



Case C.8

282047

P A T E N T E  
D E  
I N V E N C I O N

por "PROCEDIMIENTO PARA RECUPERAR HIERRO, TITANIO, Y ALUMINIO DE LAS LECHADAS ROJAS DE LA BAUXITA", a favor de la firma italiana MONTECATINI SOCIETA GENERALE PER L'INDUSTRIA MINERARIA E CHIMICA, residente en MILANO (Italia) Largo G. Donegani, 1-2.

==

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. En el tratamiento de la bauxita según el procedimiento Bayer, los llamados "fangos rojos" se obtienen en forma de un producto secundario inútil. Constan de una suspensión acuosa de óxidos metálicos, entre los que prevalece óxido férrico más o menos hidratado.

El contenido de agua de las lechadas rojas tal como se eliminan del ciclo de trabajo según el procedimiento Bayer, es del orden de 40 a 50%.

10. La composición media de las lechadas rojas, con relación al producto seco, es la siguiente:

- 2 -



	$Fe_2O_3$	45-55%
	$Al_2O_3$	12-22%
	$TiO_2$	5-8%
	$SiO_2$	5-10%
5.	$Na_2O$	4-9%
	$CO_2$	2-4%

282047

junto con escasa concentración de galio, vanadio, manganeso, cromo y otros elementos menores.

10. Si se tiene en cuenta que la cantidad de lechadas rojas disponibles para un posible tratamiento es aproximadamente igual a la de la alúmina producida por el procedimiento Bayer, puede comprenderse porque el problema de la recuperación del hierro, el titanio y el aluminio de las lechadas rojas de bauxita ha excitado el interés de los
15. investigadores en las últimas décadas por todas las partes del mundo.

20. La naturaleza coloidal y la composición química de los fangos rojos o lechadas rojas los hacen apenas tratables por los procedimientos húmedos del tipo de la preparación mecánica de minerales (flotación) o del tipo químico (precipitación selectiva, ataque por ácidos, etc.). Todos los procedimientos propuestos para recuperar los metales principales de las lechadas rojas y basados en los tratamientos ácidos se han abandonado en consecuencia.

25. Una contribución considerable a este resultado negativo ha sido aportada por la problemática eficacia de la separación química húmeda del hierro y el titanio y el aluminio.



282047

- Por otra parte, el gran contenido de agua de las lechadas rojas ha obstaculizado siempre el desarrollo de los métodos térmicos para el tratamiento de dichas lechadas, pues el coste del combustible necesario para evaporar el
5. agua de las lechadas se ha considerado excesivamente elevado en comparación con el valor relativamente bajo de los productos obtenidos de las lechadas rojas. A pesar de este prejuicio, los técnicos se han aplicado a los procedimientos secos en que la recuperación del hierro contenido en las lechadas
10. rojas se efectúa después de secarlas y calcinarlas. Entre estos procedimientos, algunos están basados en una reducción drástica con hulla o coque de los fangos rojos calcinados, para obtener hierros de fundición más o menos titaníferos, que pueden utilizarse en la metalurgia. La composición química de estos productos metalúrgicos, además de su elevado
15. coste de producción (derivado de la necesidad de efectuar la reducción a hierro metálico con temperaturas muy elevadas, en hornos giratorios o de cuba), ha causado el fracaso práctico de estos procedimientos.
20. Entre los procedimientos para utilizar los fangos rojos o lechadas rojas, el que ha hallado aplicación comercial más afortunada se basa en tostar las lechadas con piedra caliza y carbonato sódico, seguido por lixiviación del producto sinterizado, con el fin de recuperar los óxidos
25. de sodio y de aluminio. El residuo de este tratamiento, que contiene prácticamente todo el hierro de las lechadas rojas, se usa como sustituto del cemento Portland.
30. Es evidente que este procedimiento apunta en esencia a la recuperación del aluminio residual contenido en las lechadas rojas, sin tratar de obtener productos de



~~4~~ - 282047

hierro valiosos para la metalúrgia.

