

PATENTE ESPAÑOLA

MEMORIA

descriptiva sobre: "MEJORAS EN LA PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DE CEMENTO."

POR

F. L. SMIDTH & Co, A/S.

DE

COPENHAGUE

DINAMARCA.



1442

PATENTE DE INVENCION.

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"MEJORAS EN LA PREPARACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACION DE CEMENTO."

=====

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

Residencia: COPENHAGUE (Dinamarca), 33, Vestergade.

Inventor: Mr. Charles Haskins BREERWOOD.

Esta invención se refiere a la separación de minerales de rocas y se relaciona particularmente con la separación de cantidades excesivas de minerales no deseables de rocas arcillosas, tales como piedras calizas, margas y cretas destinadas a ser empleadas en la fabricación de cemento.

Los componentes minerales principales de piedras calizas arcillosas y rocas similares, son calcita, sílice en una forma cristalina y también cripto-cristalina, por ejemplo como cuarzo, pedernal o calcedonia, alúmina, que en la práctica está presente invariablemente en la forma de silicatos de alúmina, principalmente en las varias micas, pero también en caolín, caolinita y los minerales feldespatos, y hierro en la forma de óxidos, el hidróxido, limonita o pirita. Magnesia, un adulterante no deseable, está presente por lo general y principalmente como dolomía, pero puede también estar presente



en la forma de silicatos de magnesio y aluminio, por ejemplo como mica flogopita, silicato de magnesio, talco o brucita. Carbono, en una forma comunmente llamada "grafítica", está frecuentemente presente y aunque no tiene ningún efecto
20 aparente sobre las reacciones en la formación de la clinca, es altamente indeseable en una masa de flotación, ya que actúa desfavorablemente en la operación de flotación. Una gran variedad de otros minerales en cantidades menores, está generalmente presente, pero las proporciones en que intervienen
25 son generalmente demasiado pequeñas para tomarlas en consideración.

Varias de las piedras calizas, margas y cretas aprovechables para la fabricación de cemento, contienen alúmina, presente en las formas arriba indicadas, en una proporción
30 demasiado elevada para permitir que las rocas puedan utilizarse directamente en la fabricación de cementos de bajo calor de hidratación, especialmente cuando los cementos tienen tan sólo que contener una pequeña proporción de aluminato tricálcico. En muchos casos, las proporciones naturales de alúmina son
35 demasiado elevadas para permitir la producción de cemento incluso de un calor moderado de hidratación, e incluso cuando se adicionan sustancias correctoras a los materiales. Es posible en algunos casos corregir los materiales mediante adición de óxido de hierro para combinarse con una parte de la alúmina
40 y también se hace posible, especialmente cuando el contenido en calcita del material es bastante elevado, corregir los materiales mediante adición de sílice de elevado grado, tal como piedra arenisca, donde tales correctivos estén disponibles. Sin embargo, la adición de óxido de hierro no representa una
45 solución satisfactoria del problema, ya que el producto queda coloreado, y, a menos que se pueda también añadir sílice, la



adición de hierro reducirá la proporción de sílice. Además,
se admite ahora generalmente que proporciones sustanciales
de ferrita de aluminio tetra-cálcico disminuyen la resis-
50 tencia del hormigón contra ataques por sulfatos en aguas
marinas y subterráneas, y la adición de hierro implica un
aumento en la proporción de este compuesto presente. Además,
la ferrita de aluminio tetra-cálcico tiene un pequeño valor
hidráulico, si es que tiene alguno, y aparte de los efectos
55 beneficiosos del hierro como fundente o catalizador en la
cocción, este componente es un adulterante.

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
60 en la cocción del mineral transformándose en clinca de cemento
Portland, y aún cuando la fase líquida de la clinca queda
solidificada antes de que tenga lugar una completa cristali-
zación, una parte de la magnesia queda suspendida en solución
sólida en el "vidrio", y el resto permanece presente en la
65 clinca como periclasa. Este compuesto es el principal con-
tribuyente a la expansión retardada y desintegración final
del hormigón.

En su consecuencia, es ventajoso eliminar cantidades
excesivas de ciertos minerales de las rocas destinadas a ser
70 utilizadas en la fabricación de cemento y ello puede efectuarse
mediante procedimientos en los cuales la roca o una parte de
la misma queda sometida a flotación de espuma. La presente
invención se relaciona con un método para separar de tales
piedras cantidades excesivas de minerales no deseables, como
75 por ejemplo materia micácea, caolín y talco.

De acuerdo con la invención, la cantidad excesiva de



mineral queda separada sometiendo el mineral bruto o parte del mismo, molido a tal punto que por lo menos entre las finas partículas la cantidad excesiva de mineral o minerales a eliminar esté en la forma de partículas libres, a flotación de espuma y sometiendo lo rechazado por la flotación de espuma a una clasificación hidráulica, cuyas condiciones sean tales que la cantidad excesiva de dicho mineral o minerales a eliminar quede separada en el rebosadero de la clasificación hidráulica.

