

# ***Guía de buenas prácticas para la elevación de componentes en el sector eólico.***



*Guía elaborada con el apoyo del Gobierno de Navarra y financiada  
por el Instituto Navarro de Salud Laboral.*

*El Gobierno de Navarra no se identifica necesariamente con el  
contenido de los artículos u opiniones que en ella se recogen.*

**2012** CONTIGO  
**AVANZAMOS**

 **Gobierno  
de Navarra**

***Guía realizada por:***

- TESICNOR
- CENIFER

***Colaboración de:***

- Gabriel Fernandez

***Agradecimiento a las empresas:***

- ACCIONA Energía
- ACCIONA Wind power
- ALSTOM Power
- ENERCON
- GAMESA
- GEWE
- IBERDROLA RENOVABLES
- INGETEAN
- MTORRES
- SUZLON
- VESTAS

# ÍNDICE

|                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Prefacio</b>                                                                                                | <b>5</b>  |
| <b>2. Consideraciones básicas de mantenimiento</b>                                                                | <b>6</b>  |
| 2.1. Introducción                                                                                                 | 6         |
| 2.2. Estudio de ingeniería para la manipulación de componentes                                                    | 8         |
| 2.2.1. Introducción y definición de componentes                                                                   | 8         |
| 2.2.2. Selección y dimensionado de los puntos de anclaje                                                          | 10        |
| 2.2.3. Identificación de peligros y evaluación de riesgos                                                         | 11        |
| 2.2.4. Ubicación de los puntos de enganche (estabilidad de la carga, equilibrio estable, evolución de las cargas) | 14        |
| 2.2.5. Afección de los puntos de enganche sobre las piezas                                                        | 15        |
| <b>3. Equipos de elevación (Grúa Móvil Autopropulsada)</b>                                                        | <b>16</b> |
| 3.1. Normativa                                                                                                    | 16        |
| 3.1.1. R.D. 1644/2008, normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.                      | 16        |
| 3.1.2. RD 1215/1997 sobre seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.                        | 20        |
| 3.2. Reglamento nacional de seguridad industrial: R.D. 837/2003 y la ITC MIE AEM-4.                               | 22        |
| 3.2.1. Tipología                                                                                                  | 23        |
| 3.2.2. Mantenimiento, revisiones e inspecciones                                                                   | 25        |
| 3.2.3. Operador y usuario de la grúa móvil autopropulsada                                                         | 27        |
| 3.2.4. Riesgos generales vinculados al uso de las grúas                                                           | 28        |
| 3.2.5. Medidas preventivas                                                                                        | 28        |
| 3.2.6. Protecciones personales                                                                                    | 29        |
| 3.2.7. Carné de operador grúa móvil autopropulsada                                                                | 29        |
| <b>4. Requisitos de los equipos humanos</b>                                                                       | <b>31</b> |
| 4.1. Gruísta                                                                                                      | 31        |
| 4.2. Señalista                                                                                                    | 32        |
| 4.3. Jefe de maniobra                                                                                             | 32        |

|                                                                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.4. Recurso Preventivo .....                                                                                                                         | 33         |
| 4.5. Coordinador de seguridad .....                                                                                                                   | 33         |
| 4.6. Dirección de obra .....                                                                                                                          | 34         |
| <b>5. Útiles de elevación .....</b>                                                                                                                   | <b>35</b>  |
| 5.1. Clasificación de los equipos para la elevación de cargas .....                                                                                   | 35         |
| 5.2. Reglamentación de los equipos de elevación .....                                                                                                 | 43         |
| 5.2.1. Accesorios de elevación .....                                                                                                                  | 43         |
| 5.2.2. Comercialización y puesta en servicio .....                                                                                                    | 43         |
| 5.2.3. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los<br>peligros derivados de las operaciones de elevación ..... | 44         |
| 5.3. Uso de los útiles de elevación .....                                                                                                             | 47         |
| 5.4. Equipos de elevación utilizados en el montaje de parques eólicos .....                                                                           | 52         |
| 5.4.1. Equipo de elevación comprado al fabricante o distribuidor .....                                                                                | 52         |
| 5.4.2. Equipos de elevación fabricados por el Tecnólogo o la empresa de montaje. ....                                                                 | 60         |
| <b>6. Procedimiento de elevación en campo .....</b>                                                                                                   | <b>63</b>  |
| 6.1. Estudio de los acopios sobre el terreno .....                                                                                                    | 63         |
| 6.1.1. Estudio de resistencia del terreno .....                                                                                                       | 63         |
| 6.1.2. Zonas del terreno sobre las que se realizarán los acopio de material .....                                                                     | 64         |
| 6.1.3. Zonas del terreno en las que se situarán las grúas .....                                                                                       | 65         |
| 6.1.4. Presencia de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (distancia de seguridad, RD 614/2001<br>riesgo eléctrico) .....                          | 67         |
| 6.2. Verificación IN SITU .....                                                                                                                       | 68         |
| 6.3. Meteorología .....                                                                                                                               | 75         |
| 6.4. Señalización .....                                                                                                                               | 76         |
| 6.5. Operación .....                                                                                                                                  | 80         |
| 6.6. Emergencias .....                                                                                                                                | 88         |
| <b>ANEXO I: Elevación de personas .....</b>                                                                                                           | <b>91</b>  |
| <b>ANEXO II: Normas une de referencia .....</b>                                                                                                       | <b>98</b>  |
| <b>Bibliografía .....</b>                                                                                                                             | <b>104</b> |



# 1. PREFACIO

El elevado desarrollo del sector eólico en Navarra así como la presencia de importantes tecnólogos y empresas auxiliares, es una buena razón para seguir avanzando en las medidas de prevención y en las buenas prácticas que garanticen la seguridad y salud de los Operadores dedicados a la instalación, mantenimiento y operación de Parques Eólicos.

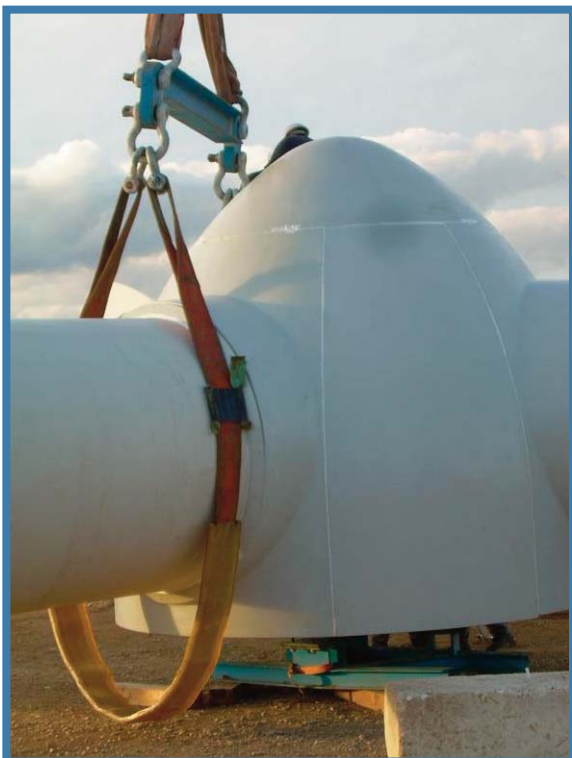
Hasta la fecha se han producido accidentes graves durante el proceso de montaje y mantenimiento de parques eólicos, como consecuencia de caídas componentes durante las operaciones de elevación o ensamblaje, así como golpes y atrapamientos durante su manipulación. Es por ello que la presente guía basada en la experiencia del equipo técnico que desarrollara la guía y en las aportaciones que realizaron los principales tecnólogos, empresas de montaje y empresas de mantenimiento, se centrará en establecer un sistema de buenas prácticas con una visión global dirigida a todos los elementos que intervienen en el proceso; emplazamientos, condiciones meteorológicas, equipos de ele-



vación, medios auxiliares, equipos de montaje, grúas, señalistas, estrobadores, inspectores, técnicos de prevención, recursos preventivos..., de tal manera, que se facilite los sistemas de operación y los procedimientos, instrucciones, controles que perfectamente aplicados garanticen una correcta y segura manipulación de los componentes sin riesgos para los operadores.

La guía de buenas práctica para la elevación de componentes en el sector eólico, pretende ser un instrumento que una vez difundido por el Sector Eólico, pueda ayudar y orientar a los técnicos que realizan los Estudios y Planes de Seguridad y Salud de los Parques Eólicos, de tal manera que en los citados documentos queden perfectamente evaluadas y definidas las medidas de prevención y protección en los procesos de elevación y ensamblaje de componentes. Se pretende también que las directrices y comprobaciones desarrolladas, puedan ser empleadas por los Recursos Preventivos cuando realizan la vigilancia en las operaciones de elevación, al objeto de verificar las condiciones en las que deben realizarse las operaciones.

La guía define y establece los requisitos normativos y técnicos que deben cumplir los equipos de elevación y sus revisiones periódicas así como los procedimientos e instrucciones para la correcta elevación de los componentes, sus radios de acciones, medidas de prevención y protección, riesgos residuales y límites para la elevación de componentes en relación con las condiciones meteorológicas y de visibilidad.



## 2. CONSIDERACIONES BÁSICAS DE MANUTENCIÓN

### 2.1. Introducción

El Estudio para la manipulación de componentes debe estar basado en un riguroso estudio de ingeniería, en el que se parte de las características del componente que se pretende manipular, se establecen sus límites y mediante la aplicación de una correcta metodología se identifican los peligros potenciales durante la manipulación. En el proceso de elevación de componentes durante el montaje o mantenimiento de parque eólico, intervienen un conjunto de factores:

- Materiales o Equipos a manipular
- Útiles de elevación
- Equipos de Elevación (grúas autopropulsadas...)
- Condiciones meteorológicas y factores ambientales
- Equipo humanos
- El sistema de verificación y control



Para que una maniobra u operación de elevación pueda realizarse con éxito, debemos analizar cada uno de los factores señalados, básicamente el *proceso de evaluación de riesgos* supone que, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo existentes (límites), es decir, las características de los componentes, los equipos de trabajo, el medio ambiente de trabajo, incluyendo la organización y las aptitudes, cualificación y experiencia de los operadores que intervienen en el proceso.

Como podemos apreciar los factores son diferentes, materiales, máquinas, personas, condiciones meteorológicas y ambientales. Algunos de estos factores como por ejemplo las máquinas, los útiles de elevación ya disponen de normativa específica que regula el proceso de comercialización, en el que se ha debido considerar el proceso de evaluación de riesgos y aplicación de las medidas de prevención y protección para la puesta en el mercado de un producto seguro. En lo relativo a las personas, uno de los puestos que interviene en el proceso el “Operador de Grúa” también se encuentra normalizado por medio de los correspondientes carnés que acreditan las superación de las pruebas teórico prácticas establecidas.

Trataremos en la presente guía de abordar en los distintos apartados destinados a los factores que intervienen en proceso de elevación, aplicar un proceso lógico como es la identificación de peligros y evaluación de riesgos, mediante la siguiente secuencia:

- **Identificar los peligros** (¿Cuáles son las fuentes con capacidad potencial de producir lesiones o daños a la salud?)
- **Identificar todas las situaciones peligrosas** que pueden presentarse (¿Por qué, cuándo, de qué forma los trabajadores están expuestos a los peligros identificados?)
- **Identificar los sucesos que pueden dar lugar a que se produzca una lesión o un daño a la salud** (¿Qué hecho(s)/causa(s)/factor(es) debe(n) ocurrir para que se pueda producir una lesión o un daño a la salud?)
- **Estimar el riesgo** existente.
- **Tomar decisiones sobre la necesidad o no de reducir el riesgo.**

Si se toma la decisión de que es necesario reducir el riesgo, habrá que aplicar las adecuadas medidas preventivas que, por orden de preferencia, son:

- Medidas de **prevención intrínseca** (de aplicación limitada para equipos ya en uso);
- Medidas de protección (**resguardos y/o dispositivos de protección**) y otras medidas de protección complementarias a incorporar en el equipo de trabajo;
- Medidas de **información, formación y de organización del trabajo**, así como la utilización de equipos de protección individual, si es preciso.

Al seguir estos procesos de evaluación y reducción de riesgos, se debe comprobar si se han generado peligros adicionales. En caso afirmativo, se añadirán a la lista de peligros identificados a los que hay que aplicar los mismos procesos.

En alguno de los factores podremos aplicar métodos sencillos para determinar las medidas necesarias, ya que o bien existe literatura suficiente para ello, o bien existen equipos de trabajo similares, en condiciones de utilización semejantes, con peligros y riesgos comparables, para los que las soluciones están muy difundidas y su eficacia es conocida.

En otros casos y dado el reciente desarrollo de los parques eólicos así como su constate evolución, será necesario seguir el proceso de evaluación más complejos. Conviene recordar que la severidad del posible daño y la probabilidad de que se produzca dicho daño son los elementos para estimar el riesgo (calificar el nivel de riesgo). A su vez la probabilidad de que se produzca un daño depende: de la frecuencia y duración de la exposición al peligro; de la probabilidad de que ocurra un suceso que pueda dar para dicho daño (suceso peligroso); y de la posibilidad técnica o humana de evitar o limitar el daño. En el caso de que sea necesario reducir el riesgo, es posible que haya que aplicar estos procesos de forma repetitiva, hasta tener la garantía de que **las medidas preventivas seleccionadas son las más adecuadas**.



Esta forma de proceder es la que permite también elegir los equipos mejor adaptados a las condiciones específicas de cada empresa, así como instalar dichos equipos y organizar el trabajo en torno a ellos, de manera que se garantice el mejor nivel de seguridad posible.

## 2.2. Estudio de ingeniería para la manipulación de componentes:

El Estudio para la manipulación de componentes debe estar basado en un riguroso estudio de ingeniería, en el que se parte de las características del componente que se pretende manipular, se establecen sus límites y mediante la aplicación de una correcta metodología se identifican los peligros potenciales durante la manipulación, tratando en primer lugar de eliminarlos, evitarlos o reducir al máximo. Aquellos peligros que no se puedan evitar, deben ser evaluados para determinar la magnitud del riesgo y en consecuencia establecer las medidas de protección, control, formación e información que permita realizar la manipulación del componente garantizando la seguridad de los operadores que intervienen en el proceso y evitando también posibles daños a los equipos e instalaciones.

La **ingeniería** de elevación es la rama de la ingeniería que estudia, diseña y ejecuta los equipos y maniobras necesarias para la elevación y posicionamiento de cargas. Se suele reservar este término para cargas de especial dificultad en su posicionamiento, por su peso, dimensiones u otras circunstancias. Este término proviene del inglés *lifting engineering*, empleado habitualmente como sinónimo de *Heavy lifting* (izado pesado).

Una parte importante de los trabajos de **ingeniería de elevación**, son las maniobras de elevación que en muchos casos requieren de proyectos específicos donde es necesario analizar los más mínimos detalles. La Oficina Técnica debe contar con un equipo de ingenieros cualificados y supervisados por el Director Técnico y asesorado por el Director de Operaciones. En el diseño, cálculo y desarrollo de proyectos se utilizarán las herramientas informáticas actualizadas, tales como programas de cálculo por elementos finitos, diseño en 3D.

### 2.2.1. Introducción y definición de componentes

Aunque son muchos los componentes que forman parte de un aerogenerador la presente guía aborda principales componentes que se manipulan durante el montaje en campo de un aerogenerador. Los elementos más importantes de los aerogeneradores, son: las palas, el buje, el equipo multiplicador de potencia, los ejes de alta y baja velocidad, el generador, el controlador electrónico la torre. En la Figura 1.1. se muestra un dibujo de un aerogenerador detallando cual es cada parte.

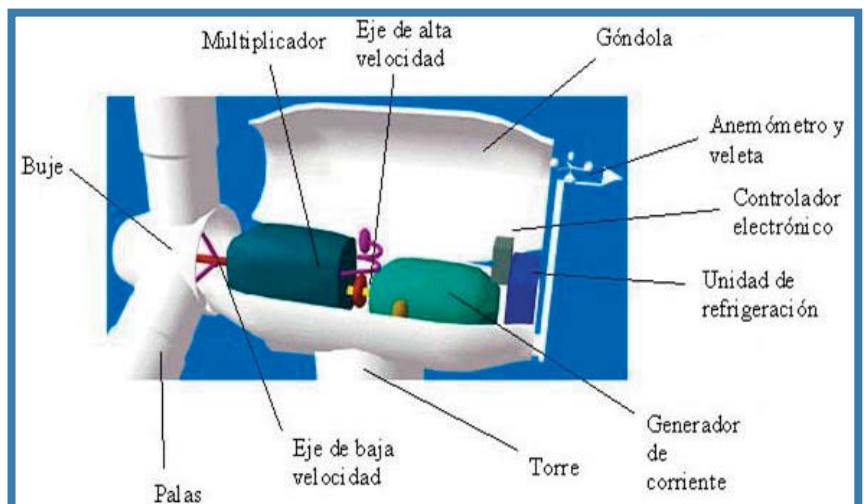


Figura 1.1.

**Las palas** son los elementos del aerogenerador que capturan la energía cinética del viento. Todas las palas del aerogenerador se unen de forma solidaria a un soporte denominado buje o cubo.

**El buje** es el elemento que realiza la unión de todas las palas del aerogenerador. El buje se monta sobre el eje de baja velocidad, desde el cual se transmite el par motriz a la transmisión de potencia del aerogenerador (normalmente al multiplicador).

El equipo que permite la multiplicación de velocidad, adaptando el eje de baja velocidad al eje de alta velocidad donde se acopla el generador recibe el nombre de **multiplicador**. Los ejes son los elementos de transmisión que



Fotografía elevación pala

acoplan el multiplicador con las palas (**eje de baja velocidad**) y el multiplicador con el generador (**eje de alta velocidad**). El eje de alta velocidad está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

**El generador** está formado por una máquina eléctrica encargada de transformar la energía mecánica de rotación en energía eléctrica. Al ser una máquina eléctrica se compone de un rotor (parte móvil que genera un campo magnético variable al girar las palas) y un estator (parte fija sobre la que se genera la corriente eléctrica inducida).

buje en campo, flejado para su protección durante el transporte.



Excepcionalmente, algunos aerogeneradores incorporan un controlador electrónico que tiene un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación y la posición de las palas así como la orden de dirigir los frenos. Éste es el caso de aerogeneradores de grandes potencias, como los que se ven en los parques eólicos.

**La nacelle** o góndola es la estructura en la cual se montan los distintos componentes del aerogenerador. En la góndola se montan el buje, el multiplicador de velocidad, los ejes y el generador.

Finalmente la torre es el componente que sustenta todo el conjunto del aerogenerador y le une al suelo.

Los aerogeneradores llegan despiezados para su montaje en campo. Las piezas de más complicado transporte son:

- Generalmente dependiendo de la altura, tres tramos de la torre tubular.
- Góndola completa, incluyendo los cables de conexión a la unidad de control.
- Las tres palas del rotor independiente.
- Buje del rotor, cono de protección y mecanismo de actuación de los frenos mecánicos.
- Unidad de control.
- Accesorios (escalera, línea de seguridad, tornillos de ensamblaje, puertas, sujeciones varias, etc.)

Para el proceso de montaje de las piezas que componen el aerogenerador se utilizan dos grúas, en las disposiciones y con las distancias mínimas de seguridad que se indican en los planos.

Una vez trasladados a pie de instalación todos los equipos y subconjuntos de que consta el aerogenerador el montaje del mismo se comienza con el ensamblado de la torre.

### 2.2.2. Selección y dimensionado de los puntos de anclaje

Los criterios para la selección, el dimensionamiento y la disposición de los anclajes para la manipulación de componentes en las distintas fases transporte, montaje y mantenimiento, deben ser la seguridad, rentabilidad y fácil manejo. Todos los anclajes de los componentes deben ser dimensionados por cálculos de ingeniería en relación con las cargas reales. Para ello es necesario tener en cuenta:

- Peso propio del componente
- Fuerzas de aceleración en el levantamiento con la grúa
- Disposición geométrica de los anclajes en el componente
- Suspensión estática indefinida
- Fuerza oblicua con aparatos de suspensión de varias sogas
- Fuerza transversal al levantar placas colocadas en horizontal
- Fuerza de viento

#### Control de calidad

El control de calidad es imprescindible para garantizar la seguridad del sistema de anclaje de componente. Deberá llevarse a cabo la supervisión de la calidad según un sistema definido, que abarca todas las fases del proceso productivo, desde los controles de entrada de los anclajes, pasando por la supervisión de su instalación, hasta los controles de salida de los componentes. Se realizarán ensayos en laboratorio certificados, con máquinas para ensayar la resistencia a la tracción, realizándose pruebas de rotura con muestras tomadas a lo largo del proceso productivo. Además, se llevará a cabo un control permanente de la precisión de medidas de la longitud de prensado, diámetro, paso de la rosca, espesor de capas de protección contra la corrosión, etc.

#### Montaje y empleo según las instrucciones de montaje

El Departamento de Ingeniería elaborará las correspondientes instrucciones de montaje y empleo, en las que se tendrá en cuenta:

- La influencia de la carga
- Enroscar completamente las partes roscadas
- Pares de apriete

Las instrucciones de montaje deben incluir:

- Información sobre la carga de trabajo
- Requisitos de montaje / empleo
- Casos de carga y limitaciones
- Distancias mínimas al borde y distancias entre ejes
- Espesor de los elementos

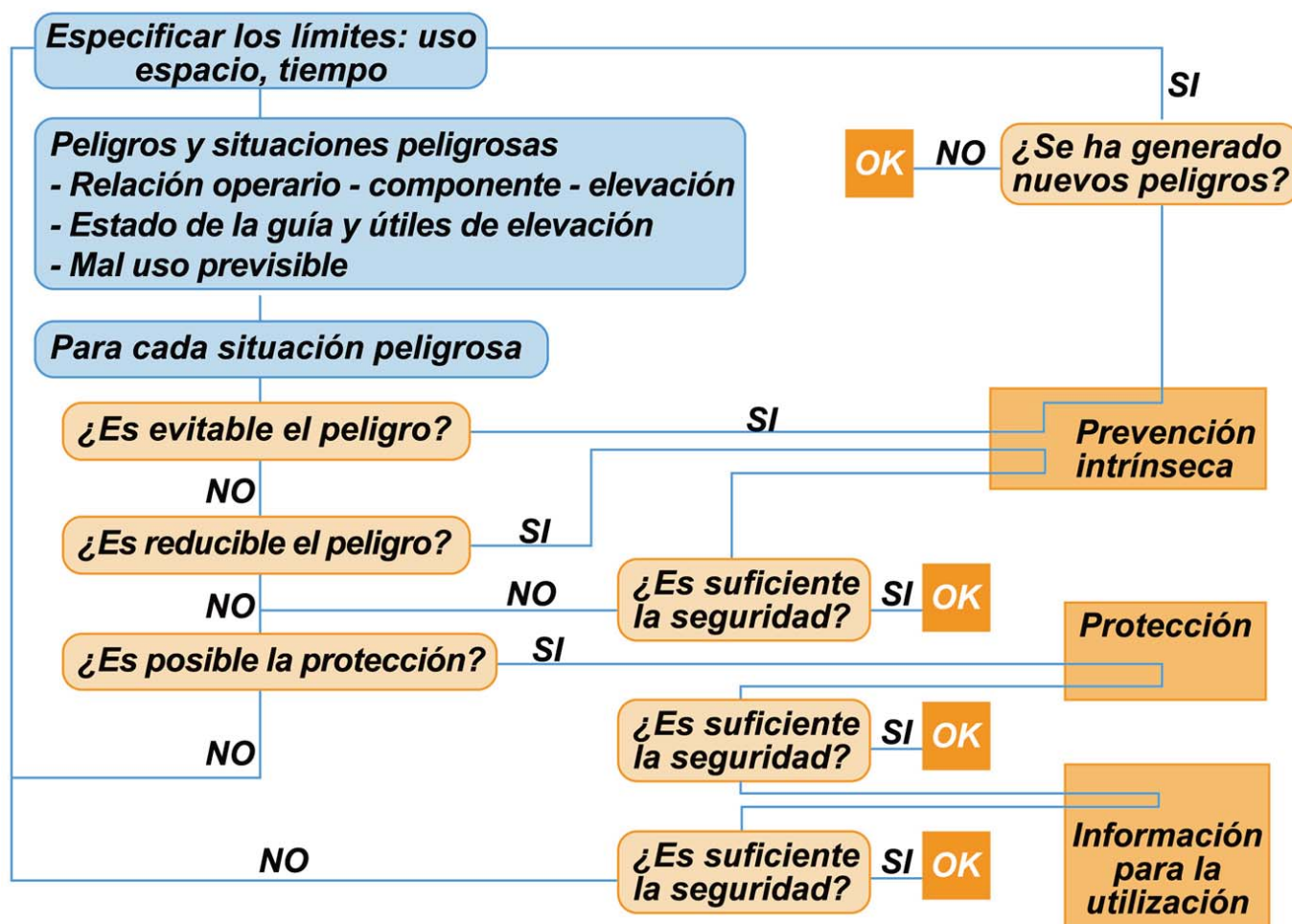


## Señalización

Los puntos de anclaje deberán estar correctamente señalizados en el componente. Se recomienda establecer un código de colores (un color para cada nivel de carga) garantiza una mayor seguridad y facilita el manejo en las operaciones de montaje.

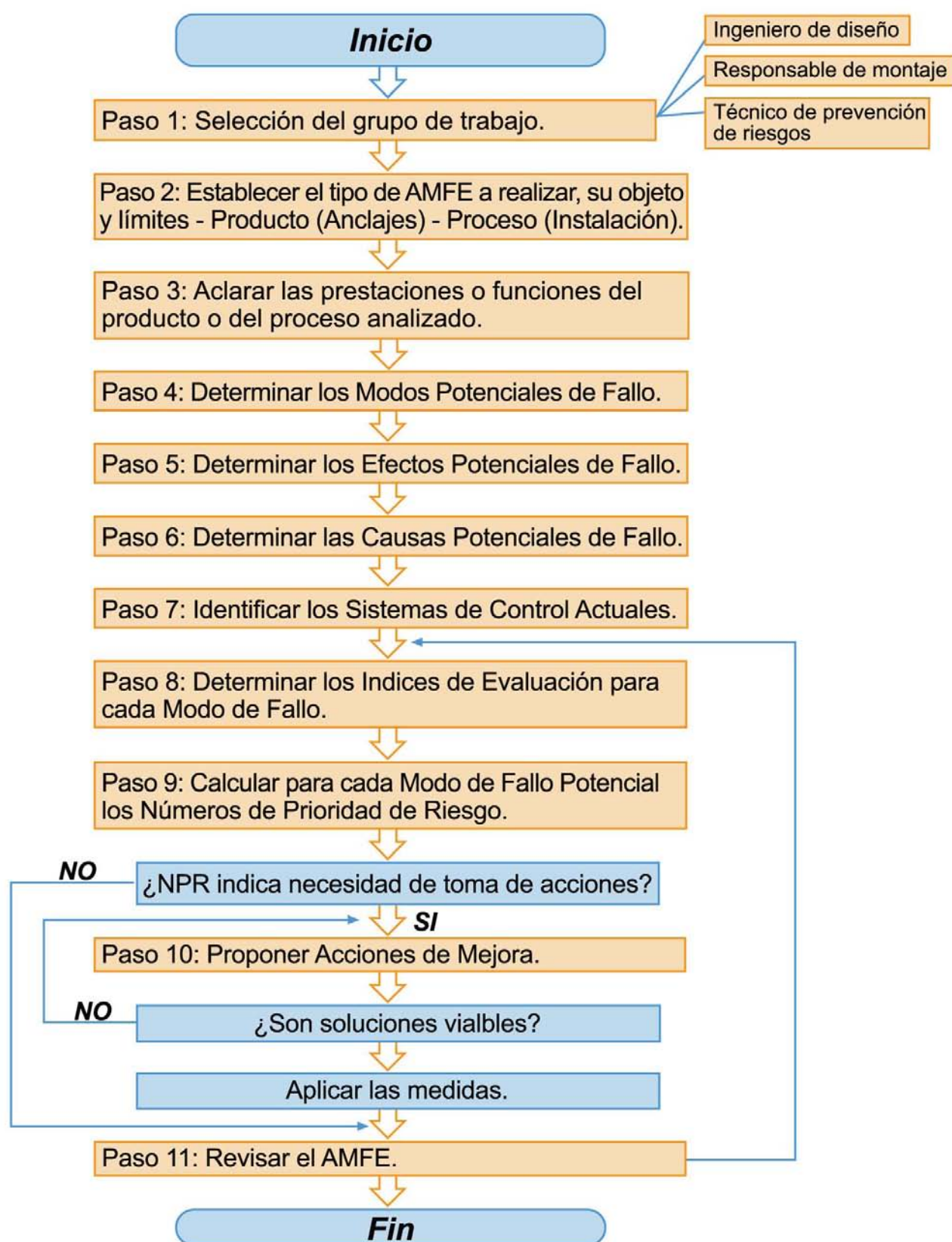
### 2.2.3. Identificación de peligro, evaluación de riesgos, medidas de prevención y protección adoptadas

Si bien hemos propuesto en la introducción de la guía una metodología para la evaluación de riesgos según el siguiente esquema, que puede ser válida para algunos componentes, proponemos que en la evaluación de riesgos asociada a la manipulación de los componentes, se realice un análisis modal de fallos y efectos AMFE.



El AMFE es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer tanto en el producto (anclajes) como en el proceso de instalación de los anclajes en los componentes para su elevación.







## Identificación de los peligros asociados a la elevación de componente

Para facilitar la aplicación del AMFE, se exponen una relación de peligros que pueden estar presentes en las operaciones de elevación:

### 1. Intervención de personas en la elevación del componente:

- Peligro de aplastamiento, cizallamiento, corte, enganche, arrastre, atrapamientos, impacto, perforación, fricción, abrasión, proyección de fluido a presión .
- Peligro eléctrico.
- Peligro térmico.
- Peligro de ruido.
- Materiales y sustancias.
- Posturas, ergonomía, errores humanos

### 2. Los anclajes o su instalación no realiza la función prevista por :

- Variación en características del material.
- Fallo de un componente
- Fallo del anclaje
- Perturbaciones externas (choques, vibraciones, campos electromagnéticos).
- Errores o deficiencias de diseño (errores de programa).

### 3. Mal uso en la elevación del componente:

- Fallo de atención (no deliberada).
- Actos reflejos.
- Ley del mínimo esfuerzo.

### 4. Protecciones contra peligros mecánicos

- Analizar las seguridades en la elevación del componente frente a las soluciones implantadas contra peligros mecánicos.
- Ubicación de los puntos de enganche (estabilidad de la carga, equilibrio estable, evolución de las cargas).
- Afección de los puntos de enganche sobre el componente.

## 2.2.4. Ubicación de los puntos de enganche (estabilidad de la carga, equilibrio estable, evolución de las cargas).

Una carga oscila siempre con el centro de gravedad en línea perpendicular debajo del gancho de grúa. Si los anclajes se disponen de forma simétrica al centro de gravedad, se garantiza una suspensión estática determinada, p. ej. mediante un dispositivo de compensación, y la long. de detención del aparato de susp. es igual para todas las sogas, las cargas del anclaje serán iguales.

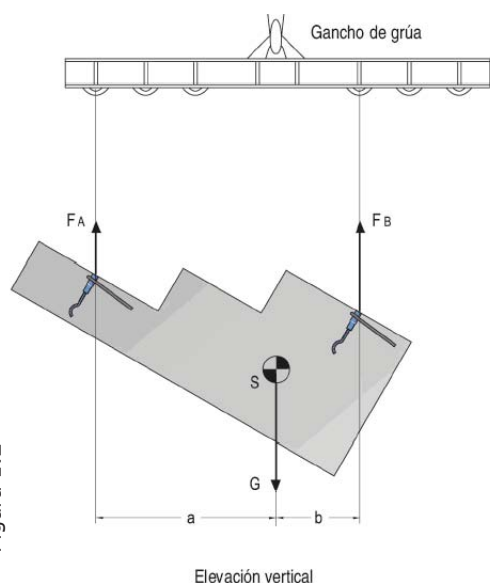


Figura 1.2

Si no es posible una disposición simétrica respecto del centro de gravedad, la pieza prefabricada de hormigón dará vueltas al ser elevada hasta que el centro de gravedad coincida bajo el gancho (véase la fig. 1.2.). Si el centro de gravedad se encuentra dentro de una sup. circunscrita por los anclajes, todos los anclajes serán cargados, aunque con alturas diferentes. Las diversas cargas del anclaje se pueden calcular en casos sencillos de dos anclajes del lado frontal o tres anclajes en una sup. de placas. Véase el ejemplo de un aparato de suspensión de dos sogas:

En caso de que el centro de gravedad se encuentre fuera de la superficie circunscrita por los anclajes, algunos anclajes no sustentarán carga alguna y el componente volcará y caerá.

### Fuerzas de aceleración en el levantamiento

Con la aceleración producida al levantar, girar, transportar y depositar un componente con la grúa pueden generarse otras fuerzas, debido a los efectos de inercia de la masa. A mayor aceleración, más fuerzas. Para ello se introduce el factor de carga por elevación (véase la tabla 1), que se multiplicará por el peso del componente.

| Equipo de elevación |                                                                             | Factor carga elev. f       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|                     | Grúas giratorias de torre para empresas de construcción (H <sub>1</sub> )   | f = 1.1-1.3                |
|                     | Autogrúas (H <sub>2</sub> )<br>Autogrúa de cargas pesadas (H <sub>1</sub> ) | f = 1.2-1.6<br>f = 1.1-1.3 |
|                     | Puentes de carga,<br>Grúas de pórtico (H <sub>2</sub> )                     | f = 1.2-1.6                |
|                     | Excavadoras,<br>dependiendo de la tracción                                  | f = 1.6-2.5                |
|                     | Carretilla elevadora                                                        | f = 1.6-3.0                |

Tabla 1

### 2.2.5. Afección de los puntos de enganche sobre la pieza

No solamente la seguridad debe ser un factor a tener en cuenta a la hora de establecer el sistema de elevación en los componentes, la afección a un componente por un mal diseño de los puntos de enganche, puede provocar roturas o daños que inutilicen el componente o exijan una costosa reparación. En las siguientes figuras, aparecen diferentes componentes y daños más frecuentes por afecciones de los puntos de enganche.



AFECCIONES EN EL BUJE, FIBRA, PINTURA



AFECCIONES EN NACELLE, FIBRA, PINTURA



AFECCIONES EN PALAS, FIBRA, PINTURA



AFECCIONES EN TUBOS, PINTURA

## **3. EQUIPOS DE ELEVACIÓN (Grúa Móvil Autopropulsada)**

### **3.1. Normativa:**

La seguridad de los trabajadores es una inquietud que alcanza cada día mayor interés. Muestra de ello, es que la Unión Europea ha elaborado varias directivas que obligan a sus estados miembros a conservar leyes para la fabricación y utilización segura de equipos.

La normativa de referencia en este campo se enumera a continuación:

**REAL DECRETO 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

**REAL DECRETO 1215/1997**, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

**REAL DECRETO 837/2003**, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.



#### **3.1.1 Real Decreto 1644/2008 normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.**

El Real Decreto 1644/2008 tiene por objeto establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas para garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

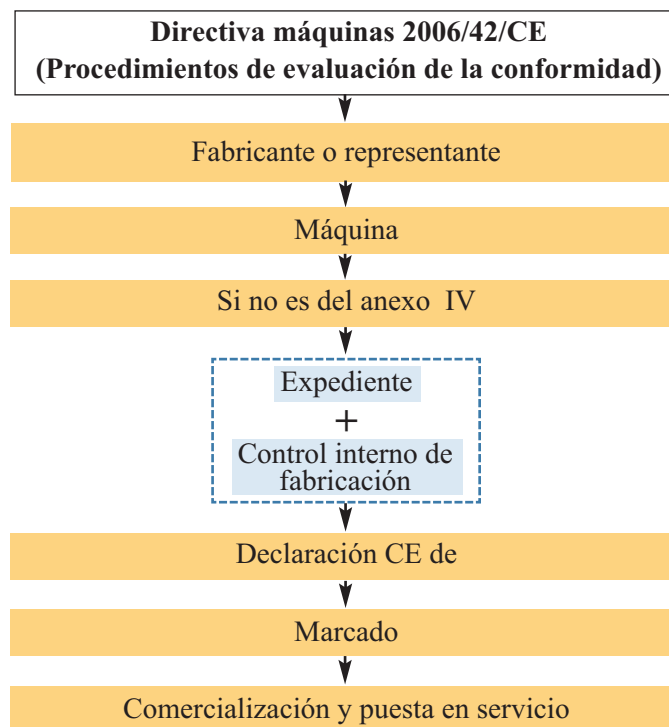
Para poder comercializar y usar una grúa móvil autopropulsada conforme a la normativa vigente, ésta debe seguir una serie de pasos, que se describen a continuación. El objetivo será la obtención del marcado CE, que acredita que se han llevado a cabo todos los pasos pertinentes para disponer de una máquina segura:

Según el RD 1644/2008, las grúas móviles autopropulsadas se pueden englobar dentro del marco de sus definiciones. Al no pertenecer al grupo de máquinas del anexo IV de dicho real decreto, el camino que debe seguirse para la obtención del marcado CE, es en primer lugar la elaboración de un expediente técnico para demostrar la conformidad de la máquina con los requisitos de la directiva.

Además de esto hay que realizar un control interno de fabricación para asegurarse de que se están tomando las medidas necesarias para garantizar la conformidad del producto.

Después de este paso, se obtendrá la declaración CE de conformidad de la máquina, y por último, se podrá colocar el marcado CE en la máquina. Las características del marcado tienen que ser con arreglo a la directiva.

Cuando acaba este proceso puede realizarse la comercialización y puesta en servicio de la máquina.



A continuación se describen los puntos del diagrama anterior:

#### **Fabricante:**

Es quien asume la responsabilidad del diseño y de la fabricación de una máquina o de una cuasi máquina. Puede estar establecido en la Comunidad o fuera de ella. Se considera fabricante a quien cambia el uso previsto de una máquina, asumiendo la responsabilidad de las consecuencias que deriven de ello, a quien fabrica máquinas o componentes de seguridad para su propio uso y a quien monta máquinas, cuasi máquinas o partes de máquinas de origen diferentes.

Las obligaciones del fabricante son:

- Cumplir los requisitos esenciales de seguridad y de salud pertinentes.
- Elaborar el expediente técnico.
- Suministrar información sobre la máquina.
- Llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad.
- Elaborar la declaración “CE” de conformidad.
- Colocar el marcado “CE” y determinadas informaciones en la máquina.

#### **Máquina:**

En el sentido más estricto de la palabra se puede decir que máquina es:

- Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal.



- Conjunto como el indicado en el primer guión, al que solo le falten los elementos de conexión a las fuentes de energía y movimiento.
- Conjunto como los indicados en los guiones primero y segundo, preparado para su instalación que solamente pueda funcionar previo montaje sobre un medio de transporte o instalado en un edificio o una estructura.
- Conjunto de máquinas como las indicadas en los guiones primero, segundo y tercero anteriores o de cuasi máquina que, para llegar a un mismo resultado, estén dispuestas y accionadas para funcionar como una sola máquina.
- Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados con objeto de elevar cargas y cuya única fuente de energía sea la fuerza humana empleada directamente.

Las grúas móviles autopropulsadas pertenecen a este grupo de definiciones, aunque también es cierto que en el sentido más amplio, se aplica el término máquina a los equipos intercambiables, componentes de seguridad, accesorios de elevación, cables, cadenas y cinchas y dispositivos amovibles de transmisión mecánica.

#### **Expediente Técnico de las máquinas:**

El fabricante debe demostrar la conformidad de la máquina con los requisitos de la directiva, y para evaluarlo, debe referirse al diseño, fabricación y funcionamiento de la máquina.

El expediente técnico constará de un expediente de fabricación integrado por:

- Descripción general de la máquina.
- Plano de conjunto y planos de los circuitos de mando, con descripciones y explicaciones para comprender el funcionamiento de la máquina.
- Planos detallados y completos que permitan verificar la conformidad de la máquina con los requisitos esenciales de seguridad y de salud (acompañados, si da lugar, de notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc.).
- Documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo una lista de los requisitos esenciales aplicados y la descripción de las medidas preventivas aplicadas, con indicación en su caso, de los riesgos residuales.
- Normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, indicando los requisitos esenciales cubiertos por dichas normas.
- Cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante o por un organismo.
- Un ejemplar del manual de instrucciones.
- En su caso, declaración de incorporación de las cuasi máquinas incluídas, con sus instrucciones montaje.
- En su caso, copia de la declaración CE de conformidad de cada una de las máquinas o productos incorporados a la máquina.
- Copia de la declaración CE de conformidad.



En caso de fabricación en serie, también constará de las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las máquinas de la directiva.

### **Control interno de fabricación:**

El fabricante debe tomar las medidas necesarias para que el proceso de fabricación se desarrolle de modo que quede garantizada la conformidad de la máquina fabricada con el expediente técnico y con los requisitos de la directiva.

### **Requisitos esenciales de seguridad y salud:**

Son requisitos obligatorios y su objetivo es establecer un elevado nivel de seguridad.

El fabricante o su representante autorizado debe garantizar que se realice una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos esenciales de seguridad y salud que se aplican a la máquina.

Mediante un proceso iterativo de evaluación y reducción de riesgos el fabricante, o su representante autorizado deben:

- Determinar los límites de la máquina, lo que incluye el uso previsto y el mal uso razonablemente previsible.
- Identificar los peligros generados por la máquina y las correspondientes situaciones peligrosas.
- Estimar los riesgos, teniendo en cuenta la gravedad de las posibles lesiones o daños para la salud y la probabilidad de que se produzcan.
- Valorar los riesgos, con objeto de determinar si se quiere una reducción de los mismos, con arreglo al objetivo de la directiva.
- Eliminar los peligros o reducir los riesgos derivados de los mismos, mediante la aplicación de medidas preventivas, en el orden de prioridad siguiente:
  - Diseño inherente seguro.
  - Medidas de protección.
  - Medidas de formación (riesgos residuales, necesidades de formación, de protección individual...).

La máquina deberá ser diseñada y fabricada teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de riesgos.

### **Declaración CE de conformidad de las máquinas:**

El contenido de la declaración CE de conformidad se muestra a continuación:

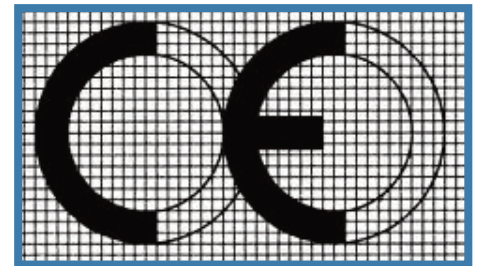
- Razón social y dirección completa del fabricante y , en su caso, de su representante autorizado.
- Nombre y dirección de la persona facultada para recopilar el expediente técnico, establecida en la comunidad.
- Descripción e identificación de la máquina incluyendo denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial.
- Párrafo que indique expresamente que la máquina cumple todas las disposiciones aplicables a la Directiva 2006/42/CE.

- Si procede, párrafo para declarar que la máquina es conforme con otras directivas comunitarias y/o disposiciones pertinentes.
- Si se ha aplicado el examen CE tipo, el nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado y el número del certificado.
- Si se ha aplicado el procedimiento de aseguramiento de calidad total, el nombre, dirección y número de identificación del organismo notificado que haya aprobado dicho sistema de calidad.
- Referencia de las normas armonizadas, o de otras normas o especificaciones técnicas que se hayan aplicado.
- Lugar y fecha de la declaración.
- Identificación y firma de la persona apoderada para redactar la declaración, en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

#### **Marcado CE:**

Se compone de las iniciales CE diseñadas de la siguiente manera y acompañada del nº de identificación del organismo notificado (cunado aplique el procedimiento de aseguramiento de la calidad total).

El marcado CE implica el cumplimiento de otras directivas aplicables que exijan la colocación del mismo.



Este marcado debe colocarse junto al nombre del fabricante o de su representante autorizado.

Cuando un Estado Miembro compruebe que una máquina que lleve el marcado CE, acompañada de la declaración de conformidad y utilizada de acuerdo con su uso previsto o en condiciones razonablemente previsibles, puede poner en peligro la salud y la seguridad de las personas y, en su caso, de animales domésticos o de bienes, adoptará todas las medidas necesarias para retirar dicha máquina del mercado, prohibir su comercialización y/o su puesta en servicio o limitar su libre circulación.

Sería motivo de no conformidad si no se cumplieran los requisitos esenciales, la aplicación incorrecta de las normas armonizadas y un defecto en las propias normas armonizadas

### ***3.1.2 Real Decreto 1215/1997 sobre seguridad y salud para la utilización por de los equipos de trabajo.***

El RD 1215/97 (transcripción de la directiva europea 85/665/CEE que promueve medidas para la mejora de las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores) en su artículo 3, Obliga al empresario desde el año 1997, a adoptar las medidas necesarias para poner a disposición de los trabajadores equipos seguros para su utilización.

Debe tener en cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo. Se debe establecer un mantenimiento de acuerdo a las instrucciones del fabricante para que las grúas mantengan las condiciones de seguridad iniciales.

Además, también se debe garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciben la formación e información pertinente sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos y de las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

En este real decreto también se establecen cuáles son las condiciones mínimas que deben tener los equipos de elevación para que se puedan usar de forma segura, sin poner en peligro la salud de los trabajadores.

#### **Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas:**

- Deberán estar instalados firmemente cuando se trate de equipos fijos. Se debe garantizar su solidez y estabilidad durante el empleo.
- En las máquinas para elevación de cargas deberá figurar una indicación claramente visible de su carga nominal y, en su caso, una placa de carga que estipule la carga nominal de cada configuración de la máquina.
- Los que estén instalados de forma permanente, deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga se caiga, se suelte, desvíe o golpee a los trabajadores.
- Las máquinas para elevación o desplazamiento de trabajadores deberán poseer las características apropiadas para:
  - Evitar los riesgos de caída del habitáculo.
  - Evitar los riesgos de caída del usuario fuera del habitáculo.
  - Evitar los riesgos de aplastamiento y aprisionamiento.
  - Garantizar la seguridad de los trabajadores que en caso de accidente queden bloqueados en el habitáculo y permitir su liberación.

#### **Condiciones generales de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas:**

- Los equipos de trabajo desmontables o móviles, deben garantizar la estabilidad del equipo durante su uso.
- La elevación de trabajadores sólo se hará con equipos previstos para ello.
  - No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada.
  - El puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de emergencia.
- Se debe evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de prensión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación deberán estar claramente marcados para permitir que el usuario conozca sus características, si no se desmontan tras empleo.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.

**Cuando se trate de equipos para la elevación de cargas no guiadas se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:**

- Si se utilizan dos o más equipos de manera que pueden solaparse sus campos de acción, deben adoptarse medidas para evitar choques entre los equipos o cargas.
- Se deben tomar medidas para evitar balanceos, vuelcos, desplazamientos y deslizamientos.
- Si el operador no puede observar el trayecto de la carga deberá designarse un encargado para señalar y comunicar las instrucciones oportunas al operador. Se deberán también adoptar las medidas organizativas necesarias para guiarle y evitar colisiones.
- Un trabajador que esté colgando o descolgando una carga a mano, debe poder realizarlo con toda seguridad.
- Todas las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas adecuadamente y efectuadas de tal manera que se proteja la seguridad de los trabajadores.

Cuando se eleven cargas de más de un equipo simultáneamente deberá elaborarse y aplicarse un procedimiento con el fin de garantizar una buena coordinación de los operadores.

- Si algún equipo no puede mantener las cargas en caso de avería de la alimentación de energía, deberán adoptarse medidas para evitar que los trabajadores se expongan a los riesgos correspondientes.

Las cargas suspendidas no deberán quedar sin vigilancia, salvo si es imposible el acceso a la zona de peligro y si la carga se ha colgado con toda seguridad y se mantiene de forma completamente segura.

- Cuando debido a las condiciones meteorológicas puedan existir riesgos para la seguridad de funcionamiento, y consecuentemente para la integridad de los trabajadores, deberán adoptarse medidas adecuadas de protección, destinadas especialmente a impedir el vuelco del equipo de trabajo.

## ***3.2. Reglamentación nacional de seguridad industrial: R.D. 837/2003 y la ITC MIE AEM-4***

Según el REAL DECRETO 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4, se puede definir grúa móvil autopropulsada como aparato de elevación de funcionamiento discontinuo, destinado a elevar y distribuir en el espacio cargas suspendidas de un gancho o cualquier otro accesorio de aprehensión, dotado de medios de propulsión y conducción propios o que formen parte de un conjunto con dichos medios que posibilitan su desplazamiento por vías públicas o terrenos.

En este real decreto se hace una definición de los componentes básicos de las grúas como aparejo, base de grúa, cabina, contrapeso, corona de orientación, dispositivo de puesta en veleta o giro libre, estabilizadores, estructura giratoria, final de carrera de órgano de aprehensión, indicador del ángulo de pluma, indicador de carga en gancho, indicador de longitud de pluma, indicador de momento de carga, limitador de cargas, mecanismos de elevación, mecanismos de extensión de la pluma, mecanismo de inclinación de la pluma, mecanismo de orientación, órgano de aprehensión, pluma y suplemento de apoyo.

También se refiere a los distintos tipos de movimientos y tipos de velocidades que es capaz de realizar, así como de todos los parámetros relacionados con la base, dimensionales y de carga.



### 3.2.1 Tipología

Las grúas pueden clasificarse en función de la base sobre la que van montadas, según su estructura, los tipos de plumas y según los equipos especiales:

#### Clasificación de grúas según la base sobre la que va montada:

- *Montada sobre ruedas*: aquella cuya base está equipada de ruedas para su desplazamiento, que puede ser de desplazamiento rápido, todoterreno o mixta (desplazamiento rápido todoterreno).
- *Montada sobre cadenas*: aquella cuya base está equipada de cadenas para su desplazamiento.
- *Montada sobre bases especiales*: aquella cuya base está equipada para su desplazamiento de otros distintos de ruedas o cadenas.



Sobre ruedas



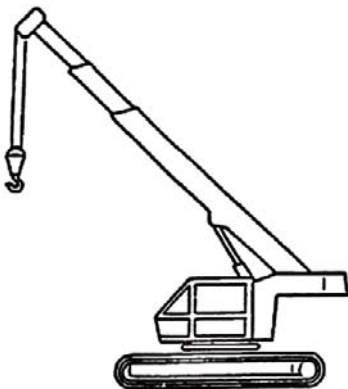
Sobre cadenas



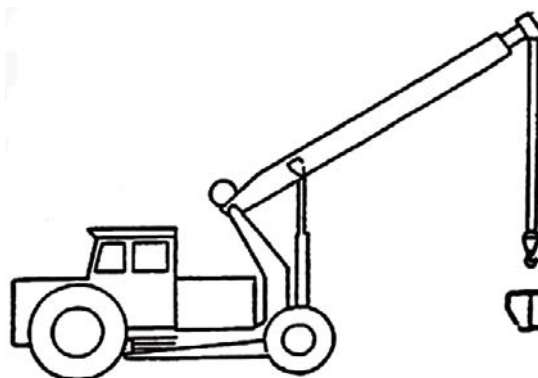
Sobre bases especiales

#### Clasificación según su estructura:

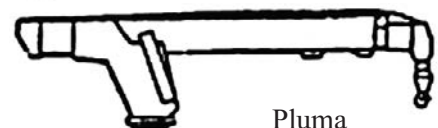
- *De estructura giratoria*: aquella cuya estructura superior completa, incluida pluma y equipo de mando, gira sobre su base.
- *De pluma giratoria*: aquella cuya estructura superior, incluida la pluma, sin equipo de mando, gira sobre su base.
- *De pluma fija*: aquella cuya estructura superior, incluida la pluma, es fija respecto a su base.
- *Grúa articulada*: aquella cuya estructura superior, incluida la pluma, es fija respecto a una base articulada.



Sobre cadenas, estructura giratoria  
y pluma telescópica



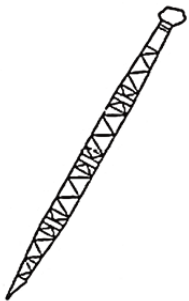
Sobre ruedas, articulada y pluma



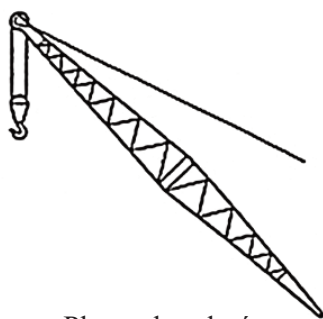
Pluma

### Clasificación según los tipos de plumas:

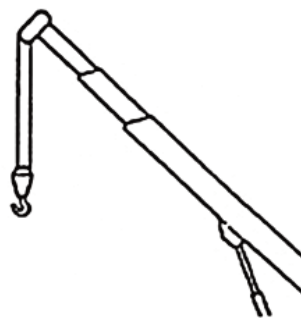
- Pluma de longitud fija: pluma de longitud de funcionamiento fija que puede variarse con la incorporación o eliminación de elementos, pero no puede modificarse durante el ciclo de trabajo.
- Pluma de celosía: pluma de longitud fija de estructura de tipo de celosía.
- Pluma telescópica: formada por varias secciones que permiten variar su longitud por un procedimiento telescópico.
- Pluma sobre mástil: montaje compuesto de una pluma dispuesta en, o cerca de la cabeza de un mástil vertical o casi vertical.



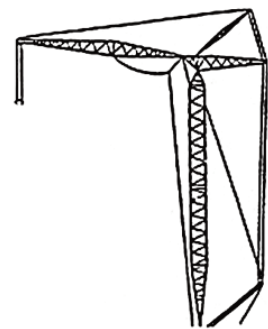
Pluma de longitud fija



Pluma de celosía



Pluma telescópica



Pluma sobre mástil

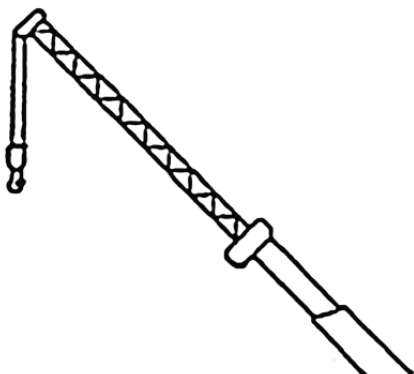
### Clasificación según los equipos especiales:

- *Plumines:*

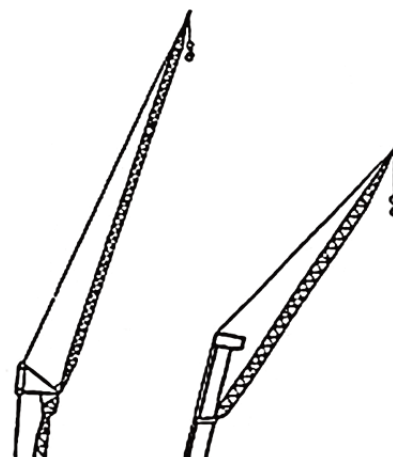
*Fijo:* es una extensión en la extremidad superior de la pluma o cerca de ella para dotarla de una longitud suplementaria de pluma, compuesto de una o varias secciones.

*Abatible:* es una extensión en la extremidad superior de la pluma o cerca de ella para dotarla de una longitud suplementaria de pluma, compuesto de una o varias secciones, que se articula para permitir su giro en el plano vertical.

- *Otros equipos:* son aquellos que unidos a la grúa aumentan sus capacidades y/o prestaciones.



Plumín fijo



Plumines abatibles

### 3.2.2 Mantenimiento, revisiones e inspecciones

Es fundamental llevar a cabo un buen mantenimiento de las grúas, no sólo para poder realizar con éxito las tareas encomendadas, si no que es básico para poder realizar los trabajos con unas garantías mínimas de seguridad. Por tanto, habrá que cumplir con lo referente a mantenimiento y revisiones de la grúa según la normativa.

El mantenimiento y revisiones de las grúas serán responsabilidad del propietario.

Además de lo mencionada anteriormente, las grúas deben someterse a inspecciones periódicas de acuerdo a las instrucciones de esta ITC:

- Grúas hasta seis años de antigüedad: cada tres años.
- Grúas de más de seis y hasta 10 años de antigüedad: cada dos años.
- Grúas de más de 10 años de antigüedad o que no acrediten la fecha de fabricación: cada año.

Las grúas móviles autopropulsadas, deben llevar en una parte fácilmente visible de la cabina, una placa adhesiva de color verde, de 105 × 74 mm, en la que figuren los siguientes datos:

- Nombre de la Comunidad Autónoma.
- ITGA.
- RAE-4: 0001 (con numeración correlativa correspondiente al RAE-4 de cada Comunidad Autónoma).
- Núm. de serie (o en su caso del bastidor).
- Fecha de la próxima inspección: antes de: XX-XXXX (mes y año).

A continuación se muestra la lista de chequeo para realizar las inspecciones pertinentes.

|                                                                                                                             |                                                   |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Próxima inspección <sup>1</sup><br><b>XX-XXXX<sup>2</sup></b><br>(mes y año) <sup>1</sup>                                   | <u><b>NOMBRE DE LA COMUNIDAD<br/>AUTONOMA</b></u> | <u><b>DEPARTAMENTO O<br/>DIRECCIÓN<br/>GENERAL</b></u> |
| <h1 style="margin: 0;">ITGA<sup>3</sup></h1> <p style="margin: 10px 0 0 0;">RAE 4 – XXXX</p>                                |                                                   |                                                        |
| <h2 style="margin: 0;">XXXXXXXXXXXXXXXX<sup>4</sup></h2> <p style="margin: 0;">(NÚMERO DE SERIE O BASTIDOR)<sup>1</sup></p> |                                                   |                                                        |

Ficha de inspecciones oficiales.

| MARCA:                                                               |                                                                                | TIPO:            |    | Nº SERIE:                          |            |            |               |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|----|------------------------------------|------------|------------|---------------|
| PROPIETARIO:                                                         |                                                                                | DOMICILIO:       |    |                                    |            |            |               |
|                                                                      |                                                                                | F                | DL | DG                                 | INSPECCIÓN |            | OBSERVACIONES |
|                                                                      |                                                                                |                  |    |                                    | VISUAL     | CON ÚTILES |               |
| 1                                                                    | CIRCUITO HIDRAÚLICO ESTABILIZADORES                                            |                  |    |                                    |            |            |               |
| 2                                                                    | BLOQUEO SUSPENSIÓN                                                             |                  |    |                                    |            |            |               |
| 3                                                                    | BASTIDOR DE ESTRUCTURA                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| 4                                                                    | PLUMA                                                                          |                  |    |                                    |            |            |               |
| 5                                                                    | EQUIPOS ESPECIALES                                                             |                  |    |                                    |            |            |               |
| 5.1                                                                  | PLUMINES                                                                       |                  |    |                                    |            |            |               |
| 5.2                                                                  | OTROS EQUIPOS                                                                  |                  |    |                                    |            |            |               |
| 6                                                                    | CONTRAPESOS                                                                    |                  |    |                                    |            |            |               |
| 7                                                                    | CORONA DE ORIENTACIÓN                                                          |                  |    |                                    |            |            |               |
| 7.1                                                                  | PAR DE APRIETE DE TORNILLERÍA                                                  |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8                                                                    | CIRCUITO HIDRAÚLICO (PRESIONES TARA Y ESTANCO)                                 |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.1                                                                  | CILINDROS ELEVACIÓN PLUMA                                                      |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.2                                                                  | CILINDROS EXTENSIÓN PLUMA                                                      |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.3                                                                  | CILINDROS CONTRAPESO                                                           |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.4                                                                  | CABRESTANTES                                                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.5                                                                  | GIRO                                                                           |                  |    |                                    |            |            |               |
| 8.6                                                                  | OTROS                                                                          |                  |    |                                    |            |            |               |
| 9                                                                    | SISTEMA NEUMÁTICO                                                              |                  |    |                                    |            |            |               |
| 10                                                                   | SISTEMA ELÉCTRICO                                                              |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11                                                                   | MECÁNICOS                                                                      |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.1                                                                 | MOTOR DE ACCIONAMIENTO (DIÉSEL O ELÉCTRICO)                                    |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.2                                                                 | DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE, TAPÓN Y CONDUCCIONES                                  |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.3                                                                 | ELEMENTOS MECÁNICOS DE TODOS LOS MECANISMOS                                    |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.4                                                                 | FRENADO DE LOS MOVIMIENTOS DE ELEVACIÓN                                        |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.5                                                                 | FRENADO DEL MOVIMIENTO DE GIRO                                                 |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.6                                                                 | CONTROL DE MOVIMIENTOS                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.7                                                                 | BLOQUEO DE LA ESTRUCTURA GIRATORIA ORD. TRANSPORTE                             |                  |    |                                    |            |            |               |
| 11.8                                                                 | INMOVILIZACIÓN DE LA CABINA                                                    |                  |    |                                    |            |            |               |
| 12                                                                   | CABLES, TAMBORES, POLEAS, ÓRGANOS DE APREHENSIÓN                               |                  |    |                                    |            |            |               |
| 12.1                                                                 | CABLES TIRANTES Y FIJACIONES                                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 12.2                                                                 | TAMBORES Y POLEAS                                                              |                  |    |                                    |            |            |               |
| 12.3                                                                 | MOTOR DE CAPA Y DISPOSITIVO DE APREHENSIÓN (GANCHO, CUCHARA, ELECTROIMÁN, ETC) |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13                                                                   | CABINA                                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13.1                                                                 | ESTADO                                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13.2                                                                 | ILUMINACIÓN                                                                    |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13.3                                                                 | DIAGRAMA DE CARGAS Y ALCANCES                                                  |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13.4                                                                 | AVISADOR ACÚSTICO                                                              |                  |    |                                    |            |            |               |
| 13.5                                                                 | INDICADORES DE SERVICIO                                                        |                  |    |                                    |            |            |               |
| 14                                                                   | PROTECCIONES ÓRGANOS MÓVILES                                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 15                                                                   | ELEMENTOS DE SEGURIDAD                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| 15.1                                                                 | FINALES DE CARRERA DEL ÓRGANO DE APREHENSIÓN                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 15.2                                                                 | INDICADOR DE ÁNGULO DE PLUMA                                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 15.3                                                                 | INDICADOR DE CARGA EN GANCHO                                                   |                  |    |                                    |            |            |               |
| 15.4                                                                 | OTROS                                                                          |                  |    |                                    |            |            |               |
| 16                                                                   | LETREROS E INDICATIVOS                                                         |                  |    |                                    |            |            |               |
| FECHA:                                                               |                                                                                | ENTERADO USUARIO |    | ENTIDAD INSPECTORA (SELLO Y FIRMA) |            |            |               |
| INSPECCIÓN FAVORABLE [ ]                                             |                                                                                |                  |    |                                    |            |            |               |
| INSPECCIÓN FAVORABLE CON [ ] DEBEN SER CORREGIDAS DEFICIENCIAS LEVES |                                                                                |                  |    |                                    |            |            |               |
| INSPECCIÓN DESFAVORABLE [ ]                                          |                                                                                |                  |    |                                    |            |            |               |
| INSPECCIÓN NEGATIVA [ ] CIRCULAR SÓLO AL TALLER                      |                                                                                |                  |    |                                    |            |            |               |

F = FAVORABLE

DL = DEFICIENCIA LEVE

DG = DEFICIENCIA GRAVE

### 3.2.3 Operador y Usuario de la grúa móvil autopropulsada

Para el correcto montaje y manejo de las grúas móviles autopropulsadas, la persona que trabaja con ella deberá contar con carné oficial de operador.

En todo caso, el manejo de la grúa móvil autopropulsada se realizará bajo la dirección y supervisión del director de la obra o actividad o la persona designada por él con carácter previo al inicio de las Operaciones.

**El operador** de la empresa alquiladora o titular de la grúa es quien debe realizar las operaciones de montaje y manejo de ésta.

#### En el montaje:

- La conducción de la grúa móvil.
- La instalación y comprobación del funcionamiento del indicador de capacidad/como de todos los dispositivos de seguridad de la grúa.
- El emplazamiento de la grúa a partir de los datos sobre resistencia del terreno, distancias, alturas y profundidades a operar durante las maniobras, debidamente aportadas
- La colocación y comprobación de las placas de apoyo y de los gatos de apoyo.



#### En el manejo:

- La conducción de la grúa móvil.
- Conocer las instrucciones del fabricante para las operaciones de elevación y mantenimiento de la grúa.
- La aplicación de la información contenida en registros y tablas de cargas relativas al rango de usos y de un uso seguro de la grúa.
- Comprobar el funcionamiento del limitador de cargas y del indicador de cargas.
- El uso correcto y seguro de los gatos de apoyo y de la colocación de las placas de apoyo de éstos.
- El funcionamiento de la grúa, teniendo en cuenta los efectos del viento y otros efectos climáticos sobre la carga y sobre la grúa.

**La empresa usuaria** de la grúa es la responsable de:

- La elección de la grúa de/con la capacidad adecuada a/para los servicios que se solicitan.
- La designación del jefe de la maniobra, responsable de la supervisión y dirección de la maniobra.
- La eliminación de obstáculos que impliquen riesgos, incluidas las líneas eléctricas de alta y baja tensión con conductores desnudos, o, en caso de ser imposible su eliminación, la toma de las medidas preventivas oportunas.
- La comprobación de que el terreno sobre el que va a trabajar y circular la grúa tenga la resistencia suficiente.
- Ejecutar, con personas debidamente formadas, las técnicas y labores de estrobo y señalización.



### *3.2.4 Riesgos generales vinculados al uso de grúas*

En general se puede decir que los riesgos más comunes relacionados con las grúas son los siguientes:

- Caída de personas a diferente nivel.
- Caída de objetos por desplome.
- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de la máquina.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.
- Otros: riesgos meteorológicos.

### *3.2.5 Medidas preventivas*

A continuación se enumera una serie de medidas preventivas no exhaustivas:

- Deben utilizarse grúas autopropulsadas que dispongan declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.
- Deben cumplirse todas las condiciones de seguridad exigibles para el montaje y utilización de las grúas para obras u otras aplicaciones, de acuerdo con el RD 837/2003.
- El gruista de tener el carné de operador de grúa móvil y la formación adecuada.
- Verificar que se mantiene al día la ITV, Inspección Técnica de Vehículos.
- Comprobar que los frenos, cables, ruedas, limitadores de carga, finales de carrera, luces, avisadores acústicos, etc. funcionan adecuadamente.
- Utilizar los estabilizadores y apoyarlos sobre superficies compactas.
- No sobrecargar la grúa.

- El gancho dispondrá de sistema de bloqueo en caso de rotura del cable (si existiera en el mercado).
- Los ganchos deben tener pestillos de seguridad.
- Deberá tener al día las revisiones e inspecciones.
- Se debe tener cuidado a la hora de izar las cargas. No se deben realizar movimientos bruscos.
- La carga debe ser visible en todo momento, y la coordinación con el señalista debe ser clara.
- El operador de grúa tendrá, en todo momento, a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán, expresamente, dirigidas por un jefe de maniobra.
- Las maniobras de carga y descarga estarán dirigidas por un jefe de maniobra que será el único en dar órdenes al operador de grúa, en previsión de maniobras incorrectas.
- Se recomienda llevar un extintor en la grúa móvil autopropulsada.
- No permanecer en el radio de giro de la grúa.
- No abandonar el puesto de trabajo con cargas suspendidas.
- No arrastrar cargas.

### 3.2.6. Protecciones personales

El personal involucrado en las tareas de izado de cargas deberá estar protegido con los siguientes equipos de protección individual:

- Las indicadas en la evaluación de riesgos.
- Casco (el gruista para salir de la cabina).
- Calzado antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada.
- El gruista deberá llevar cinturón.

### 3.2.7. Carné de operador de grúa móvil autopropulsada

En este real decreto se regulan los requisitos y los procedimientos necesarios para la obtención del carné de operador de grúa móvil autopropulsada.

Para el montaje y manejo de las grúas se exige la posesión del carné de operador. Existen dos tipos de categorías:

- *Categoría A:* habilita a su titular para el montaje y manejo de grúas móviles autopropulsadas de hasta 130 T de carga nominal, inclusive.
- *Categoría B:* habilita a su titular para el montaje y manejo de grúas móviles autopropulsadas de más de 130 T de carga nominal.

## Requisitos para la obtención del carné

La obtención del carné requiere los siguientes requisitos:

- Estar en posesión del título de estudios primarios.
- Tener cumplidos 18 años en el momento de realizar la solicitud del curso.
- Superar un curso teórico-práctico impartido por una entidad acreditada por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.
- Superar un examen teórico-práctico realizado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma en la que radique la entidad que impartió el curso.
- Superar un examen médico, psicotécnico y físico, específico para este tipo de actividades.

## Curso teórico-práctico

El curso estará compuesto por un módulo de formación teórica y un módulo de formación práctica, con la duración y contenido, de acuerdo con la categoría, siguientes:

### a) Duración:

| Categoría | Formación teórica (horas) | Formación práctica (horas) | Formación total (horas) |
|-----------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| A         | 75                        | 225                        | 300                     |
| B         | 150                       | 300                        | 450                     |

### b) Formación teórica:

En la formación teórica se trata de que el futuro operador obtenga los conocimientos necesarios básicos para conducir y maniobrar la grúa con seguridad. Dicha formación se basa en el estudio de la Reglamentación aplicable (Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, ITC «MIE-AEM-4» y Normas UNE).

En este curso se estudian las distintas tipologías de grúas existentes, componentes de las mismas, resistencia de materiales, nociones de mantenimiento, electricidad, procedimientos de montaje, emplazamientos, útiles de enganche, verificaciones, deberes y responsabilidades, etc.

### c) Formación práctica:

En esta práctica del curso se tratan la puesta en funcionamiento de la grúa, manejo, comprobaciones, manejo de las cargas, conducción, normas de seguridad, etc.

## 4. REQUISITOS DE LOS EQUIPOS HUMANOS

El equipo humano es uno de los factores más importantes a considerar en el proceso de elevación de componentes en el montaje de un parque eólico. La capacitación de las personas que intervienen, su motivación y coordinación son aspectos fundamentales que deben considerarse para garantizar un proceso seguro de montaje. Este capítulo trata de definir el equipo humano que interviene en el proceso de montaje sus funciones y responsabilidades.

### 4.1. Gruísta

El gruísta, es la persona que dispone de carné oficial de operador de grúa móvil autopropulsada y se responsabiliza del manejo y montaje de la grúa móvil autopropulsada. Debe realizar su labor apoyado por un señalista.

Como se ha visto en el capítulo anterior, el carné que se establece en el Reglamento de grúas autopropulsadas, se delimita a dos categorías en función de la carga nominal.

La categoría A, habilita para el montaje y manejo de grúas de hasta 130T de carga nominal, y la categoría B habilita para el montaje y manejo de grúas de más de 130T.

También se han definido en el capítulo anterior las funciones y requisitos que deben cumplir los gruístas, tanto el montaje como en el manejo de la grúa. Además de esto, ha quedado claro cuáles son las responsabilidades de la empresa usuaria.

No obstante cabe destacar una vez más ciertas actuaciones de importancia, como son las **comprobaciones e inspecciones** rutinarias que debe hacer el gruísta:

- Comprobación de los chequeos de la grúa móvil y de todos los dispositivos de seguridad.
- Comprobación visual de la grúa móvil por si hubiera evidencia de daño, debilidad estructural o interferencia.
- Comunicar al Director de obra las deficiencias y fallos si se producen, así como las acciones correctivas propuestas.
- Comprobar que los defectos se registran correctamente en el correspondiente libro de registro.

Cabe resaltar también, los ensayos de control y seguridad que debe realizar el gruísta:

- Comprobar que la grúa se pone en funcionamiento de acuerdo con los procedimientos del equipo y se realizan comprobaciones para detectar cualquier ruido o movimiento anormal.
- Comprobar que los controles de funcionamiento y emergencia y los dispositivos de seguridad se localizan e identifican y se comprueba su correcto funcionamiento de acuerdo con los procedimientos prescritos.
- Comprobar el correcto funcionamiento de todo el equipo de comunicación, iluminación y sistemas de alarma.

- Comprobar que se verifican los controles, equipo de comunicación, dispositivos de seguridad, resguardos, iluminación o alarmas.
- Comprobar que el radio de trabajo de la grúa para operaciones previstas se verifica y se mide, teniendo en cuenta el incremento estimado del radio por la flecha de la pluma. La pluma se gira al radio programado para comprobar que no hay complicaciones no anticipadas u obstrucciones de la pluma / carga o equipo de balanceo de cola.

## 4.2. Señalista

La labor del señalista es fundamental para poder llevar a cabo el izado de las cargas con seguridad. El señalista puede ser un colaborador del gruista o el jefe de maniobra por ejemplo. Es quien debe guiar al gruista para realizar su cometido con éxito.

Es obvio que para guiar al operador de la grúa, la comunicación entre éste y el señalista debe ser muy clara, sencilla y muy conocida por ambos. Pueden utilizarse sistemas radiotelefónicos para realizar las operaciones, aunque bien es verdad que en ocasiones no es viable o resulta engorroso debido al ruido generado por el propio trabajo, por lo que puede realizarse la comunicación mediante gestos.

No obstante dependiendo de la operación que se esté realizando no quedará más remedio que comunicarse mediante talkies, como por ejemplo en el montaje del tercer tramo del aerogenerador. En este caso los trabajadores situados en la parte superior del segundo tramo para montar el tercero, no pueden comunicarse mediante gestos con el gruista, ya que físicamente es imposible.

Antes de comenzar los trabajos, hay que asegurarse de que los talkies tienen batería suficiente para la realización de las maniobras, ya que de lo contrario se pueden generar situaciones de tensión e incertidumbre.

Debe quedar claro y ser conocido por todo el mundo, que solamente debe haber un señalista, que es la única persona que debe dar las indicaciones oportunas al operador de la grúa. De esta manera se evitarán confusiones y los trabajos se realizarán con más seguridad y claridad.

El tema de la señalización, viene desarrollado en el capítulo de procedimientos de elevación, por ese motivo no se desarrolla más en esta apartado.

## 4.3. Jefe de Maniobra

El Jefe de Maniobra, es la persona designada por el Director de Obra, con carácter previo al inicio de las operaciones, que se responsabiliza del correcto manejo de la grúa móvil autopropulsada, bajo la dirección y supervisión del director de la obra.

Las funciones del Jefe Maniobra durante las **operaciones de montaje** se muestran a continuación:

- Comprobar que la conducción de la grúa móvil se realiza con prudencia.
- Verificar que se ha realizado correctamente la instalación y comprobación del funcionamiento del indicador /limitador de capacidad, así como de todos los dispositivos de seguridad de la grúa.
- Comprobar el correcto emplazamiento de la grúa a partir de los datos de resistencia del terreno, pesos, balance de cargas y distancias, alturas y profundidades a operar durante las maniobras, debidamente aportadas por el arrendatario.
- Verificar la correcta colocación y comprobación de las placas de apoyo y de estabilizadores.



Durante el **manejo** de la grúa, el jefe de Maniobra también debe realizar las siguientes comprobaciones:

- El gruista conoce las diferentes maniobras que deben realizarse para el montaje del aerogenerador, así como las instrucciones del fabricante para las operaciones de elevación y mantenimiento de la grúa.
- El gruista conoce la aplicación de la información contenida en registros y tablas de cargas relativas al rango de usos y de un uso seguro de la grúa.
- Comprobar el funcionamiento del limitador e indicador de cargas.
- Disponer y adoptar las medidas establecidas, teniendo en cuenta los efectos del viento y otros fenómenos climáticos sobre la carga, la grúa móvil y el entorno.

Además de lo anteriormente citado, el Jefe de Maniobra realizará las siguientes funciones durante el **traslado** de la grúa:

- Realizará una inspección visual (no vinculante) del recorrido de la grúa previo a su realización, para comprobar que el estado aparente del terreno y verificar que se cumplen las condiciones externas (anchura, taludes, desnivel...) necesarias.
- Apoyará al gruista especialista en el traslado, verificando el comportamiento del terreno en los ángulos opuestos a los que controla él.

## 4.4. Recurso Preventivo

El recurso preventivo es la figura o persona designada para velar por la seguridad de los trabajadores y de la aplicación de las normas de seguridad establecidas. Normalmente cada contrata tiene un recurso preventivo designado y estará en todas las fases de montaje del parque eólico. Tiene la potestad de paralizar los trabajos si considera que pueden ser peligrosos para la seguridad y salud de las personas.

Según la ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales la presencia de recurso preventivo será obligatoria en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.
- Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

## 4.5. Coordinador de seguridad

El coordinador está designado por el promotor, y es la persona que aprueba el plan de seguridad y salud. Es el máximo responsable de seguridad durante la ejecución de la obra.

Entre las obligaciones y funciones del coordinador seguridad y de salud se deben destacar las siguientes:

- Coordinar la aplicación de los principios de prevención, es decir, tomar decisiones técnicas y organizativas y estimar la duración de la ejecución de los trabajos o fases.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar la aplicación de los principios de la acción preventiva de todo el personal involucrado en el montaje.
- Organizar la coordinación de actividades
- Coordinar la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Permitir que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

Debe asegurar el cumplimiento de las siguientes actividades:

- Mantener el orden y limpieza del lugar.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo más adecuadas.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento y control de las instalaciones y dispositivos necesarios.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- Las interacciones e incompatibilidades con otro tipo de trabajos.

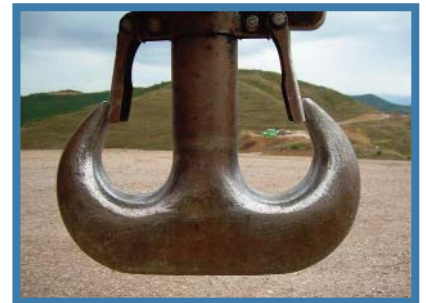
## 4.6. Dirección de Obra:

La Dirección de Obra es la persona física responsable de proyecto. Su obligación es supervisar la seguridad y salud durante la ejecución del Proyecto, por tanto dentro de sus responsabilidades se encuentra, la correcta preparación y ejecución de las operaciones realizadas con la grúa móvil autopropulsada.

## 5. ÚTILES DE ELEVACIÓN

La antigua Directiva de máquinas incluía implícitamente en su campo de aplicación los accesorios de elevación, estableciendo requisitos esenciales de seguridad y de salud aplicables a dichos accesorios en general y otros específicos para los accesorios de eslingado, así como definiciones separadas para ambos conceptos. La nueva Directiva “Máquinas” 2006/42/CE, que sustituye a la Directiva 98/37/CE desde el 29 de diciembre de 2009, transpuesta al derecho nacional por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, hace un tratamiento más coherente sobre esta materia ya que incluye explícitamente a los accesorios de elevación en su campo de aplicación y establece una sola definición de accesorio de elevación, en la que quedan incluidas las eslingas y sus componentes, tales como cadenas, cables, cinchas, ganchos y otros elementos.

En cualquier caso, es tan amplia la gama de productos que se utilizan para la elevación de cargas, que, ciertamente, surgen muchas dudas a la hora de encuadrarlos o no como accesorios de elevación, lo que puede confundir a sus fabricantes, en cuanto a la reglamentación a aplicar y a los usuarios, en cuanto a la reglamentación a exigir.



### 5.1. Clasificación de los equipos para la elevación de cargas.

Como paso previo al desarrollo de los elementos de elevación utilizados para la elevación de componentes en el Sector Eólico, se considera importante su clasificación, para ello, se toma como referencia la Nota Técnica de Prevención NTP 824 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo “**Clasificación de equipos utilizados para la elevación de cargas, con maquinaria de elevación**”, donde se clasifican los equipos utilizados para la elevación de cargas, con maquinaria de elevación, contemplados en dichos ejemplos, en los que se describen brevemente las características de los distintos equipos.

Los criterios ofrecidos en esta Nota Técnica, permiten clasificar otros muchos equipos utilizados para la elevación de cargas, que por analogía, pueden encuadrarse en alguno de los ejemplos considerados.

#### Definiciones

A continuación se recogen las definiciones, establecidas en la antigua Directiva Máquinas.

##### *Accesorio de elevación (Directiva 98/37/CE)*

Componente o equipo no unido a la máquina y situado entre la máquina y la carga, o encima de la carga, que permite la prensión de la carga.

##### *Accesorio de eslingado (Directiva 98/37/CE)*

Accesorio de elevación que sirve para la fabricación o la utilización de una eslinga, como son los ganchos corvados, grilletes, anillos, argollas, etc.

### *Accesorio de elevación, (Directiva 2006/42/CE)*

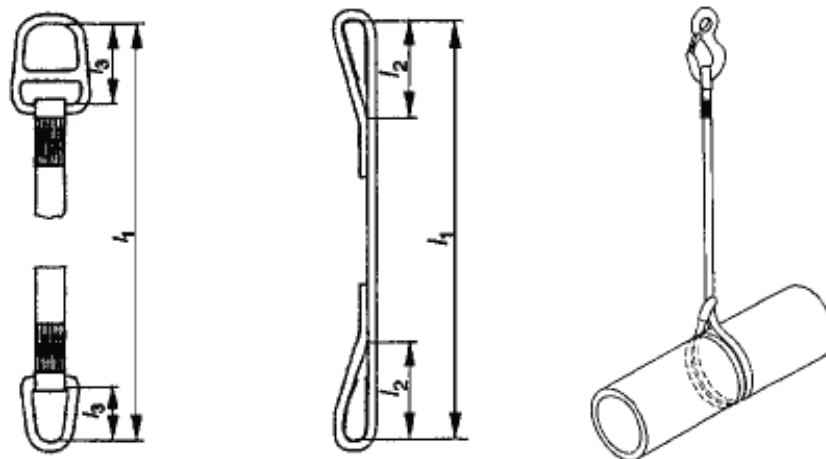
Componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes.

### **Accesorios de elevación**

Para la elevación de cargas con maquinaria de elevación es preciso utilizar ciertos accesorios que se relacionan a continuación:

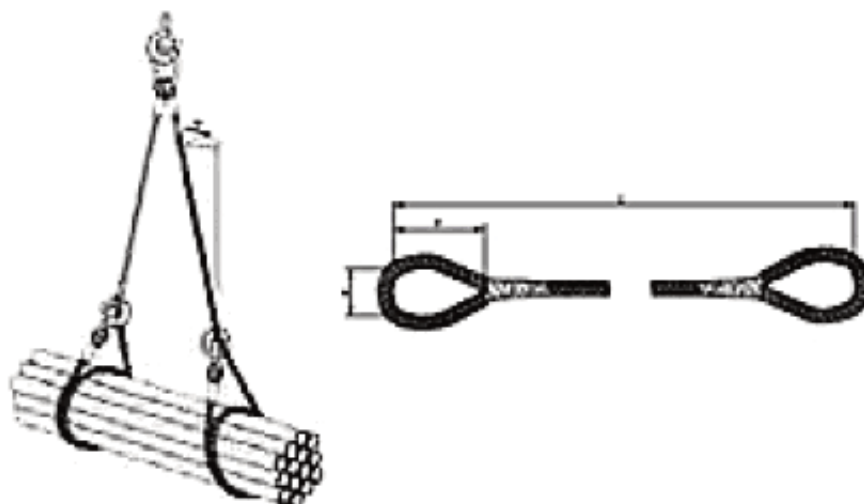
#### *Eslinga textil y sus componentes*

Conjunto de uno o más componentes de cinta cosida, para unir las cargas al gancho de una grúa u otra máquina de elevación.



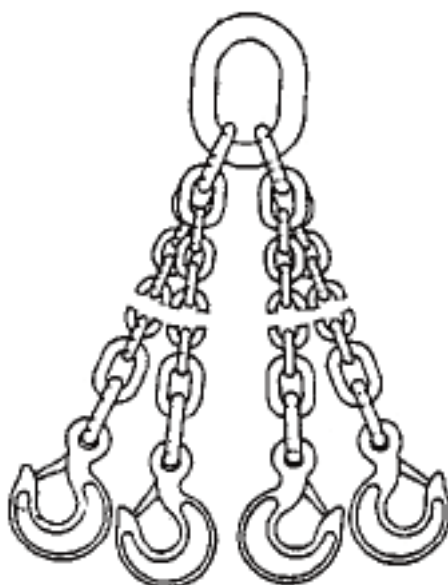
#### *Eslinga de cable de acero y sus componentes*

Conjunto constituido por uno o varios ramales individuales de cables de acero o por una eslinga sin fin, para unir las cargas al gancho de una grúa u otra máquina de elevación.



### *Eslinga de cadena y sus componentes*

Conjunto constituido por una o varias cadenas, para unir las cargas al gancho de una grúa u otra máquina de elevación.



### *Cáncamo*

Anillo, destinado a ser roscado en la carga, con el fin de elevarla.



### *Cáncamo para soldar*

Anillo destinado a ser soldado a la carga, con el fin de elevarla.





### *Oreja de elevación (orejeta)*

Placa de acero perforada destinada a ser soldada a la carga, con el fin de elevarla. Este equipo se considera accesorio de elevación si se comercializa por separado.



### *Anclaje de elevación*

Accesorio destinado a ser integrado en una estructura (por ejemplo, bloque de hormigón, panel hormigón) con el fin de proporcionar un anclaje para la elevación de la estructura.



### *Gazas de fibra*

Gazas frecuentemente de fibras artificiales, destinadas a ser amarradas a elementos prefabricados para construcción con el fin de elevarlos.



### *Accesorios para contenedores*

Accesorios destinados a ser integrados en cada una de las cuatro esquinas de un contenedor ISO, mediante soldadura, con el fin de elevarlo.



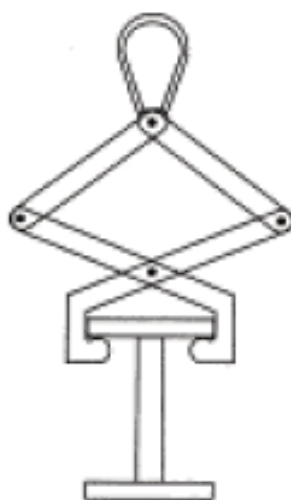
### *Gancho C*

Accesorio en forma de “C” utilizado para la elevación de cargas huecas, por ejemplo, bobinas, tubos, etc.



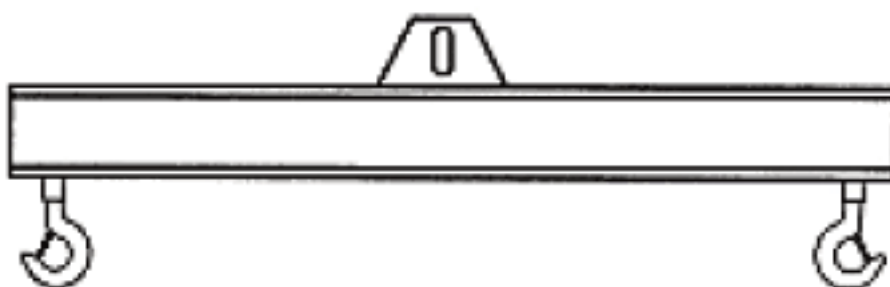
### *Pinza*

Accesorio utilizado para manejar cargas apretando sobre una parte específica de la carga, también conocido como tenaza.



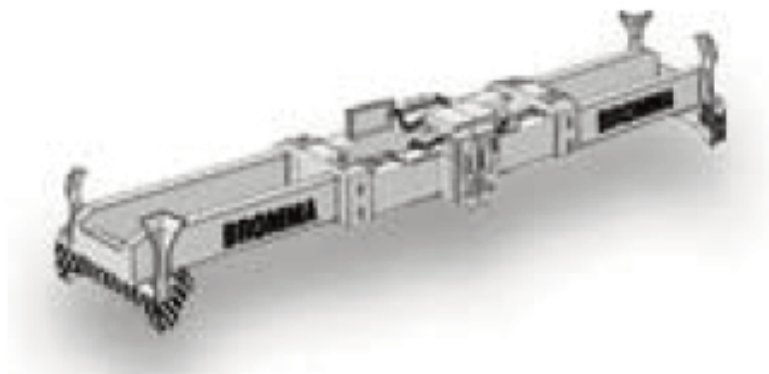
### *Viga de suspensión*

Accesorio compuesto por uno o varios miembros equipados con uno o más puntos de amarre para facilitar el manejo de las cargas que requieren soporte en varios puntos.



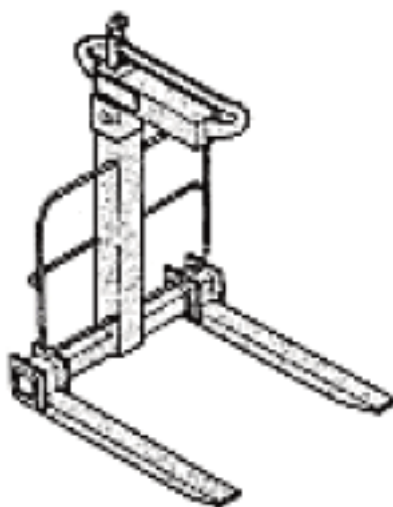
### ***Bastidor portacontenedores (Spreader)***

Estructura para la presión de contenedores que se coloca entre la máquina y la carga, con el fin de sujetarla.



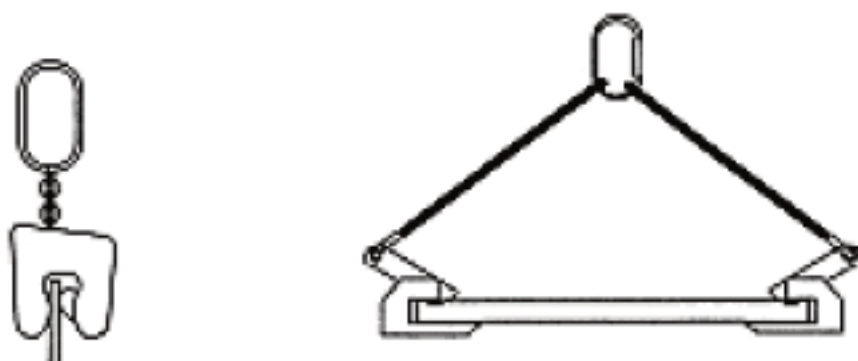
### ***Horquilla de elevación***

Accesorio consistente en dos o más brazos fijados a un montante con un brazo superior, esencialmente para elevar cargas paletizadas o similares. Este tipo de equipo se contempla en la norma.



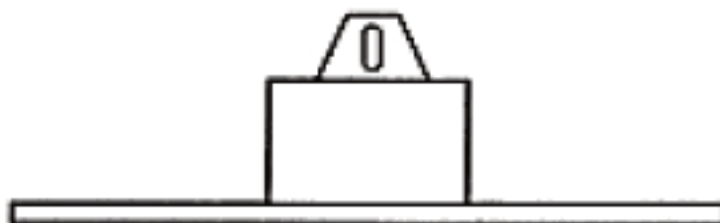
### ***Pinza de chapas***

Dispositivo no accionado (no motorizado) utilizado para manejar chapas de acero apretándolas entre las garras.



### *Imán de elevación 2*

Accesorio con un campo magnético que produce una fuerza suficiente para la prensión, retención y manejo de cargas con propiedades ferromagnéticas.



### *Sistema de presión por vacío (ventosas neumáticas)*

Accesorio que comprende una o más ventosas neumáticas actuando por vacío.



## OTROS EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA ELEVACIÓN DE CARGAS CON MAQUINARIA DE ELEVACIÓN

A los equipos descritos a continuación no se consideran accesorios de elevación, sino equipos que forman parte de la carga ya que, independientemente de que se puedan elevar, no realizan la prensión de la carga, sino que su función fundamental es la de empaquetar o contener una carga a granel o en estado líquido, salvo que dispongan de algún tipo de accionamiento motorizado, como puede ser el caso del mecanismo de basculamiento de una cuchara de colada o de una cubeta para hormigón, en cuyo caso son máquinas.



Red de carga



Saca de un solo uso



Saca reutilizable



Cubeta de hormigón



Cubeta de hormigón



Contenedor



Contenedor ISO



Paleta para carretilla de mantenimiento



## 5.2. Reglamentación de los equipos de elevación

A efectos reglamentarios debe distinguirse entre los accesorios de elevación y otros equipos utilizados para la elevación de cargas con maquinaria de elevación.

### 5.2.1. Accesorios de elevación

El objeto de la Directiva 2006/42/CE, transpuesta al derecho nacional por el Real Decreto 1644/2008 es establecer las prescripciones relativas a la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación. En su aplicación aparece expresamente:

- Los accesorios de elevación.
- Las cadenas, cables y cinchas.

La Directiva de máquinas establece las siguientes definiciones:

- **Accesorio de elevación:** Componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes.

- **Cadenas, cables y cinchas:** Cadenas, cables y cinchas diseñados y fabricados para la elevación como parte de las máquinas de elevación o de los accesorios de elevación.

Otras definiciones que se consideran de interés son:

- **Fabricante:** Persona física o jurídica que diseñe y/o fabrique una máquina o una cuasi máquina cubierta por este real decreto y que sea responsable de la conformidad de dicha máquina o cuasi máquina con este real decreto, con vistas a su comercialización, bajo su propio nombre o su propia marca, o para su propio uso. En ausencia de un fabricante en el sentido indicado, se considerará fabricante cualquier persona física o jurídica que comercialice o ponga en servicio una máquina o una cuasi máquina cubierta por este real decreto.

- **Representante autorizado:** Persona física o jurídica establecida en la Comunidad Europea que haya recibido un mandato por escrito del fabricante para cumplir en su nombre la totalidad o parte de las obligaciones y formalidades relacionadas con este real decreto.

- **Puesta en servicio:** Primera utilización, de acuerdo con su uso previsto, en la Comunidad Europea, de una máquina cubierta por este real decreto.



### 5.2.2. Comercialización y puesta en servicio

La comercialización y puesta en servicio de los equipos también es un punto muy importante, pero no se va a desarrollar en este punto porque ya se ha hecho con anterioridad en el punto 3.

### 5.2.3. Requisitos esenciales complementarios de seguridad y de salud para neutralizar los peligros derivados de las operaciones de elevación

Las máquinas que presenten peligros debidos a operaciones de elevación, tienen que cumplir con los requisitos establecidos en la Directiva de máquinas.

Es importante conocer ciertos conceptos que se relacionados con la seguridad de los accesorios de elevación, como por ejemplo:

- **Coefficiente de utilización:** relación aritmética entre la carga que un elemento puede soportar, garantizada por el fabricante o su representante autorizado, y la carga máxima de utilización marcada en el elemento.
- **Coefficiente de prueba:** relación aritmética entre la carga utilizada para efectuar las pruebas estáticas o dinámicas de una máquina de elevación o de un accesorio de elevación y la carga máxima de utilización marcada en la máquina de elevación o en el accesorio de elevación, respectivamente.
- **Prueba estática:** ensayo que consiste en inspeccionar una máquina de elevación o un accesorio de elevación, y en aplicarle después una fuerza correspondiente a la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba estática adecuado y, tras retirar la carga, inspeccionar de nuevo la máquina o el accesorio de elevación con el fin de verificar que no se ha producido ningún daño.
- **Prueba dinámica:** ensayo que consiste en hacer funcionar la máquina de elevación en todas sus configuraciones posibles con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica adecuado habida cuenta del comportamiento dinámico de la máquina de elevación, a fin de verificar su buen funcionamiento.

#### Medidas de protección contra peligros mecánicos:

Para evitar riesgos debidos a la falta de estabilidad, el fabricante o su representante autorizado deberá utilizar los métodos de verificación apropiados, además de esto, se deben prever dispositivos que impidan la caída de equipos, de elementos o de la carga.

Cuando los accesorios estén siendo utilizados deben poder resistir los esfuerzos a los que estén sometidos y los accesorios de elevación se deben diseñar y fabricar de manera que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste.

Los materiales empleados se deben elegir teniendo en cuenta el ambiente de trabajo previsto, prestando especial atención en lo que respecta a la corrosión, abrasión, golpes, temperaturas extremas, fatiga, fragilidad y envejecimiento.

Se deben diseñar y fabricar de forma que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas. Los cálculos de resistencia deben garantizar un nivel de seguridad adecuado.

Los útiles deben soportar sin producirse fallos las pruebas dinámicas efectuadas con la carga máxima de utilización multiplicada por el coeficiente de prueba dinámica.

En general deben de efectuarse en las condiciones más desfavorables, para así, garantizar un resultado favorable.

- **Poleas, tambores, rodillos, cables y cadenas.** Las poleas, tambores y rodillos deberán tener diámetros compatibles con las dimensiones de los cables o de las cadenas con los que puedan estar equipados.

Los tambores y rodillos se deben diseñar, fabricar e instalar de forma que los cables o las cadenas con los que están equipados puedan enrollarse sin salirse del emplazamiento previsto.

Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deben llevar ningún empalme excepto el de sus extremos. No obstante, se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, por su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de uso.

El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y sus terminaciones se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5.

El coeficiente de utilización de las cadenas de elevación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4.

A fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de cadena y de cable utilizado directamente para elevar la carga y para cada tipo de terminación de cable.

- **Accesorios de elevación y sus elementos.** Los accesorios de elevación y sus elementos deben estar dimensionados para un número de ciclos de funcionamiento conforme a la duración de vida prevista de los mismos, en las condiciones de funcionamiento especificadas para la aplicación de que se trate, teniendo en cuenta los fenómenos de fatiga y de envejecimiento.

Además:

a) El coeficiente de utilización de las combinaciones formadas por el cable y la terminación se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 5. Los cables no deben llevar ningún empalme ni lazo salvo en sus extremos.

b) Cuando se utilicen cadenas de eslabones soldados, éstas deberán ser del tipo de eslabones cortos. El coeficiente de utilización de las cadenas se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4.

c) El coeficiente de utilización de los cables o abrazaderas de fibras textiles dependerá del material, del procedimiento de fabricación, de las dimensiones y de su utilización.

Dicho coeficiente se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, será igual a 7 siempre y cuando los materiales empleados sean de excelente calidad comprobada y que el proceso de fabricación sea el apropiado para el uso previsto. De lo contrario el coeficiente será, como regla general, más elevado, a fin de ofrecer un nivel de seguridad equivalente. Las cuerdas o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace salvo en el extremo de la eslinga o en el cierre de una eslinga sin fin.

d) El coeficiente de utilización de todos los elementos metálicos de una eslinga, o que se utilicen con una eslinga, se debe seleccionar de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado; como regla general, dicho coeficiente será igual a 4.

e) La carga máxima de utilización de una eslinga de hilos múltiples se debe determinar teniendo en cuenta el coeficiente de utilización del hilo más débil, el número de hilos y un factor de reducción que dependerá de la configuración de eslingado.

f) A fin de comprobar que se ha alcanzado un coeficiente de utilización adecuado, el fabricante o su representante autorizado debe efectuar o hacer efectuar las pruebas adecuadas para cada tipo de elemento mencionado en las letras a), b), c) y d).

## Control de los movimientos.

Todos los movimientos de las cargas deben hacerse en todos los casos de forma segura, siempre dentro de los límites previstos. Habrá que tomar las medidas oportunas en caso de que confluyan varias cargas simultáneamente. Hay que asegurarse de que no se producirán movimientos ni caídas inesperadas de las cargas.

## Movimiento de las cargas durante la manutención.

Las máquinas deben estar diseñadas de tal forma que se pueda controlar la trayectoria de los las cargas y útiles evitando posibles choques contra personas u objetos.



## Información y marcados de cadenas, cables y cinchas.

Cada cadena, cable o cincha de elevación debe llevar una identificación claramente visible con el nombre y la dirección del fabricante o de su representante autorizado y la identificación de la certificación correspondiente.

La certificación arriba mencionada debe contener, al menos, la siguiente información:

- a) El nombre y la dirección del fabricante y, en su caso, de su representante autorizado.
- b) Una descripción de la cadena o del cable, que incluya:

Sus dimensiones nominales, su fabricación, el material usado en su fabricación, y cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material.

- c) El método de ensayo utilizado.
- d) La carga máxima de utilización que haya de soportar la cadena o la cuerda. En función de las aplicaciones previstas podrá indicarse una gama de valores.

## Información y marcados accesorios de elevación.

Los accesorios de elevación deberán llevar las siguientes indicaciones:

Identificación del material cuando se precise de esta información para la seguridad en la utilización, la carga máxima de utilización.

En el caso de los accesorios de elevación cuyo marcado sea físicamente imposible, las indicaciones deberán figurar en una placa u otro medio equivalente y estar firmemente fijadas al accesorio.

Las indicaciones deben ser legibles y estar colocadas en un lugar en el que no puedan desaparecer por causa del desgaste ni pongan en peligro la resistencia del accesorio.





## Manual de instrucciones accesorios de elevación.

Los accesorios de elevación deben ir acompañados de un manual de instrucciones que incluya, como mínimo, las indicaciones siguientes:

- a) El uso previsto.
- b) Los límites de empleo
- c) Las instrucciones de montaje, utilización y mantenimiento.
- d) El coeficiente de prueba estática utilizado.

## 5.3. *Uso de los útiles de elevación*

Durante el montaje de un parque eólico o en cualquier otro ámbito, debe garantizarse que se utilizan los útiles adecuados. Para ello deben respetarse todos los procedimientos e instrucciones pertinentes. Dichos documentos deben ser conocidos por todo el personal involucrado en las operaciones, por eso es fundamental la formación e información al trabajador.

No sólo se debe ser estricto con los procedimientos e instrucciones, sino que hay que cumplir escrupulosamente con la información de los manuales del fabricante de los útiles de elevación aplicables.

Así pues, no debe desviarse en el uso, mantenimiento y almacenamiento de los equipos, ya que el fabricante sólo garantiza la seguridad de los trabajadores y equipos si se cumple con lo establecido por él mismo.

Los útiles deben utilizarse respetando las cargas máximas, posicionamiento, ángulos, caducidad, mantenimiento y almacenamiento establecido por el fabricante. Son muchos los medios agresivos con los que interactúan estos equipos de elevación (fenómenos meteorológicos, productos químicos, abrasiones, cortes,...) por eso hay que tener especial cuidado con los equipos textiles, pero sin descuidar el resto.

Como ejemplo cabe destacar los principales riesgos asociados a las eslingas textiles durante su uso:

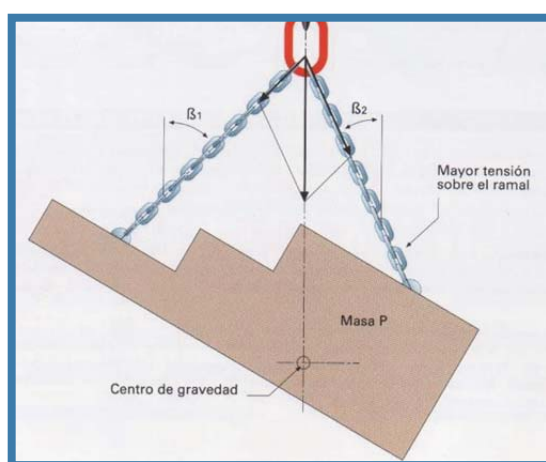
- Mal eslingado de la carga.
- Utilizar eslingas en mal estado o deterioradas.
- Resistencia insuficiente de la eslinga para la carga a elevar.
- Utilizar la eslinga dispuesta sobre cantos vivos en la carga sin la correspondiente protección anticorte para la eslinga.
- Utilizar eslingas de anchura insuficiente para la carga a prender.
- Utilización de eslingas en ambientes o aplicaciones no adecuados (productos químicos, altas temperaturas, etc.).
- Utilización de accesorios de eslingado (ganchos, grilletes,...) inadecuados o de una capacidad de carga insuficiente para la carga a elevar.



- Procedimiento de elevación y descenso de la carga inadecuado, próximo a objetos que puedan interferir en su recorrido, movimientos bruscos de la carga, etc.
- Riesgos debidos a proximidades de líneas eléctrica, etc.

A la hora de realizar las maniobras de izado, debe tenerse en consideración la posición y el tipo de punto de amarre de la carga. Además hay que hacer un estudio del tipo de carga, ya que el izado variará en función de la posición del centro de gravedad, simetría de la carga etc.

Seguidamente se muestran ejemplos de fabricantes que proporcionan diagramas o esquemas para realizar un buen uso de los útiles.



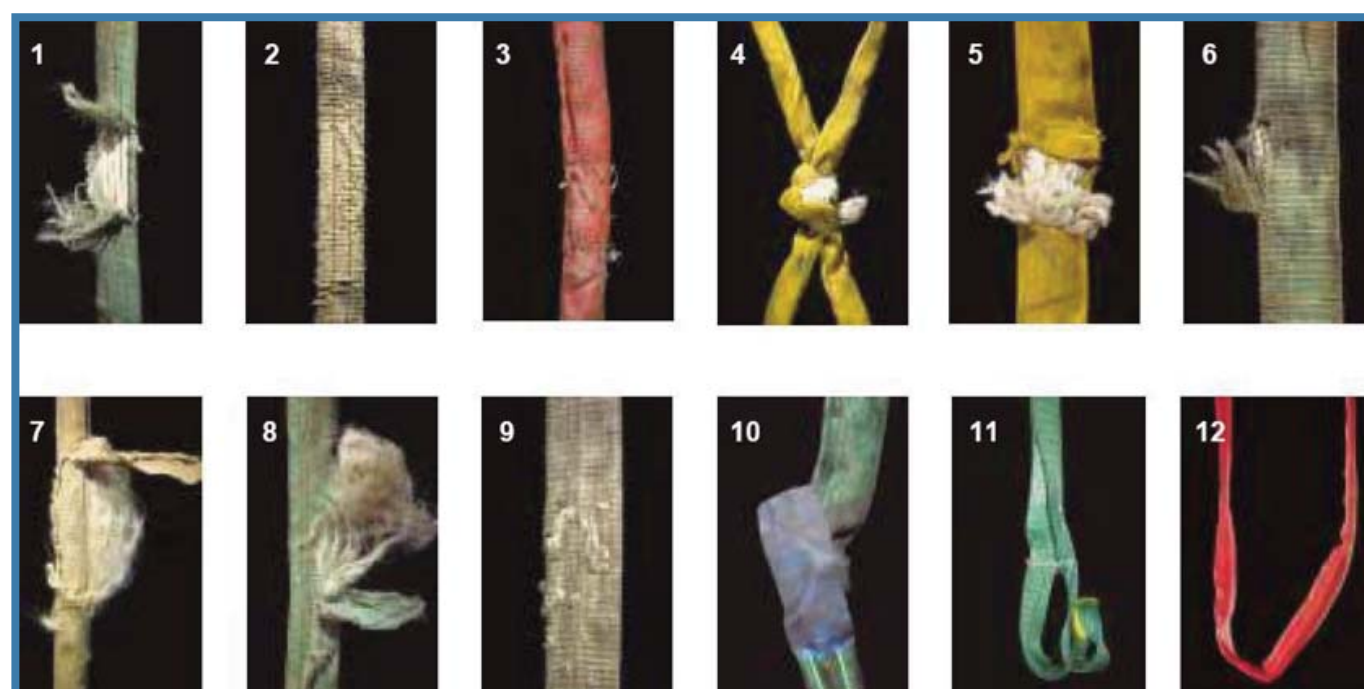
Se generara mayor tensión en el ramal que forme un ángulo menor con la vertical.

| Ahorcado                   |                    |        |        | Cesta  |        |        |        |
|----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ángulo inclinación $\beta$ | Simple             | Doble  |        | Simple |        | Doble  |        |
|                            | 0                  | 0-45°  | 45-60° | 0-45°  | 45-60° | 0-45°  | 45-60° |
| Factor                     | 0,8                | 1,1    | 0,8    | 1,1    | 0,8    | 1,7    | 1,2    |
| Grosor cadena              | Carga trabajo (kg) |        |        |        |        |        |        |
| 6                          | 900                | 1.250  | 900    | 1.250  | 900    | 1.900  | 1.320  |
| 7                          | 1.250              | 1.700  | 1.250  | 1.700  | 1.250  | 2.650  | 1.800  |
| 8                          | 1.600              | 2.240  | 1.600  | 2.240  | 1.600  | 3.350  | 2.360  |
| 10                         | 2.500              | 3.350  | 2.500  | 3.350  | 2.500  | 5.300  | 3.750  |
| 13                         | 4.250              | 5.600  | 4.250  | 5.600  | 4.250  | 9.000  | 6.300  |
| 16                         | 6.300              | 9.000  | 6.300  | 9.000  | 6.300  | 13.200 | 9.500  |
| 18                         | 8.000              | 11.200 | 8.000  | 11.200 | 8.000  | 17.000 | 11.800 |
| 19                         | 9.000              | 12.500 | 9.000  | 12.500 | 9.000  | 19.000 | 13.200 |
| 20                         | 10.000             | 14.000 | 10.000 | 14.000 | 10.000 | 21.200 | 15.000 |
| 22                         | 11.800             | 17.000 | 11.800 | 17.000 | 11.800 | 25.000 | 18.000 |
| 26                         | 17.000             | 23.600 | 17.000 | 23.600 | 17.000 | 35.500 | 25.000 |
| 32                         | 25.200             | 36.000 | 25.200 | 35.700 | 25.200 | 42.800 | 30.200 |

Variación de la capacidad de carga en función de los ramales y la cadena.

| CARGA MÁXIMA DE UTILIZACIÓN (Kg) |              |          |                           |           |            |                          |            |                          |            |
|----------------------------------|--------------|----------|---------------------------|-----------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|
|                                  | 1 eslinga    |          |                           |           |            | 2 eslingas               |            | 3 ó 4 eslingas           |            |
|                                  | Tiro directo | Ahorcado | ángulos de inclinación b° |           |            | Ángulo de inclinación b° |            | Ángulo de inclinación b° |            |
|                                  |              |          | 0°<b°<7°                  | 7°<b°<45° | 45°<b°<60° | 0°<b°<45°                | 45°<b°<60° | 0°<b°<45°                | 45°<b°<60° |
|                                  |              |          |                           |           |            |                          |            |                          |            |
| color CEN                        | 1            | 0,8      | 2                         | 1,4       | 1          | 1,4                      | 1          | 2,1                      | 1,5        |
| Violeta                          | 1.000        | 800      | 2.000                     | 1.400     | 1.000      | 1.400                    | 1.000      | 2.100                    | 1.500      |
| Verde                            | 2.000        | 1.600    | 4.000                     | 2.800     | 2.000      | 2.800                    | 2.000      | 4.200                    | 3.000      |
| Amarillo                         | 3.000        | 2.400    | 6.000                     | 4.200     | 3.000      | 4.200                    | 3.000      | 6.300                    | 4.500      |
| Gris                             | 4.000        | 3.200    | 8.000                     | 5.600     | 4.000      | 5.600                    | 4.000      | 8.400                    | 6.000      |
| Rojo                             | 5.000        | 4.000    | 10.000                    | 7.000     | 5.000      | 7.000                    | 5.000      | 10.500                   | 7.500      |
| Marrón                           | 6.000        | 4.800    | 12.000                    | 8.400     | 6.000      | 8.400                    | 6.000      | 12.600                   | 9.000      |
| Azul                             | 8.000        | 6.400    | 16.000                    | 11.200    | 8.000      | 11.200                   | 8.000      | 16.800                   | 12.000     |
| Naranja                          | 10.000       | 8.000    | 20.000                    | 14.000    | 10.000     | 14.000                   | 10.000     | 21.000                   | 15.000     |
| Naranja                          | 15.000       | 12.000   | 30.000                    | 21.000    | 15.000     | 21.000                   | 15.000     | 31.500                   | 22.500     |
| Naranja                          | 20.000       | 16.000   | 40.000                    | 28.000    | 20.000     | 28.000                   | 20.000     | 42.000                   | 30.000     |

Variación de la capacidad de carga en función de los ramales y su estrobo.

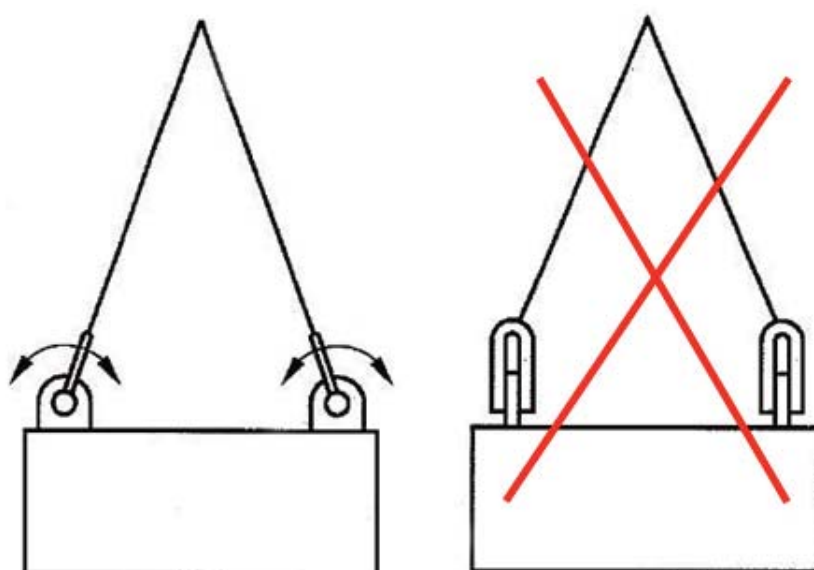


Tipos de fallos más comunes en las eslingas textiles

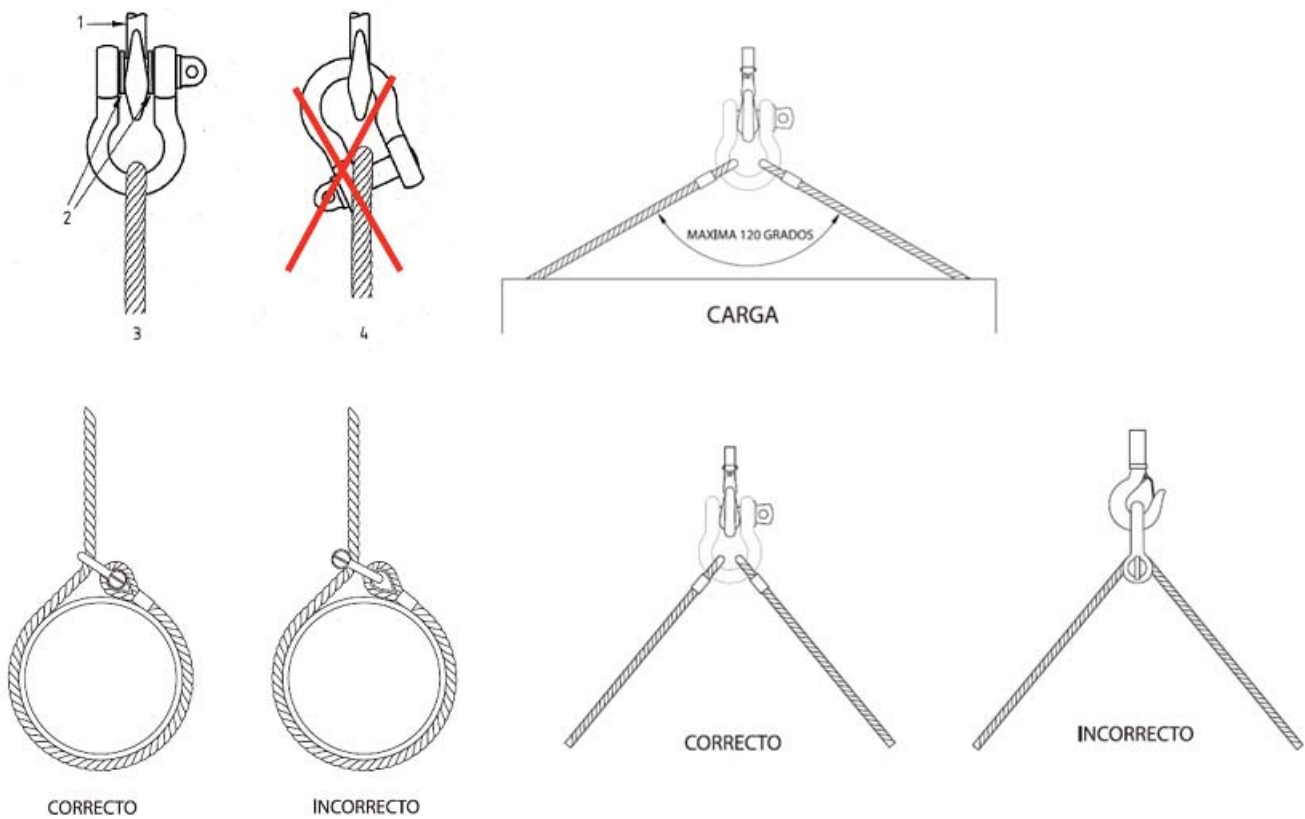




Tipos de fallos más comunes en las eslingas metálicas



Los grilletes rectos no deberían usarse de forma que se originen cargas laterales a menos que lo especifique el fabricante.



En resumen, a la hora de seleccionar un útil de elevación hay que tener en cuenta:

- Carga máxima de utilización según cómo esté previsto utilizar el útil para prender la carga (elevación directa, elevación estrangulada, eslingado en cesto...).
- Naturaleza de la carga a elevar.
- El ambiente de trabajo (meteorología, productos químicos,...).
- Las dimensiones, la forma (carga simétrica o no simétrica) y el peso de la carga.

## 5.4. Equipos de elevación utilizados en el montaje de parques eólicos

En la construcción de un parque eólico se emplean equipos de elevación para la obra civil y el montaje. Esta guía se centra en los equipos de elevación empleados en el proceso de montaje de los aerogeneradores.

Ya se ha mencionado anteriormente que para izar una carga se deben tener en cuenta multitud de factores como el peso de la propia carga, posición de los puntos de anclaje, simetría, centro de gravedad etc. Los útiles de izado se deben seleccionar en función de todas estas características, y si en el mercado no existen las herramientas adecuadas es cuando hay que plantearse el diseño de útiles específicos. Esto es bastante común en el sector eólico, debido a la configuración de las cargas que deben izarse en el montaje de un aerogenerador.

Se pueden identificar diferentes procedencias de los útiles en relación con el suministro:



- Equipo de elevación comercializado por un fabricante o distribuidor.
- Equipos de elevación fabricados por el Tecnólogo o la Empresa de montaje.

### 5.4.1. Equipo de elevación comprado al fabricante o distribuidor

A la hora de seleccionar un útil de elevación, es importante saber qué se debe exigir al fabricante. El usuario debe recordar que los útiles de elevación deben tener el marcado CE, y a continuación se muestran una serie de conceptos que también pueden serle de interés:

- Carga estática: carga resultante de una fuerza aplicada constantemente.
- Carga límite de trabajo: la carga máxima que puede soportar el útil durante el trabajo.
- Carga de trabajo: fuerza máxima que el útil puede sostener en una aplicación en particular.
- Carga de prueba: carga que se puede aplicar al útil antes de que sufra deformaciones.
- Prueba de funcionamiento a plena carga: carga realizada al producto para detectar posibles fallos de fabricación del útil.
- Carga de ruptura: carga o fuerza a partir de la cual el útil es incapaz de sostener el peso.
- Carga dinámica: fuerza resultante de la aplicación repentina de una fuerza o movimiento de una carga estática.
- Factor de diseño: es capacidad de reserva teórica del producto, se calcula dividiendo la carga de ruptura, entre la carga límite de trabajo.

Cuando se compra un equipo de elevación a un fabricante, puede ocurrir que se compre un equipo estándar o a medida.





Equipos estándar



Equipos estándar

Es bastante común que no haya determinados equipos de elevación como balancines, orejetas específicos para izar ciertos materiales, por eso en ocasiones surge la necesidad de comprar un equipo de elevación fabricado “a medida”. En este caso el tecnólogo elabora una especificación técnica del equipo que desea adquirir y el fabricante diseña y construye un equipo a medida. Esto es así porque responden a necesidades muy específicas, y el tecnólogo decide muchas de las variables técnicas que caracterizan al producto.

Al comprar un equipo de elevación al fabricante o distribuidor, se entiende que la responsabilidad del diseño y fabricación recae sobre el fabricante, aunque en determinadas situaciones, el tecnólogo pueda participar en el diseño, al objeto de transmitir los requisitos que debe cumplir el equipo.

Los tecnólogos o empresas de montaje, deben exigir en la compra de equipos de elevación, útiles que cumplan con todos los requisitos establecidos, es decir, no deben admitir equipos inseguros, aunque incluya el marcado CE y declaración de conformidad, ya que puede haber fabricantes sin escrúpulos que comercialicen estos productos sin haber realizado correctamente el marcado CE.

Hay aspectos evidentes que el tecnólogo o la empresa de montaje puede verificar directamente sobre el equipo de elevación (existencia de marcado CE y declaración de conformidad, manual de instrucciones, aspectos evidentes de seguridad, etc.). Otros en cambio, requieren la realización de ciertos ensayos como resistencia de materiales, controles de calidad, etc.

### ¿Qué hacer si un producto no cumple la normativa?

Si un producto afectado por la exigencia de marcado CE no lo lleva o no lleva declaración de conformidad o no cumple con los requisitos esenciales de seguridad y salud de las directivas que aplican, ese producto debe ser retirado del mercado.

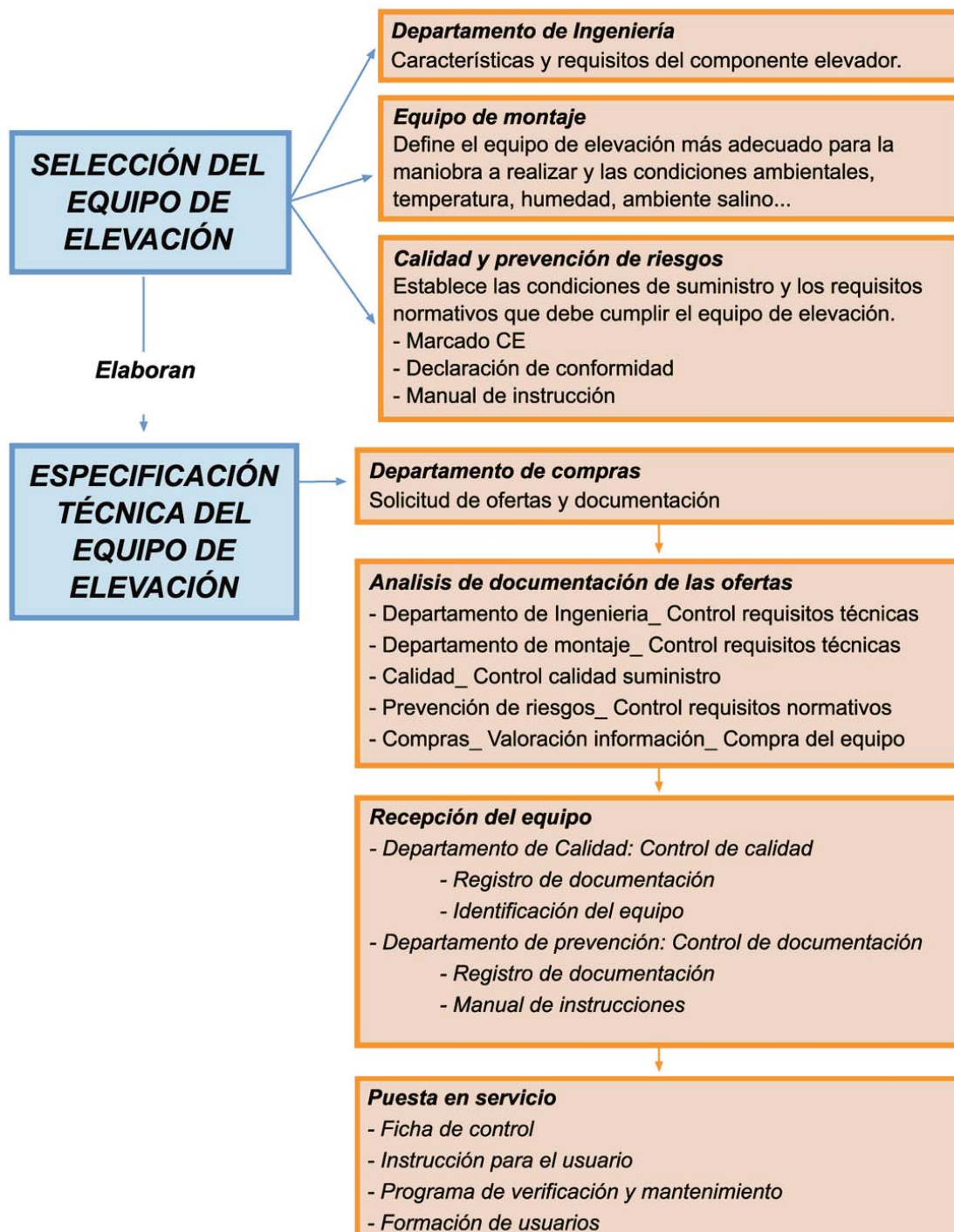
Si se encuentra algún producto en estas condiciones, lo primero que se debe hacer, es contactar con el fabricante o



Equipos a medida

distribuidor para asegurarse de que no ha habido ningún defecto, descuido, despiste o error. Es posible que la placa con el marcado CE esté oculta o se haya caído, que se haya extraviado la declaración, etc. Hay que recordar también, que los fabricantes que realizan correctamente el marcado no suelen tener ningún inconveniente en mostrarlo y enviar copia de la declaración. Si no es así o el producto es manifiestamente inseguro, debe ponerse en contacto con la autoridad competente.

Seguidamente se puede consultar un esquema del proceso de compra y puesta en servicio de un equipo de elevación con sus correspondientes requisitos:



En el montaje de un parque eólico es muy común ver los siguientes útiles de elevación “comprados a fabricante”: Grilletes, eslingas textiles, garras de elevación, eslingas metálicas, cáncamos, cadenas de elevación y balancines.

## ÚTIL DE ELEVACIÓN

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>GRILLETES</b><br/>Normativa aplicable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UNE-EN 13889</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|   | <p><b>ESLINGAS TEXTILES</b><br/>Normativa aplicable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UNE-EN 1492-1:2001/AC:2006 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1: Eslingas de cintas tejidas planas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1492-2:2001/AC:2006 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 2: Eslingas redondas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1492-4:2005 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 4: Eslingas de elevación fabricadas con cuerdas de fibras naturales y químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1677-4:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 4: Eslabones, Clase 8.</li> </ul> |
|  | <p><b>GARRAS DE ELEVACIÓN</b><br/>Normativa aplicable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 13155</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|  | <p><b>BALANCINES</b><br/>Normativa aplicable</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UNE EN 13155</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |





### ***ESLINGAS METÁLICAS***

Normativa aplicable

- UNE-EN 13414-1:2004/A1:2006 Eslingas de cables de acero. Seguridad. Parte 1: Eslingas para aplicaciones generales de elevación
- UNE-EN 13414-2:2004/A1:2006 Eslingas de cables de acero. Seguridad. Parte 2: Especificación sobre la información acerca de la utilización y el mantenimiento a suministrar por el fabricante.
- UNE-EN 13414-3:2004 Eslingas de cables de acero. Seguridad. Parte 3: Eslingas sin fin y eslingas de cuerda.
- UNE-EN 1677-4:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 4: Eslabones, Clase 8.



### ***CÁNCAMOS***

Normativa aplicable

- UNE 58525:1988 Cáncamos de tornillo para aplicaciones especiales de elevación.
- UNE-EN 287-1:1992 Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1: aceros. (Versión oficial EN 287-1:1992).
- UNE-EN 287-2:1993 Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 2: aluminio y aleaciones de aluminio. (Versión oficial EN 287-2:1992).
- UNE-EN 1677-4:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 4: Eslabones, Clase 8.

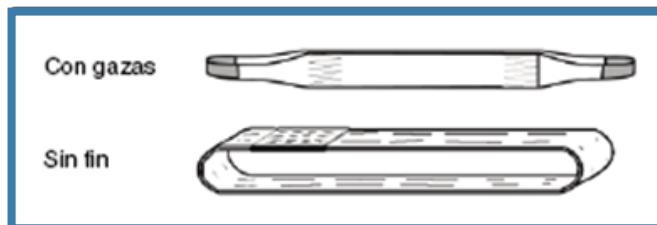


### ***CADENAS DE ELEVACIÓN***

Normativa aplicable

- UNE-EN 818-2:1996 Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 2: Cadenas no calibradas para eslingas de cadena. Clase 8.
- UNE-EN 818-4:1996 Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Eslingas de cadena. Clase 8.
- UNE-EN 818-6:2000 Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 6: Eslingas de cadena. Especificación de la información acerca de la utilización y el mantenimiento que debe suministrar el fabricante.
- UNE-EN 1677-1:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 1: Accesorios de acero forjado, Clase 8.
- UNE-EN 1677-2:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 2: Ganchos de elevación de acero forjado con lengüeta de seguridad, Clase 8.
- UNE-EN 1677-4:2001 Accesorios para eslingas. Seguridad. Parte 4: Eslabones, Clase 8.
- UNE 27176:1974 Eslingas de cadena.

A continuación se muestra a modo de ejemplo los requisitos que deben cumplir las eslingas textiles de cintas tejidas planas y las eslingas redondas (también denominadas tubulares), fabricada con fibras químicas de poliamida, poliéster y polipropileno, según las normas UNE-EN 1492-1, UNE-EN 1492-2 y UNE 40901:



Eslingas de cintas tejidas planas



Eslingas tubulares

En las normas, en primer lugar se establecen una serie de definiciones de los diferentes tipos de cintas, accesorios, partes de las cintas, indicadores de seguridad en cuanto a longitudes, cargas de trabajo, capacidad de las cintas, fuerza de rotura, etc. Además también se muestran los riesgos a tener en cuenta y las pautas de seguridad para el ensayo y posterior uso de las cintas.

Para cumplir con los objetivos de calidad de las eslingas, se le da mucha importancia al marcado de las cintas. Hay que tener en cuenta que en general existe un código de colores para las etiquetas en función del material de la cinta.

Todas las eslingas textiles deben llevar una etiqueta cosida a la eslinga que permite identificar sus principales características.

El color de la etiqueta que determina la materia textil es:

- Verde: poliamida
- Azul: poliéster
- Marrón: polipropileno

La etiqueta informa al usuario de la eslinga de:

- Tipo de eslinga (reutilizable ó no reutilizable)
- Carga máxima de utilización (C.M.U.)
- Coeficiente de utilización
- Longitud útil en metros
- Material textil de la eslinga (poliamida, poliéster o polipropileno)
- Código de trazabilidad
- Nombre del fabricante o distribuidor
- Origen de fabricación
- Número de la norma europea para las eslingas reutilizables o de la norma española para las eslingas no reutilizables.

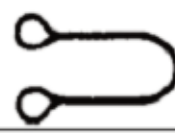
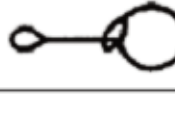
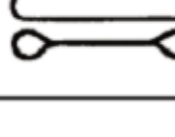


Cualquier eslinga sin etiqueta (total o parcialmente) o con etiqueta pero que no es legible, no debe ser utilizada para elevación de cargas y la eslinga debe ser retirada del uso.

En los cuadros siguientes pueden verse ejemplos de formatos de etiquetas para eslingas no reutilizables y reutilizables.

|                       |                                               |                                          |                             |  |  |  |
|-----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|--|--|--|
| Sección A incluida    | Referencia de la maniobra                     | 20 mm. mínimo<br>(sin contar la puntada) | Carga Máxima de Utilización |  |  |  |
|                       | C.M.U.                                        |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Longitud de trabajo útil                      |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Material                                      |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Fabricante o distribuidor                     |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Código de trazabilidad                        |                                          |                             |  |  |  |
| Sección B expuesta    |                                               | 45 mm mínimo                             |                             |  |  |  |
|                       | Material                                      |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Longitud de trabajo útil                      |                                          |                             |  |  |  |
|                       | C.M.U.                                        |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Símbolo o marca del fabricante o distribuidor |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Origen de fabricación                         |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Código de trazabilidad                        |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Norma                                         |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Tipo o modelo de la eslinga                   |                                          |                             |  |  |  |
|                       | Referencia de la maniobra                     |                                          |                             |  |  |  |
|                       | NO REUTILIZABLE                               |                                          |                             |  |  |  |
| Anchura mínima: 45 mm |                                               |                                          |                             |  |  |  |

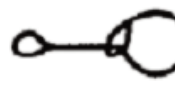
  

|                             |                    |                                                                                       |        |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Carga Máxima de Utilización | Cesta (0 a 45°)    |   | 1,4 t  |
|                             | Cesta paralelo     |  | 2 t    |
|                             | Estrangulada       |  | 800 Kg |
|                             | Elevación vertical |  | 1 t    |

Formato de etiqueta típica para eslingas no reutilizables

|                       |                                    |                                         |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Sección A incluida    | C.M.U.                             | 45 mm mínimo<br>(sin contar la puntada) |
|                       | Material                           |                                         |
|                       | Fabricante                         |                                         |
|                       | Código de trazabilidad             |                                         |
|                       | Norma                              |                                         |
| Sección B expuesta    | Material                           | 45 mm mínimo                            |
|                       | Longitud                           |                                         |
|                       | Símbolo o marca de los fabricantes |                                         |
|                       |                                    |                                         |
|                       | Código de trazabilidad             |                                         |
|                       | Norma                              |                                         |
|                       | C.M.U.                             |                                         |
|                       | Referencia de la maniobra          |                                         |
|                       |                                    |                                         |
|                       |                                    |                                         |
| Anchura mínima: 45 mm |                                    |                                         |

|                             |                                                                                       |        |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Límites de carga de trabajo |                                                                                       |        |
| Cesta (0 a 45°)             |    | 1,4 t  |
| Cesta Paralela              |   | 2 t    |
| Estriangulada               |  | 800 kg |
| Elevación vertical          |  | 1 t    |

Formato de etiqueta típica para eslingas reutilizables

Para las eslingas reutilizables, además de estar especificada la C.M.U. en la etiqueta de la eslinga, también se identifica por el color de la cinta textil para las eslingas planas, y por el color de la funda tubular para las eslingas tubulares. En el cuadro que se expone a continuación se pueden observar los colores y la C.M.U. correspondiente.

Esta codificación de colores viene determinada por las Normas UNE-EN 1492-1 y UNE-EN 1492-2.

| COLOR      | C.M.U. correspondiente |
|------------|------------------------|
| violeta    | 1.000 kg               |
| verde      | 2.000 kg               |
| amarillo   | 3.000 kg               |
| gris       | 4.000 kg               |
| rojo       | 5.000 kg               |
| marrón     | 6.000 kg               |
| azul       | 8.000 kg               |
| anaranjado | 10.000 kg              |
| anaranjado | más de 10.000 kg       |

Color y C.M.U. correspondiente para las eslingas textiles reutilizables

#### 5.4.2. Equipos de elevación fabricados por el Tecnólogo o la Empresa de montaje.

La Directiva de máquinas 2006/42/CE se refiere tanto a la comercialización de los accesorios de elevación como a su puesta en servicio, por lo cual se aplica también a las fabricadas para uso propio.

Los Estados miembros mantienen su derecho a establecer los requisitos que consideren necesarios para garantizar la protección de las personas, siempre que ello no suponga modificaciones de los accesorios de elevación en un modo ya cubierto por la directiva.

Con carácter general, la utilización de los accesorios de elevación se encuentra regulada por otra Directiva comunitaria (Directiva 89/655/CEE, y sus modificaciones, sobre condiciones mínimas para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo, aplicadas en España mediante Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, y sus modificaciones, en el ámbito de la Ley de Prevención de riesgos laborales), junto con otras disposiciones más concretas, tales como las Instrucciones técnicas complementarias MIE-AEM 4 del Reglamento de Aparatos de Elevación relativo a las grúas autopropulsadas.

Para poder beneficiarse de los efectos de la directiva, los accesorios de elevación deben cumplir los principios de «integración de la seguridad en el diseño y la fabricación», los denominados «requisitos esenciales de seguridad y salud» que garanticen la seguridad, teniendo en cuenta el estado de la técnica en el momento de la fabricación y los imperativos técnicos y económicos.

Cuando el Tecnólogo o la empresa de montaje deciden fabricar accesorio de elevación, debe cumplir con los requisitos establecido por las Directivas, tanto en el diseño, fabricación, puestas en servicio, utilización, control y mantenimiento.

Si el accesorio de elevación es fabricado por el tecnólogo o la empresa de montaje para su uso propio, incorpora componentes comercializados bajo el marcado CE, debe procederse a la selección correcta y conseguir del fabricante o distribuidor la máxima información posible, debiendo comprobar también la compatibilidad de los diferentes componentes.

Cuando el Tecnólogo o la empresa de montaje fabricar accesorio de elevación, para su uso propio, debe elaborar un **Expediente Técnico de Construcción**, donde se recogerá documentalmente la justificación del cumplimiento de los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud, así como que se ha seguido el procedimiento de evaluación de la conformidad adecuado.

Este documento debe existir, aunque no es preciso que sea un tomo físico, sino que puede tener partes en diversas sedes (por ejemplo cuando el accesorio incorpora componente con marcado CE, el expediente recogerá la información técnica facilitada por el fabricante o distribuidor, siendo el fabricante del componente el que dispondrá del Expediente Técnico de Construcción del componente en cuestión); en cualquier caso, debe poder ser reunido de modo rápido a demanda de la autoridad competente, por ejemplo en una acción de **Control de Mercado**. El Expediente Técnico de Construcción se deberá conservar al menos durante 10 años después de la fecha de fabricación del último ejemplar.

Unos de los documentos importantes es el Manual de Instrucciones, como parte de los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud del Anexo I de la Directiva de Máquinas, que recoge la exigencia de que los accesorios de elevación vayan acompañadas de un **Manual de Instrucciones** cuyo contenido está determinado.



Útil para izar el buje

Este manual de instrucciones debe permitir efectuar con total seguridad todas las operaciones que esté previsto realizar con los accesorios de elevación, en las condiciones establecidas por Tecnólogo o Empresa de Montaje, que en este caso actúa como fabricante.

El Manual de Instrucciones deberá formar parte del Expediente Técnico de Construcción.

Las Directivas de Nuevo Enfoque establecen la obligación del fabricante de elaborar una **Declaración de Conformidad**.

En algunos casos, como este de la Directiva de Máquinas, se establece claramente que el producto (accesorio de elevación) debe ir acompañado de una copia de su Declaración de Conformidad (redactada en el idioma del lugar de comercialización o puesta en servicio de los accesorios de elevación).

Las autoridades públicas de los Estados Miembros de la Unión Europea no podrán limitar, prohibir u obstaculizar la comercialización o puesta en servicio de los accesorios de elevación, provistos de Marcado CE y acompañadas de su Declaración de Conformidad, en lo que se conoce como **cláusula de libre circulación**.

El **Marcado CE** es el signo visible común a un grupo de Directivas de Nuevo Enfoque. Su colocación en un producto representa que cumple con los Requisitos Esenciales de todas las Directivas que exigen el Marcado CE que le aplican.

Salvo durante el periodo transitorio de aplicación de una Directiva, la colocación del Marcado CE no es una opción del fabricante. Cuando el producto está afectado es obligatorio que lo lleve y, si no está afectado, no puede llevarlo.

La colocación del Marcado CE en los accesorios de elevación se regula en el punto 1.7.3. del Anexo I de la Directiva, donde se regula su utilización y la información que le debe acompañar. En el Anexo III de la misma se definen su forma y proporciones.

Las **Normas Armonizadas** son especificaciones técnicas elaboradas por organismos europeos de normalización y adoptadas por los Estados Miembros.

Son elaboradas a demanda de la Comisión Europea, y que pretenden dar cobertura técnica a la aplicación práctica de los aspectos relacionados con los Requisitos Esenciales.

Son de uso voluntario (salvo en algunos aspectos relacionados con productos afectados por la Directiva de Productos de Construcción) y dan presunción de conformidad con los citados requisitos.

A pesar de su carácter de voluntariedad, la aplicación de estas normas es aconsejable, ya que proporcionan criterios técnicos de probada solvencia, a la hora de conseguir accesorios de elevación seguros, por lo que es aconsejable que los fabricantes de máquinas consulten regularmente la **lista de Normas Armonizadas** para Máquinas.

En el caso de la Directiva de Máquinas, la existencia o no de Normas Armonizadas suficientes puede condicionar el Módulo de Evaluación de la conformidad aplicable, cuando se trate de máquinas del Anexo IV.



## **6 PROCEDIMIENTO DE ELEVACIÓN EN CAMPO**

El proceso de montaje debe ser práctico, operativo y lo más sencillo posible, no se trata por lo tanto de textos extenso y párrafos que desarrollan conceptos, cálculos o demostraciones, pero es importante considerar, que se han tenidos en cuenta, todos los factores necesarios para garantizar un proceso de montaje seguro.

Para llevar a cabo el montaje de un parque eólico, son varios los factores que deben tenerse muy en cuenta: estudio del terreno y acopio del material, verificaciones, la meteorología, señalización, la propia operación de montaje, y por último habrá que disponer de un plan de emergencias.

El éxito de la ejecución del parque eólico se basa en los anteriores factores citados. El cumplimiento con las normas establecidas hará que se cumpla con los objetivos. Tampoco debe olvidarse que una de las obligaciones y compromisos que se tienen con el tema medioambiental, ya que también es una de los factores que también se valora a la hora de construir un parque eólico.

### **6.1. Estudio de los acopios sobre el terreno**

Los trabajos de obra civil y montaje necesarios para la instalación del parque son:

- Adecuación de vías públicas de acceso.
- Reforma/ampliación de caminos existentes.
- Ejecución de nuevos viales.
- Realización de plataformas de acceso.
- Zanjias y tendidos de eléctricos y comunicaciones.
- Construcción de cimentaciones.
- Edificios auxiliares (Subestación eléctrica, control, taller, almacén).
- Montaje de aerogeneradores.

Todo ello implica el acopio de materiales y componentes, que viene condicionado por la orografía del terreno y las características geológicas del emplazamiento. Para asegurar el diseño y definir con seguridad los acopios se debe realizar un estudio geotécnico del emplazamiento.

#### **6.1.1. Estudio de resistencia del terreno.**

Las propiedades del suelo, de las rocas y de los macizos rocosos se cuantifican mediante parámetros geotécnicos que se usan en los cálculos de proyecto. Estos se establecen a partir de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio y de otros datos de importancia.

El estudio del terreno se basa en una evaluación de los parámetros geotécnicos, mediante ensayos de laboratorio y campo. Con objeto de establecer valores seguros de los parámetros geotécnicos, se deben considerar los puntos siguientes:

- Muchos parámetros del suelo no son constantes, sino que dependen de distintos factores como el nivel tensional, el modo de deformación, etc.
- Los programas de ensayos deben incluir un número suficiente de ensayos que proporcionen datos sobre el valor y variaciones de los distintos parámetros que son importantes para el proyecto.
- Se debe dar mayor importancia a los resultados de pruebas de campo a gran escala que a los datos de laboratorio.
- Siempre que se disponga de ellas, se deben comprobar las correlaciones entre los resultados de más de un tipo de ensayo.

Los requerimientos del estudio geotécnico, básicamente, son:

Terreno Natural en viales: Obtención de la capacidad portante del suelo (capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él y dimensionar la capa de zahorra última en función del tonelaje y tráfico a soportar por la sección, excavabilidad, perfiles litológicos, características y espesor del suelo edáfico así como la estabilidad de taludes.

Terreno natural en zapatas (determinación de las características del terreno en cada una de las posiciones de las zapatas; cálculos posteriores, esfuerzos sobre el dintel, estabilidad frente al vuelco, estabilidad frente al deslizamiento, tensiones del terreno, etc.)

Áridos para firmes y reutilización de materiales a través de ensayos e índices de apoyo (ensayo de los Ángeles, índice CBR, Proctor, Equivalencia de arena, etc.) Otros; Niveles freáticos, sismología, posible existencia de simas, agresividad al hormigón.

El cálculo de los índices y análisis del estudio geotécnico se determinan mediante:

- Calicatas
- Sondeos (mecánicos, eléctricos SEV)
- Toma de muestras
- Ensayos de laboratorio (Análisis granulométrico, CBR, Procter, sulfatos, límites de Atterberg, hinchamiento libre, sulfatos, materia orgánica, equivalente de arena, coeficiente Los Angeles ...-)

### ***6.1.2 Zonas del terreno sobre las que se realizarán los acopios de material.***

Antes de proceder al montaje de los aerogeneradores, hay que planificar el acopio del material, para ello se debe tener en cuenta la resistencia del terreno, orografía, obstáculos y superficie disponible. Habrá que acondicionarlo previendo la ubicación de las grúas y todo el material que debe acopiarse.

Pueden realizarse pequeños esquemas descriptivos de cómo van a quedar acopiados los materiales para el posterior montaje de los aerogeneradores.

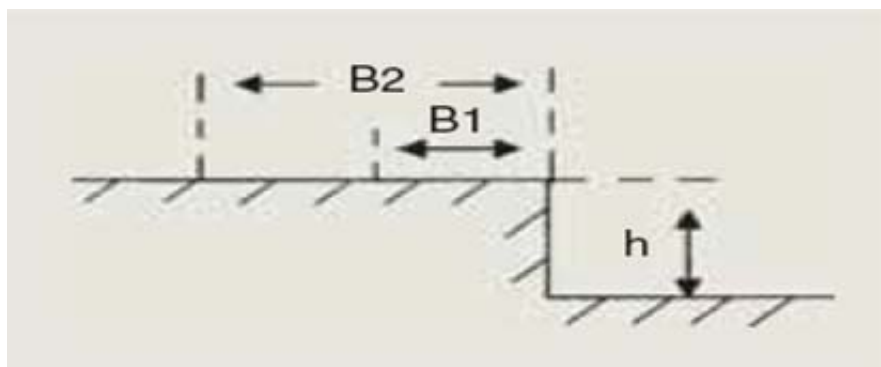
### 6.1.3. Zonas del terreno en el que se situarán las grúas.

A la hora de elegir un adecuado emplazamiento deben tenerse en cuenta dos factores: condiciones del terreno y la no existencia de obstáculos en el radio y altura de trabajo, conforme establece Real Decreto 837/2003, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4, referente a grúas móviles autopropulsadas.

Con respecto a las condiciones del terreno, antes de proceder al montaje de la grúa móvil se inspeccionará con detalle el terreno de manera que la resistencia del suelo sea la apropiada para aguantar la presión. En este sentido es conveniente comprobar que el lugar elegido para situar la grúa no contenga conducciones subterráneas (tuberías, conducciones de gas...) y que se encuentre alejado de excavaciones, fosos o taludes, así como de aquellos en los que se han realizado movimientos de tierra. La distancia de seguridad a taludes y fosos se mide a partir de la profundidad de los mismos.

a) Terreno blando o terraplenado: dos veces la profundidad del foso o talud ( $B2 = 2h$ ).

b) Terreno duro o natural: la distancia debe ser como mínimo igual a la altura del foso o talud ( $B1 = 1h$ ).



Ejemplos de emplazamientos de grúas durante el montaje de parques eólico.





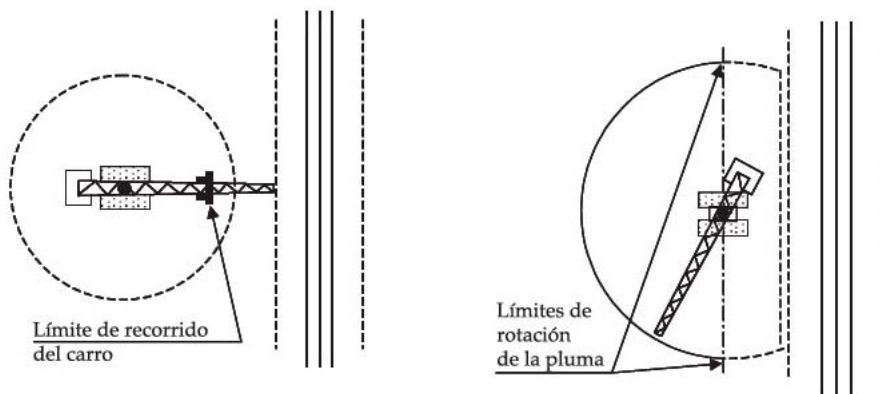
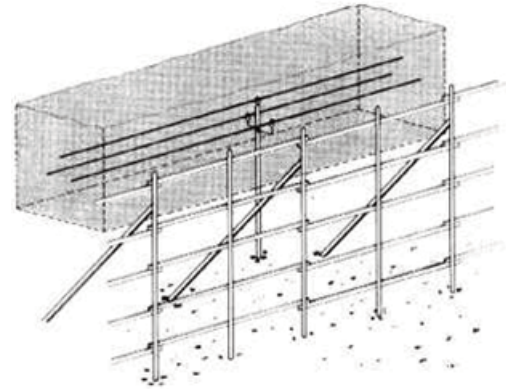


#### 6.1.4. Presencia de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (distancias de seguridad, RD 614/2001 riesgo eléctrico)

En el montaje de parques eólicos con presencia de líneas aéreas de alta tensión, se deben tomar los radios y alturas de trabajo menores posibles, siguiendo las tablas de carga aportadas por el fabricante.

Cuando no pueda respetarse las distancias de seguridad establecidas en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de salud y la seguridad frente al riesgo eléctrico, la empresa usuaria de la grúa solicitará de la compañía eléctrica el corte del servicio. De no ser esto factible, se informará a los trabajadores de los riesgos y medidas de prevención y se protegerá la línea mediante una pantalla de protección además de señalizar la zona.

Si esto no fuese posible, se deberá guardar, como mínimo, una distancia de entre 3 y 7 m (dependiendo de la tensión de la línea) desde el extremo de la pluma a la línea eléctrica (teniendo en cuenta el efecto de balanceo producido por el viento), evitando así el contacto accidental o que se produzca un salto del arco eléctrico. Se procurará usar accesorios de elevación aislantes (eslingas de poliéster...), aislar los enganches y contar con dispositivos de alarma eficaces (detectores de tensión).



#### Situaciones con trabajos próximos a líneas de alta tensión

Una de las principales causas de accidentes en una grúa móvil autopropulsada se produce por contacto con una línea eléctrica. En estos casos, el procedimiento que debe seguirse es el siguiente:

- Permanecer en la cabina y maniobrar intentando que cese el contacto con la línea eléctrica.
  - Alejar el vehículo del lugar e impedir que nadie se acerque a los neumáticos que permanezcan inflados.
  - Si no le resulta posible que cese el contacto (sin provocar la rotura de la línea) se debe permanecer en la cabina, manteniendo a las personas alejadas, hasta que la línea haya sido desconectada.
  - Si el vehículo se incendia o la situación obliga a abandonarlo:
- Hay que comprobar que no existen cables de línea en el suelo o sobre el vehículo.



- Descender del vehículo de un salto, evitando siempre tocar el vehículo y el suelo al mismo tiempo. Procurar caer lo más lejos de la cabina, con los pies juntos y andar con los pies lo más pegados posible, dando pasos pequeños, a saltos o manteniendo un solo punto de contacto con el suelo (un solo pie) y evitando cualquier objeto que haya en la zona. No se deben dar pasos largos porque es posible que la diferencia de potencial entre ambos pies sea lo suficientemente grande como para convertirse en mortal.

Los operarios que se encuentren en la proximidad del suceso:

- Deben alejarse del lugar y no intentar socorrer a los posibles accidentados, hasta que se tenga la certeza del corte de tensión.
- Si se observa que el contacto con la línea persiste o que se ha desprendido o roto algún cable conductor, llamar a la compañía eléctrica para que desconecte la línea.
- Si hay accidentados avisar a una ambulancia, solicitar asistencia médica,...

## 6.2. *verificación in situ*

Antes de acometer las tareas y después de haber acondicionado el terreno se debe hacer una serie de verificaciones en el lugar de operaciones para asegurarse de que no se dejan detalles de lado. En primer lugar se ha de verificar el emplazamiento, es decir, el lugar donde se va a llevar a cabo el montaje del aerogenerador. En este punto hay que detenerse para observar las condiciones del suelo, si hay espacio suficiente para maniobrar, si hay obstáculos que puedan generar riesgos o incomodidades a la hora de trabajar, si hay viales en el entorno etc.

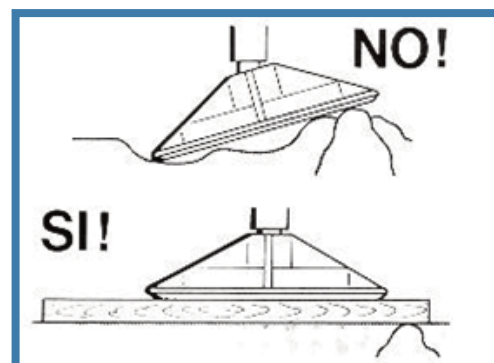
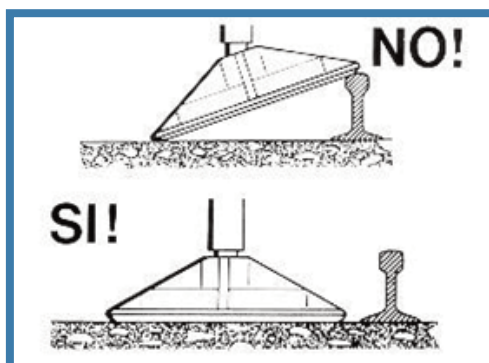
Hay que comprobar la disposición de los elementos en el terreno. Habrá que preguntarse si están ubicados en los lugares más adecuados para llevar a cabo el montaje, y si están acopiados de forma estable, cumpliendo con sus correspondientes instrucciones.

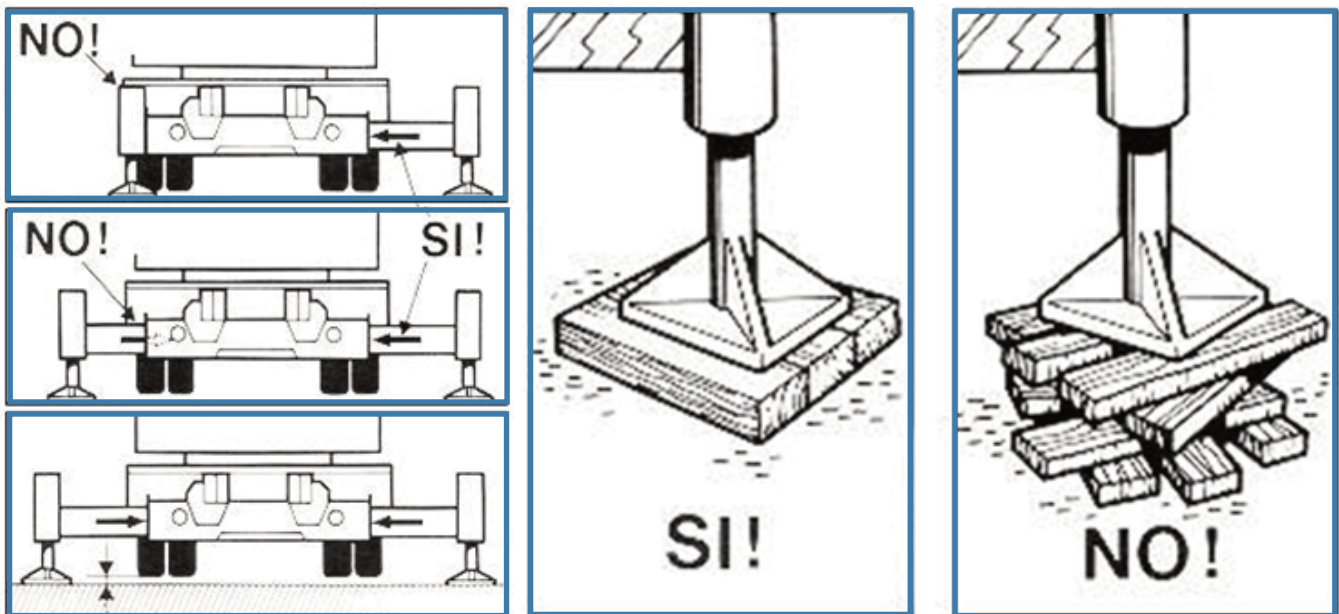
También se debe ver si los lugares establecidos para el posicionamiento de las grúas es el idóneo, teniendo en cuenta el estado del terreno y el espacio.

Durante la verificación también debe controlarse el estado de las grúas. A su llegada el recurso preventivo puede requerirle al gruista, la declaración CE de conformidad, inspecciones y revisiones de mantenimiento realizadas.

Antes del izado de la carga hay que asegurarse de que la grúa seleccionada es la adecuada conforme al estado del terreno y las cargas que se van a izar. Ésta debe estar en buen estado y funcionar correctamente, por lo tanto se comprobará que la extensión e inclinación de la pluma son correctos, así como el giro de grúa.

Los estabilizadores deben estar extendidos en su máxima longitud siempre que sea posible, y además deben estar sobre placas de apoyo adecuadas.





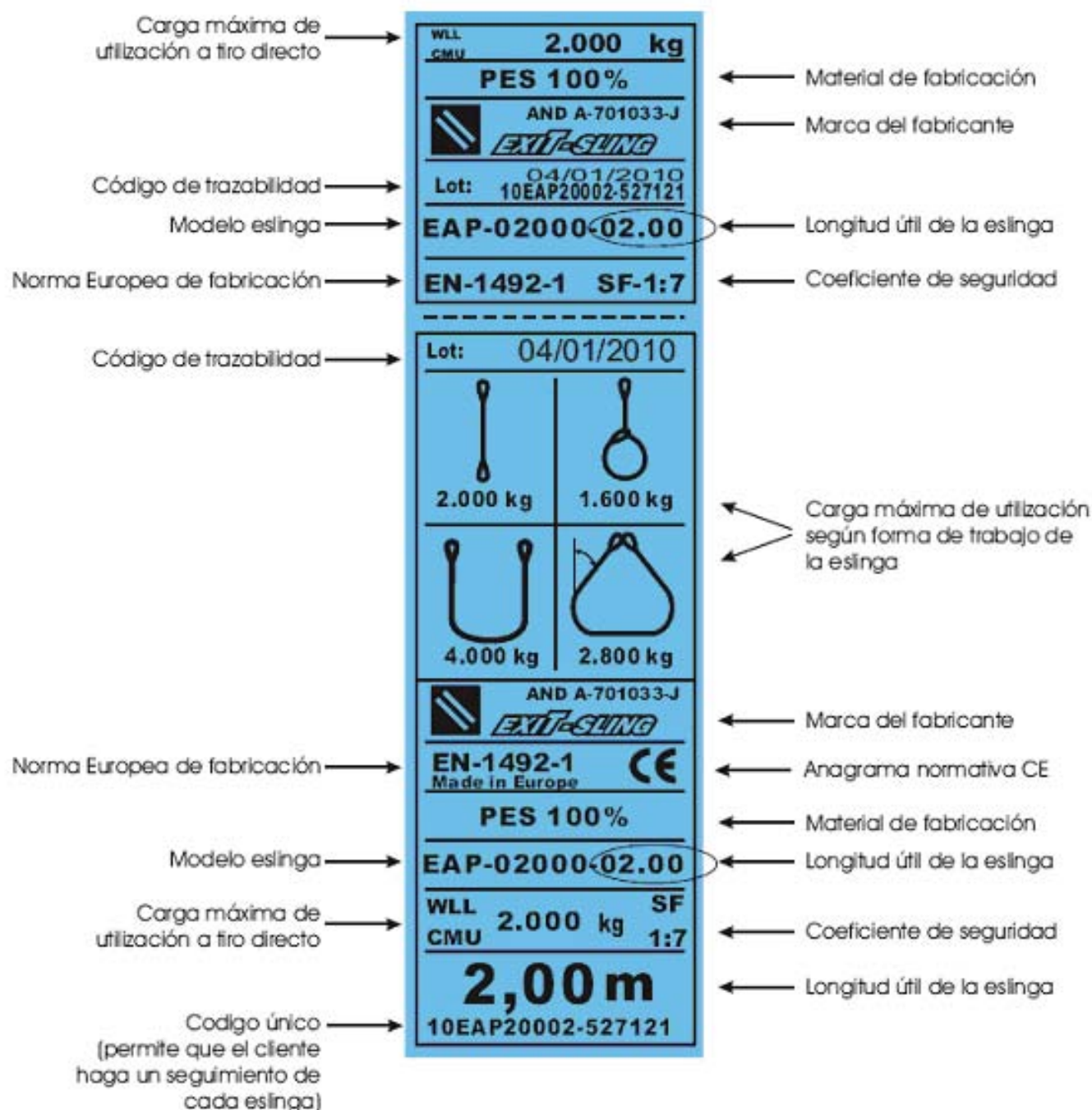
Debe comprobarse también que el limitador e indicador de cargas funcionan bien, y que el gancho de la grúa tiene pestillo de seguridad.

Hay que asegurarse de que se respetan los diagramas de cargas de la grúa.

La licencia de conducción de la grúa también es exigible, así como, un documento que acredite su formación, aptitud médica, conocimiento de los riesgos,... Y por supuesto debe estar en buenas condiciones físicas.

Además de lo mencionado anteriormente, debe verificarse el estado de los útiles de elevación, tanto los específicos del sector eólico como los auxiliares.

En todos los casos, éstos deben llevar marcado CE, y tiene que haber un sistema de trazabilidad, es decir, que todos los útiles tienen que estar perfectamente identificados ya sea por referencias internas o por números de serie. Sus marcados y etiquetas, tal y como se ha mencionado anteriormente, tienen que ser claros y legibles. No pueden usarse útiles que estén en mal estado, y para ello se les hacen revisiones visuales antes de cada uso, además de las que se realicen periódicamente.



### Ejemplo: Marcado de las eslingas de uso general (EN 1492)



Inspección del alargamiento del paso debido al desgaste del diámetro nominal.



Inspección del desgaste del diámetro nominal



Inspección del alargamiento producido por sobrecarga.

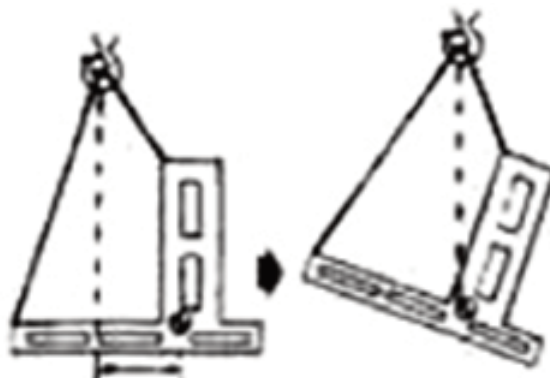
Antes de izar las cargas hay que revisar si los útiles están colocados adecuadamente. Siempre han de respetarse las instrucciones de los fabricantes, y a la hora de estrobar no se pueden sobrepasar las cargas máximas admisibles de los útiles. Hay que tener en cuenta el centro de gravedad de las cargas, su simetría y la forma y posición en que se usan los medios auxiliares, es decir, hay que asegurarse de que se respetan los ángulos de uso de eslingas, cadenas etc.

El centro de gravedad de un cuerpo es el punto donde se puede considerar que está concentrada toda la masa del cuerpo. Para determinar el equilibrio de un cuerpo es necesario conocer su centro de gravedad, que no varía al cambiarlo de posición.

Cuanto más bajo esté el centro de gravedad más estable será. El centro de gravedad de una carga simétrica está en el centro de la misma. Si no es simétrica, o está compuesta de materiales de distinta naturaleza, se debe calcular su centro de gravedad.

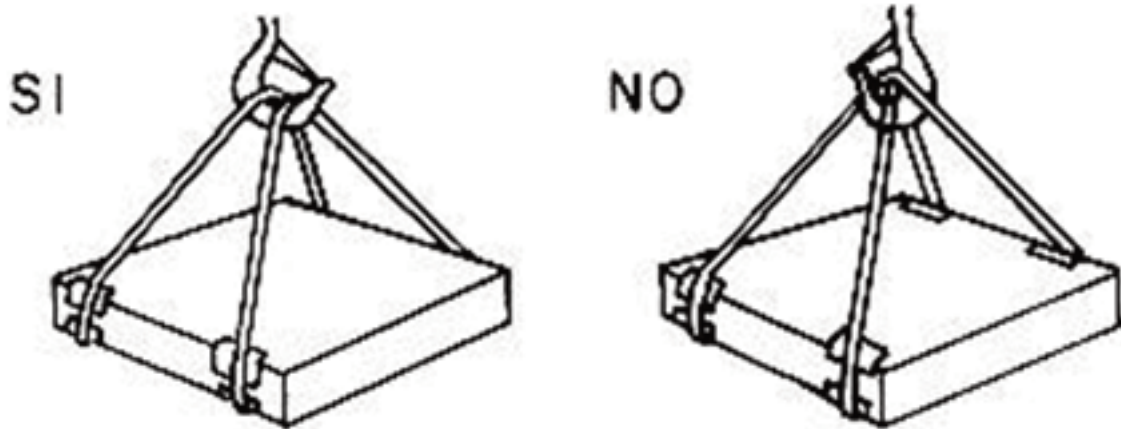


**Estable.** El centro de gravedad está situado bajo la vertical del gancho.

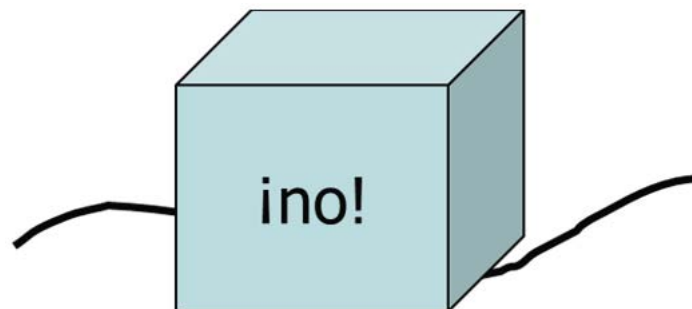


**Inestable.** El centro de gravedad no se encuentra bajo la vertical del gancho. La carga se inclinará cuando quede suspendida





Otro aspecto que hay que tener en cuenta es el almacenamiento de los útiles de elevación. Después de cada uso hay que mantenerlos en lugares donde no sufran daños, deben estar protegidos de las inclemencias meteorológicas como el frío, calor, lluvia, sol, etc. Normalmente se almacenan en las casetas de obra. Cuando no se estén utilizando no deberían permanecer fuera de las casetas, ya que es fácil que acaben deteriorándose por los factores anteriormente citados o porque acaban lastimándose porque acaban en contacto con productos químicos, atrapados bajo vehículos, palés,... sufriendo de esta manera abrasiones, cortes, etc.



Las cuerdas que se utilicen para hacer las retenidas, deben ser lo suficientemente largas como para poder guiar bien las cargas izadas. Para un uso seguro de las mismas, la zona debe estar libre de obstáculos.

Es importante cerciorarse de que en las proximidades no existen líneas de alta tensión, y en su caso tomar las medidas adecuadas.

Todo el personal tiene que estar protegido con los equipos de protección individuales requeridos (casco, botas de seguridad, ropa reflectante,...)

Por último, pero no menos importante, hay que asegurar que todo el personal involucrado en las operaciones está coordinado y conoce las funciones asignadas.

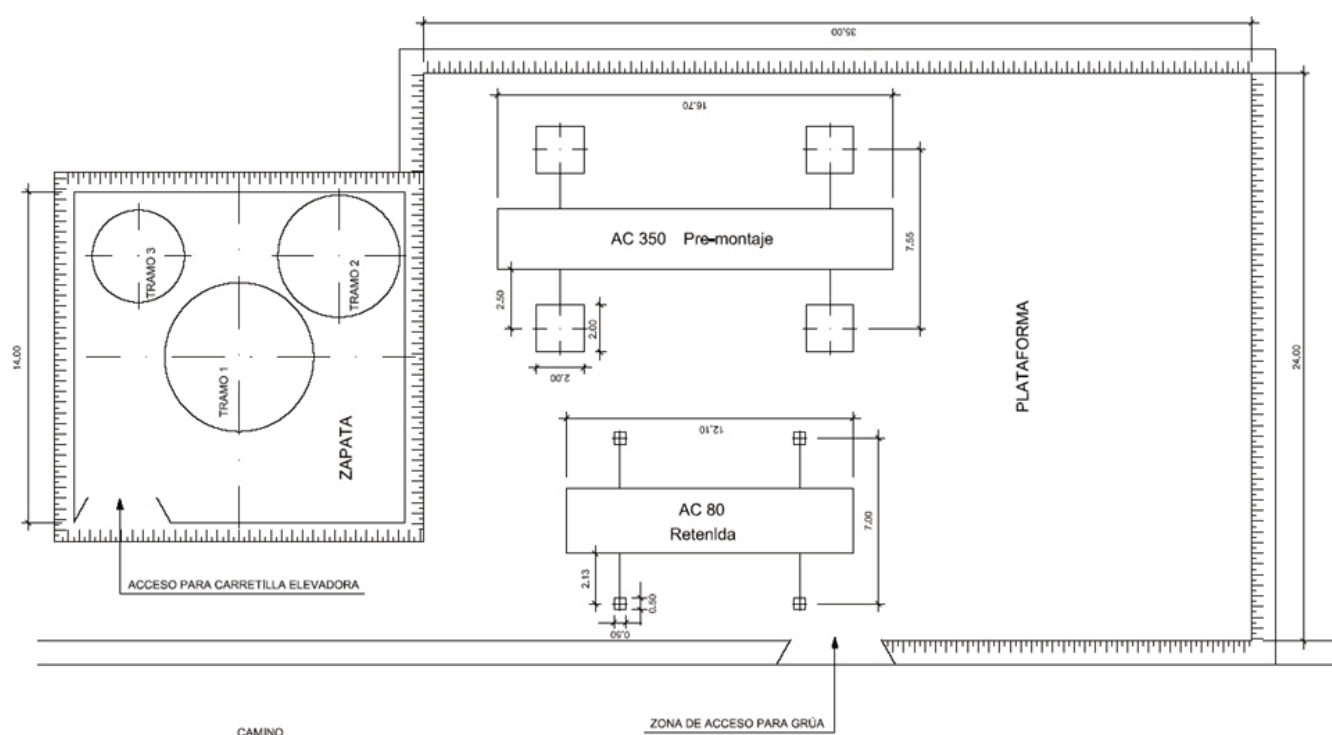
En la verificación previa al montaje, los trabajadores pueden guiarse por unas listas de chequeo, donde se pueden seguir paso a paso los puntos que deben chequearse. Además, como se ha comentado en anteriores apartados, también pueden usarse esquemas descriptivos de cómo han de ir acopiados todos los materiales y cómo se emplazarán las grúas.

Seguidamente pueden observarse una lista de chequeo para eslingas textiles y unos diagramas descriptivos como ayuda para el montaje de un aerogenerador.

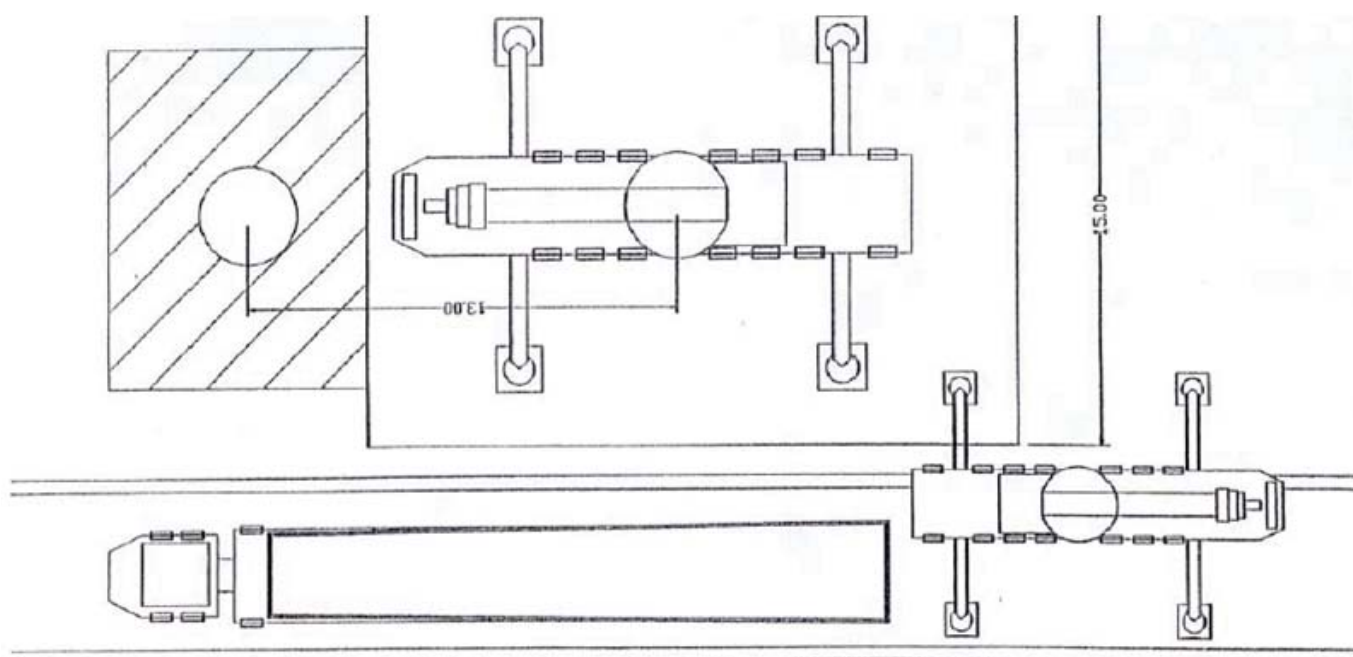


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  |       |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <h2><b>LISTA CHEQUEO<br/>ESLINGA TEXTIL</b></h2> |       |               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | OK                                               | NO OK | OBSERVACIONES |
| <b>IDENTIFICACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  |       |               |
| <b>Macado CE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |       |               |
| <b>Número de serie o referencia legible</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                  |       |               |
| <b>Anotar carga máxima admisible</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                  |       |               |
| <b>NORMATIVA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |       |               |
| <p><b>Cumple con las siguientes normas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UNE-EN 1492-1:2001/AC:2006 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1: Eslingas de cintas tejidas planas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1492-2:2001/AC:2006 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 2: Eslingas redondas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1492-4:2005 Eslingas textiles. Seguridad. Parte 4: Eslingas de elevación fabricadas con cuerdas de fibras naturales y químicas, para uso general.</li> <li>• UNE-EN 1677-4:2001 Accesorios</li> </ul> |                                                  |       |               |
| <b>ESTADO GENERAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                  |       |               |
| <b>Costuras desgastadas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                  |       |               |
| <b>Abrasiones y fricciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                  |       |               |
| <b>Cortes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                  |       |               |
| <b>Deshilachamientos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |       |               |

Ejemplo de lista de chequeo de eslingas textiles



Disposición las grúas en el pre-montaje de un aerogenerador



Disposición las grúas para el montaje de un tramo

## 6.3. Meteorología

Otra de las cosas que también deben valorarse es la posibilidad de realizar el izado de las cargas con las condiciones meteorológicas existentes. Por tanto se deben planificar los trabajos pensando en las condiciones en que se van a realizar las operaciones.

En este caso los factores que se deben tener en cuenta son el viento, niebla, lluvia, nieve, hielo y tormentas eléctricas.

Realizar los trabajos bajo condiciones meteorológicas adversas puede hacer que la operación no sólo sean peligrosas, si no que además es posible que no se consigan los objetivos pretendidos.

Izar cargas con altas velocidades de viento hacen que haya inestabilidad de la carga y de la grúa, por tanto existe peligro de vuelco y caída de las cargas.

Las condiciones de visibilidad han de ser buenas, no es posible el izado de cargas si no se puede ver con claridad la zona de acopio o las cargas suspendidas. Por eso hay que valorar la situación en caso de existir niebla.

Cuando llueve intensamente los trabajos también se ven afectados, ya que hace que sean más peligrosos y farragosos. Disminuye la visibilidad, el terreno tiende a embarrarse y dificulta el tránsito tanto de personas como de vehículos.

La nieve también es un factor que hace muy peligroso el trabajo, también dificulta la visibilidad, y los accesos de personas y vehículos.

Cuando la temperatura es muy baja pueden generarse placas de hielo. El riesgo generado en este caso es bien conocido. En presencia de hielo se generan superficies deslizantes. Incluso pueden desprenderse placas de hielo de diferentes partes de los aerogeneradores montados incluso de las propias grúas, por tanto se deben extremar las precauciones.

Por último, se deben considerar las tormentas eléctricas. Al realizar trabajos a la intemperie, es factible la caída de rayos en la zona debido a tormentas. Se suele decir que cuando la tormenta está dentro del rango de los 16 kilómetros, se está en peligro de ser alcanzado por un rayo, así que si es necesario, deben suspenderse los trabajos y abandonar el parque lo antes posible si existe riesgo de que haya una tormenta eléctrica. En general se pueden reanudar los trabajos una vez que hayan transcurrido entre 30 minutos y una hora desde la caída del último rayo. Tanto el aviso de suspensión como de reactivación de las actividades se pueden dar por medio del supervisor encargado de las operaciones.



No se debe olvidar que se está trabajando con grúas y elementos de gran altura ya que cuando el rayo cae, lo más probable es que lo haga en el punto más alto del área.

Para prevenir la inseguridad en estos casos se han de consultar las instrucciones de seguridad pertinentes. En dichas instrucciones vendrá detallado qué hacer en cada caso. Para el caso del viento, suelen establecerse unos límites de viento, por encima de los cuales deben suspenderse las tareas. Estos límites vendrán determinados por el tipo y tamaño del material. No obstante cada cliente o empresa tiene sus propios criterios, no hay nada estandarizado, aunque en realidad todos los límites se asemejan bastante. Se puede decir que los límites orientativos de viento son los siguientes, aunque se ha de insistir en que están sujetos a variaciones:

| TRABAJOS A REALIZAR                   | VELOCIDAD LÍMITE DE VIENTO (m/s) |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Descarga de tramos con una grúa       | 15                               |
| Descarga de tramos con dos grúas      | 20                               |
| Descarga jaula de palas con una grúa  | 15                               |
| Descarga jaula de palas con dos grúas | 20                               |
| Descarga de buje                      | 20                               |
| Descarga de la nacelle.               | 15                               |
| Montaje de tramos inferiores          | 15                               |
| Montaje de tramos intermedios         | 15                               |
| Montaje de tramos superiores          | 15                               |
| Montaje de nacelles                   | 15                               |
| Montaje de palas en suelo             | 15                               |
| Montaje de conjunto rotor en nacelle  | 12                               |
| Montaje de palas (proced. pala-pala)  | 15                               |
| Montaje de buje (proced. pala-pala)   | 15                               |

Hay ocasiones en las que es difícil tomar la decisión de paralizar los trabajos en función de las condiciones meteorológicas. Hay que recordar que existe la figura de Recurso Preventivo, que es quien puede tomar la decisión de paralizar los trabajos en caso de que considere que son peligrosos. Ya sea por las condiciones meteorológicas o por cualquier otra circunstancia.

La necesidad de existencia del recurso preventivo viene descrita en el punto 4 de la guía, aunque en principio debe estar presente en todas las fases del montaje del parque. No se debe olvidar que en última instancia, el máximo responsable de seguridad durante la ejecución de la obra es el coordinador de seguridad y salud.

## 6.4. Señalización

La señalización y balizamiento es fundamental, para facilitar las labores de izado y delimitar las áreas potencialmente peligrosas.

Al seleccionar una señal se deben tener en cuenta las características de la señal, riesgo o circunstancia que se deba señalar, extensión que se deba cubrir y número de trabajadores afectados.

Las señales pueden aparecer en forma de panel, y en función de lo que se quiera señalar tendrán un color y forma diferente.

| COLOR    | SIGNIFICADO                                    | FORMA                                        |
|----------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Rojo     | Prohibición, peligro, equipos contra incendios | Redondas-Pictograma negro                    |
| Verde    | Salvamento, seguridad                          | Cuadradas o rectangulares, pictograma blanco |
| Azul     | Obligación                                     | Redondas-pictograma blanco                   |
| Amarillo | Advertencia                                    | Triangulares- Pictograma negro               |

A continuación se muestran unos ejemplos de diferentes señales:



Se deben balizar y señalizar todas aquellas zonas en las que pueda haber riesgo de caídas de materiales en suspensión. Se deberá indicar la prohibición de acceso a todas aquellas personas que sean ajenas al trabajo, y se deberán indicar los riesgos existentes y los equipos de protección individual que deben llevar los trabajadores implicados. Para asegurar toda la zona y evitar percances, hay que tener en cuenta todo el área de influencia de una carga y grúa en caso de que hubiera una caída desde el punto más alto posible.

En función de la situación orográfica, es posible que en el balizamiento haya que cortar caminos, ya que de lo contrario, se convertiría en una zona de peligro.

Durante las maniobras de izado, una persona debe encargarse de emitir las señales oportunas al gruísta para guiarle en dicha operación. La comunicación debe ser definida de antemano, y la visibilidad entre el gruísta y el “señalista” debe ser permanente. No puede ser interrumpida por ningún objeto intermedio. Existen señales de comunicación gestual estándares, aunque pueden utilizarse otro tipos de señales diferentes a las estándares. Pero sobre todo deben ser claras, simples, precisas, fácil de comprender y de distinguir de cualquier otro tipo de señal. Además deben ser perfectamente conocidas por el señalista y gruísta, y es muy importante que sólo sea una la persona que envíe señales para evitar confusiones y situaciones de peligro. Todo debe estar bien coordinado.

A continuación se muestran una serie de señales gestuales, lo cual no significa que no pueda acordarse otro tipo de señalización.

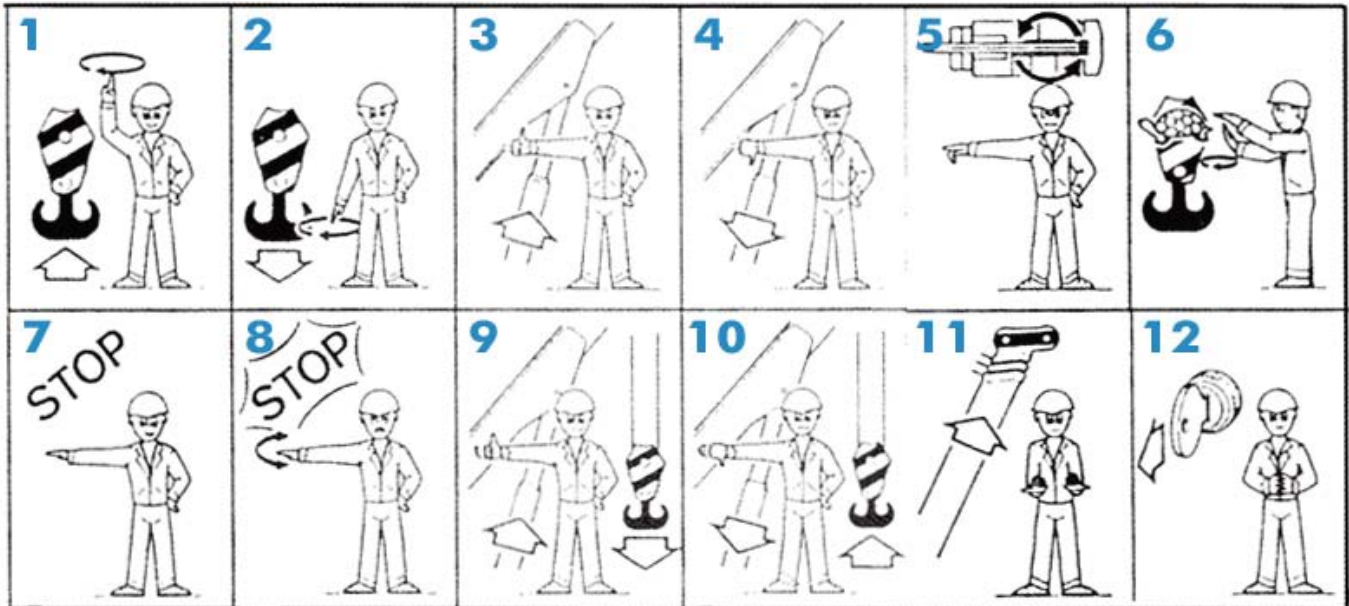


| A) Gestos generales                           |                                                                                        |                                                                                    | B) Movimientos verticales |                                                                                                                       |                                                                                      |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Significado                                   | Descripción                                                                            | Ilustración                                                                        | Significado               | Descripción                                                                                                           | Ilustración                                                                          |
| Comienzo:<br>Atención.<br>Toma de mando.      | Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante. |   | Izar.                     | Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo. |   |
| Alto:<br>Interrupción.<br>Fin del movimiento. | El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano hacia adelante.           |   | Bajar.                    | Brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.  |   |
| Fin de las operaciones.                       | Las dos manos juntas a la altura del pecho.                                            |  | Distancia vertical.       | Las manos indican la distancia.                                                                                       |  |

| C) Movimientos horizontales |                                                                                                                          |                                                                                     | C) Movimientos horizontales |                                                                                                                                 |                                                                                       |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Significado                 | Descripción                                                                                                              | Ilustración                                                                         | Significado                 | Descripción                                                                                                                     | Ilustración                                                                           |
| Avanzar.                    | Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo. |  | Retroceder.                 | Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo. |  |

| C) Movimientos horizontales                                      |                                                                                                                                                             |                                                                                     | D) Peligro                               |                                                                                 |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Significado                                                      | Descripción                                                                                                                                                 | Ilustración                                                                         | Significado                              | Descripción                                                                     | Ilustración                                                                           |
| Hacia la derecha:<br>Con respecto al encargado de las señales.   | El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.     |  | Peligro:<br>Alto o parada de emergencia. | Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante. |  |
| Hacia la izquierda:<br>Con respecto al encargado de las señales. | El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección. |  | Rápido.                                  | Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez.        |                                                                                       |
| Distancia horizontal.                                            | Las manos indican la distancia.                                                                                                                             |  | Lento.                                   | Los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen muy lentamente.     |                                                                                       |

Otro tipo de señales gestuales:



1. Subir gancho
2. Bajar gancho
3. Subir pluma
4. Bajar pluma
5. Girar
6. Subir gancho despacio

7. Parar
8. Alto
9. Subir pluma, mantener la carga
10. Bajar pluma, mantener la carga
11. Sacar pluma
12. Fin de las operaciones

Como se ha comentado anteriormente, la comunicación puede ser realizada mediante walkie-talkies, sobre todo en aquellas operaciones en las que el gruista y el señalista no pueden verse debido a las características de la operación. Un ejemplo claro se produce en el montaje de un tramo sobre otro. Se da la circunstancia de que en la parte superior del tramo montado hay operarios esperando la llegada del siguiente tramo, por tanto no hay lugar para la comunicación gestual, ya que no existe visibilidad entre gruista o señalista.



Los operarios que estén en la parte superior del tramo montado no pueden ver al gruista

## 6.5. Operación

El proceso de montaje debe ser práctico, operativo y lo más sencillo posible. Es importante considerar todos los factores necesarios para garantizar un proceso de montaje seguro.

El proceso de montaje de aerogenerador contempla las siguientes fases:

1. Descarga de componentes
2. Virola y Cuadros
3. Tramo inferior
4. Tramos intermedios
5. Tramo superior
6. Nacelle
7. Buje
8. Palas

Antes de acometer ninguna tarea se deben planificar los trabajos que se van a realizar. Cuanto más definido esté todo, el trabajo será más seguro y eficiente. Se debe tener en cuenta la duración de la tarea así como la duración del día. Se deben aprovechar las horas de luz, ya que proporciona mejores condiciones de visibilidad para izar las cargas. En principio no debería comenzarse ninguna maniobra que vaya a solaparse con horas sin luz.

También debe planificarse el trabajo para que durante el izado de una carga, no coincida simultáneamente, con otros trabajos en el radio de influencia de caída de la misma. Por ello es muy importante que todo esté perfectamente estudiado, así se evita añadir peligros extra a las operaciones que se están llevando a cabo. En principio, permanecer bajo cargas suspendidas está completamente prohibido.

Para realizar el izado de los materiales con seguridad, además de todo lo mencionado anteriormente y tener las tareas planificadas, se debe elaborar una instrucción de izado, que puede ir acompañada de una serie de listas de chequeo como apoyo.

En esta instrucción se definirá cuáles son los requisitos mínimos de seguridad para izar las cargas durante el montaje de un aerogenerador. Debe haber un plan izado, donde se definirán las operaciones que se deben realizar, se indicará qué tipo de izado debe realizarse y con qué material se hará. También incluirá cuáles son las zonas de peligro, para en su caso delimitarlas.



También debe definirse las grúas que se van a utilizar, y con qué configuraciones en función de las cargas y cuál será su posicionamiento. Después se definirán cuáles serán los equipos de izado.



Para esto pueden utilizar esquemas descriptivos de las operaciones de acopio e izado.

Deben definirse claramente, las funciones y responsabilidades de cada una de las personas afectadas en estas operaciones para que todo se pueda coordinar de forma adecuada.

En definitiva, un buen plan de montaje debe tener en cuenta:

- Condiciones meteorológicas.
- Estado del terreno y espacio disponible.
- Tipo de máquina que se va a montar y los útiles específicos necesarios para tal fin.
- Esquemas descriptivos de las tareas: emplazamiento de las cargas, grúas, trayectorias,...
- Riesgos potenciales de las maniobras.
- Responsabilidades y obligaciones de cada uno de los integrantes de los equipos de trabajo.
- Consideraciones de otro tipo de riesgos no recogidos como generales, si es que los hay.
- revisiones de todos los útiles y maquinaria utilizada (listas de chequeo).

Una vez que se ha hecho la descarga y acopio de los componentes según los procedimientos establecidos, comenzará el montaje del aerogenerador. El montaje de los aerogeneradores puede variar de una tecnología a otra debido a sus configuraciones. Por eso lo que se presenta en esta guía es algo orientativo y muy general. También es cierto que un factor limitante a la hora de la forma de realizar el montaje es el espacio disponible en el entorno.

Para que el montaje se realice correctamente es fundamental que todo esté bien dispuesto y acopiado. Por un lado para preservar todos los materiales en buen estado y por otro lado porque desde el punto de vista organizativo, el desarrollo de las labores será muchas más eficiente.

Por tanto al acopiar los materiales hay que asegurar su estabilidad en todo momento. Al acopiar los tubos, deben quedar bien estabilizados sobre terreno nivelado y sobre las cunas que los van a soportar.

El acopio de las palas se suele hacer sobre bloque de porexpan u otras estructuras para que no sufran daños.



El acopio de la nacelle suele ser más sencillo, ya que el camión que la transporta es el que realiza el acopio sobre una cuna para que esté sobre algo firme y estable.



No obstante, dependiendo del tipo de aerogenerador el acopio de la nacelle requiere el uso de grúas.



La descarga y acopio del buje y cono resulta una labor menos engorrosa que las anteriores puesto que sus dimensiones son mucho más reducidas. Esta operación puede realizarse fácilmente con una grúa.





Es muy importante que todo esto esté bien y claramente recogido en procedimientos o instrucciones con diagramas descriptivos.

#### Montaje:

El montaje del aerogenerador suele realizarse en tres fases. En primer lugar se montan los 2 primeros tramos. Después se monta el último tramo, nacelle y buje, y por último se montan las palas.

De todas formas se debe insistir en que no siempre se sigue el mismo procedimiento ya que depende del tipo de máquina que se esté montando y del espacio que haya en el entorno.

#### Montaje tramo inferior:

En el montaje del tramo inferior se suelen utilizar 2 grúas. Una de ellas será la grúa principal y la otra la secundaria. El papel de la grúa principal es izar el tramo y el de la secundaria es el de guiar el tramo haciendo de retenida.

Para realizar el izado se deben colocar los útiles adecuados en las bridas del tubo. Normalmente se utilizan cáncamos, grilletes y cinchas.



Una vez que el tubo está izado y completamente vertical se pueden retirar los útiles de la retenida para la colocación del tramo sobre los pernos de cimentación y su anclaje al suelo mediante las tuercas especiales de unión.

Hay empresas que han diseñado útiles específicos para realizar el volteo de los tubos.

Una vez que se ha montado el tramo y en función del aerogenerador que se trate pueden montarse el armario ground y transformador. Aunque hay ocasiones en que se colocan previamente al montaje del tramo.



### Montaje tramos intermedios:

En general el izado y montaje de los tramos intermedios es muy similar al inferior. La diferencia es que es necesario que haya operarios en la parte superior del tramo montado para poder realizar la unión de las bridas con el próximo tramo. Hay que extremar las precauciones en el montaje de los tramos ya que en ocasiones es inevitable permanecer bajo cargas suspendidas.

Es posible emplear en la parte superior eslingas metálicas con poleas que permiten repartir la carga uniformemente entre ellas y conseguir la posición vertical.

El último tramo no se suele montar si acto seguido no se va a montar la nacelle, por eso es importante el hecho de planificar los trabajos en función de la duración de las operaciones. Si se monta todos los tramos sin la nacelle, el tubo podría entrar en resonancia y acabar cediendo.



## Montaje nacelle:

Esta maniobra se suele realizar con una grúa. En el izado se emplea un balancín unido a puntos determinados de la nacelle. Es posible que los balancines sean diseñados exclusivamente para realizar esta operación.



De todas formas para evitar desequilibrios durante el izado, se pueden amarrar unas cuerdas a la nacelle para que el personal las guíe desde el suelo. Es muy importante que la zona esté libre de obstáculos para que se pueda realizar el guiado sin ningún problema. El operario debe recordar que no hay que enrollar la cuerda al cuerpo ni a las manos, ya que un repentino tirón puede generarle graves consecuencias.

## Montaje del buje y palas:

El buje puede izarse bien a la vez que la nacelle, es decir unida a la misma desde el suelo, o después de haber montado la nacelle. Las palas pueden montarse izándolas una a una y ensamblándolas en el buje, o pueden ensamblarse en el buje a nivel del suelo para luego izar todo el conjunto (bujes- palas). Este podrá depender tanto de la máquina como del espacio disponible en el parque.

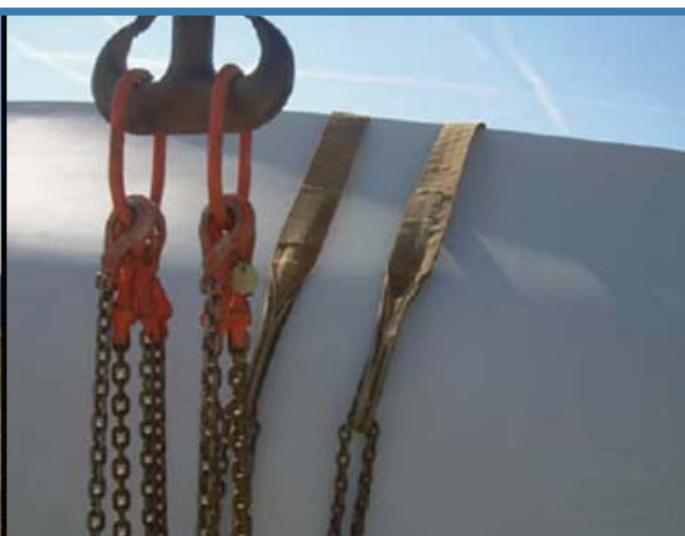
En el izado del buje suelen intervenir dos grúas ya que se debe realizar la retenida. Hay bujes que disponen de dos orejetas que posibilitan la utilización de eslingas textiles a través de grilletes. No obstante hay empresas que han diseñado sus propios útiles para realizar el volteo del buje.





En el montaje del cono también se suelen utilizar dos grúas. Una de las posibilidades para realizar dicha operación es la que se muestra en la imagen superior.

Al montar las palas en el buje a nivel del suelo, cada una de las tres palas del rotor se pueden montar utilizando una grúa. Se emplean dos eslingas que permiten eslingar las palas en posición horizontal de manera estable.



Una vez que ya están las 3 palas montadas en el buje a nivel del suelo, se puede proceder al izado del conjunto. Para realizar la maniobra se utilizan dos grúas, una de ellas para realizar la retenida.



Si las palas se van a montar izándolas una a una hasta el buje ya montado, suelen utilizarse útiles específicos para su ensamblaje. Al izar las palas los trabajadores las guían desde el suelo para estabilizarlas y facilitar su montaje.





## 6.6. EMERGENCIAS

Durante el montaje del parque hay tener previsto que pueden producirse ciertas situaciones de emergencia. Es importante contemplarlas para actuar consecuentemente. En general se debe tener en cuenta las siguientes situaciones:

- Personas heridas por cualquier causa
- Incendios
- Accidentes eléctricos
- Derrames de aceite, gasoil...
- Animales muertos o heridos

Se debe tener claro qué hacer en cada caso, y tiene que estar definido en el plan de seguridad y salud.

Un trabajador puede resultar herido por multitud de factores. Es importante que todo el personal tenga formación en primeros auxilios, para poder solventar ciertas situaciones. Lo primero que se debe hacer es diferenciar a un herido grave o leve, ya que la actuación es completamente diferente en cada caso. En el caso de un herido leve, normalmente es suficiente con la ayuda de un simple botiquín. Pero en los casos más graves se requiere la ayuda externa de los servicios de emergencia.



Son muchas las consecuencias que se pueden sufrir en un accidente: hemorragias, pérdida del conocimiento, fracturas, electrocución, quemaduras...

Siempre que se considere necesario se avisará al 112 para comunicar la existencia de una emergencia.

Se debe tener en cuenta que habitualmente, los emplazamientos de los parques eólicos no son de fácil acceso y suelen estar lejos de zonas urbanizadas, por tanto la llegada de los servicios de emergencia no suele ser inmediata. Por eso es importante tener una buena formación en primeros auxilios y tener claras las pautas de actuación. También es importante detallar al máximo posible la información a los servicios de emergencia, concretamente:

- Lugar exacto del accidente: parque, nº de aerogenerador, carretera...
- Descripción de lo sucedido.
- Número de personas heridas
- Número de teléfono y lugar desde el que se llama, así como nombre y apellidos del que llama.
- Pedir consejos sobre los auxilios a prestar.

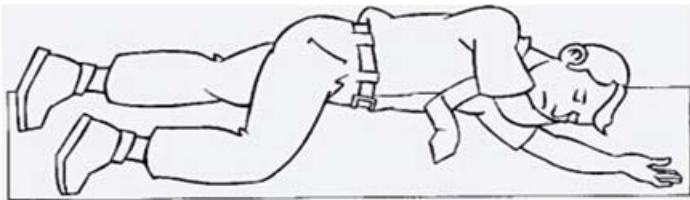
Si es posible se podrá salir al encuentro de los servicios de emergencia para guiarle hasta el lugar del accidente.

En los siguientes dibujos se pueden ver diferentes formas de actuación:

Valorar la consciencia: si no responde gritar pidiendo ayuda.



Si respira de forma normal colocarlo en posición lateral de seguridad.



Si no respira o la respiración es anormal, avisar al 112 y aplicar la RCP (30 compresiones - 2 ventilaciones).



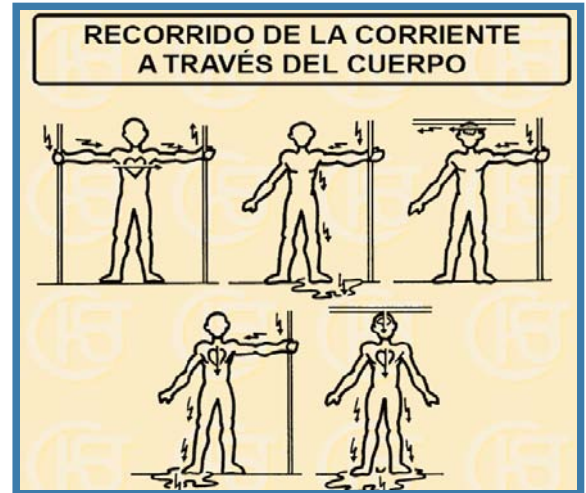
Si no queda más remedio que mover a un herido se debe actuar de la siguiente forma:

- No doblar la columna
- Apoyarlo sobre plano duro boca arriba
- Cabeza, tronco y piernas en un mismo plano
- Sujetar al accidentado en bloque, (incluida la cabeza)
- No evacuar hasta estar seguros de su correcta inmovilización.
- Agarrar la ropa de la víctima a nivel de los hombros
- Apoyar la cabeza de la víctima en sus muñecas y antebrazos
- Arrastrar a la víctima por sus ropas

En cualquier caso siempre se debe aplicar el siguiente protocolo: PAS; Proteger, Avisar y Socorrer

- Proteger: Tanto al herido como a nosotros mismos.
- Valorar: el estado del herido
- Avisar: a los Servicios de Emergencia (Tlf: 112).
- Aplicar: los Primeros Auxilios.

La formación del personal, siempre que sea posible, debe realizarse con la práctica de las técnicas de socorrismo o prestación de primeros auxilios. Una aplicación errónea de estas técnicas puede causar efectos totalmente contrarios a los que se pretenden por eso importante que esta formación se haga nada más por personal médico capacitado y cuando se disponga de él.



Para actuar eficientemente en caso de producirse un incendio, debería estar definido quién es el jefe de emergencias, grupos de intervención y equipos de alarma y evacuación. El jefe de emergencia es quien en principio da las órdenes.

Antes de intervenir o tomar ninguna decisión se debe valorar la situación. Siempre que sea posible y sin ponerse en peligro se debe intentar sofocar el incendio por medio de extintores, aunque esto dependerá de las dimensiones del mismo. Es importante también tener una formación básica sobre el fuego y cómo hacerle frente.

Si la situación lo requiere, habrá que ponerse en contacto con los servicios de emergencia tal y como se ha descrito anteriormente y evacuar la zona.

Ante un accidente eléctrico, si es debido a una línea de alta tensión:

Se debe recordar que sólo se puede acercar al herido cuando el contacto con la línea haya cesado. Y si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica haya desconectado la corriente (recodar que aunque parezca que la corriente ha cesado, volverá a los pocos minutos, pues por lo general se conecta automáticamente después de un fallo).

Cuando el accidente es en una línea de baja tensión y persiste el contacto o hay cables caídos podrá socorrer al herido por medio de objetos aislantes (palos de madera, plásticos, guantes aislantes, pértigas...).

Una vez que no haya tensión se valorará la situación del herido y se aplicarán los primeros auxilios oportunos.

Se debe resistir la tentación de correr a auxiliar a un compañero accidentado por una descarga eléctrica, hasta que no haya sido desconectada la corriente eléctrica. Hay que comprobar que el lugar está seco y en condiciones seguras

Si en la proximidad del parque hay una tormenta eléctrica se abandonará el parque hasta que haya transcurrido aproximadamente media o una hora.

Si por lo que fuera hubiera un vertido accidental de algún producto químico, como aceite, gasoil u otros, que no pudiera ser controlado, habrá que avisar a los servicios de emergencia para que tengan constancia de ello y tomen las medidas adecuadas.

Si se encuentran animales muertos o heridos, se deberá avisar al departamento de medioambiente para que se tomen las medidas adecuadas y lo pongan en conocimiento de las autoridades.

## ***ANEXO I: Elevación de personas***

El tema de elevación de personas no es un tema fácil de abordar, ya que ha generado mucha polémica. Los aerogeneradores cada vez son más potentes y se construyen con mayor altura.

Eso hace difícil el hecho de encontrar en el mercado máquinas diseñadas exclusivamente para elevar o descender personas, como plataformas elevadoras móviles de personas. Cada vez son más demandadas en el sector, sin embargo no hay suficientes recursos como para cubrir estas necesidades.

El aumento del uso de Plataformas Elevadoras Móviles de Personal, motivó la elaboración de la nota técnica de prevención 634, donde se definen y clasifican las PEMP. En este documento, se pueden consultar temas como los riesgos y factores de riesgo, medidas de prevención y de protección, requisitos del manual de instrucciones, verificaciones y señalización, mantenimiento y normativa legal.

En el R.D. 1215/1997, anexo II, se indica expresamente que La elevación de trabajadores sólo estará permitida mediante equipos de trabajo y accesorios previstos a tal efecto.

No obstante, cuando con carácter excepcional hayan de utilizarse para tal fin equipos de trabajo no previstos para ello, deberán tomarse las medidas pertinentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y disponer de una vigilancia adecuada.



Además durante la permanencia de trabajadores en equipos de trabajo destinados a levantar cargas, el puesto de mando deberá estar ocupado permanentemente. Los trabajadores elevados deberán disponer de un medio de comunicación seguro y deberá estar prevista su evacuación en caso de peligro

Así mismo en el R.D. 1627/1997, en el anexo IV, parte C, punto 6 c) establece que los aparatos elevadores, lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que estén destinados

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en su Ficha Técnica de Prevención 16, deja claro el criterio de excepcionalidad:

Excepcional es distinto a rutinario (subir a una estantería a coger o dejar), repetitivo (cambio de lámparas de iluminación) y previsible (reparaciones, mantenimiento, etc.)

Excepcional lleva implícito el doble concepto de “extraordinario y puntual”

Según esta ficha técnica, los tres supuestos de situación excepcional se dan cuando:

1. Técnicamente es imposible utilizar equipos concebidos para la elevación de personas.
2. Los riesgos derivados del entorno en el que se realiza el trabajo o de la necesidad de utilizar medios auxiliares a bordo del habitáculo de las máquinas para elevar personas, son mayores que los que se derivarían de la utilización de las máquinas para la elevación de cargas, acondicionadas para elevar personas.
3. Se produce una emergencia (evacuación de personas, reparación inmediata para evitar una situación de riesgo grave e inminente, etc.).

El procedimiento de actuación ante una situación excepcional se cita a continuación:

1. Descripción de la situación y justificación de la misma.
2. Elaboración de un procedimiento de trabajo específico.
3. Definición y cuantificación de los medios humanos y materiales necesarios.
4. Evaluación de los riesgos.
5. Adopción de las medidas de control más adecuadas.
6. Previsión de los recursos preventivos necesarios.
7. Comunicación del procedimiento a la autoridad laboral para su autorización.

La dirección general de industria de la comisión europea elaboró un documento en 2009 en el que se incluye una actualización respecto a la directiva de máquinas. Se establece que los equipos utilizados para la elevación de personas pueden clasificarse según los siguientes criterios:

#### **a) Equipos intercambiables**

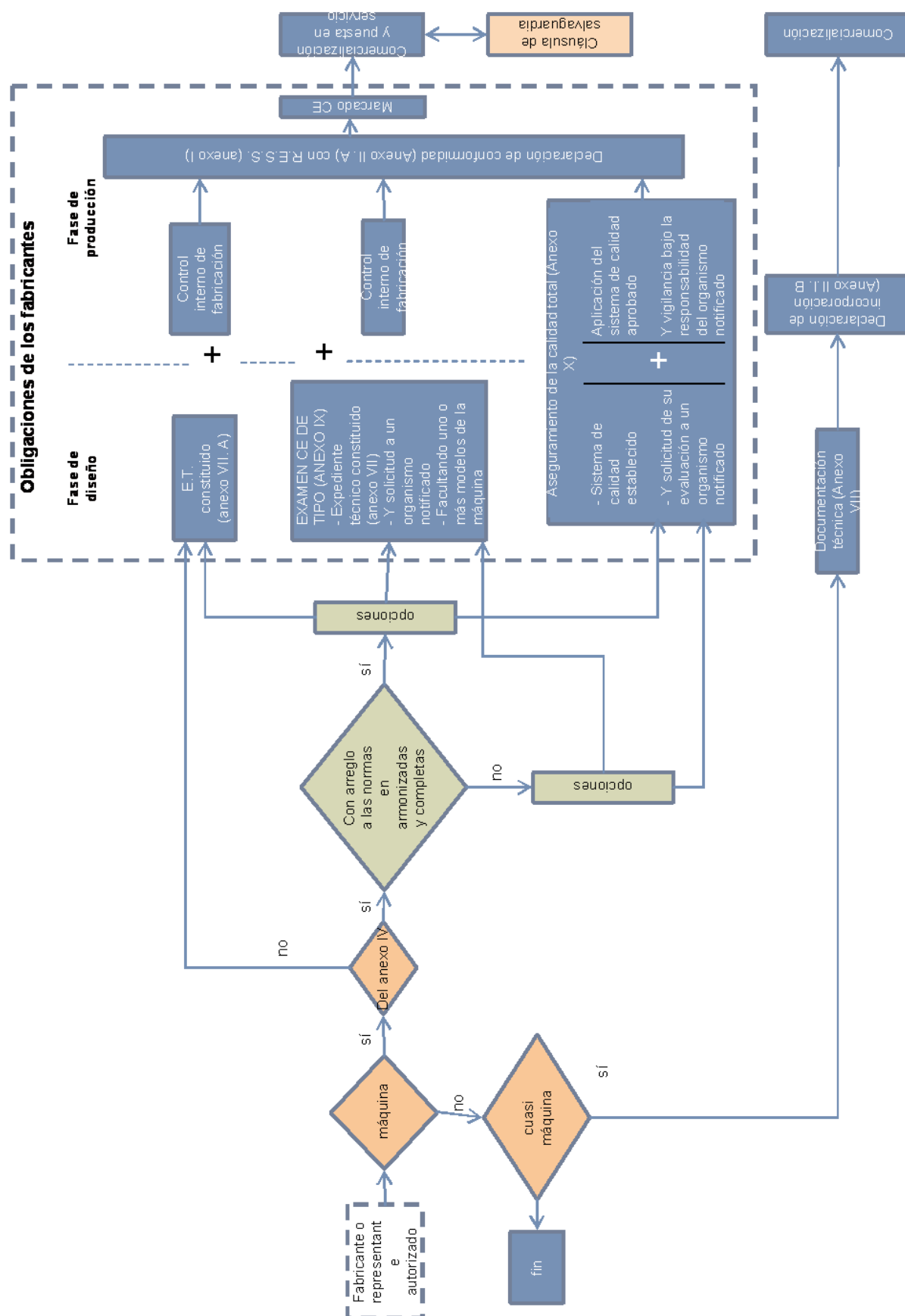
Según la directiva de máquinas equipo intercambiable es aquel dispositivo que, tras la puesta en servicio de una máquina o de un tractor, sea acoplado por el propio operador a dicha máquina o tractor para modificar su función o aportar una función nueva, siempre que este equipo no sea una herramienta.

Los equipos intercambiables están incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva de máquinas, por tanto se debe cumplir con dicha directiva, en lo que a su comercialización se refiere.

Según el R.D. 1644/2008, hay una serie de categorías de máquinas en el anexo IV a los que se les deben aplicar una serie de procedimientos contemplados en el artículo 12, en las partes 3 y 4. Dentro de estas categorías de máquinas están consideradas los aparatos de elevación de personas, o de personas y materiales, con peligro de caída vertical superior a 3 metros.

El procedimiento de evaluación de conformidad que debe llevarse a cabo para las máquinas que se muestran en el anexo IV es el que se describe en el siguiente diagrama:





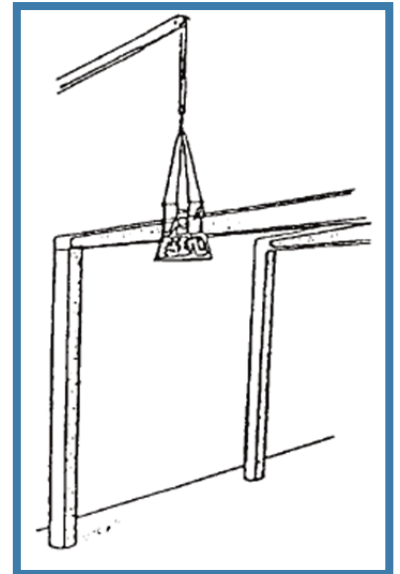
## b) Equipos no intercambiables

Las plataformas que consisten en una simple estructura prevista para alojar a una o varias personas (jaulas, cestas, etc.), sin órganos de accionamiento y dispositivos necesarios para poder gobernar los desplazamientos de la propia plataforma y, en ciertos casos, de la máquina a la que está acoplada, no responden a la definición de máquina, ni de equipo intercambiable, por lo tanto, no están contempladas en el campo de aplicación de la directiva de máquinas.

El uso de estos equipos sería únicamente aceptable aplicando el criterio de excepcionalidad desarrollado al principio.

Según la norma UNE EN 58151-1 Aparatos de elevación de cargas suspendidas, en su anexo C, dice que no se debe subir o bajar personas con grúas más que en circunstancias excepcionales, cuando no haya posibilidad de utilizar otro medio menos peligros.

No deben transportarse personas más que sobre plataformas o barquillas bien concebidas y equipadas con dispositivos que permitan prevenir la caída de personas o de útiles (por ejemplo una barandilla metálica de hasta 1 m de altura). La plataforma o barquilla debería llevar un dispositivo que impida que gire sobre sí misma (por ejemplo un “emerillon” o eslingas múltiples) o que se vuelque y deba figurar sobre ella de forma clara y permanente la carga que puede soportar con seguridad. Antes de utilizarla se debería inspeccionar la plataforma o barquilla para ver si sigue en condiciones de transportar con seguridad personas. Se debe anotar y guardar todas las inspecciones efectuadas.



La grúa debe tener los siguientes equipos:

- Limitador de altura de elevación
- Frenos automáticos que interrumpan los movimientos cuando los mandos están en reposo (mandos de tipo hombre muerto)
- Sistema de control de bajada; es de señalar que la elevación y descenso de personas no será autorizada más que en grúas cuyo dispositivo de caída libre esté bloqueado;
- Un limitador de bajada para maniobras por debajo del nivel del suelo

## Métodos de trabajo especiales

Para la elevación de personas se deben seguir los métodos especiales de trabajo siguientes:

- a) La persona específicamente responsable del conjunto de la operación debe determinar el medio menos peligroso para efectuar la tarea necesaria o de acceder al emplazamiento deseado y debe autorizar su utilización. La persona responsable de la tarea debe redactar un documento escrito, describiendo la operación y su programación. Este documento debe aprobarlo la persona que dé la autorización y debe conservarse.
- b) Cada vez que se proceda a elevar a una persona, la persona responsable de la tarea debe verificar que se cumplen los requisitos descritos de c) a t) que a continuación se describen.
- c) Una grúa utilizada para elevar personas debe estar controlada diariamente conforme a las exigencias del apartado 8.2.3.2 de esta parte de la Norma UNE 58151.

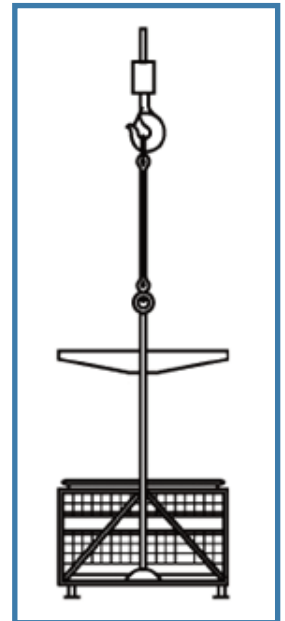
- d) La subida y el tiempo de permanencia elevada de personal deben realizarse bajo el control y dirección de un señalista designado para ello.
- e) El gruista, el encargado de estrobar la carga, la persona que va a ser elevada y mantenida en lo alto, y el supervisor responsable del trabajo a efectuar, deben participar en una reunión preparatoria. Esta última tiene por objeto el pasar revista a los métodos de trabajo que van a aplicar, comprendidos los de acceso y descenso a la plataforma o barquilla del personal y a identificar los emplazamientos a los que deben acceder y después abandonar las personas involucradas.
- f) El gruista y el estrobista deben realizar una prueba de levantamiento aplicando a la plataforma o barquilla una carga equivalente a la que luego deben manejar y viendo lo adecuado del procedimiento.
- g) Debe mantenerse comunicación entre gruista, el estrobista y la persona o personas que van a ser izadas.
- h) Cuando se efectúan operaciones de soldeo desde la plataforma o barquilla, debe disponerse una protección que impida que los soportes de los electrodos toquen alguna parte metálica de la plataforma o barquilla.
- i) El personal que va a ser elevado por medio de la grúa debe llevar su correa de seguridad equipado de correas para amarrar en los puntos de fijación previstos.
- j) El gruista debe permanecer en los mandos mientras haya personas sobre la plataforma.
- k) Los movimientos de la plataforma con personal en su interior, deben realizarse con lentitud, debidamente controlados y con precaución, sin movimientos bruscos de la grúa que les está levantando. La velocidad de elevación o descenso no debe sobrepasar los 30 m/min (0,5 m/s).
- l) Las grúas móviles no deben moverse de su emplazamiento mientras haya personal sobre la plataforma o andamiaje volante.
- m) El personal que va a ser elevado o colocado en cierta posición debe permanecer a la vista del gruista o del señalista o estar en comunicación constante con ellos.
- n) Las grúas equipadas con apoyos de estabilidad deben tenerlos desplegados.
- o) La masa total de la carga elevada (incluyendo la del personal) no debe sobrepasar el 50% de la carga nominal de la grúa en condiciones de utilización normal. La carga nominal de la grúa debe ser al menos de 1 000 kg.
- p) Las plataformas suspendidas utilizadas para el transporte de personas, no deben llevar más que a las personas, sus herramientas y los materiales necesarios para el trabajo a efectuar. No deben servir para transportar materiales a granel.
- q) Durante las operaciones de elevación, sostenimiento y descenso, el personal debe mantener todas las partes de su cuerpo en el interior de la plataforma con el fin de evitar enganchones. No debe subirse ni trabajar sobre la barandilla superior, intermedia ni sobre el bordillo del rodapié de la plataforma.
- r) Si no se puede bajar la plataforma hasta el suelo, ésta debería estar atada a la estructura antes de que las personas suban o bajen de ella.
- s) No conviene usar las plataformas con vientos que pasen de 7 m/s (25 km/h), con tormentas magnéticas, con nevadas, hielos, con nieve fundida ni otras condiciones meteorológicas desfavorables susceptibles de perjudicar la seguridad del personal.
- t) Una vez colocada la plataforma en su posición de trabajo, se deben activar todos los frenos y blocajes de la grúa que aseguren la operación antes de comenzar el trabajo del personal en su interior.

### Reglas para el diseño y fabricación

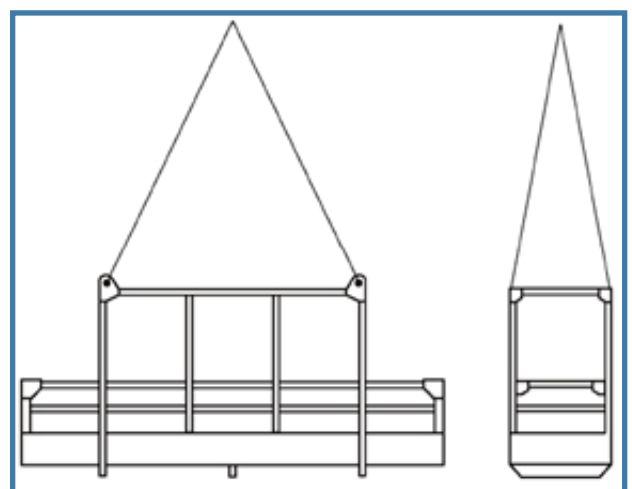
Se debe utilizar una plataforma diseñada y fabricada según los principios siguientes.

- a) La plataforma debe ser diseñada por una persona competente y experimentada.
- b) La capacidad de la plataforma debe limitarse a tres personas.
- c) La plataforma y los dispositivos de fijación deben tener un coeficiente de seguridad mínimo de 5.
- d) La plataforma debe llevar una placa donde se indique el número de personas máximo y la masa para la que se ha previsto.
- e) La plataforma debe estar equipada con un cerramiento apropiado (por ejemplo con una malla de alambre o una protección similar, hasta una altura de 1 m).
- f) Para limitar riesgos de exposición de las manos, en el interior de la plataforma de trabajo debe preverse un apoyamanos.
- g) Los costados de la plataforma deben estar cerrados, desde el suelo hasta la barandilla intermedia.
- h) Si se montan puertas de acceso, éstas deben abrirse hacia el interior de la plataforma. Además deben llevar un dispositivo que impida su apertura accidental.
- i) En caso de existir riesgo de caídas de objetos desde la parte de encima de la plataforma, se debe instalar una protección por encima de la plataforma. Esta protección no debe dificultar el campo de visión del grúa ni de los ocupantes.
- j) La plataforma debe ser fácilmente visible, pintándola con un color o unas marcas de gran visibilidad.
- k) Las plataformas deben fijarse por medios tales como, una cadena, un gancho (con lengüeta o cierre de seguridad) un acoplamiento con chaveta de seguridad o algo similar. Los acoplamientos con chavetas deben llevar un dispositivo para retener de forma segura el extremo del cable de elevación de la grúa.
- l) El sistema de suspensión debe limitar la inclinación de la plataforma producida por los movimientos de las personas en su interior.
- m) Todos los rebordes irregulares deben ser suavizados.
- n) Todas las soldaduras deben ser inspeccionadas por una persona cualificada.
- o) Todos los trabajos de soldadura deben ser efectuados por un soldador cualificado.

En la norma UNE-EN\_14502-1 puede encontrarse información sobre cestas suspendidas.



Cesta suspendida con anclaje en un solo punto



Cesta suspendida con una longitud mayor de 2 m

En esta norma hay documentación a cerca de los requisitos de seguridad y/o medidas de protección, por tanto habla de cálculos de resistencia, características de los accesorios para la elevación de cargas, suelo de la cesta, inclinación, protecciones laterales, acceso, salida y anclajes de los equipos de protección individual para evitar caídas desde altura. Además también da información para la verificación de los requisitos de seguridad y/o medidas de protección, para la utilización, y para el fabricante de la grúa.

La norma UNE-EN 14502-2:2006+A1, de puestos de conducción elevables, trata temas como los requisitos generales para el sistema de elevación, sistema de frenado, sistema de cables, sistema de transmisión por cadena, sistema de transmisión mediante piñón y cremallera, guías y dispositivos de seguridad.

También pueden consultarse los métodos para la verificación de los requisitos de seguridad y/o medidas de protección.

En cuanto a la utilización incluye temas de funcionamiento, mantenimiento, inspección, ensayos y marcado.



## ***ANEXO II: Normas une de referencia***

*Normas UNE referentes a todo tipo de grúas, polipastos y accesorios de elevación.*

**EN 13135-1:** Grúas. Seguridad. Diseño. Requisitos para el equipo. Parte 1: Equipo electrotécnico (Ratificada por AENOR en julio de 2006.)

**UNE 58000:** Manejo de grúas y artefactos para elevación y transporte de pesos. Ademanes de mando normalizados.

**UNE 58101-1:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 1: Condiciones de diseño y fabricación.

**UNE 58101-2:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 2: condiciones de instalación y utilización.

**UNE 58101-3:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras. Parte 3: documentación.

**UNE 58101-3:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 3: Conceptos generales.

**UNE 58101-4:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras. Parte 4: vida de la grúa.

**UNE 58101-4:** Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obra. Parte 4: Componentes.

**UNE 58104-1:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 1. Tipos de aparatos de elevación.

**UNE 58104-2:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 2. Parámetros.

**UNE 58104-3:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 3. Conceptos generales.

**UNE 58104-3:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 3 - conceptos generales.

**UNE 58104-4:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 4: componentes.

**UNE 58104-5:** Aparatos de elevación. Vocabulario. Parte 5: limitadores e indicadores.

**UNE 58106:** Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico con carro. Pruebas de recepción.

**UNE 58107:** Aparatos de elevación. Grúas de pórtico giratorias para puertos y astilleros. Pruebas de recepción.

**UNE 58108:** Aparatos de elevación. Mandos. Disposición y características.

**UNE 58109:** Aparatos de elevación. Gama de cargas nominales para los modelos de base.

**UNE 58110:** Aparatos de elevación. Grúas torre. Vocabulario.

**UNE 58111:** Cables para aparatos de elevación. Criterios de examen y de sustitución de los cables.

- UNE 58112-1:** Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 1: general.
- UNE 58112-3:** Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 3: grúas torre.
- UNE 58112-4:** Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 4: grúas de pluma.
- UNE 58112-5:** Grúas y aparatos de elevación. Clasificación. Parte 5: grúas puente y pórtico.
- UNE 58113:** Grúas. Acción del viento.
- UNE 58118:** Aparatos de elevación. Código y métodos de ensayo.
- UNE 58119:** Grúas móviles. Determinación de la estabilidad.
- UNE 58120-1:** Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables. Parte 1: generalidades.
- UNE 58120-2:** Grúas y aparatos de elevación. Selección de cables. Parte 2: grúas móviles. Coeficiente de utilización.
- UNE 58121:** Aparatos pesados de elevación. Aparatos de elevación distintos a las grúas móviles y grúas flotantes. Exigencias generales relativas a la estabilidad.
- UNE 58128:** Aparatos de elevación. Grúas puente y pórtico. Tolerancias de los caminos de rodadura.
- UNE 58131:** Aparatos de elevación. Seguridad contra el arrastre por viento.
- UNE 58132-1:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 1: clasificación. Símbolos y denominaciones utilizadas.
- UNE 58132-2:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 2: Solicitaciones y casos de solicitaciones que deben intervenir en el cálculo de las estructuras y de los mecanismos.
- UNE 58132-3:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 3: Cálculo de las estructuras y de las uniones.
- UNE 58132-4:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 4: Cálculo y elección de los elementos mecánicos.
- UNE 58132-5:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 5: elección del equipo eléctrico.
- UNE 58132-6:** Aparatos de elevación. Reglas de cálculo. Parte 6: reglas de seguridad.
- UNE 58133:** Aparatos de elevación. Accionamientos. Disposición y características. Disposición y exigencias básicas para las grúas móviles.
- UNE 58134:** Aparatos de elevación. Accionamientos. Disposición y características. Grúas puente y pórtico.
- UNE 58135:** Aparatos de elevación. Características técnicas y documentos de aceptación.
- UNE 58136:** Aparatos de elevación. Grúas de pluma. Disposición y características de los accionamientos.
- UNE 581382:** Aparatos de elevación. Métodos de ensayo. Exigencias relativas a la precisión de las medidas de parámetros durante los ensayos.
- UNE 58139-1:** Aparatos de elevación. Información a suministrar. Parte 1: generalidades.
- UNE 58139-3:** Aparatos de elevación. Información a suministrar. Parte 3. Grúas torre.
- UNE 58139-4:** Aparatos de elevación. Información a suministrar. Parte 4: grúas de pluma.

- UNE 58139-5:** Aparatos de elevación. Información a proporcionar. Parte 5: grúas puente y pórtico.
- UNE 58140-1:** Aparatos de elevación. Formación de los operadores. Parte 1: generalidades.
- UNE 58141-1:** Aparatos de elevación. Manual de utilización para los operadores. Parte 1: generalidades.
- UNE 58142-1:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Símbolos gráficos. Parte 1: Generalidades.
- UNE 58142-2:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Símbolos gráficos. Parte 2: Grúas móviles.
- UNE 58143-1:** Aparatos de elevación. Grúas. Cabinas. Parte 1: generalidades.
- UNE 58143-2:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Cabinas. Parte 2: Grúas móviles.
- UNE 58143-3:** Aparatos de elevación. Cabinas. Parte 3: grúas torre.
- UNE 58143-4:** Aparatos de elevación. Grúas. Cabinas. Parte 4: Grúas de pluma.
- UNE 58143-5:** Aparatos de elevación. Grúas. Cabinas. Parte 5: grúas de puente y pórtico.
- UNE 58144-1:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Inspecciones. Parte 1: Generalidades.
- UNE 58145:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Mandos de accionamiento para las grúas torre. Disposición y características.
- UNE 58146:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Manual de piezas de recambio.
- UNE 58149:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Señales de seguridad y de peligro. Principios generales.
- UNE 58150-1:** Aparatos de elevación. Grúas. Manual de mantenimiento. Parte 1: Generalidades.
- UNE 58151-1:** Aparatos de elevación de cargas suspendidas. Seguridad en la utilización. Parte 1: Generalidades.
- UNE 58152:** Grúas. Disponibilidad. Vocabulario.
- UNE 58153-1:** Grúas. Dispositivos de anclaje según las condiciones de servicio y fuera de servicio. Parte 1: Generalidades.
- UNE 58153-4:** Grúas. Dispositivos de anclaje según las condiciones de servicio y fuera de servicio. Parte 4: Grúas con pluma.
- UNE 58154:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Grúas. Medición de la alineación de las ruedas.
- UNE 58155:** Grúas móviles. Presentación de las tablas de cargas.
- UNE 58158:** Grúas. Requisitos de competencia para gruistas, eslingadores, señalistas y evaluadores.
- UNE 58159:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Grúas. Listado de términos equivalentes.
- UNE 58160:** Aparatos de elevación. Grúas. Medición de los parámetros de velocidad y de tiempo.
- UNE 58304:** Transporte aéreo por cable. Terminología de grúa funicular (Blondín).
- UNE 58501:** Grúas móviles.
- UNE 58502:** Grúas móviles. Terminología.

**UNE 58503:** Grúas móviles. Motores de combustión interna.

**UNE 58504:** Grúas móviles. Equipo eléctrico.

**UNE 58505:** Grúas móviles. Equipo neumático.

**UNE 58506:** Grúas móviles. Equipo hidráulico.

**UNE 58507:** Grúas móviles. Velocidades recomendadas.

**UNE 58508:** Instrucciones de servicio para manejo y entretenimiento de grúas móviles.

**UNE 58509:** Ganchos de elevación. Características generales.

**UNE 58511:** Ganchos de elevación para contenedores de mercancías, de masa máxima 30 t. Especificaciones fundamentales.

**UNE 58513:** Aparatos de elevación. Grúas móviles. Dimensiones de tambores y poleas.

**UNE 58515:** Ganchos de elevación. Nomenclatura.

**UNE 58523:** Cadenas de elevación calibradas de redondo de acero. Directrices para una utilización y mantenimiento apropiado.

**UNE 58524:** Cadenas de elevación no calibradas de redondo de acero y eslingas de cadenas. Utilización y mantenimiento.

**UNE 58525:** Cáncamos de tornillo para aplicaciones especiales de elevación.

**UNE 58530:** Cadenas de elevación de eslabones cortos, cadenas de clase S(6) no calibradas, para eslingas de cadenas, etc.

**UNE 58531:** Aparatos de elevación. Clasificación. Grúas móviles.

**UNE 58535:** Grilletes forjados para elevación en general. Grilletes rectos y grilletes en lira.

**UNE 58536:** Grúas móviles. Reglas para el calculo de las estructuras de las grúas móviles de uso general.

**UNE 58915-1:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 1: bases para el cálculo de las tensiones locales en una viga.

**UNE 58915-2:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 2: clasificación de los mecanismos.

**UNE 58915-3:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 3: dimensiones y características de los elementos de accionamiento y de los aparejos para cables.

**UNE 58915-4:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 4: calidad de las cadenas, criterios de elección y exigencias técnicas.

**UNE 58915-5:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 5: elección de los motores de traslación.

**UNE 58915-6:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 6: elección de los motores de elevación.

**UNE 58915-7:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 7: características de los polipastos eléctricos (de cable y de cadena).

**UNE 58915-8:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Parte 8: Pictogramas para los órganos de mando.

**UNE 58919:** Aparatos de elevación de serie. Polipastos. Medidas a tomar para determinar los periodos de funcionamiento de los aparatos motorizados.

**UNE 58920:** Limitadores de la fuerza de elevación para el control de las solicitudes de mecanismos de elevación de serie motorizados. Polipastos.

**UNE-CEN/TS 13001-3-1:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 3-1: Estados límite y prueba de competencia de las estructuras de acero.

**UNE-CEN/TS 13001-3-1 AC:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 3-1: Estados límite y prueba de competencia de las estructuras de acero.

**UNE-CEN/TS 13001-3-2:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 3-2: Estados límite y prueba de aptitud de cables metálicos en polipastos.

**UNE-CEN/TS 13001-3-2 AC:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 3-2: Estados límite y prueba de aptitud de cables metálicos en polipastos.

**UNE-EN 818-7:** Cadenas de elevación de eslabón corto. Seguridad. Parte 7: Cadena calibrada . Clase T (Tipos T, DAT y DT).

**UNE-EN 12077-2:** Seguridad de las grúas. Requisitos de salud y seguridad. Parte 2: Dispositivos limitadores e indicadores.

**UNE-EN 12644-1:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Información para la utilización y el ensayo. Parte 1: Instrucciones

**UNE-EN 12644-2:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Información para la utilización y el ensayo. Parte 2: Marcado.

**UNE-EN 12999:** Grúas. Grúas cargadoras.

**UNE-EN 13000:** Aparatos de elevación de carga suspendida. Grúas móviles.

**UNE-EN 13001-1:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 1: Principios generales y especificaciones.

**UNE-EN 13001-2:** Seguridad de las grúas. Requisitos generales de diseño. Parte 2: Efectos de la carga

**UNE-EN 13135-2:** Grúas. Equipo. Parte 2: Equipo no electrotécnico

**UNE-EN 13155:** Grúas. Seguridad. Equipos amovibles de elevación de carga.

**UNE-EN 13157:** Grúas. Seguridad. Aparatos de elevación a mano.

**UNE-EN 13243:** Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos eléctricos distintos de los accionamientos.

**UNE-EN 13557:** Grúas. Mandos y puestos de mando.

**UNE-EN 13586:** Grúas. Accesos.



**UNE-EN 13852-1:** Grúas. Grúas marítimas. Parte 1: Grúas marítimas para uso general.

**UNE-EN 13852-2:** Grúas. Grúas marítimas. Parte 2: Grúas flotantes.

**UNE-EN 14238:** Grúas. Dispositivos de manipulación de carga de control manual.

**UNE-EN 14492-1:** Grúas, polipastos y cabrestantes accionados mecánicamente. Parte 1: Cabrestantes accionados mecánicamente.

**UNE-EN 14492-2:** Grúas, polipastos y cabrestantes accionados mecánicamente. Parte 2: Polipastos accionados mecánicamente.

**UNE-EN 14502-1:** Grúas. Aparatos para la elevación de personas. Parte 1: Cestas suspendidas.

**UNE-EN 14502-2:** Grúas. Aparatos para la elevación de personas. Parte 2: Puestos de conducción elevables.

**UNE-ISO 4308-1:** Grúa y aparatos de elevación. Selección de cables. Parte 1: Generalidades. (ISO 4308-1:2003).

## ***Bibliografía***

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Directiva 2006/42/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- European Commission, Enterprise and Industry Directorate-General, 2009: Interchangeable equipment for lifting persons and equipment used with machinery designed for lifting goods for the purpose of lifting persons
- Nota Técnica de Prevención (NTP) 634: Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Nota Técnica de Prevención (NTP) 824: Clasificación de equipos utilizados para la elevación de cargas, con maquinaria de elevación
- Nota Técnica de Prevención (NTP) 841: Eslingas textiles (I).
- Ficha Técnica de Prevención (FTP) 16: Equipos de elevación de cargas y su uso para elevar personas (INSL)
- Norma UNE 58151-1: Aparatos de elevación de cargas suspendidas. Seguridad en la utilización. Parte 1: Generalidades.
- Norma UNE-EN 14502-1: Grúas. Aparatos para la elevación de personas. Parte 1: Cestas suspendidas
- Norma UNE-EN 14502-2:2006+A1: Grúas. Aparatos para la elevación de personas. Parte 2: Puestos de conducción elevables.
- Norma UNE-EN 1492-1:2001/AC: Eslingas textiles. Seguridad. Parte 1: Eslingas de cintas tejidas planas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.
- Norma UNE-EN 1492-2:2001/AC: Eslingas textiles. Seguridad. Parte 2: Eslingas redondas, fabricadas con fibras químicas, para uso general.

- Norma UNE-EN 1492-4: Eslingas textiles. Seguridad. Parte 4: Eslingas de elevación fabricadas con cuerdas de fibras naturales y químicas, para uso general.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. (Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio).
- Guía Técnica sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril).
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción. (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre).