

PATENTE ESPAÑOLA

MEMORIA

descriptiva sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA PREPARACIÓN
DE PRIMERAS MATERIAS PARA LA FABRICACIÓN DE CEMENTO."

POR

F. L. SMIDTH & C^o A/S

DE

COPENHAGUE

DINAMARCA.



144273

PATENTE DE INVENCION.

M E M O R I A D E S C R I P T I V A

sobre:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LA PREPARACION DE PRIMERAS MATERIAS
PARA LA FABRICACION DE CEMENTO."

=====

Solicitante: F. L. SMIDTH & C^o., A/S.

Residencia: COPENHAGUE (Dinamarca), 33, Vestergade.

Inventores: Mr. Charles Haskins BREERWOOD y Mr. John
Charles WILLIAMS.

Esta invención se refiere a la separación de minerales de materias arcillosas, tales como piedras calizas, margas, cretas y rocas similares mediante flotación de espuma, con el fin de hacerlas más adecuadas para su empleo en la fabricación de cemento.

5 Los componentes minerales principales de las rocas con las que la presente invención está relacionada, son calcita, sílice en formas cristalina y oripto-cristalina, generalmente cuarzo, pedernal y/o calcedonia, alúmina, que siempre aparece principalmente en la forma de silicatos de aluminio, parti-
10 cularmente las varias micas, pero también como caolín, caolinita y los minerales feldespatos, hierro en la forma de óxidos, el hidróxido, limonita y/o pirita. Magnesia, un adulterante no deseable, está presente por lo general y principalmente como dolomía, pero también como silicatos de
15 magnesio y aluminio, por ejemplo mica flogopita, y/o brucita.



Carbono, en una forma comunmente llamada "grafítica", está
frecuentemente presente y aunque no tiene ningún efecto
aparente sobre las reacciones en la formación de la clinca,
es altamente indeseable en una masa de flotación, ya que
20 dificulta la operación de flotación. Una gran variedad de
otros minerales en cantidades menores están generalmente
presentes, pero las proporciones en que intervienen son
por lo general demasiado pequeñas para tomarlas en consideración.

La cristalización natural de estos componentes minerales,
25 con la posible excepción de la materia carbonosa, se halla
comprendida entre extensos límites, es decir, desde cristales
fácilmente visibles hasta materiales de una cristalización
tan incompleta o fina que la molienda tiene que llevarse a
cabo a un grado extremo de finura para deshacer las coherencias
30 físicas o, por lo menos, para libertar una proporción sufi-
ciente del mineral o de los minerales que aparecen en exceso,
para permitir que se pueda realizar la necesaria eliminación
de los materiales no deseables. Un ejemplo de este tipo
de roca, en el que la extrema finura de la cristalización
35 requirió una trituración de la roca hasta el grado de lama,
de la cual la concentración principal de los silicatos de
aluminio fué efectuada en las fracciones de partículas con
tamaños por debajo de 20 micras, queda expuesto más adelante
en esta memoria.

40 Varias de las piedras calizas, margas y cretas prove-
chables para la fabricación de cemento, contienen demasiada
alúmina para permitir que se puedan utilizar en la producción
de cementos de bajo calor de hidratación, especialmente cuando
la proporción de aluminato tricálcico no tiene que exceder
45 de un 5% aproximadamente. En muchos casos, las proporciones



naturales de alúmina son demasiado elevadas para permitir la producción de cemento de un calor moderado de hidratación, incluso cuando se adicionan correctivos a los materiales. En algunos casos, esta dificultad puede superarse mediante adición
50 de óxido de hierro para combinarse con una parte de la alúmina o también, particularmente cuando el contenido en calcita del material es bastante elevado, mediante adición de sílice de elevado grado, tal como piedra arenisca, donde tales correctivos estén disponibles. Sin embargo, la adición de óxidos
55 de hierro no representa una solución satisfactoria ni completa del problema, ya que afectan al color del hormigón y originan una reducción en la proporción de sílice. Además, se admite ahora generalmente que proporciones sustanciales de ferrita de aluminio tetra-cálcico disminuyen la resistencia del hormigón
60 contra ataques por sulfatos en aguas marinas y subterráneas. En ciertos casos el contenido total en ferrita de aluminio tetra-cálcico y aluminato tricálcico en el cemento acabado, no tiene que exceder de un 10 ó 12%, y será evidente que pocos materiales naturales pueden dar tales cementos mediante adi-
65 ción de óxidos de hierro. Por otra parte, la ferrita de aluminio tetra-cálcico tiene un pequeño valor hidráulico, si es que tiene alguno, y aparte del efecto beneficioso del hierro como fundente o catalizador en la cocción, este componente es un adulterante.

70 La magnesia, por lo menos en cantidades por encima de cierto máximo, es un componente no deseable en una mezcla de material bruto de cemento. Sólo una proporción despreciable reacciona en la cocción transformándose en clinca de cemento portland, y aunque la fase líquida de la clinca queda solidi-
75 ficada antes de que tenga lugar una completa cristalización,



una parte de la magnesia queda suspendida en solución sólida en el "vidrio", y el resto permanece presente en la clinca como periclasa. Este compuesto es el principal contribuyente a la expansión retardada y disgregación final del hormigón.

80 La roca puede normalmente mejorarse mediante eliminación de una parte de la alúmina y algunas veces también de magnesia, estando presentes estos minerales mayormente como silicatos. En casos excepcionales es deseable eliminar también la sílice cristalina; por ejemplo es conveniente algunas veces eliminar
85 granos finos de arena de las margas y de las llamadas "piedras calizas areniscas".

Las piedras calizas arcillosas, margas, cretas y rocas similares, pueden mejorarse mediante procedimientos de flotación de espuma, en los que la calcita y otros minerales
90 deseables quedan concentrados en la espuma, mientras que los minerales no deseables aparecen en los residuos.

De acuerdo con la presente invención, sin embargo, la roca queda mejorada sometiéndola a un procedimiento de flotación de espuma en el que el agente colector empleado es uno capaz
95 de ooncentrar (es decir, de colectar en la espuma) minerales silíceos y de dejar en los residuos un material mejorado de contenido crecido en calcita. Así, el producto más apreciable que contiene la mayor parte de la calcita y también cantidades útiles de minerales silíceos y hierro, aparece como residuos
100 y el concentrado contiene los minerales destinados a desecharse, aunque con el fin de ajustar la constitución de la mezcla final, una parte del concentrado puede adicionarse a los residuos. Por ejemplo, el concentrado puede someterse a flotación de depuración para obtener una nueva formación de residuos que pueden
105 adicionarse a los obtenidos previamente o bien incorporarse



en la masa de la roca destinada a someterse a flotación.

Un agente colector adecuado para su empleo en el procedimiento, es uno que en solución dé un ion de superficie activa, cargado positivamente, que contenga un grupo de hidrocarburos alifáticos de por lo menos ocho átomos de carbono, y de esta clase de cuerpos, los compuestos cuaternarios de amonio, especialmente aquellos que contienen un grupo de hidrocarburos de 12 a 18 átomos de carbono, son especialmente apreciables. El agente colector puede ser una sal de una amina alifática más elevada. De los compuestos a los que se hace mención en este párrafo, aquellos en los que el ion negativo en solución es un halógeno son preferibles, y los hidroccloruros de aminas alifáticas primarias más elevadas han sido encontrados como especialmente útiles. Ejemplos de agentes colectores muy satisfactorios son el hidroccloruro de dodecilamina (que se indica más adelante con la abreviación de "C-1") y una mezcla de hidroccloruros de las aminas alifáticas primarias más elevadas correspondientes a los ácidos grasos de aceite de coco (señalada más adelante con la abreviación de "C-2").

