

Cables de Acero: Manual Técnico y Diagnóstico

Guía visual de ingeniería para selección, operación e inspección en campo.

TOP SECRET

SCALE 10,00



CLASSIFIED
ENGINEERING DOCUMENT

NORMATIVA REFERENCIAL:
EN 12385 / ISO 2408 //
CÓDIGO DE SISTEMA: ACTIVO

1. Cable

El conjunto completo.

2. Cordón / Torón

Enrollamiento helicoidal de alambres.

3. Alma

El eje central de soporte.

4. Alambre

Componente básico.

RESISTENCIA NOMINAL:

- 1.770 N/mm²
- 1.960 N/mm²
- 2.160 N/mm²



Usar acabado galvanizado en ambientes corrosivos o salinos.

ATA
(Traction Steel)

AMG
(GIPS)

AEMG
(EGIPS)

AM
(IPS)

AEM
(EIPS)



126–140 kg/mm²
Uso: Ascensores

155–165 kg/mm²

180–185 kg/mm²
Extra Galvanizado

180–185 kg/mm²
Arado Mejorado

190–205 kg/mm²
Extra Mejorado

Matriz de Selección: El Alma del Cable



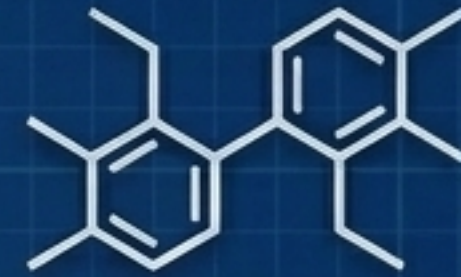
Acero (IWRC/WSC)

- Resistencia al Aplastamiento: **Óptima**
- Flexibilidad: **Baja**
- Capacidad de Carga: +7% a 10% adicional
- Resistencia a $>100^{\circ}\text{C}$: **Alta**



Fibra Natural (Sisal)

- Resistencia al Aplastamiento: **Baja**
- Flexibilidad: **Alta**
- Cualidades: Autolubricación interna
- **Alerta:** Alta humedad causa oxidación



Sintética (Polipropileno)

- Resistencia al Aplastamiento: Media
- Flexibilidad: **Máxima**
- Resistencia a $>100^{\circ}\text{C}$: **Crítica** (NO usar en fundición)

Arrollamiento Cruzado (Regular)



Resistencia al Aplastamiento: (Alta)

Resistencia al Desgaste/Abrasión: (Baja)

Tendencia a Girar: (Baja)

Aplicación Clave: Ascensores, tambores multicapa.

Arrollamiento Lang



Resistencia al Aplastamiento: (Baja - deformación)

Resistencia al Desgaste/Abrasión: (Alta)

Tendencia a Girar: (Alta - requiere carga guiada)

Aplicación Clave: Fuerte rozamiento constante.

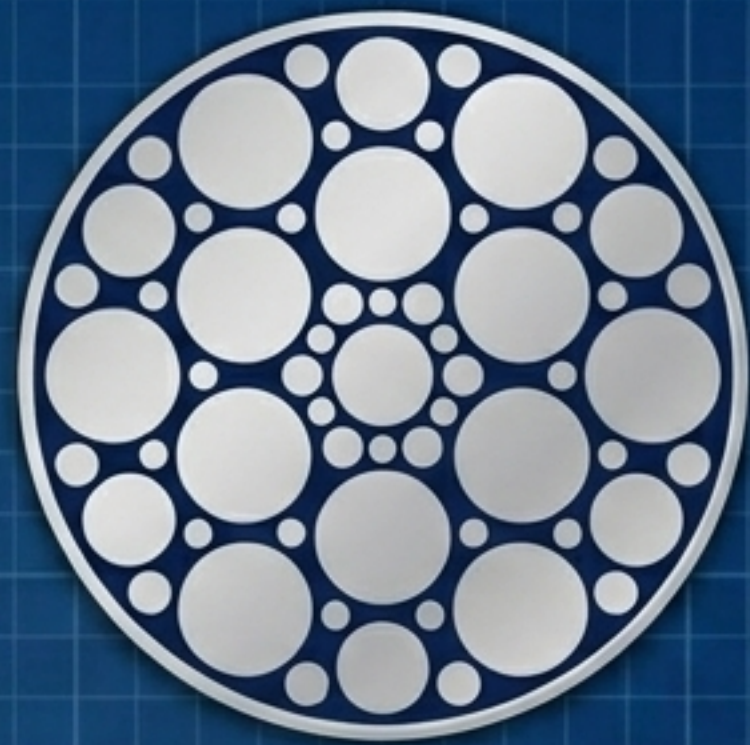


PREFORMADO: Elimina tensiones internas, aumenta vida útil a la fatiga y facilita el manejo del cable Lang.



