

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 279**

51 Int. Cl.:

B09C 1/00 (2006.01)

E03B 3/08 (2006.01)

E03B 3/34 (2006.01)

C02F 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2010 E 10723797 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2438018**

54 Título: **Instalación de purificación de agua freática basada en procesos biológicos de oxidación y reducción**

30 Prioridad:

02.06.2009 SE 0950397

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

22.05.2015

73 Titular/es:

**UNITED WATERS INTERNATIONAL AG (100.0%)
P O Box 4319
6304 Zug, CH**

72 Inventor/es:

BRUNNER, WILLI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 536 279 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

Instalación de purificación de agua freática basada en procesos biológicos de oxidación y reducción

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un acuífero construido artificialmente para la purificación de agua bruta y, en particular, para la creación de al menos una zona de reacción en el acuífero artificial, para la circulación y purificación de agua freática y bruta, en particular para utilizar como agua de bebida, cuyo acuífero artificial comprende varios pozos satélites y al menos un pozo de extracción.

Antecedentes de la invención y técnica anterior

10 La purificación de agua se hace cada vez más importante debido a contaminaciones obtenidas en depósitos de agua freática, denominados acuíferos naturales.

Comúnmente, la purificación de agua tiene lugar haciendo que el agua reaccione principalmente con diferentes agentes oxidantes, y a continuación haciendo que penetre a través de capas especialmente dispuestas de grava, arena y otros materiales, y seguidamente transportando el agua así purificada a través de un sistema de tuberías, opcionalmente provistas de estaciones de bombeo que aumentan la presión y/o torres de agua, hacia el consumidor.

15 El agua freática y el agua bruta, que se usan para beber o para la producción de agua corriente o potable, contienen con frecuencia elevadas cantidades de hierro, manganeso, arsénico, fluoruro y trazas de otros elementos. Los elevados niveles de elementos traza anteriormente mencionados tienen que ser reducidos antes de que el agua pueda ser utilizada como agua corriente (para fines de bebida) debido a razones de salud y de gusto. El documento EP-A-0 160 774 describe el uso de una zona para la oxidación y precipitación de hierro y manganeso, en la que
20 agua que contiene oxígeno o compuestos de producción de oxígeno son añadidos intermitentemente a la zona a través de pozos satélites dispuestos alrededor de los pozos de extracción. Con ello el agua es alimentada sólo a unos pocos pozos satélites y el agua es extraída simultáneamente de pozos satélites adyacentemente situados. El agua enriquecida con oxígeno y exenta de cualesquiera burbujas de aire es forzada hacia abajo en los pozos satélites. La adición de Oxígeno disuelto crea un ambiente de crecimiento apropiado para microorganismos
25 presentes en el suelo, cuyos microorganismos, junto con procesos químicos y/o bioquímicos, producen la precipitación de hierro y manganeso en la zona/capa de suelo, que servirá como un filtro de reactivo para la eliminación de arsénico, fluoruro y otros elementos traza. Bacterias de oxidación de hierro ayudan en la oxidación de hierro ferroso del agua no tratada. Esta acción es repetida a intervalos concretos para obtener agua pura. Sin embargo, no sólo constituyen un problema el hierro y el manganeso, sino que es preciso eliminar otros metales,
30 metaloides, nitrato, nitrito, pesticidas y micro-contaminantes de origen orgánico, para producir un agua saludable, particularmente cuando se considera la calidad del agua corriente.

En una patente anterior (US 475304) se utilizó otro método para mejorar el procedimiento anterior, que incluía trabajar con tres denominados pozos principales que estaban situados con distancias lineales de 600 metros a 1000
35 metros entre los pozos. El agua freática era bombeada hacia arriba desde un pozo y parte de esta agua era enriquecida con oxígeno y recargada en los otros dos pozos. La disposición circular de agua oxigenada alrededor de los pozos recargados permitía extraer una cantidad limitada de agua purificada antes de que ocurriera de nuevo una recarga. Este sistema mostró varios inconvenientes en el funcionamiento, el consumo de energía y la eliminación de otros elementos traza distintos de hierro. Además, esto no era un acuífero artificial, sino que estaba construido en un acuífero natural.

40 El documento EP-A-0 154 105 describe la reducción de nitrato en agua freática por medio de la desnitrificación en una zona de reducción creada entre pozos de inyección/satélites dispuestos también alrededor de uno o más pozos de extracción.

