

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 226**

51 Int. Cl.:

**A01G 9/02** (2008.01)

**E04B 1/58** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2018 PCT/FR2018/053379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2019 WO19202219**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2018 E 18840031 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 3761779**

54 Título: **Estructura elástica y método de instalación correspondiente**

30 Prioridad:

**20.04.2018 FR 1853484**

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

**30.09.2024**

73 Titular/es:

**ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES  
(100.0%)**

**6 et 8 avenue Blaise Pascal, Champs-Sur-Marne  
77455 Marne La Vallee Cedex 2, FR**

72 Inventor/es:

**BAVEREL, OLIVIER;  
FERAILLE, ADÉLAÏDE;  
TAYEB, FRÉDÉRIC;  
CRAVERO, JULIEN;  
TCHIGUIRINSKAIA, LOULIA;  
VERSINI, PIERRE-ANTOINE;  
CARON, JEAN-FRANÇOIS y  
MESNIL, ROMAIN**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 980 226 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

Estructura elástica y método de instalación correspondiente

5 La presente invención se refiere a una estructura que comprende una malla de varillas que tienen una forma acampanada que se aproxima a las formas divulgadas por los documentos DE 88 09 627 U1 y US0425745A.

10 La presente invención se refiere más particularmente a una estructura realizada mediante una malla de varillas elásticas, y a un método para instalar dicha estructura.

Más precisamente, esta malla de varillas elásticas es del tipo "estructura de rejilla elástica".

15 En la literatura científica, se puede hacer referencia en particular a la tesis de Lina Bouhaya, publicada por la Universidad de Paris-Est en 2010, cuyo resumen recuerda la definición de estructura de rejilla:

*"El término estructura de rejilla designa una estructura discreta que se obtiene mediante la deformación elástica de una rejilla plana continua bidireccional sin rigidez al corte y luego rigidizada por una tercera dirección de barras. Así definida, una estructura de rejilla tiene un potencial estructural interesante y puede cumplir con los requisitos arquitectónicos complejos."*

20 Tal estructura de rejilla elástica se obtiene por medio de varillas 1 elásticamente deformables, dispuestas inicialmente en una malla plana, como se muestra en la figura 1.

25 Estas varillas deformables están conectadas entre sí mediante medios de unión que permiten una variación de los ángulos formados entre estas varillas, sin deslizamiento y sin fuerza de corte en el plano de la malla: una malla plana de este tipo se conoce en la literatura científica, en particular con la denominación de malla de Chebyshev, pero las mallas que tengan las características antes mencionadas (variación de los ángulos entre las varillas sin deslizamiento y sin fuerzas de corte) se pueden producir con mallas distintas a las mallas de Thebychev.

30 A continuación, designaremos todas estas mallas como "malla tipo Chebyshev".

Actuando sobre determinados puntos de esta malla, podemos pasar de la estructura plana que se muestra en la figura 1, a la estructura tridimensional que se muestra en la figura 2.

35 Durante esta deformación, los ángulos formados entre las varillas varían, de modo que los cuadrados de la malla representada en la figura 1, se convierten en rombos izquierdos (o más precisamente paraboloides parabólicos) en el caso de la estructura tridimensional de la figura 2 (estos cuadrados y diamantes izquierdos se definen con el término genérico "cuadrángulos" en lo adelante).

40 Cuando se desea mantener la forma tridimensional de la figura 2, debemos apuntalar la red fijando por ejemplo flejes, riostras o cables adicionales en las varillas que forman la malla, teniendo el efecto de paralizar algunos de los cuadrángulos de la malla en su configuración deformada.

45 Cuando se eliminan las fuerzas aplicadas a las varillas que permiten mantenerlas en la configuración de la figura 2 (rejilla no apuntalada), la estructura vuelve a su forma plana de la figura 1, gracias a la elasticidad del material que forma las varillas.

50 El material que forma las varillas deformables puede ser un compuesto, tal como un compuesto de matriz polimérica que contiene fibras de vidrio, fabricado por ejemplo mediante pultrusión.

La presente invención tiene como objetivo, en particular, aprovechar estas características de las estructuras de rejilla elásticas, para producir una estructura innovadora, que puede tener aplicaciones en particular en el campo de la construcción o del mobiliario urbano.

55 Este objetivo de la invención se consigue con una estructura tridimensional según la reivindicación 1: dicha estructura tiene una forma de corola muy estética, que permite, en particular, crear zonas de sombra si se completa con una cubierta, clásica o vegetal.

60 En el contexto de la presente invención, el término "tubular" designa no sólo una forma tubular simple como se muestra en la figura 3 adjunta, sino también, de manera más general, cualquier topología de malla cerrada sobre sí misma, definiendo por lo tanto un volumen cerrado.

La presente invención también se refiere a un grupo de estructuras conforme a lo anterior, estando estas estructuras interconectadas en sus zonas

65 más grandes: un grupo de estructuras de este tipo permite aumentar la superficie de la zona sombreada.

La presente invención también se refiere a un conjunto que comprende una estructura o un grupo de estructuras conforme a lo anterior, cada una de las cuales tiene una forma ensanchada desde su base hacia su parte superior, y un bloque en el que dicha base está anclada, el peso de este bloque puede ser suficiente para garantizar por sí solo la estabilidad de dicha estructura con respecto al suelo, o bien asistido en todas partes por un tipo de anclaje ligero adicional: esta disposición permite mantener muy fácilmente la(s) estructura(s) en posición vertical, con una huella mínima.

