

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 Registro de la Propiedad Industrial



19 ES	11 NÚMERO	10 A1
	21 476055	
	23 FECHA DE PRESENTACION	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION *FE 1-11-79*

20 PRIORIDADES:	22 FECHA	23 PAIS
21 NUMERO		

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22B	

64 TITULO DE LA INVENCION

***PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE METALES NO FERREOS A PARTIR DE MINERALES SULFURADOS COMPLEJOS DE BASE PIRITICA QUE CONTENGAN COBRE, PLOMO, CINC, PLATA Y ORO*.**

71 SOLICITANTE (S)

- 1.- D. Angel L. REDONDO ABAD.
- 2.- D. Eduardo DIAZ NOGUEIRA.
- 3.- D. Martin GERREZ PASCUAL
- 4.- D. José Manuel REGIFE VEGA.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

- 1.- Madrid nº 19 - MADRID-2
- 2.- Avda. del Mediterraneo nº 47 - MADRID-30.
- 3.- Avda. Reina Victoria nº 31 - MADRID-3
- 4.- San Ernesto nº 12 - MADRID-2

73 INVENTOR (ES)

- 1.- D. Angel L. REDONDO ABAD. Licenciado en Ciencias Químicas.
- 2.- D. Eduardo DIAZ NOGUEIRA. Doctor en Ciencias Químicas.
- 3.- D. Martin GERREZ PASCUAL. Licenciado en Ciencias Químicas, y
- 4.- D. José Manuel REGIFE VEGA. Doctor en Ciencias Químicas.

72 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

N/Ref.: 34-919/PP/AV.

D. Francisco GARCIA CABRERIZO.

BAD ORIGINAL

La presente solicitud de patente de invención se refiere al tratamiento hidrometalúrgico de minerales sulfurados complejos de base piritica para la obtención de los metales no férricos que contienen, y más concretamente, al

5. proceso para la extracción del cobre, zinc, plomo, plata y oro.

Existen en todo el mundo, abundantes reservas de sulfuros complejos con leyes pequeñas de cobre, zinc, plomo, plata, oro, etc. El método tradicional de aprovechamiento

10. de dichos minerales es la flotación diferencial para producir concentrados individuales de los metales y su posterior tratamiento por los métodos pirometalúrgicos clásicos.

Este proceso requiere llegar en molienda al grado de liberación de todas las especies mineralógicas, lo cual

15. en muchos casos está por debajo del tamaño de partícula mínimo necesario para su flotación en máquinas convencionales.

Por otra parte la diferenciación de los metales en circuitos independientes, con sus respectivos rendimientos, limita el rendimiento total del proceso.

20. Por añadidura, los procesos pirometalúrgicos de tratamiento de dichos concentrados presentan un problema de contaminación ambiental por las emisiones de anhídrido sulfuroso. Muchos de los métodos propuestos para controlar dichas emisiones se basan en la conversión del anhídrido sulfuroso en ácido sulfúrico. Sin embargo, aunque se encontrará un método económicamente viable para convertir el anhídrido sulfuroso en ácido sulfúrico, la producción de grandes cantidades de ácido sulfúrico presentaría un problema de polución adicional.

30. El procedimiento objeto de la presente invención

se aplica preferentemente a concentrados globales de flotación. La flotación global de las especies no ferreas es viable con un grado de molienda que llegue al tamaño de liberación de la pirita. Por otra parte, la recuperación de los metales se realiza en una sola operación con los consiguientes aumentos de rendimientos. El esquema de beneficio de los complejos piríticos por flotación global, consiste en obtener un concentrado único en metales no férreos, con un contenido bajo en pirita, menor al 30%, y sin perseguir leyes elevadas en los metales no férreos.

Por otra parte, el esquema de flotación global se realiza con una molienda razonable desde el punto de vista económico. Los rendimientos de recuperación de metales no férreos en el concentrado global, suelen ser del 15 al 25% mayores que en flotación diferencial.