En principio, el método más útil para recuperar el hierro de las lechadas rojas de bauxita consiste en efectuar la transformación de la hematita en magnetita y en separar magnéticamente esta última de los otros componentes de

5.

las lechadas. Sobre este punto, De Vecchia propuso hace varios años un procedimiento basado en la transformación del  $Fe_2O_3$  en  $Fe_3O_4$  por tostación de las lechadas en presencia

10.

de aire, en un horno de hogar giratorio, a la temperatura de 845°C, seguido por temple en agua del producto tostado, para estabilizar la magnetita formada por disociación térmica de la hematita a temperatura elevada. Este procedimiento, que despertó notable interés cuando se propuso, no halló las correspondientes aplicaciones prácticas a causa del coste

15.

elevado de la calcinación a alta temperatura y a causa del rendimiento relativamente bajo obtenido en la separación magnética del producto templado en agua. Este último factor negativo probablemente depende del hecho de que no todo el hierro presente en las lechadas calcinadas se halla en forma magnética.

20.

Otra limitación notable de este método reside en la necesidad de efectuar la separación magnética en separadores húmedos, a causa del temple en agua de las lechadas calcinadas.

25.

El interés por la separación magnética del hierro condujo también al estudio del tratamiento preliminar directo de la bauxita para obtener un verdadero enriquecimiento del mineral en óxido de aluminio y para separar el hierro antes del tratamiento según el procedimiento Bayer.

30.

Sin embargo, se comprobó que la calcinación nece-



282047

- saria para efectuar la reducción magnetizante del hierro de la bauxita complica notablemente el tratamiento subsiguiente de la bauxita según el procedimiento Bayer, pues disminuye su aptitud al ser atacada por el álcali. Asimismo, la separación magnética de  $Fe_3O_4$  del material no magnético no resultaba eficiente con un contenido de hierro relativamente bajo en el mineral.
- 5.
- En conclusión, ninguno de los procedimientos propuestos hasta ahora para recuperar el hierro de las lechadas rojas de bauxita (o de la propia bauxita) ha resuelto el problema de manera económicamente apropiada y por lo tanto las lechadas rojas de bauxita no se utilizan todavía en la práctica.
- 10.
- La evacuación de las lechadas rojas de bauxita es uno de los problemas más serios en la industria del aluminio y por consiguiente suele suceder que la producción de alúmina según el procedimiento Bayer se efectúa en zonas elegidas teniendo en cuenta la facilidad de evacuación de las lechadas rojas.
- 15.
- El objeto del invento que aquí se expone es un procedimiento en virtud del cual es posible obtener de los fangos rojos o lechadas rojas, por una parte óxido de hierro a concentración muy elevada, apto para la producción de pellas valiosas para la metalurgia, y por otra parte óxidos de aluminio y de titanio, cuya recuperación se hace posible y conveniente por la separación magnética preliminar del hierro. Como producto secundario se obtiene un material silíceo que contiene los otros óxidos metálicos presentes en las lechadas rojas (de vanadio, molibdeno, cromo, etc.) en concentraciones unas diez veces mayores que las de los mismos
- 20.
- 25.
- 30.



óxidos en las lechadas rojas,

282047

El procedimiento de este invento se caracteriza por las operaciones siguientes:

5. a) filtración preliminar y evaporación, posiblemente natural, de los fangos rojos hasta obtener un contenido de agua inferior al 30% en peso;
- b) calcinación de las lechadas rojas por el empleo de un gas caliente obtenido por combustión con aire de un combustible sólido, líquido o gaseoso;
10. c) reducción de las lechadas rojas calcinadas, todavía calientes, con un gas reductor obtenido por combustión parcial, con aire u oxígeno, de un combustible en un horno de lecho fluidificado, para transformar el óxido férrico  $Fe_2O_3$  en magnetita  $Fe_3O_4$ ;
15. d) enfriamiento de las lechadas rojas calcinadas y reducidas (posiblemente combinado con un calentamiento previo del gas utilizado en la reducción) y molturación;
20. e) separación magnética del material en separadores húmedos o secos (según el sistema de enfriamiento), con obtención de una fracción magnética constituida por  $Fe_3O_4$  concentrado, apto para la producción de pellas de gran pureza para la metalurgia;
25. f) recuperación de los óxidos de aluminio y titanio de la fracción no magnética así obtenida, mediante tostación con  $Na_2CO_3$  y  $CaCO_3$ , lixiviación del aluminato así formado, hidrólisis del aluminato según el procedimien-
- 30.