El mineral o los minerales excesivos quedan así separados de las partículas finas producidas en la operación de molienda y, si se desea, el material puede estar molido sólo a tal punto que las partículas finas contengan lo suficiente del mineral o minerales no deseables para la cantidad excesiva que se tiene que separar en el tratamiento. En este caso, el grado de trituración y fracción del mineral bruto que tiene que someterse a flotación, cuando sólo una porción del mineral está tratada así, están ajustados de manera que la cantidad excesiva del mineral o minerales no deseables que tienen que eliminarse, quede separada en la clasificación.

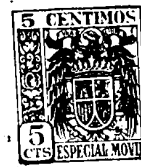
Así una piedra arcillosa adecuada para su empleo en la fabricación de cemento, puede molerse parcialmente y someterse a flotación de espuma bajo tales condiciones que lo rechazado aparezca como residuos que se someten luego a clasificación hidráulica. Las partículas a eliminar de la roca quedarán llevadas por el rebosadero, y el desagüe inferior puede entonces combinarse con el concentrado de la flotación y con la parte de la roca no sometida a flotación, caso de haber tal porción.

La invención es especialmente aplicable al tratamiento de rocas en las cuales los componentes minerales están presentes



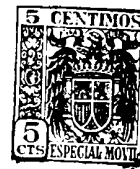
sólo en muy pequeñas partículas, de modo que con el fin de llevar a cabo eficazmente la flotación de espuma, es necesario moler la roca a un estado más fino que el que se requiere al moler la piedra para quedar cocida en los hornos con objeto de transformarla en cemento. Cuando una tal roca está tratada de acuerdo con la presente invención, sólo una proporción limitada de la misma, de la cual el mineral excesivo tiene que eliminarse, necesita quedar molido a un estado tan fino como el referido, mientras que la parte restante se triturará sólo al grado requerido para los hornos. Sin embargo, el procedimiento de la presente invención es aplicable a rocas que contienen grandes o pequeños cristales, aunque ciertas piedras pueden requerir un tratamiento auxiliar con el fin de obtener resultados satisfactorios. Ordinariamente, los objetos del procedimiento consisten en reducir las proporciones de la alúmina (presente siempre invariablemente como silicatos) en el material natural, frecuentemente en reducir la alúmina juntamente con magnesia y especialmente silicatos de magnesio, y de recuperar la calcita y sílice cristalina y compuestos de hierro.

Al llevar a cabo la invención, la roca se muele en general a un grado tal que la coherencia del mineral queda suficientemente quebrantada para soltar la proporción excesiva del mineral o minerales de silicato. Cuando la naturaleza física y química de la roca lo permite, según se explicará más adelante en esta memoria, la roca molida puede clasificarse para separar las fracciones más finas de las más gruesas y para limitar la proporción del suministro original que tiene que someterse a flotación de espuma para efectuar la corrección necesaria de la composición química. Por lo menos



una proporción de las fracciones más finas así separadas, se
somete luego a flotación de espuma para concentrar, por lo
140 menos, la mayor proporción de la calcita libre aprovechable.
Los residuos de la flotación de calcita se dispersan, caso
de haber floculación sustancial y se clasifican luego
hidráulicamente para separar materia micácea, caolín, talco
y otros minerales silicatos de tipos de sedimentación lenta
145 en agua. Estos materiales separados son los desperdicios
o los minerales sub-productos del procedimiento. Las fracciones
más gruesas separadas como residuos de clasificador o de
desagüe inferior, son productos útiles y se vuelven a combinar
con los concentrados de calcita y toda porción no tratada
150 de la roca original, o la mayor proporción de la misma, para
formar la mezcla final deseada para la transformación en
clínca mediante cocción. En muchos casos la composición de
la piedra y la finura de cristalización son tales, que la
roca completa queda sometida a flotación. Además, conforme
155 se explicará en detalle, una limitada separación de fango
puede ser deseable para eliminar una porción de la materia
coloidal o casi coloidal presente, y ello puede conveniente-
mente llevarse a cabo mediante una muy ligera flotación. El
material así separado tiene generalmente un elevado contenido
160 de alúmina y puede generalmente desecharse como producto
inútil.

La reducción preliminar de los materiales naturales
mediante trituración, a la que se ha hecho mención anterior-
mente, no puede compararse ni con la trituración acostumbrada
165 de material bruto para cemento, ya que por lo menos algunas
de las partículas de mineral recuperadas tendrán que someterse
a una ulterior reducción para hacerlas apropiadas para la



170 cocción, ni con 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 a tal grado que una recuperación máxima de un concentrado de elevado grado pueda obtenerse. En el método

175 presente, sin embargo, los minerales se reducen preferentemente sólo a un grado que permite la necesaria eliminación por flotación y clasificación del exceso no deseable de minerales y ello es especialmente significativo cuando materiales de grano

180 considerable en el costo de la trituración. Con este grado de trituración será evidente que en muchos casos una proporción sustancial de las partículas en la masa y especialmente las partículas más gruesas no estén quebradas, es decir, que las mismas contienen dos o más minerales distintos.

185 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 de la cocción y en su consecuencia es esencial, en adición

190 a la necesaria finura, que los minerales de los cuales se derivan los óxidos esenciales 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

195 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.



