

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 944**

51 Int. Cl.:

B23D 61/18 (2006.01)

B23D 65/00 (2006.01)

B28D 1/12 (2006.01)

D07B 7/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.05.2016 PCT/EP2016/061634**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2016 WO16188978**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.05.2016 E 16725493 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3302861**

54 Título: **Bucle de cordón de sierra y un método para la producción de tal bucle**

30 Prioridad:

26.05.2015 EP 15169236

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

02.03.2021

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

**DERYCKE, STEVEN;
LEFEBVRE, DOMINIQUE;
BAEKELANDT, TOM y
GOEMAERE, PETER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 808 944 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

Bucle de cordón de sierra y un método para la producción de tal bucle

5 Campo técnico

La invención se refiere a un método para cerrar el bucle de un cordón de sierra, en particular, a un método para la producción de un bucle de cordón de sierra de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un cordón de sierra de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 12. Los cordones de sierra se usan para el corte de materiales pedregosos de origen natural (como el mármol y el granito) u origen artificial (como el ladrillo o el hormigón).

10

Antecedentes de la técnica

Tal método y tal cordón de sierra se conocen a partir del documento WO2012/142633A1.

15

Un cordón de sierra es un cordón de acero provisto de perlas de sierra ensartadas en el cordón de acero, que están separadas por un recubrimiento de polímero. Típicamente, el cordón de acero es un cordón de acero de múltiples hebras que comprende una hebra de núcleo y hebras externas torcidas alrededor de la hebra de núcleo.

20

El cordón de sierra se cierra en un bucle por medio de un cierre. Los cordones de sierra se usaron por primera vez en las canteras para la extracción de bloques, donde se formó un bucle largo individual por medio de un cierre mecánico. Como el bucle es largo, el cierre no se flexiona a alta frecuencia. Además, ya que el cordón se ha de acortar en momentos regulares a medida que avanza el aserrado, la conexión en este tipo de aplicación se renueva regularmente.

25

Los cordones de sierra se usan actualmente cada vez más en máquinas de sierra de múltiples bucles que comprenden varias decenas (por ejemplo, sesenta) de bucles de cordón de sierra que se hacen pasar en paralelo sobre pares de poleas accionadas. Cuando se fractura un bucle individual, toda la máquina deja de funcionar, ya que los extremos libres se pueden enredar en los bucles que todavía se hacen pasar. En las sierras de múltiples alambres, un requisito previo es que el cordón de acero y su conexión deben durar al menos tanto como las perlas, por tanto, la conexión debe tener al menos el mismo rendimiento que el cable.

30

Adicionalmente, el bucle de cordón de acero se debe cerrar con torsiones en el mismo. En el cierre del bucle, uno de los dos extremos orientados se debe torcer alrededor de su eje, mientras que el otro extremo se mantiene fijo en rotación. La torsión debe ser en la dirección de cierre del cordón de acero, es decir, en la dirección que acorta la longitud de tendido de las hebras externas en el cordón de acero. Esto hace que el cordón de sierra sea más rígido en la torsión. Adicionalmente, una polea debajo del ángulo está presente en la trayectoria del cordón de sierra para hacer que el cordón de sierra rote en la dirección de cierre del cordón. Esto garantiza que el cordón de sierra rote durante el uso, generando, de ese modo, un desgaste circunferencial uniforme de las perlas.

35

Resulta evidente que la conexión no debe deteriorar la vida útil de las perlas o el cordón de acero. En cualquier caso, la conexión es una discontinuidad en la longitud del bucle y pueden surgir las siguientes dificultades en la conexión:

40

en primer lugar, si la conexión es menos rígida a la torsión que la propia cuerda, las perlas en la conexión rotarán menos, lo que conducirá a la ovalización de las perlas. Esta ovalización se puede extender fuera de la conexión e incluso en toda la longitud del bucle. La 'ovalización de las perlas' es el proceso mediante el que el desgaste de la capa abrasiva en la perla no es circunferencialmente uniforme. Se trata de un proceso de autoamplificación en el que, una vez que se produce una ligera ovalización, el cordón de sierra se ve obstaculizado en su rotación y el lado de las perlas que está más desgastado entrará en contacto con el material pedregoso aún más. Por lo tanto, aquellas perlas se desgastarán más rápido en un lado, lo que dará como resultado la necesidad de descartar todo el bucle.

50

En segundo lugar, si en la región de la conexión hay una rigidez a la flexión más alta o más baja del cordón de sierra, en comparación con las regiones fuera de la conexión, las perlas de la zona de conexión entrarán en el corte de manera diferente que en las otras partes del cordón de sierra. Asimismo, ya que una alta rigidez a la flexión local introduce altos esfuerzos de flexión, el cordón de acero puede fallar debido a la flexión repetida.

55

En tercer lugar, la carga de rotura del cordón no se debe deteriorar demasiado en la conexión.

En cuarto lugar, el diámetro del cordón de acero en la conexión no debe aumentar o al menos no aumentar demasiado. Debe resultar posible el desplazamiento de las perlas sobre la conexión antes de la inyección de los manguitos de polímero.

60

Finalmente, el cierre de la conexión no debe llevar demasiado tiempo, con el fin de poder producir bucles de cordón de sierra de manera rentable.

65

Se han sugerido métodos para producir el bucle de cordón de acero a partir de una hebra individual enrollada sobre sí misma con solo una conexión de una hebra individual (documento GB 623685 (1947) y US2773495 (1953)). Aunque,

con diferencia, esta debe ser la mejor conexión posible, es un proceso largo para preparar el bucle. Además, las perlas se deben desplazar hacia adelante y hacia atrás sobre el bucle muchas veces y resulta difícil construir torsiones.

5 Se han sugerido otras conexiones para los cordones de sierra que se basan, en gran medida, en los métodos usados para empalmar cuerdas de alambre de acero, por ejemplo, cuerdas de alambre de acero para teleféricos. El 'empalme interno' en donde las hebras externas a su vez se insertan en el núcleo es, en ese sentido, muy popular. La norma DIN3089 (1984), Parte 2, describe este tipo de empalme. El 'empalme interno' muestra una rigidez a la flexión y una rigidez a la torsión muy similar a la del cordón de acero. Asimismo, hay un aumento muy pequeño del diámetro en los lugares donde se insertan las hebras. Sigue habiendo una pérdida local de carga de rotura, ya que la hebra de núcleo y las hebras externas se desconectan todas en algún punto. Sin embargo, si estos puntos están lo suficientemente lejos el uno del otro, la pérdida se puede minimizar. El inconveniente del empalme interno es que este es elaborado y requiere mucho tiempo.

15 Un empalme alternativo que se puede preparar en menos tiempo es un 'empalme externo'. En este caso, las hebras externas no se insertan en el núcleo para reemplazar la hebra de núcleo, sino que estas permanecen externas al núcleo y las uniones a tope de las hebras correspondientes permanecen visibles desde el exterior. Véanse, por ejemplo, los documentos US 3884212 y US 4907564. La ventaja es que el empalme se puede preparar en un tiempo más corto. Sin embargo, el empalme se ha de extender sobre una longitud más larga con el fin de obtener la misma resistencia. Además, tras la carga (tensión, flexión o torsión), las puntas de hebra en las uniones a tope tenderán a sobresalir de la superficie de los cordones de acero, lo que obstaculizará, de ese modo, el desplazamiento de las perlas sobre las uniones a tope antes del moldeo por inyección.

25 Las variaciones del empalme externo se describen, por ejemplo, en el documento WO2012/142633 A1, en donde las puntas de unión a tope de las hebras externas se sujetan en un manguito o tubo termocontraíble. Posteriormente, la hebra se empuja entre las hebras circundantes con unos alicates. Aunque esto evita que las puntas de hebra sobresalgan de la superficie, los problemas mecánicos persisten.

30 Se ha descrito un empalme externo alternativo en el documento WO 2015/028950, en donde, en cada unión a tope de las puntas de hebra, se coloca sobre la unión a tope un elemento de refuerzo que encierra el cordón de acero. Aunque la conexión garantiza una resistencia y rigidez a la torsión adecuadas, esta puede introducir altos esfuerzos de flexión locales en el borde del elemento de refuerzo. El método hace que resulte necesario colocar el elemento de refuerzo sobre el cordón de acero justo antes del moldeo por inyección, ya que, una vez que el elemento está en su lugar, las perlas ya no se pueden desplazar sobre el empalme.