Según las características opcionales de este conjunto:

- dicho bloque es un depósito que contiene tierra, y dicha estructura o estructuras están cubiertas de plantas que echan raíces en este depósito: esta disposición permite revegetar una estructura según la invención, que es a la vez estética y generadora de sombra: dicha vegetación permite proporcionar numerosos servicios ecosistémicos, tales como:
  - servicios de producción (producción de materias primas, agricultura urbana y retención de agua),
  - servicios de regulación (regulación de la calidad del aire, clima local, clima global mediante la creación de refrigeración e islotes de frescura),
  - servicios culturales (estética, educación sobre biodiversidad).
- dicho depósito incluye un tanque de agua y sensores que permiten el mantenimiento conectado. Una bomba solar puede completar el dispositivo.
- dicha estructura o estructuras pueden revestirse al menos parcialmente con placas elegidas del grupo que comprende paneles fotovoltaicos y lonas de sombra: esta opción permite utilizar una estructura según la invención como islote generador de electricidad y/o como elemento de sombra.

La presente invención también se refiere a una estructura tridimensional conforme a lo anterior, que comprende dispositivos de conexión de varillas, en donde cada dispositivo de conexión de varillas permite la rotación libre de cada varilla alrededor de su eje, dentro del dispositivo (para evitar fuerzas de torsión) y que permite cualquier ángulo libre y arbitrario entre las varillas (deformación de los cuadrángulos).

Un dispositivo de este tipo puede comprender así dos tuercas cada una de las cuales comprende un anillo destinado a ser pegado a una varilla, y un cuerpo montado de forma giratoria alrededor de este anillo, estando además las dos tuercas montadas pivotantes entre sí alrededor de un eje que corta los ejes respectivos de los anillos.

La presente invención también se refiere a un método para instalar una estructura conforme a lo anterior, en el que dicha preforma tubular se lleva al lugar de implementación, luego se aplican deformaciones a esta preforma que permiten alcanzar la forma acampanada final deseada.

Este proceso permite preparar la preforma tubular en fábrica y luego instalar la estructura muy rápidamente en el sitio elegido.

Dependiendo de las características opcionales de este proceso:

- la parte superior de dicha preforma está conectada al suelo mediante tirantes para mantener la forma acampanada de la estructura durante la instalación de dichos flejes y/o riostras/cables: estos tirantes permiten dar a la estructura la forma deseada mientras tanto la instalación de flejes y/o riostras/cables;
- se presiona dicha preforma tubular sobre el suelo para que su parte acampanada quede apoyada en el suelo, luego se colocan dichos flejes y/o riostras y/o cables, luego le damos la vuelta a la estructura para que su parte acampanada quede situada hacia arriba: esta alternativa permite dar a la estructura la forma deseada de manera simple;
- se ancla la base de dicha estructura dentro de un bloque suficiente para asegurar en sí mismo la estabilidad de la estructura con respecto al suelo, y de ser necesario se completa con un ligero anclaje al suelo: este anclaje permite asegurar un mantenimiento muy sencillo de la estructura en posición vertical.

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán a la luz de la descripción que sigue y del examen de las figuras adjuntas, en las que:

- las figuras 1 y 2 representan un elemento de estructura de rejilla, cuyo principio de deformación desde la configuración de la figura 1 hasta la configuración de la figura 2 se ha explicado en el preámbulo anterior,
- la figura 3 representa una preforma de estructura de rejilla elástica tubular que permite obtener la estructura según la invención ilustrada en las figuras siguientes,
- las figuras 3bis y 3ter ilustran una realización de un medio de conexión entre las varillas de la estructura de rejilla,
- la figura 4 representa en perspectiva la estructura según la invención en una etapa intermedia de

- instalación, mediante tirantes conectados al suelo,
- la figura 5 representa, en perspectiva, la estructura según la invención en su forma final,
  - la figura 6 ilustra esta estructura en alzado, sostenida por una base central,
  - la figura 7 ilustra esta estructura en vista superior,
  - la figura 8 representa una combinación de tres estructuras según las figuras 5 a 7, acopladas entre sí para producir un conjunto de mayores dimensiones, la figura 9 es una vista superior del conjunto de la figura 8, y
  - las figuras 10 y 11 son vistas de otras posibles realizaciones de estructuras según la invención.

Nos referimos ahora a la figura 3, que muestra una preforma de estructura de rejilla elástica que tiene una forma tubular, sustancialmente cilíndrica o cónica.

Esta preforma está formada por varillas elásticamente deformables, unidas entre sí para producir inicialmente una malla plana de tipo Chebyshev, como se ha explicado anteriormente.

Las figuras 3bis y 3ter muestran una posible realización de los medios de conexión entre las varillas 1 de la malla, permitiendo una variación de ángulo sin deslizamiento entre dichas varillas 1.

Como se puede observar en estas figuras, cada una de las varillas 1a, 1b está sujeta por una respectiva tuerca 2a, 2b, comprendiendo cada una de estas tuercas un anillo 21a, 21b pegado a la varilla 1a, 1b, y un cuerpo 22a, 22b montado de forma giratoria alrededor de este anillo 21a, 21b.

Las dos tuercas 2a, 2b también están montadas para pivotar entre sí alrededor de un eje A, que corta los respectivos ejes A1 y A2 de los anillos 21a y 21b.

A partir de esta preforma tubular, se deforma la malla para obtener la forma de corola que se muestra en la figura 4.

Esta forma, que se ensancha desde la base B, hacia la parte superior S de la estructura, se obtiene mediante una pluralidad de tirantes T que conectan el borde de la parte superior S con el suelo 3.