Ha sido encontrado que los agentes colectores arriba indicados poseen un efecto de concentración diferencial sobre los minerales silíceos, concentrando preferentemente las micas de aluminio y magnesio, luego los minerales feldespatos y después la sílice cristalina. Empleando una cantidad limitada del agente colector, se pueden eliminar, por lo tanto, las micas de aluminio y magnesio y eventualmente también los minerales feldespatos, sin eliminar una gran proporción de la sílice cristalina, lo que en muchos casos es de gran valor, toda vez que la sílice puede eliminarse en la forma de sili-



catos sin eliminar grandes cantidades de sílice libre. Se ha de añadir que los agentes colectores especificados anteriormente, tienen el poder de coleccionar otros minerales que los que tienen que eliminarse de la roca, e incluso de coleccionar la calcita misma cuando se los emplea en proporciones suficientemente elevadas, pero es evidente que las proporciones empleadas serán tales que el concentrado estará compuesto principalmente de materiales que tienen que eliminarse y que la mayor parte de la calcita y otros minerales deseables permanecerán en los residuos.

En general, la cantidad eliminada de la roca como concentrado en la flotación de espuma, es el mínimo que permita la corrección deseada de la roca y en ciertos casos no es necesario someter toda la roca a la flotación de espuma, siempre que una cantidad suficiente esté tratada para permitir la eliminación requerida de minerales silíceos. La roca puede someterse a varias operaciones preliminares precedentes a la flotación de espuma y en este caso una fracción de la roca separada en una operación preliminar puede tratarse de acuerdo con la invención. Estos extremos son importantes en vista del coste relativamente elevado de la operación de flotación, debido en parte al coste de los agentes colectores que hace que sea importante emplearlos en una cantidad mínima. En ciertos casos puede también resultar más económico efectuar una corrección parcial mediante flotación de espuma y completarla mediante adición de materias correctoras.

Los puntos precisos a tener en cuenta en el procedimiento, por ejemplo la determinación de las fracciones y cantidades que han de someterse a flotación de espuma, dependerán de la composición mineralógica y física de la roca, según podrá deducirse



de la siguiente descripción. Se podrá apreciar que los residuos pueden quedar combinados en proporciones adecuadas con otros de las fracciones obtenidas al tratar la roca.

La reducción preliminar de los materiales naturales
170 mediante trituración, precedente a la flotación, difiere hasta cierto punto tanto de la trituración acostumbrada de material bruto de cemento, ya que las partículas de mineral recuperadas pueden tener que someterse a una ulterior trituración para hacerlas adecuadas para la cocción, como también
175 de la trituración normal como operación preliminar a la separación por flotación según otros procedimientos y para la recuperación de otros minerales. En la trituración preliminar normal, precedente a la concentración por flotación de espuma, la finalidad consiste en reducir las coherencias del mineral
180 a tal grado que una recuperación máxima de un concentrado de elevado grado pueda obtenerse. En el método presente, sin embargo, los minerales tienen que reducirse sólo a un grado que permita la necesaria eliminación por flotación del exceso no deseable de minerales y ello es especialmente significativo
185 cuando materiales de grano fino tienen que tratarse, ya que entonces se obtiene un ahorro considerable en el coste de la trituración. Con este grado de trituración será evidente que en muchos casos una proporción sustancial de las partículas en los residuos de flotación estarán sin quebrar, es decir,
190 que las mismas contendrán dos o más minerales distintos.

Ello es frecuentemente una ventaja considerable en las reacciones que se verifican durante la cocción del material en la formación de la clinca. Sólo una proporción relativamente pequeña del material entra en una fase líquida en el curso
195 de la cocción y en su consecuencia es esencial, en adición a



la necesaria finura, que los minerales de los cuales se derivan los cuatro óxidos esenciales, es decir, los de silicio, hierro, aluminio y calcio, estén enteramente mezclados y en contacto íntimo con objeto de contribuir a la uniformidad y perfección de las reacciones. A condición de que las partículas de mineral sean suficientemente finas, una proporción de partículas no quebradas o compuestas de distintos minerales, es especialmente deseable, toda vez que las coherencias del mineral aseguran el contacto entre los diferentes componentes. Una ulterior reducción, por lo tanto, no es deseable por razones químicas.

Teniendo en cuenta que la trituración es una de las más costosas operaciones en la fabricación de cemento, es evidente que una trituración sustancialmente completa de materiales de grano fino, no es generalmente realizable de manera económica, e incluso en casos en los que la cristalización es relativamente gruesa, es claro que las eliminaciones de minerales deberían hacerse sin desperdiciar fuerza moliendo innecesariamente la cantidad que tiene que desecharse.

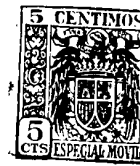
La proporción de la roca para cemento, a tratar por flotación de espuma, depende tanto de su composición mineralógica como también de la composición química, especialmente con respecto a la desviación de la composición deseada y de los tamaños de la cristalización natural. Es generalmente deseable con miras a la economía, limitar la cantidad de alimentación de las células de flotación a la proporción de la cantidad total que permita la corrección de la mezcla, cuando los residuos de flotación y la parte no tratada de la roca estén mezclados en proporciones apropiadas. Toda tal



división de la roca se hace preferentemente sobre una base de tamaños de partículas, en lugar de hacer una mera división de los materiales molidos, con el fin de mejorar los resultados de la operación de flotación y economizar el equipo y los reactivos. Así, cuando los cristales son relativamente gruesos y una proporción suficiente de materia silícea a eliminar está libre en las fracciones más gruesas que resultan de un grado limitado de trituración, la siguiente operación consistirá preferentemente en clasificar los materiales molidos, en separar las fracciones de partículas de tamaño más fino y en substraer la materia silícea por flotación solamente de las fracciones más gruesas. Ello permite eliminar y desechar las proporciones no deseables de mineral o minerales sin desperdiciar fuerza de trituración y también de utilizar las finas partículas de todos los componentes que son especialmente adecuadas para la cocción.

Cuando los componentes minerales están presentes en la roca en una gran variedad de tamaños de partículas y después de una trituración moderada el quebrantamiento de la coherencia en las fracciones más gruesas es demasiado incompleto para permitir una separación eficaz, se procede preferentemente a la clasificación de los materiales molidos en "fangos", fracciones intermedias y gruesas. Las fracciones de tamaños intermedios pueden entonces tratarse mediante flotación de espuma y sus residuos combinarse con cantidades de los fangos y fracciones más gruesas, sometiendo estas últimas generalmente a una previa re-trituración.

