

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 659**

51 Int. Cl.:

<b>B67D 7/80</b>	(2010.01)
<b>F25D 3/00</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/44</b>	(2013.01)
<b>F28C 3/08</b>	(2006.01)
<b>C02F 1/32</b>	(2013.01)
<b>C02F 1/66</b>	(2013.01)
<b>C02F 1/42</b>	(2013.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2017 PCT/US2017/034989**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.11.2017 WO17205869**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2017 E 17803751 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3464166**

54 Título: **Sistema de pulverización adiabática que ahorra agua**

30 Prioridad:

**27.05.2016 US 201662342717 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.04.2025**

73 Titular/es:

**EVAPCO, INC. (100.00%)  
5151 Allendale Lane  
Taneytown, MD 21787, US**

72 Inventor/es:

**LANE, JOHN W. y  
VADDER, DAVEY J.**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 3 014 659 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 pulverización adiabática que ahorra agua

**5 CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a refrigeradores y condensadores de fluidos refrigerados por aire.

**DESCRIPCIÓN DE LOS ANTECEDENTES**

10

Intercambiadores de calor enfriados por aire, como enfriadores y condensadores de fluidos, rechazan el calor a la atmósfera. Estos dispositivos rechazan el calor mediante el calentamiento sensible del aire ambiente; por lo tanto, la temperatura más baja que pueden alcanzar es una temperatura superior a la temperatura ambiente del bulbo seco. Mediante el uso de enfriamiento adiabático, el aire ambiente se puede enfriar a una temperatura cercana a la

15

temperatura del bulbo húmedo. Este aire preenfriado se utiliza a continuación para rechazar el calor. Mediante el uso de enfriamiento adiabático, un intercambiador de calor de enfriamiento en seco puede hacerse más pequeño (menos costoso) o puede enfriarse a una temperatura más baja (más eficiente energéticamente) o alguna combinación de ambos.

20

Hay dos formas típicas en que se realiza el enfriamiento adiabático. Una forma es enfriar el aire con almohadillas saturadas. Se colocan almohadillas gruesas en la entrada al intercambiador de calor enfriado por aire. Estas almohadillas son saturadas con agua. Cuando el aire entrante se aspira a través de estas almohadillas, parte del agua se evapora y el aire se enfría. Aunque estas almohadillas son de uso generalizado, tienen varios inconvenientes. Para saturar completamente las almohadillas, se debe pasar una fuerte corriente de agua sobre las almohadillas. La mayor

25

parte de esta agua no se evapora y se envía al drenaje o se recircula. El envío de esta agua al drenaje es muy ineficiente, mientras que la recirculación requiere otro sistema para tratar y drenar periódicamente el agua. Además, estas almohadillas están hechas de un material que absorbe agua y tienen una esperanza de vida de solo unos pocos años antes de tener que ser reemplazadas. Además, las almohadillas se dejan en su lugar durante todo el año, incluso cuando no se utiliza enfriamiento adiabático. Las almohadillas causan una resistencia al flujo de aire y requieren una

30

La segunda forma típica de generar enfriamiento adiabático es mediante el uso de boquillas de nebulización. Boquillas de nebulización generan pequeñas gotas de agua que se evaporan rápidamente, enfriando así el aire. Boquillas de nebulización rocían agua a una velocidad inferior a la del flujo de agua sobre las almohadillas saturadas, por lo que

35

no hay necesidad de un sistema de recirculación y se utiliza menos agua. Las boquillas no causan ninguna resistencia al flujo de aire, por lo que la potencia del ventilador se mantiene al mínimo. Un problema con las boquillas de nebulización es que los minerales que están contenidos en el aerosol deben pasar a través de los serpentines y estos minerales pueden causar problemas. En un sistema de almohadillas, estos minerales permanecen con el exceso de agua que se envía sobre las almohadillas o que quedan atrapados en las propias almohadillas.

