(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 716 604**

(51) Int. Cl.:

D21C 9/08 (2006.01)
D21H 21/02 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2014** **E 14164890 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018** **EP 2933375**

(54) Título: **Adsorción y/o reducción de la cantidad de materiales orgánicos en un medio acuoso con el uso de carbonato de calcio precipitado coloidal**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2019

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

GANTENBEIN, DANIEL;
GANE, PATRICK A. C.;
SCHOELKOPF, JOACHIM y
LEHTIPUU, JUHANA TUOMAS

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 716 604 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

Adsorción y/o reducción de la cantidad de materiales orgánicos en un medio acuoso con el uso de carbonato de calcio precipitado coloidal.

La presente invención se refiere al uso de un carbonato de calcio precipitado coloidal (cPCC) para adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico en un medio acuoso.

En las industrias de la fabricación del papel, se obtienen fibras de varias fuentes y calidades por el procesamiento y la refinación, por ejemplo por las combinaciones de molienda, tratamiento térmico y químico, de la madera en fibras. Durante este proceso de formación de la pulpa los materiales orgánicos contenidos dentro de la madera se liberan en el circuito de agua de la producción en la forma de substancias disueltas y coloidales (DCS), también llamadas resinas naturales. Sin embargo, las substancias disueltas y coloidales pueden circular en los circuitos de agua internos en la forma de pequeñas gotas que se pueden depositar sobre la superficie del equipo para la fabricación del papel y por consiguiente pueden provocar limpiezas del equipo que consumen mucho tiempo y paradas costosas de las máquinas. Además, tales depósitos ocasionalmente aparecen como manchas visibles en el producto de papel final que varían en color de amarillo a negro, o pueden conducir a un desgarre de la trama de papel lo cual involucra una pérdida del rendimiento y una reducción en la calidad del papel.

Las gotas de las substancias disueltas y coloidales se forman típicamente porque las substancias disueltas y coloidales se difunden hacia fuera de las células de la madera o son expulsadas de las células rotas. Debido a la alta temperatura de formación de la pulpa de aproximadamente 80 a 180 °C y a la alta concentración iónica del medio ambiente acuoso, se forma una fase de estructura cristalina líquida laminar, que se extiende más allá para formar un sistema coloidal lipofílico, es decir gotas separadas. Típicamente, la parte hidrófoba de los componentes de la resina de la madera tales como los triglicéridos, ésteres de esterilo, ceras, así como los soportes hidrófobos de las resinas y los ácidos grasos, esteroles y alcoholes grasos se reúnen preferiblemente en el centro de las gotas. Los grupos no cargados hidrofílicos por ejemplo de alcoholes tales como esteroles y alcoholes grasos, así como los grupos principales hidrofílicos de la resina y los ácidos grasos y de sus jabones, se localizan sobre la superficie de las gotas y especialmente esto último determina la estabilización electrostática de este sistema. Los compuestos mencionados anteriormente están en equilibrio con el medio ambiente acuoso y se pueden disolver como resultado del cambio del pH, temperatura o concentración iónica. Además, los polímeros solubles en agua, hidrofílicos, tales como las hemicelulosas o lignosulfonatos, se pueden adsorber sobre las gotas y contribuir a su estabilización coloidal por interacciones estéricas o electrostáticas. Comparado con el contenido de las gotas, estos polímeros solubles en agua, hidrofílicos, están en exceso y están presentes en equilibrio entre la superficie de la gota y el medio ambiente acuoso. Las gotas están típicamente en el intervalo de tamaño de 10 a 2 000 nm. Tal formación de la gota también puede ser un problema en los procesos de fibras secundarias o recicladas en donde los materiales orgánicos, tales como adhesivos, tintas, materiales de fusión en caliente, látex y ceras se aglomeran y forman depósitos sobre el equipo para la fabricación del papel.

Una diferenciación y separación de las substancias y gotas disueltas que comprenden las substancias coloidales se pueden obtener por la filtración en membrana utilizando filtros de 0.1 o 0.2 μm. Por ejemplo, se apreciará que todo lo retenido por el filtro se considera como substancias coloidales y todo lo que pasa a través del filtro son substancias disueltas. De manera alternativa, se puede alcanzar una diferenciación por las mediciones de turbidez porque las substancias que causan turbidez se consideran como parte de las substancias coloidales e incluyen principalmente resina de madera hidrófoba con las hemicelulosas adsorbidas. Las substancias disueltas típicamente se cuantifican de manera indirecta restando la cantidad de material coloidal del material orgánico total.

En la técnica, se han hecho varios intentos para controlar la deposición de las substancias disueltas y coloidales en los procesos de fabricación del papel. Con respecto a esto, una estrategia involucra la introducción de materiales adsorbentes en la forma de varios minerales tales como talco, bentonita o sílice de diatomeas para el proceso de fabricación del papel, que adsorberán las substancias en la forma de pequeñas gotas.

Por ejemplo, JP 2004292998 A se refiere a un talco que se utiliza como un adsorbente de resina natural. WO 03/085199 A2 se refiere a un sistema de control del depósito que consiste de un coagulante orgánico o inorgánico y un material microparticulado tales como la arcilla de bentonita, un polímero reticulado, sílice coloidal, polisilicato para la formación de la pulpa que contiene substancias pegajosas/resinas naturales blancas. US 2003/0096143 A1 describe un método de tratamiento de las partículas del talco que mejorarán la humectabilidad del talco y/o la afinidad del talco a las fibras celulósicas. JP 6065892 A se refiere a un adsorbente de resina natural compuesto de un mineral de arcilla de esmectita modificado con magnesio producido modificando la capa superficial de un mineral de arcilla de esmectita con magnesio.

FR 2 900 410 y FR 2 900 411 se refieren al tratamiento de los minerales y/o el talco con polímeros anfotéricos que van a ser utilizados en el control de la resina natural. CA 2,205,277 se refiere a un método para minimizar los depósitos de resina natural, tinta, y el material particulado, de las substancias pegajosas en el proceso de fabricación del papel provocando la retención de tales partículas sobre la fibra, que comprende las etapas de agregar una cantidad controladora de resina natural, tinta y substancias pegajosas, efectiva, de talco, a una suspensión de fibra en contacto con la máquina fabricante del papel y las partes asociadas y agregar una cantidad

controladora de resina natural, tinta y substancias pegajosas, efectiva, de bentonita a la suspensión. WO 2009/034056 A1 se refiere al uso de dióxido de carbono para la remoción de las substancias pegajosas de una suspensión de pulpa que contiene fibras recicladas y para reducir el contenido de carbonato de calcio en el rechazo por flotación. WO 2006/029404 A1 refiere a la remoción y/o al control de los materiales adhesivos o pegajosos de las fibras de pulpa virgen o del material almacenado de papel recuperado utilizando una combinación de tratamiento enzimático con adsorbentes y/o absorbentes, en donde los adsorbentes incluyen bentonita activada, micropartículas, talco, arcilla y sílice modificado. P. L. Whiting, Contaminent control on a high speed paper machine, 1997 Engineering & Papermakers conference, TAPPI proceedings, p. 661-668, se refiere a la reducción de depósitos pegajosos sobre las máquinas de fabricación del papel agregando partículas de PCC en forma de escalenoedro no dispersadas. J. Klungness et al, Micro and Colloidal Stickie Pacification with Precipitated Calcium Carbonate, Paper Technology, octubre del 2004, p. 29 a 33, se refiere al uso de PCC romboédrico para aquietar o minimizar las microsubstancias pegajosas en el agua del proceso de la pulpa reciclada. WO 2008/113839 se refiere a un proceso para el control de la resina natural en un medio acuoso agregando carbonato de calcio natural que ha reaccionado superficialmente o una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente y que tiene un pH mayor que 6.0 medido a 20 °C, al medio. WO 2008/113838 se refiere a la remoción de compuestos de ruptura endocrina de un medio acuoso agregando carbonato de calcio natural que ha reaccionado superficialmente o una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente y que tiene un pH mayor que 6.0 medido a 20 °C, al medio.

WO 2013/007717 se refiere al uso de un carbonato de calcio molido hidrofobizado y/o un carbonato de calcio precipitado hidrofobizado para reducir la cantidad de resina natural en un medio acuoso.

Esta estrategia tiene la ventaja de que las substancias disueltas y coloidales se remueven con el producto final y no pueden concentrarse, por consiguiente, adicionalmente en el circuito de agua de la máquina fabricante del papel. En particular, el talco es aceptado ampliamente como un agente de control muy efectivo para depósitos de resina natural. La acción del talco en el control de las substancias disueltas y coloidales, sin embargo, no se ha establecido exactamente. Se supone que el talco reduce la pegajosidad de tales substancias de tal modo que tengan tendencias menores a formar gotas o depósitos sobre el equipo para la fabricación del papel o a crear manchas en el producto de papel final. También, la función del talco es reducir la pegajosidad de los materiales que ya han sido depositados, de modo que la acumulación adicional de los materiales pegajosos sobre estas superficies sea ralentizada. Por esto es importante añadir suficiente talco de modo que la pegajosidad total de las superficies en el sistema sea reducida.

Sin embargo un problema con el talco es que si no se usa suficiente talco, el mismo tiende a ser incorporado solamente en los depósitos y aglomerados de los materiales pegajosos. Además, ya se sabe que el talco pierde una parte de su afinidad hacia las substancias coloidales en los procesos de fabricación del papel alcalinos y neutrales.

Otra estrategia involucra la estabilización coloidal o la fijación y retención de las substancias disueltas y coloidales por el uso de agentes tensioactivos o dispersantes. La aplicación de esta estrategia conduce a una concentración de las gotas de resina natural en el circuito de agua de la máquina fabricante de papel. Por ejemplo, EP 0 740 014 se refiere a un agente de control de la resina natural que puede comprender una arcilla de kandita (del grupo de la serpentina) cuyas partículas están recubiertas con un homo o copolímero que comprende formaldehído de melamina. US 5,626,720 A describe un método para el control de la resina natural en un sistema acuoso utilizado en la fabricación del papel o de la pulpa que comprende agregar al sistema, o a la maquinaria para la fabricación del papel o para la fabricación de la pulpa, un polímero soluble en agua derivado de (a) una epihalohidrina, un diepóxido o un precursor de una epihalohidrina o diepóxido, (b) una alquil amina que tiene una funcionalidad con respecto a una epihalohidrina de 2 y (c) una amina que tiene una funcionalidad con respecto a una epihalohidrina mayor que 2 y que no posee ningún grupo carbonilo. JP 11043895 A se refiere a un supresor de resina natural por el uso un compuesto catiónico que se prepara por la reacción de una alquilendiamina con una epihalohidrina. WO 98/05819 A1 se refiere a una composición líquida para controlar la deposición de la resina natural en la fabricación del papel y de la pulpa que comprende una solución acuosa de (1) un polímero de guar catiónico, y (2) un copolímero de isobutileno/anhídrido maleico. EP 0 586 755 A1 describe un proceso para controlar la deposición de la resina natural en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa, en donde se incorpora en la composición que comprende fibras para la fabricación del papel hasta 1.0 % en peso, basado en el peso de fibras secas en la composición, de un polielectrolito catiónico que es una poli(sal de dialil di(hidrógeno o alquilo inferior) amonio) que tiene un peso molecular promedio numérico mayor que 500,000. US 2011/0094695 A1 describe un método para controlar la deposición de contaminantes orgánicos de los sistemas de fabricación del papel y de la pulpa utilizando copolímeros de aminoplasto éter solubles en agua.

EP 1 950 342 A1 se refiere a emulsiones acuosas que comprenden dialquilamidas y agentes tensioactivos no iónicos. US 2004/0231816 A1 describe un método para el control de la resina natural y las substancias pegajosas que comprende las etapas de agregar celulosa de hidroxietilo modificada hidrófobamente (HMHEC) y polímeros catiónicos a una suspensión de fibras celulósicas (pulpa) o a un proceso de fabricación del papel o a un sistema de fabricación del papel y conduce a un mayor grado de inhibición de la deposición orgánica y de retención de la resina natural sobre la fibra de papel comparado con la inhibición de los ingredientes individuales. US 6,153,049 se refiere al (a los) compuesto(s) de etilenamina, o mezclas de los mismos, que se utilizan en cantidades efectivas para reducir o inhibir la deposición de la resina natural blanca sobre el equipo para la fabricación del papel durante el procesamiento para reciclar el papel recubierto. US 6,051,160 A se refiere a una composición líquida para controlar

la deposición de la resina natural en la fabricación del papel y de la pulpa que comprende una solución acuosa de (1) un guar catiónico derivado, y (2) un copolímero de anhídrido maleico estireno. JP 2002212897 A se refiere a un inhibidor de problemas de la resina natural para la fabricación del papel que comprende una sal de polidialildimetilamonio que tiene un peso molecular de 20,000-200,000 y un compuesto de aluminio inorgánico como ingredientes activos.