El material a eliminar de la roca es por lo general en parte micáceo y aunque la cristalización natural puede ser relativamente gruesa, la facilidad con que la mica queda



reducida mediante trituración en comparación con los minerales más duros, tiende a dar lugar a que en las fracciones de partículas de tamaño más fino esté presente una mayor proporción de mica. En tales casos, la proporción de la alimentación de las células de flotación puede limitarse con ventaja mediante una clasificación preliminar, sometiendo las fracciones más finas a flotación y empleando luego los residuos en combinación con las fracciones gruesas no tratadas. Se ha de hacer constar que aunque la cristalización haya sido denominada como "relativamente gruesa", los materiales molidos son mayormente fangos, tal como se interpreta este término en el arte de flotación, o por lo menos la proporción de fangos es demasiado grande para que resulte práctico desechar los mismos, y con el fin de efectuar un mejoramiento satisfactorio en la composición de las fracciones más gruesas, una re-combinación con los residuos de flotación es necesaria.

Sin embargo, en muchos casos es conveniente someter el suministro total de la roca al tratamiento de flotación. Tal es el caso por ejemplo, cuando se trata de piedras calizas arcillosas en las que la re-cristalización es tan incompleta que una trituración extremadamente fina es necesaria para desprender una proporción suficiente de materia micácea, particularmente sericita, para hacer posible efectuar las correcciones deseadas. Los materiales de ordinario son excesivos en alúmina y sílice y deficientes en calcita. Ello juntamente con la distribución de los componentes minerales sobre extremas variedades de tamaños de partículas, hace necesario moler la cantidad total hasta tal finura que los materiales resultantes constituyen "fangos". Las



separaciones de flotación se hacen entonces principalmente en las fracciones de partículas de tamaños por debajo de 20 micras, como por ejemplo en los casos 1, 2 y 3, expuestos más adelante, y se somete luego preferentemente el suministro total de materiales molidos a flotación. No obstante, incluso entonces el procedimiento es económico, ya que sólo una pequeña parte del peso total queda recogida en los concentrados de flotación, en contraste a la gran recuperación en peso de la calcita en los concentrados de las operaciones de flotación de ácido graso. Los residuos de flotación contienen grandes proporciones de partículas de roca no quebrada, los cuales, según queda expuesto anteriormente, son especialmente útiles para obtener reacciones uniformes y completas en la cocción.

Conforme queda indicado anteriormente, los referidos agentes colectores son capaces de recoger en la espuma todos o casi todos los minerales presentes en la roca, pero preferentemente recogen en primer lugar las micas de aluminio y magnesio, en segundo lugar los minerales feldespatos y en tercer lugar la sílice cristalina, particularmente cuarzo. Estos minerales pueden concentrarse sin concentración de proporción sustancial alguna de los granos de calcita libre. La separación de espuma es, en efecto, una separación diferencial, en la cual los minerales silíceos quedan separados y la calcita y los otros minerales deseables permanecen en los residuos, teniendo que emplearse una cantidad tal de agente colector para que la separación tenga lugar en el punto deseado. La importancia práctica del hecho de que las micas de aluminio y magnesio quedan concentradas preferentemente, podrá apreciarse al recordar que los materiales más comunes son excesivos en alúmina y generalmente excesivos en



sílice y que la magnesia, cuando la misma está presente en proporciones sustanciales, es un adulterante no conveniente. Así, una concentración muy limitada del peso total de estos materiales efectúa la reducción deseada de alúmina y puesto
320 que ello se verifica en la forma de silicato, la sílice total queda también reducida. Cuando mica de magnesio se halla presente, la concentración de este mineral efectúa una reducción conveniente en la alúmina, sílice y magnesia, y la calcita y sílice cristalina, que por lo general es deseable,
325 pueden retenerse en los residuos. Oxidos de hierro tienden a aparecer en el concentrado, pero la fuerza colectora de los agentes colectores es relativamente pequeña con respecto a los óxidos de hierro, como también a la calcita, y los mismos pueden recuperarse del concentrado mediante una ope-
330 ración de flotación de espuma de depuración sin adición de nuevos agentes colectores. Las partículas de roca no quebradas presentes en la pulpa de la roca, muestran menos tendencia a la concentración en presencia de agentes colectores que la sílice cristalina y, por lo tanto, pueden retenerse
335 en los residuos.

La separación diferencial comprendida en el procedimiento de la invención, se efectúa en la práctica mediante un acondicionamiento de la pulpa con cantidades muy limitadas del agente colector en circuitos de ligera "aceitación", en
340 los que la cantidad total queda introducida en pequeñas adiciones. Se comprenderá que los agentes colectores no son "aceites", pero la expresión antes indicada se emplea comunmente para designar los circuitos de células de flotación empleados. En el tratamiento de pulpas finas especialmente,
345 el agente colector queda preferentemente diluido en un volumen



sustancial de agua para alcanzar exactitud en el control de cada cantidad introducida y para efectuar una rápida y completa dispersión en el volumen relativamente enorme de la pulpa. Errores en el control de las cantidades y defectuosa dispersión del reactivo, dan lugar a un
350 sobre-aceitado parcial y consiguiente fuerte floculación parcial. Si esto se produce, se presentan pérdidas en peso innecesarias de los minerales deseables, la deseada corrección de la composición no tiene lugar y el consumo
355 de reactivo hace la operación costosa.

Las pérdidas en peso de las partículas más finas de los minerales útiles son generalmente más pequeñas si los volúmenes de aire que se introducen en la pulpa a través de las células de flotación quedan reducidos por debajo
360 de lo normal. El objeto de controlar el volumen de aire consiste en primer lugar en aprovecharse de las características peculiares de sedimentación de las partículas de mica. Las formas de las partículas de mica dan lugar a que éstas tengan un grado lento de sedimentación en agua, siendo este grado
365 aproximadamente igual al de partículas de otros minerales de la mitad de su diámetro. En su consecuencia, aunque el efecto superficial del agente colector sobre las partículas micáceas pueda ser incompleto, el recubrimiento parcial juntamente con el bajo grado de sedimentación de las partículas de mica,
370 hace posible concentrar la mica con una cantidad despreciable de agente colector.

El empleo de muy pequeñas cantidades de los agentes colectores bajo control cuidadoso durante la introducción y dispersión de los mismos en la pulpa, según queda anteriormente
375 descrito, conduce a la separación de concentrados silíceos de



solo una pequeña proporción del peso total de la alimentación de las células de flotación. Controlando estas condiciones, el consumo del agente colector en el procedimiento de "concentración invertida" de la invención puede ser sólo aproximadamente una
380 cuarta parte, y generalmente menos, del consumo de ácidos grasos o del componente de ácido graso de un agente colector requerido para concentrar la calcita en procedimientos ordinarios de flotación, en los que la calcita queda recogida en los concentrados, constituyendo éstos la mayor proporción del peso
385 de la alimentación. Por consiguiente, el presente método compite económicamente con los procedimientos más antiguos a pesar del coste relativamente elevado de los agentes colectores de la "concentración invertida".

Pulpas de calcita de la clase con la que se relaciona la
390 presente memoria son ligeramente alcalinas, estando la alcalinidad normal generalmente comprendida entre pH 7.4 a 7.8, y puesto que los agentes colectores descritos son eficaces en masas alcalinas por debajo de aproximadamente pH 8.5, ningún reactivo tiene que emplearse para modificar la alcalinidad
395 natural.

