

DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE

Para el manejo de Cables de Acero



WWW.CAVENQUAYAS.COM

SOPORTE PARA EL MANEJO DE CABLES DE ACERO

CONTENIDO

Tabla de contenido

Clasificación de los cables de acero	1
Arrollado del cable.....	2
Arrollado Regular Derecho:	2
Arrollado Lang Derecho:	2
Arrollado Regular Izquierdo:.....	2
Arrollado Lang Izquierdo:.....	2
Diseño y construcción de los cables de acero	3
Tipos de acero.....	4
Principios básicos para la selección adecuada de los cables de acero según su aplicación.....	4
1. Resistencia a la tracción (Carga de trabajo requerida).....	4
2. Resistencia a la abrasión y a la fatiga.....	5
3. Ambiente de trabajo (salino, húmedo, ácido, etc...).....	5
4. Resistencia a la rotación.....	5
5. Resistencia al aplastamiento	6
6. Resistencia a la vibración	7
7. Resistencia a la pulsación (efecto de estrepada).....	7
8. Tipo de arrollamientos Regular o Lang	7
9. Ranuras apropiadas de las poleas.....	7
10. Reserva tensora de los cables de acero	8
Tolerancias permisibles en poleas y canales de tambores.....	9
Enrollamientos de cables en tambores y posiciones de anclaje.....	10

SOPORTE PARA EL MANEJO DE CALES DE ACERO

Clasificación de los cables de acero

El diseño o disposición de sus alambres determina su clasificación.

- 9/9/1 Seale
- 12/6/6/1 Filler Wire
- 10/5+5/5/1 Warrinton Seale
- 14/7+7/7/1 Warrinton Seale

Es importante para el usuario aprender a reconocer la cantidad de alambres en un cordón, así como la cantidad de cordones, esto le permitirá seleccionar el cable de acero más adecuado para las labores de izamiento.

Otro componente fundamental en la constitución del cable de acero es el alma, que puede ser de tres tipos:

- Acero
- Fibra Natural (Sisal)
- Fibra Sintética (Polipropileno)
- El alma de acero le aporta al cable entre 7 a 10% adicional de carga de ruptura, y evita el aplastamiento de los cordones, lo que mantiene el cable lo más cilíndrico posible, permitiendo una rodadura eficiente, especialmente en poleas tipo "U".
- El alma de fibra natural (Sisal) le proporciona al cable flexibilidad, auto lubricación y la propiedad de absorber los esfuerzos residuales que se producen en paradas y arranques de vehículos de transporte, como ascensores. Es contraproducente utilizar almas de fibra natural en aplicaciones donde exista mucha humedad, pues el sisal posee una propiedad hidrosópica muy alta que puede degenerar en la activación de los procesos de oxidación del acero.
- El alma sintética es recomendada en aquellas labores donde se requiere mayor flexibilidad, pero no es conveniente utilizarla donde existen temperaturas superiores a los 100°C, como es el caso de instalaciones siderúrgicas donde las labores de deformación de materiales se hacen mediante procesos de fundición.

Arrollado del cable

Si al conformar los cordones arrollamos sus alambres en una dirección y luego arrollamos los cordones en dirección opuesta sobre un alma, obtenemos un arrollado regular, mientras que si arrollamos los alambres y los cordones en un mismo sentido entonces obtendremos arrollados Lang.

Arrollado Regular Derecho:

Cuando arrollamos los alambres a la izquierda en su proceso de torcido y los cordones a la derecha en su proceso de cerrado.



Arrollado Lang Derecho:

Cuando arrollamos los alambres a la derecha en su proceso de torcido y los cordones a la derecha en su proceso de cerrado.

Arrollado Regular Izquierdo:

Cuando arrollamos los alambres a la derecha en su proceso de torcido y los cordones a la izquierda en su proceso de cerrado.



Arrollado Lang Izquierdo:

Cuando arrollamos los alambres a la izquierda en su proceso de torcido y los cordones a la izquierda en su proceso de cerrado.