282047



to Bayer y ataque ácido del residuo de lixiviación, con lo que se solubiliza el dióxido de titanio;

5. g) recuperación de los óxidos de vanadio, cromo, manganeso y otros metales contenidos en el residuo que queda después de recuperar el  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y el  $\text{TiO}_2$ .

10. Según un rasgo característico de este invento, la tostación se efectúa en un horno de lecho fluidificado, a 300-750°C, y la reducción se lleva a cabo en el mismo horno de lecho fluidificado, por medio de un gas que contiene por lo menos 20% de CO y de  $\text{H}_2$ , a temperaturas comprendidas entre 350° y 750°C. La molturación puede efectuarse en condiciones secas o húmedas, y asimismo el enriquecimiento magnético se efectúa en condiciones secas o húmedas, respectivamente.
- 15.

20. El procedimiento para tratar según este invento las lechadas rojas de bauxita está ilustrado esquemáticamente en el dibujo que se acompaña. En el esquema, las letras y las cifras romanas tienen los significados siguientes:

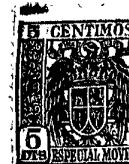
- F = lechadas rojas  
B = combustible (aceite o gas) + aire  
G' = gas reductor  
25. V = concentrado magnético con un contenido de Fe superior al 63%  
Z = pellas que contienen más del 63% de Fe  
X =  $\text{TiO}_2$   
Y =  $\text{Al}_2\text{O}_3$   
G = masa descargada, que contiene  $\text{SiO}_2$  y otros óxidos metálicos que, si se desea, pueden recuperarse.
- 30.



-8- 282047

Las operaciones de este procedimiento son:

- A = filtración
- B = calcinación en un horno de lecho fluidificado
5. C = reducción magnetizante en un horno de lecho fluidificado
- C' = recuperación del calor de reducción
- D = enfriamiento de las cenizas reducidas
- D' = posible molturación de las cenizas reducidas
10. E = separación magnética del  $Fe_3O_4$
- VI = posible formación de pallas de  $Fe_3O_4$  concentrado
- F = recuperación de aluminio y titanio de la fracción no magnética.
15.                   Los fangos rojos de bauxita, después de filtración a fondo (hecha más eficaz por la adición de agentes floculantes aniónicos) y posiblemente después de evaporación natural de una parte del agua residual (operación A), se tuestan en un lecho fluidificado, con un gas caliente obtenido quemando con aire un combustible líquido o gaseoso en el mismo lecho fluidificado, de modo que se obtenga la máxima eficiencia térmica; la temperatura de calcinación se regula convenientemente de modo que no supere los 700°C (operación B: calcinación).
- 20.
25.                   El producto calcinado, todavía a temperatura elevada, pasa a un segundo lecho fluidificado (que, en principio, puede ser también un segundo estadio del mismo horno de tostación), donde es reducido por un gas reductor que contiene CO y H<sub>2</sub>, obtenido por combustión parcial de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, para transformar la
- 30.



282047

hematita  $Fe_2O_3$  en magnetita  $Fe_3O_4$  (operación C: reducción).

En el esquema de la Figura 1 que se acompaña, el gas reductor se produce en un generador C', separado del horno de lecho fluidificado. Este gas frío se envía al

5. horno y choca con las cenizas en contracorriente, enfriándose (operación B) y calentándose previamente hasta la temperatura de reducción, que está comprendida entre 400 y 650°C.

10. El gas reductor también puede producirse en el mismo horno de lecho fluidificado en que se trata el material que ha de tostarse. En este caso, también la calcinación puede efectuarse bajo atmósfera reductora y el enfriamiento del material reducido puede realizarse templándolo en agua.

