

REJILLA METÁLICA DE ALTA RESISTENCIA PARA CONTENCIÓN Y

PROTECCIÓN Y MÁQUINA DE PRODUCCIÓN DE LA MISMA

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las obras civiles de alta
5 resistencia con el propósito de contención y protección, por ejemplo, para
construir barreras de protección contra caídas de rocas o avalanchas, para
recubrimientos de paredes rocosas tipo corteza con el fin de contener
desprendimientos de rocas, para la estabilización tridimensional de tierras,
escarpes, presas, terraplenes, túneles y construcciones de carreteras, para
10 construir paredes de contención para terraplenes, para proteger orillas de
cuerpos de agua, para construir diques y otras barreras de protección contra
escombros a lo largo de ríos y arroyos y obras hidráulicas en general, para
construir gaviones y otros productos hechos de rejillas metálicas, y cualquier otro
uso del tipo civil y geotécnico generalmente conocido.

15 La presente invención se ha desarrollado con particular atención a una
rejilla de protección y contención metálica que está reforzada con cuerdas
metálicas.

Antecedentes tecnológicos

Se conocen un gran número de tipos de rejillas metálicas para contención
20 y protección, tales como, por ejemplo, rejillas con malla suelta, rejillas
electrosoldadas, rejillas con malla hexagonal con torsiones simple, doble o triple.
Cada tipo de rejilla usualmente tiene una aplicación específica de acuerdo con

la conformación y las características técnicas de los componentes metálicos de la misma. De este modo, por ejemplo, una rejilla electrosoldada usualmente está compuesta por una pluralidad de barras rectilíneas con un gran diámetro, por ejemplo, 12 mm, que tienen una gran resistencia mecánica a la tracción. Las

5 barras están dispuestas longitudinal y transversalmente y se sueldan entre sí en los puntos de intersección para formar una disposición tejida con malla cuadrada y/o rectangular. Estas rejillas, aunque son muy resistentes, son muy pesadas y rígidas de tal manera que no son adecuadas para obras civiles en las cuales se requiera una flexibilidad específica de la rejilla, por ejemplo, para recubrimientos

10 en paredes u otras obras geotécnicas en las cuales la rejilla tenga que adaptarse a la formación del terreno.

Otro ejemplo de una rejilla de protección, que se usa a menudo en obras civiles para la protección contra caídas de rocas, es la rejilla constituida por una pluralidad de alambres o cuerdas de acero transversales que están dispuestos

15 en un ángulo en relación entre sí y preferentemente de manera perpendicular. Un ejemplo de este tipo de rejilla se ilustra y describe en la Patente Europea No. WO 2008/132654 del mismo Solicitante. Las cuerdas usadas en este tipo de rejilla pueden tener un diámetro de desde 10 a 12 mm y, en los puntos de intersección, están bloqueadas entre sí por medio de dispositivos de conexión

20 de diversos tipos, los más comunes de los cuales comprenden pernos o placas de sujeción o un par de barras de acero que se enrollan con bobinas altamente apretadas alrededor de los puntos de intersección de las cuerdas. Estas rejillas

tienen una gran resistencia a la tracción y, al mismo tiempo, una flexibilidad suficiente para absorber la energía de los cuerpos que impactan sobre ellas y que se soportan sobre ellas, tales como, por ejemplo, piedras, rocas o similares. Una desventaja de estas rejillas es que el tiempo necesario para producirlas es

5 relativamente alto. Además, las dimensiones de estas rejillas son generalmente modestas hasta tal punto que se usan para obras civiles con dimensiones contenidas, por ejemplo, para los denominados sistemas tipo paraguas atrapanieves o barreras contra caída de rocas.

Como se mencionó, cada una de las rejillas del tipo conocido es

10 particularmente adecuada para ser usada en condiciones específicas; sin embargo, en algunos casos el uso de un tipo de rejilla correcto puede en cualquier caso ser inconveniente, no muy ventajoso y muy costoso. Por ejemplo, una rejilla para protección contra caídas de rocas con características de gran resistencia a la tracción, aunque completamente adecuada para el propósito

15 para el cual está diseñada y destinada, puede ser compleja de transportar como resultado del peso de la misma, las dimensiones y la dificultad de hacerla compacta y plegarla. Puede ser además costosa como resultado del material que la constituye y al procedimiento de producción y difícil de instalar como resultado de la rigidez de la misma.

20 Otra desventaja de las rejillas de alta resistencia del tipo conocido mencionado anteriormente es que, aunque garantizan una resistencia adecuada a los impactos y a las ocurrencias de empuje aplicadas, por ejemplo, por una

masa rocosa, no garantizan una seguridad completa si la malla de las mismas tiene tales dimensiones que no tengan éxito en retener fragmentos de roca u otro material fino. Por esta razón, es necesario también combinar con todos los tipos de rejilla descritos anteriormente paneles de rejillas metálicas con una doble torsión con malla hexagonal que tengan dimensiones menores que la malla de las rejillas principales, sean electrosoldadas o producidas con cuerdas entrecruzadas para generar un tipo de filtro que retenga los escombros más finos. Sin embargo, esto hace que la instalación de la estructura de contención sea más compleja y costosa, comprendiendo tanto la rejilla electrosoldada o
5 rejilla de cuerdas cruzadas como la rejilla de doble torsión.
10

