(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 028 244**

(21) Número de solicitud: 202331050

(51) Int. Cl.:

E01C 7/32 (2006.01)
E02D 3/12 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

18.12.2023

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

18.06.2025

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (100.00%)
C/ Juan de Quesada, 30
35001 Las Palmas de Gran Canaria (Las Palmas) ES

(72) Inventor/es:

CABRERA GARCÍA, Víctor Manuel y
CABRERA GARCÍA, Amílcar José

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

(54) Título: **PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE UNA INFRAESTRUCTURA VIARIA SOBRE UN CAMPO DE LAVA CALIENTE**

(57) Resumen:

Procedimiento de construcción de una infraestructura viaria sobre un campo de lava caliente.

La presente invención se refiere a un procedimiento de construcción de infraestructuras viarias en coladas de lava que comprende las etapas de ir extendiendo una primera capa (9) sobre un campo de lava caliente (10); una segunda capa (8) sobre la primera capa (9); una tercera capa (7) sobre la segunda capa (8); una cuarta capa (6) sobre la tercera capa (7) y una quinta capa (5) sobre la cuarta capa (6), donde el campo de lava caliente (10) se encuentran a una temperatura superior a 100 ºC y después de extender cada una de las capas se añade una dotación de salmuera.

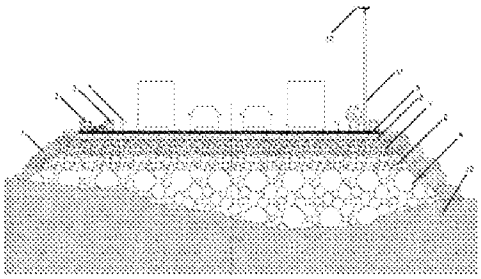


FIG. 1

ES 3 028 244 A1

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA VIARIA SOBRE UN CAMPO DE LAVA CALIENTE

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de construcción de una infraestructura viaria en un entorno hostil con coladas de lava de reciente formación sin que se produzca la degradación y erosión de los materiales constructivos por el efecto de las altas temperaturas, de forma que se resuelve satisfactoriamente el problema técnico que tienen los materiales constructivos no solo cuando están expuestos a temperaturas superiores a 100ºC, sino también a partir de 300ºC, cuando se suele iniciar la gasificación de los componentes de los materiales (gases contaminantes) y a partir de los 500ºC, cuando suele iniciarse el proceso de combustión de los mismos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En referencia al estado de la técnica, se tiene constancia de que las diversas capas de terrenos seleccionados que configuran una infraestructura viaria se realizan por compactación mecánica aportando humedad por medio de una dotación de agua (l/m2) en aras de obtener resultados satisfactorios de resistencia de las diferentes capas mediante diversos ensayos establecidos por la legislación local vigente. Este procedimiento se realiza desde la cimentación del firme, a través del núcleo del terraplén, que asienta directamente sobre el terreno destinado a albergar la infraestructura viaria. Sobre el núcleo del terraplén se extiende la explanada. Estas son dos capas diferenciadas, aunque de mucha similitud en cuanto a materiales y configuración. Una vez generada la cimentación de la estructura, se procede a formar el firme. Para ello, se comienza con una primera capa subbase, seguida de una capa base para finalizar una capa de rodadura, destinada al tráfico rodado y tránsito de peatones.

Sin embargo, en este procedimiento de construcción, si bien la variación de los materiales empleados es muy diversa en cuanto a estructura y tamaño, el material fundamental encargado de la compactación de todos ellos para conformar cualquiera de las capas es el agua, sin el que no sería posible llevar a cabo la conformación de la infraestructura viaria.

No se conocen experiencias referidas a la realización de infraestructuras viarias sobre un campo de lavas calientes, con temperaturas superiores a los 100ºC o donde se utilice la lava como elemento de construcción, debido, por un lado, tal y como se ha indicado, a la evaporación que sufre el agua al entrar en contacto con estos elementos a estas temperaturas y, por otro lado, a la conocida degradación que sufren los materiales constructivos convencionales, tales como asfaltos, hormigones, armaduras y demás ante temperaturas tan elevadas.

