

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 602**

51 Int. Cl.:

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/66 (2006.01)

C02F 1/68 (2006.01)

C01F 5/24 (2006.01)

C01F 11/18 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

C02F 103/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2012 E 12153905 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2623467**

54 Título: **Procedimiento para la preparación de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y su uso**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.09.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BURI, MATTHIAS;
RENTSCH, SAMUEL;
GANE, PATRICK A. C. y
BLUM, RENÉ VINZENZ**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 584 602 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la preparación de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y su uso

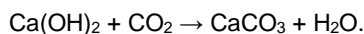
5 La invención se refiere al campo de un procedimiento para producir una disolución acuosa de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y al uso de tales disoluciones.

Se usa carbonato de calcio ampliamente en la industria papelera como componente de carga en el papel. Es una carga de bajo coste y alto brillo usada para aumentar el brillo y la opacidad de la hoja. Su uso ha aumentado drásticamente en las últimas décadas debido a la conversión de ácido en compuesto alcalino en la fabricación de papel en fábricas de papel. En la industria papelera se usan carbonatos de calcio tanto naturales como sintéticos. El carbonato natural, o caliza, se tritura hasta obtener un tamaño de partícula pequeño antes de su uso en el papel, mientras que el carbonato de calcio sintético se fabrica mediante una reacción de precipitación y por tanto se denomina carbonato de calcio precipitado (PCC).

Además de su uso en la industria de fabricación de papel, el carbonato de calcio precipitado también se usa para varios otros fines, por ejemplo como carga o pigmento en las industrias de la pintura, y como carga funcional para la fabricación de materiales de plástico, plastisoles, compuestos sellantes, tintas de impresión, caucho, pasta de dientes, productos cosméticos, alimentos, productos farmacéuticos, etc.

El carbonato de calcio precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: calcita, aragonita y vaterita, y hay muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos tales como escalenoédrico (S-PCC), romboédrico (R-PCC), prismático hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico y prismático (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales apareados, así como una diversa selección de formas delgada prismática alargada, de hoja curvada, piramidal inclinada, cristales en forma de cincel, árbol con ramificación, y de tipo gusano o coral.

Habitualmente, PCC se prepara introduciendo CO₂ en una suspensión acuosa de hidróxido de calcio, la denominada lechada de cal



El experto en la técnica conoce numerosas solicitudes de patente que describen la preparación de carbonato de calcio precipitado. Una de ellas es el documento EP 1 966 092 B1, en el que el carbonato de calcio precipitado obtenido es únicamente un subproducto del secuestro de CO₂. Otra es el documento WO 2010/12691, dando a conocer este documento la producción de PCC mediante la adición de un hidróxido de metal alcalinotérreo a agua que contiene iones de metal alcalinotérreo.

La solicitud de patente internacional WO 2006/008242 A1, por ejemplo, describe la producción de carbonato de calcio o carbonato de magnesio de alta pureza a partir de una materia prima que comprende un óxido de metal mixto que comprende Ca o Mg, en la que la materia prima se pone en contacto con un gas que contiene CO₂ con el fin de secuestrar el CO₂ y en una etapa adicional se precipita el carbonato de calcio o carbonato de magnesio de alta pureza de la disolución acuosa que resultó de la puesta en contacto de la materia prima con el CO₂.

Además de los campos anteriormente mencionados, también puede usarse carbonato de calcio en el campo del tratamiento y la mineralización de agua.

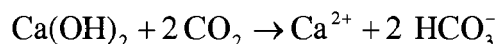
El agua potable se ha vuelto escasa. Incluso en países que son ricos en agua, no todas las fuentes y reservas son adecuadas para la producción de agua potable, y muchas fuentes actuales se ven amenazadas por un drástico deterioro de la calidad del agua. Inicialmente, el agua de alimentación usada para fines potables era principalmente agua de superficie y agua subterránea. Sin embargo, el tratamiento de agua de mar, salmuera, aguas salobres, aguas residuales y aguas de efluentes contaminadas está obteniendo cada vez más importancia por motivos medioambientales y económicos.

Con el fin de recuperar agua a partir de agua de mar o agua salobre, para fines potables, se conocen varios procedimientos, que tienen considerable importancia para zonas secas, regiones costeras e islas, y tales procedimientos comprenden procedimientos de destilación, electrolíticos así como de osmosis u osmosis inversa. El agua obtenida mediante tales procedimientos es muy blanda y tiene un valor de pH bajo debido a la falta de sales tamponantes del pH, y por tanto tiende a ser altamente reactiva y, a menos que se trate, puede crear graves dificultades de corrosión durante su transporte en tuberías convencionales. Además, el agua desalada no tratada no puede usarse directamente como fuente de agua potable. Para prevenir la disolución de sustancias indeseables en sistemas de tuberías, para evitar la corrosión de obras hidráulicas tales como tuberías y válvulas y para hacer que el

agua sea agradable, es necesario mineralizar el agua.

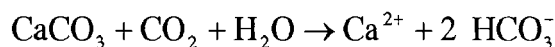
Los procedimientos convencionales que se usan principalmente para la mineralización de agua son disolución de cal mediante dióxido de carbono y filtración en lecho de caliza. Otros procedimientos de remineralización menos comunes comprenden, por ejemplo, la adición de cal hidratada y carbonato de sodio, la adición de sulfato de calcio y bicarbonato de sodio o la adición de cloruro de calcio y bicarbonato de sodio.

El procedimiento de cal implica el tratamiento de una disolución de cal con agua acidificada con CO₂, en el que participa la siguiente reacción:



Tal como puede entenderse a partir del esquema de reacción anterior, se necesitan dos equivalentes de CO₂ para convertir un equivalente de Ca(OH)₂ en Ca²⁺ y bicarbonato para la remineralización. Este método depende de la adición de dos equivalentes de CO₂ con el fin de convertir los iones de hidróxido de metal alcalino en la especie tamponante HCO₃⁻. Para la remineralización de agua, se prepara una disolución saturada de hidróxido de calcio, comúnmente denominado agua de cal, del 0,1 - 0,2% en peso basándose en el peso total, a partir de una lechada de cal (habitualmente como máximo al 5% en peso). Por tanto, debe usarse un saturador para producir el agua de cal y se necesitan grandes volúmenes de agua de cal para lograr el nivel objetivo de remineralización. Un inconveniente adicional de este método es que la cal hidratada es corrosiva y requiere una manipulación apropiada y un equipo específico. Además, una adición mal controlada de cal hidratada al agua blanda puede conducir a cambios de pH no deseados debido a la ausencia de propiedades tamponantes de la cal.

El procedimiento de filtración en lecho de caliza comprende la etapa de hacer pasar el agua blanda a través de un lecho de caliza granular que disuelve el carbonato de calcio en el flujo de agua. La puesta en contacto de caliza con agua acidificada con CO₂ mineraliza el agua según:



Al contrario que el procedimiento de cal, sólo se necesita estequiométricamente un equivalente de CO₂ para convertir un equivalente de CaCO₃ en Ca²⁺ y bicarbonato para la remineralización. Además, la caliza no es corrosiva y debido a las propiedades tamponantes de CaCO₃ se impiden cambios importantes de pH.

Una ventaja adicional del uso de carbonato de calcio en comparación con la cal es su huella de dióxido de carbono muy baja. Con el fin de producir una tonelada de carbonato de calcio se emiten 75 kg de CO₂, mientras que se emiten 750 kg de CO₂ para la producción de una tonelada de cal. Por tanto, el uso de carbonatos de metal alcalinotérreo tales como mármol, dolomía o sólo dolomía semicalcinada en lugar de cal presenta algunos beneficios medioambientales.

Sin embargo, la velocidad de disolución de carbonato de calcio granular es lenta y se requieren filtros para este procedimiento. Esto induce una superficie ocupada considerable de estos filtros y se requieren grandes superficies de planta para los sistemas de filtración en lecho de caliza.

