

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 294**

51 Int. Cl.:

C02F 1/68

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2010 E 10172771 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.12.2014 EP 2418177**

54 Título: **Sistema de inyección de suspensión espesa de carbonato de calcio (CaCO₃) micronizado para la remineralización de agua desalinizada y dulce**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SKOVBY, MICHAEL;
POFFET, MARTINE;
BURI, MATTHIAS y
BLUM, RENÉ VINZENZ**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 532 294 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

Sistema de inyección de suspensión espesa de carbonato de calcio (CaCO₃) micronizado para la remineralización de agua desalinizada y dulce.

Descripción de la Invención

5 La invención se refiere al campo del tratamiento de agua, y de manera más específica a un procedimiento para la remineralización de agua y al uso de carbonato de calcio en un procedimiento de este tipo.

El agua potable se ha vuelto escasa. Incluso en países que son ricos en recursos hídricos, no todas las fuentes y los depósitos son adecuados para la producción de agua potable, y muchas fuentes hoy en día están amenazadas por un deterioro drástico de la calidad del agua. Inicialmente, el agua de alimentación usada para propósitos de bebida
10 eran principalmente aguas superficiales y aguas subterráneas. Sin embargo, el tratamiento de agua de mar, salmuera, aguas salobres, aguas residuales y aguas de efluentes contaminados están adquiriendo cada vez más importancia por motivos medioambientales y económicos.

Con el fin de recuperar agua de agua de mar o agua salobre, para usos potables, se conocen varios procedimientos, que son de importancia considerable para áreas secas, regiones costeras e islas marítimas, y tales procedimientos comprenden procedimientos de destilación, electrolíticos, así como de ósmosis o de ósmosis inversa. El agua obtenida mediante tales procedimientos es muy blanda y tiene un bajo valor de pH porque carece de sales tamponantes del pH, y por tanto, tienden a ser altamente reactivas y, a menos que se traten, pueden crear dificultades de corrosión grave durante su transporte en tuberías convencionales. Además, el agua desalinizada sin
15 tratamiento no puede usarse directamente como fuente de agua potable. Para impedir la disolución de sustancias no deseadas 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 remineralizar el agua.

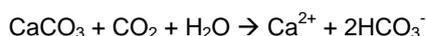
Procedimientos convencionales que se usan principalmente para la remineralización de agua son disolución de cal mediante filtración en lecho de piedra caliza y dióxido de carbono. Otros procedimientos de remineralización menos comunes comprenden, por ejemplo, la adición de cal hidratada y carbonato de sodio, la adición de sulfato de calcio y bicarbonato de sodio, o la adición de cloruro de calcio y bicarbonato de sodio.
20

El procedimiento con cal involucra el tratamiento de una disolución de cal con agua acidificada con CO₂, en el que está implicada la siguiente reacción:



Tal como puede deducirse a partir del esquema de reacción anterior, son necesarios dos equivalentes de CO₂ para convertir un equivalente de Ca(OH)₂ en Ca²⁺ y bicarbonato para remineralización. Este método depende de la adición de dos equivalentes de CO₂, si no la cal sólo sería ligeramente soluble en agua, es decir aproximadamente 1,5 g/l a 25°C. Para la remineralización de agua, se prepara una disolución saturada de hidróxido de calcio, comúnmente denominada agua de cal, del 0,1-0,2% en peso basado en el peso total, a partir de una lechada de cal (de manera habitual como máximo del 5% en peso). Por lo tanto, debe usarse un saturador para producir el agua de cal del mismo y son necesarios grandes volúmenes de agua de cal para lograr el nivel de remineralización objetivo.
30 Otro inconveniente de este método es que la cal hidratada es corrosiva y requiere un manejo adecuado y equipos específicos. Además, una adición escasamente controlada de cal hidratada al agua blanda puede conducir a cambios de pH no deseados debido a la ausencia de las propiedades tamponantes de la cal.

El procedimiento de filtración en lecho de piedra caliza comprende la etapa de hacer pasar el agua blanda a través de un lecho de piedra caliza granular que disuelve el carbonato de calcio en el flujo de agua. La puesta en contacto de la piedra caliza con agua acidificada con CO₂ mineraliza el agua según:
40



A diferencia del procedimiento con cal, solamente es necesario un equivalente de CO₂ para convertir un equivalente de CaCO₃ en Ca²⁺ y bicarbonato para remineralización. Además, la piedra caliza no es corrosiva y debido a las propiedades tamponantes del CaCO₃, se impiden grandes cambios de pH. Sin embargo, la tasa de disolución del carbonato de calcio granular es lenta y se requieren grandes filtros. Además. Debido al considerable espacio ocupado por estos filtros, se requieren grandes superficies de planta para los sistemas de filtración en lecho de piedra caliza.
45

En los documentos US 7.374.694 y EP 0 520826 se describen métodos para la remineralización de agua usando lechada de cal o una suspensión espesa de cal. El documento US 5.914.046 describe un método para reducir la
50

acidez en descargas de efluentes usando un lecho de piedra caliza pulsado.

Por tanto, considerando los inconvenientes de los procedimientos conocidos para la remineralización de agua, es un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento alternativo o mejorado para la remineralización de agua.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la remineralización de agua que no requiera un compuesto corrosivo, y por tanto, evita el peligro de incrustación, elimina la necesidad de equipos resistentes a la corrosión, y proporciona un entorno seguro para las personas que trabajan en la planta. Sería deseable también proporcionar un procedimiento que sea respetuoso con el medio ambiente y que requiere de bajas cantidades de dióxido de carbono en comparación con la remineralización de agua actual con procedimientos con cal.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para la remineralización de agua, en el que la cantidad de minerales puede ajustarse a los valores requeridos. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para remineralización usando piedra caliza que permita el uso de unidades de remineralización más pequeñas, o proporcionar un procedimiento de remineralización que permita el uso de volúmenes más pequeños del compuesto de remineralización, por ejemplo, en comparación con el procedimiento con cal. También sería deseable proporcionar un procedimiento que pueda operarse sobre superficies de planta más pequeñas que el procedimiento de filtración en lecho de piedra caliza.

