

①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①1 Número de publicación: **2 374 127**

②1 Número de solicitud: 201000087

⑤1 Int. Cl.:
E02D 17/20 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

②2 Fecha de presentación: **21.01.2010**

④3 Fecha de publicación de la solicitud: **14.02.2012**

④3 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
14.02.2012

⑦1 Solicitante/s:
3S GEOTECNIA Y TECNOLOGÍA, S.L.
Beitza Bidea, 10 – Izda.
20115 Astigarraga, Gipuzkoa, ES

⑦2 Inventor/es: **Torres Vila, Juan Antonio;**
Llano Flórez, Jesús Miguel y
Torres Vila, Carlos Manuel

⑦4 Agente: **No consta**

⑤4 Título: **Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero para su empleo como membranas flexibles en sistemas de estabilización de taludes.**

⑤7 Resumen:

Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero para su empleo como membranas flexibles en sistemas de estabilización de taludes que modifica sus propiedades mecánicas de comportamiento carga-deformación al eliminar la mayor parte de la deformación estructural permanente, al someter un sector de malla de ancho variable, longitud y luz interior inicial a un proceso de precarga o predeformación, que provoque un aumento de la longitud final y la reducción de la luz interior de las espiras de la malla, lo que permite su aplicación como membrana flexible de un sistema de estabilización y protección de taludes así como en otras aplicaciones en las que sean empleadas en calidad de elementos con carácter estructural.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero para su empleo como membranas flexibles en sistemas de estabilización de taludes.

Sector de la técnica

De manera genérica la invención se encuentra dentro de los campos de aplicación en el que se utilizan mallas de alambre de acero como elementos con carácter y función estructural.

En particular, dentro del campo de la Geotecnia, se encuentra enmarcada dentro de las soluciones de aplicación de los sistemas para la estabilización y protección de taludes en desmontes o laderas naturales en los que se emplean membranas flexibles para su combinación con un sistema de anclajes al terreno, tanto de tipo activo como pasivo, así como su empleo en sistemas de protección frente a desprendimientos y caídas de rocas.

Estado de la técnica

Son conocidos y de uso ampliamente extendidos en gran número de aplicaciones, antecedentes relativos a diferentes tipos de mallas de alambre de acero, principalmente en cerramientos y en usos industriales.

De manera general, se hace referencia a aquellas aplicaciones en las que las mallas de alambre de acero son utilizadas como elementos con función estructural, y de manera particular a aquellas aplicaciones en las que son empleadas como elementos para el soporte o reparto de esfuerzos generados por movimientos del terreno, bien de manera individual o combinados con otros elementos o materiales.

En el campo de tratamiento de taludes y laderas está ampliamente extendido el empleo de mallas de alambre de acero simplemente colgadas de la parte superior del talud o ladera. En este caso, se trata de medidas preventivas que sirven de guiado de los pequeños desprendimientos hacia las cunetas o áreas de captación en los laterales de la vía o zona a proteger.

De manera particular, relativo al campo referido en el que se enmarca el objeto de la presente invención, también son conocidas aplicaciones en las que se emplean las referidas mallas de alambre de acero como elementos constituyentes de sistemas flexibles de estabilización y protección de taludes que emplean membranas flexibles, combinadas en todo caso con un sistema de anclajes tanto activos como pasivos anclados en la zona estable del terreno.

Generalmente, dicha membrana flexible está constituida por una malla de alambre de acero la cual, sometida a esfuerzos de tracción y vinculada con elementos de arriostre, sirve de cobertura de la superficie de la zona a estabilizar trabajando como elemento de soporte o reparto de la presión estabilizadora al ser sometidas a esfuerzos de tracción.

Estos sistemas flexibles de estabilización tienen por función evitar los desprendimientos y los movimientos de las masas de suelo y rocas inestables del talud fijando dichas masas o elementos inestables en su posición original evitando su movilización y desprendimiento.

Dentro de los sistemas de estabilización que emplean membranas flexibles, se pueden diferenciar fundamentalmente dos tipos según su combinación con anclajes pasivos o activos, variando la forma de trabajo y comportamiento de los componentes del sistema.

El comportamiento de un sistema flexible de estabilización combinado con anclajes pasivos consiste en que el empuje ejercido por el terreno (1) es transmitido a la membrana flexible (2). Si la membrana transmite los esfuerzos de tracción (3) a los cables de refuerzo y arriostre (4) y de ellos a los anclajes (5) que disipan los esfuerzos en la zona estable del terreno, se puede dar tanto el modelo físico de comportamiento unidireccional (Figura 1) como el modelo físico de comportamiento bidireccional (Figura 2). Si la membrana transmite los esfuerzos directamente a los anclajes, sin la disposición de cables o elementos adicionales, se obtiene el modelo físico de comportamiento puntual (Figura 3). En todos los casos, en la cabeza de los anclajes se disponen placas especiales de fijación (6) con tuerca (7) para la transmisión de los esfuerzos.

En un sistema flexible de estabilización combinado con anclajes activos, los cuales son inicialmente pretensados y por tanto puestos en carga, se ejerce una presión distribuida sobre toda la superficie del terreno a través de la membrana flexible mediante su tensión y curvatura, por lo cual la membrana debe estar adosada convenientemente a la superficie de manera que sea capaz de transmitir al terreno la carga que recibe de los anclajes a través de los cables de refuerzo, disponiendo en todo caso en la cabeza de los anclajes placas especiales de fijación y reparto de carga.

En cualquiera de los casos, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de estabilización con membrana flexible, tanto con anclajes de tipo activo como pasivo, se requiere el cumplimiento estricto de un procedimiento de instalación detallado respetando la secuencia de las operaciones a realizar, de manera que se cumplan las hipótesis de diseño y de cálculo del mismo, y por tanto poder asegurar posteriormente su correcto funcionamiento.

Para la aplicación descrita con anterioridad, la utilización de membranas dentro de sistemas flexibles de estabilización de taludes, se han venido empleando soluciones basadas en paneles de redes de cable de acero sobre mallas de alambre de acero que conforman conjuntamente la membrana, así como diferentes tipos mallas de alambre de acero conformando la membrana por sí misma, en todos los casos con su combinación con anclajes al terreno.

Las soluciones que emplean paneles de redes de cable de acero resultan eficientes dada su elevada capacidad de soporte de empujes del terreno así como por la baja deformabilidad de la membrana que conforma. Estas soluciones, las cuales la práctica y la experiencia han sancionado como positivas durante los últimos años, presentan el inconveniente de su alto coste, el elevado número de componentes así como la complejidad de la instalación y el bajo rendimiento de la misma. De manera general, su aplicación requiere del empleo de mallas de alambre de acero como elemento de cierre de la cuadrícula interior de la red de cables y como elemento secundario que permite el montaje sobre el talud de dichos paneles de red de cable de acero, si bien no tienen función estructural alguna dentro del sistema.

En cuanto a los diferentes tipos de mallas de alambre de acero empleadas por sí solas como membranas flexibles en sistemas de estabilización, difieren entre sí generalmente por sus diferentes entramados o configuraciones, por su procedimiento de fabricación, por el tamaño del reticulado interior, por el empleo de diferentes diámetros y resistencias de los alambres, por el uso de diferentes tipos de protección anticorrosiva o por la disposición de varios alambres de acero.

En general, en todos los casos se ha partido de una tipología de malla de alambre de acero existente previamente y desarrollada originalmente para aplicaciones de uso general y nunca de manera específica como elemento de compromiso estructural como membrana flexible dentro de un sistema de estabilización, sin una adecuación previa de las características de la malla en función de la aplicación particular en la que se iban a emplear, y en particular al comportamiento carga-deformación de la misma.

Dentro de las diferentes mallas de alambre de acero, son usuales los que disponen de retícula interior hexagonal, también conocidos como mallas de doble o triple torsión (Figura 4), los cuales se consiguen por un proceso de fabricación por trenzado en el que las mallas individuales surgen por la torsión reiterada entre sí de dos alambres en sentido alterno, con lo que estos puntos torcidos discurren en la dirección longitudinal del trenzado y los alambres individuales transcurren diagonalmente a un lado y al otro.

Su procedimiento de fabricación requiere que el tipo de alambre, en particular sus características mecánicas y diámetro, sean tales que permita la fabricación del trenzado por doblado y torcido de los alambres constituyentes de la misma. Dicho proceso de fabricación que permite conseguir el entramado referido, se limita al empleo de alambre de acero dúctil y de resistencia a tracción usualmente comprendido entre 420 MPa y 550 MPa.

Con el procedimiento de fabricación y tipo de alambre descritos, se obtienen mallas trenzadas de baja resistencia a tracción debida a su configuración geométrica y con deformaciones muy elevadas, por lo que estas no son aptas para su empleo por sí solas como membranas flexibles dentro de un sistema de estabilización.