35 Por lo tanto, los inventores buscaron otras maneras de cerrar el bucle del cordón de acero en un cordón de sierra.

Divulgación de la invención

40 Un primer objeto de la invención es proporcionar un método para cerrar el cordón de acero de un cordón de sierra en un bucle por medio de un empalme. Un objeto adicional de la invención es limitar el tiempo necesario para preparar el empalme que conecta el cordón de acero en un bucle. Asimismo, un objeto de la invención es que el empalme se pueda preparar sobre una longitud de empalme corta. Un objeto importante es que las perlas se puedan desplazar sobre el empalme sin obstrucción antes del moldeo por inyección. El objetivo final es poder automatizar el moldeo por inyección de la camisa de polímero mediante la provisión de un empalme adecuado. Otro objeto de la invención es proporcionar un bucle de sierra de alambre con un empalme, del que el comportamiento de flexión, torsión y tensión sea indiferente del comportamiento de flexión, torsión y tensión del cordón de sierra fuera del empalme.

50 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para la producción de un bucle de cordón de sierra, tal como se define mediante las características de la reivindicación 1.

55 Se selecciona un cordón de acero que se convertirá en el alambre de vehículo del cordón de sierra. El cordón de acero tiene una hebra de núcleo alrededor de la que se tuercen varias hebras externas en una determinada dirección de tendido (por ejemplo, izquierda (S) o derecha (Z)) y con una determinada longitud de tendido. El cordón de acero tiene un diámetro externo 'DE'. Las hebras de núcleo y externas se ensamblan con filamentos de acero. Aunque la invención no se limita a ningún tipo particular de cordón de acero, en los cordones de sierra, el número de filamentos en las hebras externas es preferentemente siete: un filamento de núcleo que está rodeado por seis filamentos externos. El filamento de núcleo se puede elegir un poco más grande que los filamentos externos para adaptar la torsión de los filamentos externos. Se indica esto como una hebra (1+6).

60 Preferentemente, están presentes seis hebras externas. Se ha hallado que esto ofrece un buen equilibrio entre el trabajo que interviene en la formación del empalme y la calidad del empalme. Cinco o cuatro hebras externas conducen a una pérdida local de resistencia en una desconexión de una hebra externa de, respectivamente, más de 1/6° o más de 1/5° de la resistencia original. Cuando están presentes seis hebras externas, esto da como resultado una pérdida local de resistencia de 1/7°. Cuando se usan siete o más hebras externas, la pérdida local de resistencia en una desconexión de una hebra externa es menor, pero el trabajo que interviene en la preparación del empalme aumenta. Asimismo, como la hebra de núcleo es más grande cuando aumenta el número de hebras externas, se pierde más

resistencia cuando se desconecta la hebra de núcleo.

La hebra de núcleo también se prepara de filamentos de acero torcidos entre sí. Esta puede ser del tipo (1+6). En caso contrario, el núcleo puede consistir en un filamento de núcleo con seis filamentos en una primera capa cubierta mediante doce filamentos torcidos alrededor del núcleo en una capa adicional (tipo 1+6+12). También son posibles construcciones alternativas como una hebra del tipo Warrington $d1+N \times d2/N \times d3/N \times d2$ ($N=5,6,7,8$ o 9). En un tipo Warrington, un alambre de núcleo de un primer diámetro 'd1' está rodeado por una primera capa de filamentos de un segundo diámetro 'd2' que, a su vez, está rodeada por una segunda capa de filamentos con alambres alternos del segundo 'd2' y el tercer 'd3' diámetro. La hebra se forma en una etapa individual con una longitud de tendido individual.

Todos los filamentos son filamentos de acero y se preparan de acero con alto contenido de carbono (más del 0,50 % de C). Los filamentos normalmente se galvanizan y, a veces, se chapan de latón. Por ejemplo: en aplicaciones más exigentes, se usan otros tipos de cordones de acero, tales como los tipos $7 \times (1+6+12)$, en donde los filamentos se chapan de latón. El chapado de latón permite una muy buena unión con el caucho que se inyecta entre las perlas de sierra para este tipo de cordón de sierra.

Una longitud de trabajo del cordón de acero se corta de una longitud más larga. La longitud de trabajo tiene un primer y un segundo extremo. La longitud de trabajo es mayor que la longitud de bucle deseada. La longitud de bucle se determina mediante el diseño de la máquina de sierra. En general, esta es entre 15 y 30 metros. Las longitudes de bucle parecen estandarizarse alrededor de 16, 18, 20 o 24,5 metros.

Se proporcionan perlas de sierra. Las perlas de sierra se pueden preparar mediante varias técnicas:

- por medio de sinterización metalúrgica en polvo. Los polvos de metal se mezclan con partículas abrasivas, se prensan en conjunto en un molde anular y se sinterizan para formar un compacto anular. El compacto anular se somete a soldadura fuerte a un manguito de metal. A continuación, la perla se ensarta en la longitud de trabajo del cordón de acero;
- como alternativa, se puede eliminar el manguito de metal y el compacto anular se puede ensartar directamente en el cordón de acero;
- recientemente, se han desarrollado perlas obtenidas mediante plaqueado láser (documentos WO 2012/119946 A1, WO 2012/119947 A1). En esa técnica, las capas abrasivas se depositan directamente sobre el manguito de metal. A continuación, las perlas se ensartan en el cordón de acero.

En cualquier caso, las perlas producidas tienen un orificio pasante con un diámetro interno 'DI'. El cordón de acero tiene un diámetro externo 'DE'. La diferencia entre el diámetro interno del orificio pasante de la perla y el diámetro externo del cordón de acero (DI-DE) es menor de 1,0 mm. Una perla con un orificio pasante demasiado grande, en comparación con el diámetro del cordón, no se puede sujetar lo suficiente mediante la camisa de polímero. Posiblemente, la diferencia entre el DI y el DE es inferior a 0,70 mm o incluso inferior o igual a 0,50 mm. Por supuesto, debe estar presente algo de holgura entre el cordón de acero y la perla de sierra para deslizar las perlas sobre el cordón, así que una holgura de DI-DE de al menos 0,10 mm es un mínimo.

La longitud de trabajo se forma posteriormente en un bucle mediante el solapamiento del primer y el segundo extremo sobre una longitud de solapamiento. En esta longitud de solapamiento se formará el empalme. La longitud de solapamiento formará una parte integral del bucle, por lo que solo se pierde una longitud de solapamiento del cordón de acero en la preparación del empalme. La longitud de trabajo es, por tanto, la longitud de bucle más una longitud de solapamiento. Como hay entre 35 y 40 perlas por metro, dependiendo del material a cortar mediante el bucle de cordón de sierra, esto significa que entre 525 y 1.200 perlas, en proporción a la longitud del bucle, se deben ensartar en el cordón de acero antes de la preparación del empalme.

En lo que sigue, se usa el caso de un cordón de acero con seis hebras externas para ilustrar el procedimiento. El procedimiento se puede extender a cualquier número de hebras mediante la orientación de la presente divulgación. Las hebras externas del primer y el segundo extremo se desenrollan de la hebra de núcleo al menos sobre la longitud de solapamiento. Las hebras correspondientes de ambos extremos se cortan en el mismo lugar, preferentemente mediante el corte de las hebras provisionalmente en conjunto con un cortador de alambre. Con la expresión 'hebras correspondientes' se entiende las hebras que tienen la misma posición angular alrededor de la hebra de núcleo. Si en el primer extremo de cordón la posición de las hebras se numeran 1, 2, 3, 4, 5 y 6 en el sentido contrario a las agujas del reloj, las hebras correspondientes se numeran 1', 2', 3', 4', 5' y 6' en el sentido de las agujas del reloj. A continuación, 1 y 1' se cortan en la posición P1, 2 y 2' en la posición P2 y así sucesivamente hasta 6 y 6', que se cortan en la posición P6. Asimismo, la hebra de núcleo de ambos extremos 0 y 0' se corta en una posición P0. El extremo de una hebra cortada se denominará 'punta' en lo sucesivo en el presente documento.

Cuando finalmente se cortan las hebras, se tiene cuidado de que la hebra se aplane en el extremo. Con esto se entiende que los alambres de extremo se contraen en conjunto y tienen una punta sustancial en forma de V o en forma de U, cuando se observan, por ejemplo, en un microscopio. A medida que la hebra se contrae durante el corte, esta se puede extender algo y ampliar ligeramente en la punta, en comparación con el diámetro global de la hebra, pero los inventores no consideran esto un problema.

