(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 738 412**

(51) Int. Cl.:

F16G 15/12 (2006.01)
D03D 3/00 (2006.01)
F16G 13/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2016** **PCT/EP2016/061979**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016** **WO16189119**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2016** **E 16726522 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019** **EP 3303877**

(54) Título: **Eslabón de cadena híbrida**

(30) Prioridad:

28.05.2015 EP 15169671

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.01.2020

(73) Titular/es:

DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL

(72) Inventor/es:

BOSMAN, RIGOBERT;
WIENKE, DIETRICH;
MARISSEN, ROELOF y
HOMMINGA, JOZEF, SIEGFRIED, JOHANNES

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 738 412 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

Eslabón de cadena híbrida

La presente invención se refiere a un eslabón de cadena que comprende una tira que comprende al menos dos hilos de urdimbre diferentes. La invención también se refiere a una cadena que comprende dicho eslabón de cadena. Además, la invención se refiere al uso de dicha cadena en ciertas aplicaciones.

Dicho eslabón de cadena ya se conoce del estado de la técnica. Por ejemplo, el documento de patente WO2008089798 desvela eslabones de cadena que comprenden tiras que comprenden hilos multifilamento de poliolefina, particularmente hilos multifilamento de polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE). El documento de patente WO2009/115249A1 desvela primeros eslabones de cadena que comprenden hilos multifilamento poliméricos y que tienen un espesor τ_1 al menos en la porción donde se interconectan con eslabones de cadena adyacentes, los eslabones adyacentes tienen un espesor τ_2 al menos en la porción donde se interconectan con los primeros eslabones y en donde la relación τ_2/τ_1 es al menos 1,2. La cadena desvelada en el documento de patente WO2009/115249A1 se puede hacer de eslabones rígidos y flexibles alternantes hechos de diferentes materiales, espesores y pesos y que tienen rigidez aproximadamente igual.

Aunque las cadenas descritas en los documentos anteriormente mencionados representan mejoras en el estado de la técnica, existe una necesidad continua de mejorar más las cadenas sintéticas. La eficiencia de las cadenas desvelada en el estado de la técnica es más baja debido a que la distribución de tensión entre dos eslabones de cadena adyacentes es más bien no homogénea, causando esto el daño o la fractura de los eslabones de cadena a cargas más bajas en la cadena que las esperadas o deseadas. Además, las construcciones de cadena híbrida conocidas normalmente resultan en peso adicional a la cadena. Además, usando los eslabones de cadena del estado de la técnica que tienen diferentes tipos de materiales, con diferentes espesores y pesos, se producen cadenas a costes más altos, por métodos complejos, y plantea un riego de peligro a la seguridad debido a que los eslabones de cadena muestran diferente comportamiento de envejecimiento (por ejemplo, degradación y corrosión).

El objeto de la invención es, por tanto, proporcionar una cadena con eficiencia mejorada con respecto a la cantidad de hilo usado, que reduzca las pérdidas en la resistencia mientas que gestiona máxima transferencia de carga entre los eslabones de cadena adyacentes.

Este objetivo se logró con un eslabón de cadena que comprende una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, en donde el espesor de la sección central es superior al espesor de las secciones de borde.

Sorprendentemente, se encontró que, empleando el eslabón de cadena según la presente invención en una construcción de cadena, se obtuvieron un aumento de la resistencia a la rotura y la eficiencia de la cadena. Además, menos pérdida significativa de resistencia de fibra utilizada da como resultado un menor coste por unidad de resistencia de la cadena.

Ventajas adicionales del eslabón de cadena según la presente invención incluyen peso más ligero y mayor factor de seguridad, es decir, es menos propenso al fallo o rotura cuando se somete a altas cargas.

Por "fibra" se entiende en el presente documento un cuerpo alargado que tiene una longitud, una anchura y un espesor, siendo la dimensión de longitud de dicho cuerpo muy superior a las dimensiones transversales de anchura y espesor. Las fibras pueden tener longitudes continuas, conocidas en la técnica como filamentos, o longitudes discontinuas, conocidas en la técnica como fibras cortadas. Las fibras pueden tener diversas secciones transversales, por ejemplo secciones transversales regulares o irregulares con una circular, forma de judía, forma ovalada o rectangular, y pueden estar retorcidas o sin retorcer.

Por "hilo" se entiende en el presente documento un cuerpo alargado que contiene una pluralidad de fibras o filamentos, es decir, al menos dos fibras o filamentos individuales. Por fibra o filamento individual se entiende en el presente documento la fibra o filamento como tal. El término "hilo" incluye hilos de filamentos continuos o hilos de filamentos que contienen una pluralidad de fibras de filamentos continuos e hilos cortados o hilos hilados que contienen fibras cortas también denominadas fibras cortadas. Dichos hilos son conocidos por el experto en la materia.

Por "tira" se indica en el presente documento un cuerpo alargado que tiene un espesor (t) y una anchura (w), en donde el espesor (t) es mucho más pequeño que la anchura (w). Particularmente, por "tira" se indica en el presente documento un cuerpo alargado que tiene una sección central y secciones de borde longitudinal y que tiene un espesor máximo ($t_{máx}$) en el centro de la sección central, un espesor mínimo ($t_{mín}$) en las secciones de borde longitudinal y una anchura (w), en donde ambos espesores son más pequeños que la anchura (w). Dichas tiras son preferentemente cuerpos flexibles, particularmente telas o estructuras tejidas tales como una construcción de ligamento tafetán y/o sarga, por ejemplo, también conocida en la técnica como ligamento estrecho o cincha textil. La tira puede tener secciones transversales regulares o irregulares. La tira puede ser alternativamente una cinta o un tubo textil circular hueco o manga. La "tira" también se puede denominar en el presente documento cincha o ligamento estrecho o estructura tejida.

Por "hilo de urdimbre" se entiende generalmente una multitud de hilos que tienen composición diferente o similar, y también se puede denominar sistema de urdimbre. Cada hilo de urdimbre transcurre sustancialmente longitudinalmente, en la dirección de la máquina de la tira. En general, la dirección de longitud solo está limitada por la longitud de los hilos de urdimbre, mientras que la anchura de una tira está principalmente limitada por el número de hilos de urdimbre individuales (también denominado en el presente documento número de pasadas) y la anchura de la máquina de tejeduría plana empleada.

El término "hilo de trama" se refiere generalmente a los hilos que transcurren en una dirección transversal, transversal a la dirección de la máquina de la tira. Definido por una secuencia de tejeduría plana de la tira, el hilo de trama entrelaza o interconecta repetidamente con dicho al menos un hilo de urdimbre. El ángulo formado entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama es preferentemente aproximadamente 90º. La tira puede comprender un único hilo de trama o múltiples hilos de trama con composición similar o diferente. El hilo de trama en la tira según la presente invención pueden ser un único hilo de trama o una pluralidad de hilos de trama.

Por "orillo" se indica en el presente documento el borde tejido más remoto de una tira o cincha o estructura estrecha, particularmente un borde de una tira o cincha o estructura estrecha en donde los hilos que transcurren en una dirección perpendicular al borde de la tira no se extienden desde la tira como extremos libres, sino que son continuos en el borde volviendo a la tira. Los orillos se forman normalmente en hilos de relleno (también denominada trama) durante un proceso de tejeduría plana en lanzadera, pero también se puede hacer con otras técnicas o en hilos de urdimbre.

El mayor espesor de la sección central que el espesor de las al menos dos secciones de borde longitudinal en la tira del eslabón de cadena según la presente invención se puede lograr por cualquier método conocido en la técnica, que incluye usando hilos de urdimbre en las secciones de borde de la tira que tienen diferentes títulos como se describe en el presente documento más adelante. El espesor de las secciones de tira también se puede denominar en el presente documento la densidad de área (kg/m^2). El eslabón de cadena según la presente invención comprende una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, siendo el espesor de la sección central superior al espesor de las secciones de borde, en donde la tira comprende hilos de urdimbre que contienen hilo de urdimbre A e hilo de urdimbre B, en donde el título del hilo de urdimbre A es superior al título del hilo de urdimbre. Preferentemente, la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde longitudinal de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira. Existen dos secciones de borde longitudinal.

La tira comprende una pluralidad de hilos de urdimbre que comprende o consiste en hilos de urdimbre A y B. La tira puede normalmente comprender una pluralidad de hilos de trama. La cantidad de hilos de trama es preferentemente inferior a la cantidad de hilos de urdimbre en la tira ya que los hilos de urdimbre normalmente están soportando la carga en una construcción de cadena. La cantidad de hilos de trama puede ser inferior a 50 % en peso, basado en el peso total de la tira, preferentemente como máximo 45 % en peso, como máximo 30 % en peso, como máximo 20 % en peso, como máximo 10 % en peso o como máximo 5 % en peso, basado en el peso total de la tira.

Preferentemente, los hilos de trama y/o los hilos de urdimbre en la tira del eslabón de cadena según la presente invención comprenden cualquier polímero y/o composición de polímero que se pueda procesar en un hilo de alto rendimiento. Más preferentemente, la tira en el eslabón de cadena según la presente invención comprende hilos de alto rendimiento.

En el contexto de la presente invención, "hilos de alto rendimiento" o "fibras de alto rendimiento" incluyen hilos o fibras que comprenden un polímero seleccionado de un grupo que comprende o consiste en homopolímeros y/o copolímeros de alfa-olefinas, por ejemplo etileno y/o propileno; polioximetileno; poli(fluoruro de vinilidina); poli(metilpenteno); poli(etileno-clorotrifluoroetileno); poliamidas y poliaramidas, por ejemplo poli(tereftalamida de p-fenileno) (conocida como Kevlar®); poliarilatos; poli(tetrafluoroetileno) (PTFE); poli{2,6-diimidazo-[4,5b-4',5'e]piridinilen-1,4(2,5-dihidroxi)fenileno} (conocido como M5); poli(p-fenilen-2,6-benzobisoxazol) (PBO) (conocido como Zylon®); poli(hexametilenadipamida) (conocida como nailon 6,6); polibuteno; poliésteres, por ejemplo poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno) y poli(tereftalato de 1,4-ciclohexilidendimetileno); poliacrilonitrilos; poli(alcoholes vinílicos) y polímeros de cristal líquido termotrópico (LCP) como se conocen de, por ejemplo, el documento de patente US 4384016, por ejemplo Vectran® (copolímeros de ácido para-hidroxibenzoico y ácido para-hidroxinaftálico). También son posibles hilos de urdimbre y/o hilos de trama que comprenden nanotubos de carbono. También pueden estar comprendidas combinaciones de hilos que comprenden dichos polímeros en cada hilo de urdimbre A y B y usarse para la fabricación de la tira en el eslabón de cadena según la presente invención. Más preferentemente, el eslabón de cadena según la presente invención comprende hilos de urdimbre A y B, en donde cada hilo A y B comprende poliolefinas, preferentemente alfa-poliolefinas, tales como homopolímeros de propileno y/o etileno y/o copolímeros basados en propileno y/o etileno. El experto puede seleccionar fácilmente el peso molecular medio (M_w) y/o la viscosidad intrínseca (VI) de dichos materiales poliméricos para obtener una fibra que tiene propiedades mecánicas deseadas, por ejemplo resistencia a la tracción. La bibliografía técnica proporciona orientación adicional no solo a qué valores de M_w o VI debe usar un experto para obtener fibras fuertes, es decir, fibras con una alta resistencia a la tracción, sino también a cómo producir dichas fibras.