El documento EP 2 546 410 A1 se refiere a un proceso para la reducción resina natural en un medio acuoso generado en un proceso para la fabricación de papel o para la fabricación de la pulpa, que comprende las siguientes etapas: a) proporcionar un medio acuoso que comprende la resina natural generada en un proceso para la fabricación de papel o para la fabricación de la pulpa; b) proporcionar un carbonato de calcio molido y/o un carbonato de calcio precipitado; c) proporcionar un agente hidrofobizante seleccionado de un ácido carboxílico alifático que tiene entre 5 y 24 átomos de carbono; d) poner en contacto el carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado de la etapa b) con el agente hidrofobizante de la etapa c) para obtener un carbonato de calcio molido hidrofobizado y/o un carbonato de calcio precipitado hidrofobizado; y e) poner en contacto el medio acuoso proporcionado en la etapa a) con el carbonato de calcio molido hidrofobizado y/o el carbonato de calcio precipitado hidrofobizado obtenido en la etapa d). EP 2 712 895 A1 se refiere a una suspensión de material mineral acuoso reológicamente estable que comprende a) al menos un material mineral, y b) al menos un polímero de ácido acrílico y/o metacrílico, en donde el al menos un polímero de ácido acrílico y/o metacrílico se obtiene por polimerización de monómeros de ácido acrílico y/o metacrílico en agua usando un compuesto específico de fórmula (I) y el compuesto de fórmula (I) se usa en una cantidad de 0.1 a 2.5% en peso basado en el peso de dichos monómeros; tiene un peso molecular Mw de 800 a 8000 g/mol; un índice de polidispersidad 1p en el rango de 2 a 3; y en donde la suspensión de material mineral acuoso tiene un contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC) de ≤ 20 mg/kg. EP 1 974 807 A1 se refiere a la remoción de compuestos de ruptura endocrina de un medio acuoso agregando carbonato de calcio natural que ha reaccionado superficialmente o una suspensión acuosa que comprende carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente y que tiene un pH mayor que 6.0 medido a 20 °C, al medio, en donde el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente **es** un producto de reacción de carbonato de calcio natural con dióxido de carbono y uno o más ácidos. EP 0 344 984 A2 se refiere a un sistema de aglomerante de dos componentes que comprende un carbonato de calcio precipitado (PCC coloidal) altamente dispersable de gran área de superficie específica, y un almidón catiónico, especialmente un almidón de patata catiónico, para mejorar la retención de los rellenadores, la opacidad y la concentración durante la fabricación del papel. Ping Peng et al, Effect of cationic polyacrylamide on precipitated calcium carbonate flocculation: Kinetics, charge density and ionic strength; Colloids and surfaces. A, Physicochemical and Engineering aspects, Amsterdam, vol. 408. 3 May 2012, p. 32-39.

Sin embargo, esta estrategia frecuentemente provoca problemas a causa de que los cambios de temperatura, pH o concentraciones del electrolito pueden conducir a la aglomeración con la deposición consecuente de las gotas de material orgánico sobre la superficie del equipo de la maquinaria y/o la aparición de manchas en el producto de papel final.

Por lo tanto, existe una necesidad continua de materiales alternativos, que proporcionen un mejor rendimiento que los materiales adsorbentes existentes, y que adsorban y/o reduzcan efectivamente la cantidad de materiales orgánicos en un medio acuoso generado en los procesos de fabricación del papel o de formación de la pulpa.

Este y otros objetos se resuelven por la materia objeto de la presente invención. De acuerdo con la presente invención, se proporciona el uso de un carbonato de calcio precipitado coloidal (cPCC) para adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico en un medio acuoso, en donde el cPCC tiene un área superficial específica de al menos 5.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET, en donde el cPCC está en forma de agregados de partículas de PCC individuales y el cPCC comprende agregados que tienen valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} de 0.1 a 50.0 mm y los agregados de cPCC consisten en cristales individuales que tienen valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} de 0.01 a 5.0 µm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

Los inventores encontraron sorprendentemente que el uso precedente de acuerdo con la presente invención conduce a un medio acuoso que contiene una cantidad de materiales orgánicos que es inferior que la cantidad de materiales orgánicos contenidos en un medio acuoso correspondiente obtenido por el mismo proceso pero sin ponerlo en contacto con un carbonato de calcio precipitado coloidal (cPCC). Más precisamente, los inventores encontraron que al menos un material orgánico en un medio acuoso, preferiblemente generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa, se puede adsorber y/o reducir poniendo en contacto el medio acuoso con un carbonato de calcio precipitado coloidal definido (cPCC).

Se debe entender que para los propósitos de la presente invención, los siguientes términos tienen los siguientes significados:

“Carbonato de calcio precipitado coloidal” (cPCC) se refiere a un producto de carbonato de calcio precipitado en forma de agregados de partículas de PCC individuales. El término “carbonato de calcio precipitado” (PCC) en el sentido de la presente invención es un material sintetizado, generalmente obtenido por la precipitación después de la reacción del dióxido de carbono y la lechada de cal en un medio acuoso bajo condiciones adecuadas y es bien

conocido en la técnica; véase por ejemplo H. Yamada et al., Formation process of colloidal calcium carbonate in the reaction of the system $Ca(OH)_2$-H_2O-CO_2, Gypsum & Lime, 1985, no. 194, p. 3-12.

"Materiales orgánicos" en el sentido de la presente invención se refiere a los materiales pegajosos de las substancias disueltas y coloidales (DCS) que forman depósitos insolubles en los procesos de fabricación del papel y de formación de la pulpa. Estos materiales pegajosos típicamente se originan de la madera de la cual se hace el papel. Dichas substancias disueltas y coloidales (DCS) se caracterizan por cuatro clases de componentes lipofílicos tales como i) grasas y ácidos grasos, ii) ésteres de estearilo y esteroles, iii) terpenoides, y iv) ceras compuestas de alcoholes grasos y ésteres y preferiblemente en la forma de pequeñas gotas. La composición química de las gotas depende de la fuente de fibra, tal como la variedad del árbol, y del crecimiento estacional a partir del cual se produce la muestra. Los componentes lipofílicos de las pequeñas gotas se pueden estabilizar por la presencia de lignosulfonatos y polisacáridos adicionales. Si se utiliza papel reciclado en los procesos de fabricación del papel, el término también se puede utilizar como un término más general que incluye todos los materiales pegajosos que son solubles en solventes orgánicos pero no solubles en agua, e incluyen, por ejemplo, látex, aglutinante, tinta o los materiales adhesivos presentes en el papel reciclado. Sin embargo, para los propósitos de esta invención, el término "material orgánico" incluirá no solamente las substancias disueltas y/o coloidales (DCS) que están presentes de manera natural derivadas de la pulpa del papel, sino que también cualquier substancia disuelta y/o coloidal sintética o natural derivada de fibras recicladas y que se considera como un contaminante en los procesos de fabricación del papel.

Un "medio acuoso" en el sentido de la presente invención comprende una fase líquida que comprende, más preferiblemente que consiste de, agua, al menos un material orgánico y opcionalmente sólidos insolubles tales como fibras. Sin embargo, el término no excluye que la fase líquida comprenda un solvente orgánico miscible en agua seleccionado del grupo que comprende alcoholes tales como metanol, etanol, isopropanol, solventes que contienen un grupo carbonilo tales como cetonas, por ejemplo acetona o aldehídos, ésteres tales como acetato de isopropilo, ácidos carboxílicos tales como ácido fórmico, sulfóxidos tales como sulfóxido de dimetilo y mezclas de los mismos. Si la fase líquida comprende un solvente orgánico miscible en agua, el medio acuoso comprende el solvente orgánico miscible en agua en una cantidad de hasta 40.0 % en peso, preferiblemente desde 1.0 hasta 30.0 % en peso y más preferiblemente desde 1.0 hasta 25.0 % en peso, basado en el peso total de la fase líquida del medio acuoso. Por ejemplo, la fase líquida del medio acuoso consiste de agua.

En donde se utiliza el término "que comprende" en la presente descripción y las reivindicaciones, el mismo no excluye otros elementos no especificados de mayor o menor importancia funcional. Para los propósitos de la presente invención, el término "que consiste de" se considera que va a ser una realización preferida del término "que comprende de". Si de aquí en adelante se define un grupo que comprende al menos un cierto número de realizaciones, esto también se va a entender que describe un grupo, que de manera preferente consiste solamente de estas realizaciones.

En cualquier parte en donde se utilicen los términos "que incluye" o "que tiene", estos términos están propuestos para ser equivalentes a "que comprende" como se definió anteriormente.

En donde se utiliza un artículo definido o indefinido cuando se refiere a un nombre singular, por ejemplo, "un", "una" o "el", esto incluye un plural de ese nombre a menos que se establezca específicamente de otra manera.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el cPCC tiene un área superficial específica desde 5.0 m^2/g hasta 200.0 m^2/g, preferiblemente desde 10.0 m^2/g hasta 100.0 m^2/g y más preferiblemente desde 15.0 m^2/g hasta 50.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el cPCC comprende agregados que tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.1 hasta 50.0 μm, preferiblemente desde 0.2 hasta 25.0 μm, más preferiblemente desde 0.3 hasta 10.0 μm y aún más preferiblemente desde 0.4 hasta 5.0 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, los agregados de cPCC consisten de cristales individuales que tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.01 hasta 5.0 μm, preferiblemente desde 0.02 hasta 2.5 μm, más preferiblemente desde 0.03 hasta 1.0 μm y aún más preferiblemente desde 0.04 hasta 0.5 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el cPCC está en la forma de polvo o en la forma de una suspensión acuosa que comprende el cPCC y que tiene un pH de > 6.0, medido a 20 °C (± 1 °C).

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el cPCC es a) tratado superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24, preferiblemente el ácido esteárico, y/o b) estabilizado con uno o más dispersantes, preferiblemente uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, el cPCC se utiliza en combinación con al menos

un material de adsorción adicional seleccionado del grupo que comprende talco, caolín, caolín calcinado, carbonato de calcio natural seleccionado del mármol, tiza, calcita, piedra caliza y dolomita, PCC no coloidal, yeso, minerales que contienen silicato, minerales que contienen hidróxido, sulfoaluminatos de calcio, partículas de plástico, pigmentos orgánicos, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, CCG hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, preferiblemente talco, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la cantidad de al menos un material de adsorción adicional es < 25.0 % en peso, preferiblemente < 10.0 % en peso, más preferiblemente < 5.0 % en peso y aún más preferiblemente < 2.0 % en peso, basado en el peso seco total del cPCC y al menos un material de adsorción adicional.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el medio acuoso que comprende al menos un material orgánico es generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa, preferiblemente el medio acuoso se selecciona de la pulpa blanqueada y sin blanquear, tal como la pulpa tratada mecánicamente, pulpa molida, pulpa tratada termomecánicamente (TMP), pulpa tratada quimiotermomecánicamente (CTMP), pulpa kraft, pulpa sulfatada, pulpa reciclada y mezclas de las mismas.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, al menos un material orgánico en el medio acuoso es al menos una substancia disuelta y/o coloidal generada en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa o de reciclaje del papel.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos una substancia disuelta y/o coloidal es/son a) originada(s) a partir de madera y/o resinas de madera, preferiblemente seleccionadas del grupo que comprende polisacáridos, tales como hemicelulosas, lignina, almidón y pectinas, ácidos de resinas, grasas, ácidos grasos, alcoholes grasos, terpenos, terpenoides, poliisoprenos, esteroles, ésteres de estearilo, ceras y mezclas de los mismos, y/o b) originada(s) a partir de recubrimientos de papel, aglutinantes de recubrimiento, tintas de impresión, substancias químicas para desteñido, materiales de fusión en caliente y/o adhesivos.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, se agrega el cPCC al medio acuoso en una cantidad desde 0.05 hasta 90.0 % en peso, preferiblemente desde 0.1 hasta 50.0 % en peso, más preferiblemente desde 0.25 hasta 25.0 % en peso, aún más preferiblemente desde 0.5 hasta 10.0 % en peso y todavía más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 % en peso, basado en el peso total de las fibras secadas en el horno (100 °C) en el medio acuoso.

De acuerdo con todavía otra realización de la presente invención, al menos un material orgánico en el medio acuoso es al menos un compuesto de ruptura endocrina (EDC), preferiblemente al menos un EDC se selecciona del grupo que comprende hormonas endógenas tales como 17[beta]-estradiol (E2), estrona (E1), estriol (E3), testosterona o dihidro testosterona; fito y mico hormonas tales como [beta]-sitoesterol, genisteína, daidzeína o zeraleon; fármacos tales como 17[alfa]-etinilestradiol (EE2), mestranol (ME), dietilestilbestrol (DES), y substancias químicas industriales tales como 4-nonil fenol (NP), A-terc-octil fenol (OP), bisfenol A (BPA), tributilestaño (TBT), metilmercurio, ftalatos, PAK o PCB.

De acuerdo con una realización de la presente invención, después de la adición del cPCC a) la turbidez del medio acuoso es reducida comparado con la turbidez de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y/o b) la demanda química de oxígeno (COD) del medio acuoso es reducida comparado con la COD de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y/o c) la carga electroquímica (SCD) del medio acuoso es aumentada comparado con la carga electroquímica de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso, tiene a) una turbidez que está al menos 20 %, preferiblemente al menos 40.0 %, más preferiblemente al menos 50.0 %, aún más preferiblemente al menos 75.0 % y todavía más preferiblemente al menos 90.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, y/o b) una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 1.0 %, preferiblemente al menos 5.0 %, más preferiblemente al menos 10.0 %, aún más preferiblemente al menos 15.0 %, todavía más preferiblemente al menos 20.0 % y aún más preferiblemente al menos 50.0 % por debajo de la COD inicial, es decir, la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, y/o c) una carga electroquímica (SCD) que está al menos 5 %, preferiblemente al menos 15.0 %, más preferiblemente al menos 20.0 %, aún más preferiblemente al menos 25.0 % y todavía más preferiblemente al menos 50.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica (μEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

En lo siguiente, se hace referencia a detalles adicionales de la presente invención y especialmente al carbonato de calcio precipitado coloidal precedente utilizado para adsorber y/o reducir la cantidad de materiales orgánicos en un medio acuoso.