La acción de los agentes colectores no queda afectada adversamente por el empleo de agentes de depresión y dispersión, por lo menos de tipos como aquellos de los que se hará mención en los ejemplos siguientes, los cuales son necesarios en ciertos
400 casos. Por otra parte, las cantidades limitadas de agentes colectores empleados, permiten el exacto control de los volúmenes de espuma requeridos en circuitos de ligero aceitado para dar los mejores resultados, efectuándose el control de la espuma por la adición de agentes espumadores tales como
405 ácido cresílico. Se emplea preferentemente un agente espumador



consistente en una mezcla de alcoholes alifáticos monohídricos de la cadena ramificada y lineal con puntos de ebullición de entre 152°C. y 162°C. aproximadamente, que se obtienen juntamente con metanol por la hidrogenación catalítica de óxidos de carbono, designándose este agente a continuación con la abreviación "F-1".

La invención queda ilustrada por los siguientes ejemplos. En los tres primeros ejemplos la roca tratada es un ejemplar típico de las piedras calizas arcillosas de grano más fino del distrito productor de cemento de Lehigh Valley de Pennsylvania. Esta roca es especialmente adecuada a los fines de ilustración, ya que es muy difícil de aprovechar y se la ha considerado generalmente como inadecuada para concentración mediante flotación de espuma. Las dificultades principales estriban en el estado extremadamente fino de la cristalización natural y en la extensa distribución o dispersión de carbono "grafítico" coloidal o casi coloidal. Esta roca es clasificable geológicamente como piedra caliza de Jacksonburg de la edad Ordoviciense, y es un intermedio en composición entre piedra caliza y pizarra. Por el color y la apariencia general se parece más bien a la pizarra, pero la calcita es el mineral más abundante. Los otros minerales principales son cuarzo, mica, principalmente de la variedad de sericita, dolomía y hierro, principalmente como hidróxido, limonita. Exámenes petrográficos de secciones delgadas de la roca revelan distintas capas de finos granos de calcita, alternando con delgadas capas de fina sericita escamosa y fibrosa. Excepcionalmente hay cristales alargados y granos alargados aislados de cuarzo. El cuarzo está extensamente distribuido generalmente como granos finos de pocas micras o decenas de micras de diámetro. La



materia carbonosa está dispersada en toda la roca en contacto íntimo con los varios otros componentes y constituye aproximadamente un medio por ciento del peso total del mineral.

440 El exámen petrográfico de esta roca, después de molida a un 98% menos de 325 mallas de cedazo, revela que incluso en las fracciones de partículas de tamaños por debajo de 20 micras, el quebrantamiento de la coherencia del mineral es incompleto y que las fracciones más gruesas son partículas de roca que en su mayor parte están sin quebrar, es decir, 445 las partículas individuales son compuestos de calcita, cuarzo y/o sericita. Sin embargo, hay una proporción algo crecida de mica en las fracciones más finas en la forma de partículas libres y las concentraciones principales se hacen precisamente de las fracciones por debajo de 20 micras. Inclusiones 450 y recubrimientos carbonosos aparecen frecuentemente en los granos de calcita y abundantemente en las partículas de cuarzo.

La roca es inadecuada para la fabricación de cemento sin una corrección sustancial. El contenido total de sílice y de alúmina es demasiado elevado y las proporciones 455 de calcita y sílice pura (cuarzo) son demasiado bajas. La concentración y eliminación de una parte de la mica corregirá tanto la sílice como también la alúmina y aumentará la proporción de la calcita y del cuarzo en los residuos de flotación. La proporción en peso de sílice a alúmina en 460 mica sericita es aproximadamente de 1.2 : 1.

La presencia de materia carbonosa incluso en proporciones por debajo de 0.5% impide o dificulta una concentración satisfactoria de los componentes silíceos de la roca. La roca tiene una "flotabilidad natural" y tiende a flocular, 465 concentrando así una proporción sustancial de los finos granos



de calcita y cuarzo, así como otros materiales finos, contaminando con ello los concentrados de flotación y dando lugar a pérdidas sustanciales en peso de los finos granos de calcita y cuarzo particularmente deseables. Además, la
470 presencia de materia carbonosa tiene el efecto de absorber o de consumir cantidades relativamente grandes de los iones positivos de los reactivos y la cantidad así consumida hace el procedimiento de la invención económicamente impracticable en vista del coste actual de estos reactivos. La
475 materia carbonosa debería, por lo tanto, eliminarse lo más completamente posible, por ejemplo según queda descrito más adelante en el Ejemplo 1, o reducirse y hacerla sustancialmente inocua, por ejemplo según queda descrito en el Ejemplo 3.

En los Ejemplos 1 y 2 la roca, después de someterla
480 a reducción preliminar normal, fué molida en un molino tubular en circuito cerrado con un clasificador de escudillas, y las arenas de los rastrillos fueron conducidas de nuevo al molino. La rebosadura empleada como alimentación de las células de flotación tenía los siguientes tamaños aproximados de
485 partículas:

	(Más de 325 mallas)	más de 44 micras	1.50%
	Menos de 43 micras	más de 28 micras	7.85%
	Menos de 28 micras	más de 22 micras	6.75%
	Menos de 22 micras	más de 15 micras	10.20%
490	Menos de 15 micras	más de 10 micras	14.50%
	Menos de 10 micras		59.20%

La finalidad perseguida en los tres primeros ejemplos consistía en obtener una mezcla bruta para cemento partiendo de este material inferior, sin adición de materias correctoras.
495 El objeto consistía en obtener una proporción más elevada de



sílice a hierro total y alúmina que la que podría obtenerse mediante adición de piedra caliza de elevado grado y de obtener un producto adecuado para la fabricación de un cemento Portland para fines generales de elevada calidad, haciendo la salvedad con respecto a la corrección de ceniza de carbón en la cocción.

Ejemplo 1.

El primer ejemplo ilustra los principios generales en la aplicación de la invención. Consistió en una carga de flotación, cuya operación se llevó a cabo en una máquina de flotación Fagergren de 18", siendo esta célula suficientemente grande para producir resultados equivalentes a los de una operación práctica en escala comercial. Ilustra una de las operaciones preliminares que se tienen que realizar para hacer posible se pueda verificar una concentración satisfactoria de minerales silíceos en presencia de materia carbonosa. En este ejemplo, la materia carbonosa fué eliminada en primer lugar mediante flotación de espuma.

Las condiciones generales de la pulpa fueron las siguientes: Dilución 20% de sólidos secos, temperatura 72°F. y alcalinidad normal a pH 7.8.

La materia carbonosa fué concentrada mediante acondicionamiento y flotación alternos en presencia del agente espumador F-1 introducido en pequeñas adiciones hasta que un total de 0.25 lb. por tonelada de sólidos secos había sido adicionado, siendo el tiempo total de flotación 7 minutos. Al final de este tiempo casi todo el carbono había quedado eliminado.

Según puede deducirse del tamaño de las partículas, la pulpa es un fango y puesto que partículas coloidales o



casí coloidales de los componentes minerales son abundantes, la floculación natural es pronunciada. Constituyendo los copos unos agregados de varios minerales, la floculación natural tiene que reducirse considerablemente para hacer
530 posible una separación eficaz. Esto puede lograrse acondicionando la pulpa en presencia de un agente de dispersión. Algunos de los agentes de dispersión comunes son ineficaces y otros parecen provocar la floculación, probablemente debido a la gran variedad de minerales presentes en la pulpa, pero
535 los ligno-sulfonatos son satisfactorios, conforme queda descrito en la solicitud de patente británica N° 18.281/38.