Se describen métodos para la remineralización de agua usando lechada de cal o una suspensión espesa de cal en los documentos US 7.374.694 y EP 0 520826. El documento US 5.914.046 describe un método para reducir la acidez en descargas de efluentes usando un lecho de caliza pulsado.

El documento WO 2010/12691 da a conocer un procedimiento para el tratamiento de agua que contiene al menos sales de calcio y/o magnesio a través de membranas de tipo de osmosis inversa. El procedimiento comprende al menos una etapa de recuperar agua que está al menos parcialmente desalada, una etapa de recuperar un concentrado que se origina de las membranas y que contiene bicarbonatos, una etapa de inyectar CO₂ o un ácido en el agua al menos parcialmente desalada, y una etapa de remineralización del agua al menos parcialmente desalada. El CO₂ se añade a la disolución de bicarbonato con el fin de descarboxilar el concentrado y formar aglomerados de carbonatos de calcio a partir de los bicarbonatos.

El solicitante también conoce las siguientes solicitudes de patente europea no publicadas en el campo del tratamiento de agua

La solicitud de patente europea 11 175 012.1 describe un método para la remineralización de agua desalada y dulce

que contiene un determinado nivel de dióxido de carbono inyectando una suspensión espesa de carbonato de calcio micronizado en agua de alimentación.

La solicitud de patente europea 10 172 771.7 describe un método para la remineralización de agua desalada y dulce inyectando una suspensión espesa de carbonato de calcio micronizado.

- 5 Finalmente, la solicitud de patente europea 11 179 541.5 describe un método para la remineralización de agua combinando una disolución de carbonato de calcio y agua de alimentación.

10 En las tres solicitudes de patente europea no publicadas del campo del tratamiento de agua no se da ninguna indicación sobre el área superficial específica (SSA) de los carbonatos de metal alcalinotérreo usados. A partir del tamaño de partícula medio mencionado en los ejemplos de estas solicitudes de patente no es posible calcular el área superficial específica (SSA) de los productos correspondientes. No se da ninguna indicación con respecto a la influencia del área superficial específica (SSA) sobre una producción eficaz de una disolución de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo.

Técnica anterior relevante adicional incluye los documentos US 2390095, WO03/086973 y JP62027325.

15 Por tanto, teniendo en cuenta los inconvenientes de los procedimientos conocidos para la mineralización o remineralización de agua, el objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento alternativo y mejorado para la mineralización de agua.

20 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la mineralización de agua que no requiera un compuesto corrosivo y, por tanto, evite el peligro de incrustación, elimine la necesidad de equipo resistente a la corrosión, y proporcione un entorno seguro para personas que trabajan en la planta. También sería deseable proporcionar un procedimiento que sea respetuoso con el medio ambiente y requiera bajas cantidades de dióxido de carbono en comparación con la remineralización de agua actual con procedimientos con cal.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la mineralización de agua, en el que la cantidad de minerales puede ajustarse a los valores requeridos.

25 Los objetos anteriores y otros se resuelven proporcionando un procedimiento para la preparación de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

a) proporcionar agua,

30 b) proporcionar al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa, en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, creta, cal semicalcinada, cal calcinada, caliza dolomítica, dolomía calcárea, dolomía semicalcinada, dolomía calcinada y carbonato de calcio precipitado,

35 c) proporcionar CO₂,

d) combinar o bien:

(i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) y el CO₂ de la etapa c), o bien

40 (ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) con el fin de obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO₂ de la etapa c)

45 con el fin de obtener una suspensión resultante S que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión resultante S partículas,

e) filtrar al menos una parte de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) haciendo pasar la

- suspensión resultante S a través de un dispositivo de filtración con el fin de obtener la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, en el que la disolución acuosa obtenida tras la filtración tiene un valor de turbidez de menos de 1 UNT y tiene una concentración de calcio, como carbonato de calcio, de desde 50 hasta 650 mg/l, en el que las partículas de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es $> 20.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ de la suspensión resultante S, y
- en el que la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 1 hasta el 35% en peso, basándose en el peso total de la suspensión resultante S, con la condición de que una adición del CO_2 de la etapa c) no tiene lugar antes que una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b), y caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 0,01 a $200 \text{ m}^2/\text{g}$.
- Cuando se conoce el área superficial específica (SSA) de la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional, entonces puede ajustarse fácilmente la superficie de partículas total de la suspensión acuosa alcalina de la etapa d). Alternativamente, el área superficial específica de la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional tiene que determinarse mediante el método que conoce el experto en la técnica y que se expone en la norma ISO 9277.
- Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado, y en particular para la producción de un carbonato de calcio precipitado.
- Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo para la mineralización de agua.
- Aún en otro aspecto de la presente invención se proporciona un procedimiento para la mineralización de agua, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- I) proporcionar agua de alimentación,
 - II) proporcionar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento según la presente invención, y
 - III) combinar el agua de alimentación de la etapa I) y la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) con el fin de obtener agua mineralizada.
- Un procedimiento para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado puede comprender las siguientes etapas:
- IV) proporcionar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, y
 - V) calentar la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa IV) con el fin de obtener el carbonato de metal alcalinotérreo precipitado y/o
 - VI) añadir al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo u óxido de metal alcalinotérreo a la disolución de la etapa IV) para obtener el carbonato de metal alcalinotérreo precipitado.
- En las reivindicaciones dependientes correspondientes se definen realizaciones ventajosas de la presente invención.
- Según una realización de la presente invención, las partículas de la suspensión resultante S representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que está en el intervalo de $25.000 - 5.000.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$, más preferiblemente en el intervalo de $50.000 - 2.000.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$, lo más preferiblemente en el intervalo de $200.000 - 600.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ de la suspensión resultante S.
- El término "área superficial específica (SSA)" en el significado de la presente invención describe la propiedad de material de pigmentos/minerales/sólidos que mide el área superficial por gramo de pigmentos. La unidad es m^2/g .
- El término "área superficial de partículas total (SSA_{total})" en el significado de la presente invención describe el área superficial total por tonelada de suspensión S.

La al menos una sustancia que comprende el al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, creta, cal semicalcinada, cal calcinada, caliza dolomítica, dolomía calcárea, dolomía semicalcinada, dolomía calcinada y carbonato de calcio precipitado, por ejemplo de estructura cristalina de mineral calcítico, aragonítico y/o vaterítico, por ejemplo de reducción de la dureza del agua mediante la adición de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Se prefiere el uso de mármol, caliza, creta y dolomía porque son minerales que se producen de manera natural y se garantiza la turbidez de la calidad del agua potable final usando una disolución acuosa transparente que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se produce usando estos minerales que se producen de manera natural. Los depósitos de mármol naturales contienen principalmente impurezas de silicato insolubles en ácido y/o agua. Sin embargo, tales compuestos insolubles en ácido y/o agua, algunas veces silicatos con color, no afectan a la calidad del agua final con respecto a la turbidez cuando se usa el producto que se prepara mediante el procedimiento de la invención.

Además, las suspensiones o disoluciones preparadas usando minerales que se producen de manera natural tales como mármol, caliza, creta o dolomía contienen oligoelementos saludables esenciales que mejoran la calidad del agua potable.

El al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo es preferiblemente hidróxido de calcio y/o hidróxido de magnesio. Debido al hecho de la solubilidad muy baja de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ en agua en comparación con $\text{Ca}(\text{OH})_2$, la velocidad de la reacción de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ con CO_2 es muy limitada y en presencia de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en suspensión se prefiere mucho más la reacción de CO_2 con $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Sorprendentemente, usando el procedimiento de la invención es posible producir una suspensión de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo rica en $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ también en presencia de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en la suspensión.

Según aún otra realización la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d_{50}) en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50 \mu\text{m}$, y preferiblemente en el intervalo de $0,5 \mu\text{m}$ a $5 \mu\text{m}$.

La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene preferiblemente un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 1 a $100 \text{m}^2/\text{g}$.

En una realización preferida de la presente invención, la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un contenido en compuestos insolubles en ácido clorhídrico (HCl) de desde el 0,02 hasta el 90% en peso, preferiblemente desde el 0,05 hasta el 15% en peso, basándose en el peso total de la sustancia seca. El contenido en compuestos insolubles en HCl pueden ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato, mica y/o pirita.

