



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**METODOLOGÍA GENERAL DE SELECCIÓN DE
GRÚAS VIAJERAS ELÉCTRICAS**

TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA EN EL ÁREA
MECÁNICA, QUE PROPONE:
RUBÉN ANTONIO CRUZ MARTÍNEZ**



DIRECTOR: ING. EMILIANO ANGUIANO ROJAS

MÉXICO, D.F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

AGRADECIMIENTOS:

A la memoria de mis Padres que con su ejemplo y apoyo lograron que concluyera mis estudios.

Gracias a la ayuda y comprensión de mis esposa Norma y de mi hija Adriana que siempre me alentaron a concluir este trabajo y que este esfuerzo extemporáneo de mi parte motive a mi hija a que próximamente concluya sus estudios.

Y gracias a mis amigos el Ing. Juan José Villarreal que con su asesoría y consejos, hizo posible la terminación de este trabajo. Así como a Miguel Gutiérrez por su apoyo incondicional.

METODOLOGÍA GENERAL DE SELECCIÓN DE GRÚAS VIAJERAS
ELÉCTRICAS

ÍNDICE

Introducción	4
Capítulo 1 Notas históricas	7
Capítulo 2 Clasificación	12
2.1 Movimientos básicos de una grúa viajera	12
2.2 Tipos y clasificación de grúas viajeras	16
2.3 Terminología	33
Capítulo 3 Diseño y Normatividad	38
3.1 Clasificación de los componentes principales de una grúa viajera	38
3.2 Criterios de diseño, función y aplicación de los componentes en las grúas viajeras	39
3.3 Diferentes arreglos para sistemas de transmisión para puentes de grúas eléctricas viajeras	64
3.4 Seguridad	67
3.5 Normatividad	73
Capítulo 4 Metodología de selección	82
4.1 Bases para la elección de grúas viajeras	82
4.2 Selección del equipo	83
4.3 Implicación de una correcta selección de grúa viajera	98
4.4 Variables principales en la toma de decisiones para la elección de una grúa viajera.	99
Capítulo 5 Consideraciones específicas	118
5.1 Especificaciones y contratación de grúas viajeras	118
5.2 Consideraciones económicas	125
5.3 Consideraciones de locales y atmósferas especiales	141
5.4 Consideraciones de transportación y recepción en obra de una grúa viajera	146

Bibliografía	151
Conclusiones	153
Apéndice	155

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en México la expansión de la Industria productiva de cualquier tipo, juega un papel muy importante dentro de la economía de nuestro país, entre otros factores por la necesidad de empleo, por la carencia y limitación económica, así como principalmente por la obligación de mantenerse competitiva con el resto de la industria tanto nacional como internacional. Por lo anterior las empresas se ven obligadas a invertir entre otros rubros en maquinaria y equipo que les permitan abatir costos, ser más productivos y en donde la actividad del manejo de materiales ocupa una prioridad importante en lo relativo a eficientar el negocio.

Por mi experiencia en la industria he notado que muchas empresas aún no cuentan con equipos que les auxilien en sus actividades de movimiento de materiales, ya sea por que prefiere moverlos en forma rudimentaria (con un alto grado de ineficiencia) o por que no tienen los recursos para invertir, o no quieren o pueden evaluar las ventajas que esto representa en sus procesos de fabricación. Lo que ocasiona consecuentemente ineficiencias, altos costos, mala calidad y pérdida de competitividad en sus productos, cerrándose las puertas de los mercados cada vez más exigentes y ávidos de productos de calidad a precios razonables.

Lo anterior me ha provocado la inquietud primordial de elaborar y proponer el estudio de una metodología para la selección de una grúa viajera.

Y como objetivo secundario, dada mi experiencia en el área, dar a conocer y compenetrarnos en el amplio campo de las grúas viajeras, reiterando que su uso debe por sus bondades ser cada vez más frecuente como una alternativa de desarrollo y de competitividad en la industria en general. Además considero que la mayoría de las grandes

e importantes industrias, que requieren mover sus materiales voluminosos y pesados, ya las utilizan. Por ejemplo entre otras las industrias automotriz, cementera, azucarera, minera, petrolera, acerera y en la industria en general.

Desarrolle para esto el trabajo de acuerdo al conocimiento que se tiene de los elementos que integran una grúa, aunado a estándares de fabricantes que permiten realizar una selección lo más apegada a las necesidades reales, así como facilitar al posible comprador en su toma de decisión, el que ésta realmente sea la más conveniente a sus necesidades.

Dentro de los alcances pretendo que sea una selección técnica, económica y de funcionalidad apegada a la normatividad y en base a la seguridad requerida, con la aplicación de las diferentes ramas de la ingeniería que intervienen. Siendo esto el principio fundamental de la selección así como sus antecedentes de ingeniería económica.

La estructura de la tesis está constituida por cinco partes y una conclusión de la siguiente manera:

Capítulo uno: Trata del marco de referencia que nos sirve como punto de partida dentro del contexto nacional e internacional y se hace una breve reseña histórica del uso y evolución de las grúas. Es aquí donde ubicamos el nicho de mercado

Capítulo dos: Este capítulo se reseñan los diferentes tipos de grúas, sus movimientos, construcción, tipo de servicio y medio ambiente de trabajo, así como la definición de términos técnicos de las partes y componentes de una grúa. Estos como factores relevantes que influyen en la selección.

Capítulo tres: Se hace referencia a los principales componentes de una grúa, los cuales son: la parte estructural, la parte mecánica y la parte eléctrica, se definen algunos criterios de diseño, funcionalidad y aplicación, lo que nos permite una mejor comprensión de la

aplicación y funcionamiento de cada uno de ellos. También se menciona de manera general la normatividad que rige su diseño, funcionamiento y construcción y los aspectos de seguridad e higiene más importantes en la aplicación y uso de estos equipos.

Capítulo cuatro: Este capítulo es la parte medular de la tesis, es aquí donde se presenta formalmente nuestra propuesta con el desarrollo sistemático de una metodología tradicional aplicada a un caso de estudio para la selección del equipo que nos ha de auxiliar en el manejo de los materiales, como en nuestro caso esta selección recae en una grúa viajera, logramos cumplir con el objetivo principal el cual además es complementado para su comprensión con la información proporcionada en los demás capítulos. También analizamos las variables principales y la implicación de una correcta selección en la toma de decisión de una grúa.

Capítulo cinco: En este capítulo, se exponen aspectos técnicos de la construcción, especificaciones a considerar tanto económicas como técnicas, medio ambiente en que va a ser operada, recomendaciones para el transporte y manejo final así como las pruebas a que será sometida a su recepción en obra la grúa viajera.

Apéndice: En el se incluyen algunos casos adicionales para selección de grúas y componentes, con el objetivo de ejemplificar la metodología sugerida y poder ampliar con casos reales el conocimiento de la misma.

CAPÍTULO 1

Notas Históricas

Al preguntarnos ¿qué es una grúa? Podríamos definirla como una máquina formada por un conjunto de mecanismos combinados entre sí en forma armónica que recibe energía y la transforma en trabajo. Esto significa que puede recibir energía eléctrica, en el caso de grúas eléctricas, o energía mecánica, por medio de la fuerza humana en el caso de grúas manuales y es capaz de transformar la energía recibida en diferentes tipos de trabajos tales como subir, bajar, rotar o simplemente desplazar cargas diversas.

Es por esto que una grúa se convierte en una solución integral a los problemas específicos, que tienen las industrias de hoy en día, en cuanto al manejo de sus materiales en forma segura y eficiente. Teniendo un diseño específico para cada tipo de operación y por material a manejar.

Así, las grúas pueden utilizarse en almacenes, en diversas líneas de producción, en fundiciones, acerías, en industrias como: cementera, azucarera, automotriz, minera, petrolera, etc. Así como en plantas termoeléctricas, muelles y astilleros, sectores aduanales, plantas nucleares, talleres de mantenimiento en donde se requiera manejar piezas de gran volumen o peso, cumpliendo con el requisito de hacerlo con rapidez, eficiencia, precisión y seguridad.

Es conveniente hacer referencia que existen variedad de grúas, de las cuales mencionaremos las grúas hidráulicas y las grúas neumáticas, estas tienen su campo restringido a usos industriales muy específicos, se usan básicamente sobre plataformas y en transportes móviles, para el manejo de cargas diversas.

Para nuestro propósito y como lo hemos mencionado dada su capacidad para manejar cargas de gran volumen o peso, la grúa viajera es la ideal por su versatilidad y gran aprovechamiento en espacios limitados.

Como hemos dicho anteriormente, las grúas viajeras son equipos que darán mayor productividad a las industrias que por una razón u otra deciden contar con este tipo de maquinaria dentro de su proceso productivo.

Por lo que tratando brevemente de exponer cual ha sido la evolución histórica, desarrollo e importancia dentro del proceso industrial cabe recordar lo siguiente:

Nadie puede a ciencia cierta decir cuando empezó el hombre a estudiar sus métodos productivos. Pero si nos basamos en las pruebas escritas, la fecha debe establecerse ya bien avanzada la historia. Seguramente algunos de los primeros “directores” ponderaron mejores formas de producir ruedas rudimentarias, utensilios y ladrillos. Quizá los egipcios incluso tenían su propia versión del Pert-Pyramid Erection Tenique (técnica para la erección de pirámides).

En busca de la evidencia documental, debemos pasar por alto las maravillosas construcciones del imperio romano, las obras maestras del arte de la edad media, así como el desarrollo de los oficios en los gremios de esa época. Durante este último periodo la producción se caracterizó por la actividad individual y el uso de la energía muscular en lugar de la mecánica.

En los años 1700 las condiciones cambiaron rápidamente con el empleo de la energía suministrada por el vapor, la cual reemplazo a la muscular; el invento de máquinas herramienta que realizaban gran parte del trabajo manual y un sistema de fabricación que hacia hincapié en la intercambiabilidad de las piezas manufacturadas, fueron los inicios de la

revolución industrial y de muchos dolores de cabeza que aún aquejan a la dirección moderna.

Al principio del siglo XIX, las condiciones prevalecientes en una fábrica cualquiera eran deprimentes en comparación con las normas actuales. Laboraban niños de 5 a 12 años de edad en jornadas diarias de 12 a 13 horas, seis días a la semana, las actitudes de la dirección eran: tratar a los hombres como si fueran máquinas, e implantar las políticas de reducción de costos por medio de la fuerza bruta. A pesar de esta falta de conciencia social, los conceptos sobre la producción propuesta por primera vez en la época citada, incluyeron ideas tan avanzadas como la disposición de la planta en departamentos, la división de la mano de obra para el entrenamiento, el estudio del trabajo, planes de incentivos en los salarios y un flujo más ordenado y efectivo de los materiales.

A partir de estas observaciones empíricas y durante ese siglo se diseñaron métodos de trabajo en donde el hombre y la máquina eran una unidad, en esta etapa es cuando nacieron las primeras grúas viajeras del tipo de operación manual, se empezaron a usar en el año 1880, siendo los primeros fabricantes firmas inglesas y norteamericanas.

En ese tiempo los diseños de los dispositivos de potencia para producir los movimientos ofrecidos por los fabricantes eran muy complicados, incluyendo una flecha motriz a lo largo de toda la vía y embragues múltiples para transmitir potencia de la flecha a los diferentes movimientos de la grúa.

Las primeras grúas operadas eléctricamente lo hicieron con tres motores (un motor independiente para el movimiento del carro, otro para el puente y el último para el sistema de levantamiento) fueron puestas en operación en el año 1900, logrando en un principio, conseguir bajas velocidades y capacidades muy limitadas.

Casualmente, las innovaciones hechas a los diseños de grúas a través del tiempo, han aparecido a intervalos regulares de 20 años.

- 1880- grúas operadas manualmente
- 1900- grúas operadas eléctricamente con motores independientes para cada movimiento.
- 1920- aparece la normatividad para las grúas en general.
- 1940- grúas operadas con cajas de engrane bañados en aceite y con rodamientos de baleros y diseños normalizados. También aparecen cambios en los sistemas de control que permitieron operar las grúas con mayor precisión y seguridad.

En México, a fines de los años 50's, la empresa Hércules S.A. de C.V. inicia la fabricación de grúas eléctricas viajeras, satisfaciendo así la necesidad de la creciente industria en nuestro país, siendo estas primeras grúas de bajas velocidades y capacidades muy limitadas; sin embargo, hoy en día encontramos grúas con velocidades de puente arriba de los 300 m/min, izajes de 60 m/min y con capacidades de carga de hasta 500 toneladas.

Además, las tendencias actuales hacia una mayor precisión en el manejo de materiales, han creado la necesidad de fabricar grúas, con movimientos exactos y realizables en todas direcciones, por esta razón los diseñadores de grúas en combinación con los proveedores de sus materiales eléctricos, han tenido que desarrollar sistemas de control que nos conducen hacia este objetivo, con la consecuencia de tender a la automatización en el manejo de los materiales. Estas grúas son útiles en almacenes y líneas de producción con operaciones de maquinado, ensamble, empaque, embarques y en general en cualquier industria donde se requiera movimientos de materiales o equipos.

La investigación y desarrollo en diseño de grúas dan como resultado equipos con cada vez, más y mejores sistemas de control, implicando la reducción en costos de mantenimiento, mejora en la eficiencia del equipo, mayor seguridad en la operación y en el manejo del producto, etc. Por sus propias necesidades y naturaleza, la industria acerera en México, en conjunto con los fabricantes y diseñadores de grúas, han hecho posible que este avance haya tenido un progreso significativo durante los últimos años. Por lo que considerando el gran desarrollo tecnológico actual, tanto en materiales como en equipos, así como las sofisticadas técnicas empleadas en los procesos de fabricación, se puede concluir que actualmente la limitante más importante a considerar en la fabricación de una grúa viajera, es el aspecto económico, ya que la creciente competencia y globalización nos permite encontrar grúas en el mercado industrial con grandes avances tecnológicos a precios cada vez más limitados.

CAPÍTULO 2

Clasificación

2.1 Movimientos Básicos de una grúa viajera.

El máximo rendimiento de una grúa se obtiene cuando su selección y aplicación se hace en base a un ciclo de operación debidamente analizado y determinado. En general, una grúa sirve para resolver en forma adecuada los problemas de manejo de materiales, principalmente en espacios limitados, ya que no disminuye las áreas útiles de trabajo; en otras palabras, permite mantener libre el área de trabajo durante las operaciones normales en el movimiento de los materiales.

De lo anterior se concluye que en el uso de una grúa viajera, en las muy diversas industrias y locales donde tienen aplicación, la reducción de costos y mayor productividad dependen en forma directamente proporcional de una correcta selección y aplicación de la grúa viajera, por lo que para empezar a compenetrarnos en estos equipos, en este capítulo empezaremos definiendo los movimientos básicos de una grúa (figuras 2.1 a 2.4)

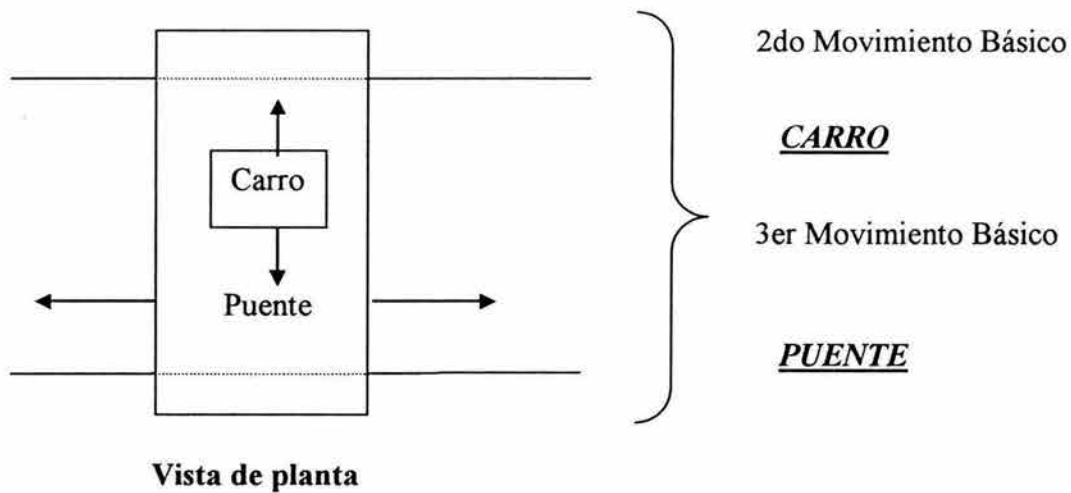
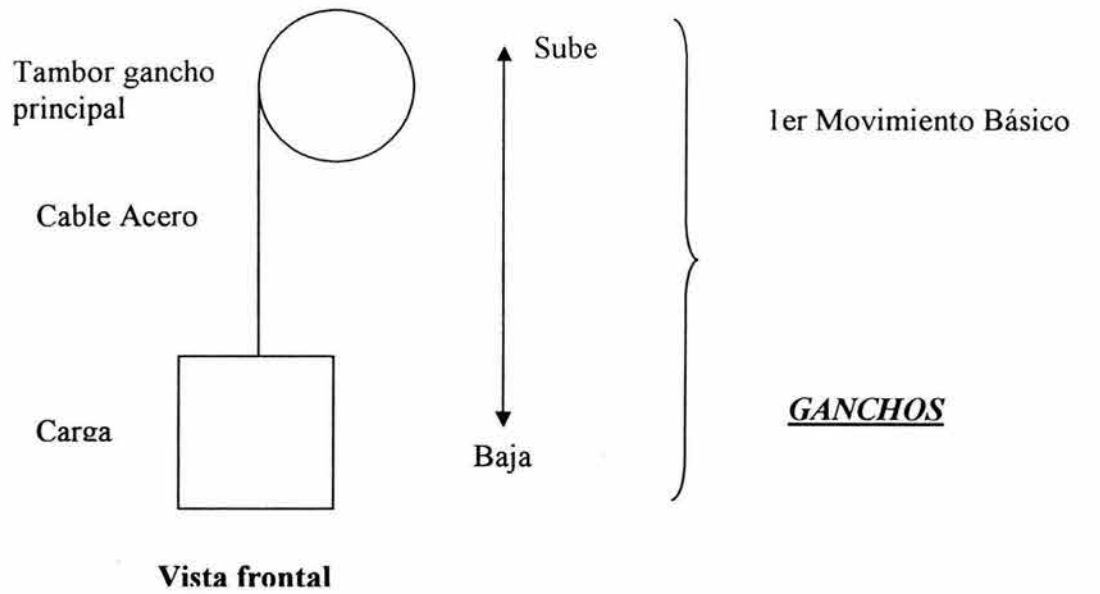


Figura 2.1 Movimientos básicos en una grúa

Combinando los tres movimientos básicos tenemos:

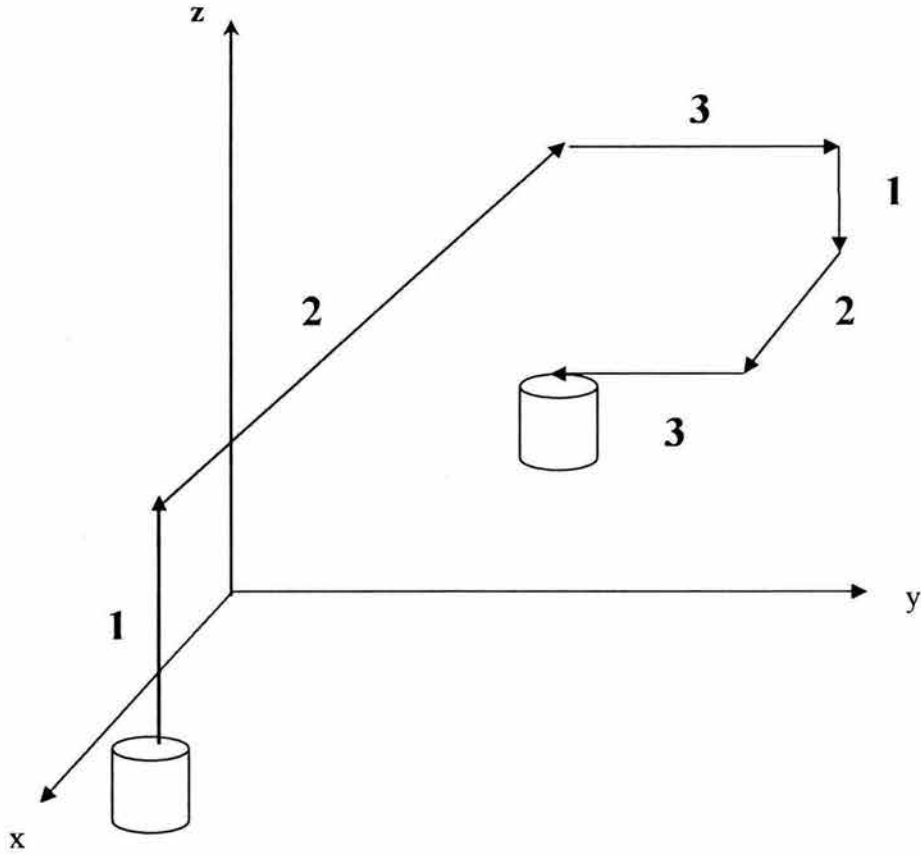


Figura 2.2 Combinación de movimientos básicos en una grúa

Movimientos básicos de la grúa tipo “Monopunto” con polipasto colgado.

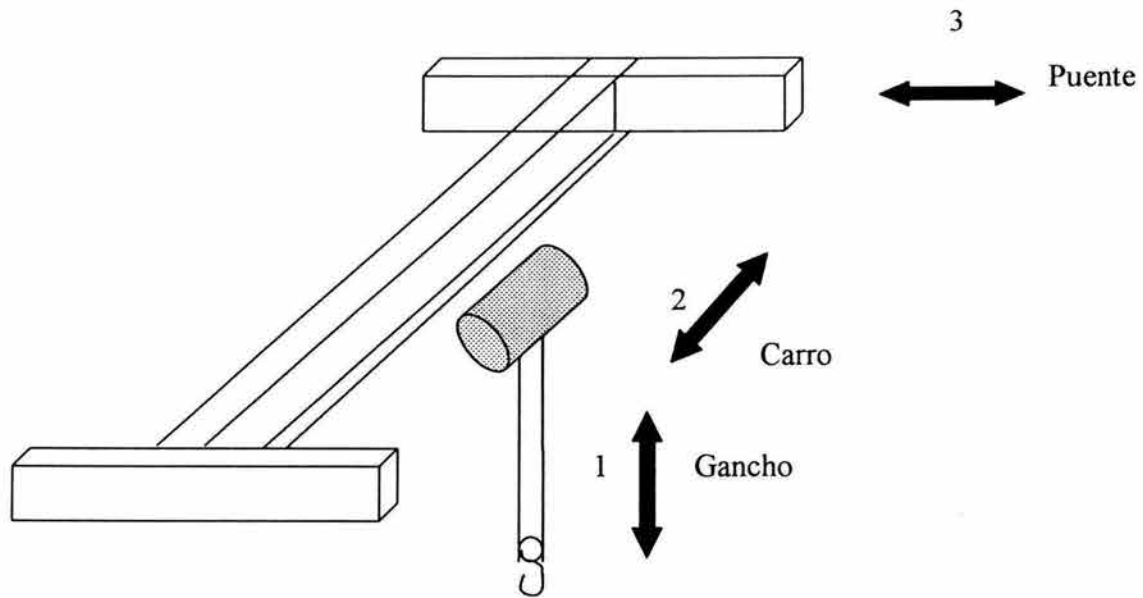
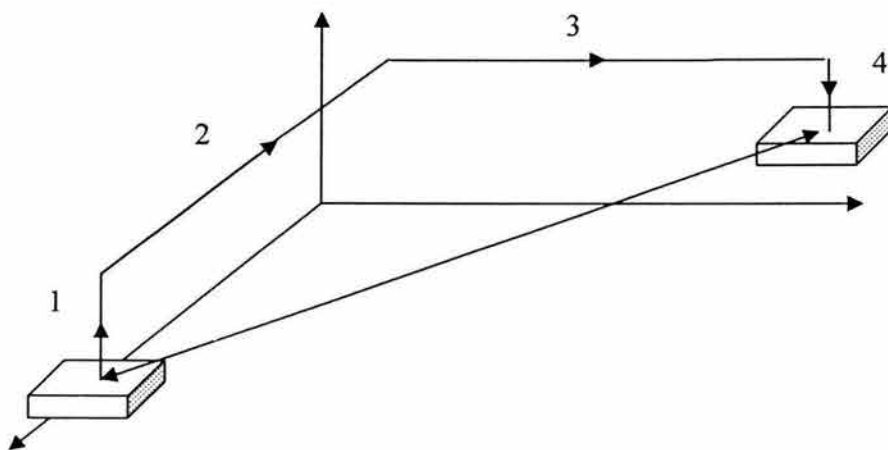


Figura 2.3 Movimientos básicos de grúa con polipasto (fig. superior)

Figura 2.4 Representación tridimensional del movimiento anterior (fig. inferior)



2.2 Tipos y clasificación de grúas viajeras.

Existe una amplia variedad en la clasificación de grúas viajeras, pero tomando en cuenta los aspectos principales y más comúnmente utilizados tenemos:

- Por su forma de operar.
- Por su tipo de construcción.
- Por la clase de servicio.
- Por el medio ambiente.

Clasificación por su forma de operar.

- Manuales
- Eléctricas
- Mixtas
- Operadas a Control Remoto

Manuales.-Estas grúas se diseñaron y construyeron para trabajar con bajas capacidades, máximo hasta 10 tons. Y en donde todos y cada uno de los movimientos de las grúas son operados en forma manual, por lo tanto no tiene sentido hablar de velocidades ya que su velocidad depende exclusivamente del esfuerzo físico del operador.

Eléctricas.-En esta clasificación se distinguen dos tipos de grúas operadas eléctricamente, las que se accionan desde el piso por medio de estaciones de botones (botoneras) y las que son directamente accionadas desde la cabina.

Por estandarización, las grúas eléctricas operadas desde piso por medio de botoneras, se construyen en capacidades bajas y hasta 15 Tons. Y las velocidades en puente son lentas y pueden alcanzar hasta los 45 m/min ya que esta velocidad es la máxima

permisible para que el operador pueda trabajar la grúa y su carga con la máxima seguridad, eficiencia y dentro de sus condiciones de trabajo normal.

La operación de grúas desde cabina no tiene límite en cuanto a capacidades de carga y/o velocidades, la única limitante es el aspecto económico y en algunas ocasiones el de diseño del equipo.

Mixtas.-Son aquellas grúas en las que parte de sus movimientos son de operación manual y otra parte opera eléctricamente por medio de botoneras desde el piso. Por regla general el movimiento eléctrico es el del puente o el de elevación.

Operadas a Control Remoto.-Hace algunos años las grúas de mediana capacidad y mayores velocidades eran las únicas que contaban con sistemas de operación de radio control por las razones anteriormente explicadas, pero en la actualidad estos sistemas de operación se han comercializado de tal forma que su aplicación abarca tanto las grúas ligeras como las de mediana capacidad y altas velocidades, principalmente este tipo de grúas con este sistema son recomendables para bodegas, almacenes y en cualquier otro lugar en donde no existan personas cerca del movimiento de carga. No obstante las ventajas que tienen este tipo de equipo su uso está restringido por el gobierno ya que la posible interferencia con las radiofrecuencias oficiales hace necesario la tramitación de permisos especiales para la utilización de estos sistemas.

Clasificación por su tipo de construcción.

La clasificación por el tipo de construcción es muy amplia debido a que continuamente las necesidades de la industria exigen construcciones especiales para usarse en trabajos cada vez más específicos y particulares.

Sin embargo y en una forma genérica, podemos considerar que los tipos de grúas que cubren en su mayoría las diferentes formas de construcción son las siguientes:

- Grúas viajeras de puente apoyado sobre estructura fija.
- Grúas viajeras con estructura móvil o de portal.
- Grúas viajeras de puente colgado a estructura fija.
- Grúas giratorias o de columna.
- Grúas de pared.

Grúas Viajeras de Puente Apoyado sobre Estructura Fija.-Dentro de esta clasificación podemos dividir en:

- Grúa de dos puentes con un carro apoyado sobre los puentes.(figura 2.10)
- Grúa de dos puentes con dos carros apoyados sobre los puentes.(figura 2.5)
- Grúa de dos puentes con carro apoyado entre los puentes.
- Grúa de un puente con carro colgado. (figura 2.9)

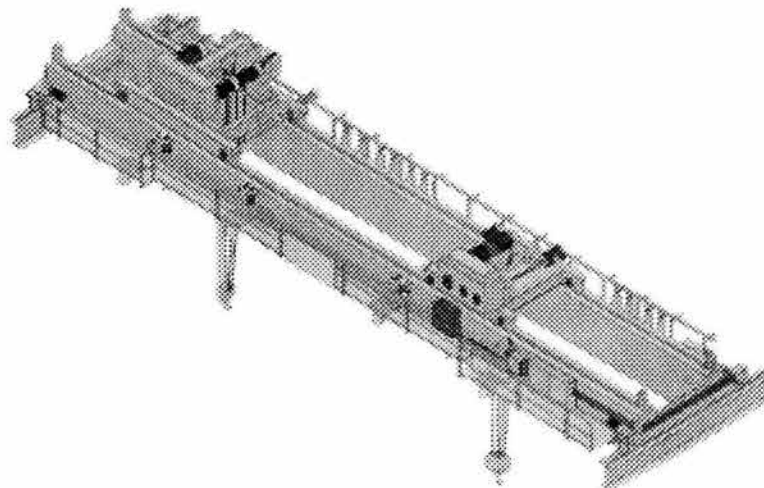


Figura 2.5 Grúa de 2 puentes

Estas grúas consisten en una estructura mecánica en forma de puente soportado y unido en sus extremos con un par de elementos llamados “cabezales” los cuales a su vez descansan en ruedas que corren a lo largo de una vía fija a la estructura del edificio.

Sobre el puente y también sobre vías opera un carro en el cual va instalado el dispositivo de elevación de la carga.

En este tipo de grúas la carga se puede desplazar en tres direcciones, en ángulo recto una con respecto a la otra permitiendo así cubrir prácticamente todo el piso sin interferir en forma alguna con el trabajo desarrollado en él y sin sacrificar áreas útiles.

Para cada movimiento se emplea un motor independiente, aunque existen casos en que para el movimiento del puente se emplean dos motores, uno a cada extremo. Cuando la capacidad de la grúa es de un valor alto y además va a manejar cargas de muy variados valores y a diferentes velocidades, generalmente se usan dos sistemas de elevación, uno de velocidad relativamente lenta para las cargas con valor próximo o igual al de la capacidad de la grúa y se denomina “Gancho Principal” y otro de mayor velocidad para cargas pequeñas y se denomina “Gancho Auxiliar”. Estos dos sistemas de elevación pueden instalarse en un solo carro o en diferentes según lo requieran las necesidades propias del trabajo. En estos casos es usual que el gancho auxiliar guarde una relación de carga con respecto al principal de 20 a 25 % y en velocidades de 400 o 500 % veces mayor. Obviamente cuando la grúa esta diseñada para trabajar con 2 sistemas de elevación, normalmente no se usan los dos sistemas de elevación al mismo tiempo y ni a plena capacidad, por esta razón es por lo que la grúa se fabrica para una capacidad igual a la del sistema de elevación de mayor carga y no a la suma de ambos. Esto significa que al usar la grúa se deberá conocer bien la capacidad del puente y no se deberá manejar cargas con

valor mayor a la capacidad nominal del puente, aun cuando se llegaran a emplear 2 sistemas de elevación al mismo tiempo.

Grúas Viajeras con Estructura Móvil o de Portal.- Dentro de esta clasificación se pueden dividir en los siguientes tipos:

- Grúa Portal, con piernas iguales en ambos extremos de 1 puente.(figura 2.6)
- Grúa Portal, con piernas iguales en ambos extremos de 2 puentes.
- Grúa Semiportal con 1 puente.
- Grúa Semiportal con 2 puentes.

En este tipo de grúas la estructura del puente está rígidamente soportada en sus extremos por marcos de acero estructural provistos de ruedas que permiten el movimiento de la grúa sobre rieles instalados en el piso. El carro se desplaza sobre el puente y en él va instalado el dispositivo de elevación de la carga.

Estas grúas pueden ser también estacionarias, en cuyo caso únicamente el carro se desplaza sobre un puente fijo. El uso de estas grúas está limitado por el espacio entre los marcos soportes y la altura de los mismos. Su principal aplicación es en áreas de abastecimiento en las industrias del cemento y carbón de coque.

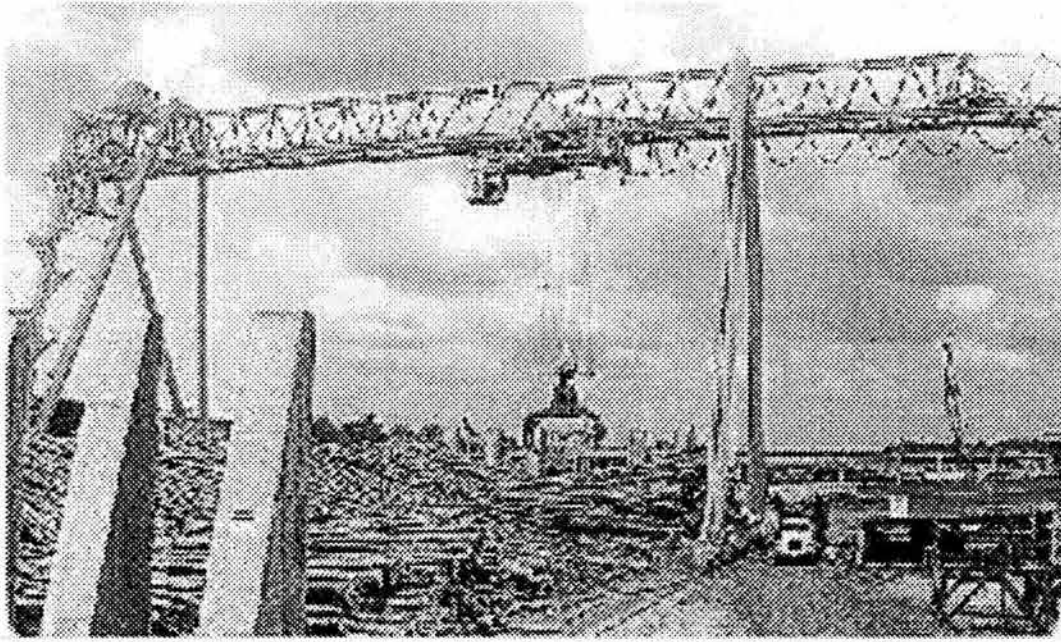


Figura 2.6 Grúa portal

Grúas Viajeras de Puente Colgado a Estructura Fija.-Dentro de esta clasificación encontramos los siguientes tipos:

- Grúa colgada de 1 puente con 1 carro colgado.
- Grúa colgada de 1 puente con 2 carros colgados.
- Grúa colgada de 2 puentes con 1 carro apoyado.
- Grúa colgada de 2 puentes con 1 carro colgado.

Estas grúas están formadas por una estructura mecánica en forma de puente soportado y unido en sus extremos por medio de cabezales, los que a su vez están suspendidos o colgados de una estructura fija por medio de ruedas que le permiten desplazarse a lo largo de dicha estructura. El funcionamiento del o los carros en este tipo de

grúas es muy similar al descrito en el caso de grúas viajeras de puente apoyado sobre estructura fija y al igual que aquellas, al operarlas se debe tener cuidado de no manejar cargas mayores de la capacidad del puente en el caso de que la grúa cuente con 2 sistemas de elevación.

