

DISPOSITIVO PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN DE AGUAS LLUVIAS O AGUAS DE NIVEL FREÁTICO Y SU INYECCIÓN EN ACUÍFEROS MEDIANTE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

5

CAMPO DE ACCIÓN

La presente invención se relaciona con un dispositivo para el manejo y la disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos, mediante presión
10 hidrostática, el cual comprende dos trampas de decantación y filtrado, comunicadas a través de una tubería con filtro metálico, donde el lecho filtrante de dicha segunda trampa está en contacto con una tapa superior perforada que permite el ingreso del agua a la columna de almacenamiento y presión hidrostática con una placa de fondo que presenta un filtro metálico, ubicado en un orificio central, por medio del cual la columna se conecta
15 con la tubería perforada del pozo de inyección capilar.

Esta configuración básica del dispositivo puede ser construida a ras de tierra o a nivel de un sótano, y permite aprovechar las aguas lluvias y las aguas de nivel freático en el proceso de recarga y restauración de acuíferos, tanto en espacios abiertos o rurales como
20 en espacios reducidos, que son las que se manejan en proyectos inmobiliarios y agroindustriales, acelerando el proceso de infiltración del agua a un bajo costo, requiriendo escaso mantenimiento y sin la intervención de bombas u otros dispositivos mecánicos.

25

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El agua del subsuelo es una de las principales fuentes hídricas para consumo humano y riego en agricultura, de ella se abastece una tercera parte de la población mundial. Esta

agua proviene de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua y se extrae mediante pozos.

Con el paso del tiempo, el nivel freático de los acuíferos se ha visto disminuido por la enorme cantidad de pozos de extracción y por la falta de recarga de los mismos. Lo anterior ha llevado a que el nivel freático de aguas, que en el pasado podía encontrarse a poca profundidad, ahora haya bajado, ubicándose a grandes profundidades, generando un aumento en el costo de extracción del agua, desmejorando su calidad y en muchos casos desecando los pozos de extracción existentes.

A pesar de la permanente extracción que el hombre efectúa de este recurso natural y de la extensa bibliografía relacionada con la extracción de agua subterránea, es poca la información sobre tecnologías destinadas a incrementar el volumen de los acuíferos y mantener su nivel freático.

Actualmente se reconoce la necesidad de recargar artificialmente los acuíferos como método de gestión hídrica, introduciendo agua proveniente de ríos, quebradas, escorrentías naturales, agua lluvia, agua del nivel freático, entre otros orígenes, a los acuíferos subterráneos. Este proceso de recarga ha sido efectuado mediante diversos dispositivos, tales como zanjas, balsas o pozas, canales, pozos, sondeos de inyección, etc.

Algunos dispositivos de recarga se basan en la dispersión del agua mediante infiltración directa, por gravedad, a través del terreno hasta alcanzar el reservorio. Tal es el caso de balsas, lagunas o pozas de infiltración. A pesar de haber funcionado, este tipo de dispositivos solo pueden ser empleados en terrenos planos y de gran extensión. Además, tienden a presentar pérdidas de agua por evaporación.

Otra opción de recarga por dispersión son los canales y zanjas de infiltración, las cuales son estructuras lineales excavadas para la retención de aguas de escorrentía que,

además de reducir significativamente la erosión de laderas, aumentan la infiltración natural. Estos dispositivos requieren que la capa superficial sea de material blando y con frecuencia se ven afectados por la acumulación de sedimentos que taponan y obstaculizan el tránsito del agua.

5

De manera similar, también están los campos de infiltración, utilizados en zonas cercanas a los cursos de agua no permanentes, donde las aguas son derivadas hacia diques de altura variable, que se llenan, se cierran y se espera a que el agua se infiltre, para después arar la tierra y cultivar. Obviamente parte del agua encerrada en el campo llegará al acuífero. Así mismo, existe la recarga por retornos de riego, que se basa en que el riego controlado y suministrado correctamente pueda contribuir a aumentar el contenido de los acuíferos subyacentes.