El documento GB460279A describe un método para construir caminos ligados con mortero que consiste en aplicarles, antes de que el mortero fragüe, una cobertura temporal de una sustancia capaz de absorber agua pero que tenga poca o ninguna permeabilidad al mortero, y efectuar la compresión del camino a través del intermediario de esta cobertura. El revestimiento, que puede ser, por ejemplo, de escoria triturada o de espuma de lava, absorbe el exceso de agua en el mortero y garantiza además una compresión uniforme de la carretera durante el proceso de laminación. El camino se puede construir aplicando primero una capa de mortero a los cimientos, esparciendo piedras rotas o guijarros sobre el mortero y luego rodando. A continuación, se añade otra cantidad de mortero y se trabaja mediante elutriación. A continuación, se aplica la capa de cobertura temporal de arena de lava y se lamina la superficie. El documento describe también un método de construcción de carretera que tiene una base de hormigón, una capa superior de macadán y una capa intermedia de amortiguación de arena de lava, espuma de lava o similar. La capa de macadán puede estar cubierta por una capa temporal de espuma de lava o similar.

El documento CN103030354A se refiere a un método de fabricación de hormigón compuesto de cemento y lava que se caracteriza porque se mezclan lechada fina de cemento, lechada gruesa de cemento y lava en diferentes proporciones y maneras. Un dispositivo comprende un agitador de lechada fina de cemento, un agitador de lechada gruesa de cemento y un agitador de arena y lava de cemento; y los materiales comprenden agua, cemento, arena refinada, arena gruesa, lava y yeso. El método comprende las siguientes etapas: en primer lugar, mezclar agua, cemento y arena fina para formar la lechada fina de cemento, y mezclar agua, cemento y arena gruesa para formar la lechada gruesa de cemento; en segundo lugar, rellenar la lechada fina de cemento y el cemento y la arena gruesa sobre la superficie de lava y pozos, charcos de contracción, agujeros y huecos; y finalmente, mezclar con lava para formar la arena de cemento y el hormigón de lava. El cemento en la superficie de lava y fosas, charcos de contracción, agujeros y huecos es eficaz y condensado, de modo que la resistencia

a la compresión del cemento mejora considerablemente y el hormigón se puede utilizar para la construcción de carreteras y puentes.

Sin embargo, el uso de la lava en estos documentos, tanto para el método de construcción descrito como para el método de fabricación de hormigón, se aplica con la lava como material en condiciones ambientales, es decir, ya enfriada.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de construcción de una infraestructura viaria sobre un campo de lavas calientes mediante el cual es posible construir infraestructuras viarias en un entorno hostil con coladas de lava de reciente formación sin que se produzca la degradación y erosión de los materiales constructivos por el efecto de las altas temperaturas.

De esta forma, según se describirá más adelante, la invención resuelve satisfactoriamente el problema técnico que tienen los materiales constructivos cuando están expuestos a temperaturas superiores a 100ºC, por no poder llevarse a cabo una adecuada compactación de los materiales debido a la evaporación que sufre el agua al ser aplicada, a partir de 300ºC, cuando se suele iniciar la gasificación de los componentes de los materiales (gases contaminantes) y a partir de los 500ºC,cuando suele iniciarse el proceso de combustión de los mismos.

El sistema que se genera mediante el procedimiento de construcción de la presente invención permite reducir paulatinamente las altas temperaturas de convección, desde una temperatura entre 100ºC y 600ºC hasta la temperatura ambiente existente en la última capa, la capa de rodadura de la infraestructura viaria, con la finalidad de que tanto los vehículos como las personas puedan transitar con criterios de seguridad y sin que se produzca degradación de los materiales por el efecto de las altas temperaturas.

De esta forma, la invención consiste en un procedimiento de construcción de infraestructuras viarias en coladas de lava que comprende las siguientes etapas, ya conocidas en el estado de la técnica:

a) Extender una primera capa sobre un campo de lava caliente;
b) Extender una segunda capa sobre la primera capa;
c) Extender una tercera capa sobre la segunda capa;

d) Extender una cuarta capa sobre la tercera capa;
e) Extender una quinta capa sobre la cuarta capa.

Sin embargo, la parte inventiva consiste, por un lado, en que el campo de lava caliente donde se va a construir la infraestructura viaria se encuentran a una temperatura superior a 100ºC, pudiendo llegar a estar a 600ºC, y, por otro lado, en la adición de salmuera como material de compactación a las capas que conforman la infraestructura viaria. Esta salmuera añadida actuará también como aislante térmico, dada su baja conductividad térmica.