La siguiente operación consistió, por lo tanto, en dispersar la floculación natural acondicionando la pulpa durante tres minutos con 1.0 lb. de ligno-sulfonato de calcio por tonelada de sólidos secos.
540

Esta operación fué seguida por una primera o basta concentración de la materia micácea en fases alternas de acondicionamiento y flotación, empleando hidrocioruro de dodecilamina, "C-1", como reactivo colector. Este reactivo
545 colector fué adicionado como solución al 3% para obtener una dispersión rápida y completa, en sucesivas adiciones, hasta que 0.22 lb. por tonelada de sólidos secos había sido introducida.

Los concentrados brutos fueron entonces depurados mediante flotación de espuma sin adición de reactivos para depositar como residuos las partículas no recubiertas, y/o incompletamente cubiertas en su superficie, de cuarzo, calcita, minerales de hierro y las partículas de roca no quebradas, conteniendo los concentrados de la flotación de depuración
550 la materia micácea destinada a desecharse como desperdicio.
555



Los resultados principales de flotación fueron los siguientes:

Producto	%	Análisis (%)					Propor.
		Peso	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃	
560 Aliment.	100	16.24	1.88	6.48	69.60	1.94	
Carbono	6.1	18.72	4.38	9.56	55.46		
Conc. dep.	10.0	33.28	2.35	17.59	36.69		
Resíd.dep.	9.7	19.20	2.00	7.76	65.28		
Resíd.brut.	74.2	13.30	1.55	4.09	77.47	2.39	
=====							
565 Resíduos combinados	83.9	13.98	1.60	4.52	76.2	2.28	

Se podrá deducir de la anterior tabla que los concentrados micáceos finales producidos por el agente colector constituirían solamente un 10% del peso total de la alimentación. Los concentrados de carbono implicaron una pérdida de peso, aunque ésta
 570 fué despreciable. El contenido en alúmina del concentrado de carbono fué acrecentado en un 3% aproximadamente con respecto al de la alimentación.

El cuarzo fino, esencial en la mezcla final, fué recuperado principalmente en los residuos brutos, en los que el cuarzo
 575 constituía aproximadamente dos terceras partes de la sílice total, lo que fué logrado con sólo una cantidad limitada del agente colector, El contenido en calcita fué aumentado en los residuos brutos hasta por encima de la proporción deseada para la cocción y puesto que los residuos depurados fueron de grado
 580 más bajo y que aproximadamente la mitad de la sílice total fué cuarzo, los residuos brutos y los depurados fueron combinados, efectuando así la corrección deseada de la roca y resultando una recuperación total en peso de un 83.9%.



Se ha de llamar especialmente la atención de que la
585 adición de bastante piedra caliza de elevado grado a la
roca original para aumentar la proporción de calcita de
un 69.6 a un 76.12% no modificaría materialmente la proporción
insatisfactoriamente baja de sílice, pero por la reducción
de la proporción de materia micácea, la proporción de sílice
590 de los residuos brutos y depurados combinados fué aumentada
a 2.28.

La figura 1 de los dibujos adjuntos es un esquema de
flujo del procedimiento según el Ejemplo 1.

Ejemplo 2.

595 Este ejemplo se refiere al tratamiento de roca sobre
una escala comercial en una instalación que utiliza el
esquema de flujo representado en la Fig. 1 de los dibujos,
siendo el producto ulteriormente cocido y molido a cemento.

La roca bruta, quebrada a tamaños adecuados para la
600 alimentación de un molino tubular, fué molida en circuito
cerrado con un clasificador de escudillas Dorr, conduciéndose
de nuevo el producto de los rastrillos al molino para su
ulterior reducción. Este circuito de molienda fué adoptado
para hacer económicamente práctico reducir la rebosadura
605 del clasificador a la extrema finura previamente dada.

La rebosadura aproximada ascendía a 340 lbs. de sólidos
secos por hora. La rebosadura fué espesada en un espesador
Dorr hasta contener de 18.5 a 19% de sólidos secos, para la
alimentación de flotación. Esta pulpa fué luego acondicionada
610 en una máquina de flotación Fagergren de 24", con el suministro
de aire permanentemente interrumpido, en presencia de un
agente reductor de carbono, constituyendo esta operación una
fase alternativa de la operación de concentración de carbono



descrita en el Ejemplo 1. La operación de depresión tenía
615 como resultado el hacer la materia carbonosa inócua en las
concentraciones de flotación subsiguientes, aunque quedaba
retenida en la pulpa. Así, las pérdidas correspondientes en
peso del Ejemplo 1 fueron evitadas. El agente de depresión de
carbono empleado fué ligno-sulfonato de calcio, cuyo uso como
620 agente de depresión queda descrito en la solicitud de patente
británica N° 17.050/38, y la cantidad fué de 2.10 lbs. por
tonelada de alimentación. Esta cantidad fué mayor que la nece-
saria para reducir el carbono grafitico y la función del exceso
consistió en dispersar la floculación natural durante las
625 operaciones de flotación subsiguientes, según queda descrito
en la solicitud de patente británica N° 18.281/38. En adición
a este agente se añadieron a la pulpa 0.25 lbs. del agente
espumador F-1 y 0.44 lbs. de aceite combustible comercial N° 3
por tonelada durante el período de acondicionamiento en esta
630 célula.

La pulpa acondicionada, continuamente descargada, fué
entonces sometida a una primera o tosca concentración en
series de cinco máquinas de flotación Fagergren de 18", en
las que los volúmenes de aire inducidos fueron restringidos por
635 motivos anteriormente descritos en esta memoria. El reactivo
colector empleado fué el ion reactivo positivo C-2, Este
fué introducido en la pulpa en solución acuosa al 5% para
efectuar una dispersión rápida y completa en agua medianamente
fría y fué adicionado en etapas a la máquina de flotación emplea-
640 da como acondicionador y a cada una de las cinco células. La
cantidad total requerida para la concentración tosca completa,
fué 0.46 lbs. por tonelada.

Los concentrados fueron depurados mediante flotación



de espuma sin adición de reactivo en tres células Fagergren
 645 de 18", los residuos de los cuales fueron conducidos de
 nuevo en circuito continuo cerrado, como productos mediocres,
 a la célula de acondicionamiento. Los concentrados de
 depuración incluían la proporción de mica destinada a
 eliminarse y, por lo tanto, constituyeron los productos-desper-
 650 dicios del procedimiento.

Los residuos brutos tenían una composición adecuada
 para la fabricación de un cemento moderno para fines generales,
 y los mismos fueron espesados a densidad normal de pasta de
 cemento en un espesador Dorr y cocidos en un horno con
 655 calefacción por aceite.

Los análisis principales quedan expuestos más adelante
 y se ha de hacer constar especialmente que estos resultados
 fueron obtenidos con temperaturas aproximadas de la pulpa
 de 55°F.