SEALE (ej. 1-9-9)

Regla: Diámetros idénticos por capa, alambres exteriores grandes.



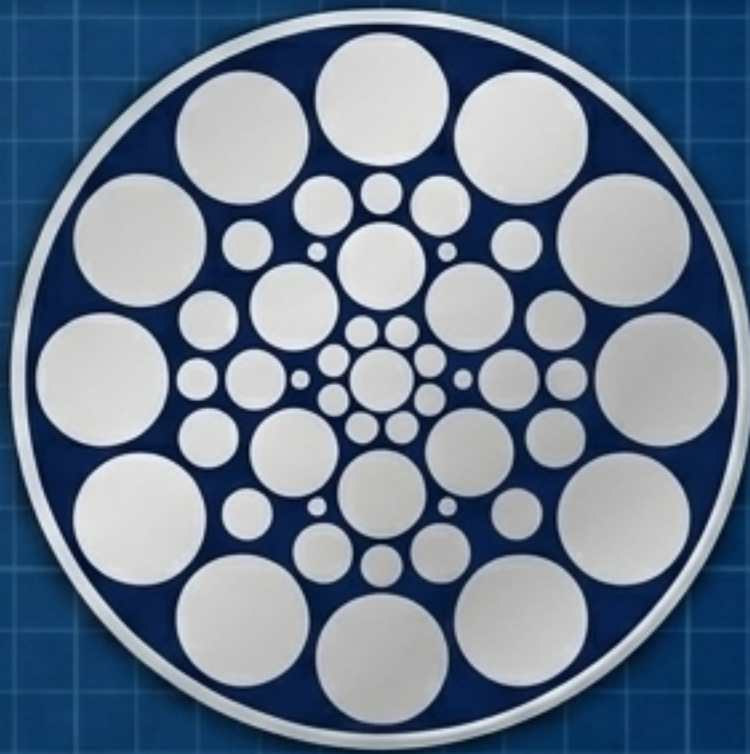
WARRINGTON (ej. 1-6-(6+6))

Regla: Dos diámetros alternos en la capa exterior.



FILLER (ej. 1-6-6f-12)

Regla: Alambres filler más pequeños llenan los espacios entre capas.



WS (Warrington-Seale)

Regla: Combinación híbrida para maximizar densidad y flexibilidad.



MÁXIMA ABRASIÓN
MÍNIMA FATIGA

Construcción ej. 6 x 7

Soporta roce superficial intenso,
vulnerable a dobleces.



MÁXIMA FATIGA (Flexibilidad)
MÍNIMA ABRASIÓN

Construcción ej. 6 x 36 / 6 x 49

Soporta flexión continua,
vulnerable al desgaste superficial.