15. El producto que sale del horno de reducción se muele posiblemente hasta un tamaño de 0,2 a 0,05 mm, según la distribución de tamaño de las partículas en los granos de óxido de hierro (operación D') y se somete a separación magnética (operación E). Según que el material reducido se haya enfriado en una corriente gaseosa o se haya templado en agua, la separación magnética se realiza convenientemente en condiciones secas o húmedas, con lo que se obtiene una fracción magnética constituida por  $Fe_3O_4$  con un contenido de hierro superior al 63-64% y una
20. fracción no magnética constituida por una mezcla de óxidos de aluminio, titanio y silicio, etc.

25. La fracción magnética es de calidad apropiada para la producción de pellas valiosas para la metalurgia (que se preparan en VI y se recogen en Z); la fracción
30. no magnética, por el contrario, puede tratarse directamente

-10- 282047



(operación F) por ataques sucesivos alcalinos y ácidos, con el fin de obtener el óxido de aluminio (recogido en Y) y el óxido de titanio (recogido en X). El residuo final después de estos tratamientos es un producto constituido

5. principalmente por sílice, pero en el que el vanadio y los otros elementos "menores" se hallan presentes en concentración diez veces mayor que la correspondiente de las lechadas rojas de partida.

10. Este residuo, por consiguiente, puede tratarse apropiadamente para recuperar los componentes menores de mayor interés (operación G).

El procedimiento que constituye un objeto de este invento ofrece, en conclusión, las ventajas siguientes:

15. 1) la posibilidad de recuperar hierro de las lechadas rojas, en forma de óxido de hierro concentrado, apto para obtener pellas valiosas para la metalúrgia, de manera conveniente y económica;
20. 2) la posibilidad de efectuar en un solo horno de lecho fluidificado, en una o más etapas, la calcinación y la reducción magnetizante, con evidente ahorro en los gastos de operación y mejor utilización del calor;
25. 3) la posibilidad de recuperar calor de los gases de escape procedentes de las operaciones de calcinación y reducción y de utilizar este calor para el secado previo de las lechadas rojas de partida;
30. 4) la posibilidad de recuperar el óxido de aluminio presente en las lechadas después de la separación magné-



282047

5. tica del óxido de hierro contenido en el producto calcinado y reducido; esto es posible con el uso de hornos de lecho fluidificado para la tostación y la reducción, que pueden realizarse a temperaturas suficientemente bajas para no determinar la insolubilización del óxido de aluminio y por lo tanto no reducir la eficacia del ataque por las soluciones alcalinas;
10. 5) la posibilidad de recuperar dióxido de titanio presente en las lechadas rojas, por ataque con ácido después de recuperar el aluminio contenido en la fracción no magnética obtenida después de reducción de las lechadas calcinadas;
15. 6) la posibilidad de recuperar, de manera satisfactoria tanto en el aspecto económico como en el aspecto técnico, los elementos "menores" contenidos en las lechadas rojas, tales como el vanadio, el manganeso y el cromo, extrayéndolos del material silíceo obtenido como residuo después de la recuperación integral del hierro,
20. el aluminio y el titanio.

Este invento se describe a continuación haciendo referencia a los ejemplos no limitativos que siguen.

E J E M P L O 1

25. Se utilizan 200 kg de lechadas rojas obtenidas por tratamiento de bauxita Gargano según el procedimiento Bayer.

30. Después de evaporación natural preventiva, las lechadas rojas presentan la composición siguiente:



- 12 -  
282047

	H <sub>2</sub> O	26 %					
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,6 %	(calculado a base del producto seco)				
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,8 %	"	"	"	"	"
	TiO <sub>2</sub>	7,3 %	"	"	"	"	"
5.	SiO <sub>2</sub>	9,8 %	"	"	"	"	"
	Na <sub>2</sub> O	6,7 %	"	"	"	"	"
	CO <sub>2</sub>	2,5 %	"	"	"	"	"

10. además de pequeñas cantidades de óxidos de vanadio, manganeso y cromo, etc.

15. El material se introduce de modo continuo, por medio del alimentador A (por ejemplo, un alimentador de extrusión%, en un horno pilote provisto de lecho fluidificado, FLF, con un diámetro interno de 5 pulgadas y una altura de 3 m y que tiene el ciclón Ci, ilustrado esquemáticamente en la figura 2.

