

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERIA

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
MECANICO**

LILA CARLOTA ORTIZ DIAZ

DIRECTOR: ING. MDI. CARLOS BALDEON

Quito, Julio 2007

DECLARACION

Yo, Lila Carlota Ortiz Díaz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

LILA CARLOTA ORTIZ DIAZ

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Lila Carlota Ortiz Díaz, bajo nuestra supervisión.

Ing. MDI. CARLOS BALDEON.
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. JAIME VARGAS.
COLABORADOR

Agradecimientos

A Dios. A mi Madre, Dorcy, por su amor incondicional y el enorme sacrificio para sacarme adelante. A mi Padre, Arcesio, por su cariño y consejos. A mi Hijo, Elián, por ser el motor y la luz de mi vida sin ti no lo hubiera logrado. A Don Julio y Doña Teresa, por el apoyo brindado. Al Ing. Carlos Baldeón, a la Sra. Glorita, a la Sra. Adrianita y a todas las personas que estuvieron conmigo para hacer esto posible. A todos Muchas Gracias.

Lila Carlota

Dedicatoria

A Dios, por que sin su gracia nada es posible. A mi hijo, por ser mi fortaleza, mi alegría y mis ganas de superarme, Te Amo. A mis Padres: Dorcy, por ser sinónimo de lucha, perseverancia y el mejor ejemplo de madre; Arcesio, porque para mí siempre fuiste un buen padre. A mis Hermanos: Isabel por estar presente en el momento que más te necesité, Marcos y Leonel; a mis sobrinos, mis amigos, mis Ingenieros y a la mejor Facultad del Mundo. Los Quiero mucho.

Lila Carlota

CONTENIDO GENERAL

CAPITULO 1

FUNDAMENTOS TEORICOS DE GRUAS Y TERMINOLOGIA

	Pág.
1.1 ESTRUCTURA	1
1.1.1 DEFINICION DE ESTRUCTURA	1
1.1.2 CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS	1
1.2 GRUAS.	1
1.2.1 DEFINICION DE GRUA	1
1.2.2 DEFINICION DE MONTACARGAS.....	2
1.2.3 CLASIFICACION DE LAS GRUAS.....	2
1.3 TERMINOS BASICOS DE GRUAS.....	12
1.4 PARTES COMUNES DE UNA GRUA.....	14
1.4.1 MÁSTIL	14
1.4.2 FLECHA	15
1.4.3 CONTRAPESO	15
1.4.4 CABLES	16
1.4.5 GANCHO.....	16
1.4.6 MOTORES	17
1.4.7 AGUILÓN	17
1.4.8 GUARNICIONES.....	17
1.4.9 POLISPASTO.....	17
1.4.10 POLIPASTO INFERIOR	17
1.4.11 POLIPASTO SUPERIOR.....	18
1.4.12 TIRANTE	18
1.4.13 FAJAS.....	18
1.4.14 ESLINGAS.....	18
1.4.15 GRILLETES	19

1.4.16	CARRO.....	20
1.4.17	LASTRE.....	20
1.4.18	TAMBORES DE ENROLLAMIENTO.....	21
1.5	ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE GRÚAS	21
1.6	FALLA DE ESTRUCTURAS DE ACERO	22
1.7	DEFORMACIONES EN ESTRUCTURAS DE ACERO.....	23
1.8	ESTADO DE CARGA DE UNA GRUA.....	23
1.8.1	LIGERO.....	23
1.8.2	MODERADO	23
1.8.3	PESADO	23
1.8.4	MUY PESADO.....	24
1.9	CARGAS QUE ACTÚAN SOBRE UNA GRUA	24
1.9.1	CARGAS PRINCIPALES.....	24
1.9.2	CARGAS DEBIDAS A MOVIMIENTOS PRINCIPALES	25
1.9.3	CARGAS DEBIDAS A LOS MOVIMIENTOS HORIZONTALES DE TRASLACIÓN Y A EFECTOS DE CHOQUE.	25
1.9.4	CARGAS DEBIDAS A LOS EFECTOS CLIMÁTICOS	26
1.10	TABLA DE CARGA DE UNA GRÚA.....	27
1.11	PASOS PARA HAYAR LA CAPACIDAD BRUTA EN LAS TABLAS DE CAPACIDADES.....	30
1.12	EFFECTOS ADICIONALES SOBRE LA PARTE ESTRUCTURAL DE UNA GRÚA	31
1.12.1	PANDEO.....	31

1.13 CABLES DE ACERO PARA GRÚAS	31
1.13.1 DEFINICION DE CABLE DE ACERO.....	31
1.13.2 CONEXIONES EN LA ESTRUCTURA DE LAS GRUAS.....	34
1.13.3 CONEXIONES SOLDADAS.....	35
1.13.4 CONEXIONES CON PASADORES.....	36
1.13.5 CONEXIONES CON TORNILLOS, BARRAS ROSCADAS Y REMACHES.....	36

CAPITULO 2

PROCESOS DE MANTENIMIENTO

	Pág.
2.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO TOTAL (MPT)	38
2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	38
2.2.1 METAS DEL (MPT)	39
2.2.2 EL MANTENIMIENTO DE HOY	39
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO	39
2.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	39
2.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	40
2.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	40
2.3.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO.....	40
2.3.5 MANTENIMIENTO SELECTIVO	40
2.3.6 REHABILITACION.....	40
2.3.7 RECONSTRUCCION	41
2.4 PILARES DEL (MPT)	41
2.4.1 MEJORAS ENFOCADAS.....	41
2.4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	41
2.4.3 MANTENIMIENTO PROGRESIVO	42
2.4.4 MANTENIMIENTO DE CALIDAD.....	42
2.4.5 MANTENIMIENTO TEMPRANO	42

2.4.6	EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO.....	43
2.4.7	MANTENIMIENTO ADMINISTRATIVO	43
2.4.8	SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE.	43
2.5	METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO TOTAL.....	43
2.5.1	RCM	43
2.5.2	FMEA (ANALISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO).....	44
2.5.3	OBJETIVOS DE LA NORMA ISO 14224.....	44
2.6	ACCIONES PREVENTIVAS Y METODOS DE DETECCION	45
2.7	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	46

CAPITULO 3

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS (SISTEMA ESTRUCTURAL)

	Pág.	
3.1	DEFINICION DE MANTENIMIENTO DE GRUAS MARINAS.....	47
3.1.1	PARÁMETROS PRINCIPALES.....	47
3.1.2	SISTEMAS DE SEGURIDAD	48
3.1.3	ACTIVIDADES DE SEGURIDAD	49
3.2	DISEÑO EFICAZ DE UN PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS.....	52
3.2.1	OBJETIVOS	52
3.3	PLANIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO	53
3.4	RECOLECCIÓN DE DATOS SOBRE FALLAS Y MECANISMOS DE SOLUCION DE PROBLEMAS EN GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS.	53

3.4.1	FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS	53
3.4.2	PROTECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.	54
3.4.3	PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.	54
3.4.4	PROTECCIÓN CONTRA LAS VARIACIONES MUY ALTAS DE TEMPERATURAS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.	65
3.4.5	PROTECCION CONTRA EL DESGASTE.....	66
3.4.6	PROTECCION CONTRA LAS FRATURAS FRAGILES EN GRUAS MARITIMAS.....	67
3.4.7	PROTECCIONES CONTRA LA FATIGA EN GRUAS UTILIZADAS EN PUERTOS MARITIMOS.....	68
3.5	OPERACIONES ESENCIALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO...	71
3.5.1	VISITAS.....	71
3.5.2	INSPECCIONES	71
3.5.3	PRUEBAS	73
3.5.4	RUTINAS.....	75
3.5.5	RECONSTRUCCION	75
3.6	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UNA GRÚA PORTUARIA.	76
3.6.1	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	76
3.6.2	PASO 1: ENUMERACIÓN DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DE LA GRÚAS.....	78
3.6.3	OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA O CASTILLETE DE UNA GRUA.....	79
3.6.4	OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LAS GUARNICIONES.....	79

3.6.5 OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DEL CABLE DE ACERO.....	79
3.7 CERTIFICACION DE GRUAS.....	93
3.7.1 DEFINICION DE CERTIFICACION.....	93
3.7.2 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS	94
3.7.3 NORMAS Y ESTANDARES UTILIZADOS PARA LA CERTIFICACION.....	95

CAPITULO 4

COSTOS UNITARIOS

	Pág.
4.1 GENERALIDADES	97
4.1.1 CLASIFICACION DE LOS COSTOS.....	97
4.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	100
4.2.1 RUBROS DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA DE LA GRÚA.....	100
4.2.2 FORMATO DE ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	102
4.2.3 DESGLOSE DE COSTOS DIRECTOS	103
4.2.4 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS (USD)	103

CAPITULO 5

APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMEINTO DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS DE COSTOS A UNA GRUA TIPO

	Pág.
5.1 GENERALIDADES	104
5.2 ESQUEMA DE LA GRUA TIPO SELECCIONADA	104

5.3 RENDIMIENTO	107
5.4 CALCULO DEL RENDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GRUA TIPO	107
5.5 DESGLOSE DE COSTOS DIRECTOS.....	108
5.6 COSTOS INDIRECTOS	108
5.7 COSTOS POR ULTRASONIDO	109
5.8 LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA.....	110
5.9 PINTURA DE LA ESTRUCTURA	112
5.10 REEMPLAZO DEL CABLE DE ACERO.....	113
5.11 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS	115
5.12 COSTO FINAL DE MANTENIMIENTO DE LA GRUA TIPO.....	116

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
6.1 CONCLUSIONES	117
6.2 RECOMENDACIONES	118

CONTENIDO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Partes constitutivas de una Grúa Torre.....	3
Figura 1.2 Grúa torre autodesplegable.....	4
Figura 1.3 Grúa torre trepadora.....	4
Figura 1.4 Grúa de Brazo móvil o Articulada.....	5
Figura 1.5 Grúa Puente, componentes.....	6
Figura 1.6 Grúas Pórtico.....	7
Figura 1.7 Grúa Telescópica.....	8
Figura 1.8 Grúas Portuarias.....	9
Figura 1.9 Grúa montada sobre un camión.....	11
Figura 1.10 Grúa Industrial móvil.....	11
Figura 1.11 Grúa montada sobre una oruga.....	12
Figura 1.12 Mástil de una grúa pescante.....	14
Figura 1.13 Flecha de una grúa pescante.....	15
Figura 1.14 Gancho.....	16
Figura 1.15 Diferentes aparejos de poleas.....	18
Figura 1.16 Grilletes.....	19
Figura 1.17 Carro de una grúa pescante.....	20
Figura 1.18 Lastre de una grúa pescante.....	20
Figura 1.19 Tambor.....	21
Figura 1.20 Esquema de cargas de peso propio y de servicio de una grúa de pescante.....	25
Figura 1.21 Esquema de cargas debidas al viento (dentro de servicio) de una grúa de pescante.....	26
Figura 1.22 Esquema de cargas debidas al viento (fuera de servicio) de una grúa de pescante.....	26
Figura 1.23 Cuadrantes de levantamiento sobre neumáticos.....	27
Figura 1.24 Cuadrantes de levantamiento sobre Estabilizadores.....	28
Figura 1.25 Radio de operación, Angulo de la pluma, medida de la pluma.....	29
Figura 1.26 El cable de Acero.....	32

Figura 1.27 Secciones transversales de cables: a) Barras paralelas, b) alambres paralelos, c) Torones paralelos, d) Torones enrollados con trabas helicoidalmente, e) Cordeles.	32
Figura 3.1 Esquema de los parámetros principales de una grúa.....	48
Figura 3.2 Diferentes Grados De Preparación De Superficie.....	60
Figura 3.3 Ejemplos de cómo no se deben enrollar el cable de acero en el tambor.....	64
Figura 3.4 Sistemas de Izaje de Carga certificables.....	93
Figura 3.5 Principales organizaciones de estandarización.....	94

CONTENIDO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Principales normas UNE aplicables a las grúas.....	22
Tabla 1.2 Elección del número de grapas dependiendo del diámetro de cable, además Eficiencia, longitud a doblar y torsión.....	34
Tabla 2.1 Evolución del mantenimiento.....	38
Tabla 2.2 Tareas preventivas y métodos de detección.	45
Tabla 2.3 Actividades de mantenimiento.....	46
Tabla 3.1 Riesgos directos en el montaje de grúas.....	50
Tabla 3.2 Riesgos directos en el manejo de grúas.....	51
Tabla 3.3 Riesgos indirectos en el manejo de grúas.....	52
Tabla 3.4 Grados De Preparación De Superficie según diferentes Normas.	60
Tabla 3.5 Sistemas genéricos de recubrimientos con pinturas.....	62
Tabla 3.6 Diagrama logarítmico N-S para aceros sometidos a ciclos de inversión completa de esfuerzo flexionante.....	69
Tabla 3.7 División en Conjunto, subconjunto e Ítems mantenibles de grúas.....	78
Tabla 2.5 Principales normas Iso aplicables a las grúas.....	95
Tabla 4.1 Formatos para análisis de Precios Unitarios.....	101
Tabla 4.2 Desglose de Costos Directos.....	102
Tabla 4.3 Cronograma valorado de Trabajos.....	102

CONTENIDO DE ANEXOS

ANEXO N° 1	Pág.
NORMA ASME B 30.5, SECCION 16.....	121

ANEXO N° 2	Pág.
ANÁLISIS ISO 14224 /OREDA. RELACIÓN CON RCM-FMEA.....	158

ANEXO N° 3	Pág.
FORMATO DE PLAN DE IZAJE NO CRÍTICO.....	169

ANEXO N° 4	Pág.
FORMATO DE PLAN DE IZAJE CRÍTICO.....	172

ANEXO N° 5	Pág.
TABLAS DE CAPACIDAD DE CARGA.....	177

ANEXO N° 6	Pág.
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA GRUA TIPO.....	180

RESUMEN

En el Ecuador existen cuatro puertos marítimos: Guayaquil en Guayas, que maneja la mayor cantidad de importaciones y exportaciones del país; Manta en Manabí, que maneja el comercio de café, cacao y otros productos, y que, además, recibe grandes embarcaciones de turismo; Esmeraldas en Esmeraldas, que es el principal Terminal para la exportación de petróleo; y Bolívar en El Oro, considerado el segundo más importante del país debido a las grandes cantidades de banano que transporta.

Estos puertos representan para el país grandes entradas económicas, por lo que se hace necesario el buen mantenimiento de los equipos que ahí se encuentran.

El presente proyecto de titulación busca dar Mantenimiento al más importante de los equipos que poseen los puertos marítimos, estos son las grúas portuarias, ya que estas representan el 80% de la operatividad de los puertos.

Este proyecto de titulación contribuirá a desarrollar la vida útil de las grúas portuarias, aumentando la confiabilidad de los equipos, eliminando accidentes, y disminuyendo daños humanos y materiales.

El presente trabajo está orientado a dar un mantenimiento correcto a la parte estructural, funcional y de seguridad de las grúas utilizadas para la carga y descarga de los puertos marítimos.

Para esto se ha hecho una recopilación de fundamentos básicos y de estándares nacionales e internacionales sobre uso, operación, mantenimiento y certificación de las grúas utilizadas en los puertos.

Además en el presente trabajo se elabora un análisis de costos unitarios, como se cuantifican los costos directos, indirectos, junto con un desglose de los mismos.

PRESENTACION

El presente proyecto tiene como objetivo brindar Mantenimiento a la parte estructural y los accesorios de las Grúas utilizadas en los Puertos marítimos, para la elaboración del mismo se ha considerado dividirlo en 6 capítulos de manera que:

En el capítulo uno se realiza una investigación introductoria de fundamentos teóricos como partes constitutivas generales y clasificación de grúas además términos básicos concernientes a operación y mantenimiento de las mismas.

En el capítulo dos, se da una breve introducción a los procesos de mantenimiento generales, tipos de mantenimiento, normas para la implantación de programas de mantenimiento y técnicas para un buen funcionamiento de este.

En el capítulo tres se desarrolla el diseño de procedimientos de Mantenimiento de la parte estructural, funcional y de seguridad de las grúas que se utilizan en los puertos marítimos.

En el capítulo cuatro se elabora un análisis de costos unitarios, además se hace un desglose de costos directos e indirectos de los mismos.

En el capítulo cinco se realiza una aplicación de los procedimientos de mantenimiento con su debido análisis de costos unitarios a una grúa tipo.

En el capítulo seis se recopilan las diferentes conclusiones y recomendaciones fruto de cada capítulo antes mencionado, sus aciertos, dificultades y las debidas recomendaciones.

En los anexos se incluyen normas, tablas y figuras que reúnen aspectos importantes empleados en la elaboración de los procedimientos de Mantenimiento de grúas utilizadas en los puertos marítimos.

CAPITULO 1.

FUNDAMENTOS TEORICOS DE GRUAS Y TERMINOLOGIA

1.1 ESTRUCTURA

1.1.1 DEFINICION DE ESTRUCTURA¹

Una estructura es aquella que consta de un arreglo estructural primario que soporta diferentes tipos de cargas tanto en sus miembros como en sus uniones.

Existen diferentes tipos de arreglos estructurales tales como: Armaduras, Vigas, pórticos.

1.1.2 CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS

Las estructuras se dividen principalmente por la composición de sus miembros, así tenemos:

- Estructuras mixtas
- Estructuras metálicas.

1.2 GRUAS.

1.2.1 DEFINICION DE GRUA²

Una grúa es una máquina ideal para levantar materiales que por su volumen y peso son imposibles de manipular manualmente o con montacargas; estos pesos pueden estar entre centenares de Kilogramos hasta cientos de toneladas.

¹ GARCES D.; ZALDUMBIDE J.; Mantenimiento de puentes colgantes con estructura de acero.

² Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2005

El movimiento puede ser generado manualmente o puede proceder de motores eléctricos, de combustión interna o de vapor.

1.2.2 DEFINICION DE MONTACARGAS³

Se considera montacargas a un equipo de ruedas provisto de uñas, ideal para manipular pesos y cargas dentro del área interna de las bodegas, cuyo piso sea firmemente compactado, adoquinado o cementado.

1.2.3 CLASIFICACION DE LAS GRUAS.

Las grúas se clasifican tomando en cuenta diferentes parámetros;

Por su forma:

- Grúas torre o de pescante.
- Grúas de brazo móvil o articulada
- Grúas puente
- Grúas Pórtico
- Grúas telescópicas.

Por su utilidad:

- Grúas portuarias (Fijas y móviles)
- Grúas para la construcción (Industriales).

Por su transporte:

- Grúas con base fija.
- Grúas con base móvil.

³ Investigación propia.

1.2.3.1 GRÚAS TORRE O PESCANTE⁴

La grúa torre o de pescante esta formada por un pescante horizontal cuyos extremos se desplazan sobre rieles perpendiculares al pescante; el torno de izado se desliza en sentido longitudinal por el pescante mediante un carro.

Es orientable y su soporte giratorio se monta sobre la parte superior de una torre vertical, cuya parte inferior se une a la base de la grúa. La grúa torre suele ser de instalación temporal, y esta concebida para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos.

La torre de la grúa puede empotrarse en el suelo, inmovilizada sin ruedas o bien desplazarse sobre vías rectas o curvas.

Las operaciones de mantenimiento y conservación serán realizadas por personal especializado con las normas dadas por el fabricante.

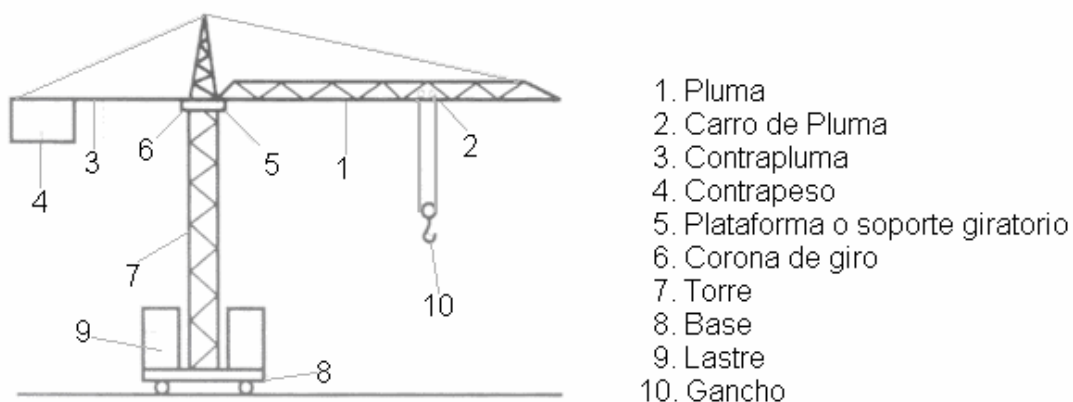


Figura 1.1 Partes constitutivas de una Grúa Torre.

Este es el tipo principal de grúas usadas en construcción. A su vez estas grúas se clasifican en:

- **Grúa torre desmontable:** Grúa torre fue ideada para utilizarse en las obras de construcción u otras aplicaciones además diseñada para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos.

⁴ www.monografias.com; Diseño de una Grúa Torre.

- **Grúa torre autodesplegable:** Es aquella en la que la pluma se monta sobre la parte superior de una torre vertical orientable, donde su parte inferior se une a la base de la grúa a través de un soporte giratorio y que está provista de los accesorios necesarios para permitir un rápido plegado y desplegado de la torre y pluma.

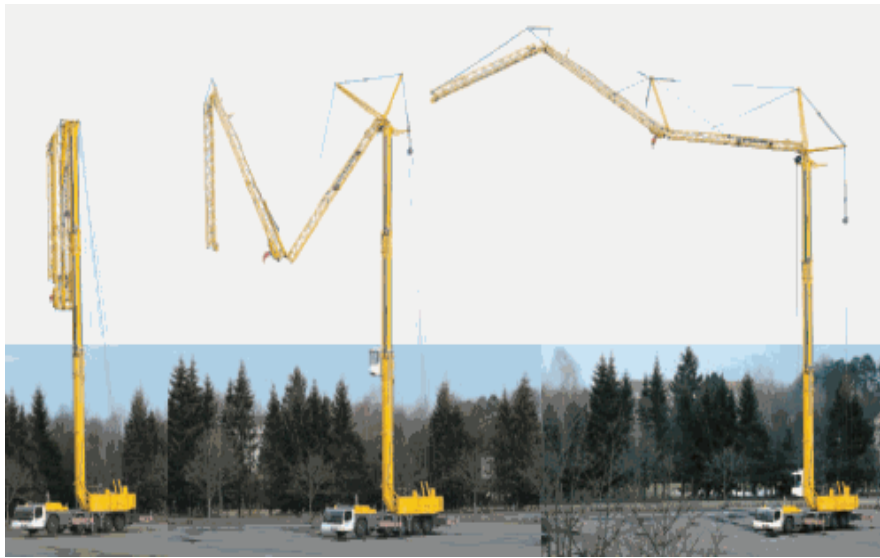


Figura 1.2 Grúa torre autodesplegable.

- **Grúa torre autodesplegable monobloque:** Es aquella cuya torre está constituida por un solo bloque y que no requiere elementos estructurales adicionales para su instalación, esta puede ir provista de ruedas para facilitar su desplazamiento.



Figura 1.3 Grúa torre trepadora.

- **Grúa torre trepadora:** Esta grúa tiene la capacidad de ser instalada sobre la estructura de una obra en curso de construcción y que se desplaza de abajo hacia arriba por sus propios medios al ritmo y medida que la construcción progresa.

Dentro de los tipos aquí descritos puede hacerse nueva divisiones dependiendo de la capacidad de carga, la altura o la longitud de alcance de la flecha.

1.2.3.2 GRUAS DE BRAZO MOVIL O ARTICULADA.



Figura 1.4 Grúa de brazo móvil o articulada.

La grúa de brazo móvil tiene un diseño de cantilever y está formada por un brazo articulado por la base con la parte inferior de un mástil vertical y sujeto en el extremo mediante un cable que va a un torno situado en la parte superior del mástil.

Para evitar que el mástil se caiga hacia el lado del brazo para esto se emplean contrapesos o tirantes.

El movimiento de la grúa se obtiene girándola y levantando o bajando el brazo.

1.2.3.3 GRUAS PUENTE. 4

Estas grúas se desplazan sobre rieles elevados, están compuesta generalmente por una doble estructura rematada en dos testeros automotores sincronizados dotados de ruedas con doble pestaña para su encarrilamiento, apoyado en dicha estructura y con capacidad para desplazarse encarrilado a lo largo de la misma, un carro automotor soporta un polipasto cuyo cableado de izamiento se descuelga entre ambas partes de la estructura.

La combinación de movimientos de estructura y carro hacen que la grúa pueda desplazarse dentro de los puntos limitados por los rieles.

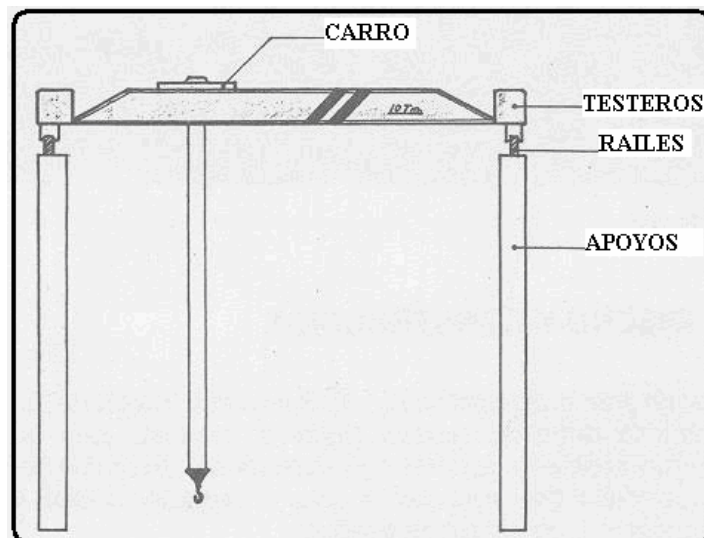


Figura 1.5 Grúa Puente, componentes.

1.2.3.4 GRÚAS PÓRTICO

Son aquellas que se encuentran montadas sobre pilares que se mueven por rieles situados al nivel del suelo; estas son ideales para manejar contenedores, posibilitan un mejor aprovechamiento de los espacios que el de otros equipos.

Estas grúas trabajan con neumáticos y/o chasis. Se consideran menos flexibles para operar ya que requieren de una instalación fija de las vías.



Figura 1.6 Grúas Pórtico.

1.2.3.5 GRUAS TELESCOPICAS



Figura 1.7 Grúa Telescópica.

Este sistema de elevación consta de un brazo telescópico que puede ser de varias etapas, capaz de levantar en su extremo superior su capacidad bruta (peso de la canastilla, mas peso de la carga) posee cilindros hidráulicos en la base para un movimiento al brazo de hasta 80°.

Esta grúa puede tener diferentes sistemas de elevación telescópica según su diseño (Tornillo sin fin, poleas, cilindros hidráulicos) para las diferentes etapas del brazo.

1.2.3.6 GRÚAS PORTUARIAS⁹

El Ecuador tiene cuatro puertos marítimos: Guayaquil (en Guayas), maneja la mayor cantidad de importaciones y exportaciones del país; Manta (en Manabí), en amplio crecimiento para el comercio de café, cacao y otros productos, y que, además, recibe frecuentemente grandes cruceros internacionales de turismo; Esmeraldas (en Esmeraldas) principal Terminal para la exportación de petróleo; y Bolívar (en El Oro), considerado por mucho tiempo como el segundo puerto en importancia debido al volumen de carga que moviliza, sobre todo de banano.



Figura 1.8 Grúas Portuarias.

La grúa portuaria móvil ha sido fabricada para la carga y descarga de naves marítimas en los terrenos portuarios. Esta grúa puede ser usada para carga suelta, contenedores y trabajos de agarre, y cuenta con una cabina elevada para posibilitar el contacto visual con el interior de la bodega de la nave.

Una de sus ventajas es que el brazo giratorio de la grúa va montado a una altura tal que el radio de trabajo va por encima de la carga de la nave. Otra ventaja de la grúa portuaria móvil es que se puede desplazar fácilmente y su uso no está limitado a un recorrido fijo, como es el caso de las grúas portuarias sobre carriles.

Los Puertos de Manta y Esmeraldas son cargados y descargados por las grúas que en su mayoría son grúas móviles porque vienen montadas directamente en los barcos que arriban en costas Ecuatorianas, mientras que en el Puerto Marítimo de Guayaquil y Bolívar existen varias grúas fijas es decir se encuentran empotradas directamente en el Puerto.

Actualmente se encuentran realizando proyectos en los Puertos de Manta y Esmeraldas en los cuales se ha incluido la adquisición de grúas fijas para el manejo de los contenedores.

En el presente proyecto de titulación este tipo de grúa será el motivo de estudio.

1.2.3.7 GRÚAS PARA LA CONTRUCCIÓN

La grúa de torre móvil ha sido fabricada para ser usada de forma rápida en el sector de la construcción. Estas máquinas pueden ser montadas y completamente preparadas para la elevación en el lugar de las obras dentro de 10 minutos.

Esta grúa cuenta con una cabina elevada, que permite al conductor un buen contacto visual con su trabajo.

La grúa de construcción dispone de un cable de elevación relativamente fuerte, que le permite elevar, por ejemplo, 5 toneladas a un radio de trabajo de 30 metros. Para llevar a cabo este mismo trabajo con una grúa hidráulica con brazo telescópico, ésta debería ser de 80 toneladas.

1.2.3.8 GRUAS FIJAS

Como su nombre lo indica son grúas que poseen bases fijas en el terreno en el que van a ser utilizadas es decir no pueden desplazarse, uno de los ejemplos más comunes son las grúas utilizadas en los puertos marítimos (antes mencionada).

También son de base fija algunas grúas utilizadas en la construcción como las grúas de pescante las cuales se fijan con lastre o pesos en la parte inferior de las mismas.

1.2.3.9 GRÚAS MOVILES

Las Grúas móviles son aquellas que se pueden desplazar, estas pueden poseer sus propias bases móviles o pueden ser montadas en camiones para su desplazamiento.

Las más comunes:

Grúa montada sobre un camión:



Figura 1.9 Grúa montada sobre un camión.

Este tipo de grúa ha sido fabricada para circular sobre carreteras pavimentadas. En realidad, la idea consiste en un camión sobre el cual se ha montado una grúa hidráulica.

Grúa industrial móvil



Figura 1.10 Grúa Industrial móvil.

La grúa industrial móvil es una grúa compacta que puede ser usada fácilmente para trabajos industriales diferentes.

Grúa sobre oruga

La grúa sobre oruga ha sido fabricada para circular con la grúa completamente montada, inclusive la carga. El empuje de tierras de esta grúa es reducido, debido a la gran superficie de las orugas.



Figura 1.11 Grúa montada sobre una oruga.

1.3 TERMINOS BASICOS DE GRUAS.

1.3.1 ANGULO DE EMBOQUE

Angulo entre la superficie del cable y de la ranura de la polea por la cual pasa dicho cable.

1.3.2 ANGULO DE LA PLUMA

Es el ángulo que se forma entre la pluma y la horizontal.

1.3.3 CAPACIDAD BRUTA

Es lo que la grúa puede levantar sin tener en cuenta el peso del gancho, la pelota, los dispositivos de levantamiento o cualquier otro dispositivo conectado a la grúa, que no este considerado como parte de la carga.

1.3.4 CAPACIDAD NETA

Es lo que la grúa puede levantar teniendo en cuenta el peso del gancho, la pelota, los dispositivos de levantamiento o cualquier otro dispositivo conectado a la grúa, que no esté considerado como parte de la carga.

1.3.5 CARGA

Es el equipo o material que va ha ser levantado.

1.3.6 CARGAS OSCILANTES

Se llaman así a las cargas que por mala manipulación, adquieren un movimiento oscilatorio (de péndulo) cuando están siendo levantadas.

1.3.7 COCAS

Son puntos de baja resistencia del cable de acero por causa del desequilibrio producido por la deformación, además sufre deterioro prematuro por abrasión.

1.3.8 SUPERESTRUCTURA

Es la mayor estructura de la grúa y es donde se encuentran apoyados la cabina, la pluma, el motor y los contrapesos.