Según aún otra realización de la presente invención, la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 3 hasta el 35% en peso, preferiblemente en el intervalo del 5 al 35% en peso, basándose en el peso total de la suspensión resultante S.

El agua de la etapa a) se selecciona preferiblemente de agua destilada, agua del grifo, agua desalada, salmuera, aguas residuales tratadas o agua natural tal como agua subterránea, agua de superficie o agua de lluvia.

Según una realización de la presente invención el CO_2 se selecciona de dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido o una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, y es preferiblemente dióxido de carbono gaseoso. Cuando el CO_2 es una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, entonces la mezcla gaseosa es un gas de escape que contiene dióxido de carbono que se emite a partir de procedimientos industriales tales como procedimientos de combustión o procedimientos de calcinación o similares. También puede producirse CO_2 haciendo reaccionar un carbonato de metal alcalino y/o alcalinotérreo con ácido. Cuando se usa una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, entonces el dióxido de carbono está presente en el intervalo del 8 a aproximadamente el 99% en volumen, y preferiblemente en el intervalo del 10 al 25% en volumen, por ejemplo el 20% en volumen. Según una realización muy preferida, el CO_2 es CO_2 gaseoso puro con una pureza de $> 99 \%$, por ejemplo una pureza de $> 99,9\%$.

A la vista de un concepto ecológico, es deseable seguir lo más posible el protocolo de Kioto sobre la reducción de combustión de fuentes petroquímicas y reducir el CO_2 derivado de productos petroquímicos, de modo que el CO_2 usado para el procedimiento tiene una desintegración de ^{14}C a ^{12}C de al menos 500, más preferiblemente al menos 800, lo más preferiblemente al menos 900 disminuciones por h y por g de C en el CO_2 .

Siguiendo el protocolo de Kioto, también es deseable que la energía eléctrica usada en el procedimiento de la presente invención se derive de energía solar, por ejemplo de paneles solares térmicos y/o voltamétricos.

- 5 En una realización adicional preferida de la presente invención siguiendo el protocolo de Kioto, la cantidad de CO₂ usada, en moles, para producir 1 mol del al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo en la disolución acuosa está en el intervalo de tan sólo 0,5 a 4 mol, preferiblemente en el intervalo de tan sólo 0,5 a 2,5 mol, más preferiblemente en el intervalo de tan sólo 0,5 a 1,0 mol y lo más preferiblemente en el intervalo de tan sólo 0,5 a 0,65 mol.
- Según otra realización preferida de la invención la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene una dureza de desde 5 hasta 130°dH, preferiblemente desde 10 hasta 60°dH y lo más preferiblemente desde 15 hasta 50°dH.
- 10 Para el fin de la presente invención la dureza se refiere a la dureza alemana y se expresa en "grados de dureza alemana, °dH". Con respecto a esto, la dureza se refiere a la cantidad total de iones de metal alcalinotérreo en la disolución acuosa que comprende el hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, y se mide mediante titulación complejométrica a pH 10 usando ácido etilen-diamina-tetra-acético (EDTA) y eriocromo T como indicador del punto de equivalencia.
- 15 La disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 6,5 a 9, preferiblemente en el intervalo de 6,7 a 7,9 y lo más preferiblemente en el intervalo de 6,9 a 7,7, a 20°C.
- 20 La disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene una concentración de calcio de desde 50 hasta 650 mg/l, y preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. Según otra realización la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) o opcional etapa f) tiene una concentración de magnesio de desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l y lo más preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.
- La disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo y que se obtiene en la etapa e) tiene un valor de turbidez de menos de 1,0 UNT, preferiblemente de menos de 0,5 UNT y lo más preferiblemente de menos de 0,3 UNT.
- 25 Se prefiere que al menos la etapa d) se lleve a cabo a una temperatura que está en un intervalo de 5 a 55°C, y preferiblemente en un intervalo de 20 a 45°C.
- 30 Puede obtenerse una mezcla de calcio y un hidrogenocarbonato de magnesio cuando se usa material que contiene dolomía, dolomía semicalcinada y/o completamente calcinada como sustancia que comprende el carbonato de metal alcalinotérreo. En el significado de la presente invención, dolomía calcinada comprende óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO), mientras que dolomía semicalcinada comprende Mg en forma de óxido de magnesio (MgO) y Ca en forma de carbonato de calcio (CaCO₃), pero también puede incluir cierta cantidad minoritaria de óxido de calcio (CaO).
- 35 En una realización preferida de la presente invención el procedimiento es un procedimiento continuo. Sin embargo, el procedimiento de la presente invención también puede llevarse a cabo en un modo semicontinuo. En este caso, la suspensión resultante S puede representar, por ejemplo, un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es de aproximadamente 1.000.000 m²/tonelada y se somete al procedimiento de la presente invención. Entonces, el producto, es decir la disolución acuosa del hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, se descarga del procedimiento hasta que la suspensión resultante restante S representa un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es > 20.000 m²/tonelada, y después se introduce una nueva cantidad de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto al carbonato de metal alcalinotérreo en el procedimiento. Se indica que la superficie de partículas total puede determinarse durante cada punto del procedimiento continuo determinando el área superficial específica (SSA) de la suspensión S así como el contenido seco de la suspensión S. Lo más preferiblemente, el procedimiento continuo se controla mediante la cantidad de disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo descargada y la medición del contenido en sólidos de la suspensión S o mediante titulación complejométrica o mediante medición de la conductividad de la disolución de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo.
- 45 En aún otra realización de la presente invención el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana, tal como por ejemplo una membrana de microfiltración y/o de ultrafiltración. En una realización preferida, el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana de tubos con un tamaño de poro de entre 0,02 µm y 0,5 µm, y preferiblemente de entre 0,05 y 0,2 µm. Se prefieren filtros de placas y/o tubos. Los filtros de tubos tienen preferiblemente un diámetro de tubo interno de 0,1 a 10 mm, y más preferiblemente de 0,1 a 5 mm. En una forma preferida las membranas son de material sinterizado, porcelana porosa o polímeros sintéticos, tales como polietileno, Teflon® o similares.
- 50

- 5 Un objeto adicional de la presente invención es el uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento de la invención para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado y/o hidromagnesita, y en particular para la producción de un carbonato de calcio precipitado y/o hidromagnesita. Tales carbonatos de metal alcalinotérreo precipitados, y en particular un carbonato de calcio precipitado e hidromagnesita, son útiles como cargas en muchas aplicaciones industriales, por ejemplo como cargas en papel, pintura o plástico.
- Otro objeto de la presente invención es el uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento de la invención para la mineralización de agua.
- 10 Un objeto adicional de la presente invención es un procedimiento para la mineralización de agua que comprende las siguientes etapas: I) proporcionar agua de alimentación, II) proporcionar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento de la presente invención, y III) combinar el agua de alimentación de la etapa I) y la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) con el fin de obtener agua mineralizada.
- 15 Según una realización del procedimiento para la mineralización de agua la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza que es al menos 3^odH, y preferiblemente al menos 5^odH mayor que la dureza del agua de alimentación de la etapa I).
- Según una realización preferida la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza de al menos 15^odH.
- 20 En el procedimiento para la mineralización de agua el agua mineralizada tiene una concentración de calcio, como carbonato de calcio, de desde 50 hasta 650 mg/l, y preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l. Según otra realización del procedimiento para la mineralización de agua el agua mineralizada tiene una concentración de magnesio, como carbonato de magnesio, de desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l y lo más preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.
- 25 Un procedimiento para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado puede comprender las siguientes etapas:
- IV) proporcionar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, y
- V) calentar la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa IV) con el fin de obtener el carbonato de metal alcalinotérreo precipitado, y/o
- 30 VII) añadir al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo u óxido de metal alcalinotérreo a la disolución de la etapa IV) para obtener el carbonato de metal alcalinotérreo precipitado.
- Calentando la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, se evapora agua de la disolución y en un determinado punto de tiempo el carbonato de metal alcalinotérreo comienza a precipitar de la disolución.
- 35 Según un ejemplo del procedimiento para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado, el carbonato de metal alcalinotérreo precipitado se selecciona de un carbonato de metal alcalinotérreo amorfo, tal como carbonato de calcio o carbonato de magnesio amorfo, carbonato de calcio cristalino en la forma calcítica, aragonítica o vaterítica, magnesita e hidromagnesita, o es una mezcla de los anteriormente mencionados.
- 40 "Conductividad" en el significado de la presente invención se usa como indicador inverso de en qué medida está el agua medida libre de sales, libre de iones o libre de impurezas; cuanto más pura es el agua, menor es la conductividad. La conductividad puede medirse con un conductímetro y se especifica en S/m.
- "Carbonato de calcio (GCC) triturado" en el significado de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido a partir de fuentes naturales incluyendo mármol, creta o caliza, y procesado mediante un tratamiento tal como trituración, tamizado y/o fraccionamiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo, mediante un ciclón.
- 45 "Carbonato de calcio precipitado (PCC)" en el significado de la presente invención es un material sintetizado, generalmente obtenido mediante precipitación tras la reacción de dióxido de carbono y cal en un entorno acuoso o mediante precipitación de una fuente de calcio y carbonato en agua o mediante precipitación de iones de calcio y carbonato, por ejemplo CaCl_2 y Na_2CO_3 , de disolución. El carbonato de calcio precipitado existe en tres formas cristalinas principales: calcita, aragonita y vaterita, y hay muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos tales como
- 50

