

Montaje de equipos pesados en la industria.

Fernández Díaz Galo Rene.

*Universidad Técnica “Luis Vargas Torres” de Esmeraldas, Ecuador, Ciudadela Universitaria,
Nuevos Horizontes, Esmeraldas galo.fernandez@utelvt.edu.ec*

Recibido: 12/05/2020

Aceptado: 04/06/2020

Resumen — Con el paso de los años la industria en general ha crecido tanto que ya es necesario realizar montajes de equipos de alta envergadura tanto en tamaño, peso, como en importancia.

El presente trabajo es fruto de muchos años de trabajo en el área de montajes de equipos pesados, en varias industrias tales como la petroquímica, agua potable, minas, energéticas, entre otras y se pretende abarcar la mayor cantidad posible de información requerida para poder realizar un montaje exitoso.

El montaje de equipos pesados es una operación de alto riesgo dadas las condiciones del trabajo, tanto como el peso mismo de los equipos, las fuerzas requeridas, la necesidad de coordinación entre todos los participantes y el correcto funcionamiento de equipos y accesorios.

Para realizar los montajes es indispensable que todo el personal se encuentre debidamente equipado, que la comunicación sea fluida y clara, que todas las herramientas necesarias se encuentren en buen estado al igual que los equipos de izaje.

En este trabajo se analizará en especial el montaje con las grúas de tipo móvil que pueden ser sobre ruedas, oruga o cadenas, es decir hablamos de las grúas telescópicas (hidráulicas), y las mecánicas (con pluma tipo castillo o celosía).

Veremos varias recomendaciones para que el montaje sea óptimo, seguro y dentro de un tiempo recomendable. Se analizarán las diferentes herramientas necesarias para el montaje, se instruirá sobre el terreno tanto como para el descanso de la grúa, como de los equipos antes del montaje, como de la necesidad de que todos los equipos y personal tengan su respectiva certificación de operación y trabajo.

Términos del índice— montaje, izaje, grúas, cables, eslingas, grilletes, equipos pesados.

Abstract — Over the years, the industry in general has grown so much that it is already necessary to make assemblies of large equipment both in size, weight, and in importance.

The present work is the result of many years of work in the area of heavy equipment assemblies, in several industries such as petrochemicals, potable water, mines, energy, among others and it is intended to cover as much information as possible to perform a successful assembly.

Assembly of heavy equipment is a high-risk operation under the conditions of work, much as the same weight of equipment, the required forces, the need for coordination among all participants and the proper functioning of equipment and accessories.

To make the assemblies it is essential that all personnel are properly equipped, that the communication is smooth and clear, that all the necessary tools are in good condition as well as the lifting equipment.

In this work we will analyze in particular the assembly with mobile cranes that can be on wheels, crawler or chains, that is, we are talking about telescopic (hydraulic), and mechanical cranes (with castle or lattice-type boom).

We will see several recommendations so that the assembly will be optimal, safe and within a recommended time. The different tools necessary for the assembly will be analyzed, it will be instructed on the ground as well as for the installation of the crane, as well as the equipment before assembly, as well as the need for all equipment and personnel to have their respective operation and work certification.

Index Terms— assembly, hoisting, cranes, wire rope, slings, shackles, heavy equipment.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria ha crecido vertiginosamente, con lo cual los equipos cada vez se construyen más grandes, tanto en capacidad de operación, como en sus dimensiones. Esto ha provocado a su vez que se deban construir cada vez más equipos más grandes que sean capaces de poder manipularlos, e instalarlos en su sitio.

La finalidad de este trabajo es proveer una guía lo más completa posible, de cuáles son las consideraciones que se deben tomar en cuenta, para que el montaje de estos equipos sea eficiente y dentro de todos los parámetros de la seguridad industrial.

Por lo general la literatura que se encuentra es muy sencilla y no abarca ciertos parámetros que se deben tomar en cuenta al momento de realizar montajes de equipos o estructuras de gran tamaño, otras veces es una literatura que se encuentra valorada y no es accesible para todos.

En el ámbito internacional el estándar que rige es el ASME B30.5 – 2018, Grúas móviles y locomotoras – Norma de Seguridad para Teleféricos, Grúas, Torres de Perforación, Polispastos, Ganchos, Gatos y Eslingas. Este estándar está dividido en 4 capítulos. En el primero se encuentra el alcance del estándar, definiciones tales como los tipos de grúas locomotoras y móviles, los diferentes componentes de estos equipos, sus partes y accesorios y otras definiciones utilizadas en la operación de estos equipos. En el segundo capítulo Construcción y Características (Capítulo 5-1) podemos encontrar las capacidades de carga considerando los diferentes parámetros de operación, la condiciones de estabilidad, los mecanismos de izado de aguilón, izado de la carga, y telescopado del aguilón. El tercer capítulo está dirigido a la inspección, pruebas y mantenimiento, se clasifican las diferentes tipos de inspecciones que se deben realizar y en que periodo; se regulan cuáles serán las pruebas operacionales o de carga nominal; en lo referente al mantenimiento se indican cuáles son, que ajustes o reparaciones, la periodicidad de la lubricación; se regula la inspección y mantenimiento de los cables. En el último capítulo se revisa lo que es la operación de los equipos, la necesidad de ser certificada sus operaciones, como también la de los operadores y aparejadores (señaleros); se indica cuáles son las responsabilidades de los dueños y de los usuarios de las grúas, del supervisor en campo, así como también del gerente responsable del izaje, y de los operadores; se revisa lo que es una operación de carga, con las instrucciones para un buen desenvolvimiento de la grúa; también se indican los tipos de señales que se utilizan para realizar las maniobras de las grúas y finalmente una sección miscelánea con recomendaciones de seguridad en ciertas áreas especiales.

En el Ecuador existe el Decreto Ejecutivo 2393-1986 (con sus modificaciones posteriores), que es el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en el Título IV, Manipulación y Transporte, encontraremos cuales son los aparatos de izar, la regulación sobre las cargas máximas, la manipulación de ellas, sus revisiones y mantenimientos; también encontraremos los aparejos, cables, cadenas, estrobos (eslingas), las cuerdas, ganchos, poleas y los tambores de izar, dentro de esto observaremos las regulaciones que se deben tomar en cuenta para el buen estado de cada uno de ellos; también hallaremos las clases de aparatos de izar, las normas generales de construcción de las grúas, las cabinas de las mismas y diferentes tipos de grúas. Adicional al Decreto Ejecutivo 2393, existe el Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas en especial los artículos 65, 66 y 67.

Además de las normas antes indicadas existen otras normas tales como la OSHA 29 CFR 1926 Subpart N – Cranes, Derricks, Hoist, Elevators and Conveyors; CMAA Crane Manufacturers Association of America; NCCCO National Commission for Certification of Crane Operators; AWS D 14.1 Specification for welding of industrial and mill cranes and other material handling equipment.

La mayoría de los montajes de equipos pesados son realizados con ayuda de las grúas móviles, tales como las telescópicas o de castillo. A pesar de tener muchas cosas en común, cada una de ellas tiene su particularidad en lo referente a su operación o maniobras. El transporte de cargas con estos equipos es muy restringido y se deben tomar muchas precauciones a fin de que la estructura de ellas no sufra daños. Las grúas de tipo de castillo tiene una mayor resistencia cuando se están transportando cargas, con la grúa en movimiento (desplazándose).

La grúa LTR 11200 del grupo Liebherr es la más grande del mercado, con una capacidad de 1200 ton a 2,5m de radio, sin celosía tiene un alcance de 100m, y con ella hasta 188m. Una característica importante de esta grúa es el poco espacio que utiliza para sus maniobras. Es muy utilizada en los parques eólicos.

La grúa gigante Ringer Mammoet PTC 200 DS fabricada en Holanda, tiene una capacidad de 2000 ton a 100m de radio de operación. Esta grúa es del tipo castillo (pluma de celosía).

La selección del tipo de grúa a utilizar depende de varios factores tales como: la capacidad máxima de carga, la altura del montaje, el radio de operación, tiempo de maniobras, disponibilidad, transporte, área de operación (asiento), entre otros.

La seguridad de las operaciones de montajes, es una de las características más relevantes a considerar dentro de los izajes de equipos pesados, entendiéndose por seguridad tanto como de los equipos de izaje, del personal, como de las instalaciones.

