

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 633**

51 Int. Cl.:

**E21D 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2017 PCT/EP2017/050331**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2018 WO18127294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2017 E 17700209 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2022 EP 3565954**

54 Título: **Anclaje de roca compuesto y elástico con recorrido de deformación mejorado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2022**

73 Titular/es:

**MINOVA INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)  
400 Dashwood Lang Road, Bourne Business Park  
Addlestone KT15 2NX, GB**

72 Inventor/es:

**HOSP, MICHAEL y  
UNTERLERCHNER, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 929 633 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Anclaje de roca compuesto y elástico con recorrido de deformación mejorado

La presente invención se refiere a un anclaje de roca elástico, como por ejemplo el que se utiliza en aplicaciones de soporte de techos y paredes de minas.

5 Los anclajes de roca, también denominados pernos de roca, se utilizan ampliamente, por ejemplo, en la minería y la excavación de túneles con fines de refuerzo de rocas, en particular para estabilizar la pared o el techo de una galería o túnel. Con este fin, en una pared de roca generalmente se entran orificios de perforación entre dos y doce metros de largo. A continuación, se introducen pernos de roca de la longitud correspondiente en los orificios de perforación y, según el tipo de perno de roca, se sujetan mecánicamente en el orificio de perforación, p. ej. mediante sujeción o arriostamiento, o por medio de un agente de unión. El agente de unión suele ser una mortero de cemento o un adhesivo de resina sintética. Los tipos bien conocidos de pernos para roca son los anclajes mecánicos, p. ej. anclajes de caparazón de expansión, pernos de roca de resina y los llamados anclajes SN. Algunos anclajes, como los anclajes SN, suelen estar totalmente fijados con mortero, es decir, fijados con mortero en toda su longitud en el orificio de perforación. Otros anclajes solo se sujetan en una región extrema del orificio de perforación, p. ej. mediante adhesivos de resina o sujeción mecánica. Los anclajes autoperforantes no requieren un orificio de perforación perforado previamente. A veces, clasificar un perno de roca como perteneciente a cierto tipo es imposible, ya que se conoce una gran variedad de pernos de roca.

20 A menudo se monta una placa de anclaje en el extremo del elemento de anclaje que sobresale del orificio de perforación y se sujeta contra la pared de roca por medio de una tuerca. De esta manera, las cargas que actúan en la región de una pared de una galería o túnel pueden introducirse en estratos rocosos más profundos. En otras palabras, al emplear anclajes de roca, los estratos rocosos más alejados del muro pueden usarse para la transmisión de carga con el fin de minimizar el riesgo de derrumbe de una galería, túnel u otra estructura.

25 Los anclajes de roca deben aguantar tanto cargas dinámicas como estáticas, como la compresión del suelo y grandes desplazamientos en los estratos rocosos. Para hacer frente mejor en particular a cargas dinámicas, se han desarrollado los denominados anclajes de roca elásticos que, en caso de que se exceda una carga predeterminada, pueden ceder, es decir, pueden aumentar su longitud dentro de límites específicos para reducir el esfuerzo que actúa en la roca a una cantidad que el anclaje de roca puede manejar de manera fiable. Los anclajes de roca elásticos tienden a tener una estructura más compleja y, por lo tanto, son más caros que los anclajes de roca no elásticos.

30 El documento US 2016/0326873 A1 divulga un perno de roca hueco, autoperforante, deformable, anclado localmente que tiene uno o más anclajes locales intermedios, cada uno de los cuales está flanqueado por dos segmentos de vástago relativamente alargables. Cada uno de los uno o más anclajes locales intermedios adopta la forma de un manguito de acero cilíndrico que tiene un orificio pasante axial, que se rosca internamente para que pueda asegurarse en los extremos roscados de dos segmentos de vástago alargables adyacentes. Así, los anclajes locales se configuran como manguitos de acoplamiento para unir los segmentos de vástago. Para proporcionar un verdadero anclaje local, la longitud axial agregada de los anclajes locales, es decir, la suma de las longitudes axiales de los anclajes locales individuales tiene una extensión axial corta en comparación con la longitud axial del perno de roca.

El documento WO 2008/079021 A1 divulga un perno de roca deformable de construcción integral. Un vástago unitario que consiste en acero macizo incluye primeras partes de anclaje no elásticas, así como partes axialmente elásticas, en donde las partes de anclaje no elásticas se obtienen al deformar localmente el vástago macizo.

