

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



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

ES

11

21

22

474418

NUMERO	474418
FECHA DE PRESENTACION	23 OCT. 1978

19

A 1

(REF. 92.333 DFS/E11)

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
77/6320	24 Octubre 1977	Sur Africa

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22B	

(64) TITULO DE LA INVENCION

"UN PROCEDIMIENTO PARA LA RECUPERACION DE METALES NO FERRICOS DE CALCINADOS CONTENIENDO OXIDO DE HIERRO"

(71) SOLICITANTE (S)
GENERAL MINING AND FINANCE CORPORATION LIMITED.
DOMICILIO DEL SOLICITANTE
6 Hollard Street, Johannesburg, Transvaal Province - Republica de sur Africa
(72) INVENTOR (ES)
ERIC LIVERSEY-GOLDBLATT.
(73) TITULAR (ES)
GENERAL MINING AND FINANCE CORPORATION LIMITED.
(74) REPRESENTANTE
D. JAIME ISERN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial.

POOR
QUALITY

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a un procedimiento para la recuperación de materiales útiles a partir de calcinados.

- Se sabe que cuando se tuesta un metal que com-
5. porta sulfuro (por ejemplo una pirita o arsenopirita), de preferencia después de someterse a flotación, éste se convierte en un calcinado. El calcinado está constituido, principalmente, por un óxido de hierro (óxido férrico) junto con sílice y ciertos óxidos de metal alcalino sin
10. contenido sustancial de sulfuro. La masa del metal precioso o cualquier uranio que haya estado presente en el sulfuro puede recuperarse mediante lixiviación. Sin embargo, en el calcinado quedan retenidos algunos metales valiosos sin disolver. Estos pueden encontrarse retenidos debido
15. a que quedan parcial o completamente encapsulados en el interior de las partículas de óxido de hierro o por formar una solución sólida en los cristales del óxido de hierro del calcinado. En cualquier caso se desconoce la existencia de un procedimiento comercial práctico para
20. la recuperación de estos metales preciosos o de uranio del calcinado. Antes de la lixiviación es necesario una rotura completa de las partículas de óxido de hierro o similar.

- En los vertederos de mineral en Barberton,
25. Sud-Africa, el desecho del calcinado de la extracción de oro puede contener hasta 20 gramos de oro por tonelada de calcinado en forma de un material refractario actualmente inlixiviable. Otros calcinados puede contener también uranio y otros metales. Sería deseable poder extraer estos ma-
30. teriales de los calcinados.

Se ha descubierto ahora, por la peticionaria, un

procedimiento con el que puede extraerse alrededor del 90% del oro y una elevada proporción de uranio.

El presente invento proporciona un procedimiento para la recuperación de metales no férricos de calcinados

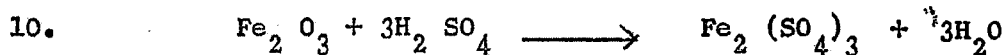
5. que contienen óxido de hierro los cuales contienen el metal no férrico encapsulado en el interior de óxido de hierro y/o en solución sólida en el óxido de hierro, cuyo procedimiento comprende las etapas de (i) hacer reaccionar el calcinado con un ácido inorgánico fuerte en fase líquida
10. mientras se agita la mezcla reaccional durante tiempo suficiente para que sustancialmente todo el hierro presente forme una sal de hierro soluble en agua, (ii) combinar agua con la mezcla reaccional, (iii) separar la fase líquida de la fase sólida, y (iv) recuperar los metales no
15. férricos de una o de ambas fases.

- Convenientemente el ácido inorgánico es ácido sulfúrico, por lo que a lo menos el óxido de hierro presente se convierte en el sulfato. Sin embargo, puede utilizarse, alternativamente, ácido nítrico o ácido clorhídrico,
20. por ejemplo. Generalmente el óxido férrico se convierte a sulfato férrico mediante tratamiento con ácido sulfúrico. Con el mezclado se produce la reacción inmediata. La concentración del ácido sulfúrico puede regularse según sea
25. necesario para obtener un resultado óptimo. Puede utilizarse ácido sulfúrico corriente al que se ha adicionado una pequeña cantidad de agua. La cantidad de agua puede ser de hasta alrededor del 10% en volumen del total, convenientemente del 7%. Se aplica, convenientemente, una fuerte agitación. La reacción puede efectuarse inicialmente mezclando
30. los reactivos a la temperatura del ambiente. El calor de la reacción conducirá a una temperatura de alrededor

de 150 a 200°C. Si se desea puede calentarse el producto de reacción hasta que esté completada la reacción. Para completar la reacción pueden utilizarse temperaturas de hasta alrededor 580°C, convenientemente de hasta 500°C.

5. Este calentamiento se denomina como "tostado de baja temperatura".

El tratamiento de ácido sulfúrico motiva que se produzca la reacción siguiente.



Al propio tiempo por lo menos algunos de los óxidos metálicos presentes pueden convertirse también a sus sulfatos. Cuando los óxidos de hierro se han convertido en su sulfato soluble los metales dejan de estar encapsulados o en solución sólida y por tanto pueden separarse del producto formado.

