

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 504**

21 Número de solicitud: 201830187

51 Int. Cl.:

G01N 21/898 (2006.01)

G06T 7/00 (2007.01)

G01N 21/956 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

27.02.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.09.2018

71 Solicitantes:

**FUNDACIÓN CARTIF (50.0%)
Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 205
47151 BOECILLO (Valladolid) ES y
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**OLMEDO VÉLEZ, David;
GAYUBO ROJO, Fernando;
ZALAMA CASANOVA, Eduardo;
GÓMEZ GARCÍA-BERMEJO, Jaime;
PERÁN GONZÁLEZ, José Ramón;
ALONSO VÁZQUEZ, Javier;
ÁLVAREZ GUTIÉRREZ, Alfredo y
AVELLANOSA SANTOS, Pedro**

74 Agente/Representante:

CAPITAN GARCÍA, Nuria

54 Título: **DISPOSITIVO PARA DETECCIÓN TEMPRANA DE DAÑOS EN UNA GEOMEMBRANA Y PROCEDIMIENTO PARA DICHA DETECCIÓN**

57 Resumen:

Dispositivo que permite detectar daños en una geomembrana de manera temprana, y procedimiento para llevar a cabo dicha detección. La geomembrana incluye configuraciones que siguen un patrón, el dispositivo comprende unos medios de almacenamiento de datos, un procesador de datos, unos medios de iluminación para iluminar las configuraciones y una cámara para registrarla reflexión de la luz en dichas configuraciones de la geomembrana. El procedimiento para la detección temprana de daños en una geomembrana y con un dispositivo como los descritos comprende las siguientes etapas:

- a. introducción en los medios de almacenamiento de datos del patrón de las configuraciones;
- b. iluminación de las configuraciones con los medios de iluminación;
- c. registro de la reflexión de la luz en dichas configuraciones con la cámara;
- d. comprobación de si la reflexión de la luz en las configuraciones sigue el patrón almacenado;
- e. establecimiento de un daño.

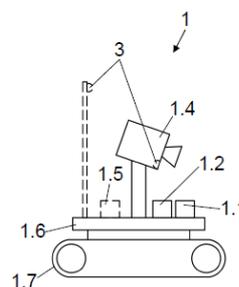


Fig.2

ES 2 681 504 A1

DISPOSITIVO PARA DETECCIÓN TEMPRANA DE DAÑOS EN UNA GEOMEMBRANA Y PROCEDIMIENTO PARA DICHA DETECCIÓN

DESCRIPCIÓN

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se engloba en el campo de la detección a distancia, en concreto de daños en una geomembrana.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los lixiviados, generados principalmente por el agua de lluvia que incide sobre los residuos vertidos y por la reducción del volumen de poros por la compresión que provoca el apilamiento de las diferentes tongadas de residuos, arrastran los productos tóxicos presentes contaminando las aguas subterráneas. En muchas ocasiones estas aguas subterráneas tienen un uso finalista tanto para el consumo humano como para riego. Por ello, es de vital importancia que los vertederos se impermeabilicen adecuadamente y se instalen sistemas de recogida de lixiviados apropiados.

20

La impermeabilización de los vertederos, de acuerdo a la Directiva 1999/31/CE, del Consejo, de 26 de abril (traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero), se consigue mediante la combinación de una barrera geológica (natural o artificial) y un revestimiento artificial estanco bajo la masa de residuos.

Dicho revestimiento artificial se realiza mediante geomembranas, que son láminas impermeables hechas a partir de diferentes resinas plásticas. Cada material de este tipo tiene diferentes propiedades físicas y químicas que deben garantizar cierta resistencia mecánica, estabilidad química, bajo deterioro con el paso del tiempo, etc., para asegurar su impermeabilidad durante toda la vida útil de la membrana.

A pesar de su buena resistencia mecánica, presentan una alta vulnerabilidad a las perforaciones y a los daños puntuales (penetración de elementos cortantes como

gravas, irregularidades del terreno, etc.). El origen de dichos defectos perforantes es diverso, pero suelen estar asociados a la existencia de precursores (arañazos, arrugas, zonas con menor espesor, daños no perforantes, etc.) que debilitan la geomembrana. Por eso, detectando a tiempo estos precursores se puede lograr evitar
5 que se llegue al daño perforante. No se conoce un dispositivo que permita captar daños en geomembranas antes de que se produzca la rotura, es decir, que detecte los precursores.