15 Se resuelven los siguientes objetos y otros mediante la provisión de un procedimiento para la remineralización de agua, que comprende las etapas de (a) proporcionar agua de alimentación, y (b) inyectar dióxido de carbono gaseoso y una suspensión espesa en el agua de alimentación, en el que la suspensión espesa comprende carbonato de calcio micronizado.

20 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un uso de un carbonato de calcio micronizado para la remineralización de agua.

Se definen realizaciones ventajosas de la presente invención en las reivindicaciones dependientes correspondientes.

25 Según una realización, la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es de desde el 0,05 hasta el 40% peso, desde el 1 hasta el 25% peso, desde el 2 hasta el 20% peso, preferiblemente desde el 3 hasta el 15% peso, y lo más preferiblemente desde el 5 hasta el 10% peso, basado en el peso total de la suspensión espesa, o la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es de desde el 10 hasta el 40% peso, desde el 15 hasta el 30% peso, o desde el 20 hasta el 25% peso, basado en el peso total de la suspensión espesa. Según otra realización, el carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula de desde 0,1 hasta 100 μm , desde 0,5 hasta 50 μm , desde 1 hasta 15 μm , preferiblemente desde 2 hasta 10 μm , lo más preferiblemente de 3 a 5 μm . Según todavía otra realización, el carbonato de calcio tiene un contenido insoluble en HCl de desde el 0,02 hasta el 2,5% peso, del 0,05 al 1,5% peso, o del 0,1 al 0,6% peso, basado en el peso total del carbonato de calcio micronizado. Según todavía otra realización, el carbonato de calcio es un carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o mezclas de los mismos.

35 Según una realización, la suspensión espesa comprende otros minerales que contienen magnesio, potasio o sodio, preferiblemente carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio o hidrogenocarbonato de sodio. Según otra realización, la suspensión espesa se prepara de manera reciente mezclando agua y el carbonato de calcio. Según todavía otra realización, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión espesa y la inyección de la suspensión espesa es de menos de 48 horas, menos de 24 horas, menos de 12 horas, menos de 5 horas, menos de 2 horas o menos de 1 hora. Según todavía otra realización, la suspensión espesa inyectada cumple con requisitos de calidad microbiológica, especificados por las directrices nacionales para agua potable.

40 Según una realización, el agua remineralizada obtenida tiene una concentración de calcio como carbonato de calcio de desde 15 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 150 mg/l, y lo más preferiblemente desde 100 hasta 125 mg/l. Según otra realización, el agua remineralizada obtenida tiene una concentración de magnesio de desde 5 hasta 25 mg/l, preferiblemente desde 5 hasta 15 mg/l y lo más preferido desde 8 hasta 12 mg/l. Según todavía otra realización, el agua remineralizada obtenida tiene un valor de turbidez de menos de 5,0 UNT, menos de 1,0 UNT, menos de 0,5 UNT, o menos de 0,3 UNT. Según todavía otra realización, el agua remineralizada tiene un índice de saturación de Langelier de desde -1 hasta 2, preferiblemente desde -0,5 hasta 0,5, lo más preferido desde -0,2 hasta 0,2. Según todavía otra realización, el agua remineralizada tiene un índice de densidad de sedimentación IDS_{15} inferior a 5, preferiblemente inferior a 4, y lo más preferido inferior a 3. Según todavía otra realización, el agua remineralizada tiene un índice de incrustación de membrana $\text{IIM}_{0,45}$ inferior a 4, preferiblemente inferior a 2,5, lo más preferido inferior a 2.

Según una realización, el agua de alimentación es agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, aguas residuales tratadas o agua natural tal como agua subterránea, agua superficial o agua de lluvia.

5 Según una realización, el dióxido de carbono se inyecta en una primera etapa, y la suspensión espesa se inyecta posteriormente en una segunda etapa, o la suspensión espesa se inyecta en una primera etapa y el dióxido de carbono se inyecta posteriormente en una segunda etapa, o el dióxido de carbono y la suspensión espesa se inyectan simultáneamente. Según otra realización, el dióxido de carbono se inyecta en el agua usada para la preparación de la suspensión espesa.

Según una realización, el agua remineralizada se combina con agua de alimentación. Según otra realización, el procedimiento comprende además una etapa de retirada de partículas.

10 Según una realización, el procedimiento comprende además las etapas de (c) medir el valor de un parámetro del agua remineralizada, en el que el parámetro se selecciona del grupo que comprende alcalinidad, conductividad, concentración de calcio, pH, sólidos disueltos totales y turbidez del agua remineralizada, (d) comparar el valor del parámetro medido con un valor del parámetro predeterminado, y (e) proporcionar la cantidad de dióxido de carbono y/o suspensión espesa inyectada basándose en la diferencia entre el valor del parámetro medido y el predeterminado. Según otra realización, el valor de parámetro predeterminado es un valor de pH, en el que el valor de pH es de desde 5,5 hasta 9, preferiblemente desde 7 hasta 8,5.

Según una realización, el carbonato de calcio micronizado se usa para la remineralización de agua, en la que el agua remineralizada se selecciona de agua potable, agua para fines recreativos tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de procedimiento, agua de irrigación o agua para la recarga de acuíferos o pozos.

20 El término "alcalinidad (TAC)" tal como se usa en la presente invención es una medida de la capacidad de una disolución para neutralizar ácidos hasta el punto de equivalencia de carbonato o bicarbonato. La alcalinidad es igual a la suma estequiométrica de las bases en disolución y se especifica en mg/l como CaCO_3 . La alcalinidad puede medirse con un valorador.

25 Para el propósito de la presente invención, el término "concentración de calcio" se refiere al contenido total de calcio en la disolución y se especifica en mg/l como Ca^{2+} o como CaCO_3 . La concentración puede medirse con un valorador.

"Conductividad" dentro del significado de la presente invención se usa como indicador de cómo de libre de sales, libre de iones o libre de impurezas se encuentra el agua medida; cuanto más pura es el agua, menor es la conductividad. La conductividad puede medirse con un medidor de conductividad y se especifica en S/cm.

30 "Carbonato de calcio molido (GCC, por sus siglas en inglés)" dentro del significado de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido de fuentes naturales incluyendo mármol, creta o piedra caliza, y procesado a través de un tratamiento tal como molienda, tamizado y/o fraccionamiento en húmedo y/o en seco, por ejemplo, mediante un ciclón.