5 Como alternativa, los alambres de extremo se pueden mantener en conjunto mediante soldadura autógena o soldadura blanda, posiblemente después de acortar la longitud de tendido de la hebra durante la soldadura autógena o soldadura blanda. Posteriormente, el extremo se corta hasta dar una punta sustancial en forma de V o en forma de U en la soldadura autógena o soldadura blanda. Se debe tener cuidado de que no aumente el diámetro del extremo sometido a soldadura autógena o soldadura blanda antes del corte, en comparación con el diámetro de hebra externa.

10 A continuación, la punta de hebra de núcleo del primer y el segundo extremo se unen a tope entre sí. Posteriormente, las hebras externas se vuelven a enrollar en su posición. Actualmente, lo característico del método es que, después de volver a enrollar dichas hebras externas en su posición, el aplanamiento de las puntas se orienta circunferencialmente. Con la expresión 'se orienta circunferencialmente' se entiende que el aplanamiento se realiza a lo largo de un círculo centrado en la parte intermedia del cordón de acero. Con el fin de lograr esta orientación, se debe realizar el corte manteniendo al mismo tiempo el plano de corte en una orientación circunferencial con respecto a la hélice de la hebra externa sin enrollar.

15 Cuando se vuelven a colocar en su posición, las puntas de los extremos correspondientes no se deben solapar, pero tampoco se deben separar más de 5 mm entre sí.

20 Después de que las hebras externas se vuelvan a disponer en su posición, las perlas se distribuyen uniformemente sobre el bucle. Estas se separan mediante una distancia de separación entre las perlas. Esta distancia de separación entre las perlas está indicada por la forma del molde, ya que las perlas del cordón de acero se deben insertar con cuidado en las posiciones correctas del molde. Después del cierre del molde, se inyecta un polímero entre las perlas, lo que da como resultado una camisa de polímero entre las perlas. Se hace referencia al documento WO 2013/102542, en donde se describe un molde particularmente adecuado para el moldeo por inyección del cordón de sierra.

25 La ventaja de tener una punta aplanada y contraída es que ningún alambre se perderá ni obstaculizará el desplazamiento de las perlas durante el posicionamiento en el molde de inyección. Además, la orientación circunferencial de las puntas de hebra externa aplanadas evita que la hebra sobresalga del manto del cordón de acero. De nuevo, cualquier protuberancia del extremo de alambre dará como resultado una obstrucción de las perlas deslizantes.

30 En otro refinamiento preferido adicional del método durante el corte de las hebras externas, la punta de la hebra externa recibe una flexión plástica. La flexión se orienta radialmente hacia adentro después de volver a enrollar las hebras externas en su posición. Durante el corte, la flexión se realiza hacia el centro de la hélice formada mediante las hebras externas. La flexión plástica no se debe extender sobre más de cinco veces el diámetro de la hebra y, preferentemente, se encuentra dentro de tres veces el diámetro de la hebra. El radio de curvatura de la flexión es entre 0,5 y 5 veces el diámetro de la hebra externa. Se prefiere incluso más que la flexión tenga un radio de curvatura de aproximadamente 1 a 4 veces el diámetro de la hebra.

40 La ventaja de tener una punta flexionada radialmente hacia adentro es que la punta de hebra externa no sobresaldrá del empalme, incluso cuando el empalme se someta a una carga de aproximadamente 200 kN. Ya que, durante el moldeo por inyección, el bucle se ha de mantener tenso, las puntas de hebra externa tenderán a abrirse y podrían sobresalir de la superficie del empalme. Esto se evita mediante la flexión hacia adentro en la punta de hebra externa.

45 El hecho de que las perlas se puedan deslizar fácilmente sobre el empalme sin revestir, incluso cuando el cordón de acero se mantiene en tensión, permite posicionar automáticamente las perlas en el molde antes del cierre del molde. Las perlas se posicionan actualmente a mano en el molde, lo que requiere mucho trabajo.

50 Una realización preferida adicional del método de la invención se puede implementar por sí sola o junto con la forma y orientación de punta descrita anteriormente. Las posiciones P1 a P6, preferentemente, se distribuyen uniformemente en longitud axial sobre la longitud de empalme. La 'longitud de empalme' es la distancia axial entre las dos uniones a tope de hebra externa que están más alejadas una de la otra. La longitud de empalme es más corta o igual a la longitud de solapamiento, dependiendo la diferencia de la posición de la unión a tope de la hebra de núcleo. Una 'unión a tope' es la posición donde la punta de una hebra del primer extremo se encuentra con la punta de la hebra correspondiente del segundo extremo. Una disposición particularmente preferida de los empalmes externos es en la que las uniones a tope se disponen en posiciones axiales que son múltiplos de una longitud de etapa ' Δ ', que es igual a un quinto de la longitud de empalme, cuando están presentes seis hebras externas.

60 Cuando se elige Δ como múltiplo de la distancia de separación entre las perlas, el número de perlas entre las uniones a tope será igual. Se puede hacer que las uniones a tope caigan debajo de las perlas o simplemente entre las perlas. Esto último se prefiere más. Como alternativa, Δ se puede ajustar a un número 'Q' de longitudes de tendido 'LL' del cordón de acero. La Δ preferible es entonces igual a o mayor que una longitud de tendido de cordón ($Q \geq 1$), pero se prefiere más que Q sea de 2 a 40 o incluso de 10 a 30, por ejemplo, de 20. En cualquier caso, es mejor que no sea de más de 50 longitudes de onda, ya que entonces el empalme se vuelve demasiado largo ($6 \times 50 \times LL$). Cabe destacar que Q no debe ser un valor entero: un valor fraccionario, por ejemplo, $Q=20,5$, colocará las uniones a tope en posiciones angulares que no sean todas múltiplos de 60° .

La disposición de uniones a tope se puede señalar convenientemente como un grupo de seis posiciones, cuando se usa un cordón de acero con seis hebras externas. Por ejemplo, (2,1,4,3,5,6) es la disposición en donde la primera unión a tope de hebra (1,1') está en la posición '2×Δ', la segunda unión a tope de hebra (2,2') en la posición '1×Δ', la
 5 tercera unión a tope de hebra (3,3') en la posición '4×Δ' y así sucesivamente, mientras que la sexta unión a tope de hebra (6,6') está en la posición '6×Δ'. La distancia total entre las posiciones de uniones a tope externas es 5×Δ, es decir, la longitud de empalme. A partir de la disposición, las posiciones se pueden derivar mediante multiplicación con Δ: Δ×(2,1,4,3,5,6). Por convención, la primera posición siempre se elige en la unión a tope de hebra del primer extremo que está más alejada del empalme y esa hebra externa siempre se denomina primera hebra. Por lo tanto, las
 10 disposiciones convencionales comienzan con '1' en la primera posición. Todas las disposiciones posibles son entonces todas las permutaciones de las hebras restantes 2 a 6.

Existen 5 o 120 de tales disposiciones convencionales. Cada una de estas disposiciones tiene solo una unión a tope en cada posición axial. En caso contrario, de manera equivalente: ninguna de estas disposiciones tiene dos o más
 15 uniones a tope en una posición axial individual. Por tanto, la rigidez a la flexión, torsión o tensión solo se ve influenciada ligeramente en esa posición. Esto resulta una ventaja.

Se pueden obtener disposiciones equivalentes mediante la rotación de la disposición. En el ejemplo de (2,1,4,3,5,6), los desplazamientos en el sentido de las agujas del reloj darán como resultado (1,4,3,5,6,2), la disposición
 20 convencional, (4,3,5,6,2,1), (3,5,6,2,1,4) y así sucesivamente. El extremo opuesto del empalme tendrá un patrón complementario: (5,6,3,4,2,1) o, en una disposición convencional, (1,5,6,3,4,2). Además, también se puede generar la imagen reflejada de la disposición mediante la inversión del orden (6,5,3,4,1,2) o, en una disposición convencional, (1,2,6,5,3,4).