Existen una serie de procesos para la recuperación de los metales no férreos contenidos en los concentrados globales de flotación. Entre ellos se pueden destacar, la lixiviación con una disolución de cloruro férrico, la lixiviación con una disolución de cloruro cúprico, la lixiviación en medio sulfúrico diluido en condiciones oxidantes a temperaturas inferiores a las del punto de fusión del azufre, etc.

La presente invención se basa esencialmente en dos etapas fundamentales.

La primera, lixiviación en medio acuoso a temperatura superior a la del punto de fusión del azufre y a baja densidad de pulpa, tiene por objeto la solubilización prácticamente total del cobre y zinc del concentrado global, la hidrólisis del hierro en forma de hematites, la obtención -

- de un líquido fértil de cobre y zinc con un contenido bajo en ácido sulfúrico y una concentración de hierro menor de 1 g/l apto para la recuperación del cobre y zinc por extracción con disolventes y electrolisis o por cementación, y la
5. concentración del plomo, plata y oro en el sólido. La segunda, lixiviación del residuo que contiene el plomo, la plata y el oro con una disolución de cloruro sódico-cloruro cálcico, tiene por objeto la solubilización prácticamente total del plomo, plata y oro, la obtención de un líquido fértil
10. de plomo, plata y oro apto para una cementación con chatarra de zinc, la eliminación del residuo de hematites y el aprovechamiento del zinc y cloruro sódico del efluente de la cementación incorporándolo al sistema de extracción con disolventes de zinc.
15. La primera etapa de lixiviación consiste en la dispersión del concentrado global en agua para formar una pulpa de densidad de sólidos fija y controlada, y posterior oxidación de la pulpa con un gas que contiene oxígeno en un reactor agitado a presión.
20. La densidad de pulpa se ajusta en función de la composición del concentrado de forma que la acidez libre al terminar la lixiviación sea inferior a 50g/l de ácido sulfúrico, lo cual permite obtener un líquido fértil con menos de 1 g/l de hierro. La máxima cantidad de ácido sulfúrico
25. que se puede producir es la correspondiente a la oxidación del azufre de la pirita y la mitad del azufre de la calcopirita. Para definir dicha densidad de pulpa se fija un valor tal que la relación de hierro total en sólido a agua sea inferior a 20 Kgs por metro cúbico.
30. La temperatura de la reacción se debe mantener en

tre 150 y 250°C y preferentemente a 200 ±10°C.

La presión se ajusta teniendo en cuenta que es necesario mantener una presión parcial de oxígeno superior a 5 Kg/cm² g y preferentemente 12 ±2 Kg/cm² g.

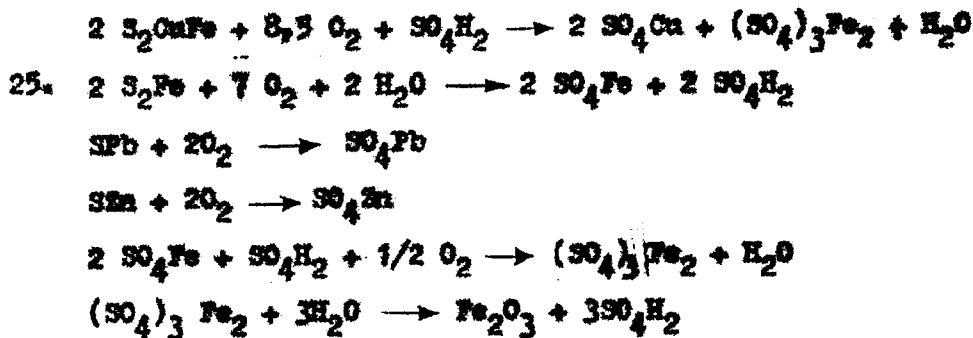
5. El gas usado preferentemente en la reacción es oxígeno, aunque también puede emplearse aire, y aire enriquecido con oxígeno.

