



INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN

INTRODUCCIÓN

Los cables especiales DIEPA están diseñados para lograr la mayor vida útil y ofrecer la mejor durabilidad. Y todo esto en una amplia variedad de aplicaciones.

Aunque, la vida útil de un cable está principalmente influenciada por el estado de los componentes circundantes del sistema de transmisión del cable. Además, la forma de instalación correcta del cable juega un papel importante a la hora de evitar efectos perjudiciales.

Este brochure ofrece al usuario de los cables especiales DIEPA algunos consejos esenciales sobre qué aspectos cuidar. Si quedan dudas o preguntas, por favor contacte con nuestro departamento técnico.

TABLA DE CONTENIDOS

Instalación del Cable

Almacenaje adecuado del cable	3
Verificación del diámetro del cable	4
Verificación de los diámetros de las ranuras de las poleas	5
Manipulación correcta de cuerdas	6
Manejo adecuado de los cables	7
Determinación de los pasos	8
Compatibilidad del cable con el sistema de transmisión	9
Conexión de cables	10
Adaptación del cable al paso del tambor	11
Instalación en tambores multicapas	12
Rodaje de un cable nuevo	13

Mantenimiento del cable

Re-lubricación	14
Acortar el cable	15
Asegurado y corte	16

Diagnóstico de fallas

Eliminación de torsión - Grúa torre	17
Eliminación de torsión - Grúa móvil	18
Fuentes de torsión	19
Rotación del bloque de gancho	20
Influencias en la vida útil	21
Evaluación del desgaste del cable	22
Bibliografía Notas	23

ALMACENE EL CABLE EN UN LUGAR ADECUADO



EVITAR LA
EXPOSICIÓN A LA
LUZ SOLAR DIRECTA



EVITAR LA
EXPOSICIÓN A LA
LLUVIA O NIEVE



TEMPERATURA
IDEAL
+5°C — +15°C
+41°F — +59°F



EVITAR LA
HUMEDAD DEL
SUELO



REVISIONES REGULARES
PARA DETECTAR
CONDENSACIÓN Y
RETIRAR LA BANDA
PLÁSTICA SI
ES NECESARIO



ANTES DE INSTALAR EL CABLE, ES FUNDAMENTAL VERIFICAR QUE EL DIÁMETRO DEL CABLE SEA EL ADECUADO

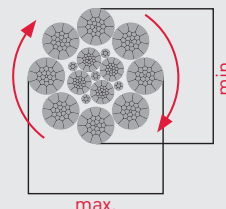
Asegúrese de que el cable esté recto y no doblado o curvado.

Utilice únicamente un caliper especial con puntas anchas.

Mida al menos en dos puntos a lo largo de 1 metro, a una distancia de al menos 2 metros del extremo del cable.



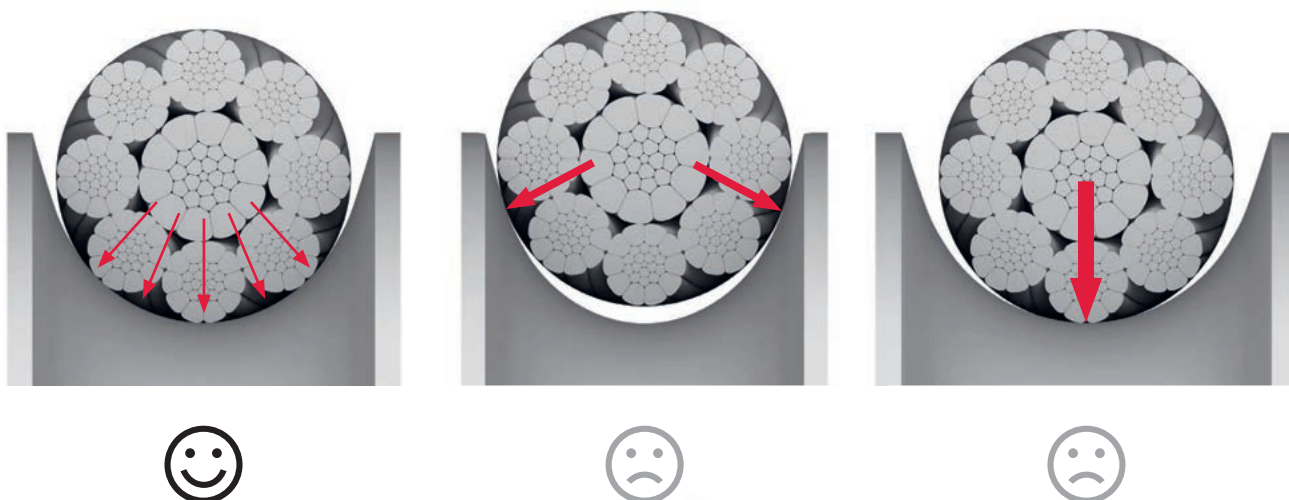
Gire el caliper alrededor del eje del cable para determinar el diámetro máximo y mínimo en cada ubicación.



⚠ El enrollado y doblado de un cable sin carga puede aumentar ligeramente su diámetro. Este es un efecto natural que se revierte cuando el cable está cargado. En caso de duda, por favor contáctenos.

VERIFIQUE TODOS LOS DIÁMETROS DE LAS RANURAS ANTES DE LA INSTALACIÓN DEL CABLE

Los diámetros de las ranuras de poleas, tambores u otros elementos de soporte del cable se ven afectados por el desgaste. Durante el reemplazo del cable, debe asegurarse que sean adecuados para recibir el nuevo cable. Diámetros de ranura no coincidentes provocan una distribución de presión puntual, causando desgaste localizado y deformación del cable:



EL DIÁMETRO MÍNIMO DE LA RANURA DEBE SER:

- básicamente un 6% mayor que el diámetro nominal del cable
- idealmente un 1% mayor que el diámetro real del cable

EJEMPLO:

- diámetro del cable: 21mm
- diámetro de la ranura de la polea:
 $21 \text{ mm} \times 1,06 = 22,26 \text{ mm}$



❗ El diámetro de la ranura de la polea puede medirse fácilmente con las galgas de ranura DIEPA.
¡Por favor contáctenos!

EVITE DAÑOS MECÁNICOS MANIPULANDO EL CABLE CON CUIDADO



AL TRANSPORTAR EL CABLE, ELEVE ÚNICAMENTE EL CARRETE:

- en las bridas
- utilizando una barra que atraviesa el carrete
- utilizando una grúa

⚠ ¡Tenga cuidado de que la superficie de la cuerda no entre en contacto con los bordes de las horquillas del elevador ni con otros equipos!

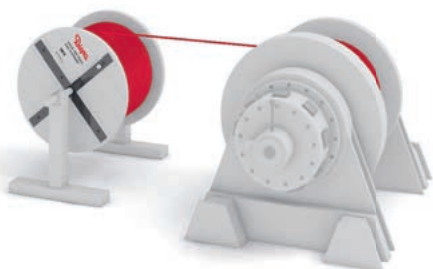


Al desenrollar desde un anillo, extiéndelo sobre un suelo limpio en el sentido correcto de curvatura. ¡No lo tomes directamente desde el anillo colocado, ya que esto puede generar bucles que provoquen torceduras al tirar!

