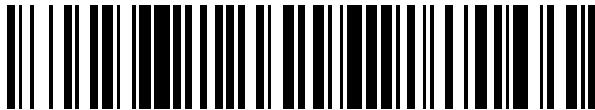


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **3 049 228**

(21) Número de solicitud: 202530520

(51) Int. Cl.:

**A01G 9/02** (2008.01)  
**A01G 31/00** (2008.01)

(12)

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

**11.06.2025**

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

**15.12.2025**

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE ALICANTE (85,00%)**  
Edificio Torre de Control. Crta. San Vicente del Raspeig, s/n  
**03690 San Vicente del Raspeig (Alicante) ES y UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA (15,00%)**

(72) Inventor/es:

**MACIÁ MATEU, Antonio;**  
**SERRANO SALAZAR, Salvador;**  
**ALCARAZ VICENTE, Ágata y**  
**MORATÓ FARRERAS, Jordi**

(74) Agente/Representante:

**ABRIL ABOGADOS, S.L.P.**

(54) Título: **Cartucho hidropónico y fachada vegetal**

(57) Resumen:

Cartucho hidropónico y fachada vegetal.

Cartucho hidropónico, para fachadas vegetales, que comprende una o más macetas (1), un anclaje (4) de fijación a la fachada, al menos una entrada (5,6) de agua y al menos una salida de agua (7,8). Posee dos entradas (5,6) de sendos canales interiores, en una parte superior del cartucho y dos salidas (7,8) en la parte inferior, siendo un canal sensiblemente vertical y un canal con un tramo sensiblemente horizontal, y donde la entrada de flujo vertical (6) y la salida de flujo vertical (7) están comunicadas por el canal sensiblemente vertical, y la entrada de flujo horizontal (5) y la salida de flujo horizontal (8) están comunicadas por el canal sensiblemente horizontal, y que la salida de flujo vertical (7) se conecta por fuera con la entrada de flujo horizontal (5) del siguiente cartucho y viceversa.

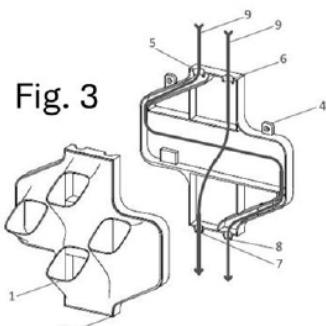


Fig. 3

## DESCRIPCIÓN

### Cartucho hidropónico y fachada vegetal

#### 5    Objeto de la invención

La presente invención es una fachada vegetal, de flujo híbrido, realizada a partir de cartuchos hidropónicos, que funciona como humedal construido para la depuración de agua. Combinación de dos soluciones basadas en la naturaleza que provee servicios ecosistémicos en entornos urbanos. La invención también es el cartucho.

La presente invención pertenece al sector de la edificación y de la depuración de agua. El objeto principal de la presente invención es un producto, un cartucho hidropónico. Se trata de una pieza de fachada vegetada (LWs, Living Walls modulares) que funciona como humedal construido (CWs, Constructed Wetlands) para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

## ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

20

El estado de la técnica anterior en el campo de las fachadas vegetales ha demostrado avances en cuanto a la capacidad de estas estructuras para limpiar el aire mediante procesos de fitorremediación al mismo tiempo que proporcionan funciones estéticas. Algunas de estas fachadas vegetales han sido reconocidas por su capacidad para depurar parcialmente el agua que pasa a través de ellas.

30 Sin embargo, ninguna de las soluciones existentes configura un sistema ecosistémico de tratamiento de aguas residuales, como es el caso de esta invención, con un funcionamiento de humedal construido. Hasta la fecha, la integración de fachadas vegetales en sistemas de tratamiento de aguas residuales ha sido limitada y no ha alcanzado su máximo potencial en términos de eficacia y sostenibilidad.

En este contexto se propone un avance significativo en el campo de las fachadas vegetales con la incorporación de un sistema de flujo híbrido, requerido para que el 35 funcionamiento reproduzca las funciones de depuración de agua del ecosistema de

humedal.

Este avance representa una innovación significativa en el campo de las fachadas vegetales al ofrecer una solución integral que aborda tanto la purificación del aire como  
5 la depuración del agua, contribuyendo a la incorporación de servicios ecosistémicos en entornos urbanos.