40 El documento WO 2015/003726 A1 divulga un anclaje de roca elástico que tiene un tendón unitario, cuya superficie exterior se provee de una pluralidad de nervaduras. Para evitar que el mortero o la resina sintética entren en contacto con ciertas partes del tendón, se dispone fijamente una pluralidad de manguitos en la superficie exterior del tendón.

El documento AU 2008221612 A1 divulga otro anclaje de roca que tiene un tendón unitario, que se diseña para romperse en secciones manejables una vez que se aplica una fuerza de corte dada al tendón.

45 El documento WO 2011/075810 A1 divulga otro anclaje de roca más que emplea un único tendón macizo unitario, que se hace de acero fundido e incluye una parte de anclaje deformable y una parte de anclaje rígida.

50 El documento AU 2008202980 A1 divulga un anclaje de roca que tiene un tendón alargado similar a una barra sólida que se extiende a través de un miembro elástico cilíndrico hueco y más allá de los extremos de ese miembro elástico similar a un manguito. Los extremos del miembro elástico similar a un manguito pueden unirse al tendón sólido que se extiende a través del miembro de manguito, por ejemplo, mediante soldadura o usando colas y resinas epoxi.

El documento WO 2018/013528 A2 publicado después de la fecha de presentación de la presente solicitud, divulga un perno para minas que tiene una primera sección roscada, una segunda sección roscada y una sección no roscada situada entre las secciones roscadas primera y segunda.

55 En consecuencia, un objeto de la presente invención es proporcionar un anclaje de roca elástico mejorado que pueda adaptarse fácilmente a requisitos específicos. Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un anclaje

de roca elástico mejorado que sea fácil de usar y económico de fabricar. Todavía otro objeto de la presente invención es proporcionar un anclaje de roca elástico mejorado que ofrezca un recorrido de deformación significativamente mayor antes de fallar. Con vistas a resolver los objetos anteriores, la presente invención proporciona un anclaje de roca elástico novedoso según la reivindicación 1. El anclaje de roca incluye un tendón alargado que se extiende longitudinalmente a lo largo del eje de tendón desde un extremo proximal hasta un extremo distal, incluyendo el tendón una primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica en dicho extremo distal y que se extiende hacia dicho extremo proximal, y al menos una parte axialmente elástica plásticamente deformable intermedia entre dicha primera parte de anclaje rígida no elástica y dicho extremo proximal. Tanto la primera parte de anclaje como la al menos una parte elástica son miembros de barra hueca, p. ej. hechos de acero o plástico, y la primera parte de anclaje y la al menos una parte elástica se juntan integralmente entre sí de extremo a extremo para formar al menos parte de dicho tendón alargado. La junta integral de la primera parte de anclaje y la al menos una parte elástica se logra soldando o, alternativamente, pegando entre sí la primera parte de anclaje y la al menos una parte elástica.

Como entenderán los expertos en la técnica a partir de las explicaciones anteriores, el tendón de los anclajes de roca elásticos según la presente invención es de estructura compuesta o fabricada, lo que da como resultado las diversas ventajas expuestas a continuación. Por estructura compuesta o fabricada se quiere decir que el tendón es una estructura no unitaria que incluye una pluralidad de miembros separados (como la primera parte de anclaje y al menos una parte elástica) que se juntan rígidamente entre sí de extremo a extremo para formar al menos parte de dicho tendón alargado.

Un anclaje de roca elástico según la presente invención puede adoptar la forma de un perno de roca pretensable, p. ej. según la norma europea EN 1537, o puede adoptar la forma de un clavo de suelo alargado, pero también puede adoptar cualquier otra forma en la que la primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica en o cerca del extremo distal del tendón se une a la estructura rocosa circundante para anclar firmemente el tendón en su sitio, mientras que la al menos una parte axialmente elástica plásticamente deformable se desacopla adecuadamente de la estructura rocosa circundante para permitir la flexibilidad por elongación axial de la parte elástica. El término 'adecuadamente desacoplado' pretende abarcar situaciones en las que se evita que una superficie exterior de la(s) parte(s) elástica(s) tenga(n) contacto de unión con la estructura rocosa circundante, pero también abarca situaciones en las que hay contacto de unión entre la superficie exterior de la(s) partes(es) elástica(s) y de la estructura rocosa circundante. En el último caso, sin embargo, cualquier contacto de unión entre la superficie exterior de la(s) parte(s) elástica(s) y la superficie de roca circundante bajo carga debe romperse mucho antes que el contacto de unión entre la superficie exterior de cualquier parte de anclaje rígida y la estructura rocosa circundante. Preferiblemente, el anclaje de roca elástico de la presente invención es de la variedad autopercutor.