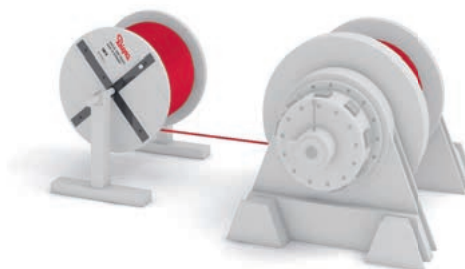
Al desenrollar desde un carrete: desenrolla girando el carrete, no retirando el cable vuelta por vuelta. ¡Nunca se debe tirar del cable desde un carrete que esté acostado de lado!

AL ENROLLAR DOBLA EL CABLE SOLO EN LA MISMA DIRECCIÓN

DOBLAR EN LA MISMA DIRECCIÓN EVITA EFECTOS NEGATIVOS



De arriba hacia arriba

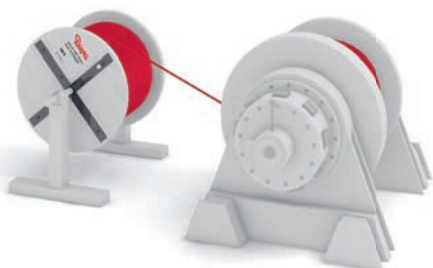


De abajo hacia abajo



Resultado

**DOBLAR EN DIRECCIÓN OPUESTA PUEDE PROVOCAR
LA ROTACIÓN DEL BLOQUE DE GANCHO**



De un lado al lado opuesto



De posición vertical a posición horizontal



Resultado

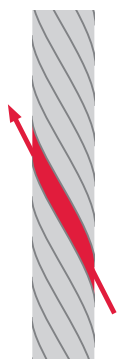
⚠ La torsión introducida en el cable durante el enrollado y antes de la instalación puede provocar caídas de cable torcidas durante la operación.

CORRECTA DETERMINACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE PASO

DIRECCIÓN DEL TRENZADO DEL CABLE

CABLE DE TRENZADO A LA IZQUIERDA

Cuando se observa el cable y los torones exteriores apuntan hacia el lado izquierdo, se trata de un cable de trenzado a la izquierda.



CABLE DE TRENZADO A LA DERECHA

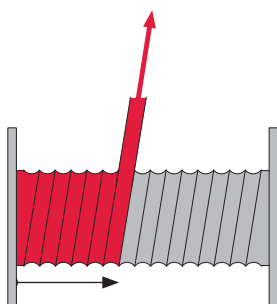
Cuando se observa el cable y los torones exteriores apuntan hacia el lado derecho, se trata de un cable de trenzado a la derecha.



DIRECCIÓN DE PASO DEL TAMBOR

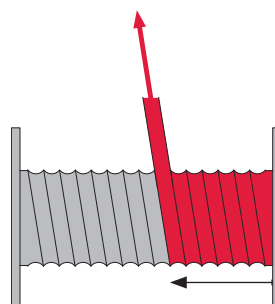
TAMBOR DE PASO IZQUIERDO

Seguir las vueltas del cable desde el extremo fijo en dirección hacia la salida del cable desde el tambor conduce a un enrollado a la izquierda.



TAMBOR DE PASO DERECHO

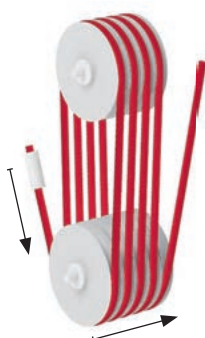
Seguir las vueltas del cable desde el extremo fijo en dirección hacia la salida del cable desde el tambor conduce a un enrollado a la derecha.



DIRECCIÓN DEL ENROLLADO DEL APAREJO

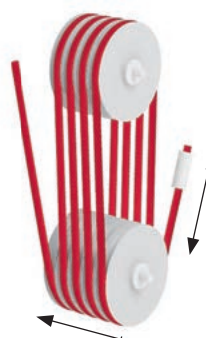
APAREJO DE ENROLLADO A LA IZQUIERDA

Seguir la línea del cable desde el extremo fijo en dirección hacia el tambor conduce a un enrollado a la izquierda.



APAREJO DE ENROLLADO A LA DERECHA

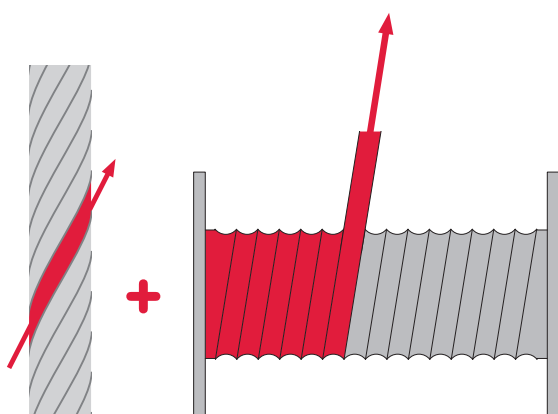
Seguir la línea del cable desde el extremo fijo en dirección hacia el tambor conduce a un enrollado a la derecha.



EL ENROLLADO DEL CABLE Y EL ENROLLADO DEL TAMBOR DEBEN COINCIDIR

PARA UN FUNCIONAMIENTO SIN PROBLEMAS

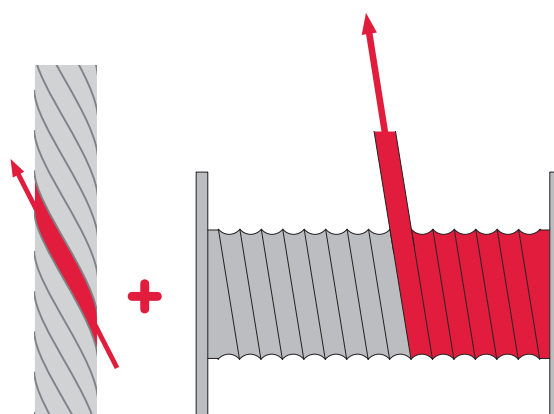
PARA SISTEMAS CON TAMBOR DE CAPA ÚNICA, APLICA LO SIGUIENTE



Cable de enrollado a
la derecha

Tambor de enrollado
a la izquierda

Un tambor de **enrollado a la izquierda**
debe emparejarse con un cable de
enrollado a la derecha.



Cable de enrollado a la
izquierda

Tambor de enrollado
a la derecha

Un tambor de **enrollado a la derecha**
debe emparejarse con un cable de
enrollado a la izquierda.

- ❗ Para sistemas con dos o más tambores de capa única, asegúrese de que todos los cables estén asignados correctamente.
- ❗ Para sistemas con un tambor que tiene dos direcciones de enrollado diferentes, siga las instrucciones del fabricante de la grúa.

EN OPERACIONES DE MÚLTIPLES CAPAS CON UN ALTO NÚMERO DE VUELTAS,
CONSIDERAMOS LA DIRECCIÓN DEL ENROLLADO DEL APAREJO COMO REFERENCIA.

	operación de capa única		operación de múltiples capas			
			bajo número de vueltas		alto número de vueltas	
Enrollado del Tambor	izquierda	derecha	izquierda	derecha	izquierda o derecha	
enrollado del aparejo	izquierda o derecha	izquierda o derecha	izquierda o derecha		izquierda	derecha
Dirección del cable	derecha	izquierda	derecha	izquierda	derecha	izquierda

⚠ ¡Al considerar la selección correcta del enrollado del cable, consulte también el manual de operación del equipo!