1.3.9 RADIO DE CARGA O DE OPERACION

Es la distancia horizontal desde la proyección del eje de rotación a la superficie de soporte antes de levantar la carga hasta es centro de la línea de levantamiento con la carga aplicada.

1.3.10 MEDIDA DE LA PLUMA

La medida de la pluma es la distancia desde la mitad del pasador que conecta la pluma a la superestructura hasta el centro del pasador que soporta las poleas colocadas en la punta de la pluma.

1.4 PARTES COMUNES DE UNA GRUA.

Las grúas tienen diferentes formas y accesorios según su clasificación, pero ya que el objetivo de una grúa es el mismo en cualquiera de los casos estas poseen partes similares para conseguir sus objetivos.

A continuación se describen las partes más comunes de las grúas:

1.4.1 MÁSTIL⁴



Figura 1.12 Mástil de una grúa pescante.

Consiste en una estructura de celosía metálica de sección normalmente cuadrada, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente.

Esta constituida de varios módulos o partes que irán siendo ensambladas con la medida que se requiera.

Su forma y dimensión varía de acuerdo a las necesidades requeridas.

1.4.2 FLECHA⁴

También llamada pluma, es una estructura de celosía metálica de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario.

Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y longitud. Al igual que el mástil suele tener una estructura modular para facilitar su transporte.

Para desplazarse el personal especializado durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento a lo largo de la flecha dispondrá de un elemento longitudinal, cable fiador, al que se pueda sujetar el mosquetón del cinturón de seguridad.

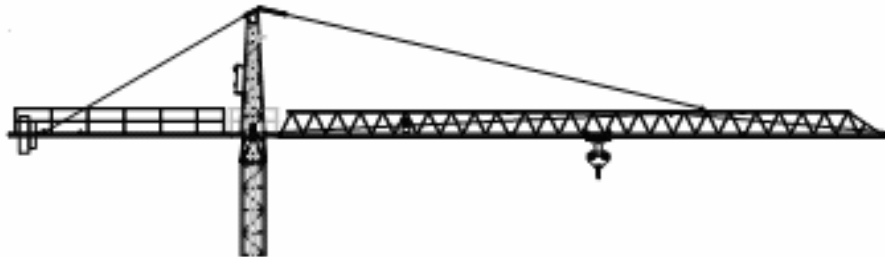


Figura 1.13 Esquema de una Flecha de una grúa pescante.

1.4.3 CONTRAPESO

Son estructuras de hormigón prefabricado que se colocan para estabilizar el peso y la inercia que se produce en la flecha grúa.

Deben estabilizar la grúa tanto en reposo como en funcionamiento. Tanto estos bloques como los que forman el lastre deben de llevar identificado su peso de forma legible e indeleble.

1.4.4 CABLES

El cable de elevación es una de las partes más delicadas de la grúa y, para que dé un rendimiento adecuado, es preciso que sea usado y mantenido correctamente.

Debe estar perfectamente tensado y se hará un seguimiento periódico para que, durante su enrollamiento en el tambor no se entrecruce, ya que daría lugar a aplastamientos.

1.4.5 GANCHO

Es la parte fundamental de los accesorios para mover la carga y a pesar de esto es uno de los menos tomados en cuenta durante las inspecciones.

Están fabricados de hierro fundido aleado para mayor resistencia y fuerza, de esta mismo modo están constituidos las cadenas, además en a estos se les contramarkan con el nombre del fabricante.

Los ganchos al igual que los grilletes se fabrican con un factor de seguridad de 5 es decir estos pueden soportar 5 veces la carga para la cual fueron constituidos, a pesar de esto los ganchos deben ser inspeccionados.

Los ganchos están constituidos por las siguientes partes principales:

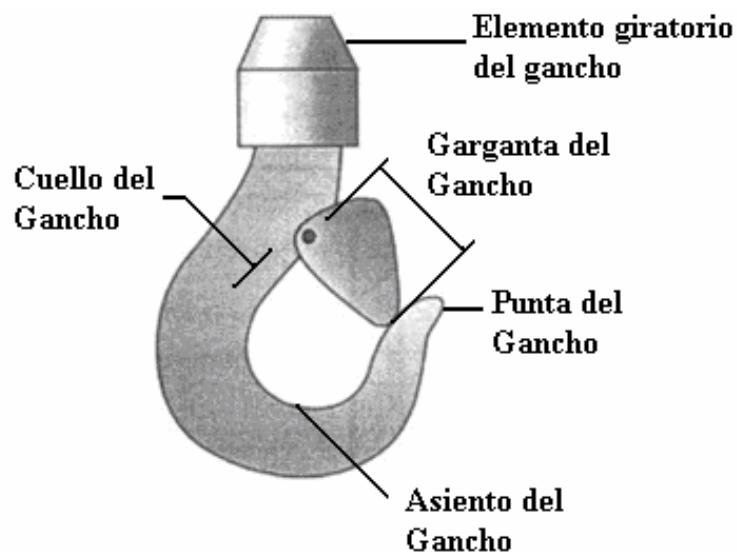


Figura 1.14 Gancho.

1.4.6 MOTORES

La grúa más genérica está formada por cuatro motores eléctricos:

- **Motor de elevación:** permite el movimiento vertical de la carga.
- **Motor de distribución:** da el movimiento del carro a lo largo de la pluma.
- **Motor de orientación:** permite el giro de 360°, en el plano horizontal, de la estructura superior de la grúa.
- **Motor de translación:** desplazamiento de la grúa, en su conjunto, sobre carriles. Para realizar este movimiento es necesario que la grúa este en reposo.

1.4.7 AGUILÓN⁴

Es una sección o puntal metálico o de madera pivotado o articulado en su parte inferior fijado en lo alto del mástil o columna o miembro vertical mediante cadenas, cabos o cables.

Un cable para elevar o bajar carga es enrollado en garruchas en un punto del aguilón.

1.4.8 GUARNICIONES⁴

Es un bloque de poleas o garruchas dispuestas en un extremo de la parte superior en la cual el cable de izaje es enrollado para bajar o elevar la carga.

1.4.9 POLIPASTO²

Aparejo de dos grupos de poleas, unas fijas y unas móviles.

1.4.10 POLIPASTO INFERIOR

Conjunto de poleas, pasadores y estructura suspendida por el cable de izaje.



Figura 1.15 Diferentes aparejos de poleas.

1.4.11 POLIPASTO SUPERIOR⁴

Conjunto de poleas, pasadores y estructura suspendida del aguilón.

1.4.12 TIRANTE⁴

Cable usado para estabilizar o asegurar el mástil u otro miembro en la posición deseada.

1.4.13 FAJAS

Accesorio utilizado con grúas o cargadoras para levantar pesos muertos fabricados principalmente con material nylon cuyos extremos son terminaciones tipo ojo entrelazados con el mismo material, de acuerdo al peso a levantar es el grosor, largo y ancho de la faja.

1.4.14 ESLINGAS

Son cables, cadenas, telas sintéticas y mallas metálicas elaboradas, con o sin accesorios, para manejar cargas, existen varios tipos de eslingas como son:

- Cadena
- Cable
- Banda

Los accesorios que utilizan las eslingas son:

- Grilletes
- Argollas
- Ganchos
- Tensores
- Barras y marcos separadores.

1.4.15 GRILLETES

Son accesorios utilizados en grúas o cargadoras para asegurar y levantar pesos o volúmenes imposibles de hacerlos manualmente.



Figura 1.16 Grilletes.

Su diámetro, tamaño y grosor varía de acuerdo al peso del material, estrobo o faja usada.

1.4.16 CARRO



Figura 1.17 Carro de una grúa pescante.

Consiste en un carro que se mueve a lo largo de la flecha a través de unos carriles. Este movimiento da la maniobrabilidad necesaria en la grúa. Es metálico de forma que soporte el peso a levantar.

1.4.17 LASTRE

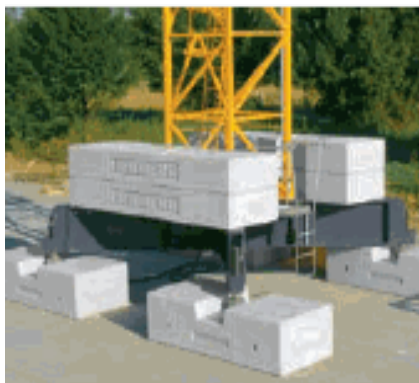


Figura 1.18 Lastre de una grúa pescante.

Puede estar formada por una zapata enterrada o bien por varias piezas de hormigón prefabricado en la base de la grúa. Su misión es estabilizar la grúa frente al peso propio, al peso que pueda trasladar y a las condiciones ambientales adversas.

1.4.18 TAMBORES DE ENROLLAMIENTO⁵

Para elevar las cargas los cables deben tener un extremo fijado a un tambor de modo que al girar este, el cable se va enrollando helicoidalmente.

La fijación del cable en el tambor se puede hacer de varias formas:

1. Consiste en un chaveta que por medio de dos tornillos golpea el cable.
2. Una cuña que aprieta el cable en virtud de su propia tracción.



Figura 1.19 Tambor.

1.5 ESPECIFICACIONES ESTANDAR PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE GRÚAS

El diseño y construcción de Grúas implica la utilización de especificaciones y normas las cuales juegan un papel fundamental ya que el uso de estas definirá la calidad y la seguridad con la que contará la grúa.

Por un planteamiento básico de Seguridad Integrada, una máquina debe concebirse desde el principio para que ningún accidente sobrevenga durante su utilización; sus dispositivos de seguridad estarán integrados desde tu concepción, no añadidos después.

⁵ INGERSOLL-RAND.- Manual de prácticas de funcionamiento de seguridad para cabrestantes no apto para transporte de personas, primera Edición, 2003.

- Pandeo de los miembros principales.

1.7 DEFORMACIONES EN ESTRUCTURAS DE ACERO

Todos los aceros son materiales elásticos ya que tienen la propiedad de deformarse y volver a su forma original, pero en las deformaciones excesivas estos pierden esa propiedad, esta pérdida se puede producir en condiciones de:

- Sobrecarga
- Impactos en las estructuras provenientes de la fluencia exagerada del material en tensión o compresión, o por pandeo en compresión.
- Resonancia.

1.8 ESTADO DE CARGA DE UNA GRUA

El estado de carga de una grúa se ve en función del número de ciclos para cada nivel de carga. Es decir:

1.8.1 LIGERO

Aparato que levanta raramente la carga máxima de servicio y corrientemente cargas muy pequeñas.

1.8.2 MODERADO

Aparato que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas pequeñas.

1.8.3 PESADO

Aparato que levanta con bastante frecuencia la carga máxima de servicio y corrientemente cargas medianas.

1.8.4 MUY PESADO

Aparato que corrientemente maneja cargas próximas a la carga máxima de servicio.

Para la operación de las grúas el operador debe conocer y poseer las tablas de capacidad de la grúa a operar y debe en lo posible tratar de no sobrepasar el 80% de la carga máxima de esta.

1.9 CARGAS QUE ACTÚAN SOBRE UNA GRUA⁴

1.9.1 CARGAS PRINCIPALES

1.9.1.1 PESO PROPIO

Se considera peso propio de la grúa a la carga producida por el peso mismo de la grúa esto es debido a los materiales utilizados en la construcción de la grúa. Según la norma UNE 58-117-83 podemos clasificar estas cargas:

- Sg_1 : Carga de peso propio de la pluma (t/m)
- Sg_2 : Carga de peso propio de la torre (mástil)(t/m)
- Sg_3 : Carga del contrapeso (t)

1.9.1.2 CARGA DE SERVICIO (SL)

La carga de servicio será el propio peso de la carga y se supondrá en su posición más desfavorable en el momento de su concepción, subsecuentemente se elaboraran las tablas de carga de acuerdo a las diferentes posiciones de trabajo y pesos a levantar.

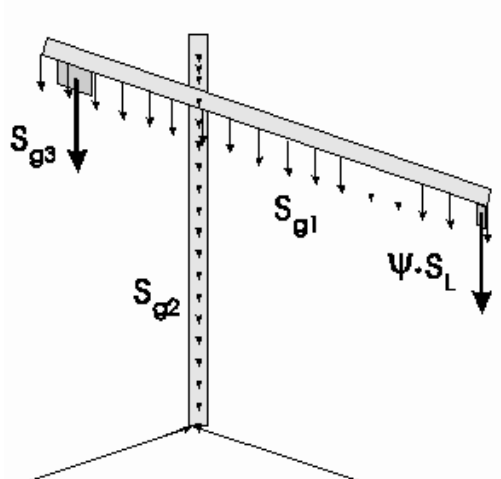


Figura 1.20 Esquema de cargas de peso propio y de servicio de una grúa de pescante.

1.9.2 CARGAS DEBIDAS A MOVIMIENTOS PRINCIPALES

Estas cargas se originan por el levantamiento más o menos brusco y las aceleraciones del movimiento de elevación, así como las acciones verticales debidas a la rodadura.

1.9.3 CARGAS DEBIDAS A LOS MOVIMIENTOS HORIZONTALES DE TRASLACIÓN Y A EFECTOS DE CHOQUE.

1.9.3.1 CARGAS DEBIDAS AL MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN

Estas cargas están originadas por el movimiento de traslación que puede tener toda la grúa en conjunto desde su base.

1.9.3.2 CARGAS DEBIDAS A EFECTOS DE CHOQUE

Las cargas debidas al choque están generadas por las fuerzas de inercia que se producen debidas movimiento del carro sobre la pluma.

Si la grúa está dotada de limitadores de velocidad que impiden que se superen los 0,7 m/s, no es necesario considerar estos esfuerzos.

1.9.4 CARGAS DEBIDAS A LOS EFECTOS CLIMÁTICOS

Resultan de la acción del viento, de la sobrecarga de nieve y de las variaciones de la temperatura.

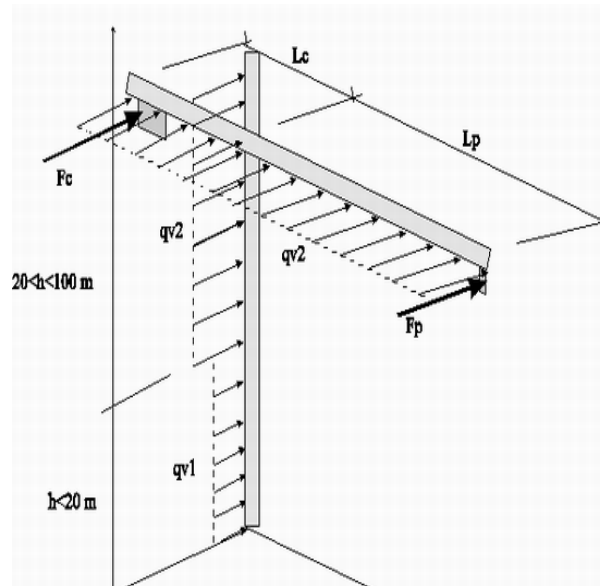


Figura 1.21 Esquema de cargas debidas al viento (dentro de servicio) de una grúa de pescante.

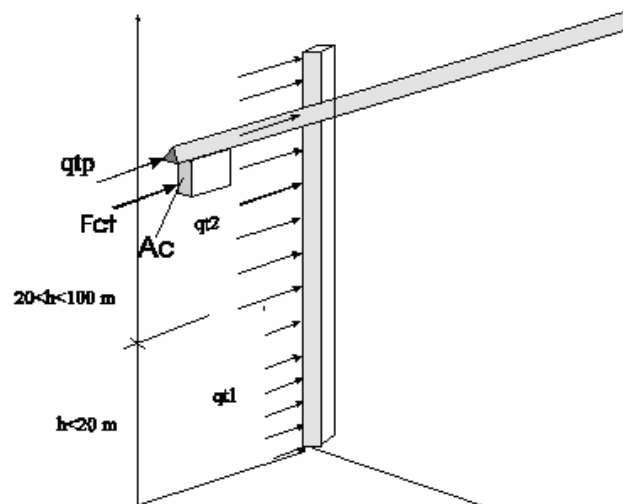


Figura 1.22 Esquema de cargas debidas al viento (fuera de servicio) de una grúa de pescante.

La sobrecarga de nieve no se tiene en cuenta en los cálculos de los aparatos de elevación y la sollicitación producida por la variación de la temperatura no se considera más que en casos particulares, entre otros, cuando los elementos no pueden dilatarse libremente.

1.10 TABLA DE CARGA DE UNA GRÚA

La parte más importante en la operación de una grúa es que el operador tenga la capacidad de leer, comprender y aplicar la información contenida en la tabla de carga.

Sin esta habilidad el operador está suponiendo la capacidad de la grúa operándola sin seguridad y la maquina puede volcarse o inclinarse.

El operador debe tener en cuenta la capacidad bruta de la grúa, y debe conocer el peso de la carga a transportar.

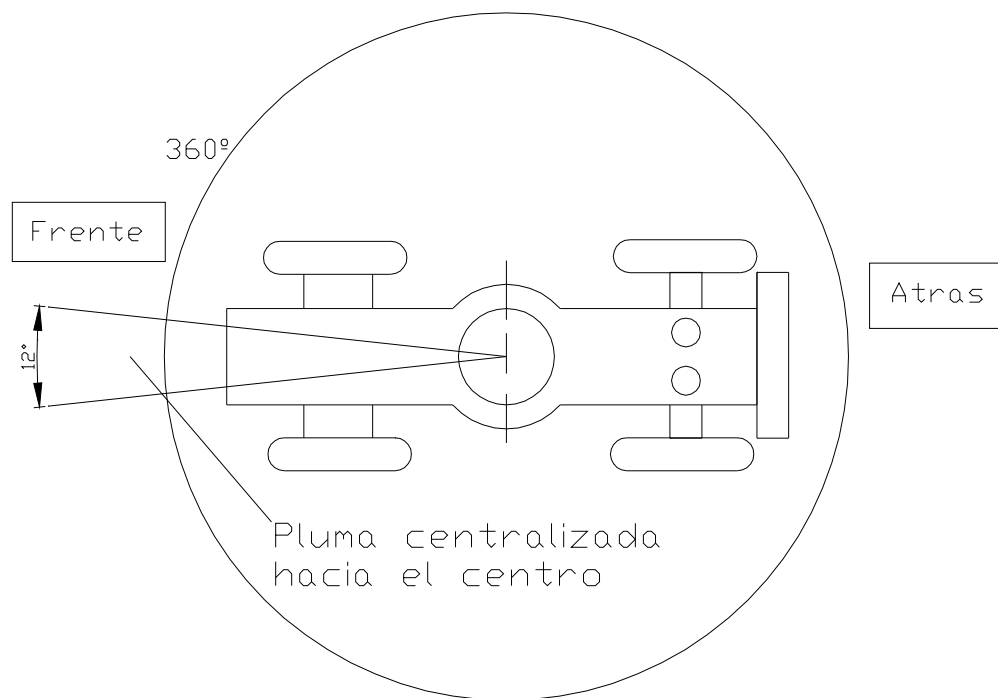


Figura 1.23 Cuadrantes de levantamiento sobre neumáticos.

Se debe tomar en cuenta si el levantamiento es en neumáticos o en estabilizadores y a que estas funcionan diferentemente según el cuadrante de trabajo.

Cuando se realiza levantamientos sobre neumáticos solo se pueden hacer desde el cuadrante frontal con una máxima desviación del eje de la grúa de 6 grados a lado y lado.

Cuando se realiza levantamientos sobre estabilizadores la grúa tiene 4 cuadrantes de operación uno frontal, dos laterales y uno trasero, donde las capacidades de levantamiento varían de cuadrante a cuadrante. Si el levantamiento va a pasar de cuadrante a cuadrante se llama levantamiento de 360°.

Para el uso de las tablas de carga se debe saber si el levantamiento se va a hacer solo en el cuadrante frontal o de 360°.

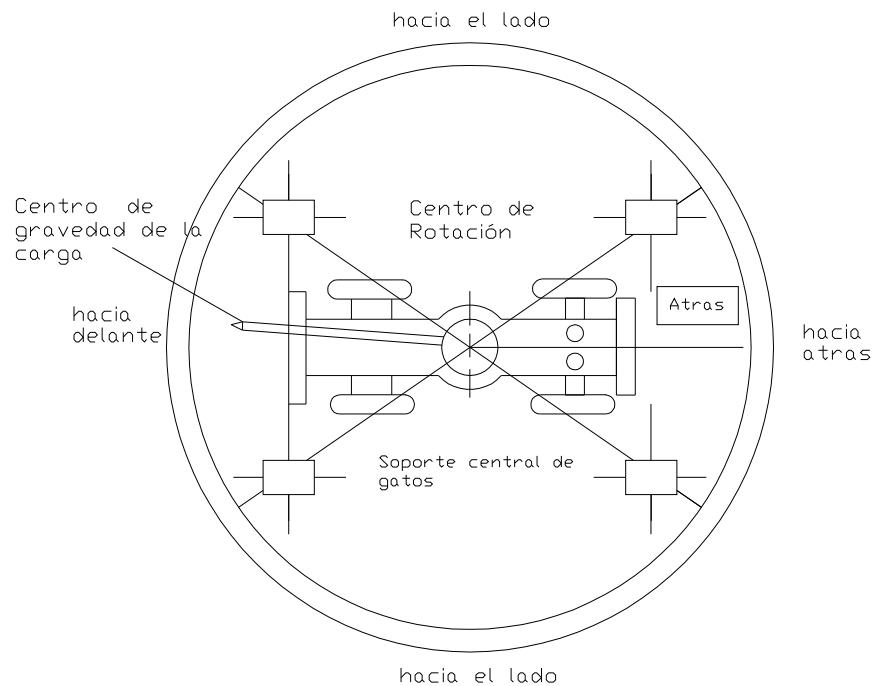


Figura 1.24.- Cuadrantes de levantamiento sobre Estabilizadores.

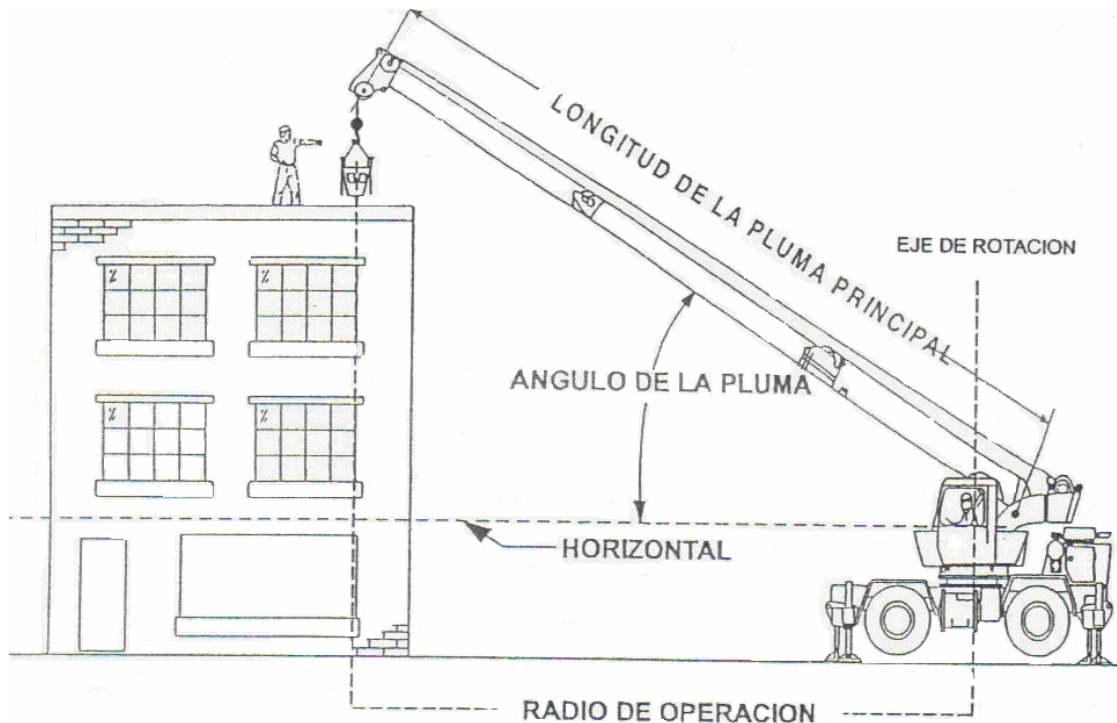


Figura 1.25 Radio de operación, Angulo de la pluma, medida de la pluma.

Para determinar la capacidad bruta de la grúa, se debe usar el radio de carga y la longitud de la pluma, como se muestra en la figura 1.25, muchas veces se debe usar el ángulo de la pluma dependiendo de la configuración de la tabla.

Cada fabricante diseña su propia tabla de carga, es muy importante conocer que cuando uno elige la capacidad bruta de la carga en las tablas y están se encuentran comprendidas entre 2 valores siempre se debe escoger el de menor capacidad bruta.

En ciertos casos en que la grúa no tenga elaborada su tabla de carga, los encargados de certificar la grúa deberán elaborarla.

El buen uso de la tabla de cargas a la hora de operar las grúas aumenta la vida útil de las mismas ya que se evita sobre cargar a la estructura y por consiguiente sobrecargar a cada uno de sus miembros, lo que evita la formación de concentradores de esfuerzos y la posible fractura de los mismos.

Para las operaciones con grúas se sigue un plan de Izajes elaborado de acuerdo a la carga a elevar o transportar, el tipo de grúa utilizada, y el cuadrante en el que se va a trabajar.

Estos planes pueden ser de modalidad interna de la empresa en donde se realizan el izaje o la empresa encargada de las operaciones de las grúas.

Existen 2 tipos de plan de izaje:

- **Plan de Izaje NO CRÍTICO:** se le llama así a todas operaciones con grúa que no excedan el 80% de la capacidad de carga máxima de operación.
- **Plan de Izaje CRÍTICO:** se le llama así a todas operaciones con grúa que excedan el 80% de la capacidad de carga máxima de operación.

1.11 PASOS PARA HAYAR LA CAPACIDAD BRUTA EN LAS TABLAS DE CAPACIDADES.

Primer paso

- Buscar desde donde estas levantando la carga lo cual te indicará que tabla vas a utilizar.

Segundo paso

- Buscar la capacidad bruta. Se la obtiene con la longitud de la pluma, radio o ángulo.

Tercer paso

- Buscar el peso de lo adicionales: Bloque, aparejos, (Extensión del aquilón solo cuando no trabajen).

Cuarto paso

- Restar del peso de los adicionales desde la capacidad bruta y el resultado será la capacidad neta.

$$Cap.Bruta - Adicionales = Cap.Neta$$

1.12 EFECTOS ADICIONALES SOBRE LA PARTE ESTRUCTURAL DE UNA GRÚA

1.12.1 PANDEO

Es un efecto que se da en los elementos esbeltos que están sometidos a compresión, este efecto puede hacer que la estructura colapse totalmente.

Este efecto se puede presentar en la grúa cuando el boom esta totalmente extendido.

La estructura puede llegar a pandear, hay que recordar que en el momento mismo de concepción de la grúa (diseño) debe ser uno de los principales problemas de estudio, también se tiene que tomar en cuenta cuando la grúa esta siendo repontenciada o reparada.

1.13 CABLES DE ACERO PARA GRÚAS⁶

1.13.1 DEFINICION DE CABLE DE ACERO

Un cable es considerado como una máquina de precisión, conformada por un conjunto de partes que interactúan unas con otras.

Alambres que nos sirven para transmitir movimientos, es decir desplazar energía.

Están compuestos por una determinada cantidad de torones o trenzas colocados o cerrados en forma helicoidal alrededor de un núcleo o alma de soporte.

La especificación para los cables de acero viene normalizada por Iso TC 105 (Normalización de cables de alambre de acero, sus terminaciones y eslingas).

Los tensores se diseñarán para tener un cable de acero nominal a partir de una fuerza montada de por lo menos 2 1/2 veces el máximo de la carga del tensor desde la condición cargante.

⁶ [Normas ISO publicadas](#)

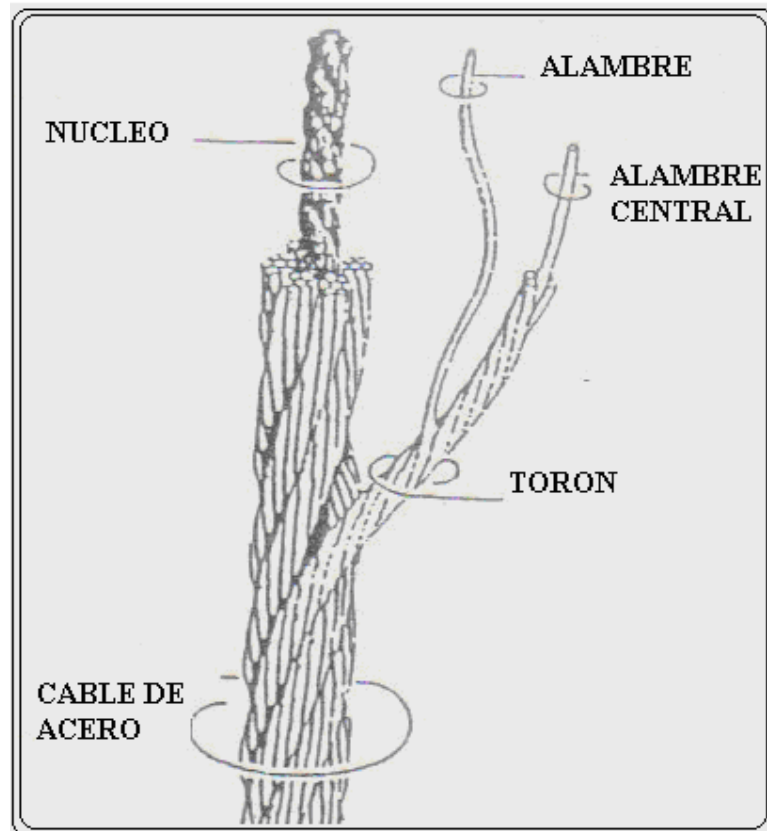


Figura 1.26 El cable de Acero.

1.13.1.1 TIPOS DE CABLE DE ACEROS⁷

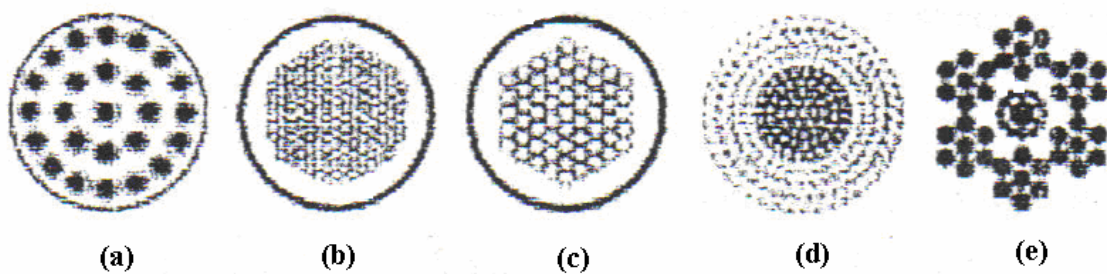


Figura 1.27 Secciones transversales de cables: a) Barras paralelas, b) alambres paralelos, c) Torones paralelos, d) Torones enrollados con trabas helicoidalmente, e) Cordeles.

⁷ BROCKENBROUGH ROGER; MERRITT FREDERICK; Diseño de Estructuras de Acero, ED. Mc Graw Hill, Colombia, 1997, Tomo 3.

El cable de acero está conformado por la unión de varios alambres o torones de aceros en diferentes arreglos que pueden tener diferentes almas que pueden ser del mismo torón u otro cable:

1.13.1.2 CABLES UTILIZADOS EN LAS GRÚAS

Existen 2 tipos de fabricación de cables: Torcido regular, torcido Lang. Los cables con torcido regular son los que se usan más comúnmente en izajes con grúas ya que al tener los alambres del torón torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable, estos tiene facilidad de maniobra, no se retuercen, son más resistentes al aplastamiento y a la distorsión.

Este criterio es fundamental en la elección de cable para las grúas.