Como partes opcionales del procedimiento, se puede considerar también que el material pétreo que conforma las diferentes capas de la infraestructura viaria procede de una eclosión volcánica del entorno donde se está llevando a cabo la obra y que, preferentemente está constituido a base de piedras de basalto, áridos de basalto y ceniza volcánica.

De forma preferente, la cantidad de salmuera que debe añadirse para cualquiera de las capas es de al menos 2 l/m^2.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- La figura 1 representa una sección transversal de la infraestructura viaria construida sobre un campo de lavas calientes y con materiales procedentes de la erupción volcánica.
- La figura 2 representa una vista ampliada de cualquiera de las capas compactadas que conforman la infraestructura viaria formadas por material pétreo que incluye precipitado formado a partir de la salmuera de relleno una vez evaporada el agua y el cloro.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

Según se representa en la figura 1, la sección transversal de la infraestructura viaria presenta una serie de capas conformadas por diferentes materiales, tanto en cuanto a tamaño como en cuanto a cantidad, destinadas a aportar la compactación y la solidez necesaria para

conformar una zona de paso de vehículos. En la zona más externa, donde se ubica la capa de rodadura, se ubican los muros de mampostería (3), realizados de mampostería hormigonada, que ejercen la función protectora frente a los calores de conducción para aportar seguridad a la vía, una barrera de contención vehicular (4), destinada no solo a delimitar el ancho de la vía, sino también a ofrecer seguridad vial, las canalizaciones de los servicios esenciales (2), como red de media tensión, red de fibra óptica, red de agua de abastecimiento y de riego y luminarias (11) de alto rendimiento, que típicamente disponen de placas solares (12) para su autoabastecimiento eléctrico.

En el caso que nos ocupa, se ha alterado la configuración de los materiales pétreos (13) con la finalidad de conseguir una infraestructura viaria con criterios de seguridad aceptables ante las elevadas temperaturas que presenta el entorno físico.

De esta forma, la configuración de la infraestructura viaria es según se indica a continuación.

El núcleo del terraplén, o pedraplén, configura una primera capa (9) que se extiende sobre el campo de lava caliente (10) donde se va a construir la infraestructura viaria. Consiste en una capa que llega a superar los 2 metros de espesor, compuesta por piedras de basalto con un gramaje que oscila entre los 800 Kg y los 2.000 Kg, donde el relleno de los huecos se realiza con áridos de basalto de diferentes granulometrías y con ceniza volcánica. Posteriormente se aporta una dotación de 2 l/m^2 de salmuera para favorecer la compactación y la baja conductividad térmica de los mencionados materiales pétreos (13). La protección de los taludes laterales de la plataforma de la infraestructura viaria se conforma mediante una escollera (1) natural de piedras basálticas de 1.000 Kg aproximadamente para evitar los futuros daños que pudieran ocasionar las escorrentías del agua de lluvia sobre los laterales de los taludes.

Sobre el pedraplén que configura la primera capa (9) se extiende una segunda capa (8), la explanada, consistente en una serie de capas con un total máximo de 1,50 metros de espesor compuesta de “todo uno de cantera”, con un tamaño máximo de piedras basálticas de 1.000 mm, donde el relleno de los huecos se realiza con áridos de basalto de diferentes granulometrías, sellándose para dar seguridad y transitabilidad durante la ejecución con ceniza volcánica y cal viva, así como un riego con una dotación de 2 l/m^2 de salmuera para favorecer la compactación y la baja conductividad térmica de dicha segunda capa (8).

Una vez conformada la cimentación de la infraestructura, se comienza con las capas que conforman el firme.

Sobre la explanada que conforma la segunda capa (8) se extiende una tercera capa (7), la subbase, consistente en una capa de 1 metro de espesor uniforme compuesta por áridos de basalto de diferentes granulometrías: (20/40) al 30%, (6/12) al 30%, y ceniza volcánica (0/6) al 40% a la que se le aporta una dotación de 2 l/m^2 de salmuera para favorecer la compactación y la baja conductividad térmica de dicha tercera capa (7), con un valor de densidad máxima Proctor de 2,046 gr/cm^3.

