



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA  
UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX, S.A. EL  
FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

**Victor Ovidio González Solórzano**

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, marzo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA  
UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX, S.A. EL  
FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**VICTOR OVIDIO GONZÁLEZ SOLÓRZANO**  
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, MARZO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Figueroa Vásquez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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:

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA  
UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX, S.A. EL  
FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 7 de julio de 2017.

**Victor Ovidio González Solórzano**



Guatemala, 21 de noviembre de 2017  
REF.EPS.DOC.814.11.17.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

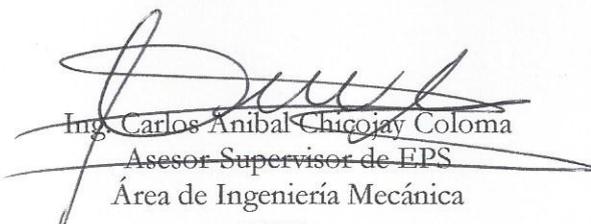
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Victor Ovidio González Solórzano** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200818935, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX S.A. EL FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

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. Carlos Anibal Chicojaj Coloma  
Asesor Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
CACC/ra





Guatemala, 21 de noviembre de 2017  
REF.EPS.D.484.11.17

Ing. Roberto Guzmán  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente

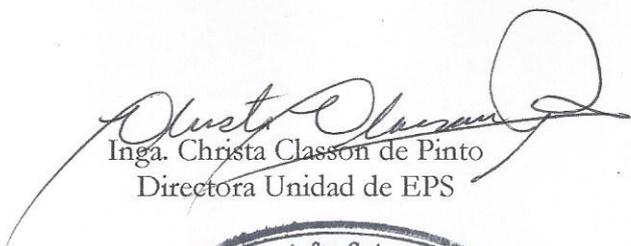
Estimado Ingeniero Guzmán:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado: **PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX S.A. EL FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Victor Ovidio González Solórzano** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





**USAC**

TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.331.2017

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: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX S.A. EL FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** del estudiante **Victor Ovidio González Solórzano**, CUI No. 1941143250117, Reg. Académico No. 200818935 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. Roberto Guzmán Ortiz  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, noviembre de 2017

/aej

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: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX S.A. EL FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** del estudiante **Victor Ovidio González Solórzano, CUI No. 1941143250117, Reg. Académico No. 200818935** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica



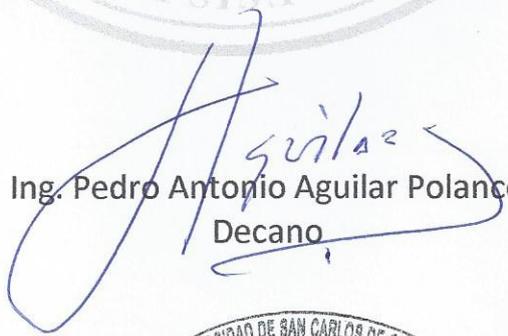
Guatemala, marzo de 2018

/aej



El Decano 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: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PUENTES-GRÚA UBICADAS EN LAS TRES NAVES DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA TUBEX, S. A. EL FRUTAL, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Victor Ovidio González Solorzano,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, marzo de 2018

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por la vida, la salud y la sabiduría que me brindó para culminar con éxito mis estudios universitarios.
<b>Mis padres</b>	Victor González y Evelin Solorzano, por el amor, el apoyo incondicional y los consejos que hasta el día de hoy me han dado.
<b>Mis hermanas</b>	Andrea Paola y María Alejandra, por el amor y el apoyo condicional que me han brindado.
<b>Mildred Amaya</b>	Por el amor, los consejos y el apoyo a lo largo de mi carrera.
<b>Familiares</b>	Abuelos, tíos y primos por el apoyo y amor que me han brindado.
<b>Compañeros y amigos</b>	Por las muestras de cariño y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de culminar mis estudios.

**Facultad de Ingeniería**

Por todos los conocimientos transmitidos a lo largo de mi carrera.

**Tubex, S.A.**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado y haber contribuido con mi trabajo al desarrollo de la empresa.

**Ing. Aníbal Chicojay**

Por la asesoría y colaboración brindada en la realización del presente trabajo.

**Mi asesor**

Ing. Kevin David Zea Castañeda, por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción de la empresa .....	1
1.1.1. Ubicación.....	4
1.1.2. Historia .....	4
1.1.3. Misión .....	5
1.1.4. Visión.....	5
1.1.5. Valores .....	5
1.1.6. Organigrama general.....	6
1.1.7. Organigrama del taller de mantenimiento.....	7
1.2. Descripción del problema .....	7
1.3. Recursos .....	8
1.3.1. Recursos humanos.....	8
1.3.2. Recursos materiales.....	8
1.4. Taller de mantenimiento mecánico.....	9
1.4.1. Plano del taller mecánico.....	10
1.4.2. Distribución de puentes-grúa.....	11
1.4.3. Plano de puentes-grúa en la planta .....	12
1.5. Definición básica de mantenimiento .....	13

1.5.1.	Mantenimiento preventivo .....	13
1.5.2.	Mantenimiento correctivo .....	14
1.5.3.	Mantenimiento predictivo.....	14
1.5.4.	Mantenimiento proactivo .....	14
1.6.	Equipo a usar durante mantenimiento.....	15
1.7.	Partes de un puente-grúa.....	16
1.7.1.1.	Carro .....	16
1.7.1.2.	Viga principal.....	17
1.7.1.3.	Carro testero .....	17
1.7.1.4.	Vigas carrileras.....	18
1.7.1.5.	Mandos de puente-grúa .....	19
1.7.1.6.	Motor reductor .....	20
1.7.1.7.	Freno.....	20
1.7.1.8.	Cable de acero .....	21
1.7.2.	Descripción de maquinaria .....	22
1.7.3.	Grúas aéreas (puente-grúa) .....	22
1.7.3.1.	Grúa monorraíl .....	22
1.7.3.2.	Grúa birraíl.....	23
1.7.3.3.	Grúa pórtico.....	24
1.7.3.4.	Grúa semipórtico .....	25
1.7.3.5.	Grúa pluma.....	26
1.7.4.	Aplicaciones de un puente-grúa .....	26
1.7.4.1.	Industria automotriz.....	27
1.7.4.2.	Industria del acero.....	27
1.7.4.3.	Industria alimenticia.....	27
1.7.4.4.	Industria del cemento .....	28
1.8.	Generalidades de montaje .....	28
1.9.	Operación de un puente-grúa .....	29
1.9.1.	Señales para dirigir un puente-grúa .....	30

1.9.2.	Capacidad de los puentes-grúa .....	31
1.10.	Proceso de mantenimiento .....	33
1.10.1.	Inspección visual .....	33
1.10.2.	Inspección auditiva .....	33
1.11.	Estado de la maquinaria .....	33
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	35
2.1.	Características técnicas de los puentes-grúa .....	35
2.2.	Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo .....	36
2.2.1.	Planeación estratégica del departamento de mantenimiento .....	36
2.2.1.1.	Análisis FODA .....	37
2.2.1.1.1.	Matriz FODA.....	38
2.2.1.1.2.	Herramientas básicas...	39
2.2.1.2.	Equipamiento.....	41
2.2.1.3.	Empowerment.....	42
2.2.1.4.	Metodología del mantenimiento preventivo .....	43
2.2.1.5.	Historial de paros.....	43
2.2.1.6.	Hoja de reporte .....	44
2.2.1.7.	Solicitud de compra .....	46
2.2.1.8.	Técnicas de solución de fallas .....	47
2.2.1.8.1.	Análisis Ishikawa .....	49
2.2.1.8.2.	Historial de mantenimiento .....	51
2.2.2.	Aplicación de mantenimiento preventivo .....	52
2.2.2.1.	Ficha técnica y de inspección .....	53
2.2.2.2.	Lista maestra de mantenimiento .....	54
2.2.2.3.	Orden de trabajo.....	55

2.2.2.4.	Verificación de equipo para mantenimiento preventivo .....	56
2.2.2.4.1.	Equipos redundantes ....	56
2.2.2.4.2.	Equipos críticos.....	56
2.2.2.4.3.	Mantenimiento correctivo previo al mantenimiento preventivo.....	58
2.2.3.	Elaboración del plan de mantenimiento preventivo.....	59
2.2.3.1.	Rutina de mantenimiento.....	59
2.2.3.2.	Método LEM.....	60
2.2.3.2.1.	Actividades de lubricación.....	60
2.2.3.2.2.	Actividades eléctricas o electrónicas.....	64
2.2.3.2.3.	Actividades mecánicas.....	64
2.2.3.3.	Actividades a realizar en el mantenimiento.....	65
2.2.3.3.1.	Actividades eléctricas para puentes-grúa.....	66
2.2.3.3.2.	Actividades mecánicas para puentes-grúa.....	69
2.2.3.3.3.	Actividades de lubricación para puente-grúa.....	73

2.2.4.	Personal involucrado en el mantenimiento preventivo .....	123
2.2.5.	Grado de eficiencia.....	124
2.2.5.1.	Eficiencias de puentes-grúa de planta de producción .....	127
2.2.6.	Análisis de ahorro de energía y clasificación de desechos .....	128
2.2.7.	Mantenimiento preventivo y correctivo .....	130
2.2.8.	Metas de aplicación de mantenimiento preventivo a los equipos .....	131
2.2.9.	Presupuesto.....	132
2.2.10.	<i>Checklist</i> o lista de chequeo .....	134
3.	FASE DE DOCENCIA .....	137
3.1.	Importancia de las labores de mantenimiento .....	137
3.1.1.	Labores de mantenimiento .....	137
3.1.2.	Historiales de mantenimiento.....	138
3.1.3.	Presentación del plan de mantenimiento preventivo .....	138
3.1.3.1.	Lista maestra de mantenimiento .....	139
3.1.3.2.	Ficha técnica y de inspección .....	141
3.2.	Mejoras y avances con la aplicación de un mantenimiento preventivo .....	143
3.2.1.	Capacitación al personal de mantenimiento del taller mecánico.....	144
	CONCLUSIONES .....	149
	RECOMENDACIONES.....	151
	BIBLIOGRAFÍA.....	153

APÉNDICES..... 155

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Materia prima .....	1
2.	Manipulación de materia prima para fabricación de tubo .....	2
3.	Fabricación de tubo .....	3
4.	Producto terminado .....	3
5.	Organigrama general de la empresa .....	6
6.	Organigrama del taller .....	7
7.	Plano de taller mecánico .....	10
8.	Plano de ubicación de los puentes-grúa .....	12
9.	Carro de traslación .....	16
10.	Viga principal .....	17
11.	Carros testers .....	18
12.	Vigas carrileras .....	18
13.	Botonera de puente-grúa .....	19
14.	Motor reductor de puente-grúa .....	20
15.	Sistema de freno de puente-grúa .....	21
16.	Cable de acero .....	21
17.	Puente-grúa monorraíl .....	23
18.	Puente-grúa birraíl .....	24
19.	Puente-grúa pórtico .....	24
20.	Puente-grúa semipórtico .....	25
21.	Grúa pluma .....	26
22.	Señalización para operar puentes-grúa .....	31
23.	Lectura de capacidad de puente-grúa .....	32

24.	Lectura de capacidad de puente-grúa .....	32
25.	Formato solicitud de compra.....	47
26.	Diagrama de Ishikawa .....	50
27.	Puente-grúa núm. 1 .....	77
28.	Puente-grúa núm. 2 .....	79
29.	Puente-grúa núm. 3 .....	81
30.	Puente-grúa núm. 4 .....	83
31.	Puente-grúa núm. 5 .....	85
32.	Puente-grúa núm. 6 .....	87
33.	Puente-grúa núm. 7 .....	89
34.	Puente-grúa núm. 8 .....	91
35.	Puente-grúa núm. 9 .....	94
36.	Puente-grúa núm. 10 .....	96
37.	Puente-grúa núm. 11 .....	98
38.	Puente-grúa núm. 12 .....	100
39.	Puente-grúa núm. 13 .....	102
40.	Puente-grúa núm. 14 .....	104
41.	Puente-grúa núm. 15 .....	106
42.	Puente-grúa núm. 16 .....	108
43.	Puente-grúa núm. 17 .....	110
44.	Puente-grúa núm. 18 .....	112
45.	Puente-grúa núm. 19 .....	114
46.	Puente-grúa núm. 20 .....	117
47.	Puente-grúa núm. 21 .....	119
48.	Puente-grúa núm. 22 .....	121
49.	Puente-grúa núm. 23 .....	123
50.	Capacitación a personal de mantenimiento .....	145
51.	Capacitación .....	147

## TABLAS

I.	Maquinaria taller mecánico .....	11
II.	Estado de maquinaria .....	34
III.	Características técnicas de los puentes-grúa.....	35
IV.	FODA .....	39
V.	Herramientas básicas.....	40
VI.	Herramientas secundarias .....	41
VII.	Hoja de paros.....	44
VIII.	Hoja de reporte .....	45
IX.	Historial de mantenimiento.....	52
X.	Equipos críticos.....	57
XI.	Lubricantes.....	61
XII.	Partes de puente-grúa a realizar mantenimiento .....	65
XIII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 1 .....	76
XIV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 2 .....	78
XV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 3 .....	80
XVI.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 4 .....	82
XVII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 5 .....	85
XVIII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 6 .....	87
XIX.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 7 .....	89
XX.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 8 .....	91
XXI.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 9 .....	93
XXII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 10 .....	95
XXIII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 11 .....	97
XXIV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 12 .....	99
XXV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 13 ...	101
XXVI.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 14 ...	103
XXVII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 15 ...	105

XXVIII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 16 ....	107
XXIX.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 17 ....	109
XXX.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 18 ....	111
XXXI.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 19 ....	113
XXXII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 20 ....	116
XXXIII.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 21 ....	118
XXXIV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 22 ....	120
XXXV.	Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 23 ....	122
XXXVI.	Cálculo de eficiencia de puentes-grúa .....	127
XXXVII.	Porcentaje de presupuesto aplicado al plan de mantenimiento .....	133
XXXVIII.	<i>Checklist</i> para puente-grúa .....	135
XXXIX.	Lista maestra de infraestructura.....	140
XL.	Ficha técnica y de inspección .....	142

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>EP</b>	Extrema presión
<b>H&amp;O</b>	Lubricantes con inhibidores de herrumbre y oxidación
<b>%</b>	Porcentaje
<b>T</b>	Toneladas
<b>Vo.Bo.</b>	Visto bueno



## GLOSARIO

<b>API</b>	Instituto Americano del Petróleo.
<b>ASME</b>	Acrónimo de Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana de Prueba de Materiales.
<b>Buril</b>	Herramienta manual usada para corte de material, formada de una barra de acero templado.
<b>Cojinete</b>	Elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este. Se realiza por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.
<b>Confiabilidad</b>	Cualidad de un sistema o elemento que contiene una probabilidad de buen funcionamiento.
<b>Contactor</b>	Componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente.
<b>Eficiencia</b>	Es la capacidad de un objeto o persona para lograr los resultados deseados minimizando tiempo y costos.

<b>Empresa</b>	Entidad que cuenta con elementos humanos, materiales y técnicos que tiene como objetivo obtener utilidades provenientes de su participación en el mercado de bienes y servicios.
<b>Engranaje</b>	Elemento mecánico utilizado para transmitir potencia en forma circular mediante movimiento giratorio a ejes y demás elementos mecánicos.
<b>Equipo</b>	Es un conjunto de instrumentos, dispositivos y piezas necesarios para la realización de actividades específicas.
<b>Falla</b>	Consiste en un daño o deterioro que impide el funcionamiento adecuado de algún equipo.
<b>Ficha técnica</b>	Formato en el que se detallan las actividades de mantenimiento de forma directa.
<b>FODA</b>	Método de análisis de investigación a través de fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas.
<b>Herramienta</b>	Objeto o utensilio que se utiliza para la realización de trabajos en diversos oficios.
<b>Inspección</b>	Observación y seguimiento de los procesos que se realizan dentro de un plan de trabajo establecido.

<b>ISO</b>	Organización Internacional de Estándares preventivo mediante actividades de lubricación, actividades eléctricas y actividades mecánicas.
<b>LEM</b>	Método para la generación de planes de mantenimiento.
<b>Lista maestra</b>	Formato en el que se detalla la frecuencia del mantenimiento preventivo.
<b>Pasteca</b>	Pieza de metal ubicada en el extremo del cable utilizada para sujetar las piezas.
<b>Polipasto</b>	Equipo compuesto por cadenas y poleas que se utiliza para levantar o mover una carga.
<b>Reductor</b>	Conjunto de engranajes que ayudan a disminuir la velocidad transmitida por un motor.
<b>Testero</b>	Parte de un puente-grúa; se encarga de mover la viga principal por medio de motores.
<b>Torquímetro</b>	Herramienta utilizada para el ajuste de tuercas, tornillos, permitiendo la aplicación de tensión específica.
<b>Stock</b>	Término utilizado para representar el abastecimiento de objetos, en este caso abastecimiento de repuestos en el área de bodega.

**Viscosidad**

Resistencia que tienen los fluidos a la deformación.

## RESUMEN

En el presente trabajo, correspondiente al ejercicio profesional supervisado se describe el funcionamiento de la empresa Tubex, S.A., dentro de la industria, y su estructura organizacional. Además, se detallan las actividades realizadas dentro de la empresa para obtener la producción. De forma más específica se describen las funciones que competen al departamento de mantenimiento y sus actividades.

La presente investigación desarrolla una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los puentes-grúa de la planta de producción; actualmente, la empresa Tubex no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para dicho equipo.

En la propuesta de mantenimiento preventivo se define el método de investigación, las herramientas utilizadas, los departamentos involucrados a dicho plan de mantenimiento, los periodos de tiempo determinados para la realización de las actividades de mantenimiento. Se detalla el estado de la maquinaria antes de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo. Esto se realiza para llevar un control de todas las fallas y actividades de mantenimiento realizadas.

El mantenimiento preventivo es importante para prevenir fallas imprevistas en la maquinaria; al aplicar correctamente las actividades correspondientes al plan de mantenimiento preventivo se reducen costos por concepto de reparación de las fallas imprevistas; además, aumenta la confiabilidad de los equipos.

Al final de la investigación se presenta el plan de mantenimiento, con la ficha técnica y de inspección, además, la lista maestra de infraestructura. También, el historial de los trabajos de mantenimiento correctivo realizados antes y durante la implementación de la propuesta de mantenimiento preventivo para los puentes-grúa de la planta de producción de Tubex, S.A.

# OBJETIVOS

## General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para los puentes-grúa existentes en la planta Tubex, S.A. El Frutal.

## Específicos

1. Reconocer los riesgos de los puentes-grúa al no tener un plan de mantenimiento preventivo.
2. Analizar las condiciones de instalación y proceso de utilización de los puentes-grúa.
3. Elaborar una propuesta de mantenimiento que ayude a optimizar los procesos y que aumente la eficiencia de producción para garantizar su correcto funcionamiento.
4. Incentivar en los trabajadores una actitud de cooperación encaminada hacia la mejora constante en cuanto a mantenimientos preventivos.



## INTRODUCCIÓN

Hasta hace algunos años en la industria guatemalteca se trabajaba únicamente con un mantenimiento correctivo a la maquinaria. Con el pasar del tiempo y la modernización al sistema industrial, las empresas se han visto en la necesidad de formar un departamento de mantenimiento, que se encarga de velar por el buen funcionamiento infraestructura de la empresa. Dentro de sus tareas se encuentra la de implementar un programa de mantenimiento a la maquinaria existente dentro de la empresa, con el fin de garantizar un buen funcionamiento de los equipos y disminuir el gasto ocasionado por reparaciones.

Un plan de mantenimiento preventivo es una herramienta necesaria que la mayoría de empresas utilizan para mejorar la eficiencia y alargar la vida útil de la maquinaria, con el propósito de minimizar el tiempo de paro de maquinaria por razones de fallas y reducir costos.

Los planes de mantenimiento preventivo incluyen actividades de inspección en tiempos determinados, programadas según el manual del fabricante y la operación dentro de la empresa. Las actividades incluyen la inspección de los sistemas de lubricación, eléctricos y mecánicos.

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de proponer un plan de mantenimiento preventivo para los puentes-grúa de la planta de producción de la empresa Tubex, S.A., para brindar el cuidado necesario y mantener en óptimas condiciones los equipos utilizados para la realización del proceso de producción y despacho.

En la empresa se cuenta actualmente con un plan de mantenimiento preventivo general para la planta de producción, pero no incluye a los puentes-grúa; el presente plan de mantenimiento preventivo se divide en periodos de tiempo de seis meses; se especifica la semana de la realización de las actividades de inspección correspondiente a los equipos.

Antes de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se deben cumplir ciertos aspectos que garanticen el buen funcionamiento de los equipos. De no ser así, se debe realizar una serie de actividades correctivas que ayuden a tener los equipos en buenas condiciones. El objetivo es mejorar las condiciones de instalación y mantenimiento actuales.

El plan de mantenimiento preventivo se presenta mediante un plan cronológico llamado lista maestra de infraestructura, donde esta calendarizados el tiempo necesario para la realización de las actividades de mantenimiento de cada equipo; la ficha técnica y de inspección cumple la función de describir cada actividad a realizar en los equipos.

Es necesario llevar un control de todas las actividades realizadas a los equipos antes y durante la aplicación del mantenimiento preventivo. Esto será de gran ayuda para analizar de forma adecuada el estado de cada puente-grúa.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Descripción de la empresa

Tubex es una empresa guatemalteca pionera en la región centroamericana y del caribe, dedicada a la fabricación de tubería de acero al carbón bajo los estándares internacionales de la norma ASTM. Desde nuestros inicios hace más de 20 años, esta empresa se ha especializado en cubrir todas las necesidades de nuestros clientes, sobresaliendo por la calidad y amplia gama de sus productos.