- El nivel de agitación de la reacción tiene que ser intenso, de tal forma que se consiga la dispersión de la fase gas oxidante en la fase líquida, creándose una superficie de interfase gas-líquido suficientemente grande como para evitar que la disolución del oxígeno en el líquido sea la etapa controlante desde el punto de vista cinético.

10. El coeficiente de transferencia gas-líquido tiene que ser como mínimo de 100 hr⁻¹.

- Los tiempos de reacción necesarios para completar la reacción de oxidación de sulfuros a sulfatos y la hidrólisis del hierro disuelto a óxido férrico se cifran en un mínimo de 45 minutos, siendo el valor preferente de 60 minutos. Por tanto el tiempo de residencia en el reactor será el equivalente al tiempo de reacción indicado.

En estas condiciones tienen lugar las siguientes reacciones químicas:



30. De esta forma, tanto el cobre como el zinc, se --

pueden solubilizar en el medio acuoso con un rendimiento de más del 98%.

5* El plomo y los metales nobles quedan en el residuo sólido, acompañando al óxido férrico que se forma, según la última reacción por hidrólisis del sulfato férrico. Dicho óxido férrico es muy cristalino y por tanto fácilmente decantable y filtrable.

El líquido fértil de cobre y zinc tiene una concentración de hierro menor de 1 g/l.

10. La pulpa de lixiviación, después de enfriada a 60 °C y reducida su presión de trabajo a presión atmosférica, se envía a la unidad de separación sólido-líquido consistente en un espesamiento y filtración con lavado en el propio filtro. El líquido filtrado, junto con el líquido de lavado, 15. se incorporan a la etapa de espesamiento, y el sólido se procesa posteriormente para recuperar el plomo, y los metales nobles.

El efluente que resulta de esta separación sólido-líquido se neutraliza con piedra caliza molida, hasta un valor de pH comprendido entre 1,5 y 2,5, preferentemente 2.0. 20.

El ácido sulfúrico que contiene el líquido fértil, al neutralizarse con caliza produce una fase sólida compuesta principalmente por yeso. Dicha fase sólida una vez filtrada y lavada constituye el principal residuo sólido del proceso. 25.

Por otra parte el filtrado es un líquido totalmente adecuado para recuperar el cobre bien por cementación -- con chatarra de hierro, bien por extracción con disolventes orgánicos selectivos y posterior electrólisis.

30. La etapa de lixiviación del residuo consiste en -

la dispersión del sólido en una disolución de cloruro sódico-cloruro cálcico.

- Esta etapa está basada en la capacidad de formar complejos en medio cloruro concentrado del plomo, plata y oro ($PbCl_3^-$, $AuCl_4^-$, Ag_2Cl^+ , Ag_3Cl^{2+}).

- La disolución acuosa lixiviante debe contener una concentración de cloruro sódico comprendida entre 200 y 300 g/l y una concentración de cloruro cálcico correspondiente a la cantidad estequiométrica al plomo existente. Esta concentración de cloruro cálcico hace precipitar el sulfato correspondiente al plomo, como sulfato cálcico, aumentando la solubilidad del plomo en la salmuera de lixiviación.

- Por otra parte a la disolución lixiviante se le añade inicialmente cloruro férrico en concentración de 1 g/l, con el fin de aumentar el potencial redox de la disolución y así evitar la reducción de la plata a su estado metálico.

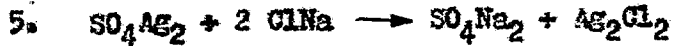
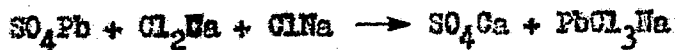
El pH de la disolución se ajusta a un valor inferior a 7,0 y preferentemente 1,0, con el fin de evitar la hidrólisis.

- La temperatura de la reacción se debe mantener por encima de 60°C y preferentemente a 85 ± 5°C.

