



Occupational Hygiene and Safety
Standards System. Cranes.
Safety Requirements for Chains,
Wires, Pulleys and Chain Pinions

Система стандартов защиты и гигиены труда.
Краны грузоподъемные. Требования безопасности
канатов, барабанов, цепи и звездочки

Esta norma establece los requisitos de seguridad para los ca-
bles, cadenas, tambores, poleas y piñones de cadenas empleados
en las grúas.

1. Generalidades

Esta norma es concordante con la norma CAME ST 1720:79
"Técnica de seguridad. Grúas, cables, tambores, poleas,
cadenas y piñones de cadenas".

2. Requisitos de seguridad para los cables de alambres de ace- ro

- 2.1 Los cables de alambres de acero (en lo adelante "cables")
utilizados para las grúas tendrán el certificado del fa-
bricante o en su defecto el certificado de ensayo.
- 2.2 Los cables utilizados como órganos flexibles de carga y
de tracción en las grúas se seleccionarán, calcularán y
colocarán de acuerdo con sus características, los objeti-
vos para su uso y el régimen de trabajo de la grúa.
- 2.3 La fijación y colocación de los cables en las grúas ex-
cluirán la posibilidad de que los mismos se zafen de los
tambores o se rompan como consecuencia del roce con las
partes estructurales de éstas o con otros cables o ele-
mentos.
- 2.4 La fijación de los extremos libres de los cables se rea-
lizará de forma que la misma resista como mínimo una fuer-
za igual a la carga utilizada en la prueba estática de la
grúa.
- 2.5 La fijación de los extremos libres de los cables se rea-
lizará por cualquiera de los métodos siguientes:
 - a) Trenzando los torones de extremo libre del cable en
el cuerpo del ramal principal y enrollando el empal-
me con alambre de acero en una longitud no menor que
20 veces el diámetro del cable.

En los empalmes por trenzado, la cantidad de pases de cada torón no será inferior a la establecida en la tabla 1.

Tabla 1

Diámetro del cable	Cantidad de pases de cada torón
mm	
Hasta 15	4
Desde 16 hasta 21	5
Desde 22 hasta 60	6

El último pase se ejecutará con la mitad del total de los alambres, cortando los restantes.

- b) Fijando el extremo libre del cable al ramal principal mediante mordazas (perros) dispuestas siempre hacia el mismo lado, con el dobléz en forma de U, apretando el extremo libre del cable y de acuerdo con la tabla 2.

Tabla 2

Diámetro de los cables	Cantidad de mordazas mín	
	Cable con núcleo orgánico	Cable con núcleo metálico
Hasta 18	3	4
Desde 19 hasta 26	4	5
Desde 27 hasta 34	5	6
Desde 35 hasta 42	6	7
Mayor que 42	7	8

Nota. La separación entre mordazas equivaldrá como mínimo a 6 veces el diámetro del cable.

- c) Con manguitos de acero rellenos con una aleación de bajo punto de fusión
- ch) Con manguitos prensados
- d) Con sujetadores con tuercas de apriete

- 2.6 La fijación del cable al tambor podrá realizarse por medio de 2 placas de apriete como mínimo, con sujetadores de cuña o mediante manguitos de acero rellenos con una aleación de bajo punto de fusión.

Cuando se utilicen placas de apriete, desde la última y hasta el extremo libre del cable se dejará una longitud no menor que 2 veces el diámetro del mismo.

- 2.7 La desviación del cable respecto a la perpendicular al eje del tambor al enrollarse éste durante la explotación de la grúa, no excederá la relación siguiente:

- Tambor con canales helicoidales 1:15
- Tambor con superficie lisa 1:20 .

- 2.8 Los cables de las grúas que transporten metales candentes o en fusión se protegerán con revestimientos adecuados contra el efecto directo del calor y de las salpicaduras del metal.

Se prohíbe emplear cables con núcleos orgánicos en condiciones de altas temperaturas.

- 2.9 Se prohíbe emplear en las grúas el empalme de un cable con otro.

- 2.10 Se prohíbe continuar explotando cables a los cuales se les haya partido un torón.

- 2.11 Se prohíbe continuar explotando cables que tengan alambres partidos o desgastados en una cantidad mayor que la indicada en el pasaporte técnico del equipo o en el certificado del fabricante, teniendo en cuenta el coeficiente de reserva de resistencia utilizado.