Existen soluciones comerciales y en desarrollo que comprueban la impermeabilización
10 de las geomembranas detectando a posteriori la falta de integridad en las mismas. Es decir, detectan fallos cuando se produce la fuga no pudiendo evitar la contaminación asociada, sino buscando minimizar los daños.

Estas soluciones se basan en dos técnicas principalmente: el método de lanza de
15 agua y el método del dipolo o bipolar. El método de lanza de agua consiste en generar una diferencia de potencial eléctrico entre el suelo que está por debajo de la geomembrana y el agua proyectada sobre ésta. La membrana actúa como aislante eléctrico. Si existe una fuga, el agua se infiltra hacia el suelo debajo de la geomembrana formando un puente eléctrico entre el detector y el generador del
20 campo eléctrico. Esta técnica se emplea directamente sobre la membrana justo después de su instalación previamente a la colocación de la capa protectora (en su caso). Tiene la desventaja de la necesidad de disponer de mucha agua, la detección es muy dependiente de la experiencia del operador, la climatología afecta mucho a la prueba, el material (su conductividad) donde se haya instalado la geomembrana
25 también afecta a las medidas, no debe haber arrugas en la membrana, los elementos constructivos metálicos (tuberías, vigas, etc.) deben aislarse para no provocar falsos positivos, etc., la superficie no debe estar inclinada (por ejemplo un talud) para que así el agua no se desplace impidiendo establecer el puente eléctrico en caso de perforación de la membrana. El método del dipolo o bipolar se realiza sobre
30 geomembranas cubiertas con mineral o llenas de líquido conductor (como agua); detecta flujos de corriente del material sobre la geomembrana hacia el material debajo de la misma que sólo ocurrirán en caso de agujeros en la membrana; la detección también se basa en detectar corrientes eléctricas, para lo que utiliza una fuente de alimentación de alto voltaje colocando electrodos en el material o líquido que está
35 sobre la geomembrana y en el material por debajo de ésta, después un operador con

un equipo de medida apropiado va leyendo diferencias de potencial siguiendo una malla ya establecida. Tiene la desventaja de que la sensibilidad del equipo que realiza las lecturas es muy dependiente del estado de humedad del material sobre la membrana (a veces será necesario regar), es un sistema que depende mucho de la experiencia del operador, necesita de una calibración del equipo de lectura sobre perforaciones reales de diferente tamaño para las condiciones reales (materiales, clima, suelo, etc.) de la zona a inspeccionar.

Igualmente, se conocen otras soluciones basadas en el posicionamiento de electrodos para la detección de fugas, así como, otras técnicas basadas en medir la concentración de ciertos contaminantes en puntos concretos distribuidos por la geomembranas para así detectar fugas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

El objeto de la invención es un dispositivo que permita detectar daños en una geomembrana de manera temprana, es decir, antes de que se produzca la rotura de la misma y el procedimiento para llevar a cabo dicha detección. El problema técnico a resolver es configurar el dispositivo para alcanzar el objeto citado y establecer las etapas del procedimiento.

A la vista de lo anteriormente enunciado, la presente invención se refiere a un dispositivo para detección temprana de daños en una geomembrana que incluye configuraciones que siguen un patrón, el dispositivo comprende unos medios de almacenamiento de datos y un procesador de datos, como es conocido en el estado de la técnica.

Caracteriza al dispositivo el que además comprende unos medios de iluminación para iluminar las configuraciones de la geomembrana y una cámara para registrar la reflexión de la luz en dichas configuraciones de la geomembrana, de manera que los medios de almacenamiento de datos incluyen el patrón de las configuraciones de la

geomembrana, el procesador de datos es capaz de comprobar si la reflexión de la luz en las configuraciones de la geomembrana sigue el patrón almacenado para así detectar un daño en la misma.

- 5 Con configuraciones se quiere referir tanto a sobrerrelieves como a bajorrelieves, en definitiva, distorsiones de la superficie principal lisa de un elemento laminar como es la geomembrana.