- El nivel de agitación debe ser normal y los tiempos de reacción necesarios tienen que ser como mínimo de 15 minutos y preferentemente de 30 ± 10 minutos. El tiempo de residencia en los reactores es equivalente al tiempo de reacción indicado.

- La densidad de pulpa se ajusta a un valor tal que la disolución que se produzca contenga una concentración de plomo inferior a la solubilidad máxima de dicho metal en la disolución concentrada de cloruros.

En estas condiciones tienen lugar las siguientes reacciones químicas:



De esta forma, tanto el plomo como la plata y el oro se solubilizan en el medio acuoso con un rendimiento —
10. de más del 98%.

El residuo de lixiviación se separa del líquido fértil mediante espesamiento y/o filtración con lavado, a una temperatura superior a 60°C. El sólido residual es óxido férrico y el líquido es una disolución de plomo, plata y
15. oro adecuada para recuperar dichos metales por cementación con zinc metálico.

El efluente de la cementación del plomo y los metales nobles es una disolución de zinc y cloruro sódico principalmente. Con el fin de recuperar ambas cosas se envía dicha disolución, total o parcialmente, a una etapa de ajuste de concentración de cloruros que se realiza con la disolución acuosa de zinc que procede de la recuperación del cobre.
20.

La mezcla resultante debe ajustarse a una concentración de cloruros superior a 30 g/l y preferentemente a 60 ± 10 g/l, quedando en condiciones adecuadas para recuperar el zinc mediante procesos aniónicos de cambio de ión o extracción con disolventes y electrolisis final (Patentes Españolas Nos. 403.506 y 405.759).
25.

A continuación se dan unos ejemplos no limitati—
30.

vos de cada una de las etapas fundamentales de la patente - de invención.

Los ejemplos combinan ensayos de laboratorio y de planta piloto y servirán para definir claramente los parame

5. tros de proceso de la presente invención.

EJEMPLO 1

Parámetro: Densidad de pulpa

Equipo: Autoclave (4 litros)

Velocidad Agitación: 1500 rpm.

10. Tiempo reacción: 60 mins.

Temperatura: 220°C.

Presión Parcial Oxígeno: 18 Kg/cm² g.

Composición Concentrado: Cu : 11,18%

Zn : 26,0%

15. Pb : 4,92%

Fe : 20,8%

K₉₀ = 325 mallas Tyler

Los resultados obtenidos se encuentran resumidos - en la tabla I.

20.

25.

30. .../... (Pasa a Tabla I)

T A B L A I

Ensayo Nº	Densidad pulpa $\frac{\text{gr. sólido}}{\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}} \times 100$	Extracción cobre %	Extracción zinc %	Extracción hierro %	Concentr. hierro g/l	Concentr. Ag. Sulf. g/l
1	5	98,0	99,1	3,1	0,2	25,1
2	20	97,5	99,2	33,3	13,6	58,8

Como se ve, al aumentar la densidad de pulpa aumenta la proporción de hierro disuelto y disminuye ligeramente el porcentaje de cobre disuelto.

EJEMPLO 2

5. Parametro: Densidad de pulpa
 Equipo: Autoclave (4 litros)
 Velocidad Agitación: 1500 rpm.
 Tiempo de Reacción: 60 mins.
 Temperatura: 200°C.

10. Presión Parcial Oxígeno: 9 Kg/cm² g.
 Composición concentrada: Cu : 11,18%
 Zn : 26,0%
 Pb : 4,92%
 Fe : 20,8%

15. $K_{90} = 325$ mallas Tyler

Los resultados obtenidos se encuentran resumidos -
 en la Tabla 2.

20.

25.

30. .../... (Pasa a Tabla 2).