40

Para impedir la incrustación, particularmente de carbonato de calcio, se debe usar agua blanda o agua ablandada con boquillas de nebulización. Si se rocía agua dura, se pueden formar incrustaciones en las boquillas y en los serpentines. Para minimizar este problema, muchos fabricantes limitan severamente el número de horas que pueden trabajar los aerosoles adiabáticos cada año. Las incrustaciones pueden evitarse utilizando agua ablandada. El

45

ablandamiento reemplaza los cationes de valencia +2 en el agua con sodio. Sales de sodio son altamente solubles y, por lo tanto, no formarán una incrustación. La preocupación con el agua ablandada es que todos los aniones que estaban presentes en el agua dura todavía están presentes en las aguas ablandadas. Estos aniones, en particular cloruro, sulfato e hidróxido, pueden ser muy corrosivos para los serpentines y las aletas. Esto es particularmente cierto si se permite que las sales permanezcan en los serpentines durante un periodo de tiempo prolongado. Para minimizar

50

estos efectos de corrosión, muchos fabricantes limitan el número de horas que los aerosoles adiabáticos se pueden hacer funcionar cada año con agua ablandada.

La solución para operar durante horas prolongadas con un sistema de pulverización adiabática es usar agua mineral muy baja. Por lo general, el agua de ósmosis inversa ("OI") se usa para estos sistemas de horas extendidas. Hay

55

sistemas de ósmosis inversa de bajo coste disponibles que pueden proporcionar suficiente agua de ósmosis inversa para operar una célula a un coste razonable. Estas unidades de bajo coste funcionan sin presión de agua doméstica y sin necesidad de una bomba de alta presión separada. Estos dispositivos de OI deben alimentarse con agua ablandada para una mejor vida útil de la membrana. La OI eliminará la mayoría de los iones de sodio, así como la mayoría de los aniones corrosivos. El agua resultante es a menudo menos corrosiva que el agua de lluvia para los

60

materiales de construcción del intercambiador de calor.

Hay problemas con el uso de estos sistemas de ósmosis inversa de bajo coste para el enfriamiento adiabático. Uno

es que estos sistemas son ineficientes en el uso del agua. La tabla a continuación ilustra el resultado de una OI de alto volumen y bajo coste. El 65 % del agua cruda ablandada se desecha para generar un 35 % de agua limpia.

Muestra	Sodio	Cloruro	Sulfato	Alcalinidad (hidróxido)	% de flujo
Entrada de agua de alimentación ablandada bruta	120 ppm	57 ppm	24 ppm	168 ppm	100 %
Salida de agua de permeado de OI	2,5 ppm	1 ppm	>1 ppm	5 ppm	35 %
Salida de agua de rechazo de OI	183 ppm	85 ppm	41 ppm	247 ppm	65 %

5 Otro problema es que, aunque una sola unidad no sea demasiado cara, una sola unidad puede proporcionar nebulización suficiente solamente para aproximadamente una sola celda; la mayoría de las unidades tendrán 4 o más celdas, lo que requerirá múltiples unidades de OI. Un sistema de preenfriamiento adiabático conocido para una unidad de intercambio de calor se describe en el documento JP 2016/056959. Otro ejemplo de un dispositivo para enfriar aire con agua ablandada se describe en el documento CN202254522U.

10

## RESUMEN DE LA INVENCION

Una realización de la invención proporciona un procedimiento para utilizar agua ablandada para enfriamiento adiabático sin limitar gravemente las horas de funcionamiento cada año. Según la invención, se puede usar agua ablandada para proporcionar enfriamiento adiabático durante horas prolongadas, con una descarga periódica de ósmosis inversa "OI" de los serpentines. En otra realización de la invención, la corriente de rechazo de OI que genera el agua pura para la descarga de OI puede combinarse con agua ablandada y usarse para enfriamiento adiabático, usando así el agua de rechazo de OI para enfriamiento en lugar de desecharla. En otra realización, particularmente para unidades pequeñas, no se utiliza directamente agua ablandada. Según esta realización, el sistema de enfriamiento funciona con agua de rechazo de OI para el aerosol, mientras almacena el agua purificada de OI ("permeado de OI"). A continuación, el sistema cambia a OI-pura con flujo adicional añadido para descargar el serpentín mientras se almacena el rechazo de OI. En ambas de estas realizaciones no se descarta ningún rechazo de OI. Un primer aspecto de la invención se define en la reivindicación 1, y un segundo aspecto de la invención se define en la reivindicación 8.