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.

La proporción del material bruto total 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 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 concentrados de calcita, las fracciones más gruesas de los residuos de flotación y cualquier resto o parte no tratada, estén mezclados en proporciones convenientes.

Los minerales principales a separar en el procedimiento según la invención, son las micas, pero minerales arcillosos tales como talco y caolín pueden en algunos casos comprender una proporción sustancial de la materia silícea y pueden también separarse. La facilidad con que estos minerales quedan desprendidos mediante trituración, comparada con los minerales más duros y generalmente más gruesos, tiende a dar lugar a concentraciones con una proporción más elevada de los mismos en las fracciones de partículas más finas. En tales casos la proporción de la alimentación puede limitarse, si la composición final requerida no precisa una reducción radical en alúmina, mediante clasificación preliminar. La proporción necesaria de las fracciones más finas queda entonces sometida a flotación, y los concentrados, las fracciones más gruesas de los residuos de flotación y las



fracciones gruesas no tratadas en la clasificación preliminar, estas últimas preferentemente después de ulterior trituración, quedan combinados para formar, por lo menos, la mayor proporción de la mezcla final de material bruto.

Sin embargo, en muchos casos, especialmente para la producción de cementos de bajo calor de hidratación y resistentes a sulfatos, es conveniente someter el total suministro al tratamiento de flotación. Ello es el caso, por ejemplo, cuando se trata de piedras calizas arcillosas, en las que la recristalización es tan incompleta que una trituración extremadamente fina es necesaria para poner en libertad 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 y sílice por lo general cristalina. Ello, juntamente con la extensa 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 el caso expuesto más adelante en la presente memoria. En pulpas de este fino tipo y también en pulpas más gruesas, en las que fangos coloidales o casi coloidales están presentes, hay una tendencia a la floculación natural. Para asegurar una separación satisfactoria de flotación de la calcita y una satisfactoria separación de clasificación de los minerales silicatos, ambas con respecto a grado y peso de recuperación, es preferible reducir esta floculación mediante un acondicionamiento preliminar en



presencia de un agente de dispersión. Varios de los agentes de dispersión comunes, sin embargo, son ineficaces y otros
260 parecen provocar una floculación, probablemente debido a la gran variedad de minerales presentes en tamaños coloidales o casi coloidales, pero ha sido encontrado que ligno-sulfonatos y preferentemente ligno-sulfonato de calcio, son satisfactorios, no excediendo la cantidad requerida generalmente de 2 lbs.
265 por tonelada de sólidos secos y siendo por lo regular más pequeña. La proporción de este agente puede reducirse si se emplea en combinación con cantidades de ceniza de sosa que generalmente no excedan de 1.5 lbs. por tonelada de sólidos secos, conforme queda más detalladamente descrito
270 y reivindicado en la solicitud británica N° 18.281/38.

Una tosca o primera flotación de espuma para concentrar la mayor proporción de la calcita libre aprovechable, puede llevarse a cabo en presencia de agentes colectores a base de ácido graso común para óxidos de minerales, tales como
275 ácido oléico y ácidos grasos de aceite de pescado, a condición de que la pulpa esté relativamente caliente y que las partículas del mineral sean relativamente gruesas. Sin embargo, con materiales más finos estos agentes son generalmente insatisfactorios, especialmente a temperatura normal de la pulpa, ya
280 que la dispersión del agente es incompleta y en su consecuencia se produce un sobre-aceitado parcial y una parcial floculación, con el resultado de que los concentrados incluyen proporciones sustanciales de los minerales finos de silicatos, probablemente arrastradas mecánicamente en la espesa espuma. En general,
285 en una flotación tosca, circuitos de ligera aceitación son esenciales si se tienen que obtener resultados satisfactorios en la concentración de la mayor proporción de la calcita libre



aprovechable en un grado satisfactorio, partiendo de estas
pulpas finas. En su consecuencia, los colectores preferidos
290 son aquellos que pueden introducirse como soluciones diluidas
o emulsiones acuosas para obtener una dispersión rápida y
completa y también para permitir un exacto control de las
pequeñas cantidades introducidas en cada fase de aceitación.

Las emulsiones de ácido graso más comunes, sin embargo,
295 no son enteramente satisfactorias para este propósito. Así,
aquellas que están estabilizadas por jabones de amina,
usualmente producen espumas espesas de bajo grado, dificultan
la depuración por flotación y también el espesamiento, mientras
que aquellas emulsiones que están estabilizadas por jabones
300 sódicos y alcoholes sulfonados, generalmente producen espumas
excesivas, y los concentrados producidos por estas últimas
son de bajo grado.

Las emulsiones acuosas encontradas como especialmente
satisfactorias son las que están estabilizadas por pequeñas
305 cantidades de aceites sulfonados, según se describe más
detalladamente en la solicitud norteamericana N° S. 163.306
y aquellas que comprenden mezclas de ácidos grasos y aceites
minerales estabilizados por jabón formando reactivos, conforme
queda más ampliamente descrito en la solicitud norteamericana
310 S. N° 163.307.