A continuación se extiende una cuarta capa (6), la base, que se extiende sobre la subbase que conforma la tercera capa (7), consistente en una capa de 70 cm de espesor uniforme realizada con una mezcla de áridos de basalto de machaqueo de las coladas de lava de diferentes granulometrías: (20/40) al 20%, (6/12) al 20%, (0/6) al 40%, y ceniza volcánica al 20%, con dotación de 2 l/m^2 de salmuera y teniendo como conglomerante cal hidráulica.

Por último, se extiende una quinta capa (5) exterior, conformada sobre la cuarta capa (6), que es la capa de rodadura consistente en una capa de 15 cm de espesor uniforme realizada con hormigón romano reforzado con cemento y compuesto principalmente por áridos de machaqueo procedentes de las coladas de lava de diferentes granulometrías: (20/40) al 20%, (6/12) al 20%, (0/6) al 40% y ceniza volcánica al 20%. Como conglomerantes se emplea cal viva al 75% y cemento enriquecido con alúmina al 25%. La dotación dl fluido se realiza con salmuera.

Como no puede ser de otra manera, se mantiene siempre el objetivo de que el procedimiento de construcción de la invención se encuentre acorde a la normativa vigente, basado en la aplicación de diferentes capas de material con diferentes resistencias. Trabajando sobre la sección genérica que plantea la norma, se altera la volumetría y composición de los materiales, así como el agua utilizada, que deja de ser agua de riego para utilizar salmuera como medio de aislamiento térmico.

La figura 2 representa una ampliación a gran escala de una zona de las capas de la infraestructura viaria de la invención formada por material pétreo (13) y un precipitado (14) obtenido a partir de la salmuera de relleno una vez se ha evaporado tanto el agua dulce como el cloro y formado mayormente por sodio.

El material pétreo (13) está constituido por las piedras de basalto, los áridos de basalto y la ceniza volcánica que utilizan las diferentes capas que conforman la infraestructura viaria.

La configuración de un terraplén en un medio poroso mediante agua de riego a temperaturas superiores a los 100ºC desde el inicio de la conformación de cada una de las capas es totalmente inviable debido a la evaporación que se produce del agua.

El único ensayo según el marco normativo vigente a la hora de ejecutar terraplenes en infraestructuras viarias y poder comprobar el grado de compactación es el ensayo de placas de carga y el establecimiento del módulo de compresibilidad y, por lo tanto, la capacidad portante de un terraplén.

El agua dulce o de riego no puede utilizarse en este tipo de infraestructuras debido, por un lado, a la caracterización fisicoquímica que tienen las coladas volcánicas por su porosidad y, por otro lado, a las altas temperaturas de convección existentes desde el principio hasta el final de la sección transversal del terraplén.

El empleo de agua salada implica que las altas temperaturas van a efectuar que se produzca una evaporación tanto del agua dulce como del cloro existente en la salmuera, permaneciendo el precipitado (14), formado mayormente por sodio. Este sodio, a través de la temperatura de condensación que se crea dentro del sistema, por un lado, entra en el interior de los poros de las rocas volcánicas que forman las distintas capas y, por otro lado, conecta externamente los diferentes materiales pétreos (13), no ya solo de piedras de basalto, sino también los áridos de basalto y la ceniza volcánica, produciendo un proceso químico de cristalización y provocando una mineralización completa del sistema, es decir, conformando un conglomerado formado por material volcánico y sodio.

El hecho de que el cloro empiece literalmente a volatilizarse, a partir de una temperatura de 100ºC y provocar la conformación de este conglomerado, se ve enormemente acelerado cuando las temperaturas suben hasta 300ºC o incluso 500ºC, donde se produce un efecto inmediato de la cristalización del sodio y llevando a cabo, al mismo tiempo, una transformación del calor de convección en calor de conducción en las capas altas. De esta forma, hay una transmisión de calor constante que favorece en gran medida la cristalización del sodio dentro del medio poroso, haciendo no solo de aislante térmico, dado que posee una conductividad térmica muchísimo menor que una infraestructura viaria tradicional, sino también como material compactador, al crear una unión con las rocas que provoca la unión entre ellas.