1.13.1.3 PROPIEDADES DE LOS CABLES DE ACERO

1.13.1.3.1 Resistencia A La Tracción

Es la capacidad que tiene un determinado cable para soportar cargas que produzcan esfuerzos de tracción según su eje longitudinal.

1.13.1.3.2 Flexibilidad

Capacidad que posee un cable para ser doblado sobre poleas o tambores de diámetros reducidos sin que por ello adquiera deformaciones permanentes que impidan su funcionamiento o que comprometan su capacidad de soportar cargas.

1.13.1.3.3 Resistencia al desgaste

Existen 2 clases de desgaste que puede sufrir un cable:

- El producido en los alambres periféricos de los cordones como consecuencia del rozamiento con poleas y tambores y
- El ocasionado por el roce continuo entre alambre interiores.

1.13.1.4 GRAPAS PARA CABLE DE ACERO

Los pernos son un medio efectivo y simple para asegurar las puntas de un cable metálico en lugar de entrelazar, o asegurar temporalmente las puntas de los cables.

En la siguiente tabla se expresa la cantidad mínima de pernos en cada conexión, la distancia mínima a la que se deben colocar los pernos es de 6 veces el diámetro del cable.

Diámetro del Cable	Numero de grapas	Eficiencia	Longitud a doblar	Torsión en (Libras/pies)
1/4"	2	80%	4-3/4"	15
3/8"	2	80%	6-1/22"	45
1/2"	3	80%	11-1/2"	65
9/16"	3	80%	12"	95
5/8"	3	80%	12"	95
3/4"	4	80%	19"	130
7/8"	4	80%	19"	225
1"	5	90%	26"	225
1-1/8"	6	90%	34"	225
1-1/4"	6	90%	37"	360

Tabla 1.2 Elección del número de grapas dependiendo del diámetro de cable, además Eficiencia, longitud a doblar y torsión.

1.13.2 CONEXIONES EN LA ESTRUCTURA DE LAS GRUAS

Una actividad importante dentro de la producción metalmecánica constituye la fabricación y reptación de estructuras metálicas soldadas ya que estas brindan mayor grado de confiabilidad para el usuario.

En las estructuras de acero de las grúas se utilizan uniones soldadas ya que estas actualmente brindan mayor seguridad que otro tipo de uniones.

Las soldaduras se realizarán según procedimientos establecidos en diferentes normas tomadas por el criterio del diseñador, estas adoptarán las

debidas precauciones para proteger los trabajos de soldadura contra el viento y, muy especialmente, contra el frío.

Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras con métodos artificiales.

1.13.3 CONEXIONES SOLDADAS

Las conexiones soldadas son aquellas que se forman usando como método de unión a algún tipo de soldadura.

1.13.3.1 ESPECIFICACIONES PARA LA SOLDADURA

La AWS (American Welding Society) cubre todas las especificaciones necesarias como son: Juntas precalificadas, procedimientos de soldadura y procedimientos para calificación de soldadores, todo esto con el fin de ajustar todos los parámetros de soldadura necesarios para no dejar nada a la libre interpretación evitando riesgos en esta.

1.13.3.2 Código Para El Diseño De Soldadura De Estructuras De Acero (AWS D.1.1)

Este código contiene los requerimientos para la fabricación y elección de estructuras de acero soldadas.

Cuando este código es estipulado en los documentos del contrato el cumplimiento de todas las provisiones del código es requerido excepto para aquellas solicitudes en que la ingeniería específicamente modifique o excluya.

- **Requerimientos generales:** Esta sección contiene básicamente el alcance y limitaciones del código.
- **Diseño de conexiones soldadas:** esta sección contiene básicamente los requerimientos para el diseño de conexiones soldadas de miembros producidos de componentes tubulares y no tubulares.
- **Precalificación:** esta sección contiene los requerimientos para exceptuar el WPS de los requerimientos de calificación de este código.

- **Calificación:** esta sección contiene los requerimientos de calificación para el WPS y el personal de soldadura necesarios para realizar trabajos según código.
- **Fabricación:** esta sección contiene los requerimientos para la preparación, ensamble y soldadura en estructuras de acero soldadas.
- **Inspección:** esta sección contiene los requerimientos para la calificación y responsabilidades de los inspectores, criterios de aceptación para soldaduras de producción y procedimientos normalizados para realizar inspección visual y ensayos no destructivos.
- **Soldadura de espárragos:** esta sección contiene los requerimientos para la soldadura de espárragos al acero estructural.
- **Refuerzo y reparación de estructuras existentes:** esta sección contiene información básica pertinente a la modificación mediante soldadura o reparación de estructuras existentes de acero.

1.13.4 CONEXIONES CON PASADORES

Debido a la gran libertad que proporciona este tipo de conexiones, son bastante utilizadas en la unión de miembros de grúas esto cuando se desea la rotación relativa de un miembro con otro.

Para este tipo de usos se utilizan uniones con pasadores de acero al carbono, forjado y maquinado a dimensiones exactas.

1.13.5 CONEXIONES CON TORNILLOS, BARRAS ROSCADAS Y REMACHES⁸

Los remaches fueron los elementos de unión de estructuras de acero más comunes en el siglo XIX, y hasta mediados de XX. Pero en la actualidad no se emplean en construcciones nuevas o en talleres de mano de obra por que has

⁸ Normas Técnicas Complementarias para el diseño y construcción de estructuras metálicas.

sido sustituidas por las ventajas de la soldadura y los tornillos de alta resistencia, estos pueden ser utilizados en casi todas las solicitudes como:

1. Empalmes de columnas en todas las estructuras de 60 m o mas.
2. empalmes de columnas comprendidas entre 50 a 60 m de altura si su dimensión horizontal no sobrepasa el 40% de su altura.
3. Todas las conexiones entre vigas y columnas y de cualquier otra viga de las que depende en contraventeo de las columnas en estructuras de 40m de altura.
4. conexiones en las que no pueda admitirse el movimiento relativo entre las partes unidas como las sujetas a fatiga o inversiones frecuentes de carga.
5. Estructuras que soportan grúas viajeras de mas de 5 toneladas de capacidad, uniones entre elementos que las soportan, uniones entre partes de las armaduras del techo, ye entre ellas y las columnas, uniones entre tramos de las columnas, contraventeo de las columnas y apoyo de las grúas.
6. Conexiones para soportes de maquinas móviles u otras cargas vivas que produzcan impacto o inversión de esfuerzos.

CAPITULO 2

PROCESOS DE MANTENIMIENTO

2.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO TOTAL ⁹ (MPT).

Es el mantenimiento que busca maximizar la eficiencia global de los equipos involucrando en el mismo a todas las personas que diseñan, usan o mantienen los equipos.

2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO¹⁰

EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO		
>>>1914	Mantenimiento Correctivo	Solo se interviene en caso de paro o falla importante.
1914-1950	Mantenimiento Preventivo	Con establecimiento de algunas labores preventivas.
1950-1970	Mantenimiento Productivo	Importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente.
1970<<<	Mantenimiento productivo Total	Maximizar la eficiencia global de los equipos con la participación de personal de producción y mantenimiento.

Tabla 2.1 Evolución del mantenimiento.

⁹ JACOME C.; CORTEZ R.; Análisis De Aplicaciones Y Capacitación Del TPM En Pequeñas Y Medianas Industrias, 2005.

¹⁰ Elaborado por ORTIZ L.

2.2.1 METAS DEL (MPT)

Las metas principales que busca el MPT son fáciles de conseguir y en la mayoría de los casos no se requieren recursos económicos para llevar a cabo ya que la implantación de estas se basa en filosofías de buenas prácticas para la producción, estas son:

- Cero paros de emergencia.
- Eliminar defectos en el producto final.
- Cero accidentes de trabajo.
- Minimizar costos del ciclo de vida del equipo.
- Aumento de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE).

2.2.2 EL MANTENIMIENTO DE HOY

En la actualidad la cultura de mantenimiento ha ido cambiando y con esta cambiando sus objetivos, es así que el mantenimiento de hoy busca:

- Productos y servicios de calidad
- Mejores resultados a menores costos
- Trabajar con eficiencia
- Trabajar con efectividad
- Estrategia – filosofía
- Análisis de datos

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO⁸

2.3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es el tipo de mantenimiento que se le da a una máquina para corregir sus defectos.

2.3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento en el cual existe la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario.

2.3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el mantenimiento en el cual se realizan tareas de seguimiento del estado y desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de un análisis de síntomas, o análisis por evaluación estadística, que determinen el punto exacto de su sustitución.

2.3.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO

Este mantenimiento se basa en la asignación de mayores responsabilidades al personal relacionado con la producción, tomando en cuenta la confiabilidad, el diseño del equipo y la planta. “El servicio se mantiene y el recurso se preserva”.

2.3.5 MANTENIMIENTO SELECTIVO

En este mantenimiento los cambios de una o más piezas de los equipos prioritarios, se realizan de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.

2.3.6 REHABILITACION

Cuando el deterioro de una estructura metálica excede el grado permisible para su funcionamiento, se hace necesario realizar actividades de mayor relevancia que las del mantenimiento periódico (preventivo) es decir se debe rehabilitar a la estructura, este tipo de actividades son considerablemente costosas.

2.3.7 RECONSTRUCCION

Por motivos como cumplimiento de vida útil de la estructura metálica o por falta de un plan de mantenimiento adecuado de estas, se pueden llegar a deteriorar completamente cualquier estructura, en estos casos se debe recurrir a la reconstrucción de las estructuras para regresarlas a las mismas a condiciones de operación normal.

2.4 PILARES DEL (MPT)

2.4.1 MEJORAS ENFOCADAS

En este pilar se aplican técnicas de control de calidad, filosofías de buenas prácticas para producción (Keizen), el ciclo de Deming y procedimientos de mantenimiento. Este pilar busca maximizar la efectividad global de los equipos y la producción.

2.4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Son actividades de mantenimiento realizadas por los operadores en sus respectivos equipos, que permiten al mismo trabajar en condiciones de funcionamiento óptimas. Este mantenimiento busca mejorar la calidad y la seguridad del sitio de trabajo, desarrollar la capacidad técnica del personal y el sentido de responsabilidad del mismo, lo que se consigue con una correcta capacitación del mismo.

Utiliza filosofías japonesas como la de las 5S:

- SEIRI: Sentido de utilización.
- SEITON: Sentido de Orden.
- SEISO: Sentido de limpieza.
- SEIKETSU: Sentido de Salud.
- SHITSUKE: Sentido de autodisciplina.

Además utiliza herramientas básicas y gerenciales de calidad como:

- Lluvia de ideas.
- Diagrama causa-efecto.
- Diagrama de Pareto.

2.4.2.1 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Para llegar a un mantenimiento autónomo existen 7 etapas:

1. Conducta de limpieza inicial.
2. Eliminación de fuentes de contaminación y áreas inaccesibles
3. Estándares de limpieza e inspección
4. Procedimiento de inspección general
5. Inspección autónoma
6. Perfeccionamiento, organización y control del lugar de trabajo
7. Implantación total del mantenimiento autónomo.

2.4.3 MANTENIMIENTO PROGRESIVO

Este pilar tiene como objetivo fundamental “Cero Perdidas” y contribuye a mejorar la productividad mediante el uso adecuado de la información. Sugiere un sistema de mejoras gradual de las operaciones de mantenimiento.

2.4.4 MANTENIMIENTO DE CALIDAD

Este pilar cuantifica los factores que inciden en la calidad del producto. Considera que las máquinas fiables garantizan productos de alta calidad lo que conlleva a la empresa a liderar en el Mercado. A este se lo considera una etapa avanzada del MPT.

2.4.5 MANTENIMIENTO TEMPRANO

Este pilar sostiene que no debe hacerse mantenimiento correctivo en una máquina ya que esto es contraproducente. El mantenimiento temprano de los equipos permite conocer el estado de la maquinaria. Se basa en datos de

funcionamiento actual, datos económicos y técnicas de calidad y mantenimiento. Participan los departamentos de diseño, fabricación, puesta a punto y puesta en marcha del equipo.

2.4.6 EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO

El objetivo principal es obtener el máximo de provecho tanto del operario como del equipo. Cuando se tiene un operador que domina y conoce al equipo que opera, el mantenimiento es más eficiente.

2.4.7 MANTENIMIENTO ADMINISTRATIVO⁸

La Alta Dirección es la gestora de crear la convicción y motivación de los operadores para generar un ambiente óptimo de trabajo generando satisfacción en los trabajadores y por consiguiente productos de calidad.

2.4.8 SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE.

Con este pilar se espera crear un sistema de gestión integral de seguridad para todos en la empresa. Se genera una adecuada operación de los equipos de la planta y en consecuencia un ambiente libre de accidentes.

2.5 METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO TOTAL¹¹

Según la norma **ISO 14224** existen dos técnicas bastante confiables para la implantación de un sistema de mantenimiento total de equipos. Estas técnicas son:

2.5.1 RCM

El mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, objetiva, y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial, útil para el desarrollo u optimización eficiente de un plan de Mantenimiento. Analiza cada sistema y cómo estos pueden fallar

¹¹ TROFFE M; Análisis ISO 14224/OREDA en Relación con RCM- FMEA

funcionalmente, clasifica cada falla de acuerdo con el impacto en la seguridad, la operación y el costo. Se basa en que no hay que mantener a los equipos como nuevos sino en condiciones suficientes para realiza bien sus funciones.

2.5.2 FMEA (ANALISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO)

Esta es una técnica aplicada al estudio metódico de las consecuencias que provocan la fallas de cada componente (Ítem mantenible para la **Iso 14224**) de un Equipo. Esta técnica busca reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y causas asociadas con el diseño y montaje, operación y mantenimiento de un equipo, identifica las acciones que podrían eliminar o reducir la ocurrencia de la falla, analiza la confiabilidad del sistema, cuantifica sus riesgos y documenta el proceso. Esta técnica clasifica los sistemas y subsistemas de los equipos para su manutención. Los pasos a seguir tomando en cuenta las herramientas anteriores sugeridas por la norma Iso 14224 son:

1. Recolección de datos sobre fallas
2. Mecanismos de solución de problemas
3. Normalización
4. Seguridad
5. Implantación de técnicas y filosofías de mantenimiento.

2.5.3 OBJETIVOS DE LA NORMA ISO 14224¹²

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

- Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:
 - Diseño y configuración del sistema.
 - Seguridad, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas y las plantas.
 - Costo del ciclo de vida.

¹² Norma ISO 14224, Primera edición, 1999.

- Planeamiento, optimización y ejecución del mantenimiento.

2.6 ACCIONES PREVENTIVAS Y METODOS DE DETECCION¹⁰

El RCM busca contestar a preguntas como ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos? A lo que la Norma **ISO 14224** permite elegir las siguientes acciones, que están alineadas con las preguntas del RCM.

RCM	NORMA ISO 14224	MÉTODO DE DETECCIÓN
SERÁ EVIDENTE A LOS OPERADORES ESTE MODO DE FALLA ACTUANDO POR SÍ SOLO EN CIRCUNSTANCIAS NORMALES.	Observación	Observación debido a controles rutinarios ó casuales del operador por medio de los sentidos (ruidos, olores, humos, pérdidas, apariencia, indicadores locales)
ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A CONDICIÓN	Monitoreo periódico	Fallas reveladas durante un monitoreo programado de condición de Equipos para un predefinido modo de Falla, ya sea manual ó automáticamente, como termografías, mediciones de vibraciones, análisis de aceite, muestreo
	Inspección	Falla descubierta durante una inspección planificada: inspección visual, ensayos no destructivos
ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A REACONDICIONAMIENTO CÍCLICO	Mantenimiento preventivo	Falla descubierta durante el Mantenimiento preventivo, reemplazo ó reparación mayor de un Equipo, mientras se ejecutaba el programa de Mantenimiento preventivo
ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A DE SUSTITUCIÓN CÍCLICA	Mantenimiento preventivo	Falla descubierta durante el Mantenimiento preventivo, reemplazo ó reparación mayor de un Equipo, mientras se ejecutaba el programa de Mantenimiento preventivo
ES TÉCNICAMENTE FACTIBLE Y MERECE LA PENA UNA TAREA A DE BÚSQUEDA DE FALLOS	Ensayo en funcionamiento	Falla descubierta durante la activación de una función y comparando la respuesta con un estándar predefinido
NO HACER MANTENIMIENTO SI NO TIENE CONSECUENCIAS	Mantenimiento correctivo	Falla observada durante Mantenimiento correctivo
REALIZAR REDISEÑO	Otros	Otros métodos de observación

Tabla 2.2 Tareas preventivas y métodos de detección.

2.7 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO¹¹

No.	Actividad	Descripción	Ejemplos	Uso ^a
1	Reemplazar	Reemplazo del aparato por uno nuevo, o repotenciado, del mismo tipo y marca	Reemplazo de un cojinete desgastado	C,P
2	Reparar	Acción de mantenimiento manual realizada para restaurar un aparato a su apariencia y estado originales	Volver a empacar, soldar, taponear, reconectar, rehacer, etc.	C
3	Modificar	Reemplazar, renovar o cambiar el aparato, o parte de él, con un aparato/parte de diferente tipo, marca, material o diseño	Instalar un filtro con un diámetro de malla más pequeño, reemplazar una bomba para aceite de lubricación con otro tipo de bomba, etc.	C
4	Ajustar	Hacer que alguna condición que está fuera de tolerancia se encuentre dentro del rango de tolerancia	Alinear, programar y reprogramar, calibrar, balancear	C
5	Reparar	Actividades de reparaciones/servicios menores para mejorar la apariencia interna y externa de un aparato	Pulir, limpiar, esmerilar, pintar, revestir, lubricar, cambiar aceite, etc.	C
6	Verificar ^b	La causa de una avería es investigada, pero no se realiza ninguna acción de mantenimiento, o se posterga la acción. Es posible que pueda funcionar nuevamente con acciones simples como, por ejemplo, reiniciar o reprogramar	Reiniciar, reprogramar, etc. particularmente para averías funcionales como por ejemplo en los detectores de incendios y gas	C
7	Dar servicio	Tareas periódicas de servicio. Normalmente no es necesario desmantelar el aparato	Por ejemplo, limpieza, reabastecimiento de insumos, ajustes y calibraciones	P
8	Probar	Pruebas periódicas de la disponibilidad de funciones	Prueba de funciones de la bomba contra incendios, detectores de gas, etc.	P
9	Inspeccionar	Inspecciones/verificaciones periódicas. Cuidadoso escrutinio de un aparato con o sin desmantelamiento, normalmente con el uso de los sentidos	Todos los tipos de verificaciones generales. El mantenimiento general se incluye como parte de tareas de inspección	P
10	Acondicionamiento	Acondicionamiento integral	Inspección/reacondicionamiento integral con desensamblaje y reemplazo de aparatos según se especifique o requiera	P(C)
11	Combinar	Se incluyen varias de las actividades arriba descritas	Si una actividad es la que domina, esta podría ser registrada	C,P
12	Otros	Actividad de mantenimiento que no sea la especificada anteriormente		C,P

^a C = usada típicamente en mantenimiento correctivo, P = usada típicamente en mantenimiento preventivo

^b 'Verificación' incluye aquellas circunstancias donde se reveló la causa, pero no se consideró necesario tomar una acción, y aquellas donde no se encontró una causa para la avería.

Tabla 2.3 Actividades de mantenimiento.

CAPITULO 3

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS (SISTEMA ESTRUCTURAL)

3.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO DE GRUAS MARINAS.

Son todas las actividades necesarias para regular el cuidado de la parte estructural de las grúas en los puertos marítimos para prevenir accidentes materiales y humanos.

3.1.1 PARÁMETROS PRINCIPALES

Los parámetros principales son:

- 1 Cable metálico
- 2 Cabezal auxiliar
- 3 Poleas
- 4 Punta de la pluma
- 5 Sección de Extensión manual
- 6 Sección base de la Pluma
- 7 Superestructura
- 8 Cabina
- 9 Guinche principal
- 10 Guinche auxiliar
- 11 Contrapesos
- 12 Compartimiento del motor
- 13 Estabilizador
- 14 Estabilizador
- 15 Cilindro hidráulico
- 16 Anclajes de cilindros hidráulicos
- 17 Interruptor final de carrera para bloqueo
- 18 Pelota del gancho

- 19 Gancho con seguro
20 Conexiones soladas

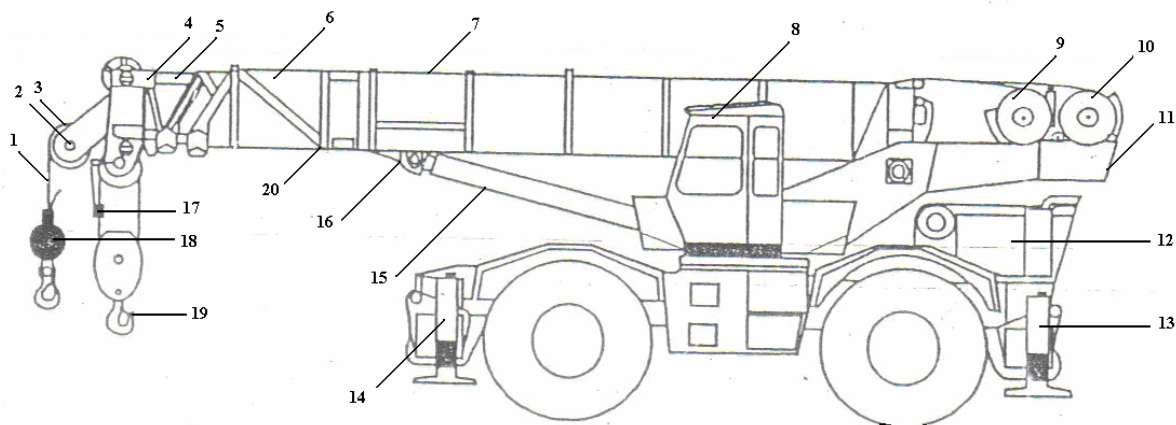


Figura 3.1 Esquema de los parámetros principales de una grúa.

3.1.2 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Los principales sistemas de seguridad en las grúas son:

- Limitador de fin de carrera del carro de la pluma.
- Limitador de fin de carrera de elevación.
- Limitador de fin de carrera de traslación del aparato.
- Topes de las vías.
- Limitador de par.
- Limitador de carga máxima.
- Sujeción del aparato a las vías mediante mordazas.
- Sistema neumático.
- Sistema eléctrico.
- Indicadores de operación (Sistemas de luces, alarmas).

3.1.2.1 LIMITADORES ELECTROMECHANICOS

Aparte de los sistemas mecánicos de seguridad, existen en la grúa limitadores electromecánicos, los cuales estarán siempre reglados y constantemente vigilados. Entre los principales limitadores tenemos:

Limitador de par máximo o de momento: corta el avance del carro y la subida del gancho cuando se eleva una carga superior a la prevista para cada alcance. Permite bajar el gancho y retroceder el carro.

Limitador de carga máxima: corta la subida del gancho cuando se intenta levantar una carga que sobrepasa la máxima en un 10%. Permite bajar el gancho.

Limitadores en recorrido en altura del gancho: son dos fines de carrera superior e inferior, de los movimientos de elevación y descenso, que actúan sobre el mecanismo tanto en la subida como en la bajada, pudiendo efectuar el movimiento contrario.

3.1.3 ACTIVIDADES DE SEGURIDAD

En las operaciones con grúas y en el montaje de las mismas existe una gran cantidad de riesgos a los cuales se exponen: el operador, las personas alrededor de la grúa, la misma grúa y la carga a transportar o mover.

Para eliminar o reducir accidentes existen ciertas medidas preventivas que el operador más que nadie debe conocer en el momento de manipular a la grúa.

Estas medidas preventivas dependen directamente de los riesgos a los cuales se va a someter a la misma. Y se los ha clasificado en: Riesgos Directos y Riesgos indirectos.

En los siguientes 2 puntos se presentan tablas en las cuales encontramos varias medidas preventivas para las diferentes circunstancias peligrosas que se puedan encontrar en diversas ocasiones al operar una grúa.

3.1.3.1 RIESGOS DIRECTOS¹³

Circunstancias peligrosas	Medidas preventivas
Caída de personas en el desplazamiento por la torre y trabajos en la misma.	En la torre existirá una escala fija, en toda su longitud con aros salvavidas; de no ser así se utilizará cinturón de seguridad con dispositivo paracaídas deslizante por un cable tendido en toda la altura de la torre. Para los trabajos de montaje y desmontaje, los montadores irán provistos de cinturón de seguridad que sujetarán a la estructura. Se utilizará calzado antideslizante.
Caída de personas en el desplazamiento por la pluma, la contrapluma y trabajos en las mismas.	Cuando un operario tenga que subir a la pluma o la contrapluma utilizará cinturón de seguridad. La cuerda salvavidas del mismo se deslizará sobre un cable tendido longitudinalmente a la misma.
Caída de personas desde pasarelas y plataformas de servicio.	En las plataformas de servicio, andamios, pasarelas, etc., existirán barandillas y plintos. El piso será antideslizante.
Desplome de la grúa por rotura del cable de tracción o fallo en los husillos.	Mantener en perfectas condiciones de utilización los elementos auxiliares de elevación, cables, husillos, etc., de acuerdo con lo establecido en la O.G.S.H.T.
Atrapamientos en los puntos de contacto de los cables-poleas o en los engranajes.	Los trabajos de conservación y mantenimiento se efectuarán siempre con la grúa parada. En las poleas, tambores y engranajes, existirán las protecciones adecuadas: cubrepoleas, carcasas, etc. La ropa de trabajo estará ajustada al cuerpo y a las extremidades, los operarios no llevarán anillos, medallas, etc.

Tabla 2.2 Riesgos directos en el montaje de grúas.

¹³ www.monografias.com

En la utilización:

Circunstancias peligrosas	Medidas preventivas
Contacto eléctrico indirecto, debido a derivaciones del sistema eléctrico a los elementos mecánicos de la grúa.	En las grúas existirá una puesta a tierra asociada a un interruptor diferencial de sensibilidad mínima 300 miliamperios. La resistencia de la puesta a tierra no debe sobrepasar los 80 ohmios. Para conseguir en una grúa móvil una buena toma de tierra es recomendable enterrar un cable de cobre en toda la longitud de la vía, provisto de una piqueta en cada extremo y empalmar cada tramo de ésta a dicho cable con otros del mismo diámetro. Empalmar los dos railes entre sí.
Contacto eléctrico directo, debido al contacto de la carga o de los cables de la grúa con líneas eléctricas aéreas.	Ver NTP-72 (Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas).
Atrapamientos de personas entre la grúa móvil y elementos fijos, edificios, maquinaria, etc.	La distancia mínima entre las partes más salientes de la grúa y los obstáculos más próximos será de 70 cm.
Desplome de la grúa torre debido a: Colocación defectuosa de la vía.	El tendido de la vía será rectilíneo y perfectamente horizontal, tanto longitudinal como transversalmente. La separación entre railes será constante.
Deficiencia en el lastre de la base o de la contrapluma.	Deberán seguirse las instrucciones dadas por el fabricante. El lastre de la base puede estar formado por grava en cajones o por bloques de hormigón. Los bloques de hormigón deberán repartirse simétricamente en uno y otro lado del eje de la grúa, estarán tarados y marcados con la indicación de su peso.
Salirse de las vías.	La grúa se deslizará sobre carriles y éstos tendrán en sus extremos unos topes cuya altura no será inferior a los 3/5 del diámetro de la rueda de la grúa; asimismo se utilizarán dispositivos limitadores del recorrido de la grúa situados a un metro de los topes para aumentar la seguridad.
Fallos del terreno en grúas instaladas cerca de zanjas, excavaciones, etc.	Se deberá estudiar perfectamente el paso de la vía junto a zanjas, excavaciones, terraplenes, etc., para evitar el desplome del terreno y la caída de la máquina, tomándose las medidas adecuadas, entibación, relleno, etc., en cada circunstancia.
Caída de la carga.	El cable deberá tener la suficiente longitud. Vigilar que haya pestillo de seguridad. Colocar limitadores de carga. Cuidar la distancia a grúas cercanas, edificios, chimeneas, etc. Un programa de conservación y mantenimiento evitará la rotura del cable. Los cables no se usarán para cargas superiores a las que están calculados. Todo cable que presente una deformación o estrangulación debe ser sustituido, así como los que presenten un cordón o varios hilos rotos.

Tabla 2.3 Riesgos directos en el manejo de grúas.

3.1.3.2 RIESGOS INDIRECTOS¹⁴

Durante la utilización:

Circunstancias peligrosas	Medidas preventivas
Desplome de la grúa.	No debe utilizarse la grúa con velocidad del viento igual o superior a 60 Km/h. o al límite fijado por el constructor. Cuando la velocidad del viento supere este límite hay que llevar la grúa móvil sobre el tramo de seguridad del rail y anclarla con las tenazas. La pluma debe orientarse en el sentido de los vientos dominantes y ser puesta en veleta (giro libre), desfrenando el motor de orientación. No deben arrancarse con la grúa objetos adheridos al suelo. No deben elevarse cargas con tiros inclinados.
Caída de la carga o parte de ella.	Las cargas de forma alargada se sujetarán con eslingas dobles para evitar que puedan caer por deslizamiento. Cuando sea preciso se guiarán con cuerdas, estando la persona que guía la carga fuera del alcance de caída de la misma. Las plataformas de transporte de materiales estarán apantalladas; de no ser posible el apantallamiento, las cargas se atarán a las plataformas.
Caída de personas al recoger la carga junto a aberturas exteriores (se hace mención de este riesgo, no siendo imponible a la grúa ni a las maniobras con esta máquina realizadas, por considerarlo muy grave y origen de accidentes).	Se instalarán en las plantas de los edificios plataformas en voladizo, dotadas de barandillas y rodapié para la descarga de los materiales.
Caída del gruista.	En caso necesario, el gruista se colocará sobre una plataforma volada del borde del forjado, dotada de barandillas y rodapiés.

Tabla 2.4 Riesgos indirectos en el manejo de grúas.

3.2 DISEÑO EFICAZ DE UN PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS.

3.2.1 OBJETIVOS

La implantación de un programa de mantenimiento de grúas para puertos marítimos tiene como objetivos principales:

- Regular el cuidado de estas y prevenir accidentes materiales y humanos.
- Desarrollar la vida útil de las grúas, repotenciarlas.

¹⁴ www.monografias.com

- Obtener bajas perdidas, pocas paradas y eliminar accidentes.

3.3 PLANIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

Basados en la norma *Iso 14224* antes mencionada un programa de mantenimiento conlleva a la elaboración de un plan estratégico con el fin de conseguir los objetivos o metas impuestas, tomando en cuenta:

- Mantenimiento planeado (Preventivo o predictivo)
- Mantenimiento correctivo
- Confiabilidad de los equipos
- Reducción de costos
- Capacitación e integración de los empleados en el programa.

Este plan de mantenimiento contará con la guía de herramientas como RCM y FMEA antes mencionadas, para la solución de problemas.

3.4 RECOLECCIÓN DE DATOS SOBRE FALLAS Y MECANISMOS DE SOLUCION DE PROBLEMAS EN GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS.

3.4.1 FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES METÁLICOS¹

- La composición química
- Procesos de laminado
- Tratamientos térmicos
- Trabajo en frío
- Temperatura.

3.4.2 PROTECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.

Las principales protecciones que se deben hacer a los sistemas estructurales de las grúas son:

- Protección contra la corrosión
- Protección contra variaciones muy altas de temperatura
- Protección contra el desgaste
- Protección contra fatiga
- Protección contra fuego
- Protección contra las fracturas frágiles.

3.4.3 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.

Los factores que influyen más en la determinación de la resistencia a la corrosión de los materiales utilizados en los sistemas estructurales de las grúas marina son:

- Ambiente salino al que esta sometido el material
- Composición de dicho material
- Defensa o protección que tiene dicho material contra el contacto con elementos dañinos del medio ambiente.

3.4.3.1 DEFINICIÓN DE CORROSIÓN Y TIPOS DE CORROSIÓN¹⁵

Corrosión es el deterioro de una sustancia (generalmente un metal) o la pérdida de sus propiedades por efecto de una reacción con el medio que la rodea.

¹⁵ Protección Catódica Nivel 1, Manual de Enseñanza ©NACE International, 2000

La corrosión es uno de los problemas más importantes con los que se encuentran los que operan con estructuras metálicas en contacto directo con un electrolito.

Si la corrosión no se controla, esto puede derivar en un costo grande de reparación o reemplazo de partes. Pero se podría incurrir en un costo todavía mayor debido a daños al medio ambiente ó accidentes fatales.

3.4.3.1.1 Corrosión Uniforme

Esta forma de corrosión está caracterizada por un desgaste general de la superficie del metal. Todos los metales están sujetos a este tipo de ataque bajo alguna condición.

Es la forma más común y no tan grave de la corrosión. Un ataque de esta naturaleza permite calcular fácilmente la vida útil de los materiales.

El metal se adelgaza en toda la superficie expuesta, como consecuencia de ataque químico o electroquímico.

Este tipo de corrosión se da principalmente cuando los metales están expuestos a los ácidos, aunque se puede presentar también en ambientes atmosféricos, en aguas aireadas, en suelos etc.

3.4.3.1.2 Corrosión Localizada

Puede definirse como un ataque sobre la superficie de un metal en áreas o zonas pequeñas.

Usualmente ocurre bajo condiciones en las cuales las grandes partes de la superficie original no son atacadas o lo son en menor grado en los sitios localizados.

En esta sección se da referencia a la corrosión por picaduras (pitting) y a la corrosión bacteriana.

3.4.3.1.3 Corrosión Intergranular

Se trata de un ataque preferencial localizado en los límites de grano. La forma es como una franja estrecha de ataque concentrado.

Se produce cuando compuestos situados en los bordes de grano son atacados por sustancias químicas.

El ácido nítrico ataca los inoxidables y al amoníaco y compuestos de amonio atacan al aluminio y cobre.

3.4.3.1.4 Corrosión Bajo Tensión Y Esfuerzos

Este tipo de corrosión, más conocido como stress corrosión Cracking, SSC, es el rompimiento de un metal, por la acción combinada de corrosión localizada y esfuerzo residual o aplicado. La velocidad de propagación de las grietas oscila entre 1 y 10 mm/hora.

3.4.3.1.5 Corrosión Bajo Rendijas

Se presenta en espacios reducidos en donde se concentran ácidos, sales, productos de corrosión. Si existe una concentración de oxígeno mayor en la rendija, la velocidad de corrosión aumenta de dos (2) a cinco (5) veces.

3.4.3.1.6 Corrosión Por Fatiga

Se presenta en aleaciones sometidas a tensiones cíclicas; estos ciclos rompen la capa de óxido protector y se facilita la corrosión. Al producirse discontinuidad en la sección del metal, se presentan fenómenos de concentración de esfuerzos que precipitan las fallas. Al microscopio se distingue por escalones de resistencia a la falla.

3.4.3.1.7 Corrosión Filiforme

Es un tipo de corrosión con pérdida de metal que muestra formas de ralladuras uniformes. Se produce por velocidad del fluido.

En el caso de aviones por la velocidad del aire en la cabina exterior.

3.4.3.1.8 Corrosión Galvánica

Este tipo de corrosión depende de varios factores:

- Unión de dos metales disímiles
- Conductividad eléctrica de la solución
- Presencia de aire o de algún agente oxidante
- La masa de los metales unidos dentro del electrolito
- Las características de polarización de ellos.

3.4.3.1.9 Temperatura vs. Corrosión

El aumento en la temperatura en un sistema de corrosión tiene cuatro principales efectos:

1. La tasa de reacción química se incrementa
2. La solubilidad de los gases en el agua se disminuye
3. La solubilidad de algunos de los productos de reacción pueden cambiar, resultando diferentes productos de la reacción de corrosión
4. La viscosidad disminuye y se presentan algunas diferencias térmicas al aumentar la circulación

3.4.3.2 METODOS DE CONTROL DE CORROSION

Existen varias etapas en las que se puede implementar métodos para prevención de corrosión:

3.4.3.2.1 En El Diseño

Incluyen muchos factores:

- Hendiduras
- Tolerancia a la corrosión
- Tiempo estimado de operación

- Requerimientos de inspección y mantenimiento

La soldadura es una de las partes más importantes de fabricación. Los sistemas se construyen o ensamblan en campos. Importante mantener controladas las condiciones de aplicación.

3.4.3.2.2 Selección De Materiales

Seleccionar el material más resistente a la corrosión y que se ajuste a las condiciones de servicio.

Factores a considerar:

- Resistencia a la corrosión en el medio
- Disponibilidad de datos de diseño y ensayo
- Propiedades mecánicas
- Costo
- Disponibilidad
- Mantenimiento
- Compatibilidad con otros componentes del sistema
- Confiabilidad
- Vida esperada del equipo
- Apariencia

La resistencia a la corrosión depende de las características físicas y químicas del medio, aclarando estos factores:

- Constituyentes principales
- Impurezas
- Temperatura
- Grados de aireación
- Presión

En la búsqueda por eliminar el desgaste por corrosión en elementos estructurales se han encontrado varios métodos como son:

- Recubrimientos
- Pinturas
- Protección Catódica

En vista de que las grúas tienen sistemas estructurales aéreos el método más eficiente de prevención de corrosión es la utilización de pinturas.

3.4.3.3 Pinturas

Uno de los principales métodos de prevención de corrosión para estructuras metálicas aéreas es la pintura. Antiguamente esta no era muy tomada en cuenta como lo es en la actualidad ya que ahora se sabe que una buena aplicación de la misma puede prevenir completamente el deterioro por corrosión de una estructura.

3.4.3.3.1 Preparación De La Superficie¹⁶

Una de las etapas más importantes de la pintura es la preparación de la superficie.

¹⁶ Journal of Protective Coatings € Linings



Figura 3.2 Diferentes Grados De Preparación De Superficie.

Table 1
Cross Reference Chart for
SSPC/NACE/ISO Abrasive
Blast Standards

Description	SSPC	NACE	ISO 8501 Standard
White Metal Blast Cleaning	SSPC-SP 5	NACE No. 1	ISO Sa 3
Near-White Blast Cleaning	SSPC-SP 10	NACE No. 2	ISO Sa 2 1/2
Commercial Blast Cleaning	SSPC-SP 6	NACE No. 3	ISO Sa 2
Brush-Off Blast Cleaning	SSPC-SP 7	NACE No. 4	ISO Sa 1

Tabla 2.7 Grados De Preparación De Superficie según diferentes Normas.

Se sabe que así se tenga una excelente elección de sistema de pintura y una pobre preparación de superficie, se tendrán pobres resultados en la pintura final, pero si se tiene una buena preparación de superficie los resultados serán óptimos, tanto es así que se ha comprobado que con una buena aplicación de pintura esta puede durar alrededor de 10 años dependiendo de la pintura mientras que con una mala aplicación esta puede perderse en tan solo un año.

Para la preparación de la superficie existen normas como la NACE y las ISO que han dado grados de preparación de la superficie que van desde el metal blanco hasta el comercial, según la aplicación:

Este tipo de superficies se pueden lograr con diferentes métodos sean manuales como la limpieza con cepillo, o más avanzadas como el Limpieza abrasiva que es exponer a la superficie a un chorro de algún material abrasivo como la granalla.

3.4.3.3.2 Sistemas De Pinturas

Estos sistemas de pinturas se clasifican según el origen del aglutinante en:

- Orgánicos
- Inorgánicos

Los sistemas de pinturas contienen tres elementos principales que son:

- Pigmentos
- Formadores de película o aglutinantes
- Solventes.

Capas	Tipos Genérico	Secado Total
		Espesor de la Película (Mils)
Prime Coat	Inorganic Zinc	
int. Coat	Polyamide Epoxy	2.0
Top Coat	Aliphatic Polyurethane	2.0

Tabla 2.7 Sistemas genéricos de recubrimientos con pinturas

3.4.3.3.3 Aplicación

La aplicación correcta de la pintura se hace siguiendo una serie de pasos así:

- La capa protectora debe ser completamente mezclada y aplicada según las normas y recomendaciones del fabricante.
- La superficie limpiada debe ser pintada en un tiempo que no exceda a 4 horas después de la limpieza abrasiva (Sandblasting).
- Un mínimo de 6" alrededor del borde de áreas limpiadas deben ser cubiertos para una nueva aplicación de pintura. Se seguirá el sandblasting a un mínimo de 1" hasta unir las superficies.
- Las áreas que contengan soldaduras serán incluidas en el sandblasting pero cubierta por lo menos 4" hasta acabar el proceso y luego se proceda a pintar.
- Las imperfecciones de la superficie como escoria, huellas del arco, suelda salpicadura, porosidad, bordes afilados, hoyos, laminaciones, rajadas o

hendeduras se quitarán o se repararán antes de cubrir. Estas áreas que requieran limpieza extra, deberán ser limpiadas después para garantizar el perfil de anclaje.

- En las áreas inaccesible al sandblasting y pintar, se agregará una chapa para sellar de 1/8". Estas chapas recibirán el sistema de pintura completo. Se llenarán áreas en que no pueden embalarse, se aplicará una capa de epóxico u otro relleno conveniente para prevenir retención de suciedad y humedad.
- Se harán las inspecciones debidamente señalada por la norma para la pintura como inspección visual y medida de espesores antes de aplicar la segunda capa de pintura, y la siguiente, al terminar se harán las debidas mediciones de espesores de pintura junto con la pruebas de adherencia.

3.4.3.4 GALVANIZADO

El galvanizado es un recubrimiento sacrificado de zinc, con el fin de que este se corroa primero y cree una película de oxido protector que impide la corrosión del acero.

Se puede aplicar a todos los elementos que forman parte de una estructura metálica, la efectividad de este procedimiento es proporcional a su espesor.

3.4.3.5 CONTROL DE LA CORROSION EN LAS ESTRUCTURAS DE GRUAS USADAS EN LOS PUERTOS MARITIMOS.

Para evitar la corrosión en las estructuras de las grúas de los puertos marítimos estas deben cumplir con ciertas normativas:

- Las grúas deben de mantener sus estructuras metálicas con recubrimientos adecuados y en buen estado (Pinturas o Galvanizado).
- Debido al ambiente altamente salino de los diferentes puertos se deben escoger sistemas de pinturas que cuenten con protecciones de este tipo.

- Cuando estas estén fuera de uso no deben cubrirse con materiales que puedan atrapar humedad es decir deben almacenarse en lugares en la medida secos y con temperaturas adecuadas.
- Se deben sellar todo tipo de uniones que produzcan filtraciones de agua salina entre el metal y el recubrimiento o material que lo cubre.
- No se deben exponer a altas temperaturas.

3.4.3.6 CONTROL DE LA CORROSION EN LOS CABLES DE ACEROS DE LAS GRUAS USADAS EN LOS PUERTOS MARITIMOS.¹⁷

- Los cables de acero deben contar con sistemas de protección contra la corrosión como: galvanizado, recubrimientos con pasta roja de plomo, recubrimientos sintéticos o los que el fabricante recomiende para su uso.

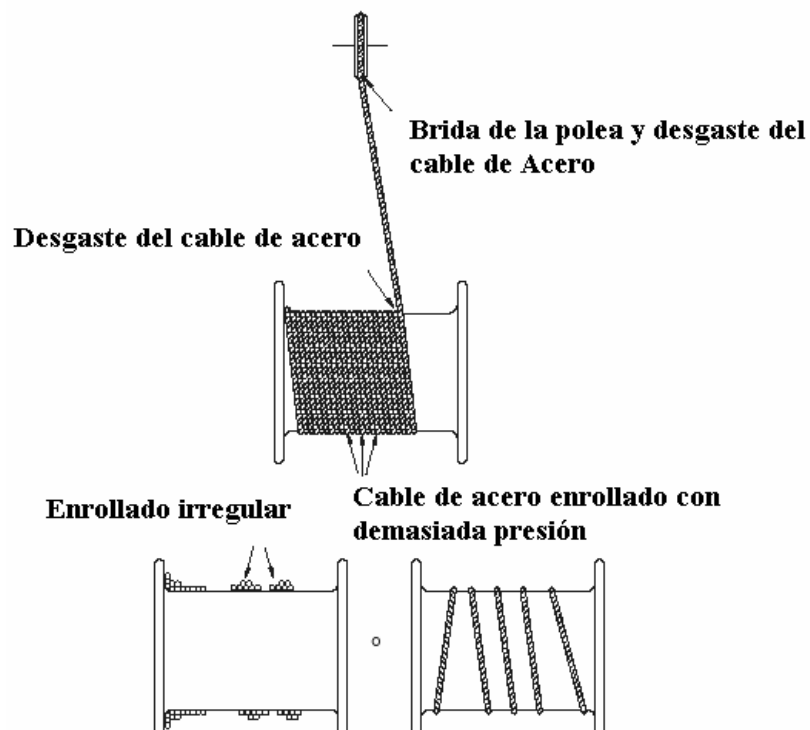


Figura 3.3 Ejemplos de cómo no se deben enrollar el cable de acero en el tambor.

¹⁷ INGERSOLL-RAND. - Manual de prácticas de funcionamiento de seguridad para cabrestantes no apto para transporte de personas, primera Edición, 2003.

- Los cables de acero deben ser lubricados periódicamente. Existen varios métodos de lubricación de cables pero de debe brindar el más eficiente en estos casos que es el de pulverización o goteo, sin embargo se pueden usar brochas o estopa de ser necesario.
- Cuando instale un cable de acero nuevo es importante que todas las vueltas de la primera capa estén bien apretadas contra el tambor y contra la vuelta anterior. Un enrollado abierto u holgado podría dañar al cable de acero cuando se utilizan varias capas.

3.4.4 PROTECCIÓN CONTRA LAS VARIACIONES MUY ALTAS DE TEMPERATURAS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.¹⁸

Las propiedades mecánicas de los aceros a altas temperaturas y su comportamiento bajo condiciones de exposición al fuego se evalúa usualmente sobre la base de su comportamiento especificados en la Norma **ASME E-119 (Pruebas estándar de fuego)** para construcción de estructuras y materiales.

3.4.4.1 RESISTENCIA AL FUEGO

El grado de seguridad de las estructuras metálicas se mide en términos de horas de resistencia al fuego, basándose en procedimientos normalizados de pruebas.

Las protecciones más efectivas contra las variaciones muy altas de temperaturas de los sistemas estructurales se pueden hacer en el momento mismo de la concepción de la máquina usando en su construcción aceros que tengan mayor número de horas de resistencia al fuego.

3.4.4.2 BAJAS TEMPERATURAS

Cuando los aceros bajan su temperatura extremadamente se tienen varios efectos como:

¹⁸ GARCES D.; ZALDUMBIDE J.; Mantenimiento de puentes colgantes con estructura de acero.

- Pierden la capacidad de absorción de energía.
- Se vuelven frágiles
- Se desequilibran las fuerzas internas del acero.
- Aumentan su dureza.

3.4.4.3 CONTROL CONTRA LAS VARIACIONES MUY ALTAS DE TEMPERATURAS DE LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DE LAS GRÚAS USADAS EN LOS PUERTOS MARÍTIMOS.

Todas las grúas deben contar con extinguidores que pueden ser de dióxido de carbono, limpiadores químicos o un equivalente, estos deben ser colocados en la vecindad inmediata de la grúa. El personal debe estar debidamente preparado y capacitado para el uso de estos.

3.4.5 PROTECCION CONTRA EL DESGASTE.

3.4.5.1 DEFINICION DE DESGASTE Y TIPOS DE DESGASTE.

El desgaste se define como el cambio acumulativo e indeseable en el tamaño, forma o propiedades de una estructura, el cual conduce a una falla. Existen varios tipos de desgaste:

- Desgaste adhesivo
- Desgaste abrasivo
- Desgaste por erosión
- Desgaste por fatiga superficial
- Desgaste por deformación
- De impacto.

3.4.5.2 CONTROL CONTRA EL DESGASTE DE LAS GRUAS.

Las grúas deben contar con una adecuada lubricación en todas las superficies que así lo requieran como aparejos de poleas, cable y tambores, conexiones con pasadores entre otras.

3.4.6 PROTECCION CONTRA LAS FRATURAS FRAGILES EN GRUAS MARITIMAS.

Un buen diseño de grúas se hace tomando en cuenta que las deformaciones sufridas por la estructura sean del tipo dúctil o plástica para evitar con esto fallas inesperadas y bruscas que serian indeseables.

Los aceros se comportan de manera plástica y fluyen cuando están sometidos a altos esfuerzos cortantes.

Al esfuerzo cortante máximo se lo denomina esfuerzo de fluencia al cortante y al esfuerzo principal máximo de tensión, Resistencia a la fractura frágil.

De acuerdo al estado de esfuerzo y temperatura a la que este sometido un material este puede comportarse como plástico o frágil.

En ciertas circunstancias los aceros tienden a acumular esfuerzos residuales, lo que ocasiona que el material falle con cargas relativamente pequeñas.

3.4.6.1 DEFINICION DE FRACTURA FRÁGIL

Una fractura frágil es aquella en la que el material se fractura sin previa deformación plástica, mientras que en una fractura dúctil el material falla previamente una considerable deformación plástica.

3.4.6.2 CONDICIONES PARA QUE OCURRA UNA FRATURA FRÁGIL.

Las fracturas frágiles generalmente son causadas en condiciones de:

- Elevados esfuerzos de tensión
- Velocidad de la carga
- Discontinuidad geométrica

- Temperatura
- Aceros con altos contenidos de carbono.

3.4.6.3 TEMPERATURA VS FRACTURA FRAGIL

Se sabe que los aceros al disminuir su temperatura tienden a fragilizarse ya que los esfuerzos de fluencia al cortante aumentan cuando la temperatura disminuye.

3.4.6.4 CONTROL DE PROTECCION CONTRA LA FRACTURA FRAGIL EN GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS.

- Evitar someter a las partes estructurales de las grúas a esfuerzos de tensión.
- En el diseño se debe concebir con este criterio los materiales a utilizar en la construcción de la grúa.
- En el caso e tener cargas residuales se recomienda someter a tratamiento térmico de alivio de tensiones.
- Eliminar la presencia de muescas.

3.4.7 PROTECCIONES CONTRA LA FATIGA EN GRUAS UTILIZADAS EN PUERTOS MARITIMOS.

3.4.7.1 DEFINICION DE RESISTENCIA A LA FATIGA¹⁹

La expresión resistencia a la fatiga de una material se utiliza frecuentemente para indicar su resistencia para soportar esfuerzo repetitivo.

Por lo tanto la resistencia a la fatiga de un material se define como el esfuerzo máximo que puede repetirse un ciclo o intervalo definido un gran numero de veces sin producir la ruptura del material por fractura progresiva.

¹⁹ SEELY F.; SMITH J.; Resistencia de Materiales, UTEHA, Segunda Edición, 1967.

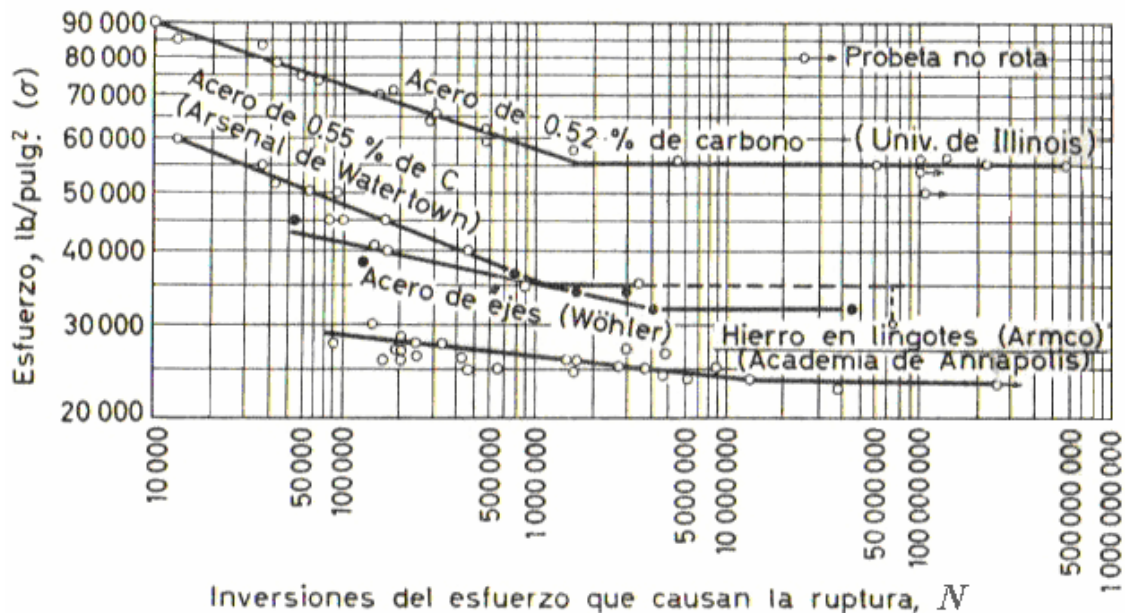


Tabla 2.7 Diagrama logarítmico N-S para aceros sometidos a ciclos de inversión completa de esfuerzo flexionante.

3.4.7.2 MODO DE FALLA; FRACTURA PROGRESIVA

El modo de falla de una material dúctil causado por cargas cíclicas es una fractura gradual o progresiva.

La fractura parece principiar en algún punto en el que el esfuerzo es más alto, puede ser un punto en el que el esfuerzo está concentrado o altamente localizado por la presencia de un filete, una ranura o un agujero, o alguna otra discontinuidad brusca como (pozos, rechupes, etc.)

Al repetirse las cargas puede iniciarse una pequeña grieta que se extienda gradualmente hasta que el miembro se rompa sin producir cadencia del miembro.

3.4.7.3 FACTORES QUE PRODUCEN FATIGA

Estos factores dependen principalmente de dos condiciones:

- Forma del miembro o naturaleza de las discontinuidades que dan lugar a las concentraciones de esfuerzos.

- Propiedades del material que modifican la influencia perjudicial de las concentraciones de esfuerzos.
- Numero de cargas cíclicas a la que estará sometido el material.
- Métodos de fabricación a la que ha sido sometido el material.
- Montaje de la estructura
- Operación de la máquina.

Los lugares que deben tener alta resistencia a la fatiga en las estructuras de las grúas utilizadas en los puertos marítimos son:

- Las conexiones remachadas
- Las conexiones soldadas

3.4.7.4 PROTECCIONES CONTRA LA FATIGA EN LAS GRUAS UTILIZADAS PARA LOS PUERTOS MARITIMOS

- Concebir a los materiales desde el diseño de las máquinas
- En el diseño reducir la brusquedad de cambio de secciones de los miembros por el uso de filete o curvas de enlace.
- Aumentar la resistencia a la fatiga del material trabajando en frío las porciones de los miembros donde se presentaran concentraciones de esfuerzos, como por ejemplo laminación en frío de los ejes o flechas de filetes.
- Mejorar las técnicas a utilizar en las soldaduras.
- Manipular los miembros de la estructura de forma adecuada y cuidadosa a la hora del montaje.
- Se puede aumentar la resistencia del material por medio de aleaciones y tratamientos de las porciones de los miembros de acero que resisten altos esfuerzos como son por cementado por, por nitrurado, por templado en fragua o llama.

3.5 OPERACIONES ESENCIALES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El enfoque de ingeniería busca en todo momento tratar de eliminar el mantenimiento correctivo de las actividades de mantenimiento que se deban hacer a cualquier máquina es por esto que el mantenimiento preventivo toma un lugar especial en todo tipo de mantenimiento a maquinaria.

Un programa de mantenimiento preventivo debe contener:

- Visitas
- Inspecciones
- Pruebas
- Rutinas
- Reconstrucción.

3.5.1 VISITAS

Las visitas se hacen con un personal calificado antes de comenzar con el mantenimiento, con el objetivo de hacer una inspección visual de la estructura y desarrollar el plan de labores y trabajos que se deban realizar a la misma.

Programando las visitas de acuerdo con los resultados obtenidos de inspecciones y pruebas, se determinan las operaciones o rutinas a realizar esto incluye reemplazo de partes o de los mismos miembros de la estructura.

3.5.2 INSPECCIONES

Las inspecciones son medidas mas precisas para la determinación de las condiciones de los elementos estructurales, estas se llevan a cabo con instrumentos de medición, y deben hacerse con intervalos de tiempo apropiados para el correcto funcionamiento del plan de mantenimiento.

Las inspecciones abarcan la revisión de elementos estructurales, funcionales, seguridad y limpieza.

3.5.2.1 INSPECCION DE GRUAS²⁰

Todo tipo de inspección debe realizarse por personal calificado. Las inspecciones a realizarse deben hacerse tomando en cuenta si la grúa es nueva o modificada y debe también tomarse en cuenta la última inspección con esto se puede definir el tiempo para la implantación del plan de mantenimiento.

Si la grúa es nueva se debe abrir inmediatamente un historial de la misma para la implantación del plan de mantenimiento de esta. Además se debe hacer la debida certificación de la grúa para comprobar parámetros del fabricante, capacidades entre otras.

Para equipos ya modificados se debe exigir que se ajuste un plan de mantenimiento de acuerdo con la nueva condiciones de trabajo del equipo. Se debe revisar que dichas modificaciones sean aprobadas por el fabricante y con las debidas normativas usadas en su uso y mantenimiento.

La norma **ASME B30.5** exige que para este tipo de equipos se hagan inspecciones diarias o semanales. En estas inspecciones se revisarán:

- Grietas, torceduras o deformaciones en la soldadura y la estructura de la pluma o la superestructura.
- Tornillos o turcas que hagan falta o estén mal torqueados.
- Dispositivos de aire, válvulas hidráulicas, frenos, cuñas.
- Mal funcionamiento de aparatos y sistemas eléctricos, por excesivo deterioro, suciedad, acumulación de humedad o corrosión.
- Filtraciones de aceite, abombamiento, abrasión excesiva del recubrimiento o envejecimiento de mangueras de sistemas hidráulicos, en particular aquellas que estén sujetas a flexión durante la operación normal del equipo.
- Nivel de aceite inadecuado en los sistemas hidráulicos y motrices (dirección, transmisión y motor) y mal funcionamiento de los sistemas de enfriamiento.

²⁰ GARZON G.; Tesis: Mantenimiento de torres de perforación. EPN

- Incumplimiento de las especificaciones del fabricante en el guarneo o arreglo de los cables de acero en las poleas.
- Deformaciones o grietas en los ganchos de carga y daños visibles en las piezas del bloque viajero.
- Daños por desgaste, fractura, corrosión y deformación o falta de lubricación en los cables de acero (tensores, eslingas y aquellos que pertenecen a sistemas de izamiento) poleas y tambores.
- Revisar la cabina para asegurar que esta se encuentre libre de obstáculos.
- Mal funcionamiento y/o carencia de los dispositivos y sistemas de seguridad: interruptores limitadores, indicadores de carga, alarma, dinamómetro, gráficas o tablas de carga, extintor de incendio...
- Presión de aire inadecuado en los sistemas neumáticos y/o cauchos.
- Cualquier otra condición que a juicio del operador, custodio, personal de seguridad, de inspección y/o de mantenimiento se considere de importancia para un equipo en particular.

Además de las inspecciones diarias o semanales la norma exige una inspección anual, esta inspección debe ser muy detallada para evitar posibles paradas o pérdidas humanas y materiales.

Las inspecciones deben ser realizadas por personal calificado.

3.5.3 PRUEBAS

Existen diferentes tipos de pruebas o ensayos para determinar las condiciones estructurales de un sistema:

- Ensayos destructivos
- Ensayos no destructivos END.

Debido a la naturaleza del proyecto solo se utilizarán los ensayos no destructivos para las pruebas que se hagan a los sistemas estructurales de las grúas.

Los ensayos no destructivos tienen como objetivos asegurar la calidad tecnológica de los materiales o equipo aumentando su confiabilidad, prevenir accidentes y asegurar vidas humanas.

Existen diferentes técnicas de ensayos no destructivos, a continuación se enumeran:

- Radiografía industrial
- Ultrasonidos
- Partículas magnetizables
- Tintas penetrantes
- Ensayos de Fugas
- Pruebas hidrostáticas

3.5.3.1 RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL.

Es un método que utiliza rayos X o gama para reproducir las estructuras en sus partes más sensibles como soldaduras a través de una película que se coloca en el sitio a inspeccionar.

3.5.3.2 ULTRASONIDOS.

Es un método que se basa en el paso de las ondas de sonido a través del material y los defectos afectan el intervalo de tiempo de la transmisión del sonido.

En la actualidad existen equipos que arrojan resultados gráficos permitiendo fácilmente el análisis de los defectos. El limitante de este método es el costo de los equipos.

3.5.3.3 PARTICULAS MAGNETIZABLES

Este método se basa en la aplicación de limadura de hierros en la estructura a inspeccionar luego se hace pasar una corriente eléctrica por la misma, las posición que adopten las limaduras darán al observador la pauta para detectar grietas.

3.5.3.4 TINTAS PENETRANTES.

Es un método que sirve para encontrar grietas superficiales de la estructura por medios de la aplicación de tintas.

3.5.3.5 SELECCION DEL METODO DE END.²¹

- Tolerancia en el diseño y exactitud del método.
- Capacidad y especialidad de detección.
- Características geométricas.
- Accesibilidad del método y de la pieza.
- Forma y tamaño de la pieza.
- Materiales ferromagnéticos o no.
- Volumen de la obra a inspeccionar.
- Sensibilidad de detección
- Normas de referencia
- Alcances y limitaciones de cada método
- Balance costo beneficio.
- Criterios de seguridad de: Personal, industrial, protección medio ambiental, etc.

3.5.4 RUTINAS

Las rutinas son ciertas técnicas básicas que se realizan para mantener en buen estado un material o equipo, por ejemplo un buen plan de aplicación de pinturas, limpieza en general, entre otras.

3.5.5 RECONSTRUCCION

Es el cambio parcial o total de una estructura cuando uno o varios elementos no trabajan eficientemente, cuando en una grúa se pierde capacidad de carga la

²¹VILLACRES M.; Principios Y Control De Soldadura, EPN.

reconstrucción busca la repotenciación de la misma, y el operador debe estar conciente de esto.

3.6 PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA DE UNA GRÚA PORTUARIA.

3.6.1 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Para una buena implantación de un plan de mantenimiento se deben seguir los siguientes pasos:

- 1.- Enumeración de las partes constitutivas de las grúas portuarias.
- 2.- División de las partes del conjunto en subconjuntos de funcionalidad.
- 3.- Llevar al día los registros de los procedimientos de Mantenimiento de elementos estructurales, funcionales y de seguridad de las grúas portuarias diseñados en el presente proyecto de titulación.
- 4.- Se realizan visitas para hacer inspecciones visuales a los diferentes elementos, luego se procede a calificar el estado de cada parte de la grúa según indica el la hoja de inspección diseñada en los procedimientos de Mantenimiento de los elementos estructurales, funcionales y de seguridad de grúas portuarias, con esto verificamos que:

- elementos estructurales no hayan sufrido deformaciones, fisuras o corrosión.
- apretujamiento de pernos,
- Partes como pasadores, rodamientos, bocines, ejes, poleas, tambores, mecanismos de bloqueo, guarniciones, no hayan sufrido fisuras o distorsión.
- Ganchos no tengan deformaciones o fisuras.
- Todos los mecanismos de control; se inspecciona el ajuste, desgaste y lubricación.

- Se inspecciona los sistemas de elevación de cable tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.
 - Los tambores y su sistema de transmisión se encuentren en buen estado.
 - Los cables se mantengan en condiciones iniciales.
 - No exista acumulación de suciedad y humedad entre otras que se especifican en los formatos de los registros de los procedimientos de Mantenimiento de los elementos estructurales, funcionales y de seguridad de grúas portuarias.
- 5.- Se calcula, presupuesto y se aprueba dichas labores de mantenimiento y el cronograma a realizar.
- 6.- Se verifica la disponibilidad de repuestos y elementos de reemplazo ha utilizarse en dichas labores.
- 7.- Se procede a la ejecución de las tareas que hayan salido de la inspección visual.

3.6.2 PASO 1: ENUMERACIÓN DE LAS PARTES CONSTITUTIVAS DE LA GRÚAS.

CONJUNTOS	SUBCONJUNTOS	ITEMS MANTENIBLES
Superestructura	Pluma	Vigas
		Uniones con remaches
		Soldaduras
		Uniones con Espárragos
		anclajes de cilindros hidráulicos
		Pasadores
	Mástil- Torre	Vigas
		Soldaduras
		Remaches
		Pernos
	Carro	Soldaduras
		Pasadores
		Pernos
		anclajes de cilindros hidráulicos
		Plataformas
	Apoyos	Vigas
		Soldaduras
		Chasis
		anclajes de cilindros hidráulicos
		Pernos
Remaches		
	Cabina de mando	Uniones soldadas
		Uniones empernadas
		Vigas
	contrapesos	Soldaduras
		Bases Espárragos de anclajes
		otro tipo de anclajes
Guarniciones	Guarniciones	Guarniciones
		Pasadores
		Soldaduras
		Cubierta de poleas
		Ganchos
		Eslingas
		Tambor
	Pasadores	
	pernos de anclaje	
	Cable de acero	

Tabla 2.8.- División en Conjunto, subconjunto e Ítems mantenibles de grúas.

En este paso se divide a las grúas en conjuntos y subconjuntos. Para la elaboración de la guía de mantenimiento se enumerarán todas las partes posibles

que puedan tener las grúas, los formatos serán llenados solo en los sitios que sean necesarios.

3.6.3 OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA O CASTILLETE DE UNA GRUA

- Tener documentación técnica, clara y específica, accesible para hacer un plan de mantenimiento ideal al castillete de una grúa.
- Realizar un mantenimiento planificado a todos los miembros estructurales del castillete de una grúa, aumentando su vida útil y evitando paradas no planificadas para dar mantenimiento correctivo.
- En casos de extremo deterioro del castillete, repotenciarlo y volverlo a condiciones iniciales.

3.6.4 OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DE LAS GUARNICIONES

- Trabajar con seguridad evitando paradas, posibles pérdidas humanas, y pérdidas económicas.
- Tener documentación clara y específica del mantenimiento dado a guarniciones para un plan de mantenimiento ideal.
- En caso de ser necesario cambiar parte o partes de las guarniciones para una mejor labor de izaje, sin poner en riesgo la carga.

3.6.5 OBJETIVOS DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DEL CABLE DE ACERO.

- Evitar en lo posible una ruptura del cable de acero que conllevaría a una parada inesperada, y pérdidas o daños en la carga.
- Llevar un correcto plan de mantenimiento preventivo al cable de acero.
- Permitir desarrollar la vida útil del elemento estructural (cable de acero).

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS

Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA

Fecha: Julio / 2007

Especificaciones Técnicas de la Grúa

Marca:	Modelo:
Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:
Horas trabajadas:	Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa

Superestructura de la Grúa

Pluma

Puntos de inspección en las vigas de rigidez

Fecha de ultima inspección:

Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causa
Recubrimientos	Grietas y Fisuras					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Alma	corrosión, desgaste, fisuras					
Nudos	Corrosión y desgaste					
	Buen ajuste					
Perfil Estructural	Perdida de espesor					

Observaciones generales:

Responsable:

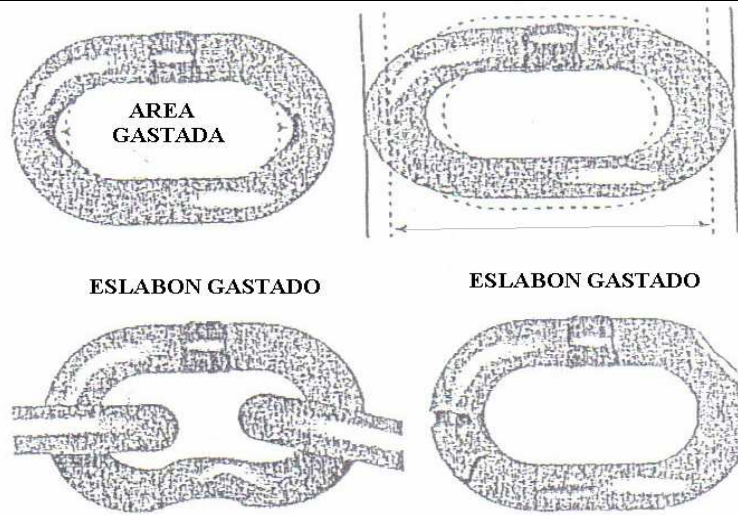
MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS

Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA

Fecha: Julio / 2007

Puntos de inspección de Eslingas de cadena

Tabla de niveles de desgaste de eslabones



Diámetro de la cadena en pulgadas	Nivel de desgaste máximo permitido (por pulgadas)
9/32"	0.037
3/8"	0.052
1/2"	0.069
5/8"	0.084
3/4"	0.105
7/8"	0.116

Se observa	Si	No	Aprobación	Observaciones
Desgaste				
Estiramiento				
Torceduras				
Grietas y Muecas				

Responsable:

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS

Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA | **Fecha:** Julio / 2007

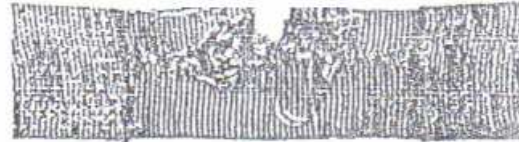
Puntos de inspección de Eslingas Sintéticas



RASGADA



QUEMADA



CORTADA

Se observa	Si	No	Aprobación	Observaciones
Quemaduras en el material				
Derretimientos				
Cortes o costuras rotas o gastadas				
Roturas				

Responsable:

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS

Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA

Fecha: Julio / 2007

Especificaciones Técnicas de la Grúa

Marca:

Modelo:

Serie:

Capacidad nominal:

Tipo:

Ángulos de giro:

Horas trabajadas:

Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa

Anclajes de Cilindros hidráulicos

Puntos de inspección en anclajes de cilindros hidráulicos

Fecha de ultima inspección:

Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causa
Bases de anclajes	Grietas y Fisuras					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Pernos	corrosión, desgaste, fisuras					
Pasadores	Corrosión y desgaste					
	Buen ajuste					

Observaciones generales:

Responsable:

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS	
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA	Fecha: Julio / 2007
Especificaciones Técnicas de la Grúa	
Marca:	Modelo:
Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:
Horas trabajadas:	Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa						
Mástil						
Puntos de inspección del mástil						
Fecha de ultima inspección:						
Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causa
Bases de anclajes	Grietas y Fisuras					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Pernos	corrosión, desgaste, fisuras					
Pasadores	Corrosión y desgaste					
	Buen ajuste					
Remaches	Grietas, fisuras					
	Buen ajuste					
Observaciones generales:						
Responsable:						
MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS						
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA						Fecha: Julio / 2007

Especificaciones Técnicas de la Grúa	
Marca:	Modelo:
Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:
Horas trabajadas:	Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa						
Carro						
Puntos de inspección en el carro						
Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causas
Pasadores	Grietas, Fisuras, Pandeo					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Anclajes	corrosión, desgaste, fisuras					
Pernos de sujeción	Corrosión y desgaste					
	Buen ajuste					
Rieles	Canales despejados					
	Canales en buen estado					
	corrosión, fisuras,					
	Buena sujeción					
	Cubierta en buen estado					
Observaciones generales:						
Responsable:						

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS	
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA	Fecha: Julio / 2007


Especificaciones Técnicas de la Grúa	
Marca:	Modelo:
Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:
Horas trabajadas:	Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa						
Tabor						
Puntos de inspección de Tambores						
Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causa
Bases de anclajes	Grietas y Fisuras					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Pernos	corrosión, desgaste, fisuras					
Pasadores	Corrosión y desgaste					
	Buen ajuste					
Observaciones generales:						
Responsable:						

ANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS	
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA	Fecha: Julio / 2007

Especificaciones Técnicas de la Grúa	
Marca:	Modelo:

Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:
Horas trabajadas:	Ángulos de Elevación:

Hojas de Inspección de Elementos Estructurales de la Grúa						
Polipastos						
Puntos de inspección de Poleas						
Carga máxima nominal:						
Nombre	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Posible Causa
Recubrimientos	Grietas y Fisuras					
Soldaduras	Corrosión y desgaste					
Canales	taponamientos					
	Corrosión y desgaste					
Guardacabos o grampas	Buen estado					
Pasadores	Corrosión y desgaste					
	holguras					
Retenedores del cable	Bien instalados					
Observaciones generales:						
Responsable:						
MANTENIMIENTO DE GANCHOS DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS						
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA				Fecha: Julio / 2007		
Especificaciones Técnicas de los Ganchos						
 ZONA 1					Carga máxima nominal:	
					Especificaciones de Fabricante:	

					Ubicación:					
					Denominación:					
					Zonas de Inspección					
Puntos de Inspección de Ganchos										
Nombre	Se observa				Si	No	%	Aprobación	Posibles Causas	
Zona 1	Desgaste, deformación									
Zona 2	Apertura actual mayor al 15% apertura original									
Zona 3	Desgaste o agrietamiento									
Zona 4	Torsión o agrietamientos									
	Giro libre alrededor del pivote									
Observaciones generales:										
Responsable:										
MANTENIMIENTO DE CABLES DE ACERO										
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA						Fecha: Julio / 2007				
Hoja de Inspección diaria de Cables de Acero										
Especificaciones Técnicas del Cable de Acero										
					Especificaciones técnicas del fabricante:					
		Número de alambres rotos en cables en movimiento			Número de alambres rotos en cables estáticos					
ANSI N°	Equipo	En una sección del cable donde se cumple una	En el mismo cordón	En una sección del cable donde se cumple una	En el extremo de un terminal					
					Ubicación:					

		Capacidad nominal:				
		Reemplazo de cables de acero basado en la cantidad de alambres rotos y en el equipo que es utilizado				
Se observa	Números de cables	Si	No	%	Aprobación	Posibles Causas
Alambre fracturados o rotos						
Disminución del diámetro nominal						
Terminales inadecuados o dañados						
Correcta lubricación						
Puntos brillantes						
Decoloración del metal de los cables						
Buen enrollado del cable						
Observaciones generales:						
Responsable:						

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS	
Elaborado por: ORTIZ DIAZ LILA	Fecha: Julio / 2007
Especificaciones Técnicas de la Grúa	
Marca:	Modelo:
Serie:	Capacidad nominal:
Tipo:	Ángulos de giro:

Horas trabajadas:		Ángulos de Elevación:				
Hojas de Inspección Diaria del sistema de Seguridad de las Grúas						
Puntos de inspección						
Numero	Se observa	Si	No	%	Aprobación	Observaciones
1	Extintidores de fuego					
2	Luces en Buen estado					
3	Alarmas					
4	Tabla de cargas máximas de la grúa					
5	Limitadores de carga					
6	Certificación de la grúa visible					
Observaciones generales:						
Responsable:						

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS				
ELABORADO POR:	ORTIZ DÍAZ LILA		FECHA:	Julio / 2007
Mantenimiento preventivo de Grúas Usadas en los Puertos marítimos				
Reemplazar=REE; Reparar=RE; Modificar=MO; Ajustar=AJ; Inspección= INS; Verificación=VE; Ultrasonido=UL; Tintas penetrantes=TP; Radiografía=RA				
	Actividades de Mantenimiento	Método	Frecuencia	Observaciones

Ítems Mantenibles	REE	RE	MO	AJ	INS	VE	UL	TP	RA			
Uniones con remaches												
Uniones con Espárragos												
Anclajes de cilindros hidráulicos												
Vigas												
Soldaduras												
Remaches												
Pernos												
Plataformas												
Chasis												
Bases Espárragos de anclajes												
Otro tipo de anclajes												
Guarniciones												
Pasadores de guarniciones												
Observaciones:												
Responsable:												

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS	
ELABORADO POR:	ORTIZ DÍAZ LILA
FECHA:	Julio / 2007

Mantenimiento preventivo de Grúas Usadas en los Puertos marítimos	
Reemplazar=REE; Reparar=RE; Modificar=MO; Ajustar=AJ; Inspección= INS; Verificación=VE; Ultrasonido=UL; Tintas penetrantes=TP; Radiografía=RA	

Ítems Mantenibles	Actividades de Mantenimiento						Método			Secuencia	Observaciones	
	REE	RE	MO	AJ	INS	VE	UL	TP	RA			
Cubierta de poleas												
Ganchos												
Eslingas												
pernos de anclaje												
Observaciones:												
Responsable:												

Notas: los métodos de inspección a utilizarse en el proceso de mantenimiento de grúas para puertos marítimos están debidamente estandarizados en las siguientes normas:

METODO DE INSPECCIÓN
Tintas Penetrantes
ASTM E165
Ultrasonido
AWS D1,1
ASW D1,5
Radiografía
AWS D1.1
AWS D1,2
API 1104
ASTM E94

3.7 CERTIFICACION DE GRUAS

La Norma ASME B30.5 tiene establecido que toda maquinaria pesada debe estar debidamente certificada conjuntamente con el operario de la misma para entrar en funcionamiento.

En el Ecuador existen varios organismos encargados de dar estas certificaciones como por ejemplo:

- SGS
- Grupo Atlas
- Cotecna
- Icontec
- INEN
- Moody

3.7.1 DEFINICION DE CERTIFICACION

La Certificación es una actividad que autentifica que tanto la persona o el equipo están aptos para ejercer una función específica.

La autentificación se basa en lineamientos previamente establecidos entre la industria involucrada y especificaciones estandarizadas por grupos interesados en esa área.

3.7.2 CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS²²

La Certificación de Equipos consiste en una inspección física para constatar que el equipo funciona como originalmente fue concebido por el fabricante y cumple con todas sus especificaciones.



Figura 3.4 Sistemas de Izaje de Carga certificables.⁴⁰

²² www.corpocaf.com

Además consiste en revisar que el equipo posea en buen funcionamiento las nuevas tecnologías actualizadas en la normativa aprobada y los sistemas de seguridad correspondientes al momento de la inspección.

Esta requiere de la activa participación tanto del certificador, como del dueño del equipo.

El primero para realizar la inspección y emitir el certificado y el segundo para mantener el equipo en las condiciones de certificación durante el lapso estipulado en la misma.

En la Industria existen varios tipos de maquinaria que tienen como objetivo el izaje de carga, las cuales deben estar certificadas.

Una de las normas utilizadas para la certificación de equipos de izaje es la **ASME B30**.

3.7.3 NORMAS Y ESTANDARES UTILIZADOS PARA LA CERTIFICACION

Toda actividad de inspección y certificación están basados en estándares nacionales, internacionales y manuales del Fabricante. Algunas de éstas son:



Figura 3.5 Principales organizaciones de estandarización.

COMITÉ ISO	NOMBRE	ALCANCE
TC 96	Grúas (Cranes)	Normalización en el ámbito de las grúas y equipos relacionados, que suspenden cargas mediante un dispositivo de sujeción de cargas, particularmente con respecto a la terminología, clasificación de la carga, principios generales de diseño, mantenimiento y operación.
TC 96/SC 2	Terminología (Terminology)	
TC 96 / SC 3	Selección de cables (Selection of wire ropes)	
TC 96/ SC 4	Métodos de ensayos (Test methods)	
TC 96/ SC 5	Uso, operación y mantenimiento (Use operation and maintenance)	
TC 96/ SC 9	Grúas Puente y Pórtico (Bridge and gantry cranes)	

Tabla 2.5 Principales normas Iso aplicables a las grúas.

Todas las actividades realizadas para la certificación de maquinaria o personal están respaldadas por Procedimientos Técnicos que soportan la calidad del servicio prestado.

Estos procedimientos contemplan las normas y estándares de la Industria y la experiencia adquirida a través de los años, la cual permite medir la tolerancia de aceptación y rechazos en las inspecciones.

Existen varias normas que tiene La ISO, International organization for standardization, se contemplan varias para el uso, manejo y mantenimiento de grúas y equipos similares, se presenta una tabla con las relacionadas con el tema y alcance.

CAPITULO 4

COSTOS UNITARIOS

4.1 GENERALIDADES

En este capítulo se analizarán los costos unitarios en el mantenimiento de grúas para puertos marítimos. Debido a la gran diferencia que puede haber de una entidad a otra el análisis se hará tomando en cuenta las tarifas del Ministerio de obras públicas (MOP).

4.1.1 CLASIFICACION DE LOS COSTOS

Los costos pueden ser:

- Costos Directos
- Costos indirectos

4.1.1.1 COSTOS DIRECTOS

Son los costos que afectan directamente al producto o servicio que se desea brindar en este caso el servicio es dar mantenimiento a las grúas. Estos pueden ser:

- Mano de Obra
- Equipos
- Materiales
- Transporte
- Montaje

4.1.1.1.1 Mano De Obra

Este rubro es directamente relacionado con los salarios que percibe el personal que de forma directa o indirecta colabora en la elaboración del producto o el servicio que se va a brindar.

Este salario depende de muchos factores como son: mano de obra calificada, no calificada, tipo de ocupación entre otras, y este tiene un mínimo regido por El ministerio de Trabajo, la empresa tiene la libertad de pagar por encima de este básico pero no por debajo.

4.1.1.1.2 Mano De Obra Directa

Se llama mano de obra directa a la constituida por el personal que interfiere directamente en la elaboración del producto en este caso son:

- Ingenieros (Inspección, diseño, etc.)
- Operarios de maquinaria pesada
- Soldadores
- Mecánicos
- Torneros
- Otros (Auxiliares de mecánicos).

4.1.1.1.3 Mano De Obra Indirecta

Se conoce como mano de obra indirecta a la constituida por el personal que no interfiere directamente en la elaboración del producto o servicio, son:

- Personal Administrativo
- Personal de limpieza

4.1.1.1.4 Equipos

El costo de los Equipos depende directamente de la calidad y las condiciones de trabajo y operación a la cual será sometido en un periodo específico de tiempo.

Un equipo puede trabajar un número de horas o años en toda su vida en condiciones satisfactorias y predecibles, a esto se le conoce como vida útil del equipo, cada fabricante proporciona la vida útil de los equipos generalmente esta viene dada precisamente en años o en horas según su diseño.

Para el análisis de los costos por equipos de un proyecto se toman en cuenta los siguientes factores fundamentales:

- Costos de adquisición (Cuando el caso lo amerite).
- Costos de alquiler
- Costos de operación del equipo.
- Costos de mantenimiento del equipo.

4.1.1.1.5 Materiales

Para el análisis de costos de materiales en el siguiente proyecto de titulación, se establece como principal al acero estructural ya que en nuestro medio no es muy factible encontrar dichos aceros y en muchos de los casos se deberá recurrir a la importación de los mismos.

Esto se tendrá en caso de cambio parcial o total de una grúa. Otro gasto importante es el de la adquisición de repuestos originales de la maquina que de no encontrarse se deberá recurrir a la fabricación del mismo.

Se analizarán también gastos como electrodos, ya que el buen uso, la calidad, y el precio elevarán la calidad y vida de las grúas y eliminarán gastos no planificados.

Otros consumo importante en el mantenimiento de las grúas es el correspondiente a la lubricación ya que esta será diaria y adecuada según el sistema lo precise.

4.1.1.1.6 Transporte

Este punto solo se toma en cuenta cuando va a ver cambio importantes de miembros de la grúa es decir una reponción de la misma o reparación a gran escala.

En estos gastos se incluyen alquiler de otros equipos de carga (grúas, montacargas, teclees) para la manipulación de las partes en caso de así necesitarlo.

4.1.1.1.7 Montaje

En este caso el gasto se reduce a seguridad ya que estos costos son dados por los equipo de seguridad personal y de los equipos.

Así como también dependerá del tiempo invertido en el montaje ya que a mayor tiempo mayor desembolso de dinero.

4.1.1.2 COSTOS INDIRECTOS

Son todos los costos que a pesar de no ser requeridos para la elaboración directa del producto o servicio, sin estos no se podrían llevar a cabo.

Estos pueden incluirse en forma no limitada a la administración de campo, supervisión directa, seguros, impuestos, entre otros. Estos costos son directamente proporcionales al tamaño de la obra, tamaño de la empresa, tasas de fiscalización, etc.

Estos valores se deben incluir en el precio unitario de los diferentes rubros del proyecto.

4.2 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Para este análisis se hará una separación de rubros únicamente concernientes a gastos directamente involucrados con el servicio (Mantenimiento de Grúas para puertos marítimos).

4.2.1 RUBROS DE MANTENIMIENTO DE LA SUPERESTRUCTURA DE LA GRÚA.

Proceso de pintura:

- **Preparación de la superficie**

Manual

Mecánico (Sandblasting)

- **Aplicación de la pintura**

Manual (Rodillo, brocha, etc.)

Mecánico (Compresores).

Ensayos no Destructivos END:

- Inspecciones Visuales
- Tintas penetrantes
- Radiografía industrial
- Ultrasonido

Procesos de Reparación:

- Equipos de soldadura
- Electrodo
- Remaches

Procesos de Repotenciación:

- Suministro de acero estructural
- Suministro de repuestos
- Equipos de soldadura
- Electrodo
- Fabricación
- Transporte y montaje

4.2.2 FORMATO DE ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Rubro:	Unidad:
Código: LC-003	Rendimiento (R):

Equipos					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Parcial: (M)					

Mano de Obra					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Parcial: (N)					

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	%
Parcial: (O)					

Transporte						
Descripción	Unidad	Distancia (A)	Cantidad (B)	Tarifa (C)	Costo Unitario (D)=(A*B*C)	%
Parcial: (P)						

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha	(R) Gastos Generales:	5%(Q)	
	(S) Utilidades:	10%(Q+R)	
	(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	
	(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	
	Precio unitario Total		
Ing. Responsable	Valor Propuesto		

Tabla 4.1 Formatos para análisis de Precios Unitarios.

CAPITULO 5

APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS DE COSTOS A UNA GRUA TIPO

5.1 GENERALIDADES

En este capitulo se entrega un ejemplo de uso de la guía de procedimientos de mantenimiento de Grúa para puertos Marítimos, elaborada en el capitulo 3 del presente proyecto de titulación, conjuntamente con el análisis de costos unitarios elaborado en el capitulo 4.

Se ha elegido a una grúa que no ha recibido mantenimiento, por lo cual se ha deteriorado considerablemente. El análisis de la misma comprende:

- Ensayos no destructivos,
- Pintura de la estructura,
- Reemplazo de elementos y
- Pruebas de operación.

El plan de mantenimiento para la Grúa tipo seleccionada dependerá del uso de los formatos establecidos pero mas que nada los resultados estarán directamente ligados a los criterios de inspección, y por consiguiente a la toma de decisiones que se hagan para la adecuación de la grúa.

La grúa seleccionada se encuentra ubicada en el puerto de Esmeraldas.

5.2 ESQUEMA DE LA GRUA TIPO SELECCIONADA

A continuación se presenta un plano general de la grúa tipo seleccionada para la aplicación de la guía de mantenimiento total.

Las características técnicas de la misma se encuentran en el **ANEXO 6**, junto con sus tablas de carga y diagrama de alcance.

MANTENIMIENTO DE GRUAS PARA PUERTOS MARITIMOS										
ELABORADO POR: Ortiz Díaz Lila					FECHA: Junio del 2007					
Limpieza= LP; Pintura= PI; Lubricación=LB; Actividades de mantenimiento= AM; Mantenimiento preventivo=MP Mantenimiento Correctivo= MC										
Hoja de Reporte de Actividades Realizadas										
ÍTEMS MANTENIBLES	Ubicación	Tareas			AM		Cantidad	Próxima Revisión	Responsable	Observaciones
		LP	PI	LB	MP	MC				
Perfil estructural	Tramo 1: Pluma	•	•		•	•	9.14 m	Octubre 2007	Ingeniero	
Uniones Soldadas	Anclaje superior del cilindro hidráulico				•	•	0.5 m	Octubre 2007	Ingeniero	
cables				•		•		Octubre 2007	Ingeniero	
Cadenas					•			Octubre 2007	Ingeniero	
Grilletes					•			Octubre 2007	Ingeniero	
Eslingas					•			Octubre 2007	Ingeniero	
argollas					•			Octubre 2007	Ingeniero	
Ganchos					•			Octubre 2007	Ingeniero	

5.3 RENDIMIENTO

Para el análisis de costos unitarios se debe tomar en cuenta el rendimiento de cada tarea a realizarse.

El rendimiento es expresado en unidades como (Kg., m, u, etc.) por unidad de tiempo, este es establecido por el constructor en función de los recursos con los que va a contar como son:

- Con que cantidad de equipos y calidad de equipos se cuenta para realizar el trabajo.
- Numero de trabajadores y con qué tipo de mano de obra se cuenta.
- La cantidad de insumos y calidad de los mismos
- La forma de fabricación, transporte y montaje que se realiza.

5.4 CALCULO DEL RENDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GRUA TIPO

Rendimientos			
	Pies	Tiempo en Horas	Rendimiento
Ultrasonido	30	20	1,500
Limpieza	30	4	7,500
Pintura	30	10	3,000
Reemplazo del Cable de acero	18	14	1,333

5.5 DESGLOSE DE COSTOS DIRECTOS

Código	Unidad	Cantidad	Equipo	Mano de obra	Material	Transporte	Total
LC-001	Pie	30,000	3999,990		97,500		4097,490
LC-002	Pie	30,000	9,330	57,810	6,360		73,500
LC-003	Pie	30,000	24,990	144,570	134,700		304,260
LC-004	MI	18,000	21,654	318,042	186,030	9,720	535,446
		TOTAL	4055,964	520,422	424,590	9,720	5010,696

5.6 COSTOS INDIRECTOS

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	5010,696
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha

(R) Gastos Generales:	5%(Q)	250,535
(S) Utilidades:	10%(Q+R)	526,123
(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	289,368
(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	303,836
Precio unitario Total		6.380,558
Valor Propuesto		6.381,000

Ing. Responsable

5.7 COSTOS POR ULTRASONIDO

Rubro: Ultrasonido	Unidad: Pie
Código: LC-001	Rendimiento (R): 1,500

Equipos					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Equipo de ultrasonido	1,000	200,000	200,000	133,333	97,621
			Parcial: (M)	133,333	97,621

Nota: En el costo del equipo van incluidos los honorarios del Ingeniero de E.N.D.

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	%
Material Absorbente	Kg.	0,250	2,000	0,500	0,366
Detergentes	Kg.	0,250	2,000	0,500	0,366
Gel adaptador	Unidad	0,150	15,000	2,250	1,647
			Parcial: (O)	3,250	2,379

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	136,583
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha

Ing. Responsable

(R) Gastos Generales:	5%(Q)	6,829
(S) Utilidades:	10%(Q+R)	14,341
(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	7,888
(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	8,282
Precio unitario Total		173,924
Valor Propuesto		174,000

5.8 LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA

Rubro: Limpieza de la Estructura	Unidad: Pie
Código: LC-002	Rendimiento (R): 7,500

Equipos					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Equipo de Sandblasting	1,000	2,330	2,330	0,311	12,682
Parcial: (M)				0,311	12,682

*1 Equipo de Sandblasting: Tolva clemco, 2 Tramos de manguera (cada tramo 15 metros), 2 Tramos de manguera de automático, Equipo automático para manguera, Casco Apolo con enfriador de aire, Boquilla # 6, Filtro CPF 20, 2 Tramos de manguera para aire asistido operador de sandblasting, Pulmón distribuidor, Manguera pulmón - distribuidor.

Mano de Obra					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Obreros	2,000	1,728	3,456	0,461	18,810
Inspector	1,000	11,000	11,000	1,467	59,870
			Parcial: (N)	1,927	78,681

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	%
Diluyente	Galón	0,002	4,800	0,010	0,392
guantes	Unidad	0,066	0,500	0,033	1,347
gafas de seguridad	Unidad	0,066	1,750	0,116	4,715
agregado fino	metro cúbico	0,005	10,000	0,050	2,041
andamios	Unidad	0,005	0,700	0,004	0,143
			Parcial: (O)	0,212	8,495

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	2,450
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha

Ing. Responsable

(R) Gastos Generales:	5%(Q)	0,122
(S) Utilidades:	10%(Q+R)	0,257
(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	0,141
(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	0,149
Precio unitario Total		3,119
Valor Propuesto		4,000

5.9 PINTURA DE LA ESTRUCTURA

Rubro: Pintura	Unidad: Pie
Código: LC-003	Rendimiento (R): 3,000

Equipos					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Equipo de Pintura Completo	1,000	2,500	2,500	0,833	8,217
			Parcial: (M)	0,833	8,217

*2 Equipo de Pintura: Airless Graco 68-1, 2 Tramos de manguera, 2 boquillas, Pistola para aplicación.

Mano de Obra					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Obreros	2,000	1,728	3,456	1,152	11,359
Inspector de Pintura	1,000	11,000	11,000	3,667	36,153
			Parcial: (N)	4,819	47,512

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	%
Diluyente	Galón	0,005	4,800	0,024	0,237
Guantes	Unidad	0,066	0,500	0,033	0,325
Gafas de seguridad	Unidad	0,066	1,750	0,116	1,139
Pintura con base de Zinc Inorgánico	Galón	0,125	13,640	1,705	16,811
Pintura con base de epóxico	Galón	0,125	12,700	1,588	15,653
Pintura con base de poliuretano	Galón	0,125	8,200	1,025	10,106
			Parcial: (O)	4,490	44,271

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	10,142
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha

(R) Gastos Generales:	5%(Q)	0,507
(S) Utilidades:	10%(Q+R)	1,065
(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	0,586
(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	0,615
Precio unitario Total		12,915
Valor Propuesto		13,000

Ing. Responsable

5.10 REEMPLAZO DEL CABLE DE ACERO

Rubro: Reemplazo	Unidad: Metro lineal
Código: LC-004	Rendimiento (R): 1,330

Equipos					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Herramienta menor	2,000	0,800	1,600	1,203	4,044
Parcial: (M)				1,203	4,044

Mano de Obra					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	Costo Unitario (D)=(C/R)	%
Ingeniero de montaje	1,000	22,000	22,000	16,541	55,606
Ayudante de mecánica	1,000	1,500	1,500	1,128	3,791
			Parcial: (N)	17,669	59,398

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Unitario (B)	Costo Hora (C) = (A*B)	%
Cable se Acero 3/4*19*7 alma de acero anti-giratorio	m	1,000	6,220	6,220	20,909
Grapas 3/4 Crosby G450	unidad	0,440	8,640	3,802	12,780
Gancho simple (300 tons.)	unidad	0,055	5,700	0,314	1,054
			Parcial: (O)	10,335	34,743

NOTA: El cable elegido no permite la distorsión entre los hilos.

Transporte						
Descripción	Unidad	Distancia (A)	Cantidad (B)	Tarifa (C)	Costo Unitario (D)=(A*B*C)	%
General	Kg.	30	0,03	0,6	0,54	1,815
			Parcial: (P)	0,54	1,815	

Total de Costos Directos	(Q)=(M+N+O+P)	29,747
Costos Indirectos		

Lugar y Fecha

(R) Gastos Generales:	5%(Q)	1,487
(S) Utilidades:	10%(Q+R)	3,123
(T) Fiscalización:	5%(Q+R+S)	1,718
(U) Impuestos:	5%(Q+R+S+T)	1,804
Precio unitario Total		37,880
Valor Propuesto		38,000

Ing. Responsable

5.11 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS

Código	Unidad	Cantidad	P. unit.	P. Total	TIEMPO EN DÍAS							
					1	2	3	4	5	6	7	
LC-001	Pie	30,000	136,583	4097,490	10h	10h						
LC-002	Pie	30,000	2,450	73,500			4h					
LC-003	Pie	30,000	10,142	304,260			6h	4h				
LC-004	Unidad	18,000	29,747	535,446				6h	8h			
TOTAL				5010,696								
TOTAL PARCIAL					4097,490	607,240	305,969					
TOTAL ACUMULADO					4097,490	4704,700	5010,696					
%PARCIAL					81,774	12,119	6,106					
%ACUMULADO					81,774	93,894	100					

5.12 COSTO FINAL DE MANTENIMIENTO DE LA GRUA TIPO.

Después de ejecutar todas las tareas de mantenimiento antes propuestas, el costo final del Proceso de mantenimiento a la grúa tipo es de **6381 USD**.

Como se sabe todo los costos son susceptibles de cambio, debido a variables como:

- Recursos humanos necesarios
- Tiempo de requerimiento
- Marcas de repuestos
- Disponibilidad de equipos

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. La industria ecuatoriana no está muy familiarizada con lo que es un plan de mantenimiento preventivo de las estructuras metálicas de maquinarias grandes como lo son las grúas montacargas y de más sistemas de izaje.
2. Los puertos marítimos no tienen conciencia suficiente de la importancia que tienen estos sistemas en su labor cotidiana y sobre todo de los riesgos directos e indirectos que se corren el no tener implantado un buen plan de mantenimiento de las grúas portuarias.
3. La implantación de un programa de mantenimiento, como el propuesto, provee al sistema de seguridad, elimina gastos no programados como los que provienen de una mantenimiento correctivo, ayuda a tener en stock elementos necesarios cuando sean necesarios y en cantidades justas además que provee de criterios para la elección de accesorios utilizados en la carga y descarga de contenedores.
4. Este tipo de procedimientos de Mantenimiento preventivo busca aumentar la vida útil de la parte estructural de las grúas utilizadas en los puertos marítimos, eliminar paradas no programadas en la operación de los puertos, aumenta la calidad del trabajo, brinda seguridad a los trabajadores mejorando su calidad de vida.
5. Vale recalcar que los procedimiento propuestos en esta guía de mantenimiento cumplen las normas internaciones, aunque estas principalmente recomiendan los criterios del fabricante en cosas puntuales como materiales, lubricantes entre otros.

6. En la actualidad existen criterios y normas para el mantenimiento de las grúas pero no se encontraban expuestas en formatos ni ordenes precisos, para llevarse a cabo, la presente investigación buscó recopilar, dirigir y dar calidad a estos procedimientos.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Un buen diagnóstico de la situación de las grúas es clave en la planificación y ejecución del Mantenimiento preventivo, por dicho motivo se recomienda gente calificada al momento de evaluar los elementos de las grúas.
2. La norma ISO 14224 recomienda con la implantación de cualquier programa de mantenimiento programas informáticos, ya que proveen registros exactos además que brindaría una secuencia de los programas con una metodología más simple.

BIBLIOGRAFÍA

- Norma ISO 14224, Primera edición, 1999.
- Norma ASME B30.5
- Journal of Protective Coatings € Linings.
- Protección Catódica Nivel 1, Manual de Enseñanza ©NACE Internacional, 2000.
- SSPC: Standard Specification for Protective Coating.
- BAJAÑA C.; GALEAS V.; Diseño de una pluma de tirantes de Equipo adicional para la construcción de Edificios, tomo I, 2001.
- GARCES D.; ZALDUMBIDE J.; Mantenimiento de puentes colgantes con estructura de acero.
- GARZON G.; Tesis: Mantenimiento de torres de perforación. EPN.
- INGERSOLL-RAND.- Manual de prácticas de funcionamiento de seguridad para cabrestantes no apto para transporte de personas, primera Edición, 2003.
- JACOME C.; CORTEZ R.; Análisis De Aplicaciones Y Capacitación Del TPM En Pequeñas Y Medianas Industrias, 2005.
- SEELY F.; SMITH J.; Resistencia de Materiales, UTEHA, Segunda Edición, 1967.
- TROFFE M; Análisis ISO 14224/OREDA en Relación con RCM- FMEA.
- VILLACRES M.; Principios Y Control De Soldadura, EPN.
- www.monografías.com; Diseño de una Grúa Torre.

ANEXOS

ANEXO N° 1
NORMA ASME B 30.5, SECCION 16

SECCION 16

MAQUINARIA Y EQUIPO MECANIZADO

16. A GENERALIDADES

16. A.01 Una persona competente deberá inspeccionar y probar cualquier maquinaria o equipo mecanizado antes de que sea puesto en uso y certificar que está en condiciones seguras de operación.

- a. Las inspecciones y pruebas deberán hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y deberán documentarse.
- b. El contratista deberá mantener en el sitio de trabajo los registros de las pruebas e inspecciones, los que estarán disponibles al ser requeridos por la autoridad designada y formarán parte de los archivos oficiales del proyecto.

16. A.02 Inspecciones y pruebas diarias o por turnos

- a. Toda la maquinaria y el equipo deberá inspeccionarse diariamente (cuando esté en uso) para garantizar condiciones seguras de operación; el empleador designará personas competentes para efectuar las inspecciones y pruebas diarias.
- b. Al principio de cada turno en que se vaya a usar el equipo, se harán pruebas para determinar que los frenos y los sistemas operativos estén en condiciones adecuadas de trabajo y que todos los mecanismos de seguridad requeridos estén en su lugar y funcionando.

16. A.03 Cuando se encuentre que algún equipo o maquinaria es inseguro, o cuando se observe alguna deficiencia que pueda afectar la operación segura del equipo, éste deberá ser inmediatamente retirado de servicio y prohibido su uso hasta que las condiciones inseguras se hayan corregido.

- a. Se deberá colocar una etiqueta en un lugar visible del equipo indicando que éste no debe ser operado y que la etiqueta no debe ser removida. Cuando sea necesario, se deberán usar procedimientos de cierre eléctrico.
- b. Las etiquetas deberán mantenerse en el equipo hasta que la persona que suspendió su uso demuestre que la maquinaria puede usarse con seguridad.
- c. La maquinaria y el equipo deberá probarse y inspeccionarse de nuevo antes de ponerse en servicio después que se completaron las correcciones.

16. A.04 La maquinaria y el equipo mecanizado deberán ser operadas únicamente por el personal calificado designado.

- a. La maquinaria y el equipo no deben ser operados de manera que pongan en peligro a las personas o a la propiedad, ni deben excederse las velocidades o cargas seguras de operación.
- b. Está prohibido bajar o subir a cualquier equipo, mientras esté en movimiento.
- c. La maquinaria y el equipo deberán operarse de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante.
- d. Está prohibido el uso de audífonos para entretenimiento (por ejemplo; la radio AM/FM o cacerteras, cassettes) mientras se esté operando el equipo.

16. A.05 Cuando las instrucciones o recomendaciones del fabricante sean más rigurosas que los requisitos de este manual, se aplicarán las instrucciones o recomendaciones del fabricante.

16. A.06 Se harán inspecciones y se tomarán decisiones por adelantado con respecto a las condiciones de las carreteras y de las estructuras, con el fin de garantizar que el espacio libre y la capacidad de carga ofrezcan seguridad para el paso o colocación de cualquier maquinaria o equipo.

16. A.07 Requisitos del equipo.

- a. A cada persona que tenga que subirse a un vehículo se le deberán proporcionar asientos o una protección equivalente.

b. El equipo que opere en carreteras deberá estar equipado con faroles delanteros, luces traseras, luces de frenos, luces de parada y señales de giro que sean visibles de frente y por detrás.

c. Todos los equipos que tengan parabrisas deberán estar equipados con limpiadores impulsados. Los vehículos que operen bajo condiciones que puedan ocasionar el empañado o acumulación de escarcha en los parabrisas, deberán estar equipados con aparatos operables para desempañar y remover la escarcha.

d. El equipo móvil que esté operando en un sitio cercano a una carretera que no esté abierta al tráfico público, deberá tener un sistema de frenos de servicio y un sistema de frenos de estacionamiento capaces de detener y sostener el equipo completamente cargado en el nivel de operación. Adicionalmente, se recomienda que el equipo pesado de acarreo tenga un sistema de frenos de emergencia que detenga automáticamente el equipo al haber fallas del sistema de frenos de servicio; este sistema de frenos de emergencia debe ser operable desde la posición del conductor.

16. A.08 Mantenimiento y reparaciones.

a. Mantenimiento, incluyendo mantenimiento preventivo, y reparaciones, deberán ser los procedimientos recomendados por el fabricante y deberán documentarse. Registro del mantenimiento y reparación que se efectuaron durante el término del contrato deberán estar disponibles para su presentación a la autoridad designada cuando así lo requieran.

b. Todo equipo o maquinaria deberá cerrarse y se deberán adoptar medidas efectivas para evitar que sean operados mientras se estén haciendo reparaciones o lubricaciones manuales. Los equipos diseñados para recibir servicio mientras estén en funcionamiento están exentos de este requisito.

c. Todas las reparaciones de maquinaria o equipo deberán hacerse en un lugar que proporcione protección del tráfico al personal de reparación.

d. La maquinaria pesada, el equipo, o sus componentes que estén suspendidos o separados por eslingas, elevadores o gatos deberán bloquearse o acuciarse antes que se permita al personal trabajar por debajo o entre ellos.

16. A.09 Cuando las cuchillas de niveladoras y de palas de arrastre, cubos cargadores terminales, cajas de volteo y equipo similar se estén reparando o no estén en uso, deberán bajarse completamente o bloquearse. Todos los controles deberán estar en posición neutral, con las máquinas apagadas y los frenos puestos, a menos que el trabajo que se esté haciendo requiera lo contrario

16. A.10 El equipo y la maquinaria estacionarios deberán colocarse sobre una base firme y sujetarse antes de ser operados.

16. A.11 Cuando sea necesario, todo el equipo móvil y las áreas en donde esté en operación, deberán estar adecuadamente iluminados, mientras el trabajo esté en proceso.

16. A.12 Equipo con motor a combustión interna no se operará en áreas cerradas a menos que se proporcione ventilación adecuada para asegurar que el equipo no produzca una atmósfera peligrosa.

16. A.13 Todo vehículo que esté estacionado y que se mueva más despacio que el tráfico normal en caminos de acarreo, deberá tener una luz amarilla intermitente o luces intermitentes de cuatro vías, visibles desde cualquier dirección.

6. A.14 No se permitirá a nadie en la cabina del camión durante las operaciones de carga, excepto el conductor, y solamente si el camión tiene un protector de cabina.

16. A.15 El equipo mecanizado deberá cerrarse antes y durante las operaciones de carga de combustible. Para cargar equipo operado por diesel que se deje en funcionamiento, podrán usarse sistemas cerrados con cierre automático que prevengan derrames en caso que las conexiones se rompan.

16.C GRUAS GIRATORIAS Y GRUAS FIJAS - GENERALIDADES

16. C.01 A menos que se especifique lo contrario, los requisitos de esta Sección (16.C) son aplicables para todas las grúas del tipo listado en la Tabla 16-1.

16. C.02 Cuando vayan a ser puestas en operación, todas las grúas giratorias deberán tener siempre consigo los siguientes documentos:

a. Copia del manual de operación formulado por el fabricante para la marca y el modelo específico de esa grúa giratoria; una copia del manual de operación de cualquier equipo auxiliar con el cual la grúa esté equipada.

b. El diagrama de clasificación de carga, que incluirá:

(1) la marca y modelo de la grúa giratoria, el número de serie y el año de fabricación;

(2) clasificación de carga para todas las configuraciones de operación de la grúa giratoria, incluyendo el equipo opcional;

(3) amarre recomendado para el cable de izar; y

(4) límites de operación en condiciones de tiempo ventoso o frío.

c. El registro de la grúa se usará para registrar las horas de operación y todas las inspecciones, pruebas, mantenimiento y reparaciones efectuadas a la grúa giratoria. Cuando la grúa esté en uso, el registro se llevará al día y será firmada por el operador y el supervisor: los mecánicos deberán firmar el registro después de efectuar trabajos de mantenimiento o reparaciones en la grúa.

16. C.03 Responsabilidad de la operación de la grúa giratoria.

a. Mientras esté operando la grúa, el/la operador(a) no efectuará ninguna otra actividad que pueda distraer su atención.

b. El/la operador(a) responderá a las señales de la persona que esté dirigiendo la operación de elevación o de la persona designada para señalar; cuando no se use un señalador como parte de la operación de la grúa, el/la operador(a) será

responsable de asegurar que mantiene vista completa de la carga y del recorrido de la carga siempre que la carga esté ligada a la grúa.

c. Cada operador es responsable de aquellas operaciones bajo su control directo, incluyendo las operaciones que se enumeran en el inciso (d), abajo; siempre que hubiere alguna duda con respecto a la seguridad, el operador deberá consultar con su supervisor antes de comenzar la operación.

d. Previo a una elevación, excepto antes de una elevación peligrosa, cuando ésta es efectuada por el supervisor de la elevación, el aparejador verificará que:

- (1) la grúa giratoria esté nivelada y, cuando sea necesario, bloqueada,
- (2) la carga esté bien afianzada y balanceada en la eslinga o dispositivo de elevación, antes de que sea levantada más de unas pocas pulgadas,
- (3) el paso de elevación y de oscilación esté libre de obstrucciones y se mantenga un espacio libre adecuado de fuentes de electricidad, y
- (4) todas las personas estén fuera del radio de oscilación del contrapeso.

e. Cuando se usen dos o más grúas giratorias para elevar una carga, la persona designada al efecto será responsable de la operación.

- (1) La persona designada analizará la operación e instruirá al personal involucrado en la colocación y cableo adecuados de la carga y en los movimientos a efectuarse.
- (2) La persona designada tomará las decisiones que sean necesarias para reducir la capacidad normal de la grúa, la posición de la carga, la ubicación del aguilón, el apoyo de tierra y la velocidad del movimiento que sean requeridos para efectuar la elevación con seguridad.
- (3) La persona designada deberá verificar que todo el personal y/o el equipo de comunicación (incluyendo la señalización) estén disponibles y funcionando adecuadamente y que todo el personal involucrado en la operación de la grúa comprenda los sistemas de comunicación y sus responsabilidades asociadas con las comunicaciones.

- a. Las grúas giratorias y las grúas fijas deberán ser operadas únicamente por operadores calificados. Sólo aquellos operadores calificados para operar un tipo particular de grúa giratoria o grúa fija pueden operar ese tipo de maquinaria: prueba de las calificaciones deberán ser por escrito.
- b. Cada Comando del USACE con empleados del USACE designados como operadores de grúas o de grúas giratorias designará a una persona calificada (propios o bajo contrato) para efectuar los exámenes y calificar a los operadores del USACE - pero no del contratista.
- c. Operadores de grúa giratoria o grúa fija deberán ser designados calificados por una fuente que califique operadores de grúa giratoria o grúa fija (por ejemplo, una compañía independiente de pruebas y calificaciones, una unión, agencia gubernamental, o consultante calificado (puede ser persona propia del USACE)).

16. C.05 Calificaciones y entrenamiento de los operadores.

- a. Calificación de la capacidad:
 - (1) Cada operador/operadora será entrenado(a) y estará calificado(a) para cada tipo de grúa giratoria o grúa fija que vaya a operar.
 - (2) Las calificaciones de operación se evaluarán por medio de exámenes escritos (o orales) y prácticos, a menos que el operador esté autorizado por una agencia autorizada de un estado o ciudad para operar un tipo en particular de grúa giratoria o grúa fija. (La calificación para operar un tipo de grúa giratoria o grúa fija en particular, en un proyecto del Cuerpo, será válida por un período de tres años).
 - (3) Por lo menos, se seguirán los procedimientos de examen de calificación del Apéndice G. Cuando el fabricante de la grúa recomiende procedimientos de examen para la calificación de los operadores, estos procedimientos se seguirán en adición a los requisitos del Apéndice G.
- b. Los operadores deben cumplir las calificaciones físicas enumeradas en el Apéndice G; como mínimo, se requiere de exámenes anuales.

c. Los operadores de grúas giratorias y de grúas fijas del USACE (no del contratista) deberán completar un curso para operadores que cubrirá operaciones generales y de seguridad en manejo de grúas y tendrá por lo menos 24 horas de duración. Anualmente, después de eso, los operadores deberán cumplir un curso de repaso de 8 horas de duración y el curso cubrirá operaciones de seguridad en el manejo del tipo de grúas giratorias o fijas similares a las que operaran.

16. C.06 Las grúas giratorias y las grúas fijas deberán ser diseñadas y construidas de conformidad con las normas enumeradas en la Tabla 16-1 que sean aplicables. **> Este requisito es aplicable para todas las grúas giratorias y grúas fijas fabricadas y construidas, un año después de la fecha de publicación de la norma aplicable**

16. C.07 Las grúas giratorias y las grúas fijas deberán ser operadas, inspeccionadas, probadas y mantenidas de conformidad con el manual de operación del fabricante de la grúa.

16. C.08 Se desarrollará e implementara un análisis de peligros de los procedimientos de montaje y desmontaje de las grúas giratorias (movilización, ensamblaje o erección, desmantelamiento y desmovilización) y se implementarán.

16. C.09 Espacio libre.

- a. Se mantendrá un espacio libre adecuado de las fuentes de electricidad.
- b. Se mantendrá un espacio libre adecuado entre las estructuras móviles y giratorias de la grúa y los objetos fijos para permitir el paso sin peligro de los empleados: el espacio libre adecuado mínimo es 40 cm (16 pulgadas).
- c. Las áreas accesibles dentro del radio de oscilación de la parte trasera de la superestructura de una grúa giratoria, permanente o temporalmente montada, deberán estar protegidas por barricadas para prevenir que un empleado sea golpeado o aplastado por la grúa.

TABLA 16-1
NORMAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE GRUAS

Grúas giratorias móviles y locomotivas - ASME/ANSI B30.5
Grúas de pórtico, de torre y de pilastras - ASME/ANSI B30.4
Grúas de torre y de martillo - ASME/ANSI B30.3
Grúas giratorias flotantes y grúas fijas flotantes - ASME/ANSI B30.8
Pala de cables de arrastre - Normas de la Asociación de Grúas y Excavadoras Mecánicas Std # 4
Grúas de aguilones articulados - ASME/ANSI B30.22
Grúas de pórtico superior (puente de vías compuestas de recorrido superior, de una o múltiples vigas, elevador de trole de recorrido superior) - ASME/ANSI B30.2
Grúas aéreas y de vías (puente de recorrido superior, de una sola vía, de elevación suspendida) - ASME/ANSI B30.17
Monorraíles y grúas suspendidas - ASME/ANSI B30.11
Grúas fijas - ASME/ANSI B30.6
Grúas giratorias de helicópteros - ASME/ANSI B30.12

16. C.10 Las cuerdas de elevación deberán ser instaladas de conformidad con las recomendaciones del fabricante del equipo.

a. Excepto para grúas de pórtico y superiores en todo momento deberá haber por lo menos tres vueltas completas de cable (no capas) alrededor de los tambores del equipo elevador; para grúas de pórtico y aéreas en todo momento deberá haber por lo menos dos vueltas completas de cable alrededor de los tambores del equipo elevador.

b. El cabo de la cuerda del tambor deberá estar anclado al tambor de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la grúa o de la cuerda.

16. C.11 Comunicaciones.

- a. Se usará un sistema estandarizado de señales en todas las grúas giratorias o grúas fijas.
- b. En situaciones donde el operador no pueda ver la carga, deberán usarse audio comunicaciones (radio) (observe que esto no excluye el uso de señales de mano además del audio): en todas las otras operaciones deberían usarse audio comunicaciones.

16. C.12 Las inspecciones de grúas giratorias y grúas fijas deberán efectuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Inspecciones deberán efectuarse por una persona calificada y deberán cubrir, como mínimo, las disposiciones enumeradas en el Apéndice H.

- a. Previo a su uso inicial, todas las grúas nuevas y modificadas deberán ser inspeccionadas por una persona calificada para verificar el cumplimiento de las normas enumeradas en la Sección 16.C.05 que sean aplicables;
- b. Previo a su uso inicial en un proyecto del Cuerpo, y periódicamente de allí en adelante (uno a doce meses, o como sea recomendado por el fabricante), una persona calificada efectuará inspecciones periódicas.

(1) Deberá mantenerse en el lugar del proyecto una copia de la lista de comprobación usada para la inspección.

(2) Un representante del Cuerpo de Ingenieros deberá ser notificado de la inspección con por lo menos 24 horas de anticipación para que este representante pueda observar la inspección de la grúa giratoria o de la grúa fija.

- c. El operador efectuara inspecciones antes de empezar el funcionamiento (pre-operativas) de cada operación (turno) de la grúa. Si se usan listas de comprobación para las inspecciones preoperativas, una copia de la lista de comprobación deberá mantenerse en el lugar del proyecto; si no se usan listas de operación, el operador deberá consignar la terminación exitosa de la inspección -

de conformidad con las recomendaciones del fabricante - en el diario del operador.

d. Las grúas que no se usen regularmente deberán ser inspeccionadas de conformidad con lo siguiente.

(1) Una grúa que haya permanecido ociosa por un período de 30 días o más, pero menos de 180 días, deberá ser inspeccionada por una persona calificada, de conformidad con los requisitos para inspecciones frecuentes de grúas e inspecciones frecuentes de cables de acero, antes de ser puesta nuevamente en servicio.

(2) Una grúa que haya permanecido ociosa por un período mayor de 180 días deberá ser inspeccionada completamente por una persona calificada, de conformidad con los requisitos para inspecciones frecuentes y periódicas de las grúas y para inspecciones frecuentes y periódicas de los cables de acero, antes de ser puesta nuevamente en servicio.

(3) Las grúas de reserva deberán ser inspeccionadas por una persona calificada por lo menos dos veces al año y antes de ser puestas en servicio. Los requisitos de inspección dependen del lapso de tiempo transcurrido desde la última inspección, de conformidad con lo estipulado en los párrafos (1) y (2) anteriores: las grúas de reserva que estén expuestas a condiciones adversas del ambiente deberán inspeccionarse más frecuentemente, como lo determine la autoridad designada.

16. C.13 Pruebas de capacidad.

a. Pruebas de capacidad deberán efectuarse por una persona calificada, de conformidad con las recomendaciones del fabricante; por lo menos, pruebas de capacidad deberán cumplir con los requisitos listados en el Apéndice H. Pruebas de carga no deberán exceder el 100% del diagrama de capacidad de carga nominal del fabricante, excepto aquellas pruebas del fabricante para grúas nuevas, las cuales deberán efectuarse de conformidad con la norma ASME B30 apropiada para la grúa.

b. En las grúas giratorias o grúas fijas, o en la oficina del proyecto en el lugar de trabajo, se mantendrán informes por escrito de las pruebas de capacidad que

muestren los procedimientos seguidos y confirmen lo adecuado de las reparaciones o cambios efectuados.

c. En las siguientes circunstancias, las grúas deberán ser sometidas a pruebas de capacidad operacionales:

- (1) previo al uso inicial de grúas cuyas partes portadoras de carga (excluyendo las líneas) o partes controladoras de la carga o componentes, frenos, componentes de recorrido, o embrague hayan sido alteradas, sustituidas, o reparadas,
- (2) cada vez que la grúa sea reconfigurada o reensamblada, después de haber sido desensamblada, y
- (3) cada año.

> Bajo condiciones (1) y (2), una prueba selectiva de capacidad operacional se efectuará - probar solamente los componentes afectados o posiblemente afectados por las alteraciones, sustituciones, reparaciones, reconfiguraciones, o reensamblado

d. En las siguientes circunstancias, las grúas serán sometidas a pruebas de capacidad de carga:

- (1) previo al uso inicial de grúa cuyas partes portadoras de carga (excluyendo la cuerda) o parte controladora de la carga o componente, freno, componente de recorrido, o embrague hayan sido alteradas, sustituidas, o reparadas,
- (2) cada vez que la grúa sea reconfigurada, reemplazada, o reensamblada después de haber sido desensamblada, y
- (3) cada cuatro años.

> Bajo condiciones (1) y (2), se efectuará una prueba selectiva de capacidad operacional - prueban solamente los componentes afectados o cuales posiblemente se afectaron, por las alteraciones, sustituciones, reparaciones, reconfiguraciones, o reensamblado. Cuando la prueba de capacidad de carga de una grúa de uso interior en una central de energía

puede causar riesgos para los generadores, el Comando del Distrito puede obviar éste requisito

16 . C.14 Deberán seguirse las especificaciones y limitaciones del fabricante que sean aplicables a las operaciones de cualquier grúa giratoria o grúa fija; en ningún momento deberá cargarse una grúa giratoria o una grúa fija en exceso de la capacidad establecida por el fabricante, excepto las grúas aéreas y de pórtico de conformidad con ASME/ANSI B30.2 cuando las sobrecargas no deberán exceder 110% de la capacidad asignada.

a. Cuando no se disponga de las especificaciones del fabricante, las limitaciones que se asignen al equipo deberán fundamentarse en las decisiones de un ingeniero calificado, competente en este campo, y tales decisiones deberán ser documentadas y registradas.

b. Los accesorios que se usen con las grúas no deberán exceder la capacidad, clasificación o alcance recomendados por el fabricante.

16. C.15 Está prohibido el transporte de personal en cargas, ganchos, martillos, cubos, montacargas de material o algún otro tipo de equipo de elevación.

16. C.16 Cuando sea práctico y siempre que su uso no ocasione un peligro, se usarán cables de cola para controlar la carga.

16. C.17 Cuando una línea se afloje, antes de seguir con las operaciones, se deberá revisar el asentamiento correcto de la soga en las garruchas y en el tambor.

16. C.18 Planes para elevaciones críticas. Previo a efectuar una elevación crítica, el operador de la grúa, el supervisor de la elevación y el cablero deberán preparar un plan de elevación crítica. El plan deberá ser documentado y una copia del mismo deberá proporcionarse a la autoridad designada: el plan será revisado y firmado por todo el personal involucrado en la elevación.

- a. El plan deberá especificar el tamaño y peso exacto de la carga a ser elevada, así como también de los componentes de la grúa y de los cables que añaden peso a la carga. Los límites de la carga máxima del fabricante para el rango completo de la elevación, como listados en los diagramas de la carga, deberán también ser especificados.
- b. El plan deberá especificar la geometría y los procedimientos de elevación, incluyendo la posición de la grúa, la altura de la carga, el radio de la carga y el largo y ángulo del aguilón durante el curso completo de la elevación.
- c. El plan deberá designar al operador de la grúa, al supervisor de la elevación y al cablero e indicar sus calificaciones.
- d. El plan incluirá un plan de cordelería que muestre los puntos de elevación y describa los procedimientos de cableo y los requerimientos de herrajes.
- e. El plan describirá las condiciones en tierra, los requisitos de voladizos o bandas de oruga y, si es necesario, el diseño de las lozas de cimentación necesarias para lograr una base nivelada y estable, con capacidad suficiente de apoyo para la carga. Para grúas giratorias o grúas fijas flotantes, el plan describirá también las condiciones de operación de las bases (plataformas), condiciones, y cualquier inclinación potencial.
- f. El plan enumerará las condiciones ambientales bajo las cuales las operaciones de elevación deban ser suspendidas.
- g. El plan especificará los requerimientos de coordinación y comunicación de la operación de elevación.
- h. En elevaciones de grúas tandem o de cola, el plan especificará la marca y modelo de las grúas, las velocidades de las líneas, del aguilón y de las oscilaciones, así como los requerimientos para una viga ecualizadora.

16. C.19 Consideraciones ambientales.

- a. Las grúas no deberán operarse cuando la velocidad del viento en la parte superior de la grúa se acerque a la velocidad máxima del viento recomendada por el fabricante.
- b. Las operaciones que se efectúen cuando las condiciones del tiempo produzcan hielo en la estructura de la grúa o reduzcan la visibilidad, deberán

efectuarse a velocidades funcionales reducidas y utilizando medios de señalización apropiados para tal situación.

c. Cuando las condiciones del tiempo sean tales que puedan ocurrir rayos, todas las operaciones de la grúa deberán suspenderse.

d. En operaciones nocturnas, la iluminación deberá ser adecuada para iluminar las áreas de trabajo, sin interferir la visión del operador.

16. C.20 Mantenimiento y reparaciones.

a. El mantenimiento y las reparaciones deberán hacerse de conformidad con los procedimientos y precauciones estipulados por el fabricante.

b. Los repuestos o las reparaciones deberán tener, por lo menos, el factor de diseño original; los repuestos para el soporte de la carga y otras partes peligrosas deberán obtenerse, ya sea del fabricante original del equipo (OEM) o estar certificados por éste.

16.D GRUAS MONTADAS SOBRE RUEDAS DE ORUGA, CAMIONES, RUEDAS, Y OTROS

16.D.01 Los aguilones enrejados y las grúas hidráulicas móviles (excepto grúas de aguilón articulado) deberán ser equipadas con un indicador del ángulo del aguilón y un dispositivo indicador de carga, o un indicador del momento de flexión (indicador de capacidad nominal); la calibración y prueba de los indicadores se efectuará de conformidad con las recomendaciones del fabricante. **> Cuando se usen grúas en operaciones de ciclo de rendimiento, las grúas están exentas de los requisitos de dispositivos indicadores de carga e indicadores del momento de flexión**

16. D.02 Los aguilones enrejados y las grúas hidráulicas móviles deberán ser equipadas con un medio para que el operador de la grúa determine visualmente el nivel de la grúa.

16. D.03 Todos los aguilones enrejados y las grúas hidráulicas móviles (excepto grúas de aguilón articulado) deberán ser equipados con indicadores de rotación del tambor, los que deberán estar localizado de tal modo que permitan ser percibidos por el operador. > ***El equipo fabricado antes de 1990 está exento de este requisito pero la adición de indicadores es altamente recomendada***

16. D.04 Todos los aguilones enrejados y las grúas hidráulicas móviles (excepto grúas de aguilón articulado) deberán ser equipados con un indicador del ángulo del aguilón o un indicador del radio dentro del alcance visual del operador.

16. D.05 Dispositivos de bloqueo doble (del límite superior). Cuando sea requerido en una grúa, dispositivos de bloqueo doble son requeridos en todos puntos de bloqueo doble.

a. Las grúas de aguilones enrejados deberán estar equipadas con un dispositivo en el límite superior que detenga la función de elevación de carga, antes que la carga impida o haga contacto con la punta del aguilón.

b. Las grúas de aguilones enrejados que se usan exclusivamente para operaciones de ciclo de rendimiento estarán exentas de este requisito de equipo de bloqueo doble. Cuando grúas de aguilones enrejados ocupadas en operaciones de ciclo de rendimiento y se les requiere hacer una elevación no de ciclo (por ejemplo, para elevar algún equipo), estará exenta de los requisitos del bloqueo doble si los siguientes procedimientos se implementan:

(1) se deberá atar fijamente un dispositivo internacional de advertencia color naranja (bandera, cinta, o pelota de aviso o advertencia) a la cuerda elevadora a una distancia de 2.4 m a 3 m (8 a 10 pies) sobre la cordelería;

(2) el señalador deberá actuar como situador para notificar el operador de la grúa con un letrero que dice "ALTO" cuando el dispositivo se acerca a la punta del aguilón, y el operador cesará funciones de elevaciones cuando recibe tal aviso;

(3) mientras la elevación de no-ciclose esté efectuándose, el señalador no se deberá parar debajo de la carga, deberá tener solamente los deberes de señalador, y deberá cumplir con los requisitos de señalador de este manual.

c. Grúas de aguilones más antiguos con frenos de fricción de maniobra manual, debido al costo prohibitivo, se podrá usar dispositivos de aviso de bloqueo doble en vez de dispositivos de prevención de bloqueo doble. Tales excepciones deberán aprobarse por el Comando del USACE o la Oficina de Seguridad y Salud Ocupacional del USACE.

d. Las grúas de aguilones telescópicos deberán estar equipadas con un dispositivo en el límite superior para detener la función de elevación de la carga, antes que la carga impida o haga contacto con la punta del aguilón, y para prevenir daños a la cuerda de elevación u otros componentes de la máquina, cuando se extienda el aguilón.

e. Las grúas de aguilones telescópicos que se usen exclusivamente para operaciones de ciclo de rendimiento deberán estar equipadas con un dispositivo de prevención de daños o un dispositivo de advertencia para prevenir el daño a la cuerda de elevación o a otros componentes de la máquina, cuando se extienda el aguilón.

Grúas de aguilones articulados son exentas de los requisitos de 16.D.05a, 16.D.05c, y 16.D.05d

16. D.06 Todas las grúas movibles con aguilones sostenidos por cables deberán estar equipadas con lo siguiente:

a. Retenes del aguilón, los cuales, en el ángulo especificado por el fabricante de la grúa, limiten el movimiento de aquella parte del aguilón más abajo del punto en el cual el retén actúa sobre el aguilón.

(1) El fabricante del retén del aguilón deberá certificar que el retén del aguilón ha sido diseñado, construido y probado de modo tal que cumpla los requisitos de la norma SAE J220, *Retenes de Aguilón de Grúas*. (Las grúas fabricadas antes de 1971 cumplen básicamente todas las especificaciones de la norma SAE J220, con excepción del párrafo 4.1.)

(2) También se debe conducir una prueba de campo para verificar la correcta instalación de los retenes del aguilón y el funcionamiento del sistema de liberación de la grúa del aguilón. Esta prueba debe conducirse previo a iniciar la prueba de funcionamiento del sistema de carga requerido en el párrafo 16.C.13. Cualquier deficiencia que se note debe corregirse antes de la prueba del sistema de carga.

b. Todos los brazos giratorios deberán tener retenes efectivos para evitar su movimiento en más de 5° sobre la línea recta del brazo giratorio y el aguilón, en aguilones de grúas convencionales.

c. Un mecanismo de desenganche de la grúa del aguilón en buen estado de funcionamiento, el cual deberá desconectar automática y completamente del tambor de elevación del aguilón la energía de elevación del aguilón, cuando éste haya alcanzado el máximo ángulo permitido. Cuando se desconecte la energía, el tambor de la grúa del aguilón automáticamente deberá dejar de moverse en la dirección de descenso, bajo cualquier condición de uso.

16. D.07 La base de la grúa deberá ser evaluada en cuanto a estabilidad. La evaluación tomará en consideración las condiciones del suelo, las cargas estáticas y dinámicas y los cuadrantes de operación. Se proporcionará encubado de conformidad con las recomendaciones del fabricante.

16. D.08 Ensamblaje y desensamblaje del aguilón.

a. Se seguirán los procedimientos de ensamblaje y desensamblaje del fabricante. Los procedimientos de ensamblaje y desensamblaje del fabricante del aguilón serán revisados por todos los miembros del grupo de ensamblaje/desensamblaje, previo al ensamblaje y desensamblaje.

b. Cuando se estén quitando clavijas o tornillos de un aguilón, los trabajadores no deberán permanecer debajo del aguilón.

16. D.09 Voladizos.

- a. Cuando la carga a ser manejada y/o el radio de operación requieran el uso de voladizos, o en cualquier momento en que se usen voladizos, los voladizos deberán estar completamente extendidos y puestos para quitar de las ruedas el peso de la máquina (excepto en grúas locomotoras).
- b. Cuando se usen plataformas voladizas, éstas deberán estar firmemente sujetadas a los voladizos.
- c. El bloqueo debajo de los voladizos deberá cumplir los siguientes requisitos:
 - (1) suficiente fuerza para prevenir aplastamientos, flexión o fallas de cortes,
 - (2) grosor, ancho y largo para dar completo apoyo a la plataforma, transmitir la carga a la superficie de apoyo y prevenir el movimiento, caída o asentamiento excesivo de la carga, y
 - (3) uso del bloqueo únicamente bajo la superficie exterior de carga de la viga de la plataforma voladiza extendida.

16. D.10 A menos que el fabricante haya especificado una capacidad sin uso de los voladizos, las grúas móviles no recogerán u oscilarán cargas por encima del lado de la grúa, a menos que los voladizos (si están así equipadas) estén abajo y completamente extendidos.

16. D.11 A menos que el fabricante recomiende lo contrario, los aguilones de la grúa deberán bajarse a nivel de la tierra o sujetarse contra desplazamientos ocasionados por corrientes de viento u otras fuerzas externas, cuando no estén en uso; si el fabricante recomienda lo contrario a esta práctica, se seguirán las recomendaciones del fabricante.

16.E GRUAS DE PORTICO, DE TORRE, Y DE MARTILLO

16. E.01 Todos las bases, soportes y carriles de rieles que soporten carga deberán ser construidos e instalados de conformidad con las recomendaciones del fabricante de la grúa y la aplicación de las normas ANSI/ASME.

16. E.02 Las grúas deberán ser erigidas de conformidad con las recomendaciones del fabricante de la grúa y la aplicación de las normas ANSI/ASME.

- a. Las instrucciones escritas de instalación del fabricante y una lista de los pesos de cada componente a ser erecto deberán guardarse en el lugar de trabajo.
- b. La erección se efectuará bajo la supervisión de una persona calificada.
- c. Se formulará un análisis de peligros de la actividad de los procedimientos de erección y estos se implementarán. El análisis incluirá un plan que indique:
 - (1) la ubicación de la grúa y de los edificios o torres adyacentes, líneas aéreas de energía y de comunicación, instalaciones subterráneas;
 - (2) requisitos de diseño de cimentación y de construcción; y
 - (3) cuando la torre se erija dentro de una estructura, el plan deberá mostrar la distancia libre entre la torre y la estructura y los requisitos de apuntalamiento y de acuíñamiento.
- d. La velocidad del viento en el lugar, al tiempo de la instalación, deberá ser tomada en consideración y será un factor limitante que podría requerir la suspensión de la operación de erección.
- e. Antes que los componentes de la grúa sean instalados, éstos deberán ser inspeccionados visualmente en cuanto a daños. No se instalarán partes dañadas.

16. E.03 Después que la grúa haya sido erigida y antes que sea puesta en servicio, se efectuarán las siguientes pruebas de conformidad con los procedimientos recomendados por el fabricante y las normas ANSI/ASME B30.3 o B30.4, según sean aplicables:

- a. soportes de la grúa;
- b. frenos y embragues, interruptores de límite y de sobrecarga, dispositivos de cierre y dispositivos de seguridad; y

c. mecanismos y procedimientos del equipo elevador y de descenso de la carga, del equipo elevador y de descenso del aguilón y de los movimientos de oscilación.

16. E.04 Se proporcionará un ángulo del aguilón o indicador del radio dentro del alcance visual del operador.

16.E.05 Las grúas de brazos giratorios deberán estar equipadas con detenedores de los brazos giratorios de tipo amortiguador de choque, un interruptor del límite de los brazos giratorios y un indicador de ángulos de los brazos giratorios, dentro del alcance visual del operador.

16. E.06 Si se usan abrazaderas de anclaje, deberá haber juego entre el punto de fijación al carril y el extremo sujetado a la grúa: las abrazaderas de anclaje no deberán usarse como un medio de restringir la volcadura de una grúa.

16. E.07 Grúas elevadoras de martillo de torre (escaladoras o telescópicas).

a. El operador de una grúa de torre de martillo deberá estar presente durante las operaciones escaladoras o telescópicas.

b. Las grúas de martillo no deberán ser escaladas o telescópicas cuando la velocidad del viento en la parte superior de la grúa exceda 0.9 m/s (20 millas por hora), o como sea recomendado por el fabricante.

c. No deberán iniciarse operaciones escaladoras hasta que el equipo de apoyo requerido en el nuevo nivel de apoyo haya sido colocado en su lugar, de conformidad con lo especificado por una persona calificada.

16. E.08 Las grúas de torre deberán estar veleteadas cuando se dejen solas; las grúas elevadoras de brazos giratorios deberán tener el aguilón elevado a 15° cuando se dejen solas.

16. F GRUAS FLOTANTES Y TORRES FLOTANTES

16. F.01 Construcción.

a. Las grúas y grúas fijas flotantes deberán ser construídas cumpliendo todos los requisitos de esfuerzo impuestos a sus partes y componentes:

- (1) bajo condiciones normales de operación, al ser instaladas, y
- (2) cuando manejen cargas que no excedan la capacidad normal de carga y el laboreo recomendado por el fabricante.

b. Las barcasas y pontones deberán ser construídos con capacidad para soportar las cargas impuestas.

16. F.02 La capacidad normal de carga de las grúas flotantes deberá ser la carga máxima de trabajo a diversos radios, según haya sido determinada por el fabricante o por una persona calificada, tomando en consideración la inclinación y el ajuste de cada instalación.

a. La capacidad normal de carga depende de la capacidad estructural de la grúa, de la resistencia del cable, de la capacidad de elevación, de los accesorios estructurales a la plataforma de flotación y de la estabilidad y del bordo libre de la plataforma de flotación.

b. Cuando carga en la plataforma haya de ser transportada mientras se está efectuando elevaciones, se analizará la situación para modificar la capacidad de carga.

c. Cuando montada sobre barcasas o pontones, la capacidad de carga y el radio de las grúas de tierra deberán ser modificadas según lo recomendado por el fabricante.

16. F.03 Estabilidad - inclinación y ajuste de operación. A menos que el fabricante de la grúa recomiende valores menores, las inclinaciones o ajustes máximos de operación permitidos serán los siguientes:

- a. Las grúas giratorias diseñadas para ser montadas en barcazas o pontones con una capacidad nominal de 22,700 kg (25 toneladas) o menos, tendrán una inclinación o ajuste máximo permitido de 5°.
- b. Las grúas giratorias diseñadas para ser montadas en barcazas o pontones con una capacidad nominal de 22,700 kg (25 toneladas) o más, tendrán una inclinación o ajuste máximo permitido de 7°, aunque 5° es lo recomendado.
- c. Las grúas fijas diseñadas para ser montadas en barcazas o pontones, con cualquier capacidad nominal, tendrán una inclinación o ajuste máximo permitido de 10°.
- d. Las grúas giratorias y las grúas fijas terrestres, montadas en barcazas o pontones tendrán una inclinación o ajuste máximo permitido de 5°.

16. F.04 Estabilidad - condiciones de diseño de carga.

- a. Las grúas giratorias o las grúas fijas diseñadas para ser montadas en barcazas o pontones deberán ser estables bajo las siguientes condiciones:

- (1) carga nominal, viento de 2.7 m/s (60 mph), 0.6 m (2 pies) mínimos de bordo libre;
- (2) carga nominal más el 25%, viento de 2.7 m/s (60 mph), 0.3 m (1 pie) mínimo de bordo libre;
- (3) aguilón alto, ninguna carga, viento de 2.7 m/s (60 mph), 0.6 m (2 pies) mínimo de bordo libre; y
- 4) para estabilidad en retroceso del aguilón - aguilón alto, ninguna carga, inclinación completa de reverso (condición menos estable), viento de 4 m/s (90 mph).

- b. Grúas giratorias y las grúas fijas de tierra montadas en barcazas o pontones:

- (1) Las grúas montadas en barcazas o pontones requieren de modificación de las cargas nominales debido al aumento de la carga por inclinación y ajuste, acción de las olas y del viento: la carga nominal será diferente según el tamaño de la barcaza o pontón usados. Por consiguiente, la carga nominal para grúas giratorias y grúas fijas de superficie montadas en barcazas o

pontones no deberá exceder la carga nominal recomendada por el fabricante para cada barcaza o pontón en particular, bajo las condiciones del ambiente esperadas.

(2) Todas las superficies de cubierta del pontón o barcaza deberán estar encima del agua.

(3) El área inferior completa de la barcaza o pontón deberá estar sumergida.

(4) Se tendrán amarres disponibles para que las grúas fijas traspasen la carga a la barcaza o pontón.

(5) Las grúas giratorias deberán acuñarse o bloquearse y sujetarse para prevenir su movimiento.

16.F.05 Consideraciones ambientales.

a. El supervisor del proyecto deberá obtener diariamente el pronóstico del tiempo, previo al inicio del trabajo y tan frecuentemente como sea necesario de allí en adelante, para monitorear cualquier problema potencial en las condiciones del tiempo.

b. Cuando exista una advertencia local de tormenta en las condiciones del tiempo, se dará consideración a las recomendaciones del fabricante para sujetar la grúa.

c. El trabajo será suspendido cuando exista un oleaje significativo.

16. F.06 Las grúas montadas sobre camiones y orugas deberán ser sujetadas a la barcaza o pontón por medio de un sistema flojo de amarre para sujetar el movimiento de las máquinas: cuando la estabilidad de las barcazas o pontones no sea un factor y se tengan barreras de control, como se especifique en el análisis de peligro de la actividad, la autoridad designada puede autorizar un viaje limitado.

16. F.07 Cuando la carga se aproxime a la máxima capacidad nominal de la grúa giratoria o grúa fija, la persona responsable del trabajo deberá verificar que el peso de la carga haya sido determinado dentro de un límite de +/- 10%, antes que la carga sea elevada.

16. F.08 Cuando se esté operando en condiciones de viento fuerte o mar embravecido, la capacidad nominal de carga será reducida para compensar el efecto del viento y de las olas sobre la carga que está siendo elevada.

16.G GRUAS SUPERIORES Y GRUAS DE PORTICO/CABALLETE

16. G.01 Todas las bases, anclajes, pistas y vías de rieles soportadores de carga deberán construirse o instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la grúa y las normas ANSI/ASME B30.2 o B30.17, según sean aplicables.

16. G.02 La carga nominal de la grúa deberá estar claramente marcada a cada lado de la grúa.

- a. Si la grúa tiene más de una unidad de elevación, cada unidad deberá tener marcada su capacidad nominal en ella o en su bloque de carga.
- b. Las marcas en el puente, trole y bloque de carga deberán ser legibles desde el suelo o el piso.

16. G.03 Se mantendrá una distancia libre entre la grúa y cualquier estructura u objeto, y cualquier grúa paralela en funcionamiento y otras grúas que estén operando en elevaciones diferentes.

16. G.04 Los contactos con detenedores de pistas carrileras u otras grúas deberán hacerse con extremo cuidado: el operador lo hará con especial cuidado para la seguridad de las personas que estén encima o abajo de la grúa y únicamente después de asegurarse que cualquier persona en las otras grúas está consciente de lo que se está haciendo.

16. G.05 Los operadores de grúas exteriores deberán sujetarlas cuando ellos se retiren.

16. G.06 Cuando suenen las alarmas indicadoras de viento de una grúa exterior operada desde la cabina, las operaciones de la grúa deberán suspenderse y ésta deberá prepararse y almacenarse para condiciones de viento excesivo.

16. H MONORRIELES Y GRUAS SUSPENDIDAS

16. H.01 Las pistas de grúas, rieles de monorriel, soportes de rieles y dispositivos de control de los rieles, deberán construirse e instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la grúa y las normas ANSI/ASME B30.11.

16.H.02 La carga nominal de la grúa deberá estar claramente marcada a cada lado de la grúa.

- a. Si la grúa tiene más de una unidad de elevación, cada unidad deberá tener marcada su capacidad nominal en ella o en el bloque de carga su carga nominal.
- b. Las marcas en el puente, trole y bloque de carga deberán ser legibles desde el suelo o el piso.

16.I GRUAS FIJAS

16. I.01 En lugares fijos permanentes, el propietario proporcionará la siguiente información de anclaje de la carga (para instalaciones que no sean permanentes, una persona calificada determinará esta información):

- a. Grúas de contraviento.
 - (1) fuerzas horizontales y verticales máximas, cuando se manejen cargas nominales con el declive de retenida y espaciado en particular estipulado para la aplicación, y
 - (2) fuerzas horizontales y verticales máximas en las retenidas, cuando se manejen cargas nominales con el declive de retenida y el espaciado estipulado para la aplicación.
- b. Grúas de brazos rígidos.

(1) fuerzas horizontales y verticales máximas en la base del mástil, cuando se manejen cargas nominales con el declive rígido y el espaciado en particular estipulado para la aplicación, y

(2) fuerzas horizontales y verticales máximas en los brazos rígidos, cuando se manejen cargas nominales con el arreglo rígido en particular estipulado para la aplicación.

16. I.02 Los aguilones, montacargas y mecanismos de oscilación de las grúas fijas deberán ser apropiados para el trabajo esperado de la grúa y deberán estar anclados para prevenir el desplazamiento de las cargas impuestas.

16. I.03 Cuando se esté rotando una grúa fija, deberán evitarse los arranques y paradas repentinas y la velocidad de rotación deberá ser tal que la carga no oscile fuera del radio en el cual pueda ser controlada: deberá usarse un cable de cola.

16. I.04 No deberán retorcerse los sistemas de cable del aguilón y las cuerdas elevadoras.

16. I.05 No deberán manejarse cables en un tambor exterior sin conocimiento del operador: cuando se use un tambor exterior, el operador deberá tener al alcance los controles de la unidad de energía.

16. I.06 Al afianzar el aguilón, deberán estar engranados los seguros u otros mecanismos positivos de sujeción del montacargas.

16. I.07 Cuando no estén en uso, las grúas fijas deberán estar:

- a. sentadas,
- b. afianzadas a un componente estacionario, tan cerca por debajo de la cabeza como sea posible, mediante el enlace de una eslinga al bloque de carga,
- c. elevadas a una posición vertical y afianzadas al mástil (cuando se trate de grúas de contraviento), o

- d. afianzadas contra un brazo rígido (cuando se trate de grúas de brazos rígidos).

16.J GRUAS DE HELICOPTERO

16. J.01 Las grúas de helicóptero deberán cumplir con los reglamentos de la Administración Federal de Aviación.

16. J.02 Antes de comenzar las operaciones diarias, se deberá sostener una reunión rápida para establecer el plan de operaciones para el piloto y el personal de tierra.

16. J.03 La carga deberá estar adecuadamente embragada.

- a. Los cables de cola deberán ser de una longitud tal que no permitan ser halados por lo rotores.
- b. Deberán usarse casquillos prensados, ojales arponados u otros medios equivalentes en todas las cargas suspendidas libremente, para evitar que se deshagan los empates manuales o que se suelten las grapas de los cables.

16. J. 04 Todos los ganchos para carga que sean operados eléctricamente deberán tener el aparato eléctrico activador diseñado e instalado de tal manera que evite operaciones accidentales.

- a. Además, estos ganchos de carga estarán equipados con un control mecánico de emergencia para soltar la carga.
- b. Antes de comenzar las operaciones del día, los ganchos serán probados para determinar si el disparador está funcionando adecuadamente, tanto eléctricamente como mecánicamente.

16. J.05 El equipo protector personal, PPE, para los empleados que reciban la carga consistirá de protección para los ojos y cascos asegurados en la barbilla por medio de correas.

16. J.06 No deberá usarse ropa suelta que pueda agitarse en la corriente descendente y enredarse en el cable elevador.

16. J.07 Deberá adoptarse toda precaución que sea práctica para proporcionar a los empleados protección de objetos voladores en la corriente descendente del rotor: todo equipo suelto a 30 m (100 pies) del lugar de elevación o del depósito de la carga y en todas las otras áreas susceptibles a la corriente descendente del rotor, deberá estar sujetado o ser removido.

16. J.08 El piloto del helicóptero será responsable por el tamaño, peso y forma en que las cargas estén conectadas al helicóptero: si por alguna razón, el piloto del helicóptero cree que la elevación no se puede hacer con seguridad, la elevación no se hará.

16. J.09 Cuando se requiera que los empleados trabajen debajo de un aeronave suspendido, se les deberá proporcionar un acceso seguro para alcanzar el gancho del cable izador y enganchar o desenganchar los cables de carga: los empleados no deberán trabajar bajo un aeronave suspendido, excepto para enganchar, desenganchar o poner la carga en posición.

16. J.10 La carga estática en el cargamento suspendido será disipada con un aparato aislante, antes que el personal de tierra toque la carga suspendida, o todo el personal de tierra deberá usar guantes protectores para tocar el cargamento suspendido.

16. J.11 El peso de un cargamento externo no deberá exceder la capacidad nominal.

16.J.12 Los cables de izar o cualquier otro aparejo, excepto las líneas de arrastre o conductoras que esté permitido "arriar" en un contenedor o desde una carreta, no deberán engancharse a ninguna estructura fija o permitir que se enrollen en ninguna estructura fija.

16. J.13 Cuando la visibilidad se reduzca por causa del polvo o por otras condiciones existentes, el personal de tierra deberá tener especial cuidado de mantenerse alejado de los rotores principales y de los estabilizadores: también se deberán tomar todas las precauciones para eliminar la visibilidad reducida.

16. J.14 A ninguna persona que no esté autorizada se le permitirá llegar a 15 m (50 pies) de distancia del helicóptero, cuando las alas giratorias del rotor estén girando.

16. J.15 Todos los empleados deberán permanecer a la vista del piloto y mantenerse en posición agachada, mientras estén aproximándose o alejándose de un helicóptero, mientras las alas giratorias estén girando: los empleados deberán evitar el área de la casilla o cabina del piloto en la parte trasera, a menos que estén autorizados por el piloto del helicóptero para trabajar allí.

16. J.16 Deberá haber comunicación confiable y constante entre el piloto y un empleado designado de la cuadrilla de tierra, quien actuará como señalador durante las operaciones de carga y descarga. Este señalador deberá ser claramente reconocible, a diferencia del otro personal de tierra.

16. J.17 Deberá mantenerse un buen manejo doméstico en todas las áreas de carga y descarga.

DEFINICIONES

Alteración: cualquier cambio a la configuración original del diseño del fabricante. Estos son (1) reemplazo de partes del equipo de manejo de carga o reemplazo de componentes no idénticos como el original (eso es, cambio de materiales, dimensiones, o configuración del diseño); (2) adición de partes o componentes de antemano que no eran parte del equipo; (3) la remoción de componentes los cuales eran parte del equipo de manejo de carga; y (4) rearmar las partes originales o los componentes.

Dispositivo de anti-doble bloqueo (límite superior): un dispositivo activado por medio del doble bloqueo que desengrana la función en particular cuyo movimiento es la causa del doble bloqueo.

Detensor del aguilón: un dispositivo usado para limitar el ángulo del aguilón en la posición recomendada más alta.

Puente: esa parte de una grúa de pórtico o grúa suspendida que lleva el (o los) troles.

Cabestrante: un accesorio de un malacate en forma de carrete alrededor del cual se enrolla el cable para izar y halar.

Ayudas para el operador de grúas: dispositivos usados para ayudar al operador de grúas en el manejo seguro de su grúa, incluyendo: dispositivos de advertencia de doble bloqueo, dispositivos de prevención de doble bloqueo, dispositivos indicadores de carga y del momento de carga, indicadores de ángulo y radio del aguilón, detensor del aguilón y de los brazos giratorios, dispositivos de desengranaje del izador del aguilón, interruptores de límite, indicadores de rotación del tambor, etc.

Encubado: un sistema de tablas, colocadas siguiendo un patrón rectangular, usado para apoyar y distribuir el peso del equipo.

Elevación crítica: una elevación no rutinaria de una grúa, que requiere una planificación detallada y precauciones de seguridad adicional o desusual. Las elevaciones críticas incluyen elevaciones en donde el peso de la carga corresponde al 75% de la capacidad nominal de la grúa; elevaciones que requieren que la carga sea elevada, oscilada o colocada fuera de la vista del operador; o elevaciones que se hacen con más de una grúa; elevaciones que involucren arreglos no rutinarios o técnicamente difíciles de aparejar; personal de montacargas operando una grúa giratoria o una grúa fija; o, cualquier elevación que el operador de la grúa crea que debe ser considerada como crítica.

Cable de arrastre: un cubo accesorio de una grúa, el cual excava cerca de la grúa y hala con un cable, el cubo hacia sí misma.

Ciclo de rendimiento: operaciones repetitivas de recoger y girar, tales como las que se efectúan con cables de arrastre, arpeos, cucharones de quijadas; estas operaciones se efectúan principalmente para producción, en contraposición a colocación.

Guías fijas: guías de martinete que están rígidamente adheridas a un aguilón por medio de puntales horizontales que se extienden desde las guías hasta los pasadores de pie extendidos del aguilón, proporcionando así una armazón triangular del aguilón, los puntales y las guías.

Grúa de torre de martillo: una máquina elevadora formada por una torre (mástil), una estructura superior que rota y brazos giratorios de carga extendidos horizontalmente (aguilón), con trole y brazos extendidos de contrapeso que se extienden en la dirección opuesta de los brazos giratorios de carga; ninguno de los brazos giratorios está dispuesto para amantillar.

El trole en los brazos giratorios de carga atraviesa el largo de los brazos giratorios y contiene las garruchas y los accesorios que forman el bloque de carga superior; el bloque de carga inferior está suspendido del trole.

Brazos giratorios: en grúas de cabeza de martillo, el miembro estructural horizontal adherido a la superestructura rotatoria de una grúa sobre la cual recorre el trole de carga; en grúas móviles, una extensión adherida al aguilón para proporcionar un largo adicional al aguilón, para la elevación de cargas específicas.

Guía: un dispositivo en un martinete que mantiene el martillo en posición durante el impulso.

Típicamente, una guía está formada de dos rieles o guías verticales, mantenidas juntas por un bastidor, en el cual el martillo se mueve verticalmente.

Supervisor de elevación: la persona designada a cargo de la elevación de la grúa; ésta puede ser el operador de la grúa o una persona cuya función sea la de supervisar la operación de elevación.

Inclinación: el ángulo de inclinación sobre el eje longitudinal de una embarcación.

Aguilón activo: un aguilón lo cual baja por caída libre en vez de ser bajado bajo fuerza motriz y bajo control.

Bloque de carga: un ensamblaje de gancho o argolla, eslabón giratorio, pasadores y armazón.

Indicador del momento de carga (indicador de la capacidad nominal): un dispositivo que indica el momento de flexión de una grúa al medir tanto la carga en el aguilón como la distancia horizontal desde la carga (punto del aguilón) al eje de rotación de la grúa. Los indicadores del momento de carga están frecuentemente equipados con dispositivos de advertencia o de desembrague que se activan antes que la grúa sea sobrecargada.

Prueba de capacidad de carga: una prueba de la capacidad de una grúa, su competencia estructural, y la estabilidad mientras elevando en un cierto porcentaje de su capacidad de carga nominal.

Grúa locomotora: una grúa montada sobre una base o carro equipado para hacer el recorrido sobre rieles de ferrocarril.

Remolque fondo largo que descarga por la extremidad (volquete al extremo): un remolque de 9 m (30 pies) de largo o mayor, con una relación de largo a ancho de o que excede 4:1, y cual se usa para trasportar y descargar material.

Grúa de brazos giratorios de amantillar: un tipo de brazos giratorios en una grúa de torre que está pivoteada al pie del brazo giratorio y apoyado por cables de amantillar. La cuerda del elevador usualmente pasa por encima de una garrucha al punto de los brazos giratorios y el radio del gancho se cambia por el amantillamiento, o se cambia el ángulo de inclinación de los brazos giratorios. Los brazos de amantillar pivoteados en la parte posterior son similares, pero el pivote está hacia atrás de la parte superior de la torre, en vez de estar al pie de los brazos giratorios.

Grúa móvil: una grúa montada sobre un camión u oruga.

Monorriel: una corrida sencilla de rieles aéreos.

Prueba de capacidad operacional: una prueba, efectuada sin una carga de prueba, para determinar la operación correcta de la grúa.

Voladizos: miembros estructurales extendibles o fijos, con un extremo adherido a la base de una pieza de equipo y el otro extremo descansando en plataformas sobre el suelo. Se usan para distribuir la carga en el equipo de apoyo.

Plataformas voladizas: el pedestal (o almohadilla de apoyo) sobre el cual se apoya una viga volada.

Grúa aérea: una grúa con un puente móvil de una o varias vigas, o con un mecanismo fijo de elevación, que recorre una estructura de carrilera aérea fija.

Prueba de capacidad: una prueba para determinar la operación correcta de una grúa y su habilidad de elevar carga con seguridad dentro de su clasificación de rendimiento. La prueba de capacidad incluye pruebas de capacidad operacional y pruebas de capacidad de carga.

Grúa de columnas: una grúa fija que consiste de un miembro vertical mantenido en posición en su base para resistir el movimiento de volcamiento, normalmente con un aguilón revolvente de radio constante, apoyado en el extremo externo por un miembro de tensión.

Grúa de pórtico: una grúa que consiste de una superestructura rotatoria con maquinaria de operación y aguilón, todo lo cual está montado sobre una estructura de pórtico, usualmente con una abertura de portal entre las columnas del pórtico o patas para que el tráfico pueda atravesarla; puede ser fija o de recorrido.

Reconfiguración: la adición o sustracción del aguilón, los brazos giratorios, el contrapeso o, para una grúa fija, un cambio en su base.

Brazos giratorios de caballete: un tipo de brazos giratorios sobre una grúa de torre que son apoyados por colgantes. Los brazos giratorios son horizontales o casi horizontales, no amantillados, y el gancho de carga está suspendido por un trole que se mueve a lo largo de los brazos giratorios.

Grúa de reserva: una grúa que no está en servicio regular, pero que se usa ocasional o intermitentemente, cuando se requiere.

Mecanismo de giro: el dispositivo que hace rotar el mástil de una grúa fija.

Guías giratorias (colgantes): guías de martinete que están suspendidas desde un pasador de la garrucha del punto extendido del aguilón, en la parte superior del aguilón. Los puntos inferiores de las guías están colocados a horcajadas en el lugar del pilote, el martillo está verticalmente encima de la parte superior del pilote. A menudo, las partes inferiores de las guías son puntiagudas y el peso de las guías del pilote y el martillo empujan las puntas inferiores hacia el suelo, manteniéndolas en posición.

Elevación por grúas de cola: un procedimiento usado algunas veces para levantar recipientes de gran presión o elementos estructurales, en el cual una grúa (grúa de guía) eleva la parte superior de la carga y una segunda grúa (grúa de cola) amarrada a la parte inferior de la carga, sujeta la parte inferior de la carga para que no se mueva o ayuda en la colocación horizontal de la carga.

Elevación por grúas tándem: el uso de dos o más grúas para elevar una carga.

Puente de recorrido superior: un puente que viaja por encima de un riel de recorrido.

Ajuste: el Angulo de inclinación sobre el eje travesero (lateral) de una embarcación.

Trole: la unidad que se traslada sobre los rieles de un puente y apoya el bloque de carga.

Doble bloqueo: la condición que se presenta cuando el bloque de carga inferior o el ensamblaje del gancho hace contacto con el bloque de carga superior, o cuando el bloque de carga hace contacto con la punta del aguilón.

ANEXO N° 2
ANÁLISIS ISO 14224 /OREDA.
RELACIÓN CON RCM-FMEA

ANÁLISIS ISO 14224 / OREDA. RELACIÓN CON RCM-FMEA

Ing. Mario Troffé

INTRODUCCIÓN

En el ámbito del Mantenimiento, cualquiera sea la rama de la industria de que se trate, es habitual encontrar abundancia de Especialistas con sólidos conocimientos y experiencias para resolver eficientemente problemas de campo. Sin embargo, esto está acompañado de una notoria falta de herramientas integrales para la Gestión de la actividad que permitan orientar los esfuerzos y los recursos, así como reducir los Costos y el Riesgo.

En general, no se reconoce en el Mantenimiento la importancia de la medición de resultados, del registro de datos sistemático y ordenado bajo un único criterio, como instrumento para administrarlo como un negocio. La falta de uso continuado de registros, imposibilita establecer mecanismos de comparación de los Indicadores con aquellos de clase mundial.

Se percibe falta de rigor en la recolección y registro de datos que permitan alimentar esos cálculos; elementos fundamentales para la administración y toma de decisiones.

El mercado tiene en existencia diferente software que, en teoría, permitirían resolver estos conflictos, pero que no plantean lo básico. Y esto es, ¿Cómo administrar la información?, ¿Qué datos guardar?, ¿Cómo clasificarlos?, ¿Cómo relacionarlos?, etc., de modo que los cálculos y análisis que se deriven de aquellos no se constituyan en otro problema de interpretación y reproducibilidad, adicional a los existentes.

Asimismo, se encuentra bibliografía abundante y disponible en la que se dan guías acerca de este tema; pero con falta de criterios estrictos y límites a adoptar, su uso e implementación en Operación y Mantenimiento; y la circunstancia de que los Índices no pueden ni deben ser medidos en forma aislada, sino que necesitan de otros que los complementen.

Las Normas ISO 14224, SAE 1739 / 1011 (RCM), y los Datos Estadísticos del OREDA, pretenden cubrir en gran parte los puntos antes mencionados.

PAUTAS GENERALES

La ISO 14224 es una herramienta para registrar eventos y experiencias. Se llega a la conformación de una Base de Datos, OREDA.

Aplicando conceptos conocidos, con límites y jerarquías preestablecidos mediante un Proceso Estructurado en forma secuencial y limitado en las posibilidades de calificación, y ponderación de los eventos de mantenimiento.

ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

RCM

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM es una metodología de análisis sistemática, objetiva y documentada, que puede ser aplicada a cualquier tipo de instalación industrial; útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de Mantenimiento.

Analiza cada Sistema y cómo estos pueden fallar funcionalmente. Los efectos de cada Falla son clasificados de acuerdo con el impacto en la Seguridad, la Operación y el Costo.

El objetivo principal es que los esfuerzos de Mantenimiento deben ser dirigidos a mantener la Función que realizan los Equipos más que los Equipos mismos. Es la función desempeñada por una máquina lo que interesa desde el punto de vista productivo. Esto implica que no se debe buscar tener los Equipos como si fueran nuevos, sino en condiciones suficientes para realizar bien su función. También implica que se deben conocer con gran detalle las condiciones que la interrumpen o dificultan.

RCM es una metodología estructurada basada en un árbol de decisiones. Su éxito depende en gran parte de la experiencia de los participantes como también en la posibilidad de contar con datos de tasa de fallas y periodos de ocurrencia registrados, *información dificultosa de encontrar o elaborar en el común de las plantas*. La división en sistemas y subsistemas de cada equipo es tan amplia como criterios puedan definir los integrantes del grupo. Lo mismo ocurre con la profundidad de análisis para cada Modo de Falla / Causa de Falla; solo limitada por el grado de detalle al que el grupo oriente el análisis.

En este sentido la metodología RCM es abierta y no es difícil caer en la trampa de hacer análisis tan detallados que los tiempos para la implementación del método

se extienden en demasía, mientras que la planta debe continuar incrementando su grado de confiabilidad.

La norma ISO14224 , contiene en forma predefinida toda esta información, clasifica los equipos por jerarquías a saber: CASES/ TIPOS /SISTEMAS/ SUBSISTEMAS/ COMPONENTES (Items mantenibles).

ISO 14224

Esta Norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias. Sus definiciones son tomadas del RCM. Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan Cuantificar la Confiabilidad de Equipos y compararla con la de otros de características similares. Los parámetros sobre Confiabilidad pueden determinarse para su uso en las fases de DISEÑO MONTAJE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Los principales objetivos de esta norma internacional son:

a) Especificar los datos que serán recolectados para el análisis de:

- Diseño y configuración del Sistema.
- Seguridad, Confiabilidad y Disponibilidad de los Sistemas y Plantas.
- Costo del Ciclo de Vida.
- Planeamiento, optimización y ejecución del Mantenimiento.

b) Especificar datos en un formato normalizado, a fin de:

- Permitir el intercambio de datos entre Plantas.
- Asegurar que los datos sean de calidad suficiente, para el análisis que se pretende realizar.

Si bien la norma esta orientada al registro de fallas, son de gran importancia las Posibilidades de aplicación que presenta para definir los límites y jerarquía de los equipos de Operación, como también la calificación de la jerarquía de las Fallas. Parte desde el Modo de Falla,(perdida de la función) hasta el detalle de la Causa de Falla y el componente (ítem mantenible para la norma), que provoca el evento. *Esta calificación tiene como ventaja que limita la profundidad de detalle del*

análisis, acotando el nivel al que llega el Técnico de Mantenimiento (y las que quedan para un Especialista como metalografía, fractomecánica, etc.)

FMEA.

Es una técnica aplicada al estudio Metódico de las consecuencias que provocan las Fallas de cada Componente (ítem mantenible para la norma ISO 14224) de un Equipo. Es un proceso sistemático para la identificación de las Fallas Potenciales del diseño de un producto o proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el Riesgo asociado a las mismas. Sus objetivos principales son:

- . Reconocer y evaluar los Modos de Fallas Potenciales y las causas asociadas con el diseño y montaje, Operación y Mantenimiento de un equipo, a partir de los Componentes (ítem mantenibles para la norma ISO 14224).
- . Determinar los Efectos de las Fallas Potenciales en el desempeño del Sistema, Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la ocurrencia de la Falla Potencial.
- . Analizar la Confiabilidad del Sistema
- . Cuantificar Riesgos y Confiabilidad.
- . Documentar el proceso

CONSIDERACIÓN SOBRE FMEA

FMEA llega a los Modos de Falla partiendo de la Supuesta Falla de un Componente.

Considerando que los componentes son perfectamente identificables, la supuesta falla total o parcial de cada uno nos lleva directamente a todos los Modos de Falla Potenciales (pérdida de la función.)

Una tormenta de ideas en RCM NO asegura que se identifiquen TODOS los Modos de Falla.

Los responsables de las pérdidas de funciones de los Equipos (Sistemas), son los Componentes (Ítem Mantenibles, para la ISO 14224)

Si se identifican desde un principio los Modos de Falla estándar para cada tipo de equipo, definidos bajo un criterio netamente operacional, y se listan Sistemas y

Subsistemas, Componentes (Ítems Mantenibles), Causa de Fallas y Descriptores de Falla; y se los recorre en forma sistemática en esta secuencia ordenada, *difícilmente pueda quedar afuera ninguna Falla supuesta que afecte a las Funciones del Equipo.*

Los operadores y mantenedores están muy identificados con las Fallas Funcionales y los Componentes que las provocan.

Las listas de Causas de Falla (que incluye todas las Causas preestablecidas) limitan así la profundidad de análisis. Están adaptadas al Nivel de Conocimiento del personal involucrado; lo que le otorga Confiabilidad al Dato.

ESTRUCTURACIÓN DE JERARQUÍAS ISO 14224.

La norma ISO 14224 toma la máquina dividiéndola de mayor a menor jerarquía o grado de detalle:

- . CLASES
- . SISTEMA
- . SUB SISTEMA
- . ÍTEM MANTENIBLE
- . COMPONENTE DE DETALLE (en un grado último de división, opcional)

Para mayor detalle puede consultarse la NORMA ISO 14224, donde se muestra como quedan perfectamente determinados los límites constituyentes de cada Clase de Equipo.

Esta división es primordial y de la mayor importancia debido a que permite definir cómo se tratará a los Equipos, respecto a la posterior interpretación de los resultados; y luego cómo se asociarán los Registros de Operación y Mantenimiento, de modo de contar con metodologías sencillas de Análisis (y la aplicación de software avanzados) Los Registros de Mantenimiento deben relacionarse con cada nivel dentro de la jerarquía del Equipo a fin de que puedan compararse.

CLASES DE EQUIPOS

A partir de la estructura presentada por la norma, acorde a un orden de JERARQUÍA, se establecen cuales son las Clases de Equipos (siendo este el nivel más alto)

Se las puede asociar a Funciones; cada una en su contexto operacional; entendiendo por Función, de acuerdo con la definición de RCM, a las razones por las cuales un equipo existe dentro del proceso.

Acorde al glosario definimos como Clase a un determinado tipo de Equipo, que para la norma son los siguientes:

SISTEMAS

Bajo los conceptos de RCM / FMEA, y así lo toma la Norma ISO 14224, se considera Sistema a un conjunto que realiza una Función específica, en un Servicio determinado dentro del Proceso, pudiéndose identificar una entrada y una salida.

Incluyen todos los equipamientos disponibles para la Operación de los mismos y, en general, comparten muy pocas partes con otros Sistemas.

Como norma genérica para la fijación de sus límites, se pueden tomar todas las válvulas que lo aíslan.

Para el caso de la norma quedan clasificados por:

- TIPOS DE EQUIPOS
- APLICACIÓN

Ejemplos de Sistemas:

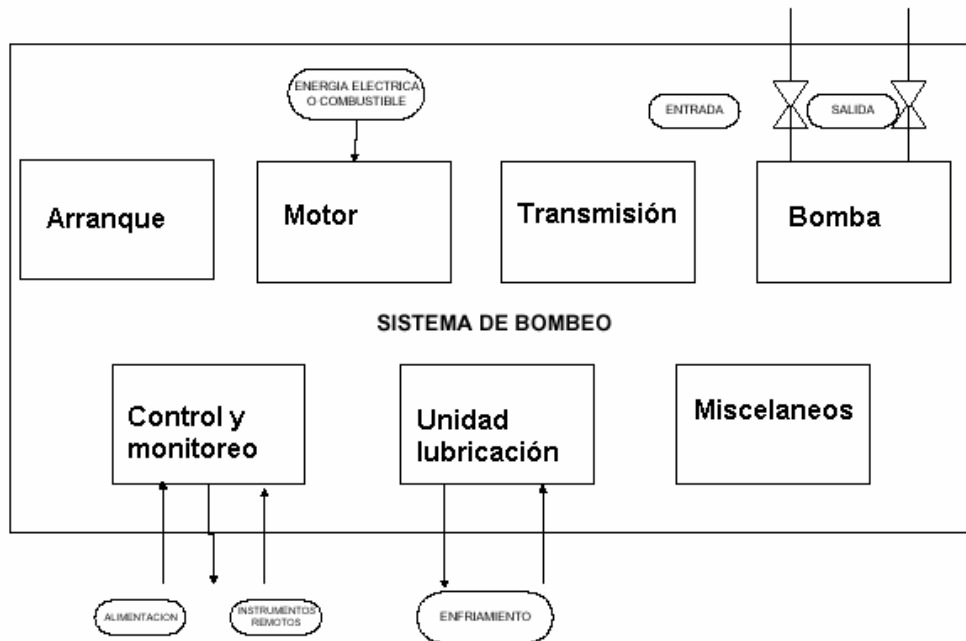
- Sistema de Bomba Centrífuga Agua de Inyección
- Sistema de Bomba Alternativa Traslase de Petróleo

SUB SISTEMAS

Son aquellos Equipos que posibilitan que el Sistema realice su función operativa y se pueden dividir por sus funciones específicas. Todo Equipo calificado como Sub Sistema que falle, afecta directamente al Sistema.

Por ejemplo, el Control, Monitoreo e Instrumentación (o instrumentación), pueden considerarse como Unidad.

A modo de ejemplo se toma la BOMBA, vista desde la norma ISO 14224.



CLASE	PU - BOMBAS				
SUB UNIT	TRANSMISSION	UNIDAD DE BOMBEO	CONTROL Y MONITOREO	SISTEMA LUBRICACIÓN	MISCELÁNEOS
ITEM MANTENIBLES					
1	CAJA REDUCTORA	FUNDACIÓN	CONTROL	RESERVORIO	PURGA AIRE
2	MOTOR	VOLUTA	DISPOSITIVOS ACTUACIÓN	BOMBA LUBE	OTROS
3	RODAMIENTOS	IMPULSOR	MONITOREO	FILTRO	BRIDAS
4	ACOPLAMIENTO CAJA	PISTÓN		ENFRIADOR	ENFRIADOR
5	LUBRICANTE	DIAPHRAGMA	FUENTE ALIMENTACIÓN	VÁLVULAS	CALENTADOR
6	SELLO	CILINDRO LINEAL		CAÑERÍAS	FILTRO
7	ACOPLAMIENTO MOTOR			ACEITE	FILTRO CICLÓNICO
8		EJE		CONTROL TEMPERATURA	AMORTIGUADOR
9		COJINETE RADIAL			BRIDAS
10		COJINETE AXIAL			
11		SELLO			
12		CAÑERÍAS			
13		VÁLVULAS			

ITEM MANTENIBLE – COMPONENTE DE DETALLE

La unidad final de la división es el Ítem Mantenible (COMPONENTE), entendiendo como tal a las partes de los Equipos sobre las cuales es necesario realizar Acciones de Mantenimiento, con el objeto de alcanzar la Confiabilidad deseada.

Analizado desde otro punto de vista, Ítem Mantenible es aquella parte en que su Falla (Crítica, Incipiente o por Degradación, ver OREDA), provoca una pérdida de la capacidad del Sistema (calificadas en los Modos de Falla ISO), para que continúe operando dentro de las condiciones especificadas o determinadas para un Proceso.

Los datos de Confiabilidad deben relacionarse con cada nivel de subdivisión dentro de la jerarquía del Equipo a fin de que puedan compararse.

FUNCIONES, RELACIÓN CON EL RCM Y FMEA

Se vio que los Equipos quedan caracterizados por

- . CLASE
- . TIPO DE EQUIPO
- . APLICACIÓN.

A esta calificación inicial, que define a grandes rasgos la Función, se agrega la tabla siguiente Datos del Equipo, en la que quedan establecidas todas las Funciones Requeridas.

Así queda respondida la primera pregunta del RCM ¿Cual la función deseada y el estándar de performance en el presente contexto operativo? La información completa se reproduce en Tablas de la Norma ISO 14224. Esta información debe estar compilada antes de comenzar el análisis, para un equipo en particular. Para hacer un análisis genérico se pueden obviar datos específicos; pero es importante contar con este documento como guía de las funciones y sus desvíos.

CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS. MODO DE FALLA

Se comienza tomando un ítem mantenible y se fija y analiza cuales son las Perdidas de funciones, en caso de que falle.

A diferencia del RCM la norma iso 14224 tiene definidos los modos de falla por Clase de equipo, de esta manera:

- No se pierde tiempo definiéndolas.

- No se cae en la trampa de buscar o listar enormes cantidades de modos de fallas asociados a funciones principales y secundarias.

Se comienza calificando a la falla con el modo de falla, la cual está asociada a las funciones del sistema. Con esto queda contestada la segunda pregunta del RCM ¿de qué forma puede fallar (no ser satisfactorias las funciones)? Luego se calificará la falla con dos niveles, que dan mayor detalle y están orientado al componente (ítem mantenible), estos son: descriptor de la falla (mecanismo de falla e la nueva edición de la iso 14224) y causa de falla.

Así la falla del ítem mantenible queda perfectamente acotada comenzando el análisis por la perdida de función del sistema calificada por el modo de falla, esto es desde los macro al detalle. Se parte de la función del equipo, sistema, incrementando en detalle, desde el descriptor de la falla hasta la causa de falla.

De esta manera respondemos la tercer pregunta del RCM ¿qué causa que falle?

Tareas preventivas – métodos de detección

En esta fase se pretende responder a la pregunta del RCM ¿qué se puede hacer para prevenir los fallos?

Se elige el método de detección basado en las preguntas del RCM, el orden va de lo simple y práctico, (la detección temprana), a lo mas complejo como el cambio en el diseño.

La norma iso 14224 permite elegir las siguientes acciones, que están alineadas con las preguntas del RCM.

CONCLUSIONES

La carga de datos parte de una selección de tablas preestablecida, de tal forma que se evitan las ambigüedades en la escritura y se logre CALIDAD en el dato.

- Consolida la Información Histórica con el objeto de:

Obtener Indicadores para la Eficiente Administración de un Servicio
Desarrollar Base de Datos que permiten Benchmarking Interno o Externo

- La definición que se tome a la hora de diseñar el ordenamiento de la carga de datos, será decisiva para la calidad de los reportes que se obtengan
- El uso de Normas Internacionales reconocidas otorga solidez.


- La simpleza del Procedimiento, hace la carga de datos realizable por cualquier nivel de la Organización del Mantenimiento.
- Para el cálculo correcto de la confiabilidad no puede separarse el hombre de la máquina, el tratamiento debe ser en conjunto. Se debe adoptar un criterio para ponderar cómo afecta el error humano a la frecuencia de ocurrencia. Esta norma lo tiene en cuenta.

Nota del Autor: Muchos son los esfuerzos individuales para análisis realizados sobre un mismo tipo de equipos, sus mecanismos de fallas compuestos, sus fallas posibles, normalmente dispersas y aisladas.

Conformar una base de datos estructurada como el OREDA, donde puedan compartirse datos, es el principio de la evolución continua hacia nuevos conceptos y desarrollos en las metodologías de detección temprana, mitigación y eliminación de fallas potenciales.

La implementación de una metodología como esta, debe comprometerse y centrarse en el exclusivo beneficio del hombre y su medio, posibilitando ambientes con riesgos cada vez menores.

ANEXO N° 3
FORMATO DE PLAN DE IZAJE NO CRÍTICO

	PLAN DE IZAJE CON CARGA NO CRITICO	Página: Página 1 de 1
	Codigo: QHSE-ESTAD-FM-023	Revisión: 01
		Fecha de emisión:

PLAN DE IZAJE CON GRUAS

Sitio de la maniobra: _____		Fecha _____	
Peso de la carga: _____ Lb./Kg./Ton			
Cuadrante de la operación:			
Frente _____	Lado _____	Atrás _____	360° _____
POSICIÓN INICIAL		POSICIÓN FINAL	
Radio inicial: _____		Radio Final: _____	
Angulo inicial: _____		Angulo final: _____	
Longitud Pluma Inicial: _____		Longitud Pluma Final: _____	
Capacidad Bruta: _____ Lb./Kg./Ton		Capacidad Bruta: _____ Lb./Kg./Ton	

DATOS APAREJOS:			
Capacidad de Eslingas:	_____	Lb./Kg./Ton	-
		Capacidad de Grilletes	_____ Lb./Kg./Ton

CALCULOS:			
Peso de Carga:	_____	Carga Bruta	_____
Peso Aparejos:	_____	Capacidad Bruta Menor	_____
Peso Gancho:	_____	Carga Bruta / Capacidad Bruta x	
Peso Otros:	_____	100:	_____ %
Carga Bruta	_____	Si es mayor al 80%, el izaje es crítico y requiere aprobación de Autoridad de Area	

OBSERVACIONES:	_____

**SUPERVISOR
EJECUTANTE**

OPERADOR GRUA

APAREJADOR

ANEXO N° 4
FORMATO DE PLAN DE IZAJE CRÍTICO


	PLAN PARA IZAJES CRITICOS CON GRUAS MOVILES		Página: Página 1 de 1	
			Revisión: 01	
Código: QHSE-ESTAD-FM-022			Fecha de emisión:	
Sitio de la maniobra:				
Fecha del izaje:				
Descripción de la carga:				
Descripción del izaje:				
Se adjunta un diagrama del izaje y descarga?		SI	NO	
Se adjunta un diagrama de aparejos y carga?		SI	NO	
A. CARGA				
1.	Condiciones de la carga:	Nueva	Usada	
2.	Peso vacía:		lb/kg/tn	
3.	Peso del contenido:		lb/kg/tn	
4.	Peso total de la carga:		lb/kg/tn	
5.	Peso del gancho auxiliar:		lb/kg/tn	
6.	Peso del gancho principal:		lb/kg/tn	
7.	Peso de la viga del izaje:		lb/kg/tn	
8.	Peso de los aparejos:		lb/kg/tn	
9.	Peso del aguilón (extendido/recogido):		lb/kg/tn	
10.	Peso de la guaya (extra):		lb/kg/tn	
11.	Peso del Material de Carga Adiciona:		lb/kg/tn	
12.	Otros:		lb/kg/tn	
TOTAL:			lb/kg/tn	
Fuente de información sobre el peso de la carga: (Planos, cálculos, etc.)				
Peso de la carga confirmado por: _____				
B. GRUA				
1.	Tipo de grúa:			
2.	Capacidad máxima de la grúa:			

3.	Radio Máximo: _____				Longitud de pluma: _____	
4.	Angulo de la pluma en el punto de izaje: _____				grados	
	En el punto de descarga: _____				grados	
5.	Capacidad sobre la parte posterior: _____			Sobre el Lado: _____		
	Capacidad sobre el frente: _____					
6.	La capacidad nominal máxima de la grúa a ese radio y ángulo de la pluma para este izaje es de: _____					
7.	La carga máxima sobre la grúa es: _____					
8.	Este izaje estará en el: _____				% de la capacidad nominal de la grúa	
C. AGUILON:						
1.	Extendido: _____			Guardado: _____		
2.	Si se va a utilizar el aguilón, longitud: _____				An gu lo:	
3.	La capacidad nominal del aguilón en la tabla es de: _____				lb.	
D. CABLE DE CARGA:						
1.	Diámetro del Cable: _____			Número de partes de línea: _____		
2.	Capacidad de izaje basada en las partes: _____					
E. APAREJOS:						
1.	Tipo de amarre: _____					
2.	Número de eslingas: _____			Tamaño: _____		Tipo: _____
3.	Capacidad nominal del ensamble de las eslingas: _____					
4.	Tamaño del grillete: _____			No. de grilletes: _____		
5.	Capacidad nominal de los grilletes: _____					
6.	Grillete asegurado a la carga por: _____					
F. UBICACION DE LA GRUA:						
1.	Está la grúa sobre una superficie sólida y plana?: _____					
2.	Hay peligros por alto voltaje o electricidad?: _____					
3.	Hay algún obstáculo u obstrucción para el izaje o el giro?: _____					
4.	Es necesario mover la grúa con la carga colgando?: _____					
5.	Si es necesario girar la pluma, diga hacia qué lado: _____					
G. CONSIDERACIONES:						

1.	Si el izaje excede el 80% de la capacidad de la grúa. Se han adjuntado instrucciones especiales adicionales, restricciones, diagramas para la plan de amarre e izaje, etc.? grúa,				
	Si	NO			
2.	Los izajes con múltiples grúas requieren un plan separado para cada grúa				
3.	Cualquier cambio en la configuración de la grúa, ubicación, método de amarre e izaje o cálculos, se requiere desarrollar un nuevo Plan para Izajes Críticos				
H. LISTA DE VERIFICACION PARA ANTES DEL IZAJE - (Se debe completar antes del izaje)					
1.	Permisos de Trabajo				
2.	Grúa Inspeccionada				
3.	Aparejos Inspeccionados				
4.	Grúa bien ubicada, en terreno firme, con estabilizadores extendidos				
5.	Verificación del espacio para girar				
6.	Máxima altura disponible para el izaje				
7.	Espacio entre la carga y el gancho				
8.	Contrapeso de la grúa				
9.	Prueba de carga				
10.	Operador certificado				
11.	Aparejador calificado				
12.	Sistema de señales				
13.	Manilas guía				
14.	Viento/ temperatura				
15.	Charla de seguridad para el izaje				
16.	Tráfico vehicular o peatonal				
17.	Reunión pre-izaje				
18.	Control de entrada y salida del área de trabajo				
19.	Autorizaciones y firmas				
GRUA No. 1					
	Movimiento	Radio	Long. Pluma	Carga Bruta	% de la grúa
	Primero				

Segundo				
Tercero				
Cuarto				
GRUA No. 2				
Movimiento	Radio	Long. Pluma	Carga Bruta	% de la grúa
Primero				
Segundo				
Tercero				
Cuarto				
I. NOTAS/COMENTARIOS:				
Nombre y firma del Supervisor responsable del izaje:				
Nombre y firma del Operador de la Grúa:				
Nombre y firma del Aparejador/Señalero:				
Nombre y firma de la Autoridad del Área:				
Fecha:				

ANEXO N° 5
TABLAS DE CAPACIDAD DE CARGA

	TABLA DE CAPACIDAD DE CARGA								Página:			
									Revisión: 01			
	Código: QHSE-ESTAD-FM-022								Fecha de emisión:			

Radio (pies)	Angulo del Boom	Ubicación de la Carga			Angulo del Boom	Ubicación de la Carga			Angulo del Boom	Ubicación de la Carga		
		Atrás (lbs)	Frente (lbs)	Lado (lbs)		Atrás (lbs)	Frente (lbs)	Lado (lbs)		Atrás (lbs)	Frente (lbs)	Lado (lbs)
Exposición del Boom		24 pies			40 pies				55 pies			
6	78	30000	30000	30000								
8	72	30000	30000	30000								
10	67	30000	30000	30000	78	30000	30000	30000				
12	61	29600	29600	29600	75	29290	29290	29290				
15	52	28620	28620	28620	70	24460	24460	24460	77	22940	22940	22940
20	33	20280	20280	20280	62	19450	19450	19450	72	17980	17980	17980
25					53	15300	15300	15300	66	14930	14930	14930
30					43	11980	11980	11980	60	11980	11980	11980
35					29	9300	9300	9300	53	9300	9300	9300
40		N° de Carga							46	7390	7390	7390
45		Líneas	Máxima						37	6000	6000	6000
50		1	7600						26	5100	5100	5100
54		2	15200						3	4240	4240	4240
		3	22800									
		4	303400									

- 1.- Cálculos de capacidad de carga deben ser utilizados para el peso del bloque de carga, capacidad de las eslingas o cualquier otro equipo usado para manejar objetivos a ser levantados.

- 2.- Las cargas deben estar libremente suspendidas.
- 3.- No exceder el peso del bloque de carga o las capacidades según el número de líneas.
- 4.- Las capacidades de carga están basadas en límites estructurales y estabilidad.

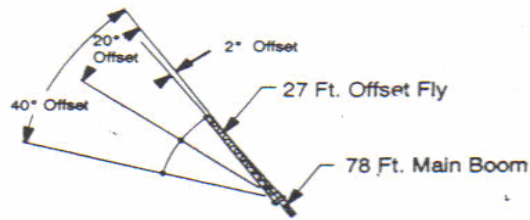
ANEXO N° 6
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA GRUA TIPO.

Grúa De Pluma Telescópica, RTC-8030 Series II 30 – ton (27.2 Toneladas métricas)

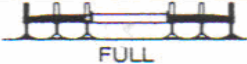
Rated Lifting Capacities in Pounds
Fully Extended Outriggers.
See Set Up Note 2.

Load Radius (Ft.)	30 Ft.			40 Ft.			50 Ft.			Load Radius (Ft.)
	∠ °	360°	Over Front	∠ °	360°	Over Front	∠ °	360°	Over Front	
10	86.0	80,000	80,000	72.5	48,900	48,900	76.5	48,500	48,500	10
12	81.5	83,100	83,100	69.5	48,800	48,800	74.5	44,100	44,100	12
15	54.5	43,500	43,500	64.5	43,100	43,100	70.5	38,900	38,500	15
20	40.5	31,200	31,200	56.0	31,800	31,800	64.5	32,100	32,100	20
25	17.5	23,700	23,700	46.5	24,300	24,300	57.5	24,700	24,700	25
30				34.5	19,400	19,400	50.0	19,800	19,800	30
35				15.0	15,100	15,100	41.5	15,400	15,400	35
40							31.0	12,200	12,300	40
45							13.0	9,900	10,000	45
Min. Bm Ang./Cap	0 (25.8)	22,300	22,300	0 (35.8)	13,700	13,700	0 (45.8)	9,500	9,500	Min. Bm Ang./Cap
Load Radius (Ft.)	60 Ft.			70 Ft.			78 Ft.			Load Radius (Ft.)
	∠ °	360°	Over Front	∠ °	360°	Over Front	∠ °	360°	Over Front	
12	77.5	40,300	40,300							12
15	74.5	35,900	35,900	77.5	31,200	31,200				15
20	89.5	29,200	29,200	73.5	25,800	25,800	75.5	22,800	22,800	20
25	64.5	24,100	24,100	69.0	22,100	22,100	71.5	18,400	18,400	25
30	58.5	20,000	20,000	64.5	19,100	19,100	67.5	15,300	15,300	30
35	52.5	15,800	15,800	59.5	15,700	15,700	63.5	13,000	13,000	35
40	45.5	12,400	12,400	54.0	12,500	12,500	59.0	11,700	11,700	40
45	38.0	10,100	10,200	48.5	10,200	10,300	54.5	10,200	10,200	45
50	28.5	8,400	8,500	42.5	8,500	8,800	49.5	8,600	8,600	50
55	12.0	7,000	7,100	35.5	7,100	7,200	44.0	7,200	7,300	55
60				28.5	6,000	6,100	38.0	6,100	6,200	60
65				11.5	5,100	5,200	30.5	5,200	5,300	65
70							21.0	4,500	4,600	70
Min. Bm Ang./Cap	0 (55.8)	6,800	6,900	0 (65.8)	5,000	5,100	0 (73.8)	4,000	4,100	Min. Bm Ang./Cap

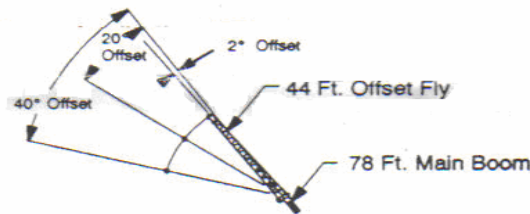
<i>Dimensiones Generales</i>	<i>pies</i>	<i>metros</i>
Tailswing of Counterweight	9' 11 1/2"	3.04
Turning radius (4-wheel steer centerline of tires)	17' 1"	5.21
Turning radius (2-wheel steer centerline of tires)	31' 3"	9.55
Turning radius (4-wheel steer outside front carrier corner)	20' 8 1/2"	6.31
Turning radius (2-wheel steer outside front carrier corner)	35'	10.67




Rated Lifting Capacities in Pounds Fully Extended Outriggers. See Set Up Note 2

 FULL

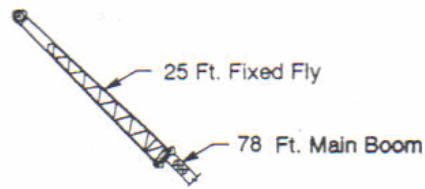
Load Radius (Fl.)	2° Offset		20° Offset		40° Offset		Load Radius (Fl.)
	∠ °	360°	∠ °	360°	∠ °	360°	
25	77.0	11,000					25
30	74.5	10,700					30
35	71.5	9,900	75.5	7,100			35
40	69.0	9,200	72.5	6,800	76.5	6,100	40
45	66.0	8,000	70.0	6,200	73.5	4,900	45
50	62.5	7,000	66.5	5,800	70.5	4,700	50
55	59.5	6,200	63.5	5,500	67.0	4,500	55
60	56.0	5,500	60.5	5,200	63.5	4,400	60
65	52.5	4,900	57.0	5,000	60.0	4,300	65
70	48.5	4,400	53.0	4,500	56.0	4,200	70
75	44.5	4,000	49.0	4,100	52.0	4,100	75
80	40.0	3,600	44.5	3,700	47.0	3,800	80
85	35.0	3,100	39.5	3,300	41.5	3,400	85
90	29.5	2,700	33.5	2,800			90
95	22.0	2,400	25.5	2,400			95
100	9.5	2,000					100
Min. Bm. Ang./Cap.	0	2,000	0	2,000	0	2,200	Min. Bm. Ang./Cap.



Rated Lifting Capacities in Pounds Fully Extended Outriggers. See Set Up Note 2

 FULL

Load Radius (Fl.)	2° Offset		20° Offset		40° Offset		Load Radius (Fl.)
	∠ °	360°	∠ °	360°	∠ °	360°	
30	77.0	6,400					30
35	74.5	5,900					35
40	72.5	5,400					40
45	70.0	5,000	76.0	3,600			45
50	67.5	4,800	73.5	3,300			50
55	65.0	4,200	71.0	4,200	76.5	2,500	55
60	62.5	3,900	68.5	3,000	74.0	2,400	60
65	59.5	3,600	65.5	2,800	71.0	2,300	65
70	57.0	3,400	63.0	2,700	68.0	2,200	70
75	54.0	3,200	60.0	2,600	65.0	2,200	75
80	51.0	3,000	57.0	2,400	61.5	2,100	80
85	47.5	2,800	53.5	2,300	58.0	2,100	85
90	44.0	2,500	50.0	2,300	54.0	2,000	90
95	40.0	2,200	46.0	2,200	50.0	1,900	95
100	36.0	2,000	42.0	2,100	45.0	1,800	100
105	31.0	1,800	37.0	1,900	39.0	1,600	105
110	25.5	1,700	30.5	1,700			110
115	17.0	1,500	21.0	1,500			115
Min. Bm. Ang./Cap.	0	1,200	0	1,300	0	1,400	Min. Bm. Ang./Cap.



Rated Lifting Capacities In Pounds
Fully Extended Outriggers.
See Set Up Note 2.

FULL

Load Radius (Fl.)	α °	360°	Load Radius (Fl.)
25	77.0	11,700	25
30	74.0	11,200	30
35	71.0	10,400	35
40	68.5	9,700	40
45	65.0	9,500	45
50	62.0	7,800	50
55	58.5	6,700	55
60	55.0	6,000	60
65	51.5	5,400	65
70	47.5	4,800	70
75	43.5	4,400	75
80	38.5	3,900	80
85	33.5	3,400	85
90	27.0	3,000	90
95	19.0	2,700	95
Min. Bm. Ang./Cap.	0	2,400	Min. Bm. Ang./Cap.