II.COMONENTES Y MÉTODOS

Componentes. – Para una información más detallada nos guiaremos con el estándar ASME B30 (32 volúmenes), en el cual encontraremos disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección, pruebas, mantenimiento y utilización de grúas y otros equipos de elevación. En nuestro caso particular nos regiremos con los volúmenes B30.5 Grúas Móviles y Locomotoras, B30.9 Eslingas, B30.10 Ganchos, B30.26 Equipos de Aparejos, B30.30 Cables.

Dentro de los componentes incluidos en esta investigación veremos: el personal de operación, personal de señalización, cables, eslingas, grilletes, ganchos, tensores para ganchos.

Dentro de las definiciones importantes que debemos conocer dentro del izaje de equipos tenemos:

1. **Carga probada.** Es la fuerza promedio a la que se somete al producto antes que se note alguna deformación.
2. **Carga límite de trabajo.** La masa o fuerza

máxima que el producto está autorizado a sostener en un servicio determinado.

3. **Carga de ruptura.** Es la carga aplicada al producto, en la cual falla o deja de sostener la carga.
4. **Carga dinámica.** Es la fuerza resultante de la aplicación repentina de impactos o tirones.
5. **Factor de seguridad o de diseño.** Es la capacidad de reserva teórica de un producto. Se obtiene de la división de la carga de ruptura sobre la carga límite de trabajo.

1) Operadores y Aparejadores (señaleros)

Se debe a todo el personal involucrado en el montaje de los equipos dotar de todo el equipo de protección personal, dentro de estos se debe proveer a todos ellos de un chaleco reflectivo. No se debe permitir el acceso a la zona del montaje a personas que no estén involucradas con este trabajo.

Tanto como los operadores como los señaleros deben estar en posesión de su certificación respectiva, dotado por alguna entidad pertinente (certificadora).

Todo el personal involucrado en el montaje de estar en conocimiento pleno de todas las normas de seguridad, los planes de rescate, programas de emergencias y las normas de control de energías peligrosas.

El operador de la grúa y el señalero con sus ayudantes deben conocer las señales básicas visuales utilizadas para los movimientos de la grúa (Figura 1, 2 y 3). Cuando la visibilidad se encuentre disminuida se utilizaran medios electrónicos de comunicación (radio) y estas deben ser conocidas en su totalidad por los operadores y aparejadores.

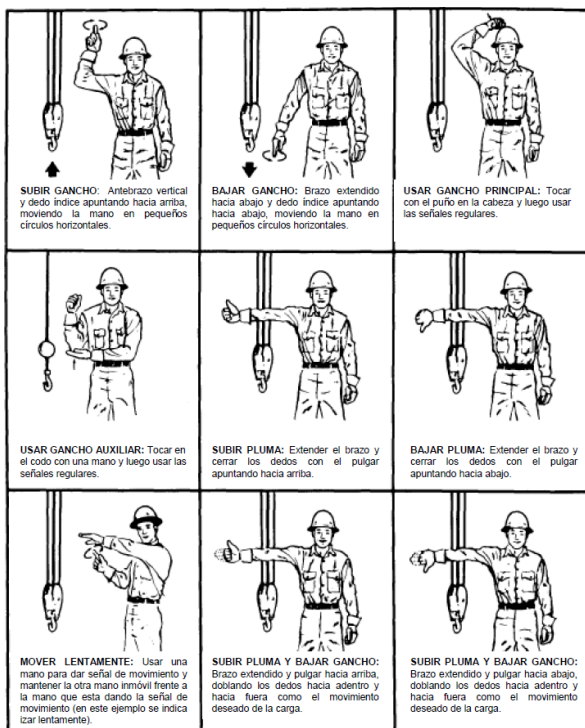


Figura 1. Señales de movimientos

Se debe planear con anticipación con todo el personal diferentes escenarios posibles de trabajo, tanto como

óptimos, normales y críticos.

Es importante fortalecer en todo el personal valores y actitudes para poder mantener la calma, la proactividad, sus habilidades para poder reaccionar en caso de emergencias, responsabilidad a toda prueba, liderazgo, poder en tomar decisiones..

Se debe tener conocimiento de las vías por las cuales se desplazará el equipo.

El terreno donde se instalará la grúa, con sus contrapesos, al igual que para la carga (equipo a montar) deberá tener una resistencia con un buen margen de seguridad.

Es competitividad del personal de montaje conocer y verificar las distancias mínimas entre las líneas de energías y el área por donde se desplazará el equipo y donde este trabajará. Se debe diseñar un plan de montaje y seguridad. Se debe disponer también de un sistema de monitoreo o información de los vientos.

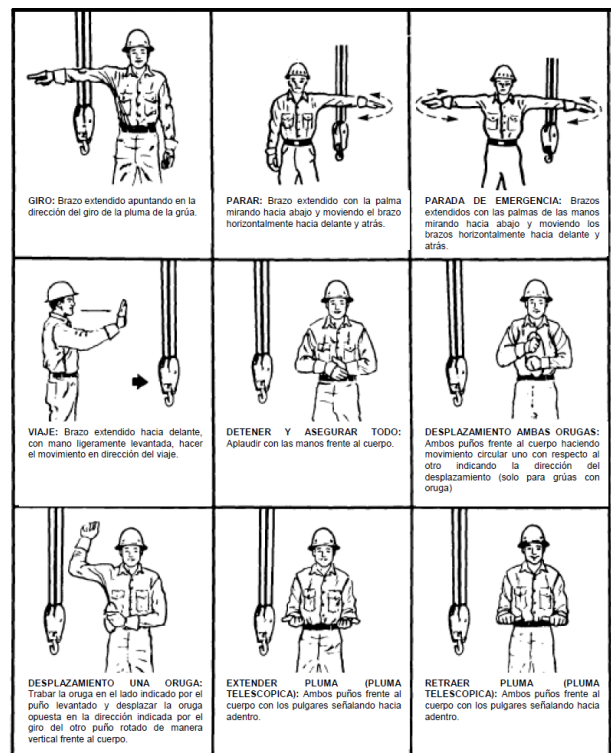


Figura 2. Señales de movimientos

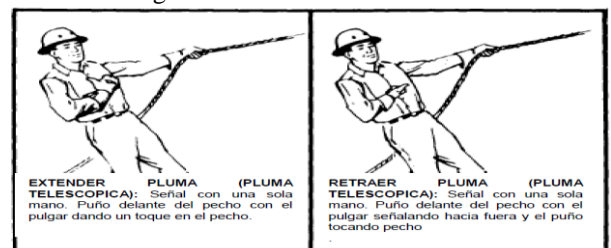


Figura 3. Señales de movimientos

Los operadores no deben operar equipos diferentes, ni con capacidades mayores a su certificación. El operador debe tener una completa atención en las maniobras a ejecutarse y no tener distracción alguna, ya sea generada por atender un celular, ingerir alimentos o atender a personas diferentes al aparejador. El operador debe obedecer señales de emergencia sin importar quien sea que

las de, no debe abandonar los controles de la grúa mientras se tenga la carga suspendida; debe detener las maniobras cuando a su juicio las condiciones para continuar con el izaje o colocación final de la carga, evidencien riesgos ya sea para las personas, las instalaciones o el equipo en sí.

Los señaleros deben tener una percepción normal, campo de visión, buen tiempo de reacción, destreza manual, buena coordinación y no debe tener tendencias al vértigo o cualquier otra característica indeseable. Debe conocer los factores que puedan afectar las capacidades de los aparejos, debe saber calcular las capacidades y realizar elección de los elementos de izaje, ya sean estas las eslingas, grilletes, etc. Al igual que el centro de gravedad de la carga.

2) Cables de acero

Un cable de acero es un conjunto de alambres retorcidos y agrupados helicoidalmente, formando una cuerda metálica, apta para resistir esfuerzos tanto de tracción, como de flexión. En si está formado por alambres y alma, con estos elementos se construyen unidades estructurales más complejas llamadas cordones, los que al ser cableados en torno a su alma, conforman la estructura definitiva del cable de acero. Tomando en consideración el diámetro y la disposición de los alambres que forman el cordón, el tipo de alma utilizado, se obtienen cables con diferentes cualidades tales como: resistencia a la tracción, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste.