De acuerdo con el método y el sistema que se describe en el documento EP-A-0 154 105, se consideró, y consiguió,
45 un método diferente de crear zonas de oxidación y reducción. Se situó un sistema de enriquecimiento de oxígeno por encima del suelo en pozos satélites a cubrir, oxigenando así el agua bombeada hacia arriba antes de circular en retorno a los pozos satélites. En estos pozos estaba presente un separador en cada pozo que dividía el pozo en una parte superior y una inferior. La entrada de flujo de aire comprimido se consiguió a través de una primera tubería hacia la mitad superior del pozo, y, a través de una segunda tubería, hacia la mitad inferior del pozo. El agua podía ser bombeada desde la mitad superior del pozo durante un cierto tiempo de duración después del cual podía ser
50 bombeada desde la mitad inferior del pozo durante el resto del tiempo de duración. En la divulgación, la alimentación de agua se restringió a algunos pozos para crear una zona de desnitrificación. Por ello no se utilizó el acuífero para fines de desnitrificación.

Se supo anteriormente crear zonas de reacción en acuíferos par obtener una zona de oxidación y una de zona precipitación o una zona de reducción entre cierto número de pozos satélites dispuestos alrededor de uno o más
55 pozos de extracción en tales zonas de reacción, por lo que es creada intermitente o continuamente la zona deseada entre cada par de pozos de inyección situados adyacentemente mediante la introducción de oxígeno, gas que contiene oxígeno o compuestos de liberación de oxígeno en el agua de los dos pozos de inyección cuando se crea

una zona de oxidación y precipitación, o se introduce un compuesto de consumo de oxígeno en los pozos de inyección para obtener una zona de reducción, y con ello se bombea el agua de uno de los pozos satélites al pozo satélite próximo de manera que se crea un circuito de circulación en el acuífero entre los dos pozos satélites.

5 Sin embargo, en ciertas zonas del globo han sido destruidas las capas naturales por contaminantes o existe una falta de capas uniformes naturales con apropiadas composiciones de materiales. Por esa razón han sido propuestos acuíferos artificiales, consistiendo el acuífero artificial en un estanque, normalmente cubierto con una tela o lámina impermeable para proporcionar un volumen definido. El estanque se llena a continuación con grava y arena, y se provee de tuberías y pozos para a) añadir agua freática o cualquier otra agua bruta al estanque, b) crear la zona reactiva requerida para la precipitación, y c) retirar el agua que ha sido tratada en el estanque.

10 La presente invención está basada en el proceso in situ conocido con el nombre Vyredox o Nitredox. La instalación o planta construida artificialmente funcionará bajo las mismas condiciones que las creadas en las instalaciones naturales in situ. El fondo de la presente instalación es hermetizado con una membrana impermeable para aislar la instalación del acuífero de suelo natural y para proporcionar la posibilidad de usar materiales naturales especiales de relleno, lavados o no lavados, para crear condiciones ideales para la extensión de la zona reactiva activada tan pronto como sea posible, así como para mantener las condiciones apropiadas de flujo e hidrológicas.

15 El documento EP 1 436 469, que se refiere a una cierta construcción de tuberías de pozos satélites, divulga también el uso de acuíferos artificiales, en los que las tuberías de suministro están situadas a medio camino en la zona de reacción de grava y arena.

20 Para superar los problemas que se originan debido al atascamiento de las realizaciones anteriores, se obtuvo el sistema como se describe en la patente EP 1 436 469 y el método. Se introdujeron tuberías de entrada de presión en la mitad superior, así como en la mitad inferior, de los pozos. La mitad superior y la mitad inferior fueron definidas por la introducción de un cuerpo de balón que actuó como un separador. Unos conductos soportaban las tuberías de entrada de presión, en cada mitad. Se dispuso un recipiente de circulación, por encima del suelo, sobre cada pozo. Inicialmente se suministró aire/agua a la mitad superior del pozo y el agua fue bombeada hacia arriba hasta el recipiente de circulación para ser desaireada. El agua circulaba entonces por gravedad hacia la mitad inferior del pozo, por debajo del cuerpo de balón. Este procedimiento fue realizado durante un cierto tiempo en uno o más pozos satélites. En otro pozo satélite, y durante el resto del tiempo de duración, el aire fue sometido a presión en la mitad inferior del pozo, por debajo del cuerpo de balón. El flujo de agua ascendente fue dirigido al recipiente de aireación y de supresión de burbujas. El agua desprovista de burbujas fluye en retorno hacia la mitad superior del pozo, antes de salir a través del tamiz del pozo, hacia el suelo.