En cada disposición, se puede definir una 'longitud común'. Esta es la longitud total donde las hebras adyacentes del primer y el segundo extremo comparten un lado común. Así que la longitud común siempre se cuenta entre hebras de diferentes extremos. En el ejemplo (2,1,4,3,5,6), la longitud común es 1+3+1+2+1+4 o 12×Δ o la suma de las distancias absolutas entre las posiciones posteriores. Esta 'longitud común' no se ve afectada por la rotación, el complemento o la inversión de orden, ya que tales operaciones no afectan a la distancia entre uniones a tope adyacentes. La longitud
 25 común es siempre un múltiplo par de Δ, ya que el movimiento de una unión a tope una etapa da como resultado un aumento o una disminución de 2×Δ o 0.

De aquellas 120 disposiciones, hay doce disposiciones convencionales que tienen una longitud común de 18×Δ. Esta es la longitud más alta posible de todas las permutaciones. Cuanto mayor sea la longitud común, mejor será la transferencia de fuerzas del primer extremo al segundo extremo, ya que se comparte una longitud mayor entre las hebras de los dos extremos opuestos del empalme. Las disposiciones con una longitud común que es mayor de 17×Δ o, incluso mejor, igual a 18×Δ son, por lo tanto, altamente preferidas.

De aquellas doce disposiciones de longitud común máxima, dos son incluso más ventajosas: (1,4,2,5,3,6) y (1,4,2,6,3,5). Estas disposiciones tienen el beneficio adicional de que las uniones a tope en las hebras externas circundantes se separan en una distancia de 2×Δ o más. Un ejemplo al revés: la disposición (1,5,2,6,3,4) también tiene una longitud común de 18×Δ, pero, en ese caso, la unión a tope de la quinta y sexta hebras se separa en solo 1×Δ, lo que se considera similar. En el otro extremo del espectro, la disposición sencilla (1,2,3,4,5,6) tiene la longitud común más baja posible de 10×Δ de todas las uniones a tope de permutación. Asimismo, las uniones a tope en las hebras circundantes se separan solo a una Δ (excepto la primera y sexta hebras), lo que no se recomienda.

Cualquier rotación superior a 60° de (1,4,2,6,3,5) (o (1,4,2,5,3,6) con las modificaciones pertinentes) también mostrará esta propiedad de longitud común alta. Del mismo modo, el complemento (6,3,5,1,4,2), es decir, las longitudes tal como se observan desde el segundo extremo, también tiene esta longitud común más alta, así como el orden invertido (5,3,6,2,4,1) y el complemento de la misma (3,5,1,4,2,6). Y, por supuesto, cualquier rotación del orden invertido y el complemento. Existen 12 disposiciones que se pueden derivar de (1,4,2,6,3,5) y 12 disposiciones que se pueden derivar de (1,4,2,5,3,6).

Resultan posibles longitudes comunes más grandes, pero estas tienen al menos dos uniones a tope en la misma posición, lo que da como resultado una rigidez localmente más baja. Por ejemplo, la disposición (1,6,1,6,1,6) tiene la longitud común más alta de 30×Δ, pero tiene en cada extremo del empalme 3 uniones a tope presentes, lo que da como resultado una rigidez local muy baja.

Queda la posición de la unión a tope (0,0') de la hebra de núcleo. La hebra de núcleo ocupa una posición única, ya que esta comparte una longitud común con hasta las seis hebras externas del extremo opuesto. Sin embargo, ya que la hebra de núcleo no se deforma helicoidalmente, el anclaje entre las hebras de núcleo y externas es menor que entre las hebras externas circundantes. Preferentemente, esta longitud común también es máxima, es decir, la unión a tope de la hebra de núcleo está fuera de la extensión de las uniones a tope de las hebras externas, por ejemplo, en la posición 7×Δ o más lejos de la extensión o en la posición 0×Δ o más lejos de la extensión. Con el término 'extensión' se entiende el intervalo entre las uniones a tope de las hebras externas que están más alejadas. En este caso, la longitud de solapamiento es mayor que la longitud de empalme.

Como alternativa, la hebra de núcleo se puede unir a tope dentro de la extensión. Por ejemplo, en la parte intermedia de la extensión. Con el fin de evitar tener dos uniones a tope en la misma posición o en posiciones cercanas, las posiciones superiores o iguales a $4 \times \Delta$ se pueden desplazar una etapa hacia arriba. Por ejemplo, la disposición preferida de las hebras externas (1,4,2,5,3,6) se debe cortar, a continuación, en las posiciones (1,5,2,6,3,7), dejando la posición $4 \times \Delta$ como posición de empalme de la hebra de núcleo. En este caso, la longitud de solapamiento es igual a la longitud de empalme. Entonces, la etapa de Δ , por supuesto, se ha de adaptar concomitantemente, ya que esta es un sexto de la longitud de empalme.

10 Los inventores observan que se pueden aplicar consideraciones similares a un cordón que tenga una hebra de núcleo y siete hebras externas. En ese caso, hay 16 disposiciones generadoras que tienen una longitud común máxima de $24 \times \Delta$, es decir, la longitud común es mayor de $23 \times \Delta$, y las uniones a tope en las hebras circundantes están $2 \times \Delta$ o más separadas en longitud axial. Las disposiciones se enumeran en la Tabla 1.

15

Tabla 1

	Disposición		Disposición
A	(1,4,6,2,5,3,7)	I	(1,5,2,4,6,3,7)
B	(1,4,6,2,7,3,5)	J	(1,5,2,4,7,3,6)
C	(1,4,6,3,5,2,7)	K	(1,5,3,6,2,4,7)
D	(1,4,6,3,7,2,5)	L	(1,5,3,6,4,2,7)
E	(1,4,7,2,5,3,6)	M	(1,5,3,7,2,4,6)
F	(1,4,7,2,6,3,5)	N	(1,6,2,4,7,3,5)
G	(1,4,7,3,5,2,6)	O	(1,6,3,5,2,4,7)
H	(1,4,7,3,6,2,5)	P	(1,6,4,2,5,3,7)

La disposición 'H' es particularmente preferida, ya que la distancia axial entre las uniones a tope circundantes es de $3 \times \Delta$ o más. Se aplica el mismo razonamiento en la posición de la unión a tope de la hebra de núcleo que en el caso de seis hebras externas. Por tanto, la inversión, el complemento y las rotaciones de las disposiciones también mostrarán la misma longitud y distancias intermedias comunes que las disposiciones enumeradas. Se pueden realizar consideraciones similares para ocho, nueve o más hebras externas.

20

Mediante este procedimiento, resulta que es posible limitar la longitud del empalme hasta en 2 metros e incluso por debajo de 1,20 metros, siendo el mejor resultado hasta ahora en 80 cm. Ventajosamente, todas las uniones a tope se pueden cubrir dentro de una longitud de molde de inyección individual. Mediante la reducción de la longitud del empalme, la cantidad de tiempo asociada al desenrollado y enrollado de las hebras externas se reduce proporcionalmente. Además, ya que este es un empalme externo, el empalme se puede preparar en menos tiempo, en comparación con un empalme interno. Los inventores han preparado un empalme completo en menos de treinta minutos. Por tanto, el empalme se puede preparar de manera muy eficaz.

25

30

Quando el empalme se prepara de acuerdo con el método anterior, existe muy poca distorsión de las propiedades del cordón de sierra en el área de empalme. El cordón de sierra mantiene su rigidez a la flexión, torsión y axial. La distribución adecuada de las uniones a tope en combinación con la orientación de las puntas de hebra da como resultado un comportamiento del cordón de sierra en el área de empalme que no difiere notablemente del que hay en el exterior del área de empalme. Ya que la longitud de solapamiento es corta, la longitud sobre la que se ven afectadas, si es que se ven afectadas, las propiedades de tensión, flexión o torsión del cordón se restringe seriamente. Esto reduce, en gran medida, el riesgo de 'ovalización de perlas'.

35

Con el fin de poder volver a posicionar fácilmente las hebras externas después de su desenrollado, las hebras deben haber recibido una formación previa adecuada durante la fabricación. Cuando la hebra externa se desenrolla y está libre de tensión, esta adoptará una forma de hélice. La forma de hélice tiene un diámetro circunscrito 'DC'. El intervalo de este diámetro circunscrito debe ser entre 0,95 a 1,00 veces el diámetro externo 'DE' del cordón de acero. Más preferentemente, este es entre 0,95 a 0,99 veces el diámetro externo 'DE' del cordón de acero. Si el DC de una hebra es menor de $0,95 \times DE$, cuando la hebra se enrolla en su posición, esta estará demasiado ajustada y la punta se solapará con la punta de la hebra correspondiente. Cuando el DC es más alto que $1,001 \times DE$, las puntas se quedarán cortas con respecto a la punta de la hebra correspondiente y quedará demasiada distancia entre las puntas de las hebras externas correspondientes.