Entre estos dispositivos también están aquellos que se basan en la modificación del cauce de las fuentes de agua, tales como diques de retención y represas, también están los diques subsuperficiales o subterráneos, los diques permeables y las presas de arena, los diques perforados, los serpenteos y la escarificación del lecho del río.

Así mismo se utilizan pozos de percolación para acuíferos no confinados o superficiales, donde el espacio no es amplio o no es posible hacer uso de otros dispositivos. En este caso, la calidad del agua debe ser buena, pues el agua entra por gravedad directamente al acuífero sin tratamiento, por lo que el acuífero actúa como depurador. En ciertas ocasiones, estos pozos de percolación son pozos de extracción reutilizados, porque el acuífero se ha desecado. Incluso, otra opción son los pozos de recarga, cuya inyección se realiza mediante bombas u otros dispositivos mecánicos.

Las opciones de recarga antes mencionadas han llevado a considerar que la inyección de aguas lluvias en los acuíferos es una alternativa económica para restaurar la pérdida del nivel freático y constituye una opción para mitigar la pérdida de la capacidad de extracción de los pozos y enfrentar las inundaciones.

Por otro lado, en el sector de la construcción, las exigencias ambientales y normativas urbanas han obligado a los constructores y desarrolladores de proyectos inmobiliarios y agroindustriales a manejar tanto las aguas lluvias como las aguas del nivel freático, generadas cuando se hacen sótanos o construcciones enterradas, sin que ello implique la ampliación de redes hidráulicas y minimizando los riesgos de inundación de los predios vecinos.

Ante estas exigencias, en la mayoría de las construcciones, el agua lluvia es conducida a través de canales o tuberías que la transportan por gravedad hacia áreas habilitadas para su almacenamiento o conexión al alcantarillado, mientras las aguas del nivel freático se recolectan en los sótanos en pozos eyectores y mediante sistemas de bombeo son evacuadas continuamente hacia la infraestructura de alcantarillado.

En procura de aprovechar las aguas lluvias éstas han sido recolectadas en los techos y utilizadas para el riego de las áreas verdes, sanitarios y áreas comunales, siempre y cuando no sea para uso potable; sin embargo, este aprovechamiento no aporta ninguna solución a la pérdida de nivel freático y al desecamiento de los acuíferos.

Con el fin de evitar a los proyectos los altos costos de ampliación de la infraestructura hidrosanitaria externa y dar cumplimiento a las norma sanitarias, el solicitante estableció la necesidad de contar con dispositivos para recargar y restaurar acuíferos, que puedan ser contruidos a ras de tierra o a nivel del sótano, que sirvan para la inyección de aguas lluvias y de aguas del nivel freático de los proyectos inmobiliarios y agroindustriales, que aceleren el proceso de infiltración del agua, que sean de bajo costo, de escaso mantenimiento y que no requieran de bombas u otros dispositivos mecánicos, ni de la ampliación de la infraestructura de alcantarillado existente.

Considerando los parámetros mencionados en el párrafo anterior, el solicitante ha desarrollado un dispositivo que necesita poca área para su operación y funcionamiento,

el cual está basado en la inyección de agua por presión hidrostática y comprende cuatro etapas: dos etapas de filtrado (trampas de filtrado y decantación), que garantizan que las aguas inyectadas estén filtradas y sean limpias, asegurando así que la calidad del agua en el acuífero sea la adecuada; una tercera etapa de almacenamiento y columna de presión y una cuarta y última etapa de filtración, inyección y dispersión del agua.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 10 Figura 1. Despiece del dispositivo para el manejo y la disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos mediante presión hidrostática de la presente invención.
- 15 Figura 2. Corte longitudinal del dispositivo para el manejo y la disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos mediante presión hidrostática de la presente invención.
- 20 Figura 3. Ilustración del dispositivo de la presente invención, aplicado a la recolección e inyección de aguas del nivel freático, y ubicado a nivel del terreno.
- 25 Figura 4. Corte longitudinal del dispositivo de la presente invención, aplicado a la recolección e inyección de aguas del nivel freático, y ubicado a nivel del terreno.
- 30 Figura 5. Ilustración del dispositivo de la presente invención, aplicado a la recolección e inyección de aguas del nivel freático, y ubicado a nivel de un sótano.
- Figura 6. Corte longitudinal del dispositivo de la presente invención, aplicado a la recolección e inyección de aguas del nivel freático, y ubicado a nivel de un sótano.