T A B L A 2

Ensayo Nº	Densidad pulpa gr. sólido x 100 cm ³ H ₂ O	Extracción cobre %	Extracción Mn %	Extracción hierro %	Concentr. hierro g/l	Concentr. Ac. Sulf. g/l
1	10	98,0	98,7	4,3	0,8	45,8
2	15	95,8	98,2	21,6	6,6	56,4

Las consecuencias que se deducen son idénticas al Ejemplo 1. Al aumentar la densidad de pulpa se incrementa notablemente el porcentaje de hierro disuelto y disminuye el de cobre.

5. EJEMPLO 3

Parametro: Presión parcial de oxígeno

Equipo: Autoclave (4 litros)

Velocidad Agitación: 1500 rpm

Densidad Pulpa: 10%

10. Tiempo Reacción: 20 mins.

Temperatura: 200°C.

Composición concentrado: Cu : 16,6%

Zn : 16,5%

Pb : 4,75%

15.

Fe : 23,1%

$K_{90} = 325$ mallas Tyler

Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 3.

20.

25.

30.

.../... (Pasa a Tabla 3).

T A B L A 3

Ensayo Nº	Presión parcial oxígeno Kg/cm ² G	Extracción cobre %	Extracción zinc %	Extracción hierro %	Concentr. hierro g/l	Concentra. AO. Sulfúrico g/l
1	5,0	72,1	95,6	2,6	0,6	15,4
2	9,0	76,2	95,3	4,4	1,1	19,1
3	18,0	76,2	95,5	8,8	2,0	18,1

Como se puede ver el aumento de la presión favorece la disolución del hierro, sólo afecta ligeramente la disolución del cobre y prácticamente nada la disolución del zinc, en las condiciones en que se realizaron los ensayos.

5. EJEMPLO 4

Parámetro: Temperatura

Equipo : Autoclave (4 litros)

Velocidad Agitación : 1500 rpm

Densidad Pulpa : 10%

10. Tiempo Reacción : 60 mins.

Presión Parcial Oxígeno : 18 Kg/cm² g

Composición Concentrado : Cu : 16,6%

Zn : 16,5%

Pb : 4,75%

15.

Fe : 23,1%

K₉₀ = 325 mallas Tyler

Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 4.

20.

25.

30.

.../... (Pasa a Tabla 4)

T A B L A 4

Ensayo no	Temperatura °C	Extracción cobre %	Extracción zinc %	Extracción hierro %	Concentración hierro g/l	Concentración Ac. Sulfúrico g/l
1	175	66,4	94,7	4,8	1,1	16,7
2	190	80,1	98,5	10,5	2,4	39,9
3	200	96,7	98,8	4,0	0,9	38,7

Como puede observarse al aumentar la temperatura crece la extracción de todos los metales, pero la influencia es mucho más acusada en el cobre que en el zinc o el hierro.

5. EJEMPLO 5

Parámetro : Tiempo de reacción.

Equipo : Autoclave (4 litros).

Velocidad Agitación : 1500 rpm.

Densidad Pulpa : 10 %

10. Temperatura : 200 °C

Presión Parcial Oxígeno : 5,0 Kg/cm² g.

Composición Concentrado :

Cu : 16,6%

Zn : 16,5%

15. Pb : 4,75%

Fe : 23,1%

K₉₀ = 325 mallas Tyler.

Los resultados obtenidos se dan en la tabla 5. ...

20.

25.

30.

pasa a TABLA 5 .../...

T A B L A 5

Ensayo Ns	Tiempo reacción minutos	Extracción cobre %	Extracción zinc %	Extracción hierro %	Concentrac. hierro g/l	Concentrac. Ac. Sulfúrico g/l
1	20	72,1	95,6	2,6	0,6	15,7
2	40	97,1	98,7	8,6	1,8	36,8
3	60	98,0	98,5	6,3	1,4	39,5

Como puede comprobarse la cinética de disolución del zinc es mucho más rápida que la de disolución del cobre. - El porcentaje de hierro disuelto crece inicialmente con el tiempo de reacción y disminuye posteriormente debido al progreso de la reacción de hidrólisis.

5. greso de la reacción de hidrólisis.