660

	%	Análisis (%)					Proporc. Sílice
		Peso	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃	
Alim.cél.	100	15.30	1.84	5.59	71.26	4.47	2.06
Conc.	12	27.64	3.19	13.40	43.35	5.29	1.67
Residuos	88	13.60	1.60	4.40	75.13	4.37	2.27

665 Se puede deducir de los análisis que la pérdida total
 en peso ha sido reducida, debido principalmente al efecto del
 ligno-sulfonato de calcio rebajando la materia carbonosa y
 dispersando la floculación natural. La composición y la pro-
 porción de sílice de los residuos son satisfactorias para la
 670 fabricación de un cemento de elevada calidad para fines gene-
 rales. Se ha de hacer constar que aunque haya una pequeña can-
 tidad de mica de magnesio en este material, si es que hay al-
 guna, la magnesia no quedó intensificada en los residuos y la



proporción final fué incluso más pequeña que la de la alimen-
675 tación. Como una ligera modificación del procedimiento, los
productos mediocres pueden volver a molerse para soltar más
cantidad de mica y someterse de nuevo a flotación en el cir-
cuito basto.

Ejemplo 3.

680 Este ejemplo se refiere al tratamiento de una roca según
el esquema de flujo representado en la Fig. 2 de los dibujos,
que se utiliza cuando el componente o los componentes presentes
en proporciones excesivas están libres en las fracciones más
finas en un grado suficiente para hacerlo práctico someter
685 únicamente estas fracciones a flotación de espuma. Cuando la
cantidad de roca sometida a flotación es más pequeña que el
suministro entero, se puede lograr una economía en el consumo
de los reactivos y en el equipo de célula de flotación. En
realidad, en el caso del material de los ejemplos anteriores,
690 el grado extremo de finura al que el mismo tiene que reducirse,
no hace el tratamiento de una proporción limitada verdaderamente
más económico que la flotación del suministro total en la forma
descrita en el Ejemplo 2. No obstante, el presente ejemplo
relacionado con el tratamiento del mismo material, queda ex-
695 puesto para que la presente descripción resulte más completa.

El circuito de molienda fué dispuesto de tal forma que
el material recogido en el rebosadero del clasificador ascen-
día a un 77% de los materiales totales molidos, siendo la
finura aproximadamente la misma como la indicada anteriormente,
700 o sea, un 98% aproximadamente menos 325 mallas. La rebosadura
del clasificador constituyó la alimentación de la célula de
flotación, y las arenas de los rastrillos procedentes del clasi-
ficador fueron los restantes 23% del peso original del material.



Estas arenas no fueron sometidas a flotación, pero puesto que
705 la finura fué menos de 50 mallas con un 15% menos de 325 mallas,
las mismas fueron reducidas a la finura adecuada de pasta de
cemento en un circuito de molienda separado y cerrado, luego
fueron espesadas y finalmente mezcladas con los residuos de
flotación descritos abajo.

710 La tendencia de la mica de concentrarse en las fracciones
más finas, según queda descrito anteriormente, originaba un
aumento en la proporción de sílice en la fracción más gruesa,
es decir, las arenas de los rastrillos, a un 2.2, aunque las
proporciones de calcita y sílice total no se diferenciaron
715 materialmente de las del material original debido a un aumento
en el contenido de cuarzo de las fracciones más gruesas.

Las fracciones más finas fueron sometidas a un acondiciona-
miento para la depresión de carbono, dispersión de floculación
y flotación de espuma, con los mismos reactivos que los des-
critos en el Ejemplo 2. El consumo total de reactivo fué dis-
minuido aproximadamente en proporción a los pesos relativos de
los materiales tratados. Los resultados de flotación fueron
ligeramente menos eficaces en vista de la mayor proporción de
720 mica presente en la alimentación y el empleo de la misma pro-
porción del reactivo colector. La combinación de los residuos
de flotación y las arenas molidas de los rastrillos dió como
resultado una mezcla de material bruto corregida con respecto
a la proporción de calcita y que tenía la proporción satisfac-
725 toria, aunque algo baja, de sílice de 2.02.

730 Queda entendido que los métodos de los Ejemplos 2 y 3 son
contínuos y que la finalidad consistía en producir una compo-
sición útil partiendo de un material inferior disponible, sin
adición de materias correctoras obtenidas de otras fuentes.



735 Sin embargo, se hace constar que los grados de los residuos
pueden modificarse cambiando las cantidades del agente colector,
y que la corrección puede completarse por la adición de canti-
dades de materias correctoras disponibles, lo que puede dar
lugar finalmente a la producción de un cemento de tipo modi-
ficado. Además, la proporción del material total tratado, como
740 en el Ejemplo 3, afecta directamente a la composición final,
lo que puede también modificarse variando las proporciones de
los productos que están combinados mediante adición de materias
correctoras o mediante ambos métodos.

Ejemplo 4.

745 Este ejemplo ilustra un método económico de trabajo que
puede adoptarse cuando la naturaleza mineralógica y física
de la roca bruta para cemento permite la eliminación de las
fracciones más finas de la alimentación de las células de
flotación. La presencia de coloides, de partículas que se
750 comportan como coloidales y de partículas con grados extrema-
mente lentos de sedimentación en agua, complica seriamente las
dificultades de hacer separaciones eficaces mediante flotación.
Estas dificultades pueden atribuirse a recubrimientos coloidales
de los granos minerales, a una tendencia pronunciada de los
755 minerales finos de flocular de manera natural y a la tendencia
de las partículas de grados lentos de sedimentación de quedar
arrastradas en la espuma, incluso cuando no estén sustancialmente
cubiertas en su superficie por el agente colector.

760 La flotación de las fracciones relativamente más gruesas
reduce considerablemente el consumo de agente colector, aunque
no parece que la reducción sea directamente proporcional a la
reducción del área superficial. Por otra parte, la reducción
en el tiempo de flotación representa una economía en el equipo



de las células de flotación.

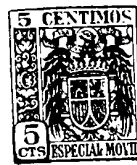
765 La finalidad de este ejemplo consistió, por lo tanto, en separar de los materiales molidos la proporción máxima de las partículas finas que pudieran combinarse, sin perjudicar la composición química deseada para la cocción, con los residuos de flotación derivados de las fracciones más gruesas.

770 El material de este ejemplo era piedra caliza metamorfoseada, atribuida a la formación de Conestoga, pero siendo probablemente de la formación de Jacksonburg. Su composición química es muy similar a la del material de los Ejemplos 1, 2 y 3, pero sólo una huella de materia carbonosa está presente, demasiado pequeña para que afecte a la flotación de espuma.

775 Una diferencia mineralógica principal consiste en que una proporción sustancial de la magnesia se halla combinada como mica flogopita, aunque el silicato más abundante es mica sericita. La cristalización natural es mucho más gruesa, presentando la roca quebrada esquistos de mica sobre las superficies planas en escamas superpuestas a lo largo de los planos. Los cortes revelan cristales relativamente gruesos de calcita y cuarzo entre los planos, pero los cristales son demasiado finos para su identificación, excepto mediante examen petrográfico.

785 Una muestra de este material fué molida a una finura de un 88% menos de 200 mallas de cedazo con un 72% menos de 325 mallas de cedazo y en este grado de finura una proporción suficiente de mica libre estaba presente en las fracciones más gruesas para permitir la corrección deseada.

790 El material molido fué diluido a un 15.7% de sólidos secos y dispersado con 2.5 lbs. de ligno-sulfonato de calcio por tonelada de sólidos, para reducir la floculación natural,



795 de manera que una clasificación eficaz podía hacerse para
separar los fangos más finos. La cantidad de este agente
requerido para completar la dispersión, puede reducirse
por lo general mediante adición del mismo a la pulpa con
aproximadamente 1 lb. de ceniza de sosa por tonelada de
sólidos, conforme queda descrito en la solicitud de patente
800 británica Nº 18.281/38.

