



**Normativa para colgar
estructuras en pabellones /
Rigging**

ÍNDICE

NORMATIVA

1. CONDICIONES GENERALES.....	4
2. PROCEDIMIENTO A SEGUIR.....	5
3. CONTENIDO MÍNIMO DE LOS PROYECTOS DE CUELGUE.....	6
4. CONDICIONES PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS PROYECTOS.....	7
5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	8
6. DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD A APORTAR EN LOS PROYECTOS.....	8
7. COLABORACIÓN CON LAS TAREAS DE INSPECCIÓN.....	8
8. CAUCES DE COMUNICACIÓN ENTRE IFEMA Y LOS SOLICITANTES.....	8

ANEXO 1 EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA A APORTAR.....	9
---	---

MANUAL 12

1. OBJETO.....	13
2. LOCALIZACIONES ADMISIBLES PARA LOS CUELGUES.....	13
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS EN LA ESTRUCTURA.....	13
4. MATERIALES ADMISIBLES.....	14
5. CABLES DE SEGURIDAD.....	16
6. CÁLCULO DE REACCIONES PROCEDIMIENTO DURANTE LOS MONTAJES	17
7. PROCEDIMIENTO DURANTE LOS MONTAJES.....	17

ANEXO 1 EJEMPLO DE CÁLCULO POR ÁREAS DE CARGA.....	18
--	----

ANEXO 2 NORMAS NTP.....	20
-------------------------	----



IFEMA

**Feria de
Madrid**

NORMATIVA

NORMATIVA

1. CONDICIONES GENERALES

Las empresas expositoras podrán colgar elementos de la cubierta de los pabellones con las características que se determinan y siguiendo el procedimiento que se detalla en el presente documento.

Las estructuras a suspender se diseñarán de manera que no comprometan la seguridad de las personas ni las instalaciones. Los principales objetivos y requerimientos de los proyectos son los siguientes:

- Los coeficientes de seguridad de la estructura de los pabellones sometidos a las cargas que les transmitan los elementos suspendidos serán superiores a los establecidos en la normativa vigente.
- Los coeficientes de seguridad de los elementos suspendidos serán superiores a los establecidos en la normativa vigente.
- Las cargas que se transmitan a la estructura durante el montaje de los stands, ya sea por izado de elementos o por cualquier otra operación de montaje o desmontaje, serán tales que la estructura de los pabellones no sea sometida a coeficientes de seguridad inferiores a los establecidos en la normativa vigente.
- Los materiales se elegirán de modo que la estructura de los pabellones no sea dañada con medidas como la protección de las eslingas con gomas.
- Los materiales que se empleen serán de buena calidad y estarán en buen estado de conservación, lo que se garantizará a través del cumplimiento con las normas citadas en el apartado 5 del presente documento.
- El diámetro mínimo de los cables de acero que se empleen será de 6 mm.
- Las estructuras irán provistas de un sistema de seguridad compuesto por cables de seguridad sin tensión que soportarían la carga en caso de rotura de los principales. El diámetro mínimo de estos elementos será de 8 mm.

- Cada expositor empleará únicamente puntos de cuelgue situados en la vertical del espacio ocupado por su stand. En el caso de tenerse que localizar puntos fuera de esa zona, será IFEMA quien marque su posición.

2. PROCEDIMIENTO A SEGUIR

Los expositores que deseen colgar algún elemento de la estructura de los pabellones se atenderá al siguiente procedimiento:

- Se remitirá un proyecto de cuelgue a la dirección de correo electrónico inspeccion.rigging@ifema.es con el contenido mínimo que se especifica en el apartado 3 del presente documento, junto con el impreso de solicitud debidamente completado.
- Los proyectos que se reciban en los últimos 30 días anteriores a la fecha de inicio del evento para el que se solicitan, podrán no ser tenidos en cuenta y por tanto no autorizarse el cuelgue desde la estructura de los pabellones.
- En un plazo máximo de 7 días desde la recepción de una solicitud, IFEMA emitirá un informe sobre la solicitud. El resultado de la misma será uno de los siguientes:
 - i. Solicitud aprobada. El expositor podrá por tanto realizar el montaje que se refleja en su solicitud.
 - ii. Solicitud con comentarios. El expositor debe adaptar su proyecto a los comentarios de IFEMA y volver a remitirlo para una nueva revisión. Los comentarios podrán referirse a cualquier aspecto de la instalación, como podría ser la necesidad de incrementar el número de puntos de transmisión de fuerzas, para reducir la cuantía de cada uno, la modificación de situación de los mismos o de su configuración, el cambio de materiales a emplear, etc.
 - iii. Solicitud no aprobada. Se trata de casos en los que no se cumplen las condiciones recogidas en el presente documento.

- Una vez aprobado el proyecto de cuelgue, el expositor podrá en las fechas previstas para cada evento proceder a su montaje, que se ajustará exactamente a la solicitud aprobada. Cualquier cambio sobre la misma deberá ser sometido a la aprobación de IFEMA. El solicitante deberá disponer durante el montaje del documento de aprobación del proyecto junto con las copias de los planos aprobados.
- Durante el montaje, técnicos de IFEMA o de empresas contratadas al efecto, revisarán que el mismo se ajusta a los proyectos aprobados. No se permitirá el montaje de las instalaciones que no se ajusten a lo reflejado en los proyectos aprobados.
- Si durante el montaje de algún elemento existieran dudas razonables acerca de su idoneidad, IFEMA podrá exigir la realización de los oportunos ensayos de verificación, cuyo coste correría a cargo del expositor.

3. CONTENIDO MÍNIMO DE LOS PROYECTOS DE CUELQUE

Los proyectos que se adjunten a las solicitudes de cuelgue contendrán la precisa definición de todo aquello que se pretenda colgar. Entre los datos que figurarán en el mismo aparecerán, al menos, los siguientes:

- Memoria explicativa de la instalación a realizar.
- Descripción del montaje, siempre que implique la transmisión de cargas a la estructura.
- Valores del peso de todos los elementos que formen parte del cuelgue (focos, altavoces, motores, forrados, peso propio de trusses, etc).
- Croquis a escala y acotado en planta y altura de la instalación, con indicación y situación de cada punto de cuelgue tanto en los elementos a suspender como en la estructura de los pabellones. El anexo 1 del presente documento contiene un ejemplo orientativo.
- Valor de la carga transmitida por cada punto de cuelgue.

- Relación de materiales con misión estructural a emplear.
- Certificados de calidad de dichos materiales.
- Descripción del sistema de seguridad a disponer duplicando la capacidad del inicial.
- Firma de la documentación de un responsable de la empresa instaladora.

4. CONDICIONES PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS PROYECTOS

Serán aceptados todos aquellos proyectos que cumplan las siguientes condiciones:

- Su contenido mínimo sea el especificado en el apartado 3 del presente documento.
- No se encuentren errores durante su revisión.
- Durante su análisis junto con el resto de solicitudes y la estructura de los pabellones afectados, conduzcan a coeficientes de seguridad acordes con la normativa vigente.
- Empleen materiales adecuados que transmitan de manera segura las cargas.
- Aporten los certificados de calidad de los materiales precisos.
- Empleen procedimientos de montaje que no dañen la estructura de los pabellones ni supongan riesgos para la seguridad de las personas o de las instalaciones.

Todos los datos de los proyectos se consignarán en el S.I. de unidades y se presentarán en idioma español o inglés.

5. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- UNE EN 13414. Eslingas de cables de acero. Seguridad.
- UNE-EN 1677. Serie de normas para accesorios para eslingas. Seguridad.
- UNE-EN 12385:2003. Cables de acero. Seguridad.
- UNE-EN 13411:2002. Terminales para cables de acero. Seguridad.
- CTE. Código técnico de la edificación.

6. DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD A APORTAR EN LOS PROYECTOS

Los instaladores deberán proporcionar los certificados de calidad de todos los materiales con misión resistente que vayan a emplear en los montajes.