30 El documento WO 2006/014126 describe otro acuífero artificial que trabaja bajo una presión negativa y que usa por lo tanto un recinto completo de agua y hermético al aire. Así, mismo, en este caso, las tuberías de suministro están situadas a medio camino hacia abajo en el acuífero y los pozos satélites están diseñados de manera especial.

35 Mejoras adicionales en la solicitud de patente WO 2006/014126 incluían colocar una pluralidad de pozos satélites de una manera circular o rectangular, así como un pozo de extracción en su centro. El sistema de infiltración se dispuso cerca de los pozos satélites. Por encima de suelo se situó un sistema de enriquecimiento de oxígeno. Estos pozos y sistema de infiltración estaban situados en acuíferos artificiales desarrollados colocando material de filtro para definir un estanque artificial del acuífero, por debajo del suelo. Era necesario obturar herméticamente todos estos pozos y toda la cubrición. Debido a este conjunto concreto, se crearon zonas muertas en los lados del acuífero artificial. Las zonas muertas fueron creadas debido a la no circulación del agua en esas zonas. En su funcionamiento típico, el agua entraba en los pozos satélites a través de sus tamices permeables, antes de ser dirigida fuera del sistema de enriquecimiento de oxígeno. El agua oxigenada vuelve a entrar en los pozos satélites y por lo tanto en todo el acuífero. De ese modo se establece el flujo principal de agua, esa agua purificada entra en el pozo de extracción, en el centro, y puede ser bombeada fuera para su uso. La obturación hermética del acuífero es necesaria para el funcionamiento propuesto bajo presión negativa. La falta de homogeneidad entre las zonas activadas y las zonas muertas proporciona resultados graves. Trabajar bajo presión negativa consume mucha energía y requiere conseguir muy elevada obturación tecnológica. Por tanto, se requiere elevadas energía y coste.

40 Por tanto, en estas construcciones conocidas se crean zonas muertas, en particular sobre las tuberías de suministro, cuyas zonas muertas perturban la actividad de la zona de reacción, ya que las diferencias ambientales entre las zonas muertas y la zona de reacción son demasiado grandes.

50 Un problema más resuelto es mantener el entorno de crecimiento de los microorganismos realizando la purificación del agua en el acuífero. De ese modo el acuífero puede no ser agotado, es decir, vaciado completamente, cambiando la hidrología alrededor de los microorganismos.

Compendio de la invención

55 La presente invención se refiere a un acuífero artificial del que se han eliminado las zonas muertas. La presente invención se refiere por tanto a un método para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito pesticidas y micro-contaminantes orgánicos del agua freática natural, agua freática artificial infiltrada del agua superficial de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. En un aspecto más, la presente invención se refiere a un

aparato para la realización del método.