Después de la dispersión, la pulpa fué clasificada
hidráulicamente para separar los fangos más finos de las
fracciones más gruesas, designadas a continuación como "arenas",
habiéndose hecho la separación de las partículas en el límite
805 de 20 micras. Los resultados de clasificación fueron los
siguientes:

		Análisis (%)			
	Peso	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃
Aliment.	100	15.12	1.98	5.78	70.59
810 Fangos	38.0	11.30	1.68	5.95	74.50
Arenas	62.0	17.48	2.16	5.66	68.26

Conforme puede deducirse, la proporción de cuarzo aumentó
en las arenas.

815 Las arenas fueron sometidas a flotación para efectuar
la reducción particularmente en alúmina y también en sílice
total, necesaria con objeto de que los residuos de flotación
en conjunción con las partículas finas no tratadas dieran
una mezcla satisfactoria con la adición de una muy pequeña
cantidad de sílice de elevado grado, haciendo la salvedad
820 con respecto a la corrección de ceniza de carbón.

La pulpa fué diluida a un 20% de sólidos secos y sometida
a flotación de espuma en presencia de 0.05 lb. del ion positivo
reactivo C-2 en solución acuosa diluida y de 0.027 lb. del



agente espumador F-1 por tonelada de alimentación de flotación.

825 La flotación bruta fué terminada en 3 minutos. La temperatura de la pulpa fué de 70°F. y la alcalinidad fué normal a pH 7.6.

Los resultados de la flotación fueron los siguientes:

830	Producto	%	Análisis como %			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃
	Alimentación de flotación	100.0	17.48	2.16	5.66	68.26
	Concentrados brutos	16.5	53.00	2.79	19.58	12.72
835	Resíduos brutos	83.5	11.71	2.10	3.02	78.75
	Resíd. + fang.	89.77	11.54	1.93	4.25	76.8

Se ha de notar especialmente que un 56% aprox. de la alúmina presente en la alimentación de flotación fué concentrado en sólo un 16% del peso de la alimentación. La combinación de los fangos no tratados con los residuos brutos proporcionaba una recuperación total en peso de cerca de un 90% de los materiales originales y será evidente que con la adición de 1 ó 2% de sílice de elevado grado se lograría la corrección final más económicamente que al someter el material a separaciones más complicadas.

840

845

Los resultados pueden modificarse haciendo la clasificación original de acuerdo con otros límites de tamaños de partículas, sometiendo los concentrados a flotación de depuración y sometiendo los fangos a flotación de espuma.

850 Es de importancia obtener una economía en el consumo del ion positivo reactivo al llevar a cabo en la práctica la presente invención, y se podrá observar que al tratar una proporción limitada de los materiales totales aprovechables, según queda descrito anteriormente, el consumo de este reactivo con relación al suministro original fué solamente de 0.031 lb. por tonelada.

855



N O T A

Ampliamente descrito el invento, así como la manera de ponerlo en práctica, se hace constar que puede estar sometido a variaciones de detalle, sin que por ello se altere el principio fundamental del invento. También se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente en los Estados Unidos, depositada en 10 de Septiembre de 1937 bajo el número 163.304, acogándose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y lo que constituye la esencia de dicho invento, y por lo que se solicita patente de invención por veinte años en España y sus Colonias, queda resumido en las siguientes reivindicaciones:-

1ª.- Procedimiento para eliminar una cantidad excesiva de uno o varios minerales de una materia arcillosa, como por ejemplo piedra caliza, marga, creta o roca similar, que contenga minerales silíceos mediante flotación de espuma para hacerla más adecuada para su empleo en la fabricación de cemento, caracterizado porque el agente colector empleado en la flotación es uno capaz de concentrar minerales silíceos y de dejar en los residuos un material mejorado de contenido aumentado en calcita.

2ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado porque el agente colector es uno que en solución da un ion de superficie activa, cargado positivamente, que contiene un grupo de hidrocarburos alifáticos de por lo menos ocho átomos de carbono.

3ª.- Procedimiento según reivindicación 2ª, caracterizado porque el agente colector es un compuesto de amonio cuaternario.

4ª.- Procedimiento según reivindicación 3ª, caracterizado porque el compuesto de amonio cuaternario contiene un grupo de hidrocarburos de doce a dieciocho átomos de carbono.

5ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado



885 porque el agente colector es una sal de una amina alifática más elevada.

6ª.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2ª a 5ª, caracterizado porque el ion negativo del agente colector en solución es un halógeno.

890 7ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado porque el agente colector es el hidrocloreuro de una amina alifática primaria más elevada.

8ª.- Procedimiento según reivindicación 7ª, caracterizado porque el agente colector es hidrocloreuro de dodecilamina.

895 9ª.- Procedimiento según reivindicación 1ª, caracterizado porque el agente colector es una mezcla de los hidrocloreuros de las aminas alifáticas primarias más elevadas correspondientes a los ácidos grasos de aceite de coco.

900 10ª.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque sólo una parte de la roca inicial queda sometida a flotación de espuma, combinándose luego los residuos mejorados con la parte de la roca no sometida a flotación.

905 11ª.-Procedimiento según reivindicación 10ª, caracterizado porque la roca molida queda sometida a clasificación para separar las partículas más finas de las más gruesas, sometándose una de las fracciones a flotación de espuma y combinándose los residuos de la flotación con la otra fracción.

910 12ª.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la roca tratada es una que con objeto de efectuar la separación deseada mediante flotación de espuma tiene que molerse a un grado más fino que el necesario para la operación de cocción en la fabricación de cemento, moliéndose la roca a este grado más fino sólo en una



915 cantidad suficiente para permitir que el mineral o los minerales no convenientes pueden concentrarse y eliminarse de las partículas finas en la flotación de espuma.

13^a.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la pulpa que contiene las
920 partículas finas queda sometida a flotación, adicionándose ligno-sulfonato de calcio como agente de dispersión.

14^a.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la roca inicial contiene un exceso de silicato pero no de sílice libre, siendo la
925 cantidad del agente colector suficiente para concentrar en la espuma el silicato excesivo sin concentrar cantidad sustancial alguna de sílice libre.

15^a.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el concentrado de la flota-
930 ción queda sometido a una operación similar de flotación de depuración, recuperándose la mayor parte de la calcita contenida en dicho concentrado en los residuos así obtenidos.

16^a.-Procedimiento para hacer rocas más adecuadas para su empleo en la fabricación de cemento, según queda sustancial-
935 mente descrito en cualquiera de los ejemplos anteriormente expuestos.

17^a.-Rocas que han sido mejoradas y minerales que han sido separados de acuerdo con cualquiera de las operaciones de las reivindicaciones precedentes.

940 18^a.-Materiales brutos para la fabricación de cemento, caracterizados por estar producidos de acuerdo con procedimientos que comprenden cualquiera de las operaciones reivindicadas en las reivindicaciones 1^a a 16^a.

19^a.-Cemento producido mediante cualquiera de los



945 materiales brutos para cemento según reivindicación 18ª.