Grúas Giratorias o de Columna.- Las grúas de este tipo normalmente están montadas sobre una base fija y sobre columna, también se les conoce como grúas auto estables.(figuras 2.7 y 2.8)

El giro de estas grúas está determinado por las necesidades de trabajo; pero generalmente se construyen para un giro de 180° con bisagra o bien de 360° sin bisagra.

Este tipo de grúas se emplean principalmente en el campo de mantenimiento de ferrocarriles, en los patios de caña de ingenios azucareros o en cualquier lugar donde se requieran estos tipos de giro.

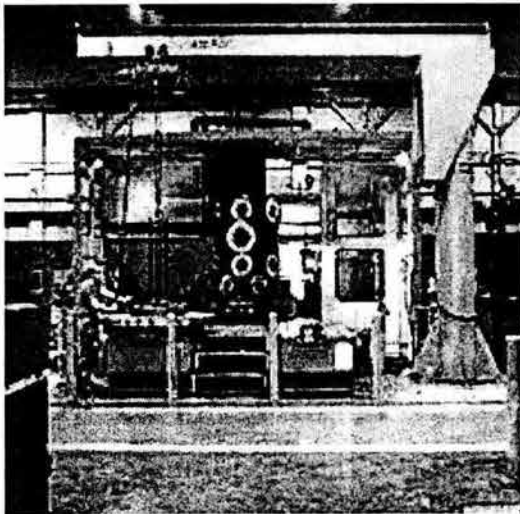


Figura 2.7 Grúa bandera

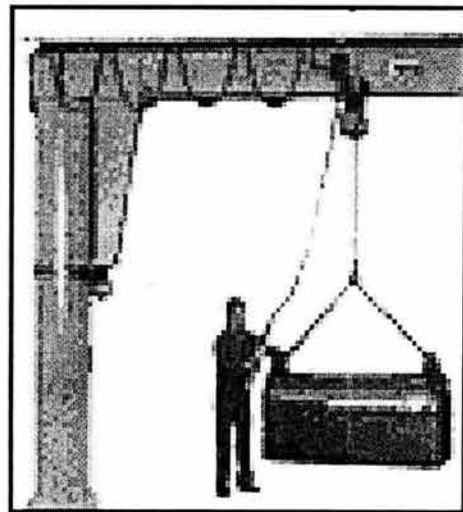


Figura 2.8 Grúa giratoria

Grúas de Pared.-A este tipo de grúas se les conoce de esta forma por que están soportadas precisamente contra una pared; dentro de estas se pueden considerar los siguientes tipos:

- Grúa de pared con base y brazo fijo.
- Grúa de pared con base fija y brazo móvil con giro de 90° a 180°
- Grúa de pared con base móvil y brazo fijo.

Además en este tipo de equipo la base es una estructura que se soporta contra una pared y puede estar fija o móvil. A esta base se acopla un brazo sobre el cual se desplaza el carro con el sistema de elevación, estos equipos siempre trabajan en cantiliver.

Clasificación según la clase de servicio.

- De emergencia o de reserva.
- Infrecuente.
- Ligero.
- Mediano.
- Pesado.
- Severo.
- Molino.

Servicio de Emergencia o Reserva (Clase A1).-Este tipo de servicio se considera en el que trabajan las grúas utilizadas en instalaciones tales como; plantas generadoras, cuartos de turbinas, cuartos de motores, estaciones de transformadores y en general todas aquellos lugares donde sea necesario manejar cargas de mucho valor y mucha precisión a muy bajas velocidades y con tiempos muertos muy largos entre cada levantamiento.

En estas grúas se puede manejar la capacidad máxima de carga durante la fase de instalación de la maquinaria o bien para fines de mantenimiento con periodos largos o

infrecuentes. Aunque el número de levantamientos por hora no sea frecuente, las grúas para este tipo de servicio deben ser confiables a modo de contar con ellas en el momento que sea necesario.

Servicio Infrecuente (Clase A2).- Este tipo de servicio incluye el trabajo de las grúas que pueden ser utilizadas en instalaciones como: Talleres pequeños de mantenimiento, laboratorios de pruebas y cualquier otro sitio donde las cargas a manejar sean relativamente ligeras, sus velocidades de operación bajas y con relativo o bajo grado de precisión en el control de la carga. La carga a manejar puede variar desde muy poco porcentaje de carga útil hasta el 100 % de ésta, pero su frecuencia debe ser de unos cuantos levantamientos por periodo.

Servicio Ligero (Clase B).-En este tipo de servicio se incluyen las grúas que se utilizan en instalaciones como: Talleres de reparación y talleres de ensamble con trabajo ligero, trabajo en bodegas y almacenes con baja capacidad, talleres mecánicos o líneas de procesos con bajo nivel de producción y en todas aquellas instalaciones donde las necesidades de servicio sean ligeras y velocidades de operación no altas.

La carga a manejar en estos casos puede variar desde poco porcentaje de carga útil hasta en 100% de ésta pero con un promedio de dos a cinco levantamientos por hora de trabajo y una altura de levantamiento promedio de cinco metros.

El número de levantamientos por hora, con cargas cuyo valor sea igual al de capacidad nominal de la grúa, no deberá en este tipo de servicio ser mayor del 50 % del número de levantamientos especificados de diseño.

Servicio Mediano (Clase C).- Este tipo de servicio incluye a las grúas utilizadas en instalaciones como: Talleres de maquinado, líneas de proceso con nivel medio de

producción, cuartos de maquinaria de molinos de papel y en todas aquellas instalaciones en donde las necesidades de servicio son moderadas.

En este tipo de servicio, la grúa podrá realizar de 5 a 10 levantamientos por hora, manejando cargas con un valor promedio del 50% del rango de plena capacidad y para una altura de levantamiento promedio de cinco metros.

El número de levantamientos por hora con cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad nominal de la grúa, no deberá ser mayor del 50% del número de levantamientos especificados.

Servicio Pesado (Clase D).-Este tipo de servicio incluye a las grúas que normalmente son operadas desde cabina, utilizadas básicamente en las siguientes instalaciones: Talleres pesados de maquinado, fundiciones, plantas de fabricación, acereras, aserraderos, almacenes y bodegas grandes, chatarreros donde las operaciones se efectúan a través de electroimanes o almejas y por lo regular en cualquier otro sitio donde las necesidades de servicio para la producción sean pesadas, pero en las cuales no existe un ciclo de operaciones específico.

En este tipo de servicio la grúa podrá manejar durante el ciclo de trabajo cargas con un valor aproximado al 50% del rango de capacidad pero normalmente las velocidades que se manejan en estas grúas son altas.

El número de levantamientos por hora permitido no deberá ser mayor al 65% del número de levantamientos especificados y que es de 10 a 20 con un promedio de cinco metros de altura y con una carga cuyo valor es en promedio igual al 50% de la carga a capacidad plena.

Servicio Severo (Clase E).- Este tipo de servicio incluye a las grúas que son capaces de manejar continuamente cargas iguales al valor nominal, a muy altas velocidades y con un

ciclo de operación severo, repetidamente durante el periodo de trabajo establecido por día o en un ciclo predeterminado de operación.

Las aplicaciones de este tipo de grúas incluyen servicio con electroimán, almejas o combinación de éstos y son utilizadas en: Patios de chatarra, molinos de aserraderos, plantas fertilizantes, algunas áreas de plantas siderúrgicas y en cualquier sitio donde el rango de operación sea de 20 o más levantamientos por hora y con cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad nominal de la grúa.

Es sumamente importante dado el costo de fabricación de este tipo de grúas que el usuario especifique el ciclo de operación completo para no caer en gastos innecesarios.

Servicio Molino (Clase F).- Las grúas incluidas en este tipo de servicio se aplican normalmente en plantas siderúrgicas o similares, en donde además de tener un ciclo de operación excesivamente severo, trabajan en forma continua durante todo el año, excepto los periodos de mantenimiento programados, con una carga cuyo valor es igual al de la capacidad máxima de la grúa.

Las Normas aplicables a las grúas de todos los otros tipos de servicio no son aplicables para estas, ya que las Normas correspondientes a grúas con tipo de servicio **clase F** (servicio molino) son las Normas “AISE” que corresponden a Normas de usuario.

La mayor parte de los fabricantes de grúas en México usan como referencia la **Norma “CMAA”** y aplican la “AISE” solo para las grúas clase F.

Además de la clasificación descrita para determinar dentro de que grupo se considera clasificada una grúa en función de la clase de servicio, conforme a la Norma CMAA no. 70, revisión 1983, existe un procedimiento matemático para determinar la clase de servicio de una grúa y está basado en los siguientes términos: “clase de carga” y “ciclo de carga”.

<p>○ Clase de carga.- Determina hasta que grado un mecanismo o componente está sujeto a carga máxima o parcial en donde:</p>
<p>L1 = Se refiere a grúas que manejan normalmente cargas ligeras y excepcionalmente mueven la carga máxima.</p>
<p>L2 = Se refiere a grúas que normalmente manejan 1/3 de su capacidad y ocasionalmente manejan la carga máxima.</p>
<p>L3 = Se refiere a grúas que normalmente manejan cargas entre 1/3 y 2/3 de su capacidad y con cierta frecuencia manejan la carga máxima.</p>
<p>L4 = Se refiere a grúas que normalmente manejan la carga máxima o cargas con valores muy próximos a ésta.</p>

• Ciclos de carga	
N1 = 20,000 a 200,000 ciclos.	N2 = 200,000 a 600,000 ciclos
N3 = 600,000 a 2,000,000 ciclos.	N4 = < 2,000,000 ciclos.

.En el capítulo 3 Diseño y Normatividad se dará una explicación más amplia de la clasificación de las grúas según la Norma CMAA no. 70 Re. 83, por lo que la última clasificación para las grúas viajeras eléctricas es:

Clasificación según el medio ambiente.

Las características del medio ambiente en que va a trabajar una grúa están determinadas por el tipo de trabajo y la clase de instalaciones existentes para efectuarlo.

Esto no quiere decir que para definirlo sea necesario detallarlo, sino que para que la grúa funcione adecuadamente y en óptimas condiciones deberá estar protegida contra el efecto de la atmósfera predominante en el área de trabajo sobre todo si esta es corrosiva ,

explosiva o pueda causar posible daño al equipo y a su operación confiable, por lo que esta información se le debe proporcionar al fabricante, algunos ambientes “raros” para el adecuado funcionamiento podrían ser; polvo, gases corrosivos, humedad, altas o bajas temperaturas, gases explosivos, ambiente salino o bien lluvia y vientos para operación a intemperie.

Cuando se trate de áreas peligrosas con alto riesgo, se deben definir perfectamente, con el objeto de no exceder el costo de fabricación de la grúa y de no poner en riesgo la seguridad del personal e instalaciones vinculadas con la operación de ésta.

Las grúas, según el medio ambiente donde van a operar, se clasifican en cinco grandes grupos:

- Grúas para intemperie.
- Grúas para interiores.
- Grúas a prueba de explosión.
- Grúas antichispa.
- Grúas para plantas nucleares.

Grúas para intemperie.- Básicamente se protegen contra corrosión, lluvia y polvo.

Normalmente se recubren las partes metálicas y sujetas a corrosión con pinturas especiales (anticorrosivas) si es que son ambientes corrosivos y sólo con pintura estándar si el ambiente es lluvia o polvo y se usan guardas para proteger las flechas, los coples y equipo eléctrico en general.

Los gabinetes para los tableros de control son de diseño diferente al normal y se hace de acuerdo a Normas específicas para este fin, desde luego, en su construcción se efectúan una serie de detalles tendientes a evitar el estancamiento del agua y la

acumulación de polvo, así como el garantizar un sistema de frenado efectivo contra el viento.

Grúas para interiores. (bajo techo).- En estas grúas se deben considerar para fines de diseño y construcción, las características de la atmósfera que prevalece en el local donde va a operar, por ejemplo si el sitio es totalmente cerrado o también considerar el caso de estar el local abierto en los extremos, hay que prever posibles acumulaciones de gases en locales cerrados o semicerrados y además de prever el funcionamiento de la grúa con la atmósfera predominante en el local, debe cuidarse el aspecto humano vinculado a la operación de las grúas en estas condiciones y se debe tener especial cuidado con los sistemas de frenado en lo referente a su efectividad contra posibles vientos fuertes.

Se debe tener en cuenta que dentro de esta clasificación no se incluyen las grúas para operar en locales con atmósferas peligrosas ya que para ellas existe otra clasificación.

Grúas a prueba de explosión.-Se clasifican así las grúas que operan en el interior de locales cuya atmósfera predominante tiene características tales que amerita calificarla como peligrosa.

El diseño y construcción así como la selección de equipo para estas grúas debe hacerse de forma cuidadosa y respetando al máximo las especificaciones de la Norma y códigos aplicables específicamente para esta clasificación. Existe una variedad bastante grande pero debidamente clasificada de estos tipos de atmósferas, pudiendo emplearse equipos con menos exigencias en unas de ellas en relación con otras.

Ya que estas grúas llegan a ser bastante costosas es muy importante que se le proporcione al fabricante de grúas, en forma bien definida y conforme a las Normas las características de la atmósfera en que va a operar el equipo a fin de que se seleccione tanto técnicamente como económicamente hablando en forma adecuada.

Grúas antichispa.- Existen almacenes de materiales altamente inflamables así como atmósferas saturadas en las cuales es muy importante el evitar que se produzcan chispas o flamazos que puedan provocar incendios o explosión.

Las grúas antichispa se diseñan y fabrican para evitar al máximo posible el que se pueda producir algún flamazo o chispa al operar la grúa, ya sea entre sus propios componentes o bien contra las partes externas existentes en la nave y que hagan o puedan hacer contacto con la grúa.

En realidad es prácticamente imposible el fabricar una grúa totalmente antichispa, pues además de las dificultades para conseguir materiales adecuados para su construcción, resultaría de un costo muy elevado, por lo que en estos casos los fabricantes deben apegarse a la normatividad existente para tal efecto.

Al momento de hacer el análisis del medio ambiente a fin de seleccionar el tipo de grúa adecuada, es conveniente considerar la posibilidad de que esté incluido en alguna de las divisiones dentro de la clasificación a “prueba de explosión” antes de clasificarla dentro del tipo antichispa.

Grúas para plantas nucleares.- Las grúas para plantas nucleares deben construirse, principalmente con protección contra efectos radiactivos. En las plantas nucleares el nivel de radioactividad es variable según el área y por lo tanto variará el grado de protección en la grúa. Las Normas para fabricación de grúas destinadas a plantas nucleares son muy estrictas, principalmente en lo referente a control y aseguramiento de la calidad y deben respetarse y cumplirse en cada uno de los procesos de fabricación de la grúa.

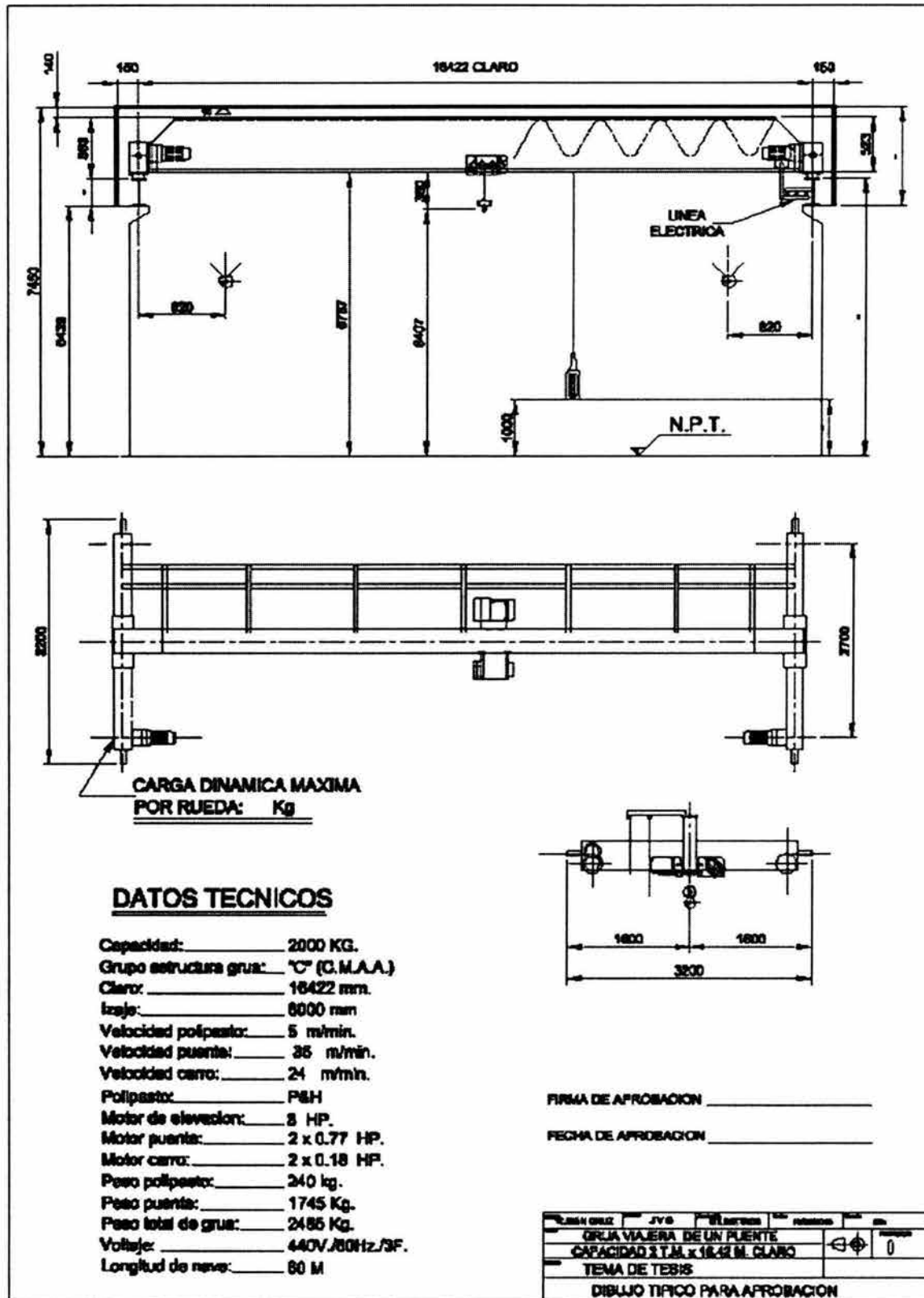


Figura 2.9 Grúa eléctrica viajera de un puente

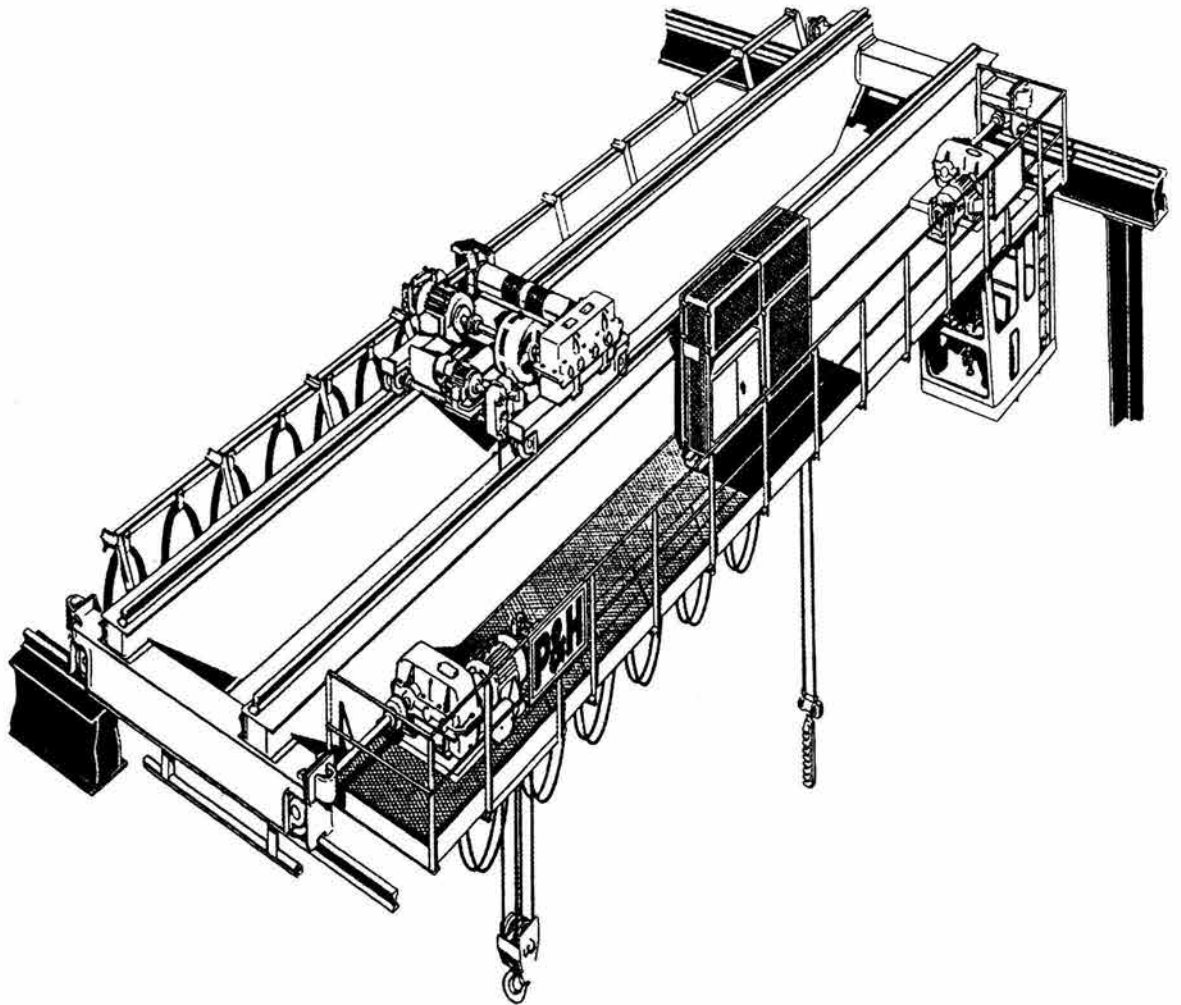


Figura 2.10 Ensamble de grúa eléctrica viajera bipuente

2.3 Terminología

Definición de términos técnicos de las partes componentes de una grúa.

Acercamiento del Gancho	Distancia mínima horizontal entre el centro del riel de la trabe carril y el centro del gancho
Alma	Placa vertical que une los patines superior e inferior de una trabe de alma llena o de una trabe de caja.
Cabezal del carro	Material estructural en forma de viga acajonada en la cual se alojan las ruedas y sirve de marco a la plataforma del carro y pedestales del tambor.
Cabezal del Puente	Es la parte de las estructura del puente de la grúa que mantiene unidas y soporta a las traves del puente. En los cabezales van instaladas las ruedas del puente de la grúa.
Cabina de operación	Es la parte de la grúa que sirve para alojar al operador y a los controladores maestros; la cual puede instalarse suspendida en las traves del puente o bien del bastidor del carro.
Capacidad Nominal	Es el rango máximo de carga que debe manejar la grúa con seguridad y para la cual fue diseñada.
Carga Muerta	Las cargas sobre una estructura que permanecen en posición fija con relación a la estructura misma. En general la carga muerta la forma el mismo peso total de la grúa.
Carga por Rueda	Carga sin considerar el impacto, sobre la rueda del puente; estando el carro en su posición extrema máxima y con la carga de capacidad nominal suspendida del gancho.

Carga Viva	Las cargas que tienen movimientos relativos con respecto a la estructura de que se trate.
Carril del Puente	Se le llama así a la parte de la estructura instalada en la nave y sobre la cual se montan los rieles para el desplazamiento del puente de la grúa.
Carro	Es la parte de la grúa en donde van instalados los mecanismos de elevación para manejar la carga. El carro se desplaza a lo largo del puente.
Claro	Distancia horizontal entre centros de ruedas del puente o bien distancia entre centros de rieles de la trabe carril, las cuales deben ser iguales.
Colectores	Dispositivos que transmiten la energía eléctrica de los alimentadores principales a la grúa, o bien de los alimentadores del puente al carro de la grúa.
Contra Flecha	La curvatura hacia arriba que se le debe dar alas traveses del puente para compensar, parcialmente la deflexión del puente debido a la carga por manejar y al propio peso de la grúa.
Controlador Magnético	Dispositivo o sistema de dispositivos que accionan las funciones básicas mediante electroimanes.
Controlador Reversible	Es un tipo de control que invierte la dirección Simple de rotación de un motor, obteniendo las mismas características en los dos sentidos.
Deflexión	Deformación en las traveses debidas a los momentos horizontales, verticales o de torsión en los planos vertical y horizontal, causado por las cargas muertas y las cargas vivas.

Descenso Dinámico	Método de control en el cual el motor del malacate esta conectado en tal forma, que cuando baje la carga actúa como generador entregando corriente a través de resistores a la línea.
Desplazamiento del carro	Es el movimiento del carro en una grúa a lo largo de los rieles de la misma.
Desplazamiento del puente	Es el movimiento del puente de una grúa a lo largo de los rieles de la trabe carril.
Diafragma y Atiezador	Son placas estructurales que sirven de refuerzo a los puentes y/o cabezales y van colocados en el interior de los mismos.
Estación de Botones	Es un dispositivo suspendido de la grúa, para suspendida operar sus movimientos desde el piso o de otro nivel debajo de la grúa.
Factor de Seguridad	Es el factor mínimo necesario para el que fue diseñada la grúa y con el cual trabajara óptimamente.
Freno Mecánico de Carga	Un freno automático de fricción que actúa solamente para controlar la carga en su descenso. Cuando se levanta la carga el freno esta diseñado para liberarse.
Interruptor de la línea Principal	Interruptor manual que corta la energía que llega de la línea de abastecimiento.
Interruptor General	Interruptor para conectar o interrumpir la energía eléctrica a toda la grúa.
Interruptor límite	Dispositivo para limitar la carrera del puente gancho o carro.
Izaje	Se entenderá la distancia libre vertical que debe recorrer el gancho.
Librajes	Se le llama así a las dimensiones mínimas necesarias que deben existir entre el edificio y la grúa, para que esta opere sin obstrucciones de ninguna clase, más las distancias libres que hay que considerar para fines de seguridad.

Motón o Aparejo	Es el conjunto de poleas y armazón, que forman parte del sistema para devanar el cable de carga de la grúa.
N.E.M.A.	National Electric Manufacturers Association (Asociación Nacional de Manufactureros Eléctricos).
Par motor a carga plena	Se entiende por el par producido por un motor operando a su capacidad y velocidad de diseño.
Pasarela	Se le llama así a los pasillos de circulación que van adheridos a las traveses del puente.
Patín	Placas horizontales que unidas con dos almas forman una trabe de caja.
Poleas Igualadoras	Es una polea auxiliar que forma parte del aparejo superior y sirve para devanar el cable de carga y balancear el aparejo inferior.
Polipasto	Se entiende como un dispositivo para elevación de cargas, cuyos componentes forman una unidad compacta incluyendo su armazón estructural.
Protección de bajo voltaje	Dispositivo electromecánico que debe operar cuando el valor de operación de la grúa disminuye a un valor máximo del 10% o bien cuando haya interrupción en el suministro de energía eléctrica de la grúa.
Protección de Sobrecarga	Dispositivo que se emplea para proteger el equipo eléctrico contra un exceso de corriente. Opera con un valor de corriente mayor, para el que fue calibrado interrumpiendo el circuito.
Puente	Es la parte de una grúa formada por vigas, cabezales, pasarelas (optativas) y sistema motriz, sobre el cual opera el o los carros.

Rueda	Pieza geométrica circular que se emplea para el desplazamiento del puente o del carro de la grúa.
Rueda Motriz	Es la que impulsa el movimiento del puente o carro de la grúa.
Sistema de transmisión	Conjunto de partes mecánicas y Eléctricas necesarias para transmitir potencia y accionamiento a los diferentes movimientos de la grúa (motor y freno, reductor de velocidad, flechas, coples, chumaceras, etc).
Sistema mensajero	Conjunto de componentes eléctricos básicamente formado por cables instalados normalmente a un costado del puente o pasarela, necesarios para transmitir información electrónica al cuadro de mando de una grúa
Tambor	Es la parte del malacate abierto o polipasto, sobre el cual se devana el cable de carga durante la operación de subir y bajar la carga.
Topes	Es un dispositivo que limita la carrera del carro o del puente de la grúa. Este dispositivo normalmente se sujeta a una estructura fija y no tiene capacidad para absorber energía.

CAPÍTULO 3

Diseño y Normatividad

3.1 Clasificación de los componentes principales de una grúa viajera:

Según la norma CMAA (Asociación Americana de Fabricantes de Grúas) en sus apartados define el criterio de clasificación los componentes de las grúas en 3 clases de la siguiente manera:

Grúa viajera		
Parte estructural	Parte mecánica	Parte eléctrica
Bastidor del carro	Amortiguadores	Alarmas
Barandales	Aparejos (inferior y superior)	Alimentadores principales
Cabina	Freno de arrastre	Alimentadores de carro
Cabezales	Gancho	Banco de resistencias
Escaleras	Polipasto y/o malacate	Controladores maestros
Guardas	Reductores de velocidad	Contactor general
Limpia vías	Ruedas	Estación de botones
Puentes	Sistema de transmisión	Frenos de retención
Pasarelas	Sistema motriz	Magnetorque
Piernas y marco (*)	Tambor	Interruptores límite
Topes de carro		Interruptor general
		Motores
		Tableros de control
		Tomacorrientes

(*) Solo aplicables en grúas tipo Portal o Gantry

3.2 Criterios de diseño, función y aplicación de los componentes en las grúas viajeras.

Básicamente las grúas pueden dividirse en tres grandes rubros que son; la parte estructural, la parte mecánica y por último la parte eléctrica.

Para tener una mejor comprensión, se indicarán y explicarán la aplicación y funciones de cada uno de los componentes más usuales que forman estas 3 grandes partes en que se seccionan las grúas:

3.2.1 Estructural;

Puentes: Es la parte estructural de la grúa (ver figura 3.1 punto 6) formada básicamente por las traveses de acero, generalmente se utilizan para su construcción placas de acero al medio carbono, son los elementos más grandes en dimensión y normalmente también los más pesados en una grúa. Estos junto con los cabezales, pasarelas, sistema motriz y de transmisión forman lo que se conoce como “Ensamble del puente”.

El o los puentes se desplazan por medio de rieles a lo largo de la nave en sentido perpendicular a las traveses de carga donde se monta la grúa, este movimiento se complementa con el movimiento del carro, que es efectuado básicamente sobre los puentes, cubriendo así de esta forma las necesidades de manejo de materiales de los usuarios.

La forma, dimensiones y tipo de construcción de los puentes, varían principalmente según el claro, capacidad y tipo de servicio de la grúa. El ideal del fabricante en la construcción del puente es cuando se obtiene el máximo de capacidad con el mínimo de peso.

Pasarelas: Son pasillos de circulación sobre la grúa, para el personal tanto de mantenimiento como el usuario. Son estructuras metálicas que se instalan lateralmente a las traveses del puente. Son entre otras cosas utilizadas para montar el equipo eléctrico de la grúa como: Tableros de control, bancos de resistencias, reactores, contactor general, etc.

Estas pueden instalarse a todo lo largo de las traveses del puente o bien en tramos cortos, en este caso se les llaman pasarelas cortas o de servicio que es para lo que normalmente se destinan.

Aunque en su diseño y construcción se buscan que sean lo menos anchas y pesadas posibles, se debe de cuidar principalmente en el área de circulación, que no haya obstrucciones o condiciones de inseguridad para el personal, los pisos de las pasarelas normalmente son del tipo antiderrapante o de rejillas electro forjadas para una mayor seguridad del personal.

No todos los tipos ni todas las grúas llevan pasarelas, pues éstas no son obligatorias ni necesarias en todos los casos, por lo tanto su aplicación está en función de las necesidades a cubrir por la grúa, o bien a requerimiento expreso del cliente, siendo obviamente la instalación conforme a las normas de seguridad en la materia.

Carro: El término más amplio para llamar al carro y algunos componentes adicionales de éste, en una grúa, es el de bastidor del carro y es la estructura metálica que soporta y aloja los componentes que forman el sistema de elevación para grúas equipadas con malacate abierto o bien para soportar el polipasto para grúas equipadas con este tipo de componente (ver figura 3.1 punto 2).

También esta estructura sirve para alojar el sistema motriz, el sistema de transmisión y las ruedas conducidas del carro, así como el aparejo superior. Su forma, dimensiones y peso son variables, ya que se diseña y construye acorde a las necesidades de cada grúa, las cuales varían según su capacidad y tipo de servicio.

El bastidor del carro se puede construir como una unidad o bien en secciones dependiendo básicamente de su peso y dimensiones. El motivo por el cual se fabrica en secciones es para facilitar su maquinado ya que, por ejemplo, en él se tienen que montar los

motorreductores y éstos obviamente se instalan sobre secciones maquinadas del bastidor. Otro motivo para construirlo seccionado puede ser para efectos de transporte ya que en algunos casos, sobre todo en grúas de gran capacidad, los carros resultan ser de gran dimensión y el transporte de la grúa a sitio, por cuestiones económicas y de regulación, resulta complicado si fuese de una pieza, por lo que se fabrica seccionado para transportarlo con economía y seguridad.

Barandales: Son estructuras ligeras casi siempre tubulares y cuya finalidad principal es proporcionar seguridad al personal de mantenimiento o cualquier persona que por alguna razón tenga que transitar por la grúa.

Normalmente se instalan alrededor del bastidor del carro y de los cabezales del puente. Regularmente los barandales no forman parte integral de la grúa, sino que se instalan a solicitud del cliente y de acuerdo con sus propias necesidades, pero recordando cumplir las normas de seguridad establecidas.

Cabezales: Son estructuras metálicas cuya función es soportar y mantener unidas las traveses del puente de la grúa (ver figura 3.1 punto 3), además de alojar las ruedas motrices y conducidas del puente

La construcción de los cabezales puede ser formando una sola unidad para soportar las dos traveses del puente o bien en unidades pequeñas e independientes para cada trabe del puente, en cuyo caso reciben el nombre de **cabezales igualadores**. Cuando una grúa se construye con este último tipo de cabezal, la unión entre ambas traveses del puente se realiza por medio de un elemento estructural denominado atiesador de liga.

Cabina: Es el componente de la grúa que está destinada a alojar, principalmente, al operador de la misma, así como los controladores maestros, los dispositivos para operar el freno del puente, cuando la cabina se instala fija a la estructura del puente. También se

acostumbra instalar en la cabina el interruptor general de la grúa y todos aquellos equipos o controles que por su función en la grúa necesitan ser manejados y observados por el operador de la misma.

La cabina se usa en aquellas grúas que por su velocidad o tipo de servicio es necesario contar con el operador en ella para su manejo.

La cabina se puede instalar fija a la estructura del puente o a la estructura del carro y su localización es variable dependiendo de la conveniencia para conseguir la mayor visibilidad del operador conforme a las operaciones que deba realizar la grúa.

La forma y dimensiones de la cabina son variables y están en función del equipo que van a alojar y de las necesidades propias del operador para efectuar su trabajo en forma cómoda, eficiente y segura. Su tipo de construcción depende del ambiente en que va a operar la grúa pudiéndose así construir cabinas del tipo abierto o totalmente cerradas, con o sin ventilación o clima artificial y además con o sin aislamiento térmico.

Esto significa que las cabinas varían en forma, dimensiones y tipos de construcción; sin embargo, todas ellas deben llenar como mínimo los siguientes requisitos:

- I. Seguridad para el operador de la grúa y del personal de piso
- II. Comodidad para evitar cansancio excesivo, al operador de la grúa.
- III. Máxima visibilidad del operador sobre el área en que va a operar la grúa.
- IV. Construcción adecuada al medio ambiente en que va a operar la grúa.
- V. Dimensiones acordes, en función del equipo que va a instalar en ella sin perjuicio de los puntos mencionados anteriormente.