20. Cuando el calcinado contiene oro el producto de baja temperatura obtenido después del tratamiento con el ácido puede tostarse. El producto inicialmente puede adoptar forma de una pasta que puede luego solidificar y luego calentarse a temperaturas de hasta alrededor de 800°C para descomponer las sales metálicas, tal como sulfato férrico, reconvirtiéndolas a óxido metálico. El óxido de hierro reformado deja de encapsular el metal valioso o retenerlo en solución

25. sólida. Los gases generados en el tostado pueden barrerse, por ejemplo con ácido sulfúrico diluido para proporcionar ácido sulfúrico concentrado que puede reciclarse a la etapa de mezclado.

30. El invento faculta el que un producto previamente rechazado y de desecho sea utilizado para proporcionar metales valiosos. Una vez que el producto de de-

secho, el producto calcinado, se ha tratado para liberar el metal de la encapsulación y/o retención en solución sólida, puede obtenerse de éste el metal valioso. Las etapas actuales implicadas en la obtención del metal dependerán del metal que se trate y de los procedimientos de que se disponga tal como lixiviado, intercambio iónico, extracción de disolvente, etc.

- 5.
- Sin embargo, después del tostado (de llevarse a cabo) o después de la reacción sustancialmente completa del calcinado con el ácido (de no efectuarse tostado de "baja temperatura" o de temperatura superior) el producto obtenido en el tratamiento con el ácido se mezcla con agua y se separan las fases líquida y sólida. Cuando se encuentra presente oro la fase sólida puede tratarse, por ejemplo con un cianuro de metal alcalino, para separar el oro. Cuando está presente uranio puede tratarse la fase líquida, conteniendo una sal férrica, para separar el uranio. Cuando están presentes ambos metales pueden ser aconsejables consideraciones económicas para las fases sólida y líquida que han de tratarse. Las condiciones actuales de tratamiento pueden ser aquellas que se conocen en el arte para la separación de los metales implicados.
- 10.
- 15.
- 20.

- Por ejemplo, en el caso de oro puede triturarse la torta de filtración sólida, suspenderse luego en agua y cal y lixivarse a continuación con cianuro potásico. La suspensión lixiviada puede filtrarse y lavarse la torta, convertirse en pulpa, relavarse y luego secarse. En el caso de uranio puede utilizarse cualquier procedimiento apropiado para la separación del uranio del filtrado obtenido mezclando agua con el calcinado tratado
- 25.
- 30.

- con ácido. Por ejemplo, puede llevarse a cabo un lixiviado férrico utilizando sulfato ferroso y obtenerse el uranio de la solución diluida mediante intercambio iónico, extracción por disolvente o similar. Como referencia pueden citarse los
5. procedimientos descritos en patentes o literatura científica para separar uranio de una solución, por ejemplo patentes USA 2.737.438 (Gaudin), 2.866.680 (long) y 3.065.045 (Chuko), así como:
10. (a) Uranium in South Africa 1946-56 volumen 2, páginas 68 a 84, en donde el capítulo de R.E. Robinson se titula "The Chemistry of the ion-exchange process for the extraction of Uranium from Rand Leach Liquors".
15. (b) Los Tratados de la segunda Conferencia Internacional de las Naciones Unidas sobre los empleos pacíficos de la energía atómica que tuvo lugar en Ginebra del 1 a 13 de septiembre 1958, Volumen 3, páginas 427 a 443 titulado "Application of ion exchange to the recovery of uranium from sulfuric digestion solutions of the mineral of the Venta de Cardera, Cordoba".
20. (c) Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy, marzo de 1966, páginas 342 a 356, titulado "Amine solvent extraction of uranium from sulfuric acid eluates",
25. (d) The extractive Metallurgy of Uranium por Tobert C. Merrit of the Colorado School of Mines Research Institute under contract with the United States Atomic Energy Commission, págs. 147 a 216.
- Las resinas de intercambio aniómico referidas incluyen Ambertile [®] IRA-400 y Dowex [®].
30. El procedimiento puede llevarse a cabo según una de las tres modalidades que se esquematizan en las figuras

1, 2 y 3 de los dibujos que se acompañan. Así:

5. En el esquema de la figura 1 se muestra el proceso en una modalidad particular de obtener el metal deseado cuando éste puede formar un sulfato que es soluble en agua. El calcinado de partida (1) sometido a una etapa de sulfatación (2) por reacción con ácido sulfúrico (3) y a una etapa de tostado a baja temperatura (4) puede lixivarse en (5) con agua (6), y/o sulfato férrico acuoso con lo que el sulfato férrico y el sulfato de metal soluble pasarán a solución. La solución puede separarse en (7) del material sólido y luego puede separarse el metal de la solución (8). Esta modalidad puede utilizarse cuando se halla presente uranio en el calcinado. El uranio formará el sulfato soluble (8) en el tratamiento con ácido sulfúrico concentrado a alrededor de 150°
10. a 180°C. La lixiviación (6) de la mezcla de sulfato con agua (5) da una solución de sulfato férrico/uranio (8). Esta solución puede suministrarse a una planta de extracción de uranio en donde puede utilizarse para extraer uranio de un mineral, con recuperación simultánea de algo de uranio de la solución. El uranio puede obtenerse como una torta amarilla.
15. El residuo puede lavarse con agua (9) y cianurarse con los reactivos adecuados (10) para recuperar cualquier oro presente del filtrado (12) lavado a su vez con agua (13), pasando el residuo (14) al depósito de desechos (15).
20. En el esquema de la figura se muestra una segunda modalidad del procedimiento para la obtención de un metal deseado en que se mezcla el calcinado (1) con ácido sulfúrico concentrado (3) y se agita en (2). Puede formarse una masa gris dura.
25. Esta masa de calcinado sulfatado puede tostarse en la etapa (16) a elevadas temperaturas, por ejemplo entre
- 30.