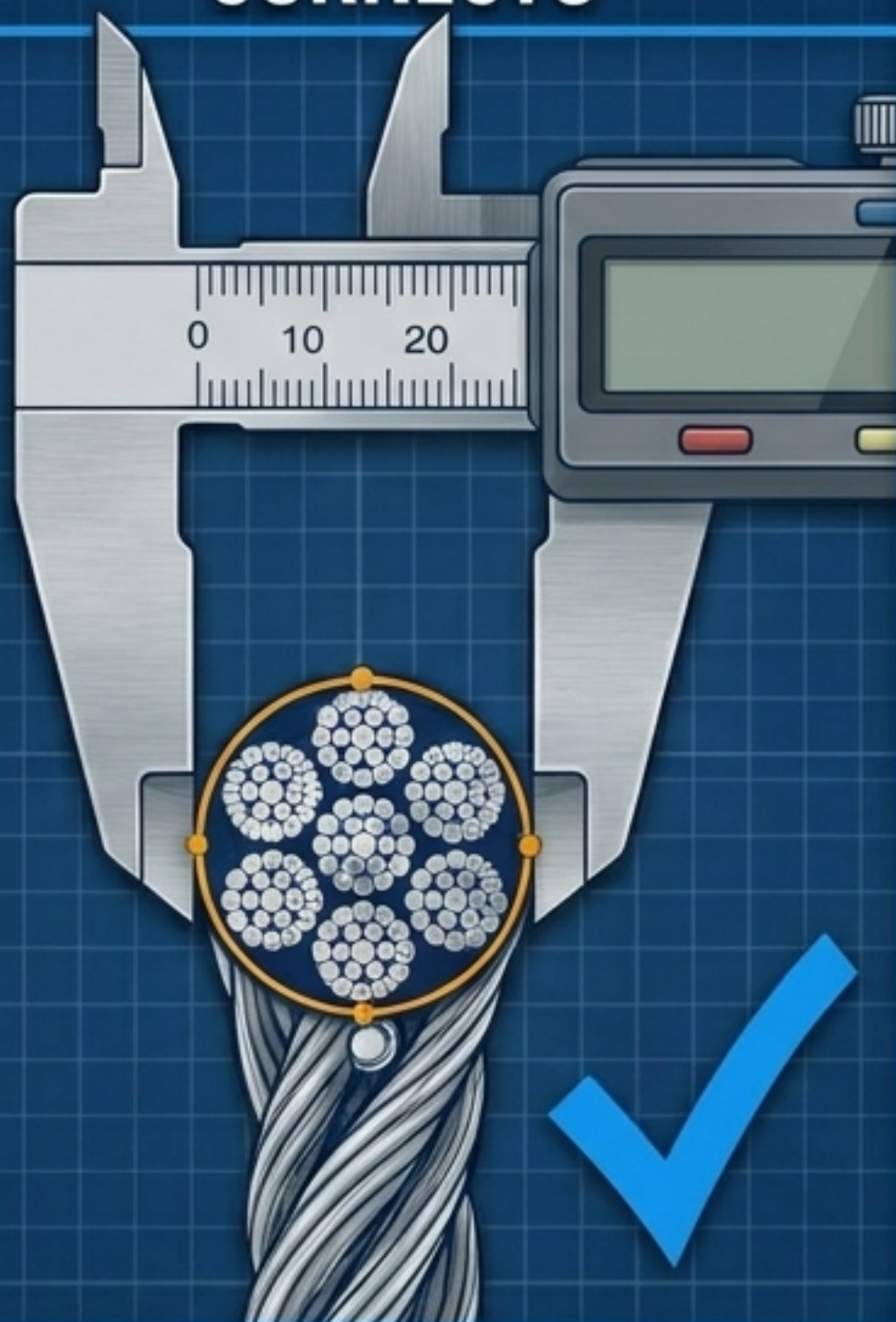
LEY FUNDAMENTAL DE INGENIERÍA:
No es posible maximizar ambas. La elección
del cable exige equilibrar el roce superficial
contra los dobleces reiterados.

INCORRECTO



Midiendo los valles.

CORRECTO



Midiendo el círculo circunscrito.

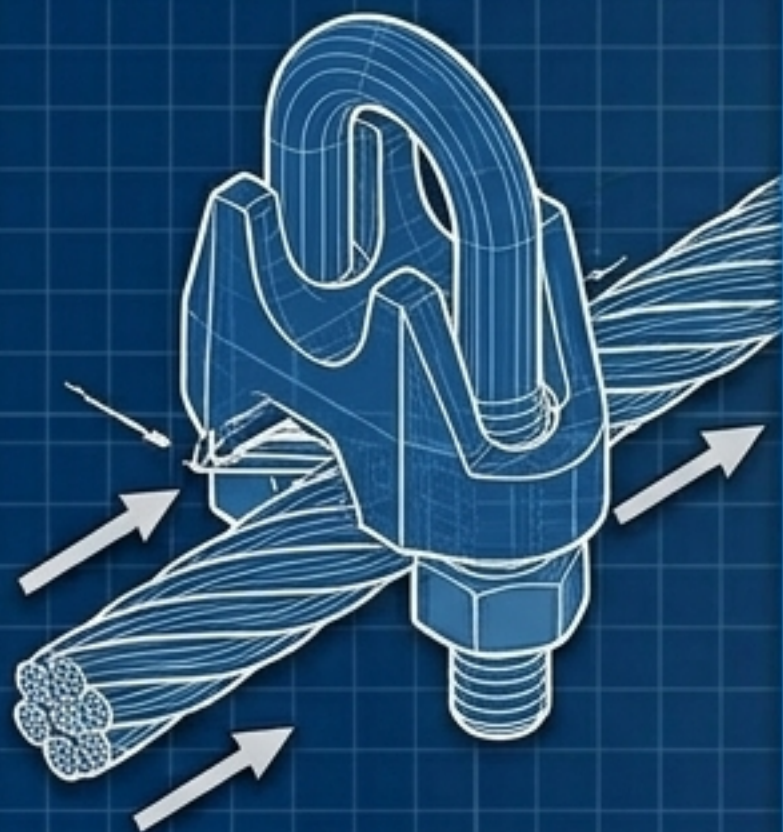
TOLERANCIAS DE DIÁMETRO (EN 12385)

$\emptyset 2 \text{ a } < 4\text{mm}$:	+8% (0% min)
$\emptyset 4 \text{ a } < 6\text{mm}$:	+7% (0% min)
$\emptyset 6 \text{ a } < 8\text{mm}$:	+6% (0% min)
$\emptyset > 8\text{mm}$:	+5% (0% min)

NOTA: El diámetro disminuirá al entrar en servicio por el asentamiento del alma. Medir sin tensión o $\leq 5\%$ de carga de rotura.