20. El alimentador A se regula para una velocidad de paso de 0,5 kg/minuto. El material M se calcina con un gas caliente (aire) GR, y se envía al fondo del horno en cantidad de 5 a 6 m<sup>3</sup>/h.

25. La temperatura de calcinación en el lecho fluidificado LF se mantiene a 650°C, por quemadores GC. El producto calcinado se recupera del lecho LF y del ciclón Ci.

Ca indica la chimenea del horno, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y P<sub>4</sub> los tubos de presión, y T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> y T<sub>5</sub> las termocoplas.

El producto molido tiene la granulometría siguiente:

30.



282047

	<u>Diámetro (en mm)</u>	<u>Porcentaje en peso</u>
	> 10.0	-
	10.0 - 3.70	10.1%
5.	3.70 1.38	30.5%
	1.38- 0.71	26.2%
	0.71- 0.20	15.0%
10.	0.20- 0.10	9.2%
	0.10- 0.05%	7.2%
	< 0.05	2.8%

15.

Las lechadas rojas así calcinadas se tratan de nuevo en el reactor de lecho fluidificado, para efectuar la reducción magnetizante.

20.

La alimentación se regula mediante un distribuidor de placa giratoria, accionado por un variador hidráulico de velocidad. La velocidad de paso se regula de modo que se alimente el horno con 0,6 kg/minuto de lechadas rojas calcinadas. La reducción magnetizante se efectúa a la temperatura de 600° o 650°C con un gas reductor GR, que contiene

25.

de 20 a 30% de CO + H<sub>2</sub> y que se envía al fondo del horno. La operación se realiza con un exceso de agente reductor del 10 al 40% con relación a la cantidad estequiométrica necesaria para transformar la hematita en magnetita. Las lechadas



-14- 282047

rojás reducidas se descargan del lecho y del ciclón al recipiente SLF y se enfrían bajo nitrógeno. Después de moler el producto reducido, se le somete a enriquecimiento magnético en seco con separadores del tipo Morstsell-Sala. Se obtienen así una fracción magnética y una fracción no magnética. El concentrado magnético tiene un contenido de hierro superior al 63%. Se usa para preparar pellas valiosas para la metalurgia.

5.

La recuperación de hierro en la separación magnética es superior al 93%.

10.

La fracción no magnética se utiliza para recuperar  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  (16%) y posiblemente los otros elementos menores.

15.

Después de un tratamiento apropiado de tostación con  $Na_2CO_3$  y  $CaCO_3$ , se recupera aluminio en forma de aluminato sódico mediante lixiviación alcalina débil, seguida por hidrólisis del aluminato según el procedimiento Bayer.

20.

Después de eliminar el aluminio, se recobra el titanio por ataque con ácido. El residuo agotado, que consta prevalentemente de sílice, puede utilizarse para recuperar los elementos menores.

#### EJEMPLO 2

25.

Se emplean 50 kg de lechadas rojas que tienen la misma composición que la que se ha expuesto en el Ejemplo 1.

30.

Se introduce el material en el horno piloto de lecho fluidificado por medio de un alimentador de extrusión, en cantidad de 0,5 kg/minuto.



282047

5. En el horno se introduce un gas reductor caliente que permite calcinar y reducir en una sola operación. La temperatura de calcinación y reducción está comprendida entre 600 y 650°C. El gas reductor se usa en exceso del 10 al 30% respecto a la cantidad estequiométrica necesaria para transformar la hematita en magnetita.

10. El producto reducido se descarga del lecho y del ciclón y se temple en agua. Luego se le somete a separación magnética por vía húmeda. Se obtiene un concentrado magnético con un contenido de hierro superior al 63%, con una recuperación de 92-94%. Este concentrado se usa en la preparación de pellas para la metalurgia.

15. El aluminio, el titanio y los elementos menores se recuperan de la fracción no magnética tal como se ha descrito en el Ejemplo 1.

- - - - -



-16-

282047

N O T A

Descrito el objeto del presente invento se declaran nuevas las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la patente italiana n° 19.253/61 del 24 de Octubre de 1.961.