La invención también mejora el rendimiento energético del edificio mejorando las capacidades de disipar el calor irradiado sobre la fachada con la generación de sombras  
10 por la propia geometría de la pieza, auto oclusión, así como de flujos de aire entre los módulos y la superficie de la fachada

- Listado de patentes relacionadas con la invención.

Green Wall System. US2013133260A1

15 Green Building Sunshade Structure. CN215254053U

Water Supply and Drainage System For Building Facade Greening. CN218148819U

Ninguna de las patentes incorpora el flujo híbrido modular que lleva que la fachada vegetada funcione como un humedal construido.

20

- Listado de artículos relacionados con la invención.

Tesis Wetwall, Joana Castellar da Cunha: *Estudio del funcionamiento del sistema de flujo híbrido y combinación de fachadas vegetales que funcionan como sistemas de humedales construidos*. (Universidad Politécnica de Catalunya). Esta tesis incluye un prototipo pero que no realiza auto oclusión ni permite una fabricación tan sencilla como el cartucho actual.  
25

La presente invención diseña un producto industrializable aplicable para construir una fachada de edificación que se resuelve en una sola pieza, un cartucho hidropónico.

30

- Listado de productos o servicios similares o alternativos disponibles en el mercado.

-Active Phytoremediation Wall System. Skidmore, Owings & Merrill:  
Sistema hidropónico. Limpieza del aire por fitorremediación.

35 -Aerogation Active Phytoremediation system. AgroSci: Sistema de macetas con

sustrato. Limpieza del aire por fitorremediación.

-Humko Flat System. Humko: Sistema de paneles modulares con orificios a modo de pots con sustrato.

5 -Patrick Blanc Mur Végétal System. Patrick Blanc: Capa impermeabilizante integrada por paneles de PVC recubierta con un textil que ejerce de sustrato.

-Panneaux G-Sky Green Wall. G-sky Inc: Paneles de polipropileno con sustrato sujeto con textil.

10 -Earth Cinch. Concepción Feecell: Sistema de crecimiento biodegradable con fibras textiles.

-Sistema Naturarire. Air Quality Solutions Ltd: Muro verde hidropónico con biofiltración del aire.

-Ginkgo Sustainability. BioWall: Jardines verticales de exterior e interior.

-BioWall. Furbish: Jardines verticales de exterior e interior.

-GreenWall. Cinnia: Jardines verticales de exterior e interior.

15

Ninguno de los productos anteriores incorpora el flujo híbrido modular que conlleva que la fachada vegetada funcione como un humedal construido.

## 20 EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se centra en una fachada vegetal y en el cartucho hidropónico que la constituye, el cual está diseñado específicamente para su colocación en las envolventes de edificaciones, particularmente en fachadas, con el fin de ofrecer una

25 solución innovadora y altamente eficiente para la integración de vegetación en entornos urbanos. Este cartucho hidropónico consta de una o más macetas individuales para la vegetación, preferiblemente cuatro, las cuales están irrigadas por un flujo interno de agua. Estas macetas se disponen de manera que cubren la superficie deseada del módulo y, cuando hay más de una, preferiblemente se colocan a diferente altura para

30 que, una vez los módulos instalados en la fachada, las macetas queden al tresbolillo para maximizar la cobertura y el efecto estético.

La innovación clave de este producto radica en la combinación de dos soluciones basadas en la naturaleza: los Humedales Construidos y las Fachadas Vegetadas. El

35 flujo híbrido reproducido en el cartucho hidropónico imita el funcionamiento de un

ecosistema de humedal, integrando servicios ecosistémicos en el entorno urbano.