ALERTA: PÉRDIDA DE CAPACIDAD: -20% de carga nominal al usar sujetacables.

Paso 1: Posición



La base asienta en el cable vivo. La "U" aprieta el cabo muerto. Nunca al revés.

Paso 2: Extremos



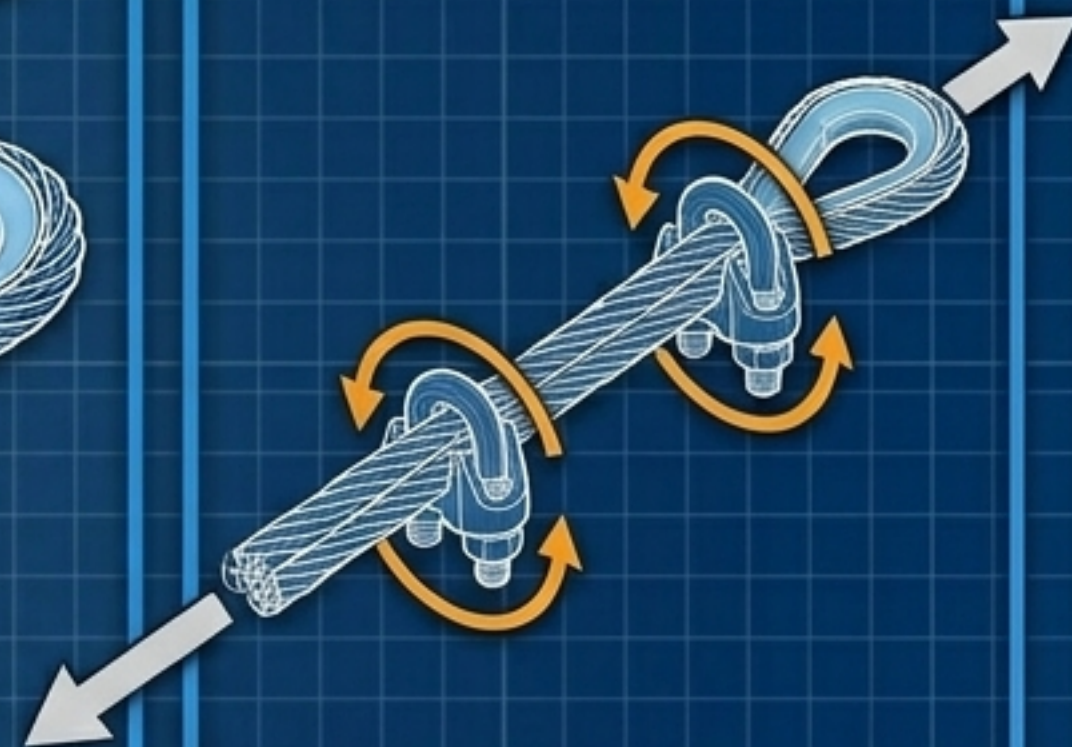
Colocar el primer clip en la punta del cabo, el segundo cerca del guardacabo.