7. COLABORACIÓN CON LAS TAREAS DE INSPECCIÓN

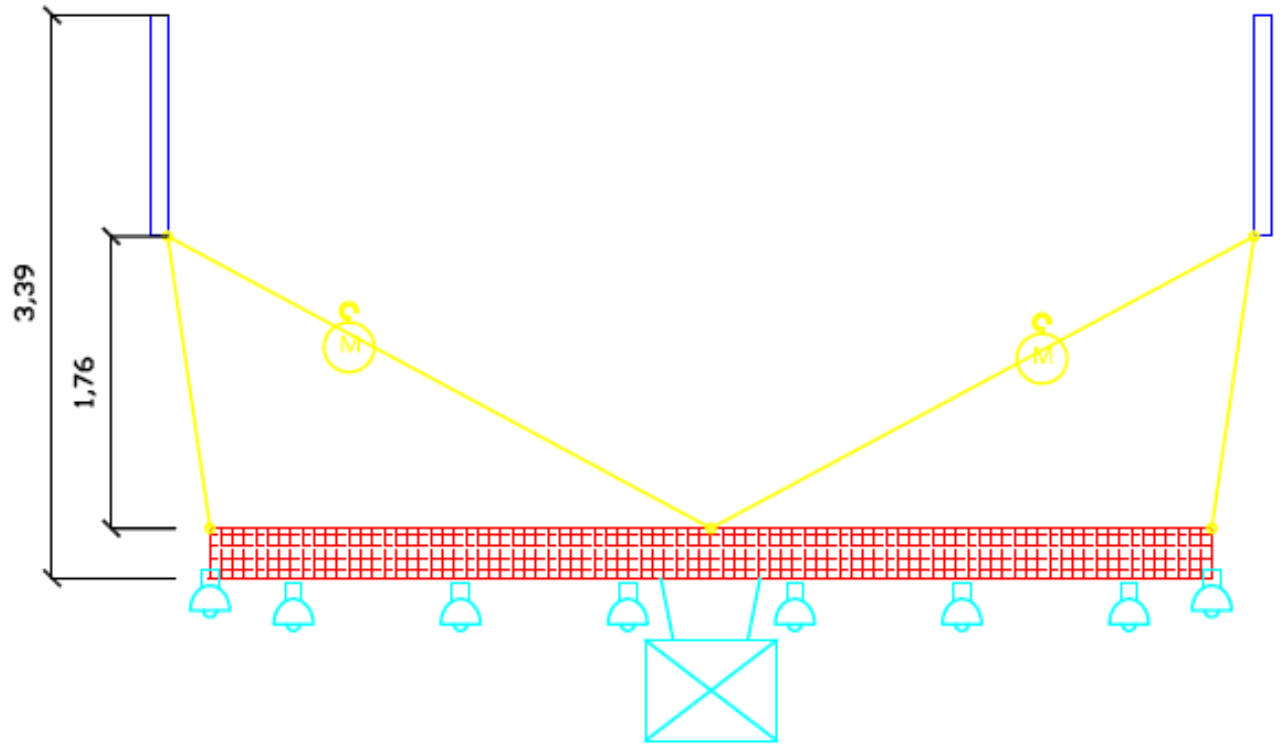
IFEMA podrá realizar las inspecciones que estime conveniente durante el montaje, para las que los instaladores ofrecerán las facilidades precisas. Para ello pondrán a disposición de los inspectores designados por IFEMA los medios auxiliares que estén empleando como cestas elevadoras, andamios, escaleras o cualesquiera otros que estuvieran disponibles.

8. CAUCES DE COMUNICACIÓN ENTRE IFEMA Y LOS SOLICITANTES

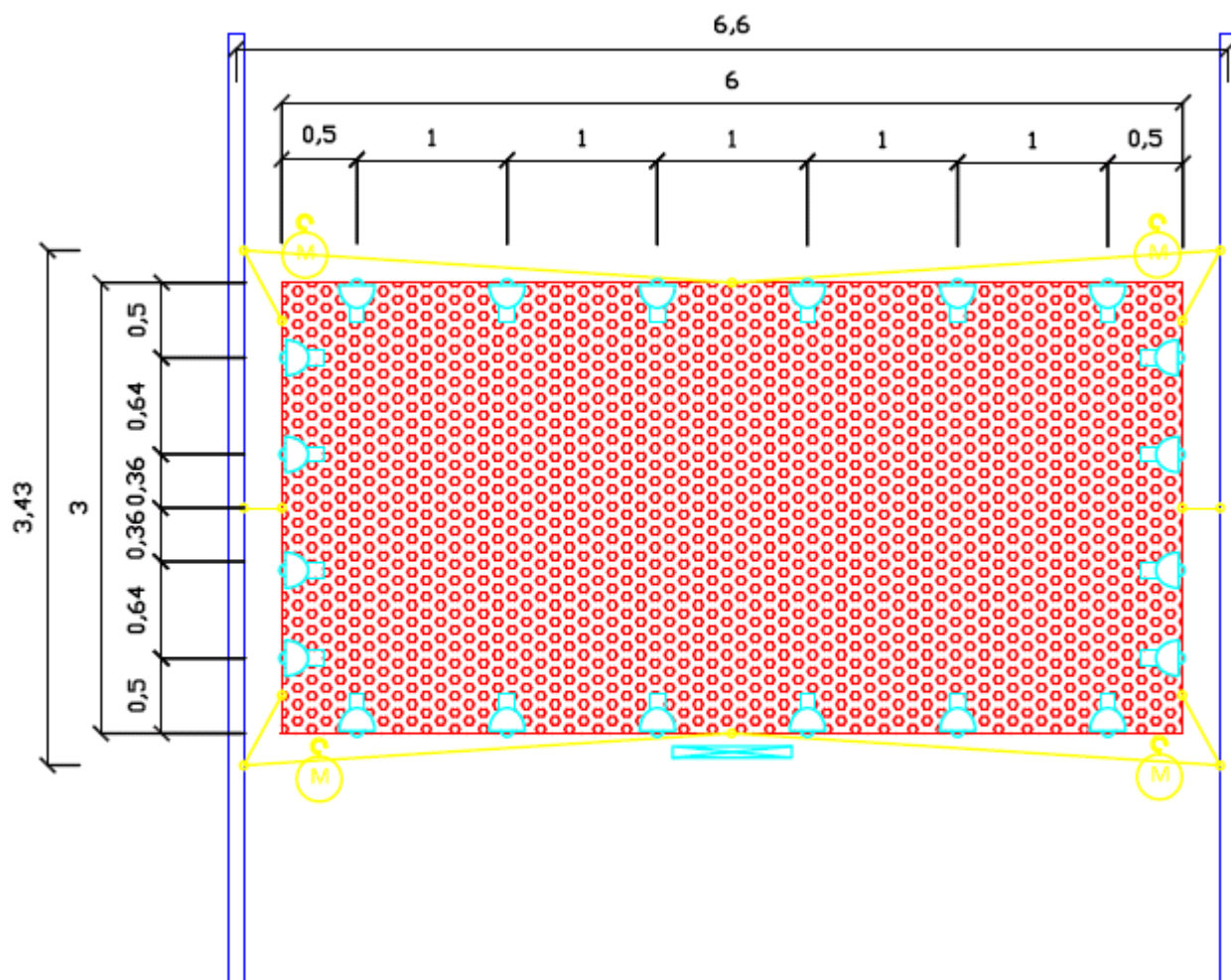
Las solicitudes de cuelgues se enviarán por correo electrónico a la dirección inspeccion.rigging@ifema.es. Asimismo, cualquier modificación a la misma se aportará a través de la citada dirección.

ANEXO 1

EJEMPLO DE DOCUMENTACIÓN GRÁFICA A APORTAR



ALZADO



PLANTA



IFEMA

**Feria de
Madrid**

MANUAL

1. OBJETO

Con fecha 1 de enero de 2.009 entra en vigor una normativa de obligado cumplimiento para el cuelgue de estructuras en los pabellones de IFEMA. El presente manual tiene por objetivo ofrecer una serie de pautas tanto para la elaboración de las solicitudes de cuelgue de estructuras como para las operaciones de montaje y desmontaje de los elementos a colgar. Su contenido se complementa con el de la citada normativa. En caso de discrepancia entre ambos documentos, prevalecerá lo establecido en la normativa.