- Este flujo híbrido, caracterizado por su alternancia vertical y horizontal, variando de pendiente y de velocidades de flujo, permite el tratamiento de aguas residuales urbanas, 5 como las provenientes de la agricultura urbana, o las aguas grises de edificios, para su posterior reutilización no potable. El cartucho se presenta, normalmente, de tamaño y dimensiones manejables por una sola persona, con capacidad de fabricación escalable y fácil colocación, reposición y reparación durante las labores de mantenimiento.
- 10 Para ello, el cartucho hidropónico, para fachadas vegetales, comprende una o más macetas, un anclaje de fijación a la fachada, al menos una entrada de agua y al menos una salida de agua. En concreto, posee dos entradas de sendos canales interiores, en una parte superior del cartucho y dos salidas en la parte inferior, siendo un canal sensiblemente vertical y un canal con un tramo sensiblemente horizontal, y donde la 15 entrada de flujo vertical y la salida de flujo vertical están comunicadas por el canal sensiblemente vertical, y la entrada de flujo horizontal y la entrada de flujo vertical están comunicadas por el canal sensiblemente horizontal. Sin embargo, la salida de flujo vertical se conecta por fuera con la entrada de flujo horizontal del siguiente cartucho y viceversa. Para ello, basta con alternar la posición de las entradas y salidas.
- 20 La fachada así construida es altamente multifuncional. Al mismo tiempo que trata agua, disminuye la temperatura de la fachada y mejora la calidad del aire.
- 25 Preferiblemente las entradas y salidas están machihembradas y con una o más juntas de sellado.
- El cartucho preferido comprende cuatro macetas, y más preferiblemente tiene forma general de cruz, con dos macetas alineadas verticalmente y otras dos macetas en los lados, dispuestas a media altura.
- 30 Por su parte, la fachada vegetal o vegetada comprende una serie de cartuchos anteriores, lo cual permite que los flujos de agua sean híbridos. Estará asociada a otro equipamiento como bombas, tomas y salidas de agua...
- 35 Idealmente, una vez ensamblados los cartuchos, las macetas están al tresbolillo.

La forma de los cartuchos idealmente cubre el plano para evitar el paso de sol a la superficie del edificio.

- 5 Las ventajas principales de este producto son numerosas. Mejora el rendimiento térmico y energético del edificio, como otras fachadas vegetales, con la mejora de la circulación de aguas que retiran calor de la fachada. También realiza la mejora de la calidad del aire interior. Realiza un tratamiento de aguas residuales de bajo impacto mediante el flujo híbrido, aportando paisaje verde urbano y proporcionando servicios ecosistémicos  
10 en entornos urbanizados.

En conclusión, esta invención representa un avance significativo en la integración de vegetación en entornos urbanos, al mismo tiempo que contribuye al tratamiento de aguas residuales y mejora la sostenibilidad de los edificios y sus alrededores. La  
15 combinación de tecnologías naturales y sistemas modulares ofrece una solución versátil y eficaz para los desafíos ambientales y urbanísticos actuales.

La fachada vegetal, mediante cartuchos hidropónicos, descrita en esta invención se basa en un innovador diseño que permite la depuración del agua mediante la alternancia  
20 de flujos vertical y horizontal, junto con diferentes velocidades de caudal, a medida que el agua pasa a través de las macetas de vegetación. Esta configuración proporciona un proceso de depuración eficiente y efectivo, garantizando la calidad del agua tratada, ya que la combinación de diferentes flujos puede asegurar diferentes condiciones redox. Esta mejora conlleva una mejora de la eliminación de materia orgánica y del proceso de  
25 nitrificación y desnitrificación.

El cartucho hidropónico propuesto combina características de humedales construidos y fachadas vegetadas, ofreciendo una solución innovadora para el tratamiento de aguas residuales urbanas. Su diseño permite la depuración del agua mediante flujos vertical y  
30 horizontal alternados, optimizando el contacto entre el agua y las raíces de las plantas. Además, su geometría mejora el rendimiento térmico del edificio al disipar el calor irradiado sobre la fachada y reducir la carga térmica. La optimización de la geometría exterior se realiza utilizando un algoritmo evolutivo para minimizar la exposición solar. El análisis mecánico garantiza la resistencia estructural del cartucho, mientras que la  
35 elección de plantas locales y un sistema de anclaje versátil aseguran su adaptabilidad

a diferentes entornos urbanos. En resumen, esta invención ofrece una solución integral y eficiente que mejora la sostenibilidad y la calidad ambiental de los edificios urbanos.