Alternativamente, se puede entender en el presente documento que los hilos de alto rendimiento incluyen hilos, preferentemente hilos poliméricos, que tiene una tenacidad o resistencia a la tracción de al menos 1,2 N/tex, más preferentemente al menos 2,5 N/tex, lo más preferentemente al menos 3,5 N/tex, pero lo más preferentemente al menos 4 N/tex. Por motivos prácticos, la tenacidad o resistencia a la tracción de los hilos de alto rendimiento puede ser como máximo 10 N/tex. La resistencia a la tracción se puede medir por el método que se describe en la sección "Ejemplos" en el presente documento más adelante.

El módulo de resistencia a la tracción de los hilos de alto rendimiento puede ser de al menos 40 GPa, más preferentemente al menos 60 GPa, lo más preferentemente al menos 80 GPa. El título de las fibras en dicho hilo es preferentemente es al menos 100 dtex, incluso más preferentemente al menos 1000 dtex, pero incluso más preferentemente al menos 2000 dtex, pero incluso más preferentemente al menos 3000 dtex, pero incluso más preferentemente al menos 5000 dtex, pero incluso más preferentemente al menos 7000 dtex, lo más preferentemente al menos 10000 dtex.

Preferentemente, los hilos de urdimbre A y B y/o los hilos de trama comprenden hilos de alto rendimiento que comprenden un polímero, pero más preferentemente una poliolefina, pero más preferentemente un polietileno y lo más preferentemente polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE). Los hilos de urdimbre A y B y/o los hilos de trama pueden consistir sustancialmente en un polímero, preferentemente una poliolefina, más preferentemente un polietileno de alto rendimiento y lo más preferentemente polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE). En una cadena, las fuerzas se transmiten normalmente desde un eslabón de cadena hasta otro mediante las interconexiones, donde los eslabones hacen un contacto mutuo local directo. En los puntos o localizaciones de contacto, los eslabones de cadena generalmente están altamente sometidos a esfuerzo (principalmente esfuerzos compresivos), que conducen fácilmente a daño local o incluso a fractura del eslabón. Cuando se usan poliolefinas y especialmente UHMWPE en los hilos, mejora la vida útil y la fiabilidad de la cadena, en particular en condiciones de carga dinámica.

En el contexto de la presente invención, la expresión 'que consiste sustancialmente en' tiene el significado de 'puede comprender trazas de especies adicionales' o en otras palabras que comprende más de 98 % en peso de y, por tanto, permite la presencia de hasta 2 % en peso de especies adicionales.

Por 'UHMWPE' se entiende un polietileno que tiene una viscosidad intrínseca (VI), como se mide en disolución en decalina a 135 ºC) de al menos 5 dL/g, preferentemente de entre aproximadamente 8 y 40 dL/g. La viscosidad intrínseca es una medida de la masa molar (también denominado peso molecular) que se puede determinar más fácilmente que los parámetros reales de masa molar como Mn y Mw. Existen varias relaciones empíricas entre VI y Mw, pero dicha relación es dependiente de la distribución de masas molares. Basándose en la ecuación $Mw = 5{,}37 * 10^4 [VI]^{1,37}$ (véase el documento de patente EP 0504954 A1), una VI de 8 dL/g sería equivalente a Mw de aproximadamente 930 kg/mol. Preferentemente, el UHMWPE es un polietileno lineal con menos de una ramificación por cada 100 átomos de carbono, y menos de una ramificación por cada 300 átomos de carbono; conteniendo una ramificación o cadena lateral o ramificación de cadena normalmente al menos 10 átomos de carbono. El polietileno lineal puede contener además hasta 5 % en moles de uno o más comonómeros, tales como alquenos como propileno, buteno, penteno, 4-metilpenteno u octeno.

Por 'hilos de UHMWPE' se entiende en el presente documento los hilos que comprenden fibras que comprenden polietileno de masa molar ultra-alta y que tienen una tenacidad de al menos 1,5, preferentemente 2,0, más preferentemente al menos 2,5 o al menos 3,0 N/tex. La resistencia a la tracción, también simplemente resistencia, o tenacidad de las fibras, se determinan por métodos conocidos como se describe en la sección experimental. No existe motivo para un límite superior de la tenacidad de fibras de UHMWPE en la cuerda, pero las fibras disponibles son normalmente de tenacidad como máximo aproximadamente 5 a 6 N/tex. Las fibras de UHMWPE también tienen un alto módulo de resistencia a la tracción, por ejemplo de al menos 75 N/tex, preferentemente al menos 100 o al menos 125 N/tex. Las fibras de UHMWPE también se denominan fibras de polietileno de alto módulo o fibras de polietileno de alto rendimiento.

Los hilos de UHMWPE tienen preferentemente un título de al menos 5 dtex, más preferentemente al menos 10 dtex. Por motivos prácticos, el título de los hilos de la invención es como máximo varios miles de dtex, preferentemente como máximo 5000 dtex, más preferentemente como máximo 3000 dtex. Preferentemente, el título de los hilos está en el intervalo de 10 a 10000, más preferentemente 15 a 6000 y lo más preferentemente en el intervalo desde 20 hasta 3000 dtex.

Las fibras de UHMWPE tienen preferentemente un título del filamento de al menos 0,1 dtex, más preferentemente al menos 0,5 dtex, lo más preferentemente al menos 0,8 dtex. El máximo título del filamento es preferentemente como máximo 50 dtex, más preferentemente como máximo 30 dtex y lo más preferentemente como máximo 20 dtex.

Preferentemente, los hilos de UHMWPE comprenden fibras hiladas en gel, es decir, fibras fabricadas con un proceso de hilado en gel. Los ejemplos de los procesos de hilado en gel para la fabricación de las fibras de UHMWPE se describen en numerosas publicaciones, que incluyen los documentos de patente EP 0205960 A, EP 0213208 A1, US 4413110, GB 2042414 A, GB-A-2051667, EP 0200547 B1, EP 0472114 B1, WO 01/73173 A1 y EP 1.699.954. El proceso de hilado en gel normalmente comprende preparar una disolución de un polímero de alta viscosidad

intrínseca (por ejemplo, UHMWPE), extruir la disolución en fibras a una temperatura por encima de la temperatura de disolución, enfriar las fibras por debajo de la temperatura de gelificación, gelificando así al menos parcialmente las fibras, y extraer las fibras antes, durante y/o después de la retirada al menos parcial del disolvente. Las fibras hiladas en gel obtenidas pueden contener cantidad muy baja de disolvente, por ejemplo como máximo 500 ppm.

La tira puede contener además cualquier aditivo habitual, en una cantidad de, por ejemplo, entre 0 y 30 % en peso, preferentemente entre 5 y 20 % en peso de la composición en peso total de la tira. Se pueden recubrir los hilos de trama y/o los hilos de urdimbre por, por ejemplo, recubrimientos para reducir o mejorar la adhesión – dependiendo de la propiedad deseada, colorantes, disolventes, antioxidantes, estabilizadores térmicos, promotores del flujo y similares. Dichos hilos se pueden recubrir, preferentemente con 10 a 20 % en peso de poliuretano, particularmente un recubrimiento poliuretano dispersado en agua, para mantener juntas las fibras en el hilo. Otros recubrimientos adecuados pueden incluir silicona, poliéster y recubrimientos basados en reactivos.

Preferentemente, los hilos de urdimbre A y B comprenden hilos de alto rendimiento según la definición de hilos de alto rendimiento como se refieren en el presente documento. Preferentemente, los hilos de urdimbre A y B comprenden al menos 10 % en peso de hilos de alto rendimiento basado en la composición en peso total de hilos de urdimbre, más preferentemente al menos 25 % en peso, incluso más preferentemente al menos 50 % en peso, incluso más preferentemente al menos 75 % en peso, incluso más preferentemente al menos 90 % en peso y lo más preferentemente 100 % en peso de hilos de alto rendimiento. Más preferentemente, los hilos de alto rendimiento comprenden un polietileno y lo más preferentemente UHMWPE.

Los hilos de trama en la tira del eslabón de cadena de la presente invención comprenden preferentemente hilos de alto rendimiento según la definición de los hilos de alto rendimiento como se refiere en el presente documento. En una realización más preferida, el (los) hilo(s) de trama(s) comprende(n) al menos 10 % en peso de hilos de alto rendimiento basado en la composición en peso total de hilos de trama, más preferentemente al menos 25 % en peso, incluso más preferentemente al menos 50 % en peso, incluso más preferentemente al menos 75 % en peso, incluso más preferentemente al menos 90 % en peso y lo más preferentemente 100 % en peso de hilos de alto rendimiento. Más preferentemente, los hilos de alto rendimiento comprenden un polietileno de alto rendimiento y lo más preferentemente UHMWPE.

Preferentemente, el título del hilo de urdimbre A está en un intervalo de desde 10 dtex hasta 1000000 dtex, preferentemente en el intervalo de desde 100 dtex hasta 100000 dtex y pero más preferentemente en el intervalo de desde 1000 dtex hasta 10000 dtex, lo más preferentemente en el intervalo de desde 1500 dtex hasta 7000 dtex y pero lo más preferentemente en el intervalo de desde 2000 dtex hasta 5000 dtex y pero lo más preferentemente en el intervalo de desde 2000 dtex hasta 3000 dtex.

Preferentemente, el título del hilo de urdimbre B está en el intervalo entre 5 dtex y 500.000 dtex, pero preferentemente en el intervalo entre 50 dtex y 250000 dtex, más preferentemente en el intervalo de desde 200 dtex hasta 10000 dtex, pero más preferentemente en el intervalo de desde 500 dtex hasta 7000 dtex, pero más preferentemente en el intervalo de desde 700 hasta 7500 y lo más preferentemente en el intervalo entre 800 dtex y 3000 dtex.

Sin quedar ligado a teoría alguna, se cree que empleando la tira en la construcción del eslabón de cadena según la presente invención, cambia la superficie de contacto entre eslabones de cadena interconectados adyacentes y las fuerzas se distribuyen más igualmente en cada punto en cada dirección del eslabón de cadena, minimizando el máximo de esfuerzo local. Esto puede conducir a la formación de una silla de montar óptima entre los eslabones de cadena adyacentes interconectados que permite la máxima transferencia de carga entre dichos eslabones y que da como resultado un aumento de la resistencia a la rotura y la eficiencia de la cadena. Una silla de montar óptima se puede caracterizar por una gran superficie de contacto y distribución de fuerzas aproximadamente igual a través de todas las direcciones en cualquier punto en el eslabón de cadena, dando esto como resultado la óptima transferencia de carga entre eslabones de cadena adyacentes.