escalamétrico (S-PCC), romboédrico (R-PCC), prismático hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico y prismático (P-PCC). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos cristalinos típicos de cristales prismáticos hexagonales apareados, así como una diversa selección de formas delgada prismática alargada, de hoja curvada, piramidal inclinada, cristales en forma de cincel, árbol con ramificación, y de tipo gusano o coral.

5 A lo largo del presente documento, el “tamaño de partícula” de un producto de carbonato de calcio se describe mediante su distribución de tamaños de partícula. El valor d_x representa el diámetro relativo al que el x% en peso de las partículas tienen diámetros inferiores a d_x . Esto significa que el valor de d_{20} es el tamaño de partícula al que el 20% en peso de todas las partículas son más pequeñas, y el valor de d_{75} es el tamaño de partícula al que el 75% en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor de d_{50} es por tanto el tamaño de partícula medio en peso, es decir el 50% en peso de todos los granos son más grandes o más pequeños que este tamaño de partícula. Para el fin de la presente invención el tamaño de partícula se especifica como el tamaño de partícula medio en peso d_{50} a menos que se indique lo contrario. Estos valores se midieron usando un dispositivo Mastersizer 2000 de la empresa Malvern Instruments GmbH, Alemania.

15 El término “mineralización” tal como se usa en la presente invención se refiere al aumento de iones de minerales esenciales en agua que no contiene minerales en absoluto o en cantidad insuficiente como para obtener agua que sea agradable. Puede lograrse una mineralización añadiendo al menos carbonato de calcio al agua que va a tratarse. Opcionalmente, por ejemplo, para beneficios relacionados con la salud o para garantizar la ingesta apropiada de algunos otros oligoelementos e iones de minerales esenciales, pueden mezclarse sustancias adicionales con el carbonato de calcio y después añadirse al agua durante el procedimiento de remineralización. Según las directrices nacionales sobre la calidad de agua potable y salud de seres humanos, el producto remineralizado puede comprender minerales adicionales que contienen magnesio, potasio o sodio, por ejemplo, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales.

25 Sustancias útiles para su uso en el procedimiento de la invención para preparar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo son sales o sustancias inorgánicas que contienen carbonato de calcio naturales, o sales o sustancias inorgánicas que contienen carbonato de calcio sintéticas.

30 Sustancias inorgánicas útiles que se producen de manera natural son, por ejemplo, mármol, caliza, creta, mármol dolomítico y/o dolomía. Sustancias sintéticas son, por ejemplo, carbonatos de calcio precipitados en la forma cristalina calcítica, aragonítica y/o vaterítica. Sin embargo, se prefieren sustancias inorgánicas que se producen de manera natural porque contienen de manera inherente algunos oligoelementos esenciales.

35 La “turbidez” en el significado de la presente invención describe el enturbiamiento o la falta de transparencia de un fluido provocado por partículas individuales (sólidos suspendidos) que generalmente no son visibles a simple vista. La medición de la turbidez es una prueba clave de la calidad del agua y puede llevarse a cabo en un nefelómetro. Las unidades de turbidez a partir de un nefelómetro calibrado tal como se usan en la presente invención se especifican como unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

40 El procedimiento de la invención para la preparación de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo comprende las etapas de: a) proporcionar agua, b) proporcionar al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo en una cantidad minoritaria con respecto al carbonato de metal alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa, en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, creta, cal semicalcinada, cal calcinada, caliza dolomítica, dolomía calcárea, dolomía semicalcinada, dolomía calcinada y carbonato de calcio precipitado, c) proporcionar CO_2 , d) combinar o bien: (i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) y el CO_2 de la etapa c), o bien (ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) con el fin de obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO_2 de la etapa c) con el fin de obtener una suspensión resultante S que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión resultante S partículas, e) filtrar al menos una parte de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) haciendo pasar la suspensión resultante S a través de un dispositivo de filtración con el fin de obtener la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, en el que la disolución acuosa obtenida tras la filtración tiene un valor de turbidez de menos de 1 UNT y tiene una concentración de calcio, como carbonato de calcio, de desde 50 hasta 650 mg/l, en el que las partículas de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total ($\text{SSA}_{\text{total}}$) que es $> 20.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ de la suspensión resultante S, en el que la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 1 hasta el 35% en peso, basándose

en el peso total de la suspensión resultante S, y con la condición de que una adición del CO₂ de la etapa c) no tiene lugar antes que una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b), y caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 0,01 a 200 m²/g.

El procedimiento según la presente invención se lleva a cabo preferiblemente en un sistema de reactor que comprende al menos un tanque, al menos un dispositivo de filtración, y medios que conectan el tanque y el al menos un dispositivo de filtración, tales como tuberías o tubos. Además, el sistema de reactor también puede comprender equipo de medición, tal como unidades de medición de la presión, temperatura, pH, turbidez, y similares.

El tanque está equipado con un agitador, al menos una entrada para el agua, el dióxido de carbono y la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional. También hay un dispositivo de filtración conectado al tanque a través del cual se hace pasar al menos una parte de la suspensión resultante S que tiene un pH de entre 6 y 9 y que se prepara en el tanque con el fin de obtener la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo.

Preferiblemente al menos una parte de la disolución que sale del dispositivo de filtración se recoge con el fin de obtener la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo. Sin embargo, si se encuentra que el valor de turbidez observado de la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que sale del dispositivo de filtración está por encima de 1,0 UNT, entonces la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo se recircula hacia el reactor.

El agua que puede usarse en el procedimiento de la invención puede derivarse de diversas fuentes. El agua preferiblemente tratada mediante el procedimiento de la presente invención es agua de mar desalada, agua salobre o salmuera, aguas residuales tratadas o agua natural tal como agua subterránea, agua de superficie o agua de lluvia.

Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, en primer lugar se bombea agua de mar o agua salobre del mar mediante puntos de admisión en mar abierto o puntos de admisión por debajo de la superficie tales como pozos, y después experimenta tratamientos previos físicos tales como procedimiento de tamizado, sedimentación o eliminación de arena. Dependiendo de la calidad del agua requerida, pueden ser necesarias etapas de tratamiento adicionales tales como coagulación y floculación con el fin de reducir el posible ensuciamiento de las membranas. Entonces puede destilarse el agua de mar o agua salobre previamente tratada, por ejemplo, usando destilación súbita de múltiples etapas, destilación de efecto múltiple o filtración en membrana tal como ultrafiltración u ósmosis inversa, para eliminar las sustancias disueltas y los materiales particulados restantes.