2. LOCALIZACIONES ADMISIBLES PARA LOS CUELGUES

Únicamente se permite el cuelgue de elementos desde puntos de la estructura principal de los pabellones. Existen unos casos particulares en los pabellones 12, 14.0 y 14.1 en los que se han dispuesto unos puntos repartidos por toda la superficie y que constituyen los únicos desde los que se autorizará colgar elementos. Queda por tanto completamente prohibido la sujeción entre otros de los siguientes elementos:

- Elementos de instalaciones, ya sean conductos, canaletas, elementos de iluminación, etc.
- De otros elementos colgados como paneles informativos, etc.
- Elementos secundarios de la estructura, como correas, arriostramientos, etc.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS EN LA ESTRUCTURA

Los apoyos en la estructura de los pabellones se diseñarán de manera que ésta no resulte dañada. Las principales reglas a observar en este sentido son las siguientes:

- El trazado de los elementos de cuelgue será vertical siempre que la estructura lo permita, excepto en el pabellón 14.1, donde será obligatorio en todos los casos.
- El apoyo se realizará mediante eslinga simple de acero.
- Se dispondrán guardacabos de acero en sus dos extremos.

- Aquellas partes de los cables que tenga contacto con la estructura de los pabellones irá cubierta con camisa de PVC, poliuretano reforzado u otro material plástico que proteja tanto los cables como la pintura de las estructuras.
- Se debe evitar que las eslingas apoyen sobre aristas vivas de la estructura, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección entre las aristas vivas y el cable.
- La carga máxima a colgar en cada punto será de 5 kN (500 kg) en los nudos de las cerchas de los pabellones 1 a 10 y de 250 en posiciones entre nudos. En los pabellones 12, 14.0 y 14.1 la carga máxima será de 3,5 kN (350 kg).

4. MATERIALES ADMISIBLES

Para el cuelgue de elementos de las estructuras de los pabellones se admitirá el empleo de cables y eslingas de acero, de nylon o mixtas.

Se permite la utilización de eslingas de nylon, siempre y cuando el sistema de cables de seguridad descrito en el apartado 5 sea de acero, al objeto de proporcionar al sistema una adecuada estabilidad en caso de incendio.

Las eslingas tendrán en cada terminal (extremo) una gaza u ojal que se podrá obtener mediante terminal forjado, terminal cónico, casquillo (manguito) a presión o casquillo terminal soldado. Siempre las gazas se formarán con guardacabos.

Solamente se podrán utilizar abrazaderas (perrillos) o grapas, para formar ojales, en el cable de seguridad, deduciendo en un 20% como mínimo la resistencia de carga del cable, para formar los ojales o gazas siempre se utilizarán guardacabos.

Antes de su colocación la empresa deberá revisar el estado de la eslinga en toda su longitud. No se podrán utilizar eslingas no aptas o que tengan más de 5 años desde la fecha de fabricación.

No se emplearán cables que presenten roturas de sus alambres, hilos sueltos “deshilachado”, nudos o dobleces “cocas”.

Cuando los terminales, casquillos o guardacabos se encuentren deteriorados o doblados la eslinga se considerará “no apta” y no se podrá utilizar para los trabajos de cuelgue en los pabellones.

Todos los elementos deberán documentarse mediante certificados de calidad del fabricante y estarán debidamente marcados.

El fabricante, o su representante establecido en la Comunidad Económica Europea, deberá expedir un certificado que incluya como mínimo las indicaciones siguientes:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante establecido en la Comunidad Económica europea.
- Características geométricas.
- En el caso de cables, se indicará el tipo y dirección del cableado (trenzamiento a la derecha o a la izquierda, preformado o no, cruzado o de tipo «lang»...), el paso del cableado, la fabricación (composición del cable, naturaleza y composición del alma del cable, número de hebras y número de alambres). Se adjuntará el esquema de la sección acotada.
- Características de los materiales. En el caso de cables, la resistencia nominal de los alambres a la rotura por tracción, la resistencia práctica mínima del cable a la rotura por tracción, información sobre la naturaleza de la protección contra la corrosión interna y externa (en caso de galvanización deberá indicarse la calidad de la misma), certificado de que el cable está fabricado en una sola pieza y tiene características constantes en toda su longitud.
- Límites de temperatura para la utilización del cable.
- Normas referentes a mantenimiento e inspección

Son de obligado cumplimiento, entre otras, las siguientes normas:

- UNE EN 13414:2004. Eslingas de cables de acero. Seguridad.

- UNE-EN 1677:2001. Serie de normas para accesorios para eslingas. Seguridad.
- UNE-EN 12385:2003. Cables de acero. Seguridad.
- UNE-EN 13411:2002. Terminales para cables de acero. Seguridad.
- CTE. Código técnico de la edificación.

Asimismo se recomienda el cumplimiento de lo establecido en los documentos NTP 155 y NTP 221.

5. CABLES DE SEGURIDAD

En todos los montajes se colocarán cables de seguridad de modo que ante la rotura de cualquier elemento no se produzca la caída de la estructura colgada. Las condiciones que deberá cumplir son las siguientes:

- Los cables de seguridad, una vez fijados sus dos extremos, quedará sin tensión.
- Su sección será la necesaria para soportar las cargas del cable al que sirve de seguridad incrementadas en un 25% para considerar el efecto de la entrada en tensión repentina.
- La empresa instaladora lo fijará una vez situada su estructura en su posición definitiva.
- La fijación a la estructura de los pabellones se realizará mediante eslingas y grilletes. El otro extremo se ejecutará mediante perrillos (sujetacables) u otro sistema debidamente homologado.

6. CÁLCULO DE REACCIONES PROCEDIMIENTO DURANTE LOS MONTAJES

Las solicitudes de cuelgue de estructuras deben contener el dato de las cargas a transmitir a la estructura en cada uno de los puntos. Para la determinación de esos valores debe tenerse en consideración el peso real de cada componente a colgar, así como su distribución. En función de las características del sistema a instalar se admitirá el empleo de uno de los siguientes procedimientos:

- Estimación de las reacciones mediante un reparto por áreas de carga. Este procedimiento simplificado se admitirá únicamente en aquellos casos en los que la carga por punto sea inferior a 3 kN (300 kg). Se exigirá asimismo un croquis con localización de cada peso y la justificación de su valor. El procedimiento consiste en la asignación a cada punto de las cargas que le correspondan en un reparto por áreas de carga. El anexo 1 del presente documento incluye un ejemplo de aplicación.
- Estimación de las reacciones mediante un modelo estructural. Es el método general y obligatorio para sistemas en los que se apliquen cargas superiores a 3 kN (300 kg).