35 El término "índice de saturación de Langelier (ISL)" tal como se usa en la presente invención describe la tendencia de un líquido acuoso a ser incrustante o corrosivo, indicando un ISL positivo tendencias incrustantes e indicando un ISL negativo un carácter corrosivo. Un índice de saturación de Langelier equilibrado, es decir, $\text{ISL} = 0$, por lo tanto, significa que el líquido acuoso está en equilibrio químico. El ISL se calcula de la siguiente forma:

$$\text{ISL} = \text{pH} - \text{pH}_s,$$

40 en donde el pH es el valor de pH real del líquido acuoso y pH_s es el valor de pH del líquido acuoso a la saturación de CaCO_3 . El pH_s puede estimarse de la siguiente forma:

$$\text{pH}_s = (9,3 + A + B) - (C + D),$$

45 en donde A es el indicador de valor numérico de sólidos disueltos totales (SDT) presentes en el líquido acuoso, B es el indicador de valor numérico de temperatura del líquido acuoso en °K, C es el indicador de valor numérico de la concentración de calcio del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 , y D es el indicador de valor numérico de la alcalinidad del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 . Los parámetros A a D se determinan usando las siguientes ecuaciones:

$$A = (\log_{10}(\text{SDT}) - 1)/10,$$

$$B = -13,12 \times \log_{10}(T + 273) + 34,55,$$

$$C = \log_{10}([\text{Ca}^{2+}]) - 0,4,$$

$$D = \log_{10}(\text{TAC}),$$

en donde SDT son los sólidos disueltos totales en mg/l, T es la temperatura en °C, $[\text{Ca}^{2+}]$ es la concentración de calcio del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 y TAC es la alcalinidad del líquido acuoso en mg/l de CaCO_3 .

5 El término “índice de densidad de sedimentación (IDS)” tal como se usa en la presente invención se refiere a la cantidad de material particulado en agua y se correlaciona con la tendencia de incrustación de sistemas de ósmosis inversa y nanofiltración. El IDS puede calcularse, por ejemplo, a partir de la tasa de obstrucción de un filtro de membrana de 0,45 μm cuando se hace pasar agua con una presión de agua aplicada constante de 208,6 kPa. El valor de IDS_{15} se calcula a partir de la tasa de obstrucción de un filtro de membrana de 0,45 μm cuando se hace pasar agua con una presión de agua aplicada constante de 208,6 kPa durante 15 minutos. Normalmente, los sistemas de ósmosis inversa de enrollado en espiral necesitarán un IDS de menos de 5, y los sistemas de ósmosis inversa de fibra hueca necesitarán un IDS de menos de 3.

15 El término “índice de incrustación modificado (IIM)” tal como se usa en la presente invención se refiere a la concentración de materia suspendida y es un índice más preciso que el IDS para predecir la tendencia de un agua a producir incrustación en membranas de ósmosis inversa o nanofiltración. El método que puede usarse para determinar el IIM puede ser el mismo que para el IDS excepto que el volumen se registra cada 30 segundos a lo largo de un periodo de filtración de 15 minutos. El IIM puede obtenerse gráficamente como la pendiente de la parte recta de la curva cuando se representa gráficamente t/V frente a V (t es el tiempo en segundos para recoger un volumen de V en litros). Un valor de IIM de <1 corresponde a un valor de IDS de aproximadamente <3 y puede considerarse lo suficientemente bajo como para controlar la incrustación coloidal y de partículas. En el caso de que se use una membrana de ultrafiltración (UF) para mediciones de IIM, el índice se denomina IIM-UF a diferencia del $\text{IIM}_{0,45}$ en el que se usa un filtro de membrana de 0,45 μm .

25 Para el propósito de la presente invención, el término “micronizado” se refiere a un tamaño de partícula en el rango micrométrico, por ejemplo, un tamaño de partícula de desde 0,1 hasta 100 μm . Las partículas micronizadas pueden obtenerse mediante técnicas basadas en fricción, por ejemplo, trituración o molienda en condiciones o bien en húmedo o bien en seco. Sin embargo, también es posible de producir las partículas micronizadas mediante otro método adecuado, por ejemplo, mediante precipitación, expansión rápida de disoluciones supercríticas, secado por pulverización, clasificación o fraccionamiento de arenas o lodos que se producen de manera natural, filtración de agua, procedimientos sol-gel, síntesis de reacción de pulverización, síntesis en llama o síntesis de espuma líquida.

30 En la totalidad 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 menores que 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 75% en peso de todas las partículas son más pequeñas. El valor de d_{50} es, por lo tanto, la mediana del tamaño de partícula, es decir, el 50% en peso de todos los granos son más grandes o más pequeños que este tamaño de partícula. Para el propósito de la presente invención, el tamaño de partícula se especifica como la mediana del tamaño de partícula d_{50} a menos que se indique de otro modo. Para determinar el valor de d_{50} la mediana del tamaño de partícula para partículas que tienen un d_{50} mayor de 0,5 μm , puede usarse un dispositivo Sedigraph 5100 de la compañía Micromeritics, EE.UU.

40 “Carbonato de calcio precipitado (PCC, por sus siglas en inglés)” dentro del significado de la presente invención es un material sintetizado, obtenido de manera general mediante precipitación seguida de la reacción de dióxido de carbono y cal en un medio 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 , a partir de la disolución.

45 El término “remineralización” tal como se usa en la presente invención se refiere a la restauración de minerales en agua que no contiene minerales en absoluto o en una cantidad suficiente para obtener un agua que es agradable. Una remineralización puede lograrse mediante la adición de al menos carbonato de calcio al agua que va a tratarse. Opcionalmente, por ejemplo, para beneficios relacionados con la salud, o para asegurar la ingesta apropiada de algunos minerales esenciales y oligoelementos, pueden mezclarse otras sustancias con el carbonato de calcio y luego añadirse al agua durante el procedimiento de remineralización. Según las directrices nacionales sobre la salud humana y la calidad del agua potable, el producto remineralizado puede comprender otros minerales 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.

Para el propósito de la presente invención, una “suspensión espesa” comprende sólidos insolubles y agua y, opcionalmente, otros aditivos y contiene habitualmente grandes cantidades de sólidos y, por lo tanto, es más viscosa

y, de manera general, de mayor densidad que el líquido a partir del que se formó.