Los cables de arrollado regular son los de mayor utilización porque son más estables y fáciles de manejar al momento de la instalación, poseen mejor resistencia al aplastamiento y deformaciones propias del uso.

Los cables Lang son más propensos a deformarse en el uso, incluso durante la instalación del cable nuevo, por ello, en muchos casos han sido sustituidos por cables de arrollado regular.

Es importante tomar en cuenta que la dirección final del cable es un aspecto fundamental al momento de escogencia del cable a utilizar y estará determinado por el sitio donde el cable va a ser anclado en el tambor de arrollado.

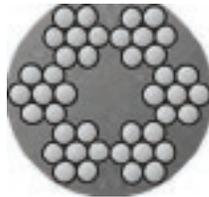
Diseño y construcción de los cables de acero

De acuerdo a la cantidad de cordones y de hilos de alambres en los cordones que conforman el cable de acero, podemos clasificarlos de la siguiente manera:



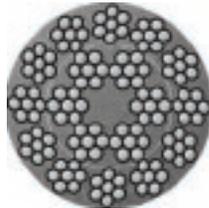
1 x 7

Esta construcción es utilizada para soportar cargas en el tendido de líneas eléctricas y otras aplicaciones similares. De acuerdo con las exigencias de protección requeridas, puede ser suministrado en varios grados de galvanización.



18 x 7

Esta construcción es utilizada donde la "abrasión" es un factor que hay que prevenir. Por la cantidad de alambres que conforman el cordón es un cable muy rígido, por tanto es común utilizarlo en la industria petrolera (limpieza de pozos) y con alambres galvanizados en las labores de pesca de arrastre



6 x 19
Seale

Este cable es utilizado en grúas de gran altura y en aquellas operaciones en que sean requeridas características No Rotativas. En su construcción la combinación de 18 cordones en 2 capas arrollados en sentido opuesto aporta la propiedad anti giratoria. Puede ser arrollado sobre un alma de acero o sintética (Polipropileno). Cuando el cable es con alma de acero se conoce también como cable anti giratorio 19X7



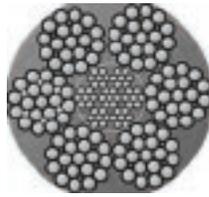
6 x 26
Warrinton
Seale

Este diseño es utilizada en la industria en general y muy frecuentemente en la industria Petrolera, ya que se requiere mayor protección a la abrasión, dadas las condiciones extremas de roce a la que es sometido el cable.



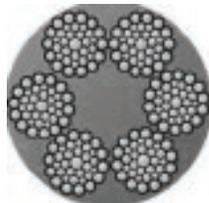
6 x 25
Filler Wire
*(12 / 6 / 6 / 1)

Los cables con esta configuración son utilizados en winches y grúas en general. Su principal ventaja es la flexibilidad, que le permite funcionar adecuadamente en tambores y poleas de diámetros pequeños. Está en la escala media entre la resistencia a la abrasión y la fatiga.



6 x 36
Warrinton
Seale

Esta construcción es casi de uso estandar o habitual en la industria en general o en aquellas áreas donde la abrasión es el factor predominante y cuando se requiera aprovechar una mayor resistencia de carga. La utilización de un alambre de relleno (Filler) garantiza que el cable mantendrá su conformación cilíndrica durante su tiempo de trabajo



Esta construcción es común utilizarla en "winches" y grúas en general. Su principal ventaja es la flexibilidad, que le permite funcionar adecuadamente en tambores y poleas de diámetros pequeños. No obstante, es menos resistente a la abrasión y tienden a sufrir aplastamiento, por eso frecuentemente se utilizan con alma de acero

Tipos de acero

Según las Normas Internacionales (ISO 2408 / COVENIN 1611 /API9A) que aplican en la construcción de los Cables de Acero, las propiedades de los alambres, según su resistencia, se clasifican de la siguiente forma:

H	IPS	XIPS	GIPS	XGIPS	Traction Steel
	(AM) (1770 MPa)	(AEM) (1960 MPa)	(AMG) (1670 MPa)	(AEMG) (1770 MPa)	(ATA)
Diámetros	> 0.28 mm < 4.19 mm				> 0.61 mm < 1.07 mm
Resistencia	180 kg/mm ² a	190 kg/mm ² a	155 kg/mm ² a	180 kg/mm ² a	126 kg/mm ² a
	185 kg/mm ²	205 kg/mm ²	165 kg/mm ²	185 kg/mm ²	140 kg/mm ²

IPS = Improved Plow Steel = AM = Arado Mejorado

XIPS = Extra Improved Plow Steel = AEM = Arado Extra Mejorado

GIPS = Galvanized Improved Plow Steel = AMG = Arado Mejorado Galvanizado

XGIPS = Extra Galvanized Improved Plow Steel = AEMG = Arado Extra Mejorado

T.S = Traction Steel = ATA = Arado de Tracción para Ascensores

Mpa = Megapascal

Principios básicos para la selección adecuada de los cables de acero según su aplicación.

1. Resistencia a la tracción (Carga de trabajo requerida)
2. Resistencia a la abrasión y a la fatiga
3. Ambiente de trabajo (salino, húmedo, ácido, etc...)
4. Resistencia a la rotación
5. Resistencia al aplastamiento
6. Resistencia a la vibración
7. Resistencia a la pulsación (efecto de estrepada)
8. Tipo de arrollamientos Regular o Lang
9. Ranuras apropiadas de las poleas
10. Reserva tensora de los cables de acero

1. Resistencia a la tracción (Carga de trabajo requerida)

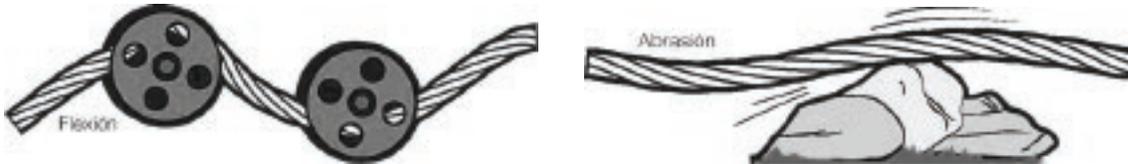
- La resistencia a la tracción del cable de acero depende de las dimensiones del cable, de la carga de ruptura de los alambres y del tipo de construcción.
- De acuerdo al punto anterior, el diseño o construcción de los Cables de Acero, determina una diferencia en la carga de ruptura entre 5% a 10%.
- La utilización de almas de acero, aporta una resistencia superior (entre 10% a 15%), respecto al uso de otras almas.
- En los casos donde se tiene claramente identificado el tipo de cable que se requiere y se necesita incrementar la carga de ruptura del mismo solo quedan tres posibilidades para incrementar dicho valor y son:
- Incrementar la carga de ruptura de los alambres

- Seleccionar cable con alma de acero
- Cambiar el aparejo del "winche" para incrementar la instalacion de mas lineas de cable.
- Los cables de acero nunca deben someterse a una carga superior al 50% de su carga minima de ruptura.

2. Resistencia a la abrasión y a la fatiga

En los Cables de Acero la abrasión se produce con el roce y la fatiga por dobleces reiterados.

El siguiente cuadro resume un ejemplo de esta comparación:



Por eso es recomendable tener en cuenta que:

- Cuando se requiere tener mayor resistencia a la Abrasión se deben utilizar torones con menos alambres.
- Cuando se requiere tener mejor resistencia a la fatiga, se deben utilizar cables con más alambres y hasta con más cordones

Construcción	Nivel de resistencia	Cantidad de alambres Exteriores
6 x 7		6
6 x 19		9
6 x 25	ABRACION	12
6 x 26	FATIGA	10
6 x 36		14
6 x 49		18

3. Ambiente de trabajo (salino, húmedo, ácido, etc...)

- Si el cable estará sometido a ambientes corrosivos se recomienda la utilización de alambres galvanizados.
- La lubricación con grasas o aceites incrementan la protección contra la corrosión. Es recomendable que el usuario consulte con su proveedor de lubricantes el tipo de grasa que más se adapte a la operación que realiza el cable.