Se puede remarcar el carácter bidimensional de esta tipología de malla, dado el tipo de entramado y procedimiento de fabricación, así como que el trenzado final permite su enrollado para su almacenamiento y transporte, y el empleo común de diferentes grados de protección frente a la corrosión.

Por la sencillez de fabricación e instalación de la misma, así como por su bajo coste ha influido en que su empleo como mallas de guiado frente a los desprendimientos se halla extendido notablemente así como componente secundario dentro de un sistema flexible de estabilización, principalmente en los basados en el empleo de paneles de redes de cable de acero ya mencionados anteriormente.

Dentro de las diferentes mallas de alambre de acero, son también usuales las conocidas como mallas de simple torsión (Figura 5), las cuales se consiguen por un proceso de fabricación en el que se conforman por un proceso de plegado o doblado, formando espiras planas de alambre individuales (Figura 6), las cuales al ser entrelazadas entre sí (Figura 7), permiten la configuración final de la malla (Figura 5).

Su procedimiento de fabricación tradicional requiere el doblado del alambre a lo largo de un útil plano que gira conformando la espira, caracterizada por un ángulo de avance " β ", una altura de espira " $D/2$ ", una longitud de paso " d " y una luz interior de la espira " e ".

El tipo de alambre, en particular sus características mecánicas y diámetro, serán tales que permitan la fabricación de la malla por doblado de los alambres constituyentes de la misma. Dicho proceso de fabricación, en el que los alambres no son torcidos sobre otros para conformar torsiones sino que simplemente son doblados para formar las espiras individuales, permite el empleo de alambres de diámetro y resistencia a tracción variable.

Las espiras individuales (Figura 6) están entrelazadas entre sí de manera que se puede formar un lienzo de malla (Figura 5), de ancho determinado y longitud variable, el cual de manera genérica tiene los extremos cerrados por diferentes procedimientos: de doblado, torcidos entre sí o torcidos sobre sí mismos.

ES 2 374 127 A1

Se puede remarcar el carácter tridimensional de las mallas de simple torsión, dado el tipo de entramado y fabricación que están caracterizados por la luz interior de la espira “e”, así como que la malla obtenida finalmente permite su enrollado para su almacenamiento y transporte.

5 De manera genérica, este tipo de mallas de alambre de acero presentan usualmente un problema de deformación excesiva bajo la aplicación de carga, la cual se debe a la suma de dos componentes deformacionales: una permanente de carácter estructural debida al propio entramado que conforma la malla, y otra variable de carácter mecánico debida a la deformación elástica del acero bajo tensiones originadas por las cargas aplicadas.

10 Las mallas de simple torsión producidas con tecnología tradicional y alambre de acero dúctil y en general con resistencia de rotura a tracción por debajo de 550 MPa, presentan elevados niveles de deformación estructural al ser sometidas a cargas. Por lo tanto, en su aplicación particular como membrana flexible en un sistema de estabilización, la malla no es capaz de generar el soporte necesario hasta vencer la deformación estructural, lo que a su vez genera
15 bolsas de deformación inadmisibles para el fin último de estos sistemas que es estabilizar y mantener en su posición la capa superficial de terreno que cubre los taludes, por lo que hasta el presente no han sido empleadas de manera extendida por sí solas como membranas flexible de un sistema de estabilización de taludes.

Para su empleo en este campo, se requerirían mallas formadas por alambres de gran diámetro y retícula muy cerrada para compensar los elevados niveles de deformación, siendo sometidas por tanto a tensiones muy bajas con
20 respecto a su carga de rotura lo que las convierte en una solución costosa e ineficiente.

De manera particular se señala la existencia de mallas de simple torsión fabricadas con alambre de acero de elevada resistencia de rotura a tracción, comprendida entre 1.000 MPa y 2.200 MPa.

25 La producción de estas mallas requiere de un proceso de producción complejo y tecnología específica debido a la dificultad de plegado y fabricación de espiras planas con alambre de acero de alta resistencia a tracción.

Estas mallas han sido empleadas como membrana flexible dentro de un sistema de estabilización de taludes, siendo desarrolladas con el objetivo de obtener mallas de alambre de acero de bajo peso y elevada resistencia a tracción con
30 baja deformación estructural.

Dentro del campo elástico, la deformación unitaria del acero como componente de los alambres de acero de la malla es la misma para aceros de cualquier resistencia a tracción ya que el módulo de elasticidad es el mismo, por lo que la reducción de la deformación unitaria de la estructura de la malla para las mallas fabricadas con alambre de acero
35 de alta resistencia a tracción se deben al proceso de fabricación y la geometría de la malla obtenida y no al empleo de alambres de mayor resistencia.

Relativo a la resistencia a tracción de las mallas, la eficiencia obtenida por la introducción de alambres de acero de alta resistencia a tracción en la fabricación de mallas de simple torsión, con resistencia a tracción entre cuatro y
40 cinco veces mayor respecto al alambre de acero empleado usualmente, no es tan elevada como pudiese parecer por la mencionada relación directa entre las resistencias de los alambres de acero. Esto es debido a que durante el plegado del alambre para la fabricación de las espiras que conformarán la malla y el plegado adicional que se produce al entrar en carga la malla al tirar un alambre sobre otro en sentido contrario bajo una sollicitación estructural, como sucede por ejemplo en su empleo como membranas flexibles dentro de un sistema de estabilización de taludes, se produce una
45 significativa reducción de las características mecánicas del alambre de acero en la zona del doblez.

Es conocido que las características mecánicas de los alambres de acero varían por el proceso de doblado, torcido o conformado en relación al material que no es sometido a ningún proceso debido a la generación de unas tensiones residuales en las zonas próximas de los vértices de doblado, torcido o conformado, siendo estas de tracción en las
50 zonas convexas y de compresión en las zonas cóncavas generándose microfisuras en las zonas convexas sometidas a tracción.

Como resultado se producen unas pérdidas de resistencia en los alambres de acero que son más acusadas cuanto menor es el radio de curvatura de doblado y mayor es la resistencia a tracción del acero debido a la menor ductilidad
55 que presenta este tipo de acero. Debido a la estructura de la malla y su forma de trabajo, independientemente del resultado del plegado de la espira en fábrica, al entrar en carga se producirá un plegado adicional en los vértices de la malla con una relación entre el radio del alambre y el radio de curvatura del pliegue de 1:1 aproximadamente.

La posibilidad de generación de las microfisuras de mayor o menor entidad por doblado de un acero de alta
60 resistencia y baja ductilidad, reduce el área de la sección efectiva de acero en esa zona a la vez que adicionalmente puede abrir vías de posible oxidación, reduciendo las propiedades de la protección anticorrosiva del alambre en estas zonas.

La pérdida de resistencia a tracción de las mallas de simple torsión provocada por el doblado de los alambres de
65 acero en los vértices de las espiras, se puede aproximar a una variación lineal que se incrementa a medida que el acero gana en resistencia a tracción, pudiendo llegar esta pérdida a valores cercanos al 50% para las mallas fabricadas con alambres de acero de alta resistencia a tracción cercanos a 2.200 MPa.

Bajo las consideraciones descritas anteriormente referidas al estado actual de la técnica, el empleo de alambre de acero de alta resistencia a tracción para la fabricación de mallas de alambre de simple torsión no se constituye de forma evidente como la solución más eficiente para la producción de mallas destinadas a su empleo como membranas flexibles dentro de un sistema de estabilización de taludes.

Por otro lado, el empleo de alambres de acero de alta resistencia a tracción para la fabricación de mallas de simple torsión da lugar a membranas con resistencia a tracción elevada para los diámetros de alambre usuales, lo que infrautiliza estas mallas para su empleo en sistemas flexibles de estabilización para valores bajos de empuje del terreno, lo que conlleva a un alto coste para un rango importante de valores de soporte.

El objetivo de la presente invención es proporcionar una solución alternativa más eficiente a las mallas fabricadas con alambre de acero de alta resistencia a tracción, mediante el empleo como membrana flexible en un sistema de estabilización de mallas fabricadas con alambres de acero de resistencia a tracción menor a 1.000 MPa, más dúctiles y con mejor comportamiento al doblado.