En sectores generalmente diferentes, por ejemplo, con el fin de cercar jardines o patios, con el fin de confinar animales o para cubrir estructuras de paredes que van a ser enlucidas, y otras aplicaciones similares donde no es necesaria una rejilla con alta resistencia a los impactos, se conocen rejillas
15 metálicas, cuyos alambres se entrelazan de una manera muy sencilla. Además de las rejillas de cerramiento convencionales, cuyos alambres individuales están plegados de una manera helicoidal y entrelazados entre sí, también se conocen rejillas, cuyos alambres contiguos están enrollados entre sí desde una ubicación en el medio de cada malla de tal manera que cada entrelazado está formado por
20 media revolución en una dirección en sentido de las agujas del reloj y por otra media revolución en la dirección en sentido de las agujas del reloj. Ejemplos de tales rejillas se describen en las patentes US 1401557 y US 2053221. Algunas

realizaciones preveían que se introdujera un tercer alambre en estas fabricaciones entrelazadas para que discurriera de una manera rectilínea en el medio de cada malla de la rejilla. Estas rejillas no son adecuadas para usos civiles en el campo geotécnico, tales como aplicaciones para contener tierras o laderas rocosas o para protección contra caídas de rocas, y no pueden garantizar ninguna resistencia y fiabilidad razonables después de impactos, incluso impactos modestos. De hecho, al aplicar una tracción que puede incluso tener solo un valor pequeño al entrelazado de los alambres de la rejilla, en una dirección transversal con respecto a la dirección principal en la cual se extienden los alambres entrelazados, el entrelazado se afloja y se abre. En la práctica, la resistencia del entrelazado de estas rejillas es determinada por la resistencia que el alambre aplica al plegado que es mucho menor que la carga de rotura del alambre si, con el fin de abrir la malla de la rejilla, tuviera que rasgarse, como en las rejillas de alta resistencia que se mencionan anteriormente y que se discutirán además a continuación.

Otro tipo de rejilla metálica de alta resistencia para protección y contención se describe en el documento US 6279858. Involucra una rejilla que es tejida con alambres que son resistentes a la corrosión y que se monta sobre la superficie del suelo o se fija en posición en un estado erigido sobre una ladera. Los alambres de esta rejilla metálica están hechos de un acero que tiene una resistencia nominal entre 1000 y 2200 MPa. La rejilla metálica tiene una malla romboidal que está formada por los alambres individuales que se pliegan

helicoidalmente y se entrelazan entre sí. La principal desventaja de esta rejilla es el coste debido a que está hecha completamente con alambres de acero de alta resistencia, a un coste que es alto *per se*. Además, el simple entrelazado de los alambres de la rejilla hace que la rejilla sea vulnerable a roturas, incluso de solo uno de los alambres, que puede de esa manera llegar a liberarse completamente de los alambres adyacentes con el resultado de una apertura completa de la propia rejilla que compromete irremediablemente la funcionalidad y seguridad de la misma.

Otro tipo de rejilla de contención y protección de alta resistencia está constituida por las estructuras que comprenden una combinación de alambres metálicos y cuerdas metálicas. Un ejemplo de tales rejillas es la estructura conocida comercialmente como Steelgrid® HR que es producida por el presente Solicitante, Officine Maccaferri S.p.A. Se describe un número de variantes de estas rejillas en los documentos EP 1680552 y EP2475477 por el presente Solicitante. Involucra una estructura de rejilla que tiene alambres metálicos que se entrelazan con una doble torsión con el fin de formar una malla hexagonal que se refuerza por medio de cuerdas metálicas longitudinales que reemplazan un número de los alambres metálicos en el tejido de la rejilla. Las cuerdas metálicas de las rejillas Steelgrid® HR tienen un diámetro máximo de 8 mm y una resistencia a la tracción máxima de 1770 MPa y están entrelazadas con los alambres metálicos a distancias nominales de 300 mm, 500 mm y 1000 mm entre sí, mientras que el paso transversal nominal de las mallas que están formadas

por los alambres metálicos puede ser 80 mm. Estas rejillas se pueden producir por medio de las máquinas habituales que se usan para la fabricación de rejillas metálicas de doble torsión convencionales.

Estas rejillas de protección y contención que combinan la versatilidad de una rejilla de doble torsión con la resistencia adicional que se proporciona por las cuerdas metálicas se ha encontrado que son particularmente efectivas y apreciadas en el mercado. Sin embargo, estas rejillas no son capaces de cumplir con un número de requisitos particulares como resultado de limitaciones intrínsecas resultantes de la constitución de las mismas.

Un problema que se encuentra en la producción de estas rejillas conocidas en las cuales los alambres metálicos se entrelazan con cuerdas metálicas es el hecho de que, con el fin de obtener una linealidad sustancial de las cuerdas que asegure mejores niveles de rendimiento de resistencia de la rejilla, es necesario tensar las cuerdas corriente abajo de la viga, es decir, el cilindro que tira de la rejilla tejida, después de que los alambres metálicos se hayan entrelazado con las cuerdas metálicas. Sin embargo, esta tensión que se aplica a las cuerdas corriente abajo de la viga produce un estrechamiento transversal de la rejilla que produce dos consecuencias negativas principales. Por una parte, el ancho de la rejilla es menor que las dimensiones nominales, lo cual involucra una menor cobertura transversal de la rejilla con respecto a los datos de diseño, y un mayor peso por unidad de área de superficie, con los mayores costes resultantes de transporte y dificultad de instalación como

resultado de la necesidad de usar un mayor número de carretes de rejilla para cubrir la misma área de superficie. Entre otras cosas, el valor de estrechamiento de la rejilla no se puede predecir con certeza y puede variar de un lote de producción a otro, con el resultado de que suministros específicos de rejilla
5 podrían ser rechazados por el cliente debido a que no cumplen con las especificaciones de diseño.

Otra consecuencia negativa que se produce por el estrechamiento de la rejilla corriente abajo de la viga, después de haber sido tejidos los alambres y las cuerdas, es la imposibilidad de insertar correctamente las cuerdas transversales
10 en la rejilla con el fin de aumentar la resistencia transversal de la misma. Durante la producción, las cuerdas transversales de hecho tienen que introducirse en la rejilla inmediatamente corriente abajo del tejido, antes de la tensión de la rejilla mediante la viga. En esta posición, la rejilla tiene un ancho nominal que corresponde al ancho previsto, pero las cuerdas longitudinales aún no están
15 tensadas y tienen ondulaciones. Al insertar una cuerda transversal en esta condición de la rejilla, se proporcionaría una sección de cuerda con una longitud igual a la longitud nominal. Sin embargo, como resultado del estrechamiento de la rejilla corriente abajo de la viga, la longitud de la cuerda transversal excede el ancho de la rejilla que es sometida al estrechamiento, con el resultado de que la
20 cuerda transversal forma ondulaciones con el fin de compensar el ancho reducido de la rejilla. Estas ondulaciones transversales deforman la rejilla, que está por lo tanto pobremente enrollada y con dificultad para transporte y que

proporciona niveles de rendimiento reducidos, al menos en una dirección transversal, cuando se pone en operación.

Declaración de invención

Un objeto de la presente invención es superar las desventajas
5 mencionadas anteriormente de las rejillas metálicas para contención y protección del tipo conocido, proporcionando una rejilla metálica que está reforzada por cuerdas metálicas y que mantiene sustancialmente la planitud y el ancho nominal que se predetermina después del tejido, y en el que las cuerdas metálicas son sustancialmente rectilíneas con ondulaciones mínimas ya durante la producción
10 cuando los alambres metálicos se entrelazan entre sí y, a intervalos predeterminados, con las cuerdas metálicas.

Otro objeto de la invención es proporcionar una rejilla metálica, particularmente del tipo con doble torsión, que está reforzada por cuerdas metálicas que se desarrollan de una manera relativamente rectilínea en la
15 dirección longitudinal con la posibilidad de añadir a la misma, durante la producción, cuerdas transversales que son, cuando la rejilla está completa, de manera similar relativamente rectilíneas, en la dirección transversal de la rejilla, de tal manera que la rejilla, una vez fabricada, no tiene ondulaciones relevantes individuales ni en la dirección longitudinal ni en la dirección transversal, mientras
20 que es suficientemente flexible para adaptarse a la formación de piezas de terreno, terraplenes, laderas, escarpaduras y en general diversas formaciones en el sector geotécnico.

Otro objeto de la invención es proporcionar una rejilla metálica, en particular del tipo con doble torsión, que es reforzada mediante cuerdas metálicas que pueda soportar altas fuerzas de tracción y que al mismo tiempo sea flexible, ligera y fácil de manipular.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una rejilla metálica, en particular del tipo con doble torsión, para protección en el campo geotécnico, que sea económica y rápida de fabricar, cuyo procedimiento de fabricación pueda mecanizarse y automatizarse sin usar maquinaria particularmente compleja o extremadamente costosa con respecto a la maquinaria conocida para
10 producir rejillas de protección conocidas.

Con el fin de conseguir los objetos indicados anteriormente, la invención se refiere a una rejilla de protección metálica de acuerdo con la reivindicación 1. La invención se refiere también a una máquina que es particularmente adecuada para fabricar tal rejilla.

15 De acuerdo con un primer aspecto, se describe una rejilla de protección para obras civiles que se produce con una pluralidad de alambres metálicos que están intercalados con cuerdas metálicas, cuyos alambres metálicos están entrelazados entre sí en porciones de entrelazado de alambres, o están retorcidos alrededor de las cuerdas en porciones de entrelazado que, para
20 conveniencia de la descripción, se definen aquí como "porciones de entrelazado de cuerda" incluso si es el alambre que va a ser retorcido con torsiones del mismo con la cuerda, mientras que la cuerda permanece extendida lo más

posible, sustancialmente rectilínea o con una progresión ligeramente ondulada. Los entrelazados entre los alambres y las torsiones de los alambres con las cuerdas definen la malla de la rejilla, en la que los entrelazados y las torsiones son cada uno unidireccionales, en la que las cuerdas tienen un diámetro exterior
5 que es mayor que los alambres y mayor que 8 mm. Preferentemente, las cuerdas tienen un diámetro exterior entre 9 y 12 mm excepto las tolerancias dimensionales habituales de tales cuerdas. Aún más preferentemente, las cuerdas tienen un diámetro exterior que es de aproximadamente 10 mm excepto las tolerancias dimensionales habituales de tales cuerdas. Las cuerdas metálicas
10 pueden tener un recubrimiento exterior protector de material plástico que contribuye a formar el diámetro exterior total de la cuerda.

A partir de los experimentos llevados a cabo por el Solicitante, ha resultado sorprendentemente que una cuerda que tiene un diámetro mayor que 8 mm, preferentemente entre 9 y 12 mm, y aún más preferentemente de
15 aproximadamente 10 mm, sale de la zona de entrelazado y tejido con los alambres metálicos en un estado sustancialmente rectilíneo, ya antes de la viga de una máquina de tejido para rejillas metálicas. Esto confirma que un mayor diámetro de la cuerda metálica promueve el mantenimiento de la linealidad de la misma y por lo tanto del ancho nominal de la rejilla sin que se someta a un
20 estrechamiento corriente abajo de la viga que se produce por el enderezamiento de las cuerdas, lo cual es deseable con el fin de asegurar altos niveles de rendimiento de resistencia de la rejilla. De hecho, se ha verificado que, cuanto

más extendidas sean las cuerdas, es decir, rectilíneas o prácticamente rectilíneas, mayor es la resistencia a los impactos o a la contención de escombros mediante la rejilla de protección.