Los jabones sódicos, conforme queda expuesto anteriormente,
producen generalmente espumas excesivas de bajo grado, pero
una excepción de ello lo constituye una solución acuosa o
dispersión de "talloil" refinado saponificado, que es especial-
315 mente adecuado para su empleo en pulpas finas del tipo descrito
en el ejemplo que se dará más adelante en esta memoria. La
tendencia de este agente de producir espumas excesivas,



especialmente en pulpas parcialmente desfangadas, puede restringirse por la adición de aceite mineral a la pulpa y preferentemente por el uso de dispersiones con aceite mineral. El uso de "talloil" queda más ampliamente descrito en la solicitud británica N° 478.275.

Los residuos de la flotación de calcita comprenden el resto de la calcita libre, la mayor proporción de los minerales silíceos y compuestos de hierro y las partículas de roca no quebradas o compuestas, comprendiendo estas últimas generalmente la mayor proporción del peso de los residuos. Hemos encontrado que la materia micácea en pulpas de este tipo, se deposita muy lentamente en el agua. Las formas de las partículas de mica les dan un grado de sedimentación aproximadamente igual al de las partículas de los otros componentes minerales de aproximadamente la mitad de su diámetro. Minerales arcillosos tales como talco y caolín son naturalmente de extrema finura y, por consiguiente, permanecen en suspensión en agua durante períodos considerables. En el caso de no estar presente una floculación sustancial, estos minerales silicatos permanecen en suspensión durante un tiempo suficientemente largo para permitir que los minerales útiles, es decir, la calcita restante, la sílice cristalina y las partículas de roca no quebradas, puedan depositarse. Si se emplea ligno-sulfonato de calcio o sodio para dispersar los residuos de flotación, estos minerales silicatos permanecen en suspensión durante períodos considerables, e incluso en residuos relativamente gruesos partículas de mica bastante grandes han podido mantenerse en suspensión de una a dos horas.

Esta sedimentación lenta se aprovecha para efectuar la separación de la proporción excesiva de los minerales de



silicatos de los minerales útiles de residuo mediante
clasificación hidráulica. El aparato preferido para efectuar
350 esta separación es un hidro-separador del tipo Dorr (especial-
mente para residuos extremadamente finos), pero clasificadores
de escudillas, de restrillos y sus equivalentes pueden
utilizarse, ya que resultados efectivos pueden generalmente
obtenerse mediante sencilla decantación de los materiales
355 suspendidos tan pronto que las partículas útiles se hayan
depositado. Contrariamente a la creencia general, ha sido
encontrado que mesas de concentración son capaces de separar
partículas minerales tan finas como estos residuos, pero la
gran área superficial requerida de estas mesas hace que el
360 uso de hidro-separadores sea más económico. Para una
separación satisfactoria, la alimentación al hidro-separador
posee preferentemente una dilución de 8 a 20% de sólidos
secos, aumentándose las diluciones de alimentación a medida
que aumenta la finura.

365 El dibujo adjunto que ilustra a título de ejemplo un
diagrama típico de flujo y el siguiente ejemplo, servirán
de guía para el tratamiento de otros materiales de la clase
descrita.

El material seleccionado para el ejemplo es sumamente
370 adecuado a los fines de ilustración, ya que es especialmente
difícil de aprovechar y es de una clase generalmente admitida
hasta la fecha como inadecuada para concentración mediante
flotación de espuma. Las dificultades principales consisten
en el estado extremadamente fino de cristalización natural y
375 en la extensa distribución o dispersión de carbono "grafítico"
coloidal o casi coloidal.

El material es típico de las piedras calizas arcillosas



de grano más fino, del distrito productor de cemento de
Lehigh Valley de Pennsylvania. Es clasificable geológicamente
380 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, principal-
385 mente de la variedad de sericita, dolomía y hierro, principal-
mente como hidróxido en la forma de limonita. El exámen
petrográfico de secciones delgadas de la roca, revela distintas
capas de finos granos de calcita, alternando con finas capas
de sericita escamosa y fibrosa. También hay de vez en cuando
390 cristales alargados y granos alargados aislados de cuarzo.
El cuarzo está extensamente distribuido, generalmente como
granos finos de pocas micras o décadas de micras de diámetro.
La materia carbonosa está dispersada en toda la roca en
íntimo contacto con los varios otros componentes y constituye
395 aproximadamente un medio por ciento del peso total del
mineral.

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
400 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,
las partículas individuales son compuestos de calcita, cuarzo
y/o sericita. Sin embargo, hay una proporción algo aumentada
405 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 y



recubrimientos carbonosos son frecuentes en las partículas de calcita y abundantes en las partículas de cuarzo.

410 Según podrá apreciarse por el análisis de la alimentación de las células de flotación en la tabla que se dá más adelante, la roca, sin una corrección sustancial, es inadecuada para la fabricación de cemento. El contenido total de sílice y de alúmina es demasiado elevado y las proporciones de calcita
415 y sílice pura (cuarzo) son demasiado bajas. La eliminación de una parte de la mica efectuará la corrección tanto de la sílice como de la alúmina y aumentará la proporción de la calcita y del cuarzo en los materiales recuperados.