- De acuerdo con la invención, se proporciona un acuífero artificial para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, pesticidas y micro-contaminantes orgánicos en el agua freática natural, agua freática artificial infiltrada del agua superficial, y que comprende un estanque de material de relleno que crea una zona de reacción, una tubería de alimentación, uno o más pozos satélites, al menos un pozo principal y un pozo de bombeo, caracterizado porque la tubería de alimentación consiste en un tubo perforado aplicado en la periferia exterior superior del estanque, a través del cual es alimentada agua a tratar y que penetra hacia la zona de reacción, y en el que el pozo principal está conectado a un pozo de bombeo a través de una salida de flujo inferior provista de una válvula de regulación para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.
- 5 Normalmente, los pozos satélites pueden estar dispuestos en un patrón circular dentro de la tubería de alimentación.
- Normalmente, la tubería de alimentación puede estar situada a una distancia de la periferia exterior del estanque que sea menor que 1/40 del diámetro del acuífero, preferiblemente menor que 1/50 del diámetro, preferiblemente menor que 1/60 del diámetro y, más preferiblemente, menor que 1/100 del diámetro.
- 10 Normalmente, el fondo del citado estanque puede estar cubierto con una lámina impermeable para reducir la pérdida de agua del estanque.
- Normalmente, el citado estanque se llena con material natural, lavado o no lavado, que se usa comúnmente para la purificación de agua freática.
- Típicamente, los citados pozos satélites están dispuestos verticalmente en el material utilizado para llenar el citado estanque.
- 15 Normalmente, dicha tubería de alimentación consiste en un tubo perforado a través del cual se alimenta y se presiona el agua a tratar hacia la zona de reacción.
- Normalmente, dicho pozo principal es un pozo principal vertical, cuyo pozo principal vertical está situado esencialmente en el centro del citado acuífero.
- 20 Normalmente, dicho pozo principal es un pozo principal vertical, cuyo pozo principal vertical consiste en un tubo perforado que contiene el material de relleno del acuífero, pero que permite al agua penetrar en el pozo.
- Típicamente, se proporciona una tubería de salida de flujo para establecer comunicación entre el citado pozo principal y dicho pozo de bombeo, para bombear agua fuera del citado pozo principal.
- Normalmente, una tapa que no cierra cubre la parte superior del citado pozo principal.
- 25 Normalmente, puede ser aplicada una geomembrana impermeable como una cubierta sobre la parte superior del citado acuífero.
- Típicamente, una unidad de control del proceso está conectada para controlar la alimentación de agua en el citado acuífero.
- Típicamente, una unidad de control del proceso está conectada para controlar la extracción de agua del citado pozo principal.
- 30 De acuerdo con esta invención, se proporciona un método para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, fluoruro, pesticidas y micro-contaminantes orgánicos en el agua freática natural, o agua freática infiltrada artificialmente del agua superficial usando un acuífero artificial, por lo que el agua que se ha de tratar es infiltrada en un estanque de material de relleno, que crea una zona de reacción, a través de una tubería de alimentación perforada, es tratada en uno o más pozos satélites y hecha pasar al menos a un pozo principal y a un pozo de bombeo, estando aplicada la tubería de alimentación perforada en la periferia exterior superior del estanque, evitando con ello las denominadas zonas muertas en el acuífero y proporcionando un mayor grado de purificación y siendo extraída del acuífero el agua que ha sido purificada a través de pozo principal que está conectado a un pozo de bombeo a través de una salida de flujo inferior provista de una válvula de regulación para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.
- 35 Normalmente, el pozo principal es puesto a contacto con la atmósfera circundante, evitando con ello cualquier presión negativa en el acuífero.
- Típicamente, el agua es hecha fluir desde los pozos satélites hacia dicha zona de reacción en un modelo o patrón circular para permitir a la zona de reacción recuperarse intermitentemente y crear una presión de trabajo equilibrada sobre los microorganismos que actúan en la citada zona.
- 40
- 45

50

Descripción detallada de la invención

En particular, la presente invención se refiere a un acuífero artificial para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, pesticidas y contaminantes micro-orgánicos en el agua freática natural, agua freática infiltrada artificial del agua superficial, y que comprende un estanque de material de relleno que crea al menos una zona de reacción, una tubería de alimentación, uno o más pozos satélites, al menos un pozo principal y un pozo de bombeo, caracterizado porque la tubería de alimentación está aplicada en la periferia exterior superior del estanque y en el que el pozo principal está conectado a un pozo de bombeo a través de una salida de flujo inferior con una válvula de regulación para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.

Los pozos satélites pueden estar dispuestos preferiblemente en un patrón circular dentro de la tubería de alimentación.

Normalmente, el agua bruta no tratada o agua freática natural no tratada es ahora inyectada en la instalación a través de su periferia, creando así una balsa de agua circular, en línea con la disposición circular de los pozos satélites de la instalación, en el acuífero. Así mismo, se utilizan un cierto número de pozos satélites para mantener la zona de reacción en una forma habitable para condiciones de vida ambientales óptimas para los correspondientes microorganismos.

Un aspecto más de la invención se refiere a un método para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, pesticidas y micro-contaminantes orgánicos en agua freática natural o agua freática infiltrada artificial del agua superficial utilizando un acuífero artificial, siendo con ello el agua que se ha de tratar infiltrada en un estanque de material de relleno, que crea una zona de reacción, a través de una tubería de alimentación, tratada en uno o más pozos satélites y hecha pasar al menos a un pozo principal y un pozo de bombeo, aplicándose la tubería de alimentación en la periferia exterior superior del estanque, evitando con ello las denominadas zonas muertas en el acuífero y proporcionando un mayor grado de purificación y siendo extraída del acuífero el agua que ha sido purificada a través del pozo principal que está conectado a un pozo de bombeo a través de una salida de flujo inferior con una válvula de regulación para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.

El pozo principal puede ser llevado a contacto con la atmósfera circundante, evitando con ello cualquier presión negativa en el acuífero.