El término “sólidos totales disueltos (SDT)” tal como se usa en la presente invención es una medida del contenido combinado de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en un líquido en forma molecular, ionizada o microgranular (sol coloidal) suspendida. De manera general, la definición operativa es que los sólidos deben ser lo suficientemente pequeños como para sobrevivir a una filtración a través de un tamiz del tamaño de dos micrómetros. Los sólidos disueltos totales pueden estimarse con un medidor de conductividad y se especifican en mg/l.

“Turbidez” dentro del significado de la presente invención describe la nubosidad u opacidad de un fluido, producida por partículas individuales (sólidos suspendidos) que son generalmente invisibles para el ojo humano. La medición de turbidez es una prueba clave de la calidad del agua y puede llevarse a cabo con un nefelómetro. Las unidades de la turbidez de un nefelómetro calibrado tal como se usa en la presente invención se especifican en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

El procedimiento inventivo para la remineralización de agua comprende las etapas de (a) proporcionar agua de alimentación, y (b) inyectar dióxido de carbono gaseoso y una suspensión espesa en el agua de alimentación, en el que la suspensión espesa comprende carbonato de calcio micronizado.

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

Según una realización de la presente invención, el agua de alimentación puede pretratarse. Un pretratamiento puede ser necesario, por ejemplo, en el caso de que el agua de alimentación se derive de agua superficial, agua subterránea o agua de lluvia. Por ejemplo, para lograr las directrices de agua potable, es necesario tratar el agua a través del uso de técnicas químicas o físicas de manera que se retiren contaminantes tales como componentes orgánicos y minerales no deseados. Por ejemplo, puede usarse la ozonización como primera etapa de pretratamiento, seguida entonces por coagulación, floculación o decantación como segunda etapa de tratamiento. Por ejemplo, pueden usarse sales de hierro (III) tales como FeClSO_4 o FeCl_3 , o sales de aluminio tales como AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o polialuminio como agentes de floculación. Los materiales floculados pueden retirarse del agua de alimentación, por ejemplo, por medio de filtros de arena o filtros multicapa. En los documentos EP 1 975 310, EP 1 982 759, EP 1 974 807 o EP 1 974 806, por ejemplo, se describen otros procedimientos de purificación de agua que pueden usarse para pretratar el agua de alimentación.

Según otra realización a modo de ejemplo de la presente invención, se bombea en primer lugar agua de mar o agua salobre fuera del mar por medio de tomas oceánicas abiertas o tomas bajo la superficie tales como pozos, y luego se somete a pretratamientos físicos tales como procedimiento con tamices, sedimentación o de retirada de arena. Dependiendo de la calidad del agua requerida, pueden ser necesarias etapas de tratamiento adicionales tales como coagulación y floculación para reducir la potencial incrustación de las membranas. El agua de mar o agua salobre pretratada puede destilarse luego, por ejemplo, usando evaporación ultrarrápida de múltiples etapas, destilación de efecto múltiple o filtración de membrana tal como ultrafiltración u ósmosis inversa, para retirar las partículas y las sustancias disueltas restantes.

Según la etapa (b) del procedimiento inventivo, se inyectan dióxido de carbono gaseoso y una suspensión espesa que comprende carbonato de calcio micronizado en el agua de alimentación. Según una realización, el dióxido de carbono se inyecta en una primera etapa, y la suspensión espesa se inyecta posteriormente en una segunda etapa. Según una realización alternativa, la suspensión espesa se inyecta en una primera etapa, y el dióxido de carbono se inyecta en una segunda etapa. Sin embargo, también es posible inyectar el dióxido de carbono y la suspensión espesa simultáneamente. Preferiblemente, se inyecta el dióxido de carbono en una primera etapa, y la suspensión espesa se inyecta posteriormente en una segunda etapa. Sin querer restringirse a ninguna teoría, se cree que inyectar el dióxido de carbono primero acelerará la reacción.

El dióxido de carbono gaseoso puede obtenerse de un tanque de almacenamiento, en el que se mantiene en fase líquida. Dependiendo de la tasa de consumo de dióxido de carbono y el entorno, pueden usarse tanques o bien criogénicos o bien aislados de manera convencional. La conversión del dióxido de carbono líquido en dióxido de carbono gaseoso puede realizarse usando un vaporizador calentado con aire, o un sistema de vaporización basado en electricidad o vapor. Si es necesario, la presión del dióxido de carbono gaseoso puede reducirse antes de la etapa de inyección, por ejemplo, usando una válvula de reducción de presión.

El dióxido de carbono gaseoso puede inyectarse en una corriente de agua de alimentación a una tasa controlada, formando una dispersión de burbujas de dióxido de carbono en la corriente y permitiendo que las burbujas se disuelvan en la misma. Por ejemplo, la disolución de dióxido de carbono en el agua de alimentación puede facilitarse con la provisión de la corriente de agua de alimentación a una velocidad de flujo de 40-60 mg/l según la

concentración inicial de CO₂ en el permeado/destilado, el valor de pH final objetivo (CO₂ en exceso) y la concentración de calcio final objetivo (CaCO₃ añadido). Según una realización a modo de ejemplo, el dióxido de carbono se introduce en la corriente de agua de alimentación en una región turbulenta de la misma, en el que la turbulencia puede crearse, por ejemplo, mediante una restricción en la tubería. Por ejemplo, el dióxido de carbono puede introducirse en la garganta de un tubo Venturi dispuesto en la tubería. El estrechamiento del área de la sección transversal de la tubería en la garganta del tubo Venturi crea un flujo turbulento de suficiente energía para romper el dióxido de carbono en burbujas relativamente pequeñas y facilitar de esa manera su disolución. Según una realización, el dióxido de carbono se introduce a presión dentro de una corriente de agua. Según otra realización de la presente invención, la disolución de dióxido de carbono en el agua de alimentación se facilita mediante un mezclador estático.

Una válvula de control de flujo u otros medios pueden usarse para controlar la velocidad de flujo de dióxido de carbono en la corriente. Por ejemplo, un bloque de dosificación de CO₂ y un dispositivo de medición de CO₂ en línea pueden usarse 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, un mezclador estático y un dispositivo de medición de CO₂ en línea.

