

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 936**

51 Int. Cl.:

**B01D 24/10** (2006.01)

**B01D 24/46** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2013** **E 13382394 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017** **EP 2859928**

54 Título: **Procedimiento para la retrolimpieza de un filtro**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.09.2017**

73 Titular/es:

**GIDELMAR, S.A. (100.0%)**  
**Orinoco 5198**  
**Montevideo, UY**

72 Inventor/es:

**SERRA PUTELLAS, TERESA y**  
**COLOMER I FELIU, JORDI**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

**ES 2 632 936 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la retrolimpieza de un filtro

**5 Campo de la invención**

La presente invención concierne a un procedimiento para retrolimpieza de un filtro, estando compuesto dicho filtro de un material granular susceptible de fluidificar, mediante la inyección de un caudal de líquido limpio a través de dicho material granular, en una dirección contraria a la dirección de filtrado, empleando durante dicha retrolimpieza un caudal fluctuante durante el ciclo de retrolimpieza.

**Estado de la técnica**

Se conoce el uso de filtros compuestos de material granular susceptible de fluidificar, para el filtrado de líquidos, como por ejemplo aguas residuales o contaminadas. Dichos filtros retienen gradualmente los contaminantes en los intersticios existentes entre los gránulos, y terminan colmatándose, por lo cual exigen un ciclo de retrolimpieza periódico para mantener sus propiedades filtrantes.

Dichos ciclos de retrolimpieza también se conocen y pueden incluir la inyección de un fluido limpio dentro del filtro en una dirección contraria a la dirección de filtrado, a una velocidad suficiente como para llevar dicho material granular a un estado de fluidificación o subfluidificación, liberando y arrastrando así los contaminantes fuera del filtro, como se describe por ejemplo en el documento US200420870. Dicho estado de fluidificación es un estado en el que las partículas se arrastran en dirección ascendente a una velocidad igual o superior a su velocidad de sedimentación, consiguiendo así un estado próximo al de una suspensión.

En el documento US20060027511 se divulga un procedimiento para retrasar la colmatación del material granular del filtro, consiguiendo así retrasar la retrolimpieza y obtener un ahorro de agua, energía y tiempo. Dicho procedimiento comprende una etapa de filtrado seguida de una etapa de retrolimpieza y consiste en la inclusión de cortos pulsos de agua inyectada en dirección contraria a la de filtrado que desplaza parte de los contaminantes dentro del filtro, sin extraerlos del mismo, aplicándose dichos cortos pulsos de agua antes de cada ciclo de retrolimpieza, de modo que se consigue el desplazamiento y una mejor distribución de los contaminantes dentro del material granular, pero no se reduce su concentración. Dichos pulsos no constituyen un ciclo de retrolimpieza, pues no extraen contaminantes del filtro.

Se conoce también, gracias al documento US20040020870, la inclusión al final del ciclo de retrolimpieza de una etapa de limpieza final para evitar un fenómeno conocido como "maduración" el cual consiste en que, al reiniciar el filtrado tras una operación de retrolimpieza, el agua filtrada contiene una concentración de contaminantes mayor a la deseable, debido a que el material granular aún no se ha asentado correctamente y a que el agua de la retrolimpieza contenida dentro del filtro después de terminar dicha retrolimpieza, sale mezclada con el agua filtrada. Para evitar dicho fenómeno indeseable, el citado documento propone la inyección, al final de la retrolimpieza, de un caudal terminal de agua limpia a una velocidad menor que la mínima velocidad de fluidificación de al menos una fracción de la granulometría que conforma el material granular, y en cantidad y tiempo suficiente para desplazar toda el agua contenida en el filtro que se ha inyectado durante la retrolimpieza.

Este procedimiento no está previsto para reducir el consumo de agua o energía, ni para acelerar el proceso de retrolimpieza, y solamente propone la inclusión de dicha etapa terminal a caudal constante y baja velocidad al final de dicho ciclo de retrolimpieza, sin mencionar cómo se realiza la transición entre el caudal de retrolimpieza y el caudal terminal.

Procedimientos para la retrolimpieza de un filtro compuesto de un material granular empleando caudales diferentes se divulgan en los documentos US 4.187.175 y DE 2432443.