SIEMPRE CONECTE LOS CABLES DE MANERA GIRATORIA

Si se utiliza el cable antiguo para introducir el nuevo durante la instalación, asegúrese de que la torsión del cable antiguo no se transfiera al nuevo. Esto puede lograrse, por ejemplo, utilizando un swivel (giratorio) o un cable auxiliar que absorba la torsión:

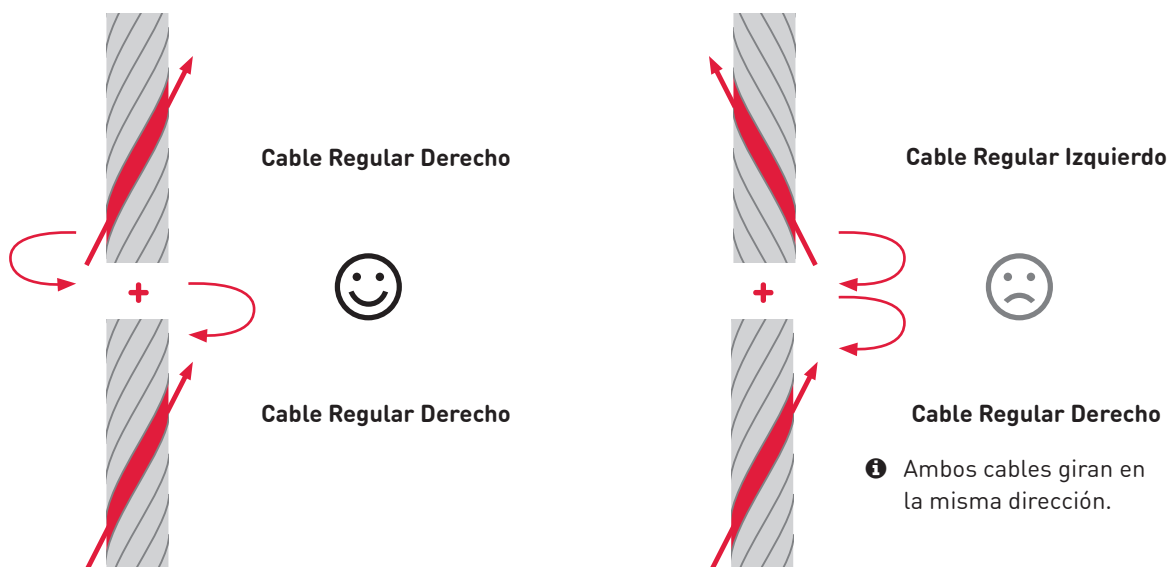


i Si el cable antiguo tiene torsión, el cable auxiliar se torcerá.



⚠ Nunca conecte los cables de manera rígida, por ejemplo, mediante soldadura. Esto permite la transferencia de torsión. ¡Como resultado, la torsión del cable antiguo se transferirá al cable nuevo!

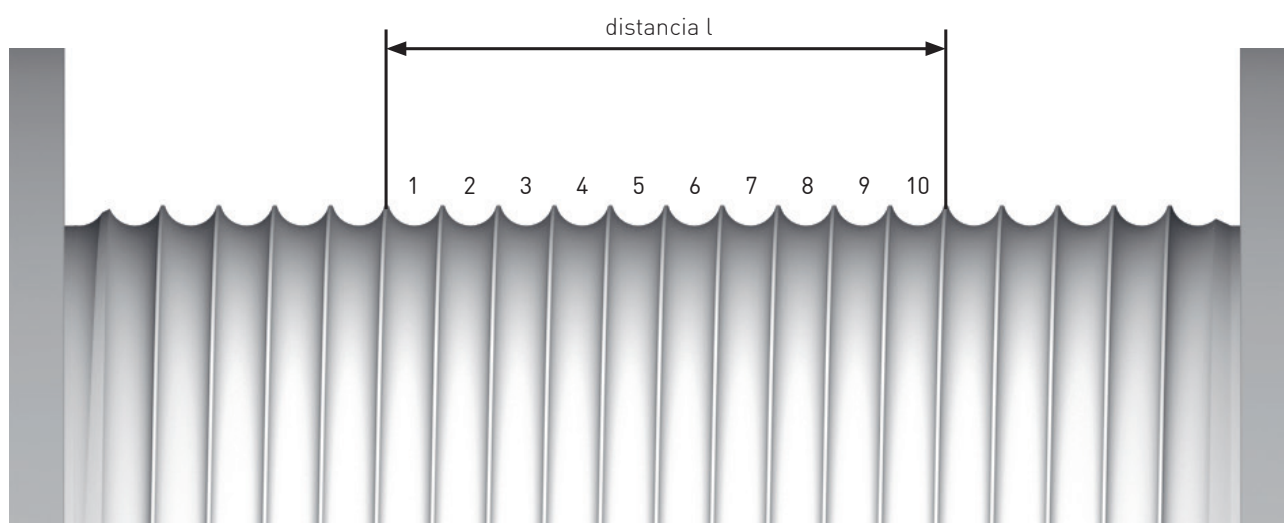
POR FAVOR, CONSIDERE LA DIRECCIÓN DEL CABLE AL MOMENTO DE CONECTAR LOS CABLES



⚠ Nunca conecte cables con direcciones de enrollado opuestas. Como resultado, ¡ambos cables se abrirán!

EL DIÁMETRO REAL DEL CABLE ES CRUCIAL EN APLICACIONES DE MÚLTIPLES CAPAS.

**PARA OBTENER UN COMPORTAMIENTO DE ENROLLADO CONFIABLE,
EL CABLE NO DEBE SER MAYOR QUE EL PASO DEL TAMBOR.**



**EL PASO DEL TAMBOR
P SE CALCULA MEDIANTE LA
SIGUIENTE FÓRMULA**

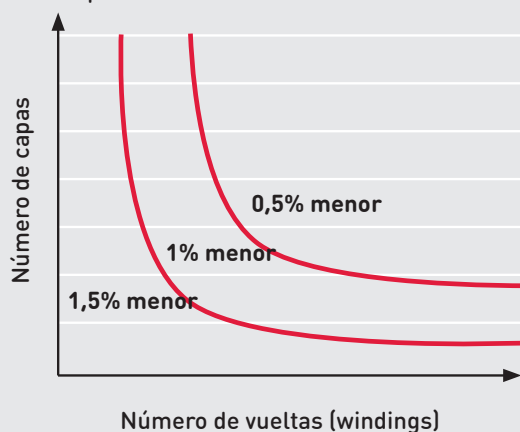
$$p = \frac{\text{distancia l}}{\text{Número de vueltas contenidas (enrolladas)}}$$

UNA REGLA COMÚN DICE:

El diámetro real del cable bajo tensión debe ser un 1% menor que el paso del tambor (P). Esto garantiza que el cable tenga suficiente espacio sobre el tambor. Esta regla es principalmente válida para sistemas con hasta 20 vueltas y 5 capas.

ÁSICAMENTE, LOS **REQUISITOS SOBRE EL DIÁMETRO** REAL DEL CABLE AUMENTAN CON EL NÚMERO DE CAPAS Y VUELTAS.

