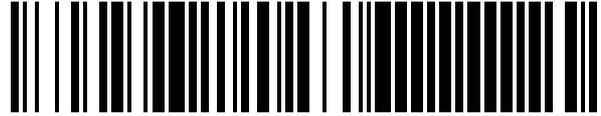


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 242 747**

21 Número de solicitud: 201932027

51 Int. Cl.:

**G01N 19/00** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**12.12.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.03.2020**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA (100.0%)  
Campus Universitario Avda. de Elvas, s/n  
06071 BADAJOZ ES**

72 Inventor/es:

**VILLAR GARCÍA, José Ramón;  
VIDAL LOPEZ, Pablo y  
MOYA IGNACIO, Manuel**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

54 Título: **Dispositivo para realizar ensayos de rozamiento entre cuerpos sólidos**

ES 1 242 747 U

## DESCRIPCION

Dispositivo para realizar ensayos de rozamiento entre cuerpos sólidos

### 5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención se engloba en el estudio de las características de los materiales, más en concreto, en el coeficiente de rozamiento de cuerpos sólidos como los materiales de construcción.

10

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El estudio del rozamiento entre sólidos se puede realizar de múltiples formas. Este estudio consiste en determinar los coeficientes de rozamiento cuando se ponen en contacto dos caras del mismo o distinto material sólido. Para ello se ha de forzar el movimiento relativo entre esas dos caras. Para crear ese movimiento se puede recurrir a distintas configuraciones: la norma americana ASTM G115-10 (2018) propone distintas posibilidades de implementación de ensayos de rozamiento. Esto implica el desarrollo de dispositivos completos y específicos que, por un lado, encarecen la investigación y por otro hacen dificultosa la comparación de resultados. Un ejemplo puede ser el recogido en Aira JR et al (Aira JR, Arriaga F, Iniguez-Gonzalez G, Crespo J. Static and kinetic friction coefficients of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), parallel and perpendicular to grain direction. Mater Constr 2014;64. doi:10.3989/mc.2014.03913), donde el movimiento se consigue mediante la tracción por un cable unido a un pistón hidráulico. Otra posibilidad es emplear una superficie inclinada como en Bejo et al (Bejo L, Lang EM, Fodor T. Friction coefficients of wood-based structural composites. For Prod J 2000;50:39–43).

25

### RESUMEN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es el de proporcionar un dispositivo fácil de construir y de sencillo mantenimiento que permita la adecuada disposición de los especímenes de ensayo para realizar los experimentos de manera rápida y fiable y que se pueda acoplar a máquinas o dispositivos ya existentes que únicamente proporcionen la fuerza y el movimiento relativo entre los sólidos a friccionar. Esto evita el desarrollo de máquinas completas y específicas como las que se han mencionado previamente. Los materiales a estudiar se colocan en un portamuestras. Los dos especímenes (uno superior y otro inferior) pueden ser del mismo o

35

distinto material. El dispositivo de la invención comprende dicho portamuestras, que es móvil, para lo cual está provisto de ruedines, además de un puente de retención adaptado para su unión a un punto fijo externo y una barra de apoyo y retención transversal unida al puente de retención, para fijar el espécimen superior. Posee además guías laterales unidas a la barra de apoyo transversal para evitar el desplazamiento lateral del espécimen superior, una barra de apoyo inferior y guías laterales inferiores para inmovilizar el espécimen inferior dentro del portamuestras y una placa para la aplicación de una fuerza vertical sobre los especímenes. Otras características opcionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

5  
10

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención y para complementar esta descripción, se acompañan como parte integrante de la misma una figura, cuyo carácter es ilustrativo y no limitativo.

15

La figura 1 muestra una sección de la invención.

La figura 2 es una vista en planta de ésta.

La figura 3 es una vista frontal de la invención.