720 y 800°C para reconvertir el sulfato férrico presente a óxido férrico, con la evolución de trióxido de azufre (17), como sigue:



El gas de SO_3 (17) puede convertirse en ácido sulfúrico en un absorbedor de un tipo que se encuentra en las plantas de ácido sulfúrico convencionales. El ácido

10. sulfúrico formado puede reciclarse a la sulfatación (2) y calcinación (16) ulteriormente. Se ha descubierto que el óxido de hierro reconstituido formado por la tostación

no afecta al oro liberado en la sulfatación del óxido férrico. El oro puede recuperarse por cianuración en (9)

15. del calcinado reconstituido (por ejemplo sulfatado y luego tostado) conteniendo, por ejemplo, sílice. Después de la cianuración (9) de este calcinado y lavado (12) el producto de óxido de hierro seco en (18) es de una pureza tal que puede utilizarse como un pigmento para pintura (19).

20. El material de partida del calcinado (1) utilizado en el procedimiento del invento puede ser cualquier calcinado apropiado que contenga óxido de hierro. Ejemplos son los calcinados que se encuentran en los vertederos de minas, por ejemplo en Barberton y otras partes de la República de Sud-Africa y que contienen oro y, con frecuencia, también uranio.

30. La figura 3 es un esquema circulatorio de una modificación de la primera modalidad representada en la figura 1, en donde el calcinado sulfatado se mezcla con una mena de oro-uranio (20) de Sud-Africa de modo que el sulfato férrico coadyuva en (21) en la extracción del uranio, por

tratamiento en los reactivos adecuados (22) y se recupera el uranio así como el oro en la mena, siguiendo los pasos análogos ya definidos en el esquema de la figura 1.

- El invento se ilustra con referencia a los ejemplos no limitativos siguientes. Los ejemplos 1 y 2 se utilizan sobre un calcinado formado a partir de una mena de arsenopirita conteniendo oro y los ejemplos 3 a 5 se utilizan sobre un calcinado formado a partir de una mena conteniendo oro y uranio. Las figuras 1 a 3 se refieren, respectivamente, a los ejemplos 1 a 3.

EJEMPLO 1.

- (i) Se utilizó un calcinado de la composición siguiente y típico del obtenido del tostado de una arsenopirita que comporta oro (sin uranio).

	<u>Constituyentes</u>	<u>%</u>
20.	Fe_2O_3	65,52
	FeS_2	0,97
	Al_2O_3	5,00
25.	MgO	1,55
	CaO	1,05
	K_2O	1,36
30.	Oxidos de Na, Ti, Cu, Mn, Cr	1,04

	<u>Constituyentes</u>	<u>%</u>
	SiO ₂	23,10
5.	Humedad	30,41
	Oro	20,3 g/ton
	Plata	6,0 g/ton
10.	<u>Tamaño del tamiz</u>	<u>%</u>
	+ 0,074 mm	36,4
15.	- 0,074 mm	63,6

(ii) Se obtuvo ácido sulfúrico de H₂SO₄ al 93% y agua al 7% de una planta de ácido sulfúrico. Se adicionó 1,0 parte de calcinado a 1,5 parte de ácido sulfúrico. La reacción física observada fue como sigue:

	<u>Minutos</u>	<u>Temperatura °C</u>	<u>Aspecto</u>
25.	1	53	Suspensión roja diluida
	2	75	Suspensión roja diluida
	3	130	Suspensión roja diluida
30.	4	139	Pasta roja diluida
	5	153	Pasta

<u>Minutos</u>	<u>Temperatura °C</u>	<u>Aspecto</u>
6	159	Sólido gris-rojizo blando
7	165	" " " "
8	168	" " " "
9	171	" " " "
10	172	" " " "
11	174	Sólido gris blando
15	179	Sólido gris duro
20	179	Sólido gris duro
25	175	Muy duro gris, puede descomponerse en hojuelas.

- (iii) Se trituró a continuación la masa dura gris hasta 0,5 cm y se calentó hasta 500°C, con lo que se generó algo de humedad y óxido de azufre.
- (iv) Se adicionó a la masa agua equivalente a 1,5 veces el peso de sólido y se agitó la mezcla durante una hora, se filtró y se lavó. El filtrado se utilizó para extraer uranio de una mena en un proceso del tipo comunmente denominado lixiviación férrica.
- (v) Se adicionó agua a la torta de filtración lavada para obtener una suspensión líquido/sólido 1:1. Se adicionó

cal y se aireó la suspensión con agitación durante 4 horas. Se adicionó cianuro (como KCN) y se continuó la lixiviación durante 16 horas con aireación.