Cuando no se cuente con las recomendaciones del fabricante referidas al número de alambres partidos para deshechar el cable, se utilizará el procedimiento descrito en el Anexo asumiendo que el coeficiente de reserva de resistencia utilizado es menor o igual que 6 .

- 2.12 El procedimiento para la determinación de la resistencia de los cables se ajustará a la fórmula siguiente:

$$\frac{P}{S} \geq K \quad (1)$$

donde:

P resistencia a la rotura del cable, tomada del certificado del fabricante o del certificado de los ensayos, (kgf)

S esfuerzo máximo del cable calculado para las condiciones normales del trabajo, excluyendo las sobrecargas dinámicas, (kgf)

K coeficiente de reserva de resistencia del cable.

2.13 Los valores mínimos permisibles del coeficiente K se establecen en la tabla 3 .

Tabla 3

Tipo de cable			Valor de K		
Cables de carga y del aguilón	Tipo de accionamiento	Manual	4,0		
		Mecánico	Régimen de trabajo	Ligero	5,0
				Mediano	5,5
				Pesado	6,0
				Muy pesado	
Tensores	Tipo de accionamiento	De los aguilones	3,5		
		De los mástiles			
		De los apoyos de grúas de acción constante			
Cables para cucharas autoprensoras		Dos motores separados	6,0		
		Un motor	5,0		
		Cucharas de un solo cable y un motor			
Cables para la suspensión de los conductores eléctricos de las grúas			3,0		
Cables portadores (grúas de cables aéreos)			6,0		
Cables utilizados al montar las grúas			4,0		

- 2.14 El cálculo de la resistencia máxima en cada uno de los ramales para las eslingas y los estrobos de cables (S), se realizará según la fórmula siguiente:

$$S = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \frac{G}{n} \quad (2)$$

donde:

G masa de la carga, kg

n número de ramales de la eslinga o del estrobo

α ángulo entre la eslinga o el estrobo y el plano vertical de la carga.

- 2.15 El cálculo de la resistencia de las eslingas y estrobos de cable, una vez obtenidas las resistencias máximas se realizará según la fórmula (1), considerando un coeficiente de reserva de resistencia no menor que 6 para las eslingas y no menor que 8 para los estrobos.
- 2.16 Los cables se mantendrán correctamente lubricados según las indicaciones del fabricante.

3. Requisitos de seguridad para los tambores para cables

- 3.1 Los tambores sobre los que se enrolla el cable en una sola capa estarán provistos de canales helicoidales. Si el enrollado es de más de una capa, no se exigirá que los tambores tengan estos canales pero sí estarán equipados con un dispositivo que garantice el enrollado correcto del cable.
- 3.2 Los tambores sobre los que se enrolla un ramal de un cable estarán provistos de pestañas que cumplan los requisitos siguientes:
- En los de enrollado del cable en una sola capa, la pestaña estará en el lado opuesto al lugar donde se fija el cable
 - En los de enrollado del cable en más de una capa, ambos lados del tambor poseerán pestañas.

Las pestañas sobresaldrán como mínimo 2 veces el diámetro del cable por encima de la última capa enrollada.

- 3.3 Los tambores con canales helicoidales sobre los cuales se enrollen 2 ramales en una sola capa y en 2 secciones opuestas, se permite que no estén provistos de pestañas, siempre que se enrollen los ramales en dirección de los extremos hacia el centro.
- 3.4 Las pestañas no serán necesarias cuando existan otros medios constructivos que eviten de forma segura la salida del cable del tambor.

- 3.5 La capacidad de recepción de un tambor se calculará de forma que al encontrarse el órgano de agarre de la carga de la grúa en la posición más baja posible sin contar las espiras del cable que estén aprisionadas con las placas de apriete, quede en el tambor como mínimo una vuelta y media del cable.
- 3.6 La distancia entre los centros de dos canales helicoidales, adyacentes de un tambor no será menor que 1.1 veces el diámetro (d) del cable.

El radio de los canales será aproximadamente de 0,54 d

En el caso de las grúas que utilicen ganchos como órganos de agarre, la profundidad de los canales helicoidales del tambor no será menor que 0,3 d .