Esta malla, según la descripción anterior y fabricada por los procedimientos tradicionales con la introducción de algunas modificaciones al proceso de doblado y conformación de la espira y sometida a un proceso de precarga adicional para eliminar la mayor parte de la deformación estructural, permite obtener mallas de baja deformación estructural con un comportamiento carga-deformación mejorado, con suficiente resistencia a tracción controlada por la sección de acero para su empleo preferente como membrana de soporte y reparto en los sistemas flexibles de estabilización de taludes.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de estabilización y protección de taludes que se basa en el empleo de una membrana flexible de soporte o reparto de carga dentro del sistema, obtenida por un procedimiento de adecuación y mejora de las mallas de alambre de acero con resistencia a tracción menor a 1.000 MPa. Se refiere también la invención a los accesorios necesarios de la misma para su empleo preferente como partes integrantes de un sistema flexible de estabilización de taludes así como el procedimiento de instalación para su adecuado funcionamiento.

El principal objeto de la invención es la adecuación del proceso de fabricación y la introducción de un proceso de mejora de las mallas de alambre de acero, que consiste en someterlos a una precarga o predeformación controlada para eliminar la componente de deformación estructural permanente de la malla de alambre de acero.

En su conjunto, la adecuación del proceso de fabricación y el proceso de precarga o predeformación controlada permite la modificación de las propiedades carga-deformación, obteniéndose mallas de alambre de acero de baja deformación bajo las cargas de trabajo durante su aplicación en una función estructural, preferentemente como membranas flexibles dentro de sistemas de estabilización de taludes.

El proceso de precarga o predeformación controlada (Figura 8) consiste en que una vez producidas las espiras y conformada la malla de la forma tradicional (8), ésta será sometida a un proceso de deformación bajo carga controlada, preferentemente en la dirección longitudinal de la malla, para eliminar la mayor parte de la componente de deformación estructural plástica permanente.

El proceso de precarga o predeformación controlada se realizará preferentemente por tracción en la dirección principal de trabajo de la malla, por compresión en la dirección perpendicular al plano de la malla o combinación de ambas, ya sea bajo carga o deformación controlada, manteniendo inalterable el ancho de los rombos por limitación del movimiento en el sentido transversal.

De manera preferente, el sector de malla, de ancho predeterminado, longitud inicial " L_0 " y luz interior " e_0 ", que va a ser sometido al proceso de precarga o predeformación controlada, es fijado en cada uno de los vértices del mismo a una estructura de soporte (9) tal que, en el extremo anterior (10) y delantero (11) del sector de malla de alambre a tratar, la posición de los vértices respecto a la estructura de soporte se mantiene fija y en los bordes laterales, la distancia entre los soportes se mantiene fija, pero los puntos de arriostramiento de los bordes laterales de la malla de alambre (12) se pueden trasladar en la dirección de la aplicación de la carga durante el proceso de predeformación.

La estructura de la instalación de precarga o predeformación permitirá el desplazamiento del soporte delantero respecto a los laterales por medio de elementos de guiado mediante la aplicación de una fuerza controlada " F " por medios mecánicos. El tratamiento consistirá en desplazar el borde delantero de la malla (11) mediante el desplazamiento del soporte delantero de la estructura de soporte una magnitud " ΔL " tal que provoque la pretensión del sector de malla (8), la reducción de luz interior de las espiras " e_f " (Figura 9) y por tanto de la mayor parte de la deformación estructural, la cual se producirá fundamentalmente en la unión de los vértices de las espiras, con una longitud final del sector de malla " L_f ".

Posteriormente se descarga el sector de malla predeformado, y se procede a aplicar el mismo proceso al sector siguiente y así sucesivamente a toda la longitud de la malla producida, obteniéndose de esta forma una nueva malla que al ser sometida a tracción durante su aplicación presenta una baja deformación unitaria debido a que la mayor

parte de la deformación plástica y permanente de la componente estructural de la malla ha sido eliminada durante el proceso de fabricación gracias al procedimiento según la descripción anterior.

Para el uso en una aplicación estructural de las mallas fabricadas según la descripción anterior, preferentemente en un sistema de estabilización de taludes como membrana flexible de soporte y reparto conjuntamente con el procedimiento de adecuación y mejora anteriormente descrito, se lleva a cabo el ajuste previo del diámetro y de la resistencia a tracción del alambre de acero empleado en la fabricación, lo que en su conjunto permite obtener membranas flexibles eficientes con un amplio rango de resistencia a tracción que le permiten ajustarse a los requerimientos de soporte del terreno.

El empleo de alambre de acero con resistencia a tracción inferior a 1.000 MPa, consigue reducir las pérdidas de resistencia a tracción de las mallas por plegado del alambre durante el proceso de fabricación y uso de las mismas bajo requerimientos estructurales, siendo estos valores del orden del 30% o menores para mallas de simple torsión fabricadas con los alambres descritos.

En el caso de las mallas de simple torsión, para optimizar su comportamiento como membrana flexible dentro de un sistema de estabilización, preferentemente para su instalación bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional (Figura 1), la producción de las espiras se realizará con un ángulo de avance " β " (Figura 5), comprendido preferentemente entre 60° y 70° para obtener rombos alargados con la diagonal mayor en el sentido de avance de la malla y por tanto una mayor resistencia a tracción en esta dirección.

Las membranas flexibles de baja deformación estructural fabricadas de acuerdo a la descripción anterior, al ser sometida a carga solo podrán funcionar eficientemente como membranas continuas de soporte o reparto dentro de un sistema de estabilización si se encuentra unidas entre sí y a todos los puntos de arriostre de forma eficiente, sólida y continua, debiendo estar además perfectamente arriostradas en todo el perímetro de la zona a estabilizar.

Los modelos geotécnicos de comportamiento de la membrana flexible dentro de un sistema de estabilización de taludes condicionan el tipo y disposición de los arriostres a los que se fija la membrana para garantizar la transmisión eficiente de los esfuerzos desde la misma a los anclajes que la conectan a la zona estable del terreno.

Para un sistema flexible de estabilización con modelo físico de comportamiento puntual (Figura 3), la membrana constituida preferentemente por una malla de alambre de simple torsión sometida al proceso de fabricación y mejora descritos anteriormente y por tanto de baja deformación estructural, es arriostrada perimetralmente de manera continua y arriostrada puntualmente de manera directa a la cabeza de los anclajes en la zona interior de la misma, con una densidad y disposición preferentemente al tresbolillo determinada por los cálculos geotécnicos de empuje del terreno.

Bajo el modelo de comportamiento anteriormente descrito, las cargas que la membrana puede transmitir a los anclajes son bajas y por tanto se trata de un sistema ligero solo aplicable a niveles relativamente bajos de empuje del terreno.

Con el fin de aumentar la capacidad de soporte o reparto de carga del sistema flexible de estabilización según la presente invención, se adopta preferentemente el modelo físico de comportamiento unidireccional (Figura 1), el cual se obtiene arriostrando la malla a elementos de mayor rigidez, preferentemente cables de acero, colocados longitudinalmente a lo largo del talud y espaciados uniformemente a lo alto del mismo, una vez colocada la malla con su sentido longitudinal correspondiente a la diagonal mayor del rombo en el sentido vertical.

De este modo se conecta la membrana de forma ordenada y continua a un conjunto de cables de acero para que a través de los mismos se puedan transmitir los esfuerzos de tracción generados en la malla a la cabeza de los anclajes, permitiéndose de este modo transferir a los anclajes niveles muy superiores de carga en comparación al modelo físico de comportamiento puntual descrito anteriormente.

El soporte de estabilización dado por el sistema, independientemente del conjunto de anclajes, viene determinado por las características de resistencia a tracción de la membrana empleada, la disposición y espaciado en el talud de las líneas de arriostre y la magnitud del desplazamiento permitido a la membrana entre dos líneas de arriostre consecutivas. El espaciado vertical entre las líneas de arriostre dependerá de la magnitud de los empujes del terreno, el cual depende a su vez del volumen susceptible de movilización, las características de la superficie de yacimiento, la pendiente del talud y del tipo de suelo.

De modo preferente, la solución de arriostre de la membrana para la consecución del sistema flexible de estabilización de taludes (Figura 10) según descripción anterior bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional, se soluciona con el empleo de los elementos y componentes que se describen a continuación constituyendo por la eficiencia de este modelo de funcionamiento, un modo preferente de instalación de la presente invención.

De manera adicional, se incluyen el modo de instalación de la membrana bajo las condiciones del modelo físico puntual.

En todo caso, todos los elementos constituyentes del sistema flexible de estabilización de taludes objeto de la presente invención, deberán estar constituidos por elementos con un nivel elevado de protección frente a la corrosión como exigencia de durabilidad de los materiales empleados.

1. *Membrana flexible*

Como membrana flexible del sistema de estabilización de taludes se emplearán preferentemente mallas de alambre de acero de simple torsión (13), de características adecuadas a los requerimientos de soporte de estabilización del sistema y sometida al proceso de fabricación y mejora descritos anteriormente y por tanto de baja deformación estructural según lo descrito en la presente invención, cuya función es la contención del terreno.

Los diferentes lienzos de malla colocados según el desarrollo vertical del talud deben ser conectados de forma sólida y continua entre ellos para la consecución conjunta sobre toda la superficie de una membrana de soporte flexible y continua.

La conexión de los diferentes lienzos de malla adyacentes entre sí para conformar la membrana de soporte continua, se realizará con elementos de conexión que garanticen la transmisión de esfuerzos entre un lienzo y el adyacente manteniendo solidarios uno con el otro, empleando de forma preferente una espiral de alambre de acero de diámetro adecuado y del mismo tipo de alambre empleado para la fabricación de la malla con un paso igual al doble de la altura de la espira de la malla empleada como membrana. Opcionalmente, se podrán conectar los lienzos entre sí mediante el empleo de un cable de acero u otro elemento que garantice la solidez e indeformabilidad de la conexión.

Los diferentes sectores de cosido se independizarán unos de otros mediante el empleo de uniones sólidas que impidan, en el caso de rotura de alguna conexión, la transmisión del fallo al resto de sectores.

2. *Cables de arriostre horizontales y verticales*

Como elementos de arriostre horizontales y verticales, en todo caso se emplearán cables de acero de alma metálica por su menor deformación unitaria en relación a la membrana a arriostrear, de características resistentes y diámetro acordes a los esfuerzos a soportar y sometidas a esfuerzo de trabajo con el factor de seguridad adecuado.

Para los arriostres horizontales (4) y para valores elevados de carga a transmitir, se dispondrán preferente dos cables paralelos por cada línea de refuerzo con el objetivo de garantizar la estabilidad de la conexión de los cables a la cabeza del anclaje, empleándose un cable único para sistemas diseñados para bajos niveles de soporte y por tanto con valores bajos de carga a transmitir. En el perímetro del sistema, la membrana se arriostará a un único cable (14).

La conexión de los cables de arriostre horizontales a la membrana del sistema, se realizará con elementos de conexión que garanticen la unión continua de todos los vértices de la malla al cable de arriostre. Se empleará de forma preferente, una espiral de alambre de acero de diámetro adecuado y del mismo tipo de alambre empleado para la fabricación de la malla con un paso igual al paso de espira de la malla empleada como membrana. Opcionalmente, se podrán conectar los cables de arriostre horizontal a la membrana mediante el empleo de un cable de acero.

Los diferentes sectores de cosido se independizarán unos de otros mediante el empleo de uniones sólidas que impidan, en el caso de rotura de alguna conexión, la transmisión del fallo al resto de sectores.

Los cables de arriostre horizontales deberán ser fijados en sus extremos a anclajes al terreno de manera que se garantice en forma segura y estable la transmisión de los esfuerzos en la dirección de tiro del cable (15).

Los cables de arriostre de los extremos laterales verticales del sistema se conectarán a los anclajes extremos de los cables de arriostre horizontales, tirando del borde de la malla a través de un cable de diámetro menor colocado por el interior de una columna de rombos de la malla cerca del borde extremo.

De manera análoga, para el caso de empleo de un modelo físico de comportamiento puntual, el arriostre perimetral de la membrana se soluciona según lo descrito anteriormente.

3. *Anclajes interiores, de coronación y pie*

Los anclajes interiores, de coronación y pie del sistema (5) serán preferentemente de barras de acero autorroscables de calidad, diámetro, longitud y dispuestos a un espaciamiento determinados por los condicionantes geotécnicos del terreno, siendo este espaciamiento horizontal " S_x " y el espaciamiento vertical " S_y ". La disposición de los mismos se realizará preferentemente al tresbolillo entre líneas consecutivas para reducir el ancho de las zonas verticales de posible fallo del terreno entre anclajes.

4. Placas de fijación a los anclajes

Las placas de fijación a los anclajes (6) fijarán de forma segura y eficiente los cables de arriostre (4) de la membrana a la cabeza de los anclajes y permitirán la transmisión de los esfuerzos de los anclajes a la membrana o viceversa, según sea la dirección de los esfuerzos.

De manera preferente, serán de planta poligonal y sección determinada para acomodar la barra de anclaje y los cables de arriostre conformadas en acero de características especiales para soportar los esfuerzos que le transmiten los cables de arriostre y las cabezas de los anclajes, manteniendo los cables de forma segura vinculados al extremo del anclaje. Se les realizarán cortes, pliegues y nervaduras para el incremento de la resistencia a flexión y la reducción del peso del elemento y facilitar su proceso de fabricación (Figuras 11, 12 y 13). Se emplearán preferentemente las placas de sección rectangular (Figura 11) y/o (Figura 12) para los anclajes interiores en sistemas de doble cable de arriostre horizontal. Las placas de tipo hexagonal (Figura 13) se emplearán preferentemente para los anclajes del borde superior e inferior así como para los anclajes interiores cuando el arriostre se realice con un único cable horizontal.

Según la descripción anterior, las placas de fijación a los anclajes estarán concebidas para diferentes diámetros de cables de arriostre y barras de anclaje y su fijación a la cabeza de los anclajes se realizará por medio de una tuerca de características establecidas por el tipo de anclaje empleado.

Para el caso de instalación del sistema según el modelo físico de comportamiento puntual, las placas de fijación de la membrana a la cabeza de los anclajes se soluciona preferentemente con el empleo de las mismas placas según la descripción anterior con la inclusión de barras de acero (16) de calidad y dimensiones adecuadas, convenientemente y solidariamente unidas a la placa, para aumentar la longitud de conexión de la membrana y el anclaje evitando así su punzonamiento, asegurando en este caso la transmisión directa de esfuerzos entre los anclajes y la membrana (Figura 14).

Ventajas de la invención con relación al estado de la técnica anterior

En general, la tecnología de las mallas de alambre existentes en la actualidad fabricados con diferentes diámetros y calidades de acero, particularmente los de resistencia a tracción en general menor a 1.000 MPa, derivan de otros campos de aplicación y usos generales sin haber sido diseñadas o adaptadas de manera específica a la función a cumplir como membrana flexible con función estructural de soporte y reparto de esfuerzos dentro de un sistema de estabilización de taludes.

Las mallas de alambre de acero de resistencia a tracción menor a 1.000 MPa, obtenidos por la adecuación de su proceso de fabricación y la introducción de un proceso de mejora consistente en someterlos a un proceso de predeformación controlada para limitar la deformación estructural permanente en condiciones de explotación, según descripción anterior y objeto de la presente invención, dentro de su empleo preferente como membrana flexible de soporte y reparto como parte de un sistema de estabilización de taludes y en general para cualquier aplicación de carácter estructural en el que sea preceptivo bajos niveles de deformación, han sido diseñados específicamente a la función estructural que van a cumplir como membranas flexibles dentro de dicho sistema de estabilización de taludes, aplicación para la cual y entre otros requisitos, es fundamental presentar bajos niveles de deformación bajo carga aplicada.

Estas mallas objeto de la presente patente, una vez instaladas, puestas en carga y adosadas correctamente al terreno como membrana flexible de un sistema de estabilización, debido a los bajos niveles de deformación que presentan al entrar en carga por la acción del empuje del terreno, exigencia imprescindible en este tipo de sistemas, permiten obtener en conjunto un sistema más eficiente y de menor coste, permitiendo su mejor adecuación a los niveles medios y bajos de requerimientos de soporte del terreno debido a la libertad en la disposición de diferentes diámetros y resistencia del alambre de acero así como la adecuación de la geometría de la malla en función de los requerimientos de soporte del terreno.

En el caso particular de mallas de simple torsión para su uso como membrana en un sistema flexible de estabilización, resulta más eficiente para su fabricación en comparación con las mallas que emplean alambre de acero de alta resistencia (entre 1.000 MPa y 2.200 MPa) el empleo de alambre de acero de menor resistencia a tracción ya que presentará una menor pérdida de resistencia por plegado, incrementando la resistencia a tracción de la malla resultante con el incremento del área de la sección de acero. El plegado de alambre de resistencia media-alta, preferentemente menor a 1.000 MPa y de ductilidad adecuada, provoca una pérdida de resistencia a tracción de la malla menor que la que se produce cuando se pliegan alambres de alta resistencia a tracción, mayores a 1.000 MPa.

En resumen, la utilización como membrana flexible dentro de un sistema de estabilización de las mallas de alambre de acero obtenidos por la adecuación del proceso de fabricación y la introducción de un proceso de mejora de las mallas de alambre de acero según descripción anterior recogida en la presente patente, permite la obtención de un sistema más económico y eficiente.

No se cree necesario hacer más extensa esta memoria para que un experto comprenda las ventajas de la invención y pueda llevarla a la práctica.