**Descripción de la invención**

La presente invención contribuye a solventar los anteriores y otros inconvenientes aportando un procedimiento para la retrolimpieza de un filtro, estando compuesto dicho filtro de un material granular susceptible de fluidificar, mediante la inyección de un caudal de inyección fluctuante entre dos valores: un caudal mayor y un caudal menor, fluctuando dicho caudal de inyección una pluralidad de veces durante un ciclo de retrolimpieza. Esta fluctuación del caudal permite extraer más rápidamente los contaminantes del material granular, y por consiguiente ahorrar agua, energía y tiempo. También impide la aparición de canales dentro del material granular, que encauzan o canalizan el líquido limpiante evitando que éste atraviese las zonas contaminadas del material granular, reduciendo la eficacia del sistema.

Los citados valores de caudal mayor y caudal menor que establecen los límites de fluctuación quedarán determinados por las características del material granular que compone el filtro.

5 Un ciclo de retrolimpieza consiste en la inyección de un líquido limpio a través de dicho filtro, en una dirección contraria a la dirección de filtrado, y en la distribución de dicho líquido limpio de forma aproximadamente homogénea por toda la sección del filtro mediante una pluralidad de entradas de retrolimpieza. El líquido inyectado se evacuará, tras atravesar todo el grosor del material granular, a través de unas salidas de retrolimpieza, arrastrando con él los contaminantes, a medida que se desplaza por el nuevo líquido limpio inyectado.

10 Dicho ciclo de retrolimpieza se mantendrá durante un tiempo suficiente para conseguir que la concentración de contaminantes contenidos en el interior del filtro disminuya hasta una centésima parte de la concentración inicial de contaminantes existentes antes de iniciar el ciclo de retrolimpieza.

15 El citado caudal mayor de limpieza proporciona una corriente de líquido limpio que se desplaza a través del material granular a una velocidad superior a la velocidad de sedimentación de una fracción superior de la granulometría que conforma el material granular del filtro, haciendo que al menos esa fracción de la granulometría entre en un estado de fluidificación. Dicha velocidad será a la vez inferior a la velocidad de arrastre en dirección ascendente de la fracción inferior de la granulometría que conforma el material granular del filtro hasta la salida de retrolimpieza, evitando así que el material granular que conforma el filtro sea arrastrado fuera del filtro durante dicho ciclo de retrolimpieza.

20 Por otro lado, el citado caudal menor de limpieza es inferior al caudal mayor de limpieza, y proporciona una corriente de líquido limpio que se desplaza a través del material granular a una velocidad que puede ser superior a la velocidad de sedimentación de la fracción inferior de la granulometría que conforma el material granular del filtro, haciendo que al menos dicha fracción inferior de la granulometría entre en un estado de fluidificación.

25 La alternancia entre el caudal mayor y el caudal menor se produce cíclicamente, pudiendo ser esa alternancia regular o irregular, y pudiendo producirse gradualmente y/o súbitamente.

### Breve descripción de los dibujos

30 Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

la figura 1 muestra una sección esquemática de un filtro de material granular durante el ciclo de filtrado;

35 la figura 2 muestra una sección esquemática de un filtro de material granular durante el ciclo de retrolimpieza;

la figura 3 muestra una gráfica ilustrativa sin valores numéricos donde el eje de abscisas representa el tiempo, y el eje de ordenadas representa la concentración de contaminantes en el material granular, mostrando la alternancia entre los ciclos de filtrado y los ciclos de retrolimpieza;

40 la figura 4 muestra una gráfica ilustrativa sin valores numéricos donde el eje de abscisas muestra el volumen de agua inyectado en el filtro durante la retrolimpieza, y el eje de ordenadas muestra la concentración de contaminantes en el material granular, comparando los resultados obtenidos mediante un primer caudal mayor de limpieza, mediante un caudal menor de limpieza, y mediante un caudal de limpieza fluctuante entre dicho caudal mayor y dicho caudal menor;

la figura 5a muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función lineal simétrica;

50 la figura 5b muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función lineal asimétrica;

la figura 5a muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función lineal simétrica;

55 la figura 6a muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función lineal con etapas de caudal constante al inicio y al final de cada fluctuación, simétrica;

60 la figura 6b muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función lineal con etapas de caudal constante al inicio y al final de cada fluctuación con tramos de caudal constante intercalados entre el caudal mayor y el caudal menor;

65 la figura 7a muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función sinusoidal simétrica; y

la figura 7b muestra un ejemplo de la función que podría determinar la fluctuación del caudal de limpieza entre el caudal mayor y el caudal menor, en este caso con una función sinusoidal con dos etapas, una con una fluctuación menor, y otra con una fluctuación mayor.