7. PROCEDIMIENTO DURANTE LOS MONTAJES

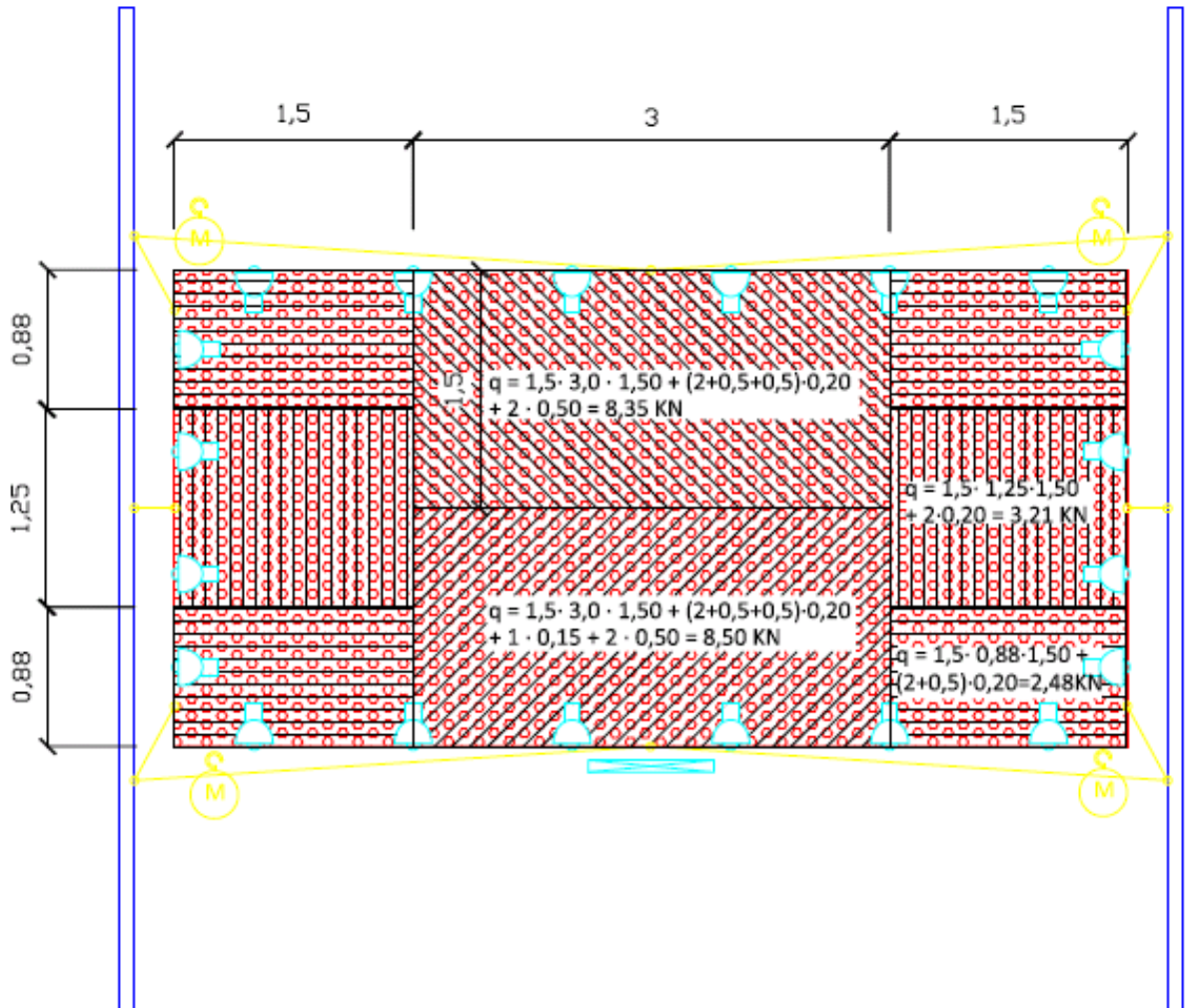
Las empresas instaladoras a las que se haya autorizado a realizar un cuelgue en cualquiera de los pabellones deberán ponerse en contacto antes de iniciar los trabajos con el responsable del pabellón, que deberá autorizar el inicio del montaje.

Solo se autorizarán aquellas instalaciones que se ajusten estrictamente al proyecto aprobado por IFEMA. Cualquier modificación que fuera necesario introducir por motivos de replanteo "in situ" deberá ser sometida de nuevo a aprobación de IFEMA.

IFEMA podrá realizar las inspecciones y ensayos que estime conveniente durante el montaje, para las que los instaladores ofrecerán las facilidades precisas. Para ello pondrán a disposición de los inspectores designados por IFEMA los medios auxiliares que estén empleando como cestas elevadoras, andamios, escaleras o cualesquiera otros que estuvieran disponibles.

ANEXO 1

EJEMPLO DE CÁLCULO POR ÁREAS DE CARGA



	<u>ELEMENTOS</u>	<u>CARGA</u>
	Foco illum.	20 Kg / unidad = 0,20 KN / unidad
	Letrero	15 Kg / unidad = 0,15 KN / unidad
	Techo Stand + Truss	150 Kg / m ² = 1,50 KN / m ²
	Motor elevación	50 Kg / unidad = 0,50 KN / unidad

ANEXO 2

NORMAS NTP

NTP 155: Cables de acero

Cáble en acier
Steel ropes

Vigencia		Actualizada por NTP		Observaciones	
Válida				Complementa a la NTP 221	
ANÁLISIS					
Criterios legales			Criterios técnicos		
Derogados:		Vigentes:		Desfasados:	
				Operativos: SI	

Redactor:

Pere Sabaté Carreras
Facultativo de Minas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

Introducción

Los cables metálicos son elementos ampliamente utilizados en la mayoría de actividades industriales. Así los encontramos formando parte de los equipos para la manipulación y sujeción de cargas, (grúas, cabrestantes, eslingas, etc.) e incluso en el transporte de personas (teleféricos, ascensores, etc.).

Es por ello conveniente conocer las características de dichos elementos, así como las condiciones básicas a tener presentes tanto para su instalación o montaje en los equipos, como para su manipulación y conservación.

En la presente Nota Técnica se recogen indicaciones prácticas y recomendaciones, fruto de los conocimientos y experiencias, tanto de usuarios como de fabricantes.

Características de los cables

Constitución

Un cable metálico, de forma genérica, puede considerarse compuesto por diversos cordones metálicos dispuestos helicoidalmente alrededor de un alma, que puede ser textil, metálica o mixta. Esta disposición es tal que su trabajo se comporta como una sola unidad. A su vez un cordón puede considerarse compuesto por diversos alambres metálicos dispuestos helicoidalmente en una o varias capas.

Se denomina arrollamiento cruzado cuando el sentido de arrollamiento de los cordones, en el cable, es contrario al de los alambres. Si los alambres y cordones tienen el mismo sentido, el arrollamiento recibe el nombre de Lang.

Diámetro y sección útil

Se considera como diámetro de un cable el del círculo máximo que circunscribe a la sección recta del mismo; comúnmente se expresa en milímetros. Este diámetro debe medirse con la ayuda de un pie de rey.

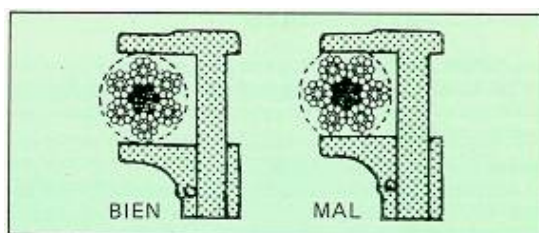


Fig. 1

La sección útil de un cable es la suma de las secciones de cada uno de los alambres que lo componen. La sección útil de un cable no debe calcularse nunca a partir de su diámetro.

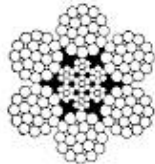
Designación del cable

La composición de un cable se expresa en la práctica de forma abreviada, mediante una notación compuesta por tres signos, cuya forma genérica es: A x B + C siendo A el número de cordones; B el número de alambres de cada cordón y C el número de almas textiles. Cuando el alma del cable no es textil o sea formada por alambres, se sustituye la última cifra C, por una notación entre paréntesis que indica la composición de dicha alma. Si los cordones o ramales del cable son otros cables, se sustituye la segunda cifra B por una notación entre paréntesis que indica la composición.

A efectos de designación debe considerarse también las distintas formas de disposición de los alambres en los cordones, el tipo de arrollamiento y si el material que lo constituye es preformado o no.

Ejemplo:

Un cable constituido por 6 cordones de 25 alambres cada cordón, dispuestos alrededor de un alma compuesta por un cordón metálico formado por 7 cordones que contienen 7 hilos cada uno, se representaría por:



6 x 25 + (7 x 7 + 0) Relleno

Resistencia del cable

La resistencia a la rotura a tracción de un cable está determinada por la calidad del acero utilizado para la fabricación de los distintos alambres, el número y sección de los mismos y su estado de conservación.

La carga de rotura de un alambre es el producto de su resistencia mínima por la sección recta del mismo.

Se denomina carga de rotura calculada de un cable, a la suma de las cargas de rotura de cada uno de los alambres que lo componen.

Se denomina carga de rotura efectiva de un cable al valor que se obtiene rompiendo a tracción un trozo del cable, en una máquina de ensayo.