La suspensión lixiviada se filtró, se lavó la torta, se repulpó, se relavó, se secó y se ensayó.

5. La diferencia en contenido de oro del residuo antes y después de la cianuración dio el oro extraído.

Los datos fueron los siguientes:

10.	Peso del calcinado	2,0 kg
	Valor de oro en el calcinado	20,3 g de Au/Ton
	Peso de ácido sulfúrico	3,5 kg
	Análisis de ácido sulfúrico	93,0% de H ₂ SO ₄
	Temp. max. de la sulfatación	179°C
15.	Temp. del tostado hasta completar la sulfatación	500°C
	Peso del producto de tostación para lixiviación en agua	5,2 kg
	Peso del agua adicinada	8,1 kg
20.	Agua de lavado	8,1 kg
	Peso en húmoro del residuo lixiviado con agua	0,75 kg (0,6 kg)
	Peso del filtrado y lavazas	16,05 kg
25.	Contenido de hierro del filtrado y lavazas	56,7 g/l
	Valor de oro del residuo lixiviado con agua seco	67,67 g de Au/Ton. (en seco)
	Agua adicionada al residuo lixiviado	0,45 kg
30.	Cal adicionada	25,0 kg de CaO/ton
	Cianuro adicionado	10,0 kg de KCN/ton

	Cal consumida	22,45 kg de CaO/ton
	Cianuro consumido	1,20 kg de KCN/ton
	Peso del filtrado y lavazas	1,7 kg
	Peso en seco del residuo cianurado	0,6 kg
5.	Valor en oro del residuo seco	6,06 g de Au/ton
	Oro disuelto	61,61 g de Au/ton
	Recuperación	91,04%

En la figura 1 se ilustra un esquema circulatorio de este primer procedimiento.

10.

EJEMPLO 2.

El procedimiento es idéntico al del ejemplo 1, hasta la etapa (iii).

15. (iv) La masa sulfatada se tostó a 720°C hasta que cesó la generación de SO₃ gaseoso.
- (v) El gas se absorbió en solución de ácido sulfúrico diluido para formar un ácido concentrado (para reciclado).
20. (vi) Se convirtió en pulpa el producto tostado con un peso igual de agua. Se adicionó cal y se aireó la suspensión con agitación durante 4 horas. Se adicionó cianuro (como KCN) y se prosiguió la lixiviación durante 16 horas con aireación. Se filtró la suspensión lixiviada, se lavó la torta, se repulpó,
25. se relavó, se secó y se ensayó. La diferencia en contenido de oro del residuo antes y después de la cianuración dio el oro extraído.
- (vii) Los datos fueron los siguientes:
30. Peso del calcinado 2,0 kg
- Valor de oro en el calcinado 20,3 g de Au/ton
(0,0406 gm)

	Peso de ácido sulfúrico	3,5 kg
	Análisis de ácido sulfúrico	93,0% de H_2SO_4
	Acido sulfúrico adicionado 100% de H_2SO_4	3,26% de H_2SO_4
	Temp. max. de la sulfatación	179°C
5.	Temperatura del tostado, descomposición	120°C
	Peso del producto tostado	1,98 kg
	Valor en oro del producto tostado	20,5 g de Au/ton
	Agua adicionada al producto tostado	2,0 kg
	Cal adicionada	3,0 kg de CaO/ton
10.	Cianuro adicionado	1,5 kg de CaO/ton
	Cal consumida	2,5 kg de CaO/ton
	Cianuro consumido	1,1 kg de KCN/ton
	Peso del filtrado y lavazas	5,5 kg
	Peso en seco del residuo de cianuro	2,00 kg
15.	Valor en oro del residuo seco	0,75 g de Au/ton
	Oro disuelto	19,75 g de Au/ton
	Oro recuperado	96,35%
	Pigmento de pintura de óxido de hierro	1,0 kg
	Recuperación	100%
20.	Acido sulfúrico recuperado	3,10 kg
	Acido recuperado	95,1%

En la figura 2 se ilustra un esquema circular de este segundo procedimiento.

25. EJEMPLO 3.

Se utilizó un calcinado de la composición siguiente y típico del obtenido a partir del tostado de pirita que comporta oro y uranio.

30.	<u>Constituyentes</u>	<u>%</u>
	Fe_2O_3	45,01

<u>Constituyentes</u>		<u>%</u>
	Al ₂ O ₃	3,20
	MgO	1,52
	CaO	2,50
5.	Na, K, Ti, Cu, Mn, Cr, Oxidos	1,00
	SiO ₂	46,77
	Humedad	nula
	Oro	6,3 g/ton
10.	Plata	0,6 g/ton
	U ₃ O ₈	0,40 kg/ton
<u>Tamaño del tamiz</u>		<u>%</u>
	+ 0,074	70
15.	- 0,074 mm	30
	(i) Se obtuvo ácido sulfúrico de H ₂ SO ₄ al 93% a partir de una planta en funcionamiento.	
	(ii) Se adicionó 1,0 parte del calcinado a 1,5 parte de ácido sulfúrico caliente, 50°C a 80°C. La reacción física fue similar a la expuesta en el ejemplo 1 (ii).	
20.	(iii) Se trituró la masa gris dura formada hasta 0,5 cm y se calentó hasta 500°C. Se generó algo de humedad y gases de óxido de azufre.	
25.	(iv) El sólido gris triturado se adicionó a 1,5 veces el peso de agua y se agitó la mezcla durante una hora, se filtró y se lavó (el ensayo del filtrado y las lavazas mostró que se había extraído de la mena el 98% del uranio).	
30.	(v) El filtrado comportando uranio se utilizó para extraer uranio de una mena en un proceso que se denomina, comúnmente como lixiviación férrica. En este proceso,	