Con respecto a su localización hacia el eslabón adyacente, cada sección de borde de la tira puede tener un lado externo y uno interno. El lado externo de la sección de borde es la parte orientada hacia afuera/exterior de la tira (por ejemplo, el eslabón de cadena adyacente). El lado interno de la sección de borde es la parte del borde orientada hacia el centro de la tira y es opuesto al borde externo. Ambos lados internos del borde son adyacentes a la sección central. Ambos lados externos del borde están orientados hacia afuera (por ejemplo, el eslabón de cadena adyacente). No es preciso aclarar que aunque se denominan sección "interna" y sección "externa", estas denominaciones no son limitantes y son intercambiables. El centro de la tira es en el presente documento la sección longitudinal de la tira situada entre las dos secciones de borde longitudinal y es adyacente a ambas secciones de borde longitudinal internas. Cada borde longitudinal puede comprender o consistir en un orillo.

Con respecto a su localización hacia afuera y/o hacia otra tira, cada sección de borde de una tira puede tener normalmente una superficie superior (también se puede denominar en el presente documento "lado superior") y una superficie inferior (también se puede denominar en el presente documento "lado inferior") opuesta a la superficie superior. No es preciso aclarar que aunque se denominan superficie superior y superficie inferior, estas denominaciones no son limitantes y pueden ser intercambiables.

La relación ponderal entre el hilo A y el hilo B (A/B) en la tira en el eslabón de cadena según la presente invención puede ser 0,1 ≤ A/B ≤ 10. Preferentemente, la relación A/B es 0,5 ≤ A/B ≤ 5. Más preferentemente, la relación A/B es aproximadamente 0,7 ≤ A/B ≤ 3, pero más preferentemente, dicha relación es 1 ≤ A/B ≤ 2. Aplicando dichas relaciones ponderales, aumentan la resistencia a la rotura y la eficiencia de la cadena.

La concentración de hilo de urdimbre A en las secciones de borde está preferentemente en un intervalo de desde 0 % en peso hasta 50 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal, o al menos 40 % en peso, o al menos 30 % en peso, o al menos 20 % en peso, o al menos 10 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal.

La concentración de hilo de urdimbre B en cada una de las secciones de borde longitudinal está preferentemente en un intervalo de desde 100 % en peso hasta 50 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal, preferentemente en un intervalo de desde 100 hasta 85 % en peso y lo más preferentemente aproximadamente 100 % en peso. La concentración de hilo de urdimbre B en cada sección de borde longitudinal es preferentemente al menos 60 % en peso, más preferentemente al menos 70 % en peso, pero más preferentemente al menos 80 % en peso, pero más preferentemente al menos 90 % en peso y lo más preferentemente al menos 95 % en peso basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal.

La concentración de hilo de urdimbre A en la sección central está preferentemente en un intervalo de desde 100 % en peso hasta 50 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en la sección central, preferentemente como máximo 95 % en peso y al menos 75 % en peso, preferentemente entre 100 y 85 % en peso y lo más preferentemente aproximadamente 100 % en peso. La concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es preferentemente al menos 60 % en peso, más preferentemente al menos 70 % en peso, pero más preferentemente al menos 80 % en peso, pero más preferentemente al menos 90 % en peso y lo más preferentemente al menos 95 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en la sección central.

La concentración de hilo de urdimbre B en la sección central está preferentemente en un intervalo de desde 0 % en peso hasta 50 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal, o al menos 40 % en peso, o al menos 30 % en peso, o al menos 20 % en peso, o al menos 10 % en peso, basado en el peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde longitudinal.

El peso total de hilos de urdimbre en la sección central suma hasta 100 % en peso. El peso total de hilos de urdimbre en cada sección de borde suma hasta 100 % en peso. El peso total de hilos de urdimbre e hilos de trama en la tira de la invención suma hasta 100 % en peso.

La concentración del hilo de urdimbre A y del hilo de urdimbre B puede variar como un gradiente a través de la anchura de la tira, cada sección de borde longitudinal contiene preferentemente como máximo o incluso aproximadamente 100 % en peso de hilo de urdimbre B y la sección central contiene preferentemente como máximo o incluso aproximadamente 100 % en peso de hilo de urdimbre A. La tira en el eslabón de cadena según la presente invención tiene un perfil en sección transversal más grueso (por ejemplo, con mayor título) en su sección central (por ejemplo, que contiene hilos con mayores títulos, tales como hilo A) mientras que reduce gradualmente su espesor (por ejemplo, reduciendo el título) a través de la sección central y las secciones de borde hacia las secciones de borde longitudinal (por ejemplo, que contienen hilos con títulos más bajos, tales como hilos B y opcionalmente C). Esto puede dar como resultado un perfil de espesor de aproximadamente forma de lente o perfil similar a escalones planos o aproximación casi elíptica de perfil de sección transversal, también denominado en el presente documento "sección transversal sustancialmente elíptica" de la tira.

La tira de la invención puede comprender además un hilo de urdimbre C en las secciones de borde longitudinal, en donde el título del hilo de urdimbre A es superior al título del hilo de urdimbre B y el título del hilo de urdimbre B es superior al título del hilo de urdimbre C, en donde la concentración de hilos de urdimbre B y C individuales en las secciones de borde longitudinal es superior a la concentración de hilos de urdimbre B y C individuales en la sección central de la tira. El hilo de urdimbre C se puede localizar en la sección de borde longitudinal más remota de la tira (por ejemplo, hacia el exterior de la tira, adyacente al hilo de urdimbre B y junto con el hilo de urdimbre B en las secciones de borde longitudinal o en otras palabras entre el exterior de la tira y el hilo de urdimbre B).

Preferentemente, el título del hilo de urdimbre C está en un intervalo de desde 1 dtex hasta 100000 dtex, pero preferentemente en un intervalo de desde 50 dtex hasta 10000 dtex, pero preferentemente en un intervalo entre 220 dtex y 50000 dtex, más preferentemente en el intervalo de desde 200 dtex hasta 10000 dtex, pero más preferentemente en el intervalo de desde 500 dtex hasta 7500 dtex, pero más preferentemente en el intervalo de desde 700 hasta 7500 y lo más preferentemente, en el intervalo entre 900 dtex y 3000 dtex y pero lo más preferentemente en el intervalo entre 800 dtex y 2000 dtex.

La relación ponderal entre el hilo B y el hilo C (B/C) en la tira en el eslabón de cadena según la presente invención puede ser 0,1 ≤ B/C ≤ 10. Preferentemente, la relación B/C es 0,5 ≤ B/C ≤ 5. Más preferentemente, la relación B/C es aproximadamente 0,7 ≤ B/C ≤ 3, pero más preferentemente dicha relación es 1 ≤ B/C ≤ 2.

La concentración de hilo de urdimbre C puede variar en las secciones de borde entre 0 % en peso y 50 % en peso, basado en la composición en peso total de hilos de urdimbre de las secciones de borde, preferentemente entre 20 % y 50 % en peso. La concentración de hilo de urdimbre C en las secciones de borde longitudinal es más preferentemente como máximo 50 % en peso, o como máximo 40 % en peso, como máximo 30 % en peso, como máximo 20 % en peso, como máximo 10 % en peso, como máximo 5 % en peso o como máximo 0,5 % en peso, basado en la composición en peso total de hilos de urdimbre de una sección de borde.

La tira según la presente invención puede contener hilos de urdimbre D adicionales, en donde el título del hilo de urdimbre A es superior al título del hilo de urdimbre B y el título del hilo de urdimbre B es superior al título del hilo de urdimbre C, y el título del hilo de urdimbre C es superior al título de los hilos de urdimbre adicionales en donde la concentración de hilos de urdimbre B y/o C y/o hilos de urdimbre D adicionales en las secciones de borde longitudinal es superior a la concentración de los hilos de urdimbre B y/o C y/o hilos de urdimbre D adicionales en la sección central de la tira. Los hilos de urdimbre D adicionales se pueden localizar en la sección de borde longitudinal más remota de la tira (por ejemplo, hacia el exterior de la tira, adyacente al hilo de urdimbre C o, en otras palabras, entre el exterior de la tira y el hilo de urdimbre C).

La tira de la invención comprende hilos de urdimbre, que incluyen hilo de urdimbre A e hilo de urdimbre B, que se distinguen por sus títulos y se pueden distinguir también por su posición dentro de la tira. Dicha posición dentro de la tira se puede lograr por técnicas comúnmente conocidas en el campo. Por la posición de los hilos de urdimbre dentro de la tira se entiende en el presente documento la posición respectiva de hilo de urdimbre A e hilo de urdimbre B en relación a través de la anchura de la tira. La posición de los dos hilos de urdimbre se puede definir según su posición a través de la anchura de la tira. A este respecto, una tira se puede considerar que es un objeto tridimensional en donde una dimensión (el espesor) es mucho más pequeña que las otras dos dimensiones (la longitud o la dirección de urdimbre y la anchura o la dirección de trama). En general, la dirección de longitud está solo limitada por la longitud de los hilos de urdimbre mientras que la anchura de una tira está principalmente limitada por la cifra de hilos de urdimbre individuales y la anchura de la máquina de tejeduría plana empleada.

La estructura de ligamento o cincha formada por los hilos de urdimbre y los hilos de trama puede ser de múltiples tipos, dependiendo del número y los diámetros de los hilos de urdimbre y hilos de trama empleados, así como de la secuencia de tejeduría plana usada entre los hilos de urdimbre y los hilos de trama durante el proceso de tejeduría plana. El experto en la técnica conoce bien dichas secuencias diferentes. Mediante los procesos de tejeduría plana conocidos, el hilo de trama entreteje los hilos de urdimbre. Dicha estructura entretejida también se puede llamar una tira monocapa.