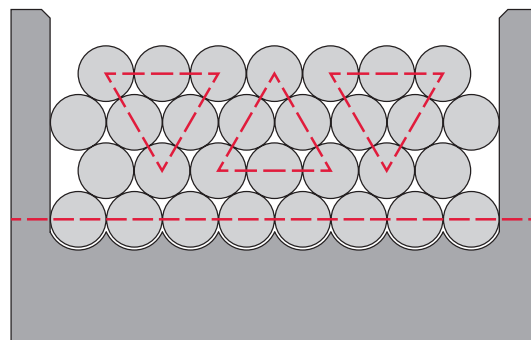
Relación entre el diámetro real del cable y el paso del tambor



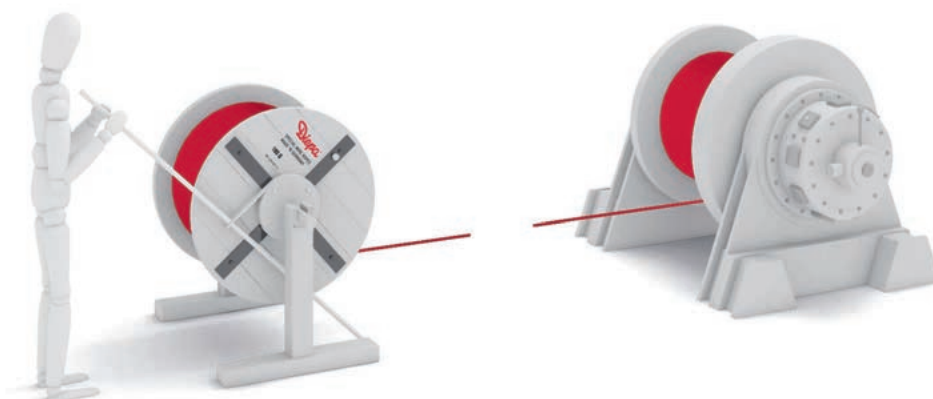
A PRETENSIÓN ES ESENCIAL AL INSTALAR CABLES EN SISTEMAS DE MÚLTIPLES CAPAS.

Un buen comportamiento operativo de los sistemas de múltiples capas solo se logra con una pirámide de cable estable y rígida.

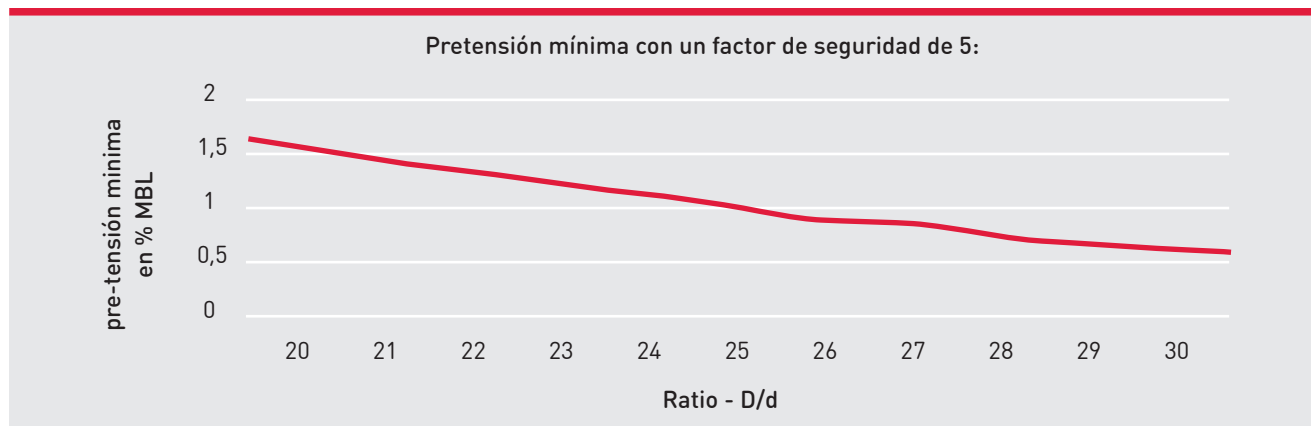
Para obtener una pirámide de cable estable y rígida en sistemas de múltiples capas, es fundamental que, especialmente las capas inferiores del cable, queden firmemente asentadas sobre el tambor.



- ❗ Para lograr esto, una regla simplificada recomienda enrollar el cable con una pretensión equivalente al 1-2% de la Carga de Rotura Mínima (MBL) del cable o al 10% de la Capacidad de Carga de Trabajo (WLL) del equipo.



UNA CONSIDERACIÓN MÁS AVANZADA INCLUYE LA DEPENDENCIA DE LA RELACIÓN D/d , DONDE:

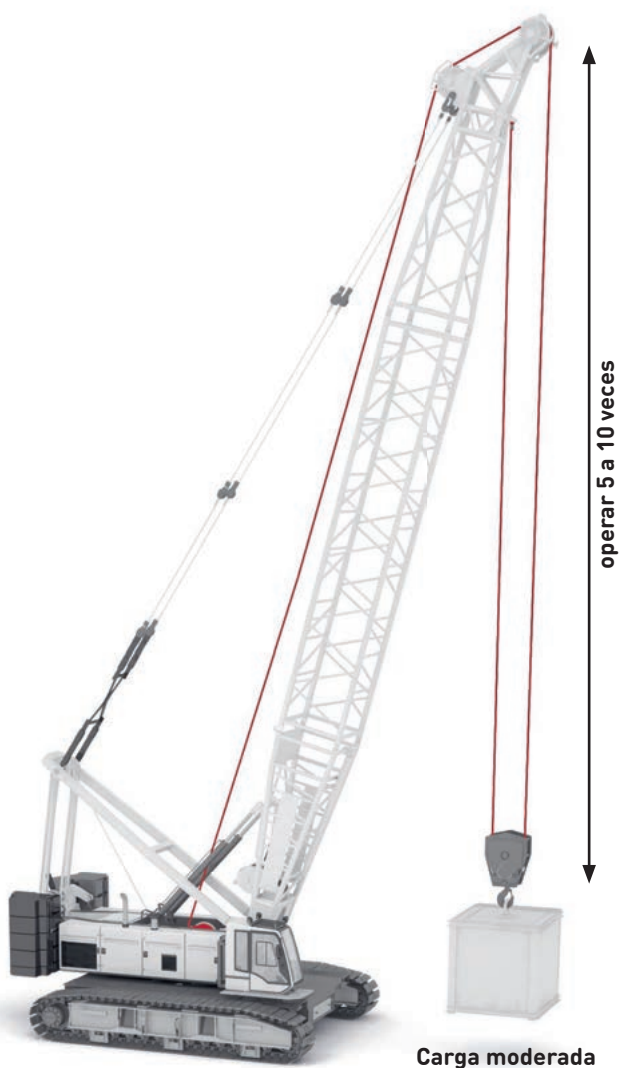


- ⚠ Si se utiliza un sistema de reenvío múltiple durante la instalación, asegúrese de que la pretensión mencionada anteriormente corresponda a la fuerza de línea (line pull) del cable que entra al tambor.

COMENZAR A USAR UN CABLE NUEVO DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN

Debido a su estructura flexible y la multitud de elementos que lo componen, un cable puede considerarse como un elemento "orgánico" dentro del sistema de accionamiento.