Figura 7. Ilustración del dispositivo de la presente invención, aplicado a la recolección e inyección de aguas de lluvia, y ubicado a nivel del terreno.

5 Figura 8. Axonometría del dispositivo de la presente invención mostrado en la Figura 7.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

10

La presente invención se relaciona con un dispositivo para el manejo y la disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos mediante presión hidrostática, que se ilustra en las Figuras 1 y 2, y está caracterizado porque comprende:

- 15 • una primera trampa de decantación y filtrado (1) que tiene un tanque (11) con un orificio de entrada de fluido (12), un lecho filtrante (13), donde los sedimentos y sólidos se depositan, un orificio de salida (14) donde se fija un filtro metálico (15) y una tubería (16), que conecta la primera trampa (1) con una segunda trampa (2);
- 20 • una segunda trampa (2) que incluye un tanque (21) con un orificio de entrada de agua (22), y en el fondo presenta un lecho filtrante (23), el cual está conectado con una tapa superior (31) de la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3),
- 25 • una columna de almacenamiento y presión hidrostática (3), con una tapa superior (31), que presenta una tapa central (311), y unas perforaciones (312), a través de las cuales se llena la columna (3) de agua, un cuerpo (32) con un anillo de base (33), en cuyo centro se ubica el pozo de inyección capilar (4) y un filtro metálico (34), que se ubica en el extremo superior (411) de la tubería perforada (41) del pozo de inyección capilar (4), dicho cuerpo (32) está relleno de gravilla (35) hasta
- 30 la base del filtro metálico (34);

- un pozo de inyección capilar (4) que nace en la base de la columna de almacenamiento (3) y comprende una tubería perforada (41), rodeada por un relleno triturado (42), dicha tubería perforada (41), tiene una cabeza (411) conectada al filtro metálico (34) y presenta en su extremo inferior (412) un filtro metálico (43), que evita que cualquier sólido que se haya colado o que haga parte del lecho filtrante (23) pueda obstaculizar el pozo de inyección capilar (4).

En una modalidad de la invención, los tanques (11, 21) de las trampas (1, 2), respectivamente, tienen paredes de mampostería, sin refuerzo interior, y tapas (17, 24), que consisten en una placa de cubierta (171, 241), elaboradas en concreto reforzado, prefabricado e impermeabilizado integralmente, unas tapas de acceso central (172, 242), elaboradas en polipropileno, otro polímero, hierro colado o incluso en concreto, y una tubería de ventilación (173, 243) con un diámetro de 10,14 cm (4 pulgadas) a 15,24 cm (6 pulgadas). En una alternativa preferida, los tanques (11, 21) y sus tapas (17, 24) son cuadrados o rectangulares y las tapas de acceso central (172, 242) son redondas.

En cuanto al lecho filtrante (13) de la trampa (1), éste está compuesto de una capa superior de piedra (131) y una capa inferior de carbón activado (132), intercaladas varias veces hasta alcanzar una altura de 15 cm a 20 cm. En una alternativa preferida, el tamaño de la piedra utilizada en la capa superior (131) es de 2 cm y el carbón activado tiene un tamaño de 4 cm. Estas capas se ubican sobre una placa de fondo en concreto reforzado fundida in situ (134), que a su vez se funde sobre una capa de concreto pobre para nivelación del terreno (135), estas dos últimas capas (134, 135) presentan una perforación central (133), cuya profundidad es de 10 cm a 40 cm, y está rellena de piedra (136). Preferiblemente, la perforación (133) es cuadrada y su área ocupa un tercio del área de la placa (134).

