comprendiendo dicho aparato:

- un triturador para el triturado de dicha mena mineral para liberar dicha mena refractaria de dicha ganga;

- un pulverizador para el pulverizado de dicha mena refractaria y dicha ganga, estando acoplado funcionalmente dicha mena refractaria a dicho triturador para recibir dicha mena refractaria y dicha ganga después de que dicha mena mineral se haya triturado;

- un concentrador para producir un concentrado en el que la concentración de dicha mena refractaria es más grande que una concentración de dicha mena refractaria en dicha mena mineral y un desecho de la concentración en la que una concentración de dicha mena refractaria es más pequeña que una concentración de dicha mena refractaria en dicha mena mineral, estando acoplado funcionalmente el concentrado a dicho pulverizador para recibir dicha mena refractaria y dicha ganga después de que dicha mena refractaria y dicha ganga se hayan pulverizado;

- un espesante para espesar dicho concentrado, estando acoplado funcionalmente dicho espesante a dicho concentrador para recibir dicho concentrado;

- una primera unidad de filtrado para el filtrado de dicho concentrado después de que dicho concentrado se haya decantado, estando acoplado funcionalmente dicha primera unidad de filtrado a dicho espesante para la recepción de dicho concentrado después de que dicho concentrado se haya espesado;

- un micronizador para el micronizado de dicho concentrado después de que dicho concentrado se haya filtrado, estando acoplado funcionalmente dicho micronizador a dicha primera unidad de filtrado para la recepción de dicho concentrado después de que dicho concentrado se haya filtrado;

- un mezclador para la mezcla de dicho concentrado con dicho desecho de la concentración después de que dicho concentrado se haya micronizado, estando acoplado funcionalmente dicho mezclador a dicho micronizador y a dicho concentrador para recibir respectivamente dicho concentrado después de que dicho concentrado se haya micronizado y dicho desecho de la concentración;

- una segunda unidad de filtrado que tiene más de una etapa de filtrado para el filtrado de dicho concentrado mezclado con dicho desecho de la concentración para recuperar dicha solución de extracción después de que dicha solución de extracción haya disuelto al menos en parte dicho metal, estando acoplada funcionalmente dicha segunda unidad de filtrado a dicho mezclador para la recepción de dicho concentrado y dicho desecho de la concentración después de que dicho desecho de la concentración y dicho concentrado se hayan mezclado;

- una fuente de solución de extracción para proporcionar la solución de extracción, estando acoplada funcionalmente dicha fuente de la solución de extracción a un componente para proporcionar la solución de extracción al mismo, estando seleccionado el componente entre dicha primera unidad de filtrado y dicho micronizador;

- mediante lo cual dicho desecho de la concentración atrapa dicho concentrado micronizado para permitir la recuperación de dicha solución de extracción mediante el filtrado de dicho concentrado mezclado con dicho desecho de la concentración.