bien conocido, se lleva a cabo la lixiviación con una sal férrica seguido de separación del uranio mediante intercambio iónico.

- (vi) Se adicionó agua a la torta lavada para obtener una suspensión de líquido/sólido 1:1. Se adicionó cal y se aireó la suspensión con agitación durante 4 horas. Se adicionó cianuro (como KCN) y se prosiguió la lixiviación durante 16 horas con aireación. Se filtró la suspensión lixiviada, se lavó la torta, se repulpó, se volvió a lavar, se secó y se ensayó. La diferencia en contenido de oro del residuo antes y después de la cianuración dió el oro extraído.

(vii) Los datos se exponen a continuación:

	Peso del calcinado	1,0 kg
15.	Valor en oro del calcinado	11,6 g de Au/ton
	Valor de uranio del calcinado	0,4 kg de U_3O_8 /ton
	Peso de ácido sulfúrico	1,76 kg
	Análisis de ácido sulfúrico	93,0% de H_2SO_4
	Temperatura de ácido sulfúrico	60°C
20.	Temp, máxima de sulfatación	185°C.
	Temperatura del tostado hasta completar la sulfatación	500°C
	Peso del producto tostado para lixiviación con agua	2,65 kg
25.	Valor de U_3O_8 del producto tostado	0,15 kg de U_3O_8 /ton
	Peso de agua adicionada	2,7 kg
	Agua de lavado	2,7 kg
	Peso en húmedo de residuo lixiviado por agua	0,68 kg
30.	Peso del filtrado mas lavazas	5,24 kg
	Contenido de hierro del filtrado	57,2 g de Fe/l

	Contenido de uranio del filtrado	0,076 g de U_3O_8/l
	Valor en oro del residuo seco lixiviado con agua	11,6 g de Au/ton
	Valor de uranio del residuo seco lixiviado con agua	vestigios
5.	Agua adicionada al residuo lixiviado	0,40 kg
	Cal adicionada	25,0 Kg de CaO/ton
	Cianuro adicionado	10,0 kg de KCN/ton
	Cal consumida	20,0 kg de CaO/ton
10.	Cianuro consumido	1,5 kg de KCN/ton
	Peso en seco del residuo cianurado	0,54 kg
	Valor en oro del residuo seco	1,20 g de Au/ton
	Valor de U_3O_8 del residuo seco	vestigios
	Oro disuelto	10,4 g de Au/ton
15.	Oro recuperado	89,7%
	Uranio disuelto	0,40 gramo
	Uranio recuperado	100%

En la figura 1 se ofrece un esquema circulatorio de este procedimiento.

20. EJEMPLO 4.

En este ejemplo (y en el ejemplo 5), la reacción del calcinado y el ácido sulfúrico se llevó a cabo en un "Nautamixer" vendido por Mixprocess (Pty) limited de Vereeniging, Transvaal. En este aparato una cámara de reacción cónica tiene un tornillo de mezclado que se extiende desde la parte superior a la inferior, proporcionando el tornillo de mezclado un elevado par de giro.

25. Las dimensiones de la mezcladora utilizada para estas pruebas son las siguientes:

30.	Altura	cm unos 2 metros
	Diámetro superior	cm unos 2 metros

Diámetro inferior - punto de descarga	cm	unos 0,3 metro
Volumen		200 litros
Velocidad de giro del tornillo		120 rpm.
Potencia para la mezcladora del tornillo		55 kW
5. Potencia para el brazo del tornillo		1,5 kW

El procedimiento se llevó a cabo sobre un calcinado constituido, principalmente, por óxido de hierro y sílice con 8,1 gramos de oro por tonelada y 0,0425 Kg de U_3O_8 por tonelada, presente en solución sólida en el calcinado y encapsulado en éste.

10.

El procedimiento efectuado fué el siguiente:

- (i) Se dispusieron 194 kg de sulfúrico al 98% en la mezcladora y se puso en movimiento el brazo de tornillo y mezcladora con la dirección de movimiento de atornillado de arriba a abajo.
15. (ii) Se adicionaron 131 kg del calcinado en polvo (80%-200 mallas) conteniendo humedad al 0,5% al ácido sulfúrico durante un período de 2 minutos.
- (iii) Después de unos 3 minutos empezó a calentarse la suspensión. Durante los 15 minutos siguientes la suspensión de color rojo viró gradualmente a gris y paso de una suspensión diluida a una pasta.
20. En esta etapa la pasta mostró una temperatura de 180°C.
25. (iv) Se abrió la parte inferior de la mezcladora y al propio tiempo se modificó la dirección del tornillo para que roscara de la parte superior a la inferior forzando por tanto la pasta casi sólida a entrar en un contenedor apropiado.
30. (v) La pasta endurecida posteriormente se dejó enfriar hasta unos 160°C.