En la actualidad Tubex es la única empresa en la región que cuenta con un laboratorio metalúrgico de última generación y certificación de gestión de calidad integrado para las normas internacionales ISO 9001 y 14001.

El constante compromiso con sus clientes les ha permitido obtener la certificación más importante que se otorga a los fabricantes de tubería de acero al carbono; la norma API - 5L, la cual es utilizada para la conducción de gas y petróleo certificada por el Instituto Americano de Petróleo.

La especialidad de Tubex es la fabricación de tubería de acero, el proceso inicia desde la materia prima que se importa en forma de bobinas de lámina de acero, las cuales son cortadas con las dimensiones específicas para formar el diámetro de tubería que se desea fabricar<sup>1</sup>.

Figura 1. Materia prima



Fuente: Tubac, Duferco group. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>.

Consulta: 10 de octubre de 2017.

<sup>1</sup> Tubac, Duferco group. *Quiénes somos*. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

La materia prima es utilizada además para la fabricación de costanera, tubería galvanizada, tubería cuadrada, lámina galvanizada, tubería para pozos, así como lámina de acero lisa y labrada de distintos calibres.

Figura 2. **Manipulación de materia prima para fabricación de tubo**



Fuente: elaboración propia.

Los molinos de Tubex han sido adquiridos con el fin de satisfacer la demanda que el mercado solicita; existen molinos que tienen la capacidad de producir tubería que va desde  $\frac{1}{2}$  " hasta 8" de diámetro.

Figura 3. **Fabricación de tubo**



Fuente: Tubac, Duferco group. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>.

Consulta: 10 de octubre de 2017.

Luego de la producción, todo el producto es trasladado a la bodega para posteriormente ser despachado.

Figura 4. **Producto terminado**



Fuente: elaboración propia.

### **1.1.1. Ubicación**

La empresa Tubex se encuentra ubicada en el municipio de San Miguel Petapa; tiene como domicilio: final avenida Petapa, km 11,5 Finca El Frutal, San Miguel Petapa, Guatemala, C.A.

Además posee otra planta galvanizadora, ubicada en el km 18,5 carretera a San Miguel Petapa.

### **1.1.2. Historia**

Tubex en sus inicios se dio a conocer con el nombre de Tubac, S.A., en el año de 1994. Las primeras acciones que se dieron por parte de la empresa fueron las de establecerse directamente en un espacio acorde al tipo de producción; es por ello que durante los meses de febrero y marzo de 1994 se empezaron los trabajos de montaje de las naves; se montó la maquinaria correspondiente: molino 483, molino 604 y la cortadora 1; ese mismo año se iniciaron las pruebas de producción.

Durante los siguientes meses se montó la siguiente maquinaria: roscadora Landis, roladora de costanera y se iniciaron trabajos de montaje de galvanizadora, así como la cortadora 2. Posteriormente, en 1997 se montaron los equipos: biseladora, barnizadora y prueba hidrostática pertenecientes al molino 604.

Durante el 2003 se montó la cortadora 3. Para el año 2005 se realizó el montaje del molino más grande que posee Tubex: el molino Mckay.

### **1.1.3. Misión**

“En Tubex, S.A., nuestro mayor compromiso es satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través de la fabricación de tubería y la comercialización de productos derivados de acero, ofreciendo el mejor servicio, realizando nuestros procesos con calidad y buscando la rentabilidad que proporcione una fuente de trabajo estable para nuestros empleados dentro de un marco de desarrollo sostenible”<sup>2</sup>.

### **1.1.4. Visión**

“Nuestra principal visión es ser líderes en innovación y diferenciación de productos en la región centroamericana, México y El Caribe en tubería y otros productos de acero, con el mejor servicio y alta calidad”<sup>3</sup>.

### **1.1.5. Valores**

- Responsabilidad: es muy importante para brindar productos de buena calidad a nuestros clientes y para con nuestros trabajadores proveyéndoles un ambiente agradable dentro de la empresa.
- Colaboración: por parte de todos los trabajadores que laboran dentro de la empresa para conformar un grupo sólido y con la mejor disposición de realizar el trabajo de forma adecuada.
- Respeto: principalmente hacia los trabajadores que son el corazón de Tubex; y con los clientes para brindarles un servicio eficiente y cordial.

---

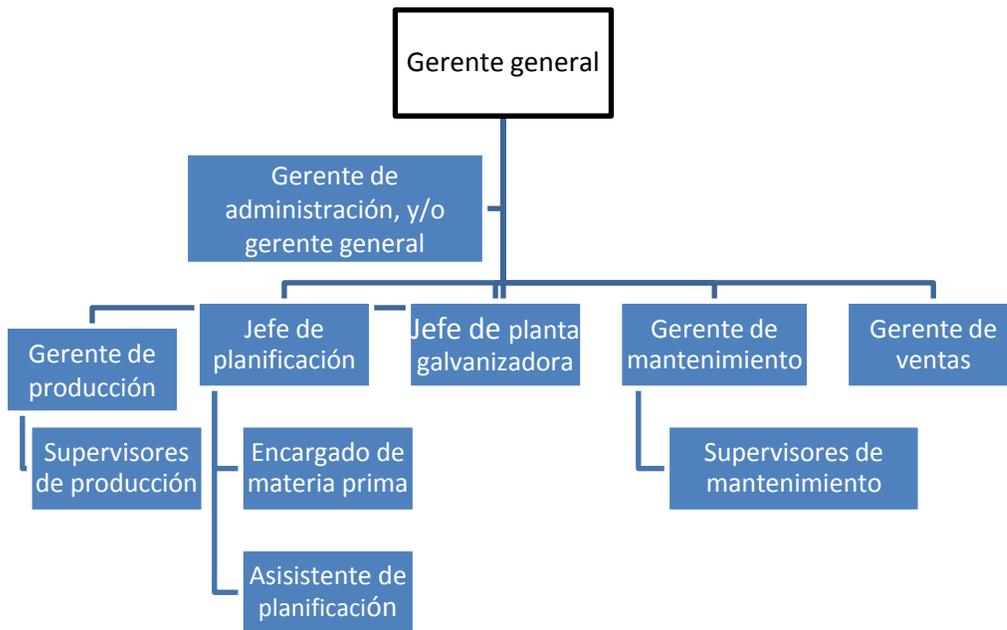
<sup>2</sup> Tubac, Duferco group. *Misión y visión*. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

<sup>3</sup> *Ibíd.*

- Lealtad: esto es para con todas las personas que confían en la empresa.
- Solidaridad: para con los trabajadores de la empresa; velar por el bienestar de ellos y sus familias.

### 1.1.6. Organigrama general

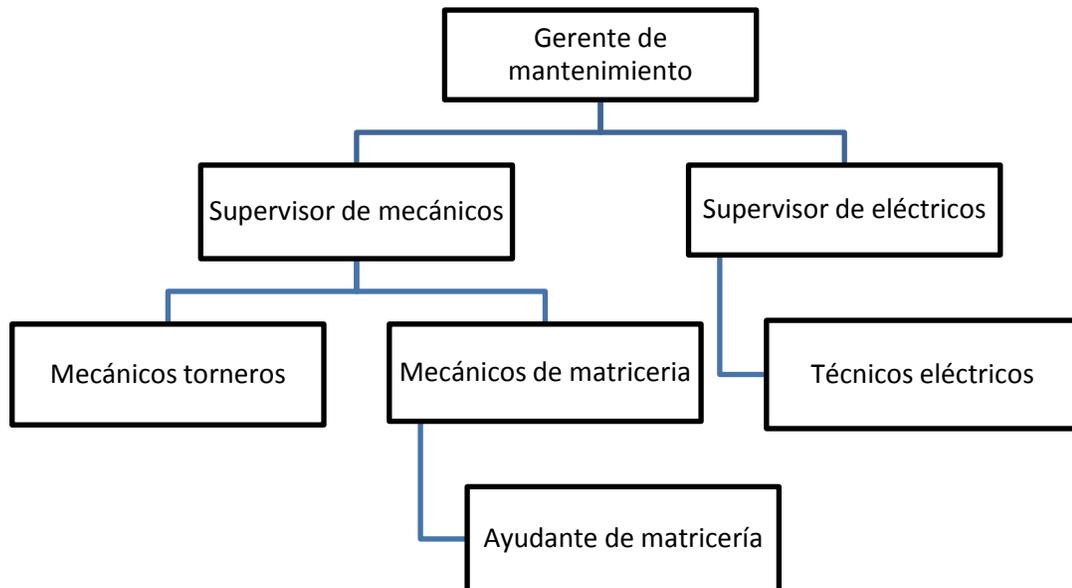
Figura 5. Organigrama general de la empresa



Fuente: elaboración propia.

### 1.1.7. Organigrama del taller de mantenimiento

Figura 6. Organigrama del taller



Fuente: elaboración propia.

### 1.2. Descripción del problema

En la planta de producción Tubex, S.A., se cuenta con 23 puentes-grúa, los cuáles son de gran utilidad para llevar a cabo el proceso de producción; el departamento de mantenimiento mecánico no cuenta con un plan de mantenimiento específico que garantice el buen funcionamiento de los equipos debido a su importancia dentro de la empresa. Hasta el momento solamente se aplica un mantenimiento correctivo.

Al implementarse un plan de mantenimiento preventivo, se aumentará el grado de confiabilidad de los equipos por disminuir los paros de dichos equipos por posibles fallas repentinas.

### **1.3. Recursos**

Los recursos constituyen una parte fundamental para realizar un buen plan de mantenimiento y obtener el resultado esperado de los objetivos planteados.

#### **1.3.1. Recursos humanos**

- Ingenieros de distintas áreas
  - Gerente de planta
  - Gerente de mantenimiento
  - Ingenieros de seguridad industrial
  - Jefe de taller
- Técnicos de taller mecánico
- Personal de bodega
- Personal de producción
- Personal administrativo

#### **1.3.2. Recursos materiales**

- Manuales de operación de maquinaria
- Bibliografías relacionadas a puentes-grúa
- Historial de fallas
- Entrevistas con personal
- Historial de mantenimiento correctivo y preventivo de maquinaria
- Material de oficina
- Información obtenida de internet

#### **1.4. Taller de mantenimiento mecánico**

El taller mecánico cuenta con diez técnicos mecánicos que se encargan de realizar las actividades de mantenimiento; adicional existen dos técnicos encargados de realizar trabajos de rectificado y afilado de discos de sierras circulares para cortar producto.

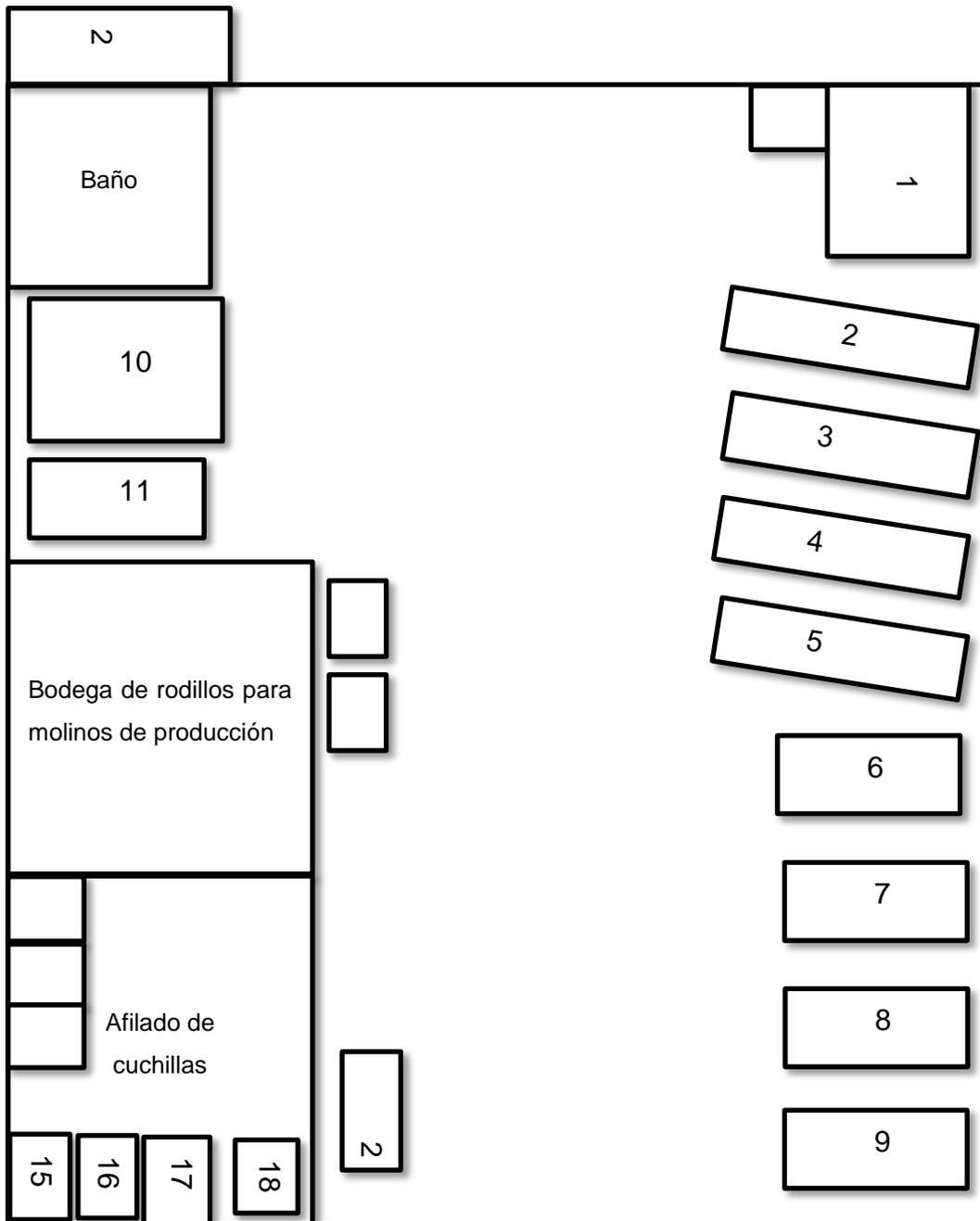
Los trabajos de mantenimiento realizados con mayor frecuencia son:

- Rectificación de rodos de molinos.
- Rectificación de cuchillas.
- Rectificado y afilado de discos de sierras circulares.
- Fabricación de elementos mecánicos en distintos materiales.
- Rectificación de distintos elementos.
- Reparación de equipos (bombas, motores eléctricos, cilindros hidráulicos, etc.).

Dentro del taller mecánico se realizan actividades de mantenimiento para los equipos existentes en planta de producción necesarios para la fabricación de producto: tubos, costanera, lámina. Además, dentro del taller mecánico se realizan trabajos de mantenimiento para los elementos físicos de las instalaciones.

### 1.4.1. Plano del taller mecánico

Figura 7. Plano de taller mecánico



Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Maquinaria del taller mecánico**

Núm.	Maquinaria
1	Control numérico computarizado CNC
2	Torno 1
3	Torno 2
4	Torno 3
5	Torno 4
6	Cepillo
7	Fresadora 1
8	Taladro 2
9	Fresadora 2
10	Rectificadora de cuchillas
11	Taladro 1
12	Afiladora 1
13	Afiladora 2
14	Chaflanadora de discos de sierra circular
15	Afiladora 3
16	Afiladora 4
17	Afiladora 5
18	Esmeril de banco 1
19	Esmeril de banco 2
20	Esmeril de banco 3
21	Rectificadora
22	Cortadora de sierra vaivén

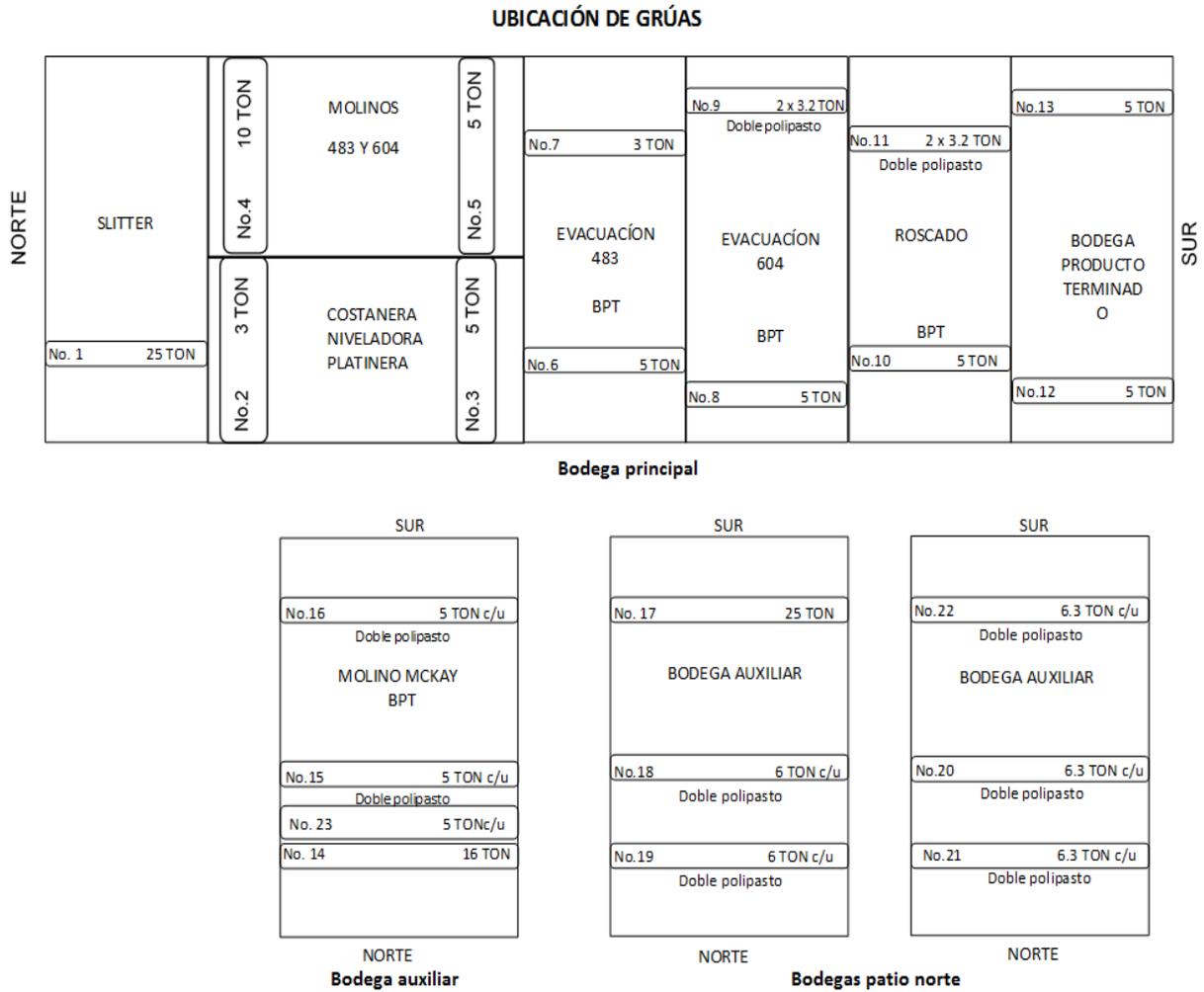
Fuente: elaboración propia.

#### **1.4.2. Distribución de puentes-grúa**

Los puentes-grúa se encuentran distribuidos en toda la planta de producción y almacenamiento según la necesidad de su utilización. La capacidad de carga es principal variable tomada en cuenta para la colocación de los puente-grúa, debido a que no en todas las áreas se maneja la misma magnitud de peso.

### 1.4.3. Plano de puentes-grúa en la planta

Figura 8. Plano de ubicación de los puentes-grúa



Fuente: elaboración propia.

## **1.5. Definición básica de mantenimiento**

Mantenimiento es definido como la serie de actividades que deben realizarse con la finalidad de conservar en condiciones óptimas los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipos, instalaciones, etc.), con el objetivo de mantener su funcionalidad y competitividad.

Existen dos objetivos fundamentales dentro del mantenimiento: primero, mantener el servicio que prestan los equipos, máquinas, equipo o instalaciones; segundo, la conservación y el cuidado de sus elementos.

### **1.5.1. Mantenimiento preventivo**

Se refiere a todas las acciones realizadas que permitan tener el conocimiento del estado de la maquinaria, equipo o instalaciones para la planeación y programación de actividades posteriores con la finalidad de evitar daños imprevistos, disminuir tiempos muertos por fallas en los procesos de producción y despacho; los paros necesarios para esta acción deben realizarse con la menor cantidad de tiempo.

Mantenimiento preventivo también se puede definir como las actividades ejecutadas en un tiempo establecido bajo las condiciones de cada empresa para prevenir y detectar condiciones de trabajo que puedan ocasionar interrupciones en los procesos de producción, despacho u otros, por averías o deterioro acelerado de la maquinaria.

El exceso o insuficiencia de aplicación de mantenimiento preventivo en los equipos tendrá consecuencias negativa, que afectarán su vida útil y la

disponibilidad a la demanda requerida, disminuyendo su confiabilidad y eficiencia considerablemente.

#### **1.5.2. Mantenimiento correctivo**

Se refiere a las acciones realizadas para corregir averías en maquinaria, equipos e instalaciones, encontradas durante inspecciones de mantenimiento preventivo o al ocurrir fallas que ocasionan paros en los diferentes procesos existentes. En el mantenimiento correctivo se pueden encontrar acciones de reacondicionamiento de maquinaria o equipo que ocurran dentro del mantenimiento preventivo; con ello el funcionamiento permitirá obtener el máximo rendimiento.

#### **1.5.3. Mantenimiento predictivo**

Consiste en todas las acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en su etapa inicial, para evitar que estas fallas aumenten durante su funcionamiento y que ocasionen paros prolongados de emergencia y tiempos muertos. Este tipo de mantenimiento puede ser mediante la observación de la falla mientras el equipo se encuentra en funcionamiento.

#### **1.5.4. Mantenimiento proactivo**

Es una técnica de identificación y corrección de las causas que generan las fallas en los componentes, equipos o instalaciones, que probablemente en un futuro sino se acude a resolverlas puede generar una avería mayor. Entre los beneficios que posee este tipo de mantenimiento están: el incremento de

tiempo entre fallas y la educación de mantenimiento que se genera en el personal de mantenimiento.

### **1.6. Equipo a usar durante mantenimiento**

El equipo de seguridad para el mantenimiento de los equipos es indispensable para salvaguardar la integridad física de los mecánicos al momento de intervenir una grúa.

- Plataformas elevadoras: esenciales para llegar hasta el punto donde se encuentre la parte a reparar; generalmente, todo el equipo se encuentra a la altura de la viga.
- Arnese: importantes como parte del equipo de seguridad personal; siempre es necesario utilizarlos, ya que ayudará al momento de perder el equilibrio y caer, a quedar suspendido en el aire.
- Casco: maniobrar las partes de las grúas aéreas es sumamente complicado porque el operario queda debajo del equipo; entonces, es obligatorio usar casco por si alguna pieza llegase a impactar la cabeza.
- Lentes de protección: es obligatorio usar este tipo de protección ya que en cualquier momento puede caer alguna partícula en los ojos que causen daño alguno.

## 1.7. Partes de un puente-grúa

Un puente-grúa es considerado maquinaria, la cual está constituida por distintos elementos mecánicos y eléctricos que trabajan de forma simultánea para que pueda funcionar de forma adecuada.

### 1.7.1.1. Carro

Constituye un componente esencial para un puente grúa ya que es el encargado de elevar cargas ubicadas en la parte inferior por medio de cables de acero para luego ser deslizadas transversalmente sobre la viga principal por medio de rieles ubicados sobre esta. Este se encuentra montado sobre la viga principal, esta puede ser monorraíl o birraíl.

Figura 9. Carro de traslación



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.1.2. Viga principal

Es denominado miembro principal de carga; está compuesto por perfiles estructurales cargados transversalmente al eje de la viga; es la encargada de soportar todo tipo de esfuerzo de flexión. Cuando se desea manipular cargas que no son de gran masa, se usan grúas con una sola viga; pero si el uso será para transportar cargas de mayor peso, entonces, se pueden usar dos vigas principales hechas de acero para soportar altas cargas.

Figura 10. Viga principal



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.1.3. Carro testero

Es el elemento que está ubicado a los extremos de la viga principal, unidos a este por pernos. Son los encargados de mover la viga principal del puente por medio de ruedas que se deslizan sobre guías que están ubicadas a lo largo de la viga carrilera.

Figura 11. **Carros testers**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

#### 1.7.1.4. **Vigas carrileras**

Son parte del puente grúa en las cuales se desliza el carro testero, este se apoya sobre las guías transportando la carga a lo largo de la nave. Estas están soportadas por columnas del mismo material para que sea seguro el montaje de las vigas.

Figura 12. **Vigas carrileras**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.1.5. Mandos de puente-grúa

Son usados para el mando del puente. Constituidos por una serie de botones los cuales permiten el traslado de la carga, puede ser horizontal o vertical así como los movimientos de los carros del puente. Los mandos pueden estar ubicados en una cabina de control o desde el piso, dependiendo cual sea la situación.

Figura 13. Botonera de puente-grúa



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

#### **1.7.1.6. Motor reductor**

La mayoría de motores utilizados son resistentes y con jaula de ardilla o doble polaridad y los reductores son de carácter modular. Esto permite una mayor rapidez de montaje y de mantenimiento. Los motores llevan variedades de engranajes y cojinetes que garantizan que el funcionamiento sea silencioso.

Figura 14. **Motor reductor de puente-grúa**



Fuente: Abus. *Seguridad en el hogar*. <https://www.abus.com/mx/Acerca-de-ABUS>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

#### **1.7.1.7. Freno**

Similar al accionamiento de cualquier mecanismo existente, es utilizado cuando se necesita detener la marcha en cualquier sentido. Ofrece una protección confiable contra la sobrecarga. Posee revestimiento especial de muy bajo desgaste para garantizar un coeficiente de seguridad muy alto.

Figura 15. **Sistema de freno de puente-grúa**



Fuente: Abus. *Seguridad en el hogar*. <https://www.abus.com/mx/Acerca-de-ABUS>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

#### **1.7.1.8. Cable de acero**

Es el encargado de soportar el total de carga que se desea levantar. El diámetro del cable depende de la capacidad de carga, es medido en milímetros. Este va dentro de una guía que se encuentra en el carro.

Figura 16. **Cable de acero**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores*. [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### **1.7.2. Descripción de maquinaria**

En este proyecto, cuando se habla de maquinaria se refiere al puente-grúa; existen variedad para trabajar bajo distintas circunstancias y realizar una operación específica: transportar objetos de magnitud de peso elevada.

### **1.7.3. Grúas aéreas (puente-grúa)**

Son de construcción robusta; poseen un nivel alto de estandarización, lo que las hace adaptables a distintas situaciones; además, los componentes son de alta fiabilidad cuando se les brinda un mantenimiento adecuado; la mayoría de los puente-grúa van desde una capacidad de carga de 500 kg hasta una de 100 toneladas.

Una grúa aérea o puente-grúa es un tipo de grúa que se utiliza en industrias para subir, bajar y desplazar cargas pesadas que permite una movilización de piezas de gran magnitud en forma horizontal y vertical. Una grúa aérea se compone de rieles paralelos que sirven para que la viga transversal se desplace de forma horizontal, estos están ubicados a gran altura.

El guinche es el dispositivo de izaje de la grúa; este se encuentra sobre la viga y se desplaza junto con ella; a su vez, se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

#### **1.7.3.1. Grúa monorraíl**

Este tipo de puente grúa es el más común; está constituido por una viga y es considerada la opción más viable para mover cargas de gran magnitud

cuando se necesita aprovechar toda la altura del lugar. Una característica importante a tomar en cuenta al momento de usar este tipo de maquinaria es que el ancho del recinto no debe ser muy largo ya que la fuerza que genera la carga puede generar deflexión en el puente transversal, ocasionando una falla. La mayoría de grúas de este tipo poseen dos velocidades en todos sus movimientos (elevación, movimiento del carro, traslación del puente).

Figura 17. **Puente-grúa monorraíl**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.3.2. **Grúa birrail**

Es el puente-grúa considerado más robusto debido a que consta de doble viga transversal, que es la que sostiene el carro donde se encuentra el polipasto. Este tipo de grúa es ideal para cargas con magnitudes de peso muy elevadas o naves con luz media o grande; permite alcanzar la máxima altura del gancho y su capacidad de carga máxima puede ser de 500 TON.

Figura 18. **Puente-grúa birrail**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.3.3. **Grúa pórtico**

Puede ser monorrail o birrail; esta grúa es aquella en la que el puente se encuentra rígidamente sostenido por dos o más patas que se desplazan sobre rieles fijados a nivel del piso. Este tipo de maquinaria es ideal para áreas descubiertas en donde no existe construcción alguna donde pueda sujetar los rieles que soportan las vigas.

Figura 19. **Puente-grúa pórtico**



Fuente: Abus. *Seguridad en el hogar.* <https://www.abus.com/mx/Acerca-de-ABUS>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

#### 1.7.3.4. Grúa semipórtico

Este tipo de maquinaria se puede observar desde dos distintas perspectivas. De un lado se puede observar como un puente-grúa pórtico, y desde otro es similar a un puente-grúa monorriel o birriel. Son útiles para aprovechar una construcción ya existente y adecuarla al suelo en el otro extremo. Consiste en una serie de columnas fijas y en el otro extremo tiene columnas móviles que se unen a las fijas por la viga transversal. La función de la columna móvil es la de desplazarse a la misma altura de las cargas a través de un riel que se encuentra a nivel del suelo.

Figura 20. **Puente-grúa semipórtico**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.7.3.5. Grúa pluma

La pluma es muy eficiente cuando se desea manipular cargas en zonas reducidas con un máximo de 200 m<sup>2</sup>. Existen con giro de 180°, 270° y 360°; puede ser rotación manual o motorizada. Poseen sistemas de fijaciones diversos, entre ellos podemos mencionar pluma con pie, pluma mura-fijada en la pared o en columna, o pluma suspendida.

Figura 21. Grúa pluma



Fuente: Abus. *Seguridad en el hogar*. <https://www.abus.com/mx/Acerca-de-ABUS>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

### 1.7.4. Aplicaciones de un puente-grúa

A diferencia de las grúas móviles o de construcción, los puentes-grúa son utilizados por lo comúnmente en fábricas o bodegas industriales estando limitados a operar dentro de la nave industrial donde se encuentran instalados.

Casi todas las fábricas utilizan puentes-grúa de puente para maniobrar los equipos que constituyen la maquinaria para la fabricación del producto.

#### **1.7.4.1. Industria automotriz**

Dentro de la industria automotriz se utilizan los puentes-grúa para transportar y manipular las partes que componen cada vehículo a través de los polipastos de cadena. Los puentes grúa y polipastos son aplicaciones importantes que aportan demasiado a la automatización y eficiencia a los procesos de producción.

#### **1.7.4.2. Industria del acero**

El uso de los puente grúa en la industria del acero es importante ya que se manejan productos que poseen gran magnitud como la chatarra. Intervienen en todo el proceso de producción desde la fundición del acero hasta el despacho del producto terminado. Estos equipos son ocupados también en procesos de galvanización, decapado, recepción de material y entrega de producto terminado.

#### **1.7.4.3. Industria alimenticia**

Dentro de la industria alimentaria se deben manejar pacas de materia prima para la producción, los puente grúa ayudan a la sistematización del proceso de producción. Es considerada una solución brindada a los operadores de la industria debido a que así se evita la contaminación con el contacto hacia la materia y el producto terminado. Esto es debido a que es de suma importancia mantener higienizado el proceso de producción de alimento.

#### **1.7.4.4. Industria del cemento**

Un puente-grúa desempeña un papel muy importante dentro de la industria cementera ya que la materia prima se traslada y se vierte a los molinos de cemento por medio de grúas aéreas que llevan recipientes gigantescos con la materia prima como arena, carbón. Así como la utilización para el montaje de los equipos de producción. Los puentes grúa más comunes son los de 6,3 t, 20 t, 12,5 t y polipastos monorrieles.

#### **1.8. Generalidades de montaje**

Las actividades en las que se involucra el montaje e instalación de equipo involucran la evaluación de riesgos; las grúas se utilizan en plantas industriales de producción o de almacenaje; es esencial para determinar el correcto emplazamiento de las grúas, así como las medidas de prevención que deben adoptarse para asegurar un funcionamiento seguro. Para el montaje de este tipo de equipos se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- El medio en que la grúa debe realizar su función puede ser al aire libre o en el interior de un recinto. Esto determinará aspectos como su vida útil, así como el proceso de mantenimiento que se deba realizar.
- Las condiciones del lugar de trabajo, que incluye la altura, distancia a los bordes de la nave, equipos dentro de la nave.
- La presencia de otras grúas en la misma dirección de las otras, debido a que si se tiene presencia de otras grúas es necesario adecuar el espacio que existe o bien tratar de acoplar ambos rieles.

## **1.9. Operación de un puente-grúa**

Operar un puente-grúa es considerado un trabajo de mucha responsabilidad, ya que el peso con el cual trabajan estos equipos es de gran magnitud y muchas veces donde son utilizados existe espacio reducido para maniobrar las cargas. El no saber operar un puente-grúa conlleva muchas consecuencias como su deterioro apresurado.

Para un trabajo seguro es necesario que el personal operario y el de mantenimiento tomen en cuenta las instrucciones dadas por el fabricante para tener un funcionamiento adecuado durante el tiempo de vida estimado dentro de la empresa para la máquina.

Es importante remarcar que la palabra operación de grúa involucra muchos términos, desde el conocimiento teórico de la máquina hasta el mantenimiento. Por consiguiente, los operadores y mecánicos deben recibir capacitaciones que sean avaladas por el fabricante, con la finalidad de utilizar con mayor eficiencia los puentes-grúa.

Los operarios de cada puente-grúa son los responsables de supervisar a diario el funcionamiento adecuado de su máquina desde la corriente eléctrica, hasta el cable del polipasto, y de reportar cualquier falla localizada en ella para evitar que dañe otros componentes.

El uso adecuado de un puente-grúa asegura una mayor duración de sus componentes, que evita fallas repentinas por mal manejo.

Elevar cargas en diagonal suele ser un acto inseguro, si se tira de una carga en forma diagonal o se arrastra, el carro podría volcar y caer; además, la

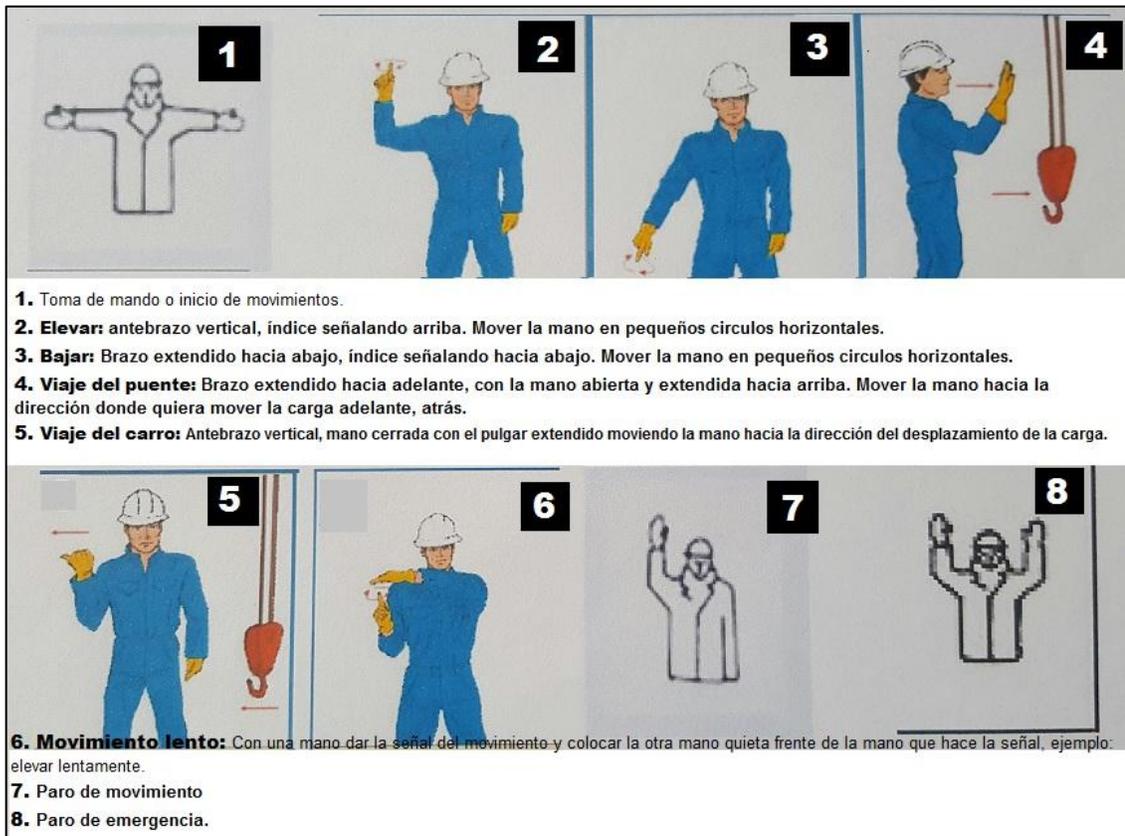
cadena o cable podrían dañar el carro. La carga podría caer ocasionando daños materiales y posiblemente humanos.

Transportar personas es muy común dentro de cualquier espacio donde se utilice este tipo de maquinaria, ya sea por diversión o por ahorrarse la fatiga de caminar de un punto a otro; pero el puente-grúa no se encuentra equipado con los dispositivos de seguridad necesarios para transportar a personas de forma segura.

### **1.9.1. Señales para dirigir un puente-grúa**

La mayoría de operarios de puentes-grúa no se encuentran capacitados para realizar un buen trabajo de operación. Muchas veces trabajan bajo intenso ruido de la planta de producción que puede ocasionar un accidente. Las señales existentes para operar un puente-grúa son poco conocidas, pero son de mucha utilidad; ayudan a comprender de mejor forma que se necesita realizar con la máquina y evitar accidentes.

Figura 22. Señalización para operar puentes-grúa



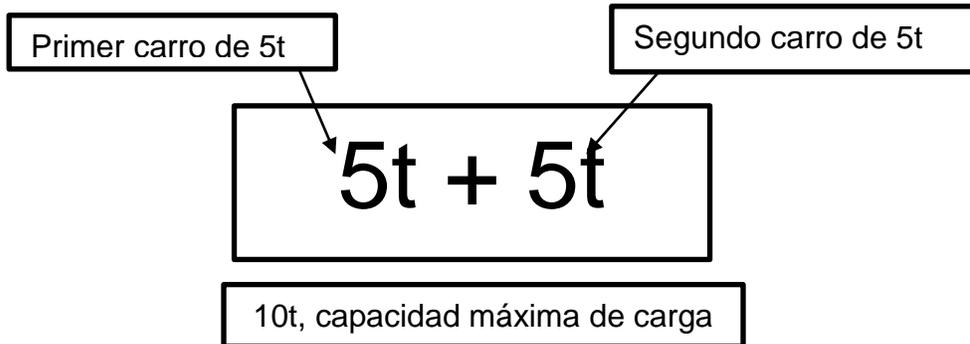
Fuente: Contec industrial. *Folleto capacitación Contect Industrial*. [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com).

Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 1.9.2. Capacidad de los puentes-grúa

Al trabajar con puentes-grúa existe peligro por las cargas que se encuentran suspendidas; es importante observar la seguridad propia y la de las demás personas. Por ello si se supera la capacidad de carga, la estructura y la máquina pueden dañarse. La capacidad de carga máxima está indicada en la viga principal.

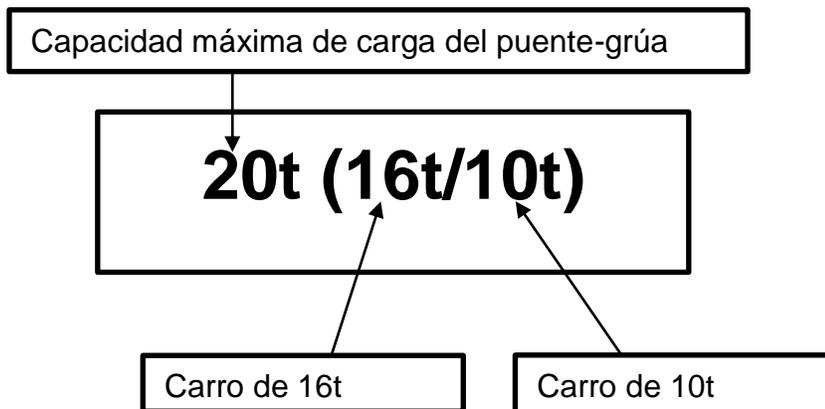
Figura 23. **Lectura de capacidad de puente-grúa**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

Si la capacidad máxima de carga del puente-grúa no se puede calcular con la suma exacta de varios carros, se indica primero la capacidad máxima de carga del puente-grúa y luego la capacidad máxima de los carros, indicándolos entre paréntesis y separados por un '/'.

Figura 24. **Lectura de capacidad de puente-grúa**



Fuente: Contec industrial. *Especializados en la automatización de equipos de izaje y transportadores.* [www.contecindustrial.com](http://www.contecindustrial.com). Consulta: 10 de octubre de 2017.

## **1.10. Proceso de mantenimiento**

Para aplicar un plan de mantenimiento preventivo es necesario realizar previamente un diagnóstico de la maquinaria, esto ayudará a saber si es necesario aplicar mantenimiento correctivo antes de aplicar el mantenimiento preventivo y así obtener mejores resultados. Cada una de las inspecciones realizadas aportará información para conocer el estado actual de la máquina.

### **1.10.1. Inspección visual**

Este tipo de inspección se realizará usando como herramienta el sentido de la vista; dentro de este proceso se pueden encontrar piezas dañadas, corrosión, desgaste, fugas, cables eléctricos en mal estado.

### **1.10.2. Inspección auditiva**

Dentro de este tipo de inspección se utiliza como herramienta el oído; escuchando el funcionamiento se pueden detectar sonidos anormales, estos pueden informar si existen piezas flojas, falta de lubricación, vibración.

## **1.11. Estado de la maquinaria**

La maquinaria existente dentro de la planta de producción en promedio tiene 12 años de antigüedad; su estado general es aceptable ya que todos los puentes-grúa están trabajando de forma adecuada. Pero es necesario realizar una inspección de los equipos y detallar sus condiciones utilizando los niveles, excelente, bueno, regular y malo.

Tabla II. **Estado de maquinaria**

<b>Núm. de grúa</b>	<b>Marca</b>	<b>Estado</b>
1	DEMAG	Bueno
2	DEMAG	Bueno
3	ABUS	Bueno
4	DEMAG	Regular
5	ABUS	Bueno
6	ABUS	Bueno
7	DEMAG	Malo
8	ABUS	Bueno
9	ABUS	Regular
10	ABUS	Bueno
11	ABUS	Excelente
12	ABUS	Malo
13	DEMAG	Bueno
14	ABUS	Bueno
15	ABUS	Malo
16	ABUS	Bueno
17	R y M	Bueno
18	R y M	Bueno
19	R y M	Bueno
20	ABUS	Bueno
21	ABUS	Bueno
22	ABUS	Bueno
23	ABUS	Excelente

Fuente: elaboración propia.

## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

### 2.1. Características técnicas de los puentes-grúa

Las características técnicas de cualquier tipo de maquinaria proporcionan una idea general de su capacidad y forma de operación. La siguiente tabla detalla algunas características de los puentes-grúa.

Tabla III. Características técnicas de los puentes-grúa

Núm.	Marca	Polipasto	Capacidad (TON)	Diámetro de cable	longitud de cable (metros)	Voltaje (V)	RPM
1	DEMAG	1	25 TON	19 mm	43 m	440	1 700
2	DEMAG	1	3 TON	14 mm		440	1 000
3	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32 m	440	1 200
4	DEMAG	1	10 TON	14 mm		440	1 350
5	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32 m	440	1 200
6	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32m	440	1 200
7	DEMAG	1	3 TON	14 mm	31m	440	1 000
8	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32 m	440	1 200
9	ABUS	2	3,2 TON c/u	8 mm	31 m	440	1 000
10	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32 m	440	1 200
11	ABUS	2	3,2 TON c/u	8 mm	31 m	440	1 000
12	ABUS	1	5 TON	9 mm o 3/8"	32 m	440	1 200
13	DEMAG	1	3 TON	14 mm		440	1 200
14	ABUS	1	16 TON	14 mm	43 m	440	1 550
15	ABUS	2	5 TON c/u	9 mm o 3/8"	43 m	440	1 200
16	ABUS	2	5 TON c/u	9 mm o 3/8"	43 m	440	1 200
17	R y M	1	25 TON	15 mm	53 m	440	2 050
18	R y M	2	6 TON c/u	10 mm o 3/8"	56 m	440	1 300
19	R y M	2	6 TON c/u	10 mm o 3/8"	56 m	440	1 300
20	ABUS	2	6,3 TON c/u	9 mm o 3/8"		440	1 300
21	ABUS	2	6,3 TON c/u	9 mm o 3/8"		440	1 250
22	ABUS	2	6,3 TON c/u	9 mm o 3/8"		440	1 250
23	ABUS	2	5 TON c/u	9 mm o 3/8"	42 m	440	1 200

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo**

Al elaborar un plan de mantenimiento preventivo que brinde resultados buenos se necesitan dos aspectos importantes con el fin de garantizar que el resultado de la ejecución de dicho plan sea positivo: la planeación estratégica y la metodología; la primera está basada en todas aquellas estrategias que servirán para la elaboración del plan; la metodología es la forma como se aplicarán esas estrategias en el desarrollo del plan preventivo.

### **2.2.1. Planeación estratégica del departamento de mantenimiento**

La planeación estratégica es considerada una herramienta administrativa para alcanzar cada uno de los objetivos planteados, involucrando al departamento de mantenimiento.

- Partes de mantenimiento internas
  - Mantenimiento eléctrico
  - Mantenimiento mecánico
  
- Partes de mantenimiento externas
  - Departamento de compras
  - Departamento de producción

### 2.2.1.1. Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta importante en el desarrollo de toda planeación estratégica, ayuda a identificar aspectos positivos o negativos directamente involucrados con el tema de investigación.

- Fortalezas: capacidades con las que cuenta la empresa. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen.
  - Personal con experiencia
  - *Stock* de repuestos
  - Acción inmediata ante fallas
  - Herramientas de repuestos
  - Plan de mantenimiento general
  
- Oportunidades: factores que resultan positivos, favorables, explotables, que permiten obtener ventajas competitivas.
  - Proveedores
  - Capacitaciones
  - Mejoras en equipos
  - Manuales de maquinaria
  
- Debilidades: recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, que provocan desventaja frente a la competencia.
  - Falta de herramienta
  - Carencia de manuales de mantenimiento de maquinaria

- Falta de repuestos
- Mal manejo de la maquinaria
- Poco personal asignado al mantenimiento de estos equipos
- Amenazas: situaciones que provienen del exterior y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.
  - No colaboración de otros departamentos
  - Bajo presupuesto
  - Poca motivación al departamento de mantenimiento
  - Poca seguridad industrial

#### **2.2.1.1.1. Matriz FODA**

Una matriz FODA es una metodología de estudio, que ayuda a determinar el estado actual de una empresa, organización o departamento específico, analizando sus características internas y externas. Mediante cambios realizados a partir de este método, permite encontrar la forma de convertir las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades.

Esta matriz se compone de tres columnas y tres filas; se realiza a través del análisis al relacionar los aspectos que se intersectan entre fila y columna; relaciona siempre un factor interno y un externo.

- Fortalezas – oportunidades
- Fortalezas – amenazas
- Debilidades – oportunidades
- Debilidades – amenazas

Mediante la aplicación de un análisis FODA al departamento de mantenimiento de Tubex, se identificaron los aspectos negativos y positivos en lo interno y externo.

Tabla IV. **FODA**

<div style="text-align: center;"><b>Factores Internos</b></div> <div style="text-align: center;"><b>Factores Externos</b></div>	<b>Fortalezas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal con experiencia</li> <li>• Stock de repuestos</li> <li>• Acción inmediata ante fallas</li> <li>• Herramientas de repuestos</li> <li>• Plan de mantenimiento general</li> </ul>	<b>Debilidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de herramienta</li> <li>• Carencia de manuales de mantenimiento</li> <li>• Falta de repuestos</li> <li>• Mal manejo de la maquinaria</li> <li>• Poco personal asignado</li> </ul>
<b>Oportunidades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores</li> <li>• Capacitaciones</li> <li>• Mejoras en equipos</li> <li>• Manuales de maquinaria</li> </ul>	Si se agrega más capacitación al personal con que se cuenta ya sea interna o externa y con la implementación de mejoras en los equipos, se puede lograr de forma significativa minimizar los paros por fallas repentinas y trabajar únicamente con el plan de mantenimiento preventivo.	Se debe realizar un análisis de las dificultades para llevar un buen plan de mantenimiento y corregirlas mediante la actualización de proveedores y manuales de mantenimiento.
<b>Amenazas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No colaboración de otros departamentos</li> <li>• Bajo presupuesto</li> <li>• Poca motivación</li> <li>• Poca seguridad industrial</li> </ul>	Es necesario involucrar a otros departamentos en el mantenimiento de los equipos. La motivación debe ser equitativa para que los técnicos trabajen con dedicación; además, es necesario que exista stock de repuestos para minimizar las amenazas.	Las capacitaciones sobre la operación de los puentes-grúa son indispensables para que los equipos sufran pocas fallas. La falta de stock de repuestos es perjudicial ya que atrasa los trabajos que se deseen realizar.

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.1.2. **Herramientas básicas**

Las herramientas tienen un papel muy importante dentro del mantenimiento debido a que el tener la herramienta adecuada ayuda a que el técnico o mecánico realice el trabajo correctamente y en un tiempo prudencial;

con esto ayudará a que los tiempos muertos por paros sean lo más cortos posibles y no atrasen demasiado el proceso de producción. El técnico es el único responsable del manejo de la herramienta, con esto se fomentará el valor de responsabilidad dentro del taller mecánico.

Tabla V. **Herramientas básicas**

Núm.	Nombre	Tipo
1	Llaves	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allen</li> <li>• Corona y cola</li> <li>• De gancho</li> <li>• De boca ajustable</li> <li>• De copa</li> </ul>
2	Martillo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uña</li> <li>• De bola</li> </ul>
3	Cinzel	
4	Vernier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análogo</li> <li>• Digital</li> </ul>
5	Destornillador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Castigador</li> <li>• De estrella</li> </ul>
6	Machuelos	
7	Alicates	
10	Copas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milimétricas</li> <li>• Standard</li> <li>• Allen</li> </ul>
11	Maneral	
12	Rach	
13	Pinzas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De presión</li> <li>• De punta</li> <li>• Extractoras de seguros</li> </ul>
14	Extractor de rodamientos	
15	Lima	
16	Linterna	
17	Cuchilla	
18	Cinta métrica	

Fuente: elaboración propia.

Es importante que las herramientas sean proporcionadas en medidas milimétricas y pulgadas, debido a que no todos las máquinas vienen ensambladas con medidas estandarizadas. Existen herramientas que son

usadas con poca frecuencia para realizar trabajos para partes de puentes-grúa; en la siguiente tabla se mencionan algunas.

Tabla VI. **Herramientas secundarias**

Núm.	Nombre	Tipo
1	Torquímetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análogo</li> <li>• Digital</li> </ul>
2	Buriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobalto</li> <li>• Tungsteno</li> </ul>
3	Brocas	
4	Calibrador de rosca	
5	Calibrador de espesor	
6	Compás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interno</li> <li>• Externo</li> <li>• Punta</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.2. **Equipamiento**

Para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento de forma adecuada, el personal del taller mecánico necesita equipo indispensable para realizar un trabajo óptimo. Además, teniendo equipado el taller, se garantiza un confort para el personal.

Parte del equipo necesario para el taller son: los bancos de trabajo; estos bancos deben estar en puntos estratégicos para ser aprovechados de la mejor forma, deben ser de metal para soportar partes de la maquinaria. Un banco de trabajo brinda un lugar adecuado para realizar trabajos a una altura cómoda. En los bancos de trabajo es necesario tener prensas manuales para ayudar a sujetar piezas a las que se realicen mantenimiento.

Dentro del taller es necesario contar con un polipasto, manual o eléctrico, indispensable para levantar objetos pesados, esto es para evitar accidentes y que los trabajos sean realizados en lugares no adecuados. Es importante que el equipamiento del taller se encuentre en buen estado, además, que cuente con el correcto mantenimiento para garantizar el funcionamiento óptimo y disponibilidad.

### **2.2.1.3. Empowerment**

Esta tendencia surgió en una empresa mediana que logró mucho éxito facultando a su personal. Este término es muy usado dentro del ámbito organizacional de cualquier empresa. El empoderamiento significa darle poder a los empleados de la empresa para que desarrollen su trabajo de la forma en que ellos consideren adecuada obteniendo los beneficios óptimos.

La idea de darle poder a un mecánico de mantenimiento es que con base en su experiencia conoce de mejor forma cómo funciona el equipo y puede buscar alternativas ingeniosas de cómo corregir alguna falta en el menor tiempo, costo y con un buen resultado.

Liberar a los mecánicos del taller de mantenimiento tiene muchas ventajas que ayudan a que el trabajo se lleve de la mejor forma; mejora el ambiente personal y de trabajo que existe porque cada uno de los integrantes del taller se sentirá importante dentro del trabajo que desempeñan dando opiniones que al final pueden ser posibles soluciones para aplicar el mantenimiento. Además, al final de cada jornada se tendrá la satisfacción de haber aportado un granito de arena para ayudar a que la empresa pierda lo menos posible.

Muchas veces se confunde este término con la idea según la cual dar poder a personas de bajos rangos puede llevar a una sublevación; pero es necesario entender que no es dar poder para que realicen cualquier tarea sin consultar. Es necesario que el supervisor esté al tanto de lo que se realiza, ya que el decidirá si es viable o no la aplicación de las soluciones compartidas por los mecánicos.

El compartir información con los empleados es importante, debido a que es considerada la primera llave para facultar a las personas y organizaciones; además, permite a los empleados entender la situación de la maquinaria en términos claros. Lo más importante es que ayuda a las personas a ser más responsables en lo que realizan.

#### **2.2.1.4. Metodología del mantenimiento preventivo**

Se refiere a la forma como se lleva a cabo la planificación de mantenimiento preventivo; dentro de este proceso es necesario llevar un control por medio de distintas herramientas: formatos de reportes, de mantenimientos preventivos y correctivos, de paros, requisiciones o repuestos.

#### **2.2.1.5. Historial de paros**

El historial de paros proporciona información importante para llevar un control del tiempo de funcionamiento; esta información es recabada mediante una hoja de paro y ayuda a encontrar el grado de eficiencia que cada máquina posee. La importancia de documentar los paros de la máquina es debido a que se necesita realizar un análisis de la máquina y así cuando se realice el mantenimiento brindarle mayor énfasis. La hoja de paros detalla el paro de la máquina como número de días de falla, tipo de falla, el repuesto a utilizar.

Tabla VII. **Hoja de paros**

Tubex, S.A. Departamento de mantenimiento Taller mecánico Control de paros por fallas Puentes-grúa							
Núm.	Fecha	Parte de puente-grúa	Tipo de falla	Actividad realizada	Repuesto	Mecánico	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

**2.2.1.6. Hoja de reporte**

La hoja de reporte puede resultar parecida a la hoja de paros; pero la hoja de reporte proporciona información detallada; la información obtenida servirá para saber cuál fue la posible causa, los daños que pudo haber ocasionado la falla, la descripción del procedimiento de mantenimiento realizado y el registro del tiempo que duró el paro.

La hoja de reporte será archivada para llevar un control detallado para tener evidencia de que en efecto se haya realizado el trabajo, así como el detalle de los repuestos utilizados y el operador de la máquina en el momento de la falla.

No se tomarán en cuenta los paros de maquinaria que ocurran ocasionados por cortes de energía eléctrica, debido a que la demás maquinaria no está funcionando y el tiempo muerto no depende de algún puente-grúa.

Tabla VIII. **Hoja de reporte**

Tubex, S.A. Departamento de mantenimiento Taller mecánico		
Reporte de paros Puentes-grúa		
Operario:	Núm. puente-grúa:	Hora inicio:
Tipo de falla: Eléctrica <input type="checkbox"/> Mecánica <input type="checkbox"/>	Mecánico/ electricista	Hora final:
Descripción		
Observaciones:		
Vo.Bo. _____ Gerente de mantenimiento		Vo.Bo. _____ Supervisor de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.7. Solicitud de compra**

La solicitud de compra es un formato que ayuda a llevar un control de los repuestos y materiales que se compran dentro de la empresa, y a su vez de quienes los solicitan. Esta solicitud se realiza cuando no existe en bodega algún repuesto o material que se necesita para realizar algún mantenimiento.

El estar apegados a realizar solicitudes de compra tiene ventajas y desventajas, ayuda a tener un estricto control de los suministros, quien los solicita y a evitar así posibles malversaciones con los objetos. Pero en contraparte, cuando no existe stock de repuestos y materiales en bodega, el tiempo de mantenimiento a los equipos se ve retrasado afectando el proceso de producción.

Dentro del formato de solicitud de compra está especificado el repuesto que se solicita, la fecha de solicitud, la prioridad, así como la cantidad a pedir. Es necesario que el supervisor o gerente de mantenimiento autorice la compra cada uno de los repuestos solicitados.

Figura 25. Formato solicitud de compra

**TUBEX** SOLICITUD DE COMPRA Nº 10824

REPUESTO			PRIORIDAD 100%		
STOCK XX					
COTIZACION					
PEDIDO No.	FECHA DE SOLICITUD		PERIODO DE ENTREGA		

CODIGO MATERIAL	DESCRIPCION DEL MATERIAL	EXISTENCIA ACTUAL	CONSUMO PROMEDIO MENSUAL	CANTIDAD A PEDIR	PROVEEDOR

\_\_\_\_\_ SOLICITANTE \_\_\_\_\_ AUTORIZADO

Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

### 2.2.1.8. Técnicas de solución de fallas

Existen diversas formas para resolver problemas, aunque existen algunas que son de carácter subjetivo; al contrario, se necesitan técnicas que se basen en historiales de mantenimiento, reportes de paros y la demás información obtenida de cada maquinaria estudiada.

El análisis de causa es importante realizarlo para conocer las circunstancias en las que se encuentran los equipos para realizar un plan de mantenimiento que garantice un buen funcionamiento de los puentes-grúa.

En este análisis de resolución de problemas se deben realizar los siguientes pasos:

- Obtención de información acorde al tema; esta información puede ser de hojas de paro, historial de mantenimiento, hojas de reportes, experiencia por parte de los mecánicos y experiencia propia.
- El análisis FODA es un pilar dentro del análisis a los equipos; indica las carencias y fortalezas del departamento encargado del mantenimiento.
- Las entrevistas a los mecánicos, operarios y jefes de mantenimiento ayudarán a tener conocimiento sobre los puentes-grúa y las principales fallas.
- Análisis de posibles causas de fallas, mediante un diagrama de Ishikawa; ayuda a tener una idea más clara de las causas que pudieron haber provocado las fallas.
- Lluvia de ideas para localizar las causas principales del problema.
- Se debe proceder a la búsqueda de la solución, teniendo claras las causas de las fallas.
- Si se localizan soluciones, se debe utilizar la principal y se deja como segunda opción la otra.
- Se debe realizar un análisis de causa y efecto para tener una idea sobre si la solución propuesta generará los resultados esperados.

### **2.2.1.8.1. Análisis Ishikawa**

Consiste en un análisis de causa-efecto de algún problema en estudio donde se desee analizar las causas del problema y encontrar probables efectos de esta causa a corto o largo plazo. Es realizado de forma gráfica mediante un diagrama llamado espina de pescado o diagrama de Ishikawa.

Es indispensable aplicar esta técnica dentro del departamento de mantenimiento para analizar las causas más comunes y cuáles son los efectos que ocasiona cada una de las causas en los puentes-grúa.

Para realizar el diagrama de Ishikawa dentro del mantenimiento a puentes-grúa es necesario realizar lo siguiente:

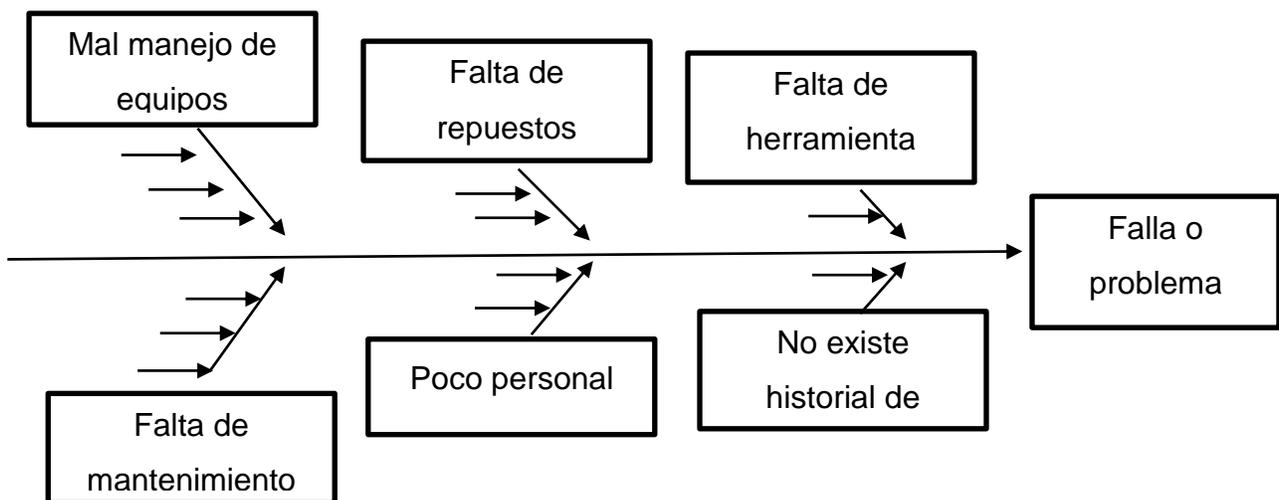
- Se debe realizar una lluvia de ideas, enlistando posibles causas. Es necesario involucrar a todos los mecánicos, operarios, supervisores; mediante entrevistas se puede conocer con base en la experiencia cuales son las posibles causas de las fallas en los equipos. Todas las ideas deben ser tomadas en cuenta con el fin de tener suficiente información e ir agrupándola hasta tener causas bien definidas.
- Se debe realizar una discusión para seleccionar las ideas básicas e indispensables para luego anotarlas.
- Luego de haber seleccionado las ideas básicas, es necesario realizar un análisis de las causas principales; es decir, las causas que representen mayor porcentaje de paros.

- La finalidad de este análisis es obtener las causas y determinar los efectos que se presentan como resultados, así proponer acciones que ayuden a erradicar las causas que ocasionan paros de maquinaria.

Listado de posibles causas que pueden afectar el buen funcionamiento de los puentes-grúa.

- Mal manejo de los equipos
- Falta de mantenimiento
- Realización de trabajos mal elaborados
- Falta de historial de mantenimiento de la máquina
- Falta de repuestos
- Repuestos de baja calidad
- Bajo presupuesto
- Falta de herramienta
- Poco personal

Figura 26. **Diagrama de Ishikawa**



Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.1.8.2. Historial de mantenimiento**

Es un registro de todos los trabajos de mantenimiento que se le han realizado a cada maquinaria existente dentro de la empresa. Llevar este registro es de utilidad ya que brinda información importante que ayuda a realizar un plan de mantenimiento acorde a las necesidades de cada equipo. Tomando en cuenta las causas que conllevan, como consecuencia, mayor cantidad de tiempo sin funcionamiento.

Es necesario que un historial de mantenimiento lleve datos específicos:

- Nombre de la maquinaria
- Actividad realizada
- Repuesto utilizado
- Fecha
- Nombre del responsable
- Duración
- Observaciones

Los datos anteriormente nombrados se llevan en un formato que los encargados de dar mantenimiento deben llenar; luego, el gerente de mantenimiento del agruparlos en un solo documento y analizar cada una de las causas para partir hacia la creación de un plan de mantenimiento.

A partir de la información recabada por medio de los historiales de mantenimiento se pueden tomar acciones como la de poseer stock de los repuestos más utilizados dentro de los mantenimientos.

El historial de mantenimiento también es una herramienta básica en el sistema administrativo de la empresa, ya que brinda evidencia necesaria de las actividades de mantenimiento correctivo realizadas, que pueden ser requisito para auditorías, también, para el análisis del funcionamiento de cada maquinaria realizado por el gerente general.

Tabla IX. **Historial de mantenimiento**

Tubex,S.A. Departamento de mantenimiento						
Historial de mantenimiento						
Núm.	Equipo	Actividad realizada	Mecánico	Repuesto	Fecha	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2. Aplicación de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es considerado el control más efectivo para prolongar la vida útil de los equipos. En este intervienen aspectos prácticos y administrativos que se deben llevar a cabo para tener un resultado positivo en

su aplicación. Este tipo de mantenimiento se realiza con previa calendarización que se realiza relacionando el uso del equipo dentro de la empresa, manuales de mantenimiento, entre otros aspectos.

#### **2.2.2.1. Ficha técnica y de inspección**

Es un formato con información del mantenimiento preventivo de forma detallada; detalla las partes a realizar del mantenimiento preventivo. Por tal razón dentro de la ficha técnica y de inspección debe tener aspectos específicos como área, equipo y línea donde se encuentra.

Al realizar una comparación entre la ficha técnica y de inspección y el historial de mantenimiento se puede decir que la primera es de forma más detallada, ya que el objetivo es detallar cada una de las partes a inspeccionar de los equipos con la finalidad de verificar que el estado de la máquina se encuentre en buenas condiciones.

En el formato usado para la ficha técnica y de inspección se encuentra lo siguiente:

- Encabezado.
- Nombre del equipo.
- Fecha de impresión.
- Semana de ejecución.
- Fecha de ejecución.
- Partes a inspeccionar.
- Trabajos a realizar, se debe especificar si es mecánico o eléctrico.
- Lista de verificación.
- Nombre del técnico que realizó el trabajo.

- Observaciones.
- Firma de gerente de mantenimiento y de supervisor de mantenimiento mecánico y/o eléctrico.

#### **2.2.2.2. Lista maestra de mantenimiento**

Detalla todos los equipos a los cuales se les aplica mantenimiento preventivo. Se realiza tomando en cuenta el estado de los equipos, así como el uso y lo que proponga el manual de mantenimiento de cada equipo. La mayoría de estos formatos están calendarizados por semanas, con el fin de no perjudicar los trabajos externos al mantenimiento preventivo que se realicen dentro del taller de mantenimiento.

Llevar un control mediante una lista de mantenimiento es importante, ya que sirve para no perder las fechas cuando se le debe dar mantenimiento a cada uno de los equipos. Al momento de que se incorporen nuevos equipos a la planta, es necesario modificar la lista de mantenimiento para adecuar los equipos recién llegados.

Dentro de la lista de mantenimiento se encuentran de forma específica los siguientes elementos:

- Encabezado
- Área
- Línea
- Equipo
- Semanas durante el año
- Observaciones

La lista maestra de mantenimiento se debe realizar según sea el mantenimiento preventivo; este puede ser mensual, trimestral, semestral, anual, según lo requieran los equipos. Es necesario adaptar los equipos a un mismo sistema de mantenimiento preventivo para evitar confusiones.

### **2.2.2.3. Orden de trabajo**

Una orden de trabajo es un formato que se usa de forma más común en el mantenimiento correctivo, pero que a su vez ayuda a analizar el estado de los equipos como medida del análisis que se realiza dentro del mantenimiento preventivo y que puede dar indicios de otras fallas que estén por ocurrir.

Dentro de una orden de trabajo se encuentra detallados aspectos como:

- Nombre del equipo
- Área
- Línea
- Problema del equipo
- Observaciones
- Nombre del solicitante
- Vo.Bo. del gerente mecánico
- Imágenes del equipo o pieza dañada

Este tipo de órdenes se dan en formato escrito dejando constancia de que el reporte de la falla se realizó; además, es enviada por correo a las partes interesadas como medida de fundamentar que si se solicitó.

#### **2.2.2.4. Verificación de equipo para mantenimiento preventivo**

Tras realizar el análisis correspondiente se debe continuar con la realización de las actividades de verificación e inspección de cada uno de los equipos, con la finalidad de aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en tiempos de producción.

##### **2.2.2.4.1. Equipos redundantes**

Consiste en tener a disposición equipos que cumplen las mismas funciones y que se encuentren ubicados dentro de la misma área para no provocar pérdidas en tiempo de paro o de mayor demanda de trabajo. Es decir, cuando hayan equipos que han fallado o que se encuentren en uso, se puedan tomar equipos auxiliares que puedan reemplazar al primero.

A pesar de que existan varios puentes-grúa dentro de la planta, en ciertas áreas es difícil utilizar otros cuando alguno falla. Debido a que estos equipos son de gran magnitud y están montados dentro del área donde son usados. Es decir, no pueden ser manipulados para trasladarlos porque se necesita de trabajo adicional para realizarlo, lo que se traduce en pérdida.

En algunas áreas donde es considerada de alta demanda se cuenta con varios puentes-grúa que ayudan a que si falla alguno se pueda utilizar otro.

##### **2.2.2.4.2. Equipos críticos**

En la planta de producción de Tubex se tienen veinte y tres puentes-grúa, de los cuales hay ciertos equipos que tienen mayor prioridad que otros ya que tienen que cumplir tareas específicas y no se tiene otro equipo para sustituirla.

Los equipos con grado de criticidad alto deben estar siempre disponibles para cuando se recurra a realizar trabajos de mantenimiento correctivo o preventivo por el taller mecánico para evitar paros innecesarios de estos equipos.

En la siguiente tabla se enumeran los puentes-grúa existentes en la planta, se les agrega un indicador de criticidad, al indicador se le ponderará con valores de 1 y 2. Donde el valor 1 representa a los equipos críticos y el valor 2 representa a los equipos no críticos.

Tabla X. **Equipos críticos**

Núm.	Marca	Polipasto	Capacidad (TON)	Indicador de criticidad
1	DEMAG	1	25 TON	1
2	DEMAG	1	3 TON	2
3	ABUS	1	5 TON	2
4	DEMAG	1	10 TON	2
5	ABUS	1	5 TON	2
6	ABUS	1	5 TON	2
7	DEMAG	1	3 TON	2
8	ABUS	1	5 TON	2
9	ABUS	2	3,2 TON c/u	2
10	ABUS	1	5 TON	2
11	ABUS	2	3.2 TON c/u	2
12	ABUS	1	5 TON	2
13	DEMAG	1	3 TON	2
14	ABUS	1	16 TON	2
15	ABUS	2	5 TON c/u	2
16	ABUS	2	5 TON c/u	2
17	R y M	1	25 TON	1
18	R y M	2	6 TON c/u	2
19	R y M	2	6 TON c/u	2
20	ABUS	2	6,3 TON c/u	2
21	ABUS	2	6,3 TON c/u	2
22	ABUS	2	6,3 TON c/u	2
23	ABUS	2	5 TON c/u	2

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.4.3. Mantenimiento correctivo previo al mantenimiento preventivo**

En la aplicación del mantenimiento preventivo es necesario que los equipos se encuentren en buenas condiciones; de no ser así se debe primordialmente corregir las fallas de los equipos para que estén en buenas condiciones para mantener esa condición con la aplicación del mantenimiento preventivo. A continuación, se describen los trabajos necesarios para que los equipos conserven su estado en buenas condiciones.

El puente-grúa No. 1 se encuentra trabajando de buena forma, aunque algunas veces existe un cierto desgaste apresurado del cable; además, uno de los rieles de traslación se encuentra dañando, lo que hace que el equipo se fuerce más de lo normal.

Es necesario verificar la calidad del cable, también si es el diámetro adecuado para soportar la magnitud de peso a la que regularmente se somete; además la revisión del riel.

El quipo No. 4 tiene problema con la guía que ordena el cable en el tambor del motor, esto se debe a que la guía se encuentra en mal estado; es necesario cambiarla para que el cable no se enrede.

El puente-grúa núm. 4 posee problema con los cojinetes de rueda motriz que tiene la función de la traslación de la viga transversal. Estos están teniendo poca vida útil, por lo que es necesario revisar su calidad, revisar los ejes donde van montados, así como los rieles por donde pasan.

El puente-grúa núm. 7 tiene problemas con el polipasto ya que cada poco tiempo se debe estar reemplazando. Se deben verificar las conexiones eléctricas, también, si no se está sobrepasando el peso máximo que puede soportar.

El sistema de frenos está causando paros continuos en el puente-grúa núm. 12, esto puede ser ocasionado por diversos factores; el principal puede ser la colocación de pasta de baja calidad al disco de freno, lo que hace que su vida útil sea corta. Es necesario revisar el sistema de frenos para verificar la verdadera causa.

El puente-grúa núm. 15 presenta fallas en el reductor del polipasto, esto puede ser producido debido al mal uso del equipo, o a una mala instalación. Se debe revisar, de tal manera que se pueda encontrar la falla; o en el extremo de los casos, sustituir el reductor.

### **2.2.3. Elaboración del plan de mantenimiento preventivo**

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo consiste en detallar los trabajos e inspecciones a realizar en partes específicas de los puentes-grúa; esto se dará mediante la programación de la ficha técnica y de inspección.

#### **2.2.3.1. Rutina de mantenimiento**

Una rutina de mantenimiento consiste en la aplicación programada de diversas actividades hacia los equipos en observación que ayude a mantener en buenas condiciones su vida útil y eficiencia de trabajo.

Las rutinas se realizan según la calendarización establecida en la lista maestra del plan de mantenimiento general; por ejemplo, algunas partes de un puente-grúa pueden ser inspeccionadas semanalmente y otras cada seis meses. Todo dependerá de factores como el uso del equipo, las condiciones de uso, la capacidad a la que se someta.

### **2.2.3.2. Método LEM**

Es un método básico que se utiliza para realizar programas de mantenimiento preventivo que se enfoca en tres factores que son considerados de importancia, caracterizados por su facilidad para administrar, organizar y aplicación:

- Actividades de lubricación
- Actividades eléctricas y electrónicas
- Actividades mecánicas

#### **2.2.3.2.1. Actividades de lubricación**

Las actividades de lubricación son de importancia para conservar un nivel de ajuste adecuado entre las piezas de los equipos, evitando la corrosión y desgaste en piezas. Tomando en cuenta que se debe seleccionar el lubricante adecuado mediante el previo análisis del diseño del equipo y condiciones de operación. Cuando se realiza la selección del lubricante, existen factores que se deben tomar en cuenta, como la viscosidad del lubricante que es considerada según la temperatura y la presión de trabajo para que realice su función en condiciones de trabajo óptimas.

Generalmente, se utiliza uno de los tipos de aceites y grasas que se describen a continuación, para ello se utilizaron datos proporcionados por manuales de operación de puentes-grúa existentes; se toma como referencia el siguiente, *Manual de pruebas y documentación del pedido No. 67/892407/2/5085/70*, otorgado por la empresa Contec, S.A.

Tomando en cuenta que los aceites y las grasas deben contener ciertas propiedades que se adapten a las necesidades de operación del equipo, a factores de presión y oxidación.

Tabla XI. **Lubricantes**

Punto de engrase	Manera de lubricación	ESSO	Aral	Mobil	Shell	Texaco
Mecanismo de elevación	Relleno de aceite	Spartan EP 680	Degol BG 680	Mobilgear 636	Omala OI 680	Meropa 680
Dispositivos de traslación	Relleno de aceite y grasa	ATF D 21611	ATF 22		Donax TA	
Cable metálico, tambor	Relleno de grasa	Grasa multiuso M	Grasa multiuso F	Mobil grease spezial	Retinax EPX2	Texalube F
Engranajes	Relleno de aceite	ATF D 21611	ATF 22	Mobilgear 636	Omala OI 680	Meropa 680

Fuente: ABUS, Kransysteme GmbH. *Manual de pruebas y documentación*. p. 165.

Los aceites indicados en la tabla de lubricantes han sido diseñados para adaptarse a las necesidades que las cajas reductoras demandan. Los enmarcados han sido elegidos por el fabricante; todos los demás se adaptan a las necesidades que demanda el equipo. Existen propiedades específicas que estos aceites deben tener, entre las que se encuentran las siguientes:

- Aceites para extrema presión (EP): la función de este tipo de aceites es evitar el contacto en seco entre las piezas, previniendo desgastes

producidos por el choque entre estas. Esto lo hacen formando una película que no permite que ambos metales tengan contacto. Estos aceites están hechos con base de petróleo, son de gran ayuda cuando existen condiciones de alta carga.

- Aceites inhibidores de herrumbre y oxidación (H&O): son aceites de buena calidad con base de petróleo. Estos aceites proporcionan protección para engranes cerrados de carga moderada o ligera. Evitan así que lleguen a la oxidación antes de su tiempo de vida útil.

Los aceites usados en cajas de transmisión poseen funciones distintas a otros tipos de aceites, por lo cual es recomendable utilizar el aceite adecuado para garantizar un desempeño eficiente de los equipos. Una de las funciones más importantes es la de transmitir hidráulicamente el par en el convertidor, así como mantener un índice de viscosidad adaptable a los cambios de clima.

Según lo estudiado, se puede inferir que las presiones de alta y baja velocidad requieren aceites de gran viscosidad. Las presiones intermedias y velocidades intermedias, requieren aceites de viscosidad media, y las velocidades altas y las presiones bajas requieren aceites de baja viscosidad.

- Cambio de lubricante

Este término se refiere al tiempo cuando se debe aplicar la lubricación a los equipos en estudio, el cual depende de factores internos y externos. Los factores internos son los que dependen de la empresa y el uso de los equipos; los factores externos dependen de las condiciones y recomendaciones del fabricante.

El cambio de aceite usado en los equipos debe estar programado con base en las condiciones de operación; por lo tanto, debe tenerse en consideración que el mismo se degrada al estar expuesto al agua, contaminación por otros elementos y factores como estar sometido a cambios bruscos de temperatura. Por tal razón, que para evitar que el lubricante pierda sus propiedades y deje de cumplir sus funciones, debe ser reemplazado de forma continua.

La oxidación es una de las principales causas de degradación del aceite base, esta se da al reaccionar el aceite con oxígeno, ya que la base del lubricante generalmente es un hidrocarburo. Cuando el aceite se oxida tiende a transformarse en ácido o lodo y esto afecta el desempeño de los equipos debido a que las propiedades del aceite han sido alteradas. Es donde actúan los aditivos inhibidores de oxidación, protegen al aceite base y evitan la degradación.

La degradación térmica es un factor muy común que afecta grandemente al lubricante, se da cuando el aceite entra en contacto con superficies calientes. Esta deriva de la pérdida de hidrógeno, dejando partículas ricas en carbón en forma de lodos. Otro factor que afecta al lubricante es la hidrólisis; es la relación que se da al reaccionar el aceite base con el agua que causa la modificación en forma permanente de la estructura molecular del aceite.

Los puentes-grúa están ubicados en zonas donde son susceptibles a las altas temperaturas, así como a la humedad existente dentro de las naves.

#### **2.2.3.2.2. Actividades eléctricas o electrónicas**

Las actividades eléctricas se enfocan en mantener en buenas condiciones aquellos componentes de los puentes-grúa que sean accionados por fuentes de electricidad. Entre las actividades a realizar incluye la revisión de los conductores eléctricos, paneles de control, interruptores, motores, entre otros. Es indispensable mantener el control eléctrico en constante revisión para evitar fallas y accidentes.

Dentro de las actividades realizadas en cuanto a un mantenimiento preventivo a un puente-grúa se puede mencionar la revisión de consumo de energía de los motores y su amperaje. Es importante llevar control periódico del consumo de energía de un motor, ya que así se puede observar si está funcionando de forma adecuada.

Las actividades de origen eléctrico son igual de importantes que las demás actividades ya que por medio de fuente eléctrica son accionados los motores con los cuales trabajan los puentes-grúa dentro de la planta.

#### **2.2.3.2.3. Actividades mecánicas**

Las actividades mecánicas son las que se realizan en los equipos donde existen algunos mecanismos accionados por ellos mismos y producen energía. En las actividades mecánicas es indispensable controlar las vibraciones, verificar desgastes de elementos. Las fallas por vibraciones son comunes, debido a que el desgaste se presenta en piezas, las cuales producen vibraciones y como consecuencia falla por fatiga.

Los equipos en su mayoría utilizan componentes mecánicos, como engranes, bujes, cremalleras, volantes, ejes, poleas, etc.; es importante que todos los elementos se encuentren en buenas condiciones, para ello es necesario realizar revisiones periódicas. Entre los elementos mecánicos se pueden mencionar cadenas, fajas, poleas, los encargados de transmitir la potencia del motor a través de un movimiento rotatorio hacia otros elementos mecánicos que trabajan en movimiento lineal.

### 2.2.3.3. Actividades a realizar en el mantenimiento

Los mecánicos encargados del mantenimiento deben realizar inspecciones necesarias al sistema de lubricación, reductores, sistemas de guías, entre otros, según el plan de mantenimiento y la semana correspondiente a su inspección de mantenimiento.

Según datos del fabricante, un puente-grúa debe poseer una revisión como mínimo una vez al año; pero un puente-grúa que posea un alto número de horas de trabajo, además que trabaje con carga completa, se ha de verificar con mayor frecuencia. Los ambientes polvorientos o agresivos también pueden acortar el intervalo entre verificaciones.

Tabla XII. Partes de puente-grúa a realizar mantenimiento

Núm.	Parte	Tipo de mantenimiento
1	Polipasto (sistema de elevación)	Mecánico y eléctrico
2	Motor de traslación (carro)	Eléctrico
3	Viga principal	Mecánico
4	Vigas carrileras	Mecánico
5	Carros testers	Eléctrico
6	Botonera	Eléctrico
7	Sistema de freno	Mecánico
8	Cable	Mecánico

Continuación de la tabla XII

9	Guía de cable	Mecánico
10	Conexiones eléctricas	Eléctrico
11	Pasteca	Mecánico
12	Rodos	Mecánico
13	Panel de mando eléctrico	Eléctrico
14	Tambor de cable	Mecánico

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.3.3.1. Actividades eléctricas para puentes-grúa**

- Partes a las que se les realiza mantenimiento eléctrico

Sistema de elevación, motor de traslación, carros testeros, botonera, conexiones eléctricas, panel de mando eléctrico.

- Descripción
  - Sistema de elevación
    - Está constituido por un motor eléctrico el cual realiza la función de elevación; se debe realizar una inspección de la condición de los contactores, cables conductores y la conexión del motor.
    - Limpieza general de conductores y contactores.
    - Revisión de consumo de energía, haciendo una comparación de amperaje con carga y sin carga. Si el

amperaje se encuentra por encima del parámetro de valores normales se debe realizar una revisión más detallada.

- Motor de traslación

- Este sistema traslada el carro sobre la viga principal; se debe realizar una inspección de la condición de los contactores, cables conductores y la conexión del motor.
- Hacer una limpieza general de conductores y contactores.
- Revisión de consumo de energía, haciendo una comparación de amperaje con carga y sin carga. Si el amperaje se encuentra por encima del parámetro de valores normales, se debe realizar una revisión más detallada.

- Carros testers

- Están ubicados a los extremos de la viga principal; son los encargados de mover la viga principal sobre las vigas carrileras; por ello es necesario realizar una inspección al igual que los demás motores existentes, observando la condición de los contactores, la conexión del motor y cables conductores.
- Realizar una limpieza general de conductores y contactores.

- Revisión de consumo de energía, haciendo una comparación de amperaje con carga y sin carga. Si el amperaje se encuentra por encima del parámetro de valores normales, se debe realizar una revisión más detallada.
- Botonera
  - Realizar comprobación general del funcionamiento de todos los mandos, ya que este dispositivo es el encargado de enviar la señal al puente-grúa de todos los movimientos que el operador desea realizar.
  - Limpieza general de la botonera para evitar que la suciedad penetre y forme corrosión.
- Conexiones eléctricas:
  - Para la inspección de las conexiones eléctricas es necesario inspeccionar el forro de cada cable con el fin de evitar que se produzca algún cortocircuito.
  - Revisar cada línea de cable así como los empalmes existentes y sus respectivos aislamientos.
- Panel de mando eléctrico
  - Para revisar el panel, es necesario limpiar el área, inspeccionar los interruptores y conductores asegurando su correcto funcionamiento.

### **2.2.3.3.2. Actividades mecánicas para puentes-grúa**

- Partes a las que se les realiza mantenimiento mecánico

Viga principal, polipasto, vigas carrileras, sistema de freno, cable, guía de cable, pasteca, rodos.

- Descripción
  - Revisión de viga principal
    - Se realiza limpieza general a las guías del carro para evitar acumulación de residuos provocados por desgaste debido a fricción entre rodos-viga.
    - Se debe revisar si existe deformación en la viga producto de la aplicación de carga por encima de su capacidad.
  - Vigas carrileras
    - Realizar limpieza general a las guías por donde pasa la viga principal con el fin de evitar acumulación de residuos provocados por el desgaste debido a fricción entre viga carrilera-viga principal.
    - Inspección visual de estas vigas con el fin de encontrar alguna deformación, ya que estas soportan el peso de la viga principal además del peso que levanta.

- Revisión de polipasto
  - Limpieza general al polipasto para evitar acumulación de suciedad.
  - Inspección de fugas en todo el sistema de elevación.
  - Revisión de ajustes en engranajes de caja reductora para evitar desgastes apresurados y evitar fallos repentinos. La caja reductora es una parte importante para el polipasto; se deben revisar los engranajes mediante una inspección visual.
  - Revisión de desgaste o defectos existentes en las poleas, ya que son las que proporcionan la fuerza motriz ejercida por el motor; por lo tanto, deben estar tensas.
  - Revisión de alineación existente entre motor-reductor para evitar fallas provocadas por vibraciones.

Para tener un mejor análisis de fallas en engranajes se debe realizar una inspección auditiva con la máquina en funcionamiento; de este modo si existen piezas mecánicas que presentan vibraciones se pueden ubicar a causa del ruido y posteriormente realizar una inspección completa.

- Sistema de freno
  - Revisión de disco de freno, si presenta desgaste en el empastado. Es necesario estar pendiente de ello, debido a

que si el empastado llega a su límite, puede provocar daños en el disco.

- Calibración de freno para que este sistema trabaje adecuadamente. Si no se realiza una calibración puede que exista un desgaste apresurado y fallas por calentamiento.
- Revisión de cable
  - Realizar limpieza al cable para evitar formación de suciedad.
  - Revisión del estado del cable, esto incluye la revisión de la tensión del cable, revisión del cuerpo del cable; es decir, revisar que los hilos del cable se encuentren en buen estado.
  - Calibración del cable para evitar elongaciones que provoquen una falla apresurada.
- Guía de cable
  - Limpieza general de la guía para evitar que la suciedad dificulte el ordenamiento del cable en esta.
  - Revisión del seguro de guía que evita que el cable se desordene.

- Pasteca
  - Limpieza general para evitar incrustaciones de suciedad y evitar desgaste apresurado.
  - Revisión de estado de polea ya que la fricción entre el cable y esta es demasiado grande.
  - Revisión del gancho y del seguro para evitar fracturas en este. El gancho es importante para la sujeción de la carga.
  
- Rodos
  - El desgaste es el principal factor de mantenimiento de los rodos, esto es debido a la fricción entre los puntos de apoyo. Es necesario realizar una inspección al estado de los rodos en cuanto al desgaste.
  - Revisión de rodos por fracturas que puedan ocasionarse provocadas por esfuerzos mayores.
  - Revisión de los centros de rodos, evitando que exista juego entre rodo-eje ya que esto provocara fracturas.
  
- Tambor de cable
  - Es indispensable brindar una revisión por medio auditivo y visual, contemplando vibraciones o ruidos no normales. Si

esto se diera, es necesario realizar una inspección más detallada de dicho equipo.

- Revisión de desgaste en partes exteriores, es decir, donde exista contacto con el cable.

#### **2.2.3.3.3. Actividades de lubricación para puente-grúa**

- Partes donde se debe verificar la lubricación

Caja reductora de polipasto, rodos de vigas, cable, tambor del cable.

- Descripción
  - Caja reductora

La caja reductora está compuesta por una serie de engranajes que se encargan de transmitir la velocidad proporcionada por el motor eléctrico a una más baja que se adapte a la necesidad de la velocidad de elevación que se requiera.

Se realiza una inspección del nivel de aceite de la caja reductora del polipasto. La mayoría de las cajas reductoras poseen un visor donde se puede comprobar el nivel de lubricante en dicho equipo. Se debe observar si existe contaminación en el aceite para verificar la contaminación toma como referencia el color del aceite, y si se puede su viscosidad.

Si el nivel de aceite se encuentra por debajo del nivel estándar, es necesario verter aceite hasta llevarlo a su nivel adecuado; si el aceite se encuentra contaminado es necesario drenarlo por completo, limpiar los elementos mecánicos (engranajes) y llenar el depósito de aceite. Si lo anterior llegase a suceder, es de tomar en consideración el control de forma continua del equipo, debido a que no es normal que pierda aceite.

Cuando se desea realizar un cambio de aceite general a la caja reductora del polipasto es necesario retirar el tornillo que se ubica en el depósito de la misma para drenar el aceite; seguidamente, se debe verificar que no existan residuos dentro del depósito y se procede a verter el aceite hasta alcanzar el límite adecuado.

- Rodos de vigas

La lubricación de los elementos rodantes es importante para evitar fallas y desgaste. Es necesaria la lubricación a los rodos del puente-grúa con el propósito de tener la menor fricción posible y evitar mayor esfuerzo al equipo. Al momento de lubricar los rodos, es necesario lubricarlos colocando suficiente grasa dentro del eje y el rodo, algunos rodos llevan su propia grasería.

- Cable

El cable es un elemento bastante simple dentro de un puente grúa, pero tiene la misma importancia que todos los demás elementos, ya que el cable es el encargado de soportar todo el peso suspendido en el aire. Debe estar en buenas condiciones para evitar fallas ocasionadas por tensión.

Para lubricar el cable se debe bajar la pasteca al nivel más bajo; luego, se empieza a engrasar cada parte del cable desde la parte superior; seguidamente, se va subiendo lentamente y engrasando al mismo tiempo. Para realizar la lubricación al cable es necesario realizarlo desde la parte superior de la nave, es decir, a la misma altura del puente-grúa.

- Tambor de cable

El tambor del cable debe es el encargado de enrollar el cable, es por ello que debe estar lubricado siempre, con el propósito de evitar desgastes entre eje y rodamientos del tambor. Y así proveer una vida útil prolongada.

La mayoría de los tambores ya vienen lubricados, pero algunos llevan consigo graseras donde se puede introducir el lubricante. Para brindar una lubricación profunda es necesario desmontar dicho tambor y lubricar cada una de sus piezas.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 1

Este puente-grúa tiene una capacidad de carga de 25 T; es uno de dos con la mayor capacidad que se tienen dentro de la planta; se encuentra suspendido sobre dos vigas principales, lo que sirve para soportar la carga a la cual se encuentra sometida. Este equipo se encuentra ubicado en el área de materia prima; es el encargado de levantar bobinas completas de acero para llevarlas hacia otras máquinas que son las encargadas de cortarlas según sea la necesidad.

Según el estudio realizado previamente, este puente-grúa es uno de los que más se utilizan, debido a que no existe otro que pueda suplirlo en dicha

área. Según encuestas realizadas a los operadores de este puente-grúa, se utiliza de forma agrupada 10 horas al día.

Según el análisis de operación y tomando en cuenta lo solicitado por el fabricante, se procede a determinar el periodo de tiempo necesario para realizar las actividades de mantenimiento.

**Tabla XIII. Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 1**

<b>Frecuencia de revisión y lubricación</b>				
<b>Núm.</b>	<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Eléctrico/mecánico</b>	<b>Lubricación</b>
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	3 meses	3 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	3 meses	
3	Viga principal 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	3 meses	
4	Viga principal 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	3 meses	
5	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	3 meses	
6	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	3 meses	
7	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	3 meses	
8	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	3 meses	
9	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	3 meses	3 meses
10	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	3 meses	
11	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	3 meses	
12	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	3 meses	
13	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	3 meses	3 meses
14	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	3 meses	
15	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	3 meses	3 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Puente-grúa núm. 1**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

El análisis de operación y la comparación con lo que el fabricante sugiere en cuanto a las revisiones periódicas, llevó a determinar que la frecuencia con la que se debe aplicar un mantenimiento preventivo a dicho puente-grúa debe de ser mayor, con el propósito de mantener la máquina en buen estado.

Para el mantenimiento eléctrico y mecánico se determinó que se debe realizar cada 3 meses una revisión detallada de todas las partes del puente-grúa. El tiempo necesario para revisión de lubricante y de los elementos rodantes se debe realizar cada 3 meses; si fuese necesario, se debe verter más aceite o grasa para llevarlo al nivel.

- **Mantenimiento a puente-grúa núm. 2**

En esta área se fabrica la costanera y se corta la lámina lisa y labrada; en esta zona el peso es considerablemente bajo, por lo que se utiliza un puente-

grúa de 3T, el encargado de llevar las tiras de materia prima al área del enrollador y luego ayudar al transporte del producto terminado.

Las condiciones de uso de este equipo son las adecuadas, ya que se utiliza aproximadamente 7 u 8 horas al día; por lo tanto, se puede determinar la frecuencia de la aplicación de las actividades mecánicas y eléctricas en la siguiente tabla.

Tabla XIV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 2**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Puente-grúa núm. 2**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

El tiempo estimado de aplicación de las actividades de mantenimiento a este puente-grúa fue determinado con base en la observación de tiempo y forma de uso; de tal manera, se deben aplicar las revisiones mecánicas y eléctricas en un tiempo estimado de 6 meses.

Las actividades de lubricación deben realizarse con un intervalo de tiempo de 6 meses, los cuales deben ser aplicados a mecanismos rodantes y engranajes. La lubricación del cable debe revisarse cada 3 meses.

- **Mantenimiento de puente-grúa núm. 3**

Su capacidad de carga es de 5T; este puente-grúa transporta el producto terminado como costanera, lámina lisa y labrada hacia su lugar de

almacenamiento. Es una de las máquinas más antiguas existentes en la planta, pero a su vez es una de las que mejor conservadas se encuentran.

El tiempo de operación va determinado en cuanto a la demanda de producción que se tenga en ese momento, pero habitualmente se trabajan en periodos de 7 horas al día aproximadamente, lo cual representa un factor bueno para el mantenimiento de dicha máquina.

Tabla XV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 3**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Puente-grúa núm. 3**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

La capacidad de carga determina en gran parte la dimensión del desgaste del equipo, por lo que según lo analizado previamente se puede determinar un periodo de tiempo de 6 meses en cuanto a actividades eléctricas y mecánicas se refiere.

En cuanto a la lubricación de todos los elementos que la necesiten se debe realizar con un lapso entre aplicaciones de 6 meses, esto debido a que las condiciones de montaje y operación son las adecuadas. Solamente el cable es el más sacrificado, debido a que se encuentra expuesto a contaminación provocada por el ambiente; por lo tanto, a este elemento se debe aplicar lubricación cada 3 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 4

Es el encargado de llevar a cabo el proceso de transporte y colocación de la materia prima en 2 molinos que se usan para producir el tubo. Este puente grúa no sobrepasa su capacidad de carga. Posee una capacidad máxima de 10 T de carga.

Dicho puente-grúa se encuentra ubicado en el área de producción de los molinos pequeños, donde se fabrican tubos de hasta 4 pulgadas de diámetro, por lo tanto no son sobrecargados y tienen un modo de operación adecuado. Según lo analizado en cuanto a operación de este puente-grúa, se puede determinar que la frecuencia de operación de dicho puente es de unas 6 horas por día, considerada en términos generales como normal. Por ello en la siguiente tabla se detalla la frecuencia con la que se deben realizar las inspecciones de mantenimiento preventivo a dicho puente-grúa.

Tabla XVI. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 4**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	

Continuación de la tabla XVI

7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia

Figura 30. **Puente-grúa núm. 4**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Según lo analizado en cuanto a la operación de dicho puente-grúa, se puede concluir que la frecuencia de operación se encuentra dentro del rango adecuado de tiempo tomando en cuenta las condiciones de montaje y operación.

Por lo tanto, se tomó la determinación de aplicarles un mantenimiento preventivo cada 6 meses tanto en actividades mecánicas como eléctricas, con el propósito de mantener en buen estado los componentes de la máquina para mejorar su confiabilidad.

La lubricación de los elementos rodantes y de los engranajes se debe realizar cada 6 meses, esto fue considerado mediante un análisis de uso de la máquina; por el contrario, la lubricación del cable debe realizarse cada 3 meses, esto debido a que el cable es quizás el elemento más expuesto al ambiente; por lo tanto, puede que el lubricante sufra cambios en su composición y afecte al buen funcionamiento.

- Mantenimiento a puente-grúa núm. 5

El puente-grúa núm. 5 se encuentra ubicado en el área de molinos, es el encargado de llevar a cabo el proceso de transporte de producto terminado, en este caso el producto es el tubo elaborado en dichos molinos; transporta amarres de 10 a 15 tubos; la carga que esta soporta no es muy alta. Por lo que solamente tiene capacidad para soportar 5T de peso. Al igual que el puente-grúa anterior, la frecuencia de uso al día se encuentra en el valor de 6 horas, por lo que se considera un valor normal en cuanto a las condiciones de montaje y uso. A continuación, se detalla una tabla con la frecuencia de las actividades.

Tabla XVII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 5**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Puente-grúa núm. 5**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex* S.A. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Tomando en cuenta aspectos como contaminación del ambiente, condiciones de trabajo; forma de operación del equipo, se considera la aplicación de las revisiones eléctricas y mecánicas a cada 6 meses; considerando que este equipo se encuentra en condiciones aceptables de funcionamiento, por lo tanto, se necesita mantener esas condiciones.

Los elementos a lubricar deben encontrarse en buenas condiciones, para que la lubricación ayude al mantenimiento de dichos elementos y no perjudique a acelerar la falla; por lo tanto, se considera que esta actividad debe realizarse de forma conjunta con las actividades de mantenimiento, exceptuando la lubricación al cable, ya que es necesario que se encuentre con suficiente grasa para que no exista desgaste alguno provocado por fricción.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 6

Es un equipo que se encuentra en el área de evacuación del molino más pequeño con que se cuenta en la planta. Es el encargado de transportar el producto terminado hacia el área de almacenamiento, además, sirve para realizar el despacho del material.

Es un equipo capacitado para soportar cargas de hasta 5T, es uno de los puentes-grúas más comunes, ya que la mayoría es de esta capacidad de carga. Este en específico se encuentra operando bajo condiciones estables, lo que beneficia al realizar mantenimiento preventivo a dicha máquina. En la siguiente tabla se encuentra detallada cada pieza a realizarle mantenimiento.

Tabla XVIII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 6**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **Puente-grúa núm. 6**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex* S.A. <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Las actividades eléctricas y mecánicas a realizar a este puente-grúa deben realizarse de forma periódica cada 6 meses. Se considera este periodo de tiempo como un mantenimiento preventivo adecuado, tomando como punto de partida el análisis de uso y las condiciones de montaje dentro de la planta de producción.

En cuanto a las actividades de lubricación se refiere, es necesario mantener lubricadas todas las piezas dentro de dicho puente-grúa; por tal razón, se determinó que en el mismo lapso cuando se realizan las actividades eléctricas y mecánicas se deben lubricar los elementos rodantes, a excepción del cable, ya que este sufre un mayor desgaste. Por tal razón, se determinó que a este se debe aplicar una lubricación cada 3 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 7

Al igual que el equipo anterior, está encargada de la evacuación del molino pequeño, lleva el producto terminado hacia la zona de almacenamiento. Es de menor capacidad que la anterior y se encuentran en la misma área, esto es debido a que la mayoría de veces es utilizada únicamente para el transporte del producto terminado hacia la zona de almacenamiento.

Su capacidad es de 3T, es una de los puentes-grúa con menor capacidad que se tienen dentro de la planta de producción; por lo tanto, son más prácticas de maniobrar debido a que son más livianas. En la siguiente tabla se detallan las actividades a realizar para un mantenimiento preventivo.

Tabla XIX. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 7**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Puente-grúa núm. 7**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Con base en observaciones y análisis del uso de este equipo, se determinó realizar las actividades correspondientes de un mantenimiento preventivo cada 6 meses; debido a que el periodo de uso de cada puente-grúa es adecuado, se puede concluir que no existe sobrecarga de trabajo.

La lubricación de los elementos se debe realizar cada 6 meses, aprovechando realizar el paro de funciones para realizar las actividades mecánicas y eléctricas en el mismo periodo de tiempo.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 8

Este puente-grúa cumple con doble función dentro de la planta de producción: por una parte, lleva el producto terminado hacia la zona de almacenamiento, que es llamada bodega de producto terminado; por otra, cumple la función del despacho de producto.

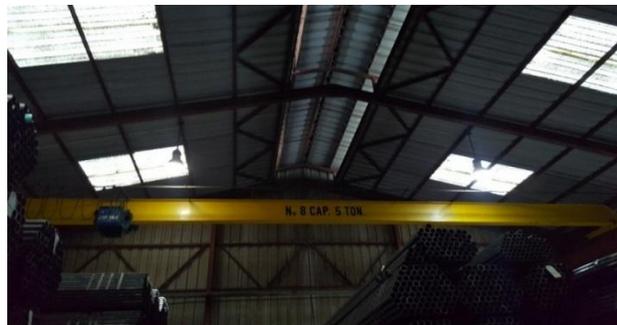
Está capacitado para levantar una carga máxima de 5T, pero en esta área no se le somete al máximo trabajo; sin embargo, es de esta capacidad debido a que cumple la doble función. Abajo se detalla la descripción de las actividades a realizar en cuanto a mantenimiento preventivo.

Tabla XX. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 8**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Puente-grúa núm. 8**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Según los análisis realizados en este puente-grúa, determinó realizar las actividades eléctricas y mecánicas involucradas dentro del mantenimiento preventivo a cada 6 meses, debido a que el fabricante recomienda tomar en cuenta aspectos como el modo de operación, tiempo de uso, entre otros.

En las actividades de lubricación se puede mencionar el engrase del cable del sistema de elevación, dicho cable se encuentra expuesto al medio ambiente; por lo tanto, es necesario realizar una actividad de lubricación más frecuente, se recomienda que se realice cada 3 meses. Mientras que la lubricación a los elementos rodantes y engranajes puede ser cada 6 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 9

Es el encargado de transportar el producto terminado de un molino hacia la zona de almacenamiento, la producción de tubo es en serie por lo que su buen funcionamiento es indispensable.

A diferencia de los puentes-grúa anteriores, este cuenta con un doble polipasto, esto es debido a que el tubo necesita ser sujetado de dos extremos para mantener el equilibrio y evitar accidentes.

Cada polipasto tiene capacidad de carga de 3,2 T, por lo que es necesario distribuir el peso de forma correcta para evitar que el puente-grúa sufra fallas provocadas por sobrecarga. En la siguiente tabla se encuentra detallado cada una de las partes a las cuales se les debe realizar el mantenimiento correspondiente.

Tabla XXI. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 9**

<b>Frecuencia de revisión y lubricación</b>				
<b>Núm.</b>	<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Eléctrico/mecánico</b>	<b>Lubricación</b>
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Polipasto 2 (Sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
4	Motor de traslación 2 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
7	Carros testereros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testereros.</li> </ul>	6 meses	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
16	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
17	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
18	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
19	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses
20	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Puente-grúa núm. 9**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

Este puente-grúa cuenta con 2 polipastos, lo cual puede favorecer en cuanto a que las fallas por sobrecarga no existan, pero es indispensable realizar las mismas actividades de mantenimiento. Por lo tanto se determina realizar todas las actividades mecánicas y eléctricas de forma semestral.

Las actividades de lubricación están programadas de forma semestral, igual que las anteriores. Únicamente la lubricación a los cables son los que están programadas de forma trimestral.

- **Mantenimiento de puente-grúa núm. 10**

Este puente grúa se caracteriza por ser uno de los más usados dentro de la planta de producción; es el encargado de realizar el proceso de carga de producto en la bodega sur, donde se encuentra el producto liviano.

Su capacidad de carga es de 5T, no obstante, la cantidad de tiempo de uso de dicho puente-grúa es un tanto elevado. Pero la buena operación de dicho equipo por parte de operadores ha hecho que el buen estado en que se encuentra sea el adecuado. Es un puente grúa monorraíl, debido a que el polipasto o carro se encuentra suspendido de una viga principal. A continuación, se detallan los aspectos mecánicos y eléctricos a efectuarles revisiones de mantenimiento.

Tabla XXII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 10**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración Propia.

Figura 36. **Puente-grúa núm. 10**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

En cuanto a actividades mecánicas y eléctricas se refiere, es necesario realizar las inspecciones arriba detalladas de forma semestral; esto ayudará a mantener un control adecuado del deterioro de las partes que conforman este puente-grúa. Así como a darle un tiempo de vida útil más prolongado.

La lubricación es un tema muy importante en este puente-grúa, al igual que las actividades eléctricas y mecánicas se debe aplicar cada seis meses. Solamente al cable de elevación es recomendable aplicársele en un menor lapso de tiempo, debido a que se encuentra expuesto a contaminación provocada por el ambiente.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 11

Recibe el nombre puente-grúa birrail, debido a que posee dos polipastos montados sobre dos vigas principales. Estos equipos son utilizados para soportar cargas que necesiten ser sujetadas de dos puntos. Dentro de la planta

es utilizado para retirar el producto terminado de la zona de evacuación y transportarlo hacia el área de producto terminado.

Posee dos polipastos de 3,2 T cada uno, con el fin de soportar cargas y distribuir su peso de manera equitativa. Lo cual ayuda a disminuir el esfuerzo de carga producido a cada polipasto. Este tipo de puente-grúa es muy beneficiosos en cuanto a eficiencia se refiere; además, el hecho de tener dos polipastos ayuda a disminuir fallas provocadas por sobrecargas.

**Tabla XXIII. Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 11**

<b>Frecuencia de revisión y lubricación</b>				
<b>Núm.</b>	<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Eléctrico/me cánico</b>	<b>Lubricación</b>
1	Polipasto 1 (Sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
4	Motor de traslación 2 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
7	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	

Continuación de la tabla XXIII.

16	Pasteca 2	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
17	Rodos	• Revisión de rodos.	6 meses	6 meses
18	Panel de mando eléctrico	• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.	6 meses	
19	Tambor de cable 1	• Revisión del tambor de cable.	6 meses	6 meses
20	Tambor de cable 2	• Revisión del tambor de cable.	6 meses	

Fuente: elaboración Propia.

Figura 37. **Puente-grúa núm. 11**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

○ **Periodos de tiempo**

El tiempo estimado para las revisiones eléctricas y mecánicas de mantenimiento preventivo quedan estipuladas a cada seis meses, ayudarán a evitar el deterioro acelerado de sus partes.

La lubricación es un aspecto de mucha importancia, debido a que las piezas que necesiten lubricación deben estar lubricadas para evitar fallas ocasionadas por la fricción metal-metal. Por ello se determinó que la lubricación debe realizarse cada 6 meses al igual que las actividades eléctricas

y mecánicas. Únicamente, al cable se le debe realizar una lubricación de forma trimestral.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 12

Está capacitado para soportar cargas hasta de 5T, se encuentra ubicado en el área sur de la planta de producción, su función es la de colocar el producto terminado en los camiones. Se puede decir que es uno de los puentes-grúa con menor uso, ya que solo se usan cuando se despacha producto. Por ello este equipo es uno de los que se encuentra en mejor estado. A continuación, se detallan las actividades a realizar dentro del mantenimiento preventivo.

Tabla XXIV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 12**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Puente-grúa núm. 12**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

Las actividades de mantenimiento eléctricas y mecánicas están programadas para realizarse cada 6 meses. Aunque este equipo sea uno de los menos usados, es necesario brindar mantenimiento preventivo cada 6 meses para evitar fallas.

Las actividades de lubricación están programadas al igual que las mecánicas y eléctricas cada 6 meses.

- **Mantenimiento de puente-grúa núm. 13**

Su función es transportar el producto terminado hacia el área de almacenamiento, también, ayudar al despacho de dicho producto. Es considerado uno de los puente-grúa más eficientes existentes dentro de la planta de producción, producto de la buena operación, poco uso y a no someterlos a esfuerzos de carga elevados. En su área de trabajo solamente se

despachan atados de tubo, por lo tanto, su capacidad de trabajo es de 3T; es un puente-grúa monorraíl.

A continuación, se detallan las actividades de mantenimiento a realizarle a cada parte de dicho puente-grúa.

Tabla XXV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 13**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
5	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
6	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
7	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
8	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
9	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
10	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
11	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
12	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
13	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
14	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Puente-grúa núm. 13**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

En cuanto a actividades mecánicas y eléctricas se refiere, este puente-grúa, se tomó como aspectos a considerar para contrastar el análisis y tomar una decisión en cuanto al tiempo de aplicación, la operación de este, así como los reportes de mantenimientos existentes. Se determinó realizar estas actividades de mantenimiento preventivo cada 6 meses.

Las actividades de lubricación correspondientes a cada una de las partes que lo necesitan como rodamientos, engranajes, entre otros; se deben realizar cada 6 meses, exceptuando la lubricación al cable de elevación, dicha actividad se realizará cada 3 meses, con el fin de evitar contaminación en este.

- **Mantenimiento de puente-grúa núm. 14**

Ubicado en la nave donde se encuentra el molino Mckay, es uno de los puentes-grúa más utilizados dentro de dicha nave, quizá el más importante de dicha área, porque no existe otro de similar capacidad de carga que pueda

suplirlo en sus actividades, debido a que es el encargado de colocar la materia prima en el molino para iniciar su proceso.

Su capacidad de carga es de 16 T, lo cual lo hace un puente grúa bastante robusto, es de doble viga principal (birrail) y de un polipasto. A continuación, se presenta la tabla de actividades de mantenimiento preventivo.

**Tabla XXVI. Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 14**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Motor de traslación (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
3	Viga principal 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
4	Viga principal 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal</li> </ul>	6 meses	
5	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
6	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
7	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
8	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
9	Cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
10	Guía de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
11	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
12	Pasteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
13	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	6 meses	6 meses
14	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	6 meses	
15	Tambor de cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Puente-grúa núm. 14**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

Debido a la aplicación y al modo de operación de este puente-grúa dentro de la planta de producción, se deben realizar las actividades eléctricas y mecánicas correspondientes al mantenimiento preventivo de forma semestral, ya que dicha máquina es utilizada con mucha frecuencia, pero la mayoría de veces solo para maniobrar materia prima.

Las actividades de lubricación deben realizarse durante el mismo periodo de tiempo que las actividades eléctricas y mecánicas, ya que según el fabricante el cambio de lubricante dependerá de las condiciones de uso. Solamente el cable debe verificarse cada 3 meses, debido a que la lubricación queda expuesta al ambiente, por lo que pierde sus propiedades.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 15

Puente-grúa con capacidad de 5T en cada polipasto, considerado muy eficiente dentro de la planta de producción, es el encargado de retirar el producto terminado producido en el molino. Posee doble polipasto con el propósito de tomar el atado de tubo de ambos extremos para no provocar accidentes. Es un sistema birrail.

El estado de este puente-grúa es considerado regular ya que últimamente ha fallado un motor reductor del sistema de elevación, por lo que es necesario ponerle mayor atención. El tiempo de uso de dicho puente grúa es de unas 8 horas diarias. Por lo tanto, a continuación, se presentan las actividades mecánicas y eléctricas aplicadas en un mantenimiento preventivo.

Tabla XXVII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 15**

Núm.	Parte	Frecuencia de revisión y lubricación		
		Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Polipasto 2 (Sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
4	Motor de traslación 2 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
5	Viga principal 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
6	Viga principal 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
7	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	

Continuación de la tabla XXVII.

8	Carros testers	• Revisión y limpieza de carros testers.	6 meses	
9	Botonera	• Mantenimiento a botonera.	6 meses	
10	Sistema de freno	• Revisión, calibración y limpieza de freno.	6 meses	
11	Cable 1	• Revisión de cable.	6 meses	3 meses
12	Cable 2	• Revisión de cable.	6 meses	3 meses
13	Guía de cable 1	• Limpieza de guía de cable.	6 meses	
14	Guía de cable 2	• Limpieza de guía de cable	6 meses	
15	Conexiones eléctricas	• Inspección de conexiones eléctricas.	6 meses	
16	Pasteca 1	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
17	Pasteca 2	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
18	Rodos	• Revisión de rodos	6 meses	6 meses
19	Panel de mando eléctrico	• Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.	6 meses	
20	Tambor de cable 1	• Revisión del tambor de cable	6 meses	6 meses
21	Tambor de cable 2	• Revisión del tambor de cable	6 meses	

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Puente-grúa núm. 15**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

○ **Periodos de tiempo**

Las actividades de mantenimiento preventivo son recomendadas cada seis meses, con el propósito de mantener un control adecuado del estado de dicho puente grúa. Mientras las actividades de lubricación son recomendadas

realizarlas de la misma forma, cada seis meses. Exceptuando la lubricación al cable de elevación, ya que se encuentra expuesto al ambiente y es necesario realizarlo de forma más continua. Por lo tanto, se debe realizar cada 3 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 16

Se encuentra ubicado en el lado sur de la nave del molino Mckay, su función es la de colocar el producto terminado en el área de bodega para luego ser despachado. Tiene la misma capacidad de carga que el puente-grúa anterior, con la diferencia de que posee distinta función. Pueden complementarse, es decir, cuando alguna de las dos falla, puede suplirse utilizando la otra, ya que se encuentran dentro de las mismas vigas carrileras.

Su capacidad de carga es de 5T cada polipasto, es un sistema de grúa birrail. El tiempo de operación está dado proporcionalmente a la demanda de producto, aunque en un aproximado puede ser de 8 horas al día.

**Tabla XXVIII. Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 16**

<b>Frecuencia de revisión y lubricación</b>				
<b>Núm.</b>	<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Eléctrico/ mecánico</b>	<b>Lubricación</b>
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Polipasto 2 (Sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Continuación de la tabla XXVIII.

3	Motor de traslación 1 (carro)	• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.	6 meses	
4	Motor de traslación 2 (carro)	• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.	6 meses	
5	Viga principal 1	• Revisión y limpieza de viga principal.	6 meses	
6	Viga principal 2	• Revisión y limpieza de viga principal.	6 meses	
7	Vigas carrileras	• Revisión y limpieza de vigas carrileras.	6 meses	
8	Carros testeros	• Revisión y limpieza de carros testeros.	6 meses	
9	Botonera	• Mantenimiento a botonera.	6 meses	
10	Sistema de freno	• Revisión, calibración y limpieza de freno.	6 meses	
11	Cable 1	• Revisión de cable.	6 meses	3 meses
12	Cable 2	• Revisión de cable.	6 meses	3 meses
13	Guía de cable 1	• Limpieza de guía de cable.	6 meses	
14	Guía de cable 2	• Limpieza de guía de cable	6 meses	
15	Conexiones eléctricas	• Inspección de conexiones eléctricas.	6 meses	
16	Pasteca 1	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
17	Pasteca 2	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
18	Rodos	• Revisión de rodos	6 meses	6 meses
19	Panel de mando eléctrico	• Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.	6 meses	
20	Tambor de cable 1	• Revisión del tambor de cable	6 meses	6 meses
21	Tambor de cable 2	• Revisión del tambor de cable	6 meses	

Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Puente-grúa núm. 16**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

En cuanto al tiempo de realización de las actividades mecánicas y eléctricas se refiere, se deben realizar en un periodo de tiempo de 6 meses, para mantener un control de tallado del estado de dicho puente-grúa.

Mientras las actividades de lubricación deben realizarse de igual forma, cada 6 meses. El cable de elevación debe lubricarse cada 3 meses, ya que se encuentra expuesto al ambiente que provoca que pierda sus propiedades de forma apresurada.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 17

Ubicado en la bodega norte de la planta de producción, se encarga de almacenar bobinas de materia prima dentro de la bodega. Este puente-grúa no es utilizado con frecuencia, debido a que en esa bodega no existe producción de tubo. Es un puente grúa birrail con una capacidad de 25T de carga. Es utilizado poco tiempo al día. A continuación, se detallan las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en dicho puente-grúa.

Tabla XXIX. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 17**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses

Continuación de la tabla XXIX.

2	Motor de traslación (carro)	• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.	6 meses	
3	Viga principal 1	• Revisión y limpieza de viga principal.	6 meses	
4	Viga principal 2	• Revisión y limpieza de viga principal	6 meses	
5	Vigas carrileras	• Revisión y limpieza de vigas carrileras.	6 meses	
6	Carros testeros	• Revisión y limpieza de carros testeros.	6 meses	
7	Botonera	• Mantenimiento a botonera.	6 meses	
8	Sistema de freno	• Revisión, calibración y limpieza de freno.	6 meses	
9	Cable	• Revisión de cable.	6 meses	3 meses
10	Guía de cable	• Limpieza de guía de cable.	6 meses	
11	Conexiones eléctricas	• Inspección de conexiones eléctricas.	6 meses	
12	Pasteca	• Mantenimiento a pasteca.	6 meses	
13	Rodos	• Revisión de rodos.	6 meses	6 meses
14	Panel de mando eléctrico	• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.	6 meses	
15	Tambor de cable	• Revisión del tambor de cable.	6 meses	6 meses

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Puente-grúa núm. 17**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

○ **Periodos de tiempo**

Las actividades eléctricas y mecánicas correspondientes al mantenimiento preventivo se deben ejecutar de forma semestral, asegurando buen estado de dicho equipo. Las actividades de lubricación deben realizarse de forma

semestral, excepto las actividades correspondientes a la lubricación del cable del sistema de elevación.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 18

Puente-grúa posicionado en bodega de producción de lámina acanalada; su función es la de retirar y almacenar el producto fabricado; además, se utiliza para despachar el producto. El uso de esta máquina es de forma adecuada, trabaja unas 5 horas al día, por lo que no han sufrido deterioros acelerados.

Es un puente-grúa que cuenta con dos polipastos, pero es monorraíl. Lo que quiere decir que los dos polipastos se encuentran montados sobre una misma viga principal. Su capacidad es de 6T en cada polipasto, lo que la hace una grúa bastante liviana y fácil de operar.

Tabla XXX. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 18**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
4	Motor de traslación 2 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	1 año	

Continuación de la tabla XXX.

6	Vigas carrileras	• Revisión y limpieza de vigas carrileras.	1 año	
7	Carros testeros	• Revisión y limpieza de carros testeros.	1 año	
8	Botonera	• Mantenimiento a botonera.	1 año	
9	Sistema de freno	• Revisión, calibración y limpieza de freno.	1 año	
10	Cable 1	• Revisión de cable.	1 año	6 meses
11	Cable 2	• Revisión de cable.	1 año	6 meses
12	Guía de cable 1	• Limpieza de guía de cable.	1 año	
13	Guía de cable 2	• Limpieza de guía de cable.	1 año	
14	Conexiones eléctricas	• Inspección de conexiones eléctricas.	1 año	
15	Pasteca 1	• Mantenimiento a pasteca.	1 año	
16	Pasteca 2	• Mantenimiento a pasteca.	1 año	
17	Rodos	• Revisión de rodos.	1 año	1 año
18	Panel de mando eléctrico	• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.	1 año	
19	Tambor de cable 1	• Revisión del tambor de cable.	1 año	1 año
20	Tambor de cable 2	• Revisión del tambor de cable.	1 año	1 año

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Puente-grúa núm. 18**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Las actividades mecánicas y eléctricas para este puente-grúa están dadas acorde a la forma de operación, tiempo de uso. Es por ello que se determinó

aplicarle dichas actividades de forma anual para llevar un buen control del estado de cada una de las partes.

Las actividades involucradas en la lubricación deben realizarse de forma continua para evitar desgastes producidos por la fricción entre metales. Se deben realizar de igual manera, cada año, con excepción de la lubricación al cable que debe realizarse cada 6 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 19

Es un puente-grúa con características muy similares al anterior; es el encargado realizar el proceso de carga de material a los camiones; además, puede suplir al anterior en caso de alguna emergencia o viceversa. Posee capacidad de 6T para cada uno de sus dos polipastos, lo cual la convierte en una grúa bastante eficiente y fácil de operar. Los operadores de esta máquina la utilizan alrededor de 5 horas al día, esto ayuda a que en la máquina no se produzca algún tipo de falla producido por sobrecarga.

A continuación, se detallan las actividades mecánicas, eléctricas y de lubricación comprendidas en el mantenimiento preventivo.

Tabla XXXI. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 19**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año

Continuación de la tabla XXXI.

2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
4	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>		
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	1 año	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	1 año	
7	Carros testers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testers.</li> </ul>	1 año	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	1 año	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	1 año	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	1 año	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
16	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
17	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	1 año	1 año
18	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	1 año	
19	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año
20	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año

Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Puente-grúa núm. 19**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

El mantenimiento preventivo abarca actividades eléctricas y mecánicas que deben ser realizadas con frecuencia en un equipo con el fin de evitar fallas ocasionadas por falta de un mantenimiento preventivo. Por tal razón, las actividades descritas en la tabla se deben realizar con una frecuencia de 1 año.

Mientras las actividades concernientes a lubricación deben realizarse de la misma forma, de preferencia si se aprovecha el tiempo donde se realicen las actividades mecánicas y eléctricas para lubricar los componentes necesarios. Solamente el cable necesita una lubricación con mayor frecuencia, se debe realizar a cada 6 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 20

Es un puente-grúa ligero y fácil de maniobrar; está compuesto de dos polipastos en una misma viga principal, cada uno con capacidad de carga de 6,3T. Su capacidad de carga depende de la utilización que se le da dentro de la planta; el tiempo de uso de dicha máquina es aproximadamente de unas 5 horas al día, debido a que se usa para cargar producto y almacenarlo. En la siguiente tabla se detallan las actividades eléctricas y mecánicas.

Tabla XXXII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 20**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 de (sistema elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
2	Polipasto 2 de (sistema elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
4	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>		
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	1 año	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	1 año	
7	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	1 año	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	1 año	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	1 año	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	1 año	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
16	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
17	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	1 año	1 año
18	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	1 año	
19	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año
20	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Puente-grúa núm. 20**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Para este puente-grúa es recomendado realizar las actividades eléctricas y mecánicas que corresponden al mantenimiento preventivo a cada año. Mientras las actividades de lubricación se recomienda realizarlas de igual forma a cada año. Únicamente la lubricación del cable de elevación es necesario realizarla cada 6 meses, debido a que se encuentra expuesto al ambiente y, por lo tanto, el lubricante pierde sus propiedades más rápidamente.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 21

Es un equipo que consta de 2 polipastos con capacidades de carga de 6,3T cada uno; es considerado uno de los equipos más eficientes dentro de la planta de producción ya que el trabajo que realiza es acorde al peso que debe levantar. A continuación, se detallan las actividades mecánicas y eléctricas correspondientes al mantenimiento preventivo.

Tabla XXXIII. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa  
núm. 21**

<b>Frecuencia de revisión y lubricación</b>				
<b>Núm.</b>	<b>Parte</b>	<b>Descripción</b>	<b>Eléctrico/ mecánico</b>	<b>Lubricación</b>
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
4	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>		
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	1 año	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	1 año	
7	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	1 año	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	1 año	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	1 año	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	1 año	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
16	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
17	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	1 año	1 año
18	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	1 año	
19	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año
20	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año

Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **Puente-grúa núm. 21**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- Periodos de tiempo

Las actividades mecánicas y eléctricas debe realizarse de forma anual para evitar fallas ocasionadas por la falta de mantenimiento. Las actividades incluyen reparar fallas inesperadas durante la realización de estas. Las actividades de lubricación deben realizarse cada año, aprovechando la realización de las actividades eléctricas y mecánicas. Excepto la lubricación al cable de elevación, esta debe realizarse cada 6 meses.

- Mantenimiento de puente-grúa núm. 22

Se encuentra ubicado en la misma área de las dos anteriores, guiados por la misma viga carrilera; es utilizado principalmente para despachar el producto y el almacenamiento del producto terminado. Su capacidad de carga es la misma que las dos anteriores.

El uso de esta máquina redondean unas 5 horas al día debido a que se trabajan únicamente para el despacho de material. A continuación, se detallan las actividades.

Tabla XXXIV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 22**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	1 año	1 año
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	1 año	
4	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>		
5	Viga principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	1 año	
6	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	1 año	
7	Carros testereros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testereros.</li> </ul>	1 año	
8	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	1 año	
9	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	1 año	
10	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
11	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	1 año	6 meses
12	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
13	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	1 año	
14	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	1 año	
15	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
16	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	1 año	
17	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos.</li> </ul>	1 año	1 año
18	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores de mando principal.</li> </ul>	1 año	
19	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año
20	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable.</li> </ul>	1 año	1 año

Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Puente-grúa núm. 22**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

Al igual que los puentes-grúa anteriores es necesario realizar las actividades eléctricas y mecánicas detalladas en la tabla superior durante cada año de uso, ya que estos puentes grúas solo se utilizan durante el día y su función es solo realizar el despacho de producto.

Las actividades correspondientes a la lubricación es necesario realizarlas cada año de uso. Excepto la lubricación al cable de elevación que es recomendable lubricarlo cada 6 meses.

- **Mantenimiento de puente-grúa núm. 23**

Puente-grúa con capacidad de 5T en cada polipasto, es un equipo bastante reciente. Su función es colaborar con el transporte del producto

terminado hacia la zona de almacenamiento y el despacho. Los operadores lo utilizan unas 7 horas al día, debido a que existen turnos de día y noche. A continuación, se detallan las actividades mecánicas y eléctricas.

Tabla XXXV. **Resumen de frecuencia de actividades para puente-grúa núm. 23**

Frecuencia de revisión y lubricación				
Núm.	Parte	Descripción	Eléctrico/ mecánico	Lubricación
1	Polipasto 1 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
2	Polipasto 2 (sistema de elevación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de polipasto.</li> <li>• Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>• Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> </ul>	6 meses	6 meses
3	Motor de traslación 1 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
4	Motor de traslación 2 (carro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> </ul>	6 meses	
5	Viga principal 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
6	Viga principal 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de viga principal.</li> </ul>	6 meses	
7	Vigas carrileras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> </ul>	6 meses	
8	Carros testeros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de carros testeros.</li> </ul>	6 meses	
9	Botonera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a botonera.</li> </ul>	6 meses	
10	Sistema de freno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión, calibración y limpieza de freno.</li> </ul>	6 meses	
11	Cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
12	Cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de cable.</li> </ul>	6 meses	3 meses
13	Guía de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable.</li> </ul>	6 meses	
14	Guía de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de guía de cable</li> </ul>	6 meses	
15	Conexiones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de conexiones eléctricas.</li> </ul>	6 meses	
16	Pasteca 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
17	Pasteca 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento a pasteca.</li> </ul>	6 meses	
18	Rodos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de rodos</li> </ul>	6 meses	6 meses
19	Panel de mando eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>	6 meses	
20	Tambor de cable 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable</li> </ul>	6 meses	6 meses
21	Tambor de cable 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión del tambor de cable</li> </ul>	6 meses	

Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Puente-grúa núm. 23**



Fuente: Tubac, Duferco group. *Tubex S.A.* <http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

- **Periodos de tiempo**

Las actividades mecánicas y eléctricas deben realizarse de forma semestral, al igual que las actividades de lubricación, exceptuando la lubricación al cable del sistema de elevación, que debe realizarse a cada 3 meses. La frecuencia es con el fin de evitar posibles fallas surgidas por falta de mantenimiento preventivo.

#### **2.2.4. Personal involucrado en el mantenimiento preventivo**

Dentro de la planta de producción existe el departamento de mantenimiento, el cual es el encargado de brindar el mantenimiento que los puentes-grúa necesitan. El gerente de mantenimiento es el encargado de delegar las tareas al supervisor de mantenimiento, quien a su vez distribuye las

tareas a los mecánicos. Los mecánicos son los encargados de revisar los puentes-grúa y de reparar las fallas existentes.

Existen 4 mecánicos dentro del taller capacitados para realizar trabajos a los puentes-grúa. Para realizar este tipo de trabajos es necesario que los mecánicos se encuentren en buen estado de salud, porque la mayoría de los trabajos se realizan en altura, muchas veces deben caminar sobre las vigas, lo que se vuelve bastante arriesgado para ellos. Al momento de padecer alguna enfermedad puede que sufran alguna pérdida de conocimiento en lo alto y pueden tener accidentes que puedan provocar la muerte.

Las personas encargadas de este tipo de actividades, son evaluadas anteriormente a su designación como responsables del mantenimiento a estos equipos. Además, utilizan equipo como arnés de seguridad, casco, lentes, botas industriales; la mayoría de veces utilizan una canasta subida por un montacargas. Todo este equipo los ayuda a mantenerse con cierto rango de seguridad.

### **2.2.5. Grado de eficiencia**

La eficiencia es la capacidad que se tiene para realizar las actividades otorgadas en el menor tiempo posible y con costos bajos. No consiste en trabajar de forma rápida sin obtener buenos resultados; se debe realizar las actividades de forma rápida asegurando buenos resultados. La eficiencia se enfoca en los medios para realizar las actividades, realizarlas correctamente, resolver problemas, ahorrar gastos.

Dentro del ámbito de producción este término se utiliza para calificar a las personas que realizan las actividades de producción y a los equipos

encargados de realizar el proceso de elaboración del producto. En este caso, los equipos estudiados están directamente involucrados en el proceso de producción, por ello es necesario calificar la eficiencia con la que realizan su trabajo.

Dentro de la eficiencia de los equipos se encuentran involucradas todas las actividades de mantenimiento que ayuden a mantener dichos equipos en buen estado para cumplir con las actividades encomendadas.

La eficiencia de trabajo de los trabajadores se enfoca en la realización de las actividades de mantenimiento de forma adecuada, minimizando costos y en el menor tiempo posible. Disminuyendo el tiempo de paros por mantenimiento a los equipos, y asegurando el buen funcionamiento dentro del proceso de producción.

Si se realiza un mantenimiento adecuado a los puentes-grúa, se garantiza un buen funcionamiento, al contrario si no se realiza un mantenimiento adecuado, se está contribuyendo al deterioro acelerado de los equipos, lo cual genera mayor consumo de energía, sobreesfuerzo de los componentes, lo que llevará a una falla de forma acelerada.

La eficiencia en los puentes-grúa se puede medir con base en las horas de trabajo, debido a que en la planta de producción no se tiene cuantificado que cantidad de materia prima y producto terminado ellos transportan al día. Debido a que no solamente transportan eso, sino que muchas veces movilizan otro tipo de maquinaria.

Resulta más conveniente cuantificar la cantidad de horas que estos equipos trabajan diariamente, como tiempo mínimo se tomará 1 hora. El tiempo

de trabajo viene dado en base a encuesta realizada por parte de los operadores. El desperdicio de tiempo viene dado por paros ocasionados por fallas ocurridas por falta de mantenimiento a los puentes-grúa. Para la determinación del tiempo muerto se utilizan los datos obtenidos en la hoja de paros.

Se usará la siguiente ecuación para el cálculo de eficiencia de los equipos. Esta ecuación permite conocer donde estamos situados en términos de aprovechamiento de un equipo y condiciona su capacidad.

Existen factores que influyen en el rendimiento de los equipos, los cuales se dividen en dos grupos.

- Factores primarios: determinan de forma directa la productividad del equipo, como factores humanos, en los cuales se encuentra la destreza y habilidad de los operadores; o los factores geográficos, como las condiciones de trabajo y condiciones climáticas en las que se encuentren los equipos.
- Factores secundarios: aspectos que afectan de forma indirecta a los equipos, pero de igual manera afectan su eficiencia, como las condiciones de los equipos que provocan fallas inesperadas, las metas por alcanzar determinan la actitud con la que los operarios realizan sus actividades.

Todo lo anterior va determinado por un plan de mantenimiento preventivo, ya que de nada sirve realizar todo lo anterior descrito de la mejor forma si no se le aplica un mantenimiento adecuado.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo real} + \text{Tiempo muerto}} \times 100$$

### 2.2.5.1. Eficiencias de puentes-grúa de planta de producción

Tabla XXXVI. Cálculo de eficiencia de puentes-grúa

Núm.	Tiempo real operación por día (hora)	Tiempo real operación por mes (hora)	Tiempo muerto por mes. (hora)	Eficiencia %
1	10	240	6	97,56 %
2	8	192	5	97,46 %
3	7	168	6	96,55 %
4	6	144	6	96 %
5	6	144	5	96,44 %
6	6	144	4	97,29 %
7	6	144	5	96,44 %
8	8	192	6	96,97 %
9	6	144	5	96,44 %
10	7	168	6	96,55 %
11	7	168	6	96,55 %
12	7	168	5	97,10 %
13	7	168	8	95,45 %
14	8	192	6	96,97 %
15	8	192	6	96,97 %
16	8	192	6	96,97 %
17	7	168	4	97,67 %
18	5	120	4	96,77 %
19	5	120	4	96,77 %
20	5	120	4	96,77 %
21	5	120	4	96,77 %
22	5	120	4	96,77 %
23	7	168	2	98,82 %

Fuente: elaboración propia.

Obtenida la eficiencia de las máquinas se pueden analizar los resultados y determinar las causas de dichos resultados, para luego proceder a realizar cambios que favorezcan a la mejora de resultados.

Según los valores de la eficiencia, se pueden catalogar los resultados, valores menores al 65 % de eficiencia son considerados como inaceptables;

valores comprendidos entre 66 % y 85 % son tomados como regulares; valores dentro del rango de 86 % y 95 % son considerado buenos; por último, los valores que van de 96 % en adelante son considerados como excelentes.

Los resultados pueden ser mejorados aplicando rutinas de mantenimiento preventivo como la medida más inmediata y conveniente al sistema de trabajo dentro de la planta de producción. Ya que a estos equipos solo se les realiza mantenimiento correctivo y de alguna forma el mecánico que opera los puentes-grúa realiza prácticas de mantenimiento, pero con poca frecuencia.

El análisis de la eficiencia en cada máquina ayuda a determinar en qué estado se encuentran, además sirve como punto de partida para su mejora. Este resultado debe ir mejorando mediante se dé la aplicación del mantenimiento preventivo. El plan de mantenimiento tendrá como resultado un aumento de eficiencia a un costo acorde al presupuesto que se tiene delegado al departamento de mantenimiento.

#### **2.2.6. Análisis de ahorro de energía y clasificación de desechos**

En una planta de producción industrial, la energía eléctrica tiene un papel muy importante, debido a que el total de la maquinaria existente dentro de la misma funciona con energía eléctrica. La energía eléctrica es una fuente de energía con un costo elevado. El buen funcionamiento y las buenas prácticas de ahorro de energía tienen como resultado una disminución en cuanto al costo de energía eléctrica.

Para obtener un ahorro considerable de energía eléctrica en el taller mecánico se debe poner en práctica lo siguiente.

- Mantenimiento eléctrico a maquinaria: es de mucha importancia realizar mantenimiento preventivo a la maquinaria para que funcione de forma correcta y no exista desperdicio de energía provocado por subidas de corriente que puedan ser provocadas por cables sueltos, o no acordes a la corriente que se debe manejar.
- Mantenimiento mecánico a maquinaria: al igual que el anterior es de importancia realizar revisiones periódicas a todas las partes que conforman un puente-grúa, con el fin de evitar un esfuerzo mayor de las piezas mecánicas al momento de poner en funcionamiento la máquina, que provoque que la maquina trabaje de forma forzada y por lo tanto un consumo mayor de corriente eléctrica.
- Operación de la maquinaria: muchas veces los operadores utilizan el puente-grúa de forma inadecuada, lo cual maximiza la posibilidad de que exista un gasto mayor de energía eléctrica. La utilizan cuando no hay necesidad de hacerlo, mediante la botonera juegan con la máquina, lo que genera un esfuerzo mayor y puede provocar fallas.
- Iluminación: en el área donde se encuentran ubicadas los puentes grúa, es una zona con poca iluminación, es por ello que es necesario la utilización de iluminación la mayor parte del tiempo. Para evitar el alto consumo de energía eléctrica se puede aprovechar la luz del sol durante una parte del día, colocando láminas transparentes que ayuden a mantener las naves de producción y bodegas con buena iluminación, sin necesidad de consumir energía eléctrica.

Para el cuidado del medio ambiente en la empresa es necesario la clasificación de desechos, con el fin de minimizar el impacto que trae hacia el

medio ambiente, además contando con los desechos clasificados se aprovecha el reciclaje y venta de materiales como el aluminio, acero, cobre, entre otros.

La clasificación de desechos dentro de la empresa se realiza de la siguiente manera: se tienen 4 recipientes: el primer recipiente sirve para desechar los productos orgánicos tales como como madera, cáscara de frutas; en el segundo recipiente se desechan materiales metálicos que se pueden vender como chatarra, en los cuales se puede mencionar latas de aluminio, pedazos de acero; en el tercer recipiente se debe depositar materiales inorgánicos como por ejemplo, vidrio, plástico, hule; el cuarto recipiente es tomado para desechar materiales contaminados, entre los que se puede mencionar el guipe, viruta contaminada con grasa.

#### **2.2.7. Mantenimiento preventivo y correctivo**

En la actualidad es indispensable la aplicación de un mantenimiento preventivo con el fin de minimizar la probabilidad que ocurran fallas que lleven a un aumento de costos en el proceso de producción. Aunque existen muchas empresas en las cuales no existe un mantenimiento preventivo establecido. Por lo tanto se trabaja únicamente mediante un mantenimiento correctivo. Lo cual retrasa el proceso de producción y aumenta costos.

El mantenimiento correctivo es el que se aplica cuando ocurren las fallas en los equipos, el cual sirve como su nombre lo indica para corregir averías ya ocurridas. Este tipo de mantenimiento tiene más desventajas que aspectos positivos, ya que retrasa el proceso de producción, aumenta costos, posibilidad de que ocurran más averías ocasionadas por la avería existente.

Mientras el mantenimiento preventivo es el que se aplica mediante un plan calendarizado ya establecido. Un plan de mantenimiento es realizado mediante la experiencia y los manuales de operación y mantenimiento de la máquina. Con el fin de prevenir averías posteriores que puedan repararse con la aplicación de un mantenimiento preventivo. Por lo tanto dicho mantenimiento posee más ventajas que aspectos en contra como prevención de averías, ahorro de costos y la eficiencia de los equipos.

#### **2.2.8. Metas de aplicación de mantenimiento preventivo a los equipos**

Dentro de una empresa se trabaja de acuerdo a metas planteadas, es decir, que con base en esas metas se debe realizar un plan de trabajo mediante la programación de actividades que favorezcan al desarrollo de dicha empresa. En el taller de mantenimiento se trabaja con base en metas que no son medibles con base en ingreso, pero si se miden en productividad y eficiencia de los equipos.

Si un equipo falla, retrasa el proceso de producción, por lo tanto, las metas se ven afectadas por esta falla. Es por ello que la aplicación de un plan de mantenimiento ayuda en gran medida a lograr las metas planteadas por el departamento de mantenimiento.

Si se aplica un plan de mantenimiento preventivo a los puentes-grúa, que aparte de la materia prima y los molinos de producción, son máquinas esenciales para la fabricación de tubo, se lograrán las metas planteadas de forma adecuada. Este mantenimiento está ligado a mantener un control de los equipos, lo que significa que pueda detectarse cualquier anomalía antes de que las fallas aparezcan.

Una meta dentro del departamento de mantenimiento puede ser terminar el proceso de producción de un tubo de una medida específica, establecido por el departamento de planificación de la empresa, en el tiempo estipulado. Mas si un equipo llegase a fallar, no sería posible alcanzar dicha meta.

### **2.2.9. Presupuesto**

El presupuesto en un plan de mantenimiento preventivo juega un papel muy importante y depende de este que el plan sea de beneficio para la empresa. Se estima que el presupuesto anual de un plan de mantenimiento sea igual a un 2 % o 3 % del valor de los equipos, incluido gastos de montaje.

En la mayoría de empresas es normal encontrar que el presupuesto estimado para la aplicación de un mantenimiento preventivo es menos del valor calculado según los valores anteriores, esto dependerá de las políticas de empresa. El presupuesto debe incluir los gastos siguientes:

- Gastos de movilización
- Costo anual de personal de mantenimiento
- Costo anual en repuestos
- Costo anual en herramienta
- Costo anual en contratos externos
- Imprevistos

A continuación, se detalla un ejemplo de presupuesto para la aplicación del plan de mantenimiento preventivo a los puentes-grúa de la planta Tubex.

- Gastos de movilización: todos los costos en cuanto a movilización de los equipos para la realización de un mantenimiento. El gasto en

movilización de partes de puentes grúa es relativamente bajo debido a que la mayoría de trabajos se realizan dentro de la empresa.

- Costo anual de personal de mantenimiento: es el aspecto donde el costo es más elevado, debido a que la mayoría de mantenimientos son realizados por personal de la empresa.
- Costo anual en repuestos: el gasto en repuestos para los puentes-grúa es elevado, ya que se trata de mantener repuestos en bodega para reducir tiempo de mantenimiento.
- Costo anual de herramienta: la herramienta necesaria para los mantenimientos se adquiere una vez, luego solamente se debe renovar la herramienta que quede en mal estado.
- Costo anual en contratos externos: todos aquellos mantenimientos que no se puedan trabajar dentro del taller por falta de la herramienta, o por falta de tiempo.
- Imprevistos: resultan cuando un equipo falla de forma repentina y no se cuenta con los repuestos necesarios para su reparación.

**Tabla XXXVII. Porcentaje de presupuesto aplicado al plan de mantenimiento**

Aspectos	Porcentaje a utilizar en plan de mantenimiento
Gastos de movilización	0,3 %
Costo anual de personal de mantenimiento	1 %
Costo anual en repuestos	0,8 %
Costo anual de herramienta	0,3 %
Costo anual en contratos externos	0,4 %
Imprevistos	0,2 %
Incremento de costo	

Fuente: elaboración propia.

El incremento de costo se da año con año, debido a que el precio en el mercado de los productos incrementa, por lo tanto, el costo de mantenimiento de los equipos tiende a ser cada vez mayor. Toda entidad debe preverlo al momento de la compra del equipo.

#### **2.2.10. Checklist o lista de chequeo**

Es la revisión de una lista de actividades importantes que se deben realizar sistemáticamente para la verificación del estado de algún equipo, o el cumplimiento de actividades por parte del personal de trabajo. Se realiza este método de trabajo con el objetivo de llevar un control detallado de los aspectos importantes y sencillos de revisión.

Es responsabilidad del operador realizar las revisiones pertinentes correspondientes a la lista de chequeo de forma periódica, si alguno de los ítems sometidos a revisión se encuentra con algún desperfecto, es necesario que sea este quien reporte dicho problema en el formato de la lista de chequeo.

Se puede considerar el *checklist* como una herramienta fundamental perteneciente a un mantenimiento preventivo, la cual es de gran utilidad para identificar aspectos básicos que mediante el tiempo vayan sufriendo algún deterioro, lo que evitará la aparición de fallas imprevistas y ayudará a mantener el equipo controlado y en buen estado.

La lista contempla aspectos como el estado de la botonera, el estado del cable, funcionamiento adecuado de las velocidades de un puente-grúa, entre otros. detallan actividades que se deben verificar antes de poner en marcha la máquina y otros que se deben verificar puesta en marcha.





### **3. FASE DE DOCENCIA**

#### **3.1. Importancia de las labores de mantenimiento**

En mantenimiento el orden se puede entender como la forma correcta de colocar todo elemento físico y de realizar todas las actividades de forma adecuada llevando una secuencia del procedimiento seguido según la norma o criterio empleado, que facilita realizar la acción.

##### **3.1.1. Labores de mantenimiento**

Las labores de mantenimiento involucran elementos físicos para su aplicación, es de mucha importancia tener al alcance estos elementos; además, tenerlos en lugares específicos para su rápida ubicación; como repuestos, insumos y herramientas, con la finalidad de realizar adecuadamente los trabajos de mantenimiento.

Durante la realización de las actividades de mantenimiento se debe aplicar una secuencia lógica que ayude a llevar un mejor control de los procedimientos de mantenimiento. Además, para realizar dichas labores de manera adecuada para eficiente evitar pérdidas ocasionadas por retrasos.

El plan de mantenimiento lleva consigo de forma detallada, las semanas cuando se deben realizar las distintas labores de mantenimiento en los distintos equipos, en este caso los puentes-grúa. Se realiza de esta forma para llevar un control en cuanto de los mantenimientos aplicados en el departamento de mantenimiento.

### **3.1.2. Historiales de mantenimiento**

Un historial de mantenimiento es una recopilación cronológica de todas las actividades de mantenimiento realizadas hacia los equipos. Sirven de evidencia de que verdaderamente se ejecutaron las actividades correspondientes al mantenimiento; asimismo, brindan la información necesaria para utilizar la retroalimentación y realizar mejoras a dicho plan.

Las características más importantes del historial de mantenimiento, son: fecha de ejecución del mantenimiento, firma de autorización y de quien ejecutó la actividad. Para determinar al mecánico encargado del mantenimiento al equipo y analizar las mejoras que se pueden ejecutar al plan de mantenimiento.

En el historial de mantenimiento de cualquier maquina están contempladas tanto las labores de mantenimiento preventivo como las de mantenimiento correctivo.

Para el mantenimiento correctivo es importante detallar dentro del historial de mantenimiento la información completa de la falla, los repuestos utilizados, los responsables de la realización del mantenimiento, las posibles causas y soluciones a la falla detectada.

### **3.1.3. Presentación del plan de mantenimiento preventivo**

El plan de mantenimiento preventivo es considerada una de las herramientas más eficaces con las que se debe contar dentro de un departamento de mantenimiento; descubre de forma detallada las actividades eléctricas, mecánicas y de lubricación a realizarles a los distintos equipos con los que se cuenta dentro de la empresa. Con la aplicación de un plan de

mantenimiento preventivo a los equipos, se garantiza el buen funcionamiento por mayor tiempo para evitar fallas repentinas.

El plan de mantenimiento preventivo contempla la lista maestra de mantenimiento de forma semestral y las fichas técnicas y de inspección.

### **3.1.3.1. Lista maestra de mantenimiento**

La lista maestra de mantenimiento se presenta al departamento de mantenimiento con el formato utilizado actualmente por la empresa; incluye de forma detallada el nombre de la empresa, el departamento al cual pertenece, en este caso es el departamento de mantenimiento, la fecha de actualización y la persona encargada de realizar la actualización.

La lista maestra de mantenimiento está dada en periodos de tiempo de un semestre, detallado semanalmente; además, está realizado en una hoja de cálculo de Excel. En el formato aparecen aspectos que ayudan a la ubicación de las máquinas: infraestructura, área línea, equipo. A continuación, se definen los conceptos anteriormente mencionados.

- Infraestructura: es el sistema de instalaciones, edificios, equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de la organización.
- Área: es el espacio físico donde se ubica un tipo de maquinaria que tiene características similares.
- Línea: es una subdivisión de área, pero es aplicable para equipos más específicos, como por ejemplo: 'Área de molinos'.

- Equipo: es una subdivisión de la línea, específicamente para un equipo.

Las actividades comprendidas en la lista maestra de mantenimiento se desglosan en forma de cronograma con veintiséis semanas para el primer semestre y otras veintiséis para el segundo semestre, distribuidas de tal forma en que no se sobrecargue de trabajo los periodos de tiempo.

Existen algunos equipos que deben ser inspeccionados por partes separadas en semanas distintas, existen equipos pequeños que pueden ser inspeccionados en la misma semana.

Tabla XXXIX. Lista maestra de infraestructura

				<b>RE- AI- 101</b>																										
<b>Lista Maestra de Infraestructura</b>																														
<b>Plan Semestral de Mantenimiento Planta Tubo Galvanizado</b>																														
Fecha de Actualización: <u>12 DE MARZO DE 2017 1ra. Revisión</u>																														
Actualizado por: <u>Victor Ovidio González Solorzano</u>																														
Área	Línea	Equipo	Infraestructura	Semana ( 1er semestre )																										
				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	
Producción	Slitter	Puente-grúa 1	Dmag			■																								
	Costanera	Puente-grúa 2	Dmag																											
	Costanera	Puente-grúa 3	Abus																											
	Molinos 604 y483	Puente-grúa 4	Dmag																											
	Molinos 604 y483	Puente-grúa 5	Abus																											
	Evacuación 483	Puente-grúa 6	Abus																											
	Evacuación 483	Puente-grúa 7	Dmag																											
	Evacuación 604	Puente-grúa 8	Abus																											
	Evacuación 604	Puente-grúa 9	Abus																											
	BPT	Puente-grúa 10	Abus																											
	Roscado	Puente-grúa 11	Abus																											
	BPT	Puente-grúa 12	Abus																											
	BPT	Puente-grúa 13	Demag																											
	BPT	Puente-grúa 14	Abus																											
	Molino Mckay	Puente-grúa 15	Abus																											
	Molino Mckay	Puente-grúa 16	Abus																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 17	RyM																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 18	RyM																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 19	RyM																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 20	Abus																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 21	Abus																											
	Bodega auxiliar	Puente-grúa 22	Abus																											
	Molino Mckay	Puente-grúa 23	Abus																											

Observaciones:

- \*El periodo de lubricación de los cables debe ser a cada 3 meses.
- \*Se pueden realizar revisiones fuera de las semanas establecidas en el plan de mantenimiento, quedando siempre documentado.
- \*BPT: Bodega de producto terminado.

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.3.2. Ficha técnica y de inspección**

La ficha técnica y de inspección es una herramienta que complementa a la lista maestra de mantenimiento; detalla las actividades a realizar de forma directa; es utilizada dentro del departamento de mantenimiento para orientar a los mecánicos con respecto a las actividades que deben realizar a los distintos equipos a brindarles mantenimiento.

El formato de la ficha técnica y de inspección lleva un encabezado con información general de la máquina, fecha de edición y de ejecución de las actividades de mantenimiento a realizárseles. En el cuerpo del trabajo va de forma detallada de izquierda hacia derecha, la parte de la máquina, la descripción de mantenimiento preventivo a realizar, incluyendo si es mecánico o eléctrico; seguidamente dos columnas donde el mecánico debe marcar si el mantenimiento realizado es mecánico o eléctrico. Luego otra columna donde se debe anotar la fecha de ejecución de la actividad, para luego anotar el nombre del mecánico responsable de la actividad realizada.

En la parte inferior del formato se presenta un cuadro donde pueden ir las observaciones por parte del mecánico acerca de la máquina, la mayoría de veces las observaciones suelen ser sobre anomalías encontradas durante la aplicación de las actividades de mantenimiento. Por último, se encuentra el Vo.Bo. del gerente de mantenimiento y del supervisor mecánico o eléctrico.

El gerente de mantenimiento es el encargado del análisis de dichas fichas técnicas y de inspección, por medio del cual él puede tomar decisiones necesarias para la mejora de los equipos dentro de la planta. Además debe archivarlas para llevar un control adecuado de todos los trabajos realizados a los equipos.

Tabla XL. Ficha técnica y de inspección

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AI-102      Versión 2		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 1</u> Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u> No. de Serie del equipo: _____					
Parte	<b>Mantenimiento Preventivo</b>	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<ul style="list-style-type: none"> <li>M Revisión y limpieza de viga principal.</li> <li>M Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> <li>M Limpieza de polipasto.</li> <li>M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li>M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li>E Mantenimiento a botonera.</li> <li>M Revisión, limpieza y calibración de freno.</li> <li>E Mantenimiento a contactores.</li> <li>M Revisión de cable.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> <li>M Limpieza de guía de cable.</li> <li>M Mantenimiento