Debe entenderse que la invención ha sido descrita según la realización preferida de la misma, por lo que puede ser susceptible de modificaciones de forma, tamaño y materiales, siempre y cuando dichas alteraciones no varíen la esencia de las características del invento que se reivindican a continuación.

Descripción de los dibujos

Con el objetivo de comprender no sólo la constitución sino el uso y concepto de la presente invención, a continuación se refiere un ejemplo práctico de realización, siendo dicha ejecución meramente enunciativa, no limitativa de la misma, todo ello tal como se muestra en los dibujos adjuntos en los que se ha representado lo siguiente:

Figura 1. Esquema de funcionamiento bajo modelo físico de comportamiento unidireccional.

Figura 2. Esquema de funcionamiento bajo modelo físico de comportamiento bidireccional.

Figura 3. Esquema de funcionamiento bajo modelo físico de comportamiento puntual.

Figura 4. Malla trenzada con retícula interior hexagonal, también conocidos como malla de doble o triple torsión.

Figura 5. Mallas de simple torsión formadas por espiras individuales.

Figura 6. Espira de alambre de acero individual.

Figura 7. Detalle de dos espiras de alambre de acero entrelazadas.

Figura 8. Proceso de precarga o predeformación controlada.

Figura 9. Geometría inicial y final de las espiras entrelazadas que forman las mallas de alambre de acero, sometidas al proceso de precarga o predeformación controlada.

Figura 10. Detalle del sistema de estabilización y protección de taludes que emplea la membrana flexible obtenida por un procedimiento de adecuación y mejora de las mallas de alambre de acero, bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional.

Figura 11. Placas de fijación a los anclajes para sistema flexible de estabilización bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional de tipo rectangular, con pliegues y nervaduras en dos direcciones

Figura 12. Placas de fijación a los anclajes para sistema flexible de estabilización bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional de tipo rectangular, con pliegues y nervaduras en una sola dirección.

Figura 13. Placas de fijación a los anclajes para sistema flexible de estabilización bajo el modelo físico de comportamiento unidireccional de tipo hexagonal.

Figura 14. Placas de fijación a los anclajes para sistema flexible de estabilización bajo el modelo físico de comportamiento puntual de tipo rectangular.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero producidas con la tecnología tradicional, que modifica las propiedades mecánicas de comportamiento carga-deformación y permite su empleo en sistemas de estabilización de taludes como membranas flexibles y en cualquier aplicación en la que sean empleadas en calidad de elementos con carácter estructural, **caracterizado** por someter a la malla de alambre de acero durante la fabricación a un proceso de precarga o predeformación, preferentemente por tracción en la dirección principal de trabajo de la malla, por compresión en la dirección perpendicular al plano de la malla o combinación de ambas, ya sea bajo carga o deformación controlada.

15 2. Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero producidas con la tecnología tradicional, según reivindicación N° 1, **caracterizado** por la eliminación de la mayor parte de la componente de deformación estructural de carácter permanente de la malla permitiendo de esta forma la obtención de una malla con valores bajos de deformación al ser sometidas a carga una vez instaladas en un sistema flexible de estabilización de taludes y en cualquier aplicación en la que sea empleada en calidad de elemento con carácter estructural.

20 3. Procedimiento de adecuación del proceso de fabricación de las mallas de alambre de acero producidas con la tecnología tradicional, de acuerdo con las reivindicaciones N° 1 y N° 2, **caracterizado** por que el proceso de precarga y predeformación se realiza sometiendo un sector de malla de ancho variable, longitud " L_o " y luz interior " e_o " a una fuerza controlada " F " en una estructura de soporte (Figura 8) que permite el desplazamiento del extremo delantero de la malla una magnitud " ΔL " tal que provoque la pretensión de la malla (8), la reducción de la luz interior de las espiras a un valor " e_f " y con una longitud final del sector de la malla " L_f " y reduciendo la deformación estructural de la malla ante esfuerzos de tracción.

25 4. Membrana flexible continua de soporte y reparto de esfuerzos para su empleo preferente como elemento constituyente de un sistema de estabilización de taludes y protección contra desprendimientos que presenta una baja deformación bajo la aplicación de carga **caracterizada** por ser obtenida a partir de una malla de alambre producida con la tecnología tradicional y sometida al procedimiento de adecuación descrito en las reivindicaciones N° 1, N° 2 y N° 3 y que emplea para su fabricación alambres de acero de resistencia a tracción media-alta (menor de 1.000 MPa), con sección de acero variable y geometría de la malla caracterizada por estar formada por espiras individuales de acero con un ángulo de avance " β " y altura de espira " $D/2$ " (Figura 6).

35 5. Sistema flexible de estabilización y protección de taludes, **caracterizado** por utilizar una membrana flexible según reivindicación N° 4, la cual sólidamente arriostrada en forma continua perimetralmente (14) a elementos ubicados preferentemente en la dirección horizontal (4) y convenientemente separados en la dirección vertical del talud o ladera (S_y), permiten transferir conjuntamente los esfuerzos de tracción generados en la membrana a la cabeza de los anclajes (5) y de éstos a la zona estable del terreno (Figura 10), ejerciendo o soportando presión en toda la superficie de talud con bajos niveles de deformación.

40 6. Elemento de captación o interposición en sistemas de protección contra desprendimientos de rocas, contención y cierre de barrancos, cerramientos de elevadas prestaciones y medidas de seguridad, convenientemente fijada a una estructura de soporte, **caracterizado** por emplear la membrana flexible según reivindicación N° 4.

45

50

55

60

65

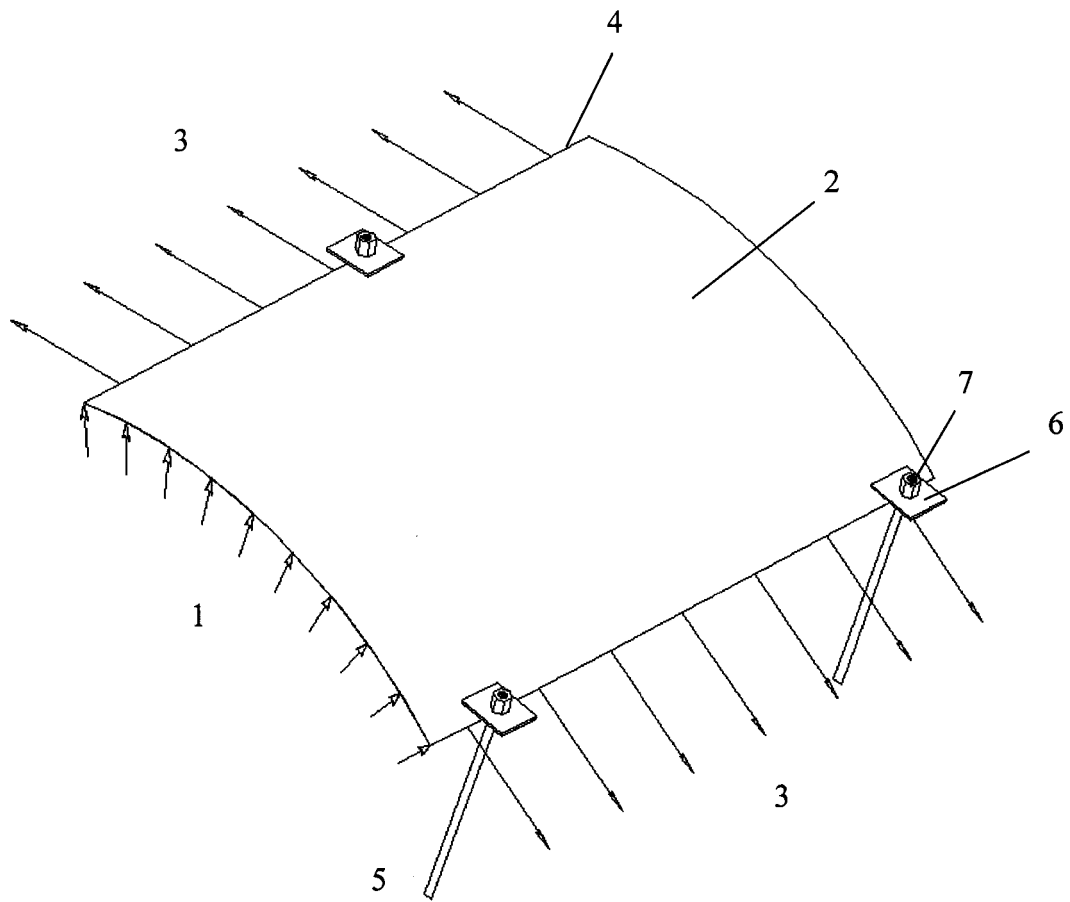


Figura 1.