## 5 Descripción detallada de un ejemplo de realización

10 En las figuras 1 y 2 adjuntas se aprecia cómo, según una realización preferida, la presente invención comprende un tanque 11 que contiene el filtro 10 compuesto por un material 20 granular susceptible de fluidificar, constituido, según un ejemplo no limitativo por arena, antracita, carbón activado, materiales filtrantes plásticos, materiales filtrantes cerámicos, y/o cristal.

15 En la parte superior de dicho contenedor 11, y por encima del nivel de relleno de dicho material 20 granular, se encuentra al menos una entrada 30 de filtrado (líquido a filtrar), por donde se introduce el líquido contaminado a filtrar dentro del filtro 10 durante el ciclo 50 de filtrado, y en la parte inferior de dicho filtro 10, por debajo del material 20 granular y separado de este mediante una membrana o tamiz 21 permeable al líquido filtrado, pero que impide el paso del material 20 granular, se encuentra al menos una salida 31 de filtrado, que recoge el líquido que ha atravesado el filtro 10 y lo extrae. Dicha disposición proporciona el líquido contaminado a filtrar con una dirección de filtrado vertical descendente.

20 Así mismo dicho filtro 10 dispondrá de unas entradas 40 de retrolimpieza, previstas en la parte inferior del contenedor 11 para la introducción de un líquido limpio durante el ciclo 51 de retrolimpieza con el objetivo de eliminar los contaminantes retenidos en el material 20 granular. El líquido limpio introducido a través de las entradas 40 de retrolimpieza debe evacuarse del filtro 10 tras atravesar el material 20 granular, estando entonces cargado de elementos contaminantes, dicha evacuación se realiza a través de una o varias salidas 41 de retrolimpieza. Dicha disposición proporciona el líquido limpio de retrolimpieza con una dirección de retrolimpieza vertical ascendente contraria a la dirección de filtrado.

25 Opcionalmente las entradas 40 de retrolimpieza, y las salidas 31 de filtrado serán un mismo conducto reversible dotado de válvulas, y del mismo modo las salidas 41 de retrolimpieza y las entradas 30 de filtrado también pueden ser un mismo conducto reversible dotado de válvulas.

A continuación se describirá el procedimiento de retrolimpieza de un filtro que se propone en esta invención.

35 Durante dicho ciclo 51 de retrolimpieza se inyectará, en una primera etapa y a través de las entradas 40 de retrolimpieza, un caudal 60 de limpieza, y en una etapa final de dicho ciclo se inyectará a través de esas mismas entradas un caudal terminal. El caudal 60 de limpieza arrastra los contaminantes retenidos en el material 20 granular hasta las salidas de retrolimpieza para su evacuación del filtro, y el caudal terminal desplaza una fracción del volumen de líquido contenido en el material 20 granular para su evacuación, preparando así el filtro 10 para el reinicio del ciclo 50 de filtrado.

40 El caudal terminal puede proporcionar, al atravesar el material 20 granular y de forma no limitativa, una corriente de líquido que se desplace a una velocidad inferior a la velocidad de sedimentación de la fracción inferior de la granulometría del material granular del filtro, o sea de los gránulos de menor tamaño, de modo que dicha corriente no sea suficiente para fluidificar el material granular, permitiendo así su deposición y estabilización antes de iniciar el ciclo 50 de filtrado.

45 El caudal 60 de limpieza es un caudal variable que fluctúa entre al menos dos valores, siendo uno de estos valores un caudal 61 mayor de limpieza y siendo otro de dichos valores un caudal 62 menor de limpieza, repitiéndose dicha fluctuación una pluralidad de veces durante un ciclo 51 de retrolimpieza.