EJEMPLO 6

Parametro : Leyes concentrados

Equipo : Autoclave (4 litros)

Velocidad Agitación : 1500 rpm

10. Presión Parcial Oxígeno : $12 \text{ Kg/cm}^2 \text{ g}$

Temperatura : 200°C

Composición y Densidad Pulpa:

Ensayo Nº	Densidad Pulpa %	Leyes del concentrado			
		Cu %	Zn %	Pb %	Fe %
15. 1	7,0	3,6	31,1	7,2	16,1
2	7,5	9,8	23,7	7,1	21,5
3	9,5	11,2	26,0	4,2	20,8

Los resultados obtenidos se dan en la Tabla 6

T A B L A 6

Ensayo Nº	Extracción cobre %	Extracción zinc %	Concentrac. hierro g/l	Concentrac. Ac. Sulfúrico g/l
20. 1	98,2	99,3	0,7	28,5
2	98,6	99,2	1,1	37,1
3	99,2	99,0	1,8	44,5

25. Como puede comprobarse el proceso admite trabajar con concentrado de distintas leyes en metales y de distinta procedencia, ya que los resultados son muy similares.

EJEMPLO 7

Parametro : Leyes concentrados

30. Equipo : Reactor compartimentado (800 litros)

En la Tabla 7 se dan las características de los ensayos y los resultados.

T A B L A 7

Condiciones de Operación y		E N S A Y O S		
5.	<u>Resultados</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
	Tiempo de funcionamiento (hrs)	86	140	72
	Caudal de pulpa (l/hr)	408	433	425
	Tiempo de residencia (minutos)	118	110	113
	Densidad de pulpa (%)	9,0	8,5	7,0
10.	Ley de concentrado (%)			
	Cobre	2,32	3,13	4,30
	Zinc	32,30	34,37	26,20
	Plomo	6,85	7,49	7,50
	Hierro	17,10	15,59	15,20
15.	Temperaturas de proceso (°C)			
	Entrada reactor	135	109	118
	1er compartimento	204	205	201
	2º compartimento	224	221	217
	3er compartimento	233	211	208
20.	4º compartimento	224	204	214
	5º compartimento	222	206	220
	Presión total (Kg/cm ²)	30,8	32,6	31
	Velocidad agitación (rpm)	400	450-500	470-500
	Resultados del proceso			
25.	Relación de concentración	0,37	0,37	0,37
	Extracción de cobre (%)	98,8	98,6	98,0
	Extracción de zinc (%)	99,2	99,1	98,9
	Hierro en disolución (g/l)	0,43	0,15	0,35
	Acido en disolución (g/l)	43,4	31,7	24,20
30.	Como puede comprobarse las recuperaciones de cobre			

y zinc y la concentración de hierro en disolución son del mismo orden que en los ensayos de laboratorio. Por otra con distintas leyes de concentrado se obtienen igualmente resultados óptimos.

5. EJEMPLO 8

Este último ejemplo está referido a la lixiviación del residuo que contiene el plomo y los metales nobles.

Las características de los ensayos son las siguientes:

10. Composición del residuo: Pb : 17,1%
 Ag : 0,042%
 Zn : 1,26%
 Cu : 0,23%
 Fe : 42,0%
 Bi : 0,06%

15.

Temperatura : 80 - 90°C.

Ensayo Nº	Tiempo Agitación hr	Densidad Pulpa %	Concentración cloruro sódico g/l	pH	Concentración cloruro férrico g/l
1	6	5	240	0	-
20. 2	18	5	240	1	1,67
3	6	6,6	292,5	7	-
4	1	3,0	175,5	1	-
5	6	6,8	234	1	0,32
6	1	8,3	280	1	-

25. Los resultados se dan en la Tabla 8.

30. / (Pasa a Tabla 8).