20

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

En referencia a las figuras, las partes principales que componen el dispositivo son las siguientes:

25

- portamuestras (1): se trata de un carro móvil sobre 4 ruedines (2), en el ejemplo mostrado, dos por cada lateral, en el que se disponen los especímenes objeto de ensayo (3). Este carro se compone de una base a la que se fijan los ruedines antes indicados y puede ser de dimensiones en planta variables según el tamaño de los especímenes a ensayar. En una posible puesta en práctica un tamaño medio podría ser de 15x15 cm interiores y podría estar dotado de paredes verticales de una altura de entorno a 5 cm en sus cuatro laterales, lo que previene, en caso de rotura o deslizamiento excesivo, que salgan despedidos los materiales ensayados. Este portamuestras recibirá el movimiento mediante empuje o tracción proporcionado por la máquina a la que se acople el dispositivo objeto de esta invención;

30  
35

- puente de retención (4): barra que permite la retención del espécimen superior a ensayar mediante su inmovilidad por unión a un punto fijo externo. Se trata de una barra de una sección rectangular de por ejemplo 2 cm de lado que en cada extremo tiene unas extensiones verticales formando un puente y que permite transmitir la fuerza de retención salvando la pared del portamuestras. Su longitud total será de unos 8 o 10 cm;

-placa de carga para aplicación de la fuerza vertical (14) a las muestras;

- barra de apoyo-retención transversal (5) unida al puente, que además dispone de guías de ajuste laterales superiores (6) donde se fijará una de las muestras que constituye la mitad superior del espécimen de ensayo (3). Para su colocación se utilizan tornillos u otras fijaciones similares (7). Esta barra de apoyo tendrá una anchura de entre 1 y 2 cm y una altura definida por el espesor de la mitad superior de la muestra a ensayar con un mínimo de 2 cm (dimensiones transversales), su longitud será como máximo el ancho del portamuestras antes definido;

- barra de apoyo (8) en la base del portamuestras, que dispone además de guías de ajuste laterales (9) inferiores donde se fijará el espécimen inferior. La barra de apoyo tendrá una anchura de entre 1 y 2 cm y una altura definida por el espesor de la mitad inferior de la muestra a ensayar con un mínimo de 2 cm (dimensiones transversales) y su longitud será igual al ancho del portamuestras antes definido;

-Las guías laterales (6,9) tendrán una longitud de al menos 1/3 de la longitud de la muestra ensayada para asegurar su inmovilidad lateral, con una altura máxima igual a la de las barras de apoyo (5, 8).

Las barras de apoyo dispondrán, en la cara enfrentada a la muestra, de unas ranuras (10) en las que encajarán las bases de las guías de ajuste laterales y permitirán su desplazamiento, si bien en la parte central se mantendrá la barra sin ellas para un mejor apoyo del espécimen ensayado. Las guías laterales dispondrán de unos tornillos de apriete manuales (11) que al ser roscados harán tope dentro de las ranuras y fijarán las guías en el punto deseado.

Es necesario asegurar unas dimensiones de los especímenes a ensayar que permitan que se produzca un desplazamiento entre las dos mitades que los componen tal que permita detectar tanto el coeficiente de rozamiento estático, al comienzo del movimiento, como el

dinámico mediante una estabilización de los valores que toma este último durante el recorrido. Distintos materiales pueden necesitar distintos desplazamientos y distintos tamaños de los especímenes.

- 5 Si es necesario, se pueden disponer suplementos tanto de altura (12), bajo la muestra inferior, como de longitud o separación (13) junto a la barra de apoyo de la muestra inferior para asegurar el recorrido necesario y que la mitad superior del espécimen alcance a quedar retenido y a la misma altura que el puente de retención. Los suplementos tanto en altura como en longitud tendrán dimensiones variables según necesidades y de tal manera que se  
10 acoplen al portamuestras sin moverse.

Para el estudio del rozamiento es necesario transmitir una carga vertical de compresión entre las dos mitades del espécimen a ensayar. Para ello se dispondrá sobre la mitad superior del espécimen una placa de carga que reciba la acción vertical que transmita la  
15 máquina a la que se acople la invención. La placa (14) debe estar preparada al efecto que transmita la carga centrada y uniforme a toda la superficie superior del espécimen. Dicha placa (14) tendrá un espesor de entre 1 y 2 cm y su tamaño será acorde con la superficie de las muestras ensayadas para un reparto uniforme de la presión, las dimensiones estarían, preferible pero no necesariamente, entorno a los 10 x 10 cm pudiendo disponerse de varias  
20 placas de tamaños con una ligera variación para adaptarse a distintas muestras. En su parte superior se podrá mecanizar una ranura (15) para facilitar el acople a los elementos de transmisión de presión vertical. Esta presión vertical provendrá de la máquina a la que se acople la invención, si tiene elementos para su generación. En caso contrario, se aplicará mediante la disposición de una barra transversal de longitud regulable (16) entre 30 y 100  
25 cm, para acomodarse a las bancadas de las diversas máquinas a las que se acople la invención, y que cuenta con dos varillas verticales (17) en sus extremos de longitud entre 50 y 100 cm y a las que en su extremo inferior mediante unos tronillos terminales se acoplará una bandeja (18) en la que se pueden colocar masas del peso deseado. Dicha barra horizontal dispondrá en su centro de un saliente (19) que se acoplará a la ranura de la parte  
30 superior de la placa de carga.