Se ha de considerar que el flujo “horizontal”, generalmente tiene una pequeña  
5 inclinación, por ejemplo del 0,5-2%, y preferiblemente 1%, para facilitar la circulación del agua y evitar tanto el estancamiento y la deposición de materia como una velocidad excesiva. La colocación de tramos en flujo vertical proporciona la alternancia del flujo necesaria para el proceso de depuración. Esta disposición única asegura un contacto óptimo entre el agua y las raíces de las plantas, maximizando así la eficiencia del  
10 tratamiento. Además, la invención tiene la ventaja de proporcionar una uniformidad del flujo, dado que se asegura que el agua se distribuya homogéneamente por un medio filtrante, que puede ser arena, grava u otro material.

Además de su función de depuración del agua, la geometría del módulo, con zonas de  
15 auto oclusión (generación de sombras sobre sí mismo) por las macetas, también mejora las capacidades para disipar el calor irradiado sobre la fachada. La generación de sombras sobre la superficie, y la generación de flujos de aire entre los módulos hidropónicos y la superficie de la fachada contribuyen a reducir la carga térmica del edificio, mejorando así su rendimiento energético.  
20

La geometría del cartucho expuesta al exterior se ha optimizado considerando factores como la irradiación solar y la influencia del viento, se han optimizado los valores de desplazamiento, giro y escala de la superficie para minimizar la cantidad total de energía solar sobre la superficie, mejorando así la eficiencia energética del sistema. Más  
25 concretamente, para llevar a cabo la optimización de la forma del módulo hidropónico se ha utilizado un algoritmo evolutivo. Este algoritmo permite optimizar la forma de la superficie exterior del módulo, encontrando el valor de los parámetros desplazamiento, giro y escala de los *módulos* que consiguen un mejor resultado. En este sentido, el “desplazamiento” es la distancia que se desplaza el borde de los módulos con respecto  
30 a la posición original en el diseño base, siendo un rango de valores desde -20.0 mm a 50.0 mm; el “giro” es el ángulo que se inclina el borde de los *módulos* con respecto a la posición original en el diseño base, siendo el rango de valores desde 0.0º a 30.0º; y la “escala” el tamaño del borde de los módulos con respecto a la posición original en el diseño base, siendo el rango de valores desde factor 0.750 a factor 1.100. La variable  
35 que se ha tomado como indicadora de *ejecución* es la energía solar total recibida. Se

trata de la cantidad energía que recibe la cara exterior del módulo por acción de la irradiación solar. Se ha configurado el algoritmo de optimización para minimizar el valor de esta variable para conseguir un módulo cuya forma genere la máxima auto oclusión posible y, por consiguiente, que la fachada esté lo más protegida posible de la incidencia de los rayos solares. Tras hacer ensayos en una fachada de un edificio en Barcelona durante todo un año, los valores óptimos obtenidos para cada uno de los parámetros son los siguientes: "desplazamiento" 14,5 mm; "giro": 0.0º y "escala" 1.100. Es decir, la forma de la presente invención se ha logrado optimizando la geometría para aumentar la auto oclusión en la pieza, de forma que tenga la orientación y tamaño óptimos para encontrar un equilibrio entre el giro, escala y desplazamiento de la superficie.

En cuanto a las plantas previstas para la colocación en el módulo, se utilizarán especies locales adaptadas al entorno urbano. El sistema de anclaje a la fachada será versátil para adaptarse a diferentes contextos arquitectónicos, mientras que el sustrato será ligero, inorgánico y con diferentes porosidades y capacidades de retención de agua, garantizando así un óptimo crecimiento de las plantas en el entorno urbano.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

20 Se aporta un apartado de dibujos donde se representan formas de realización particulares, no limitativas. En concreto, el apartado comprende:

Figura 1. Vistas frontal (A), lateral (B) y cenital (C) de un ejemplo de cartucho.

25 Figura 2. Axonometría de un ejemplo de cartucho.

Figura 3. Sección de un ejemplo de cartucho, marcando el flujo híbrido de agua en el interior de la pieza.

30 Figura 4: Vista frontal de varios cartuchos cubriendo el plano, donde se muestra, de forma esquemática, un ejemplo del flujo de agua, habiendo un flujo vertical y un flujo horizontal

35 Figura 5: Secciones verticales de un cartucho en cruz: A) a través de una maceta lateral, B) a través de las macetas centrales, verticales.

## EXPOSICIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

- En las figuras 1-3 se muestra un ejemplo de realización del cartucho, en este caso con cuatro macetas (1) para la colocación de vegetación. Las macetas (1) están preparadas
- 5        "al tresbolillo", es decir, de forma que dos macetas (1) centrales están alineadas verticalmente, y las otras están a media altura entre las dos macetas (1) centrales. Al repetir este cartucho varias veces, se forman varias columnas de macetas (1) donde cada maceta (1) está a media altura de las macetas (1) de las columnas contiguas.
- 10      El cartucho está constituido por un cuerpo que posee una carcasa exterior (2) donde se marcan las macetas (1) y una tapa trasera (3). Un anclaje (4) permite su fijación a la fachada, por ejemplo a unos perfiles extruidos apoyados en ésta, lo cual permite distanciar la fachada vegetal de la fachada real del edificio.
- 15      Se aprecia que la repetición del cartucho "cubre" geométricamente el plano. Es decir, es posible colocar cualquier número de cartuchos sin dejar huecos, cubriendo fachadas de cualquier tamaño. En el caso representado, la forma es similar a una cruz, con dos costados oblicuos, de forma que la línea central del cartucho se apoya en la línea central del cartucho adyacente.
- 20      El cartucho posee dos entradas (5,6) de sendos canales interiores, mientras que la parte más baja posee dos salidas (7,8) de esos canales. Cuando se colocan los cartuchos, las salidas (7,8) del cartucho superior se apoyan y conectan con las entradas (5,6). El contacto es hermético, para lo que las entradas (5,6) y salidas (7,8) se pueden realizar
- 25      machihembradas y con una o más juntas de sellado, por ejemplo de caucho.
- Las entradas (5,6) se dividen en una entrada de flujo horizontal (5) y una entrada de flujo vertical (6). Asimismo, las salidas se dividen en una salida de flujo horizontal (8) y una salida de flujo vertical (7). Se aprecia en la figura 3 que la entrada de flujo vertical
- 30      (6) permite el paso de líquido hacia la salida de flujo vertical (7), pero que ésta se conecta por fuera con la entrada de flujo horizontal (5) del siguiente cartucho. Así, el flujo (9) que acaba de recorrer el cartucho de forma vertical pasa a recorrer el siguiente cartucho de forma horizontal.
- 35      Para ello, el interior del cartucho debe tener canales que comuniquen las

correspondientes entradas y salidas, sin mezclar los flujos (9). En la figura 5 se aprecian dos secciones verticales del cartucho. En la figura 5B se observa que se han dispuesto dos macetas (1) centrales, comunicadas por un filtro (10) que sostiene el sustrato (11) de la maceta (1) superior permitiendo el paso de agua en el flujo vertical. En la figura 5A

- 5 se aprecia la sección de una maceta (1) dispuesta en el flujo horizontal. En este caso, el agua pasa de una maceta (1) a la adyacente sin apenas cambio de altura. En esta situación no es necesario colocar un filtro (10), pero puede ser conveniente.

El tamaño, la posición y la inclinación de las macetas (1) dependerá de, entre otros  
10 factores, de la latitud donde se va a instalar, siendo relevante también el tipo de planta previsto, dado que varía la cobertura foliar.

La fabricación se propone por molde de inyección de plástico, realizando la carcasa exterior (2) y la tapa (3) por separado para su ensamblado posterior. Se deberá realizar  
15 la elección de un tipo de plástico con resistencia a la intemperie que cumpla con los requisitos de dureza de la estructura de la pieza.