T A B L A 8

Ensayo No	Extracción plomo %	Extracción plata %	Extracción hierro %	Extracción cobre %	Extrac. zinc %
1	99,1	99,5	52,6	62	40
5. 2	99,3	99,9	4,0	56	40
3	96,1	97,4	0,2	3,4	7,1
4	99,6	98,0	-	-	-
5	99,5	97,6	2,5	74,5	20,9
6	99,6	96,4	5,6	51,4	36,6

10. Como puede apreciarse en todos los casos el plomo y la plata se lixivian con un rendimiento superior al 96%. El cobre se solubiliza como máximo en un 74,5% y el zinc en un 40%.

15. El solicitante se reserva el derecho de extender esta demanda a los países extranjeros, reivindicando la misma prioridad de la presente solicitud al amparo del Convenio Internacional para la protección de la Propiedad Industrial.

20. Igualmente el solicitante se reserva el derecho de introducir en la presente invención cuantos perfeccionamientos sobre la misma puedan derivarse, mediante la solicitud de los correspondientes Certificados de Adición en la forma señalada por la Ley.

N O T A

25. La Patente de Invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE METALES NO FERREOS A PARTIR DE MINERALES SULFURADOS COMPLEJOS DE BASE PIRITICA QUE CONTENGAN COBRE, PLOMO, CINC, PLATA Y ORO", según las características esenciales de las siguientes:

30.

.../...

REIVINDICACIONES

- 18.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, con
5. sistante en su molienda y posterior flotación para producir un concentrado global de los minerales de metales no férricos y para separar la mayor parte de la pirita como estéril; -- dispersión del concentrado global en agua para formar una - pulpa de densidad de sólidos fija y controlada; oxidación -
10. de la pulpa en un reactor agitado a presión con un gas con- teniendo oxígeno, por la que todos los sulfuros se oxidan a sulfatos formándose una nueva pulpa de lixiviación; separa- ción sólido-líquido de la pulpa de lixiviación por la que - se forma una fase sólida que contiene el hierro como óxido
15. férrico, el sulfato de plomo y los metales nobles, y una fa- se líquida que contiene ácido sulfúrico y los sulfatos de - cobre y cinc; neutralización del ácido sulfúrico contenido en la fase líquida con un álcali adecuado; recuperación del cobre contenido en el líquido neutralizado por cementación
20. o extracción con disolventes y electrolisis; lixiviación -- del plomo y metales nobles contenidos en la fase sólida con una disolución concentrada de cloruros; cementación con cinc del oro, plata y plomo contenidos en la salmuera después de la separación sólido-líquido; mezclado de la salmuera exen- ta de plomo con el efluente de la recuperación del cobre --
25. que contiene el cinc; y recuperación del cinc del líquido - resultante mediante extracción con disolventes y electroli- sis.

- 28.- Procedimiento para la obtención de metales no
30. férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base -

pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que el grado de molienda y el esquema de flotación deben ser adecuados para producir un concentrado global de metales no férricos con un contenido en pirita inferior al 30%.

3a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que la densidad de sólidos en la dispersión del concentrado global en agua se fija a un valor tal que la relación hierro total en sólido a agua sea inferior a 20Kg por metro cúbico.

4a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que la reacción de oxidación de la pulpa del concentrado global en agua se lleva a cabo a una temperatura entre 150 y 250°C y preferentemente a 200 ± 10°C.

5a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1 y 4, en el que durante la reacción de oxidación se mantiene una presión parcial de oxígeno en el gas oxidante superior a 5 Kg/cm²g y preferentemente 12 ± 2 Kg/cm²g.

6a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, en el que durante el trans

- curso de la reacción de oxidación se mantienen unas condiciones de agitación intensas, al mismo tiempo que se dispersa la fase gas oxidante en la fase líquida, creándose una superficie de interfase gas-líquido suficientemente grande como para evitar que la disolución del oxígeno en el líquido sea la etapa controlante desde el punto de vista cinético.