Por ello, se recomienda preparar adecuadamente un cable nuevo antes de ponerlo en plena operación, a fin de garantizar un funcionamiento óptimo y confiable bajo carga de trabajo.



DESPUÉS DE LA INSTALACIÓN INICIAL DE UN CABLE NUEVO, ESTE DEBE SER ADAPTADO PRIMERO A LAS PROPIEDADES ESPECÍFICAS DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO.

Esto ayuda a:

- Permitir el asentamiento final de los elementos del cable
- Disminuir y equilibrar las tensiones internas y deformaciones
- Compensar los efectos de flexión y la torsión generada durante la instalación del cable

ESPECIALMENTE PARA CABLES RESISTENTES A LA ROTACIÓN, SE RECOMIENDA ENCARECIDAMENTE:

- Transferir la torsión residual de la instalación hacia el extremo libre del cable
- Permitir que el cable se asiente sin tensiones residuales
- En aplicaciones de múltiples capas, enrollar finalmente el cable con pretensión (ver página 12)

⚠ Idealmente, toda la longitud del cable debe recorrer el sistema completo de accionamiento varias veces bajo una fuerza de línea moderada.

LA RELUBRICACIÓN PUEDE APLICARSE A CABLES MUY SECOS O CORROÍDOS.



BÁSICAMENTE, LOS CABLES ESPECIALES DIEPA ESTÁN LUBRICADOS DE POR VIDA. NO OBSTANTE, EN ALGUNOS CASOS ESPECIALES, PUEDE SER RECOMENDABLE UNA RELUBRICACIÓN, POR EJEMPLO:

- Cuando la superficie del cable se ve **extraordinariamente seca**
- Cuando la superficie del cable presenta **signos de corrosión**



De manera ventajosa, la relubricación se realiza en una sección del cable **que esté curvada sobre una polea**. Esto permite una mejor penetración del lubricante entre los cordones exteriores, asegurando una protección más efectiva y duradera.



Retire el exceso de lubricante después de la aplicación.

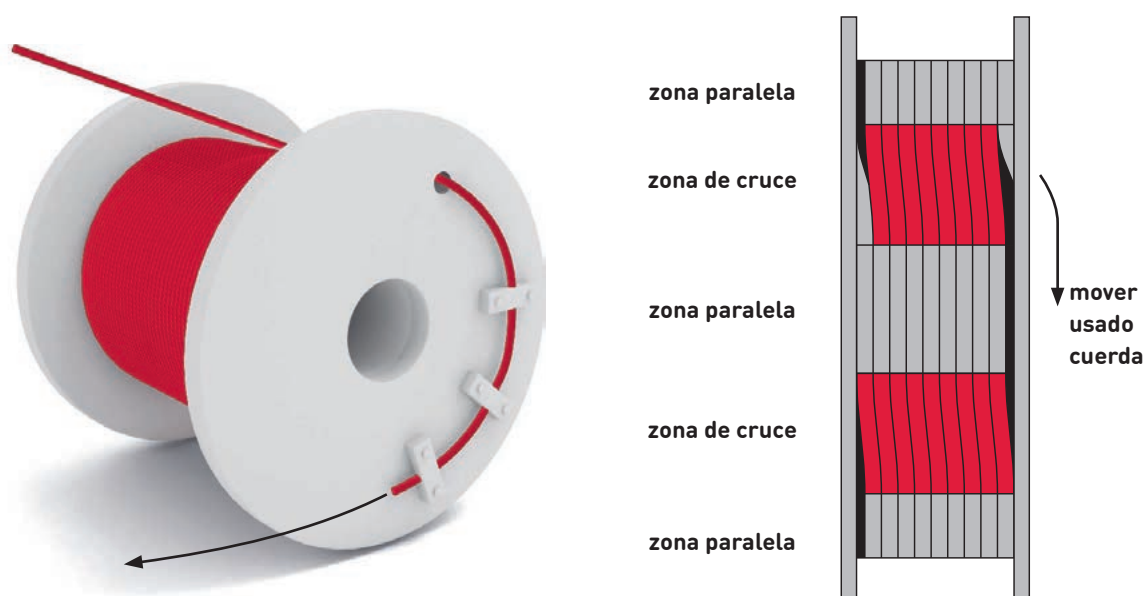
i Por favor, contáctenos para obtener información sobre lubricantes adecuados para el mantenimiento.

⚠ ¡Un exceso de lubricante en el cable puede dificultar la inspección regular de la superficie para detectar desgaste y roturas de alambres!

ACORTAR EL CABLE PUEDE EXTENDER SU VIDA ÚTIL EN SISTEMAS DE MÚLTIPLES CAPAS.

Los sistemas de enrollado en múltiples capas, como por ejemplo los tambores LEBUS®, tienen zonas definidas de cruce del cable distribuidas de forma equidistante dos veces en la circunferencia del tambor.

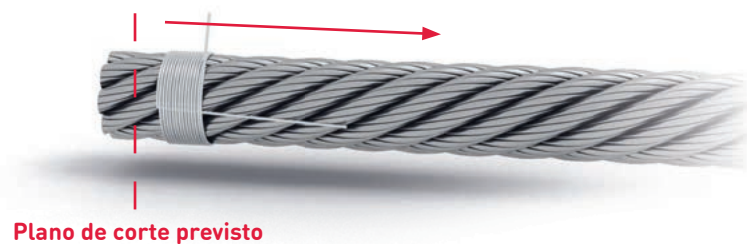
- ❗ En estas zonas de cruce, el cable está sometido a tensiones extraordinarias debido a la presión de contacto localizada, por lo que el desgaste aparece primero en estas áreas.



- Desplazar las zonas desgastadas desde las zonas de cruce hacia zonas paralelas puede aumentar la vida útil del cable en un sistema de múltiples capas. Normalmente, el acortamiento del cable puede realizarse dos veces con el fin de asegurar que **el desgaste se distribuya de manera más uniforme** a lo largo del cable.
- El momento adecuado para acortar el cable es cuando los alambres exteriores han sido **aplanados por el desgaste**. No debería haber alambres rotos, o en su defecto, solo unos pocos.
- Para acortar el cable, este debe ser desmontado del tambor y cortado según lo requerido. Normalmente, la longitud a cortar es de **aproximadamente 1/6 de la circunferencia** o alrededor de $\frac{1}{2}$ del diámetro del tambor.

SUJETE CUIDADOSAMENTE EL CABLE ANTES DE CORTARLO.