Coefficiente de seguridad

El coeficiente de seguridad de trabajo de un cable es el cociente entre la carga de rotura efectiva y la carga que realmente debe soportar el cable.

$$K = \frac{C_{re}}{Q} \quad \text{siendo} \quad \begin{array}{l} K = \text{Coeficiente de seguridad} \\ C_{re} = \text{Carga de rotura efectiva} \\ Q = \text{Carga a soportar por el cable} \end{array}$$

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo dispone en su Artº. 112.2 que para los aparatos de elevación y transporte el factor o coeficiente de seguridad no será inferior a 6. No obstante existen Normativas y Reglamentos específicos (Aparatos elevadores, Minería, etc.) a los que cada equipo debe adaptarse.

Empleo de los cables

Los cables, al ser doblados, pasar por una polea o ser arrollados, sufren unos esfuerzos inversamente proporcionales al diámetro del arrollamiento y en función de la rigidez constructiva del cable.

Disposición en poleas y tambores

La fatiga por flexión en un cable está íntimamente relacionada con el diámetro del arrollamiento en los tambores y poleas. Para evitar que estos valores sean excesivos es conveniente tener en cuenta dos mínimos:

- Relación entre el diámetro de la polea o tambor y el del cable.
- Relación entre el diámetro de la polea o tambor y el del mayor alambre.
- Cada fabricante los tiene establecidos para sus fabricados.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en su Art. 112.6, dispone que el diámetro de los tambores de izar no será inferior a 30 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.

Para las poleas, los fabricantes recomiendan que en la relación entre su diámetro y el del cable, se cumpla $D/d \geq 22$. El diámetro de la polea se considera medido desde el fondo de la garganta.

Es conveniente que los tambores sean de tipo acanalado y tengan la disposición que se refleja en la figura 2.

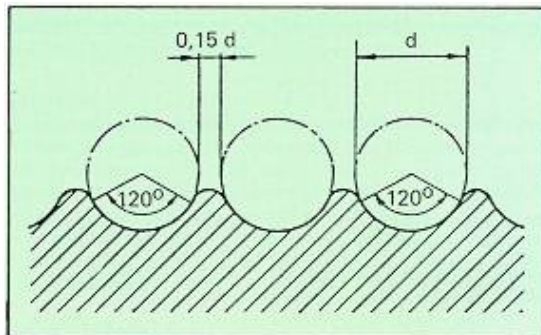


Fig. 2

El ángulo α de desviación lateral que se produce entre el tambor y el cable debe ser inferior a $1,5^\circ$.

Para enrollar un cable en un tambor debe tenerse presente el sentido de cableado, procediéndose según se muestra en la figura 3.

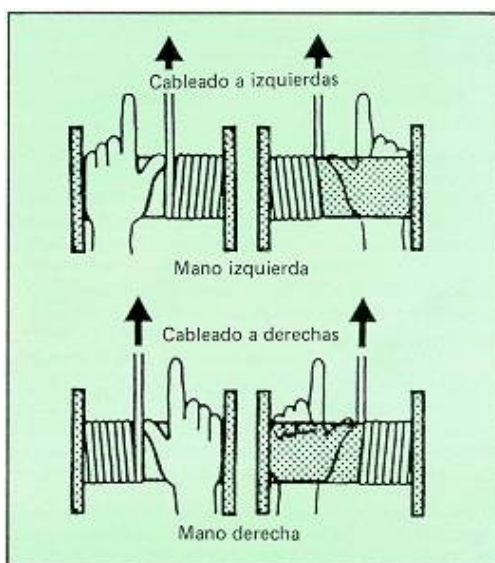


Fig. 3

Unión de cables

En este apartado contemplaremos tanto la realización de empalmes entre cables como la ejecución de distintos tipos de terminales. Los sistemas comunmente empleados son:

Trenzado

La unión de cables mediante el trenzado es un trabajo muy delicado que requiere operarlos muy especializados. La operación consiste en destrenzar los extremos de los cables a empalmar, para trenzarlos de nuevo conjuntamente de forma manual.

La longitud que se recomienda dar a los empalmes es: de 900 veces su diámetro para los cables de arrollamiento cruzado; y de 1.200 veces su diámetro para cables de arrollamiento lang.

Para realizar los terminales mediante trenzado, es recomendable que la longitud de trenzado no sea inferior a 30 veces el diámetro del cable de que se trate.

Con casquillos

Consiste en un manguito de aleaciones especiales que presenta muy buenas características para su conformación en frío. Se coloca a presión sobre los ramales del cable que se pretende unir.

Con metal fundido

Se emplean casquillos generalmente de forma cónica, en los que por el extremo menor se introduce el cable, y en el que se vierte un metal fundido que suele ser zinc puro o una aleación de plomo-antimonio.

Este sistema es algo más laborioso que los demás, pero es el que proporciona un mayor índice de seguridad.

Para la preparación de estos terminales debe procederse como sigue:

1. Practicar una ligadura en el extremo del cable y otras dos a una distancia ligeramente mayor que la profundidad del casquillo.
2. Eliminar la ligadura del extremo y descablear los alambres, procediendo a quitar el alma textil, caso de tenerla.
3. Limpiar cuidadosamente tanto el casquillo como los alambres, sumergiéndolos en ácido clorhídrico y finalmente lavarlos con agua.
4. Atar los alambres por el extremo para pasarlos al interior del casquillo y quitar la ligadura.
5. Verter la colada de metal fundido al interior del casquillo, procurando que no se produzcan fugas de metal. La temperatura de la colada debe ser adecuada para no "recocer" los alambres del cable.

Con abrazaderas

Este sistema es la forma más sencilla para realizar tanto las uniones entre cables, como para la formación de los anillos terminales u ojales.

El número de abrazaderas o sujeta-cabos a emplear en cada caso, variará según se trate de formar anillos terminales o de uniones entre cables; y según el diámetro del cable. A título orientativo se presenta la tabla siguiente:

Diámetro del cable en mm.	Abrazaderas precisas	
	para formar un anillo	para unir cables
5 a 12	4	4
12 a 20	5	6
20 a 25	6	6
25 a 35	7	8
35 a 50	8	8

Las abrazaderas deben ser adecuadas al diámetro del cable al que se deben aplicar (la designación comercial de las abrazaderas se realiza por el diámetro del cable). Esta circunstancia debe observarse escrupulosamente puesto que si se emplea una abrazadera pequeña el cable resultará dañado por aplastamiento de la mordaza. Por el contrario si se utiliza una abrazadera o grapa excesivamente grande no se logrará una presión suficiente sobre los ramales de los cables y por tanto se pueden producir deslizamientos inesperados. Es de suma importancia una cuidadosa observancia de las siguientes medidas para alcanzar una eficaz y adecuada disposición de los grilletes o abrazaderas:

1. Para la realización de anillos u ojales terminales debe emplearse guardacabos metálicos.
2. En los anillos u ojales la primera abrazadera debe situarse lo más próxima posible al pico del guardacabos.
3. La separación entre abrazaderas debe oscilar entre 6 y 8 veces el diámetro del cable (figura 4).

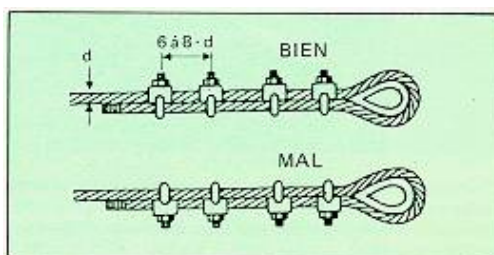


Fig. 4: Formación de un anillo

4. El ramal de cable que trabaja a tracción debe quedar en la garganta del cuerpo de la abrazadera, en tanto que el ramal inerte debe quedar en la garganta del estribo.
5. Las tuercas para el apriete de la abrazadera deben quedar situadas sobre el ramal largo del cable, que es el que trabaja a tracción (figura 5).

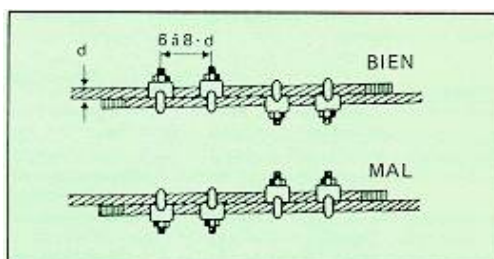


Fig. 5: Unión de cables

6. El apriete de las tuercas debe hacerse de forma gradual y alternativa, sin aprietes excesivos. Después de someter el cable a una primera carga debe verificarse el grado de apriete de las tuercas, corrigiéndolo si fuera preciso.

La recomendación de utilizar guardacabos en la ejecución de los ojales o anillos terminales es debida a la conveniencia de proteger al cable frente al doblado excesivo que se produciría al someterlo a los esfuerzos de tensión o de una carga. Comercialmente los guardacabos se designan por el diámetro del cable correspondiente.

Manipulación de cables

Los cables suelen salir de fábrica en rollos o carretes, aspás, etc., debidamente engrasados y protegidos contra elementos y ambientes oxidantes o corrosivos.

Durante su transporte y almacenamiento debe evitarse que el rollo ruede por el suelo a fin de que no se produzcan adherencias de polvo o arena que actuarían como abrasivos y obligarían a una limpieza y posterior engrase, antes de su utilización. Igualmente no debe recibir golpes o presiones que provoquen raspaduras o roturas de los alambres. Deben protegerse de las temperaturas elevadas, que provocan una pérdida del engrase original.

Instalación del cable

El principal riesgo que se corre al desenrollar y manipular un cable, es que se formen cocas, bucles o codos. Por ello, cuando se trate de arrollarlo en un tambor, es conveniente hacerlo directamente, procurando que el cable no se arrastre por el suelo y manteniendo el mismo sentido de enrollarlo.

Antes de instalar un cable debe verificarse que las poleas y tambores por los que deba pasar no presenten resaltes o puntos que puedan dañar el cable, así como que éste pase correctamente por las poleas y por los canales del tambor. Para la manipulación de los cables en general, los operarios deben utilizar guantes de cuero.

Corte de cables

Previamente al corte de un cable debe asegurarse que no se produzca el descableado del mismo, ni el deslizamiento entre las distintas capas de cordones, ni el deshilachado general del cable. Para ello, debe procederse a realizar una serie de ligadas a ambos lados del punto de corte, mediante alambre de hierro recocido.

En la tabla siguiente se expresan los datos recomendados para efectuar las ligadas:

Diámetro del cable en mm.	nº de ligadas a cada lado	longitud en mm.		Ø del alambre
		de cada ligada	entre ligadas	
Hasta 12	3	12	15	0,5 a 0,8
13 a 20	3	25	40	1,- a 1,5
21 a 30	4	40	50	1,2 a 2,2
31 a 40	4	50	50	1,8 a 3,-
41 a 50	4	75	50	2,2 a 3,2
> 51	4	100	75	2,5 a 3,2

Los métodos comunmente empleados para realizar el corte varían según el lugar en que se deba operar y los medios disponibles: los más utilizados son: cizallas, eléctrica por resistencia, tronzadora o muela portátil, soplete oxiacetilénico y soldadura eléctrica.

Los extremos de los cables deben quedar siempre protegidos con ligadas a fin de evitar el descableado. En algunas ocasiones se sustituyen las ligadas por soldadura que une todos los alambres.

Conservación y mantenimiento

Revisiones Periódicas

Los cables deben ser sometidos a un programa de revisiones periódicas conforme a las recomendaciones establecidas por el fabricante y teniendo presente el tipo y condiciones de trabajo a que se encuentre sometido. Este examen debe extenderse a todos aquéllos elementos que pueden tener contacto con el cable o influir sobre él. Fundamentalmente debe comprender: los tambores de arrollamiento, las poleas por las que discurre, los rodillos de apoyo; y de forma especial debe comprobarse el estado de los empalmes, amarres, fijaciones y sus proximidades.

El Art. 103.3 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo dispone que los cables de izar deben ser revisados a fondo, al menos, cada trimestre.

Mantenimiento

En general el mantenimiento se concreta a operaciones de limpieza y engrase. Para el engrase es conveniente proceder previamente a un limpieza a fondo y seguidamente engrasarlo por riego al paso por una polea, pues se facilita la penetración en el interior del cable. Por la incidencia que tiene el engrase respecto a la duración del cable es conveniente seguir las instrucciones del fabricante y utilizar el lubricante recomendado.

Sustitución de cables

Para cables de gran responsabilidad como ascensores, pozos de mina, teleféricos para personas, etc. existen reglamentos especiales que fijan tanto las inspecciones como las condiciones de sustitución.

En los casos no sometidos a Reglamentaciones específicas, la sustitución de un cable debe efectuarse al apreciar visiblemente:

- Rotura de un cordón.
- Formación de nudos.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% en los cables cerrados.
- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

Existen aparatos de control especiales, que detectan los defectos, tanto visibles como interiores de los cables. Ello permite determinar con certidumbre la conveniencia o no de la sustitución.

Bibliografía

(1) HELLMUNT ERNST

Aparatos de elevación y transporte. Tomo 1

Barcelona. Editorial Blume, 1970

(2) INRS

Les coefficients de sécurité des cables, chaines et cordages

Note n° 563-49-67

(3) TYCSA

Catálogo general y manuales de instrucciones

Barcelona, TYCSA, 1975

(4) NUEVA MONTAÑA QUIJANO, S.A.

Cables de acero. Catálogo General.

© INSHT

NTP 221: Eslingas de cables de acero

Eslingues de cables en acier
Slings of steel cables

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones	
Válida		Complementada por la NTP 155 y 866	
ANÁLISIS			
Criterios legales		Criterios técnicos	
Derogados: SI	Vigentes:	Desfasados:	Operativos: SI

Redactor:

Angel Luis González Borrego
Arquitecto Técnico

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Introducción

El cable utilizado en la confección de eslingas deberá cumplir los requisitos de seguridad establecidos ya en la anterior Nota Técnica de Prevención NTP-155 "Cables de acero", con la cual se complementa esta NTP.

La flexibilidad para que pueda adaptarse a la carga a elevar y la resistencia tanto a la carga por tracción como al aplastamiento son dos de las características fundamentales a tener en cuenta en la selección de cables para eslingas.

En la manipulación de las cargas con frecuencia se interponen, entre éstas y el aparato o mecanismo utilizado, unos medios auxiliares que sirven para embragarlas con objeto de facilitar la elevación o traslado de las mismas, al tiempo que hacen más segura esta operación. Estos medios auxiliares son conocidos con el nombre de eslingas.

Su rotura o deficiente utilización puede ocasionar accidentes graves e incluso mortales por atrapamiento de personas por la carga desprendida. Es necesario, por tanto, emplear eslingas adecuadas en perfecto estado y utilizarlas correctamente. Ello conlleva una formación al respecto de los trabajadores que efectúan las operaciones de eslingado y transporte mecánico de cargas.

Según el material de que están constituidas, las eslingas pueden ser de cables de acero, de cadenas, de fibras, etc.

Fabricación

Comienza con el desbobinado y desenrollado del cable, operaciones éstas que se habrán de cuidar al máximo ya que la realización incorrecta de las mismas puede llevar a una pérdida de torsión del cable o bien a la formación de dobleces, "cocas". En ambos casos los efectos son desastrosos para el cable.

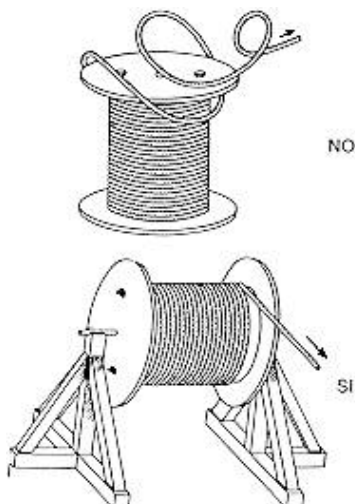


Fig. 1: Desbobinado

Ligadas

Antes de cortar un cable es necesario efectuar ligadas a ambos lados del punto de corte, a fin de evitar que el mismo se descablee. Su realización correcta consta de las siguientes operaciones:

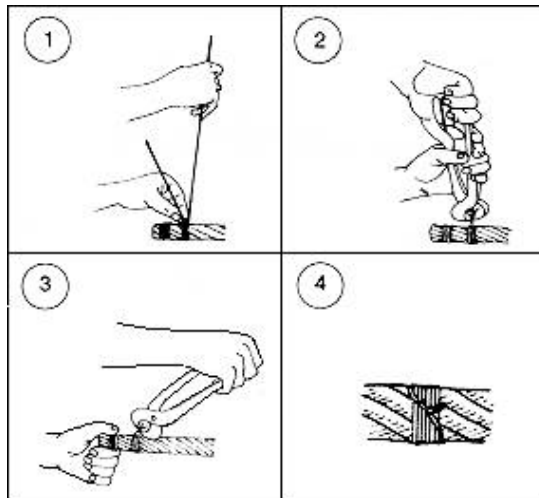


Fig. 2: Realización de una ligada

1. Enrollar a mano el alambre de ligada, de forma que todas las espiras queden perfectamente apretadas y juntas.
2. Unir manualmente los extremos del alambre retorciéndolos y retorcer con las tenazas hasta hacer desaparecer la holgura.
3. Apretar la ligada haciendo palanca con las tenazas y retorcer nuevamente los extremos, repitiendo estas operaciones cuantas veces sea necesario.
4. Ligada terminada.

Cuando se trate de efectuar ligadas en cables de diámetro superior a los 25 mm., es recomendable utilizar una varilla o destornillador para apretar bien la ligada.

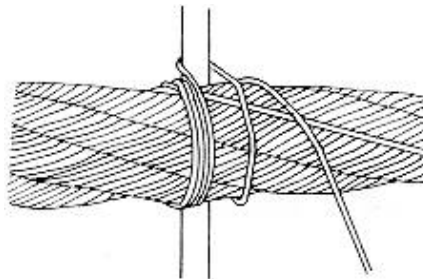


Fig. 3: Utilización de una varilla en la realización de ligadas>

Terminales

Para la unión de los cables a otros dispositivos es preciso dar la forma adecuada a los extremos de aquellos, la cual acostumbra a ser la de un ojal que puede obtenerse de diversas formas:

- Ojal trenzado.
- Ojal con casquillo.
- Casquillo terminal soldado (con metal fundido).
- Ojal con sujetacables o abrazaderas.

Los ajustes de los ojales estarán provistos de guardacabos resistentes para evitar una doblez excesiva, bajo el efecto de la carga, que llevaría implícito un rápido deterioro del cable. El guardacabos utilizado deberá tener unas características dimensionales acordes al diámetro del cable.

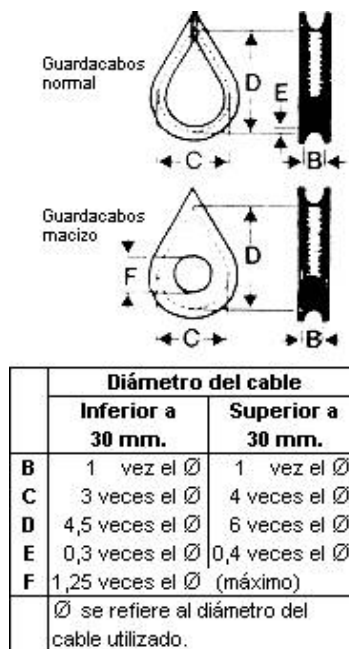


Fig. 4: Criterio orientativo para la elección del guardacabos

Elementos de unión

La unión entre el canal de la eslinga y el medio de elevación se lleva a cabo, en ocasiones, por medio de argollas o anillas, grilletes o ganchos de acero o hierro forjado.

Las anillas deberán escogerse convenientemente, en función de las cargas que habrán de soportar.

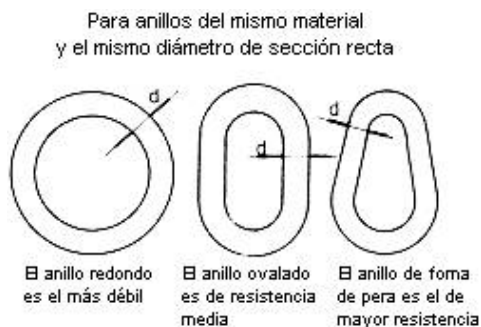


Fig. 5: Influencia de la forma de los anillos en su resistencia>

Los grilletes o bridas podrán ser rectos o de lira e igualmente se elegirá en relación con los esfuerzos a los que debe estar sometido.

Los ganchos de elevación o tracción se elegirán en función de la carga y de los tipos de esfuerzo que tienen que transmitir. Estarán equipados con pestillo u otro dispositivo de seguridad para evitar que la carga pueda desprenderse.

Principales tipos de eslingas

Las eslingas serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear.



Fig. 6: Tipos de eslingas

Existen otras eslingas formadas por varios ramales de cable de acero paralelos entrelazados flexiblemente mediante piezas de caucho, formando una banda de sustentación, fabricadas normalmente para trabajar con un coeficiente de seguridad de 8.

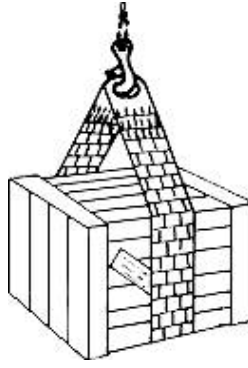


Fig. 7: Eslinga de banda (tipo Talurit)

Capacidad de carga y descarga

En la capacidad de carga de una eslinga interviene el cable propiamente dicho, los otros elementos de que pueda estar constituida, como anillos, grilletes, ganchos, etc., y, asimismo, el tipo de terminal.

Se tendrá también en cuenta un coeficiente de seguridad que, para cables, la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo determina que no será inferior a seis y según la norma DIN 655 sobre "cables metálicos para grúas, ascensores, polipastos y fines análogos", será de 6 a 9.

En el caso de las eslingas se pueden considerar los siguientes coeficientes:

- Para eslingas con un solo ramal. $K= 9$.
- Para eslingas con dos ramales. $K= 8$.
- Para eslingas con tres ramales. $K= 7$.
- Para eslingas con más de tres ramales. $K= 6$.

La capacidad de carga "Q" de un cable vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$Q \leq \frac{Cr}{K}$$

siendo:

Cr = Carga de rotura del cable.

K = Coeficiente de seguridad aplicado.

En las eslingas de cables delgados existe el peligro de que sean fácilmente sobrecargadas, por lo que es conveniente adoptar coeficientes de seguridad tanto mayores cuando menor sea la carga de rotura.

Por otro lado, es mejor utilizar la eslinga apropiada al peso a elevar, ya que una eslinga cuya capacidad de carga exceda demasiado del peso podría ser muy rígida y al deformarse no se recupera.

Para los otros elementos, la capacidad de carga será la que resulte una vez aplicado el coeficiente de seguridad, al menos cinco, para la carga nominal máxima, siendo fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

El tipo de terminal también tiene gran importancia para la seguridad ya que la resistencia de los mismos supone de un 75% a un 100% de la carga de rotura del cable.

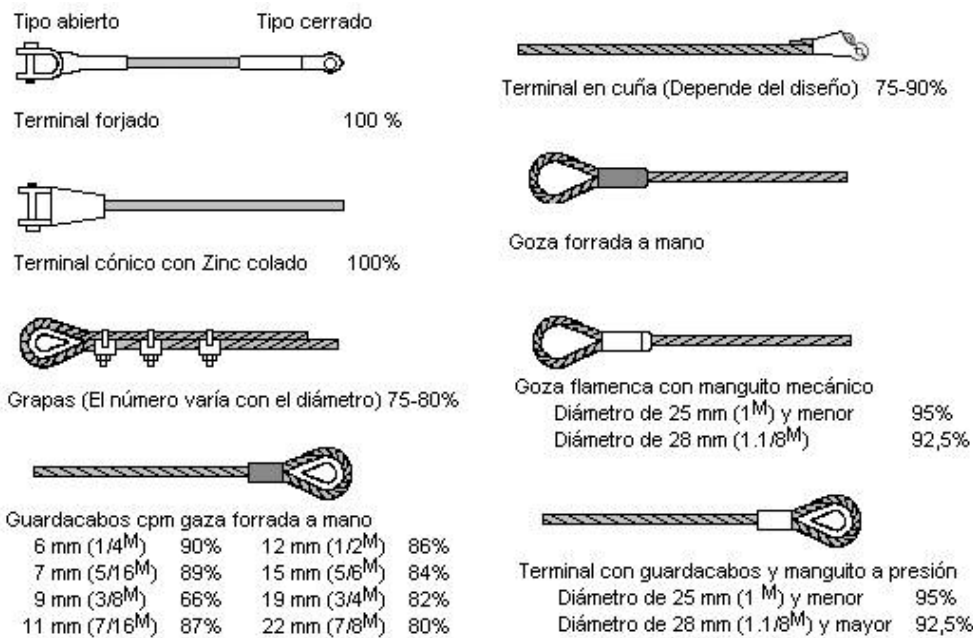


Fig. 8: Rendimiento de la capacidad de carga en función del acoplamiento al terminal

"Es más fiable el empleo de eslingas fabricadas por casas especializadas".

Téngase en cuenta que la capacidad de carga de una eslinga viene determinada por la de su elemento más débil. Dicha capacidad de carga máxima deberá estar marcada en la eslinga, en lugar bien visible.

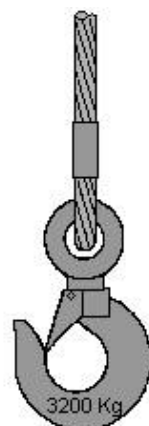


Fig. 9: Señalización marcada en el propio elemento de sustentación

Para determinar la carga de trabajo de una eslinga hay que tener en cuenta que, cuando los ramales no trabajan verticales, el esfuerzo que realiza cada ramal crece al aumentar el ángulo que forman los mismos. Para su cálculo se deberá multiplicar la carga que soporta cada ramal por el coeficiente que corresponde al ángulo.

Ángulo entre ramales	Coefficiente
0°	1,00
40°	1,06
50°	1,10
60°	1,16
70°	1,22
80°	1,31
90°	1,42
100°	1,56
110°	1,75
120°	2,00
130°	2,37
140°	2,93
150°	3,86
160°	5,76

Fig. 10: Sobrecarga en función del ángulo entre ramales de sustentación

Nótese que a partir de 90° el coeficiente crece extraordinariamente y para un ángulo de 120° la carga se ha doblado.

Utilización de las eslingas

Son numerosas las normas que se deberán seguir en la utilización de las eslingas. Señalaremos las siguientes:

- La seguridad en la utilización de una eslinga comienza con la elección de ésta, que deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:
 - Madera: 0,8.
 - Piedra y hormigón: 2,5.
 - Acero, hierro, fundición: 8.

En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.

- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90° y en ningún caso deberá sobrepasar los 120°, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
 - Tres ramales, si la carga es flexible.
 - Dos ramales, si la carga es rígida.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.

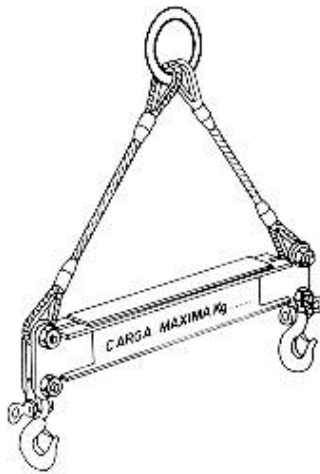


Fig. 11: Pórtico para elevación de cargas

- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.

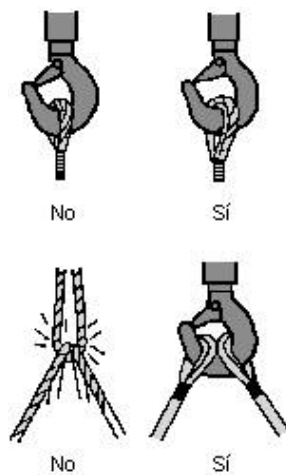


Fig. 12: Aplicación de guardacabos

- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.

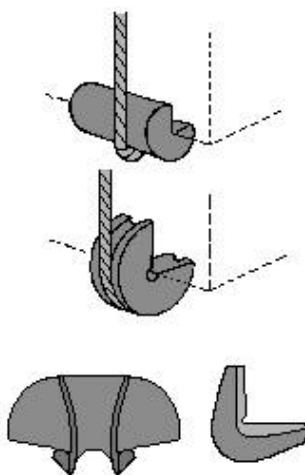


Fig. 13: Cantoneras de protección

- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.

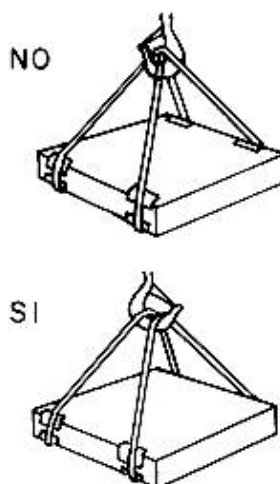


Fig. 14: Necesidad de evitar ramales cruzados

- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 °C. Si la eslinga esta constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80°.

Almacenamiento, mantenimiento y sustitución de eslingas

Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o polvorientas.

No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.

No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.

A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.

La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.

Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.

Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:

- Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.
- Utilizar el lubricante adecuado.
- Engrasar el cable a fondo.

Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.

El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de:

- Más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

También se considerará un cable agotado:

- Por rotura de un cordón.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.
- Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.
- Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.

Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios y terminales, tales como:

- Puntos de picadura u oxidación avanzada.
- Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
- Zonas aplanadas debido al desgaste.
- Grietas.
- Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
- Tuercas aflojadas.

Bibliografía

(1) DIRECTIVA DEL CONSEJO del 9 de noviembre de 1973: 73/361/CEE relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre el certificado y las marcas de los cables, cadenas y ganchos (D.O.C. E., 5-12-74 N° L 335/51).

(2) DIRECTIVA DE LA COMISIÓN de 13 de abril de 1976: 76/434/CEE de adaptación al progreso técnico de la Directiva del Consejo, de 19 de noviembre de 1973, relativa a la aproximación de la legislación de los Estados miembros sobre el certificado y las marcas de los cables, cadenas y ganchos (D.O.C.E., 8-5-76 N° L 122/20).

(3) Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-71).

(4) UNE 27-075: Grilletes de unión para cables y cadenas.

(5) UNE 27-169: Uniones de terminales y cables de acero.

(6) UNE 27-171: Terminales cerrados. Para cables de acero.

(7) UNE 27-172: Terminales abiertos. Para cables de acero.

(8) UNE 27-176-74: Eslingas de cadena.

(9) UNE 36-710-84: Cables de acero para usos generales.

(10) UNE 58-510-80: Guardacabos de cables.

(11) TRENZAS Y CABLES DE ACERO, S.A.: Catálogo.

(12) ARMENGOU MARSANS, Luis M^a

Eslingas. Comunicación a la ponencia Máquinas y Medios Auxiliares de elevación

Reunión Anual de expertos en prevención de riesgos profesionales de las Empresas del S.E.O.P.A.N. Instituto Eduardo Torroja, abril, 1981.

(13) ASOCIACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Prescripciones de Seguridad para cuerdas, cables, cadenas, eslingas y aparejos

Grupo CAE San Sebastián, 2ª edición, enero, 1981.

(14) ENHER

Seguridad en trabajos mecánicos

(15) HELLMUNT ERNST

Aparatos de elevación y transporte. Tomo 1: Principios y Elementos constructivos

Traducción Julio Pinto. Editorial Blume, 1ª edición española, Barcelona, 1970.

(16) MAPFRE

Manual de Prevención para Operaciones Industriales

(17) NATIONAL SAFETY COUNCIL

Recommended Loads for wire rope slings

(18) PEREZ GUERRA

Seguridad en el trabajo de Construcción de Edificios

Ed. Daniel Pérez Guerra, Barcelona, 1969.

(19) TRENZAS Y CABLES DE ACERO, S.A.: El cable es una máquina.