- 5.
1. Procedimiento para recuperar hierro, titanio y aluminio de las lechadas rojas de la bauxita, que comprende el tratar las lechadas rojas obtenidas como residuo en la elaboración de la bauxita según el procedimiento Bayer,
- 10.
- para obtener óxido de hierro valioso para la metalúrgia y recuperar óxido de titanio, óxido de aluminio y óxidos de otros metales presentes en los mismos fangos rojos, caracterizado por las operaciones siguientes:
- 15.
- a) filtración preliminar y posiblemente evaporación natural de los fangos rojos hasta obtener un contenido de agua inferior al 30% en peso;
- 20.
- b) calcinación de los fangos rojos empleando un gas caliente obtenido por combustión con aire de un combustible sólido, líquido o gaseoso;
- c) reducción de lechadas rojas calcinadas, todavía calientes, con un gas reductor obtenido por combustión parcial, con aire u oxígeno, de un combustible en un



282047

horno de lecho fluidificado, de modo que se transforme óxido férrico  $Fe_2O_3$  en magnetita  $Fe_3O_4$ ;

5. d) enfriamiento de las lechadas rojas calcinadas y reducidas (posiblemente en combinación con un calentamiento previo del gas utilizado en la reducción) y posiblemente molienda;
10. e) separación magnética del material en separadores húmedos o secos (según el sistema de enfriamiento), con la obtención de una fracción magnética constituida por  $Fe_3O_4$  concentrado, apto para la producción de pellas de gran pureza para la metalúrgia;
15. f) recuperación de óxidos de aluminio y de titanio de la fracción no magnética así obtenida, por síntesis pirógena con  $Na_2CO_3$  y  $CaCO_3$ , lixiviación del aluminato así formado, hidrólisis del aluminato según el procedimiento Bayer y ataque por ácido del residuo lixiviado, con lo que se solubiliza el dióxido de titanio;
20. g) recuperación de los óxidos de vanadio, cromo, manganeso y otros metales contenidos en el residuo que queda después de la recuperación del  $Al_2O_3$  y el  $TiO_2$ .

25. 2. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la tostación de las lechadas rojas se efectúa en un horno de lecho fluidificado, a temperatura comprendida entre  $300^\circ$  y  $750^\circ C$ .

30. 3. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la reducción

-18- 282047



se efectúa en el propio horno de la calcinación, tostado las lechadas en una atmósfera reductora con un gas que contiene por lo menos 20% de CO y H, obtenido por combustión parcial de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos con aire.

5.

4. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por el hecho de que el material tostado procedente del lecho del horno se mezcla con el procedente de un ciclón y posiblemente de los otros elementos del horno de tostación antes de introducirlo en el horno de reducción.

10.

5. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado por el hecho de que el material tostado procedente del ciclón y de los otros posibles separadores y dotado de una granulometría más fina que la del material procedente del lecho del horno de tostación, se reduce en un horno separado, de lecho fluidificado, apto para materiales finos.

15.

6. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que la temperatura en la zona de reducción del horno reductor se mantiene entre 350 y 750°C.

20.

7. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 5 y 6, caracterizado por el hecho de que el gas reductor requerido se produce en el horno de reducción por introducción directa de combustible y aire u oxígeno en dicho órgano.

25.

30.

282047



8. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 7, caracterizado por el hecho de que el gas reductor de descarga se quema con recuperación de calor y se utiliza para secar las lechadas rojas de partida.
- 5.
9. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el gas reductor requerido se produce en un quemador separado del horno y luego se enfría y se introduce en la parte inferior de dicho horno, donde cambia calor con el material reducido y lo enfría a una temperatura inferior a 300°C.
- 10.
10. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el material reducido se enfría templándolo en agua.
- 15.
11. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que el material reducido se somete, después del enfriamiento, a molturación en un molino seco, hasta alcanzar el tamaño de 0,20-0,05 mm.
- 20.
12. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el material reducido se somete, después del enfriamiento, a molturación en un molino húmedo, hasta alcanzar el tamaño de 0,20 a 0,05 mm.
- 25.
13. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 11, caracterizado por el hecho de que el producto reducido y enfriado se somete, después de molturación en seco, a un enriquecimiento magnético en seco.