40

45

Los inventores usan un método fácil para introducir torsiones en el bucle antes del cierre. Antes de la formación del bucle, la longitud de trabajo del cordón de acero se tiende en dos o más vueltas sin añadir ninguna torsión. Por ejemplo,

50

las vueltas se pueden tender alrededor de un apoyo. Una torsión por longitud de una vuelta se inducirá finalmente en el cordón de acero después del cierre. Típicamente, se necesitan de 1 a 2 vueltas por metro. Las vueltas deben ser en la misma dirección que la dirección de tendido del cordón de acero. Por ejemplo, cuando el cordón es un cordón orientado en 'Z', las vueltas deben tener una orientación 'Z', cuando se observa desde el lado.

5 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un bucle de cordón de sierra, tal como se define mediante las características de la reivindicación 12. El bucle de cordón de sierra comprende un cordón de acero que tiene una hebra de núcleo y hebras externas sobre las que se ensartan las perlas de sierra. El cordón de acero muestra un empalme que tiene dos lados que corresponden a los extremos del cordón de acero antes de la formación del empalme. Las puntas de las hebras externas del primer lado del empalme se unen a tope a las puntas correspondientes de las hebras externas del segundo lado del empalme en las uniones a tope. La característica del empalme es que las puntas de dichas hebras externas están aplanadas. El aplanamiento de las puntas se orienta circunferencialmente cuando se observa en una sección transversal del bucle de cordón de sierra en dichas uniones a tope.

15 En una realización preferida adicional del bucle de cordón de sierra, las puntas de las hebras externas están provistas de una flexión plástica, estando la flexión orientada radialmente hacia adentro en una sección de las hebras externas en la unión a tope. La flexión no se extiende sobre más de cinco veces, preferentemente se extiende más de dos veces, el diámetro de la hebra externa y tiene un radio de curvatura de entre la mitad y cinco veces el diámetro de la hebra externa. La sección se prepara en un plano oblicuo al eje del cordón de acero. El plano de sección se inclina hacia el eje del cordón de acero de acuerdo con el ángulo de hélice de las hebras externas e incluye el filamento central de la hebra externa en la punta. Las maneras posibles de preparar la sección son embeber el empalme de cordón en una resina epoxi y hacer que se corte a través o por medio de una tomografía computarizada de micro rayos X.

25 En una realización preferida adicional del bucle de cordón de sierra, el bucle de cordón de sierra comprende un cordón de acero con perlas de sierra ensartadas sobre el mismo. El cordón de acero comprende una hebra de núcleo y seis hebras externas. El cordón de acero comprende un empalme con una longitud de empalme. En el empalme, las puntas de las hebras externas correspondientes se unen a tope entre sí en las uniones a tope. La longitud de empalme es la distancia axial a lo largo del bucle entre las dos uniones a tope de las hebras externas que están más alejadas una de la otra. Las uniones a tope se distribuyen axialmente de manera uniforme sobre la longitud de empalme en posiciones axiales separadas por una longitud de etapa ' Δ ' que es igual a un quinto de la longitud de empalme. En cada posición axial, solo hay una unión a tope presente. Las hebras externas adyacentes del primer y el segundo lado comparten una longitud común que es mayor de $17 \times \Delta$ o, incluso mejor, igual a $18 \times \Delta$.

35 Esta realización tiene la ventaja de que existe una transferencia máxima de fuerzas en combinación con el hecho de que solo una unión a tope está presente en cada posición axial. Esto hace que el área de empalme sea indiferente del resto del bucle de cordón de sierra en términos de comportamiento de flexión, tensión o torsión.

40 En una realización preferida adicional, las posiciones axiales de las uniones a tope son de acuerdo con una disposición $\Delta \times (1,4,2,5,3,6)$ o $\Delta \times (1,4,2,6,3,5)$ o cualquier disposición derivada a partir de las mismas mediante inversión de orden, rotación o complemento. Esta disposición particular tiene la ventaja adicional de que las uniones a tope circundantes se separan tanto como sea posible entre sí, es decir, $2 \times \Delta$.

45 En una realización alternativa, se presenta el bucle de cordón de sierra que comprende un cordón de acero con una hebra de núcleo y siete hebras externas. Tal como antes, la longitud de empalme es igual a la distancia axial entre las dos uniones a tope de las hebras externas que están más alejadas una de la otra. De nuevo, las uniones a tope se distribuyen uniformemente entre sí con una longitud de etapa Δ que, en este caso, es igual a un sexto de la longitud de empalme. Mediante tal disposición, se puede lograr una longitud común mayor de $23 \times \Delta$ o, incluso mejor, igual a $24 \times \Delta$.

50 La posición axial de la unión a tope de la hebra de núcleo no es limitante respecto al bucle de cordón de sierra de la invención, siempre que no coincida con ninguna de las uniones a tope de la hebra externa. Preferentemente, esta está fuera de la extensión de las uniones a tope de la hebra externa con una distancia de separación igual a Δ o más. Como alternativa, la unión a tope de la hebra de núcleo se puede situar dentro de la extensión, pero entonces las hebras externas se han de desplazar una distancia Δ de la unión a tope de la hebra de núcleo. Si la unión a tope de la hebra de núcleo se sitúa dentro de la extensión de las uniones a tope de la hebra externa, la etapa de Δ se considera preferentemente un sexto de la longitud de empalme en un cordón de acero con una hebra de núcleo más seis hebras externas o un séptimo de la longitud de empalme en un cordón de acero con una hebra de núcleo más siete hebras externas.

60 Como alternativa, las posiciones axiales de las uniones a tope pueden ser de acuerdo con cualquier disposición de acuerdo con la Tabla 1 o cualquier otra disposición derivada de las mismas por medio de inversión de orden, rotación o complemento. Estas disposiciones tienen la ventaja de que la distancia entre las uniones a tope es de $2 \times \Delta$ o más.

65 El lugar de las uniones a tope se somete a variaciones debido a las incertidumbres inevitables en el procedimiento. La

colocación real de las uniones a tope puede variar en $\pm 0,5 \times \Delta$ (límites no incluidos) de la posición axial, según lo prescrito en la disposición. Más preferentemente, las uniones a tope permanecen en $\pm 0,10 \times \Delta$ de las posiciones de disposición. Una persona experta puede posicionar las uniones a tope en de ± 5 mm de la posición deseada.

5 Breve descripción de las figuras en los dibujos

La Figura 1 muestra un empalme de la técnica anterior;
 la Figura 2 muestra el deterioro aumentado de las perlas de sierra en la proximidad del empalme;
 la Figura 3a muestra la orientación de la punta aplanada de la hebra externa en la unión a tope de un empalme;
 la Figura 3b muestra una hebra con y sin la flexión de la hebra de acuerdo con la invención;
 la Figura 4 muestra una disposición de acuerdo con la invención en forma esquemática;
 la Figura 5 muestra la posición de las uniones a tope en el manto 'enrollado' del cordón de sierra.

Modo/s de llevar a cabo la invención

La Figura 1 muestra un empalme de un bucle de cordón de sierra, tal como se sugiere actualmente en el documento WO 2015/028950 A1. Un cordón de acero 100 consiste en varias hebras externas 108, 108' que rodean una hebra de núcleo (no mostrada). Las perlas 102, 102' que comprenden un manguito 104, 104' sobre el que se fija una capa abrasiva 106, 106' se deslizan sobre el cordón de acero 100. En la unión a tope 116, se unen las dos puntas 112, 112' de las hebras correspondientes. En la unión a tope 116, todas las hebras externas se fijan entre sí por medio de un manguito de engarzado 110. El manguito de engarzado introduce una rigidez a la flexión adicional en el cordón de sierra que le da irregularidad al cordón. Además, la presencia del manguito de engarzado 110 no permite el movimiento libre de las perlas de aserrado una vez que se prepara el empalme. Esto inhibe el posicionamiento automático de las perlas antes del moldeo por inyección del polímero.