50 El caudal 61 mayor de limpieza, al ser inyectado a través del material 20 granular, proporciona una corriente que se desplaza a una velocidad igual o superior a la velocidad de sedimentación de la fracción superior de la granulometría del material granular del filtro, de modo que permita fluidificar los gránulos de mayor tamaño del material granular. Dicha corriente también fluidificará los gránulos de menor tamaño, y para evitar que dichos gránulos de menor tamaño se arrastren fuera del filtro, junto con los contaminantes, la velocidad proporcionada por dicho caudal 61 mayor de limpieza no debe superar la velocidad de arrastre en dirección ascendente de los gránulos de menor tamaño hasta la salida 41 de retrolimpieza.

55 El caudal 62 menor de limpieza, al ser inyectado a través del material 20 granular, proporciona una corriente que se desplaza a una velocidad igual o superior a la velocidad de sedimentación de la fracción inferior de la granulometría del material granular del filtro, de modo que permite fluidificar los gránulos de menor tamaño del material 20 granular.

60 Para algunos materiales filtrantes, puede ser que los valores óptimos de caudal 61 mayor y caudal 62 menor para la correcta retrolimpieza de los contaminantes contenidos en el filtro 10, no sean suficientes para alcanzar el estado de fluidificación de dicho material 20 granular, pero será igualmente deseable la utilización de una corriente de caudal

fluctuante.

5 La fluctuación entre dichos dos valores 61, 62 puede realizarse de muchas formas, dependiendo de la composición y granulometría del material 20 granular, así como de la rugosidad de los granos. Estos factores determinarán la forma óptima de realizar la fluctuación en cada caso. Dicha fluctuación puede ser gradual o súbita, y en caso de ser gradual puede ser lineal, o puede quedar definida por una función, como por ejemplo una función sinusoidal, en diente de sierra, etc. También se contempla la posibilidad de que la fluctuación tenga subetapas de caudal constante, o que el límite superior y/o inferior de la fluctuación sea, para alguno de los ciclos de repetición, otro valor cualquiera de los contenidos en el rango existente entre el caudal 61 mayor y el caudal 62 menor, o incluso fuera de ese rango.

10 La frecuencia con la que se repite la fluctuación también dependerá de las características del material 20 granular, pero se ha establecido un rango de entre 0,5 segundos y 30 segundos, siendo preferible un rango comprendido entre 1 segundo y 15 segundos, y considerándose óptima una fluctuación cada aproximadamente 4 segundos, obteniéndose en dicho intervalo el mayor ahorro de agua, energía y tiempo durante el ciclo de retrolimpieza, para un material 20 granular de granulometría estándar.