El sistema de hilos de urdimbre en la tira del eslabón de cadena según la presente invención puede comprender hilos de urdimbre que tienen características similares o diferentes, tales como velocidades de fluencia mínimas y/o peso y/o alargamiento y/o densidad específicos, diferencias que pueden favorecer además la formación de sillas de montar óptimas y transferencia de carga máxima de esfuerzo reducido entre eslabones de cadena adyacentes. La sección central de la tira puede comprender hilos de urdimbre, tales como hilos de urdimbre A que tienen una velocidad de fluencia mínima que es inferior a la de los hilos de urdimbre comprendidos en las secciones de borde longitudinal, velocidad de fluencia mínima que se mide a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC. Preferentemente, los hilos de urdimbre con menor velocidad de fluencia mínima comprenden un polietileno, preferentemente un polietileno de alto rendimiento, lo más preferentemente de UHMWPE e incluso lo más preferentemente UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas (OB). Más preferentemente, los hilos de urdimbre con menor velocidad de fluencia mínima comprenden UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas. Lo más preferentemente, el hilo de urdimbre con menor velocidad de fluencia mínima en la tira según la presente invención consiste sustancialmente en un polietileno, preferentemente un polietileno de alto rendimiento, lo más preferentemente de UHMWPE e incluso lo más preferentemente UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas (OB). Dicho UHMWPE se describe, por ejemplo, en el documento de patente WO2012139934. Las OB pueden tener varios átomos de carbono entre 1 y 20, más preferentemente entre 2 y 16, incluso más preferentemente entre 2 y 10 y lo más preferentemente entre 2 y 6. Se obtienen buenos resultados en términos de estirabilidad de la fibra y fluencia estabilizante cuando dichas ramificaciones son preferentemente ramificaciones de alquilo, más preferentemente ramificaciones de etilo, ramificaciones de propilo, ramificaciones de butilo o ramificaciones de hexilo y lo más preferentemente ramificaciones de etilo o butilo. El número de ramificaciones olefínicas, por ejemplo etilo o butilo, por mil átomos de carbono se puede determinar por FTIR en una película moldeada por compresión de 2 mm de espesor cuantificando la absorción a 1375 cm^{-1} usando una curva de calibración basada en mediciones de RMN como en, por ejemplo, el documento de patente EP 0 269 151 (en particular su página 4). UHMWPE también tiene preferentemente una cantidad de ramificaciones olefínicas por mil átomos de carbono (OB/1000C) de entre 0,01, más preferentemente 0,05 y 1,30, más preferentemente entre 0,10 y 1,10, incluso más preferentemente entre 0,30 y 1,05. Cuando el UHMWPE usado según la invención tiene ramificaciones de etilo, preferentemente dicho UHMWPE tiene una cantidad de ramificaciones de etilo por mil átomos de carbono (C2H5/1000C) de entre 0,40 y 1,10, más preferentemente entre 0,60 y 1,10, también más preferentemente entre 0,64 y 0,72 o entre 0,65 y 0,70 y lo más preferentemente entre 0,78 y 1,10, también lo más preferentemente entre 0,90 y 1,08, o entre 1,02 y 1,07. Cuando el UHMWPE usado según la invención tiene ramificaciones de butilo, preferentemente dicho UHMWPE tiene una cantidad de ramificaciones de butilo por mil átomos de carbono (C4H9/1000C) de entre 0,05 y 0,80, más preferentemente entre 0,10 y 0,60, incluso más preferentemente entre 0,15 y 0,55, lo más preferentemente entre 0,30 y 0,55. Preferentemente, los hilos que comprenden UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas se

obtienen por hilado de un UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas y que tiene un esfuerzo de alargamiento (ES), y una relación (OB/1000C)/ES entre el número de ramificaciones olefínicas por mil átomos de carbono (OB/1000C) y esfuerzo de alargamiento (ES) de al menos 0,2 y más preferentemente de al menos 0,5. Dicha relación se puede medir en donde dicha fibra de UHMWPE se somete a una carga de 600 MPa a una temperatura de 70 ºC, tiene una vida útil de fluencia de al menos 90 horas, preferentemente de al menos 100 horas, más preferentemente de entre 110 horas y 445 horas, preferentemente al menos 110 horas, incluso más preferentemente de al menos 120 horas, lo más preferentemente de al menos 125 horas. El esfuerzo de alargamiento (ES en N/mm^2) de un UHMWPE se puede medir según ISO 11542-2A. El UHMWPE tiene preferentemente una relación (OB/1000C)/ES de al menos 0,3, más preferentemente de al menos 0,4, incluso más preferentemente de al menos 0,5, pero incluso más preferentemente de al menos 0,7, pero incluso más preferentemente de al menos 1,0, pero incluso más preferentemente de al menos 1,2. Cuando el UHMWPE usado en la presente invención tiene ramificaciones de etilo, dicho UHMWPE tiene preferentemente una relación (C2H5/1000C)/ES de al menos 1,00, más preferentemente de al menos 1,30, incluso más preferentemente de al menos 1,45, pero incluso más preferentemente de al menos 1,50, lo más preferentemente de al menos 2,00. Preferentemente, dicha relación es entre 1,00 y 3,00, más preferentemente entre 1,20 y 2,80, incluso más preferentemente entre 1,40 y 1,60, pero incluso más preferentemente entre 1,45 y 2,20. Cuando el UHMWPE tiene ramificaciones de butilo, dicho UHMWPE tiene preferentemente una relación (C4H9/1000C)/ES de al menos 0,25, incluso más preferentemente al menos 0,30, pero incluso más preferentemente al menos 0,40, pero incluso más preferentemente al menos 0,70, más preferentemente de al menos 1,00, lo más preferentemente de al menos 1,20. Preferentemente, dicha relación es entre 0,20 y 3,00, más preferentemente entre 0,40 y 2,00, incluso más preferentemente entre 1,40 y 1,80. El UHMWPE tiene preferentemente un ES de como máximo 0,70, más preferentemente de como máximo 0,50, más preferentemente de como máximo 0,49, incluso más preferentemente como máximo 0,45, lo más preferentemente como máximo 0,40. Cuando dicho UHMWPE tiene ramificaciones de etilo, preferentemente dicho UHMWPE tiene un ES de entre 0,30 y 0,70, más preferentemente entre 0,35 y 0,50. Cuando dicho UHMWPE tiene ramificaciones de butilo, preferentemente dicho UHMWPE tiene un ES de entre 0,30 y 0,50, más preferentemente entre 0,40 y 0,45. La fibra de UHMWPE ramificado se puede obtener por hilado en gel de un UHMWPE que comprende ramificaciones de etilo y que tiene un esfuerzo de alargamiento (ES), en donde la relación (C2H5/1000C)/ES entre el número de ramificaciones de etilo por mil átomos de carbono (C2H5/1000C) y el esfuerzo de alargamiento (ES) es al menos 1,0, en donde C2H5/1000C es entre 0,60 y 0,80 o entre 0,90 y 1,10 y en donde el ES es entre 0,30 y 0,50. Preferentemente, el UHMWPE tiene una VI de al menos 15 dL/g, más preferentemente al menos 20 dL/g, más preferentemente al menos 25 dL/g. Preferentemente, la fibra de UHMWPE tiene una vida útil de fluencia de al menos 90 horas, preferentemente de al menos 150 horas, más preferentemente de al menos 200 horas, incluso más preferentemente de al menos 250 horas, lo más preferentemente de al menos 290 horas y también lo más preferentemente de al menos 350 horas. La fibra de UHMWPE ramificado también se puede obtener por hilado en gel de un UHMWPE que comprende ramificaciones de butilo y que tiene un esfuerzo de alargamiento (ES), en donde la relación (C4H9/1000C)/ES entre el número de ramificaciones de butilo por mil átomos de carbono (C4H9/1000C) y el esfuerzo de alargamiento (ES) es al menos 0,5, en donde C4H9/1000C es entre 0,20 y 0,80 y en donde el ES es entre 0,30 y 0,50. Preferentemente, el UHMWPE tiene una VI de al menos 15 dL/g, más preferentemente al menos 20 dL/g. Preferentemente, la fibra tiene una vida útil de fluencia de al menos 90 horas, más preferentemente de al menos 200 horas, incluso más preferentemente de al menos 300 horas, pero incluso más preferentemente de al menos 400 horas, lo más preferentemente de al menos 500 horas. La poliolefina, preferentemente polietileno y lo más preferentemente UHMWPE ramificado, que se usa preferentemente en el hilo de urdimbre A en la tira en el eslabón de cadena según la presente invención se puede obtener por cualquier proceso conocido en la técnica. La poliolefina preferentemente comprendida en el hilo de urdimbre A puede comprender también o alternativamente grupos laterales cloro en la cadena de polímero principal. Dichas fibras se pueden obtener por cualquier método ya conocido en la técnica, por ejemplo por cloración de una poliolefina, preferentemente polietileno y lo más preferentemente UHMWPE. Dichos métodos de cloración se describen, por ejemplo, en la tesis de disertación publicada H. N. A. M. Steenbakkers-Menting, "Chlorination of ultrahigh molecular weight polyethylene", tesis doctoral, Universidad Técnica de Eindhoven, Los Países Bajos (1995). Este documento describe, por ejemplo, la cloración de polvo de PE en suspensión a 20-40 ºC; en un tambor giratorio a 90 ºC y en disolución. En este documento se describen fibras que comprenden polietilenos, por ejemplo HDPE y UHMWPE, que tienen cantidades variables de grupos cloro.

La relación entre la velocidad de fluencia mínima del hilo de urdimbre con la mayor velocidad de fluencia mínima y el hilo de urdimbre con la menor velocidad de fluencia mínima y preferentemente la relación entre la velocidad de fluencia mínima del hilo de urdimbre B y la velocidad de fluencia mínima del hilo de urdimbre A puede ser al menos 2, siendo la velocidad de fluencia mínima medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC, en donde la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira y en donde el hilo de urdimbre B comprende un hilo de alto rendimiento, comprendiendo el hilo de alto rendimiento preferentemente un polietileno y más preferentemente polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE), como se describe en el presente documento, y el hilo de urdimbre A comprende un hilo de alto rendimiento que comprende un polietileno que comprende ramificaciones de poliolefina, preferentemente UHMWPE que comprende ramificaciones olefínicas (OB), como se describe en el presente documento. La menor relación entre la velocidad de fluencia mínima del hilo B y la velocidad de fluencia mínima del hilo A puede tener un efecto despreciable o incluso disminuir la eficiencia de la cadena. Más

preferentemente, la relación entre la velocidad de fluencia mínima del hilo B y la velocidad de fluencia mínima del hilo A es al menos 5, al menos 10, al menos 50, al menos 100 o más. La velocidad de fluencia mínima del hilo A puede ser como máximo 1 x 10^{-5} % por segundo, midiéndose dicha velocidad de fluencia mínima a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC. Preferentemente, el hilo de urdimbre A en la tira del eslabón de cadena de la presente invención también tiene una velocidad de fluencia mínima de como máximo 4 x 10^{-6} % por segundo, lo más preferentemente como máximo 2 x 10^{-6} % por segundo, medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC. Lo más preferentemente, la velocidad de fluencia mínima del hilo de urdimbre A es al menos aproximadamente 1 x 10^{-10} % por segundo.

La fluencia es un parámetro ya conocido en la técnica y normalmente depende de la tensión y la temperatura aplicada a un material. Valores de alta tensión y alta temperatura normalmente promueven el rápido comportamiento de fluencia. La fluencia puede ser (parcialmente) reversible o irreversible en la descarga. La tasa de deformación dependiente del tiempo se denomina velocidad de fluencia y es una medida de cómo de rápido están experimentando las fibras dicha deformación. La velocidad de fluencia inicial puede ser alta, pero la deformación por fluencia puede disminuir durante la carga constante hasta una final velocidad de fluencia que puede ser despreciable (por ejemplo, próxima al valor de cero).