En particular, se ha encontrado que el uso del cPCC que tiene un área superficial grande como un adyuvante de adsorción hace posible adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico en un medio acuoso. Comparado con los adyuvantes de adsorción descritos previamente, el uso del cPCC tiene numerosas ventajas. El

mismo es económico, tiene una capacidad de adsorción más elevada que otros adyuvantes de adsorción tales como GCC, PCC y/o talco y el medio acuoso obtenido después de ponerlo en contacto con el cPCC comprende una cantidad reducida de al menos un material orgánico.

Por consiguiente es un requerimiento de la presente invención que se utilice un cPCC que tiene un área superficial específica de al menos 5.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

El cPCC preferiblemente tiene un área superficial específica de al menos 10.0 m^2/g y más preferiblemente de al menos 15.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET. El área superficial del cPCC típicamente será de hasta 200.0 m^2/g, preferiblemente hasta 100.0 m^2/g y aún más preferiblemente hasta 50.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

De acuerdo con esto, el cPCC preferiblemente tiene un área superficial específica desde 5.0 m^2/g hasta

200.0 m^2/g, más preferiblemente desde 10.0 m^2/g hasta 100.0 m^2/g y aún más preferiblemente desde 15.0 m^2/g hasta 50.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET. Por ejemplo, el cPCC tiene un área superficial específica desde 15.0 m^2/g hasta 40.0 m^2/g, más preferiblemente desde 15.0 m^2/g hasta 30.0 m^2/g y aún más preferiblemente desde 20.0 m^2/g hasta 30.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

Como ya se ha señalado anteriormente, el cPCC designa un producto de PCC en forma de agregados de partículas de PCC individuales. Por lo tanto, se apreciará que, si no se indica de otra manera, el área superficial específica BET del cPCC se refiere al área superficial BET de los agregados.

Se prefiere además que los agregados de cPCC tengan un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_5 grande.

Los agregados de cPCC tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.1 hasta 50.0 μm, preferiblemente desde 0.2 hasta 25.0 μm, más preferiblemente desde 0.3 hasta 10.0 μm y aún más preferiblemente desde 0.4 hasta 5.0 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación. Por ejemplo, los agregados de cPCC tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.5 hasta 5.0 μm, preferiblemente desde 0.5 hasta 4.0 μm y más preferiblemente desde 0.5 hasta 3.0 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

Los agregados de cPCC consisten de un número mayor o menor de cristales individuales. Preferiblemente, los agregados de cPCC consisten de cristales individuales que tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.01 hasta 5.0 μm, preferiblemente desde 0.02 hasta 2.5 μm, más preferiblemente desde 0.03 hasta 1.0 μm y aún más preferiblemente desde 0.04 hasta 0.5 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

Cuando se utilice aquí y como se define generalmente en la técnica, el valor "d_{50}" se determina basado en las mediciones hechas utilizando un Sedigraph™ 5100 de Micromeritics Instrument Corporation (software versión 1.04 del instrumento operativo) y se define como el tamaño al cual el 50 % (el punto medio) del volumen o masa de la partícula es cuantificado para las partículas que tienen un diámetro igual al valor especificado. El método y el instrumento son conocidos por la persona con experiencia en la técnica y se utilizan comúnmente para determinar el tamaño de grano de los rellenadores y los pigmentos. La medición se lleva a cabo en una solución acuosa de 0.1 % en peso de $Na_4P_2O_7$. Las muestras se dispersaron utilizando un agitador de alta velocidad y sonicación.

Se aprecia que la cantidad de carbonato de calcio en el cPCC es de al menos 80.0 % en peso, por ejemplo al menos de 95.0 % en peso, preferiblemente desde 97.0 hasta 100.0 % en peso y más preferiblemente de 98.5 y 99.95 % en peso, basado en el peso seco total del cPCC.

De manera adicional o alternativa, el cPCC tiene una movilidad electroforética en NaCl 0.1 M de > $+0.1 \times 10^{-8}$ $m^2V^{-1}s^{-1}$, preferiblemente > $+0.3 \times 10^{-8}$ $m^2V^{-1}s^{-1}$, más preferiblemente > $+0.5 \times 10^{-8}$ $m^2V^{-1}s^{-1}$ y aún más preferiblemente desde +0.5 hasta $+1.5 \times 10^{-8}$ $m^2V^{-1}s^{-1}$. Como se mide por la dispersión de luz electroforética. Se apreciará que la movilidad electroforética descrita en este párrafo aplica solamente al cPCC no dispersado. Además, se apreciará que la movilidad electroforética descrita en este párrafo tampoco aplica al cPCC tratado superficialmente como se describe posteriormente.

En una realización de la presente invención, el cPCC se utiliza en la forma de un polvo.

El término "polvo" cuando se utilice aquí, abarca el cPCC sólido de al menos 90.0 % en peso, preferiblemente de al menos 95.0 % en peso y más preferiblemente de al menos 98.0 % en peso, por ejemplo desde 98.0 hasta 99.8 % en peso, basado en el peso total del polvo, en donde las partículas del polvo tienen un área superficial específica de al menos 5.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

De manera alternativa, el cPCC se utiliza en la forma de una suspensión acuosa que comprende el cPCC.

Una "suspensión acuosa" o "pasta aguada" en el sentido de la presente invención es una suspensión que comprende sólidos insolubles y agua y opcionalmente aditivos adicionales. Las suspensiones o pastas aguadas usualmente contienen grandes cantidades de sólidos y son más viscosas y generalmente de mayor densidad que el

líquido a partir del cual se forman.

Si el cPCC se utiliza en la forma de una suspensión acuosa, el cPCC que va a ser utilizado en la presente invención se prepara como una suspensión acuosa que tiene un pH medido a 20 °C (± 1 °C), de > 6.0, preferiblemente > 6.5, más preferiblemente > 7.0 y aún más preferiblemente > 7.5.

La suspensión acuosa comprende preferiblemente el cPCC en una cantidad desde 0.1 hasta 90.0 % en peso, basado en el peso total de la suspensión acuosa.

En una realización de la presente invención, la suspensión acuosa comprende el cPCC en una cantidad desde 0.1 hasta 80.0 % en peso, y preferiblemente desde 3.0 hasta 60.0 % en peso, basado en el peso total de la suspensión acuosa. Por ejemplo, la suspensión acuosa preferiblemente tiene un contenido del cPCC que varía desde 5.0 hasta 40.0 % en peso, basado en el peso total de la suspensión acuosa.

El cPCC de la presente invención se puede tratar superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24.

El ácido carboxílico alifático en el sentido de la presente invención se puede seleccionar de uno o más ácidos carboxílicos saturados, insaturados y/o alicíclicos, de cadena ramificada, de cadena recta, que tienen una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24. Preferiblemente, el ácido carboxílico alifático es un ácido monocarboxílico, es decir el ácido carboxílico alifático se caracteriza porque está presente un solo grupo carboxilo. El grupo carboxilo está colocado en el extremo del soporte del carbono.

En una realización de la presente invención, el cPCC se trata superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático seleccionado de los ácidos carboxílicos no ramificados saturados. Es decir, el cPCC se trata superficialmente de manera preferente con al menos un ácido carboxílico alifático seleccionado del grupo de ácidos carboxílicos que consiste del ácido butanoico, ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido undecanoico, ácido láurico, ácido tridecanoico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido heptadecanoico, ácido esteárico, ácido nonadecanoico, ácido araquídico, ácido heneicosílico, ácido behénico, ácido tricosílico, ácido lignocérico y mezclas de los mismos.

Por ejemplo, el cPCC se trata superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático seleccionado del grupo que consiste de ácido octanoico, ácido decanoico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido araquídico y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el cPCC se trata superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático seleccionado del grupo que consiste de ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, el cPCC se trata en la superficie con un ácido esteárico como el ácido carboxílico alifático.

De manera adicional o alternativa, el cPCC se puede estabilizar por uno o más dispersantes.

La expresión “uno o más” dispersantes significa que uno o más tipos de dispersantes se pueden utilizar para estabilizar el cPCC.

De acuerdo con esto, uno o más dispersantes pueden ser de un tipo de un dispersante. De manera alternativa, uno o más dispersantes pueden ser una mezcla de dos o más tipos de dispersantes. Por ejemplo, uno o más dispersantes pueden ser una mezcla de dos o tres tipos de dispersantes. Preferiblemente, uno o más dispersante son de un tipo de un dispersante.

Se pueden utilizar los dispersantes convencionales conocidos por la persona con experiencia en la técnica. Es decir, el cPCC se puede estabilizar por uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos. Por ejemplo, el cPCC se puede estabilizar por uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos seleccionados del grupo que comprende almidón catiónico, poliDADMAC, poliamina, poliacrilamida, polietilenimina, poliacrilato y mezclas de los mismos.

Un dispersante preferido es el ácido poliacrílico.

En una realización de la presente invención, el cPCC se trata superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24, preferiblemente ácido esteárico, y se estabiliza con uno o más dispersantes, preferiblemente uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos. De manera alternativa, el cPCC se trata superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24, preferiblemente ácido esteárico, o se estabiliza con uno o más dispersantes, preferiblemente uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos.

El cPCC se puede utilizar, si se desea, solo, es decir como un adyuvante de adsorción único, o en combinación con al menos un material de adsorción adicional.

La expresión “al menos un” material de adsorción adicional significa que uno o más tipos de material de adsorción adicional se pueden agregar al medio acuoso en combinación con el cPCC.

De acuerdo con esto, se apreciará que al menos un material de adsorción adicional es un tipo de un material de adsorción adicional. De manera alternativa, al menos un material de adsorción adicional es una mezcla de dos o más tipos de materiales de adsorción adicionales. Por ejemplo, al menos un material de adsorción adicional es de un tipo de un material de adsorción adicional.

El al menos un material de adsorción adicional se puede seleccionar entre los diferentes tipos de materiales de cPCC y otros tipos de materiales de adsorción.

Con respecto a esto, se va a señalar que el cPCC también puede estar presente como agregados que tienen un área superficial específica de menos de 5.0 m^2/g, pero como se mencionó anteriormente la expresión “cPCC” en el contexto de la presente invención se va a entender como el PCC que tiene un área superficial específica de al menos 5.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET. Sin embargo, “material diferente de cPCC” o “PCC no coloidal” se define como el PCC que no forma agregados de partículas de PCC individuales. El material diferente de cPCC preferiblemente tiene un área superficial específica de menos de 15.0 m^2/g y preferiblemente de menos de 10.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET. Por ejemplo, el material diferente de cPCC tiene un área superficial específica desde 0.1 hasta 15.0 m^2/g y preferiblemente desde 0.1 hasta 10.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

Existe una amplia variedad de tipos de materiales diferentes de cPCC con diferentes formas cristalinas mineralógicas que son adecuados como un material de adsorción adicional, por ejemplo el material diferente de cPCC que comprende formas cristalinas mineralógicas escalenoédricas, romboédricas, aragoníticas, vateríticas o calcíticas o mezclas de las mismas.

Otros tipos de materiales de adsorción que son adecuados como al menos un material de adsorción adicional se pueden seleccionar del grupo que comprende talco, caolín, caolín calcinado, carbonato de calcio natural seleccionado del mármol, tiza, calcita, piedra caliza y dolomita, yeso, minerales que contienen silicato, minerales que contienen hidróxido, sulfoaluminatos de calcio, partículas de plástico, pigmentos orgánicos, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, se utiliza el cPCC en combinación con talco como al menos un material de adsorción adicional.

Los talcos que son útiles en la presente invención son cualesquiera talcos disponibles comercialmente, tales como, por ejemplo los talcos de Sotkamo (Finlandia), Three Springs (Australia), Haicheng (China), de los Alpes (Alemania), Florencia (Italia), Tirol (Austria), Shetland (Escocia), Transvaal (Sudáfrica), los Apalaches, California, Vermont y Texas (EUA).

Dependiendo del origen del talco grueso, existen varias impurezas contenidas en el mismo, tales como clorita, dolomita y magnesita, anfíbol, biotita, olivino, piroxeno, cuarzo y serpentina.

Se prefieren para el uso en la presente invención los talcos que tienen un contenido de talco puro de > 90.0 % en peso, por ejemplo > 95.0 % en peso o > 97.0 % en peso y hasta > 100 % en peso, basado en el peso total del talco.

Las partículas de talco utilizadas en la presente invención pueden tener un diámetro de partícula promedio en peso d_{50}, medido de acuerdo con el método de sedimentación, en el intervalo de 0.1 a 50.0 μm, preferiblemente de 0.2 a 40.0 μm, más preferiblemente de 0.3 a 30.0 μm, aún más preferiblemente de 0.4 a 20.0 μm, y todavía más preferiblemente de 0.5 a 10.0 μm. Por ejemplo, las partículas de talco tienen un diámetro de partícula promedio en peso d_{50}, medido de acuerdo con el método de sedimentación, en el intervalo de 0.5 a 7.0 μm, preferiblemente de 0.5 a 4.0 μm y más preferiblemente de 0.5 a 10 μm.