Estos tirantes pueden comprender, por ejemplo, cables metálicos, fijados al suelo 3 mediante ganchos C.

Una vez que a la malla se le ha dado la forma de corola deseada que se muestra en la figura 4, se fija dicha forma instalando flejes 5, 7, 9 fijados a las varillas 1 de la estructura sin posibilidad de deslizamiento.

Dicho de otro modo, estos flejes permiten hacer indeformables los cuadrángulos formados por las varillas adyacentes, definiendo dos triángulos indeformables en cada uno de estos cuadrángulos.

Se obtiene así una estructura de rejilla elástica, tal como se ha definido anteriormente.

Adicional o alternativamente, también es posible fijar dentro de ciertos cuadrángulos, riostras o cables 11, haciendo también estos cuadrángulos indeformables: en el ejemplo mostrado en la figura 5, estas riostras 11 están dispuestas en los cuadrángulos que definen el borde de la parte superior S de la estructura según la invención.

Una vez fijados estos flejes 5, 7, 9 y/o estas riostras 11 sobre la estructura según la invención, esta estructura puede conservar su forma de corola representada en la figura 5, sin que sea necesario conectarla a un soporte externo.

Se observará que otra posible manera de proceder, que permite prescindir de la instalación de los tirantes T, es montar la estructura según la invención al revés, es decir de modo que su parte acampanada S quede colocada sobre el suelo; una vez colocados los flejes 5, 7, 9 y las riostras 11, se da la vuelta a la estructura para llevarla a su posición final, como se muestra en la figura 6, es decir con la parte acampanada S situada hacia arriba.

Cuando se quiera mantener esta estructura en el suelo, basta con fijar su base B dentro de un zócalo pesado 13, como se muestra en la figura 6, pudiendo ser este zócalo un bloque de hormigón, o un depósito que reciba tierra, por ejemplo.

Así, bajo el efecto del peso único del zócalo 13, la estructura según la invención puede mantener una posición vertical, con el zócalo 13 colocado en el suelo, y la parte superior S de esta estructura situada encima, y en la vertical de este zócalo.

Ventajosamente, cuando el zócalo 13 es un depósito que recibe tierra y agua, la estructura de rejilla elástica

que la recubre puede permitir el cultivo de plantas trepadoras (vid, bignonia, lúpulo, madreselva, clemátide, pasiflora, por ejemplo) que enraizan en la tierra de este depósito y se extienden rápidamente por toda la estructura de rejilla.

5 La elección de las especies así como su disposición se realiza en función del clima, la orientación de la estructura y las medidas de mantenimiento que se planea implementar.

Las plantas se plantan lo suficientemente jóvenes para que puedan adaptarse a su entorno y crecer en condiciones óptimas.

10 Se obtiene una extensa cobertura vegetal enraizando en un volumen reducido y de fácil acceso (fácil mantenimiento).

También es posible colocar depósitos con plantas (plantas anuales) en lo alto de la estructura.

15 Se obtiene así una estructura vegetal especialmente estética para la realización de urbanizaciones en entornos altamente mineralizados debido a la densificación y la consiguiente gran impermeabilización del suelo.

20 Este nuevo elemento urbano contribuye, por tanto, a la renaturalización de las ciudades que ha sido muy aclamada en los últimos años.

Generalmente se propone combatir los islotes de calor urbanos, que representan aumentos localizados de temperatura debido a la ausencia de vegetación.

25 De hecho, esta estructura puede colocarse en lugares seleccionados de la ciudad y constituir un elemento decorativo, capaz de moverse de manera deformable, en función del viento.

Cuando esta estructura está plantada o cubierta con una piel formada por ejemplo de tejido sintético o de material polimérico, permite obtener zonas de sombra en las que se pueden colocar, por ejemplo, bancos.

30 La vegetación también tiene la ventaja de refrescar más allá de la simple reducción del equilibrio radiativo (sombra), ya que permite el enfriamiento del aire gracias a la energía consumida por las plantas (raíces y hojas) a través del proceso de evapotranspiración.

35 También se observará que la estructura descrita en las figuras 4 a 9 tiene un carácter iso-radial, es decir que todos los cuadrángulos definen superficies planas, facilitando la instalación, por ejemplo, de elementos añadidos como paneles fotovoltaicos: en este último caso, además de sus propiedades estéticas y de sombreado, la estructura según la invención puede constituir un islote de producción de electricidad.

40 Ventajosamente, y como se muestra en las figuras 8 y 9, varias estructuras, y en el ejemplo mostrado, tres estructuras según la invención, pueden disponerse adyacentemente y conectarse entre sí en sus partes superiores S, para formar un conjunto de superficies más grandes, particularmente estética: podemos hablar entonces de un ramo de corolas en forma de estructura de rejillas elásticas.

45 Si está vegetalizado, este conjunto permite la mezcla de especies (fuente de mayor biodiversidad animal) y la creación de una continuidad vegetal (tejido verde o no japonés).

50 Como se puede entender a la luz de la descripción anterior, la estructura de rejilla elástica según la invención se puede implementar de manera muy sencilla a partir de una preforma tubular que puede transportarse fácilmente al lugar de implementación, y no requiere ninguna disposición particular en el suelo, obteniéndose esta sujeción gracias al único peso del zócalo 13 en la que se fija. Sin embargo, es posible realizar anclajes adicionales para reforzar la estabilidad si es necesario.