- 7^a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1, 4, 5 y 6, en el que las condiciones de reacción se mantienen hasta conseguir que se complete no sólo la reacción de oxidación de sulfuros a sulfatos sino también la hidrólisis del hierro disuelto a óxido férrico, lo que se logra con un tiempo de residencia en el reactor equivalente a un tiempo de reacción superior a los 45 minutos y preferentemente 60 minutos.

- 8^a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que el líquido fértil de lixiviación conteniendo el cobre y el cinc se neutraliza con piedra caliza molida, hasta un valor del pH entre 1,5 y 2,5 y preferentemente 2,0 produciéndose una fase sólida compuesta principalmente por yeso, que una vez lavada con agua es el residuo sólido del proceso, y una fase líquida a pH 2,0 en condiciones adecuadas para recuperar el cobre bien por cementación con chatarra de hierro bien por extracción con disolventes selectivos y electrolisis.

- 9^a.- Procedimiento para la obtención de metales no

férreos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que la disolución concentrada de cloruros para lixiviar el plomo, plata y oro, es una disolución acuosa conteniendo entre 200 y 300 g/l de NaCl y la cantidad estequiométrica al plomo de CaCl_2 .

10a.- Procedimiento para la obtención de metales no férreos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1 y 9, en el que a la disolución concentrada de cloruros se añaden inicialmente 1 g/l de FeCl_3 y se ajusta su pH a un valor inferior a 7.0 y preferentemente 1.0.

15.- Procedimiento para la obtención de metales no férreos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1, 9 y 10 en el que la lixiviación del plomo, plata y oro se realiza a una temperatura superior a 60°C y preferentemente a $85 \pm 5^\circ\text{C}$.

20.- Procedimiento para la obtención de metales no férreos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1, 9, 10 y 11, en el que se mantienen las condiciones de lixiviación con un grado de agitación normal durante un tiempo de residencia equivalente a un tiempo de reacción superior a 15 minutos y preferentemente 30 ± 10 minutos.

30.- Procedimiento para la obtención de metales no férreos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, -

según las reivindicaciones 1, 9, 10, 11 y 12, en el que la relación sólido-líquido en la pulpa de lixiviación del plomo y la plata se fija a un valor inferior al equivalente a la solubilidad máxima del plomo en la disolución concentrada de cloruros.

5. 14a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que la disolución de cloruros conteniendo el plomo, plata y oro se separa del sólido residual conteniendo el óxido férrico, por espesamiento y/o filtración a una temperatura superior a 60°C, quedando en condiciones adecuadas para proceder a la recuperación del plomo, plata y oro por cementación con cinc metálico.

10. 15a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según la reivindicación 1, en el que a la disolución acídica conteniendo el cinc procedente de la recuperación del cobre, se le añade total o parcialmente la disolución concentrada de cloruros procedente de la recuperación del plomo, plata y oro.

20. 16a.- Procedimiento para la obtención de metales no férricos a partir de minerales sulfurados complejos de base pirítica que contengan cobre, plomo, cinc, plata y oro, según las reivindicaciones 1 y 15, en el que la concentración de cloruros de la mezcla resultante debe ajustarse a un valor superior a 30 gramos por litro y preferentemente a 60 ± 10 gramos de cloruro por litro de disolución, quedando en condiciones adecuadas para recuperar el cinc mediante

30. en condiciones adecuadas para recuperar el cinc mediante --

procesos aniónicos de cambio de ión o extracción con disolventes y electrolisis final.

- 17^a.-- "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE METALES NO FERREOS A PARTIR DE MINERALES SULFURADOS COMPLEJOS DE BASE PIRITICA QUE CONTENGAN COBRE, PLOMO, CINC, PLATA Y ORO".

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria que consta de veintisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

10.

Madrid, 15 DIC. 1978

D. Angel I. REDONDO ABAD.
D. Eduardo DIAZ NOGUEIRA.
D. Martín GEREZ PASCUAL.
D. José Manuel REGIFE VEGA.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P.P.

Firmado: M.^a Delros de quora