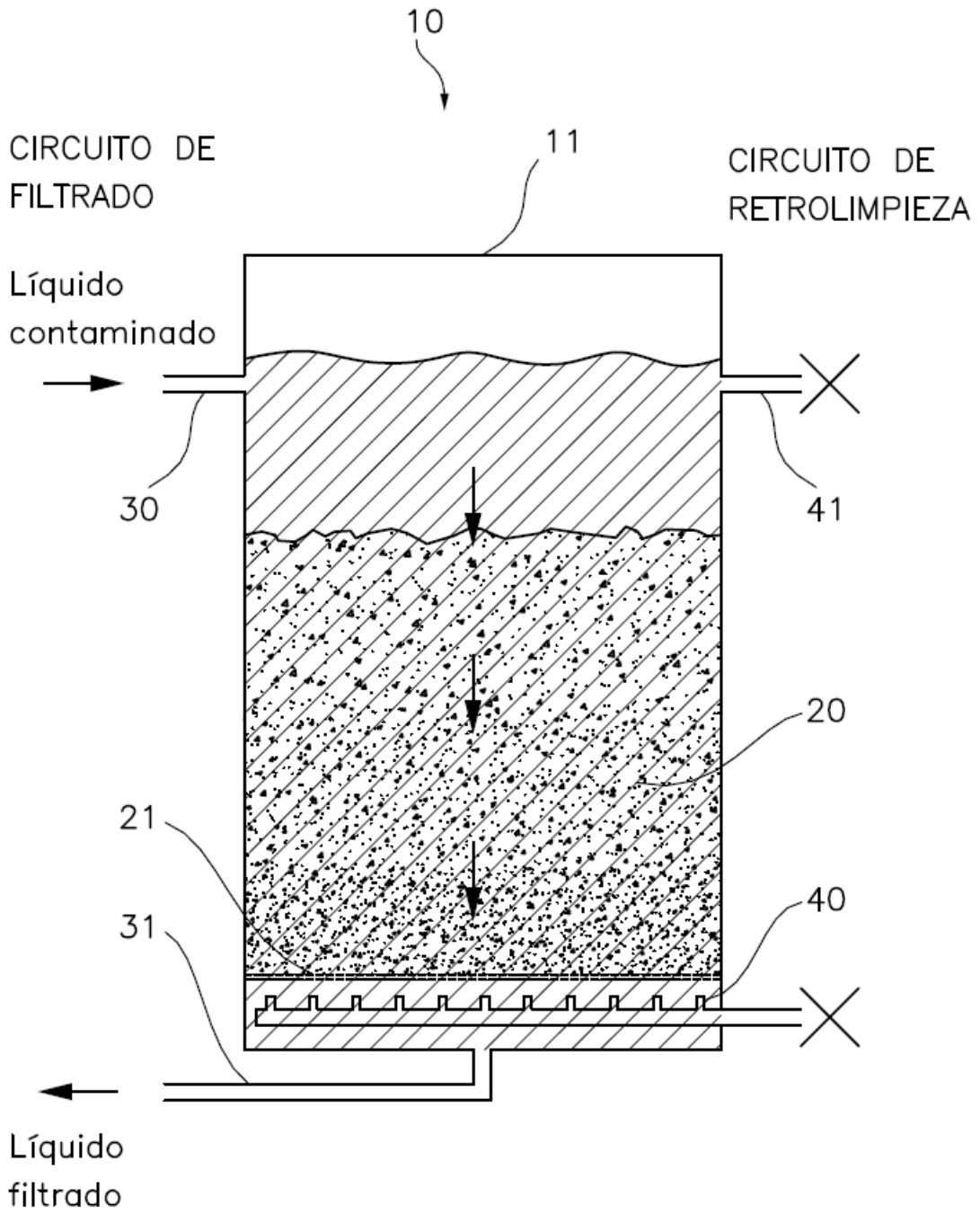
**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la retrolimpieza de un filtro para el filtrado de líquidos, estando compuesto dicho filtro de un material granular susceptible de fluidificar, mediante al menos un ciclo (51) de retrolimpieza, intercalado entre ciclos (50) de filtrado, que comprende:
- inyectar un líquido limpio a través de dicho filtro (10), en una primera dirección contraria a la dirección de filtrado;
  - distribuir dicho líquido limpio de forma homogénea por toda la sección de dicho filtro (10), mediante al menos una entrada (40) de retrolimpieza; y
  - evacuar dicho líquido a través de al menos una salida (41) de retrolimpieza;
- en el que durante dicho ciclo (51) de retrolimpieza, en una primera etapa se inyecta a través de las entradas (40) de retrolimpieza un caudal (60) de limpieza, y en una etapa final de dicho ciclo se inyecta a través de esas mismas entradas un caudal terminal, y
- caracterizado por que
- el caudal (60) de limpieza arrastra los contaminantes retenidos en el material (20) granular hasta las salidas (41) de retrolimpieza para su evacuación del filtro (10), y el caudal terminal desplaza una fracción del volumen de líquido contenido en el material (20) granular para su evacuación, preparando así el filtro (10) para el reinicio del ciclo (50) de filtrado;
- dicho caudal terminal se selecciona para proporcionar una corriente de líquido limpio que se desplaza a través del material granular a una velocidad inferior a la velocidad de sedimentación de una fracción inferior de la granulometría que conforma el material (20) granular del filtro (10); y
- en el que dicho caudal (60) de limpieza fluctúa durante el ciclo (51) de retrolimpieza entre al menos dos valores:
- un caudal (61) mayor de limpieza, que se inyecta a través del material (20) granular que proporciona una corriente que se desplaza a una velocidad igual o superior a la velocidad de sedimentación de la fracción superior de la granulometría del material granular del filtro e inferior a la velocidad de arrastre en dirección ascendente de la fracción inferior de la granulometría que conforma el material (20) granular del filtro (10) hasta la salida (41) de retrolimpieza; y