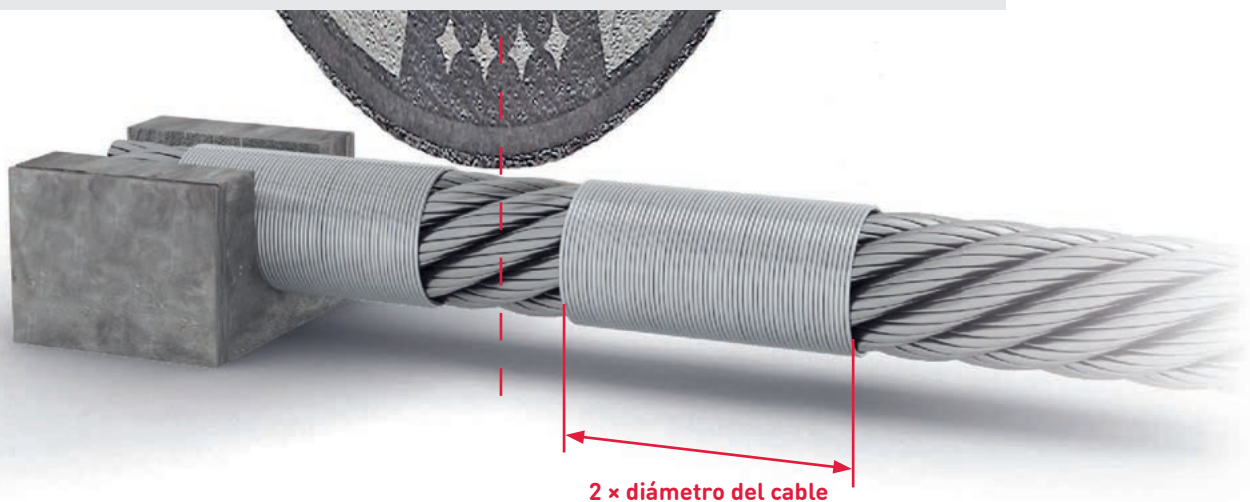
Antes de cortar un cable, este debe ser firmemente sujetado a ambos lados del plano de corte. Esto evita que la estructura del cable se abra o desarme, preservando la integridad de los cordones y garantizando un corte limpio y seguro.



❗ Tenga en cuenta que la dirección del enrollado debe alejarse del plano de corte.

MEJORES PRACTICAS

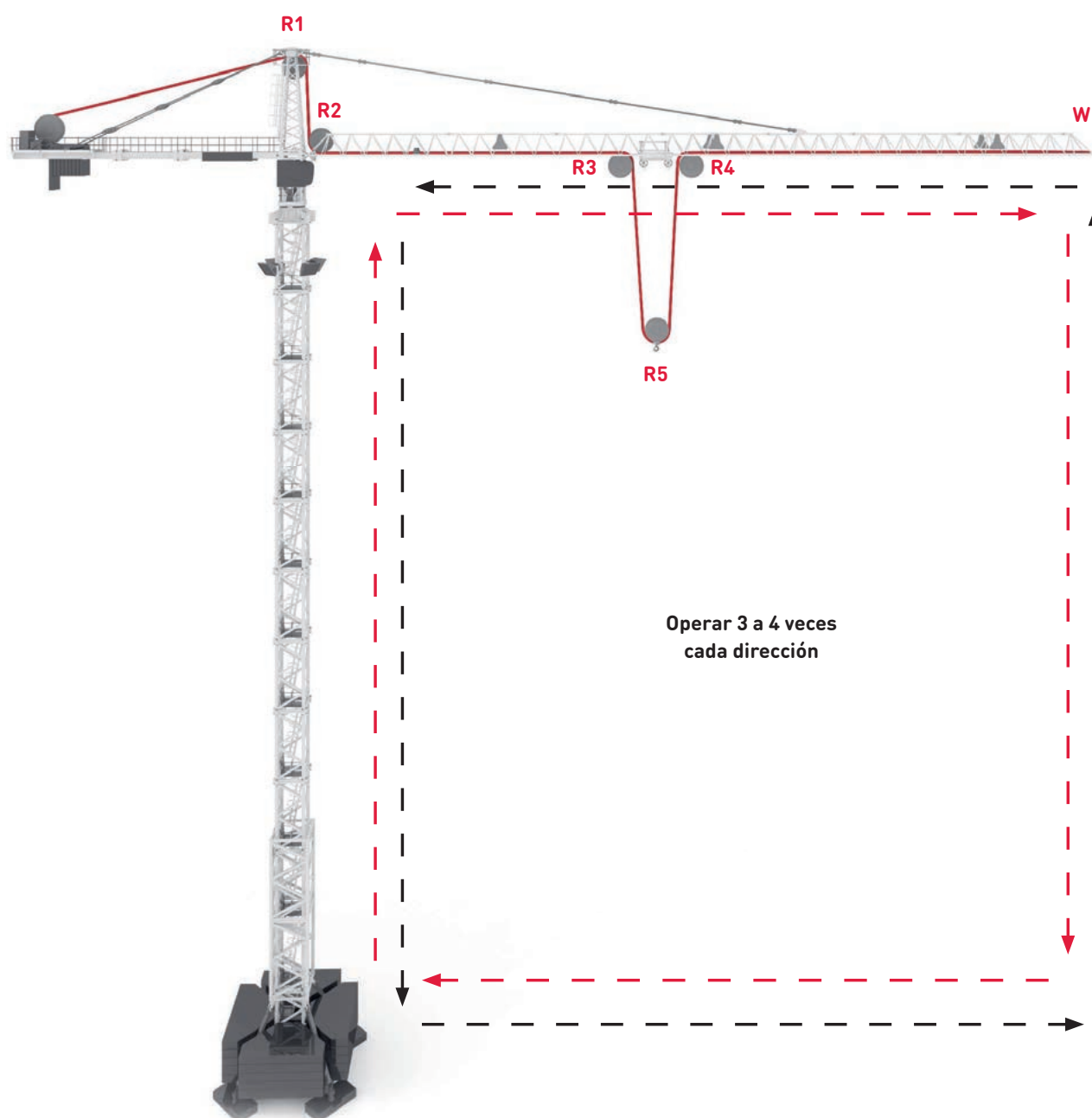
Coloque dos amarres (seizings) en el cable a ambos lados del punto de corte previsto. Esto ayuda a asegurar al máximo la estructura del cable y garantiza un procedimiento de corte seguro, evitando que los cordones se desorganicen o se desenrollen.



⚠ Un amarre preciso es especialmente importante en cables resistentes a la rotación (por ejemplo, las series DIEPA B, C y K) para mantener su estructura especial.

ELIMINACIÓN DE TORSIÓN ACUMULADA EN CABLES DE GRÚAS TORRE

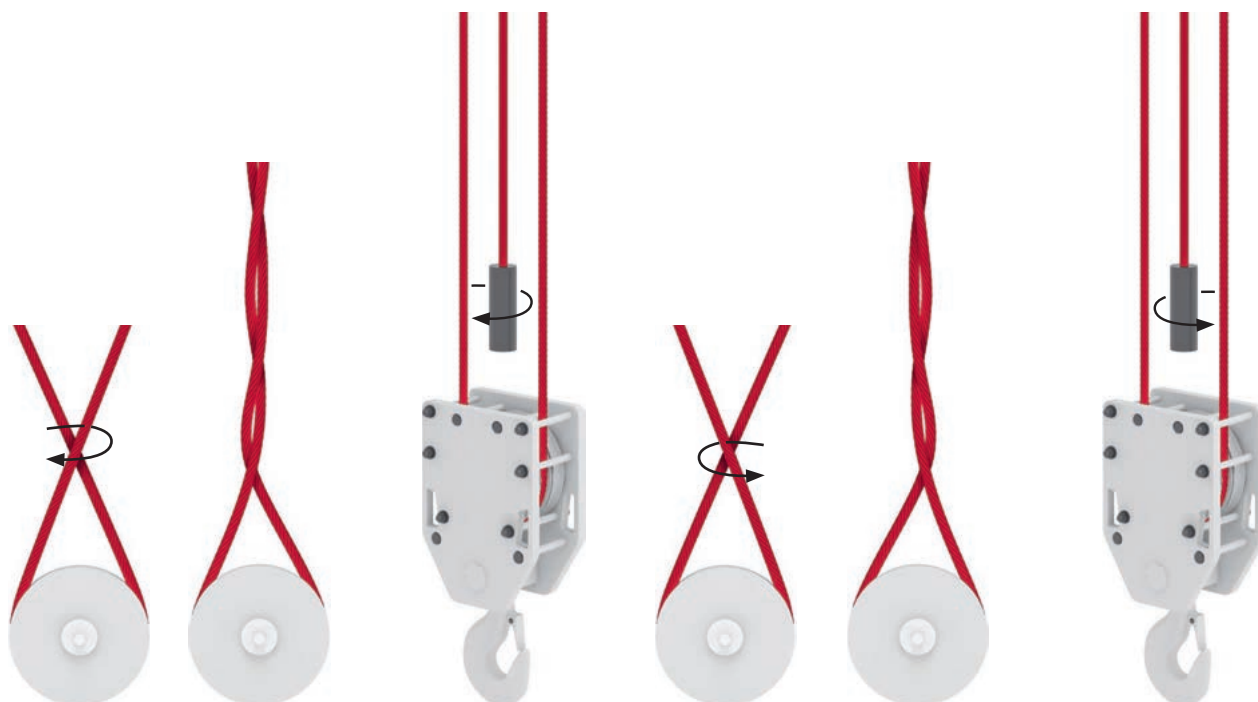
En algunos casos especiales, los cables de grúas torre pueden acumular torsión, lo que eventualmente provoca caídas torcidas (twisting falls). Esto ocurre cuando las operaciones de izaje se realizan **repetidamente con el carro en una posición fija**, y el cable solo pasa por las poleas R1, R2, R3 y R5. Como la polea R4 no gira, la torsión inducida en el cable no se transmite a través de ella. Por lo tanto, la torsión no puede llegar al giratorio (swivel) W para ser eliminada.



⚠ Al desplazar el carro y el bloque de gancho siguiendo el patrón mostrado anteriormente varias veces, la torsión puede ser trasladada hasta el giratorio (swivel) y, de este modo, eliminada del cable.

ELIMINACIÓN DE TORSIÓN ACUMULADA EN CABLES DE GRÚAS MÓVILES

Para una eliminación efectiva de la torsión acumulada, es necesario que el extremo del cable esté fijado al bloque de gancho.



Si el bloque de gancho gira en sentido horario (a la derecha), el extremo del cable también debe girarse en sentido horario para generar un contrapar (par de reacción).

Si el bloque de gancho gira en sentido antihorario (a la izquierda), el extremo del cable también debe girarse en sentido antihorario para generar un contrapar (torque de reacción).

* Al observar desde la parte superior del bloque de gancho.

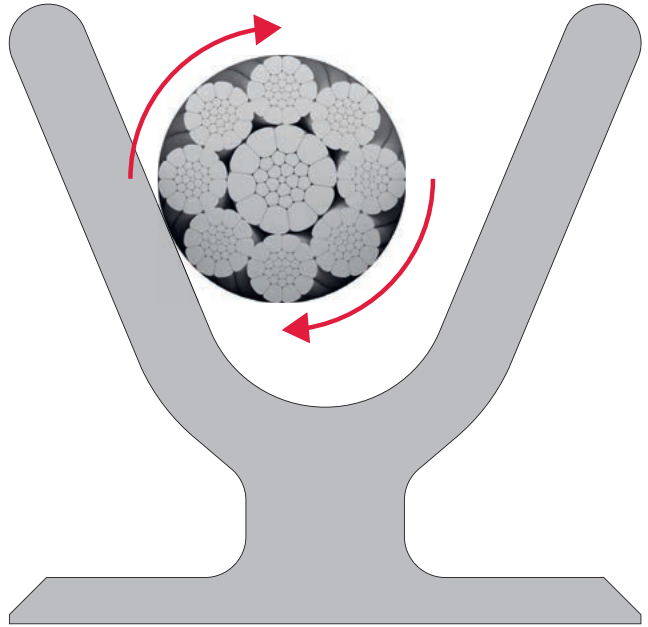
Se recomienda girar el extremo del cable **al menos media vuelta (180°), pero no más de una vuelta completa (360°)**. Superar este límite podría provocar daños estructurales en el cable.
Una vez impuesta la torsión:

El bloque de gancho debe desplazarse **hacia arriba y hacia abajo varias veces**, permitiendo que la torsión se transmita a través de las poleas superiores y se distribuya uniformemente a lo largo del cable.

Este procedimiento puede ser necesario repetirlo varias veces, hasta que el bloque de gancho permanezca sin torsión residual, asegurando un funcionamiento estable y seguro.

⚠ Se recomienda que la altura de elevación para esta operación sea de al menos 15 metros.

LOS ÁNGULOS DE DESVIACIÓN (FLEET ANGLES) TUERCEN EL CABLE.



A Un cable que entra en una garganta de polea o tambor con un ángulo de desviación $\beta > 0$ entra en contacto primero con la pared lateral de la garganta. Esto provoca que el cable ruede hacia el fondo de la garganta, generando un par de torsión a lo largo del eje del cable. Este efecto, si es constante o excesivo, puede **acumular torsión interna**, deformar la estructura del cable y reducir su vida útil. Por eso es clave controlar los ángulos de desviación en el diseño y operación del sistema.

LA INTENSIDAD DE ESTE EFECTO DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE:

- Ángulo de desviación
- Fuerza de línea o Tensión del cable
- Coeficiente de fricción

LOS ÁNGULOS DE DESVIACIÓN PUEDEN DEBERSE A:

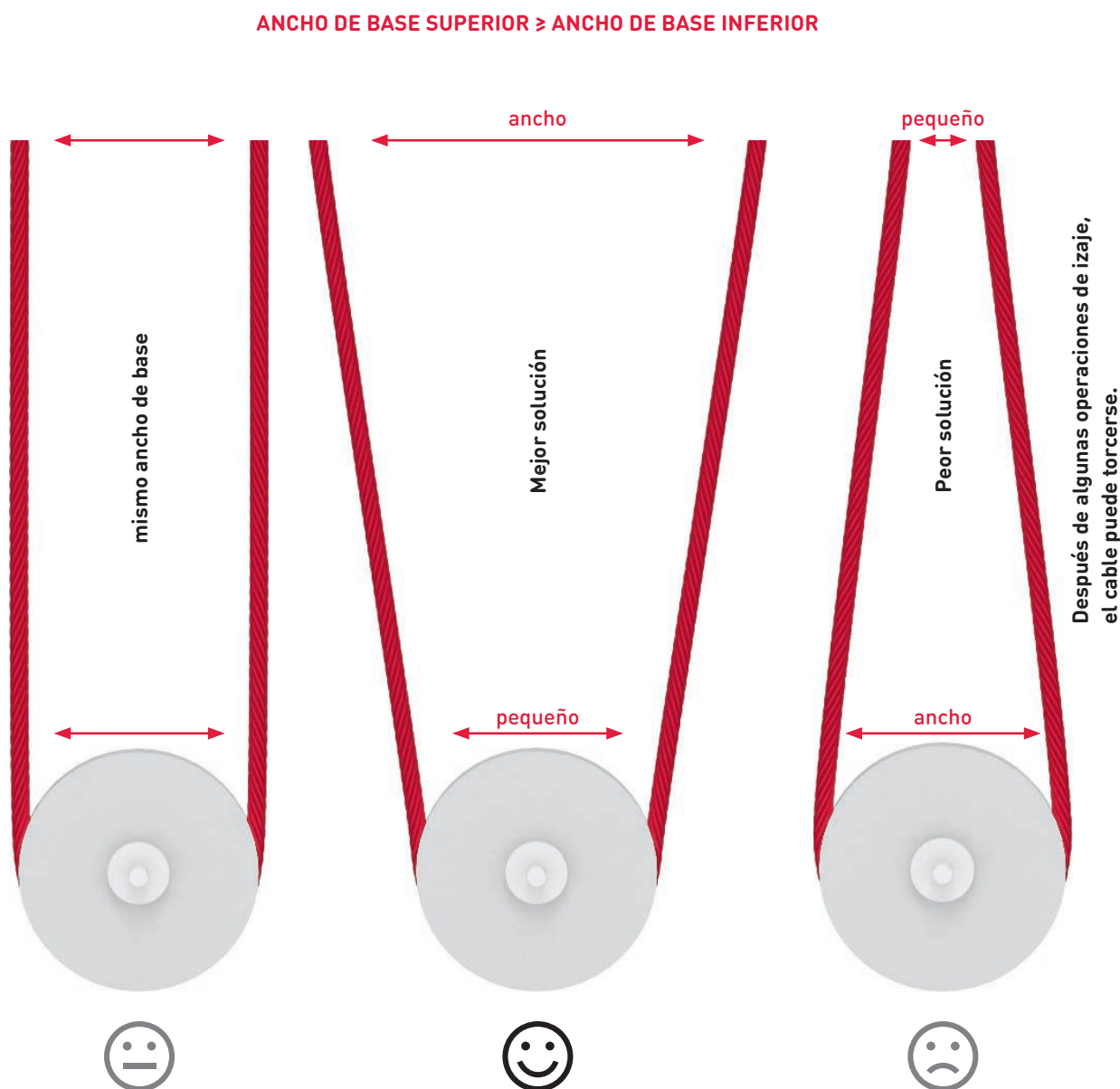
- Diseño de la máquina
- Condiciones de trabajo

⚠ Para minimizar los efectos negativos sobre la estructura del cable, los ángulos de desviación admisibles están limitados de la siguiente manera (ver también ISO 16625):

- Cables no resistentes a la rotación (por ejemplo, series DIEPA X, H y L) $\beta_{\max} = 4^\circ$
- Cables resistentes a la rotación (por ejemplo, series DIEPA B, C y K) $\beta_{\max} = 2^\circ$

LA GEOMETRÍA DEL REENVÍO INFLUYE EN LA ESTABILIDAD DEL SISTEMA.

Es importante asegurarse de que la distancia entre los ramales del cable en la parte superior (ancho de base) sea al menos igual o mayor que la distancia entre ellos en la parte inferior del recorrido del reenvío.

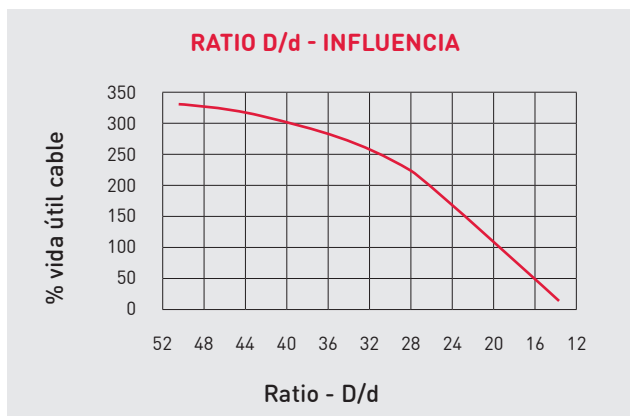


⚠ Para un comportamiento óptimo, los ramales del cable (rope falls) deben estar al menos en posición paralela, o idealmente en forma de "V" (v-shaped).

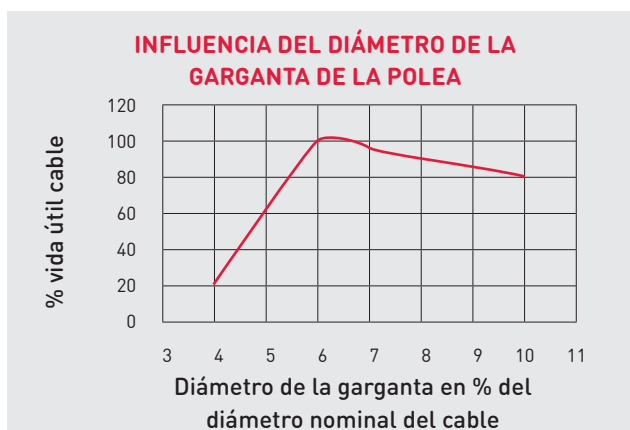
UNA VARIEDAD DE **CONDICIONES OPERATIVAS** IMPACTA DIRECTAMENTE LA VIDA ÚTIL DEL CABLE.

La vida útil del cable disminuye drásticamente con una menor relación D/d .

- ⚠ Para una vida útil aceptable del cable, no se debe reducir la relación D/d por debajo de 20.



La vida útil del cable disminuye drásticamente cuando la relación r/d es baja, es decir, cuando el radio de la garganta de la polea (r) es demasiado pequeño en comparación con el diámetro del cable (d).



La vida útil del cable disminuye drásticamente con el aumento de los ángulos de desviación (fleet angles).

- ⚠ Máx. 2° para cables resistentes a la rotación
Máx. 4° para cables no resistentes a la rotación



PARA UNA OPERACIÓN SEGURA: ¡REVISE REGULARMENTE EL CABLE EN BUSCA DE SIGNOS DE DESGASTE!

Se deben considerar varios aspectos que contribuyen al descarte del cable, tales como:

- Roturas de alambres
- Reducción del diámetro del cable
- Corrosión visible o progresiva
- Signos anormales de desgaste, como: Ondulaciones, dobladuras o pliegues ("kinks")

Para una ilustración detallada de este tema tan importante, por favor consulte nuestro folleto específico:



- [1] EN 12385 – 3, Steel wire ropes – Safety; Part 3: Information for use and maintenance
- [2] ISO 16625, Cranes and hoists – Selection of wire ropes, drums and sheaves
- [3] ISO 4309, Cranes – Wire ropes – Care and maintenance, inspection and discard
- [4] VDI 2358, Drahtseile für Fördermittel
- [4] Original Operating Manual for DIEPA Special Wire Rope acc. MD 2006/42/EC
- [5] Feyrer, Klaus: Wire Ropes – Tension, Endurance, Reliability, Springer Verlag 2007

DIEPA
Drahtseilwerk Dietz
GmbH & Co. KG

Damaschkestraße 30
D-96465 Neustadt bei Coburg

Telefon +49 (0) 9568 924-0
Telefax +49 (0) 9568 924-101
E-Mail info@diepa.de
Internet www.diepa.de

Reproducción, total o parcial, únicamente con referencia a DIEPA.
09/2022