Los diferentes cables se fabrican de acuerdo con ciertas estándares internacionales, entre estos tenemos API Standard 9^a (American Petroleum Institute), RR-W-410D (American Federal Specification), American Society For Testing & Materials (A.S.T.M.), British Standards Institute (B.S.), Deutsches Normenausschuss (D.I.N.) e International Organization for Standardization (I.S.O.).

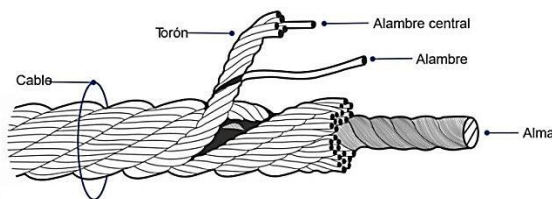


Figura 4. Partes del cable

Uno de los parámetros importantes a considerar al elegir un cable es el Factor de Seguridad, en la tabla número 1, podemos observar los coeficientes de seguridad para diversos tipos de cables y su utilización. Se debe en tomar en cuenta que se debe aumentar el factor de seguridad, por ejemplo en sectores donde pueden afectar la vida de las personas, en ambientes corrosivos o en los lugares donde las inspecciones no podrán ser frecuentes.

Para la selección del cable más apropiado para cada trabajo está en equilibrar correctamente los siguientes factores principales:

- Carga de rotura (Resistencia)
- Resistencia a las Flexiones y Vibraciones (Fatiga)

- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia al Aplastamiento
- Resistencia de Reserva
- Exposición a la corrosión

Carga de Rotura. Desde un principio debemos determinar la máxima carga que el cable deberá soportar, teniendo en cuenta no sólo la carga estática, sino también las cargas causadas por arranques y paradas repentinas, cargas de impacto, altas velocidades, fricción en poleas, etc. Por razones de seguridad se recomienda normalmente multiplicar, la carga de trabajo por un factor, tomado de la tabla 1.

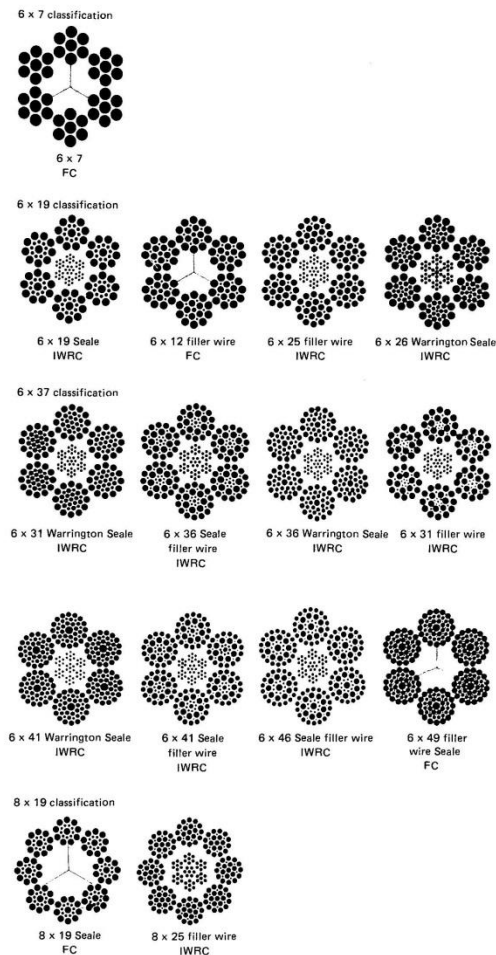


Fig. 8.2.123 Cross sections of some commonly used wire rope construction. (Reproduced from "Wire Rope User's Manual," AISI, by permission.)

Figura 5. Configuraciones de cables ⁵

Resistencia a las Flexiones y Vibraciones. Al doblar un alambre varias veces, eventualmente se romperá; esto es debido al fenómeno llamado "Fatiga de Flexión". Lo mismo sucede cuando un cable de acero se dobla alrededor de poleas, tambores o rodillos. A menor radio de curvatura mayor es la acción de la fatiga. Los incrementos de la velocidad de operación y las flexiones en sentidos contrarios también aumentan este efecto. Igual sucede por vibraciones en cualquier parte del cable.

Resistencia a la Abrasión. Se produce siempre cuando el cable roza o es arrastrado contra cualquier material. Este

roce debilita el cable al producir desgaste en los alambres exteriores. Como en el caso de la fatiga, el mejor remedio para el desgaste excesivo es utilizar la construcción más apropiada. Como regla general, a menor número de alambres y mayor diámetro de ellos, mayor es la resistencia al desgaste abrasivo.

Resistencia al aplastamiento. El cable puede ser aplastado por fuerzas exteriores en algunas ocasiones, pero lo más común es el aplastamiento debido a la operación con cargas excesivas y también al uso de tambores lisos o con ranuras que no den el apoyo suficiente al cable. También es frecuente en los casos de enrollado en varias capas, en los puntos en que el cable se apoya sobre sí mismo. Si se está usando un cable con alma de fibra debe ser sustituido por uno con alma de acero, ya que ésta da mayor soporte a los torones e impide su deformación. Los cables de torcido regular, son también más resistentes al aplastamiento que los de torcido Lang (paralelo)

Uso	Factor
Tirantes de cable o riostras	3 a 4
Cables para puentes colgantes	3 a 3.5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3.5 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	5 a 6
Cable de grúa	6 a 10
Palas mecánicas - excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)

Tabla 1. Factores o Coeficientes de Seguridad mínimos en cables de acero

Resistencia de Reserva. La Resistencia de Reserva de un cable equivale a la resistencia combinada de todos sus alambres, excepto aquellos de las capas exteriores de los torones. A mayor número de alambres mayor es la Resistencia de Reserva, ya que al disminuir el diámetro de los alambres exteriores, mayor sección metálica estará concentrada en las capas internas del torón. La Resistencia de Reserva tiene mayor importancia en los casos en que la rotura de un cable puede ocasionar accidentes de importancia. En estos casos es recomendable la inspección frecuente por técnicos competentes y una selección del cable que se base fundamentalmente en este factor.

Exposición a la corrosión. Un engrasado periódico evita, en parte, la oxidación; pero hay casos en que la corrosión es muy activa, y entonces se debe recurrir, para proteger los cables, a recubrimientos protectores,

constituidos generalmente de zinc. La corrosión disminuye la sección metálica de los cables y al extenderse aquélla lesiona los alambres, con lo cual se reduce la resistencia, capacidad contra la abrasión, elasticidad y flexibilidad de los cables. En general, la mejor solución del problema es proteger los cables mediante un engrasado cuidadoso, realizado periódicamente, porque recurrir a los aceros inoxidables o a los bronce son soluciones que no satisfacen: la primera por su costo y la segunda por la poca resistencia del material. Por consiguiente, para contrarrestar la corrosión de los cables se deben emplear estructuras con alambres gruesos, cuyos diámetros serán limitados por la flexibilidad que imponga el cable, y se realizará un engrasado cuidadoso y regular.

Durante el trabajo el cable en los canales de las poleas o tambores, debido a la presión que ejerce puede ocasionar desgastes del material y la aparición de aristas; también la misma presión puede ocasionar desgastes o raspaduras en los alambres del cable y distorsión en los torones pudiendo abrirse el cable y provocar la salida del alma principal al exterior. La presión de contacto podemos reducirla si disminuimos la carga en el cable, aumentando el diámetro de la polea o ajustando la polea (reemplazándola por un material más apropiado).

Para ejercer un mejor control de la presión del cable al pasar por una polea, se recomienda que los canales de las poleas y los tambores tengan un diámetro que sea aproximadamente 1,08 veces el diámetro del cable.

Cuando las poleas se encuentran mal alineadas, tanto el cable como los bordes de las poleas tendrán desgastes y puede producir una rápida deformación. Se debe verificar que el ángulo de desviación es correcto, ya que puede causar una severa abrasión del cable. El ángulo máximo de desviación no debe pasar de 1° a 30°, siendo menor si el cable esté en la polea desde un tambor liso.

La inspección de los cables debe ser periódica y se la puede realizar con aparatos de control electromagnético o visual. Con el control electromagnético podemos detectar defectos tanto en el interior, como en el exterior; con los resultados registrados en una gráfica, obtenida al pasar un cable por dicho aparato, se pueden determinar los defectos ya sea rotura de cables, desgastes, cortes, oxidación o corrosión y evaluar las pérdidas de las características del cable. Si no se dispone de este aparato se debe realizar las inspecciones visualmente para ver el estado y observar posibles defectos.

En las inspecciones visuales se debe tratar de encontrar los siguientes defectos:

- Alambres cortados
- Alambres desgastados
- Reducción del diámetro del cable
- Alto torcimiento y destorcido del cable
- Formación de rizos
- Estiramiento o alargamiento del cable
- Corrosión del cable y sus accesorios
- Lubricación insuficiente
- Jaula de pájaros o aflojamiento de torones
- Alambres interiores cortados que sobresalen
- Alma saliente

- Excesivo espacio entre torones
- Daños por calor
- Áreas del cable gastadas, rotas o fatigadas
- Torones aplastados, planos o apretados

3) Eslingas/Estrobo.

Las eslingas o estrobo son tramos cortos (relativamente) hechos de un material flexible, con sus extremos en forma de ojales, preparados para sujetar una carga y enlazarla con el equipo de izaje. Los ojales de las eslingas pueden a su vez tener otros tipos de accesorios y de esta manera tener diferente tipos de combinaciones o modelos de eslingas. Las eslingas pueden ser de acero, cadenas, mallas metálicas o fajas sintéticas.

En el estándar ASME B30.9-2014 podemos encontrar las disposiciones aplicables a la fabricación, acople, uso, inspección y mantenimiento de las eslingas que se utilizan en izajes de cargas. Se abarcan eslingas fabricadas de cadenas de acero de aleación (Capítulo 9-1), cables metálicos (Capítulo 9-2), mallas metálicas (Capítulo 9-3), cables de fibra sintética (Capítulo 9-4), amarre tejido sintético (Capítulo 9-5) e hilados de fibra sintética en una cubierta protectora (Capítulo 9-6).

Al hablar de las eslingas debemos tener pleno conocimiento de varios conceptos o terminología utilizada.

- *Ángulo de ahorcamiento.* Ángulo formado en el cuerpo de la eslinga conforme pasa a través del ojal de ahorcamiento o accesorios.
- *Ángulo de carga/horizontal.* Ángulo agudo entre la horizontal y la pierna del aparejo.
- *Factor de diseño.* Relación entre la carga nominal o resistencia mínima a la rotura y la carga nominal (calculada) de la eslinga.
- *Ojal.* Abertura al final de la eslinga para insertar ganchos, argollas u otro dispositivo de suspensión o la propia carga.
- *Longitud de la eslinga.* Distancia entre los puntos extremos de apoyo de la eslinga.
- *Prueba previa.* Prueba de carga no destructiva hecha a un múltiplo específico de la carga nominal de la eslinga.
- *Carga de prueba.* Carga específica aplicada en el desempeño de las pruebas previas.
- *Carga calculada/nominal.* Carga máxima admisible designada por el fabricante. Los términos “capacidad nominal” y “límite de carga de servicio / de trabajo” suelen utilizarse para describir la carga nominal.
- *Resistencia (cable metálico y trenzado estructural) mínima de rotura.* Carga a la que un cable nuevo y no usado o trenzado estructural se puede esperar que se rompa cuando se le carga a un punto de destrucción en tensión directa.

Antes de utilizar una eslinga nueva, alterada, modificada o reparada deberá ser inspeccionada por una persona calificada, que pueda verificar todas las disposiciones de las normas. Después de cada uso o turno se deben volver a

inspeccionar las eslingas. Las eslingas enviadas para cambios o modificaciones no pueden ser enviadas a operación hasta que una persona calificada lo apruebe.

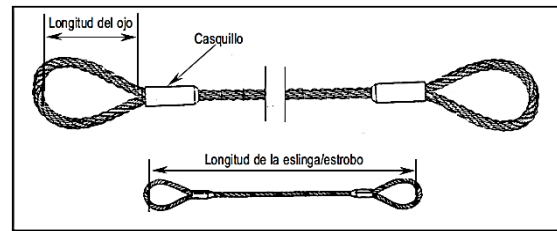


Figura 6. Partes de una eslinga / estrobo.

Una eslinga de cadena se deberá retirar del servicio cuando cumpla con cualquiera de lo enunciado más abajo.

- (a) falta identificación en la eslinga o no es legible.
- (b) grietas o roturas.
- (c) desgaste excesivo, mellas o muescas.
- (d) eslabones o componentes de la cadena estirados.
- (e) eslabones o componentes de la cadena doblados, torcidos o deformados.
- (f) evidencia de daño por calor.
- (g) exceso de picaduras o corrosión.
- (h) falta de capacidad de la cadena o componentes para articular libremente.
- (i) salpicaduras de soldadura.
- (j) otras condiciones, incluyendo daños visibles, que provocan dudas en cuanto a la continuación del uso de la eslinga.

Cuando estemos operando eslingas de cadenas debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Todas las partes del cuerpo humano deberán mantenerse fuera de entre la eslinga y la carga y de entre la eslinga y el gancho de la grúa.
- El personal no debe pararse alineado con o el lado de la pierna de una eslinga que está bajo tensión
- Prohibido al personal pararse, pasar o estar debajo de una carga suspendida.
- Ninguna persona deberá utilizar la eslinga como medio de transporte.
- No se pueden recortar o alargar las eslingas mediante nudos o torsión.
- Las eslingas deben ser enganchadas de tal manera que permitan el control total de la carga.
- Las cargas no deben descansar sobre las eslingas
- Durante la operación ya sea con carga o sin ella, el personal debe estar atento a posibles enredos.
- Las eslingas no deben arrastrarse en el suelo o superficies abrasivas.

El factor de diseño de las eslingas de cadenas es de un mínimo de 4.

En las eslingas de acero se deben realizar el mismo tipo de inspecciones que se realizan para los cables de acero.

Adicional a esto se debe tomar en cuenta:

- Revisar que los accesorios terminales no estén agrietados, deformes o gastados a tal punto que la resistencia de la eslinga esté sustancialmente afectada.
- Corrosión severa de los accesorios terminales o juntas.
- No se debe reparar el cable metálico utilizado en la eslinga.

El factor de diseño será de un mínimo de 5. Las precauciones de seguridad y reglas de operación serán las mismas utilizadas en las eslingas de cadena.

Las eslingas sintéticas (cables sintéticos) deben ser confeccionadas con nylon y poliéster. La elaboración es de tres hilos extendidos, ocho hilos trenzados y trenzado ahuecado. La elaboración de cables deberá hacerse y probarse de acuerdo con una de las siguientes especificaciones del Cordage Institute:

Tipo de cable	Designación
Nylon de tres hilos extendidos	CI 1303
Nylon de ocho hilos trenzados	CI 1303
Nylon de doble acalabrotado	CI 1306
Poliéster de tres hilos extendidos	CI 1304
Poliéster de ocho hilos trenzados	CI 1304
Poliéster de doble acalabrotado	CI 1307
Poliéster de un solo acalabrotado	CI 1305

Los componentes de las eslingas sintéticas tendrán la resistencia suficiente para sostener el doble de la carga nominal de la eslinga sin deformación permanente visible. Todas las superficies deberán tener un acabado limpio y sin rebordes para no causar daños al cable. Las eslingas que incorporen accesorios de aluminio no se deberán utilizar cerca de gases, vapores, aerosoles, vahos o líquidos de álcalis o ácidos. Los guardacabos deberán tener un diámetro mínimo en la superficie de apoyo de al menos dos veces el diámetro del cable. El factor de diseño para eslingas sintéticas será de un mínimo de 5.

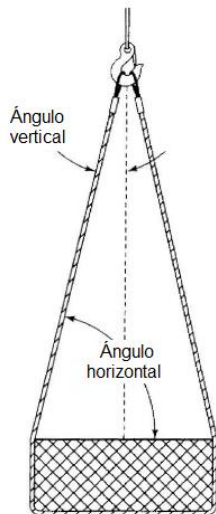


Figura 7. Ángulos de carga

Se deberá retirar de servicio una eslinga sintética si existen condiciones como las siguientes:

- (a) cortes, muescas, zonas extensas de rotura de la fibra a todo lo largo y áreas de abrasión del cable
- (b) daños que se estima han reducido el diámetro efectivo del cable en más de un 10%
- (c) rotura uniforme de fibras a lo largo de la mayor parte del cable en la eslinga de manera que todo el cable aparece cubierto de pelusa o pelillos
- (d) dentro del cable, rotura de fibras, fibras fundidas o derretidas (observado al curiosear o torcer para abrir las hebras), que implica daños estimados en 10% de la fibra en cualquier hebra o en el cable en su conjunto
- (e) decoloración, fibras frágiles y áreas duras o rígidas que pueden indicar un daño químico, daño ultravioleta o daño por calor
- (f) excesiva suciedad y polvo en el interior de la estructura del cable
- (g) materia extraña que ha penetrado en el cable y hace que sea difícil de manejar y puede atraer y retener arenisca
- (h) torceduras o distorsión en la estructura del cable, en particular si es causada al tirar por la fuerza de los bucles (interrupciones abruptas)
- (i) áreas derretidas, duras o quemadas que afectan a más del 10% del diámetro del cable o afectan a varias hebras adyacentes a lo largo de una extensión que afecta a más del 10% de los diámetros de las hebras
- (j) malas condiciones de los guardacabos o de otros componentes, como corrosión, grietas, distorsión, bordes cortantes o desgaste localizado

Las precauciones de seguridad y reglas de operación son similares a las utilizadas en las eslingas de cadena.

Las eslingas de malla metálica de acero al carbono se construirán de acuerdo a las especificaciones indicadas en la tabla 9-3.2.1-1. El factor de diseño de las eslingas de malla metálica será de un mínimo de 5. Estas eslingas deberán ser removidas de servicio cuando cumpla con los siguientes parámetros:

- (a) soldadura rota o una unión con soldadura fuerte rota a lo largo del borde de la eslinga
- (b) rotura de alambre en cualquier parte de la malla
- (c) reducción del diámetro del alambre en 25% debido a la abrasión o en 15% debido a la corrosión
- (d) distorsión del accesorio de ahorcamiento por lo que la profundidad de la ranura aumenta en más de 10%
- (e) distorsión de cualquier accesorio terminal por lo que el ancho de la abertura del ojal se reduce en más de 10%
- (f) reducción del 15% de la sección transversal original de cualquier punto alrededor de la abertura del gancho del accesorio terminal
- (g) accesorio terminal agrietado
- (h) no se utilizarán eslingas con espirales bloqueados o sin libre articulación
- (i) accesorios picados, corroídos, agrietados, doblados, torcidos, agujereados o rotos

Las reglas de operación con las eslingas de malla metálica son similares a las eslingas anteriores, más lo indicado a continuación:

- (a) Las eslingas no deberían ser estrechadas, encorvadas

Los grilletes son conectores formados por dos piezas, cuerpo y pasador, nos sirve para realizar el acople entre la carga y la eslinga. Existen dos modelos fundamentales de grilletes, siendo los de perno roscado y los con perno, tuerca y chavetero de seguridad (también conocidos como con tuerca de seguridad).

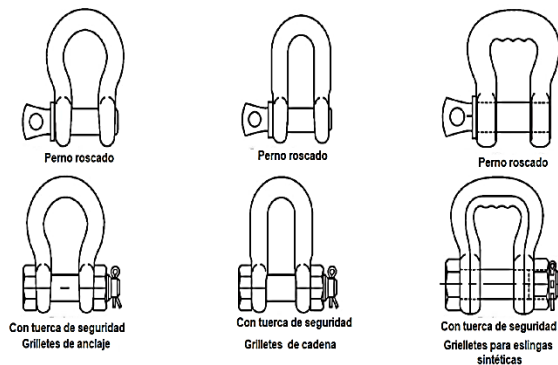


Figura 8. Grilletes

Antes de cada uso, todos los grilletes nuevos, alterados, modificados o reparados serán inspeccionados por una persona designada (calificada). Se buscarán posibles daños, tales como fisuras, abolladuras, desdoblamiento o deformaciones, la rosca del perno pasador y la su tuerca.

Los grilletes se pondrán fuera de servicio en base lo más abajo indicado.

- el nombre o la marca de fábrica o de comercio o la identificación de la carga nominal que faltan o son ilegibles
- indicaciones de daños por calor, incluyendo salpicaduras de soldadura o golpes de arco
- picaduras o corrosión excesivas
- componentes de soporte de carga doblados, torcidos, distorsionados, estirados, alargados, agrietados o rotos
- excesivas muescas o gubias
- una reducción del 10% de la dimensión original o del catálogo en cualquier punto alrededor del cuerpo o pin
- acoplamiento de pasador incompleto
- daños en el hilo excesivo
- evidencia de soldadura no autorizada

El personal que trabaje en el izamiento de la carga, no debe contacto directo con los grilletes, la carga y los aparejos, debe mantenerse lejos de la carga suspendida.

Durante las operaciones de izaje se deben tomar en cuenta lo siguiente:

- Las roscas del pasador de tornillo (perno) deben estar completamente enganchadas y apretadas.
- Si un grillete está diseñado para una clavija, se debe usar y mantener en buenas condiciones de trabajo.
- Se debe evitar el contacto con bordes afilados que podrían dañar el grillete.
- Debe evitarse la carga de choque.
- La carga aplicada al grillete debe estar centrada en la proa del grillete para evitar la carga lateral del grillete.
- No se deben aplicar múltiples patas de eslinga al pasador del grillete.

g) Si el grillete va a cargarse lateralmente, la carga nominal se reducirá según las recomendaciones del fabricante o de una persona cualificada.

h) El pasador de tornillo no deberá desenroscarse.

i) En el caso de las instalaciones a largo plazo, los grilletes tipo perno-tuerca y chavetero se deberán usar, para evitar su desenroscado

j) Los grilletes no deben ser arrastrados sobre una superficie abrasiva.

k) Las eslingas múltiples en el cuerpo de un grillete no excederán el ángulo incluido de 120 grados.

l) Cuando se utiliza un grillete en un enganche de gargantilla, el pasador se conectará al ojal de la eslinga.

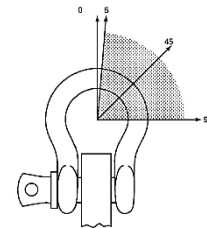


Figura 9. Ángulo Lateral de carga

Ángulo lateral de Carga	Porcentaje de reducción de carga, %
De 0° a 5°	0
De 6° a 45°	30%
De 46° a 90°	50%
Sobre 90°	No se recomienda cargar en esta condición

Tabla 2. Carga Lateral

5) Elementos de ajuste.

El estándar B30.26 en su Capítulo 2 podemos encontrar las disposiciones que se aplican a la construcción, instalación, operación, inspección y mantenimiento del equipo de aparejo desmontable utilizado para las actividades de manipulación de la carga. Los elementos que se revisarán son los tensores, los cáncamos (pernos de ojo), las tuercas de ojo y los anillos de elevación giratorios.

Antes de utilizar por primera vez los *elementos de ajuste* ya sean hayan sido reparados o nuevos serán inspeccionados para verificar si cumple con las disposiciones del estándar antes indicado. Los *elementos de ajuste* además deberán ser inspeccionados con frecuencia. Las inspecciones visuales se harán de acuerdo al tipo de servicio.

- Servicio normal – anual.
- Servicio pesado – semianual.
- Servicio severo – trimestral.

Los *elementos de ajuste* se pondrán fuera de servicio en base lo más abajo indicado.

a) el nombre o la marca de fábrica o de comercio o la identificación de la carga nominal que faltan o son ilegibles

- indicaciones de daños por calor, incluyendo

salpicaduras de soldadura o golpes de arco

- c) picaduras o corrosión excesivas
- d) componentes de soporte de carga doblados, torcidos, distorsionados, estirados, alargados, agrietados o rotos
- e) excesivas muescas
- f) una reducción del 10% de la dimensión original o del catálogo en cualquier punto alrededor del cuerpo o pin
- g) daño o desgaste excesivo del hilo
- h) para anillos de elevación giratorios, falta de la capacidad de libremente rotar o pivotar
- i) evidencia de soldadura no autorizada

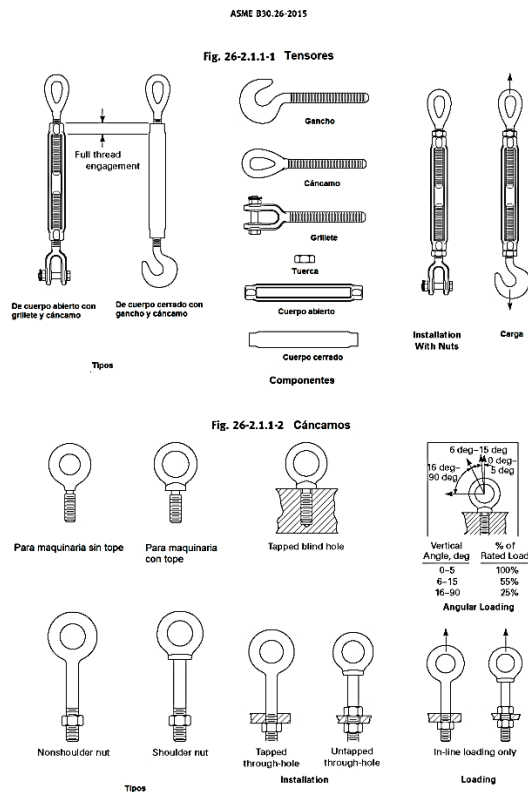


Figura 10. Tensores y cáncamos

Todo el personal involucrado en el montaje debe tomar las siguientes precauciones durante el montaje de los equipos:

- a) Todas las partes del cuerpo humano deberán estar fuera del alcance de los elementos de ajuste, la carga o cualquier otro elemento de izaje, durante el izaje o manipulación de la carga.
- b) El personal debe mantenerse alejado de la carga suspendida.
- (c) El personal debe mantenerse alejado del aparejo cuando está bajo tensión.
- (d) El personal no deberá montarse en el equipo de aparejo.

En los tensores además de lo antes indicado se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- (a) Las roscas de los extremos del tensor deberán estar totalmente acopladas a las roscas del cuerpo. Los cuerpos cerrados de los tensores ocultan la longitud de la rosca. Es necesaria la verificación del acoplamiento completo antes de la carga.

- b) Si se utilizan tuercas de bloqueo (véase la figura 10),

deberán ser compatibles con las roscas del extremo del tensor.

- (c) Se debe evitar el contacto con obstrucciones que puedan dañar o doblar el tensor.

- (d) Se debe evitar la carga de choque.

- (e) La carga aplicada al tensor debe estar en línea y en tensión.

- (f) Los tensores no deben cargarse lateralmente.

- (g) Los tensores deben ser manipulados o asegurados para prevenir el desenrosque durante el levantamiento o el manejo de la carga.

- (h) En el caso de las instalaciones a largo plazo, se debe asegurar los tensores para evitar el desenrosque.

- (i) No se deben arrastrar los tensores en una superficie abrasiva.

En los cáncamos además de lo antes indicado se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Los pernos deben ser apretados o asegurados de otra manera de evitar la rotación durante las actividades de izaje o manipulación de la carga.

- b) Cuando se utilice en un orificio pasante sin abrir, la tuerca bajo la carga deberá estar totalmente acoplada. Si el pestillo no está sujeto a la carga, debe utilizarse una segunda tuerca en la parte superior de la carga cuando sea posible (ver Fig. 10).

- c) Los cáncamos sin tope sólo se utilizarán para cargas en línea (directas).

- d) Para la carga angular sólo se utilizarán los cáncamos con tope. Cuando se usa para carga angular, el tope debe estar nivelado y firmemente apretado contra la carga. El límite de carga de trabajo (WLL) debe reducirse como se muestra en la Fig. 10.

- e) Cuando se utilicen cáncamos para la manipulación de la carga angular, el plano de los cáncamos deberá estar alineado con la dirección de tracción. Las arandelas planas de acero se pueden usar debajo del tope para posicionar el plano del cáncamo.

- f) Se debe evitar la carga de choque.

En los anillos de elevación giratorios (cáncamos giratorios) además de lo antes indicado se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Cuando se utilice en un orificio roscado, la longitud efectiva de la rosca será igual al diámetro del perno para el acero.

- (b) Cuando se utilice en una aplicación de orificio pasante, se utilizará una tuerca y una arandela. La arandela y la tuerca deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del anillo del polipasto giratorio. La tuerca debe estar completamente enganchada (ver Fig. 11).

- (c) La brida del buje (vea la Fig. 11) debe entrar en contacto con la superficie de carga.

- (d) No se deben utilizar separadores o arandelas entre la brida del casquillo y la superficie de montaje de la carga.

- (e) El anillo del polipasto giratorio debe ser apretado según las especificaciones de par del fabricante.

- f) El anillo de elevación giratorio deberá estar libre de rotar y girar sin interferencias durante las actividades de

manipulación de la carga (véase la figura 11).

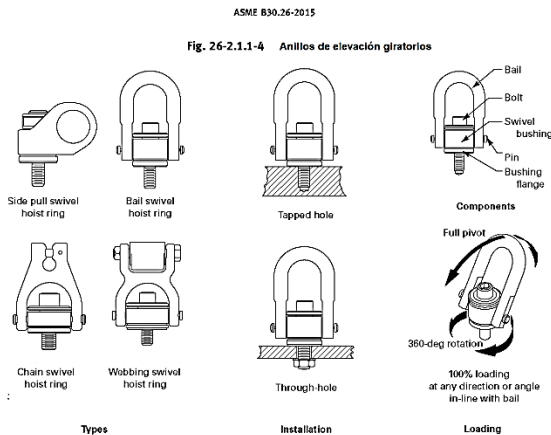


Figura 11. Anillos de elevación giratorios (cáncamos giratorios)

- g) La carga aplicada al anillo del polipasto giratorio debe estar centrada en el fardo para evitar la carga lateral.
- h) Se debe evitar la carga de choque.

6) Grúas.

El estándar ASME B30.5 se aplica para todas las grúas tanto como para su diseño, construcción, mantenimiento y operación.

Existen varios conceptos que son necesarios entregarlos para cuando se hable de los montajes con grúas tengan un mejor entendimiento.

Grúa sobre orugas: una grúa que consiste en una superestructura giratoria, con planta de energía propia, maquinaria para su operación, y la pluma, montado sobre una base y equipadas sobre cadenas tipo orugas para poder trasladarse. Su función es la de levantar, bajar, y las cargas de oscilación en diferentes radios. Puede ser con pluma de celosía (castillo) o telescópica. (Ver figura 12).

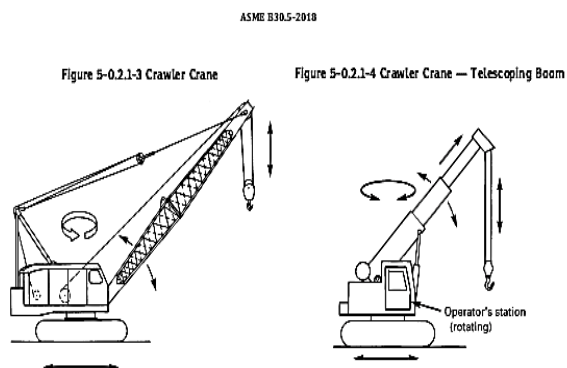


Figura 12. Grúa de oruga

Grúa montada sobre llantas. Es una grúa que consiste en una superestructura giratoria, la estación para operar la maquinaria, el brazo de grúa, montado en un soporte equipado con ejes y ruedas con llantas de goma para el traslado de toda la grúa, una fuente de alimentación (s), y puede tener varias estaciones separadas para la conducción y el funcionamiento o pueden ser de una sola cabina para

operación y traslación. Su función es la de levantar, bajar y girar las cargas en diferentes radios. Pueden ser también de estructura de celosía o telescópica (hidráulica). Ver figura 13

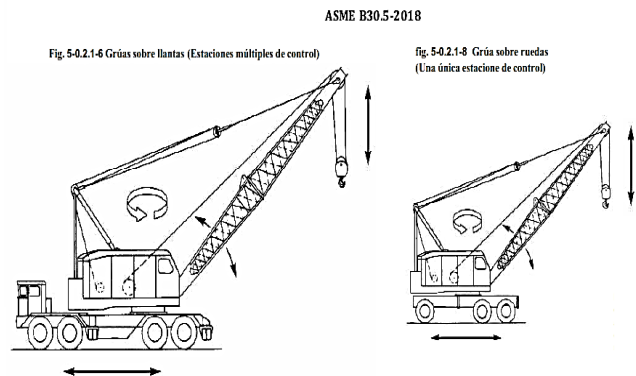


Figura 13. Grúa sobre llantas (ruedas).

Mantener la estabilidad de la grúa es uno de los factores más importantes a considerar durante la operación de las grúas, es por esto que el ASME B30.5 tiene definido valores para cada uno de los tipos existentes. Estos valores los podemos encontrar en la tabla 2, tomadas de la tabla 5-1.1.1-1 del estándar ASME B30.5-2018.

Tabla 2. Capacidad de carga de la Grúa (estabilidad)

Tipo de montaje de la Grúa	% máximo de carga
Orugas sin el apoyo de los estabilizadores	75
Orugas con estabilizadores totalmente extendidos y fijos	85
Sobre ruedas sin estabilizadores	75
Sobre ruedas con estabilizadores totalmente extendidos y fijos	85

Todas las grúas deben tener sus tablas de cargas originales o copias certificadas, en caso de no disponer de estas se deben realizar pruebas con entes certificadores para realizar nuevas. Las grúas no se deben cargar más allá de lo indicados en sus especificaciones (tablas y gráficas de carga).

Cuando no se conozca el valor de la carga con precisión, el supervisor encargado del montaje deberá cerciorarse de que el peso de la carga no supere lo indicado en las tablas de carga. Pudiendo realizar un izaje de prueba sin levantar muy alto la carga.

Todos los izajes deben realizarse por personas autorizadas, y estas deberán realizar las inspecciones previas tanto de los equipos, aparejos, elementos de izajes, cables, etc.

Se deben realizar maniobras de izaje tomando en cuenta que la velocidad no produzca efectos dinámicos fuertes.

Cuando un indicador de carga, indicador de capacidad nominal, o capacidad nominal limitador no funciona o funciona mal, la persona designada como responsable de la supervisión de las operaciones de levantamiento deberán establecer procedimientos para determinar los pesos de carga y para la realización de los izajes.

crítico podemos enunciar los siguientes:

- La carga elevada supera un determinado porcentaje de la capacidad de la grúa (puede ser entre un 75% y 85%), como se muestra en la carga del fabricante de la grúa, los cuadros de índices aplicables a la configuración que se utilice.
- Izaje de personas en canastas o plataformas.
- Montaje de equipos utilizando varias grúas.
- Cuando exista un cableado eléctrico energizado cerca del radio de operación de la grúa.
- Estabilizadores cerca de excavaciones o taludes.
- Elevación de equipos cuyo centro de gravedad no se encuentra establecido correctamente o existe alguna duda al respecto.
- El equipo a izarse es único y en caso de daño sería irremplazable.
- El equipo está siendo removido de una estructura.
- Montaje en espacio limitado.

Método. – Antes de iniciar el montaje el Supervisor encargado debe recopilar toda la información necesaria para el montaje y también poder realizar un plano con el plan de izaje. Deberá tener claro el peso del equipo a montar, cuantas y que tipo de eslingas se deben utilizar, cuales son los grilletes adecuados, condiciones del terreno para el deposito inicial del equipo y del parqueo de la grúa con todos sus componentes, comprobar las distancias tanto de la altura del izaje, como del desplazamiento de la carga, conocer las vías de acceso tanto como para la grúa, como del equipo a montar, es importante como ya se había indicado verificar si no existen instalaciones de cables eléctricos que puedan interferir con el desplazamiento de la carga, determinar cuáles son los riesgos que podrían darse en el momento de las maniobras.

Cuando se trabaje con eslingas de varios ramales es necesario que el ángulo horizontal que se forma entre las eslingas y la horizontal del equipo no sea menor a 30°, ya que las resistencias de las eslingas se disminuyen considerablemente. Se recomienda utilizar ángulos iguales o mayores a 45°.

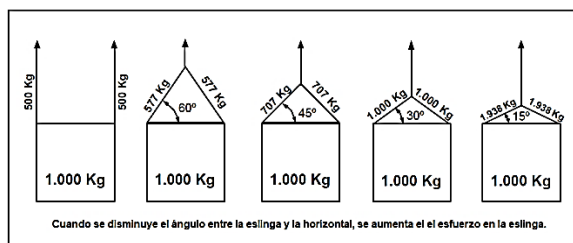


Figura 15. Ángulo de carga de las eslingas.

En el plano del Plan de Montaje veremos la gráfica de cómo se realizaran las maniobras principales con la(s) grúa(s), indicando el nombre completo de cada una de ellas. En una tabla mostraremos los datos de la grúa principal tales como su nombre y capacidad, valor de los contrapesos, longitud de la pluma, de la torre auxiliar (si la tiene), radio de operación, carga según la distancia a trabajar, nombre del equipo a montar, peso del equipo,

longitud y ancho del equipo, peso de las eslingas y accesorios, peso del gancho principal y porcentaje de capacidad calculado para la maniobra.

En otra tabla indicaremos las capacidades del terreno, el peso del equipo a montar, el peso de la grúa, peso de los aparejos utilizados, la presión a ejercer sobre el terreno, y el máximo de carga que se puede colocar en cada base.

Se debe ilustrar también la forma en que se realizará el amarre del equipo a izarse, incluyendo la distancia mínima entre el gancho de la grúa y los aparejos.

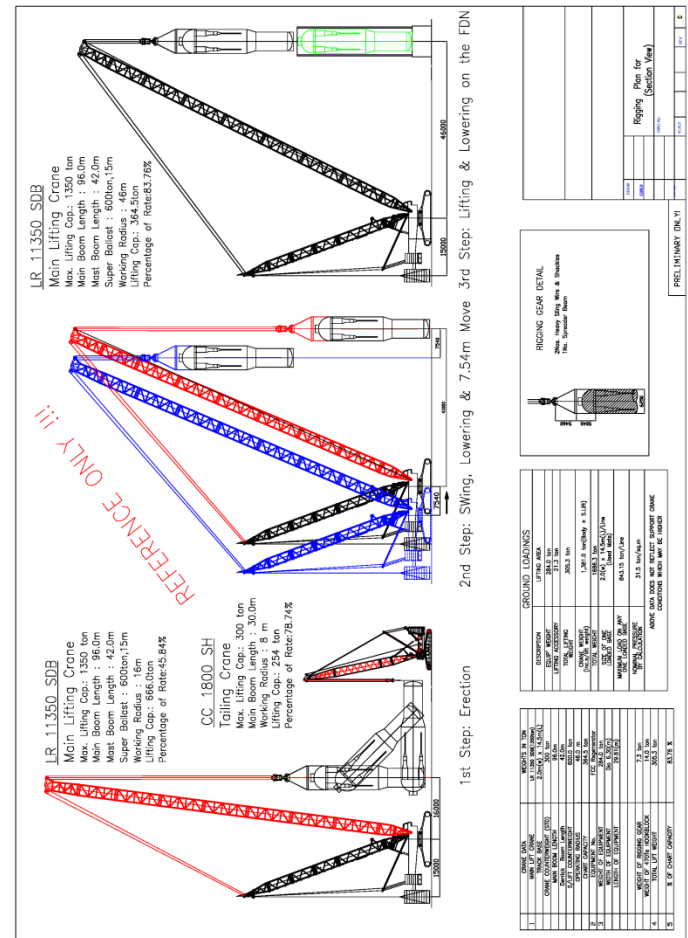


Figura 16. Modelo de Plan de Izaje

Cuando hablamos de montaje de equipos pesados debemos considerar que lo más importante antes de iniciar las operaciones de montaje es la planificación de todas las actividades. Al hablar de planificación no estamos hablando solamente de las maniobras en sí, sino que hablamos desde el inicio del proyecto, es decir debemos conocer desde el inicio cuales son los equipos que vamos a montar, los planos de cada uno de los equipos, los planos de detalle, esto incluye las dimensiones, los pesos, el centro de gravedad para poder realizar la instalación de los aparejos. Al tener conocimiento lo antes indicado podemos proceder con el procedimiento de izaje, dentro del cual debemos denotar todos los equipos o componentes que utilizaremos para realizar el montaje, conocer el peso de

cada uno de ellos, ya que esto influirá en el peso total de izaje; determinaremos las distancias necesarias tanto como longitudinalmente, como verticalmente, es decir ubicar todos los elementos o estructuras que existen en la planta que nos puedan causar obstrucciones en el desplazamiento de la carga, así como también podemos determinar a qué altura se debe elevar el equipo por encima de los existentes y cuánto será el radio máximo de operación de la grúa, permitiéndonos comparar con la tabla de carga de la grúa y hallar la posición óptima.

La planificación también incluye la determinación de todos los riesgos posibles a encontrarse no solamente en las maniobras, sino también en la logística de transporte tanto como de la(s) grúa(s), de los aparejos necesarios y del equipo en sí a montar.

Cuando revisamos como vamos a realizar el montaje, podemos determinar cuál o cuáles serán las grúas que se van a utilizar, ver las disponibilidades locales o el traslado desde el exterior. Recuerden que al hablar de montaje de equipos pesados estamos hablando la mayoría de las veces de grúas que no existen en el país y es necesario contratarlas en el exterior y el costo de traslado, montaje y desmontaje de la o las grúas serán cargados hacia nosotros, es decir nosotros asumiremos este costo y podría llegar a costar cantidades grandes (podrían costar más del millón de dólares). Adicional a esto debemos considerar si tenemos los aparejos necesarios o la contratista los tienen o tenemos que fabricarlos.

Debo recalcar antes que nada, que el montaje de equipo pesado no tiene otro idéntico, ningún montaje es similar a otro, tomando en cuenta que son muchas las condiciones que influyen, tales como las condiciones climáticas, distribución de los equipos alrededor de la fundación donde se instalara el equipo pesado, vías de acceso, transporte de las grúas, aparejos y equipo a montar, personal, instalaciones eléctricas aéreas, cálculos de izaje, etc. Esto nos obliga a planificar bien todas las actividades, considerando que entre mejor se realice la planificación del montaje, más exitoso será el montaje.

El montaje de equipos pesados, sobreentiende que se utilizaran grúas de gran tamaño, las mismas que por su tamaño no pueden ser trasladadas en un solo bloque, muchas de ellas utilizan varias secciones, tanto como en una pieza vendrá la maquinaria, en otra vendrán las celosías o el cilindro telescópico, en otra los ganchos y aparejos, en otra vendrán los contrapesos, etc. Es por esto que se debe determinar bien la logística de estos componentes, el lugar donde serán depositados previamente, las grúas que se utilizaran para el ensamblaje de la grúa o grúas principales, su disponibilidad, posibles interferencias en el traslado y maniobra de ensamblaje del equipo principal. También se debe dar un tiempo para el montaje de la grúa y de **su desmantelamiento posterior al termino de todos los trabajos relacionados con el montaje.**

Previo a la instalación de la grúa principal (o grúas) se debe realizar una conformación del terreno, para evitar que se provoquen hundimientos en la superficie que trabajará. Este trabajo es muy minucioso ya que es necesario realizar rellenos y por ende su compactación, lo cual debe ser muy

riguroso y el supervisor del montaje debe estar siempre presente y comprobar que todo este trabajo se realice de acuerdo a lo indicado en el procedimiento de trabajo. Hay que observar, como ya dije anteriormente, si el sitio donde trabajará la grúa no se encuentra cerca de zanjas o posibles terrenos de fácil hundimiento o derrumbamiento.

Una vez que tenemos todo definido, elaborado el procedimiento de trabajo, junto con su plano con el plan de izaje, hayamos revisados todos los riesgos posibles, tengamos nuestro plan de contingencias y emergencias, podemos indicar que estaríamos en condiciones de iniciar las maniobras de montaje.

El Superintendente o Supervisor de montaje está en la obligación de verificar que todos los trabajos civiles en las fundaciones o estructuras bases, se haya construidos de acuerdo a los planos de construcción y no exista ningún tipo de error de construcción. Debe verificar tanto como la alineación de los pernos de anclaje, como también la elevación de cada una de las partes que forman la base donde residirá el equipo a montar. Sólo cuando se haya realizado una verificación exhaustiva de las fundaciones y se tengan todos los certificados de control de calidad en regla, el Supervisor de montaje podrá dar el visto bueno para poder iniciar los trabajos de montaje.



Foto cortesía de Ing. Hugo Gualotuña SKEC

El procedimiento de trabajo debe ser socializado totalmente, es decir este con el plan de izaje, debe ser conocido tanto como por el Gerente de Campo, el Superintendente de Montaje, los Supervisores de Seguridad Industrial, los operadores de todas las grúas involucradas, los señaleros y demás personas que estarán en las maniobras. Insisto que las comunicaciones debe ser totalmente fluidas tanto como en la etapa de diseño del procedimiento de trabajo, como en las maniobras, se debe informar claramente cómo serán estas, es decir solo visuales o también a través de radio comunicación, se debe saber quién será la persona que dé las ordenes al operador de la grúa, no pueden haber varias personas comunicándose a la vez, el canal de comunicación debe estar libre de posibles futuras comunicaciones que no sean de las maniobras. El Supervisor de montaje debe indicar cuales son las personas que estarán involucradas, tanto en

el izaje, como en la recepción del equipo en sitio, quienes serán las personas que ayudarán a conducir el equipo durante el giro, su elevación y finalmente su alineación en la fundación prevista para él. Todos estos movimiento se deben realizar con absoluta calma, nada se debe realizar al apuro.

Durante las maniobras de izaje de los equipos pesados no deben haber improvisaciones, ni movimientos bruscos. Todo debe realizarse de acuerdo con lo indicado en el 'Procedimiento de Trabajo previamente socializado y entregado a todas las partes involucradas.

I. CONCLUSIONES

1) El realizar montajes de equipos pesados en la industria, es una labor bastante compleja, que requiere de personal calificado, en buen estado de salud y un estado emocional nivelado. Estos profesionales deben tener excelentes conocimientos no solo de las grúas utilizadas, sino también de los elementos involucrados en el izaje y de la situación real de todos los equipos en la planta.

2) Es necesario disponer de vías de acceso para el traslado de los equipos y la grúa con sus aditamentos. Se debe tener de sitios para poder recibir el equipo en si, como también todas las partes de las grúas y luego tener el lugar apropiado para la instalación de la grúa y sus auxiliares.

3) El montaje de equipos pesados es una tarea delicada y requiere mucha preparación, inclusive antes de iniciar los trabajos de construcción. Se deben utilizar planos de detalle de la planta, del equipo, utilizar programas, muchas veces hay que diseñar los equipos de aparejo.

Molina Escobar , K. A. (2006). *Evaluación de morteros para artículos indexados.*

II. REFERENCIAS

- 1) Decreto Ejecutivo 2393-1986. *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.* Gobierno de la República del Ecuador
- 2) ASME B30.5-2018. *Grúas Móviles y Locomotoras. Norma de Seguridad para Instalaciones de Cables, Grúas, Torres, Polispastos, Ganchos, Gatos y Eslingas.* The American Society of Mechanical Engineers.
- 3) ASME B30.9-2014. *Eslingas. Norma de Seguridad para Instalaciones de Cables, Grúas, Torres, Polispastos, Ganchos, Gatos y Eslingas.* The American Society of Mechanical Engineers.
- 4) ASME B30.10-2014. *Ganchos. Norma de Seguridad para Instalaciones de Cables, Grúas, Torres, Polispastos, Ganchos, Gatos y Eslingas* The American Society of Mechanical Engineers.
- 5) ASME B30.26-2015. *Elementos de Aparejo. Norma de Seguridad para Instalaciones de Cables, Grúas, Torres, Polispastos, Ganchos, Gatos y Eslingas* The American Society of Mechanical Engineers.
- 6) CROSBY. *Catalogo2016*
- 7) DOLEZYCH. *Catálogo de Izajes 2011*