## REIVINDICACIONES

- 1- Cartucho hidropónico, para fachadas vegetales, que comprende una o más macetas (1), un anclaje (4) de fijación a la fachada, al menos una entrada (5,6) de agua y al 5 menos una salida de agua (7,8), caracterizado por que posee dos entradas (5,6) de sendos canales interiores, en una parte superior del cartucho y dos salidas (7,8) en la parte inferior, siendo un canal sensiblemente vertical y un canal con un tramo sensiblemente horizontal, y donde la entrada de flujo vertical (6) y la salida de flujo vertical (7) están comunicadas por el canal sensiblemente vertical, y la entrada de flujo 10 horizontal (5) y la entrada de flujo vertical (8) están comunicadas por el canal sensiblemente horizontal, y que la salida de flujo vertical (7) se conecta por fuera con la entrada de flujo horizontal (5) del siguiente cartucho y viceversa.
- 2- Cartucho hidropónico, según la reivindicación 1, caracterizado por que las entradas 15 (5,6) y salidas (7,8) están machihembradas y con una o más juntas de sellado.
- 3- Cartucho hidropónico, según la reivindicación 1, caracterizado por que el flujo horizontal tiene una inclinación de entre el 0,5-2%.
- 20 4- Cartucho hidropónico, según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende cuatro macetas (1).
- 5- Cartucho hidropónico, según la reivindicación 4, caracterizado por que tiene forma general de cruz, con dos macetas (1) alineadas verticalmente y otras dos macetas (1) 25 en los lados, dispuestas a media altura.
- 6- Cartucho hidropónico, según la reivindicación 5, caracterizado por que las dos macetas (1) verticales están comunicadas por un filtro (10) que sostiene un sustrato (11) de la maceta (1) superior.
- 30 7- Fachada vegetal, caracterizada por que comprende una serie de cartuchos según la reivindicación 1.
- 8- Fachada vegetal, según la reivindicación 6, caracterizada por que las macetas (1) 35 están al tresbolillo.

9- Fachada vegetal, según la reivindicación 7, caracterizada por que los cartuchos cubren el plano.

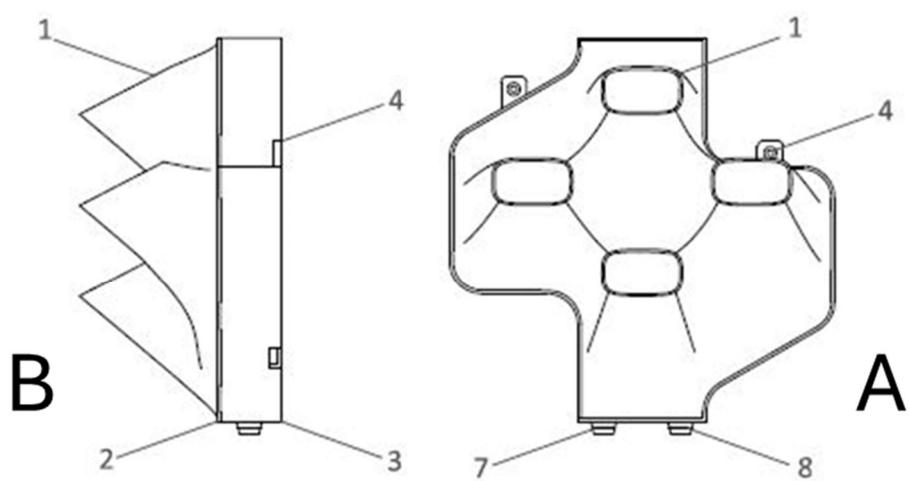


Fig. 1

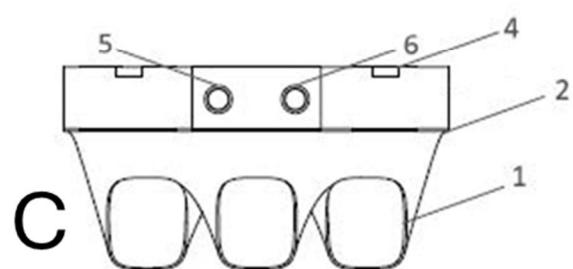
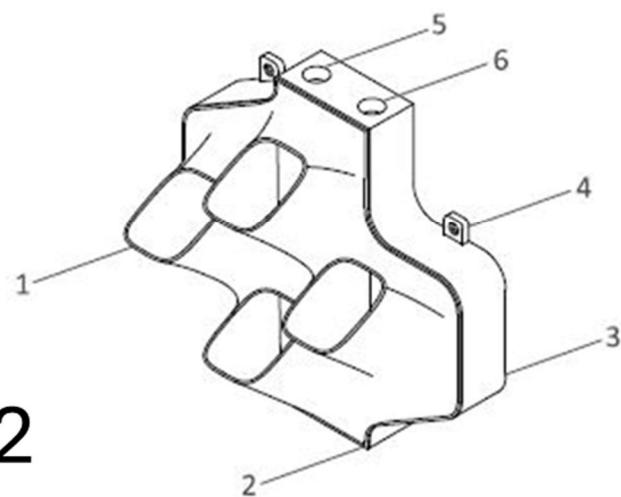