55 Siendo la huella en el suelo de este zócalo 13 muy pequeña en comparación con la escala de la parte superior S de la estructura según la invención, obtenemos una estructura que, aunque tiene una gran capacidad de sombra, ocupa muy poco espacio en el espacio público susceptible de ser utilizado por los transeúntes: así se libera espacio, por ejemplo, para la instalación de bancos.

60 Con fines puramente indicativos y no limitativos, una estructura de rejilla elástica según la invención puede medir varios metros de altura, típicamente entre 3 y 5 metros.

Por supuesto, la presente invención no se limita en modo alguno a las realizaciones descritas y representadas.

65 Así es como, por ejemplo, podríamos darle a la estructura cualquier ondulación deseada, deformándola diferencialmente: obtendríamos entonces una estructura no axisimétrica. Por ejemplo, una maceta de sección

elíptica y no cilíndrica propaga una ondulación de los bordes de la corola superior (como en el hongo tipo rebozuelos).

5 A modo de ejemplo, en las figuras 10 y 11 se muestran otras formas complejas de estructura de rejillas que entran dentro del concepto inventivo de la presente invención.

10 En la figura 10, por ejemplo, se representa una superficie cuadrinoide obtenida a partir de un conjunto de malla del tipo Chebyshev, y en la figura 11, una superficie de Costa: estas formas con múltiples corolas se pueden obtener a partir de una preforma tubular cerrada más compleja que la mostrada en figura 3.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Estructura tridimensional de rejilla elástica que tiene una forma tubular obtenida a partir de varillas elásticamente deformables (1), unidas entre sí para formar una malla tipo Chebyshev, con medios de conexión entre las varillas (1) de la malla que permiten variar el ángulo sin deslizamiento entre estas varillas (1), dicha estructura se obtiene por deformación de la malla para obtener una forma acampanada de corola, dicha forma acampanada se mantiene fija sin posibilidad de deslizamiento mediante medios seleccionados del grupo que comprende flejes (5, 7, 9), riostras (11) y cables.
- 10 2. Grupo de estructuras según la reivindicación 1, estando estas estructuras interconectadas en sus zonas (S) de mayor envergadura.
- 15 3. Conjunto que comprende una estructura o un grupo de estructuras según una de las reivindicaciones 1 o 2, cada una de las cuales tiene una forma que se ensancha desde su base (B) hacia su parte superior (S), y un bloque (13) en el que dicha base (B) está anclada, siendo el peso de este bloque (13) suficiente para asegurar por sí solo la estabilidad de dicha estructura con respecto al suelo (3).
- 20 4. Conjunto según la reivindicación 3, en el que dicho bloque (13) es un depósito que contiene tierra, y dicha estructura o estructuras está (están) cubierta(s) con plantas que echan raíces en este depósito.
- 25 5. Conjunto según la reivindicación 4, en el que dicho depósito comprende elementos seleccionados del grupo que comprende una reserva de agua, sensores que permiten el mantenimiento conectado y una bomba solar.
- 30 6. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que dicha estructura o estructuras están cubiertas al menos parcialmente con placas elegidas del grupo que comprende paneles fotovoltaicos y lonas de sombra.
- 35 7. Estructura tridimensional según la reivindicación 1, que comprende dispositivos para conectar las varillas (1), comprendiendo cada dispositivo dos tuercas (2a, 2b), comprendiendo cada una un anillo (21a, 21b) destinado a ser pegado a una varilla (1a, 1b), y un cuerpo (22a, 22b) montado de forma giratoria alrededor de este anillo (21a, 21b), estando también montadas de forma pivotante las dos tuercas (2a, 2b) entre sí alrededor de un eje (A), que cruza los respectivos ejes (A1 y A2) de los anillos (21a, 21b).
- 40 8. Método de instalación de una estructura según la reivindicación 1, en el que dicha preforma tubular se lleva al lugar de instalación, luego se aplican deformaciones a esta preforma que permiten alcanzar la forma acampanada final deseada, y en el que:
  - la parte superior (S) de dicha preforma está conectada al suelo (3) mediante tirantes para mantener la forma acampanada de la estructura durante la instalación de dichos flejes (5, 7, 9) y/o riostras (11) y/o cables,
  - bien
  - se presiona dicha preforma tubular contra el suelo de manera que su parte acampanada (S) quede apoyada en el suelo (3), luego se colocan dichos flejes (5, 7, 9) y/o riostras (11) y/o cables, luego se da la vuelta a la estructura para que su parte acampanada (S) quede situada hacia arriba.
- 45 9. Método según la reivindicación 8, en el que la base (B) de dicha estructura se ancla en el interior de un bloque (13) suficiente para garantizar por sí solo la estabilidad de la estructura con respecto al suelo (3), y que puede complementarse con un anclaje ligero al suelo para condiciones específicas de uso.