Por su parte, el lecho filtrante (23) de la trampa (2) tiene una altura de 40 cm y está compuesto por una capa superior de arena y gravilla fina (231), una capa de grava (232), una capa de carbón activado (233) y una capa de piedra (234). Dicha capa superior de

arena y gravilla fina (231) tiene una altura de 15 cm y está compuesta de 1/3 de gravilla fina y 2/3 de arena. La capa de grava (232) tiene una altura de 10 cm y está compuesta por piedras de 2 cm, mientras la capa de carbón activado (233) presenta una altura de 10 cm y está compuesta por carbón activado de 2,5 cm a 3,2 cm. La última capa de piedra (234) es de 5 cm de altura y está compuesta de piedras de 5 cm.

Usualmente, las trampas (1, 2) tienen entre 1 m y 2 m de profundidad y su base es de 0,7 m a 2,2 m de ancho por 0,7 m a 2,2 m de largo, esto con el fin de permitir que una persona pueda ingresar y hacer mantenimiento de los lechos filtrantes (13, 23).

En una modalidad de la invención, la tapa superior (31) y el anillo de base (33) de la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3) son en concreto reforzado. Por su lado, la tapa superior (31) presenta perforaciones de 2,54 cm (1 pulgada), que ocupan entre el 35% y el 55% de la superficie de dicha tapa (31), mientras que el anillo de base (33) tiene un ancho que corresponde entre el 10% y 30% del diámetro del cuerpo (32) de la columna de almacenamiento (3).

Adicionalmente, el cuerpo (32) de la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3) tiene un diámetro que varía entre 1 m a 3 m, y una profundidad de 1 m a 10 m, dependiendo de la profundidad deseada. El cuerpo (32) está compuesto por tubos de plástico reforzado con vidrio GRP (por sus siglas en inglés *glass reinforced plastic*) que se juntan mediante uniones del mismo material (36) y del mismo diámetro que los tubos (32).

En relación con el pozo de inyección capilar (4) que nace en la base de la columna de almacenamiento (3) y está compuesto por una tubería perforada (41), preferiblemente de 10,14 cm (4 pulgadas) a 15,24 cm (6 pulgadas) de diámetro, que tiene una profundidad variable que llega a pocos metros del acuífero, donde se hace la mayor recarga. En cuanto al relleno triturado (42), éste está compuesto por gravilla de 0,8 cm a 1,1 cm.

Generalmente, la primera trampa (1) se une a otros componentes del dispositivo, mediante una tubería (18), la cual, al igual que la tubería (16) que une la primera trampa (1) a la segunda trampa (2), es de policloruro de vinilo (PVC) y tiene 10,14 cm (4 pulgadas) a 15,24 cm (6 pulgadas).

5

El proceso de manejo y disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos mediante presión hidrostática efectuado mediante el dispositivo de la presente invención comprende una primera etapa en la cual el agua ingresa al tanque (11) por el orificio de entrada (12), permanece en esta primera trampa (1) mientras
10 que sufre un proceso de decantación, en el que las partículas sólidas o más pesadas migran hacia el fondo del tanque y se depositan en el lecho filtrante (13). Después de alcanzar un cierto nivel, el agua de la superficie pasa por un filtro metálico (15), que evita que elementos contaminantes, como hojas y sólidos, pasen a través de la tubería (16) a la trampa secundaria de decantación y filtrado (2).