Escaleras.- Como su nombre lo indica, es una armazón compuesta de los largueros y varios travesaños que sirve para el acceso del personal a los diferentes niveles de la grúa. Normalmente las grúas se equipan únicamente con escalera para acceso de la cabina a la

pasarela; sin embargo, para grúas muy grandes y a solicitud del cliente, se les pueden instalar escaleras para acceso entre cabezales y pasarelas, entre pasarelas y carro o bien entre cabezales y trabe carril. La construcción de la escalera de acceso entre cabina y pasarela, normalmente es del tipo marino; sin embargo, se puede modificar su diseño conforme a los requerimientos del cliente; adecuándose a la cabina para tal fin.

Independientemente de su tipo de construcción, todas las escaleras que se instalen en la grúa deben ser primordialmente diseñadas y construidas para cumplir con su función, proporcionando siempre la mayor seguridad posible al personal.

Guardas.- Se utilizan para proteger el equipo instalado en la grúa contra el medio ambiente o bien como medio de seguridad para evitar contactos involuntarios entre el personal y las partes “vivas” o en movimiento de la grúa.

Se deberá entender por partes “vivas” todas las partes conectadas al sistema eléctrico de la grúa que no tengan aislamiento.

Como fabricación normalizada en grúas, se suministran guardas únicamente para las partes “vivas” o bien cuando la grúa se fabrica para un medio ambiente determinado.

Las guardas para las partes en movimiento de la grúa, normalmente se instalan a solicitud específica del cliente.

Limpia vías.-Son dispositivos de seguridad que se instalan en los extremos de los cabezales con el objeto de proteger las ruedas del puente y el carro contra objetos menores que accidentalmente pudieran existir en la trabe carril o en las trabes del puente.

No todos los fabricantes de grúas en México ofrecen este dispositivo como parte integral de la grúa; sino como un componente agregado al costo de la misma.

Piernas y Marco.- Estos componentes se usan en grúas tipo portal (Gantry) y haciendo una comparación, equivaldrían a las traveses y los cabezales del ensamble del puente, en el caso de grúas viajeras.

Es una estructura mecánica que se desliza sobre rieles instalados en el piso a lo largo de la nave. El marco de la grúa normalmente se construye para cubrir las necesidades de manejo de materiales a lo ancho de la nave y por medio de las piernas se le da la altura necesaria para manejar los materiales al nivel adecuado ya sea por seguridad o por las necesidades propias del equipo por alimentar o bien por el tipo de material por manejar.

Topes de carro.- Son elementos estructurales que normalmente van soldados a las través del puente. Su función es limitar la carrera del carro y evitar que este se salga del puente por descuido del operador.

Se consideran como elementos de seguridad; esto significa que no se deben usar para detener el carro durante la operación normal de la grúa.

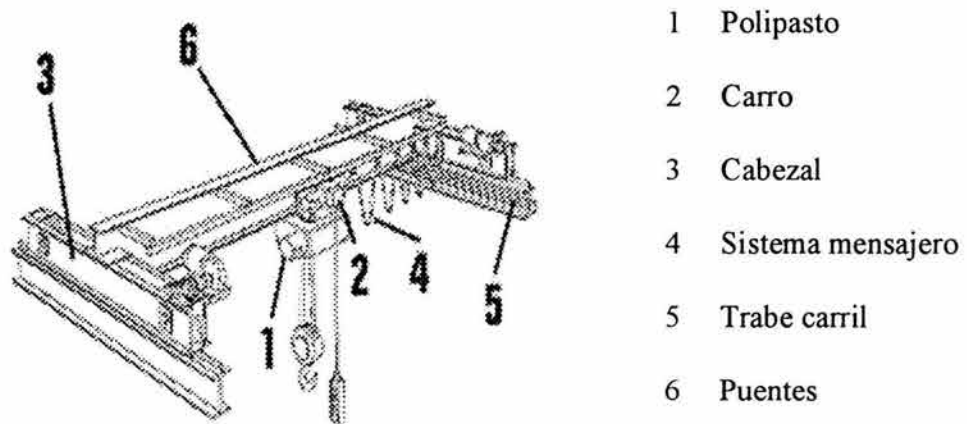


Figura 3.1 Componentes principales de una grúa viajera

3.2.2 Mecánicos;

Aparejos.- Los aparejos junto con el tambor (ver figura 3.4), forman el sistema para devanar el cable de acero y por medio del cual se sube y baja la carga. El aparejo superior está instalado en el bastidor del carro. El aparejo inferior forma una unidad independiente, incluyendo su armazón. En el aparejo inferior se instala el gancho o los dispositivos especiales, cuando el caso lo amerite, para manejar la carga.

Gancho.- Es la pieza sobre la cual se amarra directamente la carga por manejar. Sus dimensiones y construcción dependen básicamente del peso de la carga por manejar (ver figura 3.5). Como fabricación estándar se distinguen dos tipos: el gancho sencillo y el gancho doble, que también se conoce como tipo ancla. Normalmente hasta cierta capacidad, son de fabricación forjada. Para capacidades mayores se fabrican soldados a base de placas; sin embargo, las normas de calidad son tan estrictas para este dispositivo que no es recomendable este tipo de construcción, a no ser que sea la única solución viable para resolver algún problema específico del manejo de la carga.

Dependiendo del tipo de carga, del medio ambiente y el ciclo de operación de la grúa, el dispositivo para manejar la carga se diseña con la finalidad de obtener el mejor servicio posible de la grúa. Esto significa que existe una variedad muy grande de elementos y mecanismos que acoplados a la grúa, a través del cable de carga, se emplean para manejar la carga con seguridad y eficiencia.

Sin embargo y en forma muy general, se puede decir que las grúas se equipan, en la mayoría de los casos, con un gancho sencillo o doble y en él se fija la carga para su manejo por medio de estrobos o vigas y balancines especiales, acordes a la necesidad específica.

Los ganchos, como ya se mencionó, pueden ser del tipo forjado o bien construirse a base de placa, en ambos casos, tanto en lo referente a la selección de los materiales como a los procesos de fabricación, debe tenerse especial cuidado del cumplimiento de las normas, pues de ello depende en gran parte la seguridad para el manejo de la carga.

Uno de los aspectos que hay que cuidar y conservar en los ganchos y dispositivos para manejar la carga, es que deben permitir deformaciones notorias antes de romperse (ductilidad), o lo que es lo mismo deben estar diseñados y contruidos para no romperse bruscamente (fragilidad), sin dar con anterioridad señales visibles de deformación.

Los ganchos se pueden construir con o sin seguro para que no se salga el cable de la carga, giratorio o fijo. El gancho doble se puede suministrar, además, con o sin el agujero en la parte inferior del cuerpo del mismo, dependiendo del trabajo a desarrollar por la grúa.

El tambor para devanar el cable de carga y las poleas de los aparejos, tanto en el aparejo inferior como en el aparejo superior, deben conservar una relación determinada entre su diámetro y el diámetro del cable de carga conforme se indica en las siguientes tablas ^{1) 2)}:

Tabla 3.2 diámetro de paso mínimo para poleas de los aparejos

CMAA CLASE	CABLE DE ACERO 6 X 37		CABLE DE ACERO 6 X 19	
	A & B	16		20
C	18		24	
D	20	x d	24	x d
E	24		30	
F	30		30	

¹⁾Fuente norma CMAA

d= diámetro del cable

Tabla 3.3 diámetro de paso mínimo para tambores

CMAA CLASE	CABLE DE ACERO		CABLE DE ACERO	
	6 X 37		6 X 19	
A & B	16		20	
C	18		24	
D	20	x d	24	x d
E	24		30	
F	30		30	

²⁾ Fuente norma CMAA

d= diámetro del cable

DIÁMETRO DE PASO = Diámetro del fondo de la ranura + Diámetro del cable

Es muy conveniente respetar y conservar esta relación de diámetros entre el cable de carga, las poleas de los aparejos y el tambor; ya que se obtiene un mejor funcionamiento del sistema de elevación y se prolonga bastante la vida útil del cable, principalmente.

El tipo de cable por usar se selecciona con base en el tamaño y características de la carga y el medio ambiente en que va a operar la grúa. En ambientes con alta temperatura se emplea por lo general cable de acero con alma de acero; en ambientes normales se usa cable de acero con alma de fibra.

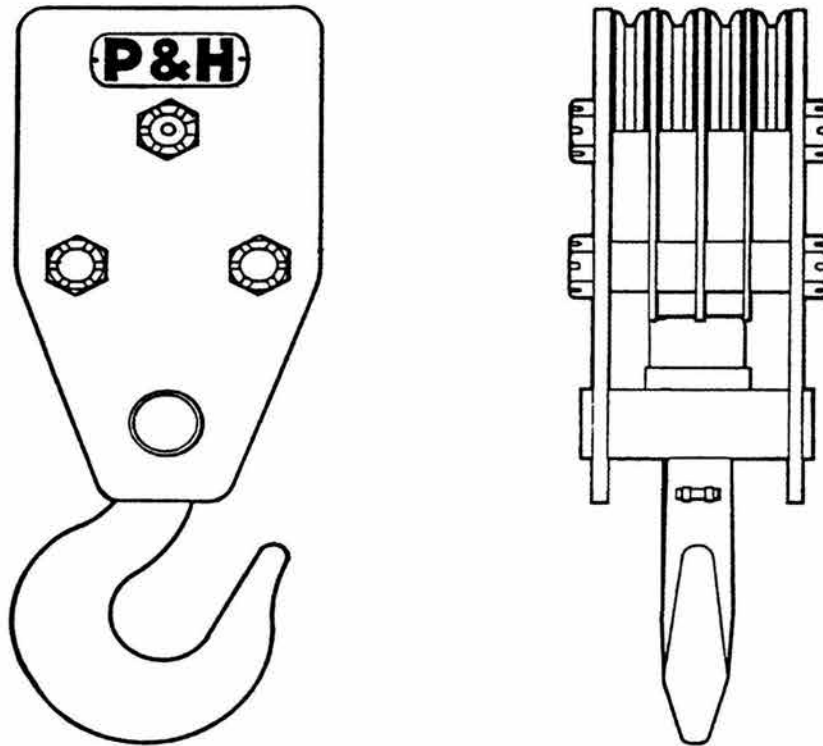


Figura 3.4 Aparejo inferior

Freno de Arrastre.- Es una unidad totalmente mecánica (ver figura 3.6) y su función es para el movimiento al que se aplica, dentro de una distancia predeterminada.

Este tipo de frenos se usa únicamente en los carros para grúas y polipastos para servicio ligero y con cargas no muy grandes. Su construcción normal es de tipo de discos o de zapatas.

Este tipo de frenos permanece siempre aplicado y su funcionamiento debe ser tal, que presente la mayor resistencia posible al iniciar el movimiento y que lo pare por rozamiento de una forma suave y gradual; pero siempre dentro de ciertos límites, previstos, de distancia.

Reductores de Velocidad.- Son mecanismos que conforman una unidad completa y que forman parte del sistema de transmisión de los diferentes movimientos en la grúa y cuya función principal es dar a la grúa la velocidad requerida en cada uno de sus movimientos (ver figura 3.7). El uso de estas unidades permite al fabricante de grúas el aplicar motores con velocidades de fabricación estándar y no depender de motores de fabricación especial por lo que a su velocidad se refiere.

Estas unidades se diseñan y fabrican generalmente a base de engranes y piñones en función del par motor que se les va a aplicar, la relación de velocidad que debe cumplir y la clase de servicio al que va a ser destinada la grúa, además de ser del tipo reversible.

Ruedas.- Son los componentes de las grúas destinados a soportar al puente y el carro de la misma y al mismo tiempo le sirven como medio de desplazamiento (ver figura 3.7). Tanto en el puente como en el carro se requieren ensamblar como sigue: Las ruedas motrices que van acopladas al sistema de transmisión son las que impulsan el movimiento del puente o del carro.

Las ruedas conducidas van únicamente montadas sobre sus propios ejes en forma independiente cada una.

Las ruedas motrices del puente se fabrican, normalmente, del tipo cilíndrico o cónico dependiendo del concepto general del diseño de la grúa y su aplicación.

Las ruedas conducidas del puente y carro son del tipo cilíndrico.

Tanto las ruedas del puente como las del carro, motrices o conducidas, se fabrican con doble ceja.

El tamaño de las ruedas del puente esta definido por la carga a soportar y la clase de servicio a que se destina la grúa.

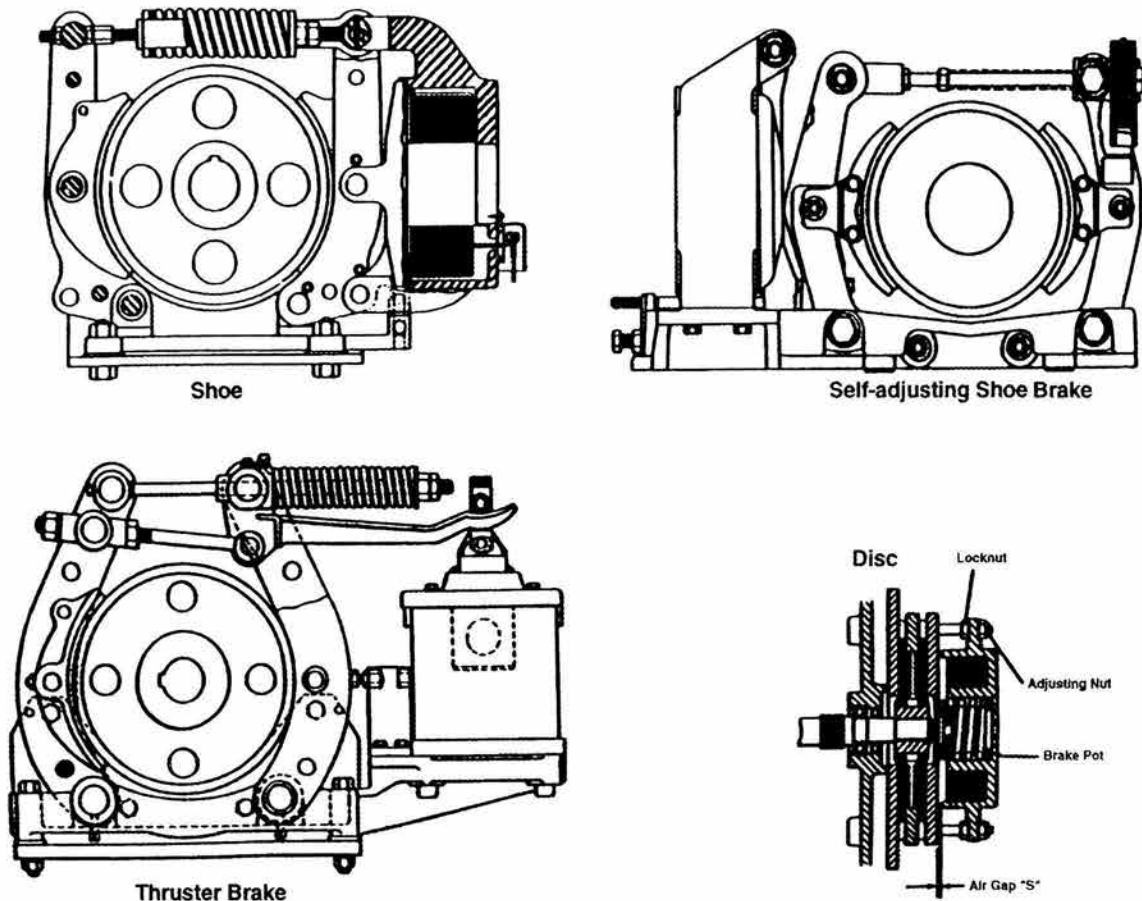


Figura 3.6 Diferentes tipos de frenos

Sistema de transmisión.-Es el subensamble de la grúa compuesto por motor y freno, reductor de velocidad, coples y flechas.

Cada movimiento en la grúa tiene su propio sistema de transmisión.

El sistema de transmisión se instala sobre soportes estructurales que por lo general van fijos a la estructura de la trabe del ensamble del puente, para el movimiento del puente y en el bastidor del carro, para el movimiento del carro y el movimiento de elevación.

Los sistemas de transmisión se acoplan mecánicamente a las ruedas motrices del ensamble del puente y carro y su función es transmitir el par del motor para producir el movimiento.

El sistema de transmisión del malacate abierto o polipasto se acopla mecánicamente al tambor y su función es transmitir el par del motor para levantar o bajar la carga.

Los sistemas de transmisión deben ser aptos para soportar los esfuerzos mecánicos a que van a estar sometidos, tanto por aceleraciones en el movimiento, como por inversiones del sentido del giro del mismo.

Su diseño y construcción básicamente está determinado por la capacidad de la grúa y la clase de servicio a que va a ser destinada.

Sistema Motriz.- Se le llama así al subensamble de la grúa formado por las ruedas motrices, incluyendo sus ejes así como los engranes (ver figura 3.7) o piñones necesarios para transmitir el efecto del sistema de transmisión e impulsar el puente o carro de la grúa. Su diseño y construcción es muy variado, dependiendo del diseño integral de la grúa y del tipo de servicio a que se va a destinar.

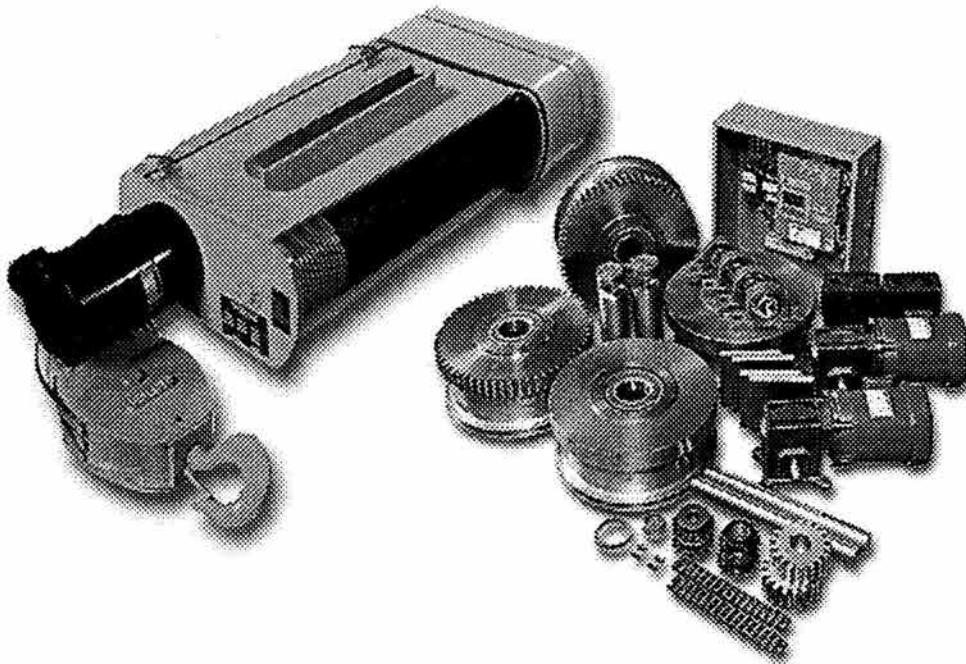


Figura 3.7 Diferentes componentes del sistema motriz

Tambor.- Este dispositivo forma parte del malacate abierto (ver figura 3.8) o bien del polipasto. En combinación con las poleas de los aparejos superior e inferior forma un sistema para devanar el cable y levantar la carga.

Su forma es cilíndrica con un ranurado helicoidal en el exterior, donde se aloja el cable de carga y sus dimensiones y tipo de ranurado varían de acuerdo con la cantidad, tipo y tamaño del cable por devanar para proporcionar el izaje de la grúa.

El tubo para formar el tambor puede ser de fabricación soldada, de fundición o tubo mecánico.

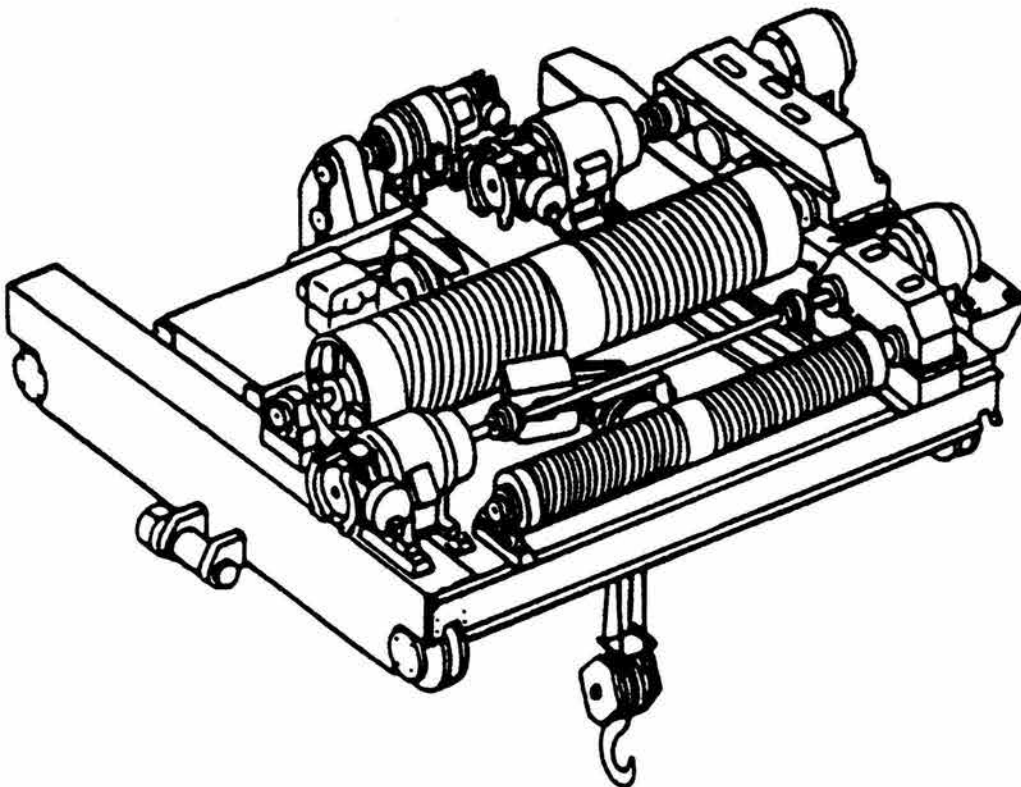


Figura 3.8 Carro con malacate

3.2.3 Eléctricos;

Alarmas.- Son dispositivos de seguridad que es obligatorio instalar en grúas operadas desde cabina y su función es prevenir al personal del piso del paso de la grúa sobre su área de trabajo.

Las alarmas son sonoras, por lo general, y al seleccionarlas se debe procurar que el tipo de sonido que emite no se confunda con sonidos normales en el área de trabajo, ni mucho menos con que emiten otras alarmas en la planta, destinadas a otros fines, alarma contra incendios, por ejemplo.

Alimentadores del Carro.- Se identifica con este nombre a los conductores eléctricos instalados en el puente para alimentar energía eléctrica al equipo eléctrico instalado en el carro de la grúa. Cuando los colectores del tomacorriente del carro son del tipo deslizante, los alimentadores instalados en el puente son conductores desnudos a base de alambre de cobre o bien de ángulo estructural, los cuales se soportan con aisladores normalmente a la estructura de las traveses del puente de manera adecuada con el objeto de procurar su mejor y más seguro funcionamiento (ver figuras 3.9 y 3.10)

Cuando los alimentadores del puente son conductores aislados, lógicamente no se necesitan colectores y en este caso, se le llama tomacorriente del carro, al conjunto de alimentadores y sus accesorios de montaje, incluyendo el brazo empujador.

El número y calibre de los alimentadores del carro varía de acuerdo con la potencia y cantidad de equipo eléctrico por alimentar; así como al tipo de conexión que requieren los mismos.

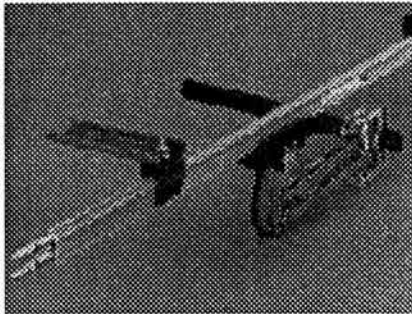


Figura 3.9 Tomacorriente



Figura 3.10 Sistema mensajero

Bancos de Resistencias.- Con este nombre se identifican las resistencias del secundario de los motores de rotor devanado (anillos rozantes), necesarias para el funcionamiento y control de aceleración en los mismos; o bien para controlar la velocidad en motores de corriente directa.

Esto significa que este equipo se requiere únicamente en aquellas grúas con motores de rotor devanado o motores de corriente directa.

Este equipo se instala rígidamente, por lo general en la pasarela de la grúa, para evitar que se transmitan vibraciones, con el fin de prolongar su vida útil y reducir al mínimo sus problemas de mantenimiento y operación.

En grúas equipadas con motores de inducción, tipo jaula de ardilla, hay ocasiones en que se instalan resistencias fijas en el estator del motor para controlar su par de arranque; pero a éstas no se les identifica, por lo general, como bancos de resistencias, sino únicamente como resistencias de arranque.

Cabe hacer la aclaración de que estas denominaciones son únicamente para fines de identificación y terminología, pues realmente todas las resistencias mencionadas en una u otra forma sirven para controlar el arranque de los motores.

Controladores Maestros.- Son unidades destinadas a controlar el funcionamiento de los tableros de control para gobernar la operación de los motores instalados en la grúa.

Los controladores maestros se instalan en la cabina de la grúa. Básicamente se distinguen tres tipos: para montaje en el piso, para montaje en pupitre y para montaje en los brazos de la silla del operador.

Normalmente, el tipo de construcción y dimensiones de los controladores maestros está estandarizada por cada fabricante de equipo eléctrico y por lo tanto es responsabilidad del fabricante de grúas el seleccionar el adecuado para el tipo de servicio y medio ambiente en que va a operar la grúa, considerando además el funcionamiento del tablero de control al que se va a aplicar.

Los controladores maestros se operan manualmente por medio de palancas instaladas en el cuerpo del mismo. Los hay de palanca corta para los del tipo de montaje en pupitre o en los brazos de la silla del operador y de palanca larga para los del tipo de montaje en el piso.

La secuencia del controlador maestro debe ser la adecuada para que se cumpla la secuencia predeterminada del tablero de control.

Frenos de Retención.- Se les llama así a los frenos instalados en los sistemas de transmisión de la grúa destinados a parar los movimientos de ésta y mantenerlas frenadas (ver figura 3.6).

Los frenos de retención juegan un papel muy importante en las transmisiones de la grúa; pues de la manera de frenarlas depende, en gran parte, que el manejo de la carga sea más efectivo y seguro.

En su fabricación normalizada se distinguen dos tipos: el de discos y el de zapatas.

Los frenos de retención deben ser capaces de para la carga en movimiento y en caso de falla en el suministro de energía eléctrica a la grúa, deben poder frenar y retener la carga. Los frenos de retención se operan con corriente alterna o directa, dependiendo del diseño del mismo; sin embargo, **predomina el uso de los frenos operados con corriente directa**, por medio de rectificador, debido a que su rendimiento es mayor y su operación es más segura.

Los frenos de solenoide, operados por corriente alterna, se aceptan únicamente en el movimiento del puente o carro. **Para el movimiento de elevación se usa freno operado por corriente directa.**

Contactor General.- Dispositivo electromagnético cuya función principal es conectar o interrumpir el suministro de energía eléctrica al circuito de potencia de la grúa. Normalmente se conecta, eléctricamente hablando, después del interruptor general.

Se opera eléctricamente desde la cabina o desde la estación de botones en grúas operadas desde el piso.

Su integración a la grúa no es obligatoria, por norma; pero es conveniente su uso, pues además de la función enunciada le permite al operador, en una situación de emergencia parar la grúa con solo apretar un botón; lo cual lo convierte, además de su función principal, en un dispositivo de seguridad para fines de emergencia. Haciendo las conexiones adecuadas, también se le puede dar la utilidad como protección contra bajo voltaje.

Estación de Botones.- De la misma manera que los controladores maestros, son unidades destinadas a controlar el funcionamiento de los tableros de control para gobernar la operación de los motores y se usa en grúas operadas desde el piso (ver figura 3.12) Está formada por un conjunto de botones debidamente protegidos y alojados en una caja formando una unidad manuable.

El número de botones que forman la estación de botones depende del equipo por operar instalado en la grúa.

El tipo de botón (sencillo, 2,3, ò 5 velocidades) depende del tipo de tablero de control y los equipos auxiliares por operar.

Los botones que forman la estación de botones son del tipo de contacto momentáneo a no ser que por necesidades muy especiales de la grúa, sea necesario usar el botón del tipo de contacto sostenido.

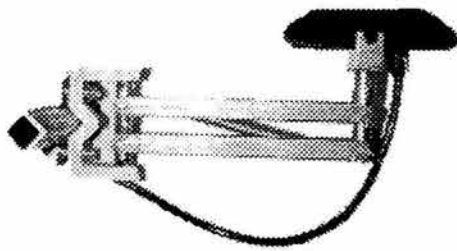


Figura 3.11 Tomacorriente

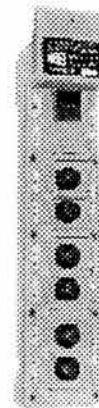


Figura 3.12 Botonera

Interruptores Límite.- Son interruptores instalados en la grúa y de tal manera, que bajo condiciones prefijadas, se encargan de parar el movimiento al que están aplicados, en el momento que actúan.

Por norma, el único movimiento que debe de llevar interruptor límite es el de elevación, en el sentido de subida.

Cualquier otro interruptor límite que se instale en la grúa se considera adicional y debe estar perfectamente definida su función.

Dentro de la fabricación estándar de los interruptores límites, por fabricantes de equipos eléctricos, existe una gran variedad; sin embargo, los más usuales en grúas son: del tipo de palanca operada por contrapeso o por leva o bien del tipo engranado acoplado al reductor. Los interruptores límites de contrapeso, normalmente usados en el movimiento de elevación, están contruidos para poder operar en el circuito de control o bien en el circuito de fuerza. La decisión de usar uno u otro estará definida por la clase de servicio de la grúa y las exigencias de seguridad requeridas. Desde luego si el aspecto económico lo permite o las necesidades de seguridad en la operación así lo requieren, se pueden instalar los dos tipos a un mismo sistema de elevación. Los interruptores límites de carrera se consideran dispositivos de seguridad; esto significa que no se deben usar como un medio para parar el movimiento durante la operación normal de la grúa.

Interruptor General.- Se le llama así al interruptor destinado a recibir la alimentación de energía eléctrica a toda la grúa. Su función principal es proteger eléctricamente el sistema eléctrico de la grúa. Este es un dispositivo cuya instalación en la grúa no es obligatoria; sin embargo, su uso es conveniente, pues además de la función anotada se emplea como medio de seguridad para el personal de mantenimiento cuando está trabajando en la grúa.

También permite dar servicio a una grúa sin interrumpir la energía en los alimentadores principales, lo cual es muy ventajoso en el caso de que operen dos o más

grúas en la misma nave. La selección del interruptor general depende de la corriente que toman los equipos instalados en la grúa y medio ambiente en que va a operar la grúa.

Motores.- Actualmente, en las grúas, se usa un motor para cada movimiento. Su función es producir el par necesario para efectuar el movimiento con la carga máxima y a la velocidad especificada (ver figura 3.13)

Por lo que respecta, a los fabricantes de grúas, el uso de motores de inducción jaula de ardilla, con una o dos velocidades, o bien el tipo de rotor devanado (anillos rozantes), depende principalmente, de la precisión que sea necesario tener sobre el manejo de la carga; así como el efecto del par motor, en el arranque, sobre el sistema de transmisión y el sistema motriz.

A no ser que el cliente especifique características determinadas para los motores o bien que las ofrezca el vendedor; es responsabilidad del fabricante de la grúa el seleccionar el motor adecuado para el funcionamiento seguro y eficaz de la grúa; respetando las normas, reglas y aspectos oficiales; así como las limitaciones dictadas por la compañía suministradora de energía eléctrica a fin de evitarle problemas al cliente en relación con sus propias instalaciones.

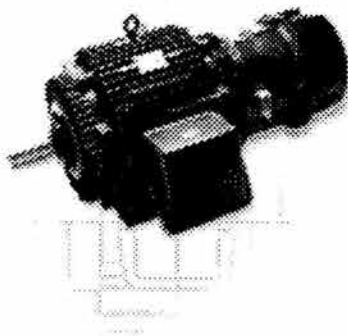


Figura 3.13 Motor C.A.

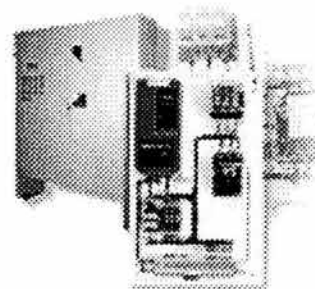


Figura 3.14 Tablero de control

Tablero de Control.- Se refiere a los tableros eléctricos o electrónicos destinados al control del funcionamiento de los motores instalados en la grúa (ver figura 3.14).

Hay diferentes tipos de tableros de control, dependiendo el tipo de motor y del funcionamiento que se le quiera dar al motor en beneficio de la operación de la grúa. Los usados en grúas son siempre del tipo reversible y los hay para operar con corriente directa o con corriente alterna.

Los tableros de control se alojan en gabinetes metálicos para fines de protección y las características de dichos gabinetes deben estar acorde al medio ambiente en que va a operar la grúa. No obstante los tableros de control también se seleccionan en función del tamaño del motor por controlar y la severidad del servicio al que van a estar sometidos.

Tomacorrientes.- Con este nombre se identifica al armado completo, incluyendo soporte, del dispositivo por medio del cual se suministra energía eléctrica al equipo instalado en la grúa.(figura 3.11)

Básicamente la grúa consta de dos tomacorrientes; uno de ellos que se conoce como **tomacorriente principal** que es el que interconecta eléctricamente a los alimentadores principales con el interruptor general de la grúa y el otro que corresponde al **tomacorriente del carro**, a través del cual se alimenta energía al equipo eléctrico instalado en el carro de la grúa.

Hay varios tipos de tomacorriente, los cuales se seleccionan, para usarse en la grúa, de acuerdo al consumo de energía del equipo al que van a alimentar, el medio ambiente en que va a operar la grúa y pensando siempre en la necesidad de continuidad de servicio que tiene que proporcionar la grúa.

Control de frecuencia variable:

Hoy en día existe el **control de frecuencia variable** y es utilizado muy frecuentemente por los fabricantes de grúas a nivel tanto nacional como por fabricantes extranjeros (ver figura 3.15)

Básicamente, este control tiene la “habilidad” de controlar a “voluntad” del operador, la velocidad del movimiento del gancho, carro o puente, dando como resultado precisión y seguridad al realizar alguna maniobra.

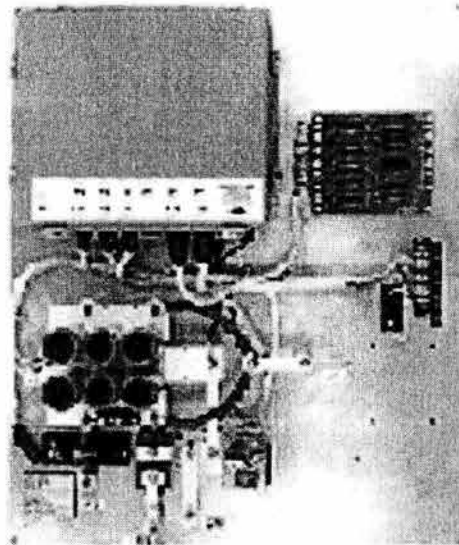


Figura 3.15 Control de frecuencia.