20ª.- PERFECCIONAMIENTOS EN LA PREPARACION DE PRIMERAS
MATERIAS PARA LA FABRICACION DE CEMENTO,

tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria
descriptiva que consta de 33 hojas mecanografiadas por una sola

950 cara y de los dibujos adjuntos.

BARCELONA, 10 de Septiembre de 1938

F. L. SMIDTH & Cº, A/S.

P.P. F. GO GARCIA LÓPEZ

P. P. *[Handwritten signature]*



FIG.1

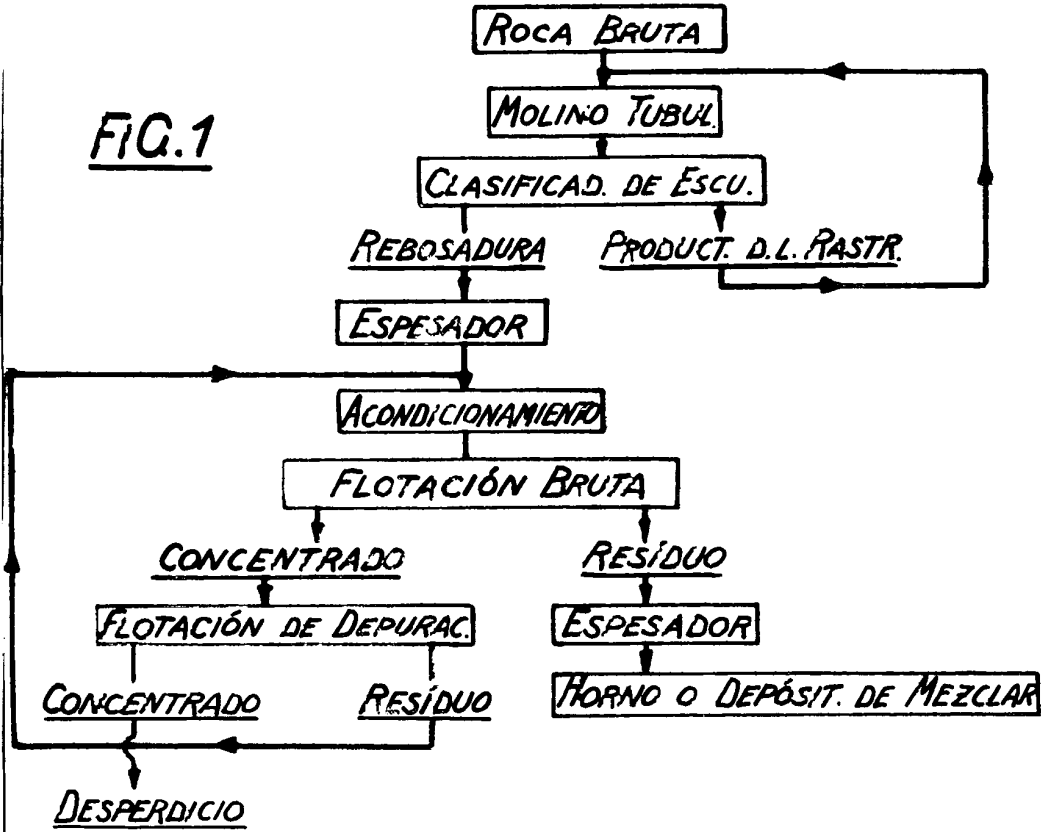
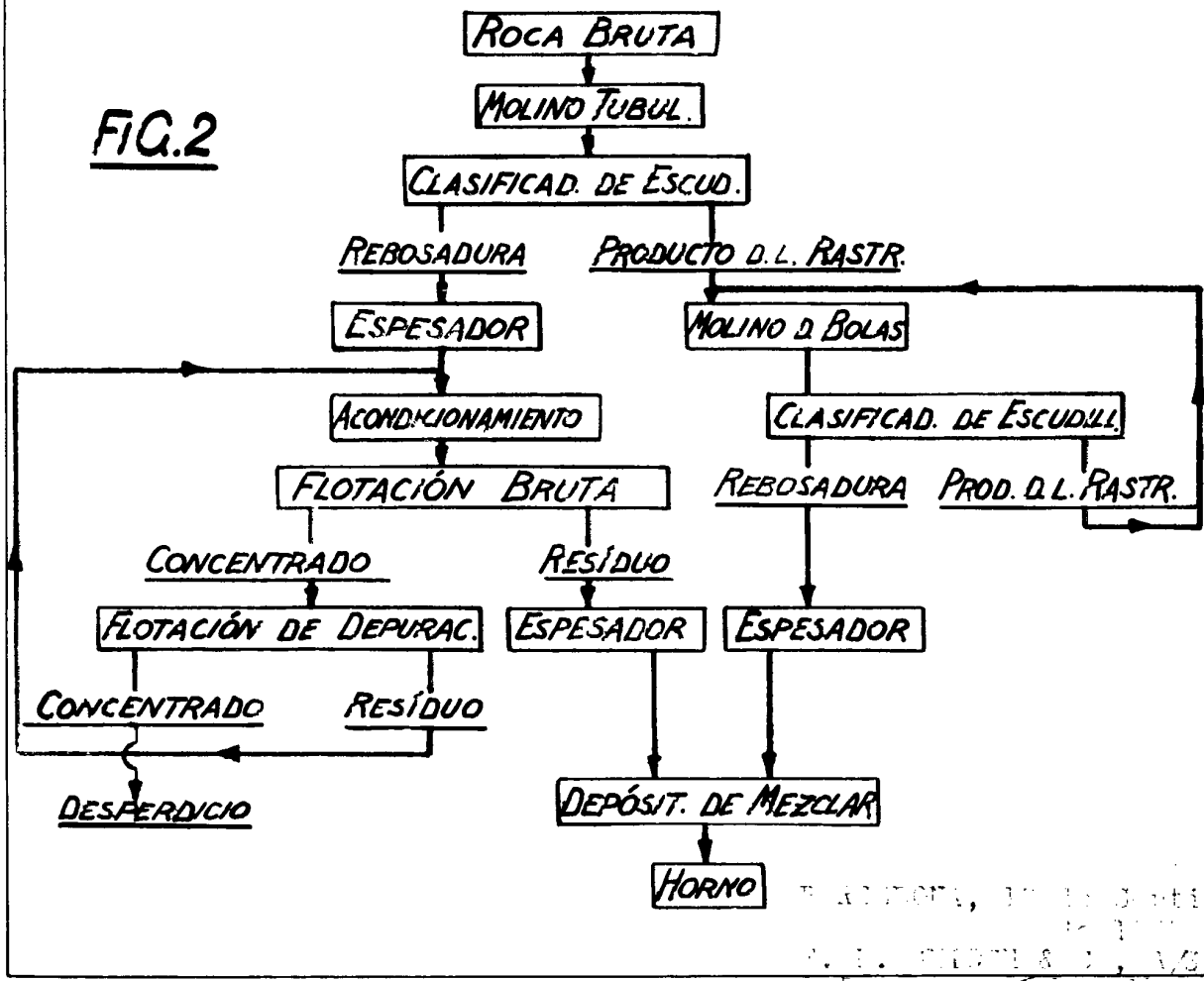


FIG.2



F. L. SMIDTH & CO., A/S
 COPENHAGEN, DENMARK
 1954

Staka