Cuando observaron el trabajo de un cordón de sierra en una máquina de aserrado de losas de bucle individual, los inventores escucharon un sonido regular de 'silbido' al ritmo del período de bucle. Cuando midieron el diámetro promedio de las perlas individuales después de cada corte, estos hallaron que el diámetro en el área de empalme disminuía más rápido que el de las perlas fuera del área de empalme. Véase la Figura 2. En la abscisa, se menciona el número de perlas a lo largo del bucle a partir de una referencia fija. En la ordenada, se indica el diámetro promedio de cada perla. Cada símbolo representa una perla. En el primer corte (\blacktriangle), no existe ninguna diferencia apreciable en el diámetro a lo largo de la longitud del bucle. En el segundo corte (\blacklozenge), las perlas entre el número 25 y 200 muestran un desgaste aumentado que solo avanza en el tercer (\blacklozenge) y cuarto corte (\square). Las perlas en el rectángulo estaban situadas dentro y cerca de la zona de empalme. El empalme era un empalme externo de etapa regular de tipo (1,2,3,4,5,6). Sin quedar ligados a esta hipótesis, los inventores atribuyen esto a un comportamiento cambiante del cordón de acero en la proximidad del empalme (vibración o rotación del cordón) que da como resultado un desgaste aumentado en el empalme.

En un intento de preparar un empalme que permitiera el deslizamiento de las perlas de sierra sobre el empalme antes del moldeo por inyección, los inventores probaron varios métodos. La mejor práctica resultó ser en donde la punta de las hebras externas se corta con cuidado. El corte se caracteriza por que:

- la punta se debe aplanar durante el corte y el aplanamiento se debe orientar circunferencialmente después de que la hebra externa se haya vuelto a posicionar en el empalme;
- la punta se debe flexionar radialmente hacia adentro respecto al núcleo del cordón de acero después de que la hebra externa se haya vuelto a posicionar en el empalme.

Las mordazas de corte tienen, preferentemente, una forma de pico curvo, de tal manera que, en el cierre de los cortadores, la hebra se estira hacia el punto de pivote del cortador (no se separa del punto de pivote, tal como, por ejemplo, en los alicates diagonales). Una herramienta particularmente preferida es un cortador de tipo Felco™ C3. El cortador que sujeta la hebra externa a cortar se posiciona circunferencialmente respecto al eje del cordón de acero. Antes del corte, al tiempo que se sujeta la hebra en los picos curvos, la hebra externa se flexiona plásticamente, seguido del corte.

La Figura 3a representa la orientación del aplanamiento en la unión a tope. La Figura 3a muestra una sección transversal perpendicular al eje del cordón de acero en la posición de la unión a tope. La hebra de núcleo 302 está rodeada por seis hebras externas 306. Cada hebra se compone de un alambre de núcleo rodeado por seis alambres externos. La hebra cortada se indica con 310. La punta, indicada con el área de rayado sencillo, se aplanan y orienta circunferencialmente, es decir, a lo largo de la dirección del círculo discontinuo concéntrico con el centro del cordón de acero.

La Figura 3b muestra dos hebras externas 306, 306' desenredadas de un cordón. La hebra externa 306 se ha cortado de acuerdo con la invención, mientras que la hebra externa 306' no se ha cortado de acuerdo con la invención. Con el fin de observar la flexión de la punta 310, ambas hebras se han puesto una al lado de la otra. Mientras que la hebra externa 306' sigue la proyección sinusoidal de la forma de hélice también en el extremo, la punta 310 muestra claramente una flexión hacia adentro en la hebra externa 306. La curvatura se indica mediante el círculo que oscula

312 al centro de la hebra externa. El círculo 312 tiene un diámetro de 5 veces el diámetro de la hebra 306, por tanto, el radio de curvatura en la punta 310 es aproximadamente 2,5 veces el diámetro de la hebra. Una manera alternativa de verificar la presencia de la flexión es retirar los filamentos externos y observar la forma del extremo del filamento de núcleo de la hebra externa.

5 La Figura 4 ilustra el concepto de un empalme que tiene una gran longitud común sin uniones a tope en la misma posición axial, es decir, cada unión a tope tiene una posición axial diferente. Se representa el caso (1,4,2,6,3,5). Las hebras del primer lado se numeran (① a ⑥), mientras que la posición de las uniones a tope se indica en los cuadrados □. La distancia entre las uniones a tope es Δ . Las hebras del primer extremo están en negro (por ejemplo, 404),
10 mientras que las hebras del segundo extremo están en gris (por ejemplo, 406). La 'longitud común' se indica con la línea discontinua. Cabe destacar que, a medida que las hebras se disponen alrededor del núcleo, la hebra ⑥ es una circundante de la hebra ① y también está presente una longitud común 402. Se puede verificar fácilmente que la longitud común es $18 \times \Delta$.

15 La Figura 5 ilustra el concepto de una disposición cuando se tiene en cuenta la forma de hélice de las hebras. La Figura representa las seis hebras externas de un cordón de acero que se han enrollado abiertas sobre la circunferencia ' $\pi \times DE$ '. De nuevo, las hebras se numeran (① a ⑥). A lo largo del eje del cordón de acero, la longitud de tendido 'LL' se repite, tal como se indica mediante las líneas de puntos, y la hebra que desaparece en el lado derecho vuelve a entrar en el lado izquierdo: véase, por ejemplo, 504, la cuarta hebra externa del primer extremo de cordón de acero.
20 Las hebras externas de la segunda hebra 506 se representan en gris. La hebra de núcleo del segundo extremo de cordón de acero 502 se representa esquemáticamente por debajo de las hebras externas. La hebra de núcleo está en contacto con todas las hebras.

Junto a eso, está la longitud de etapa Δ a lo largo de la longitud axial que, en este caso, se ajusta igual a 1,4 veces la
25 longitud de tendido LL, es decir, $Q=1,4$. En cada múltiplo de Δ se posiciona una unión a tope. De nuevo, los múltiplos se indican mediante los números en los cuadrados □. Las uniones a tope se posicionan de acuerdo con la disposición (1,4,2,6,3,5). Las hebras de núcleo se unen a tope en la posición '0'. Cabe destacar que no hay dos uniones a tope presentes en el mismo lugar. Cabe destacar que las relaciones de escala en dirección axial y circunferencial no son realistas. La Figura es únicamente para ilustrar la idea básica. Finalmente, a medida que las hebras se enrollan
30 alrededor del núcleo de acuerdo con una curva helicoidal, la longitud real a lo largo de las hebras es mayor que la longitud medida a lo largo del eje. Por tanto, la longitud compartida entre las hebras externas adyacentes de lados opuestos es mayor en la relación de una revolución de longitud de hélice respecto a una longitud de tendido, en comparación con la longitud común, tal como se ha definido anteriormente.

35 Antes de preparar el empalme, la longitud de trabajo se bobina alrededor de un apoyo en la misma dirección de tendido que el cordón. Cada vuelta inducirá posteriormente una torsión en la longitud de la vuelta. De esta manera, los dos extremos se pueden manipular fácilmente sin tener que fijar a nivel los extremos después de haber inducido torsiones en el cordón de acero.

40 Con esta disposición, resulta posible preparar un empalme en un tiempo corto y en una longitud limitada. Además, la disposición de las hebras da como resultado una longitud común alta que proporciona un mejor anclaje entre los dos extremos del cordón de acero. Después del moldeo por inyección, el polímero inyectado actúa como accesorio adicional que mejora adicionalmente la conexión entre las hebras adyacentes de los diferentes extremos.