Además de la primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica, el tendón puede incluir al menos una parte de anclaje adicional rígida sustancialmente no elástica ubicada entre dicho extremo proximal y la al menos una parte elástica. Típicamente, la al menos una parte de anclaje adicional rígida sustancialmente no elástica se dispondrá en o cerca del extremo proximal del tendón, y puede adoptar la forma de una parte roscada externamente configurada para cooperar con una placa de anclaje y una disposición de tuerca utilizada para sujetar el anclaje de roca elástico contra una pared de roca y aplicar la cantidad deseada de pretensado. En otras formas, el anclaje de roca elástico según la presente invención puede incluir una parte roscada externamente en o cerca del extremo proximal del tendón, y puede incluir al menos una parte de anclaje adicional sustancialmente rígida no elástica separada de la parte roscada externamente. Además, se puede proporcionar una pluralidad de partes de anclaje adicionales sustancialmente rígidas no elásticas a lo largo de la longitud del tendón, espaciadas entre sí. La o cualquier parte de anclaje adicional rígida sustancialmente no elástica puede juntarse integralmente o acoplarse a una parte de anclaje contigua de extremo a extremo de la misma manera que la primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica.

Preferiblemente, la primera parte de anclaje rígida no elástica y, si corresponde, la al menos una o cualquier otra parte de anclaje sustancialmente rígida no elástica se provee de una pluralidad de miembros de anclaje que sobresalen de una superficie exterior de la respectiva parte de anclaje para mejorar la interacción de fijación entre la parte de anclaje, el agente de unión y la estructura rocosa circundante. Los miembros de anclaje se seleccionan preferiblemente del grupo de nervaduras, surcos, ranuras, entrantes, roscas, resaltes y espárragos. Los miembros de anclaje pueden formarse, por ejemplo, sobre la superficie exterior de una parte de anclaje mediante un proceso de laminación en frío que, además de proporcionar los miembros de anclaje deseados, aumentará la resistencia de una parte de anclaje al reducir la plasticidad a lo largo de la parte de anclaje.

Contrariamente a las partes de anclaje rígidas sustancialmente no elásticas, la al menos una o cada parte axialmente elástica plásticamente deformable tiene preferiblemente una superficie exterior generalmente lisa que facilita el desacoplamiento y permite una deformación axial más predecible y consistente. Debido a su construcción acoplada o juntada integralmente, el anclaje de roca elástico según la presente invención permite prefabricar partes de anclaje provistas de una pluralidad de miembros de anclaje, por ejemplo, laminando en frío una longitud continua de material en barra que posteriormente se corta en partes de anclaje a la longitud deseada. Del mismo modo, las partes elásticas pueden prefabricarse cortando material en barra que tenga una superficie exterior generalmente lisa en piezas de la longitud deseada. Las partes de anclaje prefabricadas y las partes elásticas prefabricadas pueden juntarse o acoplarse entre sí integralmente para formar el tendón alargado de un anclaje de roca elástico según la presente invención. Esto permite fabricar de forma rápida y rentable anclajes de roca elásticos de cualquier longitud deseada que ofrezcan

características de deformación superiores, ya que se puede proporcionar fácilmente cualquier número deseado de partes elásticas y/o partes de anclaje y la longitud y/o diámetro de la(s) parte(s) de anclaje y la(s) parte(es) elástica(s) pueden variarse fácilmente según sea necesario para una aplicación dada. Además, aunque el diámetro de todas las partes de anclaje y todas las partes elásticas pueden ser iguales, se contempla que, por ejemplo, algunas o todas las partes elásticas pueden tener un diámetro mayor o menor que las partes de anclaje. Además, no es necesario que todas las partes de anclaje tengan el mismo diámetro. En su lugar, la longitud y/o el diámetro tanto de la(s) parte(s) de anclaje como de la(s) parte(s) elástica(s) puede(n) variarse en cualquier tendón dado para adaptarse mejor a una aplicación particular. Aún más, se pueden usar convenientemente diferentes materiales para formar la(s) parte(s) de anclaje y la(s) parte(s) elástica(s), de tal manera que las características deseadas de la(s) parte(s) de anclaje y la(s) parte(s) elástica(s), respectivamente, se pueden adaptar a las aplicaciones específicas. Diferentes materiales pueden ser diferentes tipos de aceros, pero también pueden ser combinaciones de acero y materiales plásticos o combinaciones de materiales que no son de acero. Incluso si se usa el mismo tipo de acero tanto para la(s) parte(s) de anclaje como para la(s) parte(s) elástica(s), la(s) parte(s) de anclaje mostrará(n) una resistencia significativamente mayor que la(s) parte(s) elástica(s), debido al hecho de que el laminado en frío o la formación a presión de miembros de anclaje sobre la superficie exterior del material en barra da como resultado una mayor resistencia y una plasticidad reducida del material en barra sometido a estas operaciones. Por otro lado, el uso de piezas de material en barra no sometidas a laminación en frío u otras operaciones de formación en prensa como partes elásticas dará como resultado que esas piezas tengan una mayor plasticidad y una resistencia reducida en comparación con las partes de anclaje, lo que garantiza que bajo carga la(s) parte(s) elástica(s) se deformará(n) axialmente según se desee, mientras que la(s) parte(es) de anclaje serán rígidas, es decir, sustancialmente no elásticas.