El dióxido de carbono acidifica el agua de alimentación mediante la formación de ácido carbónico. La cantidad de dióxido de carbono que se inyecta en el agua de alimentación dependerá de la cantidad de dióxido de carbono que ya se encuentra presente en el agua de alimentación. La cantidad de dióxido de carbono que ya se encuentra presente en el agua de alimentación dependerá, a su vez por ejemplo, del tratamiento aguas arriba del agua de alimentación. Agua de alimentación, por ejemplo, que se ha desalinizado mediante evaporación ultrarrápida contendrá otra cantidad de dióxido de carbono y, por lo tanto, otro pH, que agua de alimentación que se ha desalinizado por ósmosis inversa. Agua de alimentación, por ejemplo, que se ha desalinizado por ósmosis inversa puede tener un pH de aproximadamente 5,3 y una cantidad de CO₂ de aproximadamente 1,5 mg/l.

La remineralización del agua de alimentación se induce mediante la inyección de la suspensión espesa que comprende el carbonato de calcio micronizado en el agua de alimentación.

La suspensión espesa que se inyecta en el agua de alimentación comprende carbonato de calcio micronizado. Según una realización, la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es de desde el 0,05 hasta el 40% en peso, desde el 1 hasta el 25% en peso, desde el 2 hasta el 20% en peso, desde el 3 hasta el 15% en peso o desde el 5 hasta el 10% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa. Según otra realización, la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es desde el 10 hasta el 40% en peso, desde el 15 hasta el 30% en peso, o desde el 20 hasta el 25% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa.

El carbonato de calcio micronizado presenta un tamaño de partícula dentro del rango micrométrico. Según una realización, el calcio micronizado tiene un tamaño de partícula de desde 0,1 hasta 100 μm, desde 0,5 hasta 50 μm, desde 1 hasta 15 μm, de 2 a 10 μm o desde 3 hasta 5 μm.

Ejemplos de carbonatos de calcio adecuados son carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado o carbonato de calcio precipitado, o una mezcla de los mismos. Un carbonato de calcio molido (GCC, por sus siglas en inglés) natural puede presentar, por ejemplo, uno o más de mármol, piedra caliza, creta y/o dolomita. Un carbonato de calcio precipitado (PCC, por sus siglas en inglés) puede presentar, por ejemplo, una o más de formas cristalinas mineralógicas aragonítica, vaterítica y/o calcítica. La aragonita se encuentra comúnmente en forma acicular, mientras que la vaterita pertenece al sistema cristalino hexagonal. La calcita puede ser de formas escalenoédrica, prismática, esférica y romboédrica. Un carbonato de calcio modificado puede presentar un carbonato de calcio molido natural o precipitado con una modificación de superficie y/o de estructura interna, por ejemplo, el carbonato de calcio puede tratarse o recubrirse con un agente de tratamiento de superficie de hidrofobización tal como, por ejemplo, un ácido carboxílico alifático o un siloxano. El carbonato de calcio puede tratarse o recubrirse para volverse catiónico o aniónico con, por ejemplo, un poliacrilato o un polyDADMAC.

Según una realización de la presente invención, el carbonato de calcio micronizado es un carbonato de calcio molido (GCC, por sus siglas en inglés). Según una realización preferida, el carbonato de calcio micronizado es un carbonato de calcio molido que tiene un tamaño de partícula de desde 3 hasta 5 μm.

Según otra realización de la presente invención, el carbonato de calcio micronizado comprende un contenido insoluble en HCl de desde el 0,02 hasta el 2,5% en peso, del 0,05 al 1,5% en peso o del 0,1 al 0,6% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio micronizado. Preferiblemente, el contenido insoluble en HCl del carbonato de calcio no supera el 0,6% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio micronizado. El contenido insoluble en HCl puede ser, por ejemplo, minerales tales como cuarzo, silicato o mica.

Además del carbonato de calcio micronizado, la suspensión espesa puede comprender otros minerales micronizados. Según una realización, la suspensión espesa puede comprender carbonato de magnesio micronizado,

sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio, hidrogenocarbonato de sodio, u otros minerales que contienen oligoelementos esenciales.

Según una realización de la presente invención, la suspensión espesa se prepara de manera reciente mediante el mezclado de agua y carbonato de calcio micronizado. La preparación *in situ* de la suspensión espesa puede preferirse debido a que suspensiones espesas premezcladas pueden requerir la adición de otros agentes 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 espesa y la inyección de la suspensión espesa es lo suficientemente corto como para evitar el crecimiento bacteriano en la suspensión espesa. Según una realización a modo de ejemplo, el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión espesa y la inyección de la suspensión espesa es de menos de 48 horas, menos de 24 horas, menos de 12 horas, menos de 5 horas, menos de 2 horas o menos de 1 hora. Según otra realización de la presente invención, la suspensión espesa inyectada cumple con los requisitos de calidad microbiológica, especificados por las directrices nacionales para agua potable.

La suspensión espesa puede prepararse, por ejemplo, usando un mezclador tal como un agitador mecánico para suspensiones espesas diluidas, o un dispositivo de mezclado de polvo-líquido específico para suspensiones espesas más concentradas. Dependiendo de la concentración de la suspensión espesa 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 espesa se prepara usando una máquina de mezclado, en el que la máquina de mezclado permite mezclado y dosificación simultáneos de la suspensión espesa.

El agua usada para preparar la suspensión espesa 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 espesa es agua de alimentación, por ejemplo, permeado o destilado obtenido de un procedimiento de desalinización. Según una realización a modo de ejemplo, el agua usada para preparar la suspensión espesa se acidifica con dióxido de carbono. Sin restringirse a ninguna una teoría, se cree que un pretratamiento con CO₂ de este tipo del agua usada para preparar la suspensión espesa, aumenta la disolución de carbonato de calcio en el agua y, por lo tanto, reduce el tiempo de reacción.

Según una realización, la suspensión espesa que comprende carbonato de calcio micronizado se inyecta directamente en una corriente de agua de alimentación. Por ejemplo, la suspensión espesa puede inyectarse en el agua de alimentación a una tasa controlada mediante una bomba que se comunica con un recipiente de almacenamiento para la suspensión espesa. Preferiblemente, la suspensión espesa puede inyectarse en el agua de alimentación con una tasa de 1 a 10 litros por metro cúbico de agua de alimentación, dependiendo de la concentración de la suspensión espesa. Según otra realización, la suspensión espesa que comprende carbonato de calcio micronizado se mezcla con el agua de alimentación en una cámara de reacción, por ejemplo, usando un mezclador tal como un agitador mecánico. Según todavía otra realización, la suspensión espesa se inyecta en un tanque que recibe la totalidad del flujo de agua de alimentación.