Paso 3: Tensión



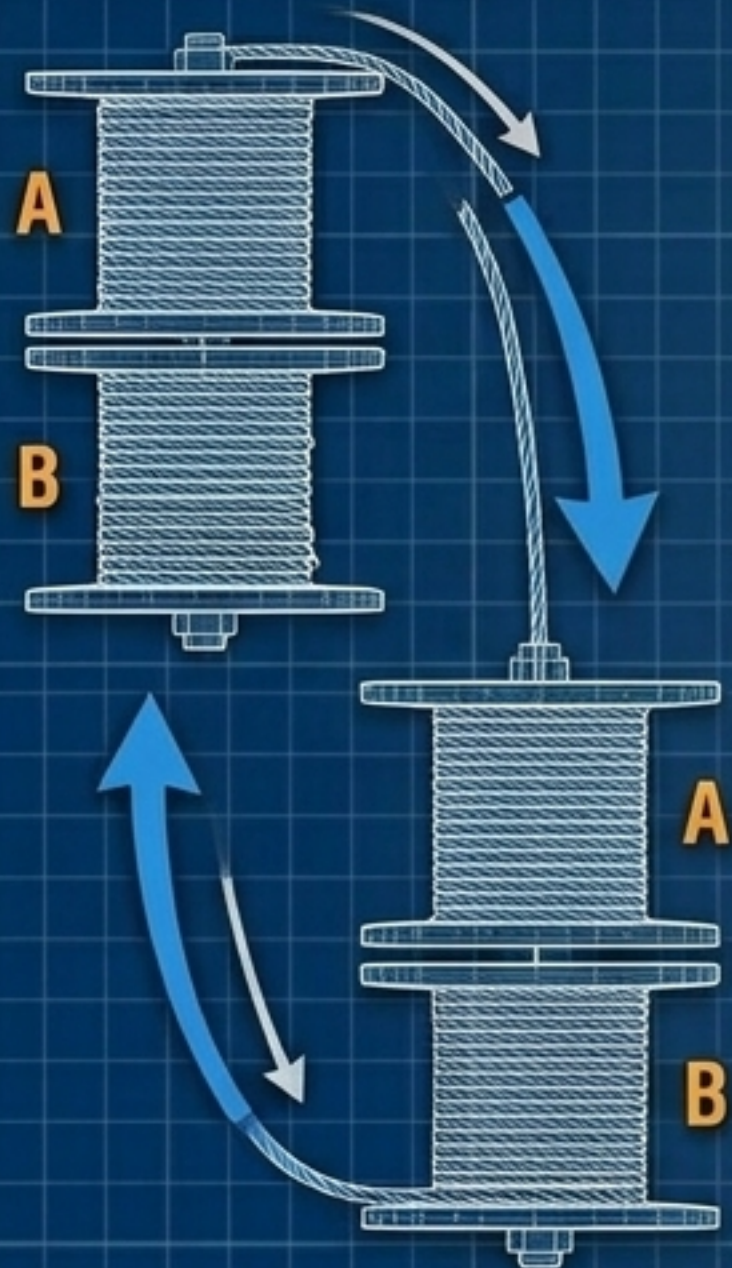
Eliminar senos y apretar tuercas según la tabla de torque especificada.

Paso 4: Reajuste



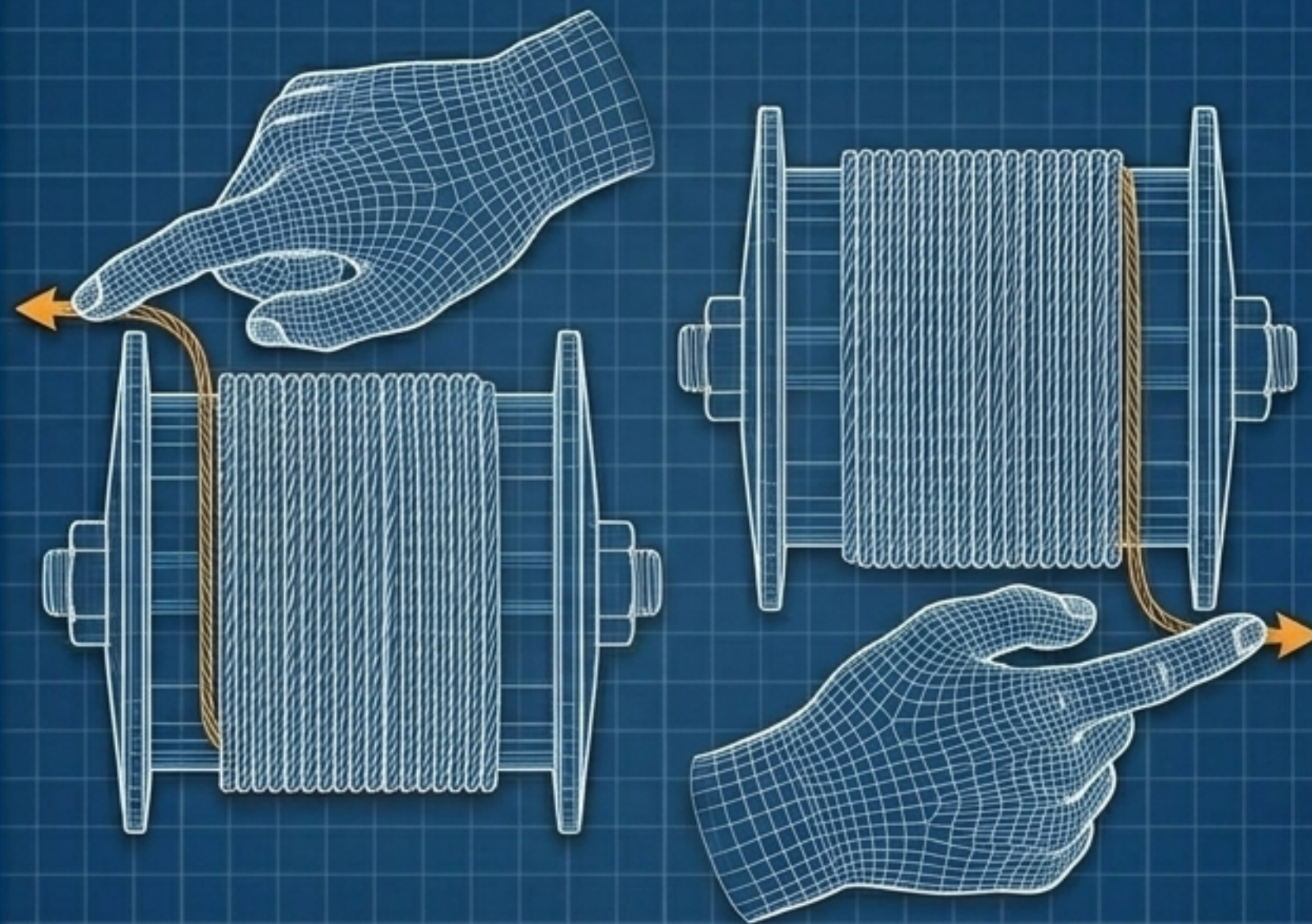
CRÍTICO: Aplicar carga de prueba. El cable se estirará y reducirá su diámetro. Reajustar todo el torque.

Transferencia Carrete a Tambor



De Arriba hacia Arriba o
De Abajo hacia Abajo.
Evita flexiones opuestas.

La Regla de la Mano



El dedo índice indica cómo entra el cable al tambor
(por encima o por debajo) dependiendo del sentido
de arrollamiento (derecho o izquierdo).

Ángulo de Desviación (Fleet Angle)

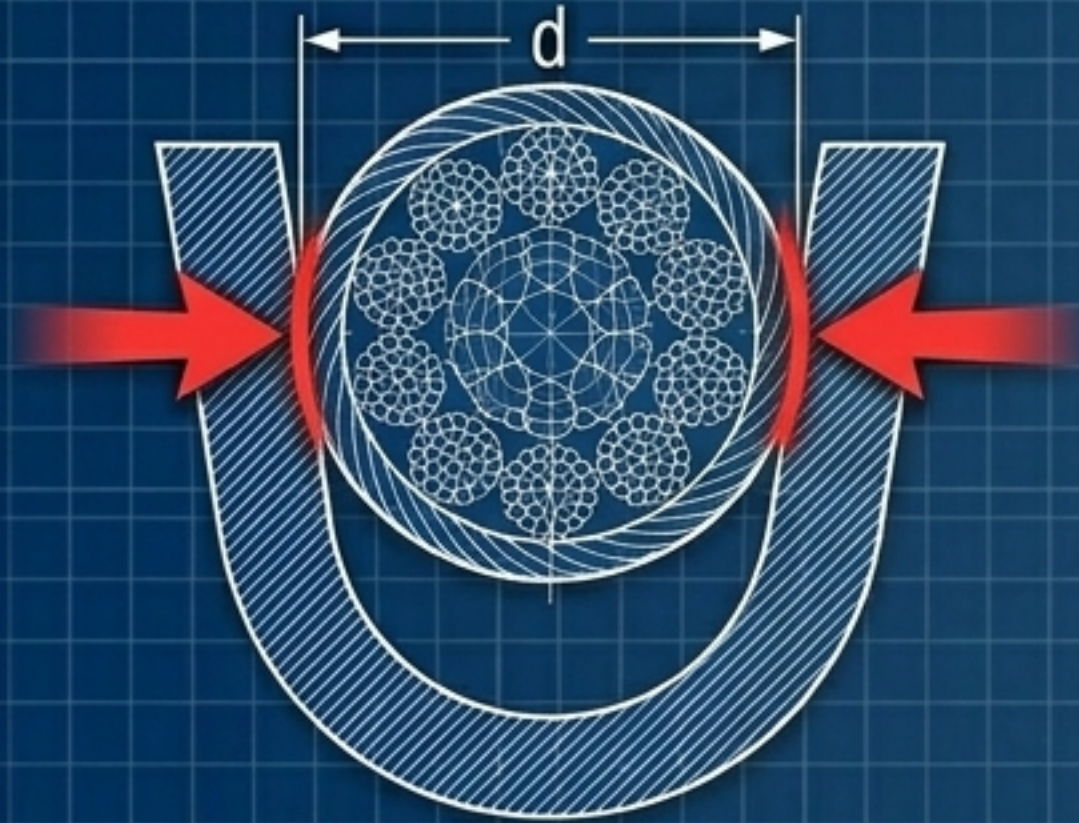


**Límites Máximos para
evitar fricción:**

Tambor liso: 1.5°
Tambor acanalado: 2.0°

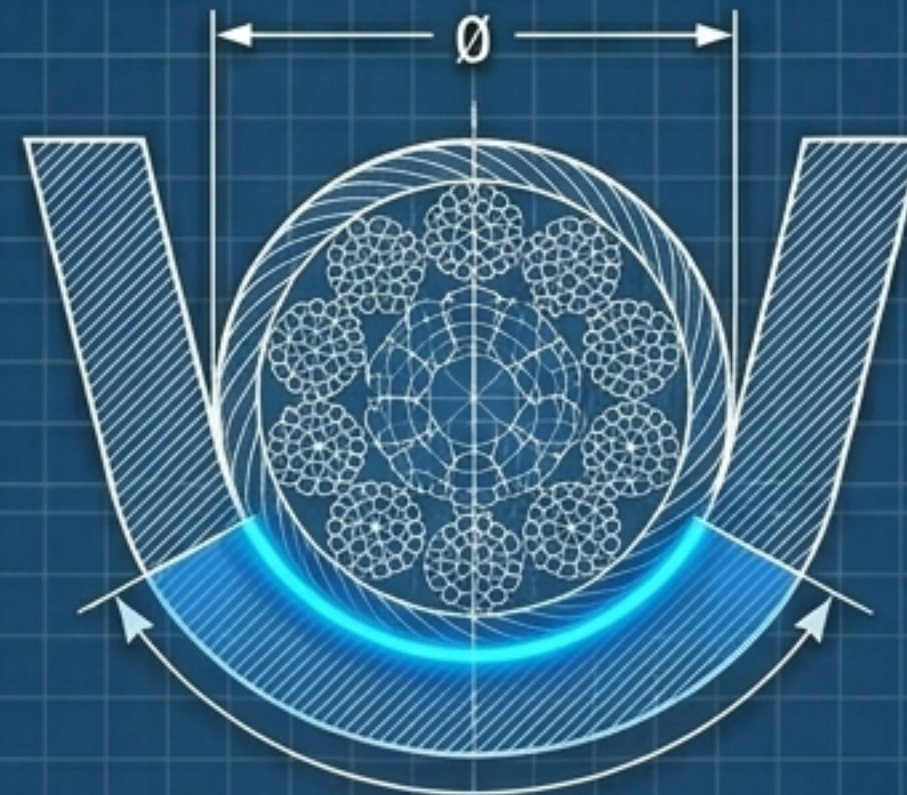
ANÁLISIS DE AJUSTE: CABLE EN RANURA DE POLEA

PELIGRO: ESTRECHO



Estrangulamiento y severo desgaste interno.

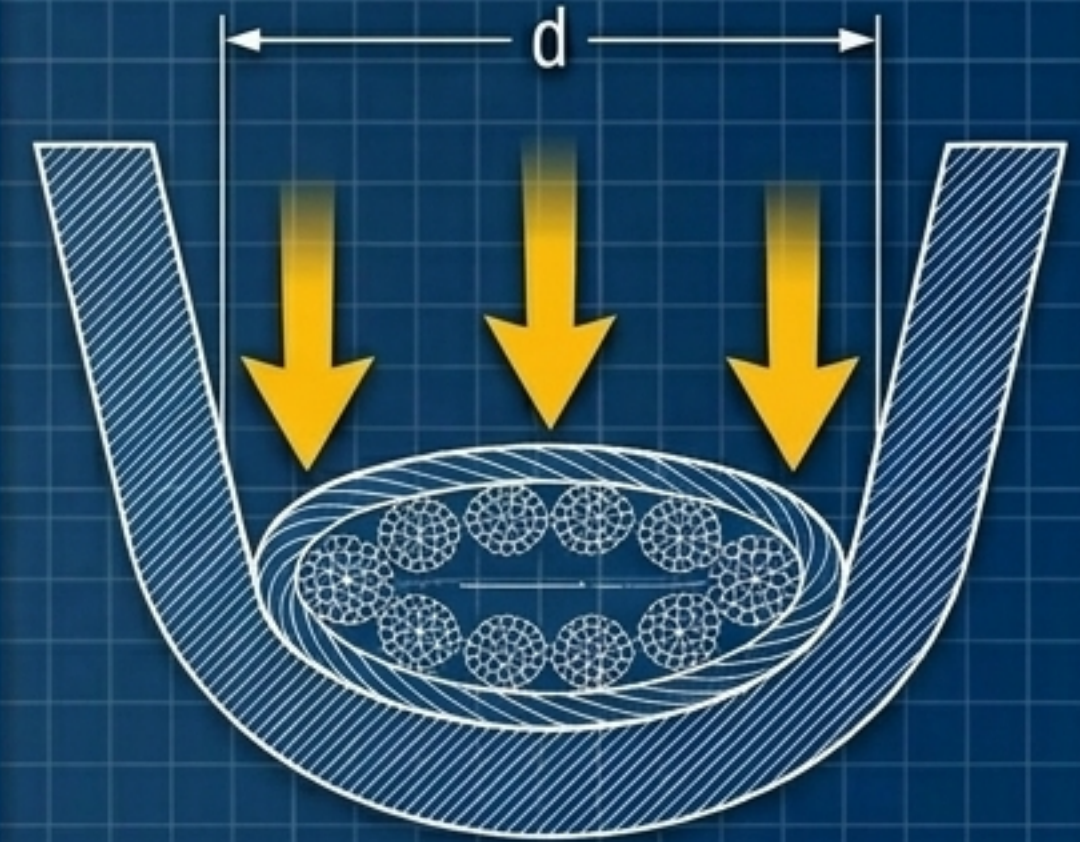
ÓPTIMO (Blueprint)