Las realizaciones preferidas del anclaje de roca elástico según la presente invención pueden incluir una pluralidad de partes de anclaje adicionales rígidas sustancialmente no elásticas y una pluralidad de partes axialmente elásticas plásticamente deformables, preferiblemente en disposición alterna. Cada parte axialmente elástica plásticamente deformable puede adoptar la forma de al menos una parte elástica como se ha descrito anteriormente, es decir, cada parte elástica puede adoptar la forma de un miembro de barra, por ejemplo, un miembro de barra de acero de sección transversal hueca o completa, o puede adoptar la forma de un miembro de perfil, un miembro de cuerda o torón o un miembro hecho de material plástico reforzado con fibra, tal como un miembro compuesto de carbono. Las combinaciones son posibles, es decir, una o más partes elásticas pueden, por ejemplo, realizarse como barras huecas hechas de acero o plástico reforzado con fibras, mientras que otras partes elásticas se pueden realizar como miembros perfilados o cuerdas o torones, según se desee y sea adecuado para una aplicación dada. Por lo que se ha descrito anteriormente se entenderá que las realizaciones que incluyen una pluralidad de partes de anclaje y una pluralidad de partes elásticas en disposición alterna pueden obtenerse fácil y económicamente en cualquier longitud deseada juntando o acoplando integralmente entre sí partes de anclaje prefabricadas y partes elásticas prefabricadas como se ha discutido anteriormente.

El uso de cualquiera de los miembros descritos anteriormente como al menos una o cualquier parte elástica y miembros huecos como la primera parte de anclaje y al menos una o una pluralidad de partes de anclaje adicionales contribuye significativamente a obtener características de deformación superiores. Para dar un ejemplo, en el anclaje de roca elástico según la presente invención, la al menos una parte elástica tiene preferiblemente un recorrido de deformación de al menos 100 mm/m, más preferiblemente de al menos 120 mm/m, y lo más preferiblemente de al menos 150 mm/m, correspondiente a una deformación axial del 10 %, 12 % y 15 %, respectivamente. Hasta ahora, se conocían de la técnica anterior deformaciones axiales en el intervalo de 0,3 % a aproximadamente 2 %. De ello se deduce que el anclaje de roca elástico según la presente invención representa una gran mejora con respecto a los anclajes de roca elásticos de la técnica anterior.

Si bien se ha explicado anteriormente que las partes de anclaje y las partes elásticas se pueden hacer del mismo tipo de acero, también es posible que los miembros de barra hueca que constituyen al menos una parte elástica se hacen de acero que es diferente del acero utilizado para fabricar los elementos de barra hueca que constituyen la primera parte de anclaje y cualquier otra parte de anclaje. Específicamente, puede usarse acero que muestra propiedades de flexibilidad superiores para prefabricar miembros de barra hueca destinados a formar partes elásticas, mientras que puede usarse acero que muestra una resistencia superior para prefabricar miembros de barra hueca destinados a formar partes de anclaje sustancialmente no elásticas. Nuevamente, debido a la construcción acoplada o juntada integralmente del anclaje de roca elástico según la presente invención, los miembros de barra hueca hechos de diferentes tipos de acero pueden juntarse fácil y económicamente entre sí, según se desee. Aún más, e igualmente debido a la construcción acoplada o juntada integralmente, los miembros de barra hueca destinados a formar partes elásticas pueden tratarse térmicamente para reducir la resistencia y aumentar la plasticidad, mientras que los miembros de barra hueca no tratados térmicamente pueden usarse para formar partes de anclaje. Como entenderán los expertos en la técnica, la construcción acoplada o juntada integralmente del anclaje de roca elástico según la presente invención proporciona una gran flexibilidad en el diseño de anclajes de roca elásticos adaptados a medida.