La elección de una geomembrana con configuraciones viene dada porque se conocen
10 dos tipos de geomembranas: lisas y con configuraciones (o también citadas como texturizadas). Se ha comprobado que la inspección multiespectral de las geomembranas lisas no es viable técnicamente.

Por inspección multiespectral se conoce a la que se basa en el diferente
15 comportamiento que tienen los objetos frente a la luz. Cuando ésta incide sobre los objetos, un porcentaje es absorbido, otro es reflejado y otro es transmitido. Estos porcentajes dependen del rango espectral empleado. La inspección multiespectral se fundamenta en iluminar la zona a inspeccionar con un rango espectral tal que ocasione diferentes porcentajes de luz reflejada por los objetos a detectar.

20 Así, en una geomembrana con configuraciones la iluminación las resalta y se puede establecer un patrón.

La invención también se refiere a un procedimiento para la detección temprana de
25 daños en una geomembrana y con un dispositivo como los descritos. Caracteriza al procedimiento el que el dispositivo además comprende unos medios de iluminación y una cámara, y el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a. introducción en los medios de almacenamiento de datos del patrón de las configuraciones de la geomembrana;
- 30 b. iluminación de las configuraciones de la geomembrana con los medios de iluminación;
- c. registro de la reflexión de la luz en dichas configuraciones de la geomembrana con la cámara;
- d. tras el registro de la etapa c, comprobación por medio del procesador de datos de
35 si la reflexión de la luz en las configuraciones de la geomembrana sigue el patrón

- almacenado, normalmente mediante un algoritmo tras binarizar el patrón, lo cual permite un estudio estadístico de las configuraciones y la determinación de los daños en base a los diferentes parámetros estadísticos elegidos para cada caso concreto (según el tipo de configuraciones, el índice de certidumbre pretendido, etc.);
- 5 e. establecimiento de un daño cuando la comparación de la etapa d da como resultado de que no se sigue el patrón almacenado.

Una ventaja es que se lleva a cabo una detección con un alto índice de certidumbre, pues la geomembrana lisa presenta muchos falsos positivos debido a la suciedad, brillos, roces (que no son defecto), etc.

10

Otras ventajas relacionadas con las reivindicaciones dependientes se citan en la exposición detallada.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente, y nunca limitativas de la invención.

20

La figura 1 representa un esquema de una geomembrana con un dispositivo según la invención y móvil con orugas.

La figura 2 representa el dispositivo de la figura 1.

25

La figura 3 representa una porción de la geomembrana para mostrar las configuraciones y un daño.

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30

En la figura 1 se muestra un dispositivo (1) para detección temprana de daños (2), mostrado uno a modo de ejemplo en la figura 3, en una geomembrana (3) que incluye configuraciones (3.1) que siguen un patrón, también mostrado en la figura 3.

Como se aprecia en detalle en la figura 2, el dispositivo (1) comprende unos medios de almacenamiento de datos (1.1), de cualquiera de los tipos conocidos (memoria en disco, temporal –flash-, etc.) y un procesador de datos (1.2), también de cualquiera de los conocidos (microprocesador con varios núcleos,...), unos medios de iluminación
5 (1.3) para iluminar las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) y una cámara (1.4) para registrar la reflexión de la luz en dichas configuraciones (3.1) de la geomembrana (3), de manera que los medios de almacenamiento de datos (1.1) incluyen el patrón de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3), el procesador de datos (1.2) es capaz de comprobar si la reflexión de la luz en las configuraciones (3.1) de la
10 geomembrana (3) sigue el patrón almacenado para así detectar un daño (2) en la misma. En la figura 2 los medios de iluminación (1.3) se han representado tanto separados de la cámara (1.4) como incluidos en ésta, esta inclusión suele ser una opción habitual.

15 Los medios de iluminación (1.3) pueden ser de cualquier tipo, aunque se prefieren los de fuente de luz infrarroja pues se comprueba que ayuda a detectar mejor las configuraciones (3.1).

Una opción es que el dispositivo (1) además comprende un sistema inercial con un
20 dispositivo de geolocalización (1.5), como por ejemplo un GPS, y/o una estación total.

Se denomina estación total a un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

25 La incorporación de alguno de estos dispositivos aporta la ventaja de la obtención de un mapa digital de los daños detectados, con la opción de que estén georreferenciados y clasificados según su grado de riesgo a que con el tiempo se conviertan en punzonamientos o similares, lo que provocaría fugas de lixiviados. Este
30 mapa, además de informar de los problemas que tiene la geomembrana, permitirá planificar y organizar de forma óptima las futuras reparaciones.

El dispositivo (1) aquí descrito puede irse colocando en diferentes posiciones de la geomembrana (3), según las necesidades del caso y la dimensión de ésta. De todas
35 maneras, es ventajoso que el dispositivo (1) comprenda una plataforma (1.6) móvil

mediante orugas (1.7), por ejemplo, que es muy adecuado aunque podrían ser ruedas, sobre dicha plataforma (1.6) se disponen los medios de almacenamiento de datos (1.1), el procesador de datos (1.2), los medios de iluminación (1.3) y la cámara (1.4). Opcionalmente, al dispositivo (1) se puede añadir el sistema inercial con dispositivo de geolocalización (1.5) se dispone sobre la plataforma (1.6).

El procedimiento para la detección temprana de daños (2) en una geomembrana (3) que incluye configuraciones (3.1) que siguen un patrón, mediante un dispositivo (1) que comprende unos medios de almacenamiento de datos (1.1) y un procesador de datos (1.2), en el que el dispositivo (1) además comprende unos medios de iluminación (1.3) y una cámara (1.4), y el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a. introducción en los medios de almacenamiento de datos (1.1) del patrón de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3);
- b. iluminación de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) con los medios de iluminación (1.3), mostrado con línea discontinua en la figura 1;
- c. registro de la reflexión de la luz en dichas configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) con la cámara (1.4), mostrado con línea discontinua en la figura 1 como un haz que coincide con el haz que parte de los medios de iluminación (1.3);
- d. tras el registro de la etapa c, comprobación por medio del procesador de datos (1.2) de si la reflexión de la luz en las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) sigue el patrón almacenado;
- e. establecimiento de un daño (2) cuando la comparación de la etapa d da como resultado de que no se sigue el patrón almacenado.

Una opción es que cuando el dispositivo (1) además comprende un sistema inercial con dispositivo de geolocalización (1.5) y/o una estación total, el dispositivo (1) va registrando en los medios de almacenamiento de datos (1.1) sus diferentes posiciones para poder establecer en qué posición tiene lugar un daño (2) detectado, y así poder crear un mapa de los daños (2).

Otra opción es que cuando el dispositivo (1) además comprende una plataforma (1.6) móvil mediante orugas (1.7), sobre dicha plataforma (1.6) se disponen los medios de almacenamiento de datos (1.1), el procesador de datos (1.2), los medios de

iluminación (1.3) y la cámara (1.4), las etapas b y c tienen lugar durante el recorrido del dispositivo (1) por la geomembrana (3), con lo que se lleva a cabo la detección de manera continuada. Aunque esta es la opción más ventajosa no es la única, pues según el caso puede ser adecuado un dispositivo (1) no móvil que se va cambiando de posición, por ejemplo, en una geomembrana (3) de pequeñas dimensiones, en la que el dispositivo (1) debe ser lo más económico posible y con el menor gasto energético posible pues la recarga de baterías es dificultosa por ser un paraje remoto, dicho dispositivo (1) se dispone sobre un soporte de tipo trípode que se va desplazando manualmente sobre la geomembrana (3).

10

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) para detección temprana de daños (2) en una geomembrana (3) que incluye configuraciones (3.1) que siguen un patrón, el dispositivo (1) comprende unos
5 medios de almacenamiento de datos (1.1) y un procesador de datos (1.2), **caracterizado por** que el dispositivo (1) además comprende unos medios de iluminación (1.3) para iluminar las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) y una cámara (1.4) para registrar la reflexión de la luz en dichas configuraciones (3.1) de la geomembrana (3), de manera que los medios de almacenamiento de datos (1.1)
10 incluyen el patrón de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3), el procesador de datos (1.2) es capaz de comprobar si la reflexión de la luz en las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) sigue el patrón almacenado para así detectar un daño (2) en la misma.