La presencia de materia carbonosa, incluso en proporciones
420 por debajo de 0.5%, tiene influencia sobre la concentración satisfactoria del contenido de calcita de tales materiales. Esta materia tiene una "flotabilidad natural" y, especialmente en presencia de un agente colector, tiende a flocular, concentrando así una proporción sustancial de los finos granos
425 de calcita, mica y cuarzo, así como también de los otros minerales finos, contaminando con ello los concentrados de flotación. Además, tiene el efecto de absorber o de consumir cantidades relativamente grandes de los agentes colectores de ácido graso. La materia carbonosa debería, por lo tanto,
430 eliminarse lo más completamente posible, según queda ilustrado más adelante, o reducirse y hacerla así más o menos inocua, acondicionando la masa antes de la flotación mediante tratamiento con un agente reductor, tal como ligno-sulfonato, preferentemente ligno-sulfonato de calcio, según queda más
435 ampliamente descrito y reivindicado en la solicitud británica N^o 17.051/38. El material de este ejemplo requiere aproximadamente 1 lb. de ligno-sulfonato de calcio por tonelada de



sólidos para reducir el carbono, pero puesto que las partículas coloidales o casi coloidales quedan retenidas en la pulpa de flotación, es preferible emplear aproximadamente 2 lbs. por tonelada, sirviendo la cantidad adicional para disminuir la floculación natural de las finas partículas de los componentes minerales, pudiendo así efectuarse una flotación y separaciones de clasificación eficientes.

El ejemplo se basa en una operación práctica de fábrica efectuada sobre una escala comparable a una operación comercial. Los materiales fueron suministrados en una cantidad media de 700 lbs. por hora y la mezcla final fué cocida a clinca en un horno rotatorio y molida a cemento Portland, para demostrar la naturaleza práctica de la invención. El objeto del ensayo consistía en producir una mezcla final de material bruto adecuado para producir un cemento de moderado calor de hidratación, es decir, uno en el que la proporción de aluminato tricálcico fuese menor que el 10%.

Refiriéndonos al dibujo, la roca quebrada fué reducida a tamaños preliminares de alimentación en un molino Huntington, teniendo el producto una finura de un 43.5% de menos de 50 mallas y un 61.5% de menos de 200 mallas. Se procedió luego a la separación en un clasificador de rastrillos Dorr. Las fracciones más gruesas de 50 mallas fueron molidas en un molino tubular y el producto resultante con el recogido por el rebosadero del clasificador de rastrillos, o rebosadura, fueron conducidos a un clasificador de escudillas Dorr. Este clasificador sirve para limitar la proporción del suministro total de material sometido a flotación de espuma. Las arenas del clasificador de escudillas fueron reducidas separadamente en un molino tubular a tamaños adecuados para la cocción,



formando así el "Producto acabado N° 1", cuya composición aparece en la tabla. Estas arenas ascendían a un 46.8% del peso de la alimentación original.

El material recogido en el rebosadero del clasificador de escudillas era un 96% de menos de 325 mallas, del cual un 50% aproximadamente tenía menos de 10 micras. En este producto estaban presentes partículas coloidales y partículas que se comportaban como coloidales. El peso del material del rebosadero, o rebosadura, era de 53.2% del de la alimentación original y constituía la alimentación de las células de flotación.

El material de alimentación de las células o cavidades de flotación fué diluído hasta un 20% aproximadamente de sólidos secos y acondicionado en un mezclador en presencia de 0.16 lb. de aceite combustible comercial N° 3 y 0.03 lb. de un agente espumador con pequeño poder colector, caso de tener alguno, una característica deseable en el tratamiento de pulpas finas de este tipo. El agente empleado consistía en una mezcla de alcoholes alifáticos monohídricos de la cadena ramificada y recta, con puntos de ebullición entre 152°C. y 162°C. aproximadamente, obtenidos juntamente con metanol por la hidrogenación catalítica de dióxidos de carbono. Otros agentes espumadores pueden emplearse, por ejemplo ácido cresílico, pero frecuentemente aumentan las pérdidas de peso al concentrar la materia carbonosa mediante flotación.

La pulpa acondicionada fué entonces sometida en operación continua a flotación de espuma en una máquina de flotación Fagergren de 24", en ausencia de agentes colectores, para efectuar una concentración ligera a fin de eliminar la materia carbonosa. Los concentrados obtenidos ascendían a 1.6% del



500 peso original del material y formaban el "Producto acabado N^o 2",
no utilizado como parte de la mezcla final en este ejemplo,
debido a que las proporciones de la alúmina y magnesia eran
relativamente elevadas. Esta concentración era también
un desfangado parcial, ya que los concentrados incluían
una tal proporción de los fangos coloidales y casi coloidales
de los componentes minerales que el empleo de un agente de
505 dispersión no era esencial para producir resultados efectivos
en las siguientes operaciones, aunque el empleo de un agente
de dispersión resulte preferible.

Los residuos de la flotación de carbono fueron sometidos
a flotación en un primer circuito de aceitado ligero, compren-
510 diendo cinco cavidades o células Fagergren 18", en las que
la cantidad del agente espumador arriba indicado fué aumentada
hasta un total de 0.084 lb. por tonelada de la alimentación
total de flotación. El reactivo colector consistía en "talloil"
refinado y saponificado, introducido en una solución acuosa
515 diluída a un 5% para obtener una dispersión rápida y completa
y un control exacto de las pequeñas cantidades adicionadas
en cada fase. La cantidad total del agente colector era de
0.555 lb. por tonelada de sólidos. La temperatura media de
la pulpa oscilaba entre 50° y 55° F., y la normal alcalinidad
520 era pH 7.8.

En la flotación tosca, así como en la depuración de
espuma descrita abajo, los volúmenes de aire inducidos por
las células fueron reducidos por debajo de lo normal para
limitar la concentración de minerales silíceos en la espuma,
525 particularmente la mica, que es fácilmente arrastrada, pro-
bablemente por razones mecánicas a consecuencia de las
formas de sus partículas y el grado lento de su sedimentación.



Los concentrados de calcita fueron sometidos a una concentración de depuración en un circuito consistente en series de tres células Fagergren 18", los residuos de los cuales fueron devueltos en circuito cerrado como materias mediocres al primer circuito. Los concentrados más limpios incluían la mayor parte en peso de la calcita libre aprovechable, juntamente con una proporción de partículas de roca no quebrada de contenido sustancial de calcita, y formaban el "Producto acabado N° 3".

Los residuos de la flotación tosca fueron diluidos a un 10% de sólidos y clasificados en un hidro-separador Dorr, sin adición de agente dispersador, llevándose a cabo la operación de tal forma que dos terceras partes aproximadamente del peso de los residuos fueron obligados a rebosar. El desagüe inferior, o fracciones "gruesas", contenía grandes proporciones de partículas de roca sin quebrar y la mayor proporción del cuarzo libre aprovechable. El material del desagüe inferior formaba el "Producto acabado N° 4". La rebosadura incluía la proporción excesiva de la mica y fué desechada, constituyendo el "Producto acabado N° 5".

Los resultados esenciales del tratamiento según se acaba de describir, quedan demostrados en la siguiente tabla:



550	Producto acabado Nº	Naturaleza del Producto	Roca total % de peso	Análisis (porcentajes)					Sílice proporción
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaCO ₃	MgCO ₃	
		Alimentac.	100	15.24	1.60	6.00	71.32	4.67	2.00
555	1	Cl.de escud. Arenas	46.8	15.96	1.65	5.37	71.47	4.67	2.28
		Alimentac. célula	53.2	14.56	1.80	6.20	71.17	4.72	1.82
	2	Conc. de carbono	1.6	15.26	5.75	8.49	53.59	5.42	1.15
560	3	Concentr. depurados	36.2	6.62	1.48	3.44	83.97	4.00	1.35
		Resíduos de célula	15.4	35.02	2.35	11.55	41.91	6.54	2.52
	4	Resid.grues.	6.2	27.66	1.85	7.67	57.15	2.95	2.91
565	5	Resíd.finos	9.2	42.42	2.65	18.25	26.09	8.38	2.03
		1+3+4	89.2	12.84	1.57	4.87	75.59	4.39	2.00

Los productos acabados combinados Nos. 1, 3 y 4, es decir las arenas molidas del clasificador de escudillas, los concentrados de calcita depurados y las fracciones gruesas de los residuos de flotación, se espesaron a un contenido normal de humedad ligante en un espesador Dorr y finalmente se procedió a su corrección mediante adición de 2.3% de hierro en la forma de escoria de laminado. La mezcla final fué cocida en un horno rotatorio con calefacción por aceite y molida. La proporción de aluminato tricálcico en el cemento terminado fué de 9.3%.

Conforme puede deducirse del análisis de las fracciones finas de los residuos clasificados, es decir, del producto acabado Nº 5, la mayor parte de la sílice estaba combinada con alúmina como mica, mientras que en las fracciones gruesas de los residuos el 34% de la sílice estaba combinada, dejando



un 66% como cuarzo libre. También podrá observarse que tan sólo fué necesario someter a flotación aproximadamente la mitad del material total para obtener una mezcla final, 585 complementado por la pequeña adición de hierro para producir un cemento ordinario de menos de 10% de aluminato tricálcico.

Aunque sólo un 10.8% del peso del material original fué desechado, es decir, los residuos de clasificación finales y los concentrados de carbono, ha de notarse especialmente 590 que en adición al aumento en la proporción de calcita y a la reducción en la proporción de alúmina en la mezcla compuesta, la proporción de magnesia fué sustancialmente reducida.

El procedimiento ilustrado en el ejemplo puede modificarse moliendo el material a un grado más fino, sometiendo a flota- 595 ción una mayor proporción de los materiales originales y desechando una mayor proporción de residuos finos de flotación, haciéndose entonces la corrección final por la adición de minerales naturales de sílice de elevado grado, tales como arena o piedra arenisca. Por otra parte, es frecuentemente 600 conveniente someter el suministro total a flotación y clasificación de los residuos, generalmente después de una molienda más fina en circuito cerrado, para libertar una mayor proporción de la mica, y de completar la corrección por la adición de sílice de elevado grado para compensar la deficiencia aún 605 existente en cuarzo. Bajo tales condiciones, cantidades de los productos útiles pueden emplearse para preparar mezclas específicas y los restantes segregados para su uso en unión con otros productos o materiales naturales.



N O T A

Ampliamente descrito el invento, así como la manera
610 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
615 N^o 163.301, acogiéndose, 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:

620 1^a.- Procedimiento para eliminar una cantidad excesiva de uno o varios minerales de una materia arcillosa, tal como piedra caliza, marga, creta o roca similar para hacerla más adecuada para su empleo en la fabricación de cemento, caracterizado porque la roca o una parte de la misma, molida a un tal estado que
625 entre las partículas finas, por lo menos, la cantidad excesiva de mineral o minerales a eliminar, esté presente en la forma de partículas libres, se somete a flotación de espuma, quedando lo rechazado por la flotación de espuma sometido a clasificación hidráulica y siendo las condiciones tales que la cantidad
630 excesiva de dicho mineral o minerales a eliminar queda separada en la rebosadura de la clasificación hidráulica.

2^a.- Procedimiento para eliminar una cantidad excesiva de uno o varios minerales de una materia arcillosa, tal como piedra caliza, marga, creta o roca similar, para hacerla más adecuada
635 para su empleo en la fabricación de cemento, caracterizado porque la roca queda parcialmente molida para convertir sólo una proporción limitada de la misma en partículas finas, pero a un tal



estado que entre las partículas finas, por lo menos, la cantidad
excesiva del mineral o minerales a eliminar esté presente
640 en la forma de partículas libres, separándose la cantidad excesiva
de dicho mineral o minerales de las partículas finas sometien-
do la roca molida o una parte de la misma que contenga las partí-
culas finas a flotación de espuma, y sometiendo luego lo rechazado
por la flotación a clasificación hidráulica, ajustándose el
645 grado de molienda y otras condiciones de tal manera que la
cantidad excesiva de dicho mineral o minerales a eliminar queda
separada en la rebosadura de la clasificación hidráulica.

3^a. Procedimiento según reivindicaciones 1^a ó 2^a, caracteri-
zado porque la operación de flotación es tal que la parte
650 rechazada destinada a someterse a clasificación hidráulica,
aparece como residuos.

4^a. Procedimiento para producir una materia prima para
la fabricación de cemento, caracterizado porque la cantidad exce-
siva de uno o varios minerales queda eliminada de una materia
655 arcillosa, tal como piedra caliza, marga, creta o roca similar
según el procedimiento reivindicado en las reivindicaciones 1^a,
2^a ó 3^a, combinándose entre sí la fracción de la roca no some-
tida a flotación, caso de haber tal fracción, la fracción mejorada
que resulta de la flotación y la fracción (distinta de la que
660 tiene que eliminarse de la roca) recuperada en la clasificación
hidráulica, o una parte de estas fracciones.

5^a. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado porque la roca tratada es una roca
carbonífera, eliminándose las impurezas carbonosas de la roca
665 molida y desechándolas antes de la operación de flotación.

6^a. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado por su aplicación para eliminar



de la roca impurezas de silicatos.

670 7^a.Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado porque una roca parcialmente molida
se somete a clasificación hidráulica preliminar y sometiéndose
luego a la flotación de espuma únicamente la fracción que
consiste esencialmente en partículas finas.

675 8^a.Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado por la incorporación de un
ligno-sulfonato a la pulpa que tiene que someterse a flotación,
con el fin de reducir la floculación.

680 9^a.Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
1^a a 7^a, caracterizado por la incorporación de un ligno-sulfonato
a la porción rechazada en la operación de flotación que tiene
que someterse a clasificación hidráulica, con el fin de reducir
la floculación.

685 10^a.Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado porque la roca queda sometida a una
trituration parcial preliminar y a continuación a una clasifica-
ción hidráulica para separar la fracción más fina de la más
gruesa, moliéndose la fracción más gruesa a tal punto que la
cantidad total de partículas finas producidas en las dos
operaciones de trituración sea suficiente para permitir que la
690 cantidad excesiva de dicho mineral o minerales quede separada
de la misma, combinándose la fracción más gruesa con la
fracción más fina y sometiéndoselas a clasificación hidráulica,
y quedando las partículas finas así separadas sometidas a
flotación de espuma y clasificación hidráulica subsiguiente.

695 11^a.Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizado porque las partículas más gruesas
de la roca presentes después de la trituración, quedan separadas



y molidas ulteriormente a un estado más fino para su tratamiento en los hornos.

700 12ª. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la roca tratada es una tal que con el fin de efectuar la flotación de espuma tiene que ser molida a un grado más fino que el necesario para la operación de cocción en la fabricación de cemento, moliéndose
705 solamente las partículas finas, de las cuales el mineral o minerales tienen que separarse, a este grado fino.

710 13ª. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la suspensión de la roca que tiene que someterse a flotación de espuma, contiene partículas de dimensiones coloidales, quedando la misma parcialmente desfangada con el fin de eliminar las partículas muy finas que dificultarían la operación de flotación.