25

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un esquema según una primera realización de la invención.

La Figura 2 es un esquema según una segunda realización de la invención.

30

La Figura 3 es un esquema según una tercera realización de la invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

La **Figura 1** ilustra una realización de la invención. En esta realización, el agua del grifo u otra fuente de agua se envía a un ablandador **3**. El ablandador solo es necesario si la fuente de agua es moderadamente dura o más dura. El ablandador funciona mediante intercambio iónico para reemplazar los iones de calcio y magnesio en el agua de la fuente con iones de sodio. El agua ablandada **5** es alimentada a continuación a un dispositivo **7** de ósmosis inversa ("OI"). El OI **7** que se muestra en la Figura 1 es un dispositivo estándar disponible en el mercado que funciona con la presión de la fuente de agua. Se puede usar un sistema de OI más complejo con una bomba de alta presión, pero este tipo de sistema de OI suele ser demasiado caro para un sistema adiabático.

El agua de rechazo de OI **9** con minerales concentrados se dirige al tanque de almacenamiento **11** de rechazo de OI; el permeado de OI **13** se dirige al tanque de almacenamiento de permeado de OI **15**. Una bomba de pulverización **17** está conectada para recibir agua del tanque de almacenamiento **11** de rechazo de OI o del tanque de almacenamiento de permeado **15** de OI dependiendo de la posición de las válvulas **14** y **16**. La bomba de pulverización **17** proporciona flujo a las boquillas **19** de nebulización para su enfriamiento. Cuando se opera desde el tanque de rechazo de OI **11**, las boquillas **19** nebulizarán agua con alto contenido de minerales, pero no agua formadora de incrustaciones, ya que los minerales formadores de incrustaciones se han eliminado mediante ablandamiento. Algunos de los minerales pueden depositarse en el serpentín y las aletas y, si se dejan, podrían provocar corrosión. Para impedir esta corrosión, se utiliza periódicamente agua pura **13** libre de minerales (permeado de OI) para descargar el serpentín a través de la bomba de descarga **21**, eliminando cualquier mineral que pueda haberse depositado en las aletas y los serpentines. Opcionalmente, parte de esta agua de permeado de OI **13** podría enviarse a las boquillas para un enfriamiento adicional abriendo la válvula **14** y cerrando la válvula **16**. Tanto la línea de

50

boquillas de pulverización **23** como la línea de descarga **25** del serpentín podrían configurarse con un sistema UV **27** para minimizar el potencial de crecimiento de bacterias patógenas como *Legionellae*. El sistema también está configurado para permitir un drenaje completo cuando no está en uso para eliminar el riesgo de crecimiento biológico en agua estancada o congelación. En este diseño, el 100 % del agua enviada a la OI **7** se utiliza para enfriar o  
5 descargar el serpentín.

El sistema también está configurado para permitir el drenaje completo a través de las válvulas **14**, **16** y **37** y el drenaje **39** cuando no están en uso para eliminar el riesgo de crecimiento biológico en agua estancada o congelación.

- 10 La **Figura 2** ilustra otra realización de la invención. En esta realización, el agua del grifo u otra fuente de agua se envía a un ablandador **3**. El ablandador **3** solo es necesario si el agua de la fuente es moderadamente dura o más dura. El ablandador **3** funciona mediante intercambio iónico para reemplazar los iones de calcio y magnesio en el agua de la fuente con iones de sodio. El agua ablandada **5** es alimentada a continuación a un dispositivo de ósmosis inversa **7** ("OI"). El OI **7** que se muestra en la Figura 2 es un dispositivo estándar disponible en el mercado que funciona con la  
15 presión de la fuente de agua. Se puede usar un sistema de OI más complejo con una bomba de alta presión, pero este tipo de sistema de OI suele ser demasiado caro para un sistema adiabático.