15 2.-Dispositivo (1) según la reivindicación 1 en el que los medios de iluminación (1.3) son una fuente de luz infrarroja.

3.-Dispositivo (1) según la reivindicación 1 que además comprende un sistema inercial con un dispositivo de geolocalización (1.5) y/o una estación total.

20

4.-Dispositivo (1) según la reivindicación 1 que además comprende una plataforma (1.6) móvil mediante orugas (1.7), sobre dicha plataforma (1.6) se disponen los medios de almacenamiento de datos (1.1), el procesador de datos (1.2), los medios de iluminación (1.3) y la cámara (1.4).

25

5.-Dispositivo (1) según las reivindicaciones 1 y 4 en el que el sistema inercial con dispositivo de geolocalización (1.5) se dispone sobre la plataforma (1.6).

6.-Procedimiento para la detección temprana de daños (2) en una geomembrana (3)
30 que incluye configuraciones (3.1) que siguen un patrón, mediante un dispositivo (1) que comprende unos medios de almacenamiento de datos (1.1) y un procesador de datos (1.2), **caracterizado por** que el dispositivo (1) además comprende unos medios de iluminación (1.3) y una cámara (1.4), y el procedimiento comprende las siguientes etapas:

- a. introducción en los medios de almacenamiento de datos (1.1) del patrón de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3);
- b. iluminación de las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) con los medios de iluminación (1.3);
- 5 c. registro de la reflexión de la luz en dichas configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) con la cámara (1.4);
- d. tras el registro de la etapa c, comprobación por medio del procesador de datos (1.2) de si la reflexión de la luz en las configuraciones (3.1) de la geomembrana (3) sigue el patrón almacenado;
- 10 e. establecimiento de un daño (2) cuando la comparación de la etapa d da como resultado de que no se sigue el patrón almacenado.

7.-Procedimiento según la reivindicación 6 en el que cuando el dispositivo (1) además comprende un sistema inercial con dispositivo de geolocalización (1.5) y/o una
15 estación total, el dispositivo (1) va registrando en los medios de almacenamiento de datos (1.1) sus diferentes posiciones para poder establecer en qué posición tiene lugar un daño (2) detectado.

8.-Procedimiento según la reivindicación 6 en el que cuando el dispositivo (1) además
20 comprende una plataforma (1.6) móvil mediante orugas (1.7), sobre dicha plataforma (1.6) se disponen los medios de almacenamiento de datos (1.1), el procesador de datos (1.2), los medios de iluminación (1.3) y la cámara (1.4), las etapas b y c tienen lugar durante el recorrido del dispositivo (1) por la geomembrana (3).

