

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 960**

51 Int. Cl.:

B01J 20/04 (2006.01)

B01J 20/32 (2006.01)

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 11/14 (2006.01)

C02F 1/56 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

C02F 103/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2012 E 12778745 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2773453**

54 Título: **Uso de un carbonato de calcio de superficie tratada en la purificación de agua y/o para el drenado de lodos y sedimentos y material compuesto resultante**

30 Prioridad:

04.11.2011 EP 11187987

10.11.2011 US 201161558146 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2016

73 Titular/es:

**OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)
Baslerstrasse 42
4665 Oftringen, CH**

72 Inventor/es:

**GERARD, DANIEL E.;
HARTAN, HANS-GEORG;
SCHOELKOPF, JOACHIM;
SKOVBY, MICHAEL y
GANE, PATRICK A. C.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 576 960 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

Uso de un carbonato de calcio de superficie tratada en la purificación de agua y/o para el drenado de lodos y sedimentos y material compuesto resultante.

Descripción de la invención

5 La invención se refiere al uso de un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, así como a un material compuesto que comprende un carbonato de calcio de superficie tratada y las impurezas que se originan a partir de diferentes fuentes que pueden obtenerse mediante dicho uso.

10 La contaminación del agua ha planteado un problema grave a nivel mundial. En este sentido, se sugiere que la contaminación del agua es la causa principal de mortalidad y morbilidad en los países en desarrollo, pero que también los países industrializados continúan luchando con tales problemas de contaminación. En general, se dice que el agua, lodos y sedimentos están contaminados cuando están dañados por contaminantes antropogénicos y, o bien no favorecen el consumo humano, tal como servir como agua potable, y/o tienen impactos negativos en la flora y fauna acuática y terrestre.

15 Los contaminantes o impurezas específicas causantes de la contaminación en el agua, lodos y sedimentos, incluyen una amplia variedad de sustancias químicas, patógenos o de cambios físicos y sensoriales tales como alzas de temperatura y descoloración. En este sentido, los contaminantes químicos pueden incluir sustancias orgánicas, como también sustancias inorgánicas. En particular, muchos de los componentes inorgánicos se encuentran en estado natural (sales de calcio, sales de sodio, sales de manganeso, etc.) de modo que su concentración es, con frecuencia, clave para determinar cuál es un componente natural del agua, lodo o sedimento y cuál es un contaminante. Las fuentes de contaminación de las aguas, lodos o sedimentos tienen origen, habitualmente, en aguas residuales urbanas, es decir, aguas residuales domésticas o una mezcla de agua residual doméstica y agua residual industrial y evacuación de agua de lluvia, como también aguas residuales industriales, es decir, toda agua residual vertida desde locales utilizados para el comercio o la industria.

25 En la técnica, se han propuesto diversos planteamientos para la purificación de agua, lodos o sedimentos contaminados. Por ejemplo, un enfoque implica la adición de floculantes para eliminar o, por lo menos, disminuir la cantidad de contaminantes tales como sólidos finos, microorganismos y materiales orgánicos e inorgánicos disueltos. La floculación se refiere a un proceso donde los compuestos disueltos y/o partículas coloidales son retirados de la solución en forma de flóculos o "copos." El término se usa, también, para referirse al proceso por el cual se produce la aglutinación de particulados finos en flóculos. Los flóculos pueden flotar entonces en la superficie del líquido o depositarse en el fondo del líquido, o pueden ser filtrados desde el líquido fácilmente.

35 Los floculantes, o agentes de floculación son productos químicos que se usan para impulsar la floculación. La floculación es usada en procesos de tratamiento de aguas para mejorar la sedimentación o filtrabilidad de partículas pequeñas. Muchos floculantes son cationes multivalentes tales como aluminio, hierro, calcio o magnesio. Estos iones con carga positiva interactúan con partículas y moléculas con carga negativa para disminuir las barreras a la agregación. Además, muchos de estos productos químicos, con un pH y otras condiciones apropiadas, reaccionan con el agua para formar hidróxidos insolubles que al precipitarse se unen entre sí para formar cadenas largas o mallas, atrapando físicamente a las partículas pequeñas en flóculos mayores.

40 Floculantes o coagulantes comunes usados son sulfato de aluminio o poli(cloruro de aluminio) (PAC). El sulfato de aluminio reacciona con el agua para formar flóculos de hidróxido de aluminio. La coagulación con compuestos de aluminio puede dejar un residuo de aluminio en el agua tratada que, en altas concentraciones, puede ser tóxico para los seres humanos. En soluciones de poli(cloruro de aluminio) (PAC), los iones aluminio han formado polímeros constituidos por acumulaciones de iones enlazados por átomos de oxígeno. PAC se usa, por ejemplo, para el tratamiento de agua potable de color marrón que comprende materias orgánicas tales como hojas y/o materias inorgánicas tales como compuestos de hierro y manganeso que producen la coloración marrón. Sin embargo, habitualmente PAC no es suficiente para producir el cambio de coloración marrón en el agua.

45 El cloruro de hierro (III) es otro coagulante común. Los coagulantes de hierro (III) funcionan en una gama de pH más amplia que el sulfato de aluminio pero no son eficaces con aguas de orígenes diversos. La coagulación con compuestos de hierro deja un residuo de hierro en el agua tratada. Esto puede impartir al agua un tenue sabor, y puede producir manchas marrones en los aparatos sanitarios de porcelana. Además, el cloruro de hierro (III) produce riesgos de corrosión al sistema de tratamiento de aguas.

Otros floculantes bien conocidos para el tratamiento de aguas basados en un área de superficie muy específica, tales como carbón activado o bentonita tienen el inconveniente general de que son muy difíciles de separar después de la adsorción de la sustancia que debe ser retirada del medio debido a su estado finamente dividido.

Los documentos EP0273335 y CA2734310 describen el uso de un carbonato de calcio que se ha recubierto con un polímero catiónico para la purificación de agua. La persona con conocimientos prácticos conoce también el documento US 2006/0273039 A1, que se refiere a un producto y aparato para limpiar agua o aguas residuales industriales o de alcantarillado que incluye una mezcla de diatomita que es calentada y agitada para impartir una carga eléctrica negativa intensificada a la diatomita. El documento EP 2 0111 766 A1 se refiere a un proceso para reducir la cantidad de componentes orgánicos en el agua, en donde un carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial y un adsorbente hidrofóbico, elegido del grupo constituido por talco, carbonato de calcio hidrofobizado, bentonita hidrofobizada, caolinita hidrofobizada, vidrio hidrofobizado o cualquier mezcla de los mismos, son puestos en contacto con el agua que se va a purificar, siendo el carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial el producto de reacción de un carbonato de calcio natural con un ácido y dióxido de carbono, formado *in situ* por el tratamiento con ácido y/o suministrado desde una fuente externa, y preparándose el carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial como una suspensión acuosa con un valor de pH superior a 6,0, medido a 20°C. El documento EP 1 982 759 A1 se refiere a un proceso para la purificación de agua, donde un carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial es puesto en contacto con el agua que se va a purificar, siendo el carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial el producto de reacción de un carbonato de calcio natural con un ácido y dióxido de carbono, formado *in situ* por el tratamiento con ácido y/o suministrado desde una fuente externa. El documento EP 1 974 807 A1 se refiere a la eliminación de compuestos disruptores endocrinos desde un medio acuoso mediante adición de carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial o de una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial y que tiene un pH superior a 6,0 medido a 20°C, al medio, en donde el carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial es un producto de reacción de carbonato de calcio natural con dióxido de carbono y uno o más ácidos. El documento EP 1 974 806 A1 se refiere a un proceso para la purificación de agua mediante la adición de carbonato de calcio natural tratado mediante reacción superficial o de una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial y que tiene un valor de pH superior a 6,0 medido a 20°C, al medio, en donde el carbonato de calcio tratado mediante reacción superficial es un producto de reacción de carbonato de calcio natural con dióxido de carbono y uno o más ácidos. El documento EP 1 493 716 A1 se refiere a un proceso de tratamiento de aguas residuales, en donde el agua residual que contiene ion fluoruro y/o ion fosfato es adicionada con un compuesto que contiene calcio y luego con un agente formador de película y agente formador de complejos.

Un problema con la adición de tales floculantes, sin embargo, es que tienden a enlazar y aglomerar solamente contaminantes orgánicos en tanto las impurezas inorgánicas están todavía dispersas finamente en la muestra de agua. Además, es necesario eliminar el material floculado de la fase acuosa mediante un proceso de drenaje tal como filtración o centrifugación de modo que la torta de filtración obtenida pueda ser eliminada por ejemplo, por combustión. Sin embargo, debido al proceso de floculación global incompleto el contenido de agua de dicha torta de filtración obtenida es comparativamente alto incrementando dramáticamente el consumo de energía para la combustión.

Otra estrategia involucra el uso de coadyuvantes poliméricos de floculación en conjunto con otros floculantes inorgánicos. Sin embargo, cuando se usan en combinación con uno de los floculantes inorgánicos mencionados anteriormente, tal como cloruro de hierro (III), el coadyuvante polimérico de floculación debe ser catiónico, es decir, debe tener una carga global positiva, para actuar eficazmente como coadyuvante de floculación. Las cadenas largas de polímeros con carga positiva pueden ayudar a fortalecer el floculo haciéndolo más grande, de sedimentación más rápida y más fácil de retirar por filtración. El estar restringido a polímeros catiónicos, disminuye la flexibilidad del proceso.

Un coadyuvante polimérico de floculación conocido es la poliacrilamida. La poliacrilamida puede ser provista usando comonomeros específicos, tanto aniónicos como catiónicos. Sin embargo, tal como se indicó anteriormente, cuando se usa en combinación con floculantes inorgánicos tales como cloruro de hierro (III), sólo la poliacrilamida catiónica es eficaz.

Sin embargo, un problema de este enfoque es que estos coadyuvantes poliméricos de floculación son sobredosificados en gran medida a fin de asegurar la aglomeración de todas las partículas sólidas finas en el agua que va a ser tratada. De este modo, después de la separación del material floculado de la fase acuosa, aumenta habitualmente el contenido de poliacrilamida en el filtrado debido a la gran cantidad de floculantes poliméricos usados. Sin embargo, debido a la existencia de graves problemas ambientales respecto al agua que contiene floculantes poliméricos, y especialmente poliacrilamida, no se puede eliminar fácilmente el filtrado en ambientes naturales y se requiere, en consecuencia de pasos de purificación adicionales de alto costo y mucho tiempo para eliminar el coadyuvante polimérico de floculación del filtrado.

Por consiguiente, persiste la necesidad de procesos de tratamiento de agua alternativos, que puedan proveer un mejor rendimiento que los procesos existentes y disminuir eficazmente la concentración de impurezas y especialmente, de impurezas orgánicas y la concentración de coadyuvantes de floculación poliméricos en el agua residual a ser tratada y que posibiliten al mismo tiempo una ejecución fácil a bajo costo.

Estos y otros objetos son resueltos por el tema de la presente invención. Un proceso para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, relevante para la presente invención, que comprende los pasos siguientes

a) Proporcionar agua para ser purificada y/o lodos y/o sedimento para ser drenado(s) que comprendan impurezas,

5 b) Proporcionar por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, en donde por lo menos 1% del área de la superficie accesible del carbonato de calcio esté cubierta por un recubrimiento que comprenda por lo menos un polímero catiónico, y

c) Poner en contacto el agua y/o lodo y/o sedimento del paso a) con el al menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b) para obtener un material compuesto de carbonato de calcio de superficie tratada, e impurezas.

10 Los inventores descubrieron, sorprendentemente, que el proceso precedente lleva a una mejor calidad de la torta de filtración y agua purificada obtenidas, proporcionando una menor cantidad de coadyuvantes de floculación poliméricos que el agua, lodos y/o sedimentos tratados en la misma forma pero sin ponerlos en contacto con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada (paso c)). Con más exactitud, los inventores encontraron que
15 la calidad de agua y de una torta de filtración obtenida por un proceso de purificación puede ser mejorada por un carbonato de calcio definido cuya superficie ha sido tratada con polímeros catiónicos.

Deberá entenderse que para los propósitos de la presente invención, los términos siguientes tienen el siguiente sentido:

El término "purificación" en el sentido de la presente invención se refiere a la eliminación de compuestos nocivos y/u otros compuestos no tolerados en el agua.

20 Además, el término se refiere a la reducción de concentración de los compuestos naturales presentes en el agua.

El término "drenado" en el sentido de la presente invención se refiere a la eliminación de líquidos residuales de lodos y/o sedimentos.

El término "impurezas" en el sentido de la presente invención se refiere a compuestos naturales, cuya concentración en el agua y/o lodos y/o sedimentos supera a la concentración natural y/o compuestos que no ocurren naturalmente.

25 El término "carbonato de calcio" en el sentido de la presente invención se refiere a carbonato de calcio de superficie modificada (CCSM). "Carbonato de calcio molido" (CCM) es un carbonato de calcio obtenido de fuentes naturales, tal como piedra caliza, mármol o creta o dolomía, y procesado mediante un tratamiento tal como molienda, tamizado y/o fraccionamiento mediante un proceso húmedo y/o seco, por ejemplo, por medio de una ciclona o clasificador. "Carbonato de calcio precipitado" (CCP) es un material sintetizado, obtenido generalmente por precipitación después
30 de la reacción de dióxido de carbono y cal en un ambiente acuoso o por precipitación de una fuente de iones calcio y carbonato en agua. "Carbonato de calcio de superficie modificada" (CCSM) en el sentido de la presente invención se refiere a carbonato de calcio natural y/o carbonato de calcio precipitado obtenido haciéndolo reaccionar con un ácido o ion y con dióxido de carbono antes de la preparación de carbonato de calcio de superficie tratada, donde el dióxido de carbono es formado *in situ* por el tratamiento con ácido y/o es suministrado de una fuente externa.