  - un caudal (62) menor de limpieza, que se inyecta a través del material (20) granular, que proporciona una corriente de líquido de limpieza que se desplaza a través del material (20) granular a una velocidad igual o superior a la velocidad de sedimentación de la fracción inferior de la granulometría que conforma el material (20) granular del filtro (10);
- en el que dicha fluctuación se repite una pluralidad de veces durante dicho ciclo (51) de retrolimpieza.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha fluctuación tiene una frecuencia de entre 0,5 y 30 segundos, pudiendo incluir etapas de caudal constante.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha fluctuación tiene una frecuencia de entre 1 y 15 segundos, pudiendo incluir etapas de caudal constante.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha fluctuación tiene una frecuencia de aproximadamente 4 segundos, pudiendo incluir etapas de caudal constante.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, caracterizado por que dicho caudal (60) de limpieza fluctuante de retrolimpieza se mantiene hasta que la concentración de contaminantes contenidos en el filtro (10) desciende hasta una centésima parte del contenido inicial de contaminantes contenidos en el filtro (10) al iniciar el ciclo (51) de retrolimpieza.
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicha fluctuación entre el caudal (61) mayor de limpieza y el caudal (62) menor de limpieza se produce gradualmente.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha fluctuación gradual es una fluctuación gradual periódica.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha fluctuación gradual periódica queda definida mediante una función escogida de entre las siguientes: función lineal, función de diente de sierra o función sinusoidal.