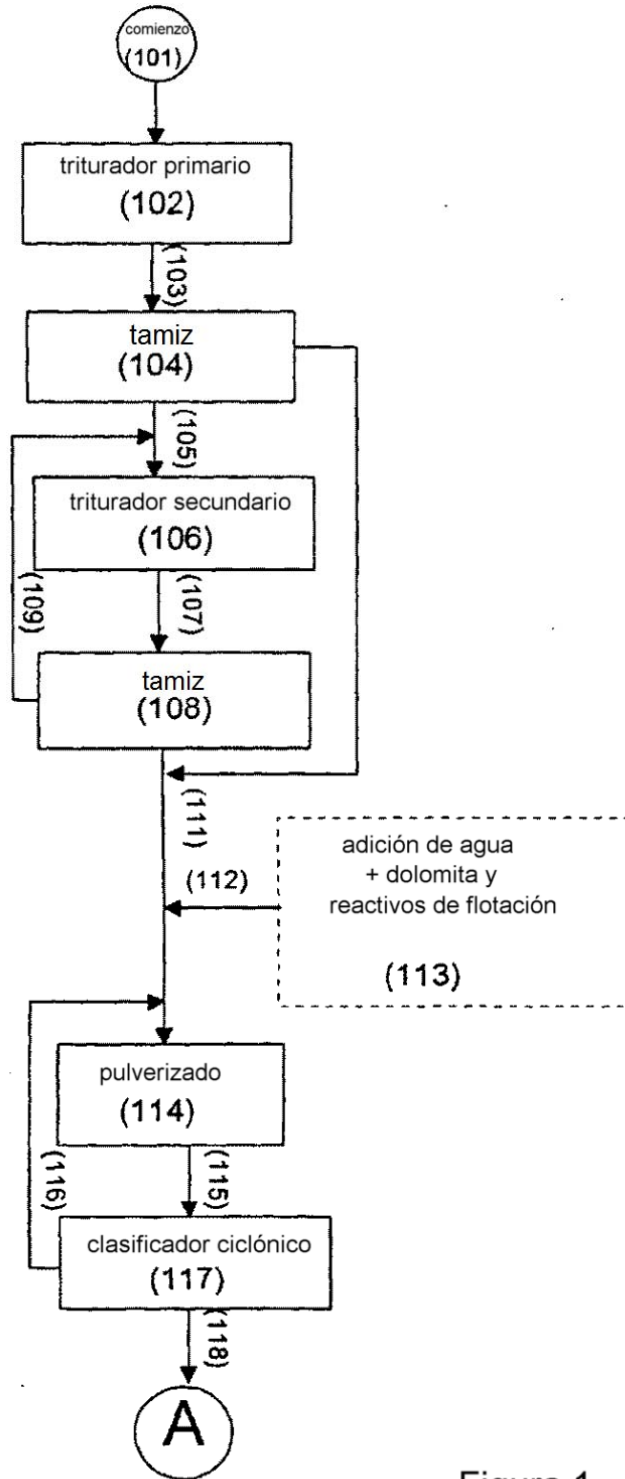


Figura 1