- (vi) La masa endurecida se dispuso en un horno y se tostó a 600°C durante 30 minutos. Se recogieron por adsorción en ácido sulfúrico diluido los humos sulfúricos sin reaccionar generados, el cual se concentró correspondientemente y se reciclo al sulfato mas calcinado.
5. (vii) Se mezcló la masa caliente de sulfato férrico directamente con agua y se agitó la suspensión.
- (viii) Después de 60 minutos se disolvió todo el sulfato férrico y se separó por filtración el residuo.
10. (ix) Se ensayó el filtrado y resultó contener 90,0% de hierro y 96,5% de uranio.
- (x) El residuo se neutralizó con cal y se lixivió con cianuro. El ensayo del residuo mostró que se había lixiviado por la solución de cianuro el 89% del orc.

15. EJEMPLO 5.

Se repitió el procedimiento del ejemplo 4, pero en esta prueba el calcinado el polvo se cargó en la "Nautamixer" y se adicionó el ácido sulfúrico concentrado al calcinado durante un período de 2 minutos.

20. La velocidad de la reacción, comportamiento del cambio de la suspensión y extracción de metales fue sustancialmente coincidente con los parámetros utilizados en el ejemplo 4.

= . =

25. N O T A

Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones.

30. 1.- Un procedimiento para la recuperación de metales no férricos de calcinados conteniendo óxido de hierro del tipo que contienen el metal no férrico encapsulado

en y/o en solución sólida en el óxido de hierro, caracterizado porque comprende las etapas de realización siguiente:

- (i) hacer reaccionar el calcinado con un ácido inorgánico fuerte en fase líquida mientras se agita la masa reaccional
- 5. durante tiempo suficiente para que sustancialmente todo el hierro presente forme una sal de hierro acuosoluble,
- (ii) adicionar agua a la masa reaccional,
- (iii) separar la fase líquida de la fase sólida, y
- (iv) recuperar los metales no férricos de una o ambas
- 10. fases.

2.- Un procedimiento de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado en su realización porque el ácido inorgánico que participa en la primera etapa del proceso, es preferentemente ácido sulfúrico.

- 15. 3.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 1 o reivindicación 2, caracterizado porque durante la agitación se efectúa, inicialmente la mezcla de los reactivos entre sí y se deja que la temperatura se eleve dentro de la gama de 150 a 200°C sin aplicar calor
- 20. externo.

4.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 3, caracterizado porque el producto obtenido se calienta a continuación hasta una temperatura de hasta 580°C.

- 25. 5.- Un procedimiento, de conformidad con la reivindicación 3 o reivindicación 4, caracterizado en su realización porque el calcinado sometido a tratamiento contiene oro y porque el producto obtenido en la masa de tratamiento del calcinado con ácido se tuesta a continuación
- 30. a una temperatura de hasta 800°C antes de adicionar el agua en la segunda etapa del proceso.

5 6.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado en su realización porque el calcinado sometido a tratamiento contiene oro, y porque la fase sólida separada en la tercera etapa del proceso se trata con un cianuro de metal alcalino para separar el oro.

10 7.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado en su realización porque el calcinado sometido a tratamiento contiene uranio, y porque la fase líquida separada en la tercera etapa del proceso se trata para separar el uranio con una sal férrica.

15 8.- Un procedimiento, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque se barren los gases del tostado, y porque se recicla el ácido formado a la primera etapa del proceso para el tratamiento del calcinado fresco.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 21 hojas foliadas y escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, a 23 de Octubre de 1978