El agua de rechazo de OI **9** se envía a un tanque de almacenamiento **29** donde se combina con agua ablandada **5** adicional. Esta agua **31** de rechazo de OI/ablandada combinadas se utiliza para el enfriamiento mediante envío a la  
20 bomba de pulverización **17**. Dado que toda el agua se ha ablandado, esta agua no provocará incrustaciones en las aletas. Cuando se opera desde el tanque de rechazo **29** de OI/agua ablandada, las boquillas **19** nebulizarán agua con alto contenido de minerales, pero no agua formadora de incrustaciones, ya que los minerales formadores de incrustaciones se han eliminado mediante ablandamiento. Algunos de los minerales pueden depositarse en el serpentín y las aletas y, si se dejan, podrían provocar corrosión. Para impedir esta corrosión, se utiliza periódicamente  
25 agua pura **13** libre de minerales (permeado de OI) para descargar el serpentín.

El agua de permeado de OI **13** se envía a un tanque de almacenamiento **33** presurizado a través de una bomba de baja presión **35**. La presión en el tanque de almacenamiento **33** puede mantenerse y/o ajustarse a través de la vejiga **41**, el interruptor de presión **43** y la bomba de baja presión **35**. Debido a que el tanque de  
30 almacenamiento **33** está presurizado, se puede usar una unidad de OI más pequeña y funcionar por la noche u otras veces que no sea necesario el enfriamiento adiabático. Periódicamente, esta agua de permeado de OI **13** se utiliza para descargar los serpentines eliminando cualquier mineral que pueda haberse depositado en las aletas y los serpentines.

35 Tanto la línea de boquilla de pulverización **23** como la línea de descarga **25** del serpentín pueden configurarse con un sistema UV **27** para minimizar el potencial de crecimiento de bacterias patógenas como Legionella. El sistema también está configurado para permitir el drenaje completo a través de las válvulas **37** y **38** y los drenajes **39** cuando no están en uso para eliminar el riesgo de crecimiento biológico en agua estancada o congelación. En este diseño, no solo se utiliza el 100 % del agua enviada al OI para enfriar o descargar, sino que se necesitan menos sistemas o unidades de  
40 OI más pequeñas, ya que el agua de permeado de OI **13** se utiliza solo para descargar los serpentines.

La **Figura 3** ilustra otra realización de la invención. Esta realización es similar a la de la **Figura 2**, excepto que el agua de rechazo **9** de OI se envía al drenaje **39**. Al enviar el agua de rechazo de OI al drenaje **39**, el sistema se puede simplificar en gran medida ya que se pueden eliminar el tanque de almacenamiento de agua de rechazo de  
45 OI/ablandada **29** y la válvula de control de flotación **32** (**Fig. 2**). La desventaja es que el agua de rechazo de OI se descarta. Parte del agua de rechazo se puede recuperar si la OI se opera cuando la bomba de pulverización **17** está energizada. Mediante el uso de una bomba auxiliar **47** o una válvula **40**, de aspiración y drenaje adicional, el agua de rechazo **9** de OI podría combinarse con el agua ablandada **5** y usarse para refrigeración.

50 El problema fundamental que se corrige mediante esta invención es la corrosión de las aletas y serpentines causada por el uso extensivo de agua ablandada. Por su coste y capacidad de transferencia de calor, el aluminio y las aleaciones de aluminio se utilizan ampliamente en intercambiadores de calor refrigerados por aire. El aluminio es muy sensible al pH tanto alto como bajo (anfótero). Para protección contra la corrosión, a menudo el aluminio es recubierto, lo que aumenta el costo, reduce la transferencia de calor y aún está sujeto a corrosión en las inevitables  
55 discontinuidades en el recubrimiento. El aluminio es muy resistente a la corrosión acuosa a un pH casi neutro. Si el agua que sale del ablandador no es casi neutra (5 a 8,5), a continuación esa agua debe ajustarse en pH antes de su uso. Afortunadamente, la mayoría del agua utilizada para el enfriamiento adiabático estará dentro de esta guía de pH.