4. Resistencia a la rotación

- Los cables de acero normales de seis y ocho cordones, giraran, tanto cuando cuelguen libres,, como con baja carga.
- El cable de acero de arrollamiento cruzado (Cables Regulares) proporciona una resistencia a la rotación mayor que el cable de arrollamiento Lang. Los cables con alma de acero giran menos que los que tienen alma de fibra.
- El cable que proporciona una mayor resistencia a la rotación y de ahí su nombre es el cable anti giratorio en las construcciones típicas 18X7+AF, 19X7+AA y 17X19.

5. Resistencia al aplastamiento

Las almas de acero proporcionan un mejor apoyo a los cordones que las almas de fibra. Por esta razón el riesgo de aplastamiento es menor en los cables con alma de acero.

Los cordones con un menor número de alambres exteriores con diámetros más gruesos, presentan una mayor resistencia al aplastamiento.

Los cables de 6 torones (cordones) tienen una resistencia al aplastamiento mayor que los cables de 8 torones (cordones)

Cuando un cable pasa sobre una polea, la carga sobre el rodamiento o buje de la polea depende solamente de la fuerza de tensión del cable y el ángulo de contacto del mismo y es dependiente del diámetro de la polea.

$$\text{Carga sobre descanso} = 2T \sin \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

Donde α = Ángulo de contacto del cable.

T = Tensión del cable en kgf.

Si se considera que el cable trabaja en una canaleta de la polea que la calza y la apoya bien, entonces la presión entre el cable y la superficie de la canaleta dependen de dos factores:

1. La fuerza de tensión a la cual está sujeto el cable.
2. El diámetro inferior de la polea, tomado desde el fondo de la canaleta.

Esta presión es dependiente del arco de contacto entre el cable y la polea. La presión (P) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Presión, } P = \frac{2T}{D \cdot d}$$

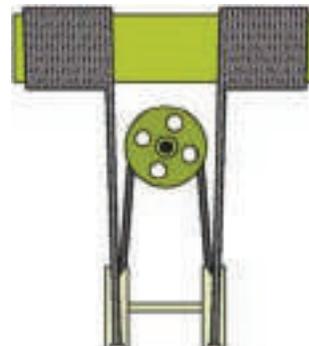
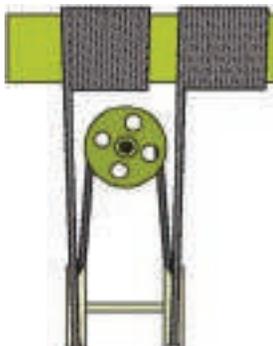
P = Presión en kgf/cm²

T = Tensión del cable en kgf

D = Diámetro de la Polea o del tambor en cm

d = Diámetro del cable en cm

En algunos sistemas de izamiento no es muy posible incrementar el diámetro de las poleas del aparejo o patecla o del banco enrollador, sin embargo es conveniente que se evalúe como es el comportamiento del cable en el sector de la polea ecualizadora o de desvío superior.



Poleas ecualizadoras

6. Resistencia a la vibración

- Las vibraciones, independientemente de cual sea su procedencia, envían ondas dinámicas a través del cable de acero que serán absorbidas por este en algún punto y que, en algunos casos, pueden causar la destrucción localizada del cable de acero (no necesariamente será visible en los alambres exteriores)
- La destrucción del cable por vibración puede producirse en los lugares en que los cables entran en contacto con las poleas, cuando se introduce el cable en los tambores de arrollado y en los terminales donde este es fijado.

7. Resistencia a la pulsación (efecto de estrepada)

- Los cambios en la tensión de un cable de acero, dependiendo de su magnitud (modulo) y frecuencia, reducirán la vida útil del cable
- En general, los cables de acero con una mayor flexibilidad se enfrentan mejor a las cargas intermitentes.
- La selección de accesorios o terminales en los extremos del cable debe realizarse con precisión, ya que la resistencia a la pulsación de estos elementos tiene la misma importancia que el cable de acero.
- La pulsación o estrepada en algunos lugares se conocen como paradas violentas y arrancadas súbitas y su deformación en el cable se le conoce como "Jaula de Pajaro" "Bird cage".