35 El término carbonato de calcio de "superficie tratada" en el sentido de la presente invención, se refiere a un carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada que ha sido procesado con polímeros catiónicos a través de un paso de tratamiento adicional con el fin de hacer que la superficie de partículas de carbonato de calcio sea más catiónica.

40 El término "polímero catiónico" en el sentido de la presente invención se refiere a cualquier polímero que proporcione una carga global positiva cuando está enlazado a partículas de carbonato de calcio. Por consiguiente, no se excluye la presencia de unidades monoméricas aniónicas mientras haya todavía suficientes unidades monoméricas catiónicas que proporcionen una carga global positiva. Se aplica lo mismo para polímeros anfóteros que proporcionan una carga global positiva cuando se enlazan a las partículas de carbonato de calcio.

45 El término "área de superficie accesible" en el sentido de la presente invención se refiere a la superficie de la partícula de carbonato de calcio que es accesible o está expuesta a polímeros catiónicos aplicados por técnicas de mezclado y/o recubrimiento conocidas por la persona con conocimientos prácticos y por medio de eso forman una monocapa de polímero catiónico sobre la superficie de la partícula de carbonato de calcio. En este sentido, se debería advertir que la cantidad de polímero catiónico requerida para la saturación completa del área de superficie accesible es definida como una concentración de monocapa. Se pueden elegir, por consiguiente, concentraciones
50 más altas, formando por medio de eso, estructuras bicapas o multicapas sobre la superficie de la partícula de carbonato de calcio. Tales concentraciones de monocapas pueden ser calculadas fácilmente por la persona con

conocimientos prácticos, sobre la base de la publicación de Papirer, Schultz y Turchi (Eur. Polym. J., Vol. 20, No. 12, págs. 1155-1158, 1984).

Un aspecto de la presente invención se refiere al uso de un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, en el que por lo menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende al menos un polímero catiónico. Un aspecto adicional de la presente invención se refiere al uso de carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de coadyuvantes de floculación poliméricos en el agua y/o lodos y/o sedimentos, en el que por lo menos 1% del área superficial accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico.

10 El carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada.

Se prefiere además que las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada, tengan un valor d_{50} de diámetro mediano de partículas de masa de entre 0,04 μm y 250 μm , de preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia entre 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia aún, entre 1 μm y 150 μm , y muy preferentemente, entre 1 μm y 100 μm y/o que las partículas de carbonato de calcio de superficie tratada, tengan un área específica de superficie de 1 a 250 m^2/g , con mayor preferencia desde 20 a 200 m^2/g , con mayor preferencia aún desde 30 a 150 m^2/g y muy preferentemente desde 30 a 100 m^2/g . Se prefiere, aún más, que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada, comprenda por lo menos un polímero catiónico que tenga una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, con mayor preferencia entre 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y muy preferentemente entre 5 mEq/g y 10 mEq/g y/o que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada comprenda por lo menos un polímero catiónico, en el cual por lo menos 60% de las unidades monoméricas tenga una carga catiónica, de preferencia por lo menos 70%, con mayor preferencia por lo menos 80%, con mayor preferencia aún por lo menos 90% y muy preferentemente, igual a 100%. Se prefiere aún más que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada, comprenda por lo menos un polímero catiónico que tenga un peso molecular promedio PM de masa inferior a 1.000.000 g/mol, con mayor preferencia de 50.000 a 750.000 g/mol, con mayor preferencia aún de 50.000 a 650.000 g/mol y muy preferentemente de 100.000 a 300.000 g/mol. Se prefiere también que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada, comprenda por lo menos un polímero catiónico que sea un homopolímero basado en unidades monoméricas elegidas del grupo constituido por sales de dialildialquilamonio; aminas terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas; y muy preferentemente cloruro de dialildimetilamonio. Se prefiere también que el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada, comprenda por lo menos un polímero catiónico que sea un copolímero basado en unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio y unidades de comonomeros elegidas del grupo constituido por acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetilacrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxietilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos, preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan de sales de dialildialquilamonio y las unidades de comonomeros se seleccionan de acrilamida y ácido acrílico.. Se prefiere además que por lo menos 10% del área de superficie accesible del carbonato de calcio sea cubierta por un recubrimiento que comprenda un polímero catiónico que, de preferencia a lo menos 20% del área de superficie accesible, con mayor preferencia a lo menos 30%, con mayor preferencia aún por lo menos 40% y muy preferentemente por lo menos 50% del área de superficie accesible. Se prefiere todavía más que el carbonato de calcio de superficie tratada, esté en forma de polvo y/o en forma de gránulos o en forma de lechada. En una modalidad adicional, se usa el carbonato de calcio de superficie tratada, en combinación con por lo menos un coadyuvante polimérico de floculación. El coadyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular promedio PM de masa en el intervalo entre 100.000 a 10.000.000 g/mol, de preferencia entre 300.000 y 5.000.000 g/mol, con mayor preferencia entre 300.000 y 1.000.000 g/mol y muy preferentemente entre 300.000 y 800.000 g/mol y/o que el coadyuvante polimérico de floculación sea no iónico o iónico, de preferencia un polímero catiónico o aniónico elegido de poli(acrilamidas, poli(acrilatos, poli(cloruro de dialildimetilamonio), polietileniminas, poliaminas, almidones y mezclas de los mismos.

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un material compuesto que comprende un carbonato de calcio de superficie tratada y las impurezas que pueden obtenerse mediante dicho proceso.

50 Cuando se haga referencia a continuación a las modalidades preferidas o a detalles técnicos del proceso relevante para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, se comprende que estas modalidades preferidas o detalles técnicos también se refieren al uso inventivo del carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, al uso inventivo del carbonato de calcio de superficie tratada para reducir la cantidad de coadyuvantes de floculación poliméricos en el agua y/o lodos y/o sedimentos así como al material compuesto que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada y las impurezas definidas en el presente documento y viceversa (siempre que sea aplicable).

De conformidad con una modalidad preferida del proceso, el agua y/o lodo y/o sedimento del paso a) es elegido de aguas residuales industriales, agua potable, agua de desechos urbanos, lodos tal como lodo de bahías, lodo de río, lodo costero, o lodo o barro cloacal digerido, agua de desecho o agua de procesos de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, agua residual o agua de procesos en la industria de elaboración de papel, pigmentos, pinturas

o recubrimientos, agua de desechos agrícolas, agua residual de mataderos, agua residual de industrias de cuero e industrias de curtido de cuero.

5 De conformidad con una modalidad preferida del proceso inventivo, las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, tienen un valor d_{50} de diámetro mediano de partícula por peso de entre 0,01 μm y 250 μm , de preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia aún entre 1 μm y 150 μm y, muy preferentemente, entre 1 μm and 100 μm y/o las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, tienen un área específica de superficie de 1 a 250 m^2/g , con mayor preferencia de 10 a 200 m^2/g , más preferida aún de 20 a 150 m^2/g y muy preferentemente de 30 a 100 m^2/g .

10 De conformidad con otra modalidad preferida del proceso inventivo, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene una densidad de carga positiva en el intervalo de 1 mEq/g y 15 mEq/g, con mayor preferencia de 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y muy preferentemente en el intervalo de 5 mEq/g y 10 mEq/g y/o el recubrimiento de por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, comprende por lo menos un polímero catiónico en que por lo menos 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, de preferencia de por lo menos 70%, con mayor preferencia de por lo menos 80%, con mayor preferencia aún, de por lo menos 90% y muy preferentemente igual a 100%.

20 De conformidad con otra modalidad preferida más del proceso inventivo, el recubrimiento de por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene un peso molecular promedio PM de masa inferior a 1.000.000 g/mol, con mayor preferencia de 50.000 a 750.000 g/mol, con mayor preferencia aún de 50.000 a 650.000 g/mol y muy preferentemente de 100.000 a 300.000 g/mol.

25 De conformidad con una modalidad preferida del proceso inventivo, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, comprende por lo menos un polímero catiónico que es un homopolímero basado en unidades monoméricas elegidas del grupo constituido por sales de dialildialquilamonio; aminas terciarias y cuaternarias; iminas cuaternizadas; de preferencia sales de dialildialquilamonio y muy preferentemente cloruro de dialildimetilamonio.

30 De conformidad con otra modalidad preferida del proceso, el recubrimiento de por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, comprende por lo menos un polímero catiónico que es un copolímero basado en unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio y unidades comonoméricas elegidas del grupo constituido por acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetilacrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxietilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos, preferiblemente las unidades monoméricas se seleccionan de sales de dialildialquilamonio y las unidades de comonomeros se seleccionan de acrilamida y ácido acrílico.

35 De conformidad con otra modalidad preferida aún del proceso, por lo menos 10% del área de superficie accesible de carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, de preferencia por lo menos 20% del área de superficie accesible, con mayor preferencia por lo menos 30%, con mayor preferencia aún por lo menos 40% y muy preferentemente por lo menos 50% del área de superficie accesible.

De conformidad con una modalidad preferida del proceso el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, está en forma de polvo y/o en forma de gránulos o en forma de lechada.

40 De conformidad con otra modalidad preferida del proceso, el proceso comprende además los pasos d) de poner en contacto agua y/o lodo y/o sedimento que se va a purificar del paso a) con por lo menos un coadyuvante polimérico de floculación. Se prefiere que los coadyuvantes poliméricos para floculación tengan un peso molecular promedio de masa PM en el intervalo de 100.000 a 10.000.000 g/mol, de preferencia en el intervalo de 300.000 a 5.000.000 g/mol, con mayor preferencia en el intervalo de 300.000 a 1.000.000 g/mol y muy preferentemente, en el intervalo de 300.000 a 800.000 g/mol y/o que el coadyuvante polimérico para floculación sea iónico o no iónico, de preferencia un polímero catiónico o aniónico elegido de poliacrilamidas, poliacrilatos, poli(cloruro de dialildimetilamonio), polietileniminas, poliaminas, almidones y mezclas de los mismos.

De conformidad con otra modalidad preferida aún del proceso, el paso c) y paso d) son realizados simultáneamente o en forma separada, de preferencia en forma separada.

50 De conformidad con una modalidad preferida del proceso, el paso c) y/o paso d) son realizados mediante el recubrimiento por lo menos parcial de la superficie de agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) del paso a) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, del paso b) y/o mezclando el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) del paso a) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b).

De conformidad con otra modalidad preferida aún del proceso, el paso c) y/o el paso d) se repiten una o más veces.

De conformidad con otra modalidad preferida más del proceso, el material compuesto del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas es eliminado del agua y/o lodo y/o fase de sedimento por filtración, sedimentación y/o centrifugación.

5 De conformidad con una modalidad preferida del proceso, el agua y/o lodo y/o sedimento obtenido por el proceso, contiene una cantidad de coadyuvante polimérico para floculación de por lo menos 10 %/p, de preferencia por lo menos 20 %/p, con mayor preferencia por lo menos 30 %/p, más preferido aún 40 %/p, más preferido todavía por lo menos 50 %/p, y muy preferentemente por lo menos 60 %/p, menor que la cantidad de coadyuvante polimérico para floculación contenida en el agua y/o lodo y/o sedimento correspondiente tratado en la misma forma pero en ausencia del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada.

10 Como se expone anteriormente, el proceso para la purificación de agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos comprende los pasos a), b) y c). En lo que sigue, se refiere a detalles adicionales de la presente invención y especialmente a los pasos anteriores del proceso para la purificación de agua proporcionando una torta de filtración y calidad de agua mejoradas, dado que se reduce la cantidad de coadyuvantes poliméricos de floculación.

Paso a): provisión de agua y/o lodo y/o sedimento a ser purificada

15 De conformidad con el paso a) del proceso, se proporciona agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenado, en donde el agua y/o lodo y/o sedimento comprende impurezas.

20 El agua y/o lodo y/o sedimento tratado por el proceso es elegido de preferencia de agua residual industrial, agua potable, agua residual urbana, lodo tal como lodo de bahía, lodo de río o cieno o barro cloacal digerido, agua residual o agua de procesos de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, agua residual o agua de procesos en la industria de elaboración de papel, pigmentos, pinturas, o recubrimientos, agua residual agrícola, agua residual de mataderos, agua residual de industrias de cuero, e industrias de curtido de cuero.

En el contexto de la presente invención, el término "agua de proceso" se refiere a cualquier agua que sea necesaria para ejecutar o mantener un proceso industrial. El término "agua residual" se refiere a cualquier agua drenada de su lugar de uso, por ejemplo una planta industrial.

25 El término "lodo, o fango" en el sentido de la presente invención se refiere a todo tipo de lodo por ejemplo lodo primario, lodo biológico, lodo mezclado, lodo cloacal digerido, lodo físico-químico y lodo de origen mineral. En este aspecto, el lodo primario viene del proceso de sedimentación y comprende habitualmente partículas grandes y/o densas. El lodo biológico viene del tratamiento biológico de agua residual y está habitualmente constituido por una mezcla de microorganismos. Estos microorganismos, principalmente bacterias, amalgaman en flóculos bacterianos a través de la síntesis de exopolímeros. Lodo mixto es una mezcla de lodos primarios y biológicos y comprende habitualmente 35 %/p a 45 %/p de lodos primarios y 65 %/p a 55 %/p de lodos biológicos. El lodo cloacal digerido proviene de un paso de estabilización biológica en el proceso denominado digestión y que es realizado habitualmente en lodos biológicos o mezclados. Este puede realizarse a diferentes temperaturas (mesófilico o termofílico) y con o sin presencia de oxígeno (aeróbico o anaeróbico). El lodo físico-químico es el resultado de un tratamiento físico-químico de aguas residuales y está compuesto de flóculos producidos por el tratamiento químico. El lodo mineral es el lodo producido durante procesos minerales tales como el proceso de beneficio de canteras o minería y comprende esencialmente partículas minerales de diversos tamaños).

En el contexto de la presente invención, el término "sedimento" se refiere a cualquier partícula de materiales naturales contenidas en el agua.

40 El agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado comprende, de preferencia, impurezas orgánicas y/o impurezas inorgánicas.

45 De conformidad con el proceso, el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado comprende impurezas inorgánicas. El término "impurezas inorgánicas" en el sentido de la presente invención se refiere a compuestos naturales, cuya concentración en el agua y/o lodo y/o sedimento supera la concentración natural observada típicamente en agua y/o compuestos que no ocurren naturalmente.

50 En particular, muchas impurezas inorgánicas están presentes habitualmente como inorgánicos disueltos, es decir, sustancias inorgánicas en solución, tales como bicarbonatos de calcio y/o magnesio que producen dureza en forma temporal, en tanto los sulfatos y cloruros causan dureza permanente. Otras impurezas inorgánicas presentes en el agua y/o lodo y/o sedimento incluyen dióxido de carbono, que se disuelve en agua para proporcionar ácido carbónico débilmente ácido, sales de sodio, silicatos lixiviados de lechos de ríos arenosos, cloruros de intrusión salina, aluminio de productos químicos dosificados y minerales, fosfatos de fertilizantes, compuestos de fluoruro derivados de aditivos que promocionan dientes fuertes y como descarga de fábricas de aluminio y fertilizantes, compuestos de nitrato y nitrito derivados como escurrimiento del uso de fertilizantes así como filtrado de fosas

sépticas, aguas servidas o cloro derivado de cloración del sistema municipal para combatir enfermedades transportadas por el agua y compuestos de cianuro derivados como descarga de fábricas siderúrgicas y metálicas como también de fábricas de fertilizantes y plásticos.

5 Si el agua y/o lodo y/o sedimentos a ser tratado(s) comprende(n) impurezas de metales pesados, estas incluyen habitualmente componentes de hierro ferroso y férrico derivados de minerales y tuberías de hierro oxidado; compuestos de antimonio derivados como descarga de refinerías de petróleo, resistentes al fuego o electrónicos; compuestos de arsénico derivados de erosión de depósitos naturales, escurrimiento de huertos, escurrimiento de desechos de producción de vidrio y electrónicos; compuestos de bario como descarga de desechos de perforación y de refinerías metálicas; compuestos de berilio derivados de la descarga de refinerías metálicas y fábricas a carbón
10 así como industrias eléctricas, aeroespaciales y de defensa; compuestos de cadmio derivados de procesos de corrosión de tuberías galvanizadas, descarga de refinerías metálicas y escurrimiento de baterías y pinturas residuales; compuestos de cromo derivados de la descarga de fábricas de acero y molinos de pulpa; compuestos de cobalto y níquel derivados de descargas de refinerías metálicas y del escurrimiento de desechos de baterías; compuestos de cobre y plomo derivados de procesos de corrosión de sistemas de plomería domésticos; compuestos
15 de selenio derivados como descarga de refinerías de petróleo y minas tal como minas para extracción de metales o mineral metálico o cualquier otras minas que produzcan lodo contaminado; compuestos derivados de talio como lixiviación de sitios de procesamiento de minerales metálicos o menas así como descarga de electrónicos, industrias de vidrio y fármacos o zinc, o compuestos de mercurio derivados de minería, fundición de metales (como zinc, plomo y cadmio) y producción de acero, así como quema de carbón y ciertos desechos pueden liberar zinc en el ambiente.

20 Además, el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) pueden también comprender impurezas orgánicas. En el contexto de la presente invención, el término "impurezas orgánicas" debe ser interpretado ampliamente e incluye compuestos orgánicos específicos tal como surfactantes, compuestos policíclicos colesterol, o compuestos disruptores endocrinos así como materiales orgánicos más complejos (por ejemplo, materiales orgánicos de microorganismos).

25 Las impurezas en el sentido de la presente invención deberán incluir impurezas orgánicas, inorgánicas, biológicas, minerales o combinaciones de las mismas, donde dichas impurezas pueden estar presentes en forma disuelta, dispersas, o emulsionadas así como en forma coloidal o adsorbida en sólidos, como también en combinaciones de las mismas u otras formas todavía.

30 De preferencia, el agua y/o lodo y/o sedimento que se va a purificar incluye, por lo menos, una de las impurezas orgánicas siguientes que son elegidas del grupo constituido por surfactantes; colesterol; compuestos disruptores endocrinos; aminoácidos; proteínas; carbohidratos; antiespumantes; agentes para clasificación por tamaños elegidos del grupo constituido por dímero alquilceteno (AKD), anhídrido alqueniilsuccínico (ASA), o mezclas del mismo; polivinilacetatos; poliácridatos, en particular látex de poliácridato; copolímeros de estireno butadieno, en particular látex de estireno butadieno; microorganismos; aceites minerales; aceites y grasas vegetales; o cualquier mezcla de
35 los mismos.

En otra modalidad preferida del proceso, las impurezas orgánicas comprenden también resina. El término "resina" ("*pitch*") usado en la presente invención se refiere a un tipo específico de material orgánico generado en la elaboración de papel o proceso de producción de pulpa. La fuente de fibra fundamental en la elaboración de papel es la madera, que es reducida a sus fibras constitutivas durante la producción de pulpa mediante combinaciones de
40 molienda, tratamiento térmico y químico. Durante este proceso se libera la resina natural contenida en la madera en el agua del proceso en forma de gotitas microscópicas. Estas gotitas son denominadas resina. La composición química de la resina se divide, en general, en cuatro clases de componentes lipofílicos: grasas y ácidos grasos; ésteres de esteroles y esteroides; terpenoides; y ceras. La composición química depende del origen de la fibra, tal como, variedad de árbol, y en el crecimiento estacional del que se produce la muestra.

45 Si el componente orgánico es un surfactante, el surfactante puede ser iónico o no-iónico. Si el surfactante es aniónico, puede tener un grupo funcional elegido de carboxilato, sulfato, o sulfonato. Si el surfactante es catiónico, su grupo funcional puede ser un grupo amonio cuaternario.

50 Si el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) comprende(n) compuestos disruptores endocrinos, ellos son elegidos, de preferencia, del grupo que comprende, por ejemplo, hormonas endógenas tales como 17 β -estradiol (E2), estrona (E1), estriol (E3), testosterona o dihidrotestosterona; fito y micohormonas tales como β -sitosterol, genisteína, daidzeína o zeraleon; fármacos tales como 17 β -etinilestradiol (EE2), mestranol (ME), dietilestilbestrol (DES), y productos químicos industriales tales como 4-nonilfenol (NP), 4-terc-octilfenol (OP), bisfenol A (BPA), tributilestaño (TBT), metilmercurio, ftalatos, PAK o PCB.

55 Si el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) comprende(n) antiespumante, puede ser éter de óxido de etilenglicol, un antiespumante a base de aceite de silicona, un antiespumante de éster de ácido graso, o cualquier mezcla de los mismos. El antiespumante puede ser elegido, de preferencia, de sustancias adhesivas (*stickies*). Los

- stickies son componentes que forman potencialmente depósitos que tienen origen en el papel reciclado. Los ejemplos, en general, incluyen gomas, plásticos de fusión a alta temperatura, tintas de impresión y látex. La industria papelería usa diversas cantidades de fibra o papel reciclado como fuente de abastecimiento de papel en la producción de productos de papel terminado. Los papeles reciclados están contaminados con frecuencia con los materiales poliméricos sintéticos esbozados anteriormente y estos materiales poliméricos son denominados *stickies* en la técnica de fabricación de papel. Los *stickies* se diferencian de la resina que es un material resinoso de origen natural de la fracción de extracción de madera. Se hace referencia a E.L. Back y L.H. Allen, "Pitch Control, Wood Resin and Deresination", Tappi Press, Atlanta, 2000, donde se describen *stickies* en detalle.
- Si el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) comprende(n) microorganismos, ellos son elegidos, de preferencia de bacterias, hongos, *archaea* o protistas.
- Los aceites vegetales preferidos son los aceites comestibles tales como aceite de coco, aceite de maíz, aceite de semilla de algodón, aceite de canola, aceite de palma, aceite de soja, aceite de girasol o aceite de linaza.
- La composición exacta del agua y/o lodo y/o sedimento que se va a purificar y, especialmente, la cantidad de impurezas orgánicas e inorgánicas, varía dependiendo del origen del agua contaminada y/o lodo y/o sedimento.
- Paso b): provisión de por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada
- De conformidad con el paso b) del proceso, se provee por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada.
- De acuerdo al proceso, por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico.
- El carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada (CCSM).
- Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de CCM (carbonato de calcio molido o natural). Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende una mezcla de CCP (carbonato de calcio precipitado o sintético) y CCSM.
- En todas las modalidades, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada (CCSM).
- Se entiende que el carbonato de calcio molido (o natural) (CCM) es una forma de carbonato de calcio de origen natural, extraído de rocas sedimentarias tales como piedra caliza o creta, o rocas de mármol metamórfico. Se sabe que el carbonato de calcio existe como tres tipos de polimorfos cristalinos: calcita, aragonita y vaterita. La calcita, el polimorfo cristalino más común, es considerada como la forma cristalina más estable de carbonato de calcio. La aragonita es menos común, tiene una estructura cristalina ortorrómbica en forma de aguja discreta o agrupada. La vaterita es el carbonato de calcio polimorfo menos común y es en general, inestable. El carbonato de calcio molido proviene casi exclusivamente de polimorfo calcítico, que se dice ser trigonal-romboédrico y representa la forma más estable de polimorfos de carbonato de calcio.
- De preferencia, la fuente de carbonato de calcio molido es elegida del grupo que comprende mármol, creta, calcita, dolomía, piedra caliza y mezclas de los mismos. En una modalidad preferida, la fuente de carbonato de calcio es calcita.
- El término "fuente" del carbonato de calcio de conformidad con el significado que tiene en la presente invención, se refiere al material mineral de origen natural del que se obtiene el carbonato de calcio. La fuente del carbonato de calcio puede incluir otros componentes naturales, tales como carbonato de magnesio, silicato de aluminio, etc.
- Adicional o alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio precipitado (CCP). Los polimorfos de carbonato de calcio del tipo CCP incluyen con frecuencia, además de calcitas, polimorfos menos estables de tipo aragonítico, que tienen una forma cristalina acicular, ortorrómbica, y el tipo de vaterita hexagonal, cuya estabilidad es aún menor que la aragonita. Las diferentes formas de CCP pueden ser identificadas de conformidad con sus valores máximos característicos de difracción de rayos X (DRX) de polvo. La síntesis de CCP ocurre más comúnmente por una reacción de precipitación sintética que incluye un paso de poner en contacto dióxido de carbono con una solución de hidróxido de calcio, proporcionado este último con mayor frecuencia para formar una suspensión acuosa de óxido de calcio, conocida también como cal viva, y cuya suspensión es conocida habitualmente como lechada de cal. Dependiendo de las condiciones de reacción, este CCP puede aparecer en diversas formas, las que incluyen tanto polimorfos estables como inestables. En realidad, CCP representa con frecuencia un material de carbonato de calcio termodinámicamente inestable. Cuando es mencionado en el contexto de la presente invención, se entenderá que CCP se refiere a productos de carbonato de calcio sintético obtenidos notablemente por carbonación de una lechada de hidróxido de calcio, mencionada

habitualmente en la técnica como suspensión acuosa de cal o lechada de cal cuando se deriva de partículas de óxido de calcio divididas finamente en agua.

El carbonato de calcio precipitado preferido es elegido de formas cristalinas mineralógicas aragoníticas, vateríticas o calcíticas o de mezclas de las mismas.

5 Adicional o alternativamente, puede hacerse reaccionar en superficie dicho CCM o CCP para formar un carbonato de calcio de superficie modificada, que es un material que comprende CCM y/o CCP y una sal no-carbonato de calcio insoluble, por lo menos parcialmente cristalina que se extiende desde la superficie de por lo menos parte del carbonato de calcio. Tales productos de superficie modificada pueden, por ejemplo, ser preparados de conformidad con los documentos WO 00/39222, WO 2004/083316, WO 2005/121257, WO 2009/074492, EP 2 264 108 A1,
10 EP 2 264 109 A1.

Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie modificada se obtiene haciendo reaccionar un carbonato de calcio natural y/o precipitado con un ácido y con dióxido de carbono previo a la preparación del carbonato de calcio de superficie tratada, en donde el dióxido de carbono es formado *in situ* mediante el tratamiento con ácido y/o es suministrado desde una fuente externa. El tratamiento con ácido puede ser llevado a cabo con un ácido que tenga un pK_a a 25°C de 6 o menos. Si el valor de pK_a a 25°C es 0 o menos, el ácido es elegido de preferencia de ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, o mezclas de los mismos. Si pK_a a 25°C es desde 0 a 2,5, el ácido es elegido de preferencia de H_2SO_3 , $M^+HSO_4^-$ (M^+ es un ion metal alcalino elegido del grupo que comprende sodio y potasio), H_3PO_4 , ácido oxálico o mezclas de los mismos. Si el valor pK_a a 25°C es desde 2,5 a 6, el ácido es elegido, de preferencia, de ácido acético, ácido fórmico, ácido propanoico y mezclas de los mismos. Además, el contenido de los documentos EP 2 264 108 A1 y EP2 264 109 A1 relativos al tratamiento con ácido y al ácido usado para el tratamiento con ácido se incorporan como referencia al presente documento en su totalidad.

En una modalidad preferida especialmente, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada, presente, tienen un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas de 0,01 μm a 250 μm antes del tratamiento de superficie, de preferencia desde 0,06 μm a 225 μm , con mayor preferencia de 1 μm a 200 μm , con mayor preferencia aún de 1 μm a 150 μm y muy preferentemente, de 1 μm a 100 μm , medidos de acuerdo al proceso de sedimentación. Las partículas de carbonato de calcio que tienen un d_{98} de menos de 100 micrones, de preferencia de menos de 85 micrones, pueden ser también convenientes. Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio que tienen un d_{98} de menos de 50 micrones, de preferencia de menos de 25 micrones pueden ser convenientes.

Si el carbonato de calcio de superficie tratada presente comprende carbonato de calcio molido, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas de 0,04 μm a 250 μm antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia desde 0,06 μm a 225 μm , con mayor preferencia aún desde 1 μm hasta 200 μm , con mayor preferencia todavía desde 1 μm hasta 150 μm y muy preferentemente, desde 1 μm hasta 100 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

Si el carbonato de calcio de superficie tratada, presente, comprende carbonato de calcio precipitado, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia, un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas de desde 0,01 μm hasta 10 μm antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia desde 0,02 μm hasta 5 μm , con mayor preferencia aún desde 0,02 μm hasta 2,5 μm y, muy preferentemente, desde 0,02 μm hasta 1 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

Si el carbonato de calcio de superficie tratada, presente, comprende carbonato de calcio de superficie modificada, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia, un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas desde 0,5 μm hasta 150 μm antes del tratamiento de superficie, de preferencia desde 0,5 μm hasta 100 μm , con mayor preferencia desde 0,5 μm hasta 100 μm y muy preferentemente, desde 1 μm hasta 50 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

Como se usa aquí y se define habitualmente en la técnica, el valor " d_{98} " del diámetro mediano de masa de partículas se define como el tamaño al cual 98% (el punto medio) del volumen o masa de las partículas es explicado por las partículas que tienen un diámetro igual al valor especificado. El diámetro mediano de masa fue medido de acuerdo al proceso de sedimentación. El proceso de sedimentación es un análisis del comportamiento de sedimentación en un campo gravimétrico. La medición es hecha con un Sedigraph™ 5100 de Micromeritics Instrument Corporation.

Las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada, presente, tienen, de preferencia, un área superficial específica de desde 1 m^2/g hasta 250 m^2/g antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia de 10 m^2/g hasta 200 m^2/g , con mayor preferencia aún desde 20 m^2/g hasta 150 m^2/g y, muy preferentemente, 30 m^2/g hasta 100 m^2/g , medida usando nitrógeno y el proceso BET. Por ejemplo, las partículas de

carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica desde 40 m²/g hasta 50 m²/g antes del tratamiento de superficie, por ejemplo, un área superficial específica de 45 m²/g. Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada, presente, tienen un área superficial específica desde 50 m²/g hasta 60 m²/g, por ejemplo, un área superficial específica de 56 m²/g.

- 5 Si el carbonato de calcio de superficie tratada, presente, comprende carbonato de calcio molido, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia, un área superficial específica desde 1 m²/g hasta 100 m²/g antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia, 1 m²/g hasta 75 m²/g, con mayor preferencia aún, 1 m²/g hasta 50 m²/g y muy preferentemente, 1 m²/g hasta 20 m²/g, medida usando nitrógeno y el proceso BET.
- 10 Si el carbonato de calcio de superficie tratada, presente, comprende carbonato de calcio precipitado, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia, un área superficial específica de desde 1 m²/g hasta 150 m²/g antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia, 1 m²/g hasta 100 m²/g, con mayor preferencia aún, 1 m²/g hasta 70 m²/g y muy preferentemente, 1 m²/g hasta 50 m²/g, medida usando nitrógeno y el proceso BET.
- 15 Si el presente carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada tienen, de preferencia, un área superficial específica entre 1 m²/g y 250 m²/g antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia entre 1 m²/g y 200 m²/g, con mayor preferencia aún, entre 10 m²/g y 200 m²/g y, muy preferentemente, entre 15 m²/g y 170 m²/g, medida usando nitrógeno y el proceso BET.
- 20 En una modalidad preferida, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada presente, tienen un área superficial específica que varía entre 1 m²/g y 250 m²/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 0,01 µm y 250 µm antes del tratamiento de superficie. De preferencia, el área específica de superficie varía entre 10 m²/g y 200 m²/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 0,06 µm y 225 µm antes del tratamiento de superficie. Con mayor preferencia, el área específica de superficie varía entre 20 m²/g y 150 m²/g y el diámetro mediano de partícula másica varía entre 1 µm y 200 µm antes del tratamiento de superficie. Con mayor preferencia aún, el área específica de superficie varía entre 30 m²/g y 100 m²/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 1 µm y 150 µm antes del tratamiento de superficie. Muy preferentemente, el área específica de superficie varía entre 30 m²/g y 100 m²/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 1 µm y 100 µm antes del tratamiento de superficie. Por ejemplo, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada, presente, tienen un área superficial específica que varía entre 40 m²/g y 50 m²/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 1 µm y 50 µm. Alternativamente, las partículas de carbonato de calcio del carbonato de calcio de superficie tratada presente, tienen un área superficial específica que varía entre 50 m²/g y 60 m²/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 1 µm y 50 µm.
- 30
- 35 De conformidad con el proceso inventivo, por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico.

En este sentido el por lo menos un polímero catiónico comprendido en el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada puede ser elegido de cualquier polímero catiónico que tenga una densidad de carga positiva entre 1 mEq/g y 15 mEq/g. De preferencia, el por lo menos un polímero catiónico es elegido de tal modo que tenga una densidad de carga positiva que se encuentre entre 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y muy preferentemente, que se encuentre entre 5 mEq/g y 10 mEq/g.

Por ejemplo, el por lo menos un polímero catiónico tiene una densidad de carga positiva entre 6 mEq/g y 8 mEq/g y muy preferentemente, entre 6 mEq/g y 7 mEq/g. Alternativamente, por lo menos un polímero catiónico tiene una densidad de carga positiva entre 7 mEq/g y 8 mEq/g.

- 45 Adicional o alternativamente, el por lo menos un polímero catiónico comprendido en el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada es elegido de tal modo que por lo menos 60% de las unidades monoméricas llevan una carga catiónica. De preferencia, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico en el cual por lo menos 70% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, con mayor preferencia por lo menos 80% y con mayor preferencia aún por lo menos 90%. En una modalidad preferida de la presente invención, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico en el cual un equivalente a 100%, de preferencia 100%, de las unidades monoméricas tiene una carga catiónica.
- 50

En una modalidad preferida, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene un peso molecular promedio de masa PM inferior a 1.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 50.000 y 750.000 g/mol, con mayor preferencia aún entre 50.000 y

- 55

650.000 g/mol y muy preferentemente, entre 100.000 y 300.000 g/mol.

En el proceso de la presente invención, el carbonato de calcio de superficie tratada está cubierto con un recubrimiento que comprende un homopolímero y/o un copolímero del por lo menos un polímero catiónico.

5 En una modalidad preferida, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un homopolímero del por lo menos un polímero catiónico. Es decir, el polímero catiónico está constituido sustancialmente, es decir, por una cantidad equivalente o menor al 99,5 %/p de las unidades monoméricas respectivas.

10 En una modalidad preferida, sólo las unidades monoméricas elegidas del grupo constituido por sales de dialildialquilamonio, aminas terciarias, aminas cuaternizadas, iminas cuaternizadas son detectables en el homopolímero.

En una modalidad preferida de la presente invención, el recubrimiento de por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un homopolímero basado en monómeros de sales de dialildialquilamonio. En una modalidad preferida, los monómeros de sales de dialildialquilamonio son cloruro de dialildimetilamonio.

15 En caso de que el polímero catiónico sea un copolímero, se apreciará que el copolímero comprende monómeros copolimerizables con comonómeros apropiados. Siendo de preferencia, el polímero catiónico un copolímero de conformidad con esta invención comprende, de preferencia, unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio y unidades comonoméricas elegidas del grupo constituido por acrilamida, metacrilamida, N,N-dimetilacrilamida, ácido acrílico, ácido, metacrílico, ácido vinilsulfónico, vinil pirrolidona, acrilato de hidroxietilo, estireno, metacrilato de metilo, acetato de vinilo y mezclas de los mismos.

20 Por ejemplo, el recubrimiento del carbonato de calcio de superficie tratada puede comprender un polímero catiónico descrito como polímero peine en el documento US 2009/0270543 A1.

25 En una modalidad preferida, el polímero catiónico es un copolímero preparado a partir de 92%/p de metacrilato de metoxipoli(etilenglicol) de peso molecular de 2.000 g/mol y 8%/p de ácido acrílico y neutralizado al menos parcialmente por soda. En una modalidad más preferida, el polímero catiónico es un copolímero preparado a partir de 92%/p de metacrilato de metacrilato de metoxipoli(etilenglicol) de peso molecular de 2.000 g/mol y 8%/p de ácido acrílico y neutralizado totalmente por soda.

30 Si las unidades de monómeros y/o comonómeros del homopolímero o copolímero son sales de dialildialquilamonio, son elegidas de preferencia del grupo constituido por bromuro de dialildimetilamonio, cloruro de dialildimetilamonio, fosfato de dialildimetilamonio, sulfato de dialildietilamonio, bromuro de dialildietilamonio, cloruro de dialildietilamonio, fosfato de dialildietilamonio, sulfato de dialildietilamonio, bromuro de dialildipropilamonio, cloruro de dialildipropilamonio, fosfato de dialildipropilamonio y sulfato de dialildipropilamonio. En una modalidad preferida, los monómeros de sales de dialildialquilamonio son monómeros de cloruro de dialildimetilamonio.

En una modalidad preferida especialmente, el polímero catiónico es un homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio (PoliDADMAC).

35 Si las unidades de monómeros y/o comonómeros del homopolímero o copolímero son aminas cuaternizadas, ellas son de preferencia productos de reacción de epíclorhidrina tales como poliamina epíclorhidrina.

Si las unidades de monómeros y/o comonómeros del homopolímero o copolímero son iminas cuaternizadas, ellas son, de preferencia, polietileniminas.

40 En una modalidad preferida, el polímero catiónico de esta invención es un copolímero que comprende unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio, y acrilamida o ácido acrílico como unidades comonoméricas.

45 Por ejemplo, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero del por lo menos un polímero catiónico, en donde las unidades de monómeros y/o comonómeros son derivables sólo desde sales de dialildialquilamonio y acrilamida. En una modalidad preferida, el polímero catiónico es un copolímero de esta invención que comprende unidades de monómeros y/o comonómeros derivables sólo desde cloruro de dialildimetilamonio y acrilamida. Alternativamente, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero de al menos un polímero catiónico, en el que las unidades de monómeros y comonómeros son derivables sólo de ácido metacrílico y ácido acrílico.

50 Adicional o alternativamente, el recubrimiento de al menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero de al menos un polímero catiónico, en el que las unidades de monómeros y comonómeros son derivables sólo de ácido acrílico y acrilamida.