El área superficial específica del talco puede estar entre 3.0 y 100.0 m^2/g, preferiblemente entre 7.0 m^2/g y 80.0 m^2/g, más preferiblemente entre 9.0 m^2/g y 60.0 m^2/g, aún más preferiblemente entre 9.0 y 51.0 m^2/g, todavía más preferiblemente entre 10.0 y 50.0 m^2/g, y aún más preferiblemente entre 10.0 y 30.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el BET.

En una realización de la presente invención, se utiliza el cPCC en combinación con carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente como al menos un material de adsorción adicional.

A “carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente” (SRCC) es un material que comprende carbonato de calcio y una sal de calcio sin carbonato, al menos parcialmente cristalina, insoluble, que se extiende desde la superficie de al menos una parte del carbonato de calcio. Los iones de calcio que forman la sal de calcio sin carbonato, al menos parcialmente cristalina, se originan ampliamente a partir del material de carbonato de calcio de partida que también sirve para formar la superficie del núcleo del carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente.

Preferiblemente, el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente se obtiene por la reacción de un carbonato de calcio natural con un ácido y con dióxido de carbono, en donde el dióxido de carbono se forma *in situ* por el tratamiento con ácido y/o se suministra desde una fuente externa. Preferiblemente, el carbonato de calcio

natural se selecciona del grupo que comprende mármol, tiza, calcita, dolomita, piedra caliza y mezclas de los mismos.

El carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente puede estar en la forma de una suspensión, opcionalmente estabilizada adicionalmente por un dispersante. Se pueden utilizar los dispersantes convencionales conocidos por la persona con experiencia ordinaria en la técnica. Un dispersante preferido es el ácido poliacrílico.

Si el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente está en la forma de una suspensión, la suspensión acuosa que comprende el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente tiene un pH mayor que 6.0, preferiblemente mayor que 6.5, más preferiblemente mayor que 7.0 y aún más preferiblemente 7.5, medido a 20 °C.

De manera alternativa, el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente puede estar en la forma de gránulos o de un polvo.

En una realización preferida, el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente tiene un área superficial específica desde 5.0 m^2/g hasta 200.0 m^2/g, más preferiblemente 20.0 m^2/g a 80.0 m^2/g y aún más preferiblemente 30.0 m^2/g a 60.0 m^2/g, por ejemplo 43.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277.

Además, se prefiere que el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente tenga un diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.1 hasta 50.0 μm, más preferiblemente desde 0.5 hasta 25.0 μm, aún más preferiblemente 0.8 a 20.0 μm, particularmente 1.0 a 10.0 μm, por ejemplo 4 a 7 μm medido de acuerdo con el método de sedimentación.

En una realización, el carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente tiene un área superficial específica dentro del intervalo de 15.0 a 200.0 m^2/g y un diámetro de partícula promedio en peso d_{50} dentro del intervalo de 0.1 a 50.0 μm. Más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de 20.0 a 80.0 m^2/g y el diámetro de partícula promedio en peso d_{50} está dentro del intervalo de 0.5 a 25.0 μm. Aún más preferiblemente, el área superficial específica está dentro del intervalo de 30.0 a 60.0 m^2/g y el diámetro de partícula promedio en peso d_{50} está dentro del intervalo de 0.7 a 7.0 μm.

Más detalles acerca del carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente y la preparación del carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, se describen en WO 2008/113838 A1 y WO 2008/113839 A1, en donde los mismos se han descrito para la remoción de los compuestos de ruptura endocrina y el control de la resina natural, el contenido de estas referencias está incluido aquí en la presente solicitud.

En una realización de la presente invención, se utiliza el cPCC en combinación con GCC hidrofobizado y/o PCC hidrofobizado como el al menos un material de adsorción adicional.

El término carbonato de calcio molido “hidrofobizado” y/o carbonato de calcio precipitado “hidrofobizado” en el sentido de la presente invención se refieren a un carbonato de calcio molido y/o un carbonato de calcio precipitado hidrofobizado que se han procesado a través de una etapa de tratamiento adicional con un agente de hidrofobización para volver la superficie de las partículas de carbonato de calcio más hidrófoba.

Se prefiere que las partículas de carbonato de calcio molido y/o las partículas de carbonato de calcio precipitado del GCC hidrofobizado y/o del PCC hidrofobizado tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.1 hasta 50.0 μm, preferiblemente desde 0.1 hasta 25.0 μm, más preferiblemente desde 0.1 hasta 15.0 μm y aún más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 μm, medido de acuerdo con el método de sedimentación. Por ejemplo, las partículas de carbonato de calcio molido y/o las partículas de carbonato de calcio precipitado tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} de 1.5 μm.

Las partículas de carbonato de calcio molido y/o de las partículas de carbonato de calcio precipitado preferiblemente tienen un área superficial específica desde 0.5 m^2/g hasta 25.0 m^2/g, preferiblemente 0.5 m^2/g a 15.0 m^2/g y más preferiblemente 1 m^2/g a 11.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET. Por ejemplo, las partículas de carbonato de calcio molido y/o las partículas de carbonato de calcio precipitado tienen un área superficial específica desde 3.5 m^2/g hasta 4.0 m^2/g.

Las partículas de carbonato de calcio molido y/o de las partículas de carbonato de calcio precipitado se tratan preferiblemente con un agente de hidrofobización seleccionado de un ácido carboxílico alifático que tiene entre 5 y 24 átomos de carbono.

En una realización, el agente de hidrofobización se selecciona de los ácidos carboxílicos no ramificados saturados, es decir el agente de hidrofobización se selecciona preferiblemente del grupo de los ácidos carboxílicos que consiste de ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido undecanoico, ácido láurico, ácido tridecanoico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido heptadecanoico, ácido esteárico, ácido nonadecanoico, ácido araquídico, ácido heneicosílico, ácido behénico, ácido tricosílico, ácido lignocérico y mezclas de los mismos.

En una realización preferida, el agente de hidrofobización se selecciona del grupo que consiste de ácido octanoico, ácido decanoico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido araquídico y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el agente de hidrofobización se selecciona del grupo que consiste de ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y mezclas de los mismos.

En una realización especialmente preferida, el agente de hidrofobización es el ácido esteárico.

Más detalles acerca del GCC hidrofobizado y/o PCC hidrofobizado se describen en WO 2013/007717 A1, en donde los mismos se describen para la reducción de la resina natural en un medio acuoso generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa, el contenido de esta referencia está incluido aquí en la presente solicitud.

El al menos un material de adsorción adicional, preferiblemente talco, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, se puede utilizar en la forma de polvo. Como una alternativa, el mismo se puede mantener en suspensión, opcionalmente estabilizada adicionalmente por un dispersante. Se pueden utilizar los dispersantes convencionales conocidos por la persona con experiencia en la técnica. El dispersante puede ser aniónico o catiónico.

Preferiblemente, el cPCC y al menos un material de adsorción adicional, preferiblemente talco, MCC, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, se mezclan, preferiblemente en la forma de polvo, antes de ser llevados en contacto con al menos un material orgánico que contiene el medio acuoso que va a ser tratado. El mezclado se puede llevar a cabo por cualesquiera medios convencionales conocidos por la persona con experiencia en la técnica.

De manera alternativa, el cPCC y al menos un material de adsorción adicional, preferiblemente talco, MCC, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, se pueden agregar al menos a un material orgánico que contiene el medio acuoso en etapas separadas.

Por ejemplo, la cantidad de al menos un material de adsorción adicional, preferiblemente talco, MCC, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, es de < 25.0 % en peso, preferiblemente < 10.0 % en peso, más preferiblemente < 5.0 % en peso y aún más preferiblemente < 2.0 % en peso, basado en el peso seco total del cPCC y el al menos un material de adsorción adicional.

Si se utiliza el cPCC en combinación con al menos un material de adsorción adicional, la cantidad de al menos un material de adsorción adicional preferiblemente es desde 0.1 hasta 25.0 % en peso, más preferiblemente desde 0.1 hasta 10.0 % en peso, aún más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 % en peso y todavía más preferiblemente desde 0.5 hasta 2.0 % en peso, basado en el peso seco total del cPCC y el al menos un material de adsorción adicional.

Se apreciará que el medio acuoso obtenido después del uso del cPCC para adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico puede ser implementado en un proceso de fabricación del papel. En este contexto, se va a señalar que los materiales rellenadores, preferiblemente el material diferente de cPCC o el GCC, se pueden agregar al medio acuoso obtenido que va a ser implementado en un proceso de fabricación del papel para mejorar las propiedades ópticas y/o mecánicas del producto de papel final y que no contribuyen a la capacidad de adsorción del cPCC. Por consiguiente, los materiales rellenadores que se agregan en un proceso de fabricación del papel subsiguiente no se consideran como un material de adsorción adicional en el sentido de la presente invención.

Además, se ha encontrado sorprendentemente que el cPCC de la presente invención se utiliza ventajosamente para adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico en un medio acuoso.

Un medio acuoso que comprende al menos un material orgánico se entiende preferiblemente que va a ser un medio acuoso generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa. En una realización de la presente invención, el medio acuoso que comprende al menos un material orgánico se selecciona de la pulpa blanqueada y sin blanquear. Por ejemplo, la pulpa blanqueada y sin blanquear se selecciona del grupo que comprende pulpa tratada mecánicamente, pulpa molida, pulpa tratada termomecánicamente (TMP), pulpa tratada quimiotermomecánicamente (CTMP), pulpa kraft, pulpa sulfatada, pulpa reciclada y mezclas de las mismas.

“Pulpa blanqueada” en el sentido de la presente invención se refiere a la pulpa que es tratada para la remoción de la lignina residual coloreada para aumentar el brillo y para mejorar el color de la pulpa.

La “pulpa sin blanquear” en el sentido de la presente invención se refiere a la pulpa que no ha sido blanqueada.

“Pulpa obtenida mecánicamente” en el sentido de la presente invención se prepara triturando los troncos y las astillas de la madera para pasta de papel en los respectivos componentes de fibra utilizando energía mecánica. La resina natural que contiene pulpa que se puede someter al proceso de la presente invención proviene particularmente de la madera para pasta de papel, que es el material más común utilizado para fabricar materiales de papel.

“Pulpa molida”, cuando se utilice aquí, generalmente proviene de los árboles de madera blanda tales como pícea, pino, abeto, alerce y cicuta, pero también de algunas maderas duras tales como eucalipto y es producida por la molienda de la madera en fibras relativamente cortas por molienda con piedras.

La “pulpa obtenida termomecánicamente”, cuando se utilice aquí, se produce en un proceso termo-mecánico en donde las astillas de madera o el aserrín se ablandan con vapor antes de introducirse a un refinador presurizado.

La “pulpa obtenida quimiotermomecánicamente”, cuando se utilice aquí, se produce por el tratamiento de las astillas de madera con substancias químicas tales como sulfito de sodio y vapor y el tratamiento mecánico subsiguiente.

“Pulpa sulfatada” o “pulpa kraft” son dos tipos de procesos de formación de la pulpa química en donde Kraft es el proceso de formación de la pulpa predominante en la producción de la pulpa química. La “pulpa química” se produce generalmente por el tratamiento de las astillas de madera o aserrín con substancias químicas para liberar las fibras de celulosa por la remoción de los agentes de aglutinación, tales como resinas de lignina y gomas.

“Pulpa reciclada”, cuando se utilice aquí, se deriva del papel reciclado y el cartón o el papel de desecho.

El al menos un material orgánico, que puede ser adsorbido y/o reducido de acuerdo con la presente invención, se puede describir como al menos un material disuelto y/o coloidal generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa o de reciclaje del papel. Con respecto a esto, se va a señalar que al menos un material orgánico se considera típicamente como un contaminante en el proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa o de reciclaje del papel porque el mismo puede tener un impacto negativo sobre el rendimiento y sobre la calidad de un producto de papel final preparado a partir del mismo.

La expresión “al menos un” material orgánico significa que uno o más tipos de materiales orgánicos pueden estar presentes en el medio acuoso.

De acuerdo con esto, se apreciará que al menos un material orgánico es un tipo de material orgánico. De manera alternativa, al menos un material orgánico es una mezcla de dos o más tipos de materiales orgánicos. Por ejemplo, al menos un material orgánico comprende una pluralidad de materiales orgánicos.

El al menos un material disuelto y/o coloidal, es decir al menos un material orgánico, se origina preferiblemente a partir de madera y/o resinas de madera. Preferiblemente, el al menos un material disuelto y/o coloidal que se origina a partir de madera y/o resinas de madera se selecciona del grupo que comprende polisacáridos, tales como hemicelulosas, lignina, almidón y pectinas, ácidos de resinas, grasas, ácidos grasos, alcoholes grasos, terpenos, terpenoides, poliisoprenos, esteroles, ésteres de estearilo, ceras y mezclas de los mismos. Sin embargo, se va a señalar que la composición química del medio acuoso depende de la fuente de fibra, tal como la variedad del árbol, y del crecimiento estacional a partir del cual se genera la muestra.

Con respecto a la pulpa reciclada, se debe que señalar que el término al menos un material disuelto y/o coloidal también es/son utilizados para describir materiales orgánicos originados a partir de recubrimientos de papel, aglutinantes de recubrimiento, tintas de impresión, substancias químicas de desteñido, materiales de fusión en caliente y/o adhesivos. Estas substancias disueltas y/o coloidales comprenden una variedad de diferentes materiales tales como aglutinantes de estireno-butadieno, látex en general, caucho, acrilatos de vinilo, poliisopreno, polibutadieno y similares.

De manera adicional o alternativa, el al menos un material orgánico que va a ser adsorbido y/o reducido en el medio acuoso puede ser al menos un compuesto de ruptura endocrina (EDC), que puede estar presente en, por ejemplo en aguas residuales urbanas, aguas residuales industriales, agua potable, aguas residuales agrícolas o aguas residuales de cervecerías o de otras industrias de bebidas.

Existe una preocupación creciente sobre la ubicuidad de los EDC de cualquier origen en el medio ambiente. Realmente, la información con respecto a un posible papel de estos compuestos en una serie de tendencias negativas para la salud en los animales salvajes y los seres humanos continúa creciendo, incluyendo el desequilibrio hormonal (feminización) y el éxito alterado de la reproducción en los animales salvajes tales como peces y aves; y la incidencia creciente del cáncer de mama, testicular y de próstata así como disfunciones inmunológicas y neurológicas en los seres humanos. Estos eventos pueden ocurrir a concentraciones relevantes ambientales, relativamente bajas de 0.1-20 $ngdm^{-3}$. Gracias al límite de detección continuamente decreciente de los EDC, es posible un mejor entendimiento acerca de la disponibilidad y el efecto de estos compuestos en el medio ambiente.

Los EDC, que pueden ser adsorbidos y/o cuya cantidad puede ser reducida en el medio acuoso utilizando el cPCC se seleccionan del grupo que comprende, por ejemplo, de hormonas endógenas tales como 17β-estradiol (E2), estrona (E1), estriol (E3), testosterona o dihidro testosterona; fito y mico hormonas tales como β-sitosterol, genisteína, daidzeína o zeraleon; fármacos tales como 17α-etinilestradiol (EE2), mestranol (ME), dietilestilbestrol (DES), y substancias químicas industriales tales como 4-nonil fenol (NP), A-terc-octil fenol (OP), bisfenol A (BPA), tributilestaño (TBT), metilmercurio, ftalatos, PAK o PCB.

En una realización preferida, al menos un material orgánico, es decir, al menos un material disuelto y/o coloidal, en

el medio acuoso, es no iónico y/o aniónico.

La cantidad total de al menos un material orgánico en el medio acuoso antes de la adición del cPCC, evaluada con base en la demanda química de oxígeno (COD), preferiblemente es desde 20 hasta 10 000 mg O_2/dm^3, como se mide de acuerdo con el método de medición provisto en la sección de ejemplos posterior.

El pH del medio acuoso antes de la adición del cPCC es preferiblemente mayor que 6, más preferiblemente mayor que 7.

El cPCC puede ser llevado en contacto con al menos un material orgánico que contiene un medio acuoso por cualesquiera medios convencionales conocidos por la persona con experiencia en la técnica.

El cPCC y el material de adsorción adicional opcional se pueden agregar al medio acuoso en la forma de polvo o en la forma de una suspensión acuosa como se describió anteriormente. Dentro del contexto de la presente invención, también es posible proporcionar una fase inmóvil, por ejemplo, en la forma de una torta o capa, que comprende el cPCC y el material de adsorción adicional opcional, de tal modo que el medio acuoso se extienda a través de la fase inmóvil. En una realización alternativa, el medio acuoso que va a ser purificado se hace pasar a través de un filtro permeable que comprende el cPCC y el material de adsorción adicional opcional, y que es capaz de retener, por exclusión de tamaño, al menos un material orgánico sobre la superficie del filtro cuando se hace que el líquido pase por medio de gravedad y/o bajo vacío y/o bajo presión. Este proceso es denominado “filtración superficial”.

En otra técnica conocida como filtración en profundidad, un adyuvante de filtración que comprende una serie de pasajes tortuosos de diámetro y configuración variables retiene al menos un material orgánico por las fuerzas moleculares y/o eléctricas que adsorben al menos un material orgánico sobre el cPCC y el material de adsorción adicional opcional que está presente dentro de los pasajes, y/o por exclusión de tamaño, reteniendo las partículas del material orgánico si las mismas son demasiado grandes para pasar a través de todo el espesor de la capa del filtro.

Preferiblemente, el cPCC y el material de adsorción adicional opcional se agregan al menos a un medio acuoso que contiene un material orgánico, por ejemplo por medios de agitación. La cantidad de cPCC depende del tipo de al menos un material orgánico que va a ser adsorbido y/o reducido. Preferiblemente, el cPCC se agrega al medio acuoso en una cantidad desde 0.05 hasta 90.0 % en peso, preferiblemente desde 0.1 hasta 50.0 % en peso, más preferiblemente desde 0.25 hasta 25.0 % en peso, aún más preferiblemente desde 0.5 hasta 10.0 % en peso y todavía más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 % en peso, basado en el peso total de las fibras secadas en horno (100 °C) en el medio acuoso.

Si al menos un EDC va a ser removido del medio acuoso, el cPCC se agrega preferiblemente al medio acuoso en dosis (basadas en el peso) desde 10^2 hasta 10^9 veces la masa de los EDC, preferiblemente desde 2×10^4 hasta 10^6 y más preferiblemente desde 10^4 a 3×10^5.

Si se utiliza el cPCC en combinación con un material de adsorción adicional, el cPCC y el material de adsorción adicional se agregan al medio acuoso en una cantidad total desde 0.05 hasta 90.0 % en peso, preferiblemente desde 0.1 hasta 50.0 % en peso, más preferiblemente desde 0.25 hasta 25.0 % en peso, aún más preferiblemente desde 0.5 hasta 10.0 % en peso y todavía más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 % en peso, basado en el peso total de las fibras secadas en horno (100 °C) en el medio acuoso.

Si al menos un EDC va a ser removido del medio acuoso, el cPCC y el material de adsorción adicional se agregan preferiblemente al medio acuoso en dosis (basadas en el peso) desde 10^2 hasta 10^9 veces la masa de los EDC, preferiblemente desde 2×10^4 hasta 10^6 y más preferiblemente desde 10^4 a 3×10^5.

Después de que se ha completado la adsorción y/o reducción de la cantidad de al menos un material orgánico, los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales pueden ser separados del medio acuoso por los medios de separación convencionales conocidos para la persona con experiencia en la técnica tales como sedimentación, centrifugación y filtración. Preferiblemente, los materiales compuestos formados se separan del medio acuoso por filtración.

El medio acuoso obtenido después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del medio acuoso, contienen una cantidad de al menos un material orgánico que es menor que la cantidad de al menos un material orgánico contenido en un medio acuoso correspondiente obtenido por el mismo proceso pero sin utilizar el cPCC.

La expresión “sin utilizar el cPCC” cuando se utilice aquí se refiere al uso de un material de adsorción alternativo que está libre de cPCC. Se va a señalar que el término “libre” refleja la cantidad de cPCC que se agrega al medio acuoso y preferiblemente está muy por debajo de 0.05 % en peso, basado en el peso total del material de adsorción agregado al medio acuoso.

También se aprecia que la cantidad de el al menos un material orgánico en el medio acuoso se reduce después de

la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, comparado con la cantidad inicial de al menos un material orgánico en el medio acuoso, es decir antes de la adición del cPCC al medio acuoso.

Por consiguiente, se prefiere que después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del medio acuoso, la turbidez del medio acuoso se reduzca comparado con la turbidez de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

Preferiblemente, la reducción en la turbidez por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l, preferiblemente 10 g/l, del medio acuoso, tiene una turbidez que está al menos 20.0 %, preferiblemente al menos 40.0 %, más preferiblemente al menos 50.0 %, aún más preferiblemente al menos 75.0 % y todavía más preferiblemente al menos 90.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

En una realización de la presente invención, la reducción en la turbidez por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 15 g/l, preferiblemente 15 g/l, del medio acuoso, tiene una turbidez que está al menos 75.0 %, preferiblemente al menos 85.0 %, más preferiblemente al menos 90.0 % y aún más preferiblemente al menos 95.0% por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC. Por ejemplo, la reducción en la turbidez por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 20 g/l, preferiblemente desde 20 hasta 60 g/l, del medio acuoso, tiene una turbidez que está al menos 80.0 %, preferiblemente al menos 90.0 %, más preferiblemente al menos 95.0 % y aún más preferiblemente al menos 98.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

Se prefiere que la adsorción y/o reducción de la cantidad de el al menos un material orgánico en el medio acuoso se lleve a cabo cuando el medio acuoso tenga una relación de turbidez ($turbidez_{antes}/turbidez_{después}$) de > 2, preferiblemente > 5, más preferiblemente > 10, aún más preferiblemente > 25, todavía más preferiblemente > 50 y aún más preferiblemente > 100

en donde

($turbidez_{antes}$) es la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC,

($turbidez_{después}$) es la turbidez (NTU) del medio acuoso después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso.

De manera adicional o alternativa, después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del medio acuoso, la demanda química de oxígeno (COD) del medio acuoso se reduce comparado con la COD de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

Preferiblemente, la reducción en la COD por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l, preferiblemente 10 g/l, del medio acuoso, tiene una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 1.0 %, preferiblemente al menos 5.0 %, más preferiblemente al menos 10.0 %, aún más preferiblemente al menos 15.0 %, todavía más preferiblemente al menos 20 % y aún más preferiblemente al menos 50.0 % por debajo de la COD inicial, es decir la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

En una realización de la presente invención, la reducción en la COD por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 20 g/l, preferiblemente 20 g/l, del medio acuoso, tiene una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 10.0 %, preferiblemente al menos 12.0 %, más preferiblemente al menos 15.0 % y aún más preferiblemente al menos 20.0 % por debajo de la COD inicial, es decir la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

Se prefiere que la adsorción y/o reducción de la cantidad de el al menos un material orgánico en el medio acuoso se lleve a cabo cuando el medio acuoso tenga una relación de COD ($COD_{antes}/COD_{después}$) de > 1.01, preferiblemente > 1.1, más preferiblemente > 1.2 y aún más preferiblemente desde 1.2 hasta 1.5

en donde

(COD_{antes}) es la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC,

($COD_{después}$) es la COD (mg/l) del medio acuoso después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso.

De manera adicional o alternativa, después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del

medio acuoso, la carga electroquímica (SCD) del medio acuoso es aumentada comparado con la carga electroquímica de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

Con respecto a la expresión “la carga electroquímica es incrementada” se va a señalar que la misma se refiere a una reducción de la carga aniónica en el medio acuoso utilizando el cPCC.

Preferiblemente, el aumento de la carga electroquímica por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l, preferiblemente 10 g/l, del medio acuoso, tiene una carga electroquímica (SCD) que está al menos 5 %, preferiblemente al menos 15.0 %, más preferiblemente al menos 20.0 %, aún más preferiblemente al menos 25.0 % y todavía más preferiblemente al menos 50.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica (µEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

En una realización de la presente invención, el aumento de la carga electroquímica por la adición del cPCC al medio acuoso se puede expresar porque el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 50 g/l, preferiblemente 50 g/l, del medio acuoso, tiene una carga electroquímica (SCD) que está al menos 25.0 %, preferiblemente al menos 50.0 %, más preferiblemente al menos 60.0 % y aún más preferiblemente al menos 70.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica (µEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

Se prefiere que la adsorción y/o reducción de la cantidad de al menos un material orgánico en el medio acuoso se lleve a cabo cuando el medio acuoso tiene una relación de SCD ($SCD_{antes}/SCD_{después}$) de > 1.2, preferiblemente > 1.3, más preferiblemente > 1.4 y aún más preferiblemente desde 1.4 hasta 8

en donde

(SCD_{antes}) es la SCD (µEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC,

($SCD_{después}$) es la SCD (µEq/g) del medio acuoso después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso.

En una realización de la presente invención, después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del medio acuoso, la turbidez del medio acuoso se reduce comparado con la turbidez de un medio acuoso sin el uso del cPCC, o la demanda química de oxígeno (COD) del medio acuoso se reduce comparado con la COD de un medio acuoso sin el uso del cPCC, o la carga electroquímica (SCD) del medio acuoso se aumenta comparado con la carga electroquímica de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

De acuerdo con esto, se aprecia que el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso, tiene una turbidez que está al menos 20 %, preferiblemente al menos 40.0 %, más preferiblemente al menos 50.0 %, aún más preferiblemente al menos 75.0 % y todavía más preferiblemente al menos 90.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir, la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, o una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 1.0 %, preferiblemente al menos 5.0 %, más preferiblemente al menos 10.0 %, aún más preferiblemente al menos 15.0 %, todavía más preferiblemente al menos 20.0 % y aún más preferiblemente al menos 50.0 % por debajo de la COD inicial, es decir la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, o una carga electroquímica (SCD) que está al menos 5 %, preferiblemente al menos 15.0 %, más preferiblemente al menos 20.0 %, aún más preferiblemente al menos 25.0 % y todavía más preferiblemente al menos 50.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica (µEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

De manera alternativa, después de la adición del cPCC al medio acuoso, y la separación subsiguiente de los materiales compuestos formados de cPCC, el material orgánico y los materiales adicionales opcionales del medio acuoso, la turbidez del medio acuoso se reduce comparado con la turbidez de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y la demanda química de oxígeno (COD) del medio acuoso se reduce comparado con la COD de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y la carga electroquímica (SCD) del medio acuoso se aumenta comparado con la carga electroquímica de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

De acuerdo con esto, se apreciará que el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso, tiene una turbidez que está al menos 20 %, preferiblemente al menos 40.0 %, más preferiblemente al menos 50.0 %, aún más preferiblemente al menos 75.0 % y todavía más preferiblemente al menos 90.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, y una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 1.0 %, preferiblemente al menos 5.0 %, más preferiblemente al menos 10.0 %, aún más preferiblemente al menos 15.0 %, todavía más preferiblemente al menos 20.0 % y aún más preferiblemente al menos 50.0 % por debajo de la COD inicial, es decir la COD (mg/l) del medio acuoso antes la adición del cPCC, y una carga electroquímica (SCD) que está al menos 5 %, preferiblemente al menos 15.0 %, más preferiblemente al menos 20.0 %, aún más preferiblemente al menos 25.0 % y todavía más preferiblemente al menos 50.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica

(µEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

Los siguientes ejemplos ilustrarán la presente invención, pero no están propuestos para limitar la invención de ninguna manera.

Ejemplos

Métodos de medición

Área superficial específica BET de un material (m^2/g)

Los valores del área superficial específica BET se determinaron utilizando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277.

Distribución del tamaño de partícula (% en masa de las partículas con un diámetro < X) y diámetro de grano promedio en peso (d_{50}) de un material particulado

El diámetro de grano promedio en peso d_{50} y la distribución de la masa del diámetro de grano de un material particulado se determinaron por medio del método de sedimentación, es decir un análisis del comportamiento de la sedimentación en un campo gravimétrico. La medición se hizo con un Sedigraph™ 5100.

El método y el instrumento son conocidos por la persona con experiencia en la técnica y se utilizan comúnmente para determinar el tamaño de grano de los rellenadores y los pigmentos. La medición se llevó a cabo en una solución acuosa de 0.1 % en peso de $Na_4P_2O_7$. Las muestras se dispersaron utilizando un agitador de alta velocidad y sonicación.

Medición del pH de la suspensión

El pH de una suspensión se midió a 23 °C utilizando un medidor del pH Seven Easy de Mettler Toledo™ equipado con la unidad de expansión del pH de Mettler Toledo™ correspondiente y el electrodo del pH 730 Expert Pro de Mettler Toledo InLab®.

Una calibración de tres puntos (de acuerdo con el método de segmento) del instrumento, se hace primero utilizando soluciones amortiguadoras disponibles comercialmente que tienen valores del pH de 4, 7 y 10 a 20 °C (de Aldrich™).

Los valores del pH son los valores del punto final detectados por el instrumento (el punto final es cuando la señal de medición difiere en menos de 0.1 mV del promedio sobre los últimos 6 segundos).

Conductividad (mS/cm)

La conductividad se midió a 25 °C utilizando una instrumentación Seven Multi de Mettler Toledo equipada con la unidad de expansión de la conductividad de Mettler Toledo correspondiente y una sonda de conductividad 730 de Mettler Toledo InLab®, directamente después de agitar el medio acuoso a 1 500 rpm utilizando un agitador de disco con dientes de Pendraulik.

El instrumento se calibró primero en el intervalo de conductividad relevante utilizando soluciones de calibración de la conductividad disponibles comercialmente de Mettler Toledo. La influencia de la temperatura sobre la conductividad se corrigió automáticamente por el modo de corrección lineal.

Las conductividades medidas se reportaron para la temperatura de referencia de 20 °C. Los valores de conductividad reportados son los valores del punto final detectados por el instrumento (el punto final es cuando la conductividad medida difiere en menos de 0.4 % del promedio sobre los últimos 6 segundos).

Sólidos en peso (% en peso) de un material en suspensión

El peso de los sólidos se determinó dividiendo el peso del material sólido entre el peso total de la suspensión acuosa.

El peso del material sólido se determinó pesando el material sólido obtenido por la evaporación de la fase acuosa de la suspensión y el secado del material obtenido hasta un peso constante.

Análisis gravimétrico de una suspensión (mg/dm^3)

Para un análisis gravimétrico, se colocó una muestra del medio acuoso de 100 cm^3 en un vaso de precipitados de aluminio pesado previamente y se secó en un horno (90 °C, 24 h) para llegar a una cantidad total de residuos no volátiles en el medio acuoso, es decir cualquier material orgánico e inorgánico.

Análisis de la turbidez de la suspensión (NTU)

Se utilizaron muestras de 45 cm^3 para analizar la turbidez provocada por las substancias coloidales por medio de una sonda de turbidez modelo NTM-S de NOVASINA 155. La medición se llevó a cabo sobre la fase líquida acuosa de las muestras obtenidas separando las substancias sólidas de la fase líquida, por ejemplo por filtración. Este instrumento transmite luz en el espectro infrarrojo cercano a través de una sonda de fibra óptica en donde el haz de luz que emerge se dispersa por las pequeñas partículas en suspensión. La luz dispersada de regreso a 180° se recolectó por las fibras ópticas paralelas en la sonda y se enfocó sobre un foto-diodo. La señal resultante se amplificó y se exhibió directamente en unidades de turbidez nefelométricas (NTU), definida como la intensidad de luz a una longitud de onda especificada dispersada, atenuada o absorbida por las partículas suspendidas, en un ángulo especificado para el método desde la ruta de la luz incidente, comparado con un estándar preparado químicamente sintético. La interferencia de la luz ambiental se eliminó por la adopción de una señal de transmisión modulada, removiendo la necesidad de sistemas para el manejo de las muestras herméticas a la luz.

Demanda química de oxígeno (COD, mg O_2/dm^3)

Se utilizaron muestras de 2 cm^3 para hacer los análisis de la demanda química de oxígeno (COD), que dieron un valor para el contenido orgánico total en el medio acuoso. La medición se llevó a cabo sobre la fase líquida acuosa de las muestras obtenidas separando las substancias sólidas de la fase líquida, por ejemplo por filtración. El análisis de COD expresa la cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación de los materiales orgánicos en CO_2 y se midió utilizando un Lange CSB LCK 014, intervalo 1 000-10 000 mg dm^{-3} con una cuba LASA 1/plus.

Equivalencia del detector de la corriente de transmisión (SCD, µEq/g)

La valoración de SCD mide la carga electroquímica total de las substancias disueltas y coloidales en suspensión y se evaluó utilizando una instrumentación de Mütek PDC-03.

Materiales

Muestra de TMP

La muestra de TMP que consiste de 70 % en peso, basado en el peso total de las fibras secadas en horno (100 °C) en la muestra, de pícea, el resto está compuesto de abeto y una pequeña parte de pino, se recolectó desde una fábrica de papel Suiza directamente después del tamiz y antes de la etapa de blanqueo. La muestra de TMP se recolectó a una temperatura de 95 °C. La misma tuvo una consistencia de 2.3 % y un pH de 6.5. La muestra se enfrió durante toda la noche a temperatura ambiente (ta) y se filtró a través de un filtro de 2 µm para remover todos los finos y fibras. La evaluación en un microscopio lumínico después de la filtración no reveló la presencia de ningunas fibras. El filtrado de TMP tuvo un pH de 7.0, una conductividad de 1.27 mS/cm y una turbidez de 490 NTU. La concentración y composición del electrolito se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Concentración y composición del electrolito de la muestra de TMP

	Filtrado de TMP
Na^+/mM	12.74+0.04
K^+/mM	1.81+0.13
Ca^{2+}/mM	1.97+0.07
Mg^{2+}/mM	0.37+0.00
Cl^-/mM	1.02+0.11
NO^{2-}/mM	<0.02
Br^-/mM	0.03+0.01
NO^{3-}/mM	<0.02
PO_4^{3-}/mM	0.13+0.02
SO_4^{2-}/mM	0.38+0.06
SCD/µEq/g	-1.55+0.05

Se evaluó el filtrado de TMP contra el pH y se registraron la turbidez y la movilidad electroforética. El pH se ajustó primero a un pH de 11 con una solución de NaOH 0.1 M y se valoró subsiguientemente con una solución de HCl 0.1 M a 2.7. Se puede observar que la turbidez aumentó con un pH decreciente (figura 1). El efecto llega a ser menos

pronunciado a un pH alcalino. Esto se refiere principalmente a la disolución de las resinas y los ácidos grasos. La movilidad electroforética (EM) de las partículas en el filtrado de TMP (figura 2) fue estable en la región de pH relevante de 7-9. Sin embargo es importante señalar que por debajo del pH 4, la movilidad electroforética aumentó substancialmente hacia 0 (*pzc*) que indica una estabilidad inferior de las partículas como un resultado de la protonación de los aniones ácidos de las resinas y los ácidos grasos que forman los portadores de carga protonizados. El punto de carga cero (*pzc*) es de alrededor de 2. Por encima de un pH 10 la EM disminuyó fuertemente, apuntando hacia la saponificación completa de los triglicéridos así como de las resinas y los ácidos grasos.

Materiales de adsorción

Un PCC escalenoédrico, un PCC coloidal y un talco (Finntalc P05 de Mondo Minerals, Países Bajos) fueron probados como materiales de adsorción. Sus propiedades están listadas en la tabla 2.

Tabla 2: Propiedades de los materiales de adsorción

	sPCC	cPCC	Talco
Sedigraph®			
< 2 µm/%	82	89	41
< 1 µm/%	31	55	
d_{50}/µm	1.36	0.92	
Matersizer			
< 2 µm/%	35	34	8
< 1 µm/%	9	7	2
d_{50}/µm	2.58	2.51	6.30
Área superficial específica/m^2/g	10	24	8
Movilidad electroforética en NaCl 0.1 M/ x 10^{-8} m^2/Vs	-0.2	0.9	-3.8
Pérdida de TGA (200-1000 °C)/%	44.0	43.7	5.4

Preparación de la muestra de material de adsorción/TMP

Después de la filtración descrita anteriormente, el filtrado de TMP se colocó en botellas de plástico y el material de adsorción correspondiente se dosificó en la forma de una suspensión libre de substancias químicas. Las dosis del material de adsorción se eligieron para que estén entre 1 y 50 g/l del filtrado de TMP. El agua agregada desde las suspensiones del material de adsorción fue equilibrada por el agua adicional para las muestras que contienen poco mineral para tener la misma disolución de principio a fin de las series de prueba. Las botellas fueron bien mezcladas por medio de sacudidas y luego se agitaron durante 2 horas con la tapa cerrada. Después de esto, las suspensiones fueron centrifugadas a 2580 rpm. Las fases sólida y líquida se separaron y la fase líquida superior se analizó para verificar la turbidez, COD, gravimetría, pH, conductividad, SCD y los iones (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}).

Resultados

Como se puede observar de la figura 3, el talco tuvo el menor impacto sobre el pH. El pH aumentó de 7 a 7.7. El pH aumentó fuertemente para el cPCC y el sPCC. El cPCC mostró el mayor aumento de hasta 8.7.

En contraste con esto, el cPCC mostró un aumento más bien bajo de la conductividad (figura 4), que es comparable con la conductividad medida para el talco. El sPCC mostró el mayor aumento en la conductividad de los tres

minerales.

Además, se va a señalar que las concentraciones de los iones de calcio y de magnesio fueron las más afectados por el tratamiento del material de adsorción correspondiente. En particular, la concentración de calcio disminuyó con el aumento de la dosis del material de adsorción, mientras que la concentración de magnesio aumentó con el aumento de la dosificación del material de adsorción.

Como se puede observar de la figura 5, el cPCC fue el material de adsorción más eficiente para la reducción de la carga aniónica del filtrado de TMP.

Los tres materiales de adsorción redujeron claramente la turbidez del filtrado TMP (figura 6). Sin embargo, se midió la reducción más fuerte en la turbidez para el cPCC. El talco mostró dosificacionbes bajas para un medio de reducción. Una adición del talco de más de 20 g/l del medio acuoso no redujo adicionalmente la turbidez. Inicialmente, el sPCC mostró la reducción de la turbidez más débil pero excedió la del talco arriba de una dosificación de 20 g/l del medio acuoso. El análisis de la turbidez para el cPCC mostró un gran potencial en la recolección del material coloidal y, por lo tanto el material extraíble del filtrado de TMP. De manera semejante, el análisis de la demanda química de oxígeno (figura 7) mostró el gran potencial del cPCC como un material de adsorción eficiente para los constituyentes de la resina de madera. Se puede señalar además que el talco funcionó casi tan bien como el cPCC en el análisis de COD. Esto se puede atribuir a la alta afinidad del talco hacia la fracción disuelta en particular las hemicelulosas y la lignina. Una gráfica de la COD contra la turbidez (figura 8) ilustró esto bien. La pendiente de la región lineal indicó la relación del material coloidal con respecto al material disuelto que fue adsorbido. Por debajo de un cierto nivel de turbidez los datos para el cPCC se desviaron del comportamiento lineal, lo que indica un cambio en la relación del material disuelto contra el material coloidal hacia la fracción disuelta.

La cuantificación del residuo gravimétrico (figura 9) confirmó los datos obtenidos para el análisis de turbidez. En particular, se puede observar que el cPCC redujo el residuo gravimétrico más eficientemente. Esto es seguido por el talco que alcanzó nuevamente un valor en donde se detuvo la reducción (> 20 g/l del medio acuoso).

Por consiguiente, se puede concluir que todos los materiales de adsorción probados en la presente solicitud actúan para adsorber las substancias disueltas y coloidales desde un filtrado de TMP y por consiguiente son efectivos en la reducción de la cantidad de materiales orgánicos en el filtrado de TMP. Sin embargo, se encontró sorprendentemente que el cPCC va a ser el material de adsorción más eficiente como se puede observar desde los análisis de turbidez, COD y gravimétrico.

REIVINDICACIONES

1. Uso de un carbonato de calcio precipitado coloidal (cPCC) para adsorber y/o reducir la cantidad de al menos un material orgánico en un medio acuoso, en donde el cPCC tiene un área superficial específica de al menos 5.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET, en donde el cPCC está en forma de agregados de partículas de PCC individuales y el cPCC comprende agregados que tienen valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} de 0.1 a 50.0 µm y los agregados de cPCC consisten en cristales individuales que tienen valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} de 0.01 a 5.0 µm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

2. El uso de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el cPCC tiene un área superficial específica desde 5.0 m^2/g hasta 200.0 m^2/g, preferiblemente desde 10.0 m^2/g hasta 100.0 m^2/g y más preferiblemente desde 15.0 m^2/g hasta 50.0 m^2/g, medida utilizando nitrógeno y el método BET.

3. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el cPCC comprende agregados que tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.2 hasta 25.0 µm, más preferiblemente desde 0.3 hasta 10.0 µm y aún más preferiblemente desde 0.4 hasta 5.0 µm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

4. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, en donde los agregados de cPCC consisten de cristales individuales que tienen un valor del diámetro de partícula promedio en peso d_{50} desde 0.02 hasta 2.5 µm, más preferiblemente desde 0.03 hasta 1.0 µm y aún más preferiblemente desde 0.04 hasta 0.5 µm, medido de acuerdo con el método de sedimentación.

5. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el cPCC está en la forma de polvo o en la forma de una suspensión acuosa que comprende el cPCC y que tiene un pH de > 6.0, medido a 20 °C (± 1 °C).

6. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el cPCC es

a) tratado superficialmente con al menos un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C4 a C24, preferiblemente ácido esteárico, y/o

b) estabilizado con uno o más dispersantes, preferiblemente uno o más dispersantes catiónicos y/o aniónicos.

7. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el cPCC se utiliza en combinación con al menos un material de adsorción adicional seleccionado del grupo que comprende talco, caolín, caolín calcinado, carbonato de calcio natural seleccionado del mármol, tiza, calcita, piedra caliza y dolomita, PCC no coloidal, yeso, minerales que contienen silicato, minerales que contienen hidróxido, sulfoaluminatos de calcio, partículas de plástico, pigmentos orgánicos, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos, preferiblemente talco, carbonato de calcio que ha reaccionado superficialmente, GCC hidrofobizado, PCC hidrofobizado y mezclas de los mismos.

8. El uso de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la cantidad de al menos un material de adsorción adicional es < 25.0 % en peso, preferiblemente < 10.0 % en peso, más preferiblemente < 5.0 % en peso y aún más preferiblemente < 2.0 % en peso, basado en el peso seco total del cPCC y el al menos un material de adsorción adicional.

9. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el medio acuoso que comprende al menos un material orgánico es generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa, preferiblemente el medio acuoso se selecciona de la pulpa blanqueada y sin blanquear, tal como la pulpa obtenida mecánicamente, la pulpa molida, la pulpa obtenida termomecánicamente (TMP), la pulpa obtenida quimiotermomecánicamente (CTMP), la pulpa kraft, la pulpa sulfatada, la pulpa reciclada y mezclas de las mismas.

10. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde al menos un material orgánico en el medio acuoso es al menos un material disuelto y/o coloidal generado en un proceso de fabricación del papel o de formación de la pulpa o de reciclaje del papel.

11. El uso de acuerdo con la reivindicación 10, en donde al menos un material disuelto y/o coloidal es/son

a) originado(s) a partir de madera y/o resinas de madera, preferiblemente seleccionado del grupo que comprende polisacáridos, tales como hemicelulosas, lignina, almidón y pectinas, ácidos de resinas, grasas, ácidos grasos, alcoholes grasos, terpenos, terpenoides, poliisoprenos, esteroles, ésteres de estearilo, ceras y mezclas de los mismos, y/o

b) originado(s) a partir de recubrimientos de papel, aglutinantes de recubrimiento, tintas de impresión, substancias químicas de desteñido, materiales de fusión en caliente y/o adhesivos.

12. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde se agrega el cPCC al medio acuoso en una cantidad desde 0.05 hasta 90.0 % en peso, preferiblemente desde 0.1 hasta 50.0 % en peso, más preferiblemente desde 0.25 hasta 25.0 % en peso, incluso más preferiblemente desde 0.5 hasta 10.0 % en peso y

todavía más preferiblemente desde 0.5 hasta 5.0 % en peso, basado en el peso total de las fibras secadas en el horno (100 °C) en el medio acuoso.

13. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el al menos un material orgánico en el medio acuoso es al menos un compuesto de ruptura endocrina (EDC), preferiblemente el al menos un EDC se selecciona del grupo que comprende hormonas endógenas tales como 17[beta]-estradiol (E2), estrona (E1), estriol (E3), testosterona o dihidro testosterona; fito y mico hormonas tales como [beta]-sitosterol, genisteína, daidzeína o zeraleon; fármacos tales como 17[alfa]-etinilestradiol (EE2), mestranol (ME), dietilestilbestrol (DES), y substancias químicas industriales tales como 4-nonil fenol (NP), A-terc-octil fenol (OP), bisfenol A (BPA), tributilestaño (TBT), metilmercurio, ftalatos, PAK o PCB.

14. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde después de la adición del cPCC

a) la turbidez del medio acuoso es reducida comparado con la turbidez de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y/o

b) la demanda química de oxígeno (COD) del medio acuoso es reducida comparado con la COD de un medio acuoso sin el uso del cPCC, y/o

c) la carga electroquímica (SCD) del medio acuoso es aumentada comparado con la carga electroquímica de un medio acuoso sin el uso del cPCC.

15. El uso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el medio acuoso, después de la adición del cPCC en una cantidad de al menos 10 g/l del medio acuoso, tiene

a) una turbidez que está al menos 20 %, preferiblemente al menos 40.0 %, más preferiblemente al menos 50.0 %, incluso más preferiblemente al menos 75.0 % y todavía más preferiblemente al menos 90.0 % por debajo de la turbidez inicial, es decir la turbidez (NTU) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, y/o

b) una demanda química de oxígeno (COD) que está al menos 1.0 %, preferiblemente al menos 5.0 %, más preferiblemente al menos 10.0 %, incluso más preferiblemente al menos 15.0 %, todavía más preferiblemente al menos 20.0 % y aún más preferiblemente al menos 50.0 % por debajo de la COD inicial, es decir, la COD (mg/l) del medio acuoso antes de la adición del cPCC, y/o

c) una carga electroquímica (SCD) que está al menos 5 %, preferiblemente al menos 15.0 %, más preferiblemente al menos 20.0 %, aún más preferiblemente al menos 25.0 % y todavía más preferiblemente al menos 50.0 % por encima de la carga electroquímica inicial, es decir la carga electroquímica (μEq/g) del medio acuoso antes de la adición del cPCC.

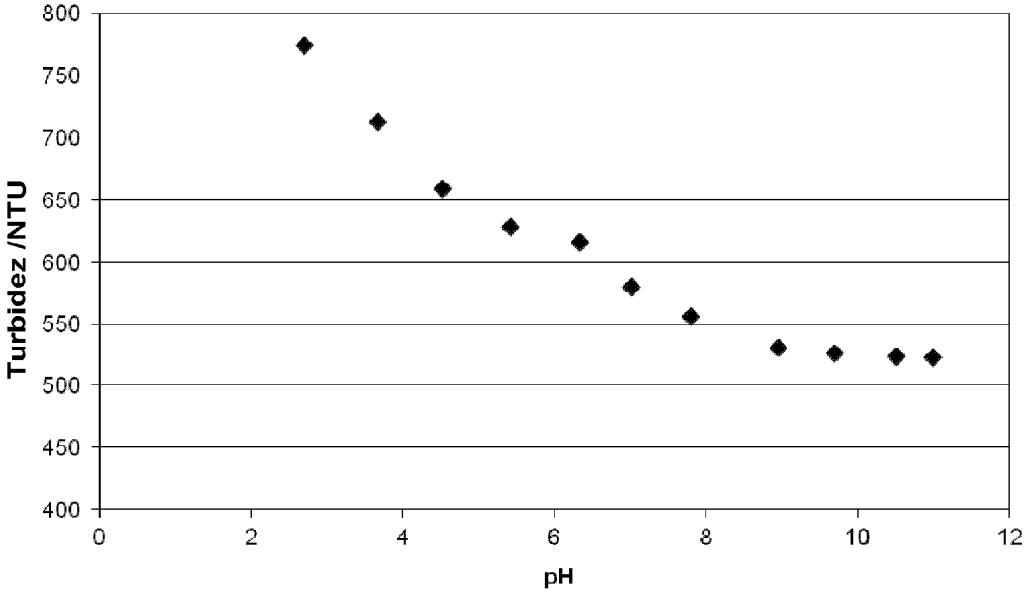
Turbidez /NTU
800
750
700
650
600
550
500
450
400
0
2
4
6
8
10
12
pH

Fig. 1

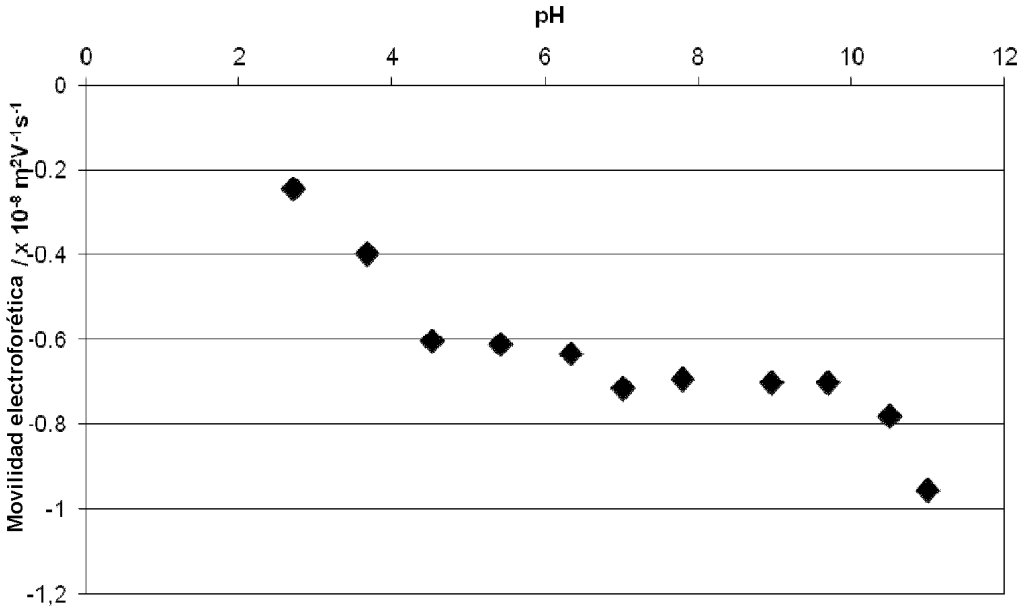
pH
0
2
4
6
8
10
12
Movilidad electroforética / x 10-8 m2V-1s-1
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1,2

Fig. 2

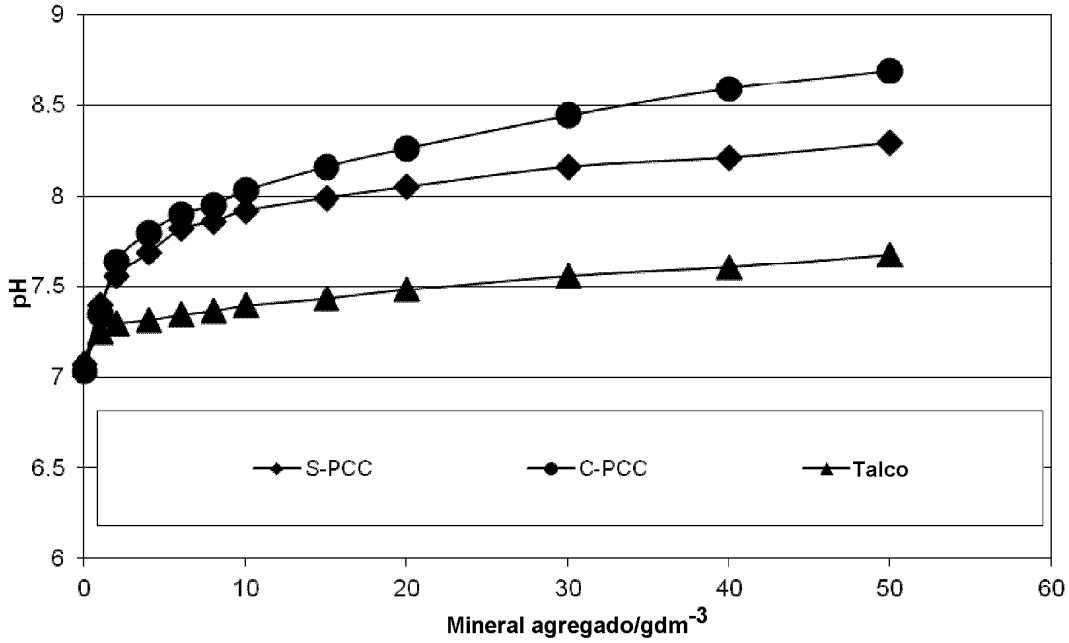
9
8.5
8
7.5
7
6.5
6
pH
0
10
20
30
40
50
60
Mineral agregado/gdm-3
S-PCC
C-PCC
Talco