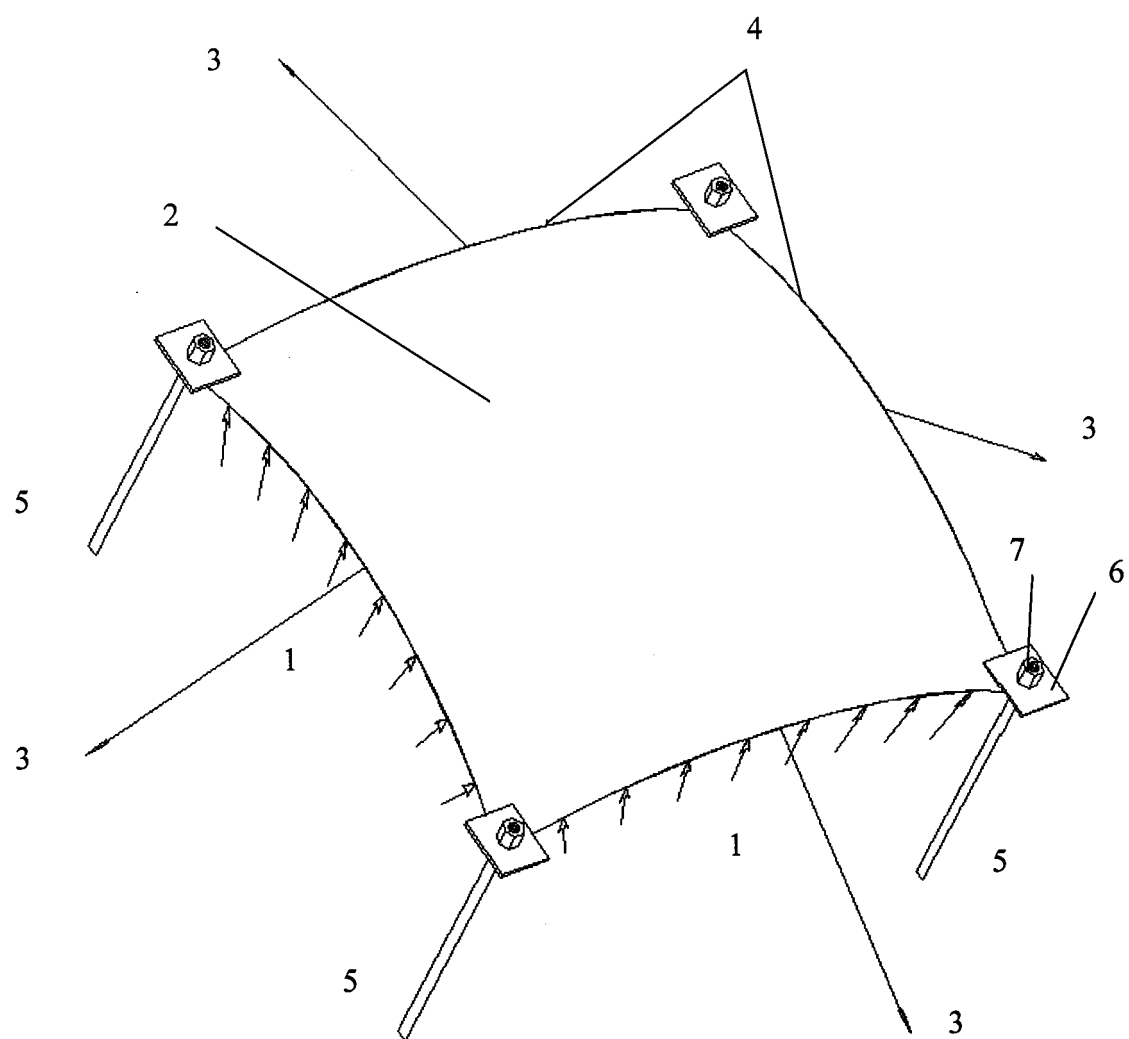


Figura 2.

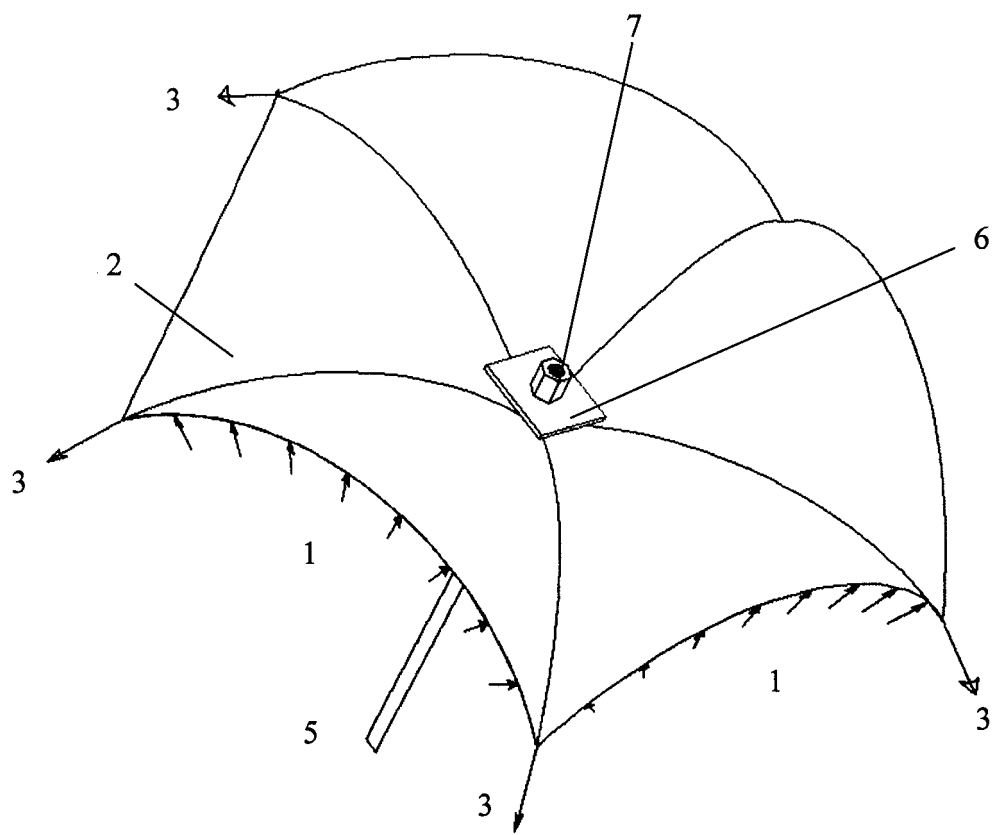


Figura 3.

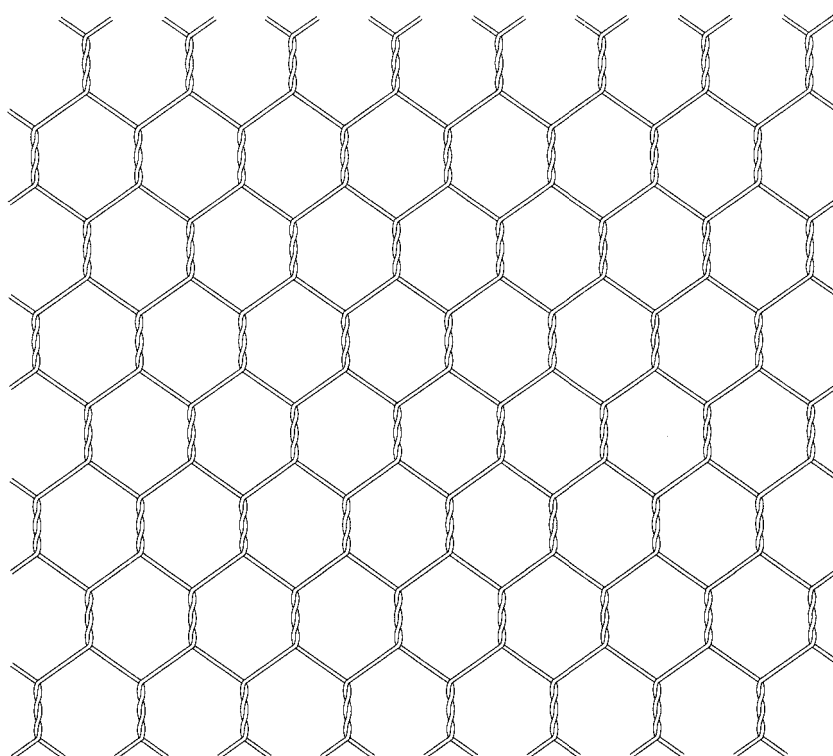


Figura 4.