Fig. 2



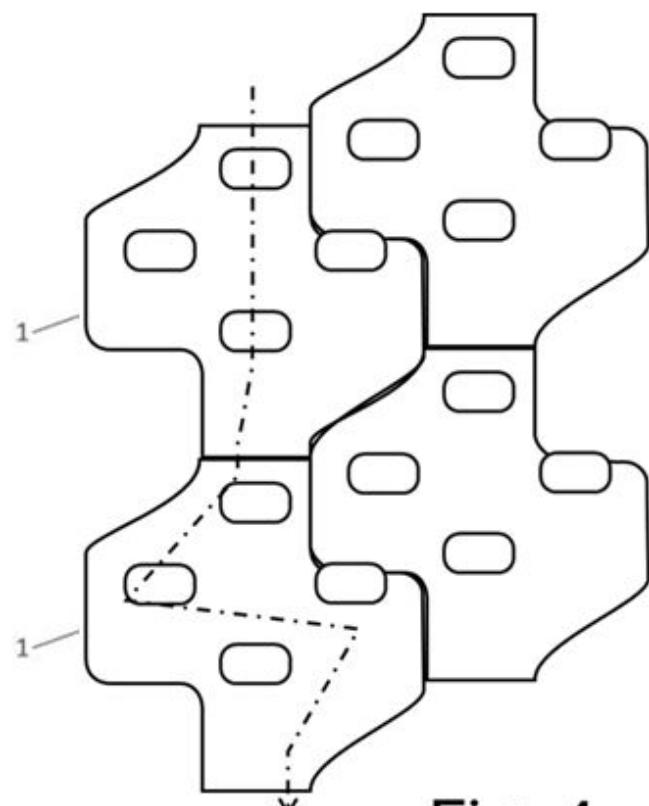
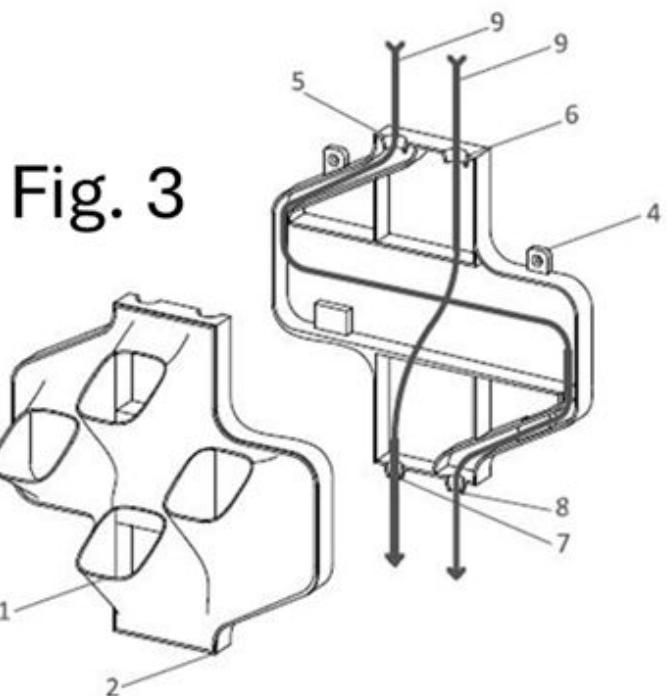