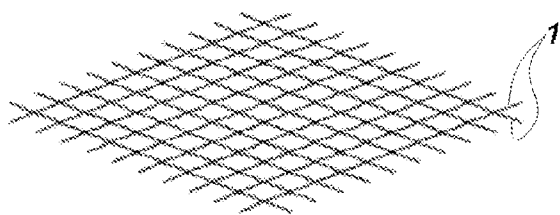


Figura 1

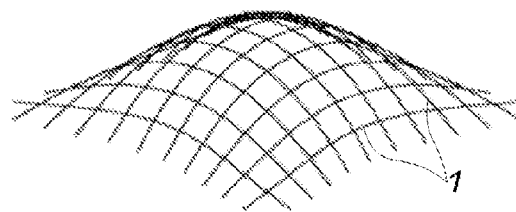


Figura 2

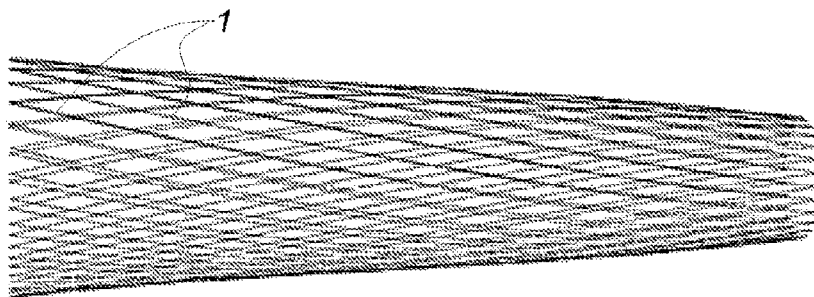


Figura 3

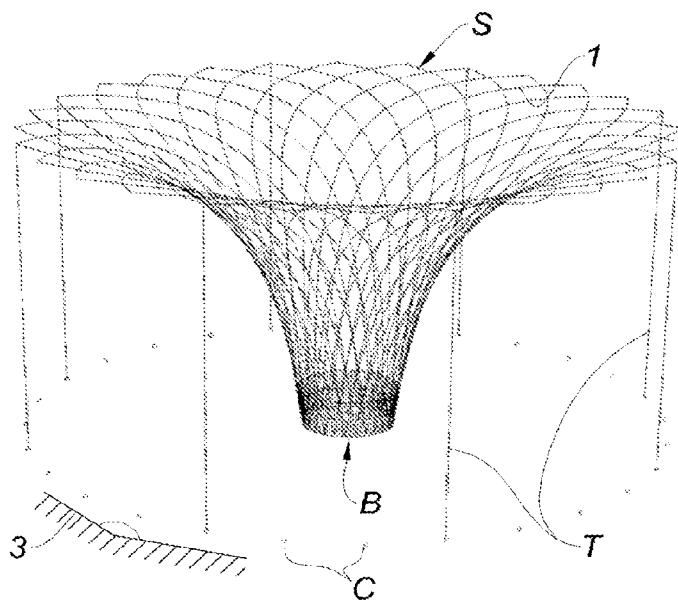


Figura 4

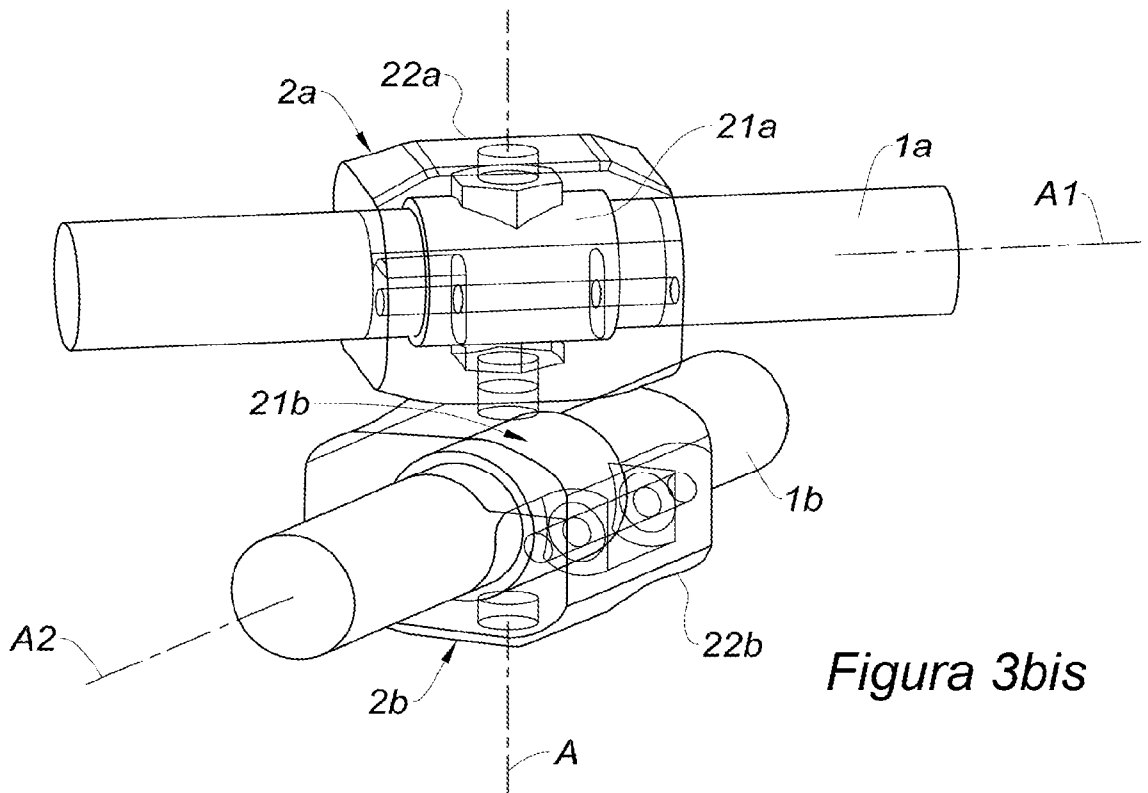


Figura 3bis

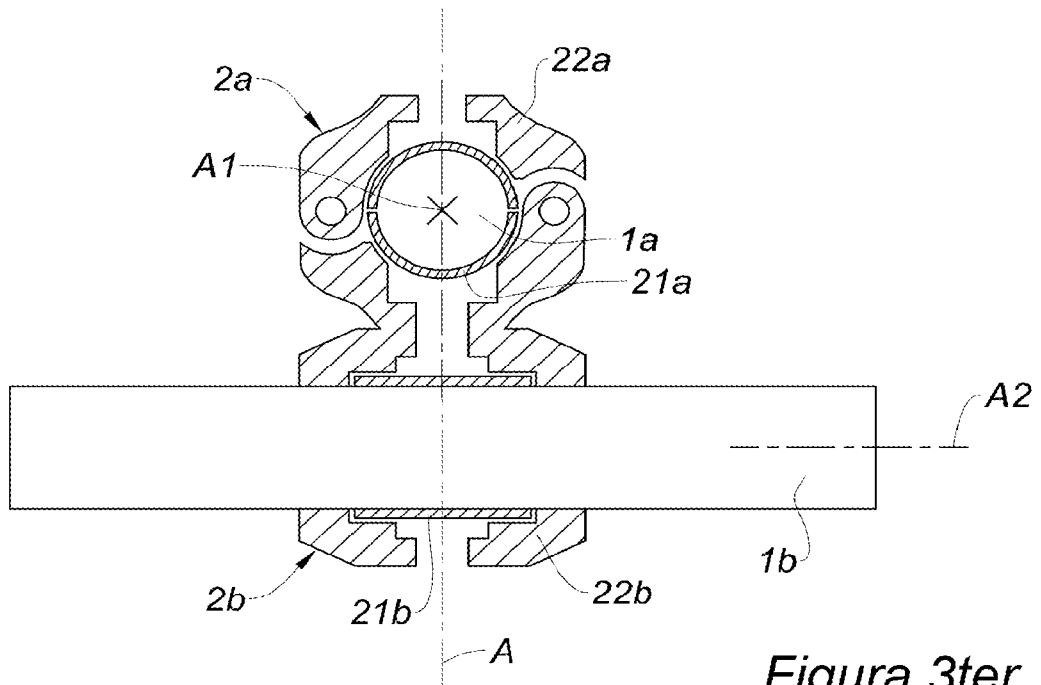
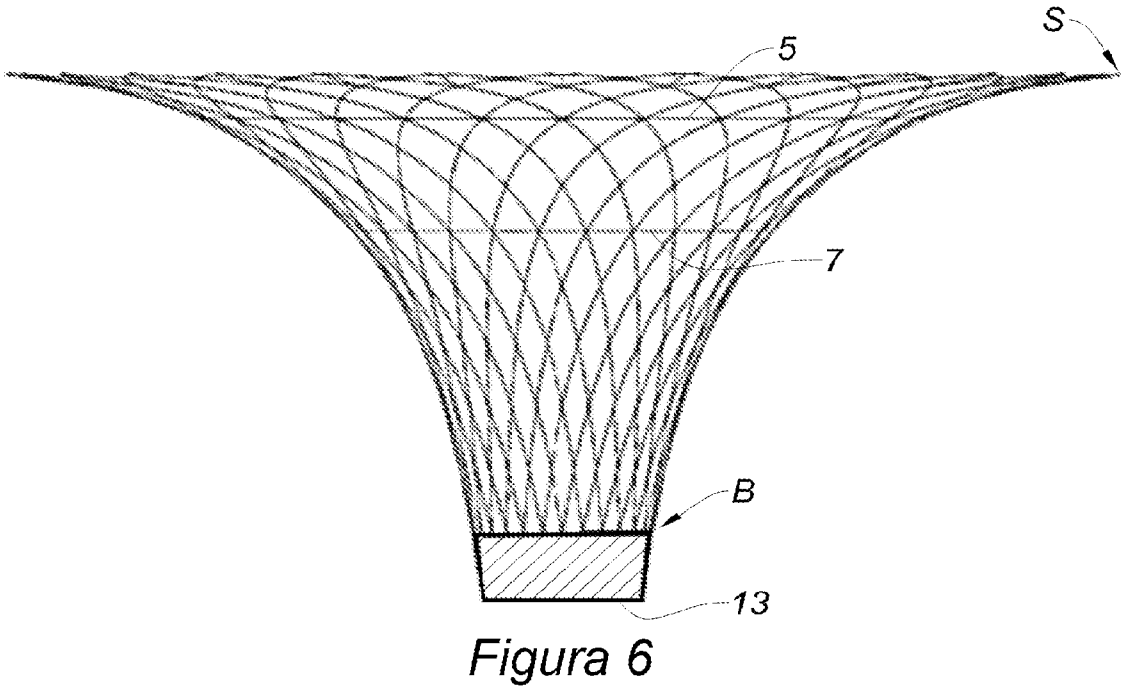
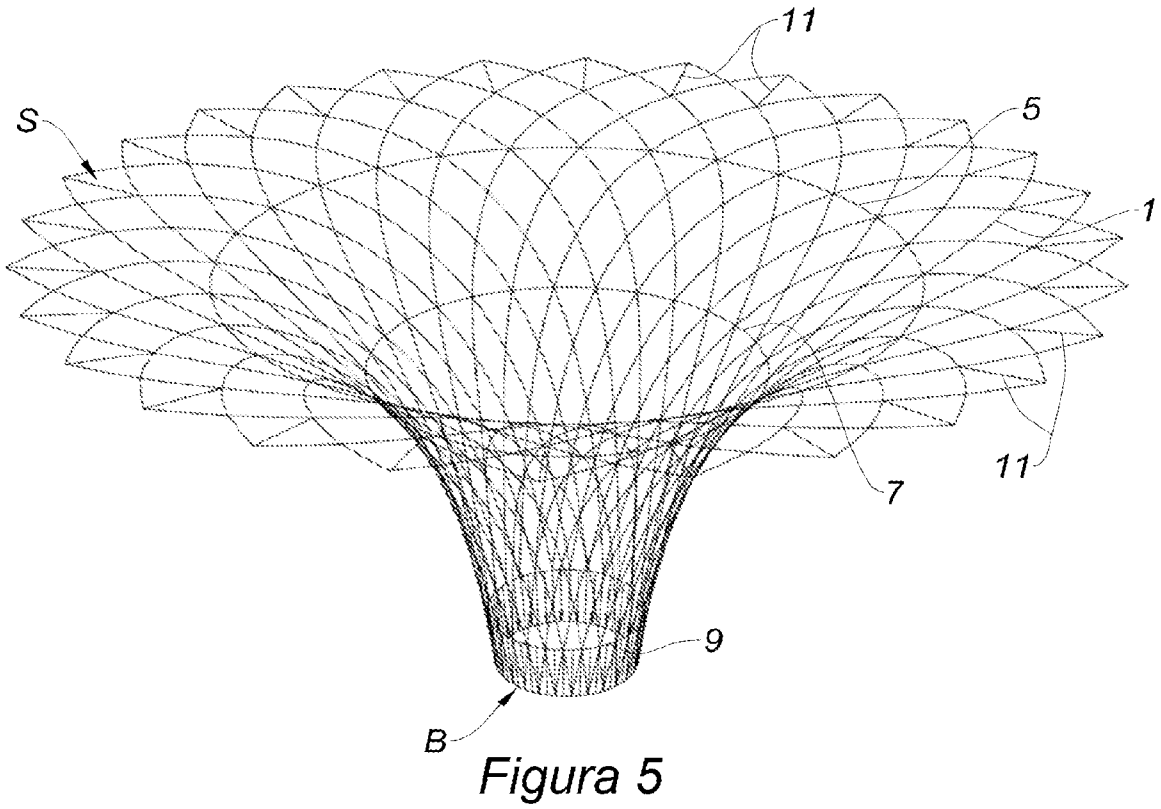