ES 2 576 960 T3

- Adicionalmente, se aprecia que el copolímero tiene, de preferencia, un contenido de comonomeros de más de 2,0 %/p y, con mayor preferencia, más de 5 %/p y, con mayor preferencia aún, más de 7,5 %/p. Por ejemplo, el copolímero tiene, de preferencia, un contenido de comonomeros entre 2 %/p y 80 %/p y, con mayor preferencia, entre 5 %/p y 60 %/p y, muy preferentemente, entre 7,5 %/p y 40 %/p. El porcentaje por peso se basa en el peso total del copolímero.
- 5
- En una modalidad preferida, el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende un copolímero, en donde la razón molar entre las unidades monoméricas y unidades comonoméricas es desde 5:1 hasta 1:5, con mayor preferencia, desde 4:1 hasta 1:4, con mayor preferencia aún desde 3:1 hasta 1:3 y muy preferentemente, desde 3:1 hasta 1:1.
- 10
- En una modalidad preferida, el polímero catiónico comprende una mezcla de por lo menos dos polímeros catiónicos. De preferencia, si el polímero catiónico comprende una mezcla de por lo menos dos polímeros catiónicos, un polímero catiónico es un homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio.
- En una modalidad adicional preferida, el polímero catiónico comprende una mezcla de dos polímeros catiónicos, en la que un polímero catiónico es un homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio y el otro se selecciona del grupo constituido por un copolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio y acrilamida.
- 15
- Si el polímero catiónico comprende una mezcla de dos polímeros catiónicos, la razón molar del homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio y el segundo polímero catiónico es de 99:1 hasta 1:99, con mayor preferencia, de 50:1 hasta 1:50, con mayor preferencia aún, de 25:1 hasta 1:25 y muy preferentemente, de 10:1 hasta 1:10. En una modalidad de la presente invención preferida especialmente, la razón molar del homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio y el segundo polímero catiónico es de 90:1 hasta 1:1, con mayor preferencia, de 90:1 hasta 10:1 y muy preferentemente, de 90:1 hasta 50:1.
- 20
- El por lo menos un polímero catiónico está presente, de preferencia, en el recubrimiento que cubre el carbonato de calcio en una cantidad tal que el peso total del por lo menos un polímero catiónico sobre la superficie del carbonato de calcio de superficie tratada es de entre 0,01% p/p y 80% p/p del carbonato de calcio.
- 25
- En una modalidad preferida, el por lo menos un polímero catiónico está presente en el recubrimiento que cubre el carbonato de calcio en una cantidad tal que el peso total de dicho, por lo menos un, polímero catiónico en la superficie del producto de carbonato de calcio de superficie tratada es inferior a 80% p/p, con mayor preferencia, menos de 60% p/p y muy preferentemente, menos de 50% p/p del carbonato de calcio.
- 30
- En otra modalidad preferida, el por lo menos un polímero catiónico está presente en el recubrimiento que cubre por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio en una cantidad de alrededor de 0,1 %/p hasta 30 %/p y con mayor preferencia, de alrededor de 0,1 %/p hasta 20 %/p y con mayor preferencia aún de alrededor de 0,2 %/p hasta 15 %/p y muy preferentemente, de alrededor de 0,2 %/p hasta 10 %/p basado en el peso seco del carbonato de calcio.
- 35
- Alternativamente, por lo menos 10% del área de superficie accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierto con un recubrimiento que comprende el por lo menos un polímero catiónico. En una modalidad preferida, por lo menos 20% del área de superficie accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende el por lo menos un polímero catiónico, de preferencia por lo menos 30% del área de superficie accesible, con mayor preferencia, por lo menos 40% del área de superficie accesible y muy preferentemente, por lo menos 50% del área de superficie accesible. En otra modalidad preferida, por lo menos 75% del área de superficie accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende el por lo menos un polímero catiónico. Por ejemplo, por lo menos 90% del área de superficie accesible de las partículas de carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende el por lo menos un polímero catiónico.
- 40
- En una modalidad preferida, por lo menos 75% del área de superficie accesible al ácido carboxílico alifático de las partículas de carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende un homopolímero basado en cloruro de dialildimetilamonio. En otra modalidad preferida, por lo menos 75% del área de superficie accesible al ácido carboxílico alifático de las partículas de carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende un homopolímero basado en ácido acrílico.
- 45
- En una modalidad preferida, el por lo menos un polímero catiónico tiene una solubilidad en agua superior a 50 g/100 ml de agua, de preferencia superior a 75 g/100 ml de agua, con mayor preferencia aún superior a 100 g/100 ml de agua y muy preferentemente, superior a 150 g/100 ml de agua. En una modalidad preferida especialmente el por lo menos un polímero catiónico es fácilmente soluble en agua.
- 50
- De preferencia, el carbonato de calcio de superficie tratada usado en el proceso presente, se prepara mezclando el

carbonato de calcio molido y/o carbonato de calcio precipitado y/o carbonato de calcio de superficie modificada, de preferencia en forma de lechada, y el polímero catiónico, de preferencia en forma de una suspensión, antes de ser puesto en contacto con el agua para ser tratada. El mezclado puede llevarse a cabo empleando cualquier medio convencional conocido por la persona con conocimientos prácticos.

5 El carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, la forma de un material particulado, y puede tener una distribución por tamaño de partícula en la forma convencional empleada para el(los) material(es) involucrado(s) en el tratamiento de agua contaminada. En general, el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de las partículas del carbonato de calcio de superficie tratada, se encuentra entre 0,01 μm y 250 μm , de preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia, entre 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia aún, entre 1 μm y 150 μm , y muy preferentemente, entre 1 μm y 100 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación. Un carbonato de calcio de superficie tratada que tiene un d_{98} de menos de 100 micrones, de preferencia de menos de 85 micrones puede ser también conveniente. Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada que tiene un d_{98} de menos de 50 micrones, de preferencia, de menos de 25 micrones puede ser conveniente.

15 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas entre 0,04 μm y 250 μm , con mayor preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia aún, entre 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia todavía, entre 1 μm y 150 μm y, muy preferentemente, entre 1 μm y 100 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

20 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas entre 0,01 μm y 10 μm , con mayor preferencia entre 0,02 μm y 5 μm , con mayor preferencia aún, entre 0,02 μm y 2,5 μm y, muy preferentemente, entre 0,02 μm y 1 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

25 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partícula entre 0,5 μm y 150 μm , de preferencia entre 0,5 μm y 100 μm , con mayor preferencia entre 0,5 μm y 100 μm y muy preferentemente, entre 1 μm y 50 μm , medido de acuerdo al proceso de sedimentación. En una modalidad preferida, el carbonato de calcio de superficie tratada puede tener la forma de partículas aglomeradas, con un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partícula entre 0,5 μm y 250 μm y de preferencia entre 0,5 μm y 150 μm medido de acuerdo al proceso de sedimentación.

30 El carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un área superficial específica de 1 m^2/g hasta 250 m^2/g , de preferencia, de 20 m^2/g hasta 200 m^2/g , con mayor preferencia, de 30 m^2/g hasta 150 m^2/g y, muy preferentemente, de 30 m^2/g hasta 100 m^2/g , medida usando nitrógeno y el proceso BET. Por ejemplo, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica desde 40 m^2/g hasta 50 m^2/g , por ejemplo, un área superficial específica de desde 45 m^2/g . Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área superficial específica de desde 50 m^2/g hasta 60 m^2/g , por ejemplo, un área superficial específica de 56 m^2/g .

35 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio molido, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un área superficial específica entre 1 m^2/g y 100 m^2/g , con mayor preferencia, entre 1 m^2/g y 75 m^2/g , con mayor preferencia aún, de 1 m^2/g hasta 50 m^2/g y muy preferentemente, de 1 m^2/g hasta 20 m^2/g , medida usando nitrógeno y el proceso BET.

40 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio precipitado, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un área superficial específica desde 1 m^2/g hasta 150 m^2/g , con mayor preferencia, desde 1 m^2/g hasta 100 m^2/g , con mayor preferencia aún entre 1 m^2/g y 70 m^2/g y muy preferentemente, entre 1 m^2/g y 50 m^2/g , medida usando nitrógeno y el proceso BET.

45 Si el carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada, el carbonato de calcio de superficie tratada tiene, de preferencia, un área superficial específica entre 1 m^2/g y 250 m^2/g antes del tratamiento de superficie, con mayor preferencia, 1 m^2/g y 200 m^2/g , con mayor preferencia aún, 10 m^2/g y 200 m^2/g y muy preferentemente, 15 m^2/g y 170 m^2/g , medida usando nitrógeno y el proceso BET.

50 En una modalidad preferida, el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área específica de superficie que varía entre 1 m^2/g y 250 m^2/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 0,01 μm y 250 μm . De preferencia, el área específica de superficie varía entre 20 m^2/g y 200 m^2/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 0,06 μm y 225 μm . Con mayor preferencia, el área específica de superficie varía entre 30 m^2/g y 150 m^2/g y el diámetro mediano de partícula másica varía entre 1 μm y 200 μm . Con mayor preferencia aún, el área específica de superficie varía entre 30 m^2/g y 100 m^2/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 1 μm y 150 μm . Muy preferentemente, el área específica de

superficie varía entre 30 m²/g y 100 m²/g y el valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas varía entre 1 µm y 100 µm. Por ejemplo, el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada tiene un área específica de superficie que varía entre 40 m²/g y 50 m²/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 1 µm y 50 µm. Alternativamente, el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, tiene una superficie de área específica que varía entre 50 m²/g y 60 m²/g y un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas que varía entre 1 µm y 50 µm.

El carbonato de calcio de superficie tratada a ser usado en el proceso puede estar presente en cualquier forma apropiada, por ejemplo, en forma de gránulos y/o un polvo, o en forma de una torta. De preferencia, el carbonato de calcio de superficie tratada a ser usado en el proceso inventivo tiene forma de polvo y/o forma de gránulos. En una modalidad preferida, el carbonato de calcio de superficie tratada a ser usado en el proceso inventivo tiene forma de polvo. Alternativamente, el carbonato de calcio de superficie tratada a ser usado en el proceso inventivo puede estar presente como una suspensión acuosa, por ejemplo, en forma de una lechada o una pasta que puede ser medida con un transportador sin fin.

Dicha lechada puede comprender, por lo menos, otro polímero catiónico, en donde el polímero catiónico puede ser el mismo polímero catiónico usado para recubrimiento o un polímero catiónico diferente, por ejemplo, un polímero catiónico adicional descrito aquí. Después del recubrimiento, la lechada, puede ser usada directamente, sin purificación adicional, o se puede agregar por lo menos otro polímero catiónico a la lechada.

Una "lechada" o "suspensión" en el sentido de la presente invención comprende sólidos no disueltos, es decir, carbonato de calcio de superficie tratada y agua y opcionalmente, otros aditivos. Las suspensiones contienen habitualmente una gran cantidad de sólidos y son más viscosas y tienen habitualmente mayor densidad que el líquido a partir del cual se forman. Se acepta en la técnica que el término general "dispersión" entre otros, abarca "suspensiones" o "lechadas" como un tipo específico de dispersión.

En una modalidad preferida, el carbonato de calcio de superficie tratada a ser usado en el proceso es suspendido en agua, tal que la lechada tenga un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada que varía entre 1 %/p y 80 %/p y con mayor preferencia entre 3 %/p y 60 %/p y, con mayor preferencia aún, desde 5 %/p a 50 %/p sobre la base del peso de la lechada.

Paso c) poner en contacto el agua y/o lodo y/o sedimento con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada

De conformidad con el paso c) del proceso, el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados provistos en el paso a) son puestos en contacto con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b) para obtener un material compuesto de carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas de diferentes orígenes.

En general, el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados y el carbonato de calcio de superficie tratada pueden ser puestos en contacto por cualquier medio convencional conocido por la persona con conocimientos prácticos.

Por ejemplo, el paso de poner en contacto el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, en donde por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico, de preferencia tiene lugar ya que esa superficie del agua contaminada y/o lodo y/o sedimento es por lo menos cubierta parcialmente con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada. Adicional o alternativamente, el paso de poner en contacto el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada de preferencia tiene lugar ya que el agua contaminada y/o lodo y/o sedimento del paso a) es mezclada con el carbonato de calcio de superficie tratada del paso b). La persona con conocimientos prácticos adaptará las condiciones de mezclado (tales como la configuración de la velocidad de mezclado) de conformidad con sus necesidades y equipo disponible.

De preferencia, el carbonato de calcio de superficie tratada es suspendido en el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratados, por ejemplo, empleando medios para agitación.

El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el contacto del agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada dura entre varios segundos y varios minutos, por ejemplo, 20 s o más, de preferencia 30 s o más, con mayor preferencia, 60 s o más y, muy preferentemente, un período de 120 s o más. En general, la duración del contacto del agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada es determinada por el grado de contaminación del agua y/o lodo y/o sedimento y el agua y/o lodo y/o sedimento específico a ser tratado(s).

5 Se comprende que la cantidad de carbonato de calcio de superficie tratada de conformidad con el presente proceso es elegida de modo que sea suficiente en el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s), es decir, lo suficientemente grande como para proporcionar una actividad de aglutinación eficaz para por lo menos un tipo de impurezas inorgánicas presentes en el agua contaminada y/o lodo y/o sedimento pero al mismo tiempo lo bastante baja como para que no se observe una cantidad significativa de carbonato de calcio de superficie tratada no aglutinado en el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s).

10 La cantidad de carbonato de calcio de superficie tratada depende del tipo de agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s), como también del tipo y cantidad de impurezas. De preferencia, se agrega una cantidad de 10 ppm a 1 %/p y con mayor preferencia, 100 ppm a 0,2 %/p de carbonato de calcio de superficie tratada, basado en el peso total de agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s).

El carbonato de calcio de superficie tratada puede ser agregado como una suspensión acuosa, por ejemplo, la suspensión descrita anteriormente. Alternativamente, puede ser agregado al agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados en cualquier forma sólida apropiada, por ejemplo, en forma de gránulos o un polvo o en forma de una torta.

15 En el contexto de la presente invención, es también posible proporcionar una fase estacionaria, por ejemplo, en la forma de una torta o capa, que comprenda el carbonato de calcio de superficie tratada, el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) que circula a través de la fase estacionaria.

20 En una modalidad preferida, se hace pasar el agua y/o lodo y/o sedimento que se va a purificar a través de un filtro permeable que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada y es capaz de retener, vía exclusión por tamaños, las impurezas inorgánicas en la superficie del filtro a medida que se hace pasar el líquido a través por gravedad y/o al vacío y/o bajo presión. Este proceso es denominado "filtración en superficie".

25 En otra técnica preferida, conocida como filtración en profundidad, un coadyuvante de filtración que comprende una cantidad de conductos tortuosos de diversos diámetros y configuración retiene las impurezas mediante fuerzas moleculares y eléctricas adsorbiendo las impurezas en el carbonato de calcio de superficie tratada que está presente dentro de esos conductos, y/o por exclusión por tamaños, reteniendo las partículas de impurezas si son demasiado grandes para atravesar el espesor de la capa de filtro en su totalidad.