REIVINDICACIONES

1. Método para la producción de un bucle de cordón de sierra que comprende las etapas de:

- 5 - proporcionar un cordón de acero que tiene una hebra de núcleo y hebras externas, torciéndose dichas hebras externas alrededor de dicha hebra de núcleo, teniendo dicho cordón de acero un diámetro externo 'DE';
- cortar dicho cordón de acero a una longitud de trabajo, teniendo dicha longitud de trabajo un primer y un segundo extremo;
- 10 - proporcionar perlas de sierra que tienen un orificio pasante con un diámetro interno 'DI', siendo la diferencia entre dicho diámetro externo 'DE' y dicho diámetro interno 'DI' menor de 1 mm;
- enhebrar dichas perlas de sierra sobre dicho cordón de acero;
- formar un bucle que tiene una longitud de bucle, siendo dicha longitud de bucle más corta que dicha longitud de trabajo, teniendo el solapamiento una longitud de solapamiento;
- 15 - desenrollar dichas hebras externas de dicho primer y dicho segundo extremo sobre dicha longitud de solapamiento;
- cortar las hebras externas correspondientes y la hebra de núcleo del primer y segundo extremo en lugares extendidos sobre la longitud de solapamiento, terminando dichas hebras en una punta;
- unir a tope la punta de la hebra de núcleo del primer y segundo extremo en la unión a tope de la hebra de núcleo;
- 20 - enrollar de nuevo las hebras externas en su posición, formando, de ese modo, un bucle cerrado mediante el que las puntas de las hebras externas del primer y segundo extremo se unen a tope entre sí en las uniones a tope de las hebras externas;
- distribuir dichas perlas sobre el bucle con una distancia de separación entre las perlas;
- moldear por inyección una camisa de polímero entre dichas perlas; caracterizado por que
- 25 durante el corte de dichas hebras externas, la punta de dichas hebras externas se aplanan, estando el aplanamiento de dichas orientado circunferencialmente después del enrollado de nuevo de dichas hebras externas en su posición.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, durante el corte de las hebras externas, la punta de dichas hebras externas recibe una flexión plástica, estando dicha flexión orientada radialmente hacia adentro después de enrollar de nuevo dichas hebras externas en su posición.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicha flexión no se extiende sobre más de cinco veces el diámetro de dicha hebra externa y en donde el radio de curvatura de dicha flexión es entre la mitad y cinco veces el diámetro de dicha hebra externa.

4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho cordón de acero tiene seis hebras externas, en donde la longitud de empalme es la distancia axial entre las dos uniones a tope de hebra externa que están más alejadas una de la otra, siendo dicha longitud de empalme menor que o igual a dicha longitud de solapamiento, estando dichas uniones a tope de hebra externa distribuidas axialmente de manera uniforme sobre dicha longitud de empalme en posiciones axiales con una longitud de etapa ' Δ ' igual a un quinto de dicha longitud de empalme, en donde una unión a tope se produce en una posición axial y en donde las hebras externas adyacentes del primer y segundo extremo comparten una longitud común que es mayor de $17 \times \Delta$.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la posición de las uniones a tope de hebra externa es de acuerdo con una disposición $\Delta \times (1,4,2,5,3,6)$ o $\Delta \times (1,4,2,6,3,5)$ o cualquier disposición derivada de la misma mediante inversión de orden, rotación o complemento.

6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde dicho cordón de acero tiene siete hebras externas, en donde la longitud de empalme es la distancia axial entre las dos uniones a tope de hebra externa que están axialmente más alejadas una de la otra, siendo dicha longitud de empalme menor que o igual a dicha longitud de solapamiento, estando dichas uniones a tope de hebra externa distribuidas axialmente de manera uniforme sobre dicha longitud de empalme en posiciones axiales con una longitud de etapa ' Δ ' igual a un sexto de dicha longitud de empalme, en donde no se producen dos uniones a tope en la misma posición axial y en donde las hebras externas adyacentes del primer y segundo extremo comparten una longitud común que es mayor de $23 \times \Delta$.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la posición de las uniones a tope de hebra externa es de acuerdo con cualquier disposición de acuerdo con la siguiente Tabla

A	(1,4,6,2,5,3,7)	I	(1,5,2,4,6,3,7)
B	(1,4,6,2,7,3,5)	J	(1,5,2,4,7,3,6)
C	(1,4,6,3,5,2,7)	K	(1,5,3,6,2,4,7)
D	(1,4,6,3,7,2,5)	L	(1,5,3,6,4,2,7)

ES 2 808 944 T3

E	(1,4,7,2,5,3,6)	M	(1,5,3,7,2,4,6)
F	(1,4,7,2,6,3,5)	N	(1,6,2,4,7,3,5)
G	(1,4,7,3,5,2,6)	O	(1,6,3,5,2,4,7)
H	(1,4,7,3,6,2,5)	P	(1,6,4,2,5,3,7)

o cualquier disposición derivada de las mismas mediante inversión de orden, rotación o complemento.

- 5 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en donde dicha longitud de etapa es un múltiplo entero de dicha distancia de separación entre las perlas.
9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la posición de dicha unión a tope de hebra de núcleo está fuera de la extensión de dichas uniones a tope de hebras externas.
- 10 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la posición de dicha unión a tope de hebra de núcleo está dentro de la extensión de dichas uniones a tope de hebra externa.
- 15 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde dichas hebras externas desenrolladas tienen un diámetro circunscrito 'DC', siendo dicho DC entre 0,95 y 1,005 veces dicho DE.
- 20 12. Un bucle de cordón de sierra que comprende un cordón de acero con perlas de sierra ensartadas sobre el mismo, en donde dicho cordón de acero comprende una hebra de núcleo y hebras externas, teniendo dicho cordón de acero un empalme, en donde las puntas de las hebras externas del primer lado de dicho empalme se unen a tope a las correspondientes puntas de las hebras externas del segundo lado de dicho empalme en uniones a tope de hebra externa, caracterizado por que dichas puntas de dichas hebras externas se aplanan, estando el aplanamiento de dichas puntas orientado circunferencialmente en una sección transversal de dicho bucle de cordón de sierra en dichas uniones a tope.
- 25 13. El bucle de cordón de sierra de acuerdo con la reivindicación 12, en donde dichas puntas de dichas hebras externas están provistas de una flexión plástica, estando dicha flexión orientada radialmente hacia adentro en una sección de dichas hebras externas en dichas uniones a tope.
- 30 14. El bucle de cordón de sierra de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en donde dicho cordón de acero comprende una hebra de núcleo y seis hebras externas, teniendo dicho cordón de acero un empalme con una longitud de empalme igual a la distancia axial entre las dos uniones a tope de hebra externa que están más alejadas una de la otra, estando dichas uniones a tope de hebra externa distribuidas axialmente de manera uniforme en posiciones axiales sobre dicha longitud de empalme con una longitud de etapa ' Δ ' igual a un quinto de la longitud de empalme, en donde una unión a tope está presente en una posición axial y en donde las hebras externas adyacentes del primer y segundo lado comparten una longitud común que es mayor de $17 \times \Delta$.
- 35 15. El bucle de cordón de sierra de acuerdo con la reivindicación 14, en donde las posiciones axiales de las uniones a tope son de acuerdo con una disposición $\Delta \times (1,4,2,5,3,6)$ o $\Delta \times (1,4,2,6,3,5)$ o cualquier disposición derivada de las mismas mediante inversión de orden, rotación o complemento.
- 40 16. El bucle de cordón de sierra de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 13, en donde dicho cordón de acero comprende una hebra de núcleo y siete hebras externas, teniendo dicho cordón de acero un empalme con una longitud de empalme igual a la distancia axial entre las dos uniones a tope de hebra externa que están más alejadas una de la otra, estando dichas uniones a tope de hebra externa distribuidas axialmente de manera uniforme en posiciones axiales sobre dicha longitud de empalme con una longitud de etapa ' Δ ' igual a un sexto de la longitud de empalme, en donde una unión a tope está presente en una posición axial y las hebras externas adyacentes del primer y segundo lado comparten una longitud común que es mayor de $23 \times \Delta$.
- 45 17. El bucle de cordón de sierra de acuerdo con la reivindicación 16, en donde la posición axial de las uniones a tope de hebra externa es de acuerdo con cualquier disposición de acuerdo con la siguiente Tabla
- 50

A	(1,4,6,2,5,3,7)	I	(1,5,2,4,6,3,7)
B	(1,4,6,2,7,3,5)	J	(1,5,2,4,7,3,6)
C	(1,4,6,3,5,2,7)	K	(1,5,3,6,2,4,7)
D	(1,4,6,3,7,2,5)	L	(1,5,3,6,4,2,7)
E	(1,4,7,2,5,3,6)	M	(1,5,3,7,2,4,6)

ES 2 808 944 T3

F	(1,4,7,2,6,3,5)	N	(1,6,2,4,7,3,5)
G	(1,4,7,3,5,2,6)	O	(1,6,3,5,2,4,7)
H	(1,4,7,3,6,2,5)	P	(1,6,4,2,5,3,7)

o cualquier disposición derivada de las mismas mediante inversión de orden, rotación o complemento.