Figura 3ter



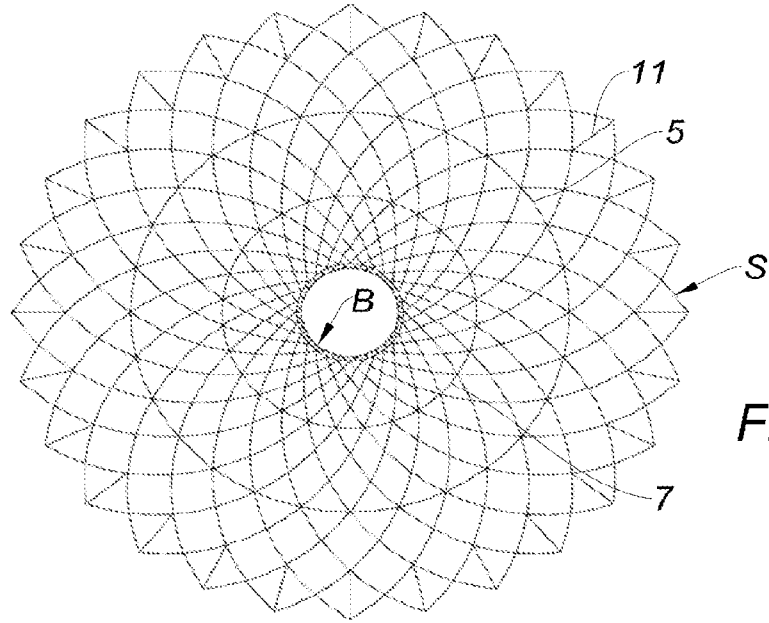


Figura 7

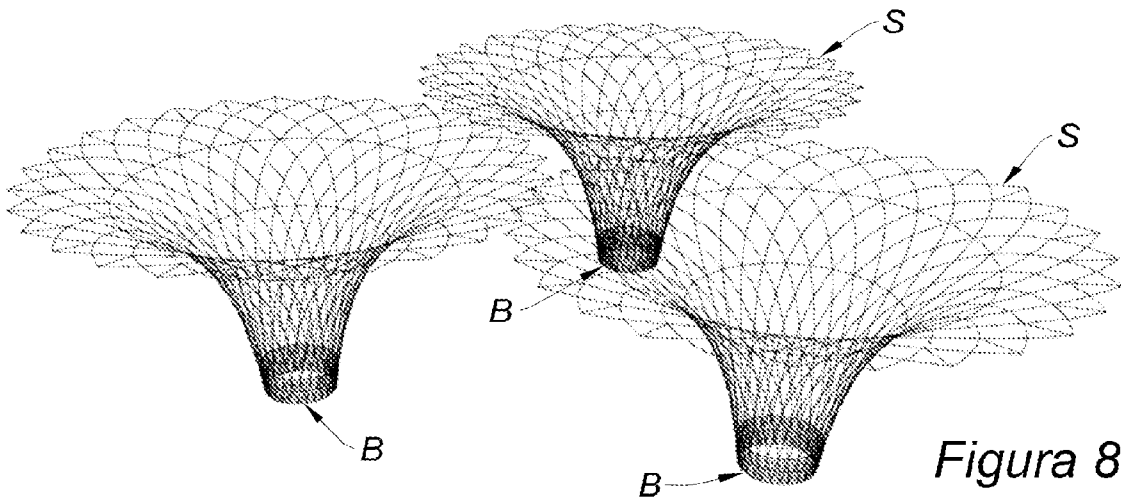


Figura 8

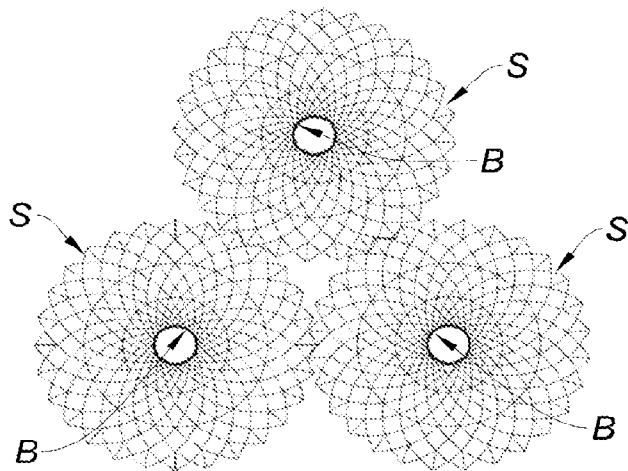