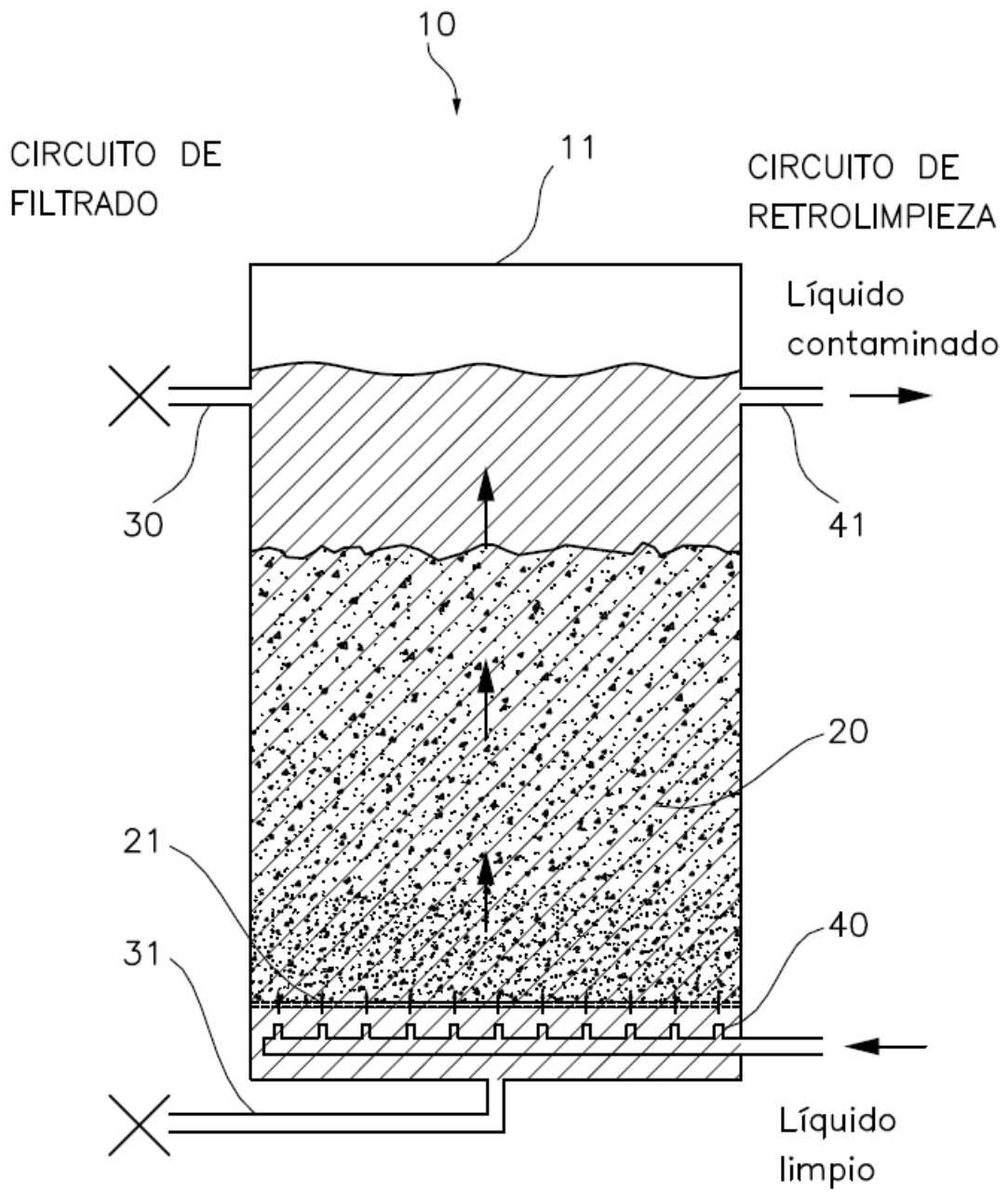
5 9. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que dicho material (20) granular del filtro (10) está compuesto por al menos uno de los materiales (20) granulares siguientes: arena, antracita, carbón activado, materiales filtrantes plásticos, materiales filtrantes cerámicos, y/o cristal.