Este procedimiento de construcción hace que, en lugar de tener que esperar 300 o 400 días para poder construir una infraestructura viaria en una zona de reciente actividad volcánica, con toda la infraestructura que conlleva, no solo de capacidad de movimiento de vehículos, sino también de infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, pueda comenzar al día siguiente, en cuanto que el calor, no solo no es un problema, sino que es un aliado en este tipo de construcción.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de construcción de infraestructuras viarias en coladas de lava que comprende las siguientes etapas:

a) Extender una primera capa (9) sobre un campo de lava caliente (10);
b) Extender una segunda capa (8) sobre la primera capa (9);
c) Extender una tercera capa (7) sobre la segunda capa (8);
d) Extender una cuarta capa (6) sobre la tercera capa (7);
e) Extender una quinta capa (5) sobre la cuarta capa (6);

estando el procedimiento **caracterizado** por que el campo de lava caliente (10) se encuentra a una temperatura superior a 100ºC y por que después de extender cada una de las capas se añade una dotación de salmuera.

2. El procedimiento de construcción de infraestructuras viarias de la reivindicación 1, donde las capas (1-5) están conformadas por un material pétreo (13) procedente de una eclosión volcánica del entorno.

3. El procedimiento de construcción de infraestructuras viarias de la reivindicación 2, donde el material pétreo (13) está constituido a base de piedras de basalto, áridos de basalto y ceniza volcánica.

4. El procedimiento de construcción de infraestructuras viarias de la reivindicación 1, donde la dotación de salmuera para cualquiera de las capas (5-9) es de al menos 2 l/m^2.

5. El procedimiento de construcción de infraestructuras viarias de la reivindicación 1, donde las coladas de lava se encuentran a una temperatura entre 100ºC y 600ºC.