Mientras que, en muchas realizaciones de anclajes de roca elásticos según la presente invención, los diámetros exteriores de la(s) parte(s) de anclaje y la(s) parte(s) elástica(s) serán al menos aproximadamente iguales, en otras realizaciones la al menos una o al menos una o cada parte elástica pueden tener un diámetro exterior que sea menor o mayor que el diámetro exterior de una parte de anclaje rígida adyacente. La selección adecuada del diámetro exterior de una parte elástica para que sea menor o mayor que el diámetro exterior de una parte de anclaje adyacente

representa una posibilidad adicional para ajustar con precisión las características de deformación de la parte elástica respectiva.

Ahora se describirán con más detalle realizaciones actualmente preferidas de un anclaje de roca elástico según la presente invención con referencia a las figuras esquemáticas adjuntas.

5 La figura 1 muestra una vista lateral de una primera realización de un anclaje de roca elástico según la presente invención, y

La figura 2 muestra una vista lateral de una segunda realización de un anclaje de roca elástico según la presente invención que incluye múltiples partes elásticas.

10 La figura 1 muestra una vista lateral de una primera realización de un anclaje de roca elástico, o perno de roca, designado generalmente en 10. El anclaje de roca 10 incluye un tendón alargado 12 que se extiende longitudinalmente a lo largo de un eje de tendón A desde un extremo proximal 16 hasta un extremo distal 18. El tendón 12 se fabrica preferiblemente de metal, como una barra de acero, sin embargo, son posibles otras construcciones de barra. Aunque el tendón 12 normalmente tendrá una sección transversal al menos esencialmente circular, la presente invención no se limita a los tendones que tienen una sección transversal circular.

15 En el extremo distal 18 y extendiéndose en la dirección del extremo proximal 16, el tendón 12 tiene una primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica 20 destinada a anclar firmemente el tendón en su sitio. La primera parte de anclaje 20 se hace de un miembro de barra hueca y se provee, en una superficie exterior del mismo, de una pluralidad de miembros de anclaje 22 que en la realización mostrada adoptan la forma de nervaduras, como en una barra de refuerzo convencional, pero también pueden adoptar la forma de surcos, ranuras, entrantes, roscas, resaltes y espárragos. Los miembros de anclaje 22 se proporcionan para mejorar la acción de fijación entre la primera parte de anclaje, un agente de unión como mortero o resina, y la estructura rocosa circundante. Como es bien sabido por los expertos en el campo al que se atañe la presente invención, se usa mortero o resina para sujetar un anclaje de roca en un orificio de perforación.

25 En la realización mostrada, el anclaje de roca 10 es de la variedad autoperforante, y para este fin incluye un cabezal de perforación 24 montado en el extremo distal 18 del tendón 12.

30 Extendiéndose desde la primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica 20 hacia el extremo proximal 16 hay una parte axialmente elástica plásticamente deformable 26 que también se hace de un miembro de barra hueca, pero tiene una superficie exterior generalmente lisa. En las realizaciones que se muestran, tanto la primera parte de anclaje rígida hueca 20 como la parte elástica hueca 26 se hacen de acero y se sueldan entre sí en la soldadura 28a para formar así al menos una parte del tendón alargado 12. Alternativamente, la primera parte de anclaje rígida hueca 20 y la parte elástica hueca 26 se pueden pegar entre sí. En la realización mostrada, la parte elástica 26 tiene esencialmente el mismo diámetro exterior que la primera parte de anclaje 20, pero también es posible que la parte elástica tenga un diámetro exterior menor que el diámetro exterior de la parte de anclaje rígida 20.

35 Una parte de extremo proximal roscada externamente 30 incluye el extremo proximal 16 y se junta, ya sea integralmente o mediante soldadura como se muestra en 28b, a la parte elástica 26. En uso, el extremo proximal 16 sobresale hacia fuera más allá de una pared de roca y se configura, por medio de la parte roscada externamente 30, para cooperar con una placa de anclaje 32 y una tuerca acoplable a rosca 34 utilizada para sujetar el extremo proximal del anclaje de roca 10 contra la pared de roca y para aplicar un pretensado adecuado, si se desea. La parte roscada externamente 30 del tendón 12 puede actuar en uso como una parte de anclaje adicional rígida sustancialmente no elástica 36 en la medida en que se ubica dentro de un orificio de perforación (no mostrado), es decir, en un área que se extiende aproximadamente desde la placa de anclaje 32 hacia el extremo distal 18. En consecuencia, el anclaje de roca elástico 10 que se muestra en la figura 1 incluye la primera parte de anclaje 20, al menos sustancialmente no elástica, más cercana a la base del orificio de perforación, es decir, la más cercana al extremo distal 18 del tendón 12, así como la parte axialmente elástica plásticamente deformable 26 ubicada intermedia a la primera parte de anclaje 20 y el extremo proximal 16, y una parte adicional de anclaje rígida al menos sustancialmente no elástica 36 ubicada entre el extremo proximal 16 y la parte elástica 26.

40 Para que el anclaje de roca 10 funcione según lo previsto, tanto la primera parte de anclaje 20 como la otra parte de anclaje 36, independientemente del material utilizado para fabricarlas, deben tener una resistencia que sea lo suficientemente mayor que la resistencia de la parte elástica 26 para asegurar que sea la parte elástica plásticamente deformable 26 la que se alargue o elongue axialmente con la roca en dilatación, para así acomodar y absorber las fuerzas de la roca sin que falle el anclaje de roca 10. Teniendo en cuenta las bandas de tolerancia de resistencia de la primera parte de anclaje y cualquier otra parte de anclaje, así como de al menos una parte elástica, es importante asegurarse de que las bandas de tolerancia de las partes de anclaje y la(s) parte(s) elástica(s) no se superpongan. Además, es necesario que, en uso, la parte elástica 26, o cualquier parte elástica para el caso, forme una sección desunida mientras que la primera parte de anclaje y cualquier otra parte de anclaje formen una sección unida, es decir, unida a la estructura rocosa circundante. Con este fin, la parte elástica 26 tiene una superficie exterior generalmente lisa, lo que facilita el desprendimiento. Para mejorar aún más las capacidades de desunión, la superficie exterior de la parte elástica 26, o cualquier parte elástica, se puede recubrir adecuadamente para reducir la fricción, por ejemplo,

aplicando una fina capa de aceite u otro material antiadherente.

5 Hay diferentes formas de asegurar que la resistencia de la primera parte de anclaje y cualquier otra parte de anclaje sea suficientemente mayor que la de la parte elástica o cualquier otra parte elástica. Por ejemplo, si se proporcionan miembros de anclaje 22 en forma de nervaduras o roscas en las partes de anclaje 20, 36, se pueden formar en la superficie exterior de la respectiva parte de anclaje mediante un proceso de laminación en frío (o cualquier otra operación de formación de prensa adecuada), por lo que se aumenta la resistencia del miembro de barra hueca que forma una parte de anclaje y se reduce su plasticidad en comparación con un miembro de barra hueca que consiste en el mismo tipo de acero y no ha sido sometido a un proceso de laminación en frío. Además, los miembros de barra hueca destinados a formar partes elásticas pueden tratarse térmicamente, aumentando así su capacidad de deformarse plásticamente al disminuir la resistencia. Aún más, se pueden usar diferentes tipos de acero como partes de anclaje y partes elásticas, respectivamente, teniendo el acero usado para partes elásticas una mayor elongación y menor resistencia que el acero usado para partes de anclaje. También son posibles combinaciones de esas posibilidades, lo que permite personalizar el tendón 12 para aplicaciones particulares. Las pruebas realizadas por el solicitante han demostrado que el acero 22MnB5 es particularmente adecuado para ser utilizado en la presente invención para formar tanto partes de anclaje como partes elásticas.

10 En las pruebas realizadas por el solicitante, se encontró que los anclajes de roca elásticos 10 según la presente invención permitían alargamientos de entre 120 mm/m y 150 mm/m, correspondientes a una deformación axial de entre el 12 % y el 15 %, respectivamente. Esto se considera una gran mejora con respecto a los anclajes de roca elásticos de la técnica anterior que permiten deformaciones axiales en el intervalo de aproximadamente el 0,3 % al 2 %.