El aluminio también está sujeto a corrosión por sales que se han secado sobre la superficie. La mayoría de estas sales  
60 son higroscópicas y absorberán suficiente humedad de la atmósfera cuando la humedad relativa sea superior al 60 %. Por lo tanto, puede producirse corrosión incluso en condiciones aparentemente secas.

## ES 3 014 659 T3

Otra realización de esta invención es un procedimiento para determinar con qué frecuencia descargar el serpentín. La cantidad de agua a descargar en el serpentín está relacionada tanto con la cantidad de agua rociada para enfriar como con la cantidad de iones en el agua de rociado. Por ejemplo, una celda típica enfriada por aire de 5' x 6' requerirá aproximadamente 40 galones por hora (150 litros/hora) de pulverización para el enfriamiento adiabático. La mayoría de los minerales en esa agua pasarán inofensivamente a través del serpentín, pero hasta el 1 % de estos minerales podrían acumularse en los serpentines. Si el agua contiene 500 ppm de sólidos disueltos, a continuación  $500 \text{ mg/litro} \times 150 \text{ litros} \times 1 \% = 750 \text{ mg}$  se depositarán en los serpentines y aletas cada hora de operación de pulverización. El efecto corrosivo de estas sales se mejorará mediante una descarga de agua permeada por OI. Una descarga de solo 20 litros de agua permeada por OI diluirá esta contaminación superficial a  $750 \text{ mg}/20 \text{ litros} = 37,5 \text{ ppm}$ . Cuanto menor sea este valor, menor será el ataque de corrosión. Es poco probable que un valor inferior a 100 ppm sea un problema de corrosión. Para un enfriador de aire típico de 5' x 6', se necesitan unos 20 litros (5 galones) para garantizar que todas las superficies sean descargadas. Con este ejemplo, una descarga cada 2 horas y al final del ciclo de enfriamiento adiabático sería suficiente para minimizar la corrosión. Por lo tanto, al descargar con solo 20 litros de agua permeada por OI, se pueden utilizar 300 litros de agua ablandada para enfriamiento sin un ataque significativo de corrosión en los serpentines y aletas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de agua para suministrar agua utilizada para enfriar aire adiabáticamente en un intercambiador de calor, comprendiendo:
- 5 un ablandador de agua (3) configurado para recibir agua de una fuente de agua;  
un dispositivo de ósmosis inversa (7) configurado para recibir agua ablandada (5) de dicho ablandador de agua;  
un tanque de almacenamiento de permeado de OI (15) configurado para recibir agua de permeado de OI (13) de dicho dispositivo de ósmosis inversa;
- 10 una bomba de descarga (21) configurada para suministrar agua de permeado de OI (13) desde dicho tanque de almacenamiento de permeado de OI (15) a las superficies de un serpentín de dicho intercambiador de calor a través de una línea de descarga de serpentín (25);  
un tanque de almacenamiento de rechazo de OI (11) configurado para recibir agua de rechazo de OI (9) de dicho dispositivo de ósmosis inversa (7);
- 15 una línea de agua de permeado de OI (13) comprendiendo una válvula (14) configurada para suministrar agua de permeado de OI desde el tanque de almacenamiento de permeado de OI (15) a una bomba de pulverización (17);  
una línea de agua de rechazo de OI (9) comprendiendo una válvula (16) configurada para suministrar agua de rechazo de OI desde el tanque de almacenamiento de rechazo de OI (11) a la bomba de pulverización (17);  