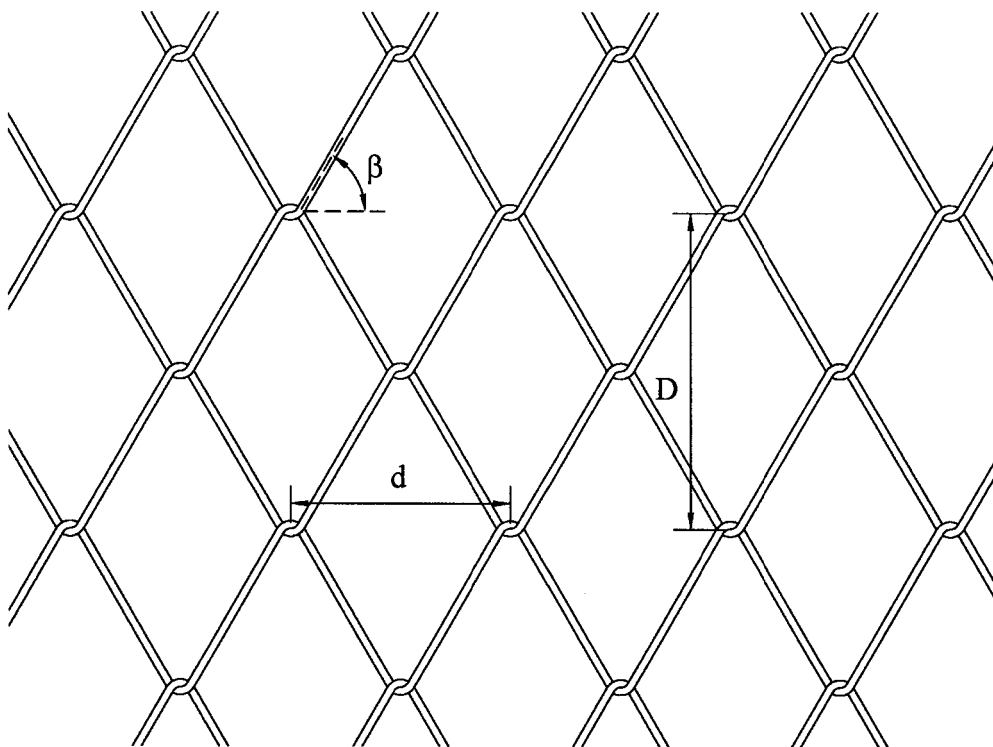


Figura 5.

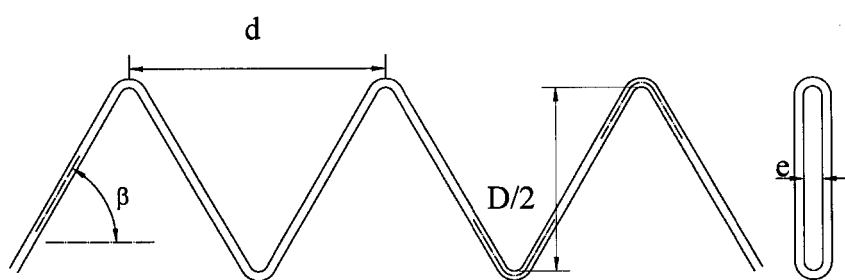


Figura 6.

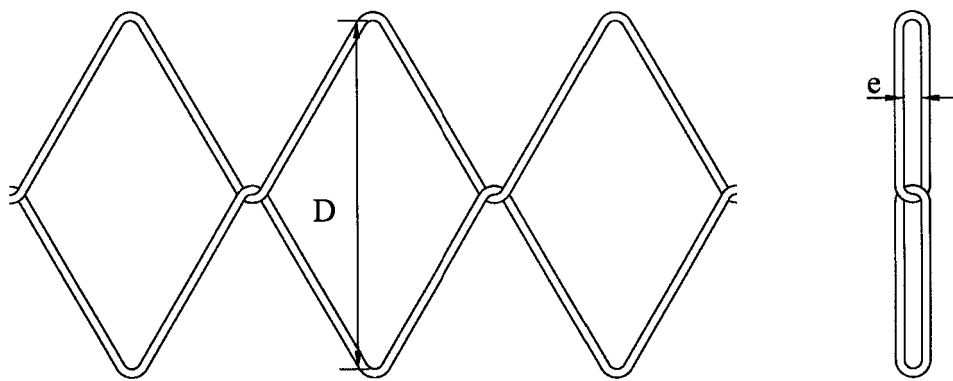


Figura 7.

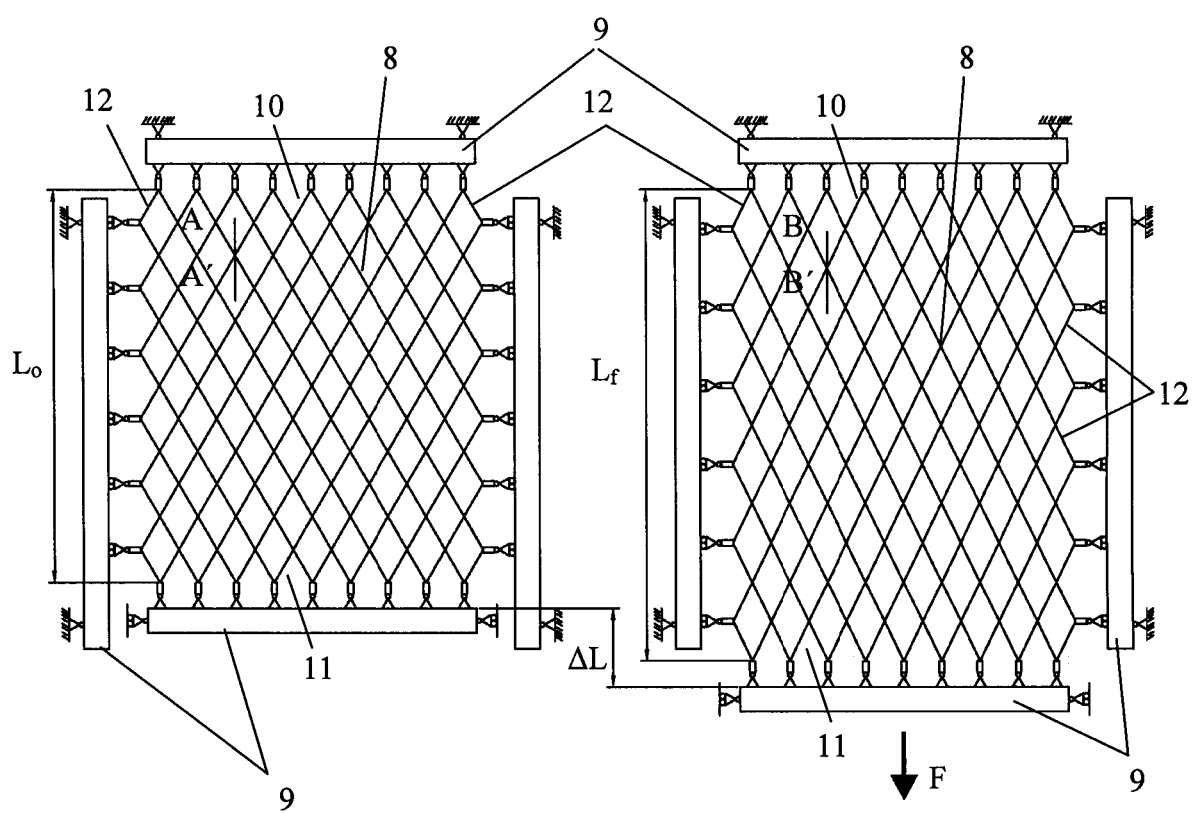


Figura 8.

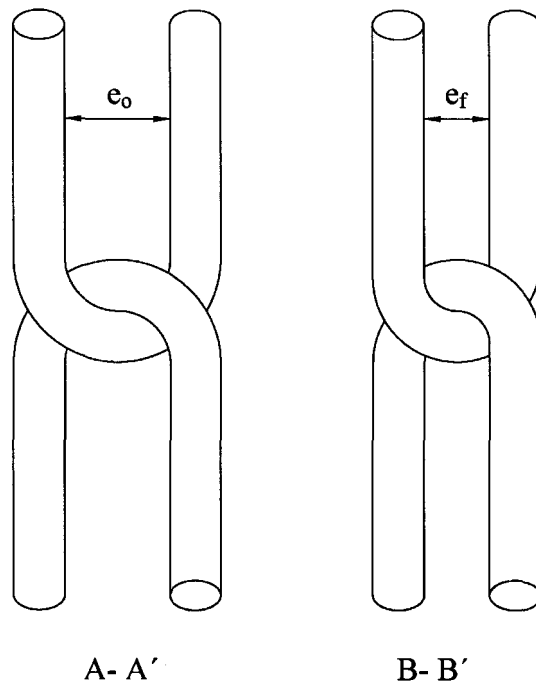


Figura 9.