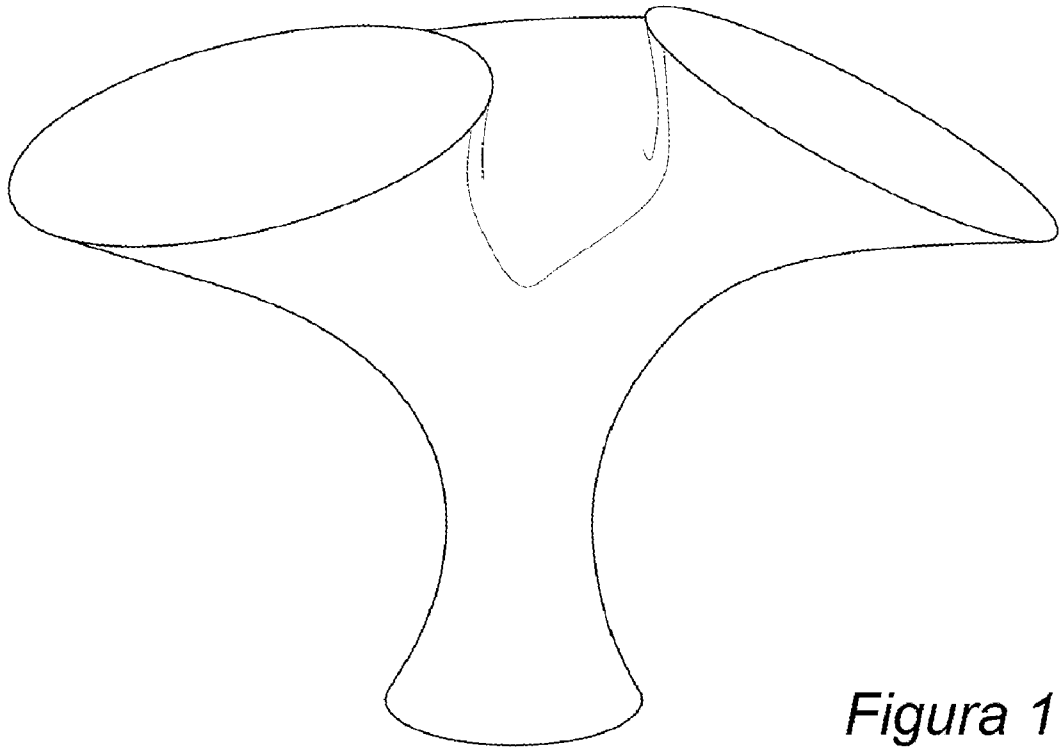
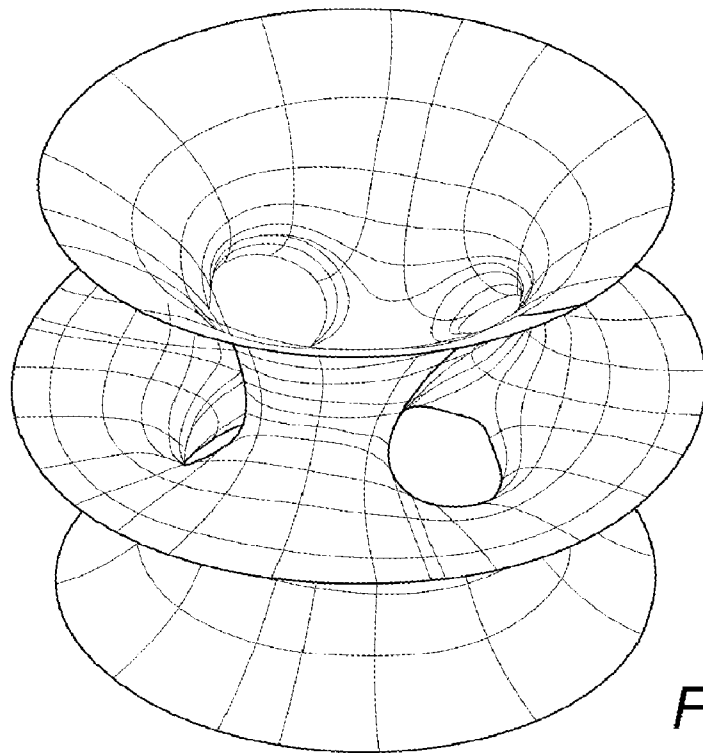


Figura 9



*Figura 10*



*Figura 11*