

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 218**

51 Int. Cl.:
C02F 11/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07847153 .9**
96 Fecha de presentación: **13.11.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2094613**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE TRATAMIENTO DE LODOS.**

30 Prioridad:
14.11.2006 EP 06123985

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.01.2012

73 Titular/es:
**S.A. LHOIST RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT
RUE CHARLES DUBOIS, 28
1342 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE, BE**

72 Inventor/es:
REMY, Marc Joseph Henri

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 218 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento de lodos

La presente invención se refiere a un procedimiento de tratamiento de lodos, que incluye:

- 5
- una adición a lodos que presentan un primer valor de pH de un agente básico a base de cal, en vista de un aumento del pH hasta un segundo valor superior al primero,
 - una adición de al menos de un floculante orgánico aniónico, dicha activo a segundo valor de pH,
 - una floculación de los lodos, y
 - una separación en los lodos floculados entre lodos deshidratados y una fase líquida.

Este procedimiento se refiere al tratamiento de lodos orgánicos o aceitosos.

- 10
- Por lodos orgánicos o aceitosos, se debe entender en el sentido de la presente invención, todos los lodos, con exclusión de los lodos minerales según la clasificación recogida en las páginas 119 a 123 de la obra recogida aquí en referencia: Memento técnico del agua, 9ª ed., ed. del Cincuentenario, Rueil-Malmaison: Degremont, 1989, 2 vol. Entre estos lodos orgánicos o aceitosos, se encuentran, por ejemplo, los lodos de estación de depuración de las aguas urbanas y de industrias agroalimentarias. Se pueden también prever otros lodos eventualmente más ácidos.
- 15
- El pH inicial de estos lodos es inferior a 9, a menudo inferior a 8.

De manera general, los lodos se decantan en primer lugar antes de espesarse. Se someten a continuación a una etapa de agregación, denominada coagulación y/o floculación, seguida de una deshidratación, es decir, una separación sólida/líquida, realizada en la mayoría de los casos por medio de un filtro de bandas, de un filtro de prensa o de un decantador centrífugo. Además de la reducción de volumen, el objeto de este tratamiento es facilitar la manipulación, el transporte y el almacenamiento de estos lodos.

- 20
- Se asocia, a menudo, al tratamiento citado anteriormente, una incorporación de un compuesto cálcico, generalmente de cal, con el fin de higienizar y de estabilizar los lodos para su almacenamiento a largo plazo (guardado en montones, etc) y mejorar duraderamente sus propiedades de uso (paleo, extensión, etc) o con el fin de aumentar su valor agronómico [Acta 5th European Biosolids and Organic Residuals Conference, Wakefield (UK), November 2000, paper 66].
- 25

Se entiende por cal viva, una materia sólida mineral cuya composición química es principalmente óxido de calcio CaO. La cal viva contiene impurezas, a saber, compuestos tales como óxido de magnesio MgO, sílice SiO₂ o también alúmina Al₂O₃, etc, hasta un máximo de unos tantos por ciento. Se entiende que estas impurezas se expresan bajo las formas antes citadas pero pueden realmente aparecer bajo fases diferentes. En particular, lo que se expresa en forma de sílice puede realmente proceder en gran parte de silicatos.

- 30
- Se entiende por cal apagada o cal hidratada, un conjunto de partículas sólidas, principalmente en forma de hidróxido de calcio Ca(OH)₂, obtenido por "extinción", a veces denominada "hidratación", de cal viva con agua. Esta cal apagada puede obviamente contener las impurezas antes citadas, resultantes de la cal viva.

Se entiende por leche de cal, una suspensión acuosa, fabricada al principio de cal viva o de cal hidratada.

- 35
- Por floculante aniónico orgánico, se entiende un polímero aniónico que presenta un peso molecular superior a 500.000 Da, preferentemente superior a 1.000.000 Da y más preferentemente superior a 5.000.000 Da. Generalmente los polímeros se clasifican según su longitud de cadena, a saber los polímeros de cadena corta y los polímeros de cadena larga. Típicamente, los polímeros de cadena corta tienen un peso molecular medio de algunos millares a algunas decenas de millares de Da. Su tamaño les permite infiltrarse entre otras moléculas lo que les confiere un carácter dispersante. Los polímeros de cadena larga tienen un peso molecular que va de algunos centenares de millares a algunos millones de Da. La cadena larga les permite "puentear" otras moléculas, lo que les confiere un carácter floculante.
- 40

La cal se puede añadir al lodo antes (pre-encalado) o después (post-encalado) de la etapa de deshidratación antes citada.

- 45
- Además del hecho de que el post-encalado constituya una etapa suplementaria de mezcla en el procedimiento de tratamiento de los lodos, esta operación adicional presenta varios inconvenientes, entre los cuales:

- la desestructuración del lodo,
- la dificultad de mezclar la cal con el lodo deshidratado y, por lo tanto,
- la heterogeneidad de la distribución de la cal en el medio.

- 50
- Todas estas razones condujeron a prever la adición de cal por pre-encalado, antes de la deshidratación.

La agregación antes citada se facilita generalmente por la adición de un agente coagulante, entre los cuales las sales de hierro o de aluminio, tal como se propone en la solicitud de patente internacional nº WO2006/030102. Sin embargo, la utilización de estas sales presenta numerosos inconvenientes, entre los cuales el aumento importante de la cantidad de materia seca en el lodo, un ataque casi de todos los metales, incluidos aceros inoxidable, debido a su carácter altamente corrosivo y un peligro para los operadores, debido el carácter irritante, o incluso tóxico, polvo liberados por estas sales durante su manipulación.

Con el fin de paliar estos inconvenientes, se convirtió en práctica corriente facilitar la floculación por medio de compuestos orgánicos; en ese caso, el uso de floculantes catiónicos se adapta generalmente al tratamiento de los lodos orgánicos, tal como se indica en la solicitud de patente europea nº 0976436.

No obstante, los polímeros catiónicos se deterioran rápidamente en general a partir de un pH de 9 a 10, tal como se indica en el estado de la técnica de la patente europea nº 1.154.958. En numerosos casos, la operación de pre-encalado no podrá entonces efectuarse exactamente antes de la floculación ya que el polímero catiónico no tiene tiempo de actuar antes de que el pH del lodo alcance el valor crítico a partir del cual una desfloculación aparece, debido a la adición de cal. La patente europea antes citada nº 1.154.958 y la solicitud de patente internacional nº WO2005/014495, en particular, proponen pues solucionar este problema utilizando compuestos cálcicos o magnesianos calco específicos, que producen una subida en pH del lodo suficientemente retrasado para que el polímero catiónico tenga tiempo de actuar como floculante antes de la separación sólida/líquida. Sin embargo, los compuestos específicos antes citados no convienen a todos los casos de aplicación.

En efecto, en la práctica, el mantenimiento después de encalado, hasta el final de la floculación, de un pH a un valor inferior al que provoca la degradación del floculante orgánico catiónico va a depender del caudal de cal, del nivel de basicidad retardada de la cal utilizada, del contenido en materia seca y del poder tampón del lodo líquido. Dado que en condiciones industriales el contenido en materia seca y el poder tampón del lodo puede fluctuar bastante fuerte, el empleo de estos procedimientos hace que el uso de cal de basicidad retardada parece a veces delicado. Otra desventaja de la utilización de floculante orgánico catiónico en asociación con la cal es la emisión de aminas volátiles, emisión favorecida a pH elevado (CHANG, J.; ABU-ORF, M.; DENTEL, S., Alkylamine odors from degradation of flocculant polymers in sludges., Water Research, 2005, 39 (14), pág. 3369-3375). Finalmente, el uso de compuestos retardantes del aumento del pH conduce a una prolongación voluntaria de la etapa combinada de floculación y pre-encalado, no compatible con algunos procedimientos de deshidratación en continuo.

Por otra parte, la solicitud de patente internacional nº WO-9605142 propone un procedimiento tal como se indica al principio. Este procedimiento prevé una floculación no de lodos, sino de un flujo de agua usada que tiene un pH superior a 10,2, que incluye un aumento de su pH a un valor superior a 10,2 si no es el caso inicialmente, una adición de iones Mg y una mezcla vigorosa con un floculante muy aniónico de alto peso molecular. El aumento de pH se puede hacer indiferentemente por MgO, de la cal o del hidróxido de sodio. De manera similar, la solicitud de patente japonesa nº 5.402.526.8 describe un procedimiento de floculación de lodo que incluye la adición de un álcali, NaOH o KOH, en vista de obtener un pH superior a 10, seguido de una adición de CaCl₂ y a continuación de la adición de un floculante aniónico y/o no iónico. Estos dos procedimientos requieren varias etapas, en particular, un aumento del pH del lodo más allá de 10, y a continuación la adición de Mg o de CaCl₂, previo a la adición del floculante aniónico, lo que prolonga considerablemente la duración del tratamiento de los lodos o reduce el tiempo de floculación.

Se prevé en la solicitud de patente japonesa nº 04-040286 una aplicación a lodos de pescaderías de un compuesto de calcio soluble en el agua y, antes o después de esta aplicación, una adición de un floculante orgánico, pudiendo éste ser catiónico, aniónico o no iónico. En ese caso, solamente se tiene en cuenta el pH de la fase acuosa, recomendando una neutralización por un ácido de ésta después de la adición de un compuesto de calcio básico. En todos los ejemplos dados, los lodos tratados son al principio muy básicos y una neutralización se produce siempre entre la aplicación del compuesto de calcio y la adición del floculante orgánico. Se utiliza, como compuesto de calcio bien sea compuestos muy básicos del tipo cal o bien sales de calcio como halogenuros, nitrato o acetato. El objetivo buscado es un agua purificada, resultante del tratamiento de los lodos.

La presente invención tiene por objeto paliar los inconvenientes del estado de la técnica anterior ya citado, previendo un procedimiento que permite un tratamiento de los lodos simple, rápido y preferentemente continuo, cuyo número de etapas sucesivas será el más limitado posible, siendo la finalidad es la de obtener una floculación lo más completa posible y un lodo deshidratado homogéneo que tiene las mejores propiedades en términos de higienización, de estabilización u de otras propiedades de uso.

Para solucionar estos problemas, la presente invención prevé un procedimiento de tratamiento de lodos tal como se indica al principio, en el cual, los lodos que se deben deshidratar presentan, como primer valor de pH antedicho, un valor inferior a 9, y el agente básico a base de cal provoca dicha subida del pH hasta dicho segundo valor antedicho en menos de 5 minutos.

El procedimiento de tratamiento de los lodos según la invención soluciona los problemas de la duración de floculación asociada al pre-encalado, y/o permite reducir la cantidad de floculante que se debe añadir, en particular, en comparación con la utilización de floculantes catiónicos. Por otra parte, el número de etapas del tratamiento de

- los lodos según la invención es limitado, proponiendo al mismo tiempo un procedimiento simple y rápido, adaptado a una amplia gama de aplicaciones, que permite una ganancia en la sequedad del lodo deshidratado. Este lodo deshidratado según la invención posee todas las propiedades esperadas de un lodo encalado, en términos de higienización y de estabilización para el almacenamiento a largo plazo (guardado en montones, etc) así como de mejora duradera de sus propiedades de uso (paleo, extensión, etc) o también de aumento de su valor agronómico.
- 5 Por lo tanto, este tratamiento es un tratamiento de lodos por pre-encalado.
- Los floculantes aniónicos aparecen inactivos para la floculación de los lodos orgánicos en valores de pH inferiores a 10, en particular a 11, o incluso a 12.
- 10 Según la invención se soluciona el problema de la inactividad de los floculantes aniónicos por la adición de lodo que se debe deshidratar que presenta un valor de pH inferior a 9, en particular inferior a 8, de un agente básico a base de cal capaz de producir un aumento rápido del pH más allá de 11, preferentemente de 12, de tal modo que permita una floculación completa por el floculante aniónico que se ha hecho activo, antes de la etapa de separación sólido/líquido (deshidratación). Para ello, el aumento de pH se debe hacer lo suficientemente rápido (menos de 5 minutos, preferentemente menos de 3 minutos, ventajosamente menos de 2 minutos o incluso menos de 1 minuto), de modo que la deshidratación pueda comenzar en un tiempo corto según la adición del agente básico a base de cal y del floculante aniónico, permitiendo al mismo tiempo una floculación satisfactoria del lodo.
- 15 El procedimiento, al prever el uso de floculante aniónico, hace desaparecer el inconveniente de la degradación prematura de los floculantes, encontrada generalmente durante la aplicación de floculantes catiónicos.
- 20 El procedimiento prevé que, el agente básico a base de cal y dicho al menos un floculante se destinan a una aplicación simultánea o separada en el tiempo sobre los lodos. El orden de introducción no es crítico. Se puede también prever la adición de cal antes, simultáneamente o después del floculante, preferentemente antes.
- 25 Así, el procedimiento de tratamiento de los lodos según la invención permite un tratamiento en un número de etapas limitado; después de la eventual etapa inicial de decantación/espesado generalmente efectuada, sólo se produce una etapa de adición y mezcla del floculante, a la cual se asocia la adición del agente básico a base de cal, seguida de la etapa de deshidratación (separación sólido/líquido). Ninguna otra etapa previa, intermedia o posterior es necesaria, puesto que el encalado se combina en la etapa de floculación. Por otra parte, el sólido después de la deshidratación posee todas las ventajas esperadas de un lodo encalado, en términos de homogeneidad, de higienización, de manipulación y de estabilización para el almacenamiento a largo plazo (guardado en montones, etc) así como de mejora duradera de sus propiedades de uso (paleo, extensión, etc) o también de aumento de su valor agronómico.
- 30 Es importante que el aumento del pH del lodo sea rápido, de tal modo que reduzca al máximo la duración de la etapa de floculación previa a la deshidratación y a permitir, en particular, una separación sólido/líquido en continuo, en particular, por medio de centrifugadoras o de filtros de bandas.
- 35 Según la invención, la floculación del lodo, en particular orgánico o aceitoso, se realiza con, como floculante, un polímero aniónico que presenta un peso molecular superior a 500.000 Da, preferentemente superior a 1.000.000 Da, de manera más preferente entre $5 \cdot 10^6$ y $35 \cdot 10^6$ Da y de la manera más preferente entre $15 \cdot 10^6$ y $30 \cdot 10^6$ Da; y el pre-encalado asociado a la etapa de floculación se efectúa por adición del agente básico a base de cal según la invención.
- 40 Según una forma de realización ventajosa de la invención, se elige el agente básico a base de cal entre el grupo constituido de cal bajo forma viva, bajo forma parcial o totalmente apagada pulverulenta o bajo forma apagada en suspensión en una fase acuosa que necesita, para alcanzar un pH de 12 en una solución acuosa de $\text{NH}_4\text{Cl}/(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ que presenta un pH inicial de 7,5, un tiempo $t_{\text{pH}12}$ igual o inferior a 90 segundos, preferentemente igual o inferior a 60 segundos, siendo el procedimiento de determinación del $t_{\text{pH}12}$ el siguiente:
- Se disuelven 13,24 g de NH_4Cl y 3,465 g de $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ en 1 l de agua desionizada.
- 45 Se introducen en un cubilete de 500 cm^3 200 g de la solución de $\text{NH}_4\text{Cl}/(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ y se mantienen bajo agitación mecánica a 400 revoluciones por minuto. Se coloca entonces un electrodo de pH en esta solución lo que permite registrar la evolución del pH con el tiempo.
- Se pesan 1,2 g de cal en polvo o el equivalente en materia sólida en el caso de leche de cal y se introducen en la solución de $\text{NH}_4\text{Cl}/(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.
- 50 El pH inicial de la solución es de 7,5 y evoluciona, después de la adición de la cal, hasta un valor superior a 12.
- El ensayo se da por terminado cuando se estabiliza el valor del pH.
- La operación se repite una segunda vez y se determina el tiempo medio para alcanzar pH 12, parámetro anotado como $t_{\text{pH}12}$, sobre la base de las dos curvas obtenidas.

Tales cales se pueden calificar como cal de basicidad acelerada, al contrario de lo ocurre con las cales de basicidad retardada generalmente aplicadas en el estado de la técnica anterior. La forma de leche de cal permite en particular una mezcla íntima fácil con el lodo que se debe tratar.

- 5 Se puede ventajosamente prever como cal según la invención de cales, tanto en forma pulverulenta como en suspensión, que se forman por partículas que tienen un d_{50} igual o inferior a 30 μm , preferentemente igual o inferior a 20 μm .

De una manera preferente la cal es una cal viva parcialmente apagada, que presenta una proporción de cal apagada, o tasa de hidratación, situada entre 1 y 20% en peso. Preferentemente, el conjunto de las partículas de tal cal presenta una dimensión inferior a 500 μm , preferentemente a 100 μm .

- 10 Según una forma de realización perfeccionada de la invención, la cal es una cal viva parcialmente apagada o una leche de cal que contiene un contenido en hidróxido de metal alcalino. Preferentemente esta cal contiene un contenido < 0 y $> 10\%$ en peso de hidróxido de metal alcalino. Como hidróxido de metal alcalino se prevé preferentemente NaOH o KOH.

- 15 Todo indica en efecto que la adición a un lodo cualquiera de una leche de cal que contiene bajo contenido, a priori menos del 10% en peso con respecto a $\text{Ca}(\text{OH})_2$, de hidróxido alcalino, en particular, de NaOH o KOH, implica un aumento aún más rápido del pH del medio que la leche de cal correspondiente, no dopado con hidróxido alcalino.

- 20 Por añadidura y de manera no previsible, el lodo deshidratado procedente de un pre-encalado por una leche de cal dopada con hidróxido alcalino presenta finalmente un contenido en materia seca superior al obtenido en las mismas condiciones de tratamiento, pero con una leche de cal correspondiente no dopada. Esta ganancia de sequedad es importante ya que mejora globalmente la eficacia del tratamiento del lodo y del encalado.

- 25 Según la invención dicho al menos un floculante orgánico aniónico, se puede elegir por ejemplo entre el grupo constituido de polielectrolitos a base de polímeros o copolímeros de ácido acrílico, de acrilatos, de acrilamida y de sus mezclas. De manera inesperada, el procedimiento según la invención de tratamiento de los lodos, en particular orgánicos o aceitosos, permite obtener la deshidratación de un lodo recurriendo a una adición de floculante aniónica claramente menos importante que, en un caso similar, con la ayuda de un floculante catiónico del estado de la técnica anterior. En general, para un lodo dado y un resultado de deshidratación fijado, el consumo de floculante aniónico se reduce en aproximadamente de $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$, con respecto al consumo de floculante catiónico.

Otros modos de realización del procedimiento según la invención se indican en las reivindicaciones anexadas.

- 30 La invención se va ahora a describir con más detalle por medio de ejemplos no limitativos. Estos ejemplos describen leche de cal a 20% de materia seca, por puesta en suspensión bajo agitación de 200 g de cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en 0,8 dm^3 de agua. Las leches de cal activadas con la sosa se obtienen al principio de la leche antes citada añadiendo bajo agitación de NaOH en lentejas, a razón de 2,5 g, 6,3 g y 15,9 g. Los porcentajes ponderales en NaOH con respecto al $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (% NaOH/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$) de las tres leches de cal son respectivamente de 1,3%, 3,2% y 8% y su pH teórico de 13,5, 13,9 y 14,3.

- 35 El floculante orgánico aniónico utilizado en los ejemplos se comercializa bajo la denominación comercial de "OPTIFLÓCULO 4% anión" por la sociedad Kemira Chemicals SA. Se puede también por ejemplo utilizar los polímeros EM 630 y EM 635 disponible a través de la sociedad SNF Floerger®

En los ejemplos que siguen, a menos que se indique lo contrario, los porcentajes se expresan en peso.

Ejemplo 1

- 40 Se trata un lodo de depuración industrial que presenta un contenido en materia seca (MS) de 1% es tratado según la invención por adición de leche de cal y de un floculante aniónico y a continuación se deshidrata según un procedimiento que simula la deshidratación en centrifugadora. La dosis de floculante es de 0,9% de materia activa con respecto al contenido en materia seca del lodo que se debe tratar. La dosis de cal, reducida en equivalente de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ con respecto a MS, es del 20,5%.

- 45 Según el modo preferido de la invención, esta operación se repite sustituyendo a la leche de cal por la leche de cal añadida de NaOH tal como se describe más arriba y que contiene 3,2% de NaOH con respecto al $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

- 50 Como comparación, se emplea el tratamiento en una tercera ocasión, pero esta vez sin adición de leche de cal. La floculación tiene lugar con floculante catiónico, tal como se recomienda en el estado de la técnica anterior, utilizado en la dosis mínima que permite obtener un flóculo drenable, lo que representa un 3,1% de materia activa con relación a MS.

Los resultados de materia seca después de la deshidratación (columna MSAD%) y la reducción de cantidad de lodo ($(Q2-Q1)/Q1$), que evalúa teóricamente el efecto de la adición de la leche de cal sobre la cantidad de lodo producido, se recogen en la tabla 1. Q1 representa la cantidad de lodo producido sin adición de cal y Q2 la cantidad de lodo

producido cuando la cal se añade antes de la deshidratación. El tipo de leche de cal, el tipo de floculante, la dosis de floculante y la dosis de cal empleados para cada prueba se presentan también en esta tabla.

- 5 En el marco de este ejemplo, la utilización según la invención de leche de cal y leche de cal añadida de NaOH permite dividir por tres la dosis de floculante que se debe aplicar para la floculación y permite reducir las cantidades de lodo. Por otra parte, la reducción de la cantidad de lodo es más importante cuando se emplea la leche de cal añadida de NaOH (9,1% en lugar de 5,6%).

Tabla 1

Tipo de leche de cal	Tipo de floculante	Dosis de floculante % mat. activa/MS	Dosis de cal % Ca(OH) ₂ /MS	MSAD %	$\frac{Q2 - Q1}{Q1}$
Sin	catiónico	3,10%		14,1%	
LDC a 20% según la invención	aniónico	0,90%	20,5%	18,0%	- 5,6%
LDC a 20% + 3,2% NaOH/Ca(OH) ₂ según la invención	aniónico	0,90%	20,5%	18,7%	- 9,1%

LDC = leche de cal

- 10 MS = materia seca del lodo antes del tratamiento

MSAD = materia seca después de la deshidratación.

Ejemplo 2

- 15 Se trata según la invención con leche de cal que contiene un 1,3% de NaOH con respecto a Ca(OH)₂ un lodo de depuración urbana que presenta un contenido en materia seca del 4,1% y se flocula por medio de un floculante aniónico y a continuación se deshidrata como en el ejemplo 1.

Esta operación se repite utilizando bien sea la leche de cal que contiene 3,2% de NaOH/Ca(OH)₂, o bien la leche de cal que contiene 8% de NaOH/Ca(OH)₂.

- 20 A título de comparación, el tratamiento del lodo se efectúa sin adición de leche de cal. En este último caso la floculación se realiza con floculante catiónico, utilizado en la dosis mínima que permite obtener un floculo drenable. Se recogen los resultados en la tabla 2, de manera similar a la tabla 1. El tipo de leche de cal, el tipo de floculante, la dosis de floculante y la dosis de cal empleados para cada ensayo se presentan también en esta tabla.

En el marco de este ejemplo, la utilización de leche de cal añadida de NaOH permite dividir en dos la dosis de floculante que se debe emplear para la floculación y disminuir las cantidades de lodo de 4 al 6%. Esta disminución es tanto más importante cuanto la cantidad de sosa añadida a la leche de cal es elevada.

- 25

Tabla 2

Tipo de leche de cal	Tipo de floculante	Dosis de floculante % mat. activa/MS	Dosis de cal % Ca(OH) ₂ /MS	MSAD %	$\frac{Q2 - Q1}{Q1}$
Sin	catiónico	1,05%		21,4%	
LDC a 20% + 1,3% NaOH/Ca(OH) ₂ , según la invención	aniónico	0,53%	30,0%	28,9%	- 3,7%
LDC a 20% + 3,2% NaOH/Ca(OH) ₂ según la invención	aniónico	0,53%	30,0%	29,0%	- 4,1%
LDC a 20% + 8% NaOH/Ca(OH) ₂ , según la invención	aniónico	0,53%	30,0%	29,7%	- 6,3%

Ejemplo 3

5 Se trata un lodo de depuración urbana que presenta un contenido en materia seca del 3,5% según la invención con una dosis de 30% de $\text{Ca}(\text{OH})_2/\text{MS}$, bien sea por medio de una leche de cal a 20% MS, o con tal leche de cal activada por medio de NaOH a razón de 8% de NaOH/ $\text{Ca}(\text{OH})_2$. La evolución del pH del lodo de depuración después de la adición de cal se registra por lo tanto hasta la obtención de valores superiores a 12. La Figura 1 anexa presenta las evoluciones de pH obtenidos.

10 La Figura 1 pone de relieve muy claramente el aumento de pH más rápido del lodo tratado con leche de cal activada con la sosa. En este caso la floculación con un floculante aniónico se puede hacer ya 30 segundos después del encalado, mientras que, cuando se utiliza la leche de cal no activada, este tiempo es como mínimo de 80 segundos.

Ejemplo 4

15 Se trata un lodo de depuración urbana que presenta un contenido en materia seca del 3,1% con una dosis de 30% de cal/MS o con una cal viva desensartada, que corresponde al estado de la técnica anterior y que presenta un $t_{\text{pH}12}$ de 330 s, bien sea según la invención con una cal viva de elevada reactividad, que presenta un $t_{\text{pH}12}$ de 44 s o bien también con una cal viva parcialmente apagada, que presenta un porcentaje de hidratación del 10% y un $t_{\text{pH}12}$ de 28 s. La Figura 2 presenta las evoluciones de pH obtenidas.

20 La Figura 2 muestra el efecto del tipo de cal viva utilizada con respecto al tiempo necesario para la obtención de un pH superior a 12 en el lodo tratado. Este retraso es muy superior a 5 minutos (349 s) en el caso de la cal viva según el estado de la técnica anterior. Este tiempo es por el contrario bien inferior a 2 minutos en el caso de las dos cales vivas según la invención (31 s y 70 s respectivamente). Solos estos dos productos permitirán, según la invención, la floculación de los lodos con un floculante aniónico aguas arriba de los procedimientos de deshidratación en continuo lo más corrientes.

Ejemplo 5

25 Se trata un lodo de depuración urbana que presenta un contenido en materia seca del 3,3% con una solución de sosa a 50% con el fin de aumentar el pH de ésta hasta un valor superior a 12. Se realizaron ensayos de floculación de este lodo a pH superior a 12 por adición de dosis crecientes de una solución de floculante aniónica a 3 g/dm^3 de materia activa. A pesar del empleo de una dosis máxima de 5%/MS de materia activa de floculante aniónico, la floculación del lodo no tuvo lugar.

Ejemplo 6

30 Se trata un lodo de depuración urbana que presenta un contenido en materia seca del 3,3% según la invención con las dos cales vivas según la invención, utilizadas en el ejemplo 4. Se flocula con un floculante aniónico, se deja en reposo durante 15 minutos y a continuación se deshidrata según un procedimiento que simula la deshidratación en centrifugadora.

35 A título de comparación, esta operación se repite sin adición de cal o añadiendo antes de la floculación de la cal viva desensartada según el estado de la técnica anterior, utilizada en el ejemplo 4. En estos dos últimos casos, la floculación se realiza con un floculante catiónico, utilizado en la dosis mínima que permite obtener un flóculo drenable.

40 Se recogen los resultados en la tabla 3. El flóculo obtenido después de la adición de cal viva desensartada se ha alterado durante los 15 minutos que precedieron la etapa de deshidratación. Para esta variante del ejemplo, la MSDA y la relación $(Q2-Q1)/Q1$ no pudieron ser establecidas. Por el contrario, la utilización de las cales vivas según la invención da un flóculo estable durante el período de reposo antes de la deshidratación, permite dividir aproximadamente por dos la dosis de floculante que se debe emplear y consigue una ligera disminución de la cantidad de lodo producido.

Tabla 3

Tipo de leche de cal	t_{pH12}	Tipo de floculante	Dosis de floculante % mat. activa/MS	Dosis de cal % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ MS	MSDA %	$\frac{Q2 - Q1}{Q1}$
Sin		cati3nico	1,00%		23,2%	
Cal viva desensartada	330 s	cati3nico	1,05%	30,0%	-	-
Cal viva a elevada reactividad segun la invencion	44 s	ani3nico	0,50%	30,0%	32,3%	- 0,5%
Cal viva parcialmente apagada segun la invencion	28 s	ani3nico	0,50%	30,0%	32,0%	- 0,2%

5 El conjunto de estos ejemplos ilustra perfectamente las ventajas del procedimiento de tratamiento de los lodos segun la invencion asi como los lodos tratados segun la invencion.

Se entiende que la presente invencion no esta de ninguna manera limitada a los modos de realizacion descritos mas arriba y que se pueden introducir muchas modificaciones sin salir del marco de las reivindicaciones anexadas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de tratamiento de lodos, que incluye:
- una adición de lodos que presentan un primer valor de pH de un agente básico a base de cal, en vista de un aumento del pH a un segundo valor superior al primero,
- 5
- una adición de al menos un floculante orgánico aniónico, activo a dicho segundo valor de pH,
 - una floculación de los lodos, y
 - una separación en los lodos floculados entre lodos deshidratados y una fase líquida,
- caracterizado porque el polímero orgánico es un floculante orgánico aniónico y porque los lodos que se deben deshidratar son lodos orgánicos o aceitosos, que presentan, como primer valor de pH antedicho, un valor inferior a 9, y el agente a base de cal provoca dicha subida del pH hasta dicho segundo valor antedicho en menos de 5 minutos.
- 10
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual dicho floculante orgánico aniónico es un polímero aniónico que presenta un peso molecular medio superior a 500.000 Da, preferentemente superior a 1.000.000 Da, de manera más preferente entre $5 \cdot 10^6$ y $35 \cdot 10^6$ Da, y de la manera más preferente entre $15 \cdot 10^6$ y $30 \cdot 10^6$ Da.
- 15
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque dicho segundo valor de pH es igual o superior a 11, preferentemente igual o superior a 12.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicha subida del pH dura menos de 3 minutos, preferentemente menos de 2 minutos, en particular menos de 1 minuto.
- 20
- 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la adición del agente básico a base de cal y la adición de dicho al menos un floculante orgánico aniónico tienen lugar simultáneamente o de una manera separada en el tiempo.
- 25
- 6.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el agente básico a base de cal se elige entre el grupo constituido de cal bajo forma viva, bajo forma apagada parcial o completamente pulverulenta o bajo forma apagada en suspensión en una fase acuosa que requiere, para alcanzar un pH de 12 en una solución acuosa de $\text{NH}_4\text{Cl}/(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ que presenta un pH inicial de 7,5, un tiempo $t_{\text{pH}12}$ igual o inferior a 90 segundos.
- 7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque las cales antedichas están formadas por partículas que tienen un d_{50} igual o inferior a 30 μm .
- 30
- 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, caracterizado porque la cal es una cal viva parcialmente apagada, que presenta una proporción de cal apagada situada entre 1 y 20% en peso.
- 9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque la cal es una cal viva parcialmente apagada o una leche de cal que contiene un contenido en hidróxido de metal alcalino.
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la cal contiene un contenido > 0 y $< 10\%$ en peso de hidróxido de metal alcalino.
- 35
- 11.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque dicho al menos floculante orgánico se elige entre el grupo constituido de polielectrolitos a base de polímeros o copolímeros de ácido acrílico, de acrilato, de acrilamida y de sus mezclas.