La presente invención será descrita con más detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización preferida de la invención, en los cuales:

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un acuífero de la invención,

La figura 2 muestra una vista desde arriba del acuífero de acuerdo con la figura 1, y

La figura 3 muestra un detalle del pozo principal y del pozo de bombeo.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un estanque creado artificialmente, lleno completamente con material natural, lavado o no lavado, que es utilizado para la purificación de agua freática. La purificación da lugar a una disminución del contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, pesticidas y micro-contaminantes de origen orgánico. Para el proceso de purificación es alimentada agua freática bruta al estanque a través de una tubería de infiltración periférica. El agua freática bruta pasa de este modo al pozo principal, la llamada zona reactiva, en la que estarán presentes oxígeno, sustancias de liberación de oxígeno o sustancias orgánicas naturales. Esta zona reactiva proporciona el ambiente óptimo para reacciones químicas y metabólicas por los microorganismos que se producen de manera natural. El entorno óptimo en la zona reactiva es mantenido con el funcionamiento de los pozos satélites. El flujo de salida del agua purificada desde el pozo principal en el fondo hacia el pozo de bombeo permite mantener siempre el acuífero lleno con agua, denominado "acuífero confinado artificial", y no está nunca presente presión negativa alrededor del pozo principal. La invención se refiere a un aparato para realizar el método bajo condiciones de acuífero confinado y varios pozos satélites y la combinación de al menos un pozo principal y para al menos un pozo de bombeo.

El acuífero de la presente invención consiste en un estanque 1, que es normalmente excavado en el suelo y que tiene aquí un diseño circular, visto desde arriba, y que es en forma de cono truncado, visto en una sección transversal del mismo. El fondo del estanque está cubierto con una lámina impermeable 2 para reducir a pérdida de agua desde el estanque. Una tubería circular 3 de infiltración, que sirve como una tubería de alimentación, está dispuesta en estrecha proximidad a la periferia exterior y superior del estanque 1. El estanque 1 está lleno con material natural, lavado o no lavado, que es utilizado para la purificación de agua freática. Tal material es normalmente arena y grava y constituye la zona de reacción 5 del acuífero. En el interior de la tubería 3 de alimentación están dispuestos pozos satélites 4 formando un modelo circular, a distancias esencialmente iguales entre sí. Los pozos satélites 4 están dispuestos verticalmente dentro del material. La tubería de alimentación 3 consiste en un tubo perforado a través del cual el agua que se ha de tratar es alimentada e expulsada a presión hacia la zona de reacción.

En el medio del acuífero está dispuesto un pozo principal vertical 6, cuyo pozo 6 consiste en un tubo perforado que

retiene el material de relleno del acuífero, pero que permite que el agua penetre en el pozo. El pozo principal es vaciado a través de un pozo de bombeo 7 que comunica con el pozo principal 6 a través de una tubería 8 de salida de flujo (véase la figura 3). La abertura de la salida del fondo del pozo principal 6 hacia el pozo de bombeo 7 está controlada por una válvula de regulación 13 correspondiente para mantener siempre un nivel de agua elevado en el acuífero para hacer óptimas las condiciones de crecimiento de los microorganismos. La parte superior del pozo principal 6 está cubierta por una tapa 9 que no cierra, la cual permite que la presión atmosférica circundante actúe sobre el nivel del agua en el pozo principal 6, evitando con ello cualquier presión negativa en el sistema.

En el pozo de bombeo 7 están dispuestas una o más bombas (no mostradas) para alimentar una tubería de transporte (no mostrada) conectada a los consumidores, viviendas, instalaciones industriales, etc.

En la parte superior del acuífero es aplicada una geomembrana impermeable 10 u otra cubierta con el fin de evitar contaminaciones desde arriba en la zona de reacción de los materiales de relleno. Cualquiera de tales contaminaciones puede perturbar seriamente la actividad en la zona de reacción si contuvieran compuestos que perjudicaran el desarrollo de la flora de microorganismos utilizada para reducir u oxidar los productos a eliminar. A continuación se aplica una capa 11 de tierra, grava o arena sobre la parte superior de la geomembrana 10 para mantenerla en posición.

Una unidad de control del proceso (PCU) 12 está conectada al sistema para controlar la alimentación de entrada y salida de agua. La introducción de agua desde los pozos satélites 4 a la zona de reacción se realiza mediante uno o más pozos satélites adyacentes de una manera controlada. Normalmente, la introducción es realizada en un patrón circular para permitir que la zona de reacción se recupere intermitentemente y se cree una presión de trabajo equilibrada sobre los microorganismos que actúan en la citada zona. La PCU 12 controla además el flujo de salida de agua desde el pozo principal 6 a través del pozo de bombeo 7 hacia la tubería de distribución. Se ha de entender que la PCU 12 está situada en contacto con el suministro de agua freática o de agua freática bruta.