715 14ª. Procedimiento para producir una materia prima para la fabricación de cemento, según queda descrito sustancialmente en el ejemplo expuesto en la presente memoria.

15ª. Materias primas para la fabricación de cemento, caracterizadas por estar producidas de acuerdo con procedimientos que comprenden cualquiera de las operaciones reivindicadas en las reivindicaciones 1ª a 14ª.

720 16ª. Cemento producido mediante cualquiera de las materias primas para cemento según reivindicación 15ª.

17ª. MEJORAS EN LA PREPARACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACION DE CEMENTO,

725 tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinticinco hojas mecanografiadas por una sola cara y de los dibujos adjuntos.

BARCELONA, 10 de Septiembre de 1938

F. L. SMIDTH & C^o, A/S.
P.P. F. CO GARCIA LÓPEZ

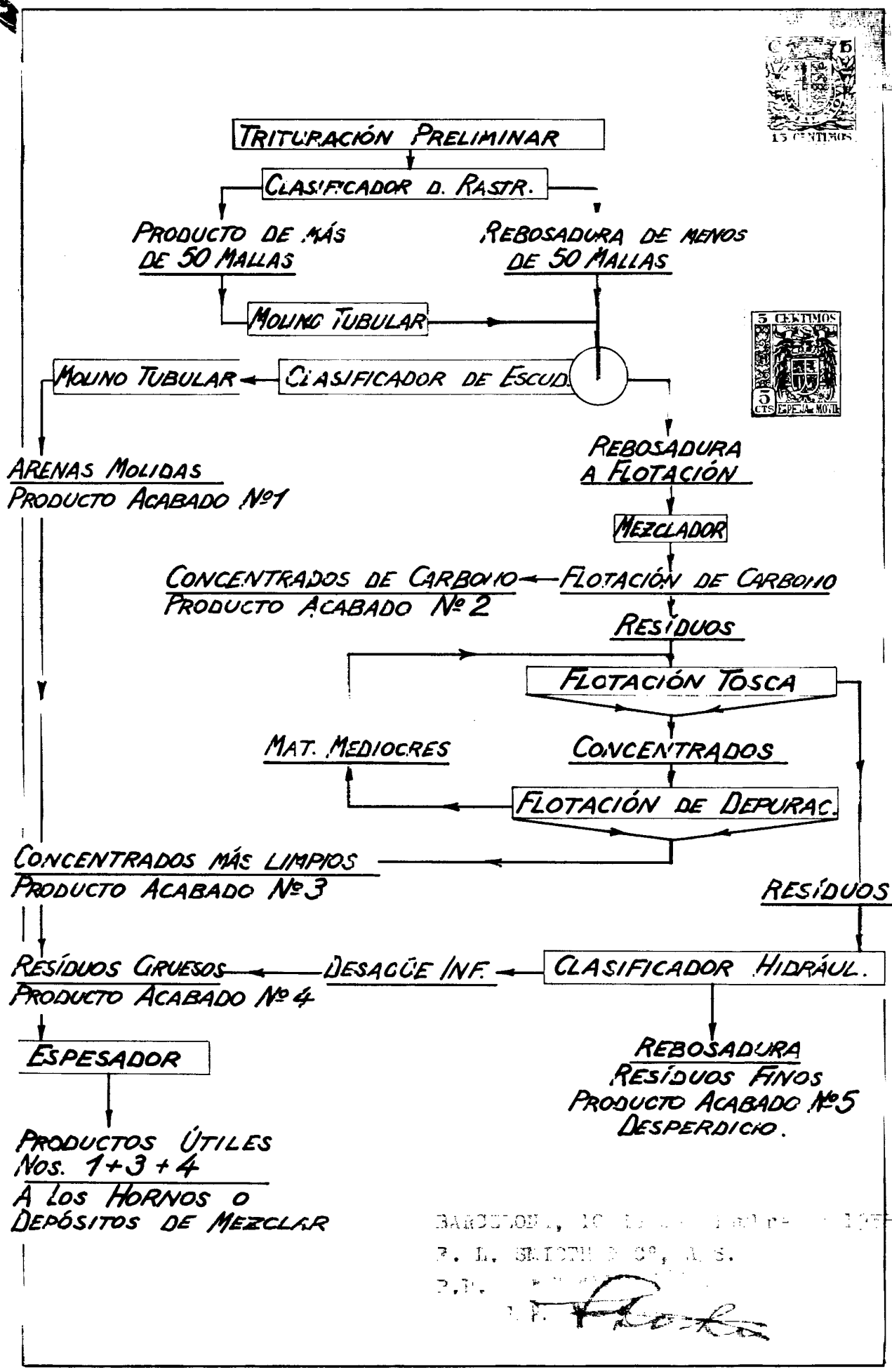
P. P. *[Signature]*

14427-2

F.L. Smidth & Co, A/S.

14437-2

hoja única



BARCELONA, 10 de Mayo de 1955

F. L. SMIDTH & CO, A. S.

P. P.

[Handwritten signature]