10

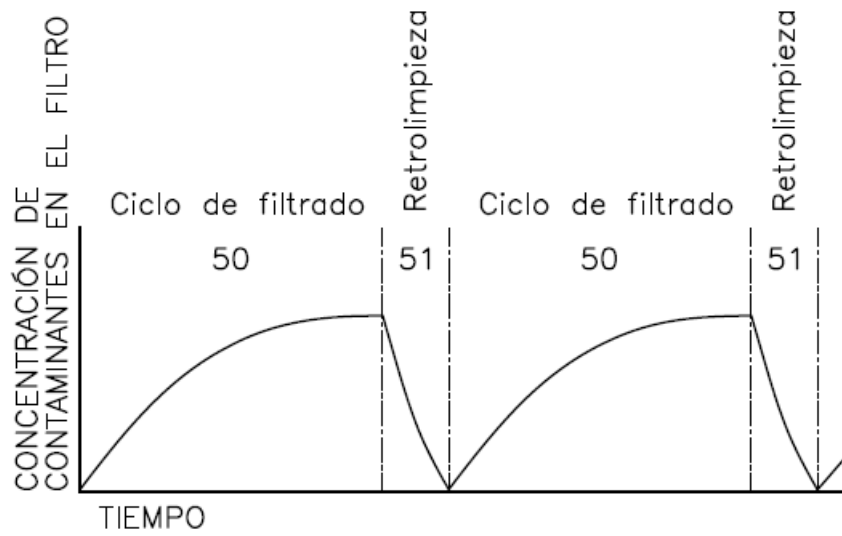


**Fig. 1**

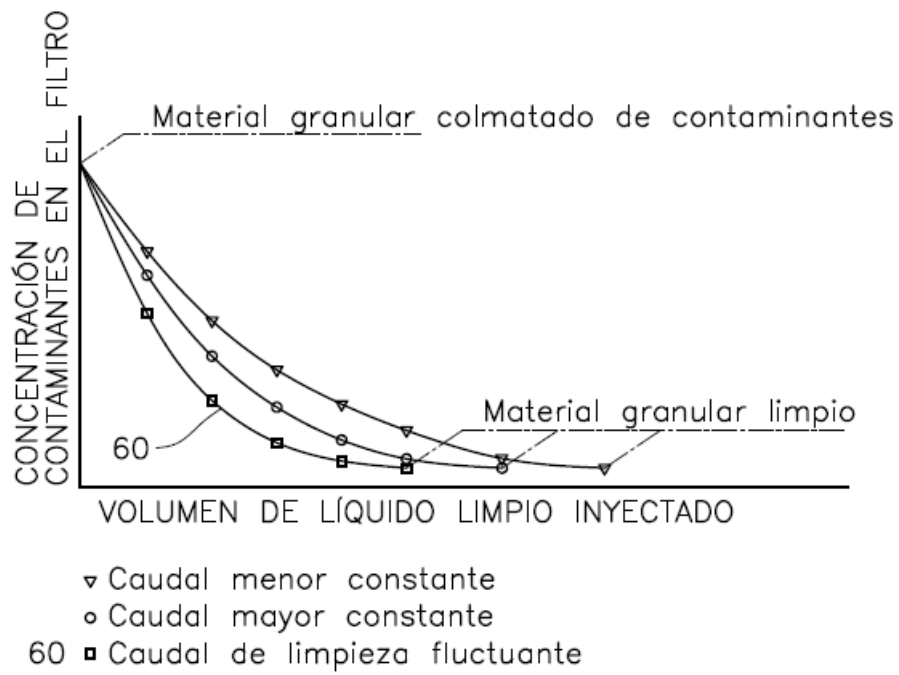




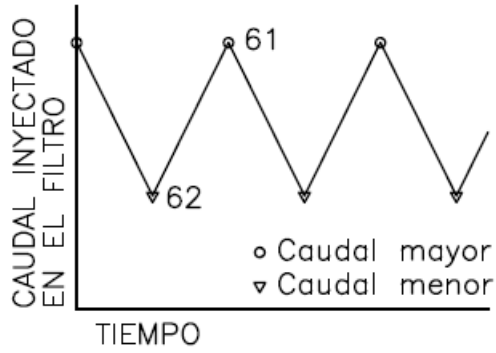
**Fig.2**



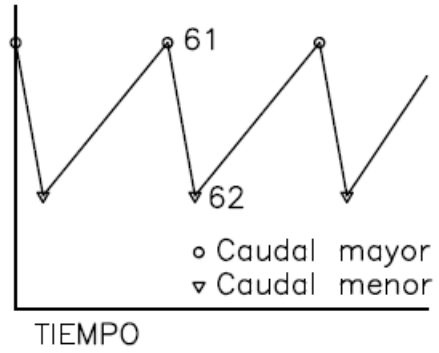
**Fig.3**



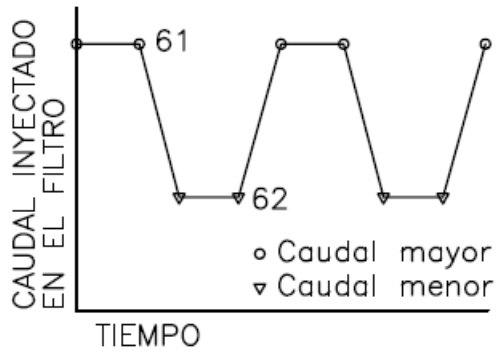
**Fig.4**



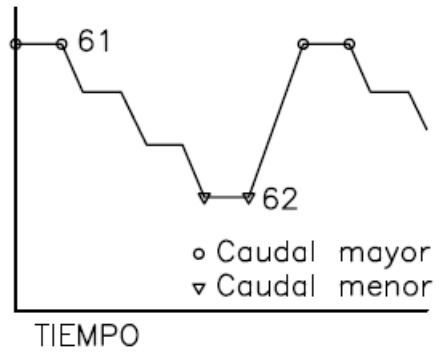
**Fig.5a**



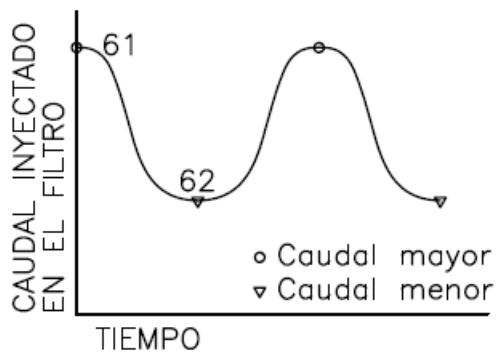
**Fig.5b**



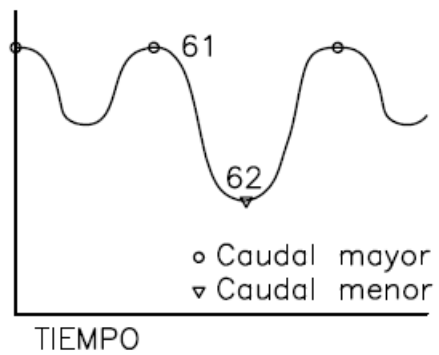
**Fig.6a**



**Fig.6b**



**Fig.7a**



**Fig.7b**