De acuerdo con un aspecto particular, la rejilla de protección puede comprender cuerdas con una resistencia a la tracción máxima mayor que aproximadamente 1000 MPa, preferentemente mayor que 1500 MPa, aún más preferentemente mayor que o igual a aproximadamente 1700 MPa. Las cuerdas pueden ser de diversos tipos y en algunas realizaciones pueden ser cuerdas helicoidales.

De acuerdo con otro aspecto, se describe una máquina de fabricación para una rejilla de protección del tipo indicado anteriormente. La máquina comprende una serie de pares de primeros dispositivos de guía, que están espaciados entre sí y coaxiales, y que están dispuestos en filas paralelas con el eje de un tambor, y una serie de pares de segundos dispositivos de guía, que están espaciados entre sí y coaxiales, y que están dispuestos en el otro lado del plano de simetría que es tangente al tambor. Cada par de segundos dispositivos de guía se puede disponer de manera especularmente opuesta, con respecto al plano de simetría, a uno de los pares de primeros dispositivos de guía. Los pares de primeros y segundos dispositivos son móviles simultánea y alternativamente por medio paso en direcciones opuestas paralelas con el eje del tambor. En la máquina, la distancia mínima entre los dispositivos de guía del mismo tipo en una zona de paso de una cuerda es mayor que 8 mm, preferentemente mayor

que o igual a aproximadamente 10 mm, aún más preferentemente mayor que o igual a aproximadamente 12 mm, por ejemplo, de 13 mm o más.

Breve descripción de los dibujos

Se apreciarán características y ventajas adicionales a partir de la siguiente
5 descripción detallada de una realización preferente con referencia a los dibujos anexos que se determinan puramente a modo de ejemplo no limitante y en los cuales:

- La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente en sección, de la porción de una máquina para fabricar una rejilla de protección que incorpora
10 características de la presente invención, en la cual también se pueden ver porciones de esta rejilla;

- La figura 2 es una vista en sección de manera longitudinal de una porción de la máquina de la figura 1; y

La figura 3 es una vista en sección de manera longitudinal de un detalle
15 de la máquina de la figura 1.

Descripción detallada

En las siguientes realizaciones, se describen características que permiten que se lleve a cabo la invención. Las características descritas se pueden combinar entre sí de diversas maneras y no están necesariamente limitadas a la
20 realización precisa a la cual se refieren los dibujos y la descripción relevante. En otras palabras, una persona experta en la técnica del campo que lea la siguiente descripción conocerá cómo obtener los ítems de información que son ventajosos

para conocer la forma de llevar a cabo una o más de las características descritas combinándola con una o más de las otras características descritas sin que la formulación particular de la descripción, párrafos, términos o dibujos constituya una limitación en la posibilidad de aislar una o más de las características

5 descritas e ilustradas con el fin de combinarlas con una o más de cualquiera de las otras características descritas e ilustradas. En mayor detalle, en la presente descripción debe entenderse que se describe expresamente cualquier combinación de cualesquiera dos características que se describan expresamente, incluso en el caso en que las características se extraigan

10 individualmente del contexto específico en el cual pueden estar junto a o combinarse con otras características diferentes, teniendo en cuenta las competencias y conocimiento de una persona experta en la técnica en el campo, que entienda la posibilidad de combinar funcionalmente las características sin que sea necesario aplicar funcionalmente las otras características diferentes. A

15 menos que se especifique otra cosa, cada uno y cualquier elemento, miembro, medio, sistema, componente, objeto que se describe e ilustra en la presente descripción debe entenderse como descrito individualmente y capaz de modificarse de manera autónoma y capaz de separarse de/combinarse con cualquiera y cada otro elemento, miembro, medio, sistema, componente, objeto

20 que se describe e ilustra. Los materiales, formas y funciones descritos e ilustrados no limitan la presente invención sino que se establecen solamente

para permitir que una persona experta en la técnica entienda y lleve a cabo la invención de acuerdo con realizaciones preferentes aunque no exclusivas.

Ahora con referencia a la figura 1, se ilustra como una vista en perspectiva, parcialmente en sección, una porción de una máquina 10 para fabricar una rejilla de protección 12, en particular una rejilla de protección metálica en el campo de las obras civiles, tales como barreras contra caídas de rocas o avalanchas, diques antiescombros para cursos de agua, recubrimientos tipo corteza y otras obras para la protección de escarpaduras o terrenos rocosos, y similares.

En mayor detalle, la rejilla de protección 12 comprende un ensamblaje de alambres metálicos 14 que se entrelazan entre sí con el fin de formar una serie de mallas 16. En la realización ilustrada en las figuras, las mallas 16 son de conformación prácticamente hexagonal. Las dimensiones de la malla hexagonal son generalmente conocidas y estandarizadas en el campo de las rejillas metálicas de doble torsión y no son en ningún caso una limitación de la presente invención que puede llevarse a cabo con mallas hexagonales de cualquier tipo y clase, y con una proporción generalmente conocida entre ancho y altura que en el campo generalmente está alrededor de valores entre aproximadamente 0.70 y aproximadamente 0.85, por ejemplo, - al menos nominalmente - aproximadamente 0.75 (para malla de 60 x 80 mm), aproximadamente 0.80 (malla de 80 x 100 mm) y aproximadamente 0.83 (malla de 100 mm x 120 mm).

Los alambres metálicos 14 están dispuestos generalmente en la dirección de la longitud de los mismos en una dirección longitudinal preferencial de la rejilla de protección 12. Los alambres metálicos 14 están entrelazados en porciones de entrelazado de alambres 18. Estas porciones de entrelazado de alambres 18
5 están definidas por las secciones de los respectivos alambres metálicos 14 que están retorcidos uno alrededor del otro más de una vez, en una dirección de torsión unidireccional, es decir, en una única dirección, en sentido de las agujas del reloj o sentido contrario a las agujas del reloj, para cada porción de entrelazado de alambres 18. Este tipo de entrelazado, que es definido como
10 "doble torsión" es particularmente resistente y estable y permite la producción de rejillas de protección con malla segura y resistente.

Entre el ensamblaje de alambres metálicos 14 se intercalan, a intervalos predeterminados, cuerdas metálicas 20 con una mayor resistencia con respecto a los alambres metálicos 14. Las cuerdas metálicas 20 tienen una progresión
15 generalmente menos ondulada que los alambres metálicos 14 y siguen en particular una dirección que es lo más rectilínea posible o ligeramente ondulada para contribuir predominantemente a la resistencia de la rejilla de protección 12 después de un impacto sobre la propia rejilla, por ejemplo, por material rocoso de un derrumbe. Como se puede ver en la figura 1, donde en aras de la
20 simplicidad solo se ilustra una porción de la rejilla de protección 12 con un cuerda metálica 20, la cuerda metálica 20 se mantiene preferentemente en la medida de lo posible en un estado rectilíneo con respecto a la dirección longitudinal

preferencial de la rejilla de protección 12. En el ejemplo de la figura 1, se puede ver claramente que los alambres metálicos 14 adyacentes a la cuerda metálica 20 están enrollados alrededor de la cuerda 20 en porciones de entrelazado de cuerda 22. Estas porciones de entrelazado de cuerda 22 están definidas por las

5 secciones de alambres metálicos 14 que de nuevo son retorcidos más de una vez alrededor de la cuerda en una dirección de torsión unidireccional, es decir, en una única dirección, en sentido de las agujas del reloj o sentido contrario a las agujas del reloj, para cada porción de entrelazado de cuerda 22. Los alambres metálicos 14 se entrelazan con la cuerda metálica 20 que tiene

10 ondulaciones transversales con respecto a la dirección longitudinal preferencial que son mucho menos pronunciadas que las de los alambres metálicos 14 y en particular es prácticamente rectilínea o con ondulaciones como se acaban de mencionar. Por lo tanto, los alambres metálicos 14 forman una denominada "media malla" 24 que puede adoptar, en la rejilla de protección en la cual los

15 alambres metálicos que están entrelazados entre sí forman una malla hexagonal, la conformación característica de un semihexágono.

La rejilla de protección 12 que puede estar constituida por alambres metálicos 14 contruidos, por ejemplo, de acero común, por ejemplo, con un diámetro de desde 2 a 3 mm o mayor, por ejemplo, también hasta desde 4 a 5

20 mm, es flexible y fácilmente transportable. Naturalmente, los alambres 14 pueden ser reemplazados total o parcialmente por cuerdas metálicas delgadas

que tienen, por ejemplo, un diámetro de aproximadamente desde 2 a 5 mm, que es mucho menor que el diámetro de las cuerdas metálicas más grandes 20.

Los alambres metálicos 14 y las cuerdas metálicas más grandes 20 pueden cubrirse mediante un recubrimiento protector, por ejemplo, un
5 recubrimiento hecho de material plástico que evita o al menos reduce la corrosión de los alambres y/o cuerdas.

De acuerdo con una característica particularmente ventajosa, las cuerdas metálicas 20 con un mayor diámetro tienen un diámetro total, incluyendo el potencial recubrimiento protector, mayor que 8 mm y preferentemente entre 9 y
10 12 mm, aún más preferentemente de aproximadamente 10 mm, excepto naturalmente las tolerancias dimensionales típicas en el campo de la fabricación de cuerdas metálicas. Las características de resistencia de tal rejilla son sustancialmente mayores que las de una rejilla del tipo conocido con cuerdas que tienen un diámetro menor que o igual a 8 mm para la misma resistencia a la
15 tracción por mm² de las cuerdas. Una rejilla de protección construida con cuerdas metálicas 20 que tienen un diámetro mayor que 8 mm, preferentemente entre 9 y 12 mm, y aún más preferentemente de aproximadamente 10 mm, es en cualquier caso suficientemente flexible para ser enrollada y transportada hasta el sitio de instalación, pero suficientemente rígida, una vez estirada, para
20 construir estructuras de protección que tengan una relativa estabilidad dimensional de la misma. Esto es particularmente ventajoso, por ejemplo, en recubrimientos tipo corteza, en los cuales la rejilla de protección está dispuesta

sobre una pared rocosa con el fin de retener el material rocoso que se desprende de la misma.

Además, se ha encontrado a modo de experimento que, usando una cuerda metálica con un diámetro mayor que 8 mm, preferentemente entre 9 y 12 mm, y aún más preferentemente de aproximadamente 10 mm, es mucho más sencillo mantener la cuerda 20 estirada durante la producción de la rejilla como resultado de la rigidez intrínseca de una cuerda metálica con tal diámetro exterior tanto con un recubrimiento protector como sin él. Esto es particularmente ventajoso para construir rejillas de protección 12 debido a que cuanto más rectilíneas sean las cuerdas 20 que se incorporan a la rejilla, mayor será la resistencia total de la rejilla contra impactos debido a que las cuerdas 20 que ya están sustancialmente tensadas son impulsadas prácticamente de manera inmediata con tracción, mucho antes de que se impulsen los alambres metálicos de la rejilla. En otras palabras, la fuerza de impacto aplicada a la rejilla de protección 12 es absorbida en una medida máxima prácticamente de manera inmediata por las cuerdas 20 mientras que la fuerza residual del impacto, que es reducida en intensidad, puede distribuirse de manera más uniforme sobre la superficie de la rejilla que está formada por los alambres metálicos entrelazados.

Preferentemente, las cuerdas metálicas 20 tienen una resistencia a la tracción máxima mayor que aproximadamente 1000 MPa, preferentemente mayor que 1500 MPa, y aún más preferentemente mayor que o igual a aproximadamente 1700 MPa. Se ha encontrado que son particularmente

efectivas cuerdas con una resistencia a la tracción máxima de aproximadamente 1770 MPa, aunque también se pueden usar con éxito para cuerdas con una resistencia a la tracción máxima de hasta 2200 MPa y más. Naturalmente, el uso de cuerdas metálicas 20 con un diámetro mayor que 8 mm, mayor que el

5 diámetro de las cuerdas que se usan usualmente en las rejillas de protección similares de la técnica anterior, permite el uso de aceros con una resistencia a la tracción máxima unitaria menor que la resistencia conocida, siendo en cualquier caso posible al menos coincidir si no exceder la resistencia total de las cuerdas metálicas usadas en las rejillas de la técnica anterior.

10 Una cuerda que se ha encontrado que es particularmente efectiva para construir la rejilla de la presente invención es una cuerda helicoidal galvanizada que tiene un diámetro nominal de 10 mm y que está formada por un hilo compuesto de 19 alambres de acero con una resistencia a la tracción máxima de 1770 MPa lo cual produce una mínima resistencia a la tracción máxima de la

15 cuerda de 93.166 kN. La cuerda está incluida en las especificaciones relativas al estándar EN12385-10. Naturalmente, también se pueden usar cuerdas de distintos tipos, por ejemplo, con una pluralidad de hilos, con un núcleo, etc. En cualquier caso, un aspecto fundamental que ha sido identificado por el Solicitante es que cuanto más resistente es la cuerda, menos ondulaciones se producen en

20 la producción de la rejilla. Por lo tanto, el uso de una cuerda con un diámetro mayor que las usadas en las grandes estructuras conocidas promueve la planitud. En este contexto, el uso de un cuerda helicoidal o una cuerda de alta

calidad, es decir, con una alta resistencia a la tracción máxima, por ejemplo, como se indicó anteriormente, asegura un adecuado beneficio en términos de planitud incluso con cuerdas que tengan diámetros ligeramente mayores que 8 mm.

5 La rejilla de protección 12 descrita anteriormente no se puede producir con las máquinas actualmente disponibles que no son capaces de recibir una cuerda que tiene un diámetro exterior mayor que 8 mm. Por lo tanto, un objeto de la presente invención es también proporcionar una máquina particular para fabricar una rejilla de protección 12 que tenga las características mencionadas
10 anteriormente. La máquina que está prevista para producir una rejilla con las características descritas anteriormente es parcialmente similar a una máquina conocida para empaquetar rejillas de doble torsión convencionales. En la descripción que sigue, aunque se refiere a toda la máquina, el enfoque estará por lo tanto más extensamente en los elementos nuevos y originales que
15 permiten que se produzca una rejilla con cuerdas de refuerzo que tengan un diámetro mayor que 8 mm.

 Como se puede ver en la figura 1, la máquina 10 comprende un tambor o viga 32 que está montado con medios (no se ilustran) en la carcasa fija de la máquina para que sea capaz de girar de una manera sincrónica con la velocidad
20 del medio de entrelazado de alambres 14 a una velocidad constante en la dirección de la flecha 34 alrededor del eje T del mismo. Unas proyecciones radiales o pasadores 38 se proyectan hacia afuera desde la cara curva 36 del

tambor. Estos pasadores están ordenados en filas que se extienden en una dirección paralela con el eje T y están dispuestos a intervalos angulares idénticos. En cada fila, los pasadores 38 están dispuestos con un espaciado constante y dos filas sucesivas están escalonadas en relación entre sí por medio

5 paso en una dirección axial. Estos pasadores se usan para formar la rejilla con malla hexagonal y para retener una porción de la rejilla que ya está formada en la dirección de la descarga de la máquina.

Los medios de entrelazado y/o interconexión de los alambres metálicos y de las cuerdas comprenden una serie de pares de primeros dispositivos de guía,

10 que están espaciados entre sí y coaxiales y que están dispuestos en filas paralelas con respecto al eje del tambor 32 a un lado del plano de simetría tangente a la periferia cilíndrica de la viga 32. Los pares de miembros de guía están dispuestos en planos radiales con respecto a la viga y el paso de los mismos es idéntico al paso de los pasadores 38. Los medios de entrelazado y/o

15 interconexión de alambres y cuerdas metálicos comprenden además una serie de pares de segundos dispositivos de guía que están espaciados entre sí y coaxiales y que están dispuestos al otro lado del plano de simetría tangente al tambor 32. Cada par de segundos dispositivos de guía está dispuesto especularmente opuesto, con respecto al plano de simetría, a uno de los pares

20 de primeros dispositivos de guía. Los pares de primeros y segundos dispositivos son móviles simultáneamente de una manera alternada por medio paso en direcciones opuestas paralelas con el eje del tambor 32. Durante su uso, el giro

sobre el eje de los mismos de los dispositivos de guía genera el entrelazado de los alambres mientras que el movimiento de una manera paralela con el eje del tambor 32 de los pares de primeros y segundos dispositivos de guía en la dirección opuesta genera la malla hexagonal. Los medios de entrelazado se coordinan naturalmente en términos de los movimientos con el movimiento de la viga para llevar a cabo el tejido de la rejilla en conjunto.

En mayor detalle, debajo del tambor 32 se proporcionan dos pares de barras 40, 42 y 44, 46 que son paralelas con el eje T y que actúan como un soporte para cuerpos semicilíndricos giratorios 60, 62, 64 y 66; la función de los cuerpos semicilíndricos es retorcer entre sí los alambres y las cuerdas en pares con el fin de producir la rejilla 12.

Las barras 40, 42 y 44, 46 tienen en sección transversal un perfil en forma de U girado a través de 90°. Las barras están posicionadas en pares con los respectivos bordes abiertos de las U que miran entre sí y ubicados en un plano vertical de simetría tangente a la periferia del tambor 32; las barras 40 y 42 forman un par superior y las barras 44 y 46 forman un par inferior. Naturalmente, los términos "superior" e "inferior" indican la posición en la cual están dispuestas las barras en la realización de las figuras. De hecho, sin embargo, no se excluye que puedan disponerse de manera diferente, por ejemplo, con los alambres y las cuerdas que se deslizan principalmente en una dirección horizontal y en una dirección vertical, como se ilustra en la figura 2. De manera más general, una barra "superior" está corriente abajo en la dirección de trabajo con respecto a

una barra "inferior" correspondiente, independientemente de la altura a la cual se ubica.

Los pares de barras 40, 42 y 44, 46 están soportados por elementos 50, 52, 54, 56 que forman parte de la carcasa fija de la máquina 10. Además, pueden
5 moverse en una dirección paralela con la dirección del eje T. Las barras superiores 40 y 42 son similares a las barras 44 y 46 del par de barras inferior. En los bordes de cada una de las barras 40, 42, 44, 46 se forman asientos semicilíndricos con un eje perpendicular al eje T, en cada uno de los cuales se recibe un respectivo cuerpo giratorio semicilíndrico 60, 62, 64, 66. La distancia
10 entre cada asiento y el asiento adyacente en la misma barra es sustancialmente igual a la distancia entre los pasadores 38.

Los cuerpos giratorios semicilíndricos 62 que se reciben en la barra superior 42 están alineados con los cuerpos giratorios semicilíndricos 66 de la barra inferior 46 y cada uno tiene un respectivo orificio pasante 72, 76 que tiene
15 un eje paralelo con el eje del cuerpo giratorio semicilíndrico correspondiente. Los orificios pasantes 72, 76 también están alineados. Los orificios 72, 76 son atravesados por alambres 14 que se suministran a la rejilla en una formación, como se describe con mayor detalle a continuación.

En la región de la posición en la cual es deseable insertar una cuerda 20
20 en la rejilla 12, se proporcionan cuerpos giratorios semicilíndricos superiores 160, 162 y cuerpos giratorios semicilíndricos inferiores 164, 166 que son de un tipo diferente de los usados para el paso de los alambres 14 y que están

modificados con el fin de permitir el paso de cuerdas con un gran diámetro como se indicó anteriormente, es decir, mayor que 8 mm y preferentemente aunque de una manera no limitante hasta 12 mm para ser capaz de producir la rejilla descrita anteriormente, como se aclarará más adelante.

5 Debajo de cada cuerpo semicilíndrico 60 y 160 que es portado por la barra superior 40 se puede montar un contenedor cilíndrico 90 que contiene una longitud predeterminada de alambre 14 que está enrollado helicoidalmente. Los alambres 14 salen de los contenedores 90 en la parte superior, pasan a través de los orificios pasantes 70 y alimentan la máquina para formar la rejilla. Durante
10 su uso, los contenedores cilíndricos 90 giran alrededor de los alambres adyacentes 14 o alrededor de las cuerdas 20.

Los pares de barras 40, 42 y 44, 46 están conectados a mecanismos de movimiento que permiten al mismo tiempo que las dos barras 42, 46 una encima de la otra y las dos barras 40, 44 una encima de la otra se muevan en traslación
15 en la misma dirección paralela con el eje T del tambor 32 pero con orientaciones opuestas, respectivamente. Los mecanismos de movimiento están configurados de tal manera que cada cuerpo semicilíndrico que es portado por la misma barra puede moverse en traslación desde una posición en la cual mira hacia un primer cuerpo semicilíndrico de la barra que mira hacia él hasta una segunda posición
20 en la cual mira hacia un segundo cuerpo semicilíndrico que es adyacente al primer cuerpo semicilíndrico.

Además, los cuerpos giratorios semicilíndricos están conectados por medio de cremalleras, tales como las 100, 102 visibles en la figura 1, a mecanismos de rotación que los hacen girar en pares con el fin de entrelazar dos alambres adyacentes 14 entre sí o para retorcer un alambre 14 con una cuerda 20 y de esa manera generar una porción que se tuerce con el fin de definir gradualmente la malla de la rejilla de protección 12.

Como se indicó anteriormente, los cuerpos semicilíndricos superiores 160, 162 y los cuerpos semicilíndricos giratorios inferiores 164, 166 que se usan con el fin de retorcer los alambres 14 con la cuerda 20 están modificados con respecto a los usados para el entrelazado de los alambres metálicos 14 solamente. Como se puede ver en la figura 2, los cuerpos semicilíndricos giratorios inferiores 166 en los cuales pasa la cuerda 20 tienen un orificio pasante 176 con un diámetro ampliado, con un diámetro mayor que 8 mm, preferentemente mayor que o igual a 10 mm, aún más preferentemente mayor que o igual a 12 mm, por ejemplo, de 13 mm o mayor. Esto permite el paso de una cuerda 20 que tiene un diámetro exterior mayor que 8 mm y preferentemente hasta 12 mm. Naturalmente, los cuerpos semicilíndricos 66 en los cuales pasan los alambres 14 con un menor diámetro también pueden tener orificios con un diámetro ampliado que preferentemente es idéntico al diámetro de los orificios 166. De esta manera, la máquina 10 puede usarse para producir rejillas de protección 12 que tengan una disposición de cuerdas 20 según se desee.

Los cuerpos semicilíndricos superiores 160, bajo los cuales están montados los contenedores cilíndricos 90, están producidos de tal manera que entre un contenedor cilíndrico 90 y el contenedor adyacente hay disponible para la cuerda 20 un espacio de paso mayor que 8 mm, preferentemente mayor que o igual a 10 mm y aún más preferentemente mayor que o igual a 12 mm, por ejemplo, de 13 mm, o mayor. De esta manera, durante el movimiento de rotación de los contenedores cilíndricos 90 alrededor de la cuerda 20 durante la torsión de un alambre 14 alrededor de la cuerda 20 con el fin de producir una porción de entrelazado de alambre 22, se asegura el paso sin ninguna interferencia de la cuerda 20 entre dos contenedores cilíndricos adyacentes 90. El cuerpo semicilíndrico superior 162 tiene una abertura ensanchada 163, en la cual se inserta la cuerda 20 con una ligera inclinación con el fin de mover la cuerda 20 hacia el alambre 14 mientras se lleva a cabo la torsión del mismo alrededor de la cuerda. El enganche de los diversos cuerpos semicilíndricos en las cremalleras 100, 102 está configurado de tal manera que al menos el cuerpo semicilíndrico 162 tiene un diámetro suficiente para ser capaz de formar un orificio pasante 172 con un diámetro mayor que 8 mm, preferentemente mayor que o igual a 10 mm y aún más preferentemente mayor que o igual a 12 mm, por ejemplo, de 13 mm, o mayor, con el fin de permitir el paso de la cuerda 20 con un diámetro aumentado, como se estableció anteriormente.

Como se puede ver mejor en la figura 3, los pares de cuerpos semicilíndricos superiores 60, 160 están espaciados entre sí por una extensión

A que corresponde al ancho de la malla de la rejilla 12. Esta extensión está determinada y no cambia con respecto a las rejillas de doble torsión, tanto las rejillas simples como las rejillas reforzadas mediante cuerdas, de tipo conocido. Con el fin de permitir la producción de rejillas de doble torsión con cuerdas 20 con un diámetro aumentado, como se indicó anteriormente, el orificio pasante 172 en el cuerpo semicilíndrico superior 162 se forma con un diámetro B mayor que 8 mm hasta 12 mm o ligeramente mayor. El orificio pasante 170 en el cuerpo semicilíndrico superior 160 puede tener un diámetro C menor que 8 mm y esto se debe a que de este orificio siempre saldrá un único alambre metálico 14 que es recibido helicoidalmente en el contenedor cilíndrico 90 debajo del propio cuerpo semicilíndrico inferior. Como se indicó anteriormente, la distancia mínima D entre dos contenedores semicilíndricos adyacentes, en particular aunque no exclusivamente donde hay provisión para el paso de una cuerda 20, está configurada para que no sea menor que 8 mm y preferentemente sea 12 mm o mayor.

Como resultado de la máquina descrita anteriormente 10, es posible reforzar la rejilla de protección 12 con cuerdas que tengan un diámetro exterior que sea generalmente mayor que 8 mm, tanto como sin un recubrimiento protector de plástico, manteniendo la malla hexagonal con dimensiones que son convencionalmente conocidas y preferibles de 5x7, 6x8, 8x10, 10x12, 12x14 mm. La distancia preferente entre dos cuerdas adyacentes 20 puede estar entre 25

cm y 100 cm e incluso más. La dimensión lateral total de la rejilla está preferentemente entre 2 y 5 m.

Una característica particularmente ventajosa de la presente invención es el hecho de que la máquina 10 permite la producción de una rejilla de protección 12 en la cual las cuerdas 20, además de tener un mayor diámetro y por lo tanto una mayor resistencia que las que se pueden usar en las rejillas de protección conocidas, también son más rectilíneas, ya corriente arriba de la viga, mejorando de esa manera los niveles de rendimiento de la rejilla de protección después de un impacto, pero evitando particularmente un estrechamiento de la rejilla corriente abajo de la viga con respecto a la dimensión transversal nominal. De hecho, como se estableció anteriormente, las cuerdas con un diámetro mayor que 8 mm de la rejilla descrita anteriormente, preferentemente entre 9 mm y 12 mm, y aún más preferentemente de aproximadamente 10 mm, mantienen la linealidad de la misma, sin ondulaciones o con ondulaciones extremadamente pequeñas ya corriente arriba de la viga, como resultado de lo cual la rejilla resultante no es sometida al estrechamiento que se produce en las rejillas del tipo conocido al enderezar las cuerdas corriente abajo de la viga. Como resultado de esta característica, también es posible introducir en la rejilla de protección 12 cuerdas transversales sin que esto produzca una ondulación de la rejilla como resultado del estrechamiento de la rejilla. En particular, es ventajoso insertar las cuerdas transversales potenciales inmediatamente corriente abajo de la descarga de los alambres o cuerdas de los cuerpos giratorios semicilíndricos 60,

62, 160, 162, como se indica por el contorno de la cuerda transversal Z indicada con una línea delgada en la figura 3, cuyo diámetro es menor que la distancia E entre el eje de los orificios de descarga de los alambres o cuerdas de los cuerpos giratorios semicilíndricos mencionados anteriormente 60, 62, 160, 162.

5 Si se usan las cuerdas transversales Z, hay la ventaja adicional de que la fuerza de impacto que se aplica a la rejilla de protección 12 es absorbida a la extensión máxima de manera prácticamente inmediata tanto por las cuerdas longitudinales 20 como por las cuerdas transversales Z, con el efecto de contención inmediato en ambas direcciones.

10 Naturalmente, permaneciendo igual el principio de la invención, las formas de realización y los detalles de construcción pueden variarse ampliamente con respecto a los descritos e ilustrados, sin apartarse de esa manera del alcance de la presente invención.