boquillas de pulverización (19) que reciben agua de la bomba de pulverización (17) a través de una línea de
- 20 boquillas de pulverización (23).
2. Un sistema de suministro de agua según la reivindicación 1, donde dicho tanque de almacenamiento de rechazo de OI (11) está configurado para recibir agua ablandada directamente desde dicho ablandador (3) y agua de rechazo de OI (9) desde dicho dispositivo de ósmosis inversa (7), y donde dicha bomba de pulverización (17) está
- 25 configurada para suministrar agua ablandada y agua de rechazo de OI combinadas desde el tanque de almacenamiento de rechazo de OI (11) a dichas boquillas de pulverización (19).
3. Un sistema de suministro de agua según la reivindicación 1, donde dicho tanque de almacenamiento de permeado OI (15) es un tanque presurizado.
- 30
4. Un sistema de suministro de agua según la reivindicación 2, donde dicho tanque de almacenamiento de permeado OI (15) es un tanque presurizado.
5. Un sistema de suministro de agua según la reivindicación 1, comprendiendo además tuberías
- 35 conectadas a dicho dispositivo de ósmosis inversa (7) para suministrar agua de rechazo de OI a un drenaje (39), y donde dicha bomba de pulverización (17) recibe agua ablandada directamente de dicho ablandador de agua (3).
6. Un sistema de suministro de agua según la reivindicación 5, comprendiendo además una bomba de rechazo de OI (47) conectada a dicho dispositivo de ósmosis inversa (7) para bombear agua de rechazo de OI (9) a
- 40 dicha bomba de pulverización (17).
7. Un procedimiento para inhibir la incrustación y corrosión de superficies metálicas en un intercambiador de calor utilizado para enfriar adiabáticamente aire utilizando un sistema según las reivindicaciones 1-6,
- 45 comprendiendo:
- recibir agua de la fuente de agua;  
ablandar agua de la fuente de agua en el ablandador de agua (3), produciendo así agua ablandada;  
suministrar el agua ablandada (5) al dispositivo de ósmosis inversa (7) produciendo así un agua de rechazo de OI y un agua de permeado de OI y aplicar una operación de enfriamiento y una operación de descarga;
- 50 por lo que la operación de enfriamiento comprende almacenar al menos una parte del agua de permeado de OI de dicho dispositivo de ósmosis inversa (7) en dicho tanque de almacenamiento de permeado de OI (13);  
y suministrar agua de rechazo de OI desde dicho tanque de almacenamiento de rechazo de OI (11) que recibe agua de rechazo de OI desde dicho dispositivo de ósmosis inversa (7) y opcionalmente una parte del agua de permeado de OI a dichas boquillas de pulverización (19) a través de dicha línea de agua de rechazo de OI (9);
- 55 por lo que la operación de descarga comprende suministrar dicha agua de permeado de OI almacenada a las superficies de dicho serpentín a través de dicha línea de descarga de serpentín (25).
8. Un procedimiento según la reivindicación 7, donde el agua de permeado de OI (13) almacenada también se suministra a dichas boquillas de pulverización (19) durante dicha operación de enfriamiento, siempre que se retenga
- 60 suficiente agua de permeado de OI en el almacenamiento para su uso durante una operación de descarga posterior.
9. Un procedimiento según la reivindicación 7, donde el agua de rechazo de OI (9) de dicho dispositivo de