El acuífero artificial mostrado en los dibujos puede contener un volumen de más de 5000 metros cúbicos que tiene un radio de más de 30 metros y una profundidad de 8 metros o más. Un tal acuífero permanecerá durante muchos años y abastecerá a la población y la industria circundantes. La capacidad del acuífero por cada 24 horas se calcula en aproximadamente 2500 metros cúbicos de agua pura, basándose en un tamaño de partículas normalmente usadas del material de relleno. La capacidad se calcula para una duración de 100 años.

Dependiendo del diámetro del acuífero artificial, que puede variar de 5 a 7 metros hasta 50 metros de diámetro o más, la capacidad estará comprendida entre 100 m³ y 5000 m³/día.

Se puede utilizar más de un pozo de agua bruta (extrayendo el agua bruta del acuífero/acuíferos) para extraer el agua desde el acuífero o los acuíferos naturales y suministrar el agua a la tubería de alimentación hacia el acuífero artificial.

Se pueden utilizar más de un pozo principal y un pozo de bombeo (pozo de producción) para bombear el agua purificada desde el acuífero artificial.

El agua freática bruta pasa de este modo al pozo principal 6, a la denominada zona activa 5, en la cual estarán presentes oxígeno, sustancias de liberación de oxígeno o sustancias orgánicas naturales. La zona activa proporciona el ambiente óptimo para las reacciones químicas y metabólicas por parte de los microorganismos que se originan de manera natural. El ambiente óptimo en la zona reactiva es mantenido con el funcionamiento de los pozos satélites 4. El flujo de salida del agua purificada desde el pozo principal en el fondo del mismo hacia el pozo de bombeo permite mantener el acuífero artificial siempre lleno con agua, denominado un "acuífero confinado artificial", y nunca está presente presión negativa alrededor del pozo principal.

El funcionamiento de la instalación o planta es tal que el agua freática bruta natural no tratada o agua freática infiltrada artificialmente, del agua superficial, es infiltrada a la instalación a través de la tubería dispuesta horizontalmente justo en la periferia de la instalación para evitar zonas sin movimiento de agua (denominadas zonas muertas). La tubería está aquí dispuesta a una distancia de menos de 1 metro desde la misma periferia exterior de un acuífero, que tiene un diámetro de 35 a 40 metros. En caso de que el acuífero artificial tenga un diámetro menor, la tubería estará más próxima que 1 metro de la periferia, tal como 0,5 metros o menos para evitar cualquier volumen muerto en el acuífero. En una segunda disposición paralela interior se situarán varios pozos satélites que se usan para crear las condiciones de vida ambientales óptimas para los pertinentes microorganismos. En el centro de la instalación está situado el pozo principal, que se utiliza como un pozo colector y, sin el uso de bomba alguna, el agua es dirigida hacia el pozo de bombeo adyacente 7 por la abertura del fondo del pozo principal. Esto permite al operador mantener el acuífero en un estado confinado y nunca se producirá presión negativa y, debido a ello, todo el material dentro del acuífero estará completamente empapado de agua. La abertura de la salida del fondo hacia el pozo de bombeo 7 está controlada por una válvula de regulación correspondiente para mantener siempre un alto nivel en el acuífero. El pozo principal está cubierto por una geomembrana impermeable u otro material y la parte superior del pozo está abierta a cambios atmosféricos y por lo tanto el acuífero no es completamente hermético. Para la eliminación de partículas, tal como en zonas sucias, un acuífero puede estar situado en la construcción superior del pozo principal. El pozo de bombeo está equipado con una bomba y un dispositivo de control de nivel.

Por lo tanto, la tubería de alimentación 3 está situada a una distancia de la periferia exterior que es menor que 1/40 del diámetro del acuífero, preferiblemente menor que 1/50 del diámetro, preferiblemente menor que 1/60 del diámetro y, más preferiblemente, menor que 1/100 del diámetro.

5 Las reivindicaciones principales de esta invención son que la instalación esté funcionando de manera que se evite cualquiera de las denominadas zonas muertas, que no sea necesario obturar herméticamente la parte superior debido al flujo de salida controlado que mantiene al acuífero siempre como un acuífero confinado en funcionamiento y que no se aplicará ninguna presión negativa alrededor del pozo principal. La disposición del acuífero puede ser de cualquier forma.

10 El diseño del acuífero artificial anterior ha sido mostrado como un estanque circular, aunque es evidente que se puede utilizar cualquier forma, estando algunas veces la forma dictada por los entornos naturales y por lo que estos permiten. Por tanto, el acuífero artificial puede ser circular, ovalado, hexagonal, octagonal, o adoptar cualquier forma dictada por el terreno circundante.