20 La figura 2 muestra una vista lateral de una segunda realización de un anclaje de roca elástico 10b según la presente invención, que es similar a la primera realización mostrada en la figura 1, pero incluye, además de la primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica 20, una pluralidad de partes de anclaje adicionales rígidas sustancialmente no elásticas 36, así como una pluralidad de partes axialmente elásticas plásticamente deformables 26 en disposición alterna. En la figura 2, se muestran dos partes de anclaje adicionales no elásticas 36 y dos partes axialmente elásticas 26, pero se contempla cualquier número de tales partes de anclaje adicionales y partes axialmente elásticas. Al igual que en la realización mostrada en la figura 1, las partes de anclaje y las partes axialmente elásticas de la figura 2 están soldadas (o pegadas) entre sí en las soldaduras 28a - 28d.

25 Típicamente, una parte axialmente elástica 26 puede tener una longitud de un metro, pero también puede ser más corta o larga. Además, la longitud y/o el diámetro tanto de las partes de anclaje como de las partes elásticas que forman el tendón 12 pueden variar, es decir, no es necesario que cada parte de anclaje y cada parte elástica tengan la misma longitud y/o diámetro.

**REIVINDICACIONES**

1. Un anclaje de roca elástico (10), que comprende:
  - un tendón alargado no unitario (12) que se extiende longitudinalmente a lo largo de un eje de tendón (A) desde un extremo proximal (16) hasta un extremo distal (18), incluyendo el tendón
- 5
  - o una primera parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica (20), y
  - o al menos una parte axialmente elástica plásticamente deformable (26) intermedia a dicha primera parte de anclaje rígida no elástica (20) y dicho extremo proximal (16),
 en donde tanto la primera parte de anclaje (20) como la al menos una parte elástica (26) son miembros de barra hueca, caracterizado en que
- 10
  - la primera parte de anclaje (20) se dispone en dicho extremo distal (18) y se extiende hacia dicho extremo proximal (16),
  - la primera parte de anclaje (20) y la al menos una parte elástica (26) se juntan integralmente entre sí de extremo a extremo soldando o pegando para formar al menos parte de dicho tendón alargado (12),
  - las bandas de tolerancia de resistencia de cualquier parte de anclaje rígida sustancialmente no elástica (20, 36) y la al menos una parte axialmente elástica plásticamente deformable (26) no se superponen, y
  - la al menos una parte axialmente elástica (26) tiene un recorrido de deformación de al menos 100 mm/m, preferiblemente de al menos 120 mm/m y lo más preferiblemente de al menos 150 mm/m.
- 15
  2. El anclaje de roca elástico según la reivindicación 1, en donde el anclaje de roca es autoperforante.
  3. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tendón (12) incluye al menos una parte de anclaje adicional rígida sustancialmente no elástica (36) intermedio a dicho extremo proximal (16) y dicha al menos una parte elástica (26).
  4. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera parte de anclaje rígida no elástica (20) se provee de una pluralidad de miembros de anclaje (22) que sobresalen de una superficie exterior de la primera parte de anclaje (20).
- 25
  5. El anclaje de roca elástico según la reivindicación 3 o 4,
 

en donde el tendón (12) incluye una pluralidad de partes de anclaje adicionales rígidas sustancialmente no elásticas (36) y una pluralidad de partes axialmente elásticas plásticamente deformables (26) en disposición alterna.
  6. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5,
 

en donde la al menos una o cada parte de anclaje adicional sustancialmente rígida no elástica (36) se provee de una pluralidad de miembros de anclaje (22) que sobresalen de una superficie exterior de la respectiva parte de anclaje adicional (36).
  7. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6,
 

en donde la pluralidad de miembros de anclaje (22) incluyen protuberancias seleccionadas del grupo de nervaduras, surcos, ranuras, entrantes, roscas, resaltes y espárragos.
- 35
  8. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 

en donde cada parte elástica (26) tiene una superficie exterior generalmente lisa.
  9. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 

en donde al menos una o al menos una parte elástica (26) tiene un diámetro exterior que es menor que el diámetro exterior de una parte de anclaje rígida adyacente.
- 40
  10. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 

en donde la primera parte de anclaje (20) y cualquier otra parte de anclaje (36) tienen una resistencia mayor que la al menos una parte elástica (26).
  11. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 

en donde al menos una parte elástica (26), la primera parte de anclaje (20) y cualquier otra parte de anclaje (36) son

miembros de barra hueca de acero, el acero de los miembros de barra huecos que constituyen la al menos una parte elástica (26) son diferentes del acero de los miembros de barra huecos que constituyen la primera parte de anclaje (20) y cualquier otra parte de anclaje (36).

12. El anclaje de roca elástico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

5 en donde el tendón (12) incluye una parte roscada externamente (30) en o cerca de dicho extremo proximal.

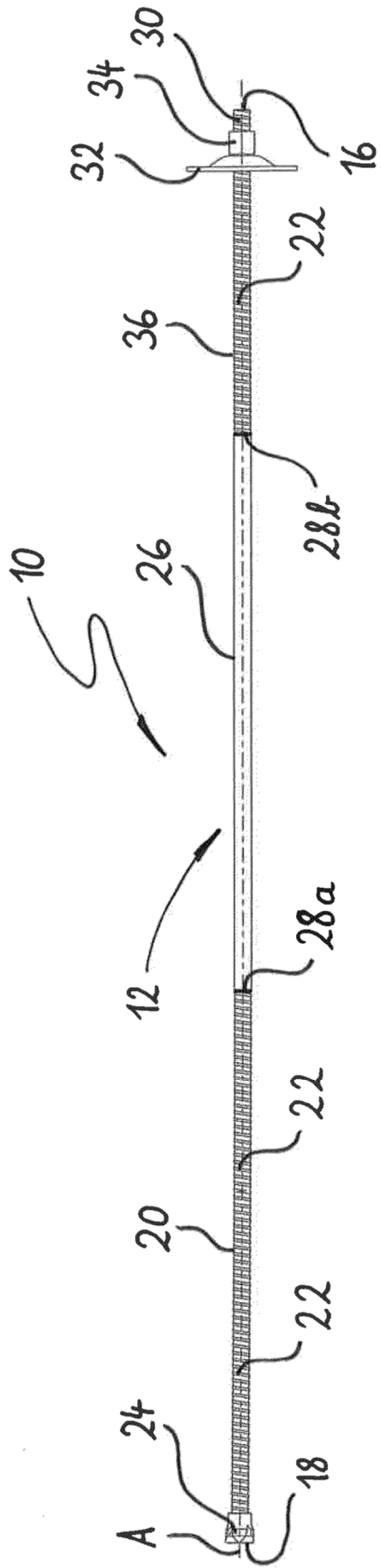


Fig.1

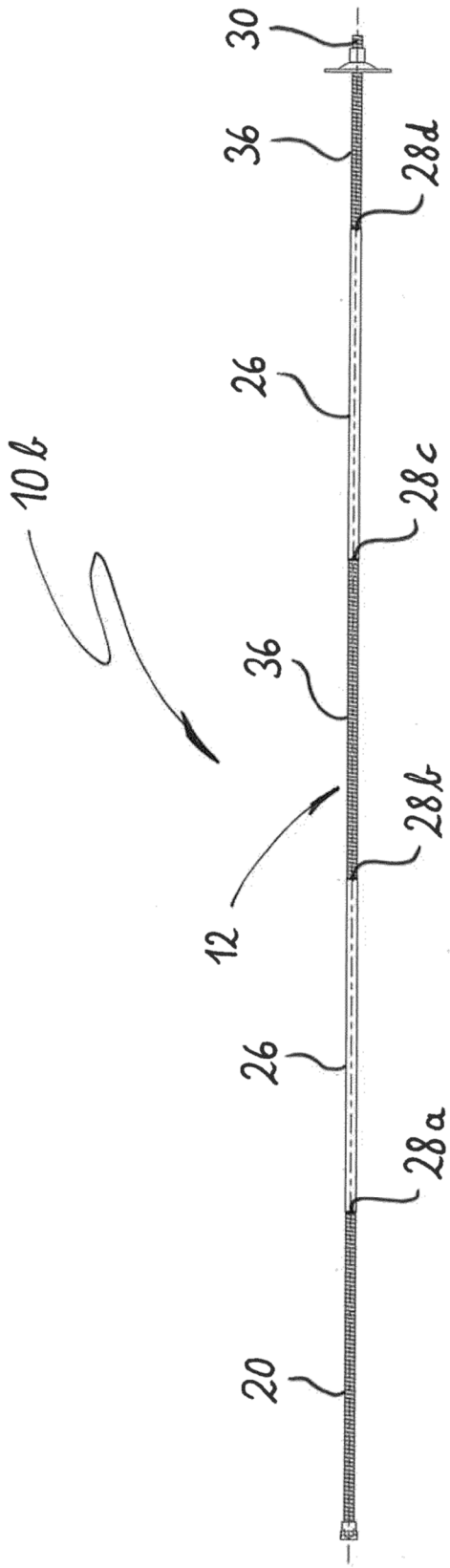


Fig. 2