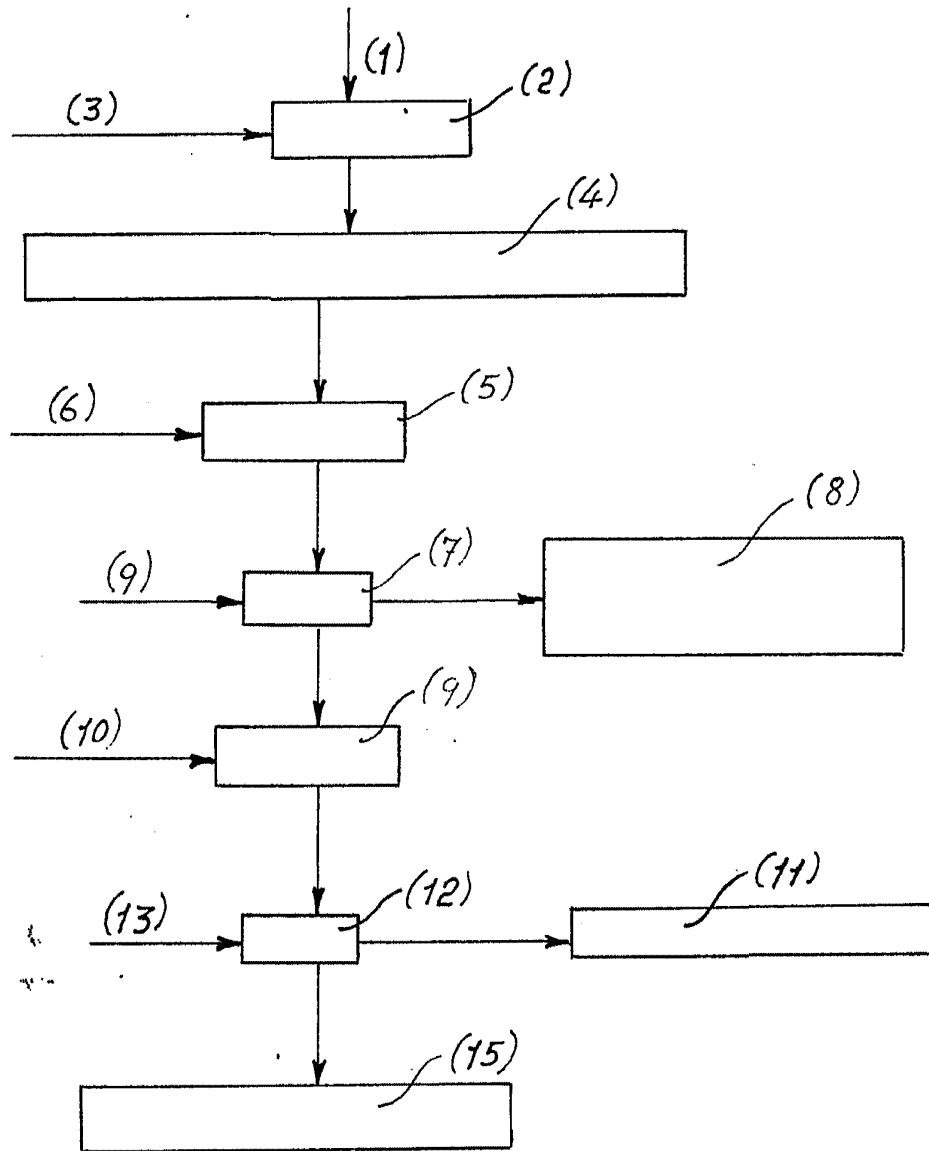
P.a.

JAIMÉ ISERN

p. p.