Ventajas

- 15 1. No presión negativa significa: El sistema descrito de acuerdo con la actual invención no tiene ningún descenso del nivel de agua que proporcione un mejor uso del material de relleno y una velocidad de entrada más baja y más constante del agua en el pozo principal, lo que reduce los riesgos de bloquear drásticamente el pozo principal con pequeños granos.
- 20 2. No existen zonas muertas. El sistema descrito de acuerdo con la actual invención no tiene zonas en las que el agua esté siempre estancada y pueda suceder un desarrollo bacteriológico incontrolado que pudiera destruir la calidad del agua.
3. No es necesario cierre hermético para evitar la presión negativa alrededor del pozo principal.
- 25 4. El uso de un pozo principal juntamente con un denominado pozo de bombeo, de acuerdo con el sistema descrito en la presente invención, asegura que, durante el tiempo de funcionamiento del acuífero artificial, la velocidad del agua sea siempre la misma y por lo tanto tiene mucho mejor rendimiento en términos de efectos de filtración y de limpieza general.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un acuífero artificial para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrado, nitrito, pesticidas y micro-contaminantes orgánicos en agua freática natural, agua freática artificialmente infiltrada del agua superficial y que comprende un estanque (1) de material de relleno que crea al menos una zona de reacción (5), una tubería de alimentación (3), uno o más pozos satélites (4), al menos un pozo principal (6) y al menos un pozo de bombeo (7), caracterizado porque la tubería de alimentación (3) consiste en un tubo perforado aplicado a la periferia exterior superior del estanque (1), a través del cual es alimentada el agua a tratar y penetra en la zona de reacción, y en el que el pozo principal (6) está conectado a un pozo de bombeo (7) a través de una salida de flujo inferior provista de una válvula de regulación (13) para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.
- 10 2. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el acuífero artificial tiene una forma seleccionada del grupo de formas que consiste en circular, oval, hexagonal, octagonal y una forma dictada por el terreno circundante.
- 15 3. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los pozos satélites (4) están dispuestos en un modelo circular dentro de la tubería de alimentación (3).
- 20 4. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la tubería de alimentación (3) está situada a una distancia de la periferia exterior del estanque que es menor que 1/40 del diámetro del acuífero, preferiblemente menor que 1/50 del diámetro, particularmente menor que 1/60 del diámetro y, más preferiblemente, menor que 1/100 del diámetro.
- 25 5. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fondo de dicho estanque está cubierto con una lámina impermeable para reducir la pérdida de agua desde el estanque.
6. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho estanque está lleno con material natural, lavado o no lavado, para la purificación de agua freática.
- 30 7. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho pozo principal es un pozo principal vertical, cuyo pozo principal vertical comprende un tubo perforado que retiene el material de relleno del acuífero, pero que permite que el agua penetre en el pozo.
- 35 8. Un acuífero artificial de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una geomembrana impermeable está aplicada como una cubierta a la parte superior del citado acuífero.
9. Un método para disminuir el contenido de metales, metaloides, nitrato, nitrito, fluoruro, pesticidas y micro-contaminantes orgánicos en el agua freática natural o agua freática artificial infiltrada del agua superficial utilizando un acuífero artificial en el que el agua a tratar es infiltrada en un estanque (1) de material de relleno que crea una zona de reacción (5), a través de una tubería de alimentación perforada (3), es tratada en uno o más pozos satélites (4) y es hecha pasar al menos a un pozo principal (6) y a un pozo de bombeo (7), siendo la tubería de alimentación perforada (3) aplicada a la periferia exterior superior del estanque (1), siendo extraída del acuífero el agua que ha sido purificada a través del pozo principal (6), el cual está conectado a un pozo de bombeo (7) a través de una salida de flujo inferior provista de una válvula de regulación para mantener un nivel dado de agua en el acuífero.
- 40 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el pozo principal (6) es puesto en contacto con la atmósfera circundante, evitando con ello cualquier presión negativa en el acuífero.
11. Un método según la reivindicación 9, en el que el agua es hecha fluir desde dichos pozos satélites hacia la citada zona de reacción en un modelo circular para permitir que la zona de reacción se recupere intermitentemente y cree una presión de trabajo sobre los microorganismos que actúan en la citada zona.