Según una realización de la presente invención, solamente una parte del agua de alimentación se remineraliza mediante la inyección de la suspensión espesa, y posteriormente, el agua remineralizada se combina con agua de alimentación sin tratar. Opcionalmente, solamente una parte del agua de alimentación se remineraliza a una alta concentración de carbonato de calcio, en comparación con los valores finales objetivo, y posteriormente, el agua remineralizada se combina con agua de alimentación sin tratar.

Según otra realización, el agua tratada, o parte del agua tratada se filtra, por ejemplo, mediante ultrafiltración, para reducir adicionalmente el nivel de turbidez del agua remineralizada.

Según una realización de la presente invención, la suspensión espesa se inyecta en tal cantidad que se logra la disolución completa del carbonato de calcio. Por ejemplo, la inyección de CO₂ y suspensión espesa que comprende carbonato de calcio se ajusta de tal manera que para un equivalente de CO₂, se añade un equivalente de carbonato de calcio al agua de alimentación. Según una realización, el procedimiento inventivo se lleva a cabo de tal manera que se logran simultáneamente la remineralización y la neutralización del agua de alimentación acidificada con CO₂.

Si es necesario, puede separarse el dióxido de carbono en exceso del agua remineralizada usando un sistema de separación de gases. El dióxido de carbono en exceso puede recircularse para su uso en el procedimiento inventivo.

Las cantidades de dióxido de carbono y carbonato de calcio inyectadas en el agua de alimentación se seleccionan para proporcionar un agua de calidad deseada. Por ejemplo, la calidad del agua remineralizada puede evaluarse mediante el índice de saturación de Langelier (ISL). Según una realización, el agua remineralizada tiene un índice de saturación de Langelier de desde -1 hasta 2, preferiblemente desde -0,5 hasta 0,5, lo más preferiblemente desde -0,2 hasta 0,2. Según otra realización, el agua remineralizada tiene un índice de densidad de sedimentación IDS₁₅ inferior a 5, preferiblemente inferior a 4 y lo más preferiblemente inferior a 3. Según todavía otra realización, el

5 agua remineralizada tiene un índice de incrustación de membrana $IIM_{0,45}$ inferior a 4, preferiblemente inferior a 2,5, lo más preferiblemente inferior a 2. La evaluación puede realizarse, por ejemplo, midiendo el pH del agua de alimentación tratada, de manera continua. Dependiendo del sistema de remineralización, el pH del pH tratado puede medirse, por ejemplo, en una corriente de agua tratada, en una cámara de reacción, en la que se mezclan la suspensión espesa y el agua de alimentación, o en un tanque de almacenamiento para el agua remineralizada. Según una realización de la presente invención, el pH se mide a los 30 min, 20 min, 10 min, 5 min o 2 min tras la etapa de remineralización. La medición del valor de pH puede llevarse a cabo a temperatura ambiente, es decir, a aproximadamente 20°C.

10 Según una realización a modo de ejemplo de la invención, la cantidad del dióxido de carbono y/o suspensión espesa inyectada se controla detectando el valor de pH del agua de alimentación tratada. Alternativa o adicionalmente, la cantidad de dióxido de carbono y/o suspensión espesa inyectada se controla detectando parámetros tales como la alcalinidad, la conductividad, la concentración de calcio, los sólidos disueltos totales o la turbidez. Según una realización, el procedimiento de la presente invención comprende además las etapas de (c) medir el valor de un parámetro del agua remineralizada, en el que el parámetro se selecciona del grupo que comprende la alcalinidad, la conductividad, la concentración de calcio, el pH, los sólidos disueltos totales o la turbidez del agua remineralizada, (d) comparar el valor del parámetro medido con un valor del parámetro predeterminado, y (e) proporcionar la cantidad de dióxido de carbono y/o suspensión espesa inyectada basándose en la diferencia entre el valor del parámetro medido y el predeterminado.

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

20 La figura 1 muestra un esquema de un aparato que puede usarse para operar el método inventivo. Fluye agua de alimentación desde un depósito (1) a una tubería (2). La tubería (2) tiene una entrada (6) de gas a través de la que puede inyectarse dióxido de carbono, procedente de una fuente (4) de dióxido de carbono, en el agua de alimentación. Una segunda entrada (10) está ubicada aguas abajo de la entrada (6) de gas, a través de la que se inyecta la suspensión espesa que comprende carbonato de calcio micronizado en la corriente de agua de alimentación desde un tanque (9) de almacenamiento para la suspensión espesa. La suspensión espesa se prepara *in situ* usando un mezclador (8) adecuado mezclando agua que se obtiene del depósito (1) mediante una tubería (12), y carbonato de calcio micronizado obtenido desde un recipiente (7) de almacenamiento. Opcionalmente, el dióxido de carbono puede inyectarse en el agua para preparar la suspensión espesa mediante una entrada (5) de gas. El pH del agua remineralizada puede medirse aguas abajo de la entrada (10) de suspensión espesa, en un punto (11) de toma de muestras. Según una realización, la velocidad de flujo del agua de alimentación es de 20000 y 500000 m³ al día.

25 El procedimiento inventivo puede usarse para producir agua potable, agua para fines recreativos tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de procedimiento, agua de irrigación o agua para la recarga de acuíferos o pozos.

30 Según una realización, las concentraciones de dióxido de carbono y carbonato de calcio en el agua remineralizada cumplen con los valores requeridos para la calidad del agua potable, que se fijan mediante directrices nacionales. Según una realización, el agua remineralizada obtenida mediante el procedimiento inventivo tiene una concentración de calcio de desde 15 hasta 200 mg/l como CaCO₃, preferiblemente desde 50 hasta 150 mg/l como CaCO₃, y lo más preferible desde 100 hasta 125 mg/l como CaCO₃. En caso de que la suspensión espesa comprenda además una sal de magnesio tal como carbonato de magnesio, o sulfato de magnesio, el agua remineralizada obtenida mediante el procedimiento inventivo puede tener una concentración magnesio de desde 5 hasta 25 mg/l, preferiblemente desde 5 hasta 15 mg/l, y lo más preferido desde 8 hasta 12 mg/l.