Firmado: JOSE F. NIETO

Fig.1

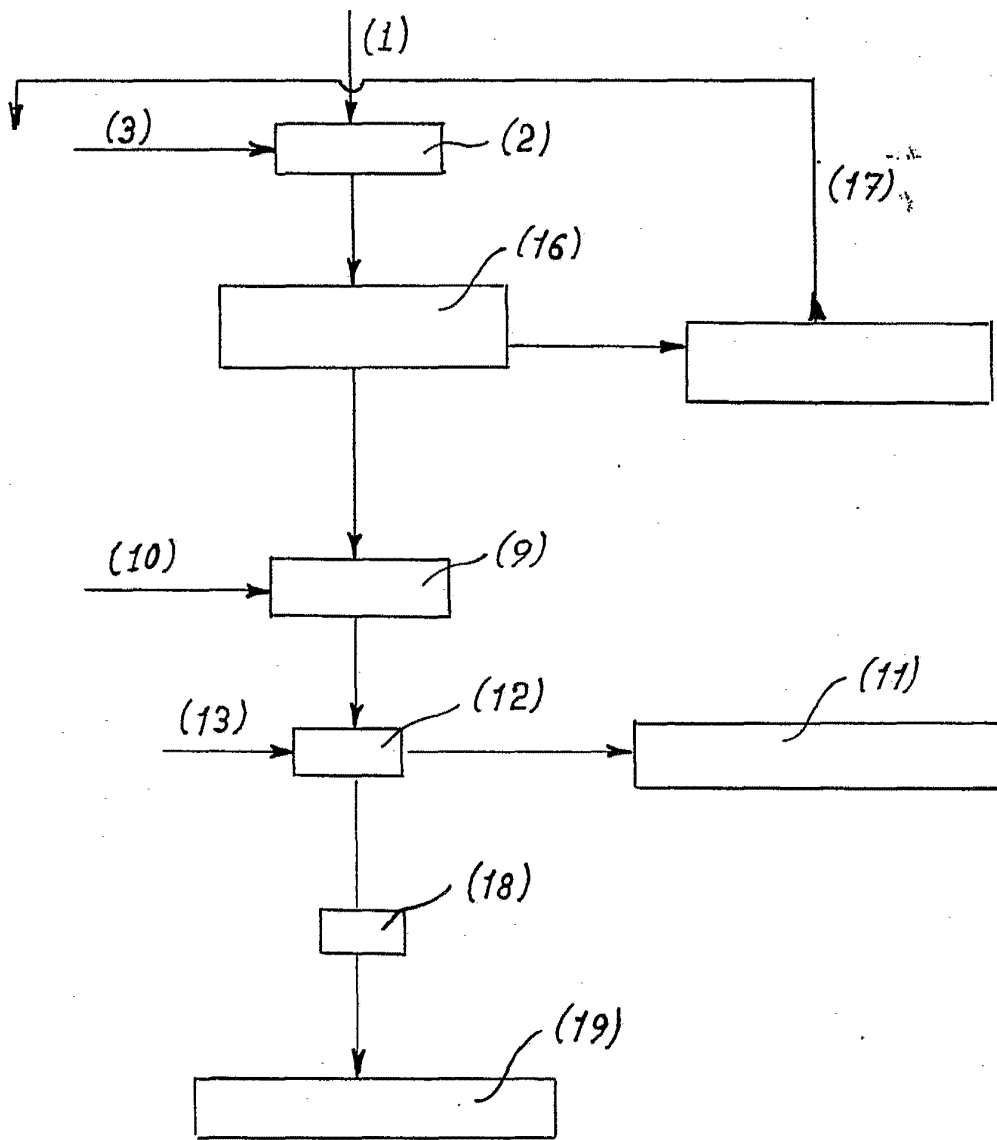


Madrid, a 23 OCT. 1978
p.a.

JAIME ISERN
p. p.

Firmado: JESUS PICAZO

Fig. 2



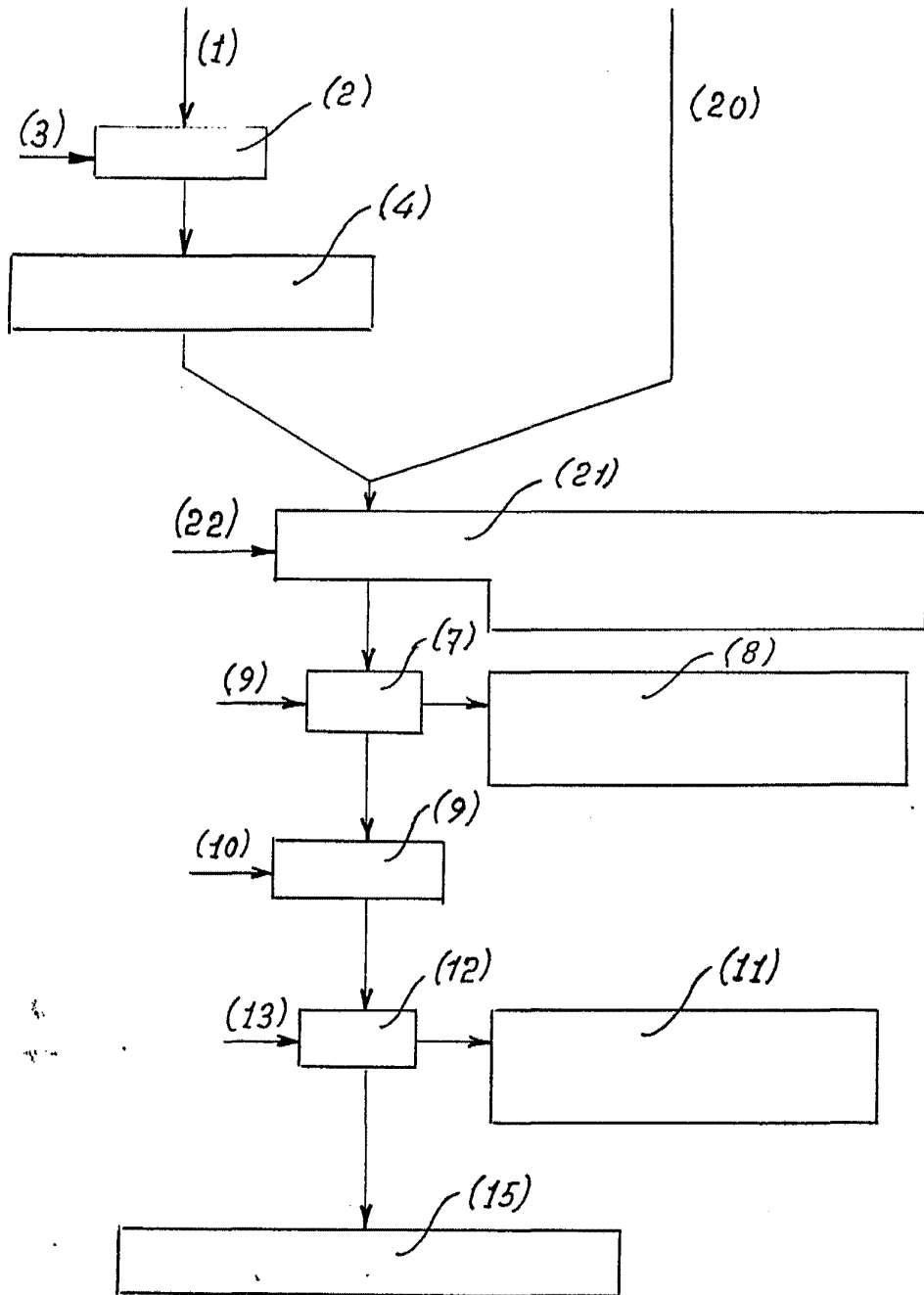
Madrid, a 23 OCT. 1978
p.a.

JAIME ISERN

P.P.

Finanzas S.A. S.A.

Fig. 3



Madrid, a 23 OCT. 1978

p. a.

JAIME ISERN

P. P.

JESUS PICO