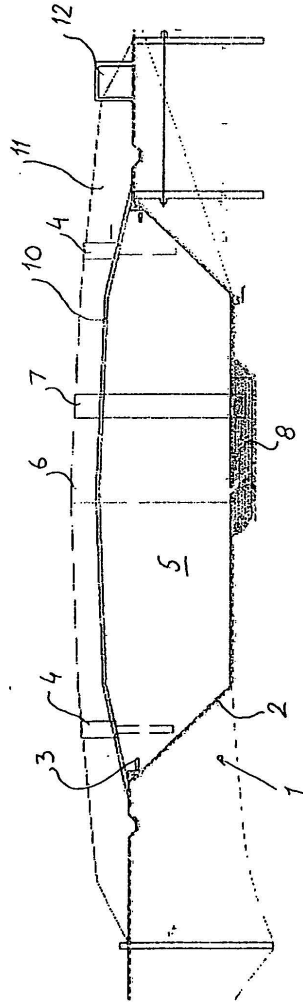
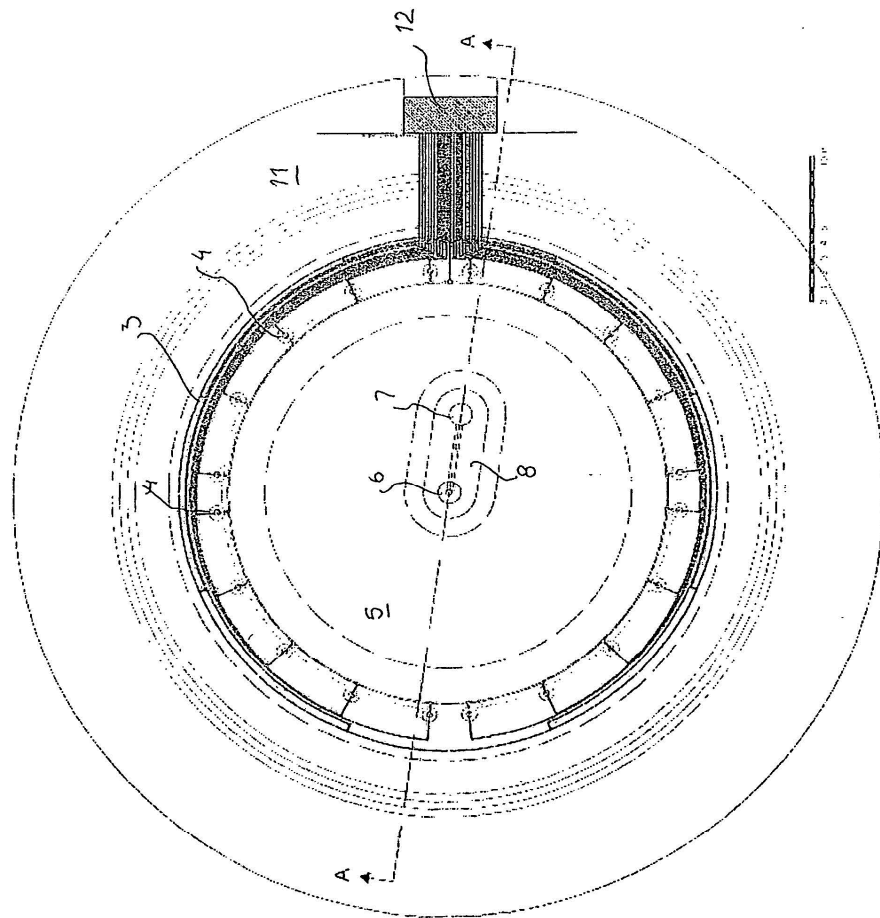


Fig. 1

Fig. 2



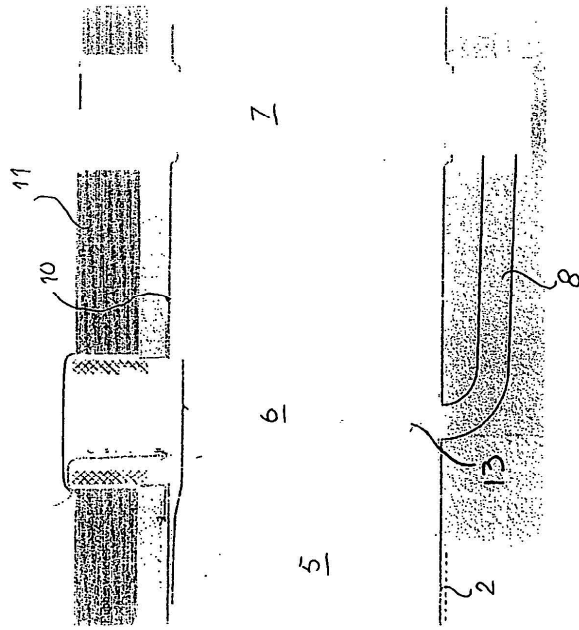


Fig. 3