8. Tipo de arrollamientos Regular o Lang

Adicionalmente a lo descrito en la sección de clasificación de los cables de acero, para la utilización de cables de acero de arrollamiento Lang, se debe considerar que estos presentan buen desempeño en el desplazamiento sobre poleas y pueden ser duraderos, sin embargo, poseen las siguientes restricciones:

1. Los cables de arrollamiento Lang deben fijarse en ambos extremos, ya que en caso contrario el cable girara. El cable de acero tipo Lang no tiene resistencia a la Rotación.
2. Los cables de acero tipo Lang tan solo deben enrollarse en el tambor en una sola capa, ya que capas sucesivas dañan con facilidad a las capas inferiores.
3. Los cables tipo Lang no pueden desplazarse por poleas pequeñas

9. Ranuras apropiadas de las poleas

Las ranuras de las poleas deben ser lo suficientemente grandes para permitir que un cable nuevo encaje con facilidad sin estar apretado y deben asentar de 135° a 150° de la circunferencia del cable.

Cuando las ranuras se han gastado o corrugado, se deben reemplazar las poleas o rehacer las ranuras de estas. Las poleas alineadas inadecuadamente causan desgaste considerable tanto al cable como a las poleas.

En resumen, un cable debe trabajar bien apoyado en el fondo de la garganta de la polea, un canal muy estrecho (zona "A") no solo apretara el cable

dañándolo, sino que también, la presión impedirá el libre movimiento de los alambres y cordones.

Un canal muy ancho como la zona "C", no dará suficiente apoyo al cable, causara su aplastamiento y restringirá el libre movimiento de sus elementos: alambre, alma y cordones.

10. Reserva tensora de los cables de acero

La resistencia a la tensión es importante y es esencial para movilizar cargas. El cable apropiado para una tarea es una combinación de propiedades tales como flexibilidad, resistencia a la abrasión, al aplastamiento, deformación y resistencia tensora.

Esta última depende de su tamaño, clase y construcción.

La resistencia tensora de un cable se determina por la construcción y diseño del cable específicamente se debe observar la cantidad de alambres exteriores del cordón ya que de ahí dependerá si se obtiene más o menos resistencia a la tensión.

Tolerancias permisibles en poleas y canales de tambores

Diámetro del Cable					
Desde	Hasta	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1/8	< 3/4	1/32	1/16	0,79	1,59
7/8	<1 1/8	3/64	3/32	1,19	2,38
1 1/4	<1 1/2	1/16	1/8	1,59	3,18
1 9/16	_ 2 1/4	3/32	3/16	2,38	4,76
2 3/8	_ 3	1/8	1/4	3,18	6,35

Es importante que en la certificación del equipo se indique cual es la medida real que tienen las poleas y/o las ranuras de los tambores de izar.

El criterio indicado en la tabla anterior, ilustra hasta que diámetro máximo o que mínimo pueden tener las ranuras de las poleas o tambores.

Esto se explica con el siguiente ejemplo:

Si la selección del cable a utilizar es de diámetro nominal %" (19.05 mm), las ranuras solo pueden tener un mínimo de 19.84 o un máximo de 20.64 mm.

Este criterio es razonable aplicarlo, ya que en algunos procedimientos de certificación de equipos de izar, consideran que una tolerancia máxima para las ranuras y las gargantas de las poleas y tambores es suficiente con un 5%, lo cual no siempre es correcto. Esta situación crea ambigüedad en la industria, ya que en la mayoría de las normas de los cables de acero se aplica el concepto de tolerancia hacia el producto de acuerdo a lo siguiente:

- Si la polea es para trabajar con cables milimétricos la tolerancias del cable es -0% +4%
- Mientras que si la polea ha sido calibrada para trabajar en pulgadas entonces fijan como criterio para la tolerancia del cable de -1% +5%.