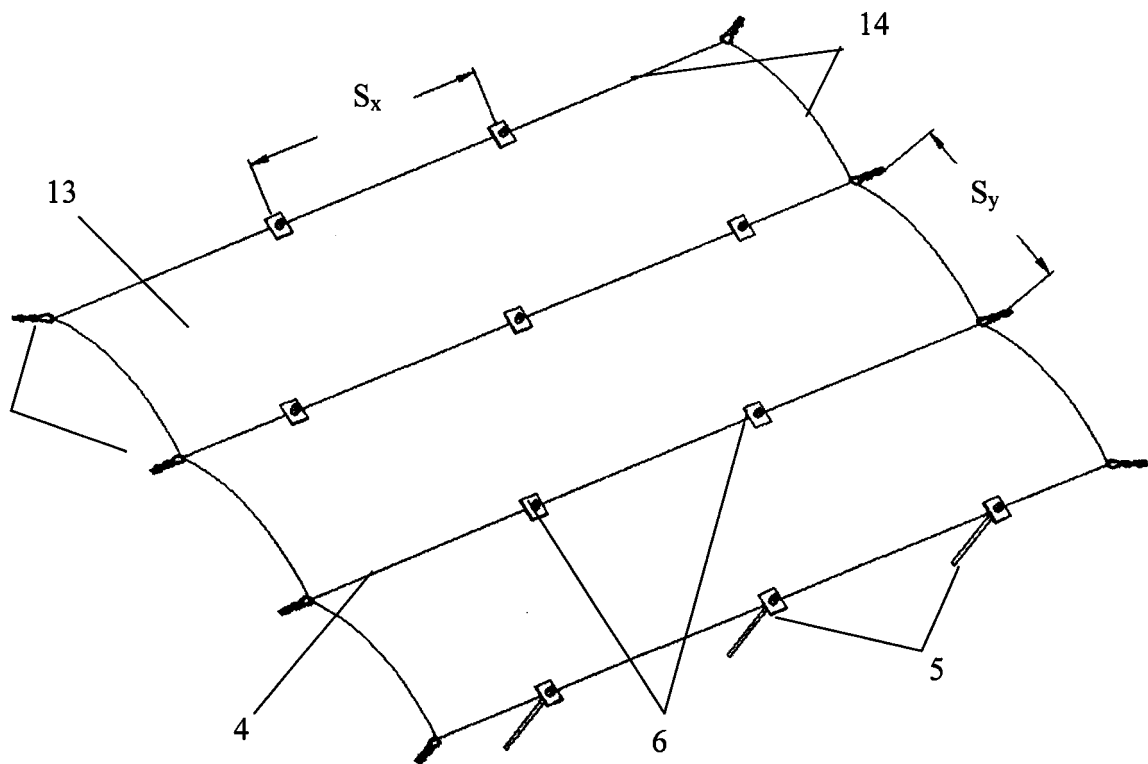


Figura 10.

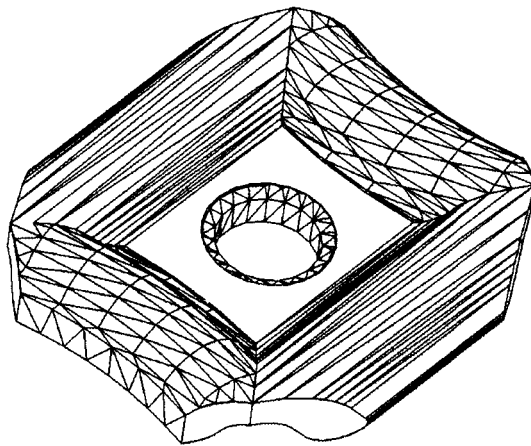


Figura 11.

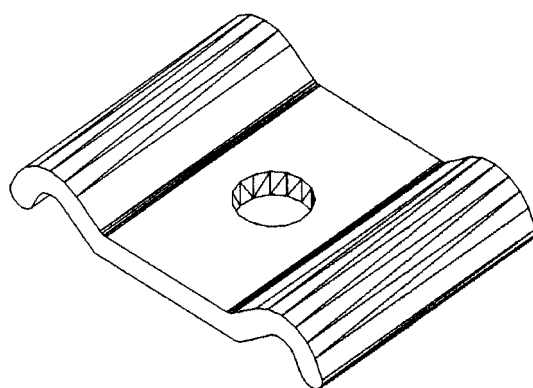


Figura 12.

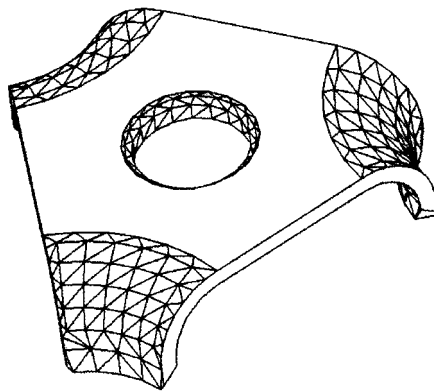


Figura 13.

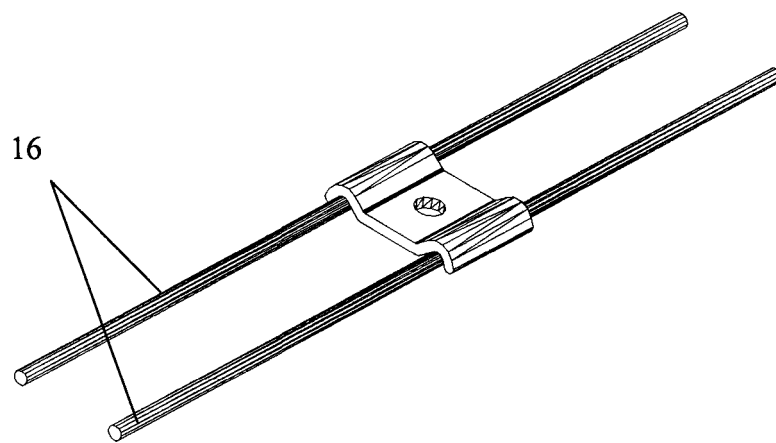


Figura 14.



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000087

②② Fecha de presentación de la solicitud: 21.01.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **E02D17/20** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	JP 11107288 A (KUROSAWA KENSETSU KK) 20.04.1999, todo el documento.	1-6
A	CN 201016169 Y (SHANXI HUANGYAN FREEWAY LTD LI [CN]) 06.02.2008, todo el documento.	1-6
A	JP 11093120 A (KENSETSU KISO ENG) 06.04.1999, todo el documento.	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
30.01.2012

Examinador
C. Espejo Rodriguez

Página
1/4

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

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.01.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	JP 11107288 A (KUROSAWA KENSETSU KK)	20.04.1999
D02	CN 201016169 Y (SHANXI HUANGYAN FREEWAY LTD LI [CN])	06.02.2008
D03	JP 11093120 A (KENSETSU KISO ENG)	06.04.1999

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto técnico de la invención es un procedimiento de fabricación de mallas de alambre de acero de espiras individuales con una resistencia a la tracción menor a 1.000MPa para estabilización de taludes, y donde la malla se somete a una precarga o pre-deformación por tracción en la dirección principal de trabajo de la malla, por compresión en la dirección perpendicular al plano de la malla o combinación de ambas, bien bajo carga o bajo deformación controlada. También es objeto técnico de la invención la membrana flexible continua de soporte y reparto de esfuerzos, que soporta esa malla, el sistema flexible de esta membrana y el elemento de captación o interposición en sistemas de protección contra desprendimientos de rocas, contención y cierres de barrancos, fijados a la estructura de soporte que emplea dicha membrana flexible.

El documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica al objeto de la invención, y divulga un sistema de protección contra desprendimientos y estabilización de taludes compuesto de unas mallas de alambre de acero pretensadas en sentido longitudinalmente y transversalmente y dispuestas en una estructura de cemento en forma de cuadrícula.

El documento D02, divulga una malla de estabilización y control de la erosión compuesto de alambres de acero de espiras individuales pretensadas y dispuesto sobre un pilar.

El documento D03 divulga un sistema de estabilización de taludes donde alambres de espiras individuales de acero son pretensados, mejorando así sus propiedades de respuesta mecánicas.

Ninguno de los documentos citados, tomados solos o en combinación, revelan la invención definida en las reivindicaciones 1 a 6, sino que reflejan tan solo el estado de la técnica del campo al que pertenece la invención. Por lo que el objeto de las reivindicaciones 1 a 6 es nuevo y presenta actividad inventiva