Ángulo de asiento: 135° a 150°.

$$1.05 \emptyset_{\text{cable}} < \emptyset_{\text{ranura}} < 1.1 \emptyset_{\text{cable}}$$

PELIGRO: ANCHO



Aplastamiento y deformación oval por falta de soporte.

Presión Radial (P) = $\frac{2T}{D \times d}$ El aumento de presión impide el libre movimiento interno.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Ascensores para personas

12 - 15

Ascensores carga/montacargas

7 - 10

Izaje en minas

7 - 8

Grúas industriales (puente, portal)

6 (Mínimo)

Palas mecánicas/excavadoras

5

Tirantes estáticos

3 - 4

PRINCIPIO CENTRAL

El **Factor de Seguridad** = (Carga mínima de rotura garantizada) / (Carga de trabajo real).

Debe **incrementarse exponencialmente** cuando hay vidas humanas en riesgo o cuando la inspección visual es de difícil acceso.

PROTOSCOLOS DE MANTENIMIENTO EN CAMPO

Fase 1: Preparación y Limpieza



SÍ: Cepillado firme, aplicación de disolventes, aire comprimido, limpieza por vapor.



NO: Sistemas de presión con granalla (Shot blasting). Causa daño estructural permanente a los alambres.

Fase 2: Selección del Lubricante

- **Químicamente inerte:** Libre de ácidos y agentes alcalinos.
- **Alta viscosidad:** Debe fluir y penetrar los intersticios hasta empapar el alma.
- **Impermeabilidad:** Insoluble en el ambiente de trabajo (ej. fluidos de corte o agua salina).

Fase 3: Aplicación

Aplicar **inmediatamente** tras la limpieza superficial para evitar oxidación relámpago.



La lubricación óptima es continua durante la operación (sistemas de goteo, baño o rociado automático).

MATRIZ DE PATOLOGÍA: DAÑOS EXTERNOS MACRO



1. Desgaste Natural (Wear)

Causa: Fin de ciclo de vida normal por fricción en tambores/poleas.



2. Roturas por Fatiga (Fatigue)

Causa: Dobleces reiterados severos, uso de poleas con diámetro muy pequeño.



3. Aplastamiento Severo (Crushing)

Causa: Ángulo de desviación (fleet angle) excesivo, arrollamiento irregular y cruzado en el tambor.



4. Cocadas / Torceduras (Kinks)

Causa: Desenrollamiento inapropiado que induce torsión.

Diagnóstico: Daño estructural irreversible. Descarte inmediato.

MATRIZ DE PATOLOGÍA: DAÑOS INTERNOS Y SISTÉMICOS



1. Jaula de Pájaro (Bird Caging)

Causa: Estrepada o parada violenta. La descarga repentina del peso empuja la torsión a un solo punto focal.



2. Protuberancia del Alma (Core Popping)

Causa: Torsiones internas inducidas por equipo mal alineado; el alma es expulsada de su eje central.



3. Daño por Cizallamiento / Impacto

Causa: Golpe contra un canto afilado o mantenimiento abrasivo extremo.

Diagnóstico: Rotura de tramo crítico. Descarte obligatorio.

INSPECCIÓN INTERNA: Una evaluación visual exhaustiva exige flexionar físicamente el cable (abrir los cordones) para revelar roturas internas ocultas por el lubricante.