15

En esta segunda trampa (2), el agua es filtrada mediante el lecho filtrante (23) y posteriormente, pasa a través de las perforaciones (312) de la tapa superior (31) y llena por gravedad la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3). Seguido, el agua contenida en el cuerpo (32) de la columna (3) pasa a través de un filtro metálico (34),
20 ingresa por la tubería perforada (41) del pozo de inyección capilar (4), atraviesa el filtro metálico (43) y finalmente, el agua es inyectada al acuífero.

Versiones del dispositivo de la presente invención

25

Aunque en los párrafos anteriores se definió el dispositivo básico para la manejo y disposición de aguas lluvias o aguas de nivel freático y su inyección en acuíferos mediante presión hidrostática, el dispositivo puede incluir otros componentes, dependiendo de si se va a usar para manejo de aguas lluvias a nivel del terreno o aguas

del nivel freático, en cuyo caso se pueden manejar a nivel del sótano o parte más baja de la construcción, o a ras de piso. Las diferentes alternativas se exponen a continuación:

a) Dispositivo para aguas del nivel freático a nivel del terreno

5

Cuando el dispositivo de presión hidrostática para inyección se usa para efectuar el manejo de aguas del nivel freático y se construye a nivel del terreno, el dispositivo incluye un pozo eyector (5) que se comunica mediante una tubería (51) con un tanque de igualación (6), que a la vez está conectado a la primera trampa (1) mediante el extremo libre de la tubería (18).

10

Como se muestra en la Figura 3, las aguas freáticas se acumulan en el pozo eyector (5), que se ubica bajo el sótano (71) del edificio (7), y son impulsadas por bombas a través de la tubería (51), que las lleva al tanque de igualación (6). En este tanque de igualación (6) se reduce la presión con que el agua ingresa a la primera trampa (1), para que ésta pueda hacer su trabajo de decantar y filtrar el agua. Una vez el agua está en el tanque de igualación (6), pasa por la tubería (18) hacia la primera trampa (1). Allí el agua es decantada y filtrada para pasar por la tubería (16) a la segunda trampa (2), donde se efectúa una nueva filtración y por gravedad se infiltra en la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3), que la mantiene, la filtra y la envía al pozo de inyección capilar (4), donde el agua es depurada nuevamente e introducida al acuífero.

15

20

b) Dispositivo para aguas del nivel freático a nivel de un sótano

25

En otra alternativa de la invención, el dispositivo se utiliza para el manejo de aguas del nivel freático y se construye a nivel de un sótano. En este caso no se requiere contar con un equipo de bombeo, por lo que el tanque de aguas del nivel freático o pozo eyector (5) se conecta directamente al extremo libre de la tubería (18), que está unida al orificio de entrada (12) de la primera trampa (1), por lo que el agua acumulada en el tanque de

30

aguas de nivel freático (5) pasa directamente a la primera trampa (1), tal como se ilustra en la Figura 5.

Una vez el agua es decantada y filtrada en dicha primera trampa (1), pasa a la segunda trampa (2), sigue hacia la columna de almacenamiento y presión hidrostática (3), y finalmente, llega al pozo de inyección capilar (4), que la introduce al acuífero.

c) Dispositivo para agua lluvias a nivel del terreno

Una tercera alternativa de configuración del dispositivo se requiere cuando se manejan aguas lluvias por escorrentías y el dispositivo se construye a nivel del terreno. Para esta alternativa, se requiere eliminar la tubería (18) y se coloca un bio-retenedor (8) antes de la entrada (12) de la primera trampa (1), como se ilustra en las Figuras 7 y 8. Dicho bio-retenedor (8) está conformado por un canal abierto (81) con grava (82), que sirve de filtro y tiene por finalidad reducir la velocidad de entrada del agua al dispositivo y limpiar impurezas mayores antes de la entrada (12) a la primera trampa (1), y una estructura conectora (83), que une el canal del bio-retenedor (81) con el orificio de entrada (12) de la primera trampa (1).

Una vez el agua se encuentra en esta trampa (1), el agua continúa su tránsito dentro del dispositivo tal y como se ha descrito para los dispositivos a) y b) anteriores.