35 Según una realización de la presente invención, el agua remineralizada tiene una turbidez menor de 5,0 UNT, menos de 1,0 NTO, menor de 0,5 UNT, o menor de 0,3 UNT.

40 Según una realización a modo de ejemplo de la presente invención, el agua remineralizada tiene un ISL de desde -0,2 hasta +0,2, una concentración de calcio de desde 15 hasta 200 mg/l, una concentración de magnesio de desde 5 hasta 25 mg/l, una alcalinidad entre 100 y 200 mg/l como CaCO₃, un pH entre 7 y 8,5 y una turbidez de menos de 0,5 UNT.

45 Según una realización de la presente invención, se lleva a cabo una etapa de retirada de partículas tras la remineralización, por ejemplo, para reducir el nivel de turbidez del agua remineralizada. También es posible llevar a cabo una etapa de retirada de partículas antes de la inyección de dióxido de carbono y/o la suspensión espesa, por ejemplo, para reducir el nivel de turbidez del agua de alimentación o parte del agua de alimentación. Según una realización, se lleva a cabo una etapa de sedimentación. Por ejemplo, el agua de alimentación y/o agua remineralizada pueden conducirse por tubería a un clarificador o tanque de almacenamiento para reducir adicionalmente el nivel de turbidez del agua.

Según otra realización, las partículas pueden retirarse mediante decantación. Alternativamente, al menos una parte del agua de alimentación y/o agua remineralizada puede filtrarse, por ejemplo, mediante ultrafiltración, para reducir adicionalmente el nivel de turbidez del agua.

Ejemplos

- 5 Los siguientes ejemplos muestran diferentes suspensiones espesas con diversas concentraciones de carbonato de calcio, que se prepararon a partir de diferentes rocas carbonatadas.

El agua de alimentación se obtuvo a partir de un procedimiento de desalinización por ósmosis inversa, y se acidificó con aproximadamente 50 mg/l de CO₂. Las suspensiones espesas se prepararon mezclando una cantidad apropiada de carbonato de calcio con 100 ml de agua de alimentación a temperatura ambiente usando un agitador magnético, con agitación entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de entre 3 y 5 min. La mineralización se llevó a cabo añadiendo la suspensión espesa en pequeñas cantidades a aproximadamente un litro del agua de alimentación acidificada, en la que la suspensión espesa y el agua de alimentación se mezclaron usando un agitador magnético, con agitación entre 1000 y 1500 rpm y un tiempo de mezclado de 2 min. Tras cada adición de suspensión espesa, se tomó una muestra del agua de alimentación tratada para controlar la alcalinidad, la turbidez, la conductividad, el pH, la temperatura. Una concentración final de calcio de 125 mg/l como CaCO₃ se escogió como objetivo para la remineralización del agua de alimentación. Para cada muestra, se midió la turbidez del agua remineralizada directamente tras el mezclado y tras un periodo de asentamiento de 60 min como mínimo. La turbidez medida en las muestras asentadas se llevó a cabo para observar el impacto de la sedimentación en el procedimiento de remineralización.

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

Se midió la alcalinidad total con un valorador T70 de Mettler-Toledo usando el software LabX Light Titration relacionado. Se usó un electrodo de pH DGi111-SG para esta valoración según el método de Mettler-Toledo M415 correspondiente del folleto de aplicación 37 (análisis de agua). La calibración del electrodo de pH se llevó a cabo usando patrones de Mettler-Toledo de 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, basado en el peso total de la suspensión espesa, a partir de carbonato de calcio micronizado de mármol que tenía un tamaño de partícula de 3,5 µm y un contenido insoluble en HCl del 0,2% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio.

Los resultados recopilados en la tabla 1 muestran valores de turbidez similares para ambos procedimientos de remineralización con suspensiones espesas con el 0,5% en peso y el 5% en peso de CaCO₃. Tras un periodo de asentamiento, las muestras presentaron valores de turbidez de menos de 0,5 UNT.

Ejemplo 2 – Suspensión espesa B

35 Se prepararon tres suspensiones espesas que tenían una concentración de carbonato de calcio del 0,5, el 1 y el 10% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa, a partir de carbonato de calcio micronizado de mármol que tenía un tamaño de partícula de 2,8 µm y un contenido insoluble en HCl del 1,5% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio.

40 Los resultados recopilados 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 asentadas, tomadas tras dos minutos de remineralización, son mayores que los del ejemplo 1, lo que puede deberse a la diferencia en el contenido insoluble en HCl del carbonato de calcio de mármol.

Ejemplo 3 – Suspensión espesa C

45 Se preparó una suspensión espesa que tenía una concentración de carbonato de calcio del 5% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa, a partir de carbonato de calcio micronizado de piedra caliza que tenía un tamaño de partícula de 3 µm y un contenido insoluble en HCl del 0,1% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio.

Los resultados recopilados en la tabla 1 muestran que el valor de turbidez medido para la muestra asentada es mucho menor en comparación a los valores de los ejemplos 1 y 2, lo que puede deberse a las diferentes estructuras

geológicas de las rocas carbonatadas.

Tabla 1

Suspensión espesa	Concentración de suspensión espesa (% en peso)	Turbidez (UNT)		Alcalinidad de muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
		Muestra reciente	Muestra asentada	
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

Ejemplo 4 – Tamaños de partícula diferentes

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

10 Los resultados recopilados en la tabla 2 muestran que, tras un periodo de asentamiento, la turbidez del agua remineralizada con un mayor tamaño de partícula, es decir 20 µm, tenía un menor valor de turbidez en comparación con la turbidez del agua remineralizada con menor tamaño de partícula, es decir 3,5 µm.