Fig. 5

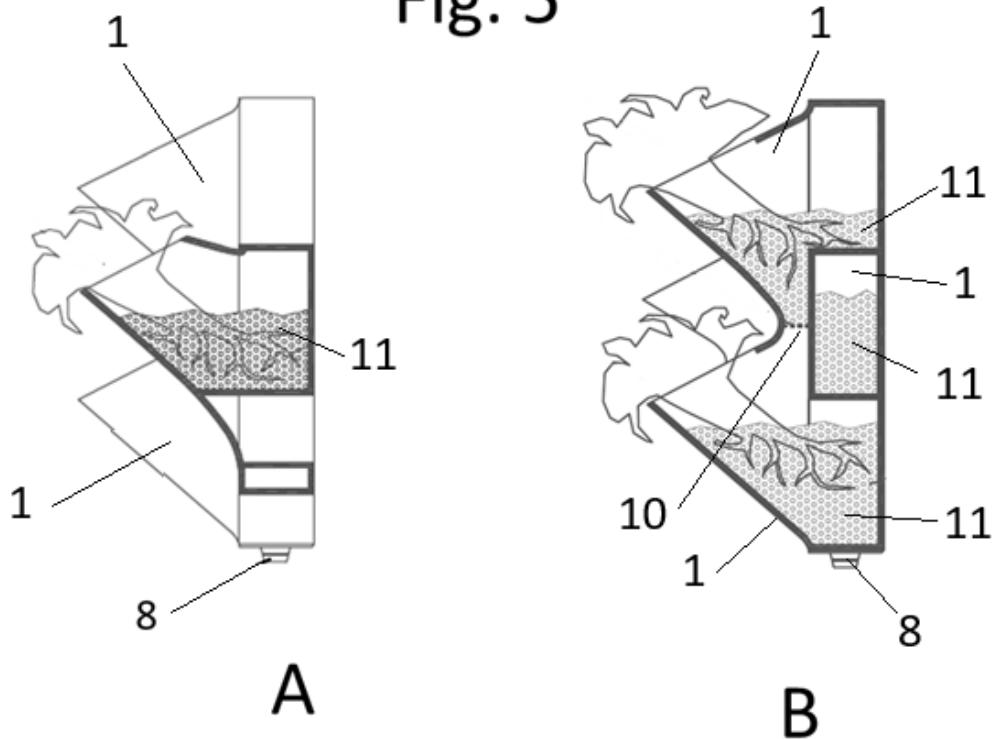
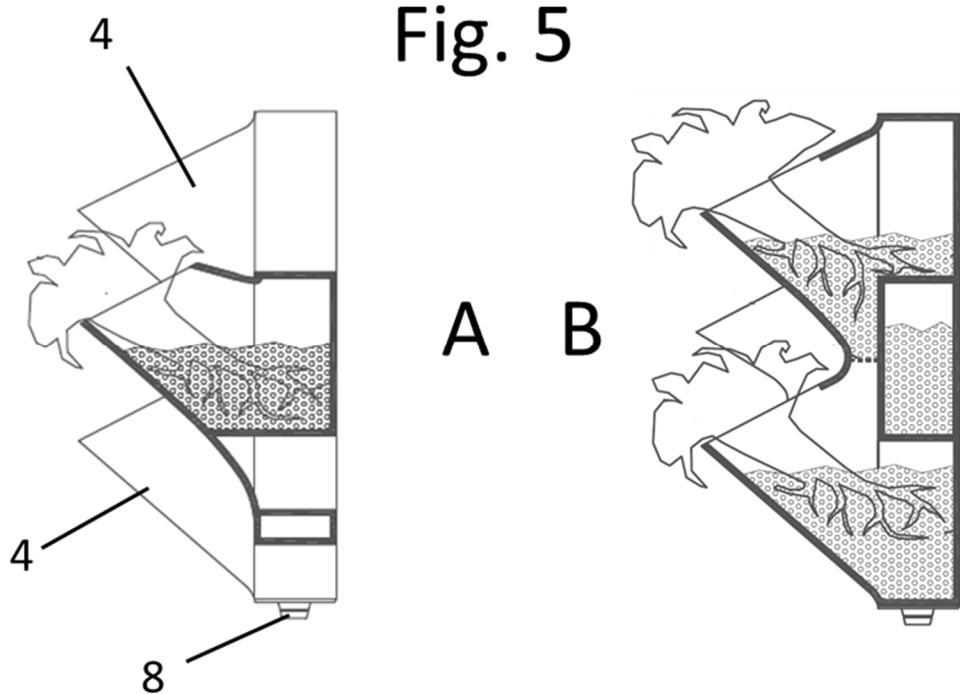


Fig. 5





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202530520

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 11.06.2025

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. Cl. : **A01G9/02** (2018.01)  
**A01G31/00** (2018.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	EP 3533319 A1 (OPTIMUS GARDEN SL) 04/09/2019, figuras 1 - 4. reivindicación 1,		1
A	EP 4129933 A1 (CONSIGLIO NAZIONALE RICERCHE) 08/02/2023, figura 2, reivindicación 1,		1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 26.11.2025	Examinador T. Verdeja Matías	Página 1/2
--	---------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A01G

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC