



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA
INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.**

Sergio Alejandro Recinos

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA
LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SERGIO ALEJANDRO RECIOS

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Sanabria Solchaga
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Varga

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 20 de agosto de 2014.



Sergio Alejandro Recinos



Guatemala, 11 de febrero de 2019
REF.EPS.DOC.135.02.19.

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Sergio Alejandro Recinos** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 8730717, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A..**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
EDSZ/ra



USAC
TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.050.2019

El Revisor de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.** del estudiante **Sergio Alejandro Recinos, CUI 1605749190901, Reg. Académico No. 8730717** y habiendo realizado la revisión de Escuela, se autoriza para que continúe su trámite en la oficina de Lingüística, Unidad de Planificación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Revisor
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, febrero de 2019

/aej



Guatemala, 11 de febrero de 2019
REF.EPS.D.40.02.19

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Sergio Alejandro Recinos** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.241.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor y del Director de la Unidad de EPS, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.** del estudiante **Sergio Alejandro Recinos, CUI 1605749190901, Reg. Académico No. 8730717** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, octubre 2019

/aej



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA PESADA Y LIVIANA PARA LA EMPRESA INGENIERÍA CENTROAMERICANA DE PROYECTOS, S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **Sergio Alejandro Recinos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
★
Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, Octubre de 2019

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y estar conmigo en cada momento de mi existencia.
Mi madre	Gloria Amparo Recinos (q.e.p.d.), por haberme formado, desde pequeño con su amor.
Mi esposa	Ilma Yaneth Sarceño Gudiel. Por su apoyo y cariño.
Mis hijas	Yaneth Alejandra y Gabriela Stephanie Recinos Sarceño. Por ser parte de mi motivación de vivir incansablemente.
Mi padre	César Artemio Rodas Thomas, por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos, para adaptarlos a la vida.

Facultad de Ingeniería

Por se parte de mi crecimiento intelectual y formativo.

Asesor

Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.
Por su apoyo durante este proceso.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1. Conceptos generales.....	1
1.2. Mantenimiento	1
1.3. Clasificación de mantenimiento	1
1.3.1. Mantenimiento de conservación	2
1.3.2. Mantenimiento correctivo.....	2
1.3.3. Mantenimiento correctivo inmediato	2
1.3.4. Mantenimiento correctivo diferido	2
1.3.5. Mantenimiento correctivo preventivo	2
1.3.6. Mantenimiento programado	2
1.3.7. Mantenimiento predictivo	3
1.3.8. Mantenimiento de oportunidad	3
1.3.9. Mantenimiento de actualización.....	3
1.4. Plan de mantenimiento	3
1.5. Ficha técnica	4
1.6. Rutinas de mantenimiento	4
1.7. Capacitación del personal	5
1.8. Seguridad industrial.....	6

2.	GENERALIDADES.....	9
2.1.	Información general de la empresa.....	9
2.2.	Descripción y antecedentes de la empresa.....	9
2.3.	Política de la empresa.....	10
	2.3.1. Misión.....	10
	2.3.2. Visión.....	10
	2.3.3. Valores de la empresa.....	10
2.4.	Localización de la empresa.....	10
2.5.	Estructura organizacional.....	11
2.6.	Organigrama de la empresa.....	11
2.7.	Actividad principal.....	12
	2.7.1. Recursos.....	13
	2.7.2. Productos.....	13
2.8.	Descripción del problema.....	13
2.9.	Taller de mantenimiento.....	14
2.10.	Estructura organizacional.....	14
2.11.	Proceso de mantenimiento.....	14
2.12.	Diagnóstico de la maquinaria.....	16
2.13.	Sistema hidráulico y neumático.....	16
2.14.	Aceites hidráulicos.....	17
2.15.	Grúas.....	20
2.16.	Instrucciones de arranque / parada.....	21
	2.16.1. Arranque.....	21
	2.16.2. Parada.....	21
2.17.	Movimientos.....	22
2.18.	Almacenamiento de grúa.....	25
2.19.	Picops.....	26
2.20.	Análisis de fallas.....	27
2.21.	Mecanismos.....	28

2.22.	Movimiento	29
2.23.	Indicador de momento de carga	35
2.24.	Tonelaje.....	37
2.25.	Preparación	40
2.26.	Operación	41
3.	SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	47
3.1.	Normas de seguridad aplicables a grúas.....	47
3.1.1.	Presentación de etiquetas de precaución.....	51
3.1.2.	Llenado de aceite de la grúa	55
3.1.3.	Diagnóstico de cables.....	58
3.2.	Normas de seguridad de rotura de mangueras	59
3.3.	Normas de seguridad posición de transporte	60
3.4.	Normas de seguridad sistema hidráulico.....	60
3.5.	Normas de seguridad servicio de mantenimiento.....	62
3.6.	Normas de seguridad cilindros giratorios.....	63
3.7.	Normas de seguridad de movimientos de palanca.....	64
3.8.	Normas de seguridad de equipos y accesorios	64
4.	FASE DE INVESTIGACIÓN, AHORRO ENERGÉTICO.....	69
4.1.	Recursos generales.....	69
4.2.	Agua	69
4.3.	Energía	69
4.4.	Aire comprimido.....	70
4.5.	Repuestos	70
4.6.	Descripción de áreas para optimizar los recursos	71
4.7.	Equipo y accesorios	71
4.7.1.	Eslinga.....	72
4.7.2.	Grilletes	72

4.7.3.	Cuerda guía.....	73
4.8.	Diagnóstico sobre el uso y manejo de los recursos	73
4.8.1.	Consumo de agua	73
4.8.2.	Uso de agua en limpieza y enfriamiento	73
4.8.3.	Consumo de energía en la maquinaria	73
4.8.4.	Consumo de combustible	74
4.8.5.	Consumo de energía neumática	76
4.8.6.	Uso de aire comprimido.....	76
4.8.7.	Eficiencia de los compresores.....	78
4.8.8.	Análisis de iluminación	80
4.8.8.1.	Sistemas de iluminación eficientes... ..	80
4.8.8.2.	Niveles de iluminación	81
5.	PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA	83
5.1.	Desarrollo del plan de conservación de maquinaria.....	83
5.2.	Fortalecimiento del departamento de mantenimiento.....	83
5.3.	Obligaciones diarias de mantenimiento.....	83
5.4.	Obligaciones semanales de mantenimiento	84
5.5.	Planeación estratégica del departamento	84
5.6.	Análisis FODA	85
5.7.	Estrategias de mantenimiento	85
5.7.1.	Estrategia correctiva.....	86
5.7.2.	Estrategia condicional	86
5.7.3.	Estrategia sistemática	86
5.7.4.	Estrategia de alta disponibilidad.....	86
5.7.5.	Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad.....	87
5.8.	Equipos y herramientas básicas	87
5.9.	Equipamiento	87
5.10.	Capacitación	88

6.	PLAN DE CAPACITACIÓN	89
6.1.	<i>Outsourcing</i>	90
6.2.	Metodología de conservación de maquinaria	90
6.3.	Hojas de paros	91
6.4.	Tipos de paros.....	91
6.5.	Formatos de mantenimiento	91
6.6.	Hoja de reporte.....	93
6.7.	Requisición	94
6.8.	Grado de eficiencia de las máquinas.....	95
6.9.	Pérdidas de tiempo por paradas.....	96
6.10.	Técnicas de solución de problemas	97
6.11.	Análisis de pareto	97
6.12.	Diagrama de Gantt	101
6.13.	Historial de mantenimiento	101
6.14.	Ficha técnica	102
6.15.	Inventario de repuestos	102
6.16.	Conservación de maquinaria	102
6.17.	Preservación de equipo y maquinaria	103
6.17.1.	Preservación periódica	104
6.17.1.1.	Primer nivel, usuario	104
6.17.1.2.	Segundo nivel, técnico medio.....	105
6.17.2.	Preservación progresiva	105
6.17.2.1.	Tercer nivel, técnico.....	105
6.17.2.2.	Cuarto nivel, especialistas	106
6.17.3.	Preservación total, <i>overhaul</i>	106
6.18.	Grúas.....	107
6.18.1.	Camión grúa	107
6.18.2.	Grúa telescópica.....	108

6.19.	Lista de vehículos pesados de Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A.	110
6.20.	Codificación.....	110
6.21.	Programación de conservación de maquinaria	110
6.22.	Órdenes de trabajo.....	112
6.23.	Rutinas de mantenimiento.....	113
6.24.	Sistema de engrase y lubricación	113
6.25.	Frecuencia de mantenimiento	114
6.26.	Lista de picops de Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A.	115
CONCLUSIONES.....		117
RECOMENDACIONES		119
BIBLIOGRAFÍA.....		121
ANEXOS		123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Clasificación de mantenimiento	1
2.	Organigrama de la empresa	12
3.	Viscosidad de aceites.....	18
4.	Movimiento de extensión	22
5.	Movimiento de levante	22
6.	Movimiento de acercamiento	23
7.	Movimientos de descarga	23
8.	Juntas del cilindro	24
9.	Fallas, diagrama de Ishikawa.....	28
10.	Componentes de una grúa	29
11.	Movimientos de palancas de mando.....	30
12.	Movimientos en plano inclinado 3° máximo y hasta 60° del brazo.....	33
13.	Movimientos en plano inclinado 1,5° máximo y hasta 90° brazo.....	34
14.	Indicador de momento de carga	36
15.	Repliegue de brazo para disminuir momento de carga.....	36
16.	Levantado de cargas, por el centro de gravedad.....	37
17.	Levantado de cargas comparativo	37
18.	Izaje de carga.....	38
19.	Diagrama de alcance grúa telescópica	44
20.	Diagrama de alcance grúa camión	45
21.	Advertencia de carga suspendida.....	51
22.	Manejo y posicionamiento de la grúa	52
23.	Aviso de contacto con cable eléctrico	52

24.	Fluido hidráulico a presión	52
25.	Riesgo de lesiones por aplastamiento	53
26.	Distancia de seguridad 20 metros.....	53
27.	Lubricación	53
28.	Triángulo de advertencia y manual de instrucciones	54
29.	Etiqueta para el uso de equipo de seguridad	54
30.	Conexión hidráulica	55
31.	Esquema de movimientos.....	55
32.	Aviso de componente de máquina, puesto en marcha	56
33.	Conmutador manual del cabrestante	56
34.	Apoyos de la máquina	57
35.	Estabilizadores.....	57
36.	Distancias mínimas de seguridad a líneas de alta tensión	58
37.	Roturas de cable.....	59
38.	Ademanes de mando	68
39.	Eslinga de guayava, sintética y cadena	72
40.	Grillete	72
41.	Consumo de diésel y cambio de filtros	76
42.	Compresor de aire mono cilíndrico	78
43.	Conservación de maquinaria, gira alrededor de varios aspectos	91
44.	Fallas anuales de grúas, diagrama de pareto	99
45.	Diagrama de Ishikawa para grúa	100
46.	Preservación.....	104
47.	Preservación periódica	104
48.	Preservación progresiva	105
49.	Preservación total	106
50.	Camión grúa	107
51.	Grúa telescópica.....	108
52.	Partes de grúa telescópica	109

53.	Ciclo de conservación de maquinaria.....	111
54.	Mantenimiento de engrase y lubricación	112
55.	Puntos de lubricación de brazo de grúa.....	114

TABLAS

I.	Pares de apriete	25
II.	Componentes de grúa.....	29
III.	Presión sobre el suelo permitida, DIN 1054	35
IV.	Capacidades específicas de levantamiento, kg.	39
V.	Corriente directa y alterna	58
VI.	Roturas de cable.	59
VII.	Inspección de elementos de izaje	67
VIII.	Costo de cambio de filtros retroexcavadora	74
IX.	Comportamiento de consumo de diésel	75
X.	Matriz FODA	85
XI.	Plan de capacitación	89
XII.	Lista de verificación.....	93
XIII.	Plan de izaje.....	94
XIV.	Requisición.....	95
XV.	Fallas promedio anual por grúa, diagrama de pareto.....	98
XVI.	Resumen anual de fallas de grúas	99
XVII.	Rutinas de mantenimiento.....	101
XVIII.	Partes de grúa telescópica.....	109
XIX.	Datos de vehículos.....	110
XX.	Mantenimiento por trabajo en horas.....	111
XXI.	Calendario de lubricación de brazo de grúa.....	113
XXII.	Volumen de aceite según modelo de grúa de grapa	114
XXIII.	Listas de picops de Ingeniería Centroamericana de Proyectos,S.A. .	115

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Aseo
AC	Corriente alterna
C	Cambio
CG	Centro de gravedad
CP	Completar
DC	Corriente directa
E	Eléctrico
EE	Electrónico
H	Hidráulico
HP	<i>Horse power</i> , caballos de fuerza
I	Inspección
IG	Inspección general
IT	Inspección de tornillería
Km / h	Kilómetros por hora
L	Lubricación
m.p.h.	Millas por hora
N	Newton
N / cm ²	Newton por centímetro cuadrado
R	Reparación.
TO	Tiempo de operación.
V	Voltaje

GLOSARIO

Aguilón	Extensión de la pluma de la grúa.
Ángulo de la pluma	Es el ángulo que se forma entre la pluma y la horizontal.
ANSI	Instituto Nacional Americano de Estándares.
Aparejador	Es la persona que realiza el amarre de la carga que va a ser levantada por la grúa.
Área de trabajo	Es el área medida en un arco circular desde la línea central de rotación.
Área superficial	Es la relación de dos, de las tres dimensiones que siempre conforman un objeto o carga.
Bloque del gancho	Es un accesorio de levantamiento del cual está suspendido el gancho y a través del cual pasan las líneas del cable.
Cabeza auxiliar	Conjunto de poleas que se localiza al final de la pluma de la grúa a través del cual pasa el cable de la pelota del gancho.

Cabrestante	Dispositivo que consiste en un cilindro que se hace girar por medio de barras para levantar o arrastrar grandes pesos.
Capacidad bruta	Es lo que la grúa puede levantar sin tener en cuenta el peso del gancho.
Capacidad neta	Es lo que la grúa puede levantar teniendo en cuenta el peso del gancho.
Carga	Equipo o material que va a ser levantado por la grúa.
Carga oscilante	Es el movimiento repetido de un lado a otro de un peso suspendido en torno a una posición central, o posición de equilibrio.
Contrapeso	Peso que ejerce una fuerza opuesta a otra.
Cuadrante de operación	Área respecto de la posición de la grúa, donde se levantan y se depositan las cargas.
CST	<i>Central standard time</i> , tiempo estándar central.
cSt	Centistokes, viscosidad cinemática, sistema CGS, cuyo nombre proviene del físico irlandés George Gabriel Stokes (1819-1903). A veces se expresa en términos de centistokes (cS o cSt).

Deflexión	Es la pequeña deformación en forma de arco que sufre la pluma de la grúa cuando se levanta una carga.
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i> , Instituto Alemán de Normalización.
EAC	Control de aceleración electrónica.
Eslabón	Es cada una de las pequeñas partes en forma ovalada que componen una eslinga de cadena.
Eslinga	Es el elemento intermedio que permite enganchar una carga a un gancho de izado o de tracción.
Estabilizadores	Dispositivos destinados a aumentar y/o asegurar la base de apoyo de una grúa en posición de trabajo.
Fatiga	Si un cable de acero se dobla varias veces, puede llevarlo a la fractura.
Gato	Dispositivo hidráulico utilizado en las grúas que mediante cilindros hidráulicos levanta la grúa o extiende o retrae la pluma.
Grapas	Elementos utilizados para unir dos cables o dos partes de un cable y realizar amarres a las cargas.
HLP	Aceite hidráulico.

ISO	<i>International organization for standardization,</i> Organización Internacional de Estandarización.
MGA	Mantenimiento general anual.
MPS	Mantenimiento parcial semestral.
OEE	<i>Overall equipment efficiency,</i> eficiencia general del equipo.
Oruga	Es un sistema de desplazamiento y apoyo que utilizan algunas grúas y consiste en una serie de placas metálicas unidas entre sí que rodean dos ejes los que, a su vez, brindan la tracción necesaria para el desplazamiento.
OSHA	<i>Occupational Safety and health administration,</i> Administración de Seguridad y Salud.
Pluma o boom	Es lo que la grúa puede levantar teniendo en cuenta el peso del gancho.
SAE	<i>Society of automotive engineers,</i> Sociedad de Ingenieros Automotrices.
SCR'S	Rectificador controlado de silicio.

TPO

Planificado de producción.

RESUMEN

La empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. se dedica al montaje de obra civil, mecánica y eléctrica. Es una empresa con 10 años de experiencia en montaje de equipo, diseño y mantenimiento, de todo tipo de estructura. Hace trabajos a pequeña, mediana y gran escala; da asesoría y realiza obras en empresas de diferente razón social, ya sean empresas de aceite de extracción de palma, ingenios azucareros, industria jabonera, industria de cloro, y otras industrias dentro y fuera de la ciudad capital, Centroamérica y México.

Se realiza mantenimiento a diversos equipos industriales por lo que todas estas operaciones se deben hacer con el equipo adecuado y mantenerse en buenas condiciones, de ahí que se tenga a disposición diversa maquinaria como grúas de diferente tonelaje entre 10 hasta 30. También una flotilla de carros en su mayoría picops, para supervisión de las obras y también para trasladar materiales y personal de ejecución de las obras en mención.

La empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. ha demostrado ser reconocida a nivel industrial por su buen servicio, en apoyo de los distintos proyectos de las empresas. Sin embargo, es necesario implementar un programa de mantenimiento preventivo para las máquinas como las grúas y picops, siendo de vital importancia porque en cualquier momento son útiles para movilizar equipos, partes de estructuras.

Para atender estas y otras obras es necesario que el equipo se encuentre en óptimas condiciones para realizar trabajos dedicados que mueven equipos valiosos, así también por seguridad del personal que se emplea para esta faena.

Muchas veces a parte de lo inmediato del servicio prestado, su precisión para mover equipo, debe contarse con que cada una de estas máquinas, al desplazarse de un lugar a otro, conlleva gastos de combustible. Si una pieza se arruina y por los lugares donde se encuentran no hay un repuesto inmediato, lo que hace esperar varias horas o días para que lleven el repuesto indicado.

Es importante implementar una buena conservación de la maquinaria de forma periódica para que exista registro de la inspección y seguimiento de las principales condiciones que se deben dar para mantener en óptimas condiciones la maquinaria y así ahorrar tiempo, bajar costos de reparación, mejorar el servicio al cliente, garantizar la seguridad industrial de los empleados y aumentar su vida útil.

OBJETIVOS

General

Proporcionar al personal de la empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., en un plan de conservación de la maquinaria con el fin de tenerla en óptimas condiciones, cuando sean requeridas.

Específicos

1. Conocer las condiciones actuales que tiene la maquinaria.
2. Implementar un plan de conservación de la maquinaria para llevar un control de inspecciones y seguimiento de acciones preventivas.
3. Instruir al personal sobre bases técnicas que mejoren su conocimiento sobre cuidados y prevención de conservación de la maquinaria, para mantenerlas en óptimas condiciones, mejorando la eficiencia del personal, gastos innecesarios, pérdida de tiempo y mejor atención al cliente.
4. Divulgar a nivel administrativo y operativo, la necesidad de conservar una maquinaria en excelentes condiciones de conservación para el bien común entre clientes satisfechos, personas seguras de trabajar con maquinaria en buenas condiciones y una administración satisfecha y convencida de resultados óptimos ahorrando costos en reparaciones innecesarias.

INTRODUCCIÓN

La empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., dedicada a diversos proyectos de índole industrial, se ve frecuentemente en la necesidad de instalar motores, calderas, transportadores, tubería, instalación de tanques de diferentes tamaños, tanques elevados, traslado de equipo a la planta o colocación de vigas en la construcción de bodegas. El tiempo es parte de la presión que se tiene, ya que se cuenta con un plan de trabajo y debe entregarse conforme al cronograma programado, cumpliendo así el contrato estipulado por ambas partes y un atraso conlleva a un aumento del costo de operación, multas por atrasos y clientes insatisfechos.

Actualmente la empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., no cuenta con un plan de conservación de maquinaria, por lo que ha incurrido en costos innecesarios. Con un plan de conservación de maquinaria se ahorra dinero, se mejorarían los tiempos de ejecución establecidos en el plan de trabajo, se alargaría el tiempo de vida útil de la maquinaria, lo que ahorraría costos, proporcionaría confianza al operarla.

Asimismo, se tendrían trabajos confiables, se garantizarían las instalaciones, los montajes serían en menor tiempo, lo cual repercute en un ahorro de tiempo, de gastos de combustible; no habría tiempo perdido cuando se requiere remplazar una pieza ya que, casi por lo general, no hay repuestos cerca, porque los proyectos están lejos de la ciudad capital.

Es necesario mejorar el rendimiento de la maquinaria, cuidar su operación, capacitar al personal operativo, para que lleve un formato de control con los requerimientos necesarios de mantenimiento preventivo.

La maquinaria de la empresa es un valioso elemento de trabajo para que cada proyecto sea satisfactorio tanto para la empresa como para sus clientes, es plan de conservación de la maquinaria es un trabajo conjunto entre el personal de mantenimiento de la empresa, ingenieros, personal administrativo sumado a la supervisión profesional del supervisor. Los chequeos se programan para que estos se lleven a cabo con puntualidad, eficiencia y responsabilidad de cada uno de los implicados.

En primer lugar en este trabajo se da información de la empresa, ubicación, descripción de sus funciones y su organigrama. En segundo lugar, se plantea la información sobre la maquinaria, las tareas que se les encarga, las capacidades de las maquinas, los riesgos, la seguridad industrial que se debe tener para la conservación de la maquinaria, garantizar la seguridad de todo el personal operativo y de cualquier persona externa a la empresa que esté cerca de cada montaje industrial que se desarrolla.

Como tercer punto se describe un plan de conservación de la maquinaria pesada y liviana, como un programa de mantenimiento preventivo que tiene como meta mejorar los costos de operación, garantizar los trabajos a tiempo como estaba establecido en cada inicio del proyecto, evitando demoras en reparaciones que se pueden evitar con buen programa de mantenimiento preventivo. Se debe conocer también las características de cada máquina para tener un mejor conocimiento de sus funciones y operación.

Este trabajo pretende dar conceptos, procedimientos, características sobre grúas y picops como parte del aporte de la ingeniería mecánica, administrando su buen funcionamiento, rendimiento, alargamiento o preservación de su vida útil.

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. Conceptos generales

Es importante definir, comprender e interpretar todos los conceptos relacionados con la conservación de maquinaria pesada y liviana, por lo que se definirán en el presente trabajo.

1.2. Mantenimiento

Conjunto de operaciones para que un equipo reúna las condiciones con el fin de cumplir el propósito para el que fue construido.

1.3. Clasificación de mantenimiento

En las operaciones de mantenimiento se diferencian:

Figura 1. **Clasificación de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

1.3.1. Mantenimiento de conservación

En el cuadro derecho se presentan los estilos correspondientes y basta con seleccionar el párrafo en donde se va a aplicar estilo y hacerle clic al estilo correspondiente.

1.3.2. Mantenimiento correctivo

Es el que busca corregir los defectos o averías observados.

1.3.3. Mantenimiento correctivo inmediato

Se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

1.3.4. Mantenimiento correctivo diferido

Al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate para, posteriormente, afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

1.3.5. Mantenimiento correctivo preventivo

Busca dar mantenimiento con miras a predecir posibles fallas.

1.3.6. Mantenimiento programado

Se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje.

1.3.7. Mantenimiento predictivo

Realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución y, por tanto, el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

1.3.8. Mantenimiento de oportunidad

Aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

1.3.9. Mantenimiento de actualización

El propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta, pero que en la actualidad sí tienen que serlo.

1.4. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.

- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

1.5. Ficha técnica

Es un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada. Los contenidos varían dependiendo del producto, servicio o entidad descrita, pero en general suele contener datos como el nombre, características físicas, el modo de uso o elaboración, propiedades distintivas y especificaciones técnicas.

La correcta redacción de la ficha técnica es importante para garantizar la satisfacción del consumidor, especialmente en los casos donde la incorrecta utilización de un producto puede resultar en daños personales o materiales o responsabilidades civiles o penales.

- Técnica

Es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado, en el campo de la tecnología. Conjunto de procedimientos que se usan para una actividad determinada, en general cuando se adquieren por medio de su práctica y habilidad.

1.6. Rutinas de mantenimiento

Inspección y estudio visual de: cables, cableado del cargador, circuitos magnéticos, transformadores/ inductores de potencia, filtros, ventiladores, transformadores de corriente, sensores de temperatura, tarjetas de control, fusibles y conectores, disparadores del inversor, regulador, cargador, frenos. Chequeos electro-estáticos: fusibles, diodos y transistores, cargador de baterías,

capacitores, inductancias y resistores. Aseo de las zonas aspirables, conectores de las tarjetas.

Luego continúa el análisis de los puntos de prueba y ajustes de: fuente de poder, señales de disparo, señales de control del baipás, *ripples* de valores DC, operatividad de baterías y pruebas de transferencia, coordinación de protecciones y velocidad de operación, señal de salida del inversor, sincronización y ajuste de fase.

Finalmente siguen los transientes de carga, medidores, alarmas y lámparas locales y remotas, aceites, estado de empaques, sistema neumático y el sistema hidráulico.

1.7. Capacitación del personal

La necesidad de capacitación surge cuando hay diferencia entre lo que una persona debería saber para desempeñar una tarea, y lo que sabe realmente. Estas diferencias suelen ser descubiertas al hacer evaluaciones de desempeño, o descripciones de perfil de puesto.

Dados los cambios continuos en la actividad de las organizaciones, prácticamente ya no existen puestos de trabajo estáticos. Cada persona debe estar preparada para ocupar las funciones que requiera la empresa.

El cambio influye sobre lo que cada persona debe saber, y también sobre la forma de llevar a cabo las tareas. Una de las principales responsabilidades de la supervisión es adelantarse a los cambios previendo demandas futuras de capacitación, y hacerlo según las aptitudes y el potencial de cada persona.

1.8. Seguridad industrial

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria. Parte del supuesto de que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de una correcta gestión. Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental.

La seguridad industrial, por lo tanto, requiere de la protección de los trabajadores y su monitoreo médico, la implementación de controles técnicos y la formación vinculada al control de riesgos. En seguridad industrial se hace necesario especificar que se desarrolla de manera específica para prevenir las posibles situaciones y riesgos que se dan en diferentes ámbitos.

La seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir. Es importante establecer que adquiere especial relevancia la prevención de riesgos laborales.

Se trata de un servicio y una serie de actuaciones que intentan dotar a los trabajadores de los conocimientos y habilidades necesarios para acometer tareas que puedan no solo evitar que sufran determinados peligros, accidentes y enfermedades en su puesto de trabajo, sino también que estén capacitados para hacer frente a todos aquellos en el caso de que aparezcan.

Así, a los empleados, en materia de prevención, se les otorgan cursos y seminarios que giran en torno a cómo proteger y cuidar elementos en su trabajo. Un aspecto muy importante de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que le permite advertir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones. De todas formas, como ya se anotó, la seguridad

absoluta nunca puede garantizarse. La innovación tecnológica, el recambio de maquinarias, la capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial.

No puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores.

2. GENERALIDADES

2.1. Información general de la empresa

La empresa es de servicio, para la industria pequeña, mediana y grande que necesite el montaje de equipos y construcción de estructura, fabricación de tanques de diferentes volúmenes, en cualquier parte de la república.

2.2. Descripción y antecedentes de la empresa

La empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. se dedica al montaje de obra civil, mecánica. Es una empresa con 10 años en experiencia en montaje de equipo, diseño, mantenimiento, dedicada a todo tipo de estructura, haciendo trabajos a pequeña, mediana y gran escala; dando asesoría y realizando obras en empresas de diferente razón social.

Entre estas empresas hay algunas de aceite de extracción de palma, ingenios azucareros, industria jabonera, industria de cloro y otros. Hay varias industrias dentro y fuera de la ciudad capital y también centroamericanas, dando mantenimiento a diversos equipos industriales por lo que todas estas operaciones se deben hacer con el equipo adecuado y mantenerse en buenas condiciones, por tanto, tiene a su disposición diversa maquinaria como grúas de diferente tonelaje entre 10 hasta 30.

También cuenta con una flotilla de carros en su mayoría picops, para supervisión de las obras y también para trasladar materiales y personal de ejecución de las obras en mención. La empresa Ingeniería Centroamericana de

Proyectos, S.A. ha demostrado ser reconocida a nivel industrial por su buen servicio, en apoyo de los distintos proyectos de las empresas dando asesoría, y servicio a las empresas guatemaltecas y centroamericanas.

2.3. Política de la empresa

La política de la empresa, describe lo que impulsa a su personal.

2.3.1. Misión

Garantizar la plena satisfacción de los clientes y proveedores, con el apoyo y compromiso del propio equipo.

2.3.2. Visión

Ser una empresa multinacional, sólida, eficiente y cooperativa dentro de la industria de la construcción y el servicio.

2.3.3. Valores de la empresa

Humildad, comunicación, integridad, honestidad, lealtad, respeto, trabajo en equipo.

2.4. Localización de la empresa

El presente estudio se realizará en la empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., ubicada en tres sedes:

- Sede central: 5 calle "A" 31-08 zona 11 Residencial V, Guatemala.

- Sede Sur: Km 89 carretera al Pacífico camino a la estación del ferrocarril, 8-43 Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
- Sede Norte: Km 393 franja transversal del Norte, camino hacia cuevas de los Ángeles Nimlacobeja, a 50 metros entrada principal de Naturaceites, Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz.

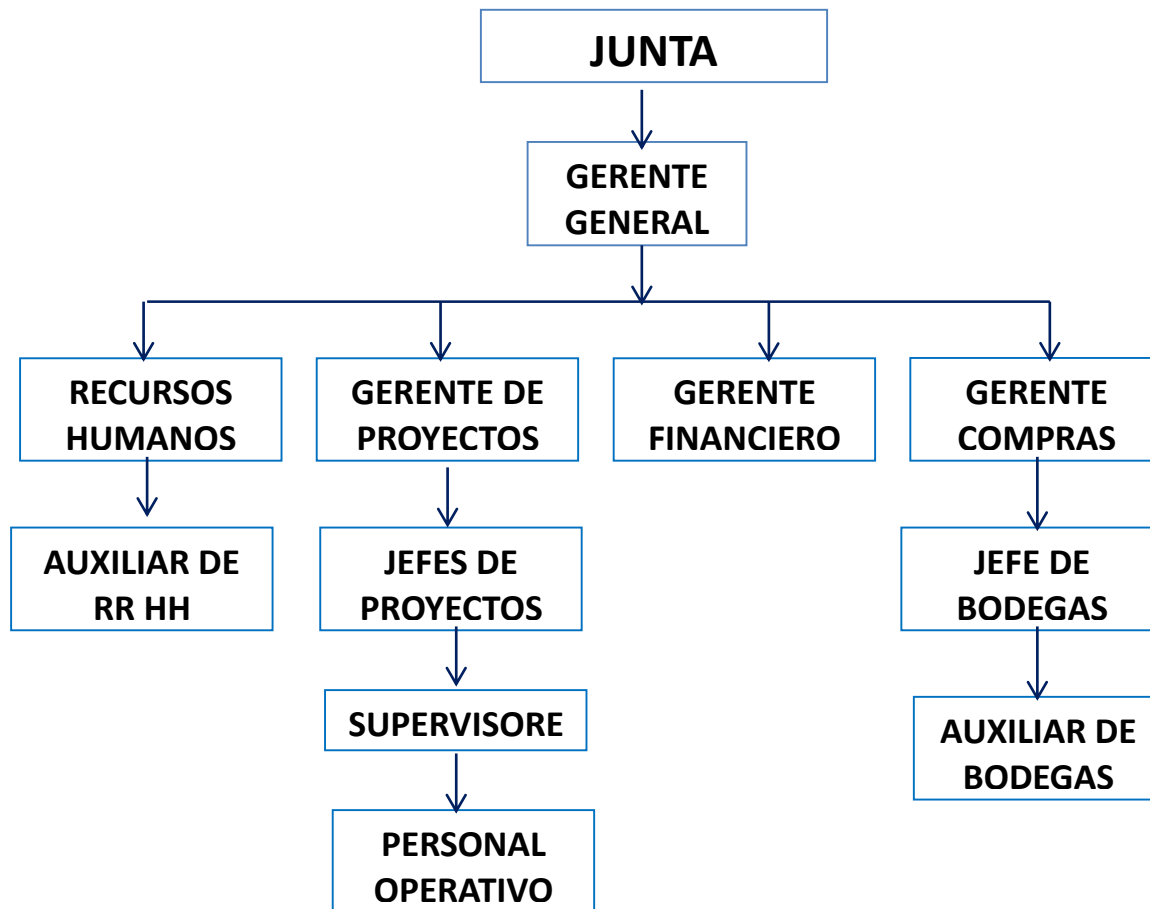
2.5. Estructura organizacional

La empresa cuenta con su organización, es una Sociedad Anónima, cuenta con una Junta Directiva, un Gerente General y los demás departamentos con un encargado.

2.6. Organigrama de la empresa

En la siguiente figura se muestra cómo se organiza la empresa y sus distintos puestos.

Figura 2 Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

2.7. Actividad principal

Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. es una empresa que tiene como actividades principales el montaje de plantas industriales, especializado en mantenimiento y reparación de calderas, fabricación de tanques, construcción de bodegas, instalaciones de equipos, insulación de tanques y tuberías, ampliación de plantas por crecimiento en su producción, fundiciones de pisos y columnas,

instalación de lagunas de tratamiento de agua, fabricación de equipos de diferentes industrias o instalaciones eléctricas.

2.7.1. Recursos

Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. cuenta con personal calificado, especializado en diferentes áreas: supervisión, soldadura eléctrica y autógena, electricidad, obra civil, planeación, logística, mantenimiento, recursos humanos. Cuenta también con equipo especializado para realizar cada tarea, ya que cada proyecto realizado tiene sus dificultades diferentes.

2.7.2. Productos

En lo metal-mecánico: soldadura autógena, soldadura eléctrica, soldadura tig, instalación de estructuras para tanques metálicos de diferentes capacidades, edificación de bodegas, reparaciones mecánicas, montajes industriales de plantas de producción, montajes de calderas de diferentes capacidades, alimentadas por biomasa, combustible y gas.

Para todo tipo de montaje utiliza, grúas de diferentes capacidades y tipo, retroexcavadoras, camiones y vehículos pequeños como picops, para el traslado de personal y materiales emergentes.

2.8. Descripción del problema

Actualmente no se cuenta con un programa de mantenimiento, solo se hacen reparaciones cuando falla el equipo, o cuando se revisa en el momento que va a servir y se ve que no está funcionando correctamente. Muchas veces eso ocasiona comprar en ese momento lo necesario para ponerla a trabajar, ya

sean aceites, piezas defectuosas, mangueras, filtros entre otros. Además, no se cuenta con taller seleccionado acorde con las necesidades y solo hay al servicio de la empresa un mecánico y su ayudante.

Cuando es un problema hidráulico y no se encuentra el problema rápidamente, se ve en la necesidad de contratar a un especialista en el tema. Este tiene que viajar a los proyectos que están retirados como los de Petén, Alta Verapaz, Izabal, Escuintla o la frontera con México, entre otros.

Lo anterior hace que se tarden en dar un diagnóstico y se pierda tiempo en ir y pedir que lleguen los repuestos. Además, existe un compromiso con el cliente en terminar determinada obra y no cumplir hace que aumenten los costos que inicialmente se había considerado.

2.9. Taller de mantenimiento

El taller de mantenimiento cuenta con herramientas básicas, como llaves, de cola, copas, *trickets*, polipastos, prensas, desarmadores, martillos, engrasadora, entre otros.

2.10. Estructura organizacional

El taller de mantenimiento solo cuenta con un jefe de taller y su ayudante.

2.11. Proceso de mantenimiento

El mantenimiento debe llevarse a cabo, de forma consecutiva, para llevar secuencias y una rutina, para un mejor control.

- Inspeccionar el equipo diariamente.
- Rectificar inmediatamente si se ve algún defecto.
- Evaluar los pernos y tornillos gastados porque pueden suponer un riesgo de rotura por debajo de la carga.
- Cesar las operaciones de inmediato si se descubren grietas en la grúa.
- Sustituir las mangueras dañadas inmediatamente.
- Comprobar si hay fugas. Las fugas de fluido hidráulico suponen un riesgo de accidentes y pueden provocar graves daños ambientales.
- Verificar todas las juntas atornilladas y apretar todos los pernos sueltos.
- Realizar el esquema completo de movimientos de la grúa para asegurarse de que todas las funciones están intactas.
- Lubricar y comprobar, si es necesario, el nivel de aceite del alojamiento del plato giratorio.
- Evitar el lavado a alta presión durante la limpieza. Limpiar primero solo con agua templada. Si se requiere, utilizar un detergente ecológico. Lubricar la grúa después de la limpieza.
- Comprobar regularmente el nivel de aceite. Debe estar 1 cm por debajo del tapón de llenado. La flecha indica la ubicación del tapón.

2.12. Diagnóstico de la maquinaria

El diagnóstico de la maquinaria se efectúa, antes de comenzar una tarea, por lo que no hay tiempo para reaccionar en algunos de los siguientes casos:

- Cuando falta el repuesto.
- Cuando se queda el vehículo en el camino.
- Cuando no está el especialista.

2.13. Sistema hidráulico y neumático

Los equipos y vehículos pesados están constituidos por un depósito, para almacenar el aceite de trabajo; una bomba, circula el líquido en los circuitos a presión. Una válvula elevadora, regula la presión del líquido en el sistema; otra válvula distribuye, el fluido de líquido hacia los diferentes órganos de trabajo.

Uno o más cilindros y motores son capaces de realizar su trabajo en virtud de una presión hidráulica; tuberías y conexiones, utilizadas para hacer circular el aceite desde el depósito hasta su retorno. Finalmente, hay un filtro, para eliminar del líquido las partículas pequeñas que se desprenden en el recorrido.

Los sistemas hidráulicos en los equipos y vehículos pesados generalmente están constituidos por un depósito, cuya función es la de almacenar el aceite de trabajo y circular por todo el sistema. El aire comprimido es una forma de energía y, por tanto, capaz de producir trabajo.

La circunstancia de poder ser almacenado dentro de tanques o depósitos bien cerrados, para su uso en el momento deseado, lo hace muy conveniente en ciertas aplicaciones. En los camiones grandes que hacen el transporte por carretera se utilizan los frenos neumáticos.

Para los vehículos grandes, el mando hidráulico o mecánico de los frenos requiere de gran fuerza de aplicación. El vacío, combinado con los frenos hidráulicos y el aire comprimido.

2.14. Aceites hidráulicos

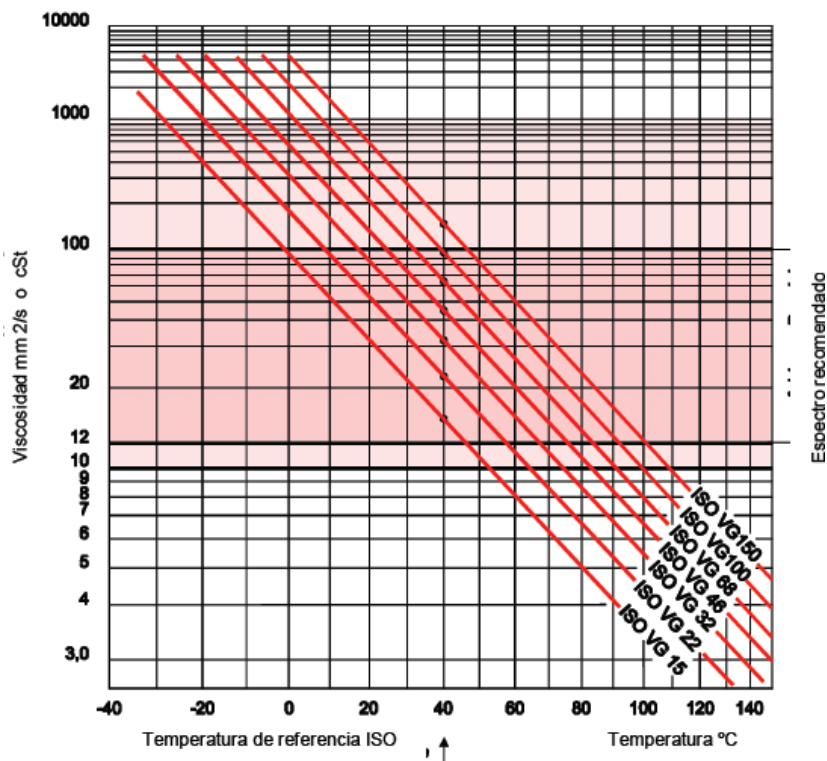
Al elegir el aceite hidráulico, ha de consultarse un taller de servicio. Únicamente deben emplearse aceites hidráulicos HLP / ISO con las siguientes características:

- Buen comportamiento de la viscosidad a cualquier temperatura
- Elevada resistencia térmica y mecánica
- Buenas características de envejecimiento
- Buena protección anticorrosiva
- Punto de congelación bajo
- Lubricación suficiente en condiciones extremas
- Alta capacidad de expulsión de aire

- Poco proclive a la formación de espuma
- Comportamiento neutro sobre juntas, tubos y latiguillos

Ya que la viscosidad del aceite varía mucho en función de las oscilaciones de temperatura, su elección no está exenta de cierta dificultad. Para la grúa se aplican los siguientes valores máximos:

Figura 3. **Viscosidad de aceites**



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. 6.1-6.

- Margen de temperaturas elevadas: 10 cSt, viscosidad cinemática (centistokes).
- Límite de arranque en frío: 1000 cSt, viscosidad cinemática (centistokes).

- Grado de pureza: 15/12 (según ISO 4406).
- Aceites a base de aceite mineral: aprox. -30 a +80 °C.
- Aceites biodegradables: esteres sintéticos: aprox. -30 a +80 °C.
- Ester nativo: aprox. -20 a +80 °C.
- Aceite a base de colza: aprox. -20 a +65 °C.

La temperatura ideal de trabajo del aceite hidráulico es la comprendida entre 30 °C y 60 °C. Si durante el trabajo con su grúa se superan a menudo estos valores, conviene consultar el taller de servicio para instalar un refrigerador de aceite o montar un depósito más grande. Los aceites biodegradables son menos contaminantes que los aceites hidráulicos convencionales. No tirar el purgado de estos aceites al ambiente.

Las grúas son de accionamiento hidráulico, lo que significa que todas sus funciones y movimientos se realizan mediante componentes hidráulicos, como cilindros y rotadores. El sistema hidráulico es un sistema abierto. Esto significa que el aceite se extrae del depósito mediante una bomba hidráulica y después se dirige a alta presión hacia el consumidor correspondiente, por ejemplo, un rotador. Después el aceite se devuelve al depósito.

Todas las funciones reguladas por válvulas hidráulicas son activadas por el usuario mediante palancas. Utilizando los controles, el usuario regula el alcance del flujo que llega a un determinado cilindro para conseguir el movimiento deseado. La presión hidráulica se suministra a través de la toma hidráulica o mediante una bomba independiente conectada a la toma de fuerza.

Al utilizar las funciones hidráulicas, debe hacerse con cuidado. No pasarla a toda velocidad de una posición a la siguiente. Esto puede dañar las juntas hidráulicas y otras piezas.

2.15. Grúas

En falla mecánica: se diagnostican los siguientes aspectos:

- Falta de mantenimiento:

Si bien este no es un tema generalizado se ha observado una falta importante de políticas de mantenimiento, ejecutándose solamente el mantenimiento correctivo.

- Ausencia de datos y conocimiento para el mantenimiento:

Se ha comprobado la falta de historiales de reparación, y muy especialmente la ausencia de manuales del fabricante que son los que proporcionan la información para un correcto mantenimiento.

- Utilización de talleres no calificados

Existe la necesidad de contar con talleres con conocimientos específicos para este tipo de reparación y con capacidad técnica suficiente, dado que una reparación de un equipo necesita contar con una serie de requisitos técnicos tales como, realización de ensayos no destructivos, cálculos estructurales, planes de soldaduras, conocimientos de materiales y otros.

- Utilización de máquinas de mucha antigüedad

A excepción de algunas empresas petroleras que prevén la no utilización de máquinas según su antigüedad, este mercado posee máquinas de mucha antigüedad que aumentan especialmente los riesgos de fallas mecánicas por sollicitación de fatigas.

2.16. Instrucciones de arranque / parada

Las instrucciones para arranque y parada de la grúa, es importante conocer la debida forma de efectuar estos pasos.

2.16.1. Arranque

- Conectar el sistema hidráulico. Con tiempo frío, esperar 5 a 10 minutos hasta que el aceite haya alcanzado la correcta temperatura de trabajo.
- Hacer funcionar todas las funciones de la grúa.

2.16.2. Parada

Parar la grúa de forma apropiada, bloqueando el brazo de la grúa con la ayuda de la grapa o bajando el brazo hasta el suelo. Desconectar el sistema hidráulico.

2.17. Movimientos

Cargar siempre con la extensión recogida. Nunca levantar la carga hasta el alcance máximo.

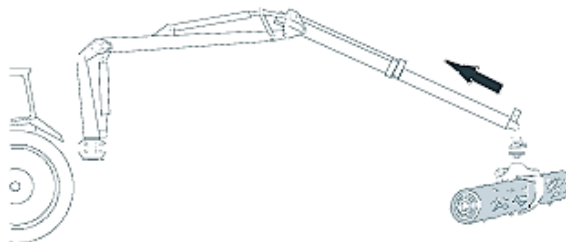
Figura 4. **Movimientos de extensión**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p.23.

Antes de levantar la carga, recoger siempre la extensión.

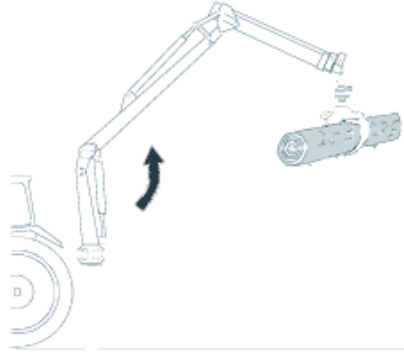
Figura 5. **Movimiento de levante**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p.23.

Con la extensión recogida, levantar la carga y moverla cerca del pilar de la grúa.

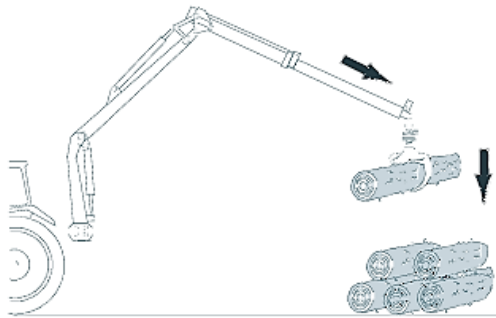
Figura 6. **Movimiento de acercamiento**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p.23.

Cuando se extienda, debe asegurarse que no haya obstáculos en medio. Llevar la carga hasta la ubicación requerida y después bajarla.

Figura 7. **Movimiento de descarga**

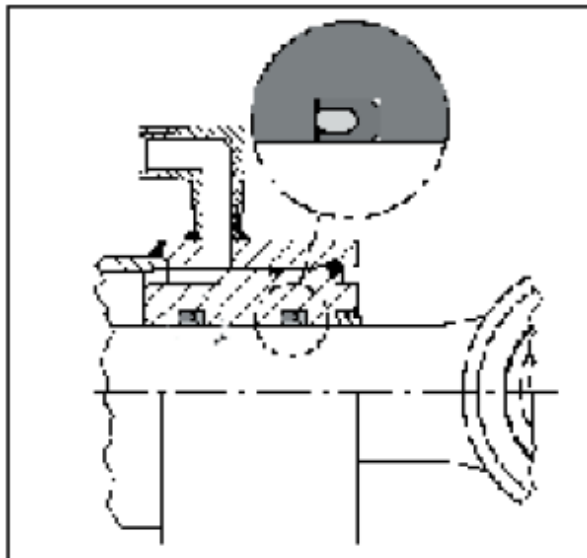


Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p.23.

Sustitución de juntas:

- Si se daña una junta de un cilindro, sustituir todas las juntas del cilindro.
- Tener cuidado al sustituir juntas para no dañarlas durante la instalación.
- Una vez retiradas las juntas antiguas, limpiar cuidadosamente el cilindro y la biela antes de instalar las juntas nuevas.
- Lubricar las juntas nuevas con fluido hidráulico.
- Dejar los trabajos de las funciones hidráulicas al personal de servicio específico.

Figura 8. **Juntas del cilindro**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p.11.

Tabla I. Pares de apriete

No.	ROSCA M	Clase de terreno SS-ISO 898/1		
		8,8	10,9	12,9
1	5	5,7	8,1	9,7
2	6	9,8	14	17
3	8	24	33	40
4	10	47	65	79
5	12	81	114	136
6	14	128	181	217
7	16	197	277	333
8	18	275	386	463
9	20	385	541	649
10	22	518	728	874
11	24	665	935	1120

Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p.16.

El par de apriete (Mv) en Nm para juntas atornilladas de acero engrasado sin tratar cuando se usa una llave de par o un destornillador / llave con control de par. Rango de par máx. $\pm 5\%$. Roscas métricas aprox. Todos los pernos deben apretarse después de diez horas de funcionamiento.

2.18. Almacenamiento de grúa

Durante, el almacenamiento de la grúa es importante considerar lo siguiente:

- Si no se va a utilizar la grúa durante un periodo de tiempo prolongado, es importante limpiarla minuciosamente.

- No se recomienda el lavado a alta presión. Después del lavado, todos los puntos lubricantes deben lubricarse inmediatamente. Al lubricar con grasa nueva, se elimina el agua de las superficies contrarrestando así la corrosión y el desgaste.
- Guardar la grúa bajo techo. Si no es posible, cubrirla con una lona.
- Antes de bajar la grúa sobre su superficie de almacenamiento, comprobar que no cederá durante el periodo de almacenamiento, por ejemplo por lluvias.
- Colocar la pluma y la grapa en la posición de transporte.
- Durante el almacenamiento, el ángulo de inclinación de la grúa no debe ser mayor que 25° para evitar que el aceite entre en el mecanismo de giro.

2.19. Picops

Las piezas de consumo comienzan a desgastarse y deteriorarse y los aceites pierden su eficacia con el tiempo. Se puede prevenir los problemas con tener un programa de mantenimiento periódico de un picop, al tener el motor periódico del filtro de aceite de petróleo y el motor de los cambios y la inspección de los frenos en los horarios establecidos. El mantenimiento periódico ayuda a garantizar la seguridad, la fiabilidad, la comodidad y el rendimiento óptimo.

Así se ahorra dinero en el largo plazo y se evitan problemas importantes y costosos. Se recomiendan piezas originales cuando se reemplaza cualquiera de las partes. Durante el mantenimiento o reparación.

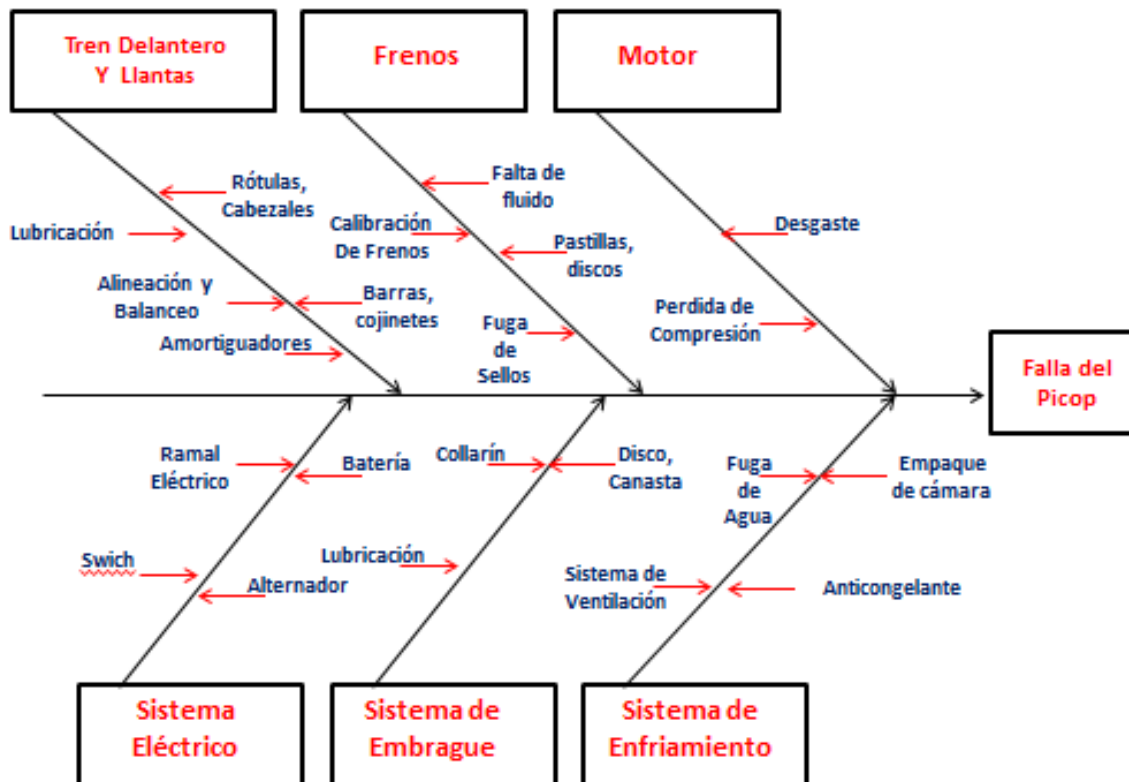
2.20. Análisis de fallas

De acuerdo con el análisis efectuado a la flota de vehículos livianos se pudo determinar las siguientes fallas:

- Tren delantero, cauchos, suspensión
- Frenos
- Motor
- Sistema de *clutch*, sistema de escape
- Sistema eléctrico
- Sistema de enfriamiento

Las posibles causas que originan estas fallas se recopilan en el diagrama de Ishikawa que se presenta a continuación:

Figura 9. Fallas, diagrama de Ishikawa



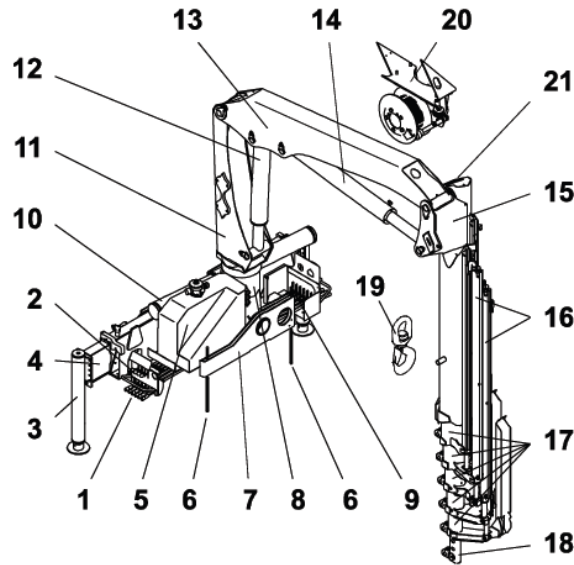
Fuente: elaboración propia.

2.21. Mecanismos

Mecanismo es el conjunto de sólidos resistentes que recibe una energía de entrada y, a través de un sistema de transmisión y transformación de movimientos, para realizar un trabajo.

El mecanismo transforma el movimiento de entrada (lineal, circular, oscilante) en un patrón deseable. Por lo general, desarrolla una trayectoria final de salida predecible, acorde con el problema que se desea solucionar.

Figura 10. Componentes de una grúa



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*.p.3.1-1.

Tabla II. Componentes de grúa

1. Palancas de mando	5. Depósito de aceite Hidráulico	12. Cilindro de elevación	17. Prolongas Hidráulicas
2. Palancas de mando	6. Abarcones	13. Brazo principal	18. Prolongas manuales
3. Cilindros de apoyo	7. Balancín	14. Cilindro de articulación	19. Gancho
4. Extensiones de gatos	8. Base	15. Brazo articulado	20. Cabrestante
	9. Distribuidor	16. Cilindros de prolonga	21. Gancho que se encuentra
	10. Cilindros de giro		
	11. Columna		

Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.3.1-1.

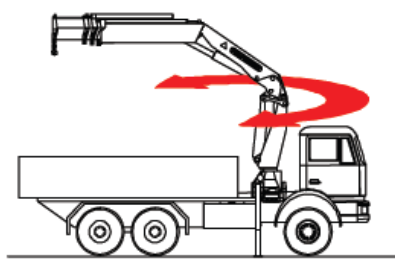
2.22. Movimiento

Es el fenómeno físico que se define como todo cambio de posición en el espacio que experimentan los cuerpos de un sistema con respecto a ellos

mismos o a otro cuerpo que se toma como referencia. Todo cuerpo en movimiento describe una trayectoria.

Figura 11. Movimientos de palancas de mando

Función: Giro



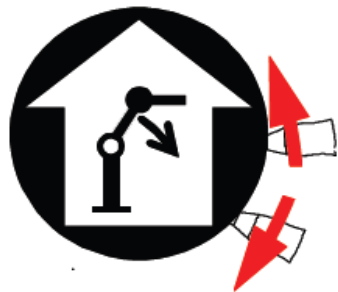
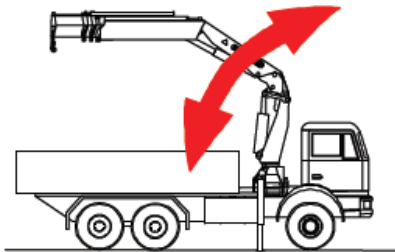
Derecha



Izquierda



Función: Brazo principal



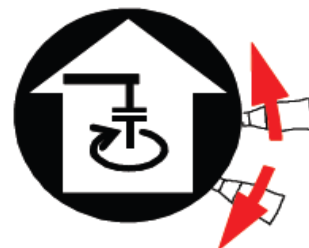
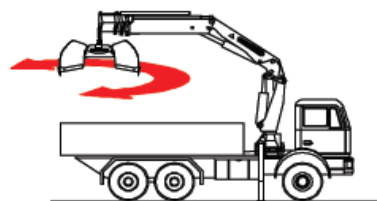
Bajar



Subir



Función: Rotátor



Derecha

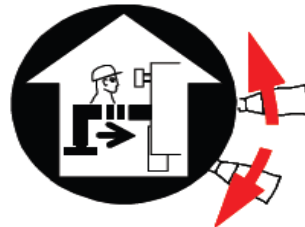
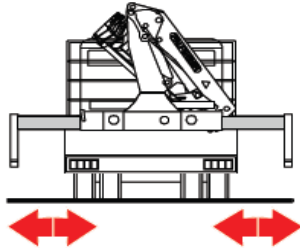


Izquierda



Continuación de la figura 11

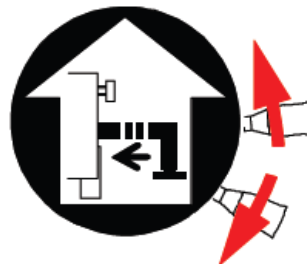
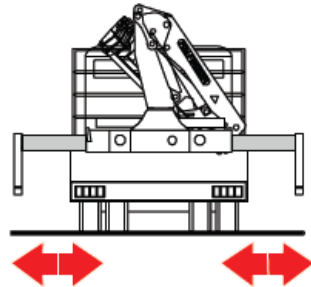
Función: Extensión lado de manejo



Recoger

Sacar

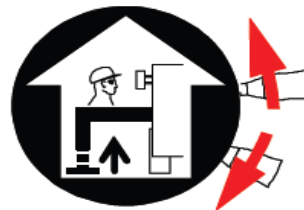
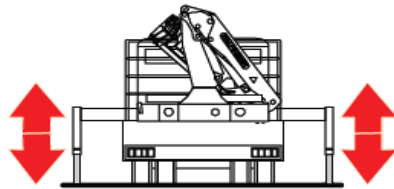
Función: Extensión lado contrario



Recoger

Sacar

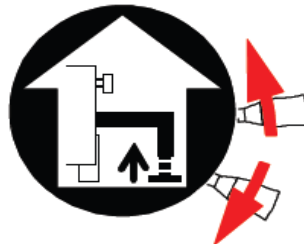
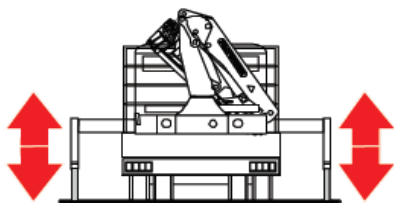
Función: Gato lado de manejo



Recoger

Sacar

Función: Gato lado contrario

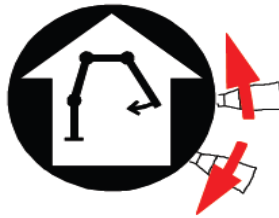
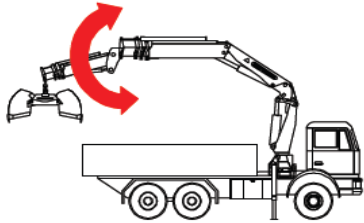


Recoger

Sacar

Continuación de la figura 11

Función: Jib-brazo articulado



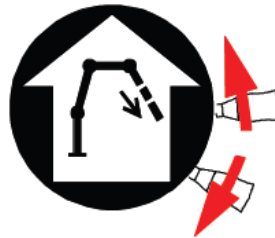
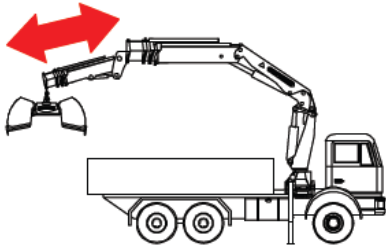
Bajar



Subir



Función: Jib-prolongas



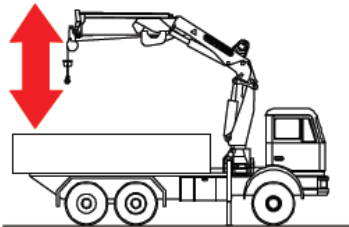
Sacar



Recoger



Función: Cabrestante



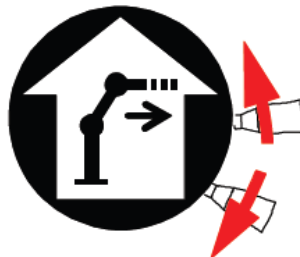
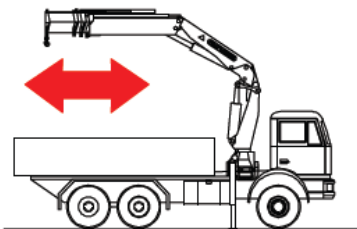
Subir



Bajar



Función: Prolongas



Sacar



Recoger

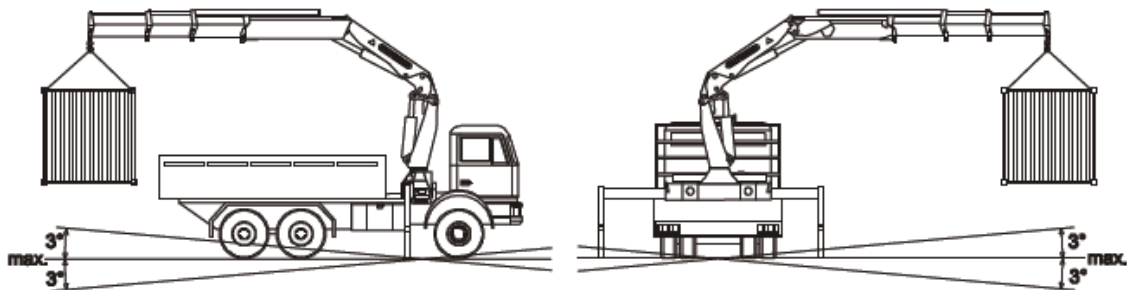


Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.3.1-2.

Trabajando en posiciones del brazo hasta 60°. Nivelar el vehículo de modo que la inclinación máxima sea 3° en cada dirección. Cuando el vehículo permanece con una inclinación máxima de 3°, el ángulo con el brazo de carga no debe superar 60°.

Debido a la reducida capacidad de guiado del perfil hexagonal del sistema de extensiones, esto puede ocasionar balanceos en el extremo y provocar la caída de la carga.

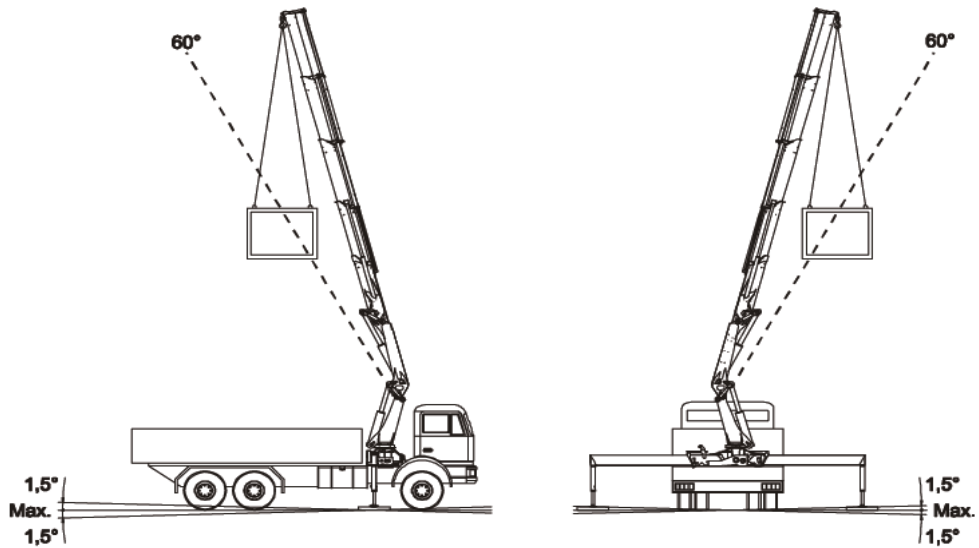
Figura12. **Movimientos en plano inclinado 3° máx. y hasta 60° del brazo**



Fuente : PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.3.2-1.

Cuando el vehículo está inclinado más de 1,5° durante trabajos de carga en posiciones cercanas a la vertical, esto puede causar que el brazo de carga se balancee al lado y la carga se caiga debido a la reducida función de deslizamiento del perfil hexagonal de las prolongas.

Figura 13. Movimientos en plano inclinado 1,5° máx. y hasta 90° brazo



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.3.2-2.

La superficie de apoyo puede ser calculada aproximadamente de la manera siguiente. Los valores para la fuerza de apoyo se encuentran en los datos técnicos de la grúa.

$$\text{Superficie A (cm}^2\text{)} = \frac{\text{Fuerza de apoyo F (N)}}{\text{Resistencia del suelo (N/cm}^2\text{)}}$$

Tabla III. **Presión sobre el suelo permitida, DIN 1054**

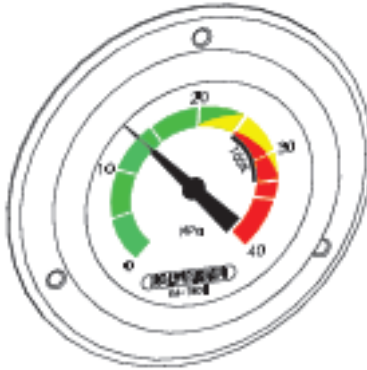
Suelo relleno, no compactado	0 – 10 N/cm ²
Asfalto	20 N/cm ²
Suelo natural, en principio no modificado:	
Barro, turba, ciénaga, lodo	0 N/cm ²
Suelos no cohesionados suficientemente compactos:	
Arena fina a semigruesa	15 N/cm ²
Arena gruesa	20 N/cm ²
Gravilla compactada	25 N/cm ²
Suelos cohesionados:	
Cenagoso	0 N/cm ²
Blando	4 N/cm ²
Consistente	10 N/cm ²
Semi compacto	20 N/cm ²
Compacto	30 N/cm ²
Roca:	
Roca Viva	100 N/cm ²

Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.3.2-2.

2.23. Indicador de momento de carga

El manómetro indica tres colores, el verde indica que está bajo el control la capacidad de carga, el amarillo indica advertencia a 90 % de su capacidad de carga y el rojo peligro porque sobrepasa su capacidad de carga; se debe disminuir inmediatamente el momento de carga.

Figura 14. **Indicador de momento de carga**



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.3-1.

Se puede disminuir el momento de carga mediante la maniobra de repliegue de los brazos propulsores.

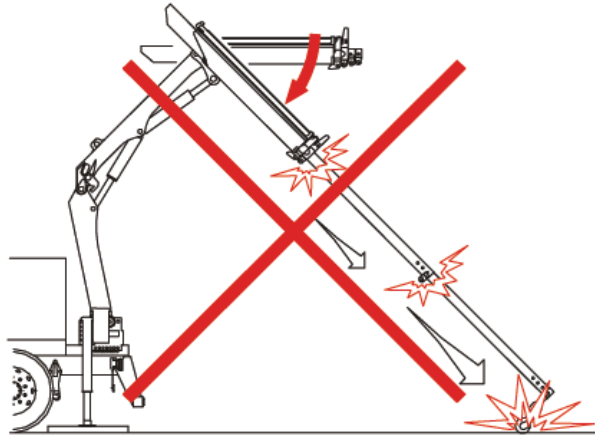
Figura 15. **Repliegue de brazo para disminuir momento de carga**



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.3-3.

No dejar que las prolongas mecánicas caigan en posición vertical desde el brazo.

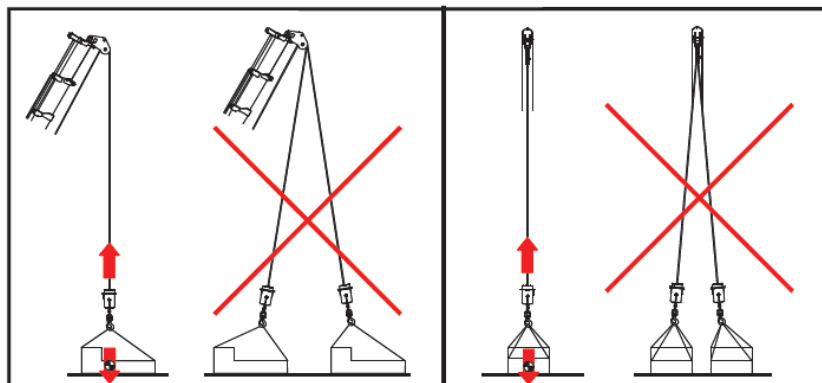
Figura 16. Levantado de cargas, por el centro de gravedad



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.4-8.

Levantar las cargas únicamente por encima del centro de gravedad (en vertical).

Figura 17. Levantado de cargas comparativo



Fuente : PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.4-10.

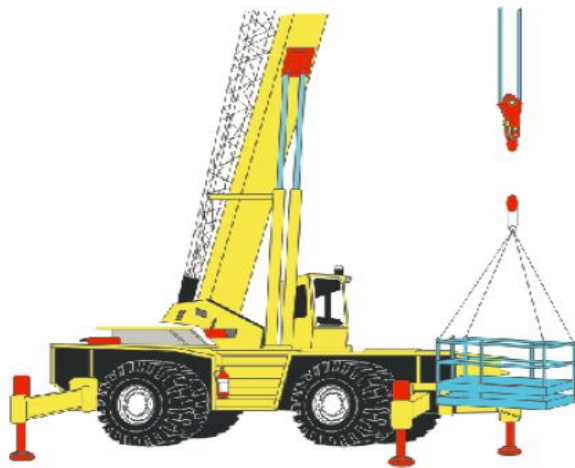
2.24. Tonelaje

- Los equipos de izaje relevan al hombre de los sobreesfuerzos en la manipulación de los objetos, esos equipos y las técnicas que los

acompañan permiten realizar todo tipo de manipulación en la que el hombre solo tiene que dirigir mandos mecánicos.

- Estos grandes avances además de útiles se han tornados peligrosos si no se operan en forma responsables y en condiciones técnicas seguras.

Figura 18. **Izaje de carga**



Fuente: SST. Asesores. Izaje seguro de cargas. p.3.

Las estadísticas establecen que:

- El 86 % de los accidentes en el izaje de carga se deben a factores humanos.
- El 6 % a fallas mecánicas.
- El 8 % restante, a cuestiones ambientales.

Tabla IV. Capacidades específicas de levantamiento, kg.

Radio en Metros	#0001							
	Largo en Metros de la Pluma Principal							
	9,8	12,2	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	31,0
2,2	40.000 (70,5)							
3	32.725 (65)	22.975 (71)	21.975 (75,5)					
3,5	29.750 (62)	22.975 (68,5)	21.975 (73,5)					
4	25.825 (58,5)	22.975 (65,5)	21.975 (71,5)	*21.025 (76)				
4,5	22.725 (54,5)	22.925 (63)	21.975 (69,5)	20.150 (73,5)				
5	20.200 (50,5)	20.425 (60)	20.600 (67,5)	18.925 (72)	*17.550 (76)			
6	16.400 (42)	16.625 (54)	16.800 (63)	16.250 (68,5)	14.275 (72)	13.450 (75)		
7	13.650 (30,5)	13.850 (47,5)	14.025 (58,5)	14.125 (65)	12.660 (69,5)	12.075 (72,5)	*9.975 (76)	
8		11.775 (40,5)	11.950 (53,5)	12.050 (61,5)	11.250 (66,5)	10.725 (70)	9.530 (73,5)	*8.390 (76)
9		10.125 (31,5)	10.325 (48,5)	10.400 (57,5)	10.025 (63)	9.585 (67,5)	8.470 (71)	7.980 (74)
10		8.825 (17,5)	9.010 (43)	9.105 (53,5)	9.045 (60)	8.625 (64,5)	7.625 (69)	7.350 (72)
12	Ver la Nota 16		7.025 (28,5)	7.115 (44,5)	7.185 (53,5)	7.160 (59)	6.245 (64)	6.100 (68)
14				5.690 (34)	5.760 (46)	5.800 (53,5)	5.220 (59)	5.140 (63,5)
16				4.610 (16)	4.680 (37)	4.725 (46,5)	4.430 (54)	4.365 (59)
18					3.840 (25)	3.885 (39,5)	3.790 (48)	3.735 (54,5)
20						3.210 (30)	3.250 (41,5)	3.220 (49,5)
22						2.650 (15,5)	2.675 (34)	2.695 (44)
24							2.195 (24)	2.220 (38)
26								1.825 (30,5)
28								1.490 (20)
Ángulo (grados) mínimo de la pluma para el largo indicado (sin carga)								0
Largo (metros) máximo de la pluma con ángulo de pluma de 0 grados (sin carga)								31,0

Pluma de 9,8 a 31 m. sobre anclajes completamente extendidos sobre la parte trasera.

Nota: () Los ángulos de la pluma son en grados.

Ángulo máximo de la pluma. # código de manejo LMI.

Fuente: IZATEC. *Manejo seguro de cargas*. P.20.

- Las capacidades que aparecen por encima de la línea gruesa están basadas en la fuerza estructural y la inclinación, no debe tomarse como limitación de

capacidad. Las capacidades no deben exceder el 85 % de las cargas basadas en la inclinación como lo determina la norma SAE J-765.

- Las capacidades para la pluma de 35 pies, deben ser levantadas con la pluma completamente retraída. Si la pluma no está completamente retraída, las capacidades no deben exceder las mostradas para la pluma de 40 pies de longitud.
- La pluma tiene que estar completamente extendida cuando se eleva una carga desde la extensión manual o desde la extensión de la pluma de 32 pies.
- El ángulo de la pluma es el ángulo que se crea entre la horizontal y el eje de la base de la pluma después de elevar la carga.
- Los valores colocados entre paréntesis son el ángulo de la pluma para configuraciones determinadas.

2.25. Preparación

- La máquina debe estar nivelada en una superficie de soporte sólida. Dependiendo de la naturaleza de la superficie de aporte, puede ser necesario colocar soportes estructurales debajo de los estabilizadores o los neumáticos para distribuir la carga a lo largo de la superficie de apoyo.
- Para levantamiento sobre estabilizadores, los mismos deben estar extendidos a su máxima posición y los neumáticos elevados, libres del peso de la grúa, antes de extender la pluma o levantar la carga.

- Si la máquina está equipada con gato frontal, este debe ser colocado de acuerdo a como está escrito en el procedimiento.
- Si la máquina está equipada con contrapeso extensible, debe estar completamente extendido antes de la operación
- Los neumáticos deben estar inflados a la presión recomendada antes de realizar levantamiento sobre estos.
- Con algunas combinaciones de pluma y bloques, las capacidades máximas de levantamiento no se pueden obtener con las longitudes de cable normales.

2.26. Operación

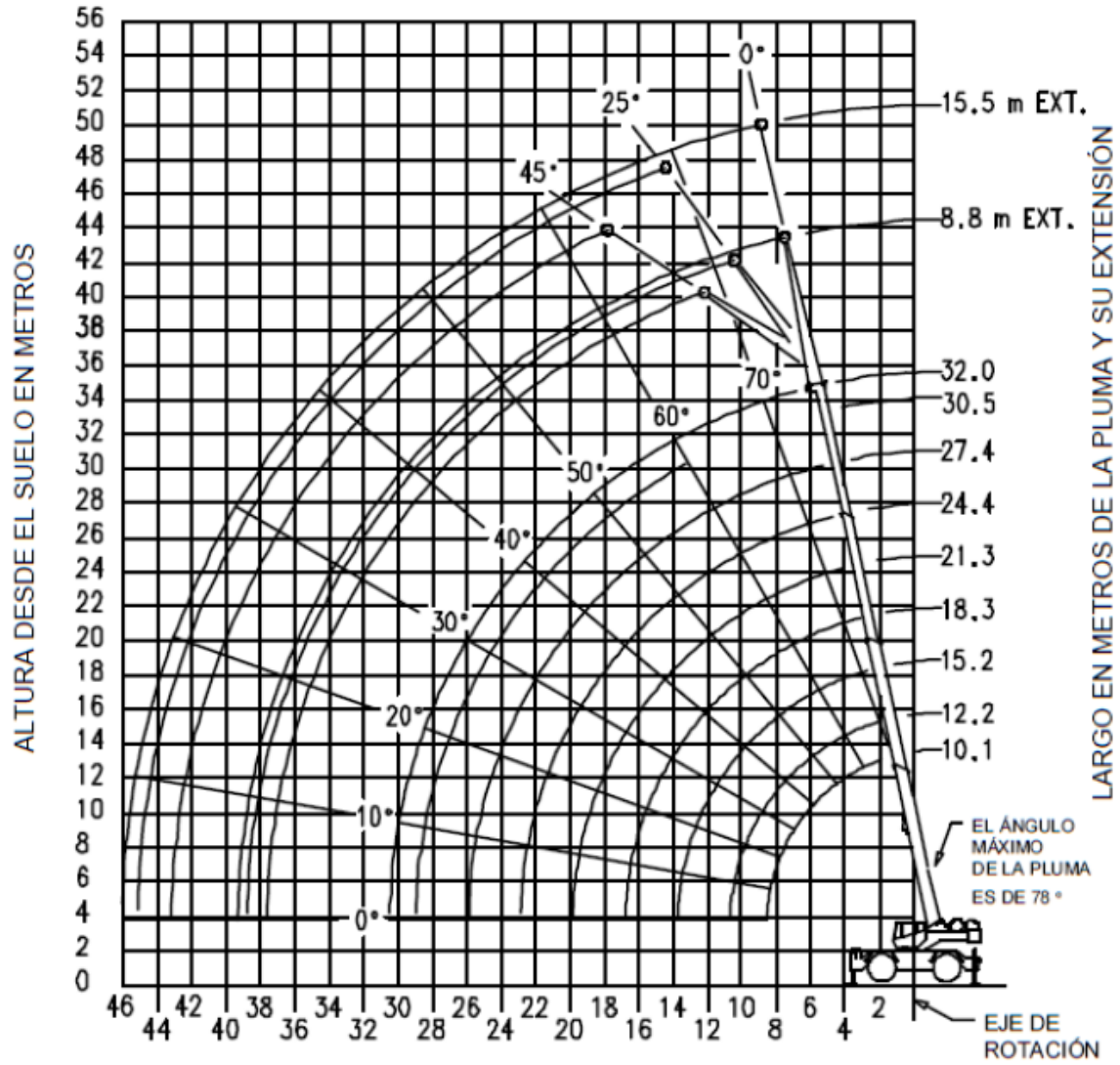
- Las cargas estimadas a determinados radios no se deben exceder. No desestabilice la máquina para determinar la carga permisible. Para operaciones de almeja o de balde de concreto, el peso del balde y la carga no debe exceder el 80 % de la capacidad de levantamiento.
- Las capacidades estimadas no deben exceder el 85 % de las cargas basadas en la estabilidad como lo determina la prueba de la norma SAE J-765.
- Las cargas estimadas incluyen el peso del bloque el gancho, el cable y los elementos auxiliares de levantamiento y sus pesos deben ser deducidos de las cargas listadas para obtener la carga neta que puede ser levantada.

- Las cargas estimadas están basadas en cargas suspendidas libremente. No se debe intentar mover cargas horizontalmente sobre el suelo en ninguna dirección.
- Las cargas estimadas no tienen en cuenta el viento en las cargas elevadas desde la pluma. Cuando la velocidad del viento está por encima de 20 m.p.h. (32 Km/h), las cargas y la longitud de pluma estimadas, deben ser apropiadamente reducidas.
- Las cargas estimadas son solamente para levantamiento con la grúa.
- No se debe operar en un radio o una longitud de pluma donde no se encuentren listadas las capacidades estimadas. En esas posiciones, la máquina se puede voltear sin tener ninguna carga en el gancho
- La carga máxima que puede ser extendida por los telescópicos no puede ser definida, debido a las variaciones en las cargas y el mantenimiento de la grúa, pero es seguro intentar la retracción y la extensión dentro de los límites de la tabla de capacidades.
- Cuando ni la longitud de la pluma o el radio están entre valores listados, el menor valor de carga estimada en la siguiente longitud de radio o pluma, debe ser usado.
- Para una operación segura, el usuario debe realizar los debidos permisos para las condiciones particulares de su trabajo, tales como: suelo in-consolidado o suave, desnivelado, vientos fuertes, cargas laterales, efectos de péndulo, parado repentino de la carga, condiciones peligrosas, experiencia del personal, levantamiento con dos grúas, viaje con cargas,

cables eléctricos. Tensiones laterales en la pluma o extensión, son sumamente peligrosas.

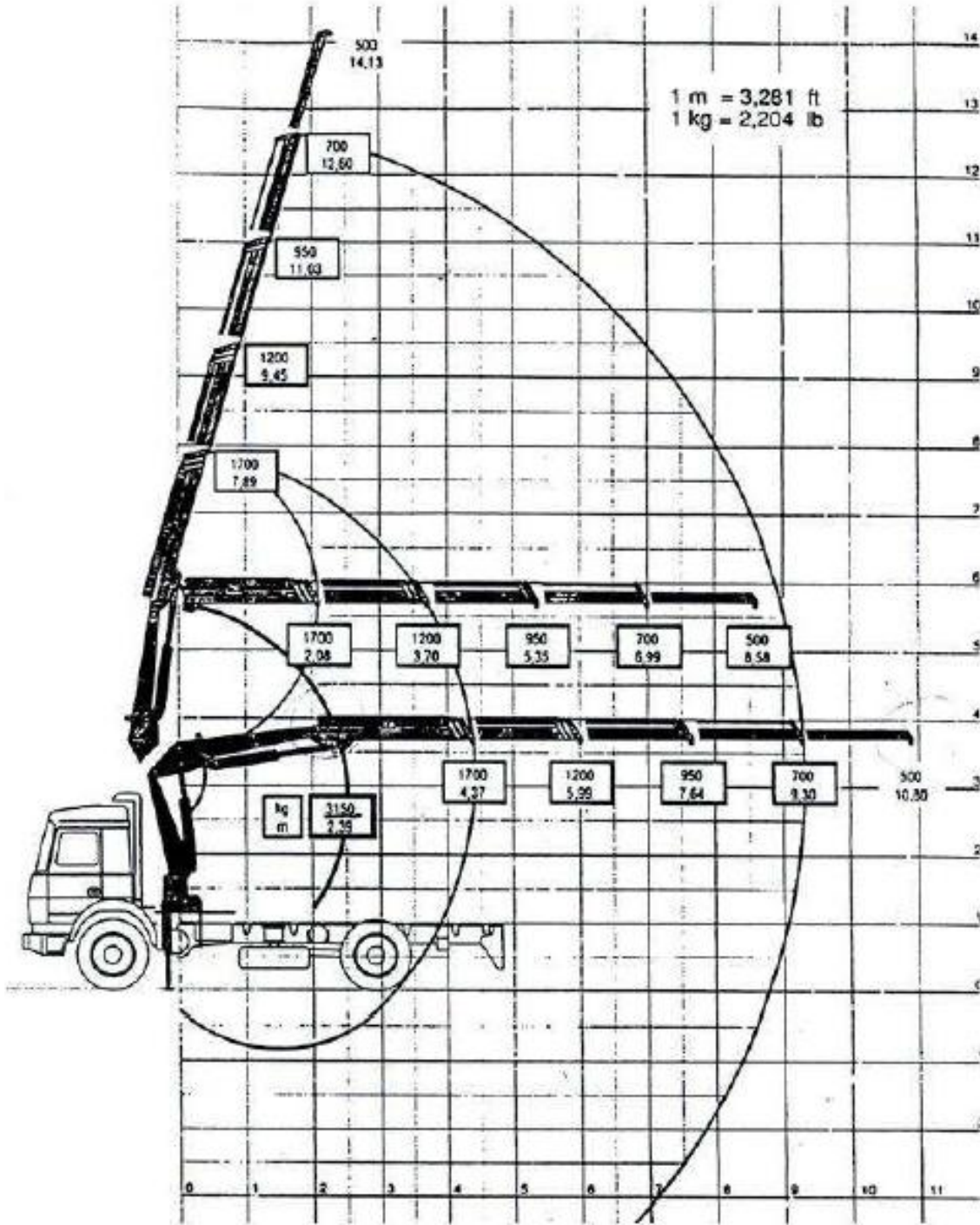
- Las secciones telescópicas de la pluma deben ser extendidas igualmente en todas las oportunidades.
- El levantamiento de personal desde la pluma no está permitido.
- Se deben mantener los dispositivos de levantamiento de carga a un mínimo de 12 pulgadas (30cm) por debajo de la cabeza de la pluma cuando se encuentre retrayendo o extendiendo la pluma.
- Los ángulos de carga dados, brindan una aproximación del radio de operación a una determinada longitud de pluma. El ángulo de la pluma puede ser mayor para tener en cuenta la deflexión.
- Las capacidades que aparecen por encima de la línea gruesa están basadas en la fuerza estructural, y la inclinación no debe tomarse como una limitación de capacidad.
- Las cargas para una longitud de pluma de 28 pies (8,6m) deben ser levantadas con la pluma completamente retraída. Si la pluma no está completamente retraída, las cargas no deben exceder las capacidades listadas para una longitud de pluma de 34 pies (10,4m).

Figura 19. Diagrama de alcance grúa telescópica



Fuente: IZATEC. *Manejo seguro de cargas*. p.27.

Figura 20. Diagrama de alcance grúa camión



Fuente: ETB. *Manual de camiones grúa con brazo articulado*.p.23.

3. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Las normas de seguridad son importantes para no correr riesgos innecesarios, prevenir y así no tener ningún percance que ponga en riesgo la salud física de ningún trabajador. También las normas de seguridad protegen a la grúa de no tener daños, que pueden evitarse.

3.1. Normas de seguridad aplicables a grúas

Normas internacionales vigentes de referencia:

- Código de Reglamentaciones Federales de OSHA 29 CFR 1910.180, grúas sobre orugas, en locomotoras y camiones.
- Código de Reglamentaciones Federales de OSHA 29 CFR 1926.251. equipo de sujeción y manejo de materiales.
- Código de Reglamentaciones Federales de OSHA 29 CFR 1926.550 grúas y pescantes.
- *The American Society of Mechanical Engineers ASME / ANSI* (desde la B30.1 hasta la B30.24 inclusive).
- Manual de seguridad, operación y mantenimiento de la grúa HEILA Serie HL-L Modelo 7500 3S. Montada sobre camión marca Chevrolet Kodiak de 7,5 ton.

- Carta de capacidades de la grúa HEILA (en el manual del operador y en la parte exterior visible del brazo articulado).
- Manual de uso y mantenimiento de la grúa PM Serie 3 Modelo 3022 montada sobre camión marca Chevrolet Cheyene de 3,5 ton.
- Carta de capacidades de la grúa PM (en el manual del operador y en el brazo articulado frente a los mandos de operación).
- Es conveniente, tener como mínimo un radio de 20 metros libres de personas, en el movimiento de la grúa.
- Esta grúa solo puede utilizarse y manejarse desde el asiento del conductor.
- Antes de conectar la grúa al sistema hidráulico, deberá haber leído el manual de instrucciones completo.
- Familiarizarse con la grúa y sus funciones.
- Asegurarse de que no haya nadie dentro de la zona de riesgo de la grúa mientras el trabajo esté en curso. El usuario debe tener un control visual total del área de trabajo.
- No introducir la mano ni ninguna otra parte del cuerpo dentro de la máquina, el sistema de cableado o debajo de la carga mientras el trabajo esté en curso.
- No arriesgarse a quedar atrapado entre las piezas de la grúa.

- No olvidar levantar las patas de soporte antes de mover el equipo.
- Utilizar siempre el freno de estacionamiento durante la carga.
- Nunca sobrecargar el remolque o el gancho.
- Nunca dejar la pluma en posición levantada a menos que tenga pleno control de la grúa.
- Nunca utilizar la grúa para empujar/tirar o golpear algo.
- Tener especial cuidado al cargar y descargar materiales pesados.
- Nunca utilizar la grúa durante el transporte.
- Cuando pare el trabajo, bajar la grúa y la grapa sobre una superficie firme, desconectar el motor.
- Acoplar el freno de estacionamiento y retirar la llave de encendido para impedir el uso no autorizado.
- La grúa no debe utilizarse para elevar personas.
- Tener mucho cuidado al cargar y descargar en las inmediaciones de líneas eléctricas.
- Mantener la distancia de seguridad con los cables con tensión.

- No dejar la grúa a una persona externa sin haberse asegurado previamente que dicha persona está familiarizada con su manejo y las normas de seguridad.
- Nunca permanecer, ni pasar por debajo de cargas suspendidas.
- Utilizar solo grapas correctamente dimensionadas para la tarea en cuestión.
- Sujetar la palanca hasta que la carga esté en el suelo. No interrumpir el movimiento de descenso, ya que el riesgo de vuelco aumentará si la carga se detiene bruscamente.
- Nunca utilizar la pluma exterior para bajar la carga cuando haya riesgo de vuelco, ya que esto podría terminar con la carga en la cabina.
- La grúa incluye una serie de etiquetas de seguridad e información. Comprobar que todas las etiquetas están en su correcta posición.
- Si se involucran señalizador, la carga no debe moverse a menos que puedan ver la carga y esté en contacto con el operador de la grúa.
- El operador de la grúa pueda ver la carga en todo momento para izajes que no incluyan un señalizador.
- Las verificaciones se realicen mientras se inicia el izaje para que la carga esté nivelada, asegurada y que no balancee.
- Las cargas no se dejen suspendidas desde la grúa.

- La grúa se deje en una configuración / ubicación acordada.
- Los ganchos estén elevados, pero no a través de los interruptores de límites.
- Los controles estén apagados.
- El interruptor de energía principal esté apagado.
- Las llaves sean quitadas y aseguradas (según aplique).

3.1.1. Presentación de etiquetas de precaución

Se colocan etiquetas para que sea más fácil captar la información.

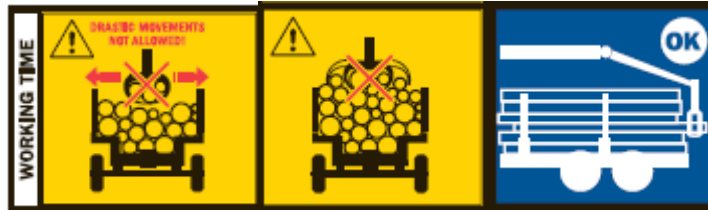
Figura 21. **Advertencia de carga suspendida**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

Esta etiqueta avisa del peligro de permanecer debajo o en las inmediaciones de la grúa cuando está en funcionamiento, con o sin carga. No atender esta advertencia puede suponer un peligro mortal inmediato.

Figura 22. **Manejo y posicionamiento de la grúa**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

Esta etiqueta muestra cómo debe manejarse y colocarse la grúa durante el transporte y el funcionamiento.

Figura 23. **Aviso de contacto con cable eléctrico**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

Al trabajar en las inmediaciones de cables eléctricos, tenga especial cuidado y asegúrese de que la grúa no entre en contacto con estos cables.

Figura 24. **Fluido hidráulico a presión**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

El fluido hidráulico caliente se encuentra a niveles de presión muy elevados en el sistema hidráulico. Tenga cuidado al conectar y sustituir manguitos de mala calidad.

Figura 25. **Riesgo de lesiones por aplastamiento**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p. 6.

Existe un riesgo de lesiones por aplastamiento durante los trabajos y las operaciones de mantenimiento

Figura 26. **Distancia de seguridad 20 metros**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p. 6.

Esta etiqueta muestra la importancia de tener mucho cuidado al trabajar dentro de la zona de seguridad de la grúa. Esté siempre alerta y vigile la zona de seguridad de la grúa. No atender esta advertencia puede suponer un peligro mortal inmediato.

Figura 27. **Lubricación**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p. 6.

Esta etiqueta se usa para mostrar la importancia de la lubricación regular de la grúa.

Figura 28. **Triángulo de advertencia y manual de instrucciones**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

La grúa incluye un triángulo de advertencia junto con la etiqueta del manual de instrucciones para insistir en que el usuario lea atentamente el manual de instrucciones completo antes de empezar a utilizar la grúa.

Figura 29. **Etiqueta para el uso de equipo de seguridad**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 6.

Estas etiquetas indican al usuario que emplee un equipo de seguridad apropiado para evitar lesiones al usar la grúa.

Figura 30. **Conexión hidráulica**



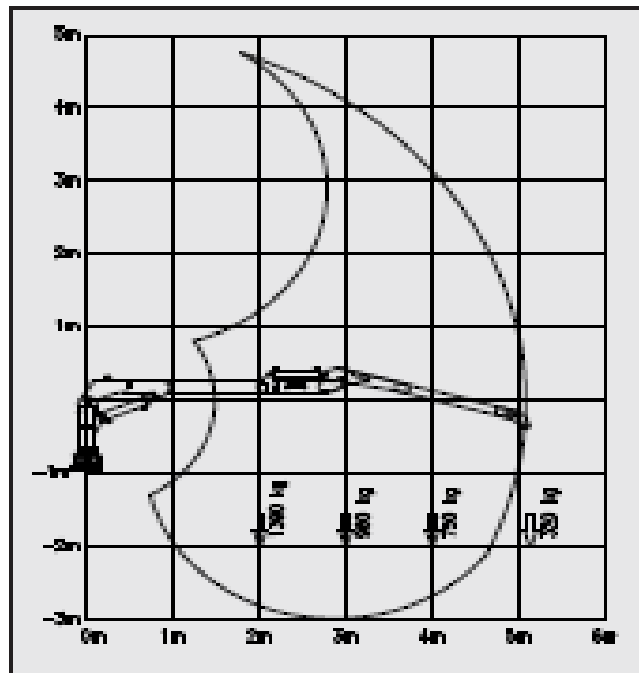
Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p. 7.

Marca la ubicación de una conexión hidráulica. Tenga cuidado durante los trabajos de reparación, porque el fluido hidráulico caliente puede penetrar en la piel con facilidad.

3.1.2. **Llenado de aceite de la grúa**

La grúa se entrega de fábrica sin aceite. El distribuidor deberá haber llenado el depósito de aceite antes de entregar la grúa al cliente.

Figura 31. **Esquema de movimientos**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas.* p. 7.

Cada grúa se entrega con el esquema de movimientos de la grúa. Se debe asegurar que la grúa tiene su placa y compruebe los datos que en ella se incluyen.

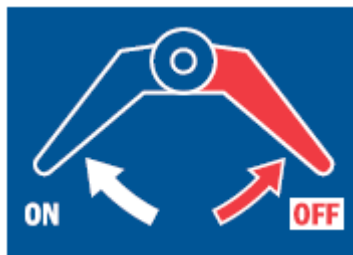
Figura 32. **Aviso de componente de máquina, puesto en marcha**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 7.

Si la grúa está equipada con un cabrestante y un radiocontrol de las funciones de la grúa, pueden ponerse en marcha sin que nadie esté en contacto con la grúa. Asegúrese de que el área alrededor de la grúa y el cabrestante está libre antes de poner en marcha esta función, y de que no hay nadie dentro de la zona de riesgo.

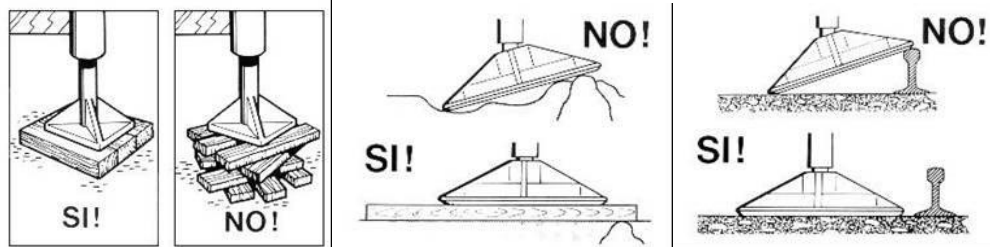
Figura 33. **Conmutador manual del cabrestante**



Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p. 7.

Si la grúa está equipada con un cabrestante, puede haber un conmutador manual para activar la función de cabrestante. Gire la palanca como se indica en la placa para acoplar o desacoplar el cabrestante.

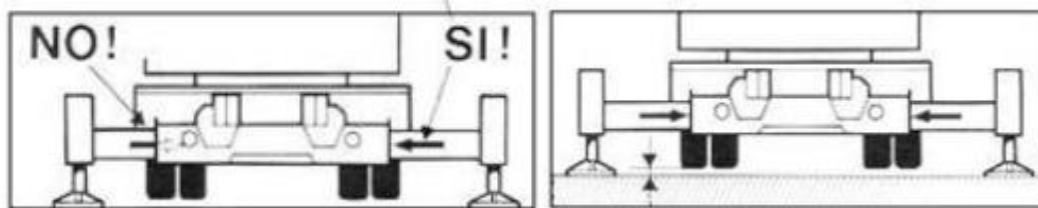
Figura 34. **Apoyos de la máquina**



Fuente: SST. Asesores. *Izaje seguro de cargas*. p.43.

Deben ser colocados evitando las irregularidades del terreno y si es necesario debe nivelarse adecuadamente el área. Para conseguir una óptima nivelación del equipo, se usan polines de madera de al menos 8 cm de espesor y 1 m de longitud..

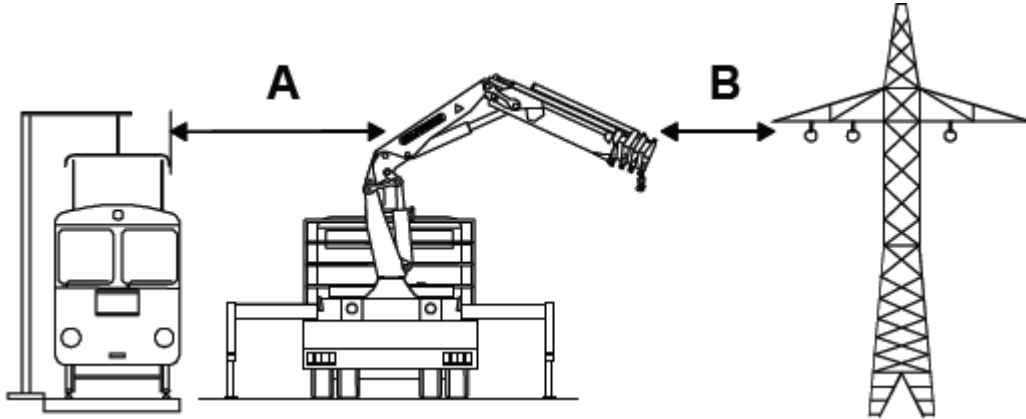
Figura 35. **Estabilizadores**



Fuente: SST. Asesores. *Izaje seguro de cargas*. p.44.

Deben extenderse a su máxima longitud en ambos lados y los gatos con la elevación necesaria para que los neumáticos de la grúa queden totalmente separados del suelo.

Figura 36. Distancias mínimas de seguridad a líneas de alta tensión



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.1.3-4.

Tabla V. Corriente directa y alterna

A	B
Corriente directa (DC)	hasta...1000V 1,0m
Hasta....1500V....1,0 m	1000V-10000V 3,0m
más de 1500V... 1,5 m	110000V-220000V 4,0m
Corriente alterna (AC)	220000V-380000V 5,0m
Hasta....1000V....1,0 m	
más de 1000V.... 1,5 m	

Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*.p.1,3, 4.

3.1.3. Diagnóstico de cables

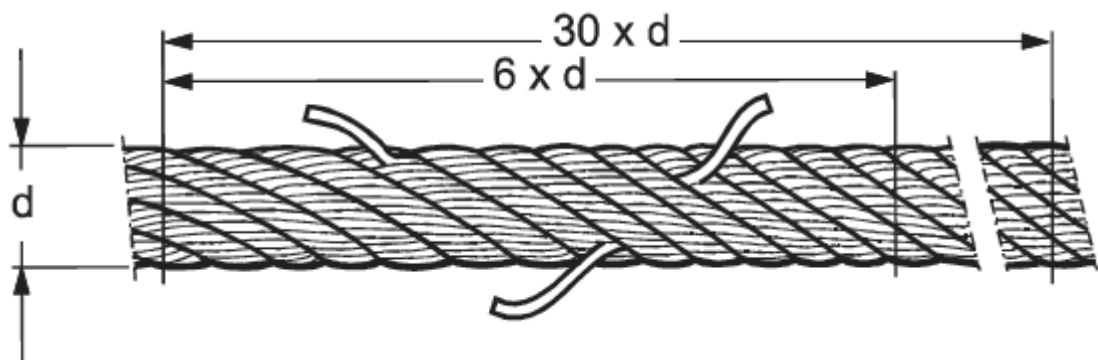
El cable debe estar libre de roturas, aplastamientos, dobleces. Si supera los daños visibles por longitud de la siguiente tabla debe remplazarse.

Tabla VI. Roturas de cable

Diámetro de cable	Número visible de roturas
6 x d	5
30 x d	10

Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.4-11.

Figura 37. Roturas de cable



Fuente: PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.4.4-11.

3.2. Normas de seguridad de rotura de mangueras

- En el caso de una pérdida de presión en el fluido hidráulico o de una rotura en las mangueras o tubos hidráulicos entre los controles y la grúa, desconectar el motor del tractor y bajar la carga al suelo inmediatamente. Desconectar el flujo hidráulico. Reparar la rotura. Limpiar bien todo el aceite que haya caído al suelo.

- Si la rotura está en la manguera de presión principal a los controles, interrumpir el flujo de aceite desconectando el control de la palanca de la salida hidráulica del tractor o desconectando el motor del tractor con el botón de parada. De nuevo, limpiar bien todo el aceite que haya caído al suelo.

3.3. Normas de seguridad posición de transporte

- Cuando no esté cargado, colocar el sistema del brazo de la grúa lo más abajo posible.
- Asegurarse de que la grapa y el rotador están fijados de forma segura para que la grúa no pueda balancearse lateralmente durante el transporte.
- No empezar a conducir sin haber colocado la grúa lo más abajo posible en su posición de transporte.
- Asegurarse que ninguno de los equipos adicionales conectados a la grúa puede causar accidentes durante el transporte.

3.4. Normas de seguridad sistema hidráulico

- No poner en marcha el tractor sin haber desconectado la presión hidráulica de la grúa.
- Sujetar la grúa durante el trabajo de mantenimiento para asegurarse de que no haya piezas que cuelguen del cilindro hidráulico.
- Determinar el fallo antes de comenzar el trabajo de reparación para no abrir el sistema hidráulico innecesariamente.

- Dejar los trabajos de las funciones hidráulicas de la máquina al personal de servicio con la debida formación.
- Las mangueras y tubos hidráulicos de la grúa deben mantenerse siempre en buenas condiciones.
- Sustituir los componentes relevantes en caso de que presenten defectos. Las mangueras defectuosas, por ejemplo, pueden provocar chorros de aceite a alta presión que pueden penetrar en la piel y provocar una infección grave. Si esto ocurre, acuda inmediatamente a un médico.
- Utilizar preferiblemente piezas originales, para garantizar su funcionamiento con el menor número de problemas posible.
- Evitar que el aceite y la grasa entren en contacto con la piel durante las operaciones de servicio.
- Llevar indumentaria de protección adecuada.
- Nunca se limpie las manos con grasa o aceite lubricante. Puede dañarse la piel. Si el aceite o la grasa producen cambios en su piel, acuda inmediatamente al médico.
- La ley exige que todos los residuos de aceite se eliminen en un lugar adecuado durante las operaciones de servicio y mantenimiento.

3.5. Normas de seguridad servicio de mantenimiento

- Utilizar de preferencia piezas originales durante los trabajos de reparación y mantenimiento.
- Utilizar siempre herramientas adaptadas a cada objetivo.
- Llevar siempre indumentaria de protección y gafas de seguridad.
- Desconectar siempre el motor y quitar la llave del encendido.
- Si es necesario que el motor del tractor esté funcionando durante la operación de servicio, tener cuidado de que las partes de su cuerpo estén alejadas de las piezas móviles de la máquina.
- Durante los trabajos de servicio, la grúa debe bajarse hasta el suelo de forma que no haya piezas que cuelguen del cilindro hidráulico.
- Tener mucho cuidado con el aceite a presión. El aceite a alta presión puede penetrar en la piel con facilidad. En caso de accidente, acudir inmediatamente al médico.
- El aceite caliente puede causar quemaduras. La inhalación de vapor de aceite caliente puede provocar dificultades respiratorias.
- El aceite que salpique en la piel en caso de que reviente una manguera no es peligroso, pero debe evitar el contacto con ojos y nariz. En caso de exposición de las vías respiratorias o los ojos al aceite, acudir inmediatamente al médico.

- Guarde los líquidos explosivos e inflamables a una distancia segura de fuentes de chispas o llamas.

3.6. Normas de seguridad cilindros giratorios

- La grúa debe siempre lubricarse conforme al calendario de lubricación de la sección de mantenimiento.
- Los pernos siempre deben comprobarse y, si es necesario, apretarse. Consulte los pares de apriete.
- La grúa debe inspeccionarse siempre para ver si tiene grietas o daños en el pilar, el brazo y los cilindros.
- Antes de conectar el sistema hidráulico, comprobar que las palancas de control están en la posición neutra.
- Comprobar que las mangueras de presión/retorno están correctamente conectados.
- Purgar el sistema haciendo funcionar cada función un par de veces. Todas las grúas deben llevarse hasta sus posiciones límite unas cuantas veces para eliminar el aire del sistema.
- Llenar con aceite hidráulico hasta el nivel correcto.

3.7. Normas de seguridad de movimientos de palanca

- Practicar los movimientos del panel de palancas de control. Hacer funcionar cada función sin carga.
- Las válvulas están proporcionalmente controladas, lo que significa que la velocidad del movimiento de la función es directamente proporcional al movimiento de la palanca. Las excepciones son el funcionamiento de la grapa y las patas de soporte en la palanca (*joystick*) de control, que tienen pulsadores eléctricos de encendido/apagado.
- Practicar manejando varias funciones al mismo tiempo. Observe que los movimientos son más lentos cuando se manejan varias funciones simultáneamente.
- Evitar movimientos bruscos moviendo las palancas con suavidad y uniformidad.
- Adaptar el flujo de aceite reduciendo las revoluciones. Esta acción le ayuda a evitar movimientos excesivamente violentos y evita tensiones innecesarias, ofreciendo así al usuario un mayor control sobre el trabajo.
- Cuando se domine la grúa y sus funciones, se puede aumentar la velocidad de trabajo. Los movimientos rápidos y las cargas excesivas aumentan los daños en la máquina.

3.8. Normas de seguridad de equipos y accesorios

- La longitud de los eslabones debe ser uniforme.

- No debe haber eslabones con ningún tipo de pliegues.
- Puntos de oxidación avanzada.
- Alargamiento de más del 5 % de la longitud original de un solo eslabón.
- Desgaste de más de la cuarta parte del grosor del eslabón en los enlaces.
- Grietas o soldaduras no certificadas.
- Por presencia de quemaduras.
- Por cortes o deterioro en alguno de los ojetes.
- Costuras rotas o desgastadas.
- Si en alguna de las cortadas o rasgadas de la eslinga se ve físicamente el hilo de color rojo.
- Deformaciones permanentes (aplastamiento, doblados y alargamientos).
- Puntos de oxidación avanzada.
- Rotura de: un torón o 3 o más alambres por torón.
- Evidencias de quemadura o soldadura.
- Deslizamiento del cable respecto de los terminales.

- Terminales rotos o en mal estado.
- Pérdida generalizada de diámetro, máximo admisible: 6 a 8 %.
- Cuando no estén en uso deberán estar siempre guardadas en sitios secos y cubiertos, protegidas de arena, polvos y atmósferas corrosivas.
- Las eslingas no deben estar a la intemperie. Deben estar en cajas metálicas.
- No deben estar en contacto directo con el suelo, deben ser suspendidas de soportes de madera con perfiles redondeados.
- No se deben exponer al rigor de sol ni a temperaturas elevadas.
- Inspeccionar los grilletes que el roscado no tenga daños ni desgaste visible. Inspeccionarlos antes de cada conexión de carga.
- No aplicar ninguna clase de pintura. No deben ser almacenados a la intemperie.
- Aplicación de soldadura, excesiva corrosión, grietas, señales de calentamiento, doblamiento y desgaste superiores al 10 % de las dimensiones de cualquier sección.
- Se haya acordado un método de comunicación, así como las señales de movimiento (especialmente importante cuando se utiliza más de una grúa para izaje) el peso de la carga y la geometría del izaje no exceden la capacidad de la grúa.

- Los aparejadores pueden colocarse durante el izaje donde pueden cumplir su función, libres de peligros significativos de caídas o resbalones.

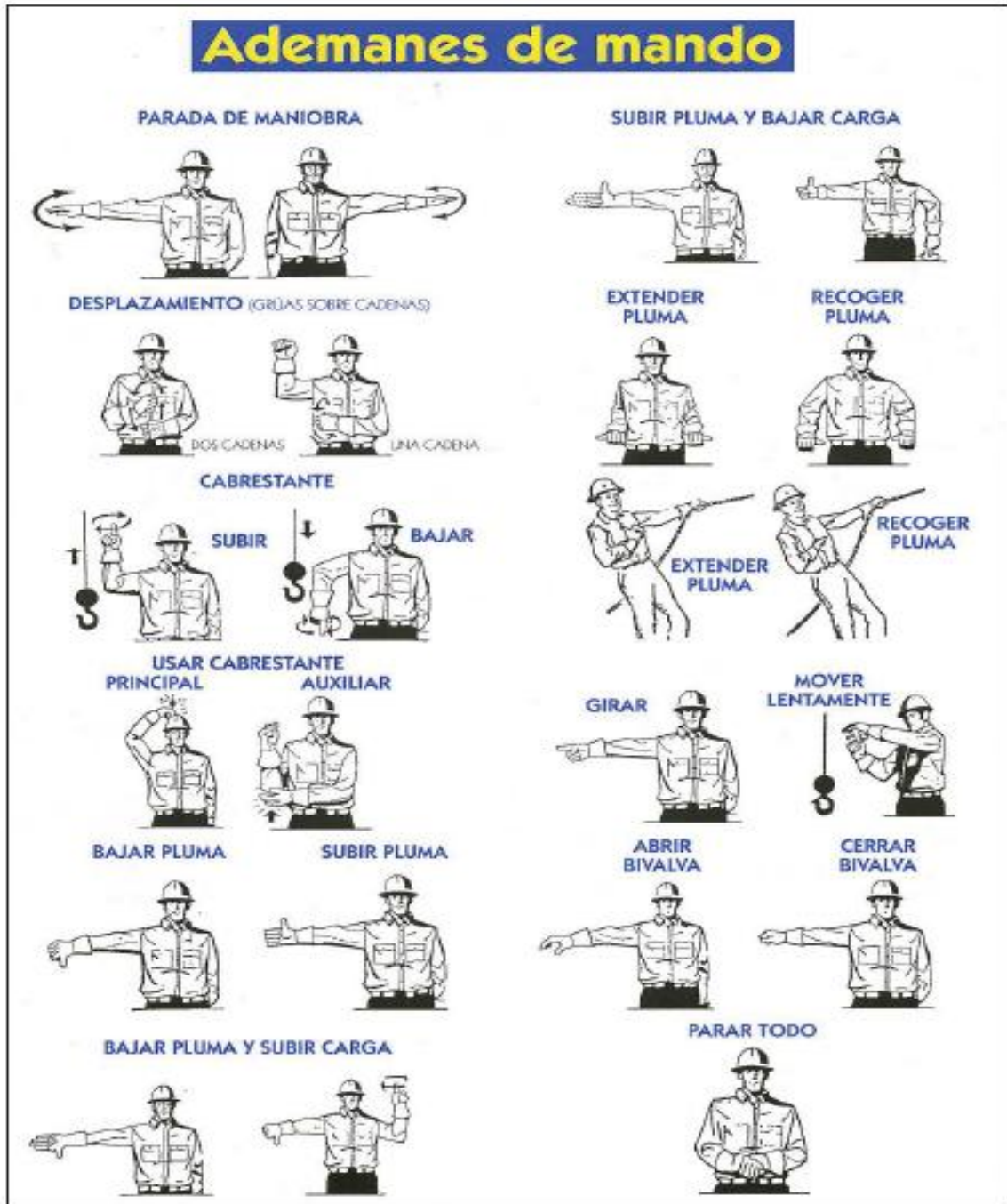
Los elementos de izaje serán inspeccionados trimestralmente utilizando el formato, el siguiente indicador de código de color será adherido:

Tabla VII. **Inspección de elementos de izaje**

Color	Mes
Amarillo	Primer trimestre
Negro	Segundo trimestre
Azul	Tercer trimestre
Rojo	Cuarto trimestre

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Ademanos de mando



Fuente: MUÑOZ, Manuel. *Manual de seguridad para operador de grúas móviles autopropulsadas*.p.42.

4. FASE DE INVESTIGACIÓN, AHORRO ENERGÉTICO

4.1. Recursos generales

Los recursos que se deben aprovechar al máximo son el agua, el aire, la energía y los repuestos, teniendo un buen control de estos elementos se puede ahorrar para no gastar más de lo necesario.

4.2. Agua

El agua es parte importante para la limpieza de la maquinaria, es por ello que debe aprovecharse de la mejor manera, cada vez que termina un proyecto o se deja un espacio de tiempo considerable antes de volver a trabajar. Es importante tener la maquinaria limpia, primeramente se puede remover la suciedad con una escoba, cepillo y espátula antes de echar agua, así se evitará desperdiciar agua.

4.3. Energía

La energía que se utiliza es el combustible y la batería. Se puede economizar combustible y batería, considerando los siguientes aspectos:

- Haciendo un buen mantenimiento a la maquinaria.
- Cables de energía en buen estado.
- No dejar encendida la grúa innecesariamente.

- Hacer los traslados de carga cubriendo la menor distancia posible.
- No forzar la maquinaria innecesariamente más de su capacidad, porque consume más combustible y pone en riesgo la máquina, tripulante y colaboradores.
- Dar un buen mantenimiento al estérter y alternador.
- Limpieza a los bordes de batería.

4.4. Aire comprimido

Dar mantenimiento preventivo al compresor de aire comprimido. La facilidad de uso del aire comprimido y el hecho de que pueda ser generado localmente, hacen que tenga múltiples aplicaciones. Como fuente de energía, para el uso en movimiento de maquinaria, actuadores, soplado, sistemas de frenos, elevación.

Hoy día, es una de las fuentes de energía más utilizada, debido a su seguridad, rapidez y facilidad de manejo. Es evidente que la electricidad o el gas siguen estando por delante, debido a que tienen más aplicaciones que la del aire comprimido, pero son muchas las aplicaciones que se basan en esta fuente de energía.

4.5. Repuestos

Es importante contar con repuesto que por su vida útil, están destinados a fallar cuando está termina. Es importante contar con repuestos cuando la fecha de caducidad se acerca, para remplazarlos antes de ocurra un desperfecto.

Se debe hacer una lista de repuestos para anticiparse, sustituyendo antes que provoque inhabilitación de la maquinaria, y salga más caro conseguir el repuesto, trasladarlo al lugar donde se necesita y perder valioso tiempo que se puede resumir en pagar más horas de tiempo de máquina, mano de obra, multas por atraso en un proyecto que tiene fecha de entrega, costo mayor por forzar otras piezas al provocar desequilibrio en la maquinaria.

Es por eso que debe tenerse repuestos para evitar, comprar repuesto no acorde a la pieza correspondiente, hacer los cambios programados facilita, mejora los recursos y maximiza los recursos con que cuenta la empresa, así optimiza sus ganancias y también evita accidentes o riesgos innecesarios.

4.6. Descripción de áreas para optimizar los recursos

Los recursos con que cuenta la empresa se deben optimizar, teniendo un mantenimiento acorde con lo que indica el fabricante, también al uso que se le dé a la maquinaria. Además de esto, los accesorios que utiliza la grúa deben estar garantizados para su buen desempeño en las tareas que se le asignen.

4.7. Equipo y accesorios

La eslinga es un tramo relativamente corto de un material flexible y resistente típicamente de guaya, fibra sintética o cadena, con sus extremos en forma de “ojales” debidamente preparados para sujetar una carga y conectarla al equipo de izaje que la va a levantar generales.

4.7.1. Eslinga

Toda eslinga debe tener impreso en una tarjeta metálica la capacidad de carga certificada por el fabricante para uso vertical, ahorcado o en canasta. Fecha de la última inspección (anual) impresa en la misma tarjeta metálica.

Figura 39. **Eslinga de guayava, sintética y cadena**



Fuente: SST. Asesores. *Izaje seguro de cargas*. p.22.

4.7.2. Grilletes

Son conectores de dos piezas, un cuerpo y un pasador roscado flexible y resistente. Uso: se utiliza para hacer el acople entre la carga y una eslinga. No reemplace el pasador por un tornillo. Características: todos los grilletes deben ser certificados por el fabricante y llevar en alto relieve la capacidad máxima de carga de diseño.

Figura 40. **Grillete**



Fuente: SST. Asesores. *Izaje seguro de cargas*. p.28.

4.7.3. Cuerda guía

Cuerda usada para controlar la posición de la carga a fin de evitar que los trabajadores entren en contacto con esta.

4.8. Diagnóstico sobre el uso y manejo de los recursos

Los recursos usados para el uso y mantenimiento, son importantes para aprovechar de una mejor forma estos recursos, para disminuir los desperdicios y mejorar la eficiencia.

4.8.1. Consumo de agua

El agua como recurso hídrico tiene varios propósitos, la limpieza de la maquinaria, y el sistema de enfriamiento, el cual debe aprovecharse de buena manera.

4.8.2. Uso de agua en limpieza y enfriamiento

El recurso hídrico es un elemento principal para uso de limpieza de la maquinaria en su uso externo, también brinda el papel de refrigerante para mejorar la pérdida de calor a fin de proteger el motor de sobrecalentamiento.

4.8.3. Consumo de energía en la maquinaria

La eficiencia de la maquinaria, mejora el consumo de combustible y el aprovechamiento de los insumos.

4.8.4. Consumo de combustible

Un camión grúa entre 4-6 toneladas, debe tener unos 110-120 HP, por lo tanto el ratio de consumo varía entre 15-18 km/galón de combustible diésel. Es conveniente para cualquier consulta indicar el tipo de motor, potencia, combustible, utilizado. Así mismo, referirse al rendimiento por galón o litro de combustible, y no basado en kilómetro unitario.

**Tabla VIII. Costo de cambio de filtros
Retroexcavadora**

Und.	Filtro	Costo (Q)
2	Aire	40,00
1	Diésel	75,00
1	Aceite	90,00
1	Hidráulico	150,00
Total		715,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Comportamiento de consumo de diésel

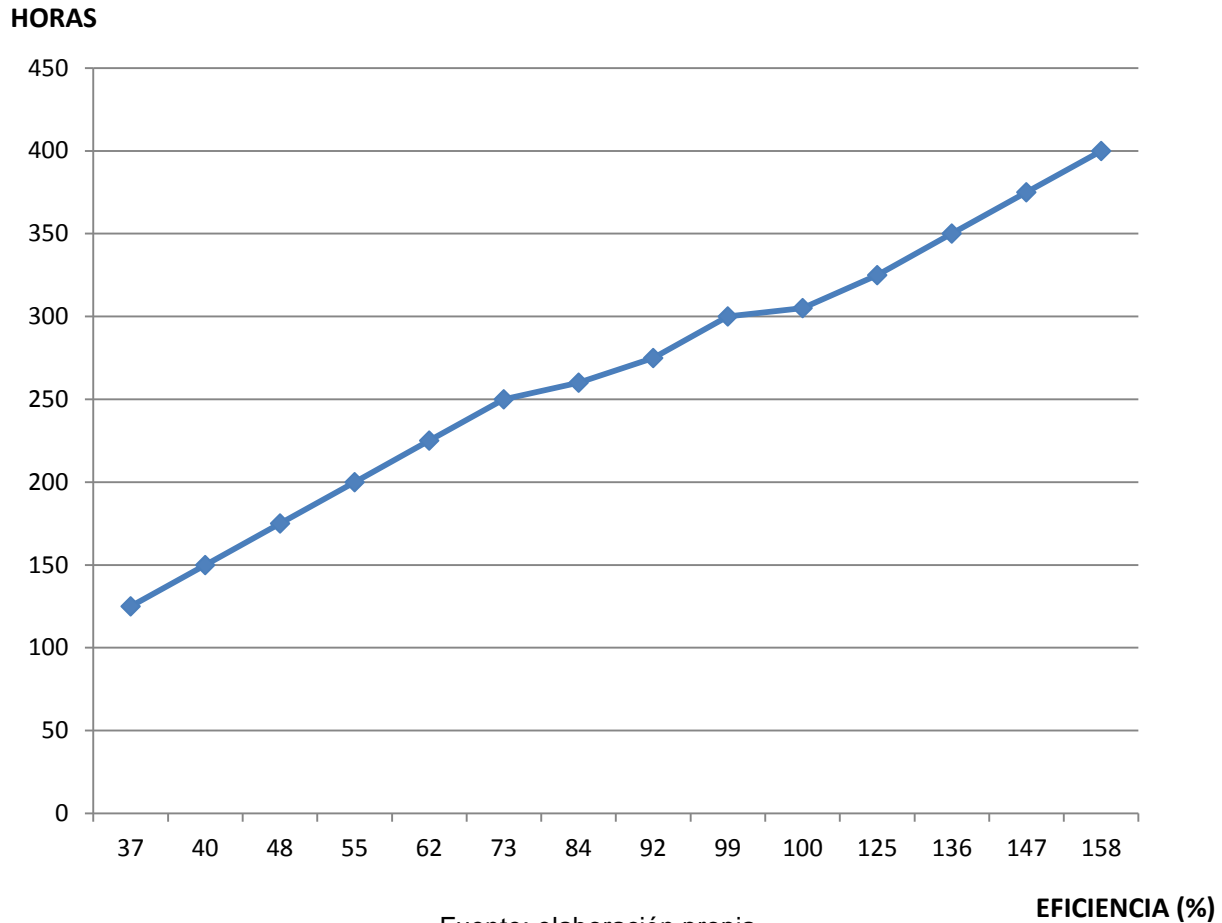
Hrs.	Consumo Gal/Hr	Costo Mantto	Costo Mantto/Hr	Costo Diesel	Costo Diesel/Hr	Costo Acumulado	Ahorro	Eficiencia
125	0.5	715	5.72	21	262.50	262.50	262.50	36.71
150	0.55	715	4.77	21	288.75	551.25	288.75	40.38
175	0.65	715	4.09	21	341.25	892.50	341.25	47.73
200	0.75	715	3.58	21	393.75	1,286.25	393.75	55.07
225	0.85	715	3.18	21	446.25	1,732.50	446.25	62.41
250	1	715	2.86	21	525.00	2,257.50	525.00	73.43
260	1.15	715	2.75	21	603.75	2,336.25	603.75	84.44
275	1.25	715	2.6	21	656.25	2,913.75	656.25	91.78
300	1.35	715	2.38	21	708.75	3,622.50	708.75	99.13
305	1.36	715	2.34	21	714.00	4,336.50	714.00	99.86
325	1.7	715	2.2	21	892.50	4,515.00	892.50	124.83
350	1.85	715	2.04	21	971.25	5,486.25	971.25	135.84
375	2	715	1.91	21	1,050.00	6,536.25	1,050.00	146.85
400	2.15	715	1.79	21	1,128.75	7,665.00	1,128.75	157.87

Retroexcavadora con cambio de filtros, después de 125 horas. Costo en quetzales.

Fuente: elaboración propia.

- Para que el costo de mantenimiento iguale el costo de consumo, deben pasar 305 horas de uso.
- Se podría trabajar en 305 horas el cambio de filtros, si las condiciones ambientales son ideales.
- Si las condiciones de trabajo son malas, los filtros deben cambiarse a las 250 horas de trabajo.

Figura 41. Consumo de diésel y cambio de filtros



Fuente: elaboración propia.

4.8.5. Consumo de energía neumática

El consumo de energía neumática, por medio del compresor, conlleva el buen mantenimiento de este, para brindar el óptimo consumo de energía.

4.8.6. Uso de aire comprimido

El compresor es de simple efecto porque aspira directamente el aire de la atmósfera. Este conjunto está constituido por un bloque de uno o varios cilindros de fundición de hierro o aluminio, refrigerado por aire o por el líquido del motor,

por el interior del cual se desplaza un pistón de simple efecto capaz de proporcionar hasta 500 litros de aire por minuto, funcionando a una velocidad de giro aproximadamente la mitad del cigüeñal.

La culata es desmontable y lleva dos válvulas, una de aspiración y otra de presión, controladas automáticamente se sustituyen por una placa metálica de acero tratado, muy delgada y muy elástica, que, con su flexión, produce el mismo efecto de una membrana.

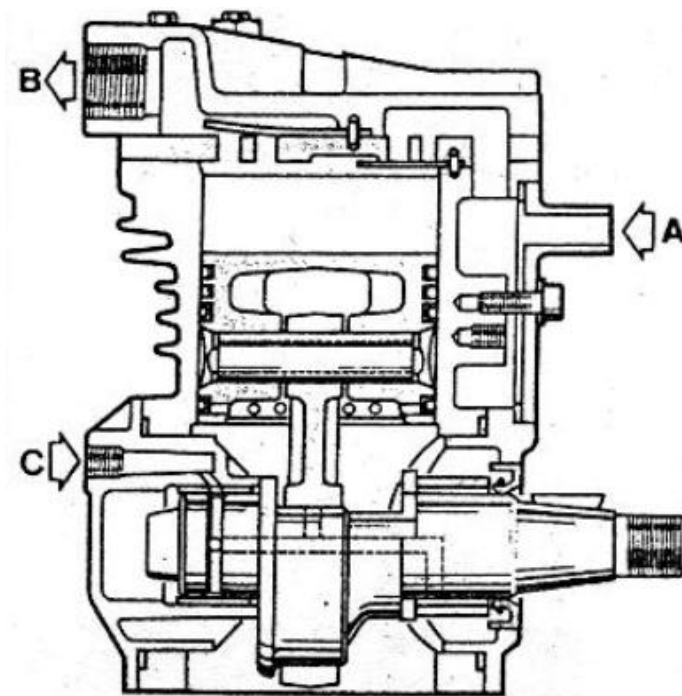
La lubricación del conjunto se realiza por medio del aceite del motor a través de un tubo de entrada al cárter del mismo que engrasa el cigüeñal y las cabezas de biela a presión, siendo el resto de los elementos lubricados por barboteo, retornando el aceite al cárter del compresor y al motor a través del bloqueo motor, donde se encuentra fijo el compresor.

Para su funcionamiento, el compresor recibe movimiento por medio de correas trapezoidales o bien directamente de la distribución del motor, que lo hacen girar continuamente mientras el motor está en funcionamiento, mandando así el aire comprimido al depósito hasta alcanzar la presión de regulación en la válvula de descarga.

Cuando se alcanza esta presión, la válvula actúa, dejando salir a la atmósfera el aire procedente del compresor, permitiendo, de esta forma, que el compresor funcione en vacío, es decir, sin carga. El descenso del pistón crea una depresión en el interior del cilindro. La válvula de aspiración o la placa metálica se abre comprimiendo su resorte y el aire fresco es aspirado después del paso por un filtro.

La válvula de compresión permanece aplicada sobre su asiento. La ascensión del pistón crea una sobre presión. La válvula de aspiración se cierra, en tanto que la válvula de compresión se abre. El aire es lanzado a presión hacía el depósito. Un sistema de regulación automático limita la presión máxima que no debe ser sobrepasada.

Figura 42. **Compresor de aire mono cilíndrico / WABCO Westinghouse**



A. Admisión de aire, B. Salida de aire comprimido y C. Entrada de aceite lubricante.

Fuente: ASERCAP. *Hidráulica de maquinaria pesada*. p.50.

4.8.7. Eficiencia de los compresores

El mejoramiento de la eficiencia energética en estos compresores de aire puede permitir la reducción del 20 al 50 % del consumo de electricidad de los mismos, lo cual puede significar miles o cientos de miles de dólares de ahorros

potenciales anuales. Un sistema de aire comprimido bien operado ahorra energía, reduce el mantenimiento, disminuye las interrupciones productivas, incrementa la productividad y mejora la calidad.

El chequeo básico para el mantenimiento en función de la eficiencia energética en sistemas de aire comprimido. Los elementos en filtros de succión, Inspeccionarlos y limpiarlos o cambiarlos según especificaciones del fabricante.

La frecuencia puede acortarse dependiendo de las condiciones de operación para mantener baja la caída de presión y ahorrar energía. Las trampas de condensado hay que limpiarlas y comprobar su operación periódicamente. En cuanto al nivel de lubricante inspeccionarlo diariamente y cambiarlo según especificaciones del fabricante. Cambiar elementos filtrantes según especificaciones. El separador de aceite. Cambiar el separador, según especificaciones del fabricante o cuando la caída de presión exceda de 10 psi. Las correas de transmisión, ajustar si es necesario.

Verificar que la temperatura coincida con la establecida por el fabricante. Reemplazar los elementos cuando la presión exceda de 2 a 3 psi. Inspeccionar anualmente los elementos independientemente de la caída de presión. Para sistemas enfriados por agua, revisar la calidad del agua (especialmente pH y sólidos totales disueltos), flujo y temperatura. Limpiar o reemplazar los elementos filtrantes, según especificaciones del fabricante.

Evaluar periódicamente, inspeccionar las líneas, uniones, accesorios, válvulas, mangueras, filtros, lubricadores, conexiones de manómetros, y equipos de uso final para detectar fugas.

4.8.8. Análisis de iluminación

Las luces en un vehículo son importantes, para tener buena visibilidad a la hora del trabajo y en los movimientos necesarios para transportar una carga, también para prevenir accidentes y como prevención de acuerdo con la seguridad industrial.

4.8.8.1. Sistemas de iluminación eficientes

- Las luces y dispositivos reflectantes que, siendo dobles, tengan la misma finalidad, se corresponderán en color e intensidad y estarán situadas simétricamente, a ser posible, a la misma distancia de los bordes del vehículo.
- Ninguna luz instalada en un vehículo será intermitente o de intensidad variable.
- Las luces posteriores de posición deberán encenderse automáticamente siempre que el vehículo tenga encendidas cualquiera de las de carretera, cruce, delanteras de posición, placa posterior de matrícula o las antiniebla.
- Las luces antiniebla traseras solo podrán encenderse cuando lo estén también las de carretera, las de cruce o las antiniebla delanteras.
- Las luces de posición delanteras deben estar encendidas siempre que lo estén las de cruce, las de carretera o las antiniebla delanteras. Estas condiciones no se imponen para las luces de cruce o las de carretera cuando se utilizan para dar avisos luminosos.

- Todos los dispositivos de alumbrado y de señalización óptica de los vehículos de motor y remolcados deberán cumplir las exigencias especificadas en la reglamento.
- No se instalarán en los vehículos más luces que las autorizadas en el Reglamento, prohibiéndose expresamente el uso de pinturas o dispositivos luminosos o reflectantes no autorizados.

4.8.8.2. Niveles de iluminación

Las luces para los vehículos de motor y remolcados son los que se especifican a continuación:

- Luz de cruce.
- Luz de carretera.
- Luz de marcha atrás.
- Luces indicadoras de dirección con señal de emergencia.
- Luz de frenado.
- Luz de la placa posterior de matrícula.
- Luz de posición delantera.
- Luz de posición trasera.
- Luz antiniebla trasera.
- Luz de gálibo para vehículos de más de 2,10 metros de anchura.
- Catadióptricos traseros no triangulares.
- Catadióptricos laterales no triangulares para vehículos de más de 6 metros de longitud.
- Luz de posición lateral en vehículos cuya longitud supere los 6 metros, excepto en las cabinas con bastidor.

5. PLAN DE CONSERVACIÓN DE MAQUINARIA

5.1. Desarrollo del plan de conservación de maquinaria

El plan de conservación es el conjunto de conocimientos, técnicas y métodos para desarrollar predicción, prevención y corrección del estado de los sistemas eléctricos y mecánicos de la entidad, así como del mantenimiento general, asegurando la mejora continua de la disponibilidad y condiciones de dichos sistemas e instalaciones para la operativa.

5.2. Fortalecimiento del departamento de mantenimiento

Conocimiento elemental de los materiales y útiles para el mantenimiento eléctrico, mecánico y general. Tener conocimiento de los diferentes niveles del mantenimiento. Si el equipo está preparado la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo. No se necesita de una infraestructura excesiva, un equipo competente será suficiente, por lo tanto, el costo de mano de obra será mínimo, será más prioritaria la experiencia y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.

5.3. Obligaciones diarias de mantenimiento

Comprobar el funcionamiento de los frenos. Observar la normalidad de funcionamiento de la grúa, solo si se perciben ruidos o calentamientos anormales. Verificar el comportamiento del lastre. Colocar la carga de nivelación para evitar que el cable de elevación quede destensado y enrolle mal en el

tambor de elevación. Al terminar el trabajo subir el gancho hasta el carrito, amarrar la grúa a los carriles, dejar la pluma en dirección al viento, con el freno desenclavado y cortar la corriente.

5.4. Obligaciones semanales de mantenimiento

Reapretar todos los tornillos y principalmente los de la torre, pluma y corona giratoria, verificar la tensión del cable del carro, así como el cable de carga y su engrase, comprobar el buen funcionamiento del pestillo de seguridad del gancho, se deben probar las protecciones contra sobrecargas, interruptores fin de carrera, mecanismo de elevación, izado y descenso de la pluma y traslación en los dos movimientos.

Para la conservación y mantenimiento se debe comprobar tramos de vía, vigilar las partes sujetas a desgaste, como cojinetes, superficies de los rodillos, engranajes, zapatas de freno, debiendo avisar para su cambio caso de ser necesario.

5.5. Planeación estratégica del departamento

La planeación estratégica del departamento, es necesaria para visualizar de mejor manera el alcance de la empresa a nivel empresarial, conociendo sus experiencias positivas y negativas, para convertir todos estos esfuerzos en mejora continua. Se debe garantizar la plena satisfacción de los clientes y proveedores, con el apoyo y compromiso del equipo.

5.6. Análisis FODA

La empresa, por estar en crecimiento, se ha dado a conocer a nivel nacional y es competitiva, de ahí que se analicen tanto las mejoras hechas como las desventajas y problemas que puede mejorar.

Es una herramienta de análisis que puede ser aplicada al mantenimiento. Las variables analizadas y lo que ellas representan en la matriz son particulares de ese momento. Después de analizarlas, se deberán tomar decisiones estratégicas para mejorar la situación actual en el futuro. Es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual del equipo o maquinaria, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, mejores tomar decisiones.

Tabla X. **Matriz FODA**

	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none">• Experiencia• Calidad• Prontitud	<ul style="list-style-type: none">• Mal mantenimiento• Distancias• Falta de comunicación
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	<ul style="list-style-type: none">• Nuevas empresas• Extensión de la empresa• Prestigio	<ul style="list-style-type: none">• Competibilidad• Atrazos de pago• Mal clima

Fuente: elaboración propia.

5.7. Estrategias de mantenimiento

Una estrategia de mantenimiento es la decisión que adoptan los responsables de la gestión de una planta para dirigir su mantenimiento, haciendo

que un grupo de tareas sean la base de la actividad de mantenimiento, y el resto de tareas esté supeditado a ese tipo básico de tareas. Así, existen al menos cinco estrategias de mantenimiento:

5.7.1. Estrategia correctiva

En la que la reparación de averías es la base del mantenimiento.

5.7.2. Estrategia condicional

En donde la realización de determinadas observaciones y pruebas dirigidas a la actividad de mantenimiento.

5.7.3. Estrategia sistemática

En la que el mantenimiento se basa en la realización de una serie de intervenciones programadas a lo largo de todo el año en cada uno de los equipos que componen la instalación.

5.7.4. Estrategia de alta disponibilidad

En la que se busca tener operativa la instalación para producir el máximo tiempo posible, y por tanto, las tareas de mantenimiento han de agruparse necesariamente en unos periodos muy determinados, con poca afección a la producción.

5.7.5. Estrategia de alta disponibilidad y fiabilidad

En la que no solo se confía el buen estado de la instalación a la realización de tareas de mantenimiento, sino que es necesario aplicar otras técnicas en otros campos (la ingeniería, el análisis de averías, y otros) para garantizar simultáneamente una alta disponibilidad y una alta fiabilidad de las previsiones de producción.

5.8. Equipos y herramientas básicas

Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., debe contar con equipamientos básicos como:

- Transporte (grúas, picops, *lowboy*, camiones y buses).
- Herramientas (soldadoras, plantas de energía, pulidoras, llaves de cola, copas, barrenos, desarmadores, martillos, mezcladoras, bailarinas, vibradores, compresor).

5.9. Equipamiento

Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A., debe contar con equipamientos básicos como:

- Chalecos reflectivos
- Mascarillas
- Guantes
- Cascos
- Zapatos con punta de acero y antideslizantes

- Cinturones de fuerza
- Arnés

5.10. Capacitación

Es necesaria la capacitación a todo el personal, para mejorar la calidad de trabajo y para tener mayor seguridad en el trabajo. Se capacita al personal en mantenimiento mecánico, se enseña a lubricar, engrasar, diagnosticar fallas y mantenimiento de elementos neumáticos e hidráulicos. Se enseña a reemplazar cojinetes, lubricar y engrasar máquinas.

Instalar elementos mecánicos de transmisión y transformación del movimiento, reparar elementos mecánicos, proveer mantenimiento a elementos neumáticos en máquinas, proveer mantenimiento a elementos hidráulicos en máquinas, detectar fallas en máquinas y equipos, realizar acciones de apoyo en el montaje y fijación de máquinas y equipos industriales.

Además, seleccionar anclajes para montajes de máquinas, alinear ejes de máquinas, pintar con compresor, soldar. Por lo general, los trabajadores más aptos son los que enseñan a los de reciente ingreso, empiezan como ayudantes mientras van aprendiendo, poco a poco suben de categoría de trabajo, hasta que se hacen expertos.

6. PLAN DE CAPACITACIÓN

Formación del trabajador, para que sea competente y pueda seleccionar lubricantes y proveer mantenimiento a sistemas de lubricación en máquinas y equipos industriales, de acuerdo con especificaciones técnicas.

Tabla XI. Plan de capacitación

No.	Tipo de aprendizaje	Contenido	Práctica	Puntos críticos
1	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de mantenimiento Registros de control 	<ul style="list-style-type: none"> Preventivo Correctivo 	<ul style="list-style-type: none"> Vida útil
2	Lubricación	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de aceites Propiedades fisicoquímicas 	<ul style="list-style-type: none"> Partes de la grúa móviles 	<ul style="list-style-type: none"> Alojamiento plato giratorio Cojinete alojamiento plato giratorio Juntas articuladas Cojinete esférico
3	Izaje	<ul style="list-style-type: none"> Equipamiento Desplazamiento 	<ul style="list-style-type: none"> Grúa 	<ul style="list-style-type: none"> Rotador Grapa Superficies de desgaste de extensión
4	Seguridad Industrial	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento del equipo 	<ul style="list-style-type: none"> Equipo de uso personal 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento Peso Arnés Guantes Casco Zapatos industriales

Fuente: elaboración propia.

6.1. Outsourcing

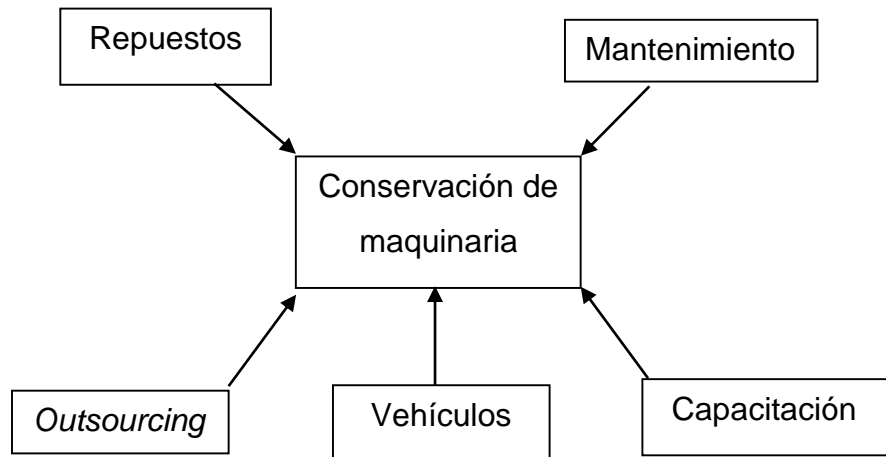
Es el proceso económico empresarial en el que una sociedad mercantil transfiere los recursos y las responsabilidades referentes al cumplimiento de ciertas tareas a una sociedad externa, empresa de gestión o subcontratista, que precisamente se dedica a la prestación de diferentes servicios especializados. Para ello, estas últimas, pueden contratar solo al personal.

El principal objetivo, es el interés de reducir costos y concentrar su atención en el eje principal de montaje y mantenimiento de su respectiva institución. En Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. se subcontrata a especialistas en mecánica de vehículos pesados con especialización en hidráulica, neumática, reparación diésel, para tener un buen mantenimiento de las grúas y demás vehículos; esto debido a que no se cuenta con el equipo necesario, el tiempo y el conocimiento apropiado.

6.2. Metodología de conservación de maquinaria

Se trabajaran distintas formas de conservación de maquinaria, para alargar o mantenerlas funcionando.

Figura 43. **Conservación de maquinaria, gira alrededor de varios aspectos**



Fuente: elaboración propia.

6.3. Hojas de paros

Los paros son necesarios para el mantenimiento planificado, previendo el momento adecuado para el paro, que no perjudique la producción.

6.4. Tipos de paros

Los paros por mantenimiento, se dividen en dos partes principalmente; los planificados (preventivo) y los no planificados (correctivo).

6.5. Formatos de mantenimiento

Conociendo los tipos de mantenimiento y las herramientas. Según la clase de mantenimiento, es responsabilidad de trabajadores y supervisores, llenar los formatos necesarios a la hora de un mantenimiento, entre los formatos utilizados esta:

- Hoja de vida del equipo
- Asistencia técnica
- Plano general del equipo e identificación de partes
- Lista general de partes y características principales
- Plan maestro de mantenimiento preventivo
- Mapa de seguridad del equipo
- Procedimiento de reparación y cambio de partes
- Hoja de rutina de inspección y limpieza semanal.
- Carta de lubricación
- Orden de trabajo

Tabla XII. Lista de verificación

Lista de verificación del encargado del amarre	Lista de verificación del operador de la grúa
• Viento, temperatura y visibilidad	• Viento, temperatura y visibilidad
• Bases de la grúa y la carga	• Bases de la grúa y la carga
• Peso, altura, ancho y largo de la carga	• Peso, altura, ancho y largo
• Centro de gravedad de la carga, puntos de amarre por encima o debajo	• Deducciones por aguilón, extensión
• Punto de colgadura: amarre positivo	• Verificar el radio para recogida
• Capacidad de la grúa al radio máximo	• Inspección de controles
• Altura de la cabeza, altura del cable, movimiento horizontal	• Inspección de frenos, estabilizadores, rotación
• Cables eléctricos, obstrucciones, pandeado de la carga	• Inspección de la pluma, guaya, líneas de control
• Nudo o amarre: sencillo vertical, estrangulador o de canasta	• Inspección de ganchos y aparejos de izaje
• Estrobo: 2,3 o 4 ramales, viga	• Estabilidad de la carga, centrar
• Eslingas y estrodos (acero, cadena, malla metálica)	• La carga está libre para ser izada, no está atrapada
• Aparejos y equipo de izaje	• Reunión preliminar
• Reunión preliminar, comunicación	• Señalizador, cuerda guía
• Señalizador, cuerda guía o de dirección	• Diagramar y esbozar
• Diagramar y esbozar procedimiento	

Fuente: elaboración propia.

6.6. Hoja de reporte

El reporte de mantenimiento, da las condiciones actuales de la maquinaria.

Tabla XIII. Plan de izaje

PLAN DE IZAJE	
UNIDAD	OPERADOR
Tipo de trabajo a realizar:	
Peso declarado:	
	PESO(Kg)
1 Bloque	
2 Bola	
3 Grilletes	
4 Ganchos	
5 Eslingas o estrodos	
6 Carga	
7 Peso a levantar	
8 Capacidad Bruta de grúa, Según diagrama de carga	
9 Capacidad Neta de la Grúa	
10 Radio de Izaje (m)	
11 Radio de bajada (m)	
12 Longitud de pluma (m)	
13 θ de las eslingas	
14 Factor de ángulo	
15 θ de los grilletes	
16 Carga de la eslinga	
17 Capacidad requerida	
18 Capacidad de grilletes	
19 Capacidad de los ganchos	

Fuente: elaboración propia.

6.7. Requisición

Se emplea para solicitar un material o repuesto de bodega.

parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad. La OEE considera 6 grandes pérdidas:

- Paradas / averías
- Configuración y ajustes
- Pequeñas paradas
- Reducción de velocidad
- Rechazos por puesta en marcha
- Rechazos de producción

Las dos primeras, paradas / averías y ajustes, afectan a la disponibilidad. Las dos siguientes pequeñas paradas y reducción de velocidad, afectan al rendimiento y las dos últimas rechazos por puesta en marcha y rechazos de producción afectan a la calidad. Para los usos que mejor se ajustan a la empresa, la disponibilidad de la grúa es significativa para desarrollar el trabajo requerido y cumplir con el cronograma de trabajo.

6.9. Pérdidas de tiempo por paradas

La disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado trabajando (tiempo de operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado trabajando. El tiempo que la máquina podría haber estado trabajando (tiempo planificado de producción: TPO) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, y otros, lo que se denominan paradas planificadas.

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

Donde:

TPO= tiempo total de trabajo - tiempo de paradas planificadas

TO= TPO - paradas y/o averías

La disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

6.10. Técnicas de solución de problemas

Es necesario utilizar una técnica para determinar los problemas que existen en la conservación de la maquinaria, por lo que se emplean para identificar los problemas las siguientes técnicas:

6.11. Análisis de pareto

Diagrama de pareto: tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor para identificar los desperfectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de fallas de los equipos.

Tabla XV. **Fallas promedio anual por grúa,**
diagrama de pareto

	DESCRIPCIÓN	No. Fallas	
1	Sistema Hidráulico		
1.1	Roce de mangueras	6	
1.2	Fuga hidráulica	5	
1.3	Indicadores de	3	
1.4	Falla en Filtros	4	
1.5	Calidad de aceite	2	20
2	Bobina de cable		
2.1	Falta de Limpieza	6	
2.2	Falta de Tensión	4	
2.3	Humedad	4	
2.4	Alineación	3	17
3	Sistema Eléctrico		
3.1	Humedad	3	
3.2	Desgaste del cable	6	
3.3	Fusible quemado	6	15
4	Batería y Alternador		
4.1	Mal Ajuste de faja	3	
4.2	Corrosión	3	
4.3	Celda dañada	2	
4.4	Luz de Advertencia	3	11
5	Computadora		
5.1	Calentamiento	1	
5.2	Polvo	5	
5.3	Falla de Aire	3	9
	Total	72	72

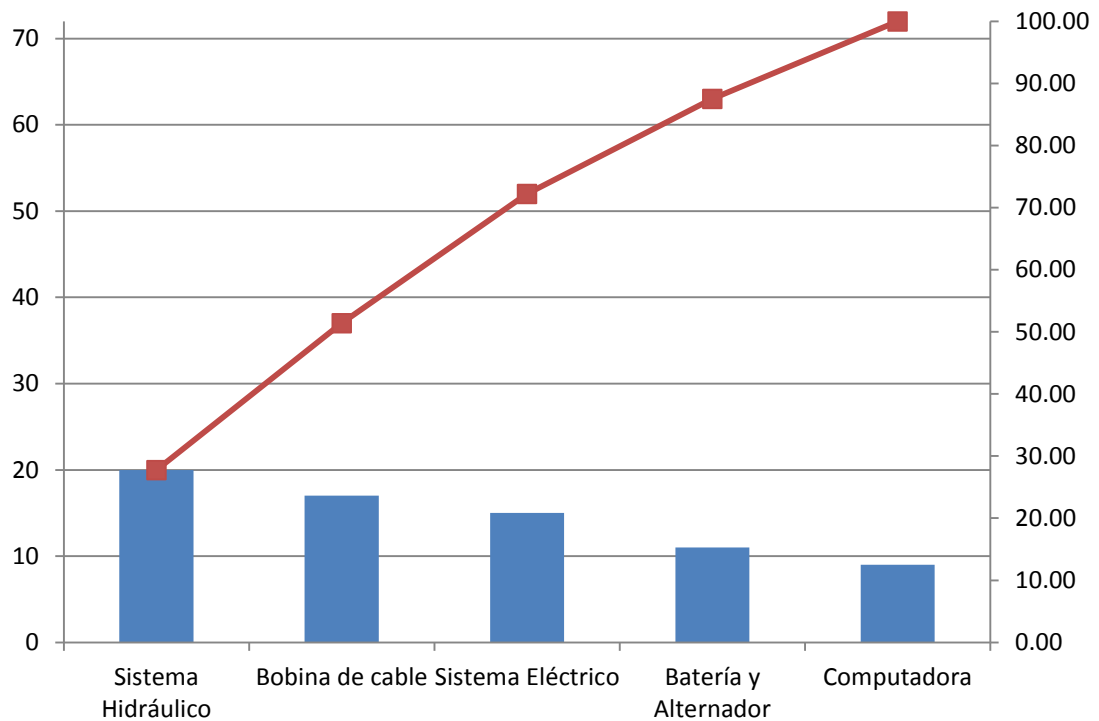
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Resumen anual de fallas de grúas

	Fallas	No. Eventos	Acum.	%
1	Sistema	20	27.78	27.78
2	Bobina	17	51.39	23.61
3	Sistema	15	72.22	20.83
4	Batería y	11	87.50	15.28
5	Computa	9	100.00	12.50
	Total	72		100.00

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. Fallas anuales de grúas, diagrama de pareto



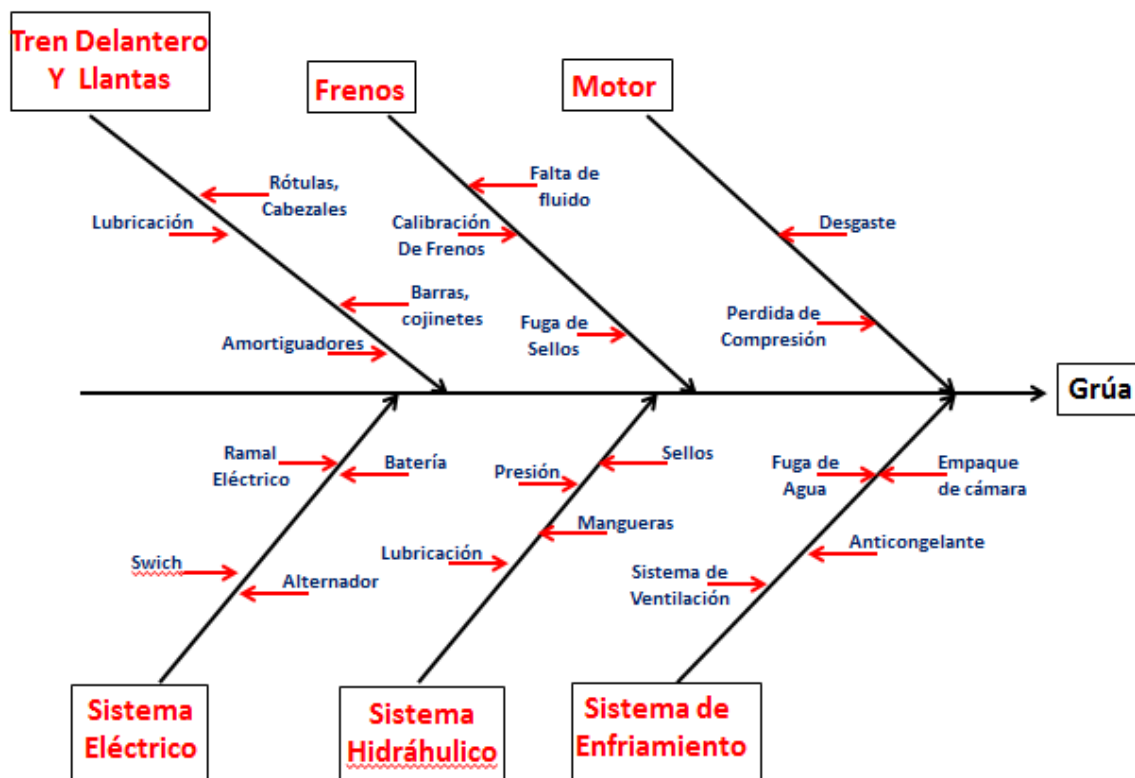
Fuente: elaboración propia.

Diagrama sistema de Ishikawa: diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de grandal o diagrama causal, se trata de

un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

Es una herramienta para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones. Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

Figura 45. Diagrama de Ishikawa para grúa



Fuente: elaboración propia.

6.12. Diagrama de Gantt

Se puede utilizar el diagrama de Gantt para planificar el mantenimiento que es necesario para llevar a cabo las reparaciones programadas.

Tabla XVII. Rutina de mantenimiento

CONTROL MENSUAL DE RUTINA DE MANTENIMIENTO

No.	GRÚA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	A																																
2	B																																
3	C																																
4	D																																
5	E																																
6	F																																
7	G																																
8	H																																
9	I																																
10	J																																
11	K																																
12	L																																
13	M																																
14	N																																
15	Ñ																																

Fuente: elaboración propia.

6.13. Historial de mantenimiento

Actualmente la empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos no cuenta con historial de mantenimiento. La empresa inició contratando los servicios de terceros para el servicio de grúa. A la fecha, tiene varias grúas que no compró nuevas sino fueron adquiridas de segundo uso, por lo que no se cuenta con manuales de mantenimiento.

6.14. Ficha técnica

La ficha técnica debe contener:

- Capacidad de elevación
- Alcance horizontal
- Alcance vertical
- Capacidades
- Ejes
- Tracción
- Largo de carrocería
- Capacidad de transporte de carga

6.15. Inventario de repuestos

La empresa Ingeniería Centroamericana de Proyectos, no cuenta con un inventario de repuestos, porque hasta la fecha no había contado con un mantenimiento preventivo ni predictivo, de manera que supiera con certeza en que tiempo podría cambiársele alguna pieza. Cuando se ha arruinado una pieza se manda a comprar en ese momento, esto ha causado atrasos en los proyectos.

6.16. Conservación de maquinaria

Para que una grúa llegue a cumplir su tiempo de vida esperada (funcionamiento confiable por horas). Se debe pensar cuidadosamente cómo proteger el desgaste y fallas aleatorias. Se debe controlar la lubricación para disminuir el desgaste, fusibles para proteger sus circuitos eléctricos, limpieza para evitar daños debidos al polvo. Se debe analizar cualquier recurso para

proteger y planear cuidadosamente los trabajos que se llevan a cabo; a esto se le llama Preservación y está dirigida exclusivamente al cuidado de la materia.

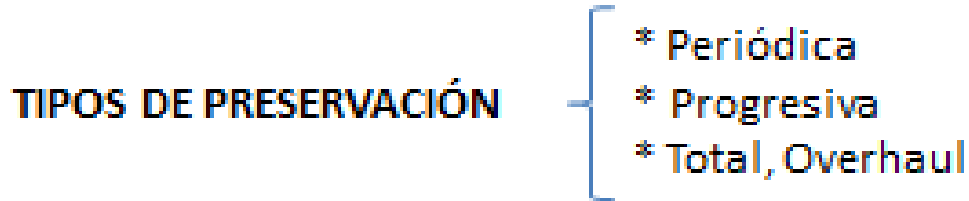
6.17. Preservación de equipo y maquinaria

Es la acción humana encargada de proteger de daños materiales a los equipos y maquinaria. Existen dos tipos de preservación, la preventiva y la correctiva y la diferencia estriba en sí el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso; por ejemplo pintar una pieza metálica instalada, es un trabajo de preservación preventiva pero este mismo trabajo se calificará de preservación correctiva si fue hecho para repararla.

Las labores de preservación en una empresa deben ser auxiliadas por el proveedor del producto a preservar. Se debe considerar que en la mayoría de las organizaciones, sobre todo las menos evolucionadas cuyos recursos físicos exigen muchas labores de preservación.

Es necesario que durante la vida de cualquiera de sus máquinas o equipos sean atendidos en su arreglo con personas de cinco niveles de conocimiento sobre el mencionado equipo; el usuario, el técnico medio, el técnico, el especialista de taller y el especialista certificado y que, además, tengan el lugar (taller u otros) y herramientas adecuadas para lograr hacer el tipo de labor correspondiente a dicho nivel de preservación. La preservación se divide en periódica, progresiva y total (*Overhaul*).

Figura 46. **Preservación**

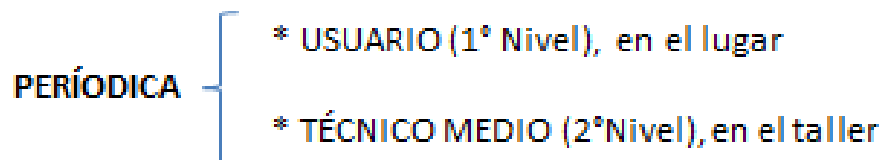


Fuente: elaboración propia.

6.17.1. **Preservación periódica**

Se refiere al cuidado y protección racional de la máquina durante y en el lugar en donde ésta está operando. La preservación periódica, a su vez, se divide en dos niveles, el primero se refiere al nivel del usuario del recurso y el segundo al de un técnico medio.

Figura 47. **Preservación periódica**



Fuente: elaboración propia.

6.17.1.1. **Primer nivel, usuario**

Corresponde al usuario del recurso, el cual como primer responsabilidad debe conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de preservación asignadas a él (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores), esto es ejecutado generalmente en el lugar en donde se encuentre operando la máquina.

6.17.1.2. Segundo nivel, técnico medio

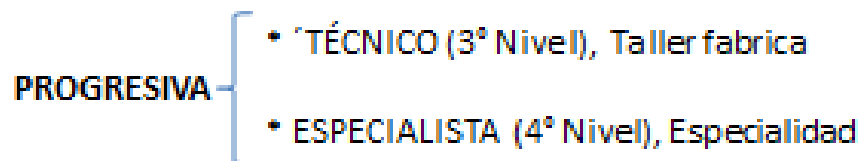
Corresponde a los trabajos asignados al técnico medio y para el cual se necesitan los aparatos de prueba y herramientas indispensables para proporcionarle a la máquina los primeros auxilios en el lugar de trabajo.

6.17.2. Preservación progresiva

Después de un largo funcionamiento, las máquinas deben ser revisadas y reparadas en una forma más a fondo, obligando a hacerlo fuera del lugar de su operación. En algunos casos resulta más económico que las empresas tengan personal y talleres propios para atender estos trabajos en equipos que exigen frecuentes labores artesanales.

En otras ocasiones, cuando se necesita un trabajo de preservación más especializado es preferible contratar talleres en áreas cercanas. Por motivo, esta forma de preservación se divide en dos niveles:

Figura 48. Preservación progresiva



Fuente: elaboración propia.

6.17.2.1. Tercer nivel, técnico

Atendida por el taller general de la fábrica con personal de características artesanales en donde la buena mano de obra es más importante que el trabajo de análisis.

6.17.2.2. Cuarto nivel, especialistas

Atendida por terceros con personal y talleres especializados, generalmente para hacer labores de preservación enfocada a áreas específicas de la empresa, como en aire acondicionado, arreglo de motores de combustión interna o eléctricos, trabajos de Ingeniería civil, eléctrica y otras.

6.17.3. Preservación total, *overhaul*

Dependiendo de la máquina puede llegar el momento en que el tiempo tan grande de funcionamiento que ha tenido y a pesar de haber sido sujeta a trabajos adecuados en los otros cuatro niveles de preservación, es necesario intervenir en la mayor cantidad de sus partes, hacerle una rehabilitación total, o sea un *overhaul*, según la expresión norteamericana. Este es el quinto nivel de preservación ejecutado generalmente por el fabricante de la máquina en sus propios talleres los cuales pueden hacerle cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación.

Figura 49. Preservación total



Fuente: elaboración propia.

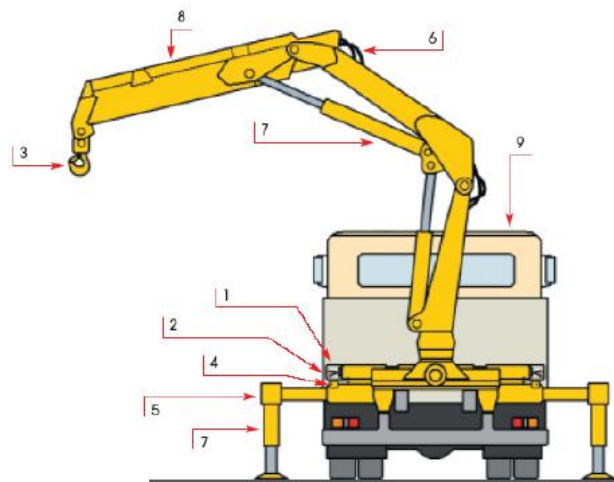
6.18. Grúas

Las grúas son aparatos electromecánicos de elevación de funcionamiento discontinuo que utilizan poleas y cables para elevar y distribuir en el espacio las cargas suspendidas de un gancho u otro accesorio de aprehensión.

6.18.1. Camión grúa

Es aquel que lleva incorporado en su chasis una grúa, que se utiliza para cargar y descargar mercancías en el propio camión, o para desplazar dichas mercancías dentro del radio de acción de la grúa. Con la incorporación de una grúa en el camión se consigue una mayor independencia a la hora de la carga y descarga del material transportado, no dependiendo de maquinaria auxiliar como carretillas elevadoras.

Figura 50. Camión grúa



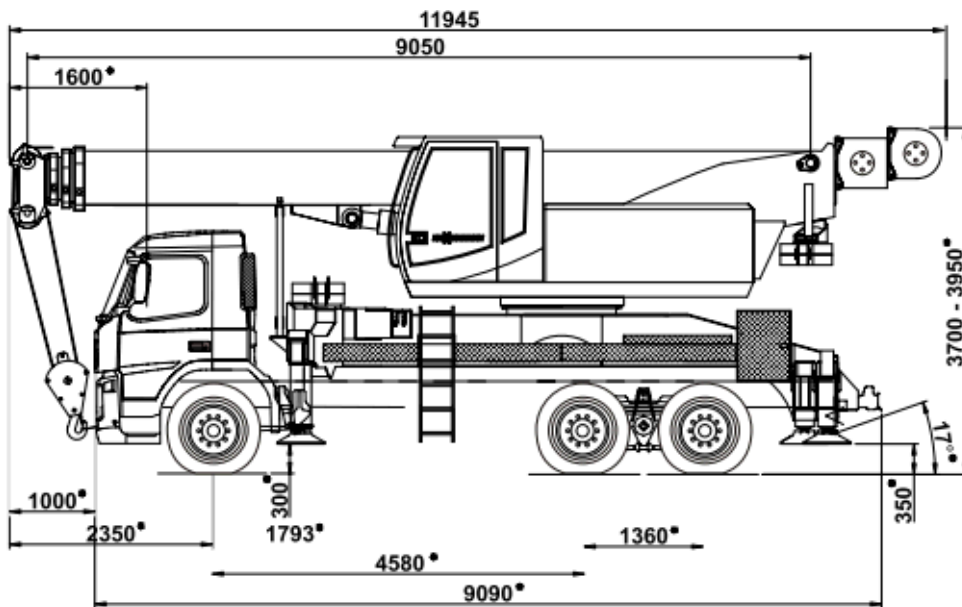
1.protección de manetas, 2.manetas, 3.gancho, 4.enclavamiento, 5.estabilizadores, 6.latiguillos,
7.cilindro hidráulico, 8.brazo y 9.vehículo.

Fuente: IBERMUTUAMR. Camión grúa. p.1.

6.18.2. Grúa telescópica

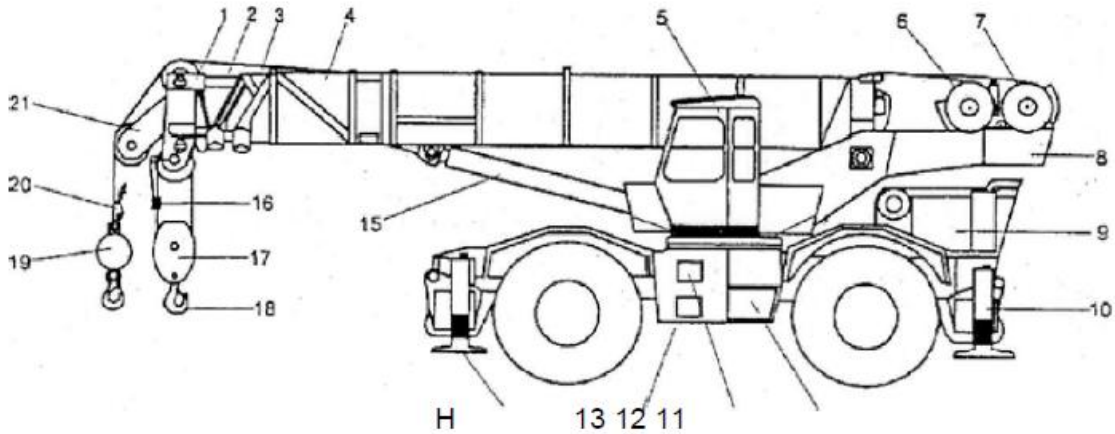
Consiste en muchos tubos que se encuentran uno dentro de otro. Un sistema hidráulico u otro mecanismo extiende o retrae el sistema hasta la longitud deseada. Estos tipos de sistemas son usados en operaciones de montajes industriales, rescate, en sistemas en barcos. El sistema compacto hace que la grúa telescópica se adapte fácilmente a aplicaciones móviles. No todas las grúas telescópicas son fijas, también existen móviles.

Figura 51. Grúa telescópica



Fuente: IZATEC. Manejo seguro de cargas. p.10.

Figura 52. Partes de grúa telescópica



Fuente: IZATEC. Manejo seguro de cargas. p.11.

Tabla XVIII. Partes de grúa telescópica

No	DESCRIPCIÓN	No	DESCRIPCIÓN	No	DESCRIPCIÓN
1	Punta de la pluma	8	Contra peso	15	Cilindro hidráulico para elevar pluma
2	Extensión manual	9	Compartimiento del motor	16	Interruptor de final de carrera
3	Mediana de la pluma	10	Estabilizador trasero	17	Bloque del gancho
4	Base de la pluma	11	Compartimiento de baterías	18	Gancho con seguro
5	Cabina	12	Tanque de combustible	19	Pelota del gancho
6	Guinche principal	13	Tanque hidráulico	20	Terminal de cuña
7	Guinche auxiliar	14	Zapato del estabilizador	21	Cabezal auxiliar

Fuente: IZATEC. Manejo seguro de cargas. P.11.

6.19. Lista de vehículos pesados de Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A.

Hay variedad de vehículos pesados, de diferentes usos.

Tabla XIX. Datos de vehículos

No.	Cod	Tipo	Marca	Linea	Color	Ton	Modelo
1	G01	Camión Grúa	Bud	64-25CC	Rojo Amarillo	30	1981
2	C01	Camión Furgón	Izusu	Turbo	Blanco	6	1994
3	CA1	Camionetilla	Dodge	Durango	Gris	0	1998
4	C02	Camión Volteo	Western Star	4964EX	Verde	26	1999
5	PA1	Panel	Mercedez Benz	Sprinter 310D	Blanco	2	1999
6	C02	Camión	Mercedez Benz	MB 800/38	Blanco	6	2000
7	A01	Automovil	Ford		Corinto Poli	1	2003
8	A02	Automóvil	Chevrolet	Spark	Verde Claro	0	2007

Fuente: elaboración propia.

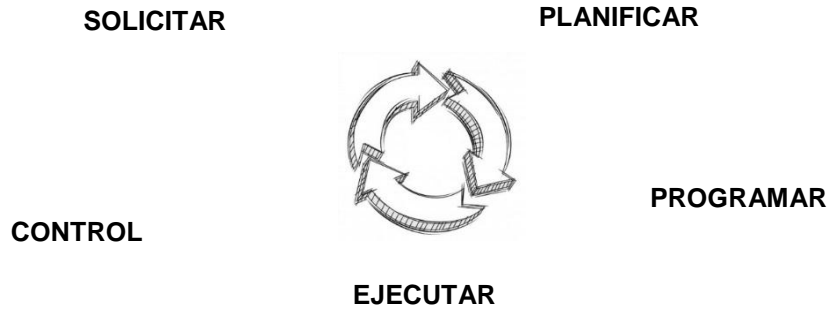
6.20. Codificación

La codificación de los vehículos identifica a los vehículos de acuerdo con un código, el cual se muestra en la tabla anterior.

6.21. Programación de conservación de maquinaria

El mantenimiento del equipo y maquinaria de la empresa, constituye la clave para el logro de los objetivos. Sin un adecuado mantenimiento la maquinaria interrumpe su operación con mucha frecuencia, alterando considerablemente los programas de producción e incumpliendo a los clientes. En muchas ocasiones provoca cuellos de botella. El mantenimiento afecta en: la eficiencia, costos, calidad y confiabilidad (entregas a tiempo).

Figura 53. Ciclo de conservación de maquinaria



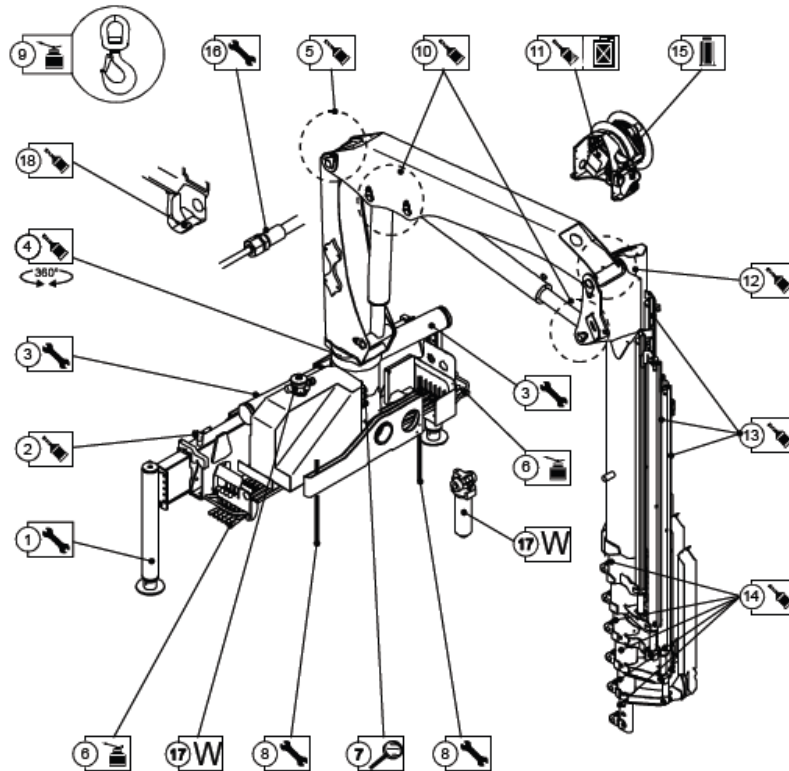
Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Mantenimiento por trabajo en horas

Después de 50 horas de Trabajo de una Grúa				Cada 50 horas de Trabajo de una Grúa o después de 3 meses de parada			
No.	DESCRIPCIÓN	Ref.	Tipo mantto.	No.	DESCRIPCIÓN	Ref.	Tipo mantto.
1	Juego de Filtros	17	Cambio	1	Bulones del seguro de las extensiones	2	Engrase
2	Tornillos de fijación de los gatos	1	Apriete	2	Alojamiento de la columna / cremallera	4	Engrase
3	Cilindros de giro	3	Apriete	3	Alojamiento del brazo principal	5	Engrase
4	Fijación de la base	8	Apriete	4	Palancas de mando. Varillas	6	Lubricación
5	Latiguillos y tubería apretar racores	16	Apriete	5	Nivel de aceite	7	Control visual
Cada 500 horas o dos veces al año en una Grúa				6	Gancho de elevación	9	Engrase
No.	DESCRIPCIÓN	Ref.	Tipo mantto.	7	Alojamiento de cilindros de elevación y articulación	10	Engrase
1	Tornillos de fijación de los gatos	1	Apriete	8	Cabrestante	11	Engrase
2	Cilindros de giro	3	Apriete	9	Alojamiento del brazo articulado	12	Engrase
3	Fijación de la base	8	Apriete	10	Cilindros de prolonga y guías de deslizamiento	13	Engrase
4	Cable	15	Engrase	11	Brazos de prolonga	14	Engrase
Cada 1000 horas o al menos una vez al año en una Grúa							
No.	DESCRIPCIÓN	Ref.	Tipo mantto.				
1	Juego de Filtros	17	Cambio				
2	Cabrestante	11	SAE 90				

Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Mantenimiento de engrase y lubricación**



Fuente : PALFINGER, Crane. *Manual de uso grúa hidráulica PK23500*. p.6.1-3.

6.22. Órdenes de trabajo

La orden de trabajo, representa la dirección y procede a realizar la instalación del servicio de acuerdo con las condiciones que se habían propuesto. Existen dos tipos de órdenes de trabajo, la correctiva, que informa sobre el problema a solucionar. La orden de trabajo preventiva, se programa automáticamente y se refiere al mantenimiento preventivo que requieren las máquinas.

6.23. Rutinas de mantenimiento

Es importante tener un plan de rutinas de mantenimiento planificado preventivo, para conjuntamente con lo determinado con la vida útil de cada parte y el desgaste de diversas partes de la maquinaria, para conservar la maquinaria lo mejor posible.

6.24. Sistema de engrase y lubricación

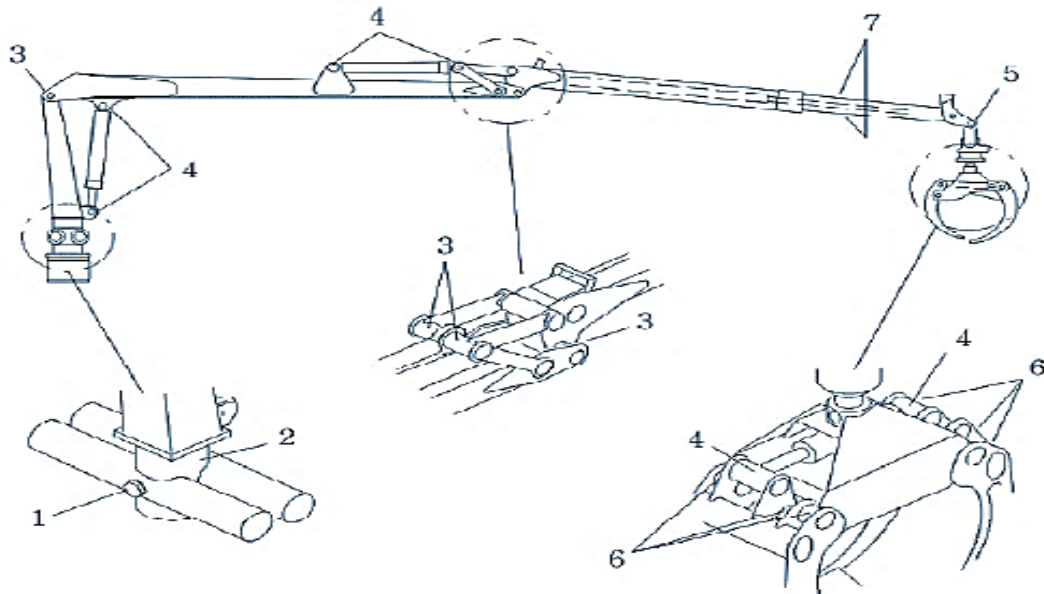
El sistema de lubricación es la forma de distribuir el aceite por las piezas de la maquinaria. Consiste en hacer llegar una película de aceite lubricante a cada una de las superficies de las piezas que están en movimiento entre sí, para evitar fundamentalmente desgaste excesivos y prematuros disminuyendo así la vida útil de la maquinaria, especialmente el motor de combustión interna. El sistema de engrase se utiliza en piezas, donde se pone grasa en forma sólida, para proteger las partes de la maquinaria, como tuercas, rótulas, partes con cierta movilidad y protección de piezas por corrección o salpicaduras de líquidos.

Tabla XXI. **Calendario de lubricación de brazo de grúa**

No.	Punto de lubricación	Cantidad	Tipo de lubricante	Horas de servicio
1	Alojamiento plato giratorio	1	SAE 80/90 GL5	50
2	Cojinete alojamiento plato giratorio	1	Grasa lubricante	20
3	Juntas articuladas	4	Grasa lubricante	50
4	Cojinete esférico	6	Grasa lubricante	50
5	Rotador	1	Grasa lubricante	50
6	Grapa	6	Grasa lubricante	20
7	Superficies de desgaste de extensión	2	Grasa lubricante	50

Fuente: FARMA. *Manual de instrucciones grúas*. p.15.

Figura 55. **Puntos de lubricación de brazo de grúa**



Fuente: FARMA. Manual de instrucciones grúas. P.15.

Tabla XXII. **Volumen de aceite según modelo de grúa de grapa**

No.	MODELO DE GRÚA DE GRAPA	ACEITE (Litro)
1	C3.2, C3.5, C3.8	1
2	C4.6S	2.5
3	C4.6D, C5.1, C5.3, C6, C6.3, C6.5	3

Fuente: FARMA. Manual de instrucciones grúas. P.15.

6.25. Frecuencia de mantenimiento

La frecuencia del mantenimiento va a depender del tipo de mantenimiento que se necesite y de lo programado, tomando en cuenta las horas de trabajo realizado.

6.26. Lista de picops de Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A.

Vehículos livianos, utilizados por INCAPSA, para cumplir con sus compromisos de traslado de requerimientos y personal técnico.

Tabla XXIII. Lista de picops de Ingeniería
Centroamericana de Proyectos, S.A.

No.	Cod	Marca	Línea	Color	Ton	Modelo
1	P01	Nissan	Bed	Blanco	1	1990
2	P02	Ford	Ranger XI	Negro	1	1996
3	P03	Nissan	Frontier King	Azul	1	1999
4	P04	Ford	Ranger XLT	Corinto	1	2003
5	P05	KIA	K2700 4x4 DS	Blanco	1	2005
6	P06	Toyota	Hi Lux	Blanco	1	2007
7	P07	Toyota	Hi Lux	Gris azulado	1	2013

Fuente: elaboración propia.

La codificación de los vehículos identifica a los vehículos de acuerdo con un código, el cual se muestra en la tabla anterior.

CONCLUSIONES

1. El estado actual de la maquinaria de Ingeniería Centroamericana de Proyectos, S.A. busca implementar el programa de mantenimiento para evitar que se deterioren las máquinas y así alargar su vida útil.
2. El mantenimiento debe programarse y cumplirse a cabalidad para tener los resultados esperados.
3. Se instruyó al personal de mantenimiento, para que realice rutinas de mantenimiento, en base al seguimiento de formatos y prioridades, conociendo anticipadamente la vida útil y llevando un control.
4. Se capacitó, tanto al personal de mantenimiento como al administrativo encargado de la logística de la compra de repuesto, para que conjuntamente, mantengan un sistema de mantenimiento óptimo, a fin de obtener mejores resultados en eficiencia y bajos costos en reparaciones.

RECOMENDACIONES

Al gerente general:

1. Incorporar los formatos de mantenimiento, para contar con un programa de mantenimiento acorde con las necesidades de la empresa.
2. Dar prioridad al mantenimiento preventivo, para anticiparse a los paros innecesarios.

Al jefe de mantenimiento:

3. Tener presente, que es necesaria la limpieza de la maquinaria, con frecuencia, para evitar llegar a acelerar las averías de los componentes de la maquinaria.
4. Capacitar periódicamente al personal, para que tenga presente la importancia del mantenimiento y las medidas de seguridad para evitar accidentes.
5. Mantener disponibles los manuales de las máquinas, para conocer sus componentes y las instrucciones para su operación.

A los operarios:

6. Llevar a cabo las instrucciones dadas por supervisión, para actualizar la rutina de mantenimiento.

7. Después de cada día de trabajo, dejar las áreas y máquinas limpias, para evitar la acumulación de suciedad.

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE, Eugene. & BAUMEISTER. Theodore. *Manual del ingeniero mecánico Marks*. 9°. Edición (3° en español).
2. DARDÓN ORTIZ, Estuardo. *Programa de conservación para tornos convencionales y maquinaria de apoyo para la empresa maquinados precisos*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008.
3. GARCÍA KLUSSMANN, Ramiro Fernando. *Plan de conservación para el molino tubular FEMA de Cemex Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008.
4. GERLIN, Heinrech. *Alrededor de las máquinas herramientas*. 3da. Edición. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A. 1994.
5. MUÑOZ SOLANO, Manuel J. *Manual de seguridad para operador de grúas móviles autopropulsadas*. s.l.s.f.

ANEXO

Anexo 1. Formatos de conservación de maquinaria



HOJA DE VIDA DEL EQUIPO					No.
NOMBRE DEL EQUIPO		CÓDIGO		SECCIÓN	
FECHA DE ADQUISICIÓN		FACTURA No.		GARANTIA	
MODELO		SERIE		UBICACIÓN	
DIMENSIONES		PESO		VALOR	
DATOS FABRICANTE					
NOMBRE		REPRESENTANTE			
DIRECCIÓN		FAX			
E-MAIL		TELÉFONO			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
VOLTAJE		RESISTENCIA			AGUA
CONSUMO		TIPO DE CONTROL			AIRE
POTENCIA		TIPO DE OPERACIÓN			VAPOR

INTERVENCIONES REALIZADAS AL EQUIPO						
No.	FECHA	ACTIVIDAD	REPUESTOS	MATERIALES	TIEMPO	RESPONSABLE
1	ENTREGA					QUIEN RECIBE
2						







ELABORADO POR Nombre: _____ Firma: _____	REVISADO POR _____ _____	APROBADO POR _____ _____
---	---	---

Continuación anexo 1.



ASISTENCIA TÉCNICA		No	
SOLICITADO POR		CÓDIGO	
EQUIPO:		UBICACIÓN	

FECHA		DEPARTAMENTO	
MOTIVO DE LA SOLICITUD:			
DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO A REALIZAR			
PLAN DE TRABAJO :			

TIPO DE SERVICIO:			
REDISEÑO		PREVENTIVO	
MODIFICADO		QUEJA	
		CORRECTIVO	
		MAL FUNCIONAMIENTO	

CONTROL DE TRABAJO			
FECHA	HORA INICIO	HORA SALIDA	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

PRECIO MATERIALES Y REPUESTOS			
DETALLE	CÓDIGO	CANTIDAD	UNITARIO

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre _____	_____	_____
Firma: _____	_____	_____

Continuación anexo 1.



PLANO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACIÓN DE PARTES					No.
FECHA		NOMBRE DEL EQUIPO			
SECCIÓN		UBICACIÓN DEL EQUIPO		CÓDIGO	

Observaciones:

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre:	_____	_____	_____
Firma:	_____	_____	_____

Continuación anexo 1.



LISTADO GENERAL DE PARTES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES				No.	
FECHA		EQUIPO			
SECCIÓN		UBICACIÓN DEL EQUIPO		CÓDIGO	

No	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MATERIAL	CANTIDAD	DIMENSIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Observaciones:

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre: _____	_____	_____
Firma: _____	_____	_____

Continuación anexo 1.



PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO REGISTRO Y CONTROL		No.
NOMBRE:	CÓDIGO:	UBICACIÓN:

MES	SEMANA				FRECUENCIA				OBSERVACIÓN
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	MEN.	TRIM.	SEM.	ANU.	
ENE									
FEB									
MAR									
ABR									
MAY									
JUN									
JUL									
AGO									
SEP									
OCT									
NOV									
DIC									

L = Lubricación. I = Inspección. IT = Inspección de Tortillería
 M = Mecánico. R = Reparación. MGA = Mantenimiento General Anual
 E = Eléctrico. A = Aseo. MPS = Mantenimiento Parcial Semestral
 EE = Electrónico. C = Cambio. H = Hidráulico.
 N = Neumático. CP = Completar IG = Inspección General

Observación: Los mantenimientos se realizaran teniendo en cuenta las inspecciones generales y estado o condición de las partes o elementos, así como la vida útil recomendada.

Continuación anexo 1.



MAPA DE SEGURIDAD DEL EQUIPO					No.
NOMBRE		SERIE		DEPENDENCIA	
FECHA		MARCA		CÓDIGO	

FOTO GENERAL DEL EQUIPO E IDENTIFICACION DE RIESGOS

No.	PUNTOS DE RIESGO	RIESGO OCUPACIONAL	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE PROTECCION
1				
2				

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre:	_____	_____	_____
Firma:	_____	_____	_____

Continuación anexo 1.



PRODEDIMIENTO DE REPARACION Y CAMBIO DE PARTES			
EQUIPO		MARCA	
SERIE		CÓDIGO	

NÚMERO	PIEZA	HERRAMIENTA	TIEMPO ESTIMADO
FOTO DE LA PARTE			PROCEDIMIENTO DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO, PASOS NECESARIOS
OBSERVACIONES:			

NÚMERO	PIEZA	HERRAMIENTA	TIEMPO ESTIMADO
FOTO DE LA PARTE			PROCEDIMIENTO DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO, PASOS NECESARIOS
OBSERVACIONES:			

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre:	_____	_____	_____
Firma:	_____	_____	_____

Continuación anexo 1.



HOJA DE RUTINA DE INSPECCIÓN Y LIMPIEZA SEMANAL					No.
NOMBRE EQUIPO		CÓDIGO		UBICACIÓN	
MARCA		MODELO		SERIE	
<p>FOTO EN EXPLOSION DE PARTES PRINCIPALES DEL EQUIPO A INSPECCIONAR</p>					

No.	RUTINA DE TRABAJO	SISTEMA / PARTES/ESTADO Y CRITICIDAD / OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES PARA EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO.
1	LIMPIEZA GENERAL	
2	INSPECCIÓN Y AJUSTE	
3	LUBRICACIÓN GENERAL	
4	INSPECCIÓN PERIODICA PROGRAMADA	

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre:	_____	_____	_____
Firma:	_____	_____	_____

Continuación anexo 1.



CARTA DE LUBRICACIÓN				No.	
FECHA		NOMBRE DEL EQUIPO			
SECCIÓN		UBICACIÓN DEL EQUIPO		CÓDIGO	

No.	PARTES A LUBRICAR	LUBRICANTE	FRECUENCIA	MÉTODO	TIEMPO	CANTIDAD	RESPONSABLE
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Observaciones:

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
Nombre:	_____	_____	_____
Firma:	_____	_____	_____

Fuente: elaboración propia.