Tabla 2

Tamaño de partícula promedio (µm)	Turbidez (UNT)		Alcalinidad de muestra reciente (mg/l de CaCO ₃)
	Muestra reciente	Muestra asentada	
3,5	32	0,45	120
9	22	0,36	78
20	27	0,31	67

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la remineralización de agua, que comprende las etapas de:
 - a) proporcionar agua de alimentación, y
 - b) inyectar dióxido de carbono gaseoso y una suspensión espesa en el agua de alimentación, en el que la suspensión espesa comprende carbonato de calcio micronizado, en el que el carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula de desde 0,1 hasta 100 μm .
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es de desde el 0,05 hasta el 40% en peso, desde el 1 hasta el 25% en peso, desde el 2 hasta el 20% en peso, preferiblemente desde el 3 hasta el 15% en peso, y lo más preferiblemente desde el 5 hasta el 10% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa, o la concentración de carbonato de calcio en la suspensión espesa es desde el 10 hasta el 40% en peso, desde el 15 hasta el 30% en peso o desde el 20 hasta el 25% en peso, basado en el peso total de la suspensión espesa.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula de desde 0,5 hasta 50 μm , desde 1 hasta 15 μm , preferiblemente desde 2 hasta 10 μm , lo más preferiblemente de 3 a 5 μm .
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el carbonato de calcio tiene un contenido insoluble en HCl de desde el 0,02 hasta el 2,5% en peso, del 0,05 al 1,5% en peso o del 0,1 al 0,6% en peso, basado en el peso total del carbonato de calcio micronizado.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el carbonato de calcio es un carbonato de calcio molido, carbonato de calcio modificado, en el que el carbonato de calcio modificado es un carbonato de calcio precipitado o molido con una modificación de superficie y/o de estructura interna, o carbonato de calcio precipitado o mezclas de los mismos.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la suspensión espesa comprende otros minerales que contienen magnesio, potasio o sodio, preferiblemente carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, hidrogenocarbonato de potasio o hidrogenocarbonato de sodio.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el periodo de tiempo entre la preparación de la suspensión espesa y la inyección de la suspensión espesa es de menos de 48 horas, menos de 24 horas, menos de 12 horas, menos de 5 horas, menos de 2 horas o menos de 1 hora.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada obtenida tiene una concentración de calcio como carbonato de calcio de desde 15 hasta 200 mg/l, preferiblemente desde 50 hasta 150 mg/l, y lo más preferido desde 100 hasta 125 mg/l.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el agua remineralizada obtenida tiene una concentración de magnesio de desde 5 hasta 25 mg/l, preferiblemente desde 5 hasta 15 mg/l y lo más preferido desde 8 hasta 12 mg/l.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada tiene un valor de turbidez de menos de 5,0 UNT, menos de 1,0 UNT, menos de 0,5 UNT o menos de 0,3 UNT.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada tiene un índice de saturación de Langelier de desde -1 hasta 2, preferiblemente desde -0,5 hasta 0,5 y lo más preferido desde -0,2 hasta 0,2.
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada tiene un índice de densidad de sedimentación IDS_{15} inferior a 5, preferiblemente inferior a 4 y lo más preferido inferior a 3.
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada tiene un índice de incrustación de membrana $\text{IIM}_{0,45}$ inferior a 4, preferiblemente inferior a 2,5 y lo más preferido inferior a 2.
14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua de alimentación es agua de mar desalinizada, agua salobre o salmuera, aguas residuales tratadas o agua natural tal como agua subterránea, agua superficial o agua de lluvia.

15. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dióxido de carbono se inyecta en una primera etapa, y la suspensión espesa se inyecta posteriormente en una segunda etapa, o en el que la suspensión espesa se inyecta en una primera etapa y el dióxido de carbono se inyecta posteriormente en una segunda etapa, o en el que el dióxido de carbono y la suspensión espesa se inyectan simultáneamente.
- 5 16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dióxido de carbono se inyecta en el agua usada para la preparación de la suspensión espesa.
17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua remineralizada se combina con agua de alimentación.
- 10 18. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además una etapa de retirada de partículas.
19. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además las etapas de:
- 15 c) medir el valor de un parámetro del agua remineralizada, en el que el parámetro se selecciona del grupo que comprende la alcalinidad, la conductividad, la concentración de calcio, el pH, los sólidos disueltos totales y la turbidez del agua remineralizada,
- d) comparar el valor del parámetro medido con un valor del parámetro predeterminado, y
- e) proporcionar la cantidad de dióxido de carbono y/o suspensión espesa inyectada basándose en la diferencia entre el valor del parámetro medido y el predeterminado.
- 20 20. Procedimiento según la reivindicación 19, en el que el valor del parámetro predeterminado es un valor de pH, en el que el valor de pH es de desde 5,5 hasta 9, preferiblemente desde 7 hasta 8,5.
21. Uso de un carbonato de calcio micronizado en forma de una suspensión espesa para la remineralización de agua, comprendiendo la remineralización una etapa de inyectar un dióxido de carbono gaseoso en agua de alimentación, en el que el carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula de desde 0,1 hasta 100 μm .
- 25 22. Uso según la reivindicación 21, en el que el agua remineralizada se selecciona de agua potable, agua para fines recreativos tal como agua para piscinas, agua industrial para aplicaciones de procedimiento, agua de irrigación o agua para la recarga de acuíferos o pozos.

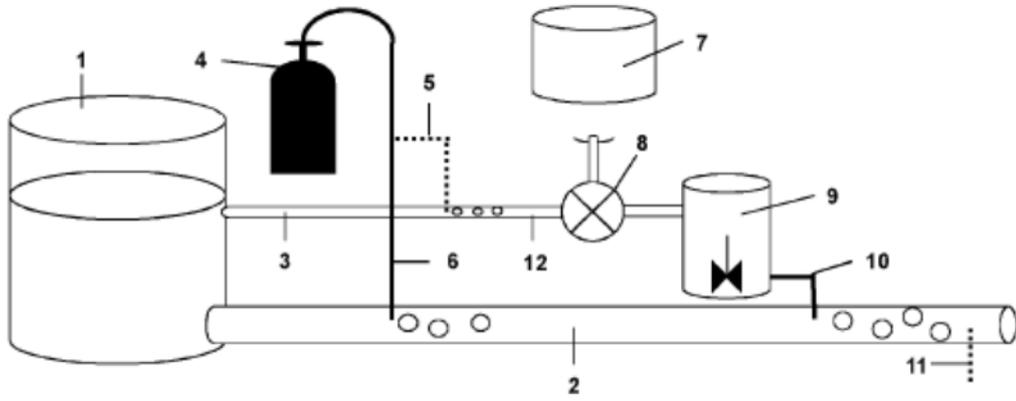


Figura 1