Para las grúas de cucharas con enrollado en una capa del cable en el tambor, la profundidad de los canales helicoidales no será menor que 0,5 d o si no tendrán que equiparse con un dispositivo para el enrollado ordenado del cable en el tambor.

- 3.7 El diámetro de los tambores para cables medidos por el centro de la sección del cable enrollado (D), utilizado en los diferentes mecanismos de las grúas se calculará según la fórmula siguiente:

$$D \geq d \cdot e \quad (3)$$

donde:

d diámetro del cable, mm

e coeficiente que depende del tipo de grúa y del régimen de trabajo del mecanismo.

- 3.8 Los valores mínimos permisibles del coeficiente e se establecen en la tabla 4.

Tabla 4

Tipo de mecanismo de las grúas	Tipo de accionamiento	Régimen de trabajo del mecanismo	Valor mínimo de e
1	2	3	4
De todas las grúas excepto de las de aguilón y de los carros de carga de las grúas monorrieles de accionamiento eléctrico	Manual	-	18
	Mecánico	Ligero	20
		Mediano	25
		Pesado	30
		Muy pesado	35

Tabla 4 (conclusión)

1	2	3	4
De las grúas de aguilón:			
a) Mecanismos de izaje y de inclinación del aguilón	Manual	-	16
	Mecánico	Ligero	16
		Mediano	18
		Pesado	20
		Muy pesado	25
b) Mecanismos para el montaje de la grúa	Mecánico	-	16
De los carros de carga de grúas monorrieles de accionamiento eléctrico	Mecánico	-	20
De los tornos de cucharas autoprensadas:			
a) De todas las grúas, excepto las de aguilón	Mecánico	-	30
b) De las grúas de aguilón	Mecánico	-	20

Nota. Se permite tomar el diámetro del tambor un 20% menor que el determinado por el coeficiente de esta tabla en el caso de las grúas monorrieles de accionamiento eléctrico, y un 40% menor del diámetro determinado de las poleas utilizadas en las grúas de aguilón.

4. Requisitos de seguridad para las cadenas

4.1 Las cadenas utilizadas para las grúas tendrán el certificado del fabricante o en su defecto el certificado de ensayo.

4.2 La fijación y colocación de las cadenas en la grúa excluirá la posibilidad de que las mismas se saquen del tambor o del piñón, o se rompan como consecuencia del roce con las partes estructurales de la grúa o con otras cadenas o elementos.

4.3 La desviación de las cadenas soldadas respecto a la perpendicular al eje del tambor o del piñón no excederá la relación 1:15 .

Para las cadenas de placas articuladas no se permite desviación lateral.

4.4 La fijación de los extremos de las cadenas se realizará de forma que la misma resista como mínimo una fuerza igual a la carga utilizada en la prueba estática de la grúa.

4.5 No se permite la utilización de cadenas soldadas con velocidades en el tambor mayores que 1 m/s, ni mayores que 0,1 m/s en el piñón de cadena.

Las cadenas de placas articuladas no se emplearán con velocidades en el piñón de cadena mayores que 0,25 m/s .

4.6 En las cadenas soldadas no se permite un desgaste mayor que 10% del grosor del eslabón.

4.7 Se permite empalmar cadenas soldadas mediante soldadura eléctrica o el forjado de eslabones especiales.

4.8 El procedimiento para la determinación de la resistencia de la cadena se realizará según la fórmula (11) (véase 2.12).

4.9 El coeficiente de reserva de resistencia mínimo de las cadenas (K), se seleccionará de los valores establecidos en la tabla 5 .

Tabla 5

Tipo de cadena		Tipo de accionamiento	
		Manual	Mecánico
		Valor de K	
Soldada	que trabaja sobre un tambor liso	3	3
	que trabaja sobre piñones de cadenas	3	3
De placas articuladas		3	5
Empleada como eslinga o estrobo		5	5

4.10 El cálculo de la resistencia máxima en cada uno de los ramales para las eslingas y estrobos de cadena se realizará según el procedimiento descrito en 2.14 .

4.11 El cálculo de la resistencia de las eslingas y estrobos de cadenas se realizará según la fórmula (1) (véase 2.12).

5. Requisitos de seguridad para los tambores y piñones de cadenas

5.1 Los tambores sobre los que se enrollan las cadenas estarán provistos de pestañas que cumplan los requisitos siguientes:

- En los de enrollado de la cadena en una sola capa, la pestaña estará en el lado opuesto al lugar donde se fija la cadena
- En los de enrollado de la cadena en más de una capa, ambos lados del tambor poseerán pestañas.