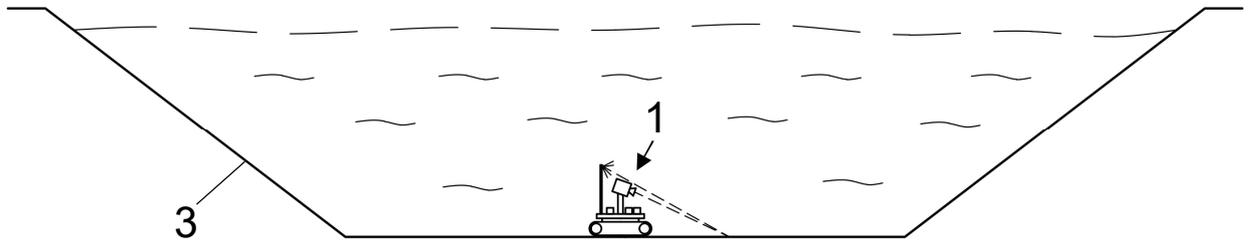


Fig.1

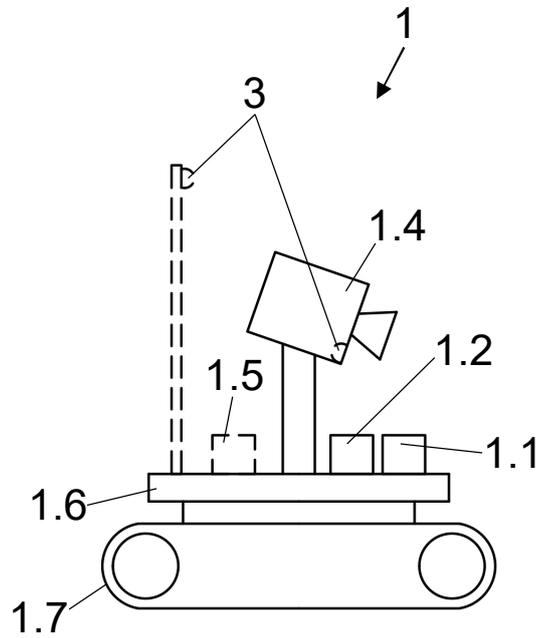


Fig.2

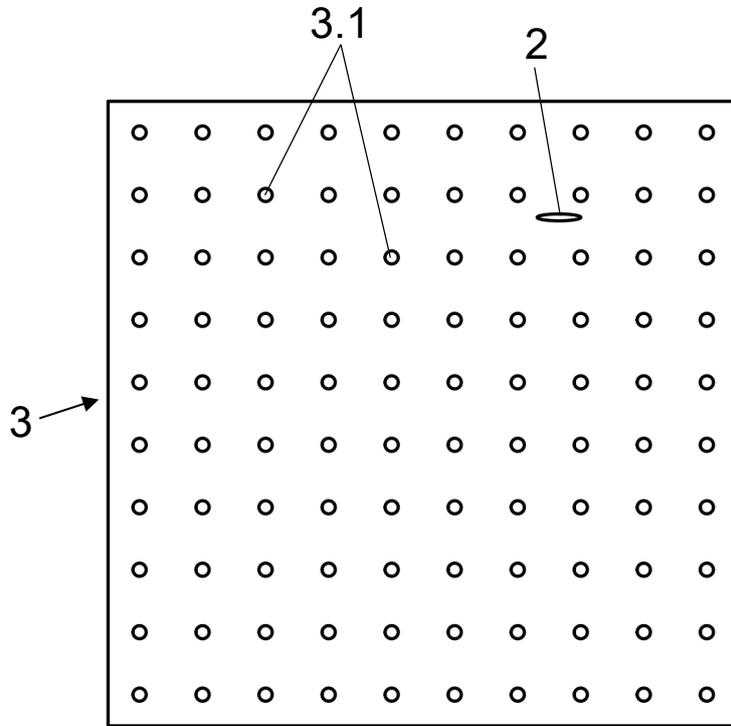


Fig.3



- ②1 N.º solicitud: 201830187
②2 Fecha de presentación de la solicitud: 27.02.2018
③2 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤1 Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤6 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	JP 2003004647 A (TOYO BOSEKI) 08/01/2003, todo el documento &JP2003004647, resumen de la base EPODOC en EPOQUEnet &resumen de la base de datos WPI en EPOQUEnet &traducción automática de la EPO de14/08/2018	1 – 3, 6, 7 4, 5, 8
Y	LIM, R.S. et al. A robotic crack inspection and mapping system for bridge deck maintenance. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 09/01/2014, Vol. 11, Nº 2, Páginas 367 - 378, ISSN 1545-5955 (print), <DOI: 10.1109/TASE.2013.2294687>	4,5,8
X	CHIU, W. K. et al. Large Structures Monitoring Using Unmanned Aerial Vehicles. Procedia Engineering - 6TH Asia pacific Workshop on Structural Health Monitoring (6th APWSHM), 09/05/2017, Vol. 188, Páginas 415 - 423, ISSN 1877-7058 (electronic), <DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.503>	1-8
A	TAKE, W. A. et al. Quantifying geomembrane wrinkles using aerial photography and digital image processing. Geosynthetics International, 31/08/2007, Vol. 14, Nº 4, Páginas 219 - 227, ISSN 1072-6349 (print) ISSN 1072-6349 (electronic), <DOI: 10.1680/gein.2007.14.4.219>	1, 6

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
27.08.2018

Examinador
A. Figuera González

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N21/898 (2006.01)

G06T7/00 (2017.01)

G01N21/956 (2006.01)

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

G01N, G06T

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

INVENES, EPODOC, WPI, TXTE, BIOSIS, COMPENDEX, EMBASE, INSPEC, MEDLINE, XPAIP, XPESP, XPI3E, XPIEE, Internet