La velocidad de fluencia mínima de los hilos de urdimbre en la tira del eslabón de cadena según la presente invención se puede medir por el método que se describe en la sección *Ejemplos – Sección de métodos de caracterización* de la presente invención y en la solicitud de patente publicada WO2016001158. Particularmente, la velocidad de fluencia mínima de los hilos de urdimbre se ha obtenido en el presente documento a partir de una medición de fluencia aplicada en hilos multifilamento aplicando el método convencional de ASTM D885M bajo una carga constante de 900 MPa, a una temperatura de 30 ºC y luego midiendo la respuesta de fluencia (es decir, alargamiento por deformación, %) en función del tiempo. La velocidad de fluencia mínima se determina en el presente documento por la primera derivada de la fluencia en función del tiempo, en la que esta primera derivada tiene el valor más bajo (por ejemplo, la velocidad de fluencia [1/s] del hilo se representa en función del alargamiento por deformación [%] del hilo en un denominado diagrama de Sherby y Down conocido).

La longitud de los hilos de urdimbre en las al menos dos secciones de borde longitudinal de la tira del eslabón de cadena según la presente invención puede ser similar o superior a la longitud de los hilos de urdimbre en la sección central de la tira. En el último caso, la longitud L del hilo de urdimbre en las secciones de borde de la tira puede ser al menos 2 % superior a la longitud L del hilo de urdimbre en la sección central de la tira, preferentemente al menos 5 %, más preferentemente al menos 10 %, pero más preferentemente al menos 15 %, pero más preferentemente al menos 20 % y lo más preferentemente al menos 30 % y pero lo más preferentemente al menos 40 % superior a la longitud del hilo de urdimbre en la sección central de la tira. La longitud L del hilo de urdimbre en las secciones de borde de la tira es preferentemente como máximo 50 % superior a la longitud L del hilo de urdimbre en la sección central de la tira ya que mayores longitudes pueden determinar una construcción de cadena muy suelta e inestable. La superficie de la sección central de dicha tira con diferencias de longitud es preferentemente al menos 2 %, al menos 5 %, al menos 10 %, al menos 20 % o al menos 40 % de la superficie total de la tira y es preferentemente como máximo 50 % de la superficie de la tira en el eslabón de cadena según la presente invención. La concentración de los hilos de urdimbre puede variar como un gradiente a través de la anchura de la tira, cada sección de borde contiene preferentemente los hilos de urdimbre con la mayor longitud y la sección central contiene preferentemente los hilos de urdimbre con la menor longitud. El gradiente en la longitud creciente del hilo de urdimbre desde el centro hasta las secciones de borde puede cubrir 49 %, 47,5 %, 45 %, 40 %, 25 % en cada lado de la tira construida simétrica. Preferentemente, existe una suave función de transición desde el centro hasta las secciones de borde de la longitud del hilo de urdimbre.

La tira puede satisfacer la ecuación $0,5 \leq M/E \leq 3$, en donde M es la sección central en anchura de la tira y E es el total de secciones de borde en la anchura de la tira, consistiendo la anchura total de la tira en M y E. Preferentemente, M es igual a E. También preferentemente, E = aproximadamente ½ E1 + aproximadamente ½ E2, siendo E1 una sección de borde longitudinal en anchura y siendo E2 la otra sección de borde longitudinal (u opuesta) en anchura. Preferentemente, la tira puede satisfacer la ecuación $0,3 \leq M/E \leq 2$. Preferentemente, M = E y M/E es aproximadamente 1.

La anchura de la tira puede variar a lo largo de un amplio intervalo, con anchuras preferidas de al menos 5 mm, preferentemente al menos 25 mm, más preferentemente al menos 50 mm. La tira puede tener una anchura de como máximo 600 mm, preferentemente como máximo 1000 mm. El espesor de las tiras se elige preferentemente de forma que la tira tenga una relación entre la anchura y el espesor de al menos $w/t_{máx}$=5:1, más preferentemente al menos $w/t_{máx}$=10:1, siendo la relación entre la anchura y el espesor preferentemente como máximo $w/t_{máx}$= 100:1, $w/t_{máx}$= 1000:1, e incluso más preferentemente como máximo $w/t_{máx}$=50:1. Limitando la relación entre la anchura y el espesor de las tiras, los eslabones de la cadena están más fácilmente accesibles para medios de unión, tales como, por ejemplo, ganchos. Algunas veces, una tira se puede denominar también una banda o una banda plana. Los ejemplos de una tira pueden ser una cinta, una película o una correa. Una correa se fabrica fácilmente, por ejemplo, por tejeduría plana, trenzado o tejeduría de punto de hilos en cualquier construcción conocida en la técnica, por ejemplo una construcción de ligamento tafetán y/o sarga, por ejemplo. La correa tiene preferentemente una construcción de cincha textil de n capas donde n es preferentemente como máximo 4, más preferentemente 3 y lo más preferentemente 2. Dicha construcción de cincha tiene la ventaja de que proporciona al eslabón de cadena

elevada flexibilidad. Las correas se pueden construir con diferentes factores de rigidez para ajustar sus propiedades mecánicas, y más en particular su alargamiento a la rotura. Los factores de rigidez preferidos son tales que las correas tienen un alargamiento a la rotura de como máximo 6 %, y más preferido como máximo 4 %. El factor de rigidez se define en el presente documento como el número de hilos que se extienden paralelos a la dirección longitudinal de la correa multiplicado por el título del hilo por unidad de longitud.

El eslabón de cadena según la presente invención también se puede denominar de forma intercambiable en el presente documento "eslabón de cadena híbrida" o "eslabón de cadena hibridada" debido a la presencia de más de un tipo de hilos (por ejemplo, los hilos A y B que tienen diferente velocidad de fluencia mínima y/o diferentes títulos) en la composición de la tira. La cadena según la presente invención también puede denominarse en el presente documento de forma intercambiable "cadena híbrida" o "cadena hibridada".

Preferentemente, el eslabón de cadena según la invención tiene un peso total por unidad de longitud de al menos 1 g/m. El peso por unidad de longitud se puede aumentar usando mayor título y/o más hilos multifilamento.

La tira en el eslabón de cadena según la presente invención se puede construir como ya se conoce en la técnica, por ejemplo como se describe en el documento de patente WO2008089798. La tira de material puede formar alternativamente una pluralidad de convoluciones de dicha tira, teniendo la tira un eje longitudinal y comprendiendo cada convolución de dicha tira una torsión a lo largo del eje longitudinal de dicha tira, siendo dicha torsión un múltiplo impar de 180 grados. Dicho eslabón de cadena se describe en la solicitud de patente publicada WO2013186206. Por una "convolución" de la tira se entiende en el presente documento un bucle de la misma, también denominado devanado o una espiral, es decir, una longitud de dicha tira que empieza en un plano arbitrario perpendicular al eje longitudinal de la tira y que termina en un modo interminable en el mismo plano, definiendo así un bucle de dicha tira. El término "pluralidad de convoluciones" también se puede entender en el presente documento como "enrollado en una pluralidad de capas superpuestas". Dichas capas superpuestas de la tira se superponen preferentemente la una sobre la otra, pero también pueden presentar un desplazamiento lateral. Las convoluciones pueden estar en contacto directo entre sí, pero también se pueden separar. La separación entre las convoluciones puede ser, por ejemplo, por una tira de material adicional, una capa de adhesivo o un recubrimiento. Preferentemente, el eslabón de cadena en la cadena según la presente invención comprende al menos 2 convoluciones de la tira de material, preferentemente al menos 3, más preferentemente al menos 4, lo más preferentemente al menos 8 convoluciones. El máximo número de convoluciones no está específicamente limitado. Por motivos prácticos, se pueden considerar 1000 convoluciones como un límite superior. Cada convolución de la tira de material puede comprender una torsión de un múltiplo impar de 180 grados a lo largo de su eje longitudinal; preferentemente el múltiplo impar es uno. Dicha torsión de un múltiplo impar de 180 grados dará como resultado un eslabón de cadena que comprende una torsión de un múltiplo impar de 180 grados a lo largo de su eje longitudinal. La presencia de dicha torsión en cada convolución de la tira de material da como resultado un eslabón de cadena con una única superficie externa. Otra característica de dicha construcción puede ser que las superficies laterales de un primer extremo de la tira de material se superponen por cualquier cara por la tira de material convolucionada. Se observó que dicha torsión da como resultado una construcción de forma que las convoluciones se bloqueen ellas mismas contra el desplazamiento relativo. Preferentemente, al menos 2 convoluciones de la tira de material se conectan entre sí por al menos un medio de sujeción.

El eslabón de cadena según la invención se puede producir por un método que comprende las etapas de (a) proporcionar una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, en donde el espesor de la sección central es superior al espesor de las secciones de borde, (b) opcionalmente retorcer una primera longitud de la tira por un múltiplo impar de 180 grados alrededor de su eje longitudinal, (c) formar un bucle cerrado uniendo la longitud de la tira con una tira adicional, y (d) superponer la tira adicional al bucle cerrado. La tira en la etapa a) puede comprender además un hilo de urdimbre C como se define en el presente documento y puede comprender además hilos de urdimbre D adicionales, como se define en el presente documento.

La tira en la etapa (a) del proceso según la presente invención se puede producir por cualquier método conocido en la técnica, por ejemplo por tejeduría plana o tejeduría de punto de hilos multifilamento en cualquier construcción textil, conocida en la técnica como cincha o ligamento estrecho o correa tejida o una construcción de ligamento tafetán y/o sarga. La tira que tiene el espesor de la sección central superior al espesor de las secciones de borde se puede producir usando hilos de urdimbre que tienen diferentes títulos, particularmente por una tira que comprende hilo de urdimbre A y hilo de urdimbre B, siendo el título del hilo de urdimbre A superior al título del hilo de urdimbre B, en donde la tira comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, y en donde la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira. Alternativamente, la tira que tiene el espesor de la sección central superior al espesor de las secciones de borde se puede producir por plegamiento de una tira que tiene el mismo de la sección central espesor o similar y de las secciones de borde longitudinal en al menos una vez, preferentemente dos veces a lo largo de su eje longitudinal y preferentemente aplicando luego puntos para fijar la construcción formada.

Preferentemente, el bucle cerrado de la etapa (c) se forma alrededor de un par de ruedas giratorias y la convolución de la tira de material se puede realizar mientras que el bucle formado está rodando alrededor del par de ruedas. El par de ruedas se pueden disponer ortogonales entre sí. El eslabón de cadena se puede procesar devanando y fundiendo la tira de material. Dicho eslabón de cadena se pueden fabricar devanando una tira de material, por ejemplo alrededor de un par de ruedas, para formar un eslabón de cadena, calentando la tira de material hasta una temperatura por debajo del punto de fusión de la tira de material, temperatura a la que la tira de material se funde al menos parcialmente, y estirando el eslabón de cadena, por ejemplo, aumentando la distancia entre las ruedas, mientras que se giran simultáneamente las ruedas. Aumentando la distancia entre ruedas, normalmente se estira la tira de material.