Todos los elementos, barras, suplementos etc., serán de metal, preferentemente de acero.

El espécimen a ensayar constará de dos mitades, una se situará apoyada en el  
35 portamuestras de manera que quede fija y solidaria al mismo, para lo que se emplea la barra de apoyo antes descrita, ya que es el portamuestras el que se mueve horizontalmente

recibiendo el empuje de la máquina preexistente. La otra mitad constituirá la mitad superior y se dispondrá sobre la anterior, ha de quedar retenida de tal forma que la fuerza de retención se transmita mediante la barra de retención, a través del puente de retención, a un mecanismo de lectura de fuerza (20) situado a continuación del mismo que será  
 5 preferentemente una célula de carga para realizar lecturas digitales. La lectura del desplazamiento producido la aportará la propia máquina a la que se acopla el dispositivo y que es la que provee de la fuerza horizontal necesaria para el movimiento. Además, ha de asegurarse que no se producen desviaciones de la línea en la que se produce el movimiento por lo que es necesario disponer los brazos o guías laterales de fijación, antes descritas,  
 10 para evitar tal movimiento, ancladas a las barras de apoyo y retención también antes indicadas.

### **EJEMPLO DE PUESTA EN PRÁCTICA**

15 A modo ilustrativo y no limitativo, se ha realizado un experimento usando el dispositivo de la invención para medir el coeficiente de rozamiento entre piezas de madera, coeficiente que es esencial para el cálculo de uniones en estructuras realizadas con este material. Para esta puesta en práctica la invención se situó en una máquina de ensayos de geotecnia que mediante un vástago realiza un empuje horizontal sobre el portamuestras (1) y mediante un  
 20 puente de carga transmite una fuerza vertical a la placa de carga (14). La retención del puente y de la célula de carga se realiza contra un tope vertical existente en la máquina.

Los materiales a estudiar se colocan en el portamuestras. Deben formar dos especímenes, que pueden ser del mismo o distinto material. Los dos especímenes a ensayar son de  
 25 iguales dimensiones, 105 x 26 x 50 mm. Estas dimensiones permiten la correcta disposición de los especímenes en el dispositivo de la invención y permiten un recorrido de rozamiento de al menos 20 mm que se ha comprobado suficiente para captar la estabilización de la fuerza de rozamiento que se necesita para definir el coeficiente de rozamiento dinámico  $\mu_k$ .  
 Se dispone sobre el portamuestras (1) un suplemento de separación (13) de dimensiones 14  
 30 cm de largo por 15 mm de ancho y 25 mm de alto que permite la ubicación de la mitad inferior del espécimen centrado en el portamuestras y guardando la separación adecuada a los extremos. A continuación, se dispone una barra de apoyo (8) de dimensiones 14 cm de largo por 15 mm de ancho y 25 mm de alto y se desplazan los estabilizadores laterales (9) hasta que queden centrados y distanciados entre sí 50 mm de tal forma que al colocar el  
 35 espécimen éste quede centrado y en contacto contra la barra y contra ambos estabilizadores laterales evitando su movimiento transversal. Los estabilizadores laterales

en este caso tienen unas dimensiones de 15 mm de altura y 55 mm de longitud, pero se pueden instalar de otras dimensiones como se ha indicado en el apartado anterior.

5 Se toma el puente de retención (4) con la barra de apoyo-retención (5), de dimensiones 14 cm de largo por 1,5cm de ancho y 2,5 cm de alto, ya fijada y se conecta al eje de la célula de carga, de tal manera que se transmita a la célula de carga la fuerza de retención del movimiento. En el otro extremo del puente se ajustan las guías laterales en la barra de apoyo para que quede la mitad superior del espécimen centrado y en contacto con las mismas. Estas guías o estabilizadores laterales tienen las mismas dimensiones que las de la  
10 barra de apoyo del portamuestras.

Se verifica que la altura alcanzada permite alinear la mitad superior del espécimen con la barra de apoyo-retención unida al puente. En este caso se suplementa la altura colocando un suplemento de altura bajo el espécimen de 5 mm de grosor (n), necesario para efectuar  
15 la alineación antes referida y 14 x 14 mm de superficie en planta para acoplarse perfectamente a la base del portamuestras.

Sobre el espécimen superior se dispone directamente en contacto la placa de carga (14), las dimensiones de dicha placa (10 x 10 cm) prácticamente coinciden con la longitud del  
20 espécimen ensayado para que se distribuya uniformemente la presión.

Con esta disposición, el espécimen inferior es móvil, recibiendo, en este caso, el empuje (P) a través de un eje horizontal de la máquina a la que se acopla el dispositivo objeto de esta invención y que se pone en contacto con él donde se aloja el espécimen a ensayar. La  
25 célula de carga descrita anteriormente, fijada contra el puente de retención, se encarga de captar la fuerza de retención necesaria en cada momento. Por otro lado, la carga vertical (W) se transmitirá a través de la placa de carga colocada sobre el espécimen superior generando dicha carga la máquina a la que se acopla el dispositivo. La disposición de los especímenes es tal que el superior se retranquea 1 cm para evitar el ruido causado por la  
30 fricción entre esquinas de las superficies al comienzo del desplazamiento. El ensayo se produce a velocidad constante de 8 mm/min, si bien puede variarse para realizar diversos estudios, y se alcanza un desplazamiento total de 20 mm suficiente para la obtención del coeficiente de rozamiento dinámico. Mediante la adquisición continua de datos de la célula de carga y del desplazamiento indicado por la máquina preexistente se realiza el cálculo del  
35 coeficiente de rozamiento y su posterior representación para detectar los coeficientes estático  $\mu_s$  y dinámico  $\mu_k$ , el primero como el máximo valor correspondiente al "punto" o

"condición de deslizamiento inminente" y el segundo cuando se estabiliza permaneciendo constante su valor tendiendo a una asíntota horizontal.

5 A la vista de esta descripción y figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes, sin exceder el objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

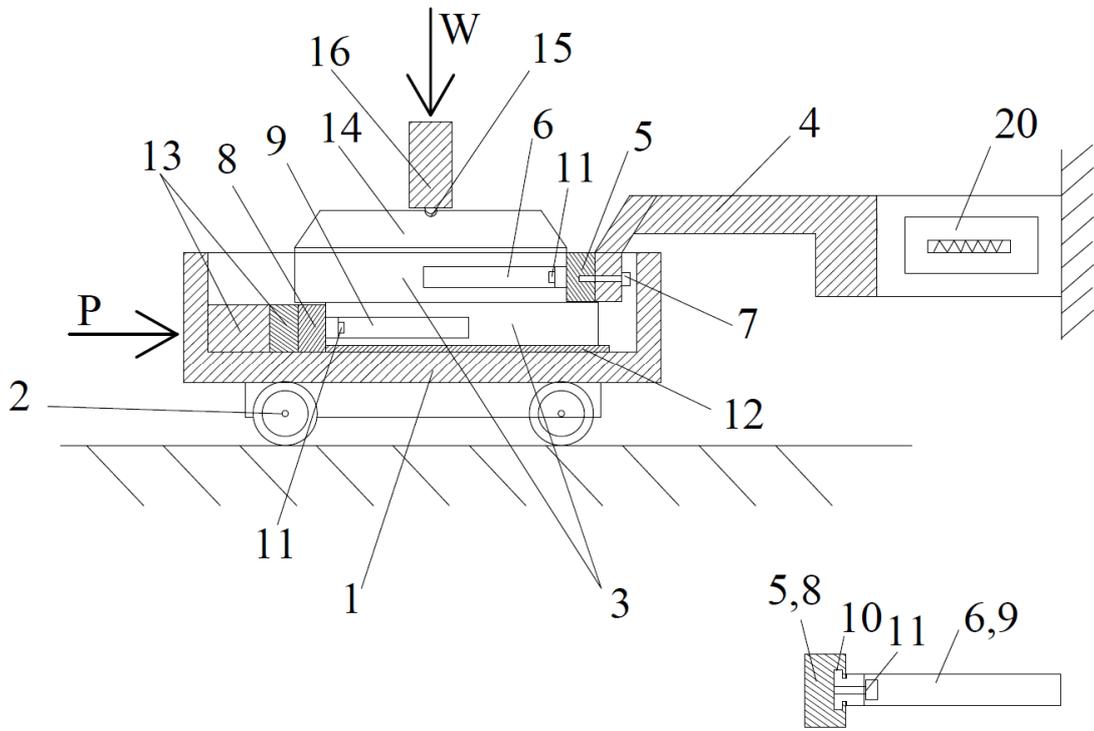
## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para realizar ensayos de rozamiento de materiales, donde el dispositivo comprende: un portamuestras (1) móvil provisto de ruedines (2) para disponer en él los  
5 especímenes caracterizado por que además comprende un puente de retención (4) adaptado para su unión a un punto fijo externo y una barra de apoyo y retención transversal (5) unida al puente de retención (4) para la fijación de un espécimen superior, guías laterales (6) unidas a la barra de apoyo transversal (5) para evitar el desplazamiento lateral del  
10 espécimen superior, una barra de apoyo inferior (8) y guías laterales inferiores (9) para inmovilizar un espécimen inferior dentro del portamuestras (1) y una placa (14) para la aplicación de una fuerza vertical sobre los especímenes.

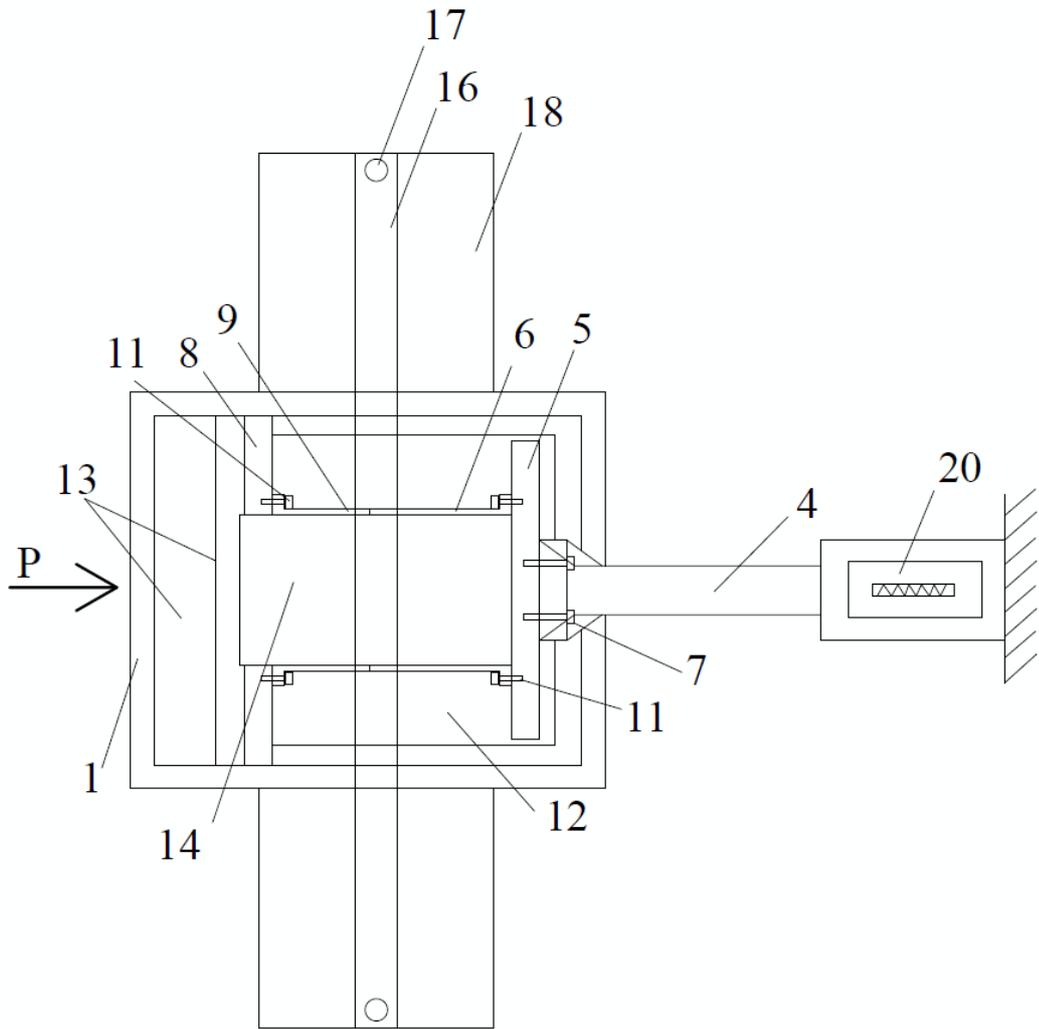
2. Dispositivo según la reivindicación 1 caracterizado por que las barras de apoyo (5, 8) están provistas de ranuras (10) para encajar las guías laterales (6, 9) y permitir su  
15 desplazamiento.