Puede usarse una válvula de control de flujo u otros medios para controlar la velocidad de flujo de dióxido de carbono al interior de la corriente. Por ejemplo, puede usarse un bloque de dosificación de CO₂ y un dispositivo de medición en línea de CO₂ para controlar la velocidad del flujo de CO₂. Según una realización a modo de ejemplo de la invención, el CO₂ se inyecta usando una unidad combinada que comprende una unidad de dosificación de CO₂, una mezcladora estática y un dispositivo de medición de CO₂ en línea.

La dosis de dióxido de carbono se controla preferiblemente mediante el pH de la disolución acuosa de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo producida.

La suspensión acuosa alcalina formada en el sistema de reactor puede tener un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 3 hasta el 35% en peso, preferiblemente en el intervalo del 5 al 35% en peso, basándose en el peso total de la suspensión resultante S.

La sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional que se dosifica al interior del tanque puede estar en una forma seca o en una forma acuosa. Preferiblemente, la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional tiene un tamaño de partícula medio en peso (d₅₀) en el intervalo de 0,1 μm a 50 μm, y preferiblemente en el intervalo de 0,5 μm a 5 μm. Según una realización de la presente invención, la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo es preferiblemente un carbonato de calcio triturado (GCC) tal como mármol, caliza o creta; o una dolomía.

Según otra realización de la presente invención, la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional tiene un contenido en compuestos insolubles en HCl de desde el 0,02 hasta el 90% en peso, preferiblemente desde el 0,05 hasta el 15% en peso, basándose en el peso total de la sustancia seca. El contenido en compuestos insolubles en HCl pueden ser, por

ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato, mica y/o pirita.

Según aún otra realización de la presente invención, la suspensión acuosa de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo, se prepara de manera reciente mezclando el agua y la sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo. La preparación *in situ* de la suspensión acuosa puede preferirse ya que mezclar previamente las suspensiones acuosas puede requerir la adición de agentes adicionales tales como estabilizadores o biocidas, que pueden ser compuestos no deseados en el agua remineralizada. Según una realización preferida de la presente invención, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa y la inyección de la suspensión acuosa es lo suficientemente corto como para evitar el crecimiento bacteriano en la suspensión acuosa. Según una realización a modo de ejemplo, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión acuosa y la inyección de la suspensión acuosa es inferior a 48 horas, inferior a 24 horas, inferior a 12 horas, inferior a 5 horas, inferior a 2 horas o inferior a 1 hora. Según otra realización de la presente invención, la suspensión acuosa inyectada cumple con los requisitos de calidad microbiológica especificados por las directrices nacionales para agua potable.

La suspensión acuosa de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo puede prepararse, por ejemplo, usando una mezcladora tal como un agitador mecánico para diluir suspensiones espesas, o un dispositivo de mezclado de polvo-líquido específico para suspensiones espesas más concentradas. Dependiendo de la concentración de la suspensión acuosa preparada, el tiempo de mezclado puede ser de desde 0,5 hasta 30 min, desde 1 hasta 20 min, desde 2 hasta 10 min o desde 3 hasta 5 min. Según una realización de la presente invención, la suspensión acuosa se prepara usando una máquina de mezclado, en la que la máquina de mezclado permite el mezclado y la dosificación simultáneos de la suspensión acuosa.

El agua usada para preparar la suspensión acuosa puede ser, por ejemplo, agua destilada, agua de alimentación o agua industrial. Según una realización preferida de la presente invención, el agua usada para preparar la suspensión acuosa es agua de alimentación, por ejemplo permeado o destilado obtenido a partir de un procedimiento de desalación.

Según una realización la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo se inyecta directamente en una corriente de agua de alimentación. Por ejemplo, puede inyectarse una disolución transparente que comprende hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo en la corriente de agua de alimentación a una velocidad controlada por medio de una medición de conductividad continua.

Según una realización, el valor del parámetro predeterminado es un valor de pH, en el que el valor de pH es de desde 6,5 hasta 9, preferiblemente desde 7 hasta 8.

Se pretende que la figura 1 ilustre el procedimiento según la presente invención.

La figura 1 muestra a modo de ejemplo una realización de la presente invención. El procedimiento según la presente invención se lleva a cabo preferiblemente en un sistema de reactor que comprende un tanque (1) que está equipado con un agitador (2), al menos una entrada (no mostrada) para el agua, el dióxido de carbono y la al menos sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional así como un dispositivo de medición del pH (no mostrado). La al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo puede introducirse en el tanque en una forma o bien seca o bien acuosa. Conectado al reactor, hay al menos un dispositivo (4) de filtración que tiene una salida para la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo. Cuando hay más de un dispositivo de filtración presente, pueden disponerse de una manera o bien en paralelo, o bien en línea (en serie) o bien en paralelo y en línea. El dispositivo (4) de filtración es preferiblemente un filtro de membrana. El dispositivo (4) de filtración está conectado al tanque (1) de tal manera que es posible una recirculación de una parte de la suspensión desde el dispositivo (4) de filtración al interior del tanque (1), si se requiere. La al menos una sustancia (6) que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional en una cantidad minoritaria con respecto a carbonato de metal alcalinotérreo, el agua (14) y el CO₂ se introducen en el tanque (1) a través de la al menos una entrada (no mostrada) y se agitan con un agitador (2) con el fin de obtener la suspensión resultante S que tiene un pH de entre 6 y 9. Entonces, se alimenta (8) la suspensión resultante S al dispositivo (4) de filtración, en el que se las partículas gruesas, es decir, todas las partículas que tienen un tamaño de al menos 0,2 μm, que están contenidas en la suspensión se retienen en el dispositivo (4) de filtración, y se obtiene una disolución acuosa transparente que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo. Al menos una parte de la disolución acuosa transparente que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo se descarga (10) del dispositivo (4) de filtración.

La velocidad de flujo de la suspensión S a través del dispositivo (4) de filtración es de al menos 1 m/s, y preferiblemente está en el intervalo de 1,5 a 10 m/s y lo más preferiblemente en el intervalo de 3 a 6 m/s.

5 Opcionalmente, pueden llevarse a cabo tratamientos (16) adicionales, tales como por ejemplo un tratamiento mecánico o la adición de biocidas u otros aditivos con el fin de cambiar el pH de la disolución (por ejemplo adición de una base tal como NaOH), la conductividad de la disolución o la dureza de la disolución. Como opción adicional, la disolución acuosa transparente que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo descargada del dispositivo de filtración puede diluirse con agua (14) adicional. Las partículas gruesas contenidas en la suspensión y que se retienen en el dispositivo de filtración pueden opcionalmente recircularse (12) hacia el reactor con el fin de estar disponibles para su conversión adicional.

10 Según una realización la velocidad de flujo del agua de alimentación es de 20.000 a 500.000 m³ al día.

El procedimiento de la invención puede usarse para producir agua potable, agua de recreo tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de procedimientos, agua para irrigación o agua para la producción de carbonatos de metal alcalinotérreo purificados.

15 La disolución de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento de la invención tiene una concentración de calcio de desde 50 hasta 650 mg/l, como CaCO₃, y preferiblemente desde 70 hasta 630 mg/l, como CaCO₃. En el caso de que la suspensión espesa comprenda una sal de magnesio adicional tal como hidrogenocarbonato de magnesio, o sulfato de magnesio, la disolución de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento de la invención puede tener una concentración de magnesio de desde 1 hasta 200 mg/l, como MgCO₃, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l, como MgCO₃ y lo más preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l, como MgCO₃.

20 La disolución de hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo tiene una turbidez de menos de 1,0 UNT, preferiblemente menos de 0,3 UNT.

Ejemplos

Área superficial específica (SSA) de un material

25 Se midió el área superficial específica (SSA) usando un dispositivo Malvern Mastersizer 2000 (basándose en la ecuación de Fraunhofer).

Distribución del tamaño de partícula (% en masa de partículas con un diámetro < X) y diámetro medio en peso (d₅₀) de un material particulado

30 Se determinaron el diámetro de grano medio en peso y la distribución en masa del diámetro de grano de un material particulado usando un dispositivo Malvern Mastersizer 2000 (basándose en la ecuación de Fraunhofer).

pH de una suspensión acuosa

Se midió el pH usando un medidor de pH de Mettler-Toledo. Se realizó la calibración del electrodo de pH usando patrones con valores de pH de 4,01, 7,00 y 9,21.

Contenido en sólidos de una suspensión acuosa

35 Se determinó el contenido en sólidos de la suspensión (también conocido como "peso seco") usando un analizador de humedad HR73 de la empresa Mettler-Toledo, Suiza, con las siguientes configuraciones: temperatura de 120°C, apagado automático 3, secado convencional, de 5 a 20 g de suspensión.

Turbidez

40 Se midió la turbidez con un turbidímetro de laboratorio Hach Lange 2100AN IS y se realizó la calibración usando patrones de turbidez de StabCal (patrones de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 y 7500 UNT.

Determinación de la dureza (dureza alemana; expresada en "°dH")

La dureza se refiere a la cantidad total de iones de metal alcalinotérreo en la disolución acuosa que comprende el hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, y se mide mediante titulación complejométrica usando ácido etilendiamina-tetra-acético (EDTA; nombre comercial Titriplex III) y eriocromo T como indicador del punto de equivalencia.

- 5 EDTA (agente quelante) forma con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} complejos de quelato solubles, estables. Se añadieron 2 ml de una disolución de amoníaco al 25%, un tampón de amoníaco/acetato de amonio (pH 10) e indicador eriocromo negro T a 100 ml de una muestra de agua que iba a someterse a prueba. El indicador y el tampón están habitualmente disponibles como el denominado "pastilla de indicador-tampón". El indicador, cuando está enmascarado con un colorante amarillo, forma un complejo de color rojo con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} . Al final de la titulación, es decir cuando todos los iones se han unido al agente quelante, el indicador eriocromo negro T restante está en su forma libre lo que muestra un color verde. Cuando el indicador no está enmascarado, entonces el color cambia de magenta a azul. La dureza total puede calcularse a partir de la cantidad de EDTA que tiene que usarse.

La siguiente tabla muestra una conversión para las diferentes unidades de la dureza del agua.

Conversión para las diferentes unidades de la dureza del agua ^[1]							
		°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
Dureza alemana	1°dH =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Dureza inglesa	1°e =	0,798	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Dureza francesa	1°fH =	0,560	0,702	1	10	0,2	0,1
ppm de CaCO_3 (EE.UU.)	1 ppm =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
mval/l de iones de metal alcalinotérreo	1 mval/l =	2,8	3,51	5	50	1	0,50
mmol/l de iones de metal alcalinotérreo	1 mmol/l =	5,6	7,02	10,00	100,0	2,00	1

- 10 ^[1] Con respecto a esto la unidad ppm se usa en el significado de 1 mg/l de CaCO_3 .

El dióxido de carbono usado en los ejemplos está comercialmente disponible como "Kohlendioxid 3.0" de PanGas, Dagmarsellen, Suiza. La pureza era $\geq 99,9\%$ en vol.

Ejemplos

Los ejemplos de la técnica anterior se prepararon de la siguiente manera

- 15 Los ejemplos de la técnica anterior muestran diferentes suspensiones espesas con diversas concentraciones de carbonato de calcio que se prepararon a partir de diferentes rocas de carbonato y se dosificaron a agua de alimentación en un modo discontinuo.

- 20 Se obtuvo el agua de alimentación a partir de un procedimiento de desalación mediante osmosis inversa y se acidificó con aproximadamente 50 mg/l de CO_2 . Se prepararon las suspensiones espesas mezclando una cantidad apropiada de carbonato de calcio con 100 ml de agua de alimentación a temperatura ambiente usando un agitador magnético, con agitación a entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de entre 3 y 5 min.

- 25 Se realizó la remineralización añadiendo la suspensión espesa en pequeñas cantidades a aproximadamente un litro del agua de alimentación acidificada, en la que se mezclaron la suspensión espesa y el agua de alimentación usando un agitador magnético, con agitación a entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de 2 minutos. Tras cada adición de suspensión espesa, se tomó una muestra del agua de alimentación tratada para controlar la alcalinidad, turbidez, conductividad, pH, temperatura.

- 30 Se eligió una concentración final de calcio de 125 mg/l como CaCO_3 como objetivo para la remineralización del agua de alimentación. 125 mg de CaCO_3 /l representan una concentración del 0,0125% en peso. Para cada muestra se midió la turbidez del agua remineralizada directamente tras mezclar y tras un periodo de sedimentación de cómo mínimo 60 minutos. Se realizó la medición de la turbidez con las muestras sedimentadas con el fin de observar el impacto de la sedimentación en el procedimiento de remineralización.

Se midió la turbidez con un turbidímetro de laboratorio Hach Lange 2100AN IS y se realizó la calibración usando patrones de turbidez de StabCal (patrones de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 y 7500 UNT.

- 35 Se midió la alcalinidad total con un dispositivo de titulación Mettler-Toledo T70 usando el software de titulación LabX Light relacionado. Se usó un electrodo de pH DGi111-SG para esta titulación según el método M415 de Mettler-Toledo correspondiente de la folleto de aplicación 37 (análisis de agua). Se realizó la calibración del electrodo de pH usando patrones de Mettler-Toledo con valores de pH de 4,01, 7,00 y 9,21.

Ejemplo 1 - Suspensión espesa A

Se prepararon dos suspensiones espesas que tenían una concentración de carbonato de calcio del 0,5 y el 5% en

peso basándose en el peso total de la suspensión espesa a partir de carbonato de calcio micronizado derivado de mármol (Salses, Francia) que tenía un tamaño de partícula medio de 3,5 µm y un contenido en compuestos insolubles en HCl del 0,2% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

5 Los resultados compilados en la tabla 1 muestran valores de turbidez similares para ambos procedimientos de remineralización con suspensiones espesas con CaCO₃ al 0,5% en peso y al 5% en peso. Tras un periodo de sedimentación, las muestras presentaron valores de turbidez inferiores a 0,5 UNT.

Ejemplo 2 - Suspensión espesa B

10 Se prepararon tres suspensiones espesas que tenían una concentración de carbonato de calcio del 0,5, el 1 y el 10% en peso basándose en el peso total de la suspensión espesa a partir de carbonato de calcio micronizado derivado de mármol (Bathurst, Australia) que tenía un tamaño de partícula medio de 2,8 µm y un contenido en compuestos insolubles en HCl del 1,5% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

15 Los resultados compilados en la tabla 1 muestran valores de turbidez similares para los tres procedimientos de remineralización. Sin embargo los valores de turbidez medidos para las muestras sedimentadas tomados tras dos minutos de remineralización son superiores a los del ejemplo 1, lo cual puede deberse a la diferencia en el contenido en compuestos insolubles en HCl del carbonato de calcio de mármol.

Ejemplo 3 - Suspensión espesa C

20 Se preparó una suspensión espesa que tenía una concentración de carbonato de calcio del 5% en peso basándose en el peso total de la suspensión espesa a partir de carbonato de calcio micronizado derivado de caliza (Orgon, Francia) que tenía un tamaño de partícula medio de 3 µm, un área superficial específica (SSA) de 2,6 m²/g, y un contenido en compuestos insolubles en HCl del 0,1% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

Los resultados compilados en la tabla 1 muestran que el valor de turbidez medido para la muestra sedimentada es muy inferior en comparación con los valores de los ejemplos 1 y 2, lo cual puede deberse a las diferentes estructuras geológicas de las rocas de carbonato.

Tabla 1

Suspensión espesa	Concentración en suspensión espesa (% en peso)	Turbidez (UNT)		Alcalinidad en muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
		Muestra reciente	Muestra sedimentada	
A	0,5	35	0,44	100
A	5,0	32	0,45	120
B	0,5	26	3,90	115
B	1,0	25	3,50	112
B	10,0	24	3,30	119
C	5,0	20	0,21	117

25 Los resultados compilados en la tabla 1 muestran una fuerte turbidez de las muestras recientes y para la mayoría de las muestras incluso tras la sedimentación.