La presente invención también se refiere a una cadena que comprende una pluralidad de eslabones de cadena interconectados según la presente invención. La cadena según la presente invención comprende al menos dos eslabones de cadena según la presente invención, que normalmente están interconectados. Por la porción donde un eslabón de cadena se interconecta con otro eslabón de cadena o por la porción donde (dos) eslabones de cadena adyacentes se interconectan se entiende en el presente documento la porción de la circunferencia del eslabón de cadena en contacto directo con el otro eslabón de cadena cuando la cadena está bajo carga.

Los eslabones de cadena en la cadena según la presente invención pueden tener la misma longitud interna o diferente, tamaño de anchura interna y espesor. Preferentemente, todos los eslabones de cadena en la cadena según la invención tienen la misma longitud y espesor ya que podría aumentarse más la eficiencia de la cadena. La cadena según la invención puede tener cualquier longitud. Por motivos prácticos, la cadena puede tener longitudes desde 0,25 m hasta 12000 m, preferentemente al menos 1 m; al menos 3 m; al menos 6 m; al menos 10 m; al menos 100 m o al menos 500 m o al menos 1000 m de longitud. La longitud de la cadena normalmente se determina por la longitud interna de sus bucles por el número de bucles enlazados juntos. La longitud interna L del eslabón de cadena puede variar desde aproximadamente 25 mm hasta 10 m, preferentemente 80 mm, preferentemente 100 mm, preferentemente 250 mm, preferentemente 500 mm, preferible 1000 mm, preferible 3000 mm.

La resistencia a la rotura de la cadena que comprende el eslabón de cadena según la presente invención es preferentemente al menos 23 kN, al menos 40 kN, al menos 50 kN, al menos 100 kN, al menos 200 kN, al menos 400 kN, al menos 500 kN, al menos 1000 kN, al menos 5000 kN, al menos 10000 kN, al menos 20.000 kN o al menos 50000 kN.

La eficiencia de la resistencia de la resistencia a la rotura resultante de la cadena con respecto a la resistencia inicial de la fibra según la presente invención puede ser al menos 5 %, al menos 10 %, al menos 30 %, o al menos 50 %.

El eslabón de cadena según la presente invención también puede comprender un espaciador, por ejemplo una porción de un manguito. Por "espaciador" se entiende en el presente documento una porción de material que es discontinua desde el eslabón de cadena (es decir, no forma una parte integrante del eslabón de cadena, por ejemplo es adicional a la circunferencia del eslabón y se puede desconectar del eslabón de cadena o conectarse a dicho eslabón, por ejemplo por formas como las descritas en el presente documento más adelante como costura) que tiene un espesor eficaz Δ entre eslabones de cadena adyacentes, en la localización de contacto a través de la que las cargas se transmiten directamente entre dos eslabones de cadena adyacentes. Dicho espaciador ya se conoce de la solicitud de patente publicada WO2015/086627. La presente solicitud de patente desvela una cadena que comprende un espaciador que tiene un espesor Δ en la localización de contacto a través de la que las cargas se transmiten directamente entre los eslabones de cadena y una relación $\Delta/\tau = f$, siendo τ el espesor de cualquiera de los eslabones de cadena en la localización a través de la que se transmiten las cargas entre dichos eslabones de cadena y estando f en un intervalo entre 0,10 y 2,50. Por "espesor eficaz" se entiende en el presente documento la raíz cuadrada del área en sección transversal de un espaciador o de un eslabón de cadena, respectivamente, en la cadena según la presente invención transmitidas entre dichos eslabones de cadena. El espaciador en la cadena según la presente invención puede comprender cualquier tipo de material, por ejemplo metales, preferentemente metales ligeros y sus aleaciones, por ejemplo litio, magnesio y aluminio y el grupo 4 del sistema periódico de los elementos (es decir, metales hasta el níquel); polímeros, tales como polímeros termoestables y composiciones de polímero y/o polímeros termoplásticos y composiciones de polímero; textiles; madera y/o cualquier tipo de fibras. Preferentemente, el espaciador comprende materiales de fibra o materiales textiles. También preferentemente, el espaciador comprende fibras poliméricas, es decir, fibras que comprenden un polímero o fibras metálicas, es decir, fibras que comprenden un metal. Dichas fibras poliméricas comprenden preferentemente hilos poliméricos de alto rendimiento, como se define en el presente documento.

La cadena que comprende los eslabones de cadena según la presente invención también puede comprender medios para unirla a otra estructura tal como un fondo plano sobre un camión, barco, avión o vagón de tren o sobre una paleta, por ejemplo. En este caso, se pueden conectar a la cadena accesorios de unión a la paleta, tales como pernos dobles. Los accesorios, y ganchos, están hechos generalmente de metal, aunque alternativamente se podrían usar plásticos técnicos. En una realización preferida, los accesorios y ganchos están hechos de metal de peso ligero, preferentemente magnesio o materiales compuestos de alta resistencia, tales como composiciones de fibra de carbono-epoxi. Dichos accesorios de peso ligero, pero fuertes, contribuyen además a la reducción de peso de la cadena.

Los medios de fijación pueden ser adhesivos, preferentemente adhesivos líquidos que se pueden curar después de la aplicación; puntadas y/o entretejidos. Preferentemente, los medios de fijación son puntadas, debido a que se pueden aplicar fácilmente en un modo bien controlado, en la localización deseada. Preferentemente, las puntadas se hacen con un hilo que contiene fibras de alta resistencia. El adhesivo líquido se inyecta preferentemente en los medios de conexión, tales como un nudo aplicado, y entonces se curan para fijar los medios de conexión. Las conexiones también se pueden hacer aplicando locamente calor y opcionalmente presión, por lo que los hilos multifilamento se funden al menos parcialmente y se fusionan entre sí. Preferentemente, el extremo de la cadena se puede unir a un gancho para el acortamiento, que puede ser de hierro colado, acero o metales más ligeros que incluyen titanio, aluminio o magnesio, o materiales compuestos, como materiales compuestos de fibra de carbono, epoxi. En una puesta a punto preferida, un lado de la cadena se unirá a un tensor para imponer carga permanente sobre la cadena sintética para la fijación óptima de cargamento, respectivamente mercancías.

Cuando se instalan, las cadenas de la invención son útiles y fiables en proporcionar un anclaje seguro de cargamento pesado en condiciones extremas como, por ejemplo, un avión militar pesado sobre la cubierta con proa arriba/abajo de un portaaviones en tempestad o en un avión de carga en aire turbulento.

La invención también se refiere a un método para potenciar las propiedades mecánicas, en particular la resistencia de la cadena que comprende el eslabón de cadena según la invención. Concretamente, se encontró que las propiedades mecánicas de dicha cadena, en particular su resistencia, se pueden mejorar estirando previamente la cadena antes de su uso por debajo del punto de fusión de los polímeros en el hilo, más preferentemente entre 70 - 130 ºC o entre 80 - 120 ºC, y lo más preferentemente entre 90 - 110 ºC.

La cadena que comprende el eslabón de cadena según la invención se puede estirar previamente a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión T_m de la poliolefina, aplicando una carga estática de al menos 20 %, más preferentemente al menos 40 %, y lo más preferentemente al menos 60 % de la carga de rotura de la cadena durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para lograr una deformación permanente de la cadena de entre 2 y 20 %, y más preferentemente entre 5 en 10 %. Por deformación permanente se entiende en el presente documento el grado de deformación de la que la cadena ya no se puede recuperar. Alternativamente, la cadena se puede estirar previamente como se ha explicado anteriormente en este documento a temperatura ambiente.

La presente invención se puede referir además a un proceso para aumentar la eficiencia de un componente portador de carga, tal como una cadena, aplicando el eslabón de cadena según la presente invención.

La presente invención también se refiere al uso de la cadena según la presente invención para el almacenamiento, amarre, tal como el amarre de un contenedor de carga y descarga rodante a un camión de arrastre de contenedores o mercancía a camiones comerciales, remolques de plataforma plana, eslingado y trincaje para manipular y transportar carga, en elevación e izado, explotación forestal, arrastre y cordaje, propulsión e impulsión, anclaje, bodega de carga de un avión o buque naval y similares. Por ejemplo, la cadena se puede someter a varios ciclos de carga. Preferentemente, el número de ciclos oscila desde 2 - 25, más preferentemente desde 5 - 15, y lo más preferentemente desde 8 - 12, por lo que la máxima carga aplicada es inferior a 60 % o inferior a 45 % de la carga de rotura de la cadena, más preferentemente inferior a 35 % de la carga de rotura de la cadena, y lo más preferentemente inferior a 25 % de la carga de rotura de la cadena. Es posible según la invención descargar la cadena durante el ciclo de carga. En un método preferido, sin embargo, la carga mínima aplicada es al menos 1 %. La cadena según la invención es resistente a cargas cíclicas.

La invención también se puede referir a un eslabón de cadena que comprende una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, siendo el espesor de la sección central superior al espesor de la sección de borde, en donde la tira es una cinta. Preferentemente, la invención se refiere a un eslabón de cadena que comprende una tira que contiene hilos de urdimbre que comprenden hilo de urdimbre A e hilo de urdimbre B, siendo el título del hilo de urdimbre A superior al título del hilo de urdimbre B, en donde la tira comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, y en donde la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira y en donde la tira es una cinta. Dichas cintas también se conocen como "cinta fibrosa" o como una "cinta en estado sólido" y se pueden producir por cualquier método conocido en la técnica. Por ejemplo, dichas cintas fibrosas se pueden producir por un proceso de hilado en gel, es decir, las cintas comprenden fibras de UHMWPE hiladas en gel. El estiramiento, preferentemente el estiramiento uniaxial, de la cinta producida se puede llevar a cabo por medios conocidos en la técnica. Dichos medios comprenden estiramiento por extrusión y estiramiento a la tracción en unidades de estiramiento adecuadas. Otro método preferido para la preparación de dichas cintas comprende fusión mecánica de fibras orientadas unidireccionales bajo una combinación de presión, temperatura y tiempo. Dicha cinta y un método de preparación de dicha cinta se describen en el documento de patente EP2205928. Para la producción de dichas cintas en estado sólido, normalmente se usa un proceso que tiene lugar en estado sólido, que puede comprender alimentar polvo de UHMWPE entre una combinación de cintas sin fin, moldear por compresión el polvo polimérico a una temperatura por debajo de su punto de fusión y laminar el polímero moldeado por compresión resultante, seguido por estiramiento. Dicho método se describe, por ejemplo, en los documentos de patente US5091133 y US7993715.

La invención también se puede referir a un eslabón de cadena que comprende una tira que comprende la cinta A y la cinta B, siendo el título de la cinta A superior al título de la cinta B, en donde la tira comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, y en donde la concentración de la cinta A en la sección central es superior a la concentración de la cinta A en las secciones de borde de la tira y la concentración de la cinta B en las secciones de borde es superior a la concentración de la cinta B en la sección central de la tira y en donde la tira es una cinta. Dichas cintas también se conocen como "cinta en estado sólido" y se pueden producir por cualquier método conocido en la técnica. Un método preferido para la producción de dichas cintas es un proceso que tiene lugar en estado sólido, que comprende alimentar polvo de UHMWPE entre una combinación de cintas sin fin, moldear por compresión el polvo polimérico a una temperatura por debajo de su punto de fusión y laminar el polímero moldeado por compresión resultante seguido por estiramiento. Dicho método se describe, por ejemplo, en los documentos de patente US5091133 y US7993715.

Además, la presente invención también se refiere a una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, siendo el espesor de la sección central superior al espesor de las secciones de borde. Preferentemente, dicha tira comprende hilos de urdimbre que contienen hilo de urdimbre A y hilo de urdimbre B, en donde el título del hilo de urdimbre A es superior al título del hilo de urdimbre B y la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira. La tira puede ser una cinta, preferentemente una cinta fibrosa como se describe en el presente documento anteriormente.

La invención también se refiere a una tira que comprende la cinta A y cinta B, siendo el título de la cinta A superior al título de la cinta B, en donde la tira comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, y en donde la concentración de la cinta A en la sección central es superior a la concentración de la cinta A en las secciones de borde de la tira y la concentración de la cinta B en las secciones de borde es superior a la concentración de la cinta B en la sección central de la tira y en donde la tira es una cinta. Dichas cintas son preferentemente cintas en estado sólido, como se describe en el presente documento anteriormente.

Se observa que la invención se refiere a todas las posibles combinaciones de características citadas en las reivindicaciones. Las características descritas en la descripción se pueden combinar adicionalmente.

Se observa además que el término 'comprende' no excluye la presencia de otros elementos. Sin embargo, también se debe entender que una descripción de un producto que comprende ciertos componentes también desvela un producto que consiste en estos componentes. Similarmente, también se debe entender que una descripción de un proceso que comprende ciertas etapas también desvela un proceso que consiste en estas etapas.

La invención se aclarará adicionalmente con los siguientes ejemplos sin estar limitada a estos.

Ejemplos

Materiales y métodos

- Se determina la viscosidad intrínseca (VI) según ASTM-D1601/2004 a 135 ºC en decalina, siendo el tiempo de disolución 16 horas, con DBPC como antioxidante en una cantidad de 2 g/L de disolución, extrapolando la viscosidad como se mide a diferentes concentraciones hasta concentración cero. Existen varias relaciones empíricas entre VI y Mw, pero dicha relación es altamente dependiente de la distribución de masas molares. Basándose en la ecuación $M_w = 5{,}37*10^4\ [VI]^{1{,}37}$ (véase el documento de patente EP 0504954A1), una VI de 4,5 dL/g sería equivalente a un M_w de aproximadamente 422 kg/mol.

- Se midió el título del hilo o filamento pesando 100 metros de hilo o filamento, respectivamente. Se calculó el dtex del hilo o filamento dividiendo el peso (expresado en miligramos) entre 10. Alternativamente, se pesan 10 metros y dtex es el número de miligramos de la longitud del hilo. tex = g/km; dtex = gramos/10 km o mg/10 m. Cuanto mayor sea el número de dtex, más grueso es el hilo.

- Se determinan las cadenas laterales en la muestra de UHMWPE por FTIR en una película moldeada por compresión de 2 mm de espesor cuantificando la absorción a 1375 cm^{-1} usando una curva de calibración basada en mediciones de RMN (como en, por ejemplo, el documento de patente EP 0 269 151).

- Propiedades de tracción: Se definen y determinan la resistencia a la tracción (o resistencia) y el módulo de resistencia a la tracción (o módulo) en hilos multifilamento como se especifica en ASTM D885M, usando una longitud de calibre nominal de la fibra de 500 mm, una velocidad de deformación constante de 50 %/min y abrazaderas Instron 2714, de tipo "Fibre Grip D5618C". Basándose en la curva de esfuerzo-deformación medida, el módulo se determina como el gradiente entre 0,3 y 1 % de deformación. Para el cálculo del módulo y la resistencia, se dividen las fuerzas de tracción medidas entre el título, como se determina pesando 10 metros de fibra; los valores en GPa se calculan suponiendo una densidad de 0,97 g/cm^3.

- Se determina la tenacidad (cN/dtex o N/tex; 10 cN/dtex = 1N/tex) de una cadena dividiendo la resistencia a la rotura de la cadena entre el peso de una unidad de longitud de la cadena. El peso se corrigió reduciéndolo entre el peso de los hilos de carga que no llevan carga.

- Se determinan la resistencia a la rotura y elongación a la rotura de una cadena en muestras de cadena secas usando una máquina de ensayo Zwick 1484 Universal a una temperatura de aproximadamente 21 ºC, y a una velocidad de deformación de 0,1/min.

- La eficiencia (%) de una cadena es la tenacidad original de la cadena dividida entre la tenacidad de los hilos de urdimbre que llevan carga (es decir, la tenacidad de las fibras componentes Dyneema® SK75 y SK78 fue 35 cN/dtex). En caso de que se usara Dyneema® DM20, entonces se usó una tenacidad ponderada, que fue 32 cN/dtex resultante del número de hilos de urdimbre (pasadas) por grado de fibra usados en la dirección de urdimbre. Se ignoraron el peso muerto y la tenacidad de los hilos de trama que no llevan carga.

- La máxima carga de rotura (MBL) es la fuerza necesaria para romper completamente una muestra seca de una cadena, que comprende al menos tres, preferentemente cinco eslabones de cadena.

- Se realizó la prueba de tracción (para medir MBL) de la cadena en muestras de cadena secas, que comprendían al menos tres, preferentemente cinco eslabones de cadena, usando una medidor de la carga de rotura, la máquina de ensayo 1000 kN Horizontal bench fa. ASTEA (Sittard, Los Países Bajos), a una temperatura de aproximadamente 16 ºC, una velocidad de 20 mm /min. La máxima longitud de la abrazadera fue 1,2 m y el diámetro del perno fue 150 mm. Las cadenas se probaron usando grilletes en D, la relación entre el diámetro de grillete y el espesor del artículo probado conectado a ellos fue 5. Los grilletes en D se dispusieron en una configuración paralela para la cuerda.

- Se terminó la velocidad de fluencia mínima de los hilos como se indica en la presente solicitud de patente y en la solicitud de patente publicada WO2016/001158. La velocidad de fluencia mínima de los hilos de urdimbre se ha obtenido en el presente documento de una medición de fluencia aplicada en hilos multifilamento aplicando el método convencional de ASTM D885M bajo una carga constante de 900 MPa, a una temperatura de 30 ºC y luego midiendo la respuesta de fluencia (es decir, alargamiento por deformación, %) en función del tiempo. La velocidad de fluencia mínima se determina en el presente documento por la primera derivada de la fluencia en función del tiempo, en la que esta primera derivada tiene el valor más bajo (por ejemplo, la velocidad de fluencia [1/s] del hilo se representa en función del alargamiento por deformación [%] del hilo en un denominado diagrama de Sherby y Down conocido).

Experimento 1 comparativo (EC1)

Se devanó un eslabón de cadena de 8 capas de una tira de ligamento estrecho hecha de hilos Dyneema® SK75 en la dirección de urdimbre, que tenía una anchura de tira de 25 mm, un espesor de 1,5 mm y una longitud de 400 mm. La tira estaba comercialmente disponible Güth & Wolf GmbH (ligamento gris plata de 2,54 cm (1")) con una resistencia a la rotura nominal de 5 toneladas (49 kN) y un peso del tramo de 44 g/m. Los hilos de urdimbre en la tira estaban hechos de 120 hilos Dyneema® SK75 que tenía cada uno un título de 1760 dtex, una tasa de torsión de 25 vueltas por metro (Z25) y 35 cN/dtex de resistencia del hilo específica inicial y una velocidad de fluencia mínima de 2,4 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC.

Los hilos en la dirección de trama estuvieron hechos de hilos Dyneema® SK60 que tenían un título de 880 dtex con una torsión de 40 vueltas por metro (Z40) y que tenían una velocidad de fluencia mínima de 5,8 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC y una tasa de torsión de 40 vueltas por metro (Z40). La relación entre el peso total de hilos de trama y el peso total de hilos de urdimbre fue 20:80. Entonces se termofijó la tira (o cincha) y se estiró previamente a aproximadamente 120 ºC durante 2 min y 10 % de carga de rotura máxima (igual a 4,9 kN) y luego se recubrió por inmersión en un resina de color plata dispersada en agua (comercialmente disponible de CHT Beitlich GmbH (D), nombre comercial *TUBICOAT FIX ICB CONC.*) y posteriormente se secó por corriente de aire caliente. La tira final tuvo MBL de 49 kN o 5 toneladas métricas.

Se convolucionó en 8 capas de forma apretada una longitud de la tira para formar un eslabón de forma 0 (bucle) de 100 mm de longitud interna que llevaba una torsión de 180 grados en cada convolución de la tira. Se realizaron un total de 8 convoluciones con aproximadamente 2,5 m de la tira. El eslabón retorcido de 180 grados así formado tuvo circunferencias aproximadas de 100 mm (interna) y 134 mm (externa) y el espesor de los eslabones de 8 capas fue 12 mm. Se superpusieron los 2 extremos de la eslinga aproximadamente 110 mm y se unieron entre sí por puntadas a través del espesor del eslabón retorcido 180 grados durante una longitud de 110 mm con un patrón de puntadas MW (zig-zag) con hebra de costura XtremeTech™ 20/40 (Amann & Co GmbH, Alemania), hecha de Dyneema® SK75 con un título de 440 dtex.

Entonces se produjo una cadena interconectando cinco eslabones de cadena, obtenidos como se ha descrito en el presente documento anteriormente. La longitud total de esta cadena de cinco eslabones fue 0,6 metros correspondientes a un título de 25660 tex.

Etapa de termofijado

La cadena obtenida se estiró previamente cinco veces hasta 50 % de MBL, correspondiente a 100 kN durante 1 min, a una temperatura de 120 ºC.

Se produjeron cuatro muestras de cadena, cada una de ellas consistente en cinco eslabones de cadena como se describe en el presente documento (EC1, EC2, Ej. 1-2). Las cadenas se produjeron sin aplicar la etapa de termofijado (muestra indicada con "a" en la Tabla 1) y aplicando la etapa de termofijado (muestra indicada con "b" en la Tabla 1).