En todos los casos las tolerancias para las poleas son positivas o aplicar un criterio más general como el ilustrado en el grafico "Relación entre diámetro de poleas y numero de ciclos de trabajo" de no más de un 6%.

Enrollamientos de cables en tambores y posiciones de anclaje

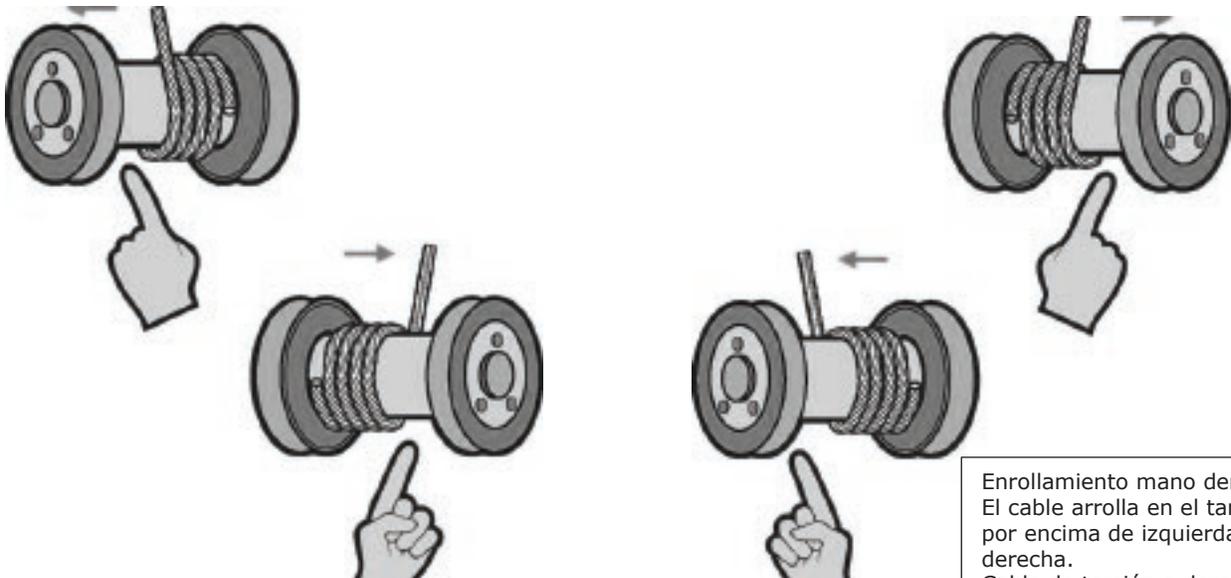
Estas recomendaciones son imprescindibles para tambores lisos y opcional para tambores acanalados.

En el caso que el cable enrolle en más de una capa sobre el tambor, es fundamental que el sentido de torcido de los torones (o cordones) en el cable, cumplan ciertas leyes. Si el sentido de torcido de los cordones no es adecuado, la tendencia del cable a destorcerse hará que al enrollarse sobre el tambor, las vueltas sucesivas tiendan a separarse y el enrollamiento del cable sea irregular

Esta tabla le indicara rápidamente el porcentaje de resistencia tensora total contenida en los hilos exteriores e interiores que conforman un cable de acero.

Construcción	% de la resistencia tensora total del cable	
	Alambres Exteriores	Alambres Interiores
6 X 7	83	17
6 X 19 Warrinton	59	41
6 X 19 Seale	68	32
6 X 25 Filler Wire	57	43
6 X 31 Warrinton Seale	55	45
6 X 37 Warrinton Doble Operacion	43	57
8 X 19 Seale	69	31
8 X 21 Filler Wire	64	36
8 X 25 Filler Wire	57	43
18 X 7 Antigiratorio	54	46

Este, a su vez, causa un aflojamiento de los cordones en el cable cerca del anclaje en el tambor, poniéndose el cable más blando en este sector, permitiendo un movimiento de los alambres, resultando con deformaciones, desgastes y aplastamiento más rápido que lo normal.



Enrollamiento mano derecha
 El cable arrolla en el tambor por encima de izquierda a derecha.
 Cable de torsión a derecha.