Ejemplo 4 – Diferentes tamaños de partícula

30 Se prepararon tres suspensiones espesas que tenían una concentración de carbonato de calcio del 5% en peso basándose en el peso total de la suspensión espesa a partir de carbonato de calcio micronizado derivado de mármol que tenía un tamaño de partícula de 3,5, 9 y 20 µm, respectivamente, y un contenido en compuestos insolubles en HCl del 0,2% en peso basándose en el peso total del carbonato de calcio.

35 Los resultados compilados en la tabla 2 muestran que tras un periodo de sedimentación la turbidez del agua remineralizada con un tamaño de partícula mayor, es decir de 20 µm, tiene un valor de turbidez inferior en comparación con la turbidez del agua remineralizada con un tamaño de partícula menor, es decir de 3,5 µm, lo cual resulta lógico debido al hecho de que las partículas gruesas se sedimentan mucho más rápido frente a las partículas finas.

Tabla 2

Tamaño de partícula medio (µm) SSA (m ² /g) SSA (m ² /m ³)	Turbidez (UNT)		Alcalinidad en muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
	Muestra reciente	Muestra sedimentada	
3,5 2,61 326 9	32	0,45	120
1,75 219 20			
0,94 118	27	0,31	67

Los resultados compilados en la tabla 2 muestran una fuerte turbidez para las muestras recientes. Tras un periodo de sedimentación el agua que se remineralizó con un tamaño de partícula mayor, es decir de 20 µm, muestra un valor de turbidez inferior en comparación con el agua que se remineralizó con un tamaño de partícula menor, es decir de 3,5 µm, lo cual resulta algo lógico debido al hecho de que las partículas gruesas se sedimentan mucho más rápido que las finas, pero lo cual aumentará la turbidez de la muestra inmediatamente si se agita.

El carbonato de calcio basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d₅₀) de 3,5 µm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 2,61 m²/g correspondiente a 326,3 m²/tonelada de suspensión con un contenido en sólidos del 0,0125% en peso.

El carbonato de calcio basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d₅₀) de 9 µm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 1,75 m²/g correspondiente a 218,8 m²/tonelada de suspensión con un contenido en sólidos del 0,0125% en peso.

El carbonato de calcio basado en mármol que tiene un diámetro medio en peso (d₅₀) de 20 µm representa aproximadamente una superficie de partículas total de 0,94 m²/g correspondiente a 117,5 m²/tonelada de suspensión con un contenido en sólidos del 0,0125% en peso.

A partir de la información anterior puede derivarse que la velocidad de disolución del carbonato de calcio se reduce mediante la superficie específica reducida de las partículas de carbonato de calcio que están presentes en la suspensión.

Ejemplos referentes a la invención

En la figura 1 se muestra un diagrama de flujo de procedimiento general del procedimiento según la presente invención.

Se obtuvo el agua de alimentación usada en los ejemplos de la invención a partir de un equipo de intercambio iónico de Christ, Aesch, Suiza Typ Elite 1BTH, teniendo el agua de alimentación las siguientes especificaciones de agua tras el intercambiador iónico:

Sodio	169 mg/l
Calcio	2 mg/l
Magnesio	< 1 mg/l
°dH	0,3

Se usaron las siguientes rutas de procedimiento diferentes para mostrar a modo de ejemplo el procedimiento según la presente invención:

Procedimiento A (figura 1) La suspensión del reactor pasa por un molino sin perlas de trituración en el molino. Se busca que este procedimiento muestre a modo de ejemplo la realización de la invención.

Ejemplo 5, Microdol A extra (dolomía)

En el presente ejemplo, se usó Microdol A extra, una dolomía obtenida de la empresa Norwegian Talc, Knarrevik, como el al menos un carbonato de metal alcalinotérreo. En la tabla 3 se facilitan la reacción y las condiciones operativas.

Procedimiento A, 23°C (temperatura del tanque)

Tabla 3

Contenido en sólidos de alimentación, % en peso	CO ₂ ml/min g/h mol/h	°dH de permeado	l/h de permeado	l/h de permeado a 10°dH mol de CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10°dH	pH de permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
15	100 11,8 0,268	25	63	158 0,282	1	264	7,4	0,35 µm 2,67 µm 10,23 µm 2,24 m ² /g
15	150 17,7	30	55	165	1,5	276	7,35	
15	200 23,6	32	51	162	1,5	270	7,25	
15	200 23,6	32,5	47	151	2	252	7,14	

La superficie de mineral total de las partículas en la suspensión de este ensayo representa 336.000 m²/tonelada de suspensión.

- 5 La razón de mol de CaCO₃ producido con respecto a mol de CO₂ usado en este ejemplo es de 1:0,54.

Ejemplo 6, Mármol

En el presente ejemplo, se usó un mármol comercializado con el nombre comercial "Omyacarb 10 AV" de la empresa Omya International, Suiza, como carbonato de metal alcalinotérreo. El contenido en compuestos insolubles en HCl era del 0,7% en peso. En la tabla 4 se facilitan la reacción y las condiciones operativas.

- 10 Procedimiento A, 27°C (temperatura del tanque)

Tabla 4

Contenido en sólidos de alimentación, % en peso	CO ₂ ml/min g/h mol/h	°dH de permeado	l/h de permeado	l/h de permeado a 10°dH mol de CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10°dH	pH de permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA
15	50 5,9 0,134	32,5	35	115 0,205	1,5	192	6,55	0,48 µm 5,42 µm 16,98 µm 1,52 m ² /g

La superficie de mineral total de las partículas en la suspensión de este ensayo representa 228.000 m²/tonelada de suspensión.

La razón de mol de CaCO₃ producido con respecto a mol de CO₂ usado en este ejemplo es de 1:0,65.

- 15 **Ejemplo 7, Mármol, Noruega**

Procedimiento A, 20°C (temperatura del tanque)

Se dispersó mármol noruego triturado fino (Molde, Noruega) en agua del grifo (3°dH, pH 7,4) a un contenido en sólidos del 35% en peso usando el 0,72% en peso, basándose en el peso seco del mármol, de polifosfato de sodio, y el 0,21% en peso de ácido fosfórico para formar una suspensión. La suspensión tenía una conductividad de 2.580 mS/cm.

- 20 Se bombeó la suspensión en modo de circulación a una velocidad de 3200 l/h desde el reactor pasando por un módulo de membrana de 0,2 m² (Microdyn-Modul MD 063 TP 2N) y después se recirculó al interior del tanque. Se dosificó CO₂ tras la bomba, pero antes del módulo de membrana.

ES 2 584 602 T3

5 Se accionó la bomba mediante una mezcla de energía eléctrica solar (Solarcenter Muntwiler, Suiza, www.solarcenter.ch) y una central de energía nuclear. La figura 2 muestra el contador eléctrico de la central de energía solar que se usó para generar la energía eléctrica que se usó en este ejemplo. La central de energía solar comprende aproximadamente 25 m² de paneles solares. La energía eléctrica total usada en este ensayo fue de 5,5 kWh; la parte de energía solar fue de 1,5 kWh (de 1,1 a 1,9 kWh).