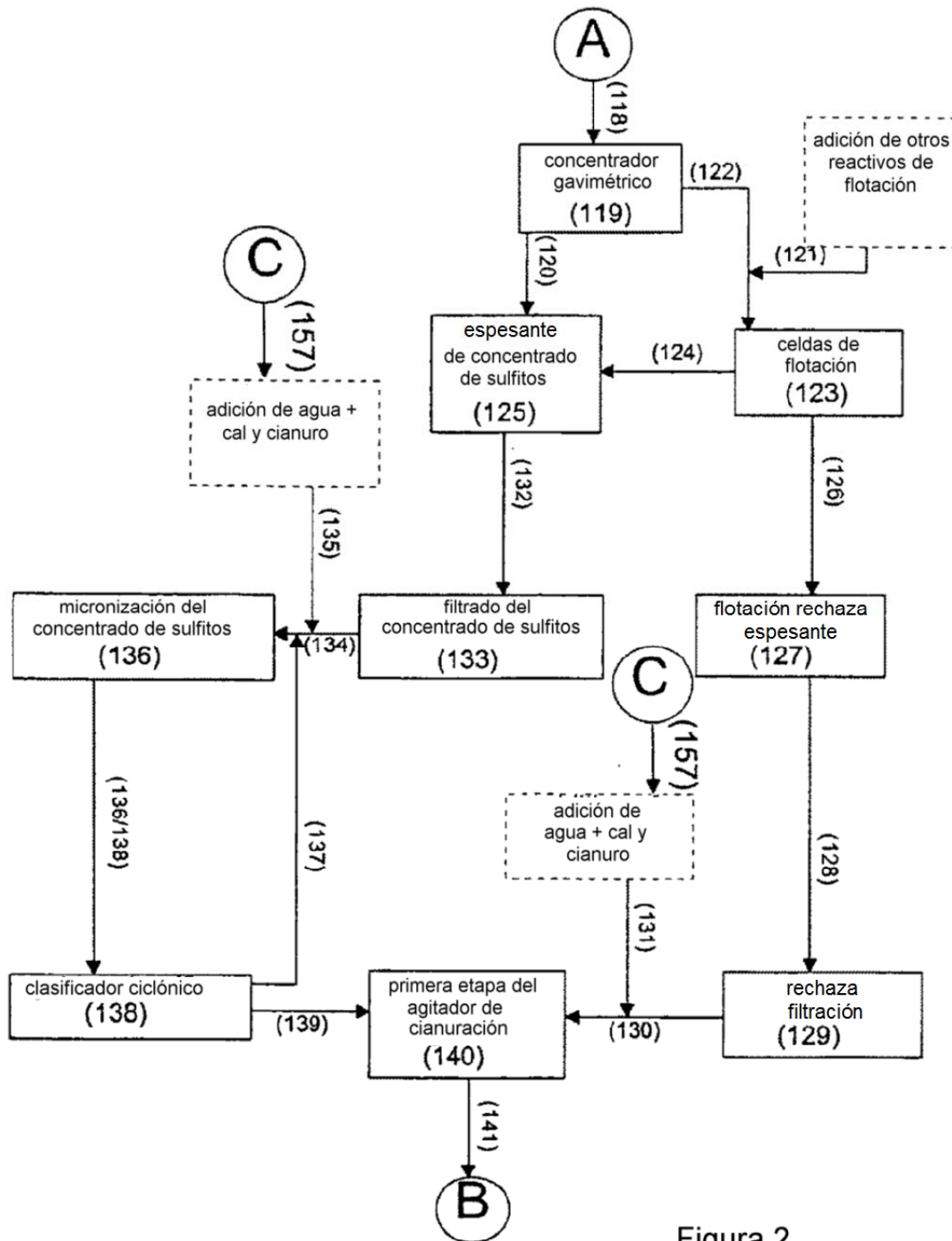


Figura 2

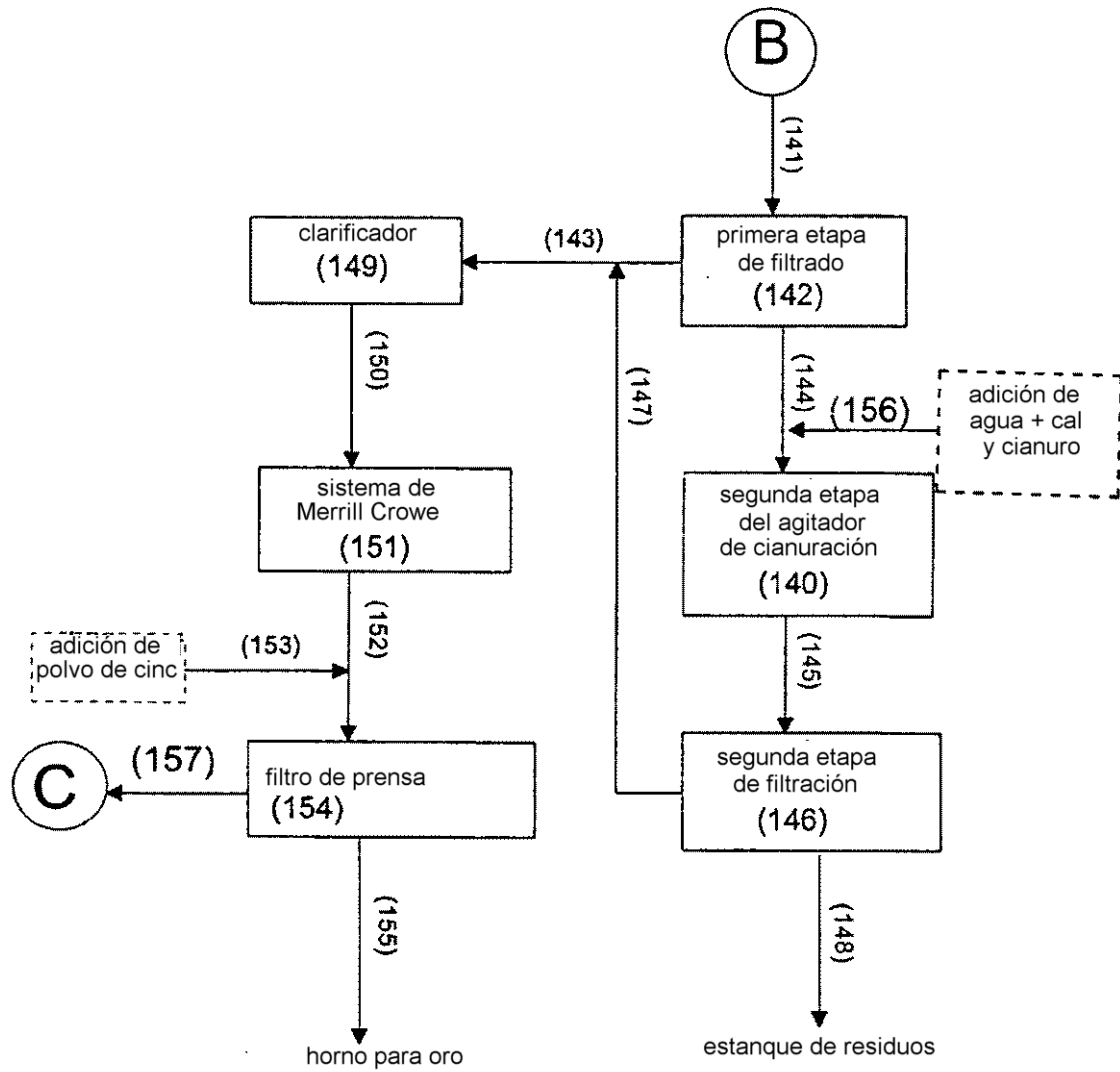


Figura 3

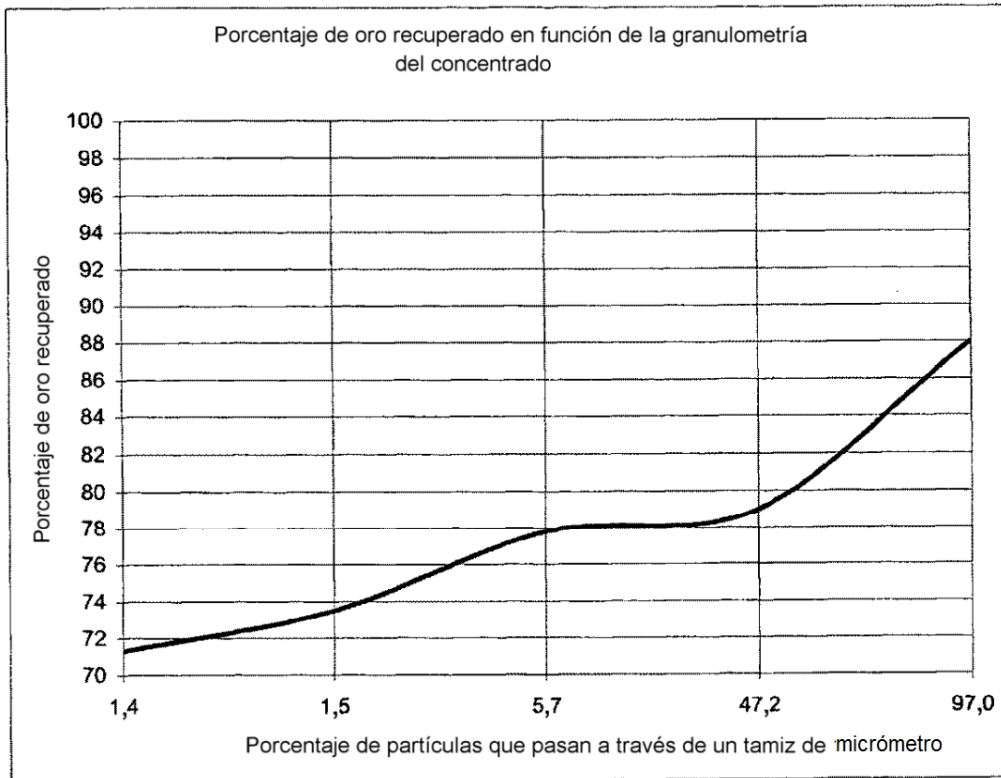


Figura 4