3. Dispositivo según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que las guías laterales (6,9) tienen una longitud de al menos  $1/3$  de la longitud del espécimen, con una altura máxima igual a la de las barras de apoyo (5, 8).  
20

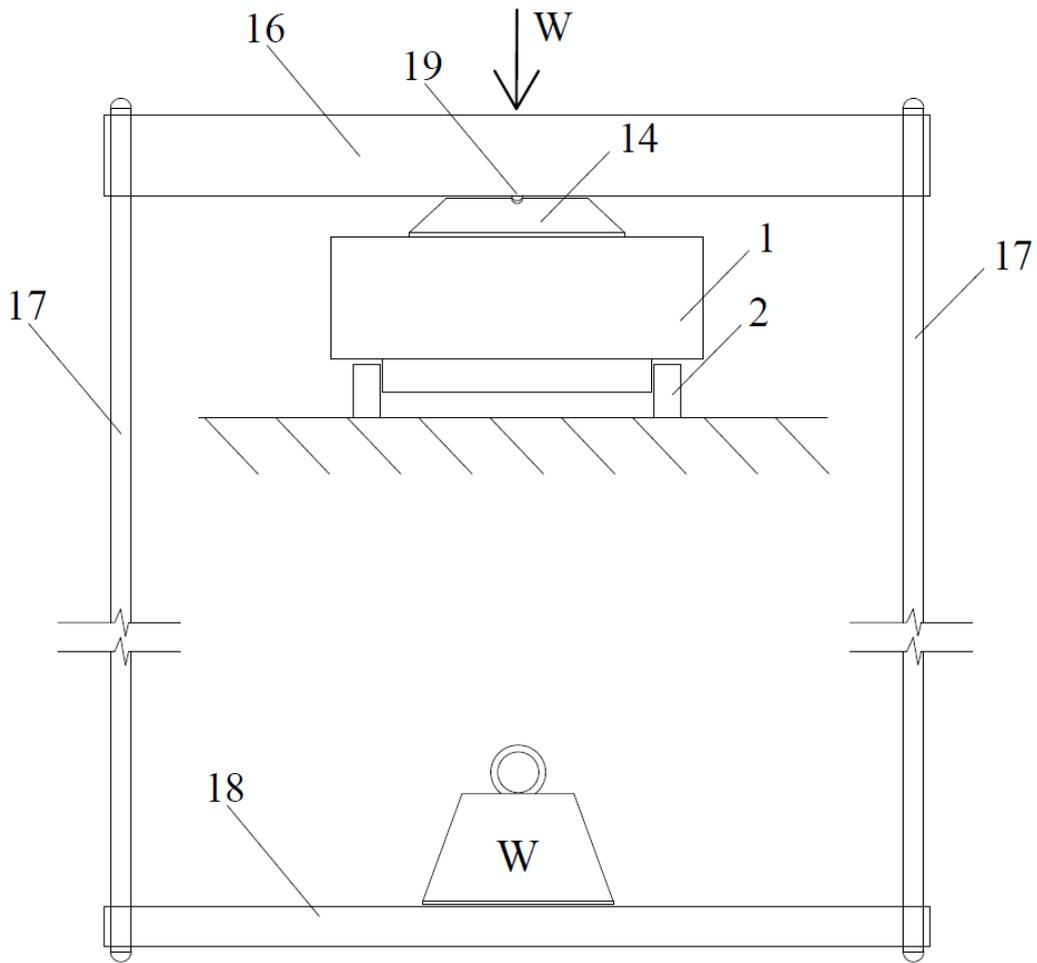
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el portamuestras (1), el puente de retención (4), las barras de apoyo (5, 8), las guías laterales (6, 9) y la placa para la aplicación de la fuerza (14) son de acero.  
25



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**