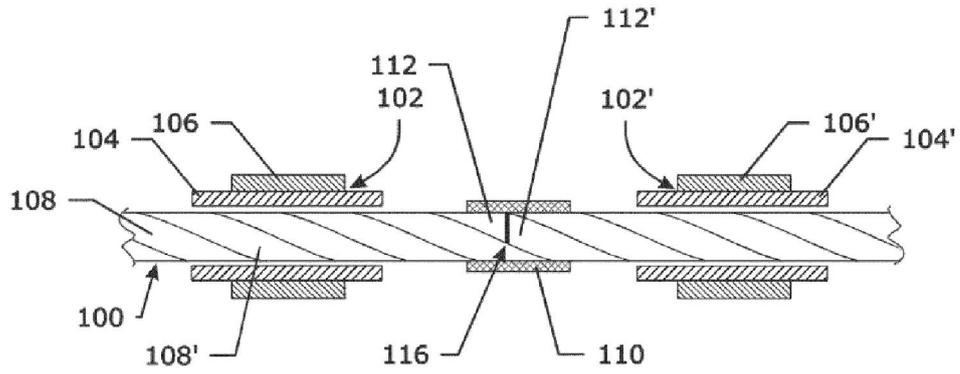


Figura 1

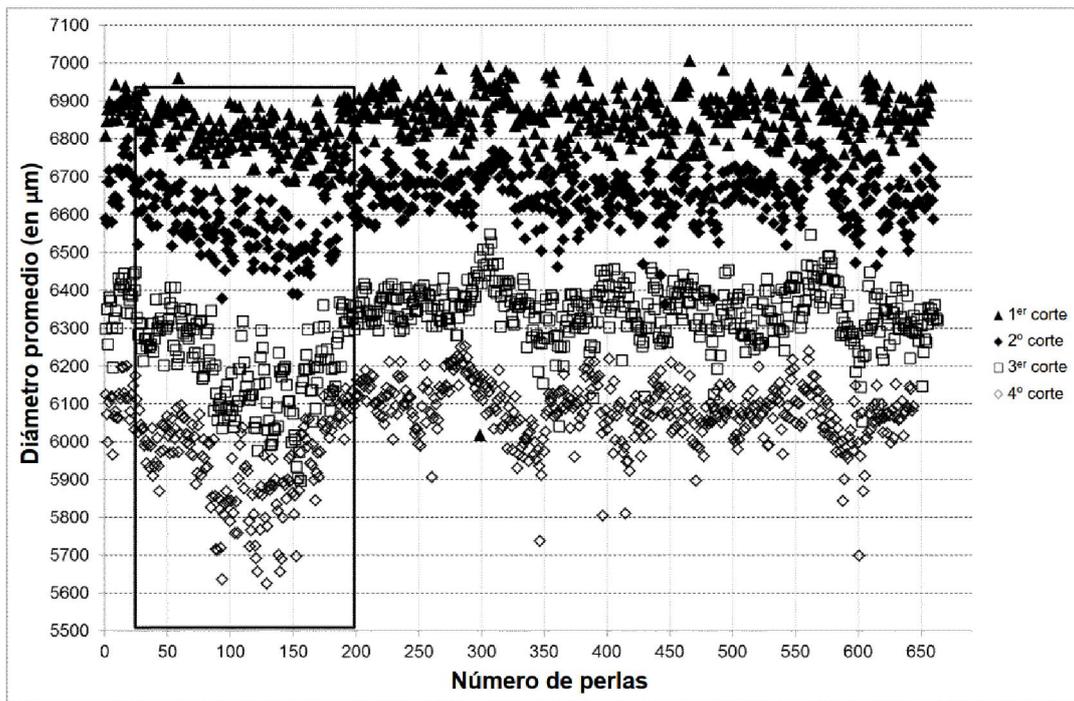


Figura 2

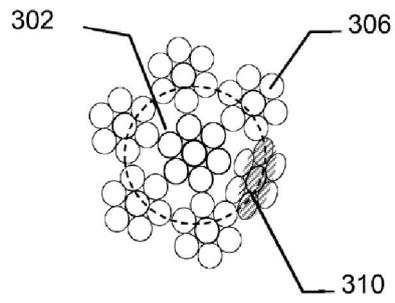


Figura 3a

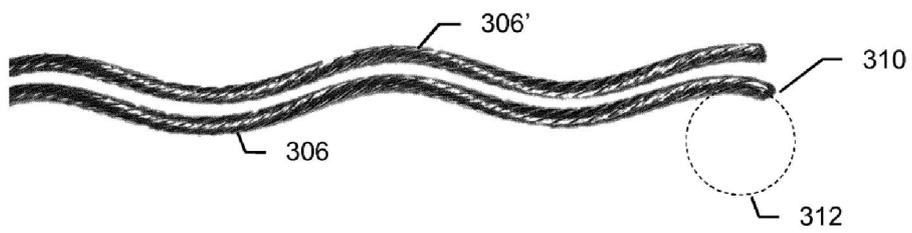


Figura 3b

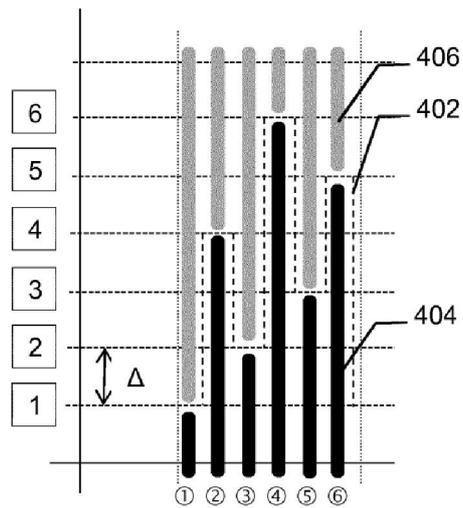


Figura 4

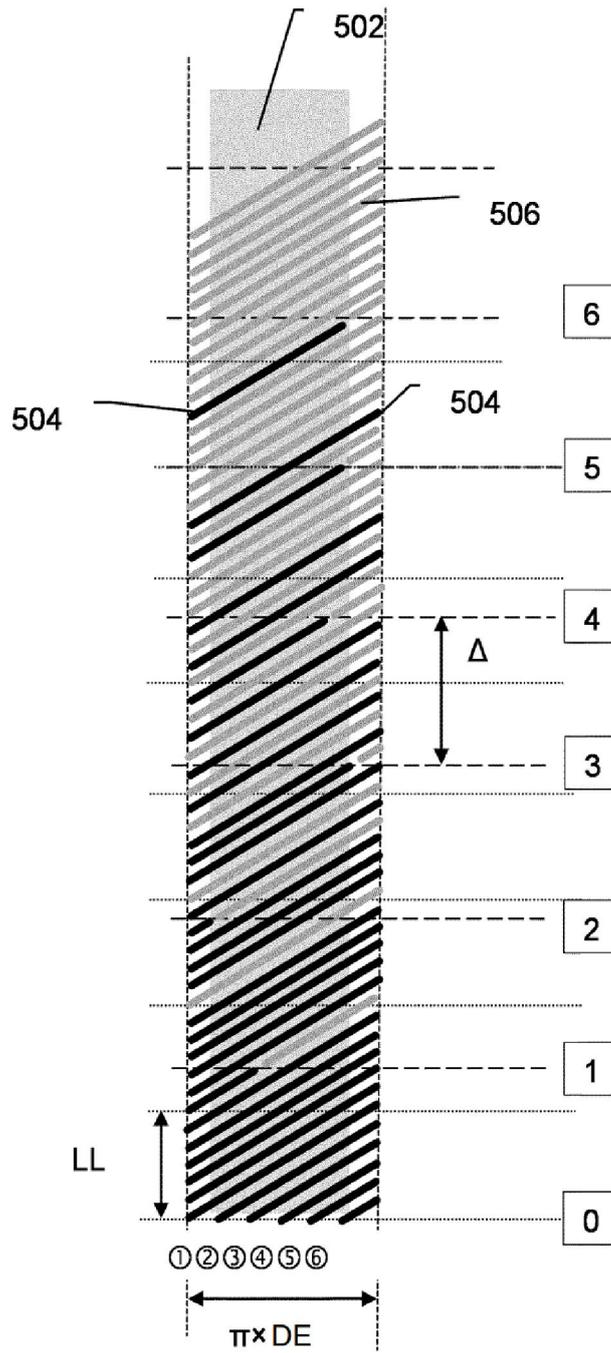


Figura 5