## ES 3 014 659 T3

ósmosis inversa (7) se combina con agua ablandada recibida directamente de un ablandador de agua (3) y suministrada a dichas boquillas de pulverización (19) durante una operación de enfriamiento.

5 **10.** Un procedimiento según la reivindicación 7, donde el agua de rechazo de OI (9) de dicho dispositivo de ósmosis inversa (7) se combina con agua ablandada recibida directamente de un ablandador de agua (3) y almacenada en un tanque de combinación y almacenamiento (29), y el agua de dicho tanque de combinación y almacenamiento se suministra a dichas boquillas de pulverización (19) durante una operación de enfriamiento.

10 **11.** Un procedimiento según la reivindicación 7, donde dicha agua de permeado de OI (13) almacenada se almacena en un tanque presurizado.

**12.** Un procedimiento según la reivindicación 10, donde dicha agua de permeado de OI (13) almacenada se almacena en un tanque presurizado.

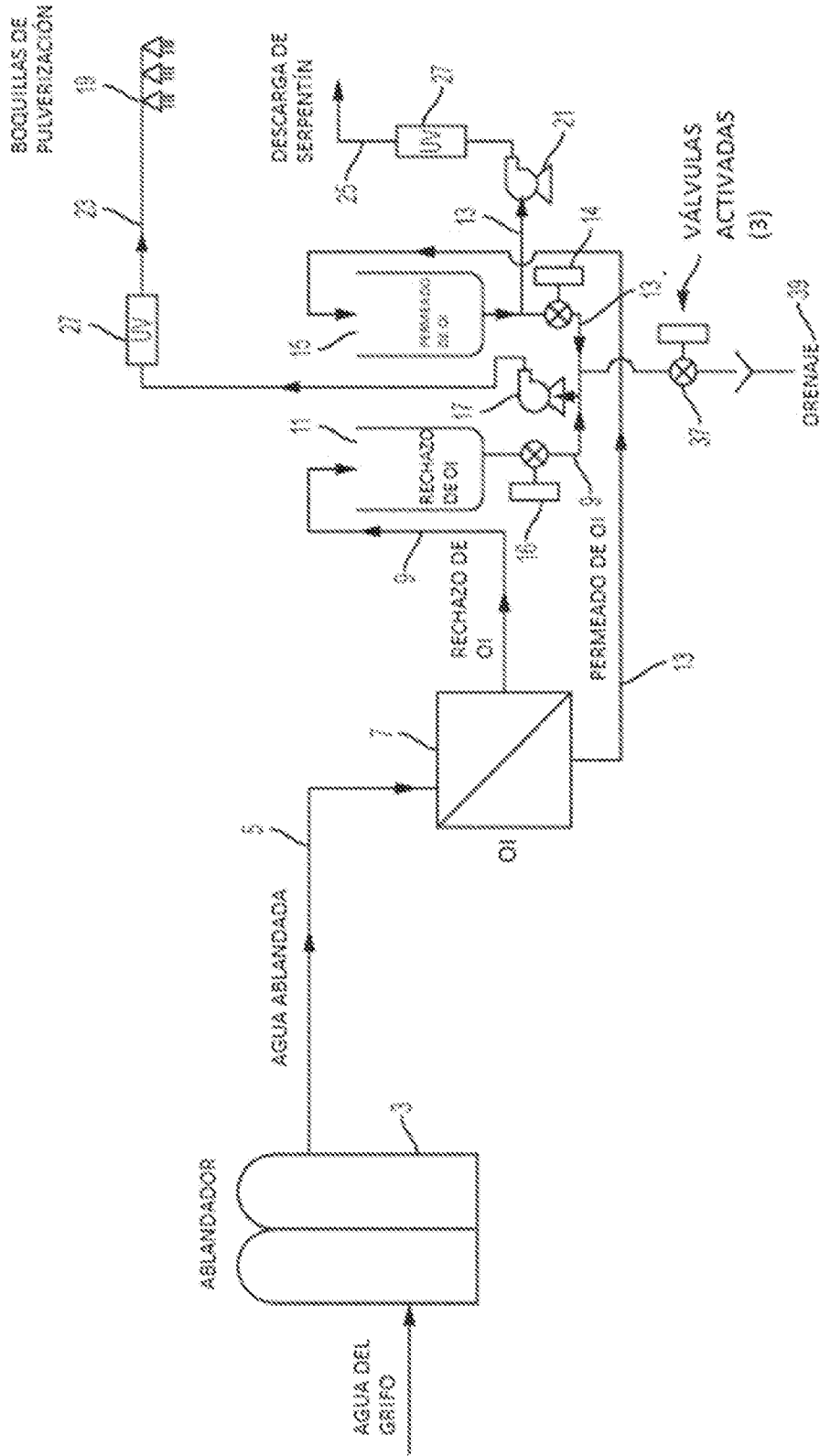


FIG. 1



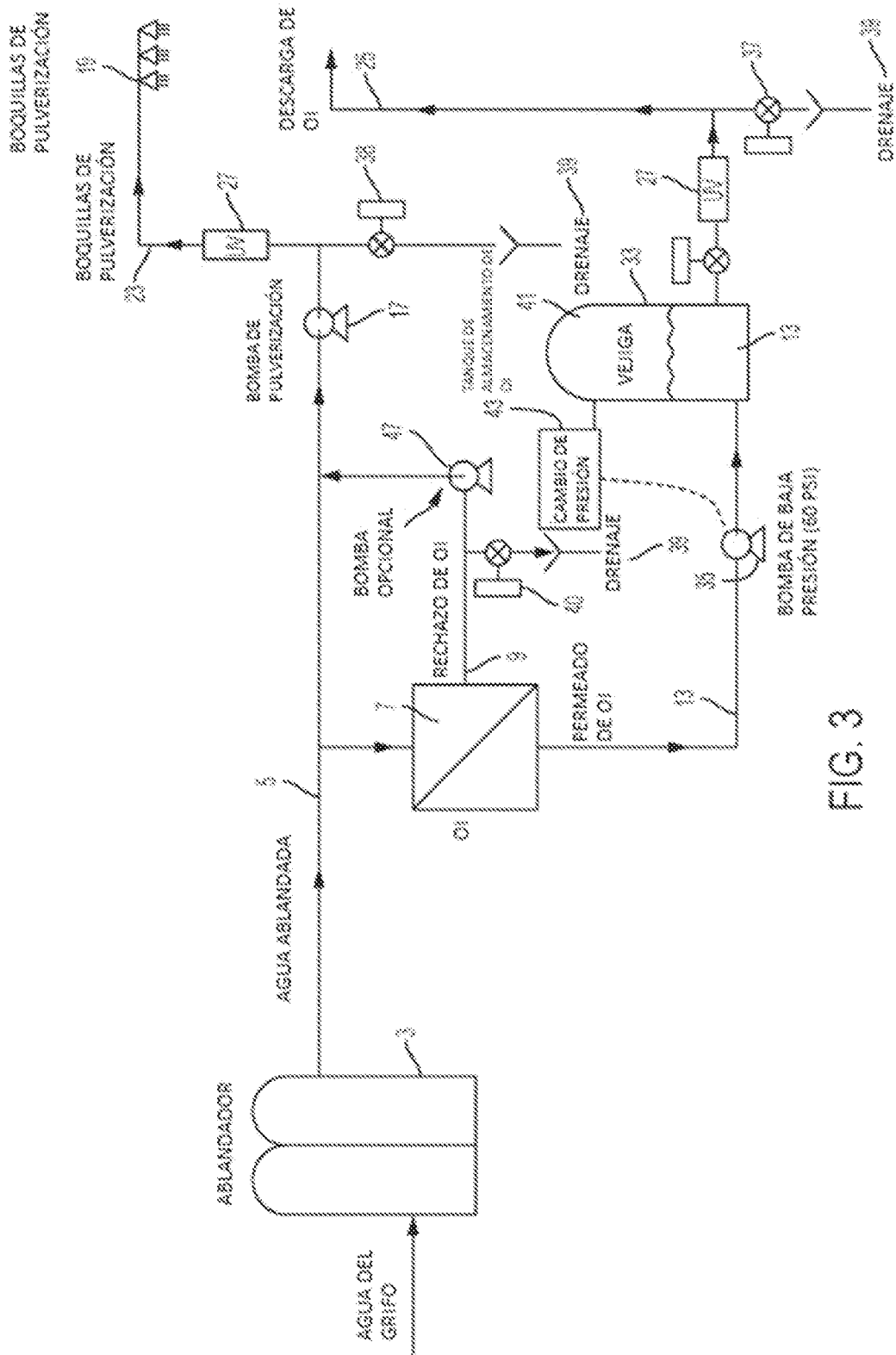


FIG. 3