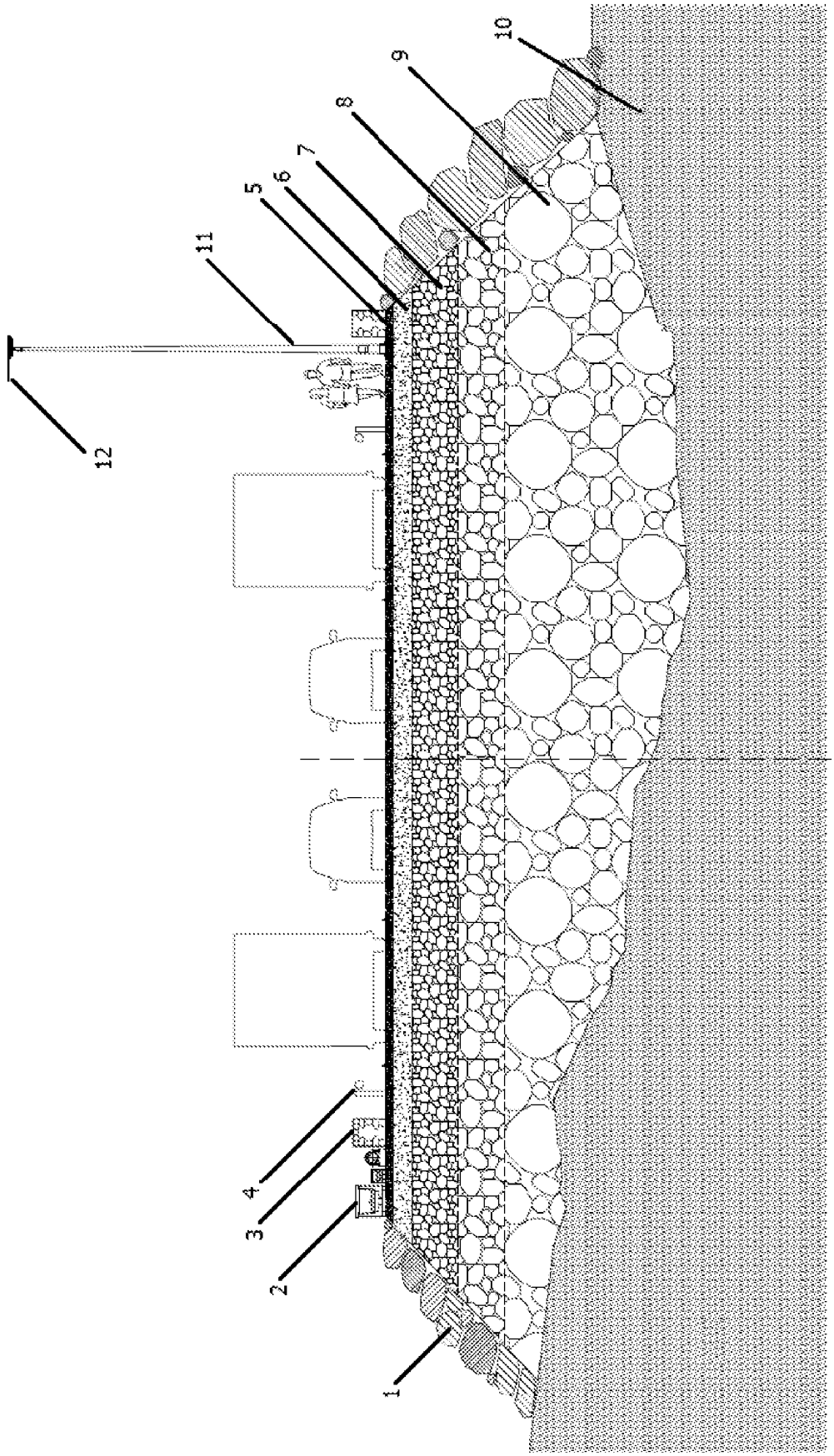


FIG. 1

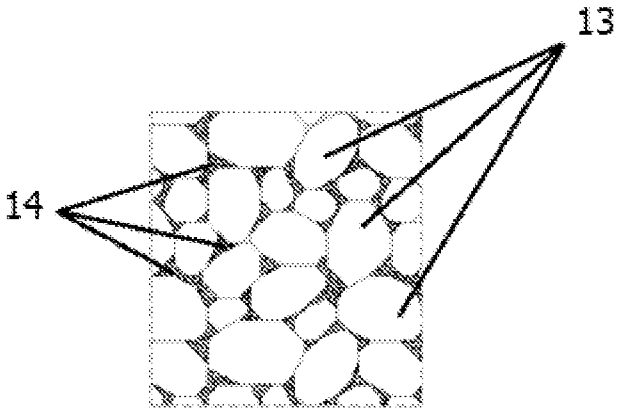


FIG. 2

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202331050

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2023

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. CI.: ***E01C7/32*** (2006.01)
E02D3/12 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	EL TIME. La tesis de Amílcar. La carretera que se impuso al volcán de La Palma.08/11/2022 https://www.youtube.com/watch?v=YCl9PzDwV6A	1-3, 5 4
X Y	EL TIME. Haciendo historia: Éxito del mortero romano para repavimentar la vía entre La Laguna-Las Norias.10/09/2023 https://web.archive.org/web/20220910082439/https://eltime.es/isla-bonita/41233-haciendo-historia-exito-del-mortero-romano-para-repavimentar-la-via-entre-la-laguna-las-norias.html	1-3, 5 4
Y A	CARLOS BARBOZA PANIRE. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PAVIMENTO ESTABILIZADO QUIMICO CLORURO DE SODIO (SAL COMUN).07/2022 https://puertoarica.cl/uploads/licitaciones/2022/PUB04/EETT_ESTABILIZADO_QUIMICO_SAL_COMUN.pdf	4 1-3, 5
A	NATIONAL LIME ASSOCIATION. Manual de estabilización de suelo tratado con cal.11/2006 https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf	1-5
A	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG3).2018 https://www.mitma.gob.es/carreteras/normativa-tecnica/17-pliegos-de-prescripciones-tecnicas-generales	1-5

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	Examinador	Página
22.01.2024	M. C. Seijo Veiguela	1/3

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202331050

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 18.12.2023

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. CI.: ***E01C7/32*** (2006.01)
E02D3/12 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GEOTECNIA FÁCIL. BASALTO: IDENTIFICACIÓN, PROPIEDADES, FORMACIÓN Y USOS.05/10/2021 https://web.archive.org/web/20211005154030/https://geotecniafacil.com/basalto/	**3**
A	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE. GUÍA PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE MUROS DE ESCOLLERA EN OBRAS DE CARRETERA .2006 https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710100.pdf	**3**
A	PÉREZ DE CÁRCAMO S.A. Salmuera Saturada.01/08/2021 https://web.archive.org/web/20210801135311/https://www.perezdecarcamo.com/producto/salmuera/	4
A	EL BLOG DEL MITMA. Carretera de La Palma sobre colada volcánica (Canarias).15/10/2023 https://web.archive.org/web/20231015042934/https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/blog-mitma/carretera-de-la-palma-sobre-colada-volcanica-canarias	1-5

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	Examinador	Página
22.01.2024	M. C. Seijo Veiguela	2/3

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

E01C, E02D

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, INTERNET