Contenido en sólidos de alimentación, % en peso	CO ₂ ml/min	°dH de permeado	l/h de permeado a 10°dH mol de CaCO ₃ /h	Presión de membrana	l/h/m ² de permeado a 10°dH	pH de permeado	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA	% de energía solar
35	50	13	49,8 0,089	1	249	7,1	0,33 μm 0,87 μm 1,92 μm 3,40 m ² /g	27%

La superficie de mineral total de las partículas en la suspensión de este ensayo representa 1.197.385 m²/tonelada de suspensión.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la preparación de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

a) proporcionar agua,

5 b) proporcionar al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y opcionalmente al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo en una cantidad minoritaria con respecto al carbonato de metal alcalinotérreo, estando la al menos una sustancia en una forma seca o en una forma acuosa, en el que la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional se selecciona del grupo que comprende mármol, caliza, creta, cal semicalcinada, cal
10 calcinada, caliza dolomítica, dolomía calcárea, dolomía semicalcinada, dolomía calcinada y carbonato de calcio precipitado;

c) proporcionar CO₂,

d) combinar o bien:

15 (i) el agua de la etapa a), la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) y el CO₂ de la etapa c), o bien

(ii) el agua de la etapa a) y la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) con el fin de obtener una suspensión acuosa alcalina de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal
20 alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional, y posteriormente combinar la suspensión acuosa alcalina con el CO₂ de la etapa c) con el fin de obtener una suspensión resultante S que tiene un pH de entre 6 y 9, conteniendo la suspensión resultante S partículas,

e) filtrar al menos una parte de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) haciendo pasar la suspensión resultante S a través de un dispositivo de filtración con el fin de obtener la disolución acuosa que
25 comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo, en el que la disolución acuosa obtenida tras la filtración tiene un valor de turbidez de menos de 1 UNT y tiene una concentración de calcio, como carbonato de calcio, de desde 50 hasta 650 mg/l,

en el que las partículas de la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que es > 20.000 m²/tonelada de la suspensión resultante S, y

30 en el que la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 1 hasta el 35% en peso, basándose en el peso total de la suspensión resultante S, con la condición de que una adición del CO₂ de la etapa c) no tiene lugar antes que una adición de la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo
35 opcional de la etapa b), y caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 0,01 a 200 m²/g.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque las partículas de la suspensión resultante S representan un área superficial de partículas total (SSA_{total}) que está en el intervalo de 25.000 - 5.000.000 m²/tonelada, más preferiblemente en el intervalo de 50.000 - 2.000.000 m²/tonelada, lo más
40 preferiblemente en el intervalo de 200.000 - 600.000 m²/tonelada de la suspensión resultante S.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un tamaño de partícula medio en peso (d₅₀) en el intervalo de 0,1 μm a 50 μm, y preferiblemente en el
intervalo de 0,5 μm a 5 μm.

45 4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un área superficial específica (SSA) en el intervalo de 1 a 100 m²/g.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la al menos una sustancia que comprende al menos un carbonato de metal alcalinotérreo y el al menos un hidróxido de metal

- alcalinotérreo opcional de la etapa b) tiene un contenido en compuestos insolubles en HCl de desde el 0,02 hasta el 90% en peso, preferiblemente desde el 0,05 hasta el 15% en peso, basándose en el peso total de la sustancia seca.
- 5 6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la suspensión resultante S que se obtiene en la etapa d) tiene un contenido en sólidos en el intervalo de desde el 3 hasta el 35% en peso, preferiblemente en el intervalo del 5 al 35% en peso, basándose en el peso total de la suspensión resultante S.
7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el agua de la etapa a) se selecciona de agua destilada, agua del grifo, agua desalada, salmuera, aguas residuales tratadas o agua natural tal como agua subterránea, agua de superficie o agua de lluvia.
- 10 8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el CO₂ de la etapa c) se selecciona de dióxido de carbono gaseoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido o una mezcla gaseosa de dióxido de carbono y al menos otro gas, y es preferiblemente dióxido de carbono gaseoso.
- 15 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la cantidad de CO₂ usada, en moles, para producir 1 mol del al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo en la disolución acuosa está en el intervalo de 0,5 a 4 mol, preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 2,5 mol, más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 1,0 mol y lo más preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 0,65 mol.
10. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene una dureza de desde 5 hasta 130°dH, preferiblemente desde 10 hasta 60°dH, lo más preferiblemente desde 15 hasta 50°dH.
- 20 11. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene un pH en el intervalo de 6,5 a 9, preferiblemente en el intervalo de 6,7 a 7,9 y lo más preferiblemente en el intervalo de 6,9 a 7,7, a 20°C.
- 25 12. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene una concentración de calcio, como carbonato de calcio, de desde 70 hasta 630 mg/l.
- 30 13. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene una concentración de magnesio, como carbonato de magnesio, de desde 1 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 2 hasta 150 mg/l y lo más preferiblemente desde 3 hasta 125 mg/l.
14. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo que se obtiene en la etapa e) tiene un valor de turbidez de menos de 0,5 UNT, y preferiblemente de menos de 0,3 UNT.
- 35 15. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque al menos la etapa d) se lleva a cabo a una temperatura que está en un intervalo de 5 a 55°C, y preferiblemente en un intervalo de 20 a 45°C.
16. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque es un procedimiento continuo.
- 40 17. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizado porque el dispositivo de filtración de la etapa e) es un filtro de membrana.
18. Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque el dispositivo de filtración es un filtro de membrana de tubos con un tamaño de poro de entre 0,02 μm y 0,5 μm, y preferiblemente de entre 0,05 y 0,2 μm.
- 45 19. Uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 para la producción de un carbonato de metal alcalinotérreo precipitado y/o hidromagnesita, y en particular para la producción de un carbonato de calcio precipitado y/o hidromagnesita.
20. Uso de una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18 para la mineralización de agua.

21. Procedimiento para la mineralización de agua que comprende las siguientes etapas:

I) proporcionar agua de alimentación,

II) proporcionar una disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo obtenida mediante el procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, y

5 III) combinar el agua de alimentación de la etapa I) y la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) con el fin de obtener agua mineralizada.

22. Procedimiento según la reivindicación 21, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza que es al menos 3°dH, y preferiblemente al menos 5°dH mayor que la dureza del agua de alimentación de la etapa I).

10 23. Procedimiento según la reivindicación 22, caracterizado porque la disolución acuosa que comprende al menos un hidrogenocarbonato de metal alcalinotérreo de la etapa II) tiene una dureza de al menos 15°dH.

Fig. 1

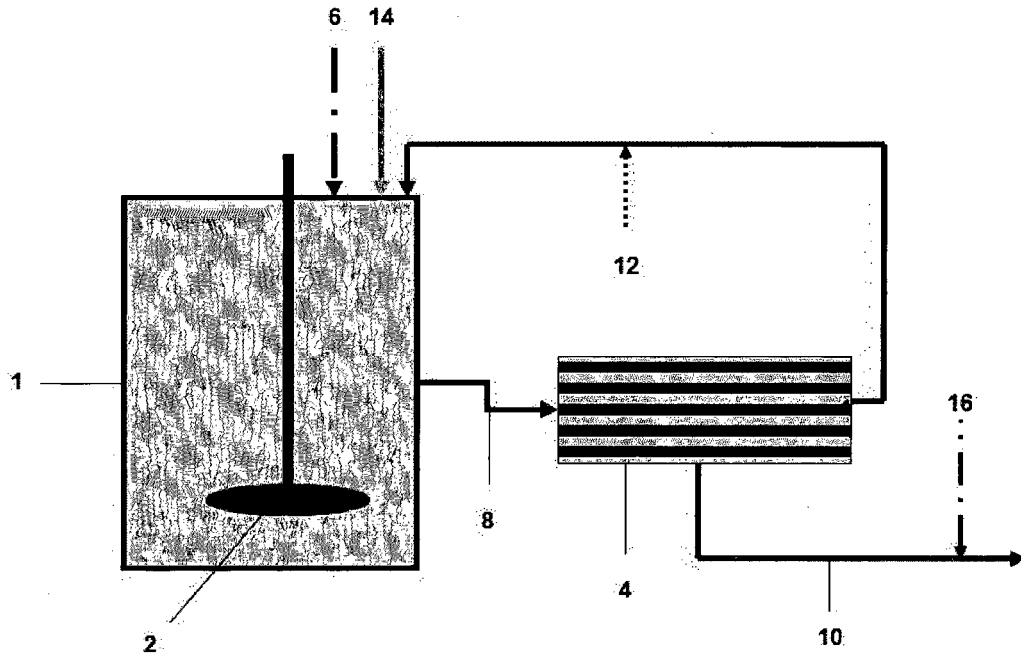


Fig. 2