Las pestañas sobresaldrán como mínimo una altura igual a la anchura del eslabón por encima de la capa enrollada.

5.2 La capacidad de recepción del tambor se calculará de forma que al encontrarse el órgano de agarre de la carga de la grúa en la posición más baja posible, sin contar las espiras de la cadena que estén aprisionadas con los sujetadores, quede en el tambor como mínimo una vuelta y media de la cadena.

5.3 El diámetro de los tambores, de las poleas y de los piñones de las cadenas soldadas será como mínimo:

- a) 20 veces el calibre (diámetro de la barra de acero de la cual se fabricó la cadena), para los mecanismos con accionamiento manual.
- b) 30 veces el calibre de la cadena, para los mecanismos con accionamiento mecánico.

5.4 Los piñones para las cadenas soldadas y para aquellas de placas articuladas poseerán como mínimo 5 dientes, 2 de los cuales como mínimo estarán completamente introducidos en las cadenas.

5.5 Los piñones de cadenas estarán provistos con un dispositivo que garantice el enrollado ordenado de la cadena y que evite el deslizamiento de ésta, del piñón o de su eje.

6. Requisitos de seguridad para las poleas

6.1 El cálculo de las dimensiones de las poleas se realizará teniendo en cuenta las condiciones de explotación de la grúa y los tipos de cables a utilizar.

6.2 El perfil de la garganta de la polea garantizará la entrada y salida libre del cable, así como el mayor contacto posible entre éste y la superficie de la garganta.

6.3 El radio del rebajo de la garganta de la pólea será de 0,53 a 0,55 del diámetro del cable.

El ángulo de apertura entre las caras interiores de la pólea será entre 40° y 45°

La altura del canal de la pólea será de 2 a 3,5 veces el diámetro del cable para condiciones normales de trabajo y de 5 a 6 veces dicho diámetro para poleas ubicadas en los cabezales de los aguilonos de las grúas.

6.4 El diámetro de las poleas medido por el centro de la sección del cable enrollado (D), utilizado en los diferentes mecanismos de la grúa se calculará según la fórmula (3) (véase 3.7).

6.5 Las poleas estarán equipadas con dispositivos guías que eviten la salida del cable en los casos que esto no se garantice por la ubicación de las poleas.

La holgura entre las pestañas de las poleas y los dispositivos guías será no mayor que 20% del diámetro del cable.

6.6 Se permite utilizar poleas con gargantas forradas de aluminio, goma o plástico para aumentar la vida útil de los cables.

6.7 Las poleas y conjuntos de poleas se mantendrán en buen estado técnico, velando por una adecuada lubricación de sus partes, así como por la ausencia de grietas o roturas en el disco y las pestañas.

6.8 Se prohíbe la utilización de poleas con pestañas partidas en las que la longitud de la partidura sea mayor que 25 mm y cuya profundidad sea mayor que 10 mm .

COMPLEMENTO

Norma internacional concordante:

CAME:ST 1720:79 Técnica de seguridad. Grúas. Cables, tambores y poleas, cadenas y piñones de cadenas

Bibliografía consultada:

CETSS. Resolución 403:79 Reglamento para la explotación de los medios de izaje. Protección del trabajo. Tomo II, 1982

MINFAR. Reglamento para la explotación segura de los medios de izaje

ALEXANDROV, M. Aparatos y máquinas de elevación y transporte. Editorial MIR. Moscú, 1976.

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACION DE LOS CABLES DE ALAMBRES DE ACERO

- 1- La evaluación de los cables de acero que se encuentren en explotación se realizará de acuerdo con la cantidad de alambres partidos en un paso de corchado.

La inspección de los cables fabricados con alambres de un mismo diámetro con el núcleo orgánico se realizará de acuerdo con la tabla 6, donde se establece el número de alambres partidos en una longitud de un paso de corchado por el cual el cable será desechado.

Tabla 6

Tipo de cables		Cantidad de alambres partidos para desechar el cable
6.19 = 144 alambres	Corchado en cruz	12
	Corchado unilateral	6
6.37 = 222 alambres	Corchado en cruz	22
	Corchado unilateral	11
6.61 = 366 alambres	Corchado en cruz	36
	Corchado unilateral	18
18.19 = 342 alambres	Corchado en cruz	36
	Corchado unilaterial	18

- 2- El paso de corchado es la longitud necesaria de cable para que un torón realice una vuelta completa. Para medir el paso se contará el número de torones. Después se medirá la longitud de cable sobre la generatriz teórica que abarque un número de crestas completas igual al número de torones.

En los cables con varias capas de torones se efectuará el conteo sólo de los torones de la capa exterior.

- 3- La inspección a los cables fabricados con alambres de diferentes diámetros se realizará de acuerdo con los datos de la tabla 6. El número de alambres rotos se tomará convencionalmente. Cuando se cuenten las roturas, las de los alambres finos se tomarán como 1 y las de los más gruesos como 1,7.

Por ejemplo. Si en la longitud de un paso de corchado hay 6 alambres rotos de los finos y 5 alambres rotos de los gruesos, entonces el número convencional se formará así.

$$6 \cdot 1 + 5 \cdot 1,7 = 14,5$$

4. El número de alambres partidos para desechar un cable cuya construcción no esté indicada en la tabla 6, se determinará tomando los datos que más se aproximen al tipo de cable más parecido, teniendo en cuenta el número de torones y de alambres.

Por ejemplo: Para un cable con una construcción de $8 \cdot 19 = 152$ alambres con núcleo orgánico, el más próximo de acuerdo con la tabla 6 es el cable $6 \cdot 19 = 144$ alambres con núcleo orgánico.

Para determinar el índice para desechar el cable de acuerdo con la tabla 6, se toma el número de alambres partidos del cable más aproximado y se divide entre el coeficiente 1,33 que es el cociente de dividir $\frac{96}{72}$, donde 96 y 72 son

los números de alambres de las capas exteriores de los torones de ambos cables.

El número de alambres de las capas exteriores de los torones se tomará de la documentación del fabricante o mediante conteo físico en el cable.

- 5- Los cables para los mecanismos de izar de personal, así como para trasladar metal fundido, ácidos y sustancias explosivas o tóxicas, se desechan cuando el número de roturas sea 2 veces menor que el indicado en la tabla 6.
6. Si existe desgaste de la superficie del cable o corrosión en los alambres, el número de roturas para ser desechado el cable se disminuirá de acuerdo con lo establecido en la tabla 7.

Tabla 7

Disminución del diámetro de los alambres producto del desgaste o la corrosión	Cantidad de alambres partidos en la longitud de un paso de corchado para desechar el cable							
	6.19=144		6.37=222		6.61=366		18.19=342	
	Corchado en cruz	Corchado uni-lateral	Corchado en cruz	Corchado uni-lateral	Corchado en cruz	Corchado uni-lateral	Corchado en Cruz	Corchado uni-lateral
10	11	6	19	10	31	16	31	16
15	9	5	17	9	27	14	27	14
20	9	5	16	8	26	13	26	13
25	8	4	14	7	22	11	22	11
de 30 a 40	6	3	11	6	18	9	18	9

Si el desgaste o la corrosión alcanzan el 40% o más con respecto al diámetro nominal del alambre, el cable tendrá que ser desechado.

Nota. La determinación del desgaste o de la corrosión del diámetro de los alambres se efectuará con un micrómetro o cualquier otro instrumento que garantice la precisión necesaria. Esta medición se realizará doblando el extremo del alambre partido o más desgastado. La medición del diámetro se hará después de eliminar toda la suciedad y corrosión que presente el cable.

Cuando el número de alambres partidos en la longitud de un paso de corchado del cable, sea menor que el indicado en la tabla 6, o menor que el número determinado de acuerdo con las condiciones de los puntos 3; 4; 5 y 6, así como al existir desgaste superficial sin que existan roturas, se podrá permitir que se continúe explotando el cable, teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Prestar atención especial al estado del cable durante las revisiones periódicas y llevar un control del estado del mismo mediante la anotación de los resultados en el expediente del equipo.
- Retirarlo de la explotación inmediatamente que alcance lo estipulado para ser desechado, según lo que se establece en este Anexo.