30 Las técnicas de filtración en profundidad y filtración en superficie pueden ser combinadas adicionalmente ubicando la capa de filtración en profundidad sobre la superficie del filtro. Esta configuración tiene la ventaja de que aquellas partículas que de otro modo bloquearían los poros del filtro de superficie son retenidas en la capa de filtración en profundidad.

En una modalidad preferida de la presente invención, el proceso comprende adicionalmente el paso d) de poner en contacto el agua que va a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con por lo menos un coadyuvante polimérico de floculación.

35 En una modalidad preferida de la presente invención, el coadyuvante polimérico de floculación y el carbonato de calcio de superficie tratada son agregados simultáneamente al agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s). En otra modalidad preferida de la presente invención, el coadyuvante polimérico de floculación y el carbonato de calcio de superficie tratada son agregados por separado al agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s). En este caso, el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) son puestos primero en contacto con el carbonato de calcio de superficie tratada y después con el coadyuvante polimérico de floculación.

40 Por ejemplo, el coadyuvante polimérico de floculación es agregado al agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) cuando la adsorción de impurezas en el carbonato de calcio de superficie tratada ha alcanzado su nivel máximo, es decir, no hay más disminución de impurezas inorgánicas en el agua. Sin embargo, también es posible agregar el coadyuvante polimérico de floculación en una etapa anterior, por ejemplo, cuando se ha alcanzado por lo menos 50%, por lo menos 70% o por lo menos 90% de adsorción máxima de impurezas en el carbonato de calcio de superficie tratada.

50 El paso de poner en contacto el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación tiene lugar, de preferencia, cuando la superficie del agua y/o lodo y/o sedimento está cubierta por lo menos parcialmente, ya sea simultáneamente o en forma separada con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación. Adicional o alternativamente, el paso de poner en contacto el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación de preferencia tiene lugar cuando el agua y/o lodo y/o sedimento es mezclada ya sea en forma simultánea o por separado con el carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación. La persona con conocimientos prácticos adaptará las condiciones de

mezclado (tal como la configuración de la velocidad de mezclado) de conformidad con sus requerimientos y el equipo disponible.

5 El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el contacto del agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación oscila entre varios segundos y varios minutos, por ejemplo, 30 s o más, de preferencia 60 s o más, con mayor preferencia, 90 s o más y muy preferentemente, durante un período de 180 s o más. En general, la duración del contacto del agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación es determinada por el grado de contaminación del agua y el agua y/o lodo y/o sedimento específico a ser tratado(s).

10 En una modalidad preferida de la presente invención, se repiten el paso c) y paso d) del proceso una o más veces. En una modalidad preferida de la presente invención, el paso c) y paso d) del proceso se repiten una o más veces. Si el paso c) y paso d) son repetidos una o más veces, el paso c) y paso d) pueden ser repetidos independientemente, es decir, el paso c) puede ser repetido varias veces, en tanto el paso d) es repetido más o menos veces que el paso c) y viceversa. Por ejemplo, el paso c) puede ser repetido dos veces, en tanto el paso d) es repetido una o más de dos veces.

15 En el proceso de la presente invención puede usarse cualquier coadyuvante polimérico de floculación conocido en la técnica. Los ejemplos de coadyuvantes de floculación polimérica preferidos, incluyen poliacrilamidas o polielectrolitos basados en poliacrilatos, poli(cloruro de dialildimetilamonio), polietileniminas, poliaminas o mezclas de estos, y polímeros naturales tales como almidón o polímeros naturales modificados, tales como carbohidratos modificados.

20 En una modalidad preferida, el coadyuvante polimérico de floculación no es poliacrilamida.

25 De preferencia, el coadyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular de masa promedio de por lo menos 100.000 g/mol. En una modalidad preferida tiene un peso molecular de masa promedio, PM que varía entre 100.000 y 10.000.000 g/mol, de preferencia entre 300.000 y 5.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 300.000 y 1.000.000 g/mol y muy preferentemente, entre 300.000 y 800.000 g/mol.

El coadyuvante polimérico de floculación puede ser iónico o no iónico. De preferencia, el coadyuvante polimérico de floculación es iónico, es decir, un coadyuvante polimérico de floculación aniónico o un coadyuvante polimérico de floculación catiónico.

30 En el contexto de la presente invención, el término "catiónico" se refiere a todo polímero que tiene una carga global positiva. En consecuencia, no se excluye la presencia de algunas unidades monoméricas aniónicas en tanto hayan todavía suficientes unidades monoméricas catiónicas que provean una carga global positiva y que posibiliten su uso como coadyuvante de floculación. Además, el término "coadyuvante polimérico catiónico de floculación" comprende también esos polímeros que tienen unidades monoméricas con grupos funcionales que se vuelven catiónicos al ser agregados al agua a ser tratada, por ejemplo, grupos amina que se convierten en grupos amonio en agua ácida.

35 El término "aniónico" se refiere a todo polímero que tenga una carga global negativa. Por consiguiente, no se excluye la presencia de algunas unidades monoméricas catiónicas en tanto estén presentes todavía suficientes unidades monoméricas aniónicas que proporcionen una carga global negativa y posibilitando su uso como un coadyuvante de floculación. Además, el término "coadyuvante de floculación polimérico aniónico" comprende también esos polímeros que tienen unidades monoméricas con grupos funcionales que se tornan aniónicos al ser agregados al agua a ser tratada, por ejemplo, grupos ácidos tales como grupos de ácido sulfónico.

Un coadyuvante polimérico de floculación preferido de la presente invención es poliacrilamida. Mediante modificaciones apropiadas conocidas por la persona con conocimientos prácticos, la poliacrilamida puede ser usada tanto como coadyuvante polimérico de floculación catiónico como también como un coadyuvante polimérico de floculación aniónico.

45 De preferencia, la poliacrilamida contiene por lo menos 50 mol-%, con mayor preferencia, por lo menos 60 mol-%, con mayor preferencia aún, por lo menos 75 mol-% unidades monoméricas derivadas de acrilamida.

Una poliacrilamida aniónica, es decir, una poliacrilamida que tiene una carga global negativa, puede ser obtenida introduciendo unidades comonoméricas apropiadas, por ejemplo, derivadas de ácido (meta)acrílico.

50 Una poliacrilamida catiónica, es decir, una poliacrilamida que tiene una carga global positiva, puede ser obtenida introduciendo unidades comonoméricas apropiadas, por ejemplo, derivadas desde (meta)acrilatos de aminoalquilo tales como (meta)acrilato de dimetilaminometilo, (meta)acrilato de dimetilaminoetilo, (meta)acrilato de dimetilaminopropilo, (meta)acrilato de dietilaminometilo, (meta)acrilato de dietilaminoetilo o (meta)acrilato de

dietilaminopropilo que pueden ser cuaternizados con haluros de alquilo.

En otra modalidad preferida, en el proceso se usa poliacrilato como coadyuvante polimérico de floculación preferido. De preferencia, el poliacrilato es usado como un coadyuvante polimérico de floculación catiónico. Más específicamente, el poliacrilato usado como floculante polimérico catiónico no tiene acrilamida.

5 De preferencia, el poliacrilato contiene por lo menos 50 mol-%, con mayor preferencia, por lo menos 60 mol-%, con mayor preferencia aún por lo menos 75 mol-% unidades monoméricas derivadas desde (meta)acrilatos de aminoalquilo tales como (meta)acrilato de dimetilaminometilo, (meta)acrilato de dimetilaminoetilo, (meta)acrilato de dimetilaminopropilo, (meta)acrilato de dietilaminometilo, (meta)acrilato de dietilaminoetilo o (meta)acrilato de dietilaminopropilo que pueden ser cuaternizados por haluros de alquilo. Alternativamente, el coadyuvante polimérico de floculación puede ser un polímero como el descrito como polímero peine en el documento US 2009/0270543 A1.

10 En una modalidad preferida, el coadyuvante polimérico de floculación es un copolímero preparado desde 92 %/p metacrilato de metoxipolietilenglicol de peso molecular de 2.000 g/mol y 8 %/p ácido acrílico y neutralizado, por lo menos parcialmente por soda. En otra modalidad preferida, el coadyuvante polimérico de floculación es un copolímero preparado desde 92 %/p metacrilato de metoxipolietilenglicol de peso molecular de 2.000 g/mol y 8 %/p de ácido acrílico y neutralizado totalmente por soda.

15 Opcionalmente, se pueden agregar otros aditivos al agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s). Estos podrían incluir agentes de ajuste de pH y floculantes convencionales tales como poli(cloruro de aluminio), cloruro de hierro o sulfato de aluminio. Sin embargo, en una modalidad preferida, el proceso de purificación de agua y/o el proceso de drenado de lodo y/o sedimento de la presente invención no usan coadyuvantes inorgánicos de floculación convencionales adicionales, tales como poli(cloruro de aluminio), cloruro de hierro o sulfato de aluminio.

20 Después de haberse completado el contacto/floculación, el material compuesto floculado puede ser retirado desde el agua tratada empleando medios de separación convencionales conocidos por la persona con conocimientos prácticos tales como filtración, sedimentación y/o centrifugación.

25 En un enfoque alternativo, se hace pasar, de preferencia, el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados a través de un filtro permeable que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada y que es capaz de retener las impurezas en la superficie del filtro, mediante exclusión por tamaño, a medida que se hace pasar el filtrado por gravedad y/o al vacío y/o bajo presión. Este proceso es denominado "filtración en superficie".

30 De acuerdo con la presente invención, el proceso para la purificación del agua y/o el drenado de lodo y/o sedimento es apropiado para reducir eficazmente la cantidad de coadyuvante polimérico de floculación contenido en una muestra de agua purificada agua y/o muestra de lodo y/o sedimento drenado.

35 En una modalidad preferida, el agua y/o lodo y/o sedimento obtenido(s) mediante el proceso contiene(n) una cantidad de coadyuvante polimérico de floculación de por lo menos 10 %/p y, de preferencia, por lo menos 20 %/p y, con mayor preferencia, por lo menos 30 %/p y, con mayor preferencia aún, por lo menos 40 %/p y, con mayor preferencia todavía, por lo menos 50 %/p y muy preferentemente, por lo menos 60 %/p por debajo de la cantidad de coadyuvante de floculación libre contenido en el agua y/o lodo y/o sedimento correspondientes tratada del mismo modo pero en ausencia del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada. Por ejemplo, el agua y/o lodo y/o sedimento obtenido(s) mediante el proceso de la presente invención contiene una cantidad de coadyuvante polimérico de floculación de por lo menos 70 %/p y, de preferencia, por lo menos 80 %/p y, muy preferentemente, por lo menos 90 %/p por debajo de la cantidad de coadyuvante de floculación libre contenido en el agua y/o lodo y/o sedimento correspondiente(s) tratado del mismo modo pero en ausencia del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada.

40 El uso del proceso para la purificación del agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos proporciona una cantidad de propiedades mejoradas. En primer lugar, el uso inventivo proporciona una excelente actividad de aglutinación de impurezas cuando el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada es aplicado, por lo menos parciamente, a la superficie del agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) o mezclado con el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s). Además, el uso del proceso proporciona un material compuesto de carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas que pueden ser retiradas fácilmente del medio a ser tratado. Además, la aglutinación de impurezas mediante el proceso inventivo da como resultado una buena calidad de limpieza tanto del agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado(s) como de la torta de filtración obtenida. Otra ventaja del proceso está en el hecho de que el carbonato de calcio de superficie tratada utilizado disminuye la cantidad de coadyuvante polimérico de floculación en el agua y/o lodo y/o sedimento tratados y disminuye así la alteración del equilibrio ecológico. Otra ventaja del proceso es el aumento de calidad de la torta de filtración obtenida, de modo que la eliminación posterior consume menos energía.

Dependiendo de los requerimientos específicos y/o las propiedades químicas y físicas respectivas del agua y/o lodo

5 y/o sedimento a ser tratado(s), el carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación opcional a ser usado de conformidad con el proceso pueden ser aplicados tanto en forma separada como en una mezcla completa. En forma de una adición medida por separado de los componentes individuales del carbonato de calcio de superficie tratada y el coadyuvante polimérico de floculación opcional, se puede ajustar individualmente la razón de concentración dependiendo del agua y/o lodo y/o sedimento presentes a ser tratado(s). El agua y/o lodo y/o sedimento pueden ser tratados con el carbonato de calcio de superficie tratada formulado, por ejemplo, como formulación tal como, una lechada, un polvo o gránulos.

10 Son factibles aplicaciones para la purificación de agua y el drenado de lodos y/o sedimentos originados en diferentes industrias tales como aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales urbanas, lodos, tales como lodo de bahía, lodo de ríos, lodo costero, o fango o lodo cloacal digerido, agua residual o agua de procesos de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, agua residual o agua de procesos industriales en la industria de elaboración de papel, pigmentos, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, aguas residuales en la industria del cuero y del curtido de cuero.

15 En una modalidad preferida, el carbonato de calcio de superficie tratada puede ser usado también convenientemente para neutralizar o amortiguar el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado, tales como aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales urbanas, lodos, tales como lodo de bahía, lodo de ríos, lodo costero, o fango o lodo cloacal digerido, agua residual o agua de procesos de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, aguas residuales o agua de procesos industriales en la industria de elaboración de papel, pigmentos, pinturas o recubrimientos, aguas residuales agrícolas, aguas residuales de mataderos, aguas residuales en la industria del cuero y del curtido de cuero.

20 Dados los excelentes resultados del proceso en la purificación del agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos tales como los definidos anteriormente, un aspecto de la presente invención es el uso del carbonato de calcio de superficie tratada en la purificación del agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos. De conformidad con otro aspecto de la presente invención, se provee el uso del carbonato de calcio de superficie tratada para disminuir la cantidad de coadyuvantes de floculación poliméricos en agua y/o lodos y/o sedimentos.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un material compuesto que comprende el carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas.

30 De preferencia, el material compuesto comprende además un coadyuvante polimérico de floculación como se definió anteriormente. Cuando se usa el carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación como se definió anteriormente, se ha descubierto, sorprendentemente, que se obtiene un material compuesto floculado de compactación mejorada en tanto la concentración de coadyuvante polimérico de floculación en el filtrado disminuye considerablemente.

Si se separa el material compuesto floculado del agua y/o lodo y/o sedimento por filtración, sedimentación y/o centrifugación, el material compuesto puede estar presente en la forma de una torta de filtración.

35 Respecto a la definición del carbonato de calcio de superficie tratada y modalidades preferidas del mismo, se hace referencia a las declaraciones hechas anteriormente al tratar los detalles técnicos del proceso de la presente invención.

Los ejemplos siguientes pueden ilustrar adicionalmente la invención pero no pretenden restringir la invención a las modalidades ejemplificadas.

40 **EJEMPLOS**

Procesos de medición

Para evaluar los parámetros dados en los ejemplos y reivindicaciones, se usaron los procesos de medición que siguen.

Área superficial específica BET de un material

45 El área superficial específica BET fue medida empleando el proceso BET de conformidad con ISO 9277 usando nitrógeno, después del acondicionamiento de la muestra por calentamiento a 250°C durante un período de 30 minutos. Antes de tales mediciones, la muestra fue filtrada, enjuagada y secada a 110°C en un horno durante por lo menos 12 horas.

50 Distribución de tamaños de partículas (% de masa de partículas con un diámetro < X) y diámetro mediano de masa (d_{50}) de un material particulado

Se determinó el diámetro mediano másico de granos y la distribución de diámetros medianos másico de granos de un material particulado empleando el proceso de sedimentación, es decir, un análisis de comportamiento de sedimentación en un campo gravitacional. La medición fue realizada empleando Sedigraph™ 5100.

- 5 El diámetro mediano másico de granos del carbonato de calcio de superficie tratada fue determinado usando un sistema de difracción con láser: Malvern Mastersizer 2000 Laser Diffraction System.

Los procesos e instrumentos son conocidos por la persona con conocimientos prácticos y se usan habitualmente para determinar el tamaño de partícula de rellenos y pigmentos. Las mediciones fueron realizadas en una solución acuosa de 0,1 %/p y $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Las muestras fueron dispersadas usando un agitador a alta velocidad y ultrasonido.

Área superficial accesible

- 10 Se puede determinar el área superficial accesible del carbonato de calcio empleando el proceso descrito en la publicación de Papirer, Schultz y Turchi (Eur. Polym. J., Vol. 20, No. 12, págs. 1155-1158, 1984).

Turbidez

La turbidez de las muestras de agua se mide usando un fotómetro estándar de acuerdo a procedimientos habituales.

Medición de pH

- 15 El pH de las muestras de agua fue medido usando un medidor de pH estándar a 25°C, aproximadamente.

Alcalinidad

Se midió la alcalinidad de las muestras de agua usando procedimientos de titulación estándar.

Oxidabilidad

La oxidabilidad de las muestras de agua se mide usando el método muy conocido CSB con dicromato de potasio.

20 Ejemplo 1

- 25 El ejemplo ilustrativo siguiente implica el uso de un carbonato de calcio de superficie tratada combinado con un coadyuvante polimérico de floculación para la purificación de dos muestras de lodos diferentes. El carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor d_{50} de diámetro medio de masa de partícula de 1,6 μm (medido de acuerdo al proceso de sedimentación) y un área superficial específica de 45 m^2/g (medida usando nitrógeno y el proceso BET), antes del tratamiento de la superficie. El carbonato de calcio natural de superficie tratada está cubierto con un recubrimiento que comprende poliacrilato que tiene una densidad de carga catiónica de 7 mEq/g . El poliacrilato está presente en el recubrimiento en una cantidad de 0,95 %/p sobre la base del peso del carbonato de calcio en seco. Como coadyuvante polimérico de floculación, se usó el coadyuvante de floculación FLOPAM™ FB 608 (disponible en el comercio, de SNF Floerger, Francia).

- 30 El proceso de purificación fue ejecutado en una muestra de lodo mixto (una mezcla de lodo primario y biológico) de STEP Collombey-Muraz y una muestra de fango cloacal digerido de STEP AIEE Penthaz. Se agregó la muestra de lodo respectiva (200 ml) a una lechada de carbonato de calcio de superficie tratada con un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada de 44,2 %/p sobre la base del peso total de la lechada. Después de agitación manual, se completó la floculación agregando el coadyuvante polimérico de floculación. El coadyuvante polimérico de floculación fue usado en forma de una suspensión con un contenido de floculante de 0,5 %/p sobre la base del peso total de la suspensión. Se monitoreó el contenido de coadyuvante de floculación en la muestra para las muestras de lodo respectivas. Las Tablas 1 y 2 resumen los detalles de las cantidades de carbonato de calcio de superficie tratada utilizadas y la disminución de coadyuvante polimérico de floculación medido.
- 35

Tabla 1. Resultados del lodo mixto

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	33	41,7
5,0	126,3	1,2	25	30,3
10,0	252,6	2,4	18	22,2
15,0	378,9	3,6	18	22,2
20,0	505,2	4,8	18	22,2
kg/TMS significa kg por tonelada de masa seca.				

Tabla 2. Resultados del lodo cloacal digerido

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	38	51,8
5,0	136,2	1,3	26	35,4
10,0	272,5	2,6	22	29,9
15,0	408,7	3,9	22	29,9
20,0	545,0	5,2	22	29,9

- 5 Durante el proceso de purificación de muestras tanto del lodo mixto como del lodo cloacal digerido tratados con una combinación del carbonato de calcio de superficie tratada y un coadyuvante polimérico de floculación, se obtuvo una disminución de concentración de entre alrededor de 42 y 47% para el coadyuvante polimérico de floculación. Se puede concluir, por consiguiente, que durante el proceso de purificación se requiere una cantidad reducida de coadyuvante polimérico de floculación.

10 **Ejemplo 2**

El ejemplo ilustrativo siguiente implica el uso de un carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación para la purificación de dos muestras de lodos diferentes. El carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor d_{50} de diámetro medio de peso de partícula de 2,0 μm (medido de acuerdo al proceso de sedimentación) y un área superficial específica de 56 m^2/g (medida usando nitrógeno y el proceso BET), antes del tratamiento de superficie. El carbonato natural de superficie tratada está cubierto con un recubrimiento que comprende poli(cloruro de dialildimetilamonio) con una densidad de carga catiónica de 6,2 mEq/g . El poli(cloruro de dialildimetilamonio) está presente en el recubrimiento en una cantidad de 1,5 %/p sobre la base del peso del carbonato de calcio seco. Como coadyuvante polimérico de floculación, se usó el coadyuvante de floculación FLOPAM™ FB 608 disponible en el comercio (disponible en SNF Floerger, Francia).

El proceso de purificación fue realizado en una muestra de lodo mixto (una mezcla de lodo primario y biológico) tomada de STEP Collombey-Muraz y una muestra de lodo cloacal digerido tomada de STEP AIEE Penthaz. Se agregó una muestra del lodo respectivo (200 ml) a una lechada de carbonato de calcio de superficie tratada con un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada de 31,0 %/p sobre la base del peso total de la lechada. Después de agitación manual, se completó la floculación agregando el coadyuvante polimérico de floculación. El coadyuvante polimérico de floculación fue usado en la forma de una suspensión con un contenido de coadyuvante de floculación de 0,5 %/p sobre la base del peso total de la suspensión. Se monitoreó el contenido de coadyuvante polimérico de floculación en la muestra para las muestras de lodo respectivas. Las tablas 3 y 4 resumen los detalles de las cantidades de carbonato de calcio de superficie tratada utilizadas y la disminución de coadyuvante polimérico de floculación medida.

Tabla 3. Resultados del lodo mixto

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	33	41,7
5,0	126,3	1,9	15	19,8
CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
10,0	252,6	3,8	13	16,4
15,0	378,9	5,7	11	13,9
20,0	505,2	7,6	11	13,9

Tabla 4. Resultados del lodo cloacal digerido

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	38	51,8
5,0	136,2	2,0	24	32,7
10,0	272,5	4,1	18	24,5
15,0	408,7	6,1	15	20,4
20,0	545,0	8,2	15	20,4

Durante el proceso de purificación del lodo mixto como también de las muestras de lodo cloacal digerido tratadas con una combinación del carbonato de calcio de superficie tratada y un coadyuvante polimérico de floculación, se observó una disminución de concentración de entre alrededor de 61 y 67% para el coadyuvante polimérico de floculación. Se puede concluir así que durante el proceso de purificación se requiere una cantidad reducida de coadyuvante polimérico de floculación.

Ejemplo 3

El ejemplo ilustrativo siguiente involucra el uso de un carbonato de calcio modificado, es decir, el carbonato de calcio no está cubierto por un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico, en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación para la purificación de muestras de lodos diferentes. Dicho carbonato de calcio modificado tiene un valor d_{50} de diámetro medio de partícula de masa de 1,6 μm (medido de acuerdo al proceso de sedimentación) y un área de superficie específica de 45 m^2/g (medida usando nitrógeno y el proceso BET), antes del tratamiento de superficie. Como coadyuvante polimérico de floculación, se usó el coadyuvante de floculación FLOPAM™ FB 608 disponible en el comercio (disponible en SNF Floerger, Francia).

El proceso de purificación fue ejecutado en un lodo mixto (una mezcla de lodo primario y biológico) en muestras tomadas de STEP Collombey-Muraz y una muestra de lodo cloacal digerido de STEP AIEE Penthaz. Se agregó una muestra de 200 ml del lodo respectivo a una lechada de carbonato de calcio modificado con un contenido de carbonato de calcio de superficie tratada de 31,8 %/p sobre la base del peso total de la lechada. Después de agitación manual, se completó la floculación agregando el coadyuvante polimérico de floculación. El coadyuvante polimérico de floculación fue usado en la forma de una suspensión con un contenido de coadyuvante de floculación de 0,5 %/p sobre la base del peso total de la suspensión. Se monitoreó el contenido de coadyuvante polimérico de floculación en la muestra para las muestras respectivas de lodo. Las tablas 5 y 6 resumen los detalles de las cantidades de carbonato de calcio de superficie tratada utilizadas y la disminución de coadyuvante polimérico de floculación medida.

Tabla 5. Resultados del lodo mixto

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	33	41,7
5,0	126,3	0	30	37,7
10,0	252,6	0	28	35,4
15,0	378,9	0	26	32,8
20,0	505,2	0	26	32,8

Tabla 6. Resultados del lodo cloacal digerido

CCSM [g]	CCSM [kg/TMS]	Polímero catiónico [kg/TMS]	Coadyuvante polimérico de floculación [ml]	Coadyuvante polimérico de floculación [kg/TMS]
0,0	0,0	0	38	51,8
5,0	136,2	0	36	49,0
10,0	272,5	0	33	44,9
15,0	408,7	0	33	44,9
20,0	545,0	0	33	44,9

Durante el proceso de purificación de las muestras de lodo mixto y lodo cloacal digerido tratadas con una

combinación del carbonato de calcio modificado y un coadyuvante polimérico de floculación, se obtuvo una disminución de concentración de entre 13 y 21% para el coadyuvante polimérico de floculación.

5 Se puede concluir, en general, que el uso de carbonato de calcio modificado en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación tiene sólo ligeros efectos en la cantidad de coadyuvante polimérico de floculación requerida para completar la floculación, es decir bajo 21%. Contrastando con esto, el carbonato de calcio de superficie tratada de la invención alcanza una disminución de coadyuvante polimérico de floculación de hasta 79% comparado con la concentración inicial.

Ejemplo 4

10 El ejemplo ilustrativo siguiente implica el uso de diferentes cantidades de un carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación para la purificación de agua de río. El carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor d_{50} de diámetro medio de partícula de masa de 2,0 μm (medido de acuerdo al proceso de sedimentación) y un área superficial específica de 56 m^2/g (medida usando nitrógeno y el proceso BET), antes del tratamiento de superficie. El carbonato de calcio natural de superficie tratada está cubierto con un recubrimiento que comprende poli(cloruro de dialildimetilamonio) con una densidad de carga catiónica de 6,2 mEq/g . El poli(cloruro de dialildimetilamonio) está presente en el recubrimiento en una cantidad de 1,5 %/p sobre la base del peso seco del carbonato de calcio. Se usó como coadyuvante polimérico de floculación, el coadyuvante de floculación Nerolan AG 580 disponible en el comercio (disponible en Nerolan Wassertechnik GmbH, Alemania). Nerolan AG 580 representa un poliacrilato libre de acrilamida.

20 Como ejemplo comparativo, se usó sulfato de aluminio combinado con una poliacrilamida como coadyuvante polimérico de floculación. Se usó como coadyuvante polimérico de floculación, el coadyuvante de floculación Praestol 650 TR disponible en el comercio (disponible en Ashland Deutschland GmbH, Alemania).

25 El proceso de purificación fue realizado en agua del río Neva en Rusia en muestras tomadas de una presa de derivación de agua. Se agregaron diferentes cantidades de carbonato de calcio de superficie tratada y 10 ppm de sulfato de aluminio, respectivamente, y alrededor de 450 ml de la muestra de agua. Después de agitación a 400 U/min por cerca de 30 s, se completó la floculación agregando el coadyuvante polimérico de floculación respectivo. La tabla 7 resume los detalles de las cantidades de carbonato de calcio de superficie tratada utilizadas, las cantidades de coadyuvante polimérico de floculación utilizadas y los resultados químicos y físicos de la purificación.

30 Tabla 7

		Inicio	CE	IE1	IE2	IE3	IE.4
Agua de río	MI		500	500	500	500	500
Sulfato de aluminio (Al_2SO_3)	ppm		10				
Poliacrilamida (como coadyuvante polimérico de floculación, Praestol 650 TR)	ppm		7				
CCSM (VP-211068 OJB1)	ppm			400	450	600	200
PolyDadmac en CCSM	%/p			1,5	1,5	1,5	1,5
PolyDadmac (de CCSM, 10%)	ppm			6	6,75	9	3
Poliacrilato (Nerolan AG 580)	ppm			2	2	2	1
Velocidad de mezclado	UPM		400	400	400	400	400
Tiempo de mezclado	S		30	30	30	30	30

		Inicio	CE	IE1	IE2	IE3	IE.4
turbiedad [mg/l]		0,90	0,25	0,40	0,30	0,25	0,25
pH		7,70	6,60	8,50	8,30	8,45	8,40
alcalinidad [mmol/l]		0,45	0,25	0,73	0,74	0,75	0,75
oxidabilidad [mg/l]		7,10	3,00	5,00	4,10	3,80	3,20

5 En general, puede concluirse que el uso del carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación tiene un efecto positivo en la calidad del agua obtenida por el proceso de purificación.

Ejemplo 5

10 El ejemplo ilustrativo siguiente implica el uso de un carbonato de calcio de superficie tratada en combinación con un coadyuvante polimérico de floculación para la purificación de agua de un río en el que dicho coadyuvante de floculación se añade en dos porciones. El carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio modificado y tiene un valor d_{50} de diámetro medio de partícula de masa de 2,0 μm (medido de acuerdo al proceso de sedimentación) y un área superficial específica de 56 m^2/g (medida usando nitrógeno y el proceso BET), antes del tratamiento de superficie. El carbonato de calcio natural de superficie tratada se cubre con un recubrimiento que comprende poli(cloruro de dialildimetilamonio) con una densidad de carga catiónica de 6,2 mEq/g. El poli(cloruro de dialildimetilamonio) está presente en el recubrimiento en una cantidad de 1,5 %/p sobre la base del peso seco del carbonato de calcio. Se usó como coadyuvante polimérico de floculación, el coadyuvante de floculación Nerolan AG 580 disponible en el comercio (disponible en Nerolan Wassertechnik GmbH, Alemania). Nerolan AG 580 representa un poliacrilato libre de acrilamida.

20 El proceso de purificación fue realizado en una muestra de lodo del río Elba tomada cerca de Hamburgo, Alemania. El contenido sólido del lodo del río se adaptó a 17 g/l. Se añadieron 45 ppm del carbonato de calcio de superficie tratada al lodo del río en condiciones de agitación a 350 rpm durante 5 segundos. Se añadió el coadyuvante polimérico de floculación en cantidades de 2000 ppm. La adición puede hacerse en una o dos porciones. La mezcla final se dejó reposar durante 60 segundos y se examinó por inspección visual.

25 El sobrenadante era claro sin partículas visibles aparentes. La sedimentación mostró una separación apropiada entre sólido y líquido. La estabilidad del lodo sedimentado era muy buena y se determinó como se describe a continuación. La mezcla depositada se vertió 10 veces de un vaso de precipitados de vidrio a otro y finalmente la mezcla se filtró sobre un tamiz de 200 μm . El filtrado se examinó por inspección visual. Si el filtrado permaneció claro, la estabilidad del lodo sedimentado se consideró muy buena. Si el filtrado muestra estar turbio entonces la estabilidad del lodo sedimentado es menos estable dependiendo del grado de turbidez del filtrado.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso de un carbonato de calcio de superficie tratada para la purificación del agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, en el que por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta por un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico, en el que el carbonato de calcio de superficie tratada comprende un carbonato de calcio de superficie modificada que ha sido procesado con polímeros catiónicos a través de un paso de tratamiento adicional, y en el que el carbonato de calcio de superficie modificada se obtiene haciendo reaccionar un carbonato de calcio natural y/o un carbonato de calcio precipitado con un ácido y con dióxido de carbono antes de la preparación del carbonato de calcio de superficie tratada, en el que el dióxido de carbono se forma *in situ* mediante el tratamiento con ácido y/o se suministra a partir de una fuente externa.
- 10 2. Uso de conformidad con la reivindicación 1, donde las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, tienen un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas de entre 0,01 μm y 250 μm , de preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia, entre 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia aún, entre 1 μm y 150 μm y, muy preferentemente, entre 1 μm y 100 μm y/o las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica de entre 1 y 250 m^2/g , con mayor preferencia, entre 20 y 200 m^2/g , con mayor preferencia aún, entre 30 y 150 m^2/g y, muy preferentemente, entre 30 y 100 m^2/g .
- 15 3. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene una densidad de carga positiva que se encuentra entre 1 mEq/g y 15 mEq/g, con mayor preferencia entre 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y, muy preferentemente, entre 5 mEq/g y 10 mEq/g y/o el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico en el que por lo menos 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, de preferencia por lo menos 70%, con mayor preferencia por lo menos 80%, con mayor preferencia aún por lo menos 90% y muy preferentemente, igual a 100%.
- 20 4. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene un peso molecular promedio de masa PM inferior a 1.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 50.000 y 750.000 g/mol, con mayor preferencia aún, entre 50.000 y 650.000 g/mol y muy preferentemente, entre 100.000 y 300.000 g/mol.
- 25 5. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que es un homopolímero basado en unidades monoméricas elegidas del grupo constituido por sales de dialildialquilamonio; aminas terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas, de preferencia sales de dialildialquilamonio.
- 30 6. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que es un copolímero basado en unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio y unidades de comonomeros elegidas del grupo constituido por acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetilacrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxietilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos.
- 35 7. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde por lo menos 10% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, de preferencia por lo menos 20% del área de superficie accesible, con mayor preferencia, por lo menos 30%, con mayor preferencia aún, por lo menos 40% y muy preferentemente, por lo menos 50% del área de superficie accesible.
- 40 8. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada está en forma de polvo y/o en forma de gránulos o en forma de una lechada.
- 45 9. Uso de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el carbonato de calcio de superficie tratada se usa en combinación con por lo menos un coadyuvante polimérico de floculación.
- 50 10. Uso de conformidad con la reivindicación 9, donde el coadyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular promedio de masa PM de entre 100.000 y 10.000.000 g/mol, de preferencia, entre 300.000 y 5.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 300.000 y 1.000.000 g/mol y muy preferentemente, entre 300.000 y 800.000 g/mol y/o el coadyuvante polimérico de floculación es no iónico o iónico, de preferencia, un polímero catiónico o aniónico elegido de poli(acrilamidas, poli(acrilatos, poli(cloruro de dialildimetilamonio), polietileniminas, poliaminas, almidones y mezclas de los mismos
11. Material compuesto que comprende un carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas que puede

obtenerse mediante un proceso para la purificación del agua y/o el drenado de lodos y/o sedimentos, comprendiendo dicho proceso los pasos siguientes de:

a) proporcionar agua para ser purificada y/o lodo y/o sedimento para ser drenados que comprenden impurezas;

5 b) proporcionar por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, en donde por lo menos 1% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende por lo menos un polímero catiónico, y

10 c) poner en contacto el agua y/o lodo y/o sedimento del paso a) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b) para obtener un material compuesto de carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas, en el que el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende carbonato de calcio de superficie modificada que se ha procesado con polímeros catiónicos a través de un paso de tratamiento adicional, y

en el que el carbonato de calcio de superficie modificada se obtiene haciendo reaccionar un carbonato de calcio natural y/o un carbonato de calcio precipitado con un ácido y con dióxido de carbono antes de la preparación del carbonato de calcio de superficie tratada, en el que el dióxido de carbono se forma *in situ* mediante el tratamiento con ácido y/o se suministra a partir de una fuente externa.

15 12. Material compuesto de conformidad con la reivindicación 11, donde el agua y/o lodo y/o sedimento del paso a) es elegido de agua residual industrial, agua potable, agua residual urbana, lodo tal como lodo de bahía, lodo de río, lodo costero o lodo cloacal digerido, agua residual o agua de procesos de fábricas de cerveza u otras industrias de bebidas, agua residual o agua de procesos de industrias papeleras, industrias de pigmentos, pinturas, o recubrimientos, agua residual agrícola, agua residual de mataderos, agua residual de industrias de cuero e
20 industrias de curtido de cuero.

25 13. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 ó 12, donde las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada, tienen un valor d_{50} de diámetro mediano de masa de partículas de entre 0,01 μm y 250 μm , de preferencia entre 0,06 μm y 225 μm , con mayor preferencia, entre 1 μm y 200 μm , con mayor preferencia aún, entre 1 μm y 150 μm y, muy preferentemente, entre 1 μm y 100 μm y/o las partículas de carbonato de calcio del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada tienen un área superficial específica de entre 1 y 250 m^2/g , con mayor preferencia, entre 20 y 200 m^2/g , con mayor preferencia aún, entre 30 y 150 m^2/g y, muy preferentemente, entre 30 y 100 m^2/g .

30 14. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene una densidad de carga positiva que se encuentra entre 1 mEq/g y 15 mEq/g, con mayor preferencia entre 2,5 mEq/g y 12,5 mEq/g y, muy preferentemente, entre 5 mEq/g y 10 mEq/g y/o el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico en el que por lo menos 60% de las unidades monoméricas tienen una carga catiónica, de preferencia por lo menos 70%, con mayor preferencia por lo menos 80%, con mayor preferencia aún por lo menos 90% y muy preferentemente, igual a 100%.

35 15. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que tiene un peso molecular promedio de masa PM inferior a 1.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 50.000 y 750.000 g/mol, con mayor preferencia aún, entre 50.000 y 650.000 g/mol y muy preferentemente, entre 100.000 y 300.000 g/mol.

40 16. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que es un homopolímero basado en unidades monoméricas elegidas del grupo constituido por sales de dialildialquilamonio; aminas terciarias y cuaternizadas; iminas cuaternizadas, de preferencia sales de dialildialquilamonio.

45 17. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, donde el recubrimiento del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada comprende por lo menos un polímero catiónico que es un copolímero basado en unidades monoméricas elegidas de sales de dialildialquilamonio y unidades de comonomeros elegidas del grupo constituido por acrilamida; metacrilamida; N,N-dimetilacrilamida; ácido acrílico; ácido metacrílico; ácido vinilsulfónico; vinilpirrolidona; acrilato de hidroxiletilo; estireno; metacrilato de metilo; acetato de vinilo y mezclas de los mismos.

50 18. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, donde por lo menos 10% del área de superficie accesible del carbonato de calcio está cubierta con un recubrimiento que comprende un polímero catiónico, de preferencia por lo menos 20% del área de superficie accesible, con mayor preferencia, por lo menos 30%, con mayor preferencia aún, por lo menos 40% y muy preferentemente, por lo menos 50% del área de

superficie accesible.

19. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, donde el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada está en forma de polvo y/o en forma de gránulos o en forma de una lechada.
- 5 20. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 19, donde el proceso comprende además el paso d) de poner en contacto el agua a ser purificada y/o lodo y/o sedimento a ser drenados del paso a) con por lo menos un coadyuvante polimérico de floculación.
- 10 21. Material compuesto de conformidad con la reivindicación 20, donde el coadyuvante polimérico de floculación tiene un peso molecular promedio de masa PM de entre 100.000 y 10.000.00 g/mol, de preferencia, entre 300.000 y 5.000.000 g/mol, con mayor preferencia, entre 300.000 y 1.000.000 g/mol y muy preferentemente, entre 300.000 y 800.000 g/mol y/o el coadyuvante polimérico de floculación es no iónico o iónico, de preferencia, un polímero catiónico o aniónico elegido de poli(acrilamidas, poli(acrilatos, poli(cloruro de dialildimetilamonio), polietileniminas, poliaminas, almidones y mezclas de los mismos.
- 15 22. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 20 ó 21, donde el paso c) y el paso d) se realizan simultáneamente o en forma separada, de preferencia en forma simultánea.
- 20 23. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 22, donde el paso c) y/o el paso d) se llevan a cabo cubriendo por lo menos parcialmente la superficie del agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado del paso a) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b) y/o mezclando el agua y/o lodo y/o sedimento a ser tratado del paso a) con el por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada del paso b).
24. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 23, donde el paso c) y/o el paso d) son repetidos una o más veces.
- 25 25. Material compuesto de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 24, donde el material compuesto del por lo menos un carbonato de calcio de superficie tratada e impurezas es eliminado del agua y/o lodo y/o fase de sedimento por filtración, sedimentación y/o centrifugación.