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Experimento 2 comparativo (CE2)

Se realizó el Experimento 2 comparativo repitiendo el Experimento 1 comparativo, pero con la diferencia de que el hilo de urdimbre se hizo de 120 hilos Dyneema® DM20 que tenía cada uno un título de 1760 dtex, una torsión de 25 vueltas por metro (Z25) y una resistencia de hilo específica inicial de 32 cN/dtex y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC.

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 1 (Ej. 1)

Se realizó el Ejemplo 1 repitiendo el Experimento 1 comparativo, pero con las siguientes diferencias:

Los hilos de urdimbre en la tira se hicieron de hilos que tenían títulos diferentes y valores similares de velocidad de fluencia mínima, concretamente [C1]+[B1]+[A]+[B2]+[C2] = [15 hilos Dyneema® SK60 que tenían un título de 880 dtex y Z40 (hilo C1, situado en una sección de borde longitudinal) y una velocidad de fluencia mínima de 5,8 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC] + [20 hilos Dyneema® SK78 que tenían un título de 1760 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo B1, situado en la misma sección de borde longitudinal junto con el hilo C1)] + [30 hilos Dyneema® SK78 que tenían un título de 2640 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo A, situado en la sección central)] + [20 hilos Dyneema® SK78 que tenían un título de 1760 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo B2, situado en la sección de borde longitudinal opuesta)] + [15 hilos Dyneema® SK60 que tenían un título de 880 dtex y Z40 y una velocidad de fluencia mínima de 5,8 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo C2, situado en la sección de borde longitudinal opuesta junto con el hilo B2)]. (B=B1+B2; C=C1+C2)

Así, el total de hilos de urdimbre [C]+[B]+[A] = [30 hilos Dyneema® SK60 que tenían un título de 880 dtex y Z40 y una velocidad de fluencia mínima de 5,8 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo C)] + [40 hilos Dyneema® SK78 que tenían un título de 1760 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo B)] + [30 hilos Dyneema® SK78 que tenían un título de 2640 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-5} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo A)], que da como resultado una cantidad de hilos de urdimbre por título (es decir, cantidad de hilos de urdimbre o pasada por título en el sistema de urdimbre) de 15 % en peso de hilo C, 40 % en peso de hilo B y 45 % en peso de hilo A.

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 2 (Ej. 2)

Se realizó el Ejemplo 2 repitiendo el Ejemplo 1, pero con las siguientes diferencias:

Los hilos de urdimbre comprenden hilos Dyneema® SK99 que tienen una resistencia de hilo específica inicial de 42,5 cN/dtex y una velocidad de fluencia mínima de 7 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC e hilos Dyneema® DM20 que tienen una resistencia de hilo específica inicial de 32 cN/dtex y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC.

Los hilos de urdimbre en la tira se hicieron de hilos que tenían diferentes títulos y valores diferentes de velocidad de fluencia mínima, que comprendían [C1]+[B1]+[A]+[B1]+[C2] = [20 hilos Dyneema® SK99 que tenían un título de 880 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 7 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo C1, situado en una sección de borde longitudinal más remota)] + [30 hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de 1760 dtex y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo B1, situado en una sección de borde longitudinal junto con el hilo C1)] + [20 hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de 2x1760 dtex, así aproximadamente 3520 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una

temperatura de 30 ºC (hilo A, situado en la sección central)] + [30 hilos Dyneema® DM20 que tenían un título de 1760 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 1,3 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo B2, situado en la sección de borde longitudinal opuesta)] + [20 hilos Dyneema® SK99 que tenían un título de 880 dtex y Z25 y una velocidad de fluencia mínima de 7 x 10^{-6} % por segundo medida a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC (hilo C2, situado en una sección de borde longitudinal más remota junto con el hilo B2)]. (C1+C2=C; B1+B2=B)

Las concentraciones con respecto al número de hilos de urdimbre (pasadas) por título fueron [C]:[B]:[A] = 16,6 % : 33 % : 50 % y con respecto a % en peso de los hilos de urdimbre en el sistema de urdimbre: [C]:[B]:[A] = 16,6 % en peso : 33 % en peso : 50 % en peso.

En los Ejemplos 1-2, la construcción de tira tiene una relación M/E de aproximadamente 1, en donde M es la sección central en anchura de la tira y E es el total de las dos secciones de borde longitudinal en la anchura de la tira, consistiendo la anchura total de la tira en M y E, siendo M igual a E y E = aproximadamente ½ E1 + aproximadamente ½ E2, siendo E1 una sección de borde longitudinal en anchura y siendo E2 la otra sección de borde longitudinal (o la opuesta) en anchura.

Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Los resultados mostrados en la Tabla 1 demuestran que las cadenas según la presente invención (cadenas de los Ejemplos 1) tienen un aumento de la resistencia a la rotura y eficiencia en comparación con las cadenas obtenidas en EC1 y EC2. Concretamente, se logró una eficiencia de cadena mejorada por eslabones de cadena devanados de un perfil de tira elíptica (eslabón de cadena que comprende una tira hecha de hilos de urdimbre que tienen títulos diferentes, Ejemplo 1). Antes de aplicar una etapa de termofijación, la cadena del Ejemplo 1a logró más de 13 % de eficiencia y después de la termofijación, dicha cadena logró 31 % de eficiencia (Ejemplo 1b). Aplicando así el perfil de tira elíptica, un perfil de silla de montar óptima entre eslabones de cadenas adyacentes minimizó la pérdida en la eficiencia de la cadena. Además, se observó un aumento significativo del valor de tenacidad y respectivamente aproximadamente 50 % de reducción de la pérdida de eficiencia para las cadenas que se termofijaron en comparación con las cadenas que no se termofijaron. Además, se logró una reducción significativa de las pérdidas de eficiencia en la interfase de la cadena en caso de que la tira se hibridara (es decir, ya fuera por hilos de urdimbre de diferente fluencia y/o por títulos diferentes en los hilos de urdimbre que forman una sección transversal de la tira elíptica).

Tabla 1.

Muestra	Sección transversal de la tira	Ten. teór. de la tira	P. de la tira	MBL de la tira	Ten. de la tira	P. de la cadena	MBL de la cadena	Ten. de la cadena	Pérdida en la ten. de la cadena frente a la ten. de la tira	Ef. de cadena
		cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	g/m	kN	cN/dtex	cN/dtex	%
EC1a	R	35	25,66	50717	19,7	666,5	22,6	3,73	-15,97	10,6
EC1 b	*R*	*35*	25,66	*50717*	*19,7*	*666,5*	*27,8*	*7,06*	*-12,64*	*20,2*
EC2a	R	32	26,13	43163	16,5	654,6	21,7	3,39	-13,11	10,4
EC2b	*R*	*32*	*26,13*	*43163*	*16,5*	*654,6*	*29,1*	*8,12*	*-8,38*	*25,4*
Ej. 1a	E	33,8	22,35	29518	13,2	583,9	16,6	4,64	-8,56	13,7
Ej. 1b	*E*	*33,8*	*22,35*	*29518*	*13,2*	*583,9*	*29,5*	*10,47*	*-2,73*	*31*
Ej. 2a	E									
Ej. 2b	*E*									
a = muestra de cadena que no se termofijó; b = muestra de cadena que se termofijó; R = Rectangular; E = Elíptica; P. = Peso; Teór. = Teórica; Ef. = Eficiencia; Ten. = Tenacidad										

REIVINDICACIONES

1. Un eslabón de cadena que comprende una tira que comprende una sección central longitudinal y al menos dos secciones de borde longitudinal, en donde el espesor de la sección central es superior al espesor de las secciones de borde, caracterizado por que la tira contiene un hilo de urdimbre A y un hilo de urdimbre B, siendo el título del hilo de urdimbre A superior al título del hilo de urdimbre B.

2. El eslabón de cadena según la reivindicación 1, en donde la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central es superior a la concentración de hilo A en las secciones de borde de la tira y la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde es superior a la concentración de hilo de urdimbre B en la sección central de la tira.

3. El eslabón de cadena según la reivindicación 2, que comprende además un hilo de urdimbre C, siendo el título del hilo de urdimbre A superior al título del hilo de urdimbre B y el título del hilo de urdimbre B es superior al título del hilo de urdimbre C, en donde la concentración de hilos de urdimbre B y C individuales en las secciones de borde es superior a la concentración de hilos de urdimbre B y C individuales en la sección central de la tira.

4. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 o 3, en donde la concentración del hilo de urdimbre C en las secciones de borde longitudinal es inferior a la concentración de hilo de urdimbre B en las secciones de borde longitudinal.

5. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 4, en donde los hilos de urdimbre comprenden un hilo de alto rendimiento, comprendiendo el hilo de alto rendimiento un polímero, preferentemente una poliolefina, más preferentemente un polietileno y lo más preferentemente UHMWPE.

6. El eslabón de cadena de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 5, en donde la concentración de hilo de urdimbre A en la sección central está en un intervalo de 50 % en peso a 100 % en peso, basado en la composición en peso total de hilos de urdimbre de la sección central.

7. El eslabón de cadena de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 6, en donde la concentración de hilo de urdimbre A en cada sección de borde longitudinal está en un intervalo de 0 % en peso a 100 % en peso, basado en la composición en peso total de hilos de urdimbre de cada sección de borde longitudinal.

8. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la tira forma una pluralidad de convoluciones de dicha tira, teniendo la tira un eje longitudinal y comprendiendo cada convolución de dicha tira una torsión a lo largo del eje longitudinal de dicha tira, siendo dicho torsión un múltiplo impar de 180 grados.

9. El eslabón de cadena de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 7, en donde los hilos de urdimbre tienen diferentes velocidades de fluencia mínimas, medidas a una tensión de 900 MPa y una temperatura de 30 ºC, preferentemente el hilo de urdimbre A y el hilo de urdimbre B tienen diferentes velocidades de fluencia mínimas.

10. El eslabón de cadena de cualquiera de las reivindicaciones precedentes 2 a 7 o 9, en donde la longitud de los hilos de urdimbre en las al menos dos secciones de borde longitudinal es superior a la longitud del hilo de urdimbre en la sección central de la tira.

11. El eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la tira es una estructura tejida.

12. Una cadena que comprende el eslabón de cadena según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

13. Un método para potenciar la resistencia de la cadena según la reivindicación 12, por estiramiento previo de la cadena antes de uso a una temperatura por debajo de la temperatura de fusión del material en los hilos.

14. Uso de la cadena según la reivindicación 12 para el almacenamiento, amarre, tal como el amarre de un contenedor de carga y descarga rodante a un camión de arrastre de contenedores o mercancía a camiones comerciales, remolques de plataforma plana, eslingado y trincaje para manipular y transportar carga, en elevación e izado, explotación forestal, arrastre y cordaje, propulsión e impulsión, anclaje, bodega de carga de un avión o buque naval y similares.