-20-282047

14. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 12, caracterizado por el hecho de que el producto reducido y enfriado se somete, después de molturación en húmedo, a enriquecimiento magnético en húmedo.
5. 15. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones 1 y 12, caracterizado por el hecho de que la fracción no magnética se tuesta en presencia de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y  $\text{CaCO}_3$  y después del enfriamiento se somete a lixiviación del aluminato alcalino.
10. 16. Un procedimiento conforme a lo definido en la reivindicación precedente, caracterizado por el hecho de que la fracción no magnética se trata, después de la eliminación del aluminio, con ácido sulfúrico para recuperar el titanio.
15. 17. Un procedimiento conforme a lo definido en las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que la fracción no magnética se trata, después de la recuperación del aluminio y el titanio, para separar del residuo silíceo descargado los elementos menores.
20. 18. Procedimiento para recuperar hierro, titanio y aluminio de las lechadas rojas de la bauxita.

25. Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de veinte páginas foliadas y escritas a máquina por una sola cara y acompañadas de 2 láminas de dibujos.

Madrid, a 23 de Octubre de 1.962.

MONTECATINI SOCIETA GENERALE PER L'INDUSTRIA  
MINERARIA E CHIMICA

p.a. JAIME ISERN

p.p.

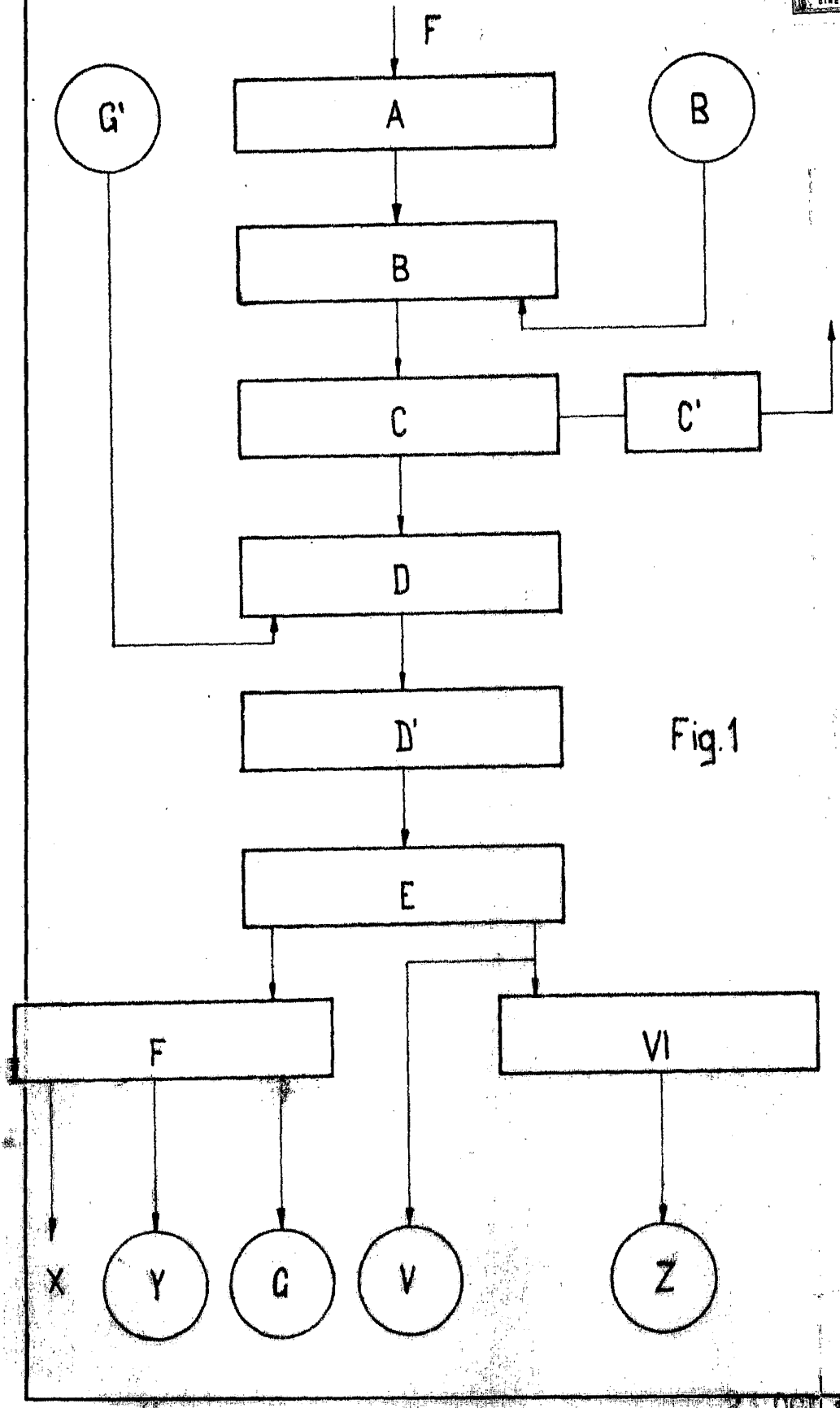


Fig. 1

Madrid 23 OCT 1962  
J. Jaime Isern

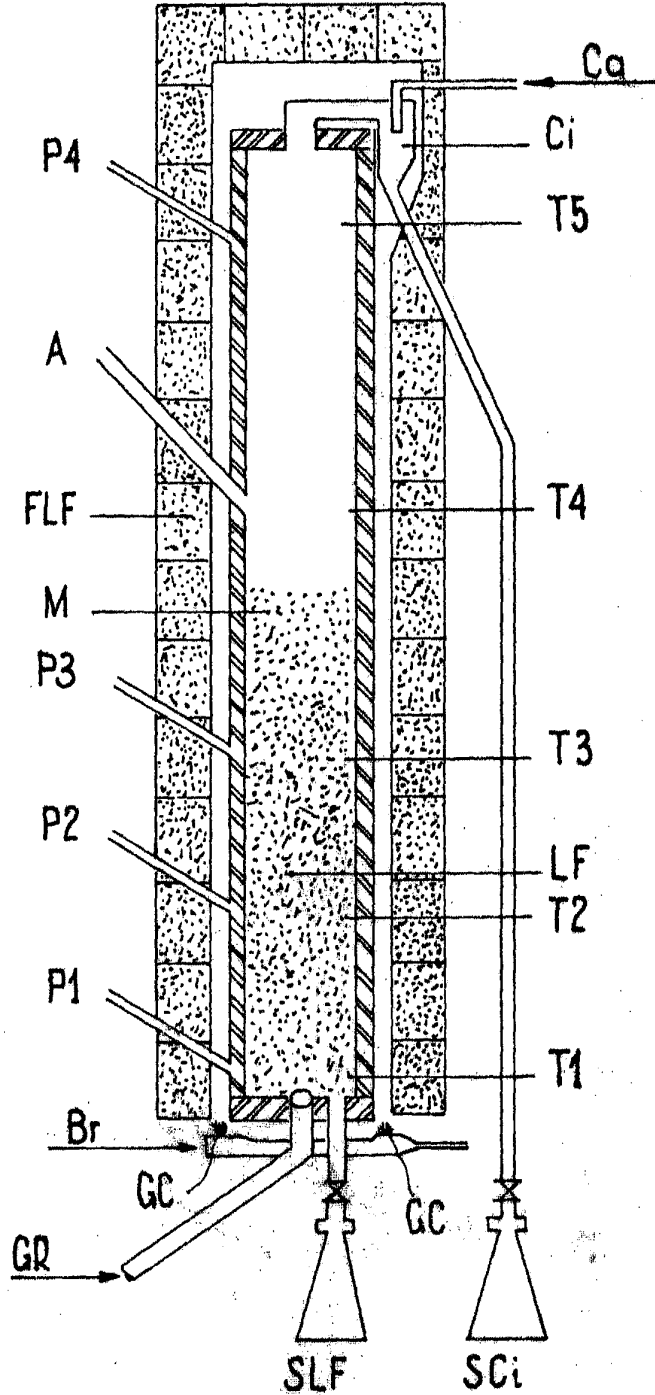


Fig. 2

Madrid 23 OCT 1962  
Jaime Isern  
P.P.