Fig. 3

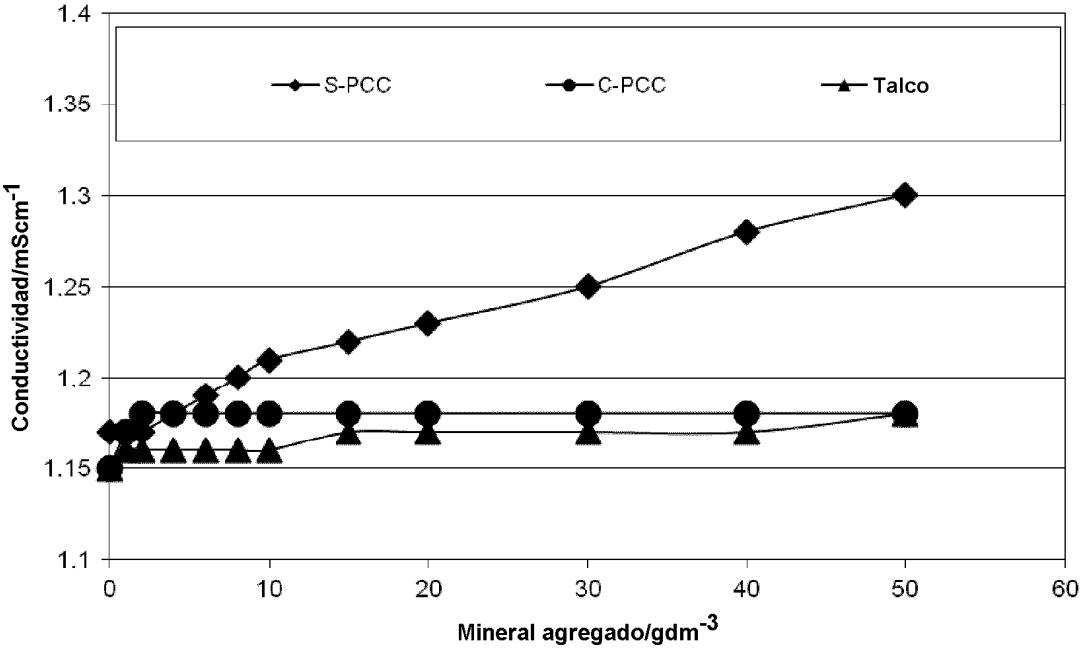
1.4
1.35
1.3
1.25
1.2
1.15
1.1
Conductividad/mScm-1
0
10
20
30
40
50
60
Mineral agregado/gdm-3
S-PCC
C-PCC
Talco

Fig. 4

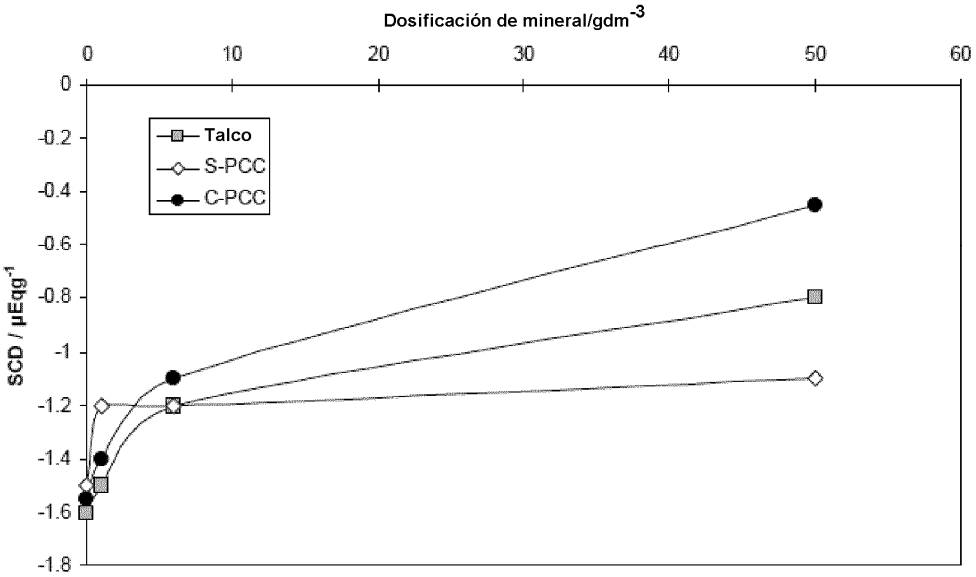
Dosificación de mineral/gdm-3
0
10
20
30
40
50
60
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1
-1.2
-1.4
-1.6
-1.8
SCD / µEqg-1
Talco
S-PCC
C-PCC

Fig. 5

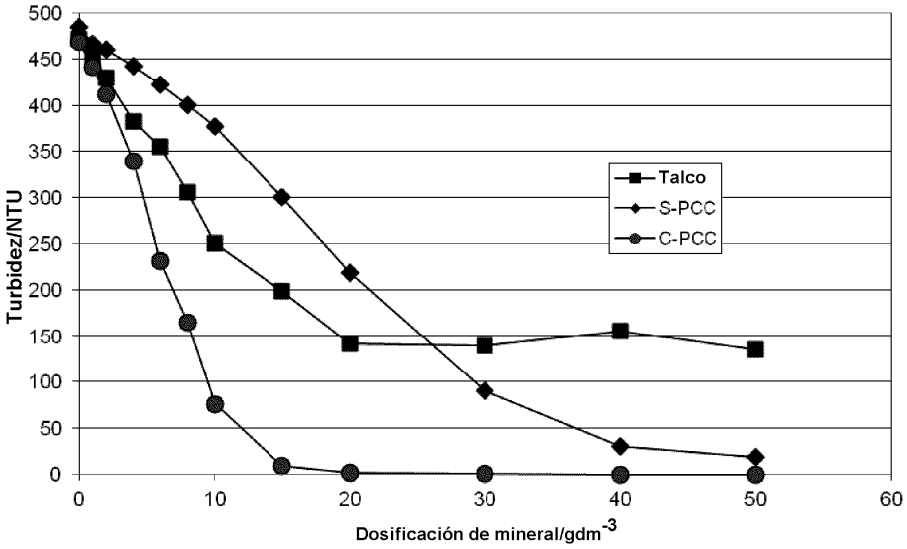
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Turbidez/NTU
0
10
20
30
40
50
60
Dosificación de mineral/gdm-3
Talco
S-PCC
C-PCC

Fig. 6

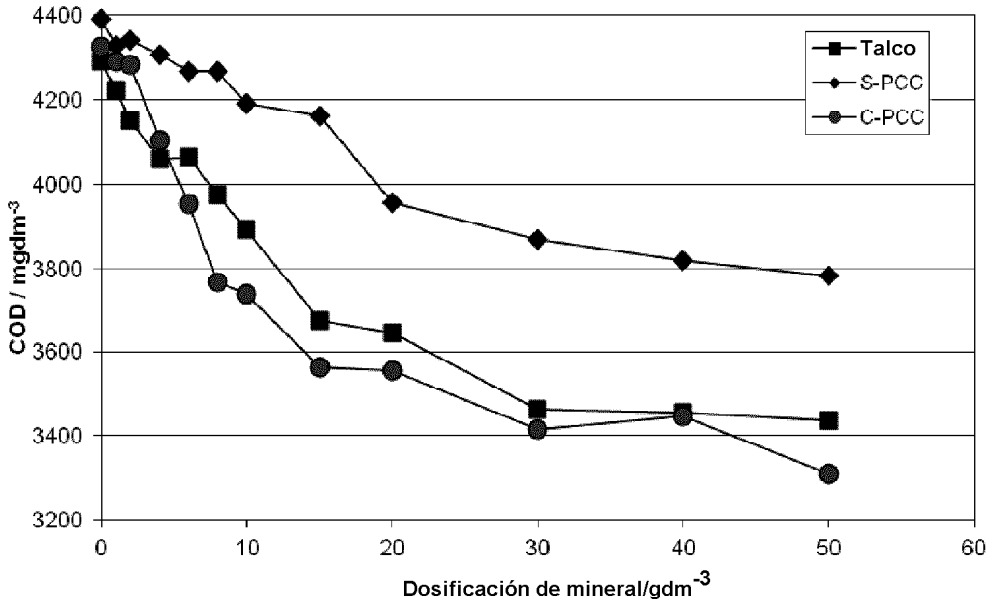
4400
4200
4000
3800
3600
3400
3200
COD / mgdm-3
0
10
20
30
40
50
60
Dosificación de mineral/gdm-3
Talco
S-PCC
C-PCC

Fig. 7

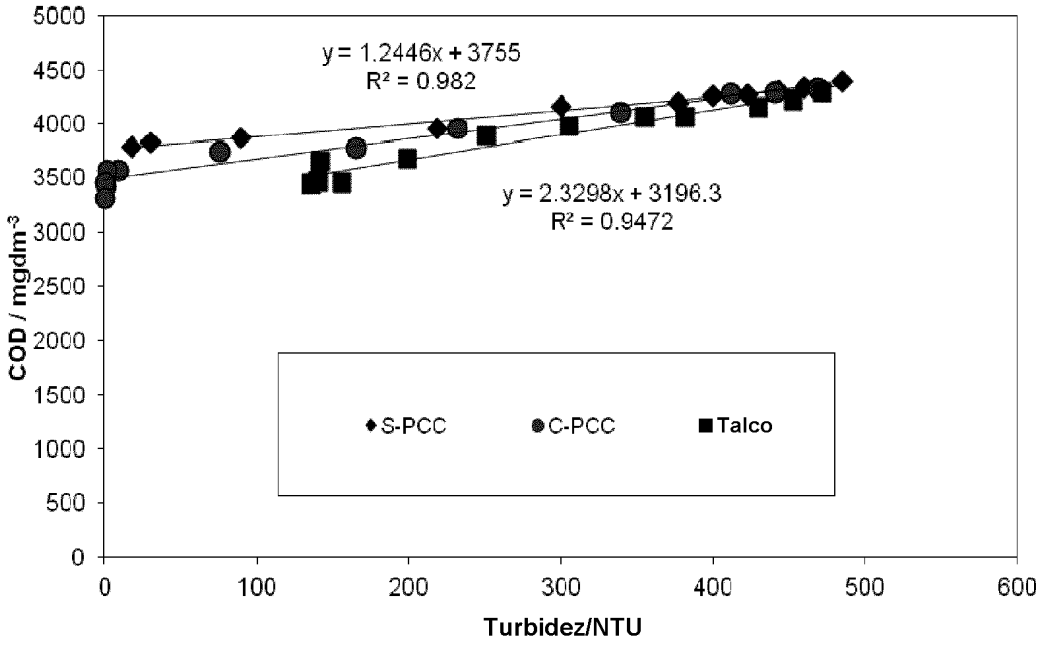
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
COD / mgdm-3
y = 1.2446x + 3755
R² = 0.982
y = 2.3298x + 3196.3
R² = 0.9472
S-PCC
C-PCC
Talco
0
100
200
300
400
500
600
Turbidez/NTU

Fig. 8

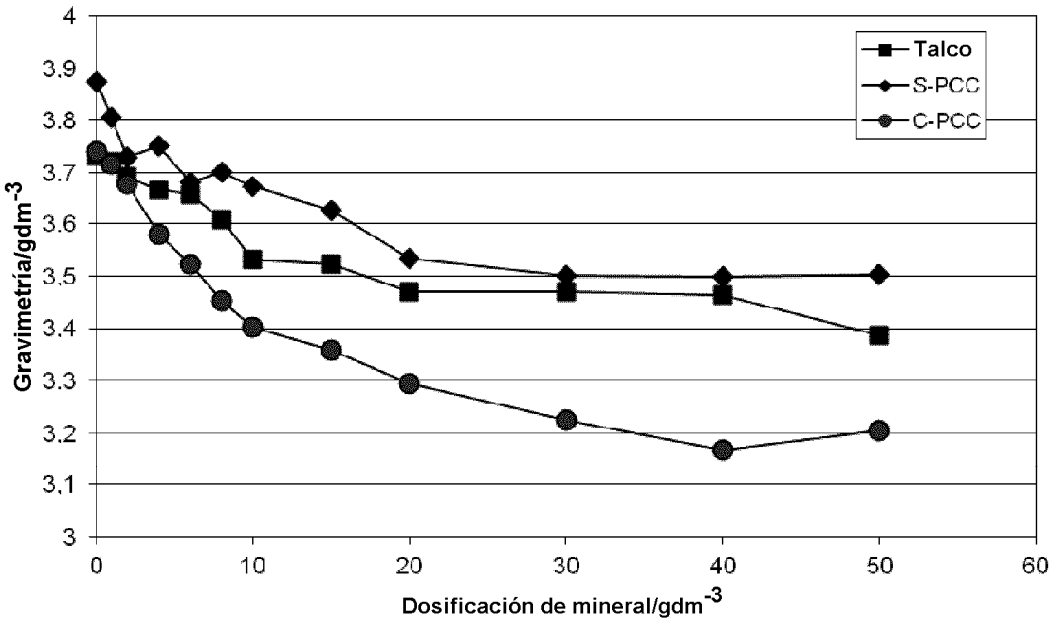
Talco
S-PCC
C-PCC
Gravimetría/gdm-3
Dosificación de mineral/gdm-3
4
3.9
3.8
3.7
3.6
3.5
3.4
3.3
3.2
3.1
3
0
10
20
30
40
50
60

Fig. 9