Las opciones típicas entre este tipo de control son las siguientes:

- 2 velocidades - multi – pasos (con botón de dos velocidades)
- 3 velocidades – multi – pasos (con botón de tres velocidades)
- 5 velocidades – multi – pasos (con botón de cinco velocidades)
- Infinitamente variable (con botón de dos velocidades)
- Infinitamente variable (con botón de tres velocidades)

Infinitamente variable analógico (con botón de inducción)

Para los primeros 5 métodos el inversor es totalmente estándar y únicamente varía en su forma de programación. Sin embargo, para el último de los métodos es necesario adicionarle al inversor una tarjeta de interfase, el uso de la misma es para convertir la señal de salida del botón (voltaje de 0 a 16 VCA) a una señal adecuada para el inversor (voltaje de 0 a 10 VCD). Las ventajas de cada uno de ellos se indican a continuación:

2 velocidades – multi – pasos (con botón de dos velocidades)

Permite tener dos velocidades preestablecidas cuyo valor se pueden seleccionar de acuerdo a las necesidades del proceso (normalmente 1/3 de la velocidad máxima y 100% de la velocidad máxima).

Se puede utilizar en puente, carro y gancho con freno mecánico de carga.

3 velocidades – multi – pasos (botón con tres velocidades)

Permite tener tres velocidades preestablecidas cuyos valores se pueden seleccionar de acuerdo a las necesidades del proceso (normalmente el 25% de la velocidad máxima, 50% de la velocidad máxima y 100% de la velocidad máxima).

Se puede utilizar en puente, carro y gancho con freno mecánico de carga.

5 velocidades – multi – pasos (con botón de cinco velocidades)

Permite tener cinco velocidades preestablecidas cuyos valores se pueden seleccionar de acuerdo a las necesidades del proceso (normalmente 10% de la velocidad máxima, 25% de la velocidad máxima, 50% de la velocidad máxima, 75% de la velocidad máxima y 100% de la velocidad máxima).

Se puede utilizar en puente, carro y gancho con freno mecánico de carga.

Infinitamente variable (con botón de dos velocidades).

Permite tener un rango de dos velocidades infinito desde la velocidad máxima (normalmente el 10% de la velocidad máxima) hasta la velocidad máxima. La velocidad de operación del equipo se le deja a voluntad al operador de la grúa, ya que ésta puede ser seleccionada de un número infinito de opciones entre la velocidad mínima y la velocidad máxima. En este caso al oprimir el segundo paso del botón se incrementa la velocidad al valor deseado y con sólo regresar el pulsador al primer paso se sostiene esta velocidad, para reducir la velocidad se suelta el botón totalmente y al llegar a la velocidad deseada se acciona el pulsador al primer paso para sostener esta velocidad.

Se puede utilizar en puente y carro únicamente.

Infinitamente variable (con botón de tres velocidades)

Permite tener un rango de velocidades infinito desde la velocidad mínima (normalmente el 10% de la velocidad máxima) hasta la velocidad máxima. La velocidad de operación del equipo se le deja a voluntad al operador de la grúa, ya que ésta puede ser seleccionada de un número infinito de opciones entre la velocidad mínima y la velocidad máxima. En este caso al oprimir el tercer paso del botón se incrementa la velocidad al valor deseado y con sólo regresar el pulsador al segundo paso se sostiene esta velocidad, para reducir la velocidad se regresa el botón al primer paso y al llegar a la velocidad deseada se acciona el pulsador al segundo paso para sostener esta velocidad.

Se puede utilizar en puente, carro y gancho con freno mecánico de carga.

Infinitamente variable analógico (con botón de inducción)

En este método se deben utilizar botones de inducción, los cuales no tienen pasos intermedios, al oprimir el botón se modifica la posición física entre dos bobinas internas, de manera tal que se induzca un voltaje del circuito primario al circuito secundario, el cual a

medida que aumenta o disminuye, le indica al inversor que la velocidad debe modificarse en el mismo porcentaje. Como se puede observar esto mismo se puede obtener con los dos métodos anteriores y un costo inferior. Siendo su única ventaja que es más fácil de operar; al existir una relación directa entre la distancia del recorrido del botón con la velocidad de operación del equipo.

El valor mínimo de velocidad que se consideró en estos puede modificarse en caso de requerirse mayor precisión. Siendo factible programar la velocidad mínima desde 1/100 de la velocidad máxima, lo cual definitivamente nos permite el uso de este control (infinitamente variable analógico) en manejo de cargas que requieren velocidades muy precisas.

3.3 Diferentes arreglos para sistemas de transmisión para puentes en grúas eléctricas viajeras.

Los dispositivos impulsores del puente de la grúa deberán seleccionarse e instalarse de acuerdo con el tipo de servicio que va a realizar la grúa. Se describen 6 formas de arreglos de los sistemas impulsores marcados con A-1 hasta A-6 conforme a la norma CMAA-70 Rev. 1998 los cuales se detallan a continuación.(ver figura 3.16)

Estos arreglos cubren normalmente los puentes de grúas con 4 y 8 ruedas.

En las grúas que tengan más de ocho ruedas, por lo menos el 25% de ellas deberán ser motrices.

Arreglo A-1.-

El motor y el reductor de velocidad están localizados al centro del puente y conectados mecánicamente entre si. La salida del reductor se conecta directamente a los ejes de las ruedas motrices y coples necesarios.

Arreglo A-2.-

Un motor y un reductor de velocidad están localizados al centro del puente y acoplados mecánicamente entre sí. Este reductor de velocidad (reductor central) se conecta mecánicamente a dos reductores de velocidad instalados en los extremos del puente (reductores extremos), los cuales se acoplan a las ruedas motrices para imprimirle movimiento al puente. Los reductores de velocidad extremos; pueden ser del tipo cerrado en caja de aceite o bien del tipo abierto (engrane- piñón) acoplados directamente al cuerpo de cada rueda motriz.

Arreglo A-3.-

Un motor esta localizado al centro del puente y conectado mecánicamente a dos reductores de velocidad laterales, y las flechas de los reductores laterales están directamente conectadas a los ejes de las ruedas motrices, empleando los coples y flechas de transmisión adecuados.

Arreglo A-4.-

Dos motores acoplados mecánicamente a sus respectivos reductores de velocidad e instalados en cada extremo del puente, directamente acoplados a las ruedas motrices. Otra variación de este tipo de arreglo consiste en que las flechas de reductor transmitan su movimiento a las ruedas, a través de un piñón y un engrane integrado a la rueda motriz. Las flechas y coples de un piñón deberán ser los adecuados.

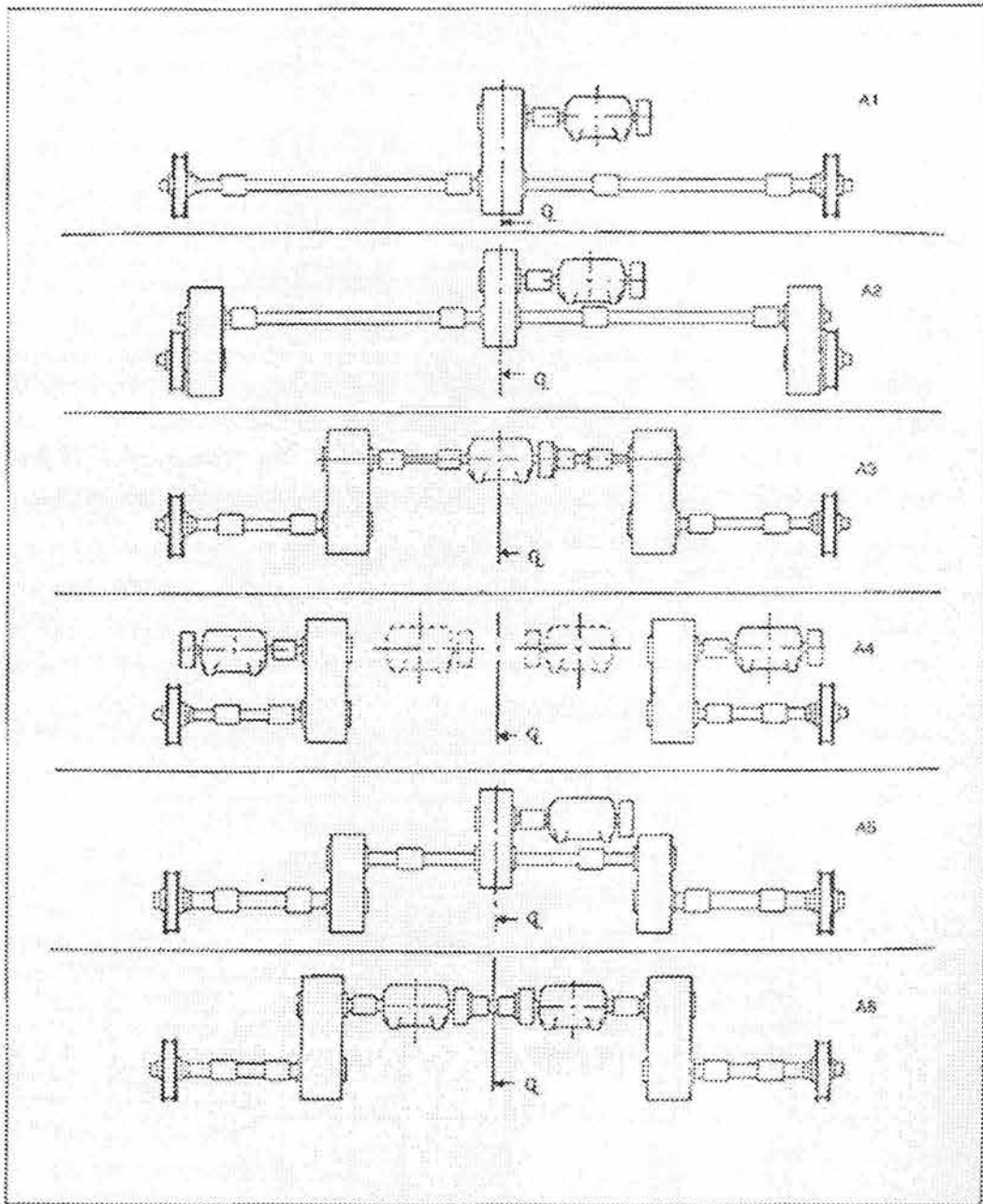


Figura 3.16 tipos de transmisiones de acuerdo a CMAA

Arreglo A-5. -

Un motor y un reductor de velocidad están localizados al centro del puente y acoplados mecánicamente entre si. Las salidas del reductor central, se conectan con flechas y coples, a dos reductores de velocidad instalados cerca de los extremos del puente, y éstos se acoplan directamente a los ejes de las ruedas con las flechas y coples adecuados.

Arreglo A-6.-

Dos motores distribuidos simétricamente a lo largo del puente, acoplados mecánicamente entre si con un árbol de torsión. Cada uno de los motores se conecta a un reductor de velocidad por medio de la flecha de transmisión. Las salidas del reductor se conectarán directamente a los ejes de las ruedas motrices con los coples y flechas adecuados.

3.4 Seguridad

Ya que en la actualidad, los requerimiento de fabricación de productos voluminosos y pesados, las condiciones de operación extremas en los procesos, la incorporación de múltiples productos químicos así como el gran avance tecnológico aunado a la necesidad de que los procesos productivos sean más rápidos y eficientes, hace que el uso de grúas viajeras sea más común, por lo que la seguridad e higiene laboral adquiere bajo éstas condiciones mayor importancia, fundamentalmente, en la preservación de la salud de los trabajadores, por lo que en este capítulo tratamos aunque sea en forma muy somera el tema de la seguridad como un apartado adicional, vale la pena recordar que aun cuando existen grúas muy pequeñas que manejan pocos kilos de carga, también las hay sumamente grandes que

llegan a movilizar hasta 300 toneladas en una sola operación, con el peligro y cuidado que esto conlleva.

Como consecuencia, la participación de los patrones y los trabajadores es determinante para estructurar y ejecutar medidas preventivas, acorde a las situaciones de riesgo en los centros de trabajo. Con el propósito de garantizar esta participación, se han establecido las Comisiones de Seguridad e Higiene en el Trabajo, organismos que se encargan de vigilar el cumplimiento de la normatividad en este campo y de promover la mejoría de las condiciones en las que se desarrollan las actividades laborales.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social a través de la Dirección General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aplica el programa de Autogestión de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que comprende dos vertientes: la de Programas Preventivos en la materia y la de Consolidación operativa de las Comisiones de Seguridad e Higiene.

Importancia de las Comisiones de Seguridad e Higiene

La Comisión de Seguridad e Higiene es el organismo por el cual el patrón puede conocer entre otros, las desviaciones de seguridad e higiene en los siguientes aspectos:

- Mantenimiento de las instalaciones y maquinaria.
- Aplicación de políticas de seguridad e higiene.
- Efectividad de la capacitación en seguridad e higiene..
- Manejo adecuado del equipo de protección personal.
- Evolución de los costos directos e indirectos originados por riesgos de trabajo.

Por lo tanto el trabajador puede:

- Denunciar las desviaciones a la normatividad en seguridad, higiene y ecología.

- Proponer mejoras a los procesos de trabajo.

El sindicato puede:

- Vigilar el cumplimiento de los derechos de los trabajadores en el campo de la seguridad e higiene.

Las autoridades laborales pueden:

- Percatarse, a través de las actas de la Comisión, de los riesgos mayores que están presentes en la empresa y actuar en consecuencia.

Los principales costos de los accidentes y enfermedades de trabajo, causan costos directos, indirectos y sociales.

Conceptos Básicos de Seguridad en el Trabajo.

La Seguridad en el Trabajo; es el conjunto de acciones que permiten localizar y evaluar los riesgos y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo. La seguridad en el trabajo es responsabilidad compartida entre autoridades, empleadores y trabajadores.

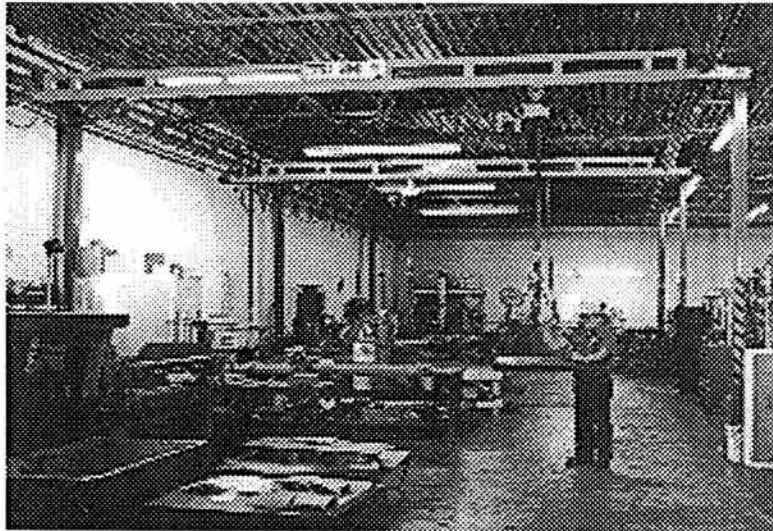


Figura 3.14 Operación de grúa con equipo de seguridad

Cuando se presenta un accidente en la empresa intervienen varios factores como causas directas o inmediatas de los mismos. Estos pueden clasificarse en dos grupos:

- a. Condiciones Inseguras: Se refieren al grado de inseguridad que pueda tener entre otros los locales y la maquinaria.
 - Instalaciones en la maquinaria o equipo impropiedades diseñadas, construidas, armadas o en mal estado de mantenimiento.
 - Herramientas manuales, eléctricas, neumáticas, portátiles y/o accesorios defectuosos o inadecuados.
- b. Actos Inseguros: Es la causa humana que actualiza la situación de riesgo para que se produzca el accidente. Esta acción lleva aparejado el incumplimiento de un método o norma de seguridad, explícita o implícita, que provoca dicho accidente.
 - Llevar a cabo operaciones sin previo adiestramiento.(condición necesaria para operar grúas)
 - Operar equipos sin autorización (condición necesaria para operar grúas)
 - Transitar por áreas peligrosas.
 - Sobrecargar plataformas, carros, montacargas, grúas etc..
 - No usar equipo de protección indicado.
 - Hacer bromas en el sitio de trabajo.

Los factores que pueden propiciar la ocurrencia de la condición o del acto inseguro, como causas indirectas o mediatas de los accidentes, son:

1. La falta de capacitación y adiestramiento para el puesto de trabajo, el desconocimiento de las medidas preventivas de accidentes laborales, la carencia de hábitos de seguridad en el trabajo, problemas psicosociales y familiares, así como conflictos interpersonales con los compañeros y jefes.

2. Características personales: la confianza excesiva, la actitud de incumplimiento a normas y procedimientos de trabajo establecidos como seguros, los atavismos y creencias erróneas acerca de los accidentes, la irresponsabilidad, la fatiga y la disminución, por cualquier motivo, de la habilidad en el trabajo.

Cabe mencionar que en la experiencia personal el factor de confianza excesiva es un factor de riesgo muy común con los operadores de grúas viajeras, ya que al operarlas en forma continua se da ésta condición, por ejemplo cuando se requiere levantar alguna carga y el operador no utiliza los estrobos adecuados, pero en su lugar usa para el izaje accesorios tales como cables de acero en mal estado o cuerdas que no soportan la carga o de la misma forma tratan en muchos casos de levantar materiales con peso superior al permitido por la capacidad nominal de la grúa o del accesorio, con el clásico si “aguanta” ocasionando por estos actos, accidentes de gran consecuencia que pueden quedar en lo material pero en los más afectan al factor humano.

Los Controles de Seguridad que deben considerarse en los centros de trabajo, son:

A) Controles de Ingeniería:

- Diseño de procesos con seguridad.
- Aislamiento por sistemas cerrados.

B) Controles Administrativos:

- Supervisión.
- Disminución del tiempo de exposición.

C) Equipo de protección personal:

- Zapatos de seguridad, etc.

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y medio Ambiente de Trabajo, establece que los patrones tienen la obligación de proveer el equipo de protección personal

necesario para proteger la inseguridad física, la salud y la vida de los trabajadores; que éstos deben usarlo invariablemente en los casos en que se requiera, y que para su selección, los empleadores deben realizar un análisis de los riesgos a los que aquellos se exponen (artículo 101)

Las Comisiones de Seguridad e Higiene deberán vigilar:

- Que el equipo de protección personal se seleccione de acuerdo con los riesgos a que estarán expuestos los trabajadores.
- Que el equipo sea facilitado siempre que se requiera.
- Que el equipo se mantenga en óptimas condiciones higiénicas y de funcionamiento ;
y
- Que sea utilizado por los trabajadores en forma adecuada y correcta.

Los accidentes de trabajo más frecuentes, son:

- Golpeado por o contra
- Atrapado por o entre

Conceptos básicos de higiene en el trabajo.

Higiene en el trabajo: es la disciplina dirigida al reconocimiento, evaluación y control de los agentes a que están expuestos los trabajadores en su centro laboral y que pueden causar una enfermedad de trabajo. La higiene en el trabajo abarca al trabajador con sus características biopsicosociales, y su relación con el medio ambiente laboral.

Los agentes que pueden producir enfermedades de trabajo, son: Físicos, químicos, biológicos, psicosociales, ergonómicos

Para que los trabajadores puedan ayudar a prevenir las enfermedades, deben:

- a. Vigilar y participar para mantener ordenado y limpio su lugar de trabajo.
- b. Usar adecuadamente el equipo de protección personal.

Cabe destacar lo siguiente en relación con el equipo de protección personal: debe ser adecuado a las características del trabajador y al agente al que está expuesto, considerar que no sustituye a las medidas de control del ambiente de trabajo, ni a la vigilancia médica de la salud de los trabajadores.

Los patrones, trabajadores y la Comisión pueden acudir a diferentes especialistas en la materia, del sector oficial o del privado, para recibir asesoría en la aplicación de la normatividad y de las medidas preventivas.

3.5 Normatividad

Con la finalidad de mantener las bases para la selección, su correcta fabricación, promover la operación y aplicación adecuada de las grúas, así como incentivar la protección del trabajador, la rentabilidad del proceso y su homologación, se han conjuntado internacional y nacionalmente normas y especificaciones que tratan de cubrir la mayor variedad de alternativas posibles, a la vez que proporcionan información a los usuarios, compradores, ingenieros y arquitectos.

La información contenida en el presente apartado se maneja en forma genérica tratando de abarcar lo esencial y resumir en forma parcial lo más relevante de la normatividad aplicada a las grúas, recomendando particularmente a los fabricantes, como especialistas en la aplicación de la normatividad relativa con la fabricación, instalación y operación de grúas.

Según la **Ley Orgánica de la Administración Pública Federal** que rige en nuestro país y de acuerdo al artículo 34 que a la letra dice:

Art. 34.- A la **Secretaría de Comercio y Fomento Industrial** (actualmente **Secretaría de Economía**) corresponde el despacho de los siguientes asuntos: (entre otros)

I. Formular y conducir las políticas generales de industria.....

XII. Normar y registrar la propiedad industrial.....

XIII. Establecer y vigilar las normas de calidad, pesas y medidas necesarias para la actividad comercial; así como las normas y especificaciones industriales;

Por lo que para entender como funciona y está regulado el sistema de normalización en nuestro país, es de vital importancia estudiar y entender la:

Ley Federal Sobre Metrología y Normalización: (entre lo más elemental tenemos:)

Disposiciones generales

Artículo 1

La presente Ley regirá en toda la República y sus disposiciones de orden público e interés social. Su aplicación y vigencia corresponden al Ejecutivo Federal, por conducto de las dependencias de la administración pública federal que tengan competencia en las materias reguladas en este ordenamiento.....

Artículo 2

Esta ley tiene por objeto entre otros:

I. En materia de Metrología:

II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación: (entre otras cosas las siguientes)

a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;

b) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

Artículo 3

Para los efectos de esta ley (entre otras definiciones), se entenderá por:

I. Certificación: procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacionales o internacionales;

IV. A. Evaluación de la conformidad: la determinación del grado de cumplimiento con las normas mexicanas o las normas internacionales.....

IX. Norma mexicana: la que elabore un organismo nacional de normalización o la Secretaría, en los términos de esta ley, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado;

X-A. Norma o lineamiento internacional: la norma, lineamientos o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional;

X. Norma oficial mexicana: la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación;

XVI. Proceso: el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios;

Normalización (Disposiciones generales)

Artículo 38

Corresponde a las dependencias según su ámbito de competencia (entre otros):

- I. Contribuir en la integración del Programa Nacional de Normalización con las propuestas de normas oficiales mexicanas;
- II. Expedir normas oficiales mexicanas en las materias relacionadas con sus atribuciones y determinar su fecha de entrada en vigor;
- V. Certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades cumplan con las normas oficiales mexicanas.

Artículo 39

Corresponde a la Secretaría, además de lo establecido en el artículo anterior:

- II. Codificar las normas oficiales mexicanas por materias y mantener el inventario y la colección de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas, así como de las normas internacionales y de otros países.
- IV. Mantener un registro de organismos nacionales de normalización, de las entidades de acreditación y de las personas acreditadas y aprobadas;
- V. Expedir las normas oficiales mexicanas.....
- X. Coordinar y dirigir los comités y actividades internacionales de normalización y demás temas afines a que se refiere esta Ley;

XI. Fungir como centro de información en materia de normalización y notificar las normas oficiales mexicanas conforme a lo dispuesto en los acuerdos y tratados internacionales de los que los Estados Unidos Mexicanos sea parte, para lo cual las dependencias deberán proporcionarle oportunamente la información necesaria; y

XII. Las demás facultades que confiera la presente Ley y su reglamento.

De las Normas Oficiales Mexicanas y de las Normas Mexicanas

Sección I .De las Normas Oficiales Mexicanas

Artículo 40

Las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad entre otras establecer:

I. Las características y/o especificaciones que deban reunir los productos cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, animal, vegetal, el medio ambiente general y laboral, o para la preservación de recursos naturales;

II. Las características y/o especificaciones de los productos utilizados como materias primas o partes o materiales para la fabricación o ensamble de los productos finales sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, siempre que para cumplir las especificaciones de éstos sean indispensables las de dichas materias primas, partes o materiales;

VII. Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión;

VIII. La nomenclatura, expresiones, abreviaturas, símbolos, diagramas o dibujos que deberán emplearse en el lenguaje técnico industrial, comercial, de servicios o de comunicación;

XVIII. Otras en que se requiera normalizar productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicio de conformidad con otras disposiciones legales, siempre que se observe lo dispuesto por los artículos 45 a 47.

Artículo 41

Las normas oficiales mexicanas deberán contener entre otras las siguientes:

- I. La denominación de la norma y su clave o código, así como las finalidades de la misma conforme al artículo 40;
- II. La identificación del producto, servicio, método, proceso, instalación o, en su caso, del objeto de la norma conforme a lo dispuesto en el artículo precedente;
- III. Las especificaciones y características que correspondan al producto, servicio, proceso, instalación o establecimientos que se establezcan en la norma en razón de su finalidad;
- VI. El grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración;
- VII. La bibliografía que corresponda a la norma;
- VIII. La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias; y

Artículo 43

En la elaboración de las normas oficiales mexicanas participarán; ejerciendo sus respectivas atribuciones, las dependencias a quienes correspondan la regulación o control del producto, servicio, método, proceso o instalación, actividad o materia a normalizarse.

Artículo 44

.....Para la elaboración de normas oficiales mexicanas se deberá revisar si existen otras relacionadas, en cuyo caso se coordinarán las dependencias correspondientes para que se elabore de manera conjunta una sola norma oficial mexicana

por sector o materia. Además, se tomarán en consideración las normas mexicanas y las internacionales.....

Artículo 49

Cuando una norma oficial mexicana obligue al uso de materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías específicas, los destinatarios de las normas pueden solicitar la autorización a la dependencia que hubiere expedido para utilizar o aplicar materiales, equipos, procesos, métodos de prueba, mecanismos, procedimientos o tecnologías alternativas, etc.

Sección II. De las Normas Mexicanas

Artículo 51-A

Las **normas mexicanas son de aplicación voluntaria**, salvo en los casos en que los particulares manifiesten que sus productos, procesos o servicios son conformes con las mismas.....

Capítulo III. De la observancia de las normas

Artículo 52

Todos los productos, procesos, métodos, instalaciones, servicios o actividades **deberán cumplir con las normas oficiales mexicanas.**

Artículo 53

Cuando un producto o servicio deba cumplir una determinada norma oficial mexicana, sus similares a importarse también deberán cumplir las especificaciones establecidas en dicha norma.....

Artículo 54

Las normas mexicanas, constituirán referencia para determinar la calidad de los productos y servicios de que se trate, particularmente para la protección y orientación de los consumidores.

Dichas normas en ningún caso podrán contener especificaciones inferiores a las establecidas en las normas oficiales mexicanas.

Artículo 57

Cuando los productos o los servicios sujetos al cumplimiento de determinada norma oficial mexicana, no reúnan las especificaciones correspondientes, la autoridad competente prohibirá de inmediato su comercialización.....

Capítulo II. De las sanciones

Artículo 112

El incumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones derivadas de ella, será sancionado administrativamente por las dependencias conforme a sus atribuciones y en base a las actas de verificación y dictámenes de laboratorios acreditados que les sean presentados a la dependencia encargada de vigilar el cumplimiento de la norma conforme lo establecido en esta Ley. Sin perjuicio de las sanciones establecidas en otros ordenamientos legales, las sanciones aplicables serán las siguientes:

- I. Multa;
- II. Clausura temporal o definitiva, que podrá ser parcial o total;
- III. Arresto hasta por treinta y seis horas;
- IV. Suspensión o revocación de la autorización, aprobación, o registro y
- V. Suspensión o cancelación del documento donde consten los resultados de la evaluación de la conformidad, así como de la autorización del uso de contraseña y marcas registradas.

Adicionalmente a lo expresado anteriormente también pueden realizarse consultas a la propia Secretaría de Economía en particular a la Dirección General de Normas dependiente de ésta para cualquier asunto relacionado con la normatividad.

Algunas normas internacionales aplicadas a la fabricación y operación de grúas y a sus componentes, son las siguientes.

AISE	Association Of Iron And Steel Engineers
CMAA	Crane Manufacturers Association Of America
FEM	Federation Européenne De La Manutention
DIN	Deutsche Industrie Normen
HIM	Hoist Manufacturers Institute
EOCI	Electric Overhead Crane Institute
AGMA	American Gear Manufacturers
NEC	National Electric Code
AWS	American Welding Society
SAE	Society Of Automotive Engineers
ISO	Internacional Organization for Standardization
NOM-R-100-1997	Norma Oficial Mexicana De Polipastos

CAPITULO 4:

METODOLOGÍA DE SELECCIÓN

4.1 Bases para la elección de grúas viajeras

La adquisición de una grúa viajera representa, para cualquier compañía, una inversión considerable y por lo tanto debe seleccionarse de manera que sea lo más adecuada posible al problema específico por resolver; ya que si se selecciona de mayor capacidad a la realmente requerida o de velocidades muy altas, puede resultar la posible solución a nuestro problema muy costosa y convertirse en una inversión difícil de amortizar; por el contrario, si por economizar se selecciona una grúa de velocidad o capacidad muy limitada o lenta o bien si la selección del equipo recae en un montacargas, en una banda transportadora o en algún otro tipo de grúa y esta determinación no está debidamente soportada, se podría convertir este equipo en un cuello de botella para los procesos de producción, con los mismos resultados negativos antes descritos.

El Objetivo de éste capítulo es de proporcionar al usuario una metodología para determinar que dadas ciertas condiciones y parámetros específicos la grúa viajera es la mejor opción a un problema específico así como la forma de selección de sus componentes principales.

Todo usuario debería dentro del horizonte de planeación de vida útil buscar un equipo cuyo diseño y construcción le permita el manejo de sus materiales y la realización de sus labores en forma segura y eficiente, con la menor inversión inicial y el costo de operación y de mantenimiento más bajo posible, pero sin sacrificar la continuidad de servicio y la seguridad en la operación.

4.2 Selección del equipo

Aun cuando la siguiente metodología, en este caso es ejemplificada para su comprensión a un problema particular experimentado por el tesista, ésta se maneja y aplica de la misma forma en todas las circunstancias en donde tengamos la necesidad de manejar y transportar materiales.

En la fábrica de grúas en México, Morris Material Handling México, SA. De CV donde laboró el tesista, se planteó la necesidad de fabricar un nuevo concepto de cabezales para exportación propuestos por la casa matriz en Milwaukee, WI. USA.

Se desea conocer por la alta dirección en México si es factible y conveniente el nuevo negocio, además es necesario considerar para estar competitivo en precio y tiempo de entrega con nuestros competidores internacionales, la mejora sustancial en el proceso productivo de este producto ya que fabricarlo en la misma forma en que se venía realizando no resultaría una alternativa viable, no podríamos competir por que el tiempo de fabricación por unidad era demasiado largo y por consiguiente costoso, el proceso de fabricación de los cabezales en esa sección era el cuello de botella de la misma producción de las grúas, ya que las placas de acero, tejos de fundición y otros materiales necesarios para los elaboración de cabezales se movían en forma artesanal con ayuda de tortugas, garruchas, manualmente o con la ayuda de grúas y montacargas pero en otras secciones de la fábrica, por lo cual para estar competitivo era necesario tal vez la adquisición de una grúa viajera o de algún equipo auxiliar para que el proceso de recepción, habilitado, corte, ensamble y carga del producto final en esa sección fuese más eficiente, contando con un equipo que auxiliara en el manejo de la materia prima se

reduciría notablemente el tiempo de producción, para esto debemos determinar primero si una grúa viajera es el equipo requerido en comparación con otros productos del mercado.

Especificaciones

Conforme a las necesidades detectadas en el flujo del proceso de fabricación de cabezales tanto estándares como especiales de la figura 4.3, la Tabla 4.1 muestra las especificaciones necesarias/ deseables que el equipo que nos auxilie en el manejo de materiales debe cumplir. Y en la tabla 4.2 se indican las características dimensionales así como se especifican las necesidades y formas de operación de cada uno de los equipos evaluados.

Especificación en el trabajo a realizar		
Especificaciones	Necesario	Deseado
<p>➤ Propósito</p> <p>Manejo de materiales, desde la descarga de materia prima hasta la carga del producto terminado en los camiones para su transporte y entrega final al cliente, con la finalidad de ayudar en la productividad del proceso.</p>	X	
<p>➤ Parámetros</p> <p>Las dimensiones y pesos máximos (A-ancho L-largo D-diámetro P-peso) a manejar de materia prima son:</p> <p>En placa y laminas de acero de A=2.40 mts. x L=6.09 mts. Con un peso de P=4800 kgs.</p> <p>En ángulos, canales, viguetas, Tees etc. de L=18.3 mts Y con un peso de P=5000 kgs</p> <p>En barras de aceros redonda y cuadrada etc. de L=6.09 mts. Y con un peso de P=5000 kgs</p> <p>En tubos mecánicos redondos y cuadrados de D=0.50 mts. x L=12.2 mts.y con un peso de P=3300 kgs</p> <p>Aluminios varios de L=3.6 mts. Y con un peso P=150 kgs (varias piezas)</p> <p>Producto Terminado A=1.2 mts. x L=6.0 mts. Y con un peso de P=2500 kgs.</p>	<p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p>	X

<p>➤ Cantidad de materia prima a manejar Variable en ocasiones piezas completas o más de una y en algunas otras parcialidades de éstas.</p>	X	
<p>➤ Dimensión y características del equipo Se requiere que se ajuste a los criterios de selección</p>	X	
<p>➤ Operación</p> <p>Deberá ser operado por una persona</p> <p>Mantenimiento preventivo no menor a 6 meses</p> <p>Facilidad de ejecutar el mantenimiento tanto correctivo como preventivo sin desplazar el equipo o sus partes fuera de la fábrica.</p> <p>Duración del equipo mínimo 10 años</p>	X X	X X
<p>➤ Uso y apariencia Que exista la facilidad de adicionarle aditamentos o componentes para mejorar su eficiencia y no importa su apariencia.</p>		X
<p>➤ Costo Que cumpla con un estudio de costo-beneficio (ver consideraciones económicas 5.2)</p>	X	
<p>➤ Leyes y Normas Que cumpla con lo aplicable tanto en calidad y operación del producto como con el manejo seguro del personal y equipo.</p>	X	
<p>➤ Materiales y refacciones Los materiales y/o refacciones del equipo que sean de origen nacional deben de ser de fácil adquisición. Para el caso de los que sean de origen extranjero deberá existir un lote de refacciones para su fácil mantenimiento. Que el fabricante o distribuidor del equipo cuente con oficinas en México así como con el personal capacitado técnicamente para la atención del servicio que se requiera.</p>	X	

Tabla 4.1 Especificaciones de diseño.

Características de los equipos

Equipo	Dimensiones	Características de operación
Manejo de materiales		
	<p>Ancho de la banda A = 1.20 mts. Largo de la banda L = 50 mts. Con curvas Potencia del motor eléctrico P = 20 hp Peso máximo a mover por pza. C = 700 kgs. Velocidad V = 9.14 mts./min.</p>	<p>Equipo de fabricación ESPECIAL con un Tiempo de entrega de 10 semanas. Fabricación limitada a las dimensiones especificadas. Requiere de equipo auxiliar para subir y bajar de la banda material pesado. Requiere de área de piso para su instalación y operación. Posible ruta de instalación (ver figura 4.2)</p>
	<p>Capacidad C = 5000 kgs. Levantamiento máximo. H = 4.75 mts. Velocidad V = 22.8 mts./min. Centro de carga CC = 0.61 mts</p>	<p>Equipo de fabricación ESPECIAL con un Tiempo de entrega de 22 semanas. Máximo grado de maniobrabilidad con carga completa 37% Requiere área de piso para su operación y que el ancho del pasillo sea igual al largo de la pieza a transportar. Por estabilidad el centro de gravedad de la pieza a transportar debe quedar por debajo del CC del montacargas.</p>
	<p>Capacidad C = 5000 kgs. Levantamiento máximo. H = 4.75 mts. Velocidad V = 22.8 mts./min. Centro de carga CC = 0.61 mts</p>	<p>Equipo de fabricación ESPECIAL con un Tiempo de entrega de 22 semanas. Máximo grado de maniobrabilidad con carga completa 37% Requiere área de piso para su operación y que el ancho del pasillo sea igual al largo de la pieza a transportar Opera con gasolina o gas. Por estabilidad el centro de gravedad de la pieza a transportar debe quedar por debajo del CC del montacargas.</p>

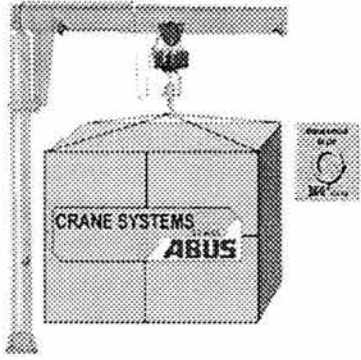
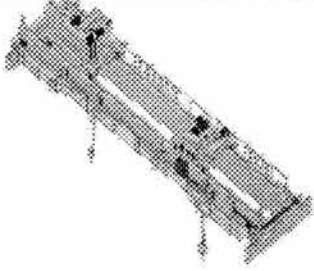
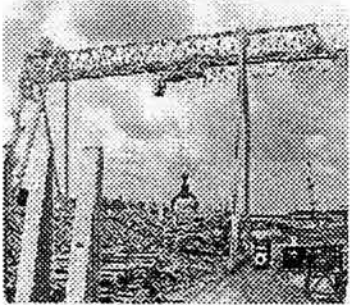
	<p>Capacidad $C = 5000$ kgs Velocidad $V =$ manual Largo máximo del brazo $L = 5.0$ mts Levantamiento máxima $A = 4.0$ mts.</p>	<p>Equipo de fabricación ESPECIAL con un tiempo de entrega de 12 semanas. Tiene un rango máximo de operación de 10 mts. Como trabajan sobre un eje y no tienen desplazamiento se requiere de equipo auxiliar para mover la carga fuera del alcance de su brazo.</p>
	<p>Capacidad $C = 5000$ kgs. Velocidad $V = 35$ mts./min. Levantamiento $H = 8.0$ mts.</p>	<p>Equipo de fabricación ESTANDAR con un tiempo de entrega de 6 semanas. No requiere de equipo auxiliar para su operación. Su operación es aérea por lo que no requiere espacio del área de producción. Su operación puede ser en interior o exterior.</p>
	<p>Capacidad $C = 5000$ kgs. Velocidad $V = 35$ mts./min. Levantamiento $H = 8.0$ mts.</p>	<p>Equipo de fabricación ESTANDAR con un tiempo de entrega de 6 semanas. No requiere de equipo auxiliar para su operación. Su operación es aérea pero requiere de un espacio lateral libre en ambos largos del área de producción de aprox. 0.60 mts. Para poder circular las piernas laterales. Su operación puede ser en interior o exterior.</p>

Tabla 4.2 Características dimensionales y de operación de los equipos evaluados.

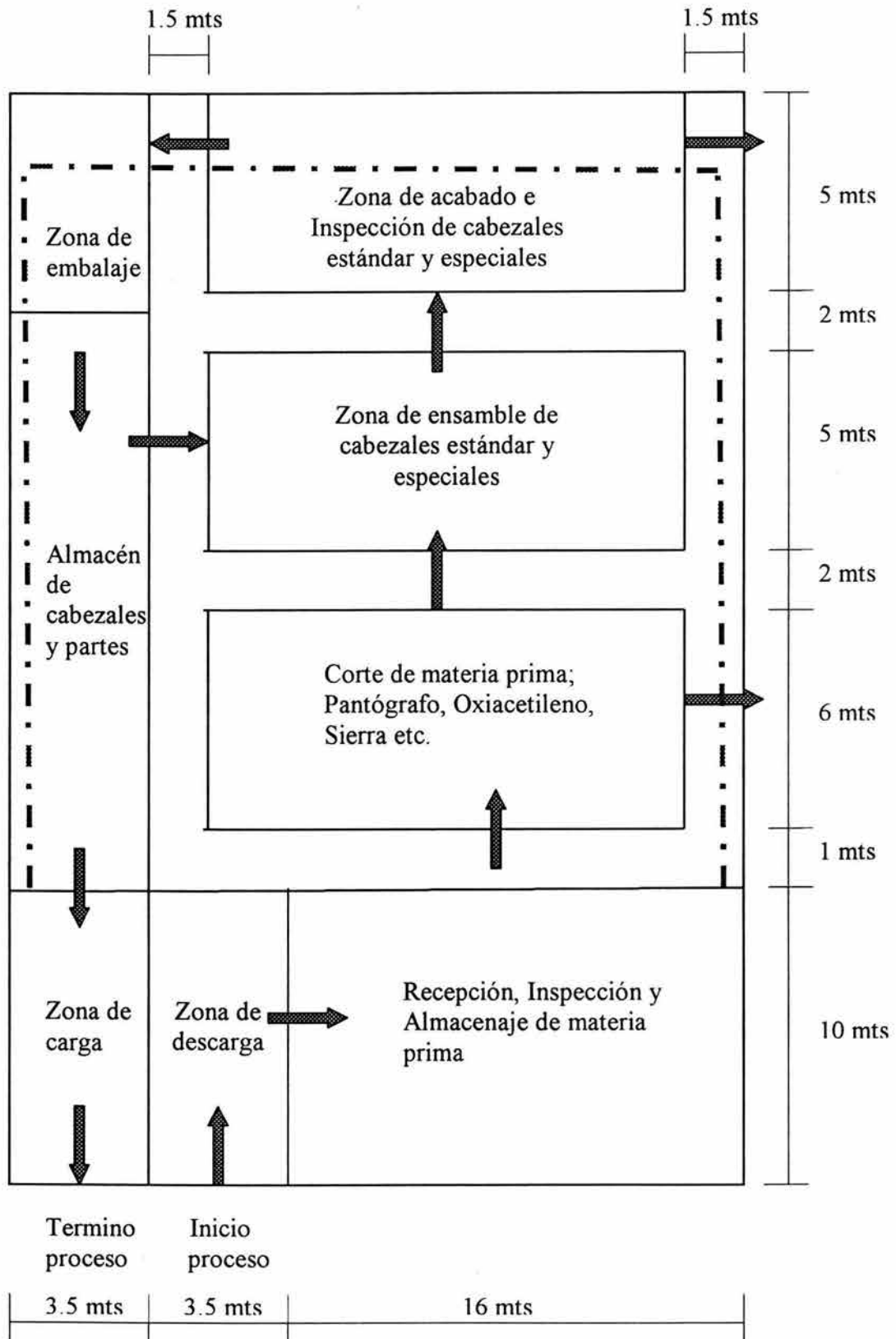


Figura 4.3 Croquis del área de trabajo del proceso de fabricación de cabezales

Criterios para la selección del equipo.

Para seleccionar el equipo más adecuado a nuestras necesidades y ya dadas las especificaciones de diseño que debemos cumplir y las características de los equipos que se están evaluando, se deben tomar en cuenta finalmente los siguientes criterios de selección, a cada uno de los cuales se asigna una escala de calificaciones ponderada que nos arroja valores finales de selección, teniendo como valor máximo 54 puntos, de los cuales para ejemplificar, en el primer criterio se asigna un valor de 3 puntos a la posibilidad de que el equipo a seleccionar maneje el 100 % de la carga sin ayuda de otro equipo ya que este hecho debe representar una gran ventaja en la decisión final, por que significa que no requerimos de alguna adición a nuestra inversión inicial y así en todos los demás criterios se les asigna como máximo el valor de 3 puntos a cada una de las mejores alternativas, valores de 2 y 1 a condiciones menos favorables y por último el valor de 0 a la que no agrega ningún valor. Por lo que tenemos lo siguiente:

- Posibilidad de ejecutar el trabajo

Se refiere a la factibilidad de cumplir al 100% con el movimiento de la materia prima y producto terminado sin requerir equipo adicional (solo necesitando accesorios) en base a las especificaciones y características de cada equipo y cumpliendo con normas de seguridad, de acuerdo con lo siguiente.

3 Poder mover entre 95 y 100% de la carga (en la parcialidad debe estar considerada la carga grande)

2 Poder mover entre el 80 y 95 % de la carga.

1 Poder mover entre 75 y 80 % de la carga.

0 Poder mover menos del 75%.

- Desplazamiento por el área

Se refiere a la posibilidad de mover libremente los materiales por toda el área de trabajo, sin alterar o modificar el área existente, sin requerir equipo adicional al elegido y sin atrasar el proceso de fabricación (Figura 4.2) de acuerdo a:

3 Sin requerir equipo adicional (solo necesita accesorios), mover el 100% de la carga al 100% de las especificaciones de diseño del equipo, con seguridad y a cualquier parte requerida.

2 Sin requerir equipo adicional (solo necesitar accesorios), mover el 100% de la carga entre el 85 y 95% de las especificaciones de diseño del equipo, relativamente seguro y a cualquier parte requerida.

1 Mover hasta el 90% de la carga con auxilio de equipo adicional pero existente, con o fuera de especificaciones de diseño, relativamente seguro y a cualquier parte requerida.

0 Mover menos del 90% y cumplir parcialmente con lo anterior y sin seguridad.

- Izaje requerido

Se refiere a la posibilidad de bajar o levantar la carga lo suficiente como para; descargar la materia prima desde el camión donde se recibe hasta piso o estibarla, poder levantar y librar; cercas de alambre, maquinaria u otro equipo anclado al piso. Poder auxiliar en el proceso levantando la carga y posicionarla para corte, ensamble, acabado o embalaje final, poder estibar producto terminado, poder levantar producto terminado para cargar en camión de transporte.

3 Poder; descargar de camión, librar o auxiliar levantando la carga en cualquier trayectoria del proceso, cargar camión.

2 Cumplir con 2 de los 3 requerimientos anteriores.

1 Cumplir con 1 de 3.

0 No cumplir con ninguno.

- Velocidad requerida

Se refiere al traslado de la carga de un punto a otro sin interrupción y considerando como variable la velocidad de diseño del equipo.

3 Mover el 100% de la carga con el 100% de la velocidad de diseño del equipo.

2 Mover el 100% de la carga entre el 80 o 90% de la velocidad de diseño.

1 Mover hasta el 90% de la carga con el 100% la velocidad de diseño.

0 Mover menos del 90% de la carga entre el 80 o 90% de la velocidad de diseño.

- Área de trabajo libre

Se refiere al porcentaje de utilización del equipo de área disponible para producción o pasillos (figura 4.2) en forma permanente y/o con carga y en movimiento.

3 100% libre el área productiva.

2 Libre 98% del área productiva.

1 Área productiva libre más del 90% pero menos del 98%.

0 Área productiva libre menos del 90%

- Baja contaminación

La fábrica se encuentra en medio de una zona urbana, en donde es importante que los niveles de contaminación tanto por productos tóxicos emitidos al medio ambiente como por ruido generado sean lo más bajo posibles.

3 Niveles de emisión de tóxicos al medio ambiente y ruido son bajos.

2 Uno de los dos contaminantes tiene nivel alto y el otro bajo pero ambos permisibles.

1 Los dos tienen nivel alto pero permisible.

0 Uno o los dos tienen niveles altos de contaminación no permisibles.

- Control remoto

Es la posibilidad de que el equipo sea operado en forma semiautomática o automática y a distancia, ya que como se manejan materiales de grandes dimensiones y pesos estos pueden resultar en sus maniobras de peligro al operador y a otros trabajadores.

3 Con posibilidad de operar en forma semiautomática o automática y a distancia.

2 Con posibilidad de operar en forma semiautomática o automática pero no a distancia.

1 No opera en forma semiautomática o automática pero si a distancia.

0 No opera en forma semiautomática o automática ni a distancia.

- Obstrucción en piso

Esto se refiere a la posibilidad de obstruir en cualquier momento o de manera permanente en forma parcial o total una o varias secciones del área productiva o del paso peatonal con el equipo.

3 No obstruye ninguna sección.

2 Obstruye parcialmente y en forma temporal una o más secciones.

1 Obstruye totalmente y en forma temporal una o más secciones.

0 Obstruye parcial o totalmente y en forma definitiva una o mas secciones.

- Confiabilidad

Nos indica el porcentaje de aceptación que tiene el equipo para operar al 100% tanto con carga completa media carga como sin carga, la posibilidad de manejar el 100% de los materiales así como la factibilidad de mover los materiales con prontitud y apegándose a las condiciones de diseño del equipo sin requerir maniobras, condiciones o equipo adicional o especial.

3 Alto grado de confiabilidad en la operación y manejo del 100% de los materiales.

2 Alto grado de confiabilidad en la operación y manejo parcial de los materiales.

1 Confiabilidad parcial en la operación y manejo parcial de los materiales.

0 Poca o ninguna confiabilidad en la operación y manejo parcial de los materiales.

- Seguridad

Es el grado de seguridad que tiene el personal en la operación del equipo así como del que de una u otra forma esta vinculado con la misma y de la seguridad de la mercancía.

Cabe mencionar que para el manejo de los materiales especificados, por sus grandes dimensiones y pesos los operarios del equipo requieren capacitación y el 100% de la atención y concentración de éste.

3 No existe ningún riesgo o éste es mínimo para el personal o para la mercancía.

2 No existe riesgo para el personal pero si cierto riesgo para la mercancía.

1 Existe cierto riesgo tanto personal como para la mercancía.

0 Existe mucho riesgo para personal y/o mercancía.

- Costo

El mejor costo significa el del equipo que cumpliendo con la selección tenga el menor precio de venta así como el menor gasto de operación y mantenimiento y la disponibilidad necesaria en refacciones y personal especializado para mantenimiento.

3 Costo del equipo menor a USD 40,000.00 disponibilidad de refacciones y personal y bajo costo de operación.

2 Costo del equipo mayor a USD 40,000.00 pero menor a USD 50,000.00 disponibilidad de refacciones y personal y bajo costo de operación.

1 Costo del equipo mayor a USD 50,000.00 pero menor a USD 60,000.00 disponibilidad de refacciones y personal y bajo costo de operación.

0 Costo del equipo mayor a USD 60,000.00 disponibilidad de refacciones y personal y bajo costo de operación.

- Entrenamiento especializado

Esto significa la inversión en tiempo y en capacitación que hay que emplear en el personal para poder operar con confiabilidad y seguridad el equipo que nos auxiliará en el manejo de los materiales.

3 Por la simplicidad en la operación del equipo el personal requiere capacitación mínima.

2 Requiere capacitación sin certificación.

1 Requiere capacitación con certificación por única vez.

0 Requiere capacitación con certificación permanente.

- Movimiento en las tres direcciones

Ubicada la carga en un lugar en el espacio, la factibilidad de moverla en las 3 direcciones posibles.

3 Posibilidad de moverse en las tres direcciones sin ayuda de equipo auxiliar (solo accesorios).

2 Posibilidad de mover la carga en dos direcciones sin ayuda de equipo auxiliar.

1 Posibilidad de mover la carga en las tres direcciones pero con ayuda de equipo auxiliar.

0 Posibilidad de mover la carga en una dirección.

- Mayor área de desplazamiento

Significa la posibilidad de desplazarse en el 100% del área disponible al proceso y al servicio.

3 Desplazarse por el 100% del área.

2 Desplazarse por el 80% del área.

1 Desplazarse por el 60 % del área

0 Desplazarse por menos del 50 % del área.

- Mayor cobertura de trabajo

Este caso implica la posibilidad de moverse y acceder con o sin carga en forma tridimensional a cualquier punto del área de producción o servicio.

3 Cubrir entre el 95 y 100% el área productiva y de servicio.

2 Cubrir entre el 80 y 90% el área productiva y de servicio.

1 Cubrir entre el 60 y 75% el área productiva y de servicio.

0 Cubrir el 50 % o menos del área productiva y de servicio.

- Se requiere piso terminado

Se refiere a la habilidad que tiene el equipo de operar sobre el piso de la planta y de hacerlo con seguridad y en apego a sus condiciones de diseño así como el requerimiento mínimo de la calidad y tipo de este.

3 No requiere de calidad ni acabado en el piso de la planta.

2 Requiere solo de piso aplanado.

1 Requiere de piso de cemento.

0 Requiere de piso de cemento y pulido.

- Uso intemperie

Se refiere a la posibilidad de trabajo del equipo en condiciones de intemperie o sea sin techo que lo cubra de las condiciones atmosféricas.

3 Posibilidad de trabajar al 100% en intemperie

2 Posibilidad de trabajar al 100% solo bajo ciertas condiciones climáticas.

1 Posibilidad de trabajar parcialmente en intemperie

0 Nula posibilidad de trabajo a la intemperie.

- Capacidad adecuada

Significa que el equipo a evaluar cumpla al 100% con la capacidad, velocidad, izaje, máximo grado de movimiento y con las demás especificaciones técnicas requeridas.

3 Cumple con los requerimientos de capacidad, velocidad, izaje y movimiento.

2 Cumple con tres de ellos.

1 Cumple solo con dos.

0 Cumple solo con uno o no cumple con ninguno.

Matriz de decisión.

Finalmente dados ya todos los parámetros, como especificaciones de diseño y del proceso, características dimensionales y de operación de los equipos, croquis del área de trabajo, así como de los diferentes criterios de selección dados para ésta metodología, procederemos en base a estos últimos evaluando uno a uno, con el llenado de la matriz de decisión (tabla 4.4) en la cual tendremos al final la maquinaria elegida para auxiliarnos con el manejo de los materiales en nuestras instalaciones, en base aquella que alcance el mayor valor porcentual de calificación ponderada a la máxima posible alcanzada por un equipo ideal.

Equipo a elegir Necesidades del negocio	Banda Transportadora	Montacargas Eléctrico	Montacargas de Gasolina	Grúa Bandera	Grúa Viajera	Grúa Portal
Posibilidad de ejecutar el trabajo	2	2	2	0	3	3
Desplazamiento por el area	1	2	2	1	3	3
Izaje requerido	0	3	3	2	3	3
Velocidad requerida	1	1	1	0	3	3
Area de trabajo libre	0	2	2	2	3	1
Baja contaminación	3	3	1	3	3	3
Control remoto	3	0	0	1	3	3
Obstrucción en piso	0	1	1	0	3	0
Confiabilidad	2	1	1	2	3	3
Seguridad	3	1	1	1	1	1
Costo	2	1	0	3	2	0
Entrenamiento especializado	3	1	1	1	0	0
Movimiento en tres direcciones	1	3	3	1	3	3
Mayor area de desplazamiento	1	2	2	0	2	1
Mayor cobertura de trabajo	0	1	1	0	2	1
Se requiere piso terminado	1	0	0	3	3	1
Uso intemperie	1	1	1	3	3	3
Capacidad adecuada	1	3	3	1	3	3
Suma	25	28	25	24	46	35
Porcentaje respecto del ideal	46.3%	51.8%	46.3%	44.4%	85.2%	64.8%

4.4 Matriz de decisión

Mejor equipo para atender las necesidades anteriores: Grúa viajera, con 46 puntos equivalentes con el cumplimiento del 85.2% de los requisitos de un equipo ideal.

4.3 Implicación de una correcta selección de grúa viajera.

Ya decidido que la grúa viajera es la mejor opción, y considerando que estas son un traje a la medida, la mejor forma de tener la más adecuada a nuestras necesidades es asesorarse con gente capacitada en el ramo o bien con los fabricantes de grúas que por sus seriedad, honradez y prestigio merezcan confianza. Sin embargo, para poder obtener esa ayuda es necesario que el usuario defina, con la mayor exactitud y realismo posible las necesidades a resolver.

Existen muy diversas formas para manejar la información necesaria para seleccionar una grúa viajera y es muy posible que cada fabricante o asesor tenga sus propios sistemas para este fin. Sin embargo e independientemente del método usado existen aspectos básicos a considerar para seleccionar una grúa y son los que se exponen en este capítulo.

Para facilitar la selección de grúas se han establecido varias clasificaciones, cuyas características principales influyen en el diseño de todos y cada uno de sus componentes, desde el gancho hasta la cabina del operador, incluyendo motores, tableros de control, interruptores límites, tomacorrientes y alimentadores.

Además del aspecto dimensional y condiciones ambientales, básicamente una grúa se diseña y fabrica para manejar una carga máxima determinada, la cual se conoce como “capacidad de la grúa” así como para cumplir un ciclo predeterminado de operación. Esto da por resultado que sus componentes deben seleccionarse para una vida útil cuyo valor se determina en función del número de levantamientos de la carga por cada hora de trabajo; también influye el número de turnos por día, el número de días por

semana y el número de semanas por año que se considera debe trabajar la grúa para cumplir con una producción determinada y previamente establecida.

También existe la experiencia de que una grúa, durante su operación normal, no trabaja siempre a plena capacidad; sino que maneja una gama bastante amplia de cargas cuyo peso es menor que el de su capacidad. Este aspecto debe también considerarse para la clasificación y selección de una grúa.

Esto significa que para una misma capacidad, se requerirá una grúa diferente, dependiendo del ciclo de operación con el que deba cumplir; lo que se conoce con el nombre de “tipo de servicio”

4.4 Variables principales en la toma de decisiones para la elección de una grúa viajera.

Siempre que se trata de seleccionar una máquina o equipo es necesario conocer los factores o variables más importantes por considerar, ya que de ello depende en gran parte que la adquisición del mismo se convierta en una inversión productiva o en un gasto para la compra de problemas.

En relación con las grúas, las variables más importantes a considerar para su selección son las siguientes:

- ✓ Tipo de grúa (tipo de construcción que más conviene)
- ✓ Capacidad, claro e izaje.
- ✓ Clase de servicio.
- ✓ Medio ambiente en el que va a operar.
- ✓ Velocidades de operación.
- ✓ Selección del polipasto a utilizar.

✓ Equipo opcional.

✓ **Tipo de Grúa.-** (tipo de construcción que más conviene). La determinación del tipo de grúa por usar, depende en gran parte del resultado del estudio y análisis integral de las necesidades a resolver con la grúa, así como las instalaciones y el local mismo donde se va a usar, pues la decisión debe ser tal, que dentro de un costo realista y económico se obtenga el óptimo resultado de ese conjunto, que al operar como un todo permita cumplir con los objetivos previstos tanto en cantidad como en calidad y costo. Sin embargo, la mayor parte de las veces ese estudio no se realiza en conjunto sino por separado o bien se piensa en la grúa una vez resuelto el diseño del local y sus instalaciones y muchas veces ya construido. Bajo esta base la selección del tipo de construcción de la grúa debe hacerse buscando que su construcción signifique el mínimo de modificaciones al local, pero que siempre cumpla satisfactoriamente con el trabajo a desarrollar.

✓ **Capacidad.-** Partiendo de la base de que una grúa no debe nunca operar con cargas cuyos valores sean mayores al de su capacidad, es necesario analizar el peso máximo por manejar, independientemente del número de veces en función tiempo que este peso se va a manejar y esa será la capacidad de la grúa. Al determinar la capacidad de la grúa, es conveniente pensar en ampliaciones futuras, pues es muy probable que a la larga sea más económico adquirir la grúa con capacidad para la carga futura que para la carga actual o bien solicitar el puente de la grúa con capacidad para la carga futura y el carro para la carga actual, pues siempre será más económico cambiar únicamente el carro, que toda la grúa y las instalaciones necesarias para su buen funcionamiento.

Recordando que el seleccionar una grúa de mayor capacidad puede resultar más costoso y convertirse en una inversión difícil de amortizar o si la capacidad es muy limitada o baja, se convertirá en un cuello de botella con los mismos resultados negativos.

✓ **Claro.-** La selección de la medida del claro en una grúa es de trascendental importancia, pues su buen funcionamiento depende básicamente de la exactitud de esta medida (ver tabla ⁵⁾ de tolerancias 4.7). La medida del claro, puede en un momento dado influir en el tipo de construcción de la grúa o bien en la selección del tipo de sistema de transmisión del puente. Una vez construida la grúa o las traveses del ensamble del puente de la misma, esta medida no se puede modificar sin hacer cambios en el diseño de las traveses y la mayoría de las veces significa modificaciones fundamentales tanto en el diseño como en la construcción de dichas traveses. A mayor claro el costo de la grúa aumenta.

✓ **Izaje.-** la selección de la medida del levantamiento en una grúa es fundamental para que cumpla correctamente con el trabajo por efectuar ya que esta medida determina la altura máxima a que se puede levantar la carga sin afectar la seguridad en la operación de la grúa. Esta medida afecta el diseño y construcción del sistema de elevación y por lo tanto, cualquier cambio en la misma daría como resultado el tener que modificar el diseño y construcción de dicho sistema, ya sea en alguna de sus partes o bien en todo el conjunto. A mayor levantamiento el costo de la grúa aumenta.

La capacidad, el claro y el levantamiento de la grúa afectan también al diseño y tipo de construcción del edificio destinado para operar la grúa y por tanto su

determinación debe ser acorde con las necesidades reales, sin dejar de prever las necesidades futuras.

✓ **Clase de servicio.-** El tipo de servicio debe seleccionarse en base al ciclo de operación que tiene que desarrollar la grúa para cumplir con su función. Para esta selección conviene usar la clasificación estándar de grúas en función de la clase de servicio, la cual está definida en las normas que usen como referencia para la selección de la grúa.

La clase de servicio a que va a ser destinada la grúa es determinante en el tipo de su construcción así como en la robustez con que haya que construirla; todo lo cual afecta directamente el costo de la grúa en forma bastante desproporcionada en relación a su capacidad; el costo de la grúa se incrementa en forma notoria conforme aumenta el grado de severidad del servicio. Sin embargo, si la severidad del servicio a que opera la grúa es mayor que para el que fue construida, la vida útil de la grúa disminuye grandemente así como aumentan los problemas de mantenimiento y pérdidas en producción por concepto de interrupciones en el servicio de la grúa. En estas condiciones desfavorables el costo del mantenimiento y las pérdidas por producción llegan a ser tan altos que pudiera ameritar el cambio de la grúa y de ahí la importancia de analizar el ciclo de operación con el mayor cuidado posible para seleccionar la grúa adecuada a la clase de servicio y obtener el mayor rendimiento de la misma a un precio económico.

El análisis del ciclo de operación juega un papel muy importante en la determinación de las velocidades de operación de la grúa.

✓ **Medio ambiente en el que va a operar.-** Las características del medio ambiente en que va a operar la grúa son determinantes para la selección del equipo por

usar para integrarla, así como las protecciones con que debe contar la grúa, tanto para su buen funcionamiento como para su operación con seguridad.

Para la selección de grúas conforme al medio ambiente, conviene usar la clasificación estándar de grúas, según el medio ambiente descrito posteriormente.

Las condiciones del medio ambiente en que va a operar la grúa afectan no sólo a la selección del equipo y diseño de la misma, sino que van íntimamente ligadas a los procesos de fabricación y rigidez en el control de calidad, a tal grado, que no cualquier fabricante está en condiciones de fabricarlas por falta de facilidades, personal especializado y altamente calificado para este fin.

Lógicamente entre mayor riesgo represente para el equipo y para la operación de la grúa la presencia predominante de determinadas sustancias en la atmósfera del medio ambiente en donde va a operar, su costo será mayor para una misma capacidad.

✓ **Velocidades de operación.-** La selección de las velocidades de operación para los diferentes movimientos de la grúa es determinante en el precio de la misma. Así como para el cumplimiento. En el tiempo previsto del trabajo por realizar.

Con objeto de no excederse en los valores seleccionados para la operación de los diferentes movimientos de la grúa, es indispensable realizar un análisis cuidadoso de las operaciones que debe hacer la grúa y el tiempo en que debe realizarlas, para poder cumplir con el trabajo necesario, a fin de cubrir las necesidades de un proceso productivo. Esto significa, en pocas palabras, analizar adecuadamente el ciclo de operación que debe cumplir la grúa.

Es conveniente recordar que, a mayor velocidad, se requieren motores más grandes y por lo tanto los tableros de control, frenos, reductores de velocidad y demás

accesorios mecánicos y eléctricos deben ser de mayor capacidad, para estar acordes a la potencia del motor, así como debe haber mayor rigidez en los elementos estructurales.

Esto se traduce en un incremento del costo de la grúa, ya que el precio del equipo aumenta desproporcionadamente con la mayor potencia en el motor.

La selección de las velocidades de operación son aún más importantes cuando la grúa va a intervenir en algún proceso de producción, pues en caso de seleccionarse velocidades bajas, la grúa puede llegar a producir un cuello de botella; por el contrario, si la velocidad seleccionada es muy alta, el costo de la grúa aumenta en forma considerable.

Existen casos en que, por el tipo de trabajo a desarrollar, es prácticamente imposible establecer un ciclo de trabajo definido y por lo tanto su análisis, para la determinación del valor de las velocidades de operación; en estos casos es conveniente recurrir a la experiencia del fabricante.

Si bien las grúas pueden diseñarse y construirse para operar a una velocidad específica, es más económico seleccionar, siempre que sea posible, las velocidades estándar que proporciona el fabricante, de esta forma se evita el tener que hacer diseños y fabricaciones especiales, y el encarecimiento del producto, ya que el uso de los equipos estándar es considerablemente más económico, por ejemplo, los fabricantes de grúas obtienen mejores precios de los fabricantes de los componentes y sus accesorios cuando adquieren este tipo de productos y además tienen todo ya diseñado y disponible en la ingeniería y fabricación de los productos estándar, se disponen de grandes volúmenes de stock de estos componentes y como son adquiridos en grandes cantidades, los costos indirectos se abaten considerablemente y las materias primas normalmente se obtienen a tiempo.

Un procedimiento muy usual para definir las velocidades de operación de una grúa consiste en aprovechar experiencias vividas en plantas con procesos iguales o similares procurando siempre comprobarlos con el problema específico por resolver, teniendo también en consideración aplicar factores y parámetros para la mejora de estas experiencias.

Con el objeto de auxiliar tanto al usuario como al personal encargado de seleccionar grúas, se incluyen las tablas ^{3) 4)} No. 4.5 y 4.6 cuyos datos deben ser usados como una guía para la selección de los diferentes movimientos de la grúa.

Las tablas No. 4.5 y 4.6 contienen valores de velocidades para operación de grúas, recomendados con base en la experiencia tenida en la fabricación y aplicación de grúas de diferentes capacidades. En esta tabla, las velocidades lentas se pueden recomendar para aplicarse en aquellas grúas comprendidas entre las clases A1, A2 y B; las velocidades medias para aquellas grúas comprendidas en la clase C, las velocidades altas, para las comprendidas en las clases D y E. Los datos contenidos en las tablas No. 4.5 y 4.6 no se deben considerar como definitivos, sino como una referencia para selección, ya que se pueden variar de acuerdo con: la estandarización o criterio del fabricante, el tipo de control o bien la decisión del usuario. En caso de que la grúa, por necesidades del trabajo a desarrollar lleve gancho auxiliar, su velocidad se puede estimar en un valor de 4 a 5 veces mayor de la velocidad del gancho principal, siempre y cuando su capacidad se reduzca de un 20% a un 25% de la del gancho principal.

Tabla No. 4.5

Velocidades recomendables para grúas operadas desde el piso por estaciones de botones en m/min

Capacidad En Tons.	Gancho			Carro			Punte		
	Lenta	Media	Alta	Lenta	Media	Alta	Lenta	Media	Alta
3	5	11	14	15	24	38	15	35	53
5	5	8	12	15	24	38	15	35	53
7.5	4	8	11.5	15	24	38	15	35	53
10	4	6	11.5	15	24	38	15	35	53
15	4	6	10	15	24	38	15	35	53
20	3	5	10	15	24	38	15	35	53
25	2.5	4	9	15	24	38	15	35	53
30	2	4	9	15	24	38	15	35	46
35	2	4	8	15	24	38	15	35	46
40	2	4	8	12	21	31	12	31	16
50	1.5	3	6	12	21	31	12	31	16
60	1.5	3	6	12	21	31	12	23	38
75	1	3	4.5	12	21	31	10	23	38
100	1	2.5	4	10	21	24	8	15	31
150	1	2	3	8	21	24	8	15	31

³⁾Fuente norma CMAA

Nota: Para la selección de las velocidades debe tomarse en consideración lo siguiente:

1. Para la velocidad del puente, la longitud de la nave o recorrido del puente.
2. Para la velocidad del carro, el claro de la grúa y la distancia promedio por viajar.
3. Las necesidades por cumplir en el trabajo por ejecutar.

Tabla No. 4.6

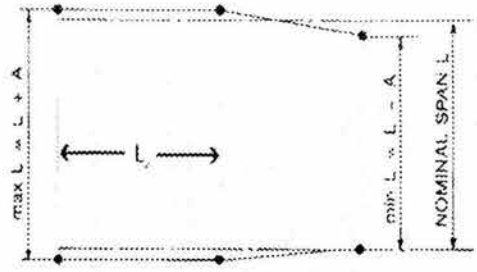
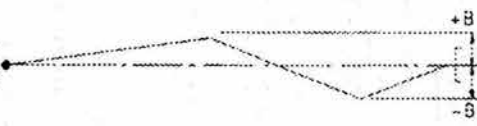


Velocidades recomendables para grúas operadas desde cabina en m/min

Capacidad En Tons.	Gancho			Carro			Punte		
	Lenta	Media	Alta	Lenta	Media	Alta	Lenta	Media	Alta
3	5	11	14	38	46	61	61	91.5	122
5	5	8	12	38	46	61	61	91.5	122
7.5	4	8	11.5	38	46	61	61	91.5	122
10	4	6	11.5	38	46	61	61	91.5	122
15	4	6	10	38	46	61	61	91.5	122
20	3	5	10	38	46	61	61	91.5	122
25	2.5	4	9	31	46	53	61	91.5	122
30	2	4	9	31	38	53	46	76	107
35	2	4	8	31	38	46	46	76	107
40	2	4	8	31	38	46	46	76	107
50	1.5	3	6	23	38	46	30.5	61	91.5
60	1.5	3	6	23	30.5	46	30.5	61	91.5
75	1	3	4.5	15	30.5	38	23	46	61
100	1	2.5	4	15	30.5	38	15	30.5	46
150	1	2	3	9	23	30.5	15	23	30.5

⁴⁾Fuente norma CMAA

Nota: Para la selección de las velocidades debe tomarse en consideración lo siguiente:

1. Para la velocidad del punte, la longitud de la nave o el recorrido del punte.
2. Para la velocidad del carro, el claro de la grúa y la distancia promedio por viajar.
3. las necesidades por cumplir en el trabajo por ejecutar.

ITEM	FIGURE	OVERALL TOLERANCE	MAXIMUM RATE OF CHANGE
CRANE SPAN (L)		$L \leq 50'$ $A = \pm \frac{3}{16}"$ $L > 50' \leq 100'$ $A = \pm \frac{1}{4}"$ $L > 100'$ $A = \pm \frac{3}{8}"$	$\frac{1}{4}"$ IN 20'-0"
STRAIGHTNESS (B)		$B = \pm \frac{3}{8}"$	$\frac{1}{4}"$ IN 20'-0"
ELEVATION (C)		$C = \pm \frac{3}{8}"$	$\frac{1}{4}"$ IN 20'-0"
RAIL-TO-RAIL ELEVATION (D)		$L \leq 50'$ $D = \pm \frac{3}{16}"$ $L > 50' \leq 100'$ $D = \pm \frac{1}{4}"$ $L > 100'$ $D = \pm \frac{3}{8}"$	$\frac{1}{4}"$ IN 20'-0"

5) Fuente norma CMAA Tabla No. 4.7 de tolerancias

✓ Selección de polipastos:

Dado que el 85% del total de las grúas para manejar las cargas están equipadas con polipasto en vez de carro con malacate abierto y que éstos en determinadas circunstancias son el elemento más importante por su costo y operación de éstas o bien que el propio polipasto por si solo puede ser una posible solución para el manejo de materiales. He ahí el porque se considera una variable muy importante en la selección de una grúa.

Los aspectos más importantes que hay que considerar para la selección de un polipasto son los siguientes:

Parámetros	Condiciones a considerar
Capacidad	El peso que tienen las cargas que manejará el polipasto
Levantamiento	La altura que tendrá que ser levantada la carga
Altura del local	Habrà que considerar si es suficiente un polipasto para altura estándar, o es necesario uno especial para alturas limitadas
Montaje	En este aspecto hay que considerar según el montaje que tipo funcionaria mejor, fijo, de base o de pared, o tal vez se requiera un polipasto con carro operado manualmente o con motor.
Control	Se puede hacer el trabajo con una sola velocidad de levantamiento, o se requiere un control de velocidad de 2 velocidades o más sofisticado?

Además para la selección el polipasto adecuado, existen algunos otros factores básicos de servicio que deben tomarse en cuenta. Solamente cuando todos estos factores se han analizado debidamente, se podrá esta seguro de haber seleccionado el polipasto correcto.

Los polipastos están fabricados tanto de componentes mecánicos como eléctricos. Los seis factores de servicio más importantes que afectan la vida mecánica y eléctrica de estos, son:

Distribución de cargas.- Esto es, la proporción real de cargas (parciales o totales) que el equipo y sus accesorios deben manejar. Generalmente se expresa en porcentaje (%) de la capacidad nominal y se conoce como carga media efectiva. Tiene un efecto apreciable en

la vida de los engranes y rodamientos cuya vida varía según una función cúbica de la carga; esto significa que un polipasto de 10 ton. Operado con una carga media efectiva de 5 ton. (50%), tendrá una vida de sus rodamientos ocho veces mayor que el mismo polipasto con una carga media efectiva de 10 ton. (100%).

Tiempo de operación.- Es el tiempo total que funciona el polipasto por hora. Se calcula dividiendo el recorrido total del gancho (en subida y en bajada) entre la velocidad. Los polipastos que tienen un tiempo largo de operación, están sometidos a un trabajo más severo que los que tienen un tiempo menor, ya que éstos efectúan levantamientos más cortos y su uso es menos frecuente

Distribución del trabajo.- Si el trabajo se distribuye uniformemente a lo largo de todo el tiempo de operación, algunos componentes presentarán problemas diferentes a los que ocurrirían si el trabajo se concentrara en un intervalo menor de tiempo. Las variaciones de la distribución del trabajo, en función del tiempo, generalmente tienen poco efecto sobre la vida de los componentes mecánicos, pero mucho mayor efecto sobre la vida de los componentes eléctricos, tales como motores, frenos y controles, por ejemplo: un motor diseñado para operar durante 15 minutos y descansar 45 minutos en un turno de ocho horas, no puede operar continuamente 2 horas y descansar luego 6 horas.

Arranques y paros.-El número de arranques y frenados tiene un efecto directo sobre los dispositivos electromecánicos, tales como contactores, solenoides, frenos, etc. Los polipastos utilizados en trabajos que requieren muchas operaciones de paros y arranques, requieren una selección diferente a los que no trabajan así.

Bajadas Constantes.-Provocan aumentos de temperatura en los dispositivos que controlan la bajada de la carga. Si una operación consiste en bajar cargas desde una altura

considerable (más de 15 mts.) el calor generado por la fricción en los frenos, puede transmitirse a la caja del reductor de velocidad y además es posible que cause fallas prematuras.

Condiciones ambientales especiales.-Las altas temperaturas, el polvo, la humedad, los medios corrosivos o cualquier otra condición ambiental especial, requiere mayor atención al seleccionar el polipasto. Este generalmente se diseña para operar a temperaturas entre 5 °C y 38 °C para temperaturas más altas se deben modificar los componentes eléctricos y los lubricantes.

Clasificación de los polipastos según su aplicación y tipo de servicio

Conforme a la norma mexicana (NOM-R-100-1977) las aplicaciones de polipastos han sido clasificadas en 5 grupos, S-1, S-2, S-3, S-4, S-5 y comprenden la mayoría de las aplicaciones de polipastos. Los clasificados dentro del grupo S-5 (servicio severo), requieren atención especial y se recomienda consultar al fabricante para su selección.

Si el análisis de las necesidades del usuario es inadecuado, la selección del equipo será equivocada, lo que obviamente aumenta el costo de instalación y de mantenimiento.

Para seleccionar un polipasto de acuerdo a la tabla⁶⁾ no.4.8 mostrada a continuación, es necesario procurar que éste tenga las mejores características de diseño mencionadas anteriormente (altura del local, montaje, control, capacidad y levantamiento) así como cualquiera otra que contribuya a una instalación más satisfactoria. Las características de operación para polipastos están contenidas en la tabla⁷⁾ no. 4.9, ambas tablas son un auxiliar muy útil para la selección adecuada del polipasto.

Tabla 4.8

Clasificación de servicio en polipasto

Polipasto Clase	Clasificación de servicio	Áreas típicas de aplicación
S-1	Poco Frecuente ó En espera	Servicio poco frecuente, utilizados para instalación y mantenimiento de equipos en el que la carga a levantar es cercana a la capacidad nominal y su utilización es esporádica. Aplicación típica en plantas de fuerza y servicios.
S-2	Ligero	Talleres con máquinas herramientas ligeras, industria de transformación. Se emplean en trabajos de servicio y mantenimiento donde la carga y utilización es variada con cargas máximas manejadas en forma poco frecuente y en donde el tiempo total de operación del equipo no excede del 10% al 15% del periodo normal de trabajo.
S-3	Estándar Normal	Talleres con máquinas herramientas medianas, fabricación, ensamble y almacenaje en donde la carga y utilización es variada y en el que el tiempo total de operación del equipo no exceda del 25 % del periodo normal de trabajo.
S-4	Pesado	Almacenes de acero con alto volumen de manejo, talleres mecánicos, plantas de fabricación, molinos y fundiciones. El tiempo real de operación es del orden de 25% a 50% del periodo normal de trabajo, con cargas de la capacidad nominal o cerca de ella frecuentemente manejadas
S-5	Severo	Manejo de materiales a granel, en combinación con almejas, magnetos u otros dispositivos. Prácticamente el ciclo de operación es continuo. En este caso el usuario debe especificar los detalles de operación incluyendo peso de los accesorios.

⁶⁾ Fuente Norma Mexicana (NOM-R-100-1977)

Tabla 4.9					
Características de operación para polipastos					
Polipasto Clase	Vida de rodamientos B 10 en Horas K= 0.65	Clasificación de los tiempos de operación para K=0.65			
		Periodos de trabajo uniformemente distribuidos		Periodos infrecuentes de trabajo pesado	
		Tiempo máx.. Conectado min./hora	No. Máx. de arranques por hora	Minutos	Arranques
S-1 poco frecuente	1250	8	75	30	100
S-2 Ligero	2500	8	75	30	100
S-3 Estándar	5000	15	150	60	200
S-4 Pesado	10000	30	300	No aplica	No aplica
S-5 Severo	20000	Casi continuo	600	No aplica	No aplica

⁷⁾Fuente Norma Mexicana (NOM-R-100-1977)

Definición de términos utilizados en la tabla anterior:

Clase Polipasto.- Corresponde a la clasificación de polipastos en base a la clase de servicio y conforme a lo descrito en la tabla No. 4.8

Vida de rodamientos B-10 en horas con factor K = 0.65.- Es la vida probable de los rodamientos en horas, B10 se entiende como vida B10 la vida mínima esperada en horas, que el 90% de un grupo de rodamientos estén operando satisfactoriamente con una carga y velocidad constante. En tales condiciones la vida esperada promedio de un rodamiento es aproximadamente cinco veces la vida B10 con $K = 0.65$, donde K se define como la carga efectiva. La carga media efectiva no debe confundirse con la carga promedio (media aritmética de las diferentes cargas manejadas).

Para cualquier distribución de cargas seleccionadas al azar la carga media efectiva (K) se puede expresar de la siguiente forma:

$$K = \sqrt[3]{(W_1^3 \times P_1) + (W_2^3 \times P_2) + (W_3^3 \times P_3) + \dots + (W_N^3 \times P_N)}$$

Donde:

W = magnitud de la carga expresada en porciento (%) de la capacidad nominal del polipasto deben incluirse las operaciones sin carga; así como el peso de cualquier aditamento.

P = Probabilidad de carga expresada en porciento (%) del tiempo total de las probabilidades de carga. El valor máximo de P debe ser igual a 1.0.

Tiempo máximo conectado.-Se debe entender como el tiempo que está operando el polipasto se expresa en minutos por cada hora de trabajo, cuando la utilización del polipasto sea uniformemente distribuida sobre un periodo definido de trabajo. Este tiempo de operación no se puede hacer acumulativo.

Esto significa que si un polipasto clase S-1 o S-2 en una hora no trabajó, no se podrá usar durante la siguiente hora por un periodo continuo de 16 minutos o más en caso de que el descanso sea mayor de una hora.

Número de arranques por hora.-Se refiere al número de veces que se puede arrancar el motor del polipasto por cada hora de trabajo, cuando la utilización del polipasto sea uniformemente distribuida sobre un periodo definido de trabajo.

Los tiempos de operación continua y número de arranques por hora, indicados en las 2 últimas columnas son validos siempre y cuando; el polipasto se use muy esporádicamente, opere a un 50% de utilización y esté a temperatura ambiente. Estos

valores cubren servicios pesados muy infrecuentes y no deben repetirse a menos que se le de tiempo suficiente de descanso al polipasto para que se enfríen todos y cada uno de los componentes antes de volverlo a usar.

Ejemplos típicos de este tipo de operación pudiera ser colocar una máquina en su lugar de trabajo, descargar un camión, etc.

Si la operación consiste en bajar cargas en distancias grandes (15 metros o mayores) un factor importante a considerar es el sobrecalentamiento de los frenos y en estos casos se debe consultar con el fabricante para una mejor selección.

Los datos contenidos en las tablas Nos. 4.8 y 4.9 corresponden a valores de norma que deben cumplir todos los fabricantes de polipastos en México; sin embargo y para mayor seguridad del usuario se aconseja utilizarlas únicamente como referencia y recurrir al fabricante del polipasto para confirmar los valores reales de determinado polipasto en particular.

Además de las recomendaciones del fabricante, en general, la operación correcta de un polipasto se basa en evitar al máximo el calentamiento excesivo de sus partes y en caso de que llegara a suceder permitirle que se enfríe antes de usarlo nuevamente, independientemente del tiempo que sea necesario esperar para su enfriamiento.

Uso de las tablas y formulas para la selección de la clase de polipasto.

Método 1.

La mayoría de las aplicaciones industriales caen dentro de las clasificaciones S-1, S-2 y S-3 como se describen en la tabla No.4.8 de clasificación de servicio, así como en la tabla No. 4.9 de características de servicio de los polipastos y por lo tanto no se

requiere en estas condiciones mayores cálculos al respecto, y el polipasto estará adecuadamente seleccionado para el trabajo.

Método 2.

Si la utilización del polipasto se puede describir como pesada o severa y si las condiciones de carga no pueden ser descritas como distribuida en forma uniforme se debe proceder como sigue:

Seleccionar tentativamente la clase de polipasto, de la tabla 4.9 de características de servicio, basado en las horas B10 y la utilización esperada como se indica en columnas de 3 a 6.

Calcular la carga efectiva promedio K como se indicó en el punto bajo de definición de los términos en columna 2. Usando la fórmula $B10 (0.65/K)^3$ determinando la vida actual B10 bajo la condición de carga K y entonces:

- a) Seleccionar un polipasto de clase mayor o;
- b) Seleccionar un polipasto de la misma clase pero de mayor capacidad nominal.

✓ **Equipo Opcional.-** En las primeras páginas de esta tesis, al definir lo que es una grúa, se dijo que una grúa es una posible solución integral a un problema específico de manejo de materiales, o a la realización de un trabajo determinado.

Esto nos lleva a un proceso muy importante por considerar en la selección de una grúa, que es el que se refiere al equipo opcional, pues dependiendo del tipo, forma y dimensiones de la carga por manejar, o bien las necesidades del problema a resolver, las condiciones de seguridad y operación se modifican, siendo necesario para ello el considerar una serie de dispositivos para fines de seguridad o bien mecanismos especiales para la ejecución del trabajo; todo lo cual juega un papel muy importante en la operación

de la grúa como máquina y por lo tanto debe considerarse este aspecto desde un principio, para que la solución forme parte del diseño y construcción de la grúa.

Con objeto de que el fabricante de la grúa pueda auxiliar al usuario, en la solución adecuada del problema, es necesario que el usuario especifique en forma exacta y detallada cuál es el trabajo a realizar o bien la descripción del tipo de carga por manejar, o ambos si fuera necesario.

Otro aspecto muy importante a considerar es el de los requisitos de seguridad exigidos por la compañía para la cual se va a fabricar la grúa y con los cuales se debe cumplir a fin de que no haya problemas para la aceptación final de la misma.

CAPÍTULO 5:

Consideraciones específicas

5.1 Especificaciones y contratación de grúas viajeras

El uso de una norma, en ningún momento significa la limitación al ingenio individual o de un fabricante de grúas en particular; sino por el contrario marca la pauta para la fabricación de una grúa en base a referencias técnicas comunes y que obligan al fabricante de la grúa a que su producto cumpla, en beneficio del usuario, con los requisitos adecuados de seguridad y buen funcionamiento.

El uso de una norma trae grandes beneficios para fines de estandarización y facilita la labor del comprador, pues permite fijar referencias comunes para fines de evaluación.

Dado que el comprador, generalmente, no posee la información completa en relación con una norma específica ⁸⁾; se le dificulta encontrar puntos de referencia que le permitan de una forma rápida saber, si el equipo que le proponen realmente cumple con la especificación solicitada.

En ocasiones el cliente (en especial tratándose de compañías de ingeniería) incluye junto con la información de librajés, un paquete de especificaciones, para asegurar una propuesta que garantice un equipo bien diseñado para la aplicación y servicio deseado. Esto resulta de mayor ayuda para la persona que cotiza, ya que de esta manera podrá analizar las condiciones bajo las cuales va a instalarse la grúa y determinar el tipo de equipo más favorable y económico a ofrecer.

Pero como la mayor parte de los clientes, usuarios o compradores potenciales de una grúa viajera no son firmas de ingeniería ni conocen toda la normatividad ni parámetros a considerar en la decisión de compra de un bien de esta naturaleza, la presente

⁸⁾ Consultar Normatividad capítulo 3 sección 3.5

Tesis tiene como objetivo a lo largo de sus 5 capítulos orientarlo y ayudarlo proporcionándole los conocimientos mínimos necesarios para lograr una buena decisión en la adquisición, ya que de ello depende en gran parte el futuro de una mejor producción de su negocio y de un importante desembolso en la parte económica.

Las especificaciones que resultan más útiles normalmente se estructuran en secciones tales como las siguientes:

5.1.1 Generales: establece cual es su propósito en general.

- Especificar tipo de grúa, por ejemplo; de tres motores, puente de doble trabe, grúa controlada desde cabina sujeta al puente delantero o trasero, grúa con x ton. de capacidad para operar dentro del espacio mostrado en los librajes.

Si se desea que tenga un gancho auxiliar decir capacidades.

Si se requiere de una grúa con dos carros, indicar velocidades, etc.

- Factor de seguridad: fija un mínimo F.S. a usar en el diseño de los componentes.

También menciona el factor de impacto.

- Garantía: Al cotizar obliga a comprometerse por escrito en su oferta, a que la cotización ampara un diseño moderno, libre de defectos en su concepción y manufactura y/o materiales, segura de operar al 100% de su capacidad sin presentar deformaciones indebidas en su estructura o mecanismos. Por lo general, también estipula que los materiales sean nuevos, de la mejor calidad y que se reemplazarán cualesquiera que resultara defectuoso o fallasen durante un periodo establecido (normalmente se fija un año de plazo)

5.1.2 Componentes de puentes:

- **Puente:** en este apartado se hace una descripción general de cómo debe ser el puente, cómo debe construirse, en qué clase de materiales, cómo debe comportarse en operación; con qué perfiles fabricarse; Cuánto debe deformarse como máximo, cuando trabaje con carga; si debe o no llevar plataforma y pasamanos y de que longitud. Qué equipo debe alojarse en la plataforma, cómo deben sujetarse los carriles a las traveses. Si las traveses del puente resultan ser tipo caja, debe especificarse distancia para alojar diafragmas y atizador; cómo deben conectarse las traveses a los cabezales, etc.

- **Cabezales:** describir cómo deben construirse, con qué tipo y clase de perfiles y materiales, cuál debe ser su configuración en general, qué piezas deberán ser maquinadas.

- **Ruedas y ejes:** establece si los ejes serán estacionarios a conducidos; habla de la clase de material, tipo de tratamiento térmico; describe la manera de montar los cojinetes (en la rueda o en el cabezal), indica el tipo de rueda, la calidad del material a usar, maquinado, tratamiento, etc.

- **Unidad motriz del puente:** Describe el mecanismo de accionamiento del puente, su localización y componentes. El material de que debe hacerse la flecha de transmisión, la manera en que debe soportarse; la forma de instalar el motor, el reductor de velocidad y el freno.

- **Engranajes:** Menciona el tipo de engranes, materiales, proceso de manufactura, calidad de maquinado, tratamientos térmicos, ángulo de presión, etc.

- **Cojinetes:** Aclara si hay que usar bujes o rodamientos; cómo deberá ser la lubricación, tipo de baleros, clase de servicio, etc.

- **Freno para el punte y/o carro:** Establece el tipo de freno a usar, si es hidráulico de zapata para operar por pedal desde cabina, magnético de disco, eldro (electro-hidráulico) etc.; proporcionando su capacidad de frenado, etc.

- **Cabina y pasarela:** describe la cabina (si la hay) para operar la grúa; su requerimientos en cuanto a espacio, localización del equipo de control y accesorios. Su localización, el tipo de material para fabricarla, la manera de sujetarla; si requiere o no escalera de acceso a la pasarela, el tipo de accesorios optativos (alarma, ventilador, lámpara, etc.).

Establece longitud de pasarela (si la hay), su localización, la manera de sujetarla a las traveses, la clase de material a usar en su piso, describe la construcción del barandal y materiales, etc.

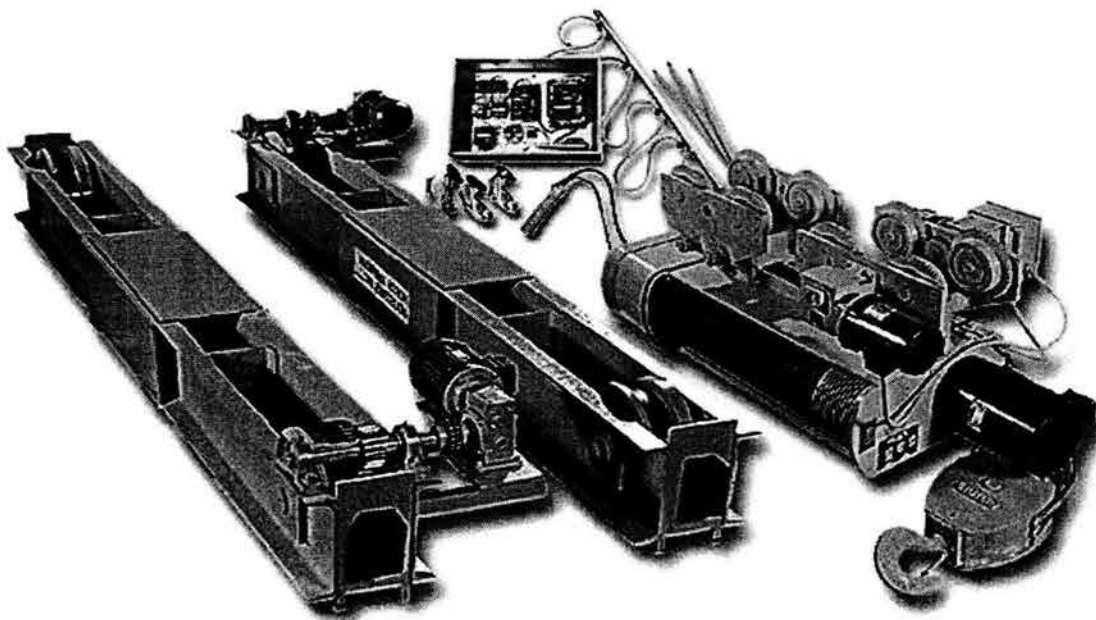


Figura 5.1 Componentes de una grúa viajera

5.1.3. Componentes de carro:

- **Estructura:** describe la forma de su estructura y los materiales a emplear en su construcción, qué partes se maquinarán para soportar los ejes de las ruedas. Estipula deformaciones máximas permitidas.

- **Malacate o Polipasto** (figuras 5.2 y 5.3): describe con detalle el mecanismo de elevación de la carga, menciona sus componentes (motor (es), engranes, tambor (es), freno (s)). Especifica cómo debe ser el reductor de carga, la manera de montar los engranes y cómo acoplarlos al tambor, lubricación de sus engranes, el diámetro mínimo del tambor en función del diámetro del cable de carga, el ranurado, etc.

- **Freno del Motor del malacate:** Establece el tipo de freno a usar en el motor del malacate, su capacidad mínima, su manera de operar con relación al motor.

- **Unidad motriz del carro:** dice en que consiste este mecanismo, sus componentes, tipo y clase de motor, reductor de velocidad y la forma de acoplarse a las ruedas motrices, el tipo de lubricación, la clase de materiales, maquinados, tratamientos, si lleva bujes o rodamientos, la manera de montarlos, etc.

- **Engranaje:** especifica tipo de engranes, materiales a usar, ángulo de presión, tratamientos térmicos, etc.

- **Aparejos:** describe en que consiste este ensamble, sus componentes, materiales a usar, tipo de gancho y proceso de manufactura, cojinetes, tipo de construcción, poleas, tipo y clase de cables a usar, así como la calidad de materiales, etc.

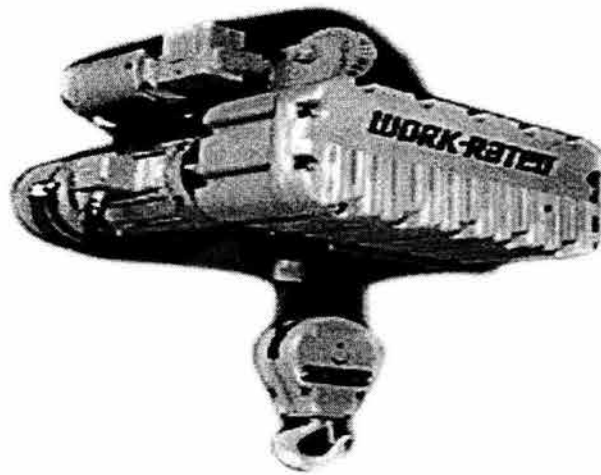


Figura 5.2 Polipasto

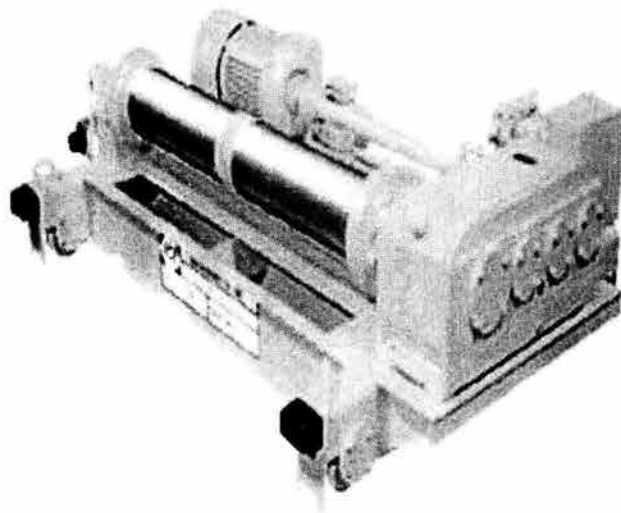


Figura 5.3 Malacate

5.1.4.- Equipo eléctrico.

- **Motores:** Especifica el tipo de motores a usar, el tipo de cojinetes, clase de servicio, rango de temperatura de operación, etc.
- **Controladores:** Tipo de controladores, resistencias de control, localización, etc.
- **Paneles o Gabinetes de control:** Establece el tipo y clase de gabinete, su localización, la localización del interruptor principal y la manera de operarlo con seguridad, tipo de conductores, tubos conduits y accesorios, códigos que deben observarse.
- **Conductores y Tomacorrientes:** Fija el tipo de colectores de corriente a usar, la forma de su montaje, la calidad de material de que deben estar hechos los conductores, el tipo de aisladores y mecanismos de tensión de estos conductores.
- **Interruptor límite de carrera:** describe el tipo de interruptor límite, su circuito y función, su localización y operación.

COMENTARIOS A LAS ESPECIFICACIONES

Las especificaciones simplifican la estimación de costos de cualquier grúa, cuando el cliente es quien las proporciona; y esto debiera, en general, ser así para conveniencia del cliente mismo, ya que ello le garantiza el que pudiera disponer de un mayor número de cotizaciones elaboradas bajo los mismos parámetros y estar en condiciones de hacer una buena decisión, pero como esto significa un buen conocimiento técnico y no en todos los casos los clientes lo tienen, es conveniente que se trate de especificar la mayor cantidad de detalles, sirviendo esta tesis como una buena ayuda y base técnica en la preselección del cliente del equipo requerido.

Cuando esto todavía no es el caso, es el cotizador quien debe elaborar dichas especificaciones, en base a una investigación previa para satisfacer las necesidades o

caprichos del cliente en prospecto, y esperar que los competidores coticen sobre las mismas bases. Esto definitivamente no es una buena práctica, pero no se puede hacer gran cosa, hasta que la inmensa mayoría de los consumidores de grúas se eduquen y soliciten los servicios profesionales de compañías de ingeniería para que los auxilien en la selección de equipos o bienes de capital, como sucede en los países industrialmente desarrollados.

5.2 Consideraciones económicas.

En este apartado de consideraciones económicas, éstas serán analizadas desde 2 puntos de vista, primero proporcionando un análisis de alternativas económicas de inversión tratando de analizar desde el aspecto teórico como práctico los conceptos que se manejan para cuando existe la necesidad o expectativa de adquirir una grúa para nuestro negocio. Y dos un análisis de los conceptos de costos, incluyendo terminología y determinaciones de costos en la fabricación de una grúa viajera.

Tradicionalmente, la aplicación de técnicas de análisis económico en la comparación de alternativas de diseño de ingeniería se conoce como ingeniería económica. Sin embargo, el surgimiento de un mayor interés en el análisis económico en la toma de decisiones del sector ha alentado el uso del término más general, análisis económico.

Por lo general, un análisis económico se realiza como parte del proceso de solución de problemas globales y para proporcionar un servicio deseado demanda que el ingeniero realice los pasos siguientes:

- ✓ Formulación del problema.
- ✓ Análisis del problema.
- ✓ Búsqueda de soluciones alternativas al problema.
- ✓ Selección de la solución preferida.

- ✓ Especificación de la solución preferida

La formulación del problema; implica establecer los límites del problema. Si bien es tentador minimizar el problema y enfocarse en lo que parece ser el problema correcto, se debe tener cuidado de no omitir las relaciones causa / efecto subyacentes por minimizarlo.

Análisis del problema; consiste en la descripción relativamente detallada de las características del problema, incluidas las restricciones y los criterios que se utilizarán en la evaluación de alternativas.

Búsqueda de soluciones alternativas al problema; implica el uso de la creatividad del ingeniero en el desarrollo de soluciones factibles al problema de diseño. Para favorecer el desarrollo de alternativas creativas, se recomienda formar un equipo, rara vez una sola persona es capaz de producir la gama de opciones creativas que genera un equipo, en particular un equipo con diversidad en experiencia, educación, personalidad y grupo étnico.

Por otra parte, son muy pocos los estudiantes de ingeniería que tienen experiencia en el trabajo de equipo. Nuestros sistemas educativos y la sociedad en general tienden a premiar a los individuos y al desempeño individual. En consecuencia, es lógico que los estudiantes de ingeniería se conviertan en solucionadores individuales de problemas. Desafortunadamente, los estudiantes que no están preparados o que no son capaces de trabajar en equipo con eficacia, se ven en aprietos cuando son asignados a equipos de diseño.

Para lograr ideas innovadoras en la actividad de solución de problemas, hay que tener en cuenta los siguientes siete principios ideados por Nadler e Hibino.

1. Unicidad; reconocer que cada problema es único y debe ser abordado como tal.
2. Propósito; concentrarse en los propósitos fundamentales y deshacerse de los aspectos no esenciales.

3. Solución para la siguiente; Reconocer que está diseñado para el futuro, pensando en la siguiente generación de diseños.

4. Sistemas; rara vez existen soluciones aisladas a los problemas, existe un sistema mayor que se verá afectado por sus solución.

5. Recolección limitada de información; los ingenieros tienden a guiarse por los datos y caen en el error de reunir demasiados datos. Olvidando el principio que nos recuerda que existe un tiempo para la recolección de datos.

6. Diseño de personas; Por el hecho de que en la búsqueda de soluciones intervienen personas y de ellas recibirán el impacto de las soluciones, se debe tener el cuidado de ocuparse de una manera apropiada de las sensibilidades, políticas y egos.

7. Tiempo oportuno para la mejora; Uno de los peores axiomas que alguna vez se haya enunciado es “si no está descompuesto, no lo arregles”

La selección de la solución preferida; está integrada por la evaluación de las alternativas, mediante los criterios apropiados. Las alternativas se comparan con las limitaciones, y las alternativas no factibles se eliminan. En seguida se comparan los beneficios producidos por las alternativas factibles. Entre los criterios considerados para seleccionar entre las alternativas está el desempeño económico de cada alternativa.

En la especificación de la solución preferida; se hace una descripción detallada de la solución que va a ser ejecutada. En dicha especificación se incluyen las predicciones de las características de desempeño de la solución al problema.

El problema no queda resuelto, sin embargo, hasta que la solución preferida se lleva a la práctica con éxito. Al concluir el proceso de solución de problemas antes analizado, alguien debe aprobar la solución recomendada y autorizar su implementación.

5.2.1 Consideraciones no monetarias

Criterios múltiples en el proceso de toma de decisiones:

Los gerentes por lo general deben tomar en consideración varios factores para llegar a una decisión final con respecto a la alternativa que va a adoptarse. Entre los factores que se consideran están la calidad, la seguridad, el impacto ambiental, las actitudes de la comunidad, las relaciones entre los trabajadores y la empresa, la posición de flujo de efectivo, los riesgos, la confiabilidad, del sistema, la disponibilidad del sistema, el mantenimiento del sistema, la operación del sistema, la flexibilidad del sistema, el impacto en los niveles del personal, los requerimientos de capacitación, etc.

Para ilustrar una situación en la que intervienen tanto factores económicos como factores no económicos o no monetarios, se analizará el caso que se tuvo dentro de la empresa Morris Material Handling SA de CV ,fabricante de grúas viajeras para la industria.

A causa de un incremento significativo de la demanda del mercado internacional donde exportábamos cabezales para grúas bipunte eléctricas, la empresa tenía entre 1) establecer un segundo turno de producción con la maquinaria y proceso existente y 2) instalar una grúa viajera para satisfacer los nuevos planes de producción. Claramente, se impone una comparación de los costos de cada una de estas alternativas con el horizonte de planificación, y un objetivo de la gerencia sin duda fue satisfacer los planes de producción al menor costo anual posible.

Aunque se requieren una investigación y un estudio considerables, muchos de los factores que intervienen en una decisión que al principio quizá parezcan no económicos pueden ser expresados en (o reducidos a) valores monetarios. Por ejemplo, en este caso, el personal de mantenimiento tiene que ser capacitado para la instalación y reparación del nuevo equipo (que en este caso no era necesario por ser conocedor ya del mismo). Muy

probablemente, estos costos de capacitación pueden ser determinados y cargados a la alternativa de “mecanización”. Sin embargo, otros factores implicados no se reducen tan fácilmente a valores monetarios y, en realidad, algunos factores no pueden serlo. Por ejemplo, la instalación de la grúa viajera en esa sección probablemente reduciría el personal requerido con el sistema de producción en ese momento, mientras que la alternativa del segundo turno requeriría más empleados. Si se liquidan o transfieren empleados a otros puestos dentro de la empresa, sus salarios podrían ser considerados como ahorros anuales provenientes de la alternativa de la instalación de la grúa y, a la inversa, los salarios de los empleados adicionales integrales a la alternativa del segundo turno serían costos anuales. Sin embargo, las liquidaciones o transferencias podrían tener un efecto nocivo en la moral de los empleados que se quedan. Por otra parte, la contratación de personal nuevo podría tener beneficios para el estado de ánimo. Es virtualmente imposible la evaluación del costo o ganancia de setos cambios de moral esperados. No obstante, el efecto potencial en la producción que pueden tener los cambios de ánimo fueron considerados por la gerencia.

Los factores que afectan una decisión pero que no pueden ser expresados en términos monetarios se denominan intangibles o irreducibles. Prácticamente todas las decisiones en los negocios implican tanto factores monetarios como intangibles. Para continuar con el ejemplo anterior y como no se tienen los números exactos se harán las siguientes consideraciones, para la alternativa de un segundo turno causa un costo total anual de \$ 10,000.00 con los dos turnos a lo largo de un horizonte de planificación de quince años, sin liquidar, transferir o contratar empleados. Con la alternativa de la grúa viajera habría un costo anual estimado de \$ 85,000.00 a lo largo de un horizonte de planificación de quince años, con seis empleados liquidados. Por lo tanto, esta decisión simplificada en exceso se reduce a dos medidas: un costo monetario anual y el factor

intangible único de la moral de los empleados. Si la gerencia elige la alternativa del segundo turno, esto implicaría que la gerencia impone un valor utilitario subjetivo más alto al “buen estado de ánimo de los empleados” que a la diferencia de \$ 15,000.00 de los costos anuales entre las dos alternativas. Es decir, el objetivo del buen ánimo de los empleados es más importante que el objetivo de menor costo anual (por lo menos en este supuesto). Como las instancias de toma de decisiones en las que las consideraciones intangibles pesan más que las monetarias son frecuentes, el ingeniero no debe preocuparse por este hecho. Dentro de la jerarquía de las responsabilidades de la gerencia de una empresa, mientras mayor sea el nivel de la gerencia, más probable será que se le dé un mayor peso subjetivo a las consideraciones intangibles. Por ello las propuestas de proyectos de ingeniería deben reflejar un conocimiento de los intangibles que la gerencia tiene que considerar.

5.2.2 Métodos para medir el valor de una inversión:

El valor económico de una inversión se puede medir de diferentes maneras, los métodos de valor actual (PW) y de valor anual (AW) son dos métodos de uso común. Cada una de las medidas de mérito o medidas de efectividad anteriores ha sido utilizada varias veces en la evaluación de inversiones reales. Entre algunos otros métodos se pueden describir brevemente los siguientes:

- El método de valor actual convierte todos los flujos de efectivo en una suma única equivalente en el tiempo cero con $i = \text{MARR}^{(2)}$
- El método del valor anual convierte todos los flujos de efectivo en una serie anual uniforme equivalente de flujos de efectivo a lo largo de todo el horizonte de planificación con $i = \text{MARR}$.

- El método del valor futuro convierte todos los flujos de efectivo en una suma única equivalente al final del horizonte de planificación con $i=MARR$.
- El método de la tasa de rendimiento interna determina la tasa de interés que reditúa un valor futuro (o valor actual o valor anual) de cero.
- El método de la tasa de rendimiento externa determina la tasa de interés que reditúa un valor futuro de cero, suponiendo explícitamente la reinversión de los fondos recuperados a la tasa de rendimiento mínima atractiva (MARR).
- El método de la razón ahorro/inversión determina la relación del valor actual de los ahorros con respecto al valor actual de la inversión.
- El método del periodo de reembolso determina cuánto tiempo se llevará recuperar la inversión inicial.
- El método del valor capitalizado determina la suma única en el tiempo cero que equivale con $i=MARR$ a un patrón de flujo de efectivo que continúa por el tiempo indefinido.

⁽²⁾ MARR.- Tasa de rendimiento mínima atractiva.

Como los métodos del valor actual, el valor anual, el valor futuro, la tasa de rendimiento interna, la tasa de rendimiento externa y la razón ahorro/ inversión son equivalentes, ¿por qué existe más de un método? La razón principal de contar con medidas diferentes aunque equivalentes de medir la efectividad de las alternativas económicas parece ser la existencia de distintas preferencias entre los gerentes. Algunos individuos (y firmas) prefieren expresar el valor económico neto de una alternativa de inversión como una suma única; por lo tanto, se utiliza el método del valor actual o método del valor futuro. Otros individuos prefieren ver que el valor económico neto se reparta uniformemente a lo

largo del horizonte de planificación, por lo que utilizan el método del valor anual. Sin embargo, otro grupo de individuos desea expresar el valor neto económico como tasa o porcentaje; por consiguiente, se preferiría uno de los métodos de tasa de rendimiento. Por último, algunos individuos prefieren ver el valor económico neto expresado como un porcentaje de la inversión requerida: la razón ahorro/inversión es un método de proporcionar tal información.

Puesto que muchas organizaciones han establecido procedimientos para realizar análisis económicos, vale la pena considerar que las medidas de mayor aceptación son los métodos del valor actual, de la tasa de rendimiento y del periodo de reembolso. No obstante, varias agencias gubernamentales han adoptado alguna versión del método de la relación ahorro/inversión (o de costo/beneficio) para propósitos de comparación de alternativas de inversión; por lo tanto, tiene aceptación en algunos sectores.

El valor actual de la alternativa de inversión j se puede representar como

$$PW_j(i) = \sum_{t=1}^n \frac{A_{jt}}{(1+i)^t}$$

Con $PW_j(i)$ = valor actual de la alternativa j con MARR de $i\%$

n = horizonte de planificación

A_{jt} = flujo de efectivo neto de la alternativa j al final del periodo t

i = MARR

El método del valor actual es la medida de mérito de mayor aceptación disponible y cuando se utiliza para comparar alternativas, la que tiene mayor valor actual es la alternativa recomendada.

Caso uno:

Se adquirió un polipasto eléctrico con el fin de aprovechar una trabe existente y manejar un material de un extremo de una nave a otro el costo de adquisición fue de \$32,000. Se

conservó durante cinco años y se vendió en \$ 6,000. Los costos de operación y mantenimiento anuales fueron de \$ 4,000. Con una tasa de rendimiento mínima atractiva de 12 %. La pregunta sería ¿Cuál fue el valor actual de la inversión?

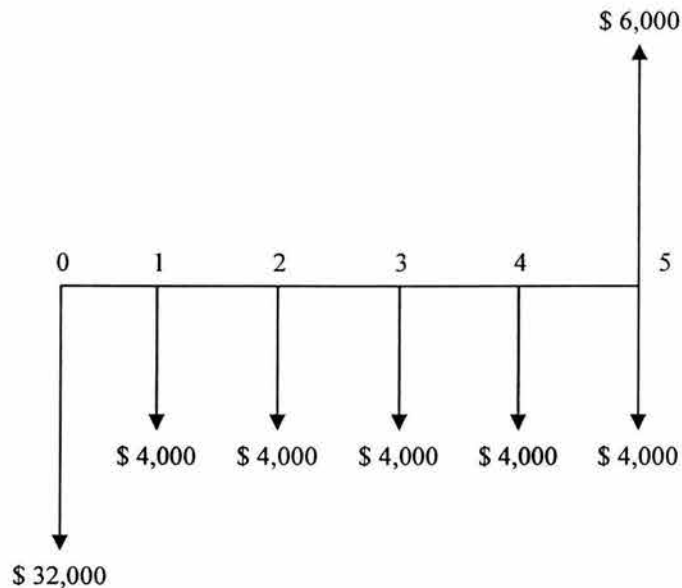


Diagrama de flujo de efectivo

$$PW_1(12\%) = -\$ 32,000 - \$ 4,000 (P/A, 12, 5) + \$ 6,000 (P/F, 12, 5)$$

$$PW_1(12\%) = -\$ 32,000 - \$ 4,000 [(1 + i)^n - 1 / i (1 + i)^n] + \$ 6,000 [(1 + i)^{-n}]$$

$$PW_1(12\%) = -\$ 32,000 - \$ 4,000 [(1.12)^5 - 1 / 0.12(1.12)^5] + \$ 6,000 [(1.12)^{-5}]$$

$$PW_1(12\%) = -\$ 32,000 - \$ 4,000 (3.6048) + \$ 6,000 (0.5674)$$

$$PW_1(12\%) = -\$ 43,015$$

Se puede ver que un gasto único de \$ 43,015 en el tiempo cero equivale al perfil del flujo del flujo de efectivo del polipasto eléctrico. Este caso trata de una inversión donde aparte del valor de recuperación no hay rendimiento, lo que da por resultado un valor actual negativo.

Otra forma de valorar la alternativa de inversión j es con el método de valor anual que se puede calcular como sigue:

$$AW_j(i) = [Z A_{jt}(P/F i,t)](A/P i,n)$$

o

$$AW_j(i) = PW_j(i)(A/P i,n)$$

Donde $AW_j(i)$ denota el valor anual de la alternativa j con $i = \text{MARR}$ como se nota ambos métodos anteriores están relacionados entre sí por un multiplicador constante $(A/P i,n)$ consiguientemente son medidas equivalentes del valor de la inversión. Se preferirá la alternativa de inversión que tenga el mayor valor anual cuando este método sea utilizado.

Caso dos:

Determinar el valor anual del polipasto eléctrico del ejemplo anterior recordando que el costo de adquisición fue de \$32,000. Se conservó durante cinco años y se vendió en \$ 6,000. Los costos de operación y mantenimiento anuales fueron de \$ 4,000. Con una tasa de rendimiento mínima atractiva de 12 %.

$$AW_1(12\%) = - \$ 43,015 (A/P i,n)$$

$$AW_1(12\%) = - \$ 43,015 [i(1+i)^n / (1+i)^n - 1]$$

$$AW_1(12\%) = - \$ 43,015 [0.12(1.12)^5 / (1.12)^5 - 1]$$

$$AW_1(12\%) = - \$ 43,015 (0.2774)$$

$$AW_1(12\%) = - \$ 11,932.4 / \text{año}$$

Lo que nos muestra que un gasto de \$ 11,932.4 al final de cada uno de los 5 años equivale al perfil del flujo de efectivo del polipasto eléctrico.

5.2.3 Comparación de alternativas

Aunque en la comparación de alternativas con frecuencia intervienen varios objetivos, me concentro en la comparación de alternativas de inversión en ingeniería con

base en consideraciones monetarias únicamente. Se define que el conjunto de alternativas de inversión es en conjunto exhaustivo y mutuamente excluyente. En conjunto exhaustivo significa que no se omite ninguna alternativa; mutuamente excluyente significa que se trata de escoger una situación u otra; no se puede escoger más de una alternativa. El adagio de “no poder tener un pollo en la cazuela, y al mismo tiempo en el corral” ilustra la noción de exclusión mutua.

A continuación se resume un método sistemático que se puede usar para comparar el valor económico de las alternativas de inversión en ingeniería:

- Definir el conjunto de alternativas factibles y mutuamente excluyentes que serán comparadas.
- Definir el horizonte de planificación que se utilizará en la comparación.
- Desarrollar los perfiles de flujo de efectivo de cada alternativa.
- Especificar la tasa de rendimiento mínima atractiva que se utilizará.
- Comparar las alternativas utilizando una medida del valor específica.
- Realizar análisis suplementarios.
- Elegir la alternativa preferida.

La comparación de las alternativas de inversión en el campo de la ingeniería implica la consideración de muchos factores, entre los cuales no son menos importantes el aspecto tecnológico y el monetario del diseño de ingeniería, la calidad, la seguridad, el desempeño, la entrega, el riesgo, la flexibilidad, la apariencia, la comercialización, las cuestiones ambientales, el empleo, la ingeniería y la capacidad de construcción, así como las presiones competitivas por ejemplo, podrían dominar la selección final del diseño. Sin embargo, en este caso enfocamos la comparación de alternativas de ingeniería con base en su impacto económico en la organización.

Caso tres: Para el problema anterior de la adquisición de un polipasto eléctrico se han planteado 4 diferentes alternativas que tienen flujos de efectivo dados en la tabla 5.4 para un horizonte de planificación de cinco años, incluyendo la alternativa de no hacer nada como una alternativa explícita. Utilizando una tasa mínima atractiva de 12 %.

Tabla 5.4 Perfiles del flujo de efectivo de cuatro alternativas de inversión

<u>Flujos de efectivo netos de las alternativas</u>				
Fin del año, t	A _{0t}	A _{1t}	A _{2t}	A _{3t}
0	\$0	\$0	-\$50,000	-\$75,000
1	\$0	\$4,500	\$20,000	\$20,000
2	\$0	\$4,500	\$20,000	\$25,000
3	\$0	\$4,500	\$20,000	\$30,000
4	\$0	\$4,500	\$20,000	\$35,000
5	\$0	\$4,500	\$20,000	\$40,000

Con los datos dados de la tabla 5.4 el valor actual de las diferentes alternativas son:

El valor actual de la alternativa 0, la alternativa de no hacer nada, es cero. Para la alternativa 1, el valor actual es

$$PW_1(12\%) = \$4,500(P/A 12,5)$$

$$PW_1(12\%) = \$4,500 [(1+i)^n - 1 / i(1+i)^n]$$

$$PW_1(12\%) = \$4,500 [(1.12)^5 - 1 / 0.12(1.12)^5]$$

$$PW_1(12\%) = \$4,500 [0.7623] / 0.2114]$$

$$PW_1(12\%) = \$16,222$$

Para la alternativa 2, el valor actual es

$$PW_2(12\%) = -\$50,000 + \$20,000 (P/A 12,5)$$

$$PW_2(12\%) = -\$50,000 + \$20,000 (3.6048)$$

$$PW_2(12\%) = \$ 22,096$$

Para la alternativa 3, el valor actual es

$$PW_3(12\%) = -\$75,000 + \$20,000(P/A 12,5) + \$5,000(P/G 12,5)$$

$$PW_3(12\%) = -\$75,000 + \$20,000(3.6048) + \$5,000 [1 - (1+ni)(1+i)^{-n} / i^2]$$

$$PW_3(12\%) = -\$75,000 + \$72,096 + \$5,000 [1 - (1.6)(0.5674) / 0.0144]$$

$$PW_3(12\%) = -\$75,000 + \$72,096 + \$5,000(6.3970)$$

$$PW_3(12\%) = \$29,081$$

Puesto que la alternativa 3 es la de mayor valor actual, ésta se recomendaría.

Caso cuatro:

En la fabrica Morris Material Handling México SA. De CV se planeó la fabricación de un nuevo concepto de cabezales para exportación propuestos por la casa matriz en Milwaukee, WI se desea conocer por la alta dirección en México si es factible y conveniente el nuevo negocio, además es necesario considerar para estar competitivo en precio y plazo de entrega con nuestros competidores internacionales, la adquisición de una grúa viajera para el proceso productivo de habilitado corte y ensamble, ya que el proceso de fabricación de los cabezales en esa sección es bastante lento ya que las placas de acero se mueven en forma artesanal con montacargas, tortugas y manualmente, por lo que contando con una grúa viajera para el manejo de la materia prima se reduciría notablemente el tiempo de producción, para esto contamos con los siguientes datos:

Precio de venta del cabezal (P.V)	\$5,600 / Pza.
Costo del equipo (PW)	\$ 500,000
Costos generales (C.G)	\$ 179,200 / año
Costo de operación y mantenimiento (C.O)	\$ 43 / hora de operación
Tiempo de producción (T.P)	20 horas/pza

Horizonte de planificación (n)	10 años
Tasa de rendimiento mínima atractiva (i)	15 %
Valor de desecho del equipo en 10 años	\$ 0

Si X son las ventas anuales del producto, el valor anual de la alternativa se determina como sigue:

$$AW_J(i) = PW_J(i)(A/P i, n) + C.G + (T.P)(C.O)(X) - P.V(X)$$

$$AW_J(i) = - \$ 500,000 [i(1 + i)^n / (1 + i)^n - 1] - \$ 179,200 - 20(\$ 43)X + \$ 5,600X$$

$$AW_J(i) = - \$ 500,000 [0.15(1.15)^{10} / (1.15)^{10} - 1] - \$ 179,200 - \$ 860X + \$ 5,600X$$

$$AW_J(i) = - \$ 500,000(0.1992) - \$ 179,200 + \$ 4,740X$$

$$AW_J(i) = - \$ 278,800 + \$ 4,740X$$

La solución para X da un volumen de ventas de equilibrio de 59 unidades, actualmente sin contar con la ayuda de una grúa viajera el área de producción solo puede producir 40 unidades anuales con un solo turno, esto es por que el tiempo de producción de cada unidad es de 50 horas por día y por lo tanto no sería posible alcanzar el punto de equilibrio. Con la ayuda en el proceso de una grúa viajera técnicamente se pueden alcanzar con un solo turno por día, la cantidad de 100 pzas. anuales ya que el tiempo de producción de un cabezal se reduce a 20 horas con lo cual resultaría factible alcanzar el punto de equilibrio y la información provista por el análisis de este método servirá para que la alta dirección decida si emprende o no el nuevo negocio. Si se sabe que cada año se pueden lograr ventas anuales de por lo menos 59 unidades, entonces la alternativa parece ser económicamente valiosa.

5.2.4 Variables de los costos en la fabricación y venta de una grúa viajera.

Para el análisis de las variables que intervienen en el costo de producción de una grúa debemos de considerar lo siguiente:

El costo de producción está formado de tres elementos básicos:

- Materia prima
- Mano de obra
- Gastos de fabricación o producción
- La materia prima, es el elemento susceptible de transformación por yuxtaposición, ensamble, mezcla, etc.
- Mano de obra, es el esfuerzo humano indispensable para transformar esa materia prima.
- Gastos de fabricación, agrupa las erogaciones necesarias para lograr esa transformación, tales como: espacio, equipo, herramientas, fuerza motriz, etc.

Diferentes denominaciones del costo:

Costo primo	Es la suma de materia prima y mano de obra.
Costo de producción	Es la suma del costo primo mas los gastos de fabricación, que también se establece con la Fórmula: materia prima + mano de obra + gastos indirectos.
Costo de distribución	Este costo lo encontramos en toda empresa Industrial o Comercial y, afecta los ingresos Obtenidos en un periodo determinado, sien- de su fórmula: Gastos de venta + Gastos de administración + Gastos financieros(compra - venta)= costos de distribución.
Costo total	Será igual a la suma del “costo de producción” + “costo de distribución”.

De lo anterior deducimos que:

$$\text{Precio de venta} = \text{Costo total} + \text{margen de utilidad.}$$

Reclasificación de los elementos del costo.

Los elementos del costo se dividen en dos grandes grupos:

Cargos directos.- Son aquellos que se pueden identificar plenamente ya sea en un aspecto físico o de valor en cada unidad producida, y como tales tenemos:

Las materias primas básicas y la mano de obra directa en la fabricación.

Cargos indirectos.- Son aquellos que no se pueden localizar en forma precisa en una unidad producida, absorbiéndose en la producción a base de prorrateo.

Los cargos indirectos se dividen en tres clases:

- a) materiales indirectos.
- b) Mano de obra indirecta.
- c) Gastos de fabricación indirectos.

Materiales indirectos (gastos variables).- Son aquellos que por su cantidad en la producción no es práctico precisarlos en cada unidad producida y que en términos generales los podemos considerar como accesorios de fabricación.

Mano de obra indirecta (gastos fijos).- Se consideran todos los salarios o sueldos que prácticamente es imposible aplicar a la unidad producida, como sueldos de superintendente, de ayudantes, de mozos de fábrica, etc.

Los gastos de fabricación indirectos.- Agrupan todas las demás erogaciones que siendo derivadas de la producción no es posible aplicarlas con exactitud a una unidad producida, ejemplo: depreciaciones, amortizaciones, fuerza, combustible, renta de local, etc.

La estimación del costo de la grúa esta compuesta con precios de material nacional, material de importación, materia prima y mano de obra.

5.3 Consideraciones de Locales y Atmósferas Especiales.

La clasificación de locales está tomada de las “normas técnicas para instalaciones Eléctricas” de la República Mexicana y del código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos de Norte América (NEC capítulo 5 artículo 500, 501, 502, 503, 510, 511, 515). Su aplicación es muy importante; ya que entre más definidas estén las condiciones del local en donde va a operar la grúa, la selección del equipo y materiales por usar en su construcción podrá efectuarse de una manera más correcta y los resultados serán óptimos tanto en el aspecto técnico como en el económico.

La clasificación de locales o lugares peligrosos se dividen en tres clases:

Clase I: (División 1 y 2) (GRUPOS A, B, C, D).

Clase II: (División 1 y 2) (GRUPOS E, F, G).

Clase III: (División 1 y 2)

Locales Clase I.- Son aquellos en los cuales existen o se pueden presentar en el aire, gases o vapores en cantidades suficientes para producir explosión o mezcla inflamable.

Clase 1, División 1.

- 1.- Son locales en los cuales existen concentraciones peligrosas de gases bajo condiciones normales de operación.
- 2.- Son locales en los cuales pueden existir concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables en forma frecuente debido a operaciones de reparación o mantenimiento o bien por fugas.
- 3.- Son locales en los cuales la destrucción o falla del equipo de operación o los procesos de fabricación liberan fuertes cantidades de gases o vapores inflamables creando concentraciones peligrosas y que también provoquen, simultáneamente, fallas serias en el equipo eléctrico.

Clase 1, División 2.

1.- Locales en los cuales se manejan, procesan o usan líquidos o gases inflamables; pero en donde los líquidos, vapores o gases peligrosos están alojados en recipientes o sistemas cerrados de donde pueden escapar únicamente en caso de ruptura accidental o avería de dichos recipientes o sistemas, o bien en caso de operación anormal del equipo.

2.- Locales en donde las concentraciones peligrosas de gases o vapores se prevén normalmente por medio de ventilación mecánica positiva, pero que se convertirían en áreas muy peligrosas en caso de falla u operación anormal del equipo de ventilación.

3.- Locales adyacentes a aquellos clasificados dentro de la clase 1 División 1 y con los cuales pueden comunicarse ocasionalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores a menos que dicha comunicación se prevenga por medio de una ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y además se cuente con un dispositivo de seguridad efectivo contra fallas del sistema de ventilación.

Locales Clase II.- Son aquellos en los cuales existe la presencia de polvo combustible.

Los locales con esta clasificación incluyen los siguientes:

Clase II, División 1

1.- Locales en los cuales existen o puede existir en suspensión en el aire polvo combustible contaminante, en forma intermitente o periódica bajo condiciones normales de operación, en cantidades suficientes para provocar explosión o mezclas inflamables.

2.- Locales en los cuales una falla mecánica u operación anormal del equipo puede producir mezclas de este tipo y provocar una fuente de incendio, con falla simultánea del equipo eléctrico en la operación de dispositivos de protección.

3.- Locales en los cuales pueden existir polvos conductores eléctricamente por su naturaleza.

Clase II, División 2.

Son locales en los cuales el polvo combustible no se encuentra normalmente en suspensión en el aire o en los cuales no se producen concentraciones fácilmente en el aire, en cantidad suficiente para provocar explosión o mezcla inflamable en condiciones normales de operación del equipo o aparatos.

1.- Áreas en donde los depósitos o acumulaciones de este tipo de polvos pueden ser suficientes para interferir en la disipación segura del calor producido por máquinas, equipos y aparatos en condiciones normales de operación.

2.- Áreas en donde se depositen o acumulen dichos polvos ya sea encima, adentro o en la vecindad de equipos eléctricos produciéndoles arqueos, flamaos o incendio de los mismos.

Locales Clase III.- Son aquellos que se vuelven área peligrosa por la presencia de fibras o sustancias en suspensión fácilmente inflamables, pero que no fácilmente se encuentran en suspensión en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables. Locales Clase III, incluyen los siguientes:

Clase III, División 1.

Son locales en los cuales se manejan, usan o manufacturan fibras o materiales fácilmente inflamables y que producen materiales combustibles en suspensión.

Este tipo de locales comprende normalmente, algunas áreas de fabricas de aislados y tejidos de rayón, algodón y otras telas; plantas manufactureras y procesadoras de fibras combustibles; plantas despepitadoras y beneficiadoras de semillas de algodón; plantas procesadoras de lino; plantas fabricantes de ropa; plantas beneficiadoras de madera; y establecimientos e industrias en procesos o condiciones de similar grado de peligro.

Se consideran fibras y materiales en suspensión fácilmente inflamables al rayón, en henequén, ixtle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao molido, desecho de lana de ceiba, musgo negro, madera para empaque y cualquier otro material de naturaleza similar.

Clase III, División 2.

Los locales en los cuales se almacenan o manejan fibras fácilmente inflamables (excepto en proceso de manufactura). Para que un área peligrosa quede definida es necesario especificar grupo, clase y división. Cuando se trate de locales peligrosos específicos es conveniente referirse a los artículos 510 al 517 del mismo código a fin de contar con una referencia para la clasificación del local como área peligrosa.

5.3.1 Atmósferas especiales.

Para la clasificación de las grúas según el medio ambiente, juega un papel muy importante la identificación del tipo de atmósfera dentro de la cual va a operar la grúa y de ahí la importancia de la clasificación de atmósferas según los materiales predominantes en ellas.

La clasificación de atmósferas peligrosas con alto riesgo (explosivas) que a continuación se detallan fue tomada de las “normas técnicas para instalaciones eléctricas” de la Republica Mexicana y del Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos de Norte América.

Esta clasificación se hace en base a agrupaciones de los productos químicos y se clasifican en grupos de:

AGRUPACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

ATMÓSFERA GRUPO A.

Acetileno.

ATMÓSFERA GRUPO B.

Acroleína (inhibida), Butadieno, Oxido de etileno, Hidrógeno, Gases manufacturados que contienen más del 30% de hidrógeno (en volumen), Oxido de propileno

ATMÓSFERAS GRUPO C.

Acetaldehído, Alcohol alílico, N-Butiraldehído, Monóxido de Carbono, Crotón aldehído, Ciclopropano, Éter- dietílico, Dietilamina. Epiclorhidrina, Etileno, Etilenimina, Sulfuro de hidrógeno, Morfolina, 2- Nitropropano, Tetrahidrofurano, Dimetil Hidracina Asimétrica, (UDMH 1, Dimetil/Hidrazina)

ATMÓSFERAS GRUPO D

Ácido Acético (glacial), Acetona, Acrilonitrilo, Amoniaco, Benceno, Butano, 1- Butanol (alcohol butílico), 2- Butanol (alcohol butílico secundario), N- Acetato de Butilo, Acetato de isobutilo, Alcohol SEC-butílico, Di-izobutileno, Etano, Etanol (alcohol etílico), Acetato de etilo, Etil acrilato (inhibido), Etilen diamina (anhidra), Dicloro etileno, Gasolina, Heptano, Hexano, Isopreno, Éter izopropílico, Oxido de mesitilo, Metano (gas natural), Metanol (alcohol metílico), 3- Metil – 1 butanol (alcohol izoamílico), Metil etil cetona Metil isobutol cetona, 2- Metil –1 –propanol (alcohol izobutilico), 2 Metil- 2-propanol, (alcohol butílico terciario), Nafta de petróleo, Piridina, Octano, Pentano, 1- Pentano (alcohol amílico), Propano, 1- Propanol (alcohol propílico), 2- Propanol (alcohol izopropílico), Propileno, Estireno, Tolueno, Acetato de vinilo, Cloruro de vinilo, Xileno

ATMÓSFERAS GRUPO D

Contiene polvos metálicos, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros metales de Características peligrosas semejantes.

ATMÓSFERAS GRUPO F

Contienen negro de humo o polvos de carbón vegetal, mineral o de coque, en una porción mayor del 8% de material volátil.

ATMÓSFERAS GRUPO G

Contienen harina, almidón o polvos de cereales.

5.4 Consideraciones de transportación y recepción en obra de una grúa viajera.

Consideraciones de transportación:

Este rubro es de vital importancia, ya que una vez que se ha terminado la fabricación de la grúa y haya pasado las pruebas finales como son; dimensionales (dibujo de librajes), pruebas de funcionamiento, tanto mecánicas como eléctricas así como de acabados, se procederá al desensamble para su embalaje y preparación para su embarque al destino final.

Se tendrá especial cuidado **en contratar transportistas especializados en el buen manejo de estos equipos**. Como en la mayoría de los casos las grúas son de dimensiones excesivas; se requerirá que el transportista tramite ante la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) un permiso para circular en las carreteras mexicanas cargando equipos sobredimensionados.

El departamento de logística del fabricante será el encargado de verificar que toda la verificación del transportista esté en regla y deberá de constatar que la unidad que transportará la grúa esté en buenas condiciones de operación, se revisarán llantas, plataforma, y el tractor.

La plataforma de preferencia deberá ser del tipo retráctil, para poder ajustarla a las dimensiones de longitud del puente de la grúa.

El puente o los puentes de la grúa y los accesorios deberán estar debidamente sujetos con eslingas de nylon reforzado o en su caso cadenas evitando maltratar la pintura.

Se deberá verificar que todos y cada uno de los componentes de la grúa hayan sido debidamente embalados y listados (listas de embarque.)

Antes de que se vaya a efectuar el desensamble de la grúa el fabricante llevará a cabo un (check list) chequeo de acuerdo a un listado final de componentes de la grúa autorizado por el departamento de ingeniería y lo solicitado por el cliente.

El transportista dará acuse de lo recibido en la lista anteriormente mencionada.

Una vez que se haya terminado de asegurar en la plataforma o plataformas la totalidad de partes de la grúa; es práctica común del fabricante se le tome fotografías antes de salir de la planta. Esto con la finalidad de tener evidencias de que el equipo salió de planta en buenas condiciones.

Se deberá monitorear durante el tráfico de la grúa a su destino final y si fuera necesario el fabricante enviará su personal a la recepción de la grúa en obra.

Recepción en obra (Lineamientos)

Normalmente cuando se entrega una grúa, el usuario se conforma con que se mueva y levante un poco más de carga para la que fue diseñada; sin embargo, es muy importante verificar en que condiciones se están efectuando los diferentes movimientos por lo que al funcionamiento del equipo respecta; ya que de ello depende, en gran parte, el rendimiento de la máquina y la mayor vida útil probable del equipo. Dada esta importancia, cuando se reciba una grúa deben seguirse principalmente, los siguientes **lineamientos**:

1°. Comprobar que los voltajes de alimentación en las diferentes secciones de la grúa, correspondan a los de diseño y operación.

2°. Hacer las pruebas de aislamiento necesarias para verificar que no hayan tierras ni fallas de aislamientos en los tomacorrientes y en la instalación eléctrica de la grúa.

3°. Sin operar el contactor general, para que no se produzca ningún movimiento, verificar que la secuencia de operación de los tableros de control de los diferentes

movimientos sea la correcta; así como el ajuste de los relevadores de tiempo y la operación de los interruptores límites.

4°. Ajustar, de acuerdo con los datos de la corriente de placa de cada motor, los relevadores de sobrecarga, teniendo especial cuidado, en el caso de que se use relevadores retardados por cubeta de aceite, de que estén perfectamente limpios antes de llenarlos de aceite.

5°. Antes de verificar cualquier movimiento aplicando los motores, deberá comprobarse que los dispositivos de rodamiento estén libres, lo cual se consigue dejando abierto los frenos por medio de dispositivos ya previstos y operando los diferentes movimientos en forma manual.

6°. Una vez hecho lo anterior, ya se tiene un porcentaje muy alto de seguridad, para operar la grúa con carga; sin embargo es conveniente primero probar todo los movimientos con la grúa en vacío y aprovechar dicha prueba para observar que los frenos respondan adecuadamente, y que cada movimiento opere bajo control de velocidad.

7°. Con la carga para la cual la grúa fue diseñada, verificar que las velocidades de los diferentes movimientos sea la prevista. Trabajando en estas condiciones, la lectura de la corriente que toman los motores en operación normal, no deberá ser mayor que la de plena carga indicada en la placa correspondiente. En esta fase de las pruebas es cuando debe observarse si el ajuste dado a los relevadores de tiempo fue completamente satisfactorio o en su defecto corregirlos a las condiciones reales de trabajo.

Si el resultado de estas pruebas, así como las de aspecto mecánico son satisfactorios, tanto el fabricante como el consumidor podrán estar seguros de la buena calidad del equipo.

En lo que a las pruebas mecánicas se refiere, cuando se trata de recibir una grúa, normalmente se orientan a la comprobación de las especificaciones dadas por el consumidor al hacer el pedido; sin embargo, es conveniente verificar los siguientes puntos:

- a) Deflexión de los puentes.- Esta prueba debe hacerse teniendo la carga máxima al centro del claro y suspendida del carro. La deflexión máxima vertical del puente debe ser igual a $1/890$ del claro.
- b) Alineación de los sistemas de transmisión.
- c) Velocidad correcta en los diferentes movimientos.
- d) Altura de levantamientos.
- e) Librajes y acercamientos.

8°. En gran parte, el buen funcionamiento del aparejo y de los cables de carga depende de la forma de devanar dicho cable en el tambor y es por eso que deberá ponerse especial cuidado en que se haga correctamente. La forma práctica de comprobarlo, es observar que el cable se aloje correctamente en la ranura correspondiente del tambor y que cuando esté suspendido el aparejo (gancho) éste no tienda a girar.

Deberá también verificarse que el cable no tenga hilos rotos ni torones destorcidos o aplastados.

9°. Siendo la grúa una máquina que normalmente para su transporte es necesario desarmarla y volverla a armar en el lugar de destino, es muy conveniente comprobar que la tornillería empleada al armarla sea la adecuada así como el apriete de la misma sea el indicado. Por norma los tornillos que se instalen verticalmente deben hacerse con la cabeza hacia arriba y toda la tornillería sin excepción, deberá proveerse con arandelas de presión.

10°. Alineación de los rieles para el movimiento del carro.

11°. El buen funcionamiento de los amortiguadores.

12°. Cuadratura de la estructura de los puentes con respecto a los cabezales.

13°. Lubricación. En este aspecto no sólo deberá comprobarse que los lubricantes usados sean los correctos y estén a su nivel adecuado, sino también que las graseras no estén tapadas o deterioradas por el transporte o la pintura aplicada a la grúa.

14°. Frenos. De éstos, además de verificar que su funcionamiento mecánico y eléctrico sean correctos, deberá comprobarse que el par de frenado desarrollado por los mismos sea suficiente para retener y frenar la carga. Como normalmente no se cuenta con equipo adecuado para verificar estas pruebas, se acostumbra hacerlo cerrando el freno por medio de un tornillo, que generalmente llevan para este fin y en estas condiciones poner a trabajar el motor. Si el ajuste de par de frenado está bien hecho, el motor no deberá vencer al freno.

15°. En caso de que fuera necesario, deberá probarse el alineamiento, paralelismo y nivelación de los rieles de la trabe carril.

Las tolerancias permitidas en el claro, alineamiento y nivelación de los rieles de la trabe carril están contenidas en la tabla siguiente.

Pruebas usuales para recepción de grúas:

Al terminar de instalar la grúa, las pruebas para la misma deben hacerse bajo tres condiciones diferentes, a saber:

- Pruebas preliminares.
- Pruebas sin carga.
- Pruebas con carga.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) CRANE MANUFACTURES ASSOCIATION OF AMERICA, INC (C.M.A.A.)
ESPECIFICACION No.70 REVISION 1975.
- 2) CRANE AND HOIST ENGINEERING.
SHAW – BOX MUSKEGON., MICHIGAN 1951.
- 3) CRANE HAND BOOK
H.G.GREINER, CRANE ENGINEER.
WHITING CORPORATION, HARVEY, ILLINOIS 1955
- 4) OVERHEAD CRANES
HARNISCHFEGER CORPORATION P&H
MILWAUKEE, WISCONSIN 1976
- 5) APARATOS DE ELEVACION Y TRANSPORTE TOMO 1 Y 2.
HELLMUT ERNST, EDITORIAL BLUME.
BARCELONA ESPAÑA 1969.
- 6) CATALOGO DE “CABLES DE ACERO CAMESA”
- 7) CATALOGO DE POLIPASTOS DEMAG.
ALEMANIA 1976.
- 8) BOLETINES DE P&H
HARNISCHFEGER, CORPORATION.
MILWAUKEE, WISCONSIN.

- 9) CONTABILIDAD DE COSTOS
PRIMER CURSO
C.P. E. REYES PEREZ, EDITORIAL LIMUSA WILEY S.A. 1968
- 10) INGENIERÍA ECONÓMICA
JOHN A. WHITE, KENNETH E. CASE,
EDITORIAL LIMUSA WILEY S.A. DE C.V. 2001
- 11) LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN
Y SU REGLAMENTO
ÚLTIMA REFORMA APLICADA 19/05/1999
NUEVA LEY PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN
EL 1/07/1992
- 12) TRANSPORTE VERTICAL
GEORGE R STRAKOSON
EDITORIAL BOIXAREN

CONCLUSIONES

1. La metodología presentada se aplica a industrias que quieran aceptar el reto de ser competitivas a nivel nacional e internacional.
2. Esta dirigida a empresas donde el manejo de materiales ocupa un lugar importante respecto a eficientizar el negocio, o sea a las que quieren pasar de la forma artesanal y riesgosa de trabajo a la mejorar de tiempos y calidad de los procesos así como de incrementar sustancialmente la seguridad del personal y del producto.
3. Expongo una manera de evaluar las ventajas que una grúa viajera aporta en comparación de otros equipos diseñados para mismos trabajos, lo que facilita la toma de decisiones de inversión en este rubro y en consecuencia su financiamiento.
4. Defino variables principales en la toma de decisiones para la selección de grúas viajeras.
5. Defino términos técnicos de partes y componentes de las grúas que homologan o normalizan su selección.
6. Defino algunos criterios de diseño, funcionalidad y aplicación de acuerdo a la normatividad aplicable y sus fuentes bibliográficas.
7. Defino las consideraciones que se deben tener con los diferentes tipos de locales en los cuales operara un equipo y sobre todo aquellos que por su peligrosidad deben de ser tomados en cuenta en el diseño, construcción y operación de una grúa viajera.
8. Defino las variables principales a considerar en el transporte y manejo final, instalación y pruebas a que habrá de someterse la grúa viajera en su recepción en obra.
9. Defino métodos básicos de evaluación económica en la selección de alternativas.

10. Enfatizo la importancia del polipasto como elemento fundamental en el 85% del total de las grúas y expongo las consideraciones a tomar para su selección y normatividad respectiva.
11. Enfatizo con algunos casos la metodología en la selección de grúas, componentes y polipastos.
12. Con este trabajo aporto un compendio de los conocimientos mínimos indispensables que orientan y soportan la toma de decisiones del cliente, usuario o comprador de una grúa viajera y de los parámetros y normas respectivas.
13. Y finalmente con la metodología expuesta se alcanzan los objetivos planteados al inicio de este trabajo, es decir, que se realice por el usuario una óptima selección técnica, económica y de funcionalidad apegada a la normatividad aplicable.

APÉNDICE A1

En este apéndice se incluyen algunos casos adicionales para selección de grúas y componentes, con el objetivo de ahondar en la explicación de la metodología sugerida y poder ampliar con casos reales el conocimiento de la misma. Por ejemplo dados ciertas variables como; cargas a manejar, frecuencias de trabajo, dimensiones de locales o áreas de trabajo, velocidades de operación, etc. Seleccionar tipos de grúa o definir capacidad del equipo de efectuar determinado trabajo.

Conocer deflexiones máximas permitidas en puentes de grúas, así como conocer clases de polipasto a utilizar.

Caso No. A1.1

Se trata de seleccionar una grúa eléctrica viajera para un taller mecánico. Esta grúa se usará para alimentar las máquinas herramientas y para fines de mantenimiento.

La pieza más pesada por manejar es de 3 toneladas y se manejará una vez a la semana como máximo.

Dimensiones del Taller.

Largo = 60 metros

Ancho = 15 metros

Alto = 6 metros

No hay ciclo de trabajo definido.

No se requiere de precisión en el manejo de las piezas, sólo en el momento en que se acercan a la máquina herramienta, éste debe de ser por aproximaciones, las piezas serán sólidas, homogéneas y de acero; por estas condiciones se puede deducir que con un motor de 2 velocidades es más que suficiente para operar este equipo.

Por el peso de la pieza más pesada por manejar y la frecuencia tan baja con que se va a operar la grúa, con la carga máxima, su capacidad será de 3 toneladas clase "C"(ver capítulo 2.2).

Las velocidades se seleccionarán de la tabla No. 4.5 en el renglón correspondiente a grúa de 5 Tons.

Velocidades máximas:

Gancho = 12 m/min

Carro = 38 m/min

Puente = 53 m/min

Como se usarán motores de 2 velocidades en cada movimiento para permitir aproximaciones en la operación, conviene seleccionar la velocidad lenta a un valor de la **tercera parte de la velocidad máxima** y así la grúa con todas estas consideraciones tendrá las siguientes características:

Grúa monopuente eléctrica, con capacidad de 3 toneladas, operada desde el piso por medio de estaciones de botones suspendida del puente con sistema mensajero y equipada con polipasto.

Claro = Dependerá del tipo de construcción de la nave, de la distribución de la maquinaria y el flujo del movimiento de materiales y piezas terminadas, pero no podrá ser mayor de 15 metros.

Izaje = Dependerá de la altura de las máquinas y el tipo de construcción de la nave; pero no podrá ser mayor de 6 metros que es la altura libre de la nave.

Las velocidades entonces quedarían de la siguiente forma:

Gancho = 4/12 m/min

Carro = 13/38 m/min

Puente = 18/53 m/min

Se seleccionó ser operada desde piso, por estación de botones debido al tipo de trabajo a desarrollar y evitar la necesidad de un operador especial para la grúa, que es necesario emplear cuando es operada desde cabina.

Se escogió que la estación de botones esté suspendida del puente y con sistema mensajero, para permitir al operador estar tan cerca o lejos de la carga, conforme lo requiera su seguridad al posicionar la misma lo requiera. También es recomendable en este tipo de instalaciones evaluar la posibilidad de utilizar, en lugar de estación de botones colgada, un sistema de radio control que puede tener muchas ventajas de operación, aunque en un principio la inversión inicial sería un poco mayor.

Por el tipo de servicio que va a cubrir la grúa se seleccionó un polipasto para el sistema de levantamiento de la carga.

Caso No. A1.2

Se trata de seleccionar una grúa eléctrica viajera para un taller de estructuras metálicas.

Esta grúa se usará para alimentar de material a las áreas de armado y para embarque de producto terminado.

La pieza más pesada por manejar será de 25 toneladas y se manejará dos veces a la semana como máximo.

No hay ciclo definido de operación, pero se espera una producción promedio de **3000 toneladas mensuales** operando dos turnos de lunes a viernes, los días sábados se dedican solamente a embarques.

Dimensiones del local:

Largo = 150 metros

Ancho = 25 metros

Alto = 10 metros

Si se considera $\frac{1}{2}$ hora de comida por turno y 15 minutos por el cambio de turno, eso significa que la grúa va a operar un promedio de **14.5 horas diarias** durante cinco días a la semana, para manejar un promedio de **143 toneladas al día**. Para este tipo de servicio la grúa debe ser como mínimo para servicio pesado clase “D” (ver 2.2) y de la tabla 4.6 las velocidades seleccionadas serían:

Gancho = 7.5 m/min

Carro = 46 m/min

Puente = 122 m/min

Para el mejor control de la carga, conviene que los motores sean del tipo rotor devanado y que la grúa sea operada desde cabina suspendida del puente.

Para este tipo de servicio conviene usar carro apoyado equipado con malacate abierto y así la grúa tendrá las siguientes características:

Capacidad = 25 toneladas

Claro = Dependerá del tipo de construcción de la nave; pero conviene que sea próximo a los 25 metros del ancho de la nave para aprovechar al máximo el área disponible de la nave.

Levantamiento = Dependerá del tipo de construcción de la nave, de la altura del equipo instalado en la nave y de las dimensiones de las piezas por manejar; pero conviene que sea muy próximo a la altura disponible para mejor aprovechamiento del área.

Velocidades:

Gancho = 7.5 m/min

Carro = 46 m/min

Puente = 122 m/min

La grúa operará desde cabina suspendida del puente. Tendrá un control de velocidad variable y estará accionada por motores de rotor devanado.

La grúa del tipo bipuente, con carro apoyado equipado con malacate abierto.

Caso No. A1.3

Una grúa viajera de 10 toneladas controlada desde cabina se utiliza en un patio de fundición desde las 10:30 horas hasta terminar el turno 15:30

La grúa está equipada con electroimán y maneja lingotes de hierro y cajas de moldeo, además de efectuar las operaciones propias de una fundición.

Las velocidades de operación de la grúa son:

Sistemas de elevación = 15 m/min

Movimiento carro = 46 m/min

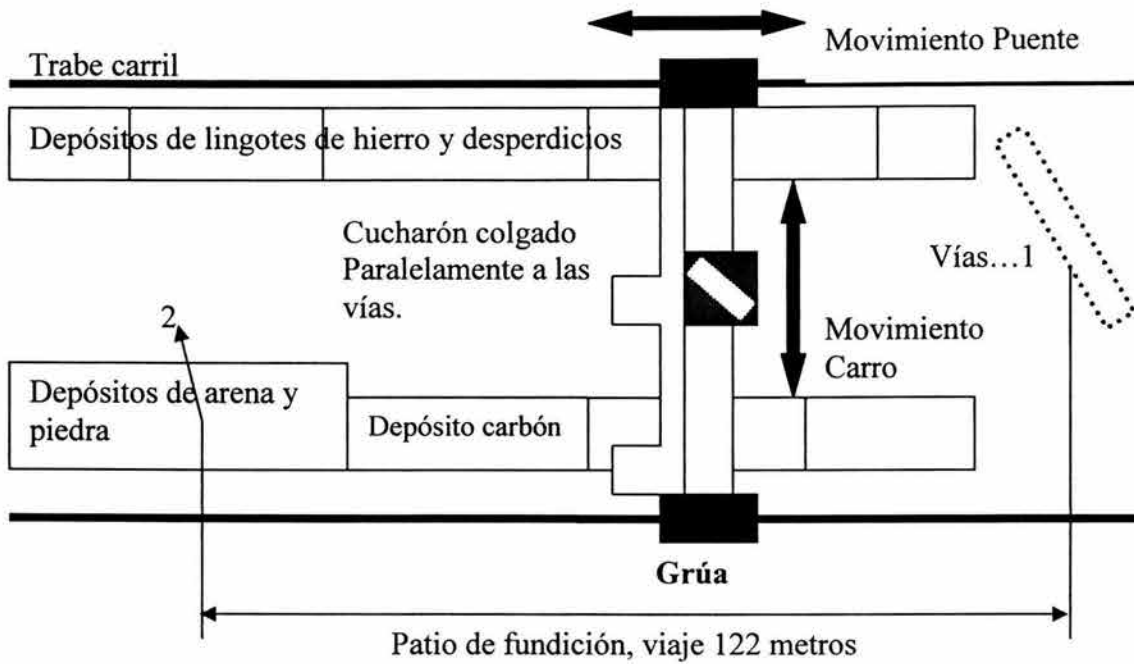
Movimiento puente 183 m/min

Se desea averiguar si la grúa, operando a estas mismas velocidades puede, entre las 8 y las 10:30 a.m. descargar 50 toneladas de piedra caliza desde un vagón "1" hasta el depósito "2" colocados a una distancia de 122 metros como se muestra en la gráfica.

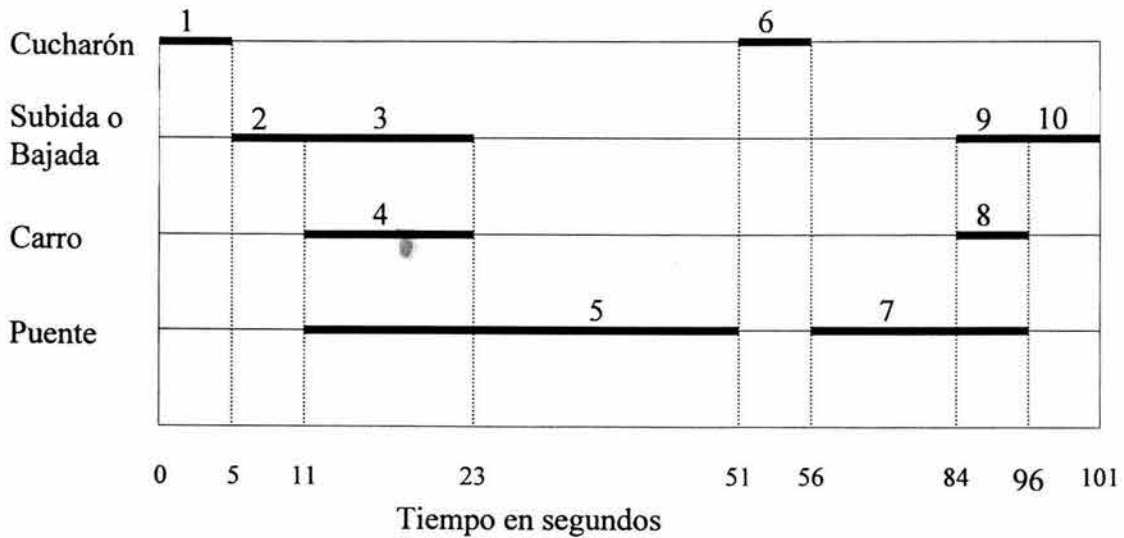
La grúa estará equipada con un cucharón operado eléctricamente de 1 yd³ de capacidad.

La piedra caliza triturada pesa 1.29 ton / yd³; por lo tanto, si el cucharón maneja el 70% de su capacidad nominal, entonces manejará 0.903 toneladas de piedra caliza por viaje.

Durante el recorrido del puente, el carro se desplaza a su posición correcta por lo que este tiempo no se considera dentro del ciclo.



Gráfica Movimientos / Tiempo



Distribución del patio de fundición

Los tiempos que utiliza la grúa en recorrer una distancia de un metro son:

Gancho 60/15 = 4 seg. / 1 metro

Carro 60/46 = 1.3 seg./ 1 metro

Puente 60/184 = 0.33 seg./1 metro

El tiempo para cumplir el ciclo de trabajo está detallado en la tabla A.1.

**Cálculo del tiempo de duración del ciclo de trabajo
(Iniciado con el cucharón abierto y colocado dentro del vagón)**

Operación No.	Operación	Tiempo en segundos
1	Cerrar el cucharón	5
2	Levantarlo 1.5 mts. para librar el vagón	6
3	Levantarlo 3 mts, para librar el depósito	Durante el mov. del puente
4	Mover el carro 9 mts.	
5	Mover el puente 122 metros	40
6	Descargar el cucharón	5
7	Mover el puente 122 metros	40
8	Mover el carro 9 metros	Durante el mov. del puente
9	Bajar el cucharón 3 metros para alcanzar el depósito	
10	Bajar el cucharón 1.5 metros más dentro del vagón	5
	Suma del tiempo	101
	Más 20% por aceleración	20
	Tiempo total del ciclo	121

TABLA NO. A.1

Número de viajes para manejar la carga total:

$$50 / 0.9 = 56 \text{ viajes}$$

$$56 \times 121 / 60 = 113 \text{ minutos} = 2 \text{ horas}$$

Por lo tanto las velocidades seleccionadas son las adecuadas para que la grúa descargue el vagón de las 8 a las 10:30 horas restando ½ hora libre para limpieza.

Tratemos este mismo ejemplo con velocidades estándar para esta clase de grúas y veamos como estaríamos en tiempos:

Sistema de elevación = 11.5 m/min. (Velocidad máxima utilizada en grúas estándar, ver tabla 4.6)

Movimiento de carro = 46 m/min. (Como en este caso la velocidad del carro no es muy importante consideraremos la velocidad media estándar)

Movimiento del puente = 122 m/min.(velocidad máxima utilizada en grúas estándar)

Los tiempos utilizados para recorrer 1 metro son:

$$\text{Gancho } 60 / 11.5 = 5.2 \text{ seg. / 1 metro}$$

$$\text{Carro } 60 / 46 = 1.3 \text{ seg. / 1 metro}$$

$$\text{Puente } 60 / 122 = 0.5 \text{ seg. / 1 metro}$$

Cálculo del tiempo de duración del ciclo de trabajo para una grúa estándar, tabla No. A.2. Iniciado con el cucharón abierto y colocado dentro del vagón.

Operación No.	Operación	Tiempo en segundos
1	Cerrar el cucharón	5
2	Levantarlo 1.5 mts. para librar el vagón	8
3	Levantarlo 3 mts, para librar el depósito	Durante el mov. del puente
4	Mover el carro 9 mts.	
5	Mover el puente 122 metros	61

6	Descargar el cucharón	5
7	Mover el puente 122 metros	61
8	Mover el carro 9 metros	Durante el mov. del puente
9	Bajar el cucharón 3 metros para alcanzar el deposito	
10	Bajar el cucharón 1.5 metros más dentro del vagón	8
	Suma del tiempo	148
	Más 20% por aceleración	30
	Tiempo total del ciclo	178

TABLA NO. A.2

Número de viajes para manejar la carga:

$$50 / 0.903 = 56 \text{ viajes}$$

Tiempo necesario para mover toda la carga:

$$56 \times 178 / 60 = 167 \text{ minutos}$$

Conclusión: en este último ejemplo no podríamos cumplir con el objetivo de manejar las 50 toneladas de las 8:00 a las 10:30 horas con las velocidades máximas de grúas estándar, por lo que, si fuera el caso, habría que modernizarla y dejarla con las velocidades del primer calculo de este ejercicio.

Caso No. A1.4

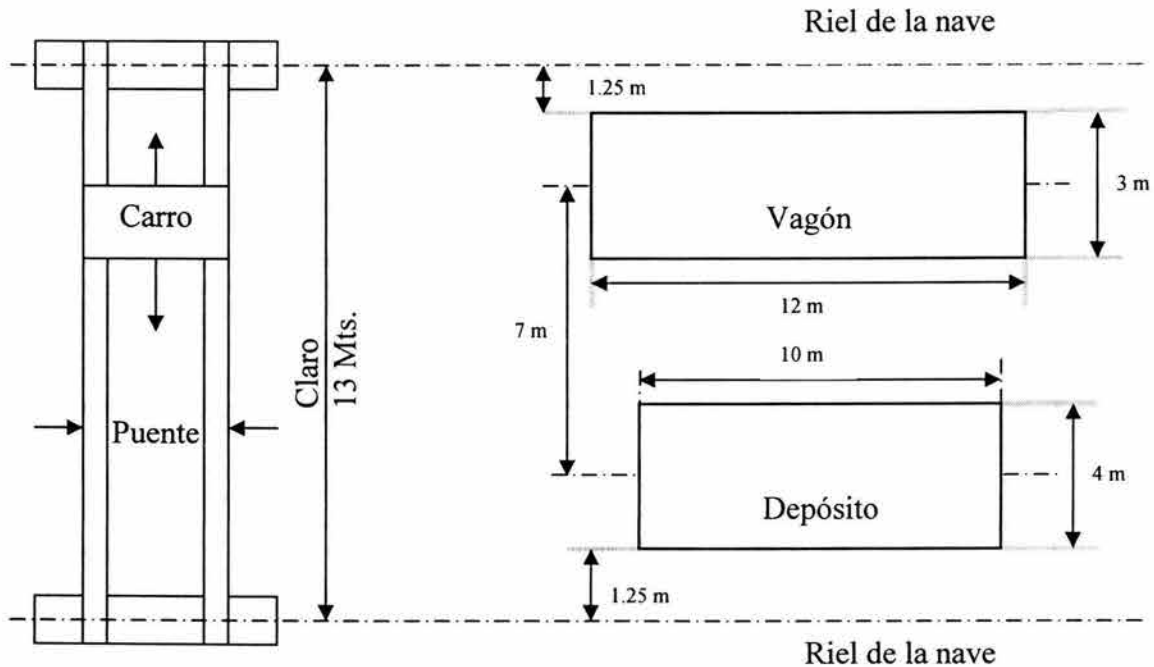
Una grúa viajera debe descargar un vagón de lingotes de hierro con **un peso total de 48 ton. en un tiempo máximo de 1 hora.** El vagón se localiza en el extremo opuesto al depósito de lingotes y éste mide **4 metros de ancho por 10 metros de largo.**

Peso unitario máximo del lingote 700 kg.

Peso unitario promedio del lingote 685 kg.

La altura promedio de levantamiento desde los lingotes en el vagón hasta el depósito es de 4 metros.

La distancia promedio que recorre el carro desde el centro del depósito es de 7 metros.



De acuerdo con el problema por resolver lo primero que haremos es analizar los movimientos que tiene que hacer la grúa y el tiempo empleado a fin de determinar el ciclo de operación; lo cual se muestra en el tabla siguiente.

Para calcular los tiempos empleados en los movimientos es necesario preseleccionar una grúa determinada y para este trabajo se ha decidido como primer intento, el uso de una grúa de 5 toneladas equipada con un electroimán de 45 pulgadas (1143 mm) de diámetro y capacidad promedio de carga de 1400 lb. (0.7 ton).

Las velocidades de operación propuestas para la grúa son:

Gancho = 18 metros/ minuto (electroimán) = 0.3 m/s

Carro = 61 metro / minuto = 1.01 m/s

Puente = 122 metro / minuto = 2.03 m/s

El tipo de servicio es continuo clase “E” (ver 2.2) y las velocidades se seleccionan de la tabla A.3; además el cálculo del tiempo de duración del ciclo de trabajo es iniciado con el electroimán colocado sobre los lingotes de hierro en el vagón de ferrocarril.

TABLA NO. A.3

No.	Operación	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1	Cerrar el interruptor del electroimán	0	1.00
2	Subir el electroimán	4	13.40
3	Mover el carro	6	6.00
4	Mover el puente	3	2.00
5	Bajar el electroimán al depósito	0	0
6	Desconectar el interruptor del electroimán	0	1.00
7	Subir el electroimán	0	0
8	Mover el puente	3	2.00
9	Mover el carro	6	6.00
10	Bajar el electroimán al vagón	4	13.40
Suma del tiempo			44.80
Más 20% por aceleración			8.96
Tiempo total para cada carga			53.76 seg.

También se consideró, con el fin de simplificar el análisis del ciclo, que la grúa opera un solo movimiento a la vez; sin embargo, el operador podrá y es su obligación

conseguirlo, reducir el tiempo calculado combinando adecuadamente varios movimientos al mismo tiempo.

Como la capacidad del magneto es de 700 kg. esto significa que únicamente se podrá manejar un lingote por cada ciclo.

El número total de lingotes para formar las 48 toneladas es de $48000/685 = 70.07$ con el objeto de tener mayor seguridad en el cumplimiento del trabajo por parte de la grúa seleccionada, se consideran 71 lingotes; lo que a su vez se traduce en **71 viajes** (ciclos de operación).

$$\text{Tiempo para manejar 71 lingotes} = 71 \times 53.76 / 60 = 63.62 \text{ min.}$$

Como únicamente disponemos de 60 minutos sería necesario corregir los valores de velocidad, aumentándolos; sin embargo debido a que el aumentar la velocidad eleva el costo de la grúa y la diferencia en tiempo son solo 3.62 minutos que bien pueden ser recuperados por el operador al combinar movimientos, por lo que se considera que la grúa seleccionada es la adecuada.

En caso de que el tiempo disponible de 60 minutos sea realmente crítico, como para no depender de la habilidad del operador de la grúa, entonces sí es necesario modificar las velocidades. Con el objeto de hacer el mínimo de cambios se modificaría únicamente la velocidad del gancho de 18 m/min. a 21 m/min. Ya que en la tabla anterior del ciclo de trabajo se podía apreciar que el mayor tiempo consumido era por operar el gancho. Por lo que el tiempo del ciclo de trabajo se logra reducir a 49 segundos como se muestra en la tabla No. A.4 Además también se hace la misma consideración de que el cálculo del tiempo de duración del ciclo de trabajo es iniciado con el electroimán colocado sobre los lingotes de hierro en el vagón de ferrocarril.

TABLA NO. A.4

No.	Operación	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1	Cerrar el interruptor del electroimán	0	1.00
2	Subir el electroimán	4	11.42
3	Mover el carro	6	6.00
4	Mover el puente	3	2.00
5	Bajar el electroimán al depósito	0	0
6	Desconectar el interruptor del electroimán	0	1.00
7	Subir el electroimán	0	0
8	Mover el puente	3	2.00
9	Mover el carro	6	6.00
10	Bajar el electroimán al vagón	4	11.42
Suma del tiempo			40.84
Más 20% por aceleración			8.16
Tiempo total para cada carga			49.00 seg.

Tiempo total para manejar los 71 lingotes = $71 \times 49 / 60 = 57.98$ min. = 58 min.

Esto significa que las velocidades de la grúa quedarían de la siguiente forma:

Gancho = 21 m/min. = 0.35 m/s

Carro = 61 m/min. = 1.02 m/s

Puente = 122 m/min. = 2.03 m/s

Las premisas que tomaron para determinar la capacidad de la grúa fueron el peso del electroimán y el peso de cada lingote; el tipo de servicio se seleccionó con base en el

tiempo tan corto de que se dispone para vaciar el vagón y depositarlos en el depósito y conforme a lo expresado en el inciso “clasificación según la clase de servicio”.

El levantamiento mínimo de la grúa debe ser de 5 metros para poder cubrir la altura del vagón; el claro debe ser como mínimo 13 metros, dejando aproximadamente un metro como pasillo de circulación entre extremos de vagón, depósito y columnas de la trabe carril.

Esto da como resultado que la grúa debe tener las siguientes características:

Grúa eléctrica viajera de dos puentes (bipunte) apoyada sobre estructura fija equipada con carro.

Capacidad = 5 toneladas métricas

Claro = 13 metros

Levantamiento = 5 metros

Velocidades:

Gancho = 21 m/min. = 0.35 m/s

Carro = 61 m/min. = 1.01 m/s

Puente = 122 m/min. = 2.03 m/s

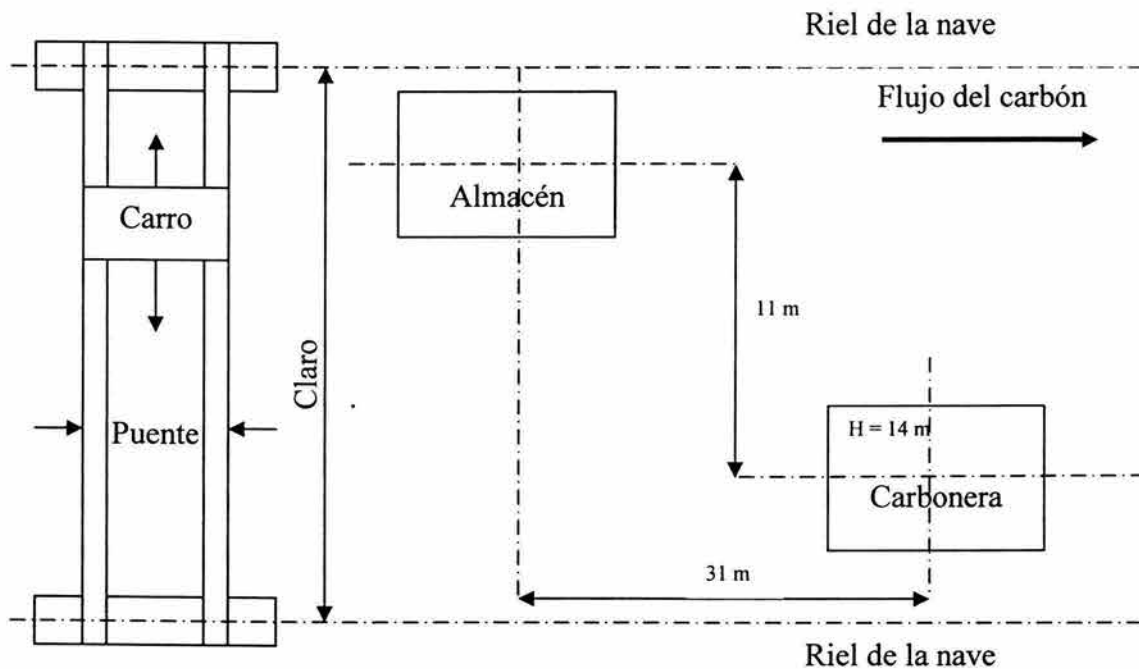
Equipada con electroimán de 45 pulgadas (1143 mm) de diámetro y 1400 lb de capacidad de carga.

Debido a la velocidad tan alta a que va a operar la grúa deberá ser del tipo operada desde cabina. El medio ambiente dependerá de si la nave va a ser cubierta o a la intemperie. Clase de servicio “E” (ver 2.2)

Caso No. A1.5

Una grúa viajera equipada con cucharón, debe manejar 175 toneladas de carbón desde el área de almacenamiento hasta la carbonera durante siete horas diarias.

Las distancias promedio recorridas son: por el cucharón, desde el almacén hasta la carbonera, 11 metros. Por el puente, desde el almacén hasta la carbonera 31 metros.



El análisis de los tiempos y movimientos que tiene que hacer la grúa están contenidos en el la tabla No. A.5 Para calcular los tiempos empleados en los movimientos se seleccionó una grúa con las siguientes características:

Capacidad 3.5 toneladas equipada con un cucharón de 1.5 yd^3 . El carbón pesa 1300 lb. / yd^3 y si consideramos que se llena completamente el cucharón, la carga de carbón por viaje será de $1950 \text{ lb. (886 kg.)}$.

Cálculo del tiempo de duración del ciclo de trabajo (iniciando con el cucharón abierto y descansando sobre el extremo superior del montículo de carbón en el almacén).

TABLA NO. A.5

No.	Operación	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1	Cerrar el cucharón	0	11.00
2	Subir el cucharón para librar ambos lados de la carbonera	14	18.20
3	Mover el carro	11	11.00
4	Mover el puente hasta la carbonera	31	15.30
5	Bajar el cucharón hasta el nivel del carbón	1.5	2.00
6	Abrir el cucharón	0	11.00
7	Subir el cucharón para librar ambos lados de la carbonera	1.5	2.00
8	Mover el puente	31	15.30
9	Mover el carro	11	11.00
10	Bajar el cucharón hasta el nivel del carbón.	14	18.20
Suma del tiempo			115.00
Más 20% por aceleración			23.00
Tiempo total para cada carga			138.00 seg.

Velocidades:

Sistema de elevación (cucharón) = 46 m/min. = 0.77 m/s

Movimiento carro = 61 m/min. = 1.02 m/s

Movimiento puente = 122 m/min. = 2.03 m/s

El número de viajes para manejar las 175 toneladas serán: $175000 / 886 = 197.5$ viajes = 198 viajes

El tiempo total para mover las 175 toneladas es: $198 \times 138 / 3600 = 7.59$ Horas

Como se ve, para que la grúa seleccionada cumpla con el trabajo sería necesario aumentar los valores de las velocidades de sus movimientos, ya que con las velocidades preseleccionadas aún se rebasa el tiempo límite especificado en 0.59 horas (35.4 minutos) lo cual no es posible absorber con la pericia del operador al combinar los movimientos de la grúa. Sin embargo, al incrementar el valor de las velocidades la grúa se volverá más costosa y demasiado rápida para poderla controlar, aumentando así los riesgos durante la operación.

Una de las posibilidades para resolver el problema sería modificar la capacidad de la grúa a **5 ton**. Y el cucharón a una capacidad de **2 yd³** Bajo esta nueva premisa la carga de carbón por viaje sería de **2600 lb.** (1181 kg.) y el número de viajes se reduciría a 148.2 (149) y el tiempo total para manejar la carga sería de 6 horas aproximadamente. Esto es $149 \times 138 / 3600 = 5.72$ Horas

Esto significa que, como se dispone de 7 horas sería posible reducir los valores de velocidad propuestos inicialmente para aprovechar la hora que nos queda disponible y eso podría equilibrar el costo de la grúa propuesta originalmente de 3.5 con la nueva de 5 ton. Que se propone como posible solución.

Un factor decisivo para la toma de decisión entre aumentar las velocidades de la grúa propuesta originalmente o cambiar la capacidad de esta a 5 ton. Y con esto reducir las velocidades; sería el aspecto económico.

Para determinar las velocidades de la grúa de 5 ton. De capacidad se podría proceder de la siguiente forma:

Número total de viajes para manejar las 175 ton. = 149

Tiempo disponible para cada viaje = $(7 \times 3600) - 5040 / 149 = 135.30 \sim 136$ seg.

El valor 5040 se refiere al 20% de las 7 horas disponibles y que corresponden al tiempo total necesario para la aceleración de los movimientos en cada ciclo (viaje completo). Los tiempos para el ciclo de trabajo bajo las nuevas condiciones están especificados en la tabla No. A.6

TABLA NO. A.6

No.	Operación	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)
1	Cerrar el cucharón	0	11.00
2	Subir el cucharón para librar ambos lados de la carbonera	14	21.50
3	Mover el carro	11	14.10
4	Mover el puente hasta la carbonera	31	19.00
5	Bajar el cucharón hasta el nivel del carbón	1.5	2.30
6	Abrir el cucharón	0	11.00
7	Subir el cucharón para librar ambos lados de la carbonera	1.5	2.30
8	Mover el puente	31	19.00
9	Mover el carro	11	14.10
10	Bajar el cucharón hasta el nivel del carbón.	14	21.50
Suma del tiempo			135.80
Más 20% por aceleración			27.20
Tiempo total para cada carga			163.00 seg.

Diferencia de tiempo por ciclo (viaje), $136 - 115 = 21$ seg.

Por lo tanto la comparación sería:

Tiempo por ciclo (viaje) = 163.0 seg. (Tabla no. A.6)

Tiempo total para manejar las 175 ton. = $163 \times 149 / 3600 = 6.75$ Horas (dentro de lo aceptado ya que disponemos de 7 Horas)

Los valores de velocidad de la grúa serían:

Movimiento elevación (cucharón) = $0.65 \text{ m/seg.} = 39.0 \text{ m/min.}$

Movimiento carro = $0.8 \text{ m/seg.} = 47 \text{ m/min.}$

Movimiento puente = $1.63 \text{ m/seg.} = 98 \text{ m/min.}$

En dado caso que el análisis económico permita optar por usar la grúa de 5 tons.las características de la misma serían:

Capacidad 5 ton.

Equipada con cucharón de 2 yd^3

Velocidades:

Movimiento de elevación = 39.0 m/min.

Movimiento carro = 47 m/min.

Movimiento puente = 98 m/min

Para determinar el levantamiento sería necesario conocer las dimensiones del cucharón.

Para determinar el claro es necesario conocer las dimensiones de la carbonera y el almacén.

DEFLEXION MAXIMA PERMITIDA Y CONTRAFLECHA.

De acuerdo con CMAA el puente de una grúa debe de ser calculado para que la deflexión máxima, no exceda de:

$L/888$ en puentes de caja.

$L/600$ en puentes de viga para grúas monopuentes.

Donde L = Claro de la grúa en milímetros.

Por otra parte, se requiere contraflechar los puentes por el siguiente criterio:

“Por una cantidad igual a la deflexión causada por la carga muerta más la mitad de la deflexión debida a la carga viva”; definiendo como carga muerta al peso propio de la estructura del puente y como carga viva a la carga que se va a mover más el peso del carro con el polipasto o malacate.

Caso No. A1. 6

Se desea saber la deflexión de una viga de sección I con una carga viva de 5000 kg. más el peso del polipasto de 500 kg. El claro de la grúa es de 10 m.

Por fórmula, la deflexión de una viga con la carga al centro (condición de máxima deflexión) es:

$$\text{DEFLEXION}_{cv} = PL^3 / 48 EI$$

Donde:

P = Carga en kilogramos = 5000

L = Claro de la grúa en centímetros = 1000

E= Módulo de elasticidad del acero = $2.1 \times 10^6 \text{ kg./cm}^2$

I = Momento de inercia de la sección 18" x 105 kg./m = 48699 cm^4

Haciendo la operación; $\text{DEFLEXION}_{cv} = 1.01 \text{ cm.}$

Por carga muerta la deflexión la encontramos por la siguiente fórmula:

$$\text{DEFLEXION}_{cm} = 5 W L^4 / 384 EI$$

Donde:

W = Peso de la sección por metro lineal = 105 Kg./m

Haciendo la operación; $\text{DEFLEXION}_{cm} = 0.13 \text{ cm.}$

$\text{DEFLEXION PERMITIDA} = 1000/600 = 1.6 \text{ cm.}$

Por lo tanto la deflexión total es de: $0.13 + 1.01 = 1.14$ cm. **Está correcta**

La contraflecha para la viga deberá de ser igual a: $0.13 + 0.5$ cm. = 0.63 cm.

Caso No. A1.7

Un polipasto de 10 ton. Va a ser operado bajo las siguientes condiciones de carga:

Carga (W)	% Tiempo de operación
10,000 Kg.	10 %
6,000 Kg.	30 %
2,000 Kg.	40 %
Sin carga	20 %

$$K = \sqrt[3]{(1.0^3 \times 0.1) + (0.6^3 \times 0.3) + (0.2^3 \times 0.4) + (0^3 \times 0.2)}$$

$$K = 0.55$$

Ya que la vida de los rodamientos especificada en la tabla No. 4.9, está basada en una carga efectiva promedio K igual a 0.65; la vida de los rodamientos para un valor de K diferente de 0.65 puede expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Vida B10 Actual} = \text{Vida B10 Tabulada} (0.65/K)^3$$

O sea que para el polipasto de 10 Ton del ejemplo, en clase S-3 (Tabla 4.9) se tendría:

$$\text{Vida B10 Actual} = 5000 (0.65/0.55)^3 = 8250 \text{ h}$$

Bajo las condiciones de carga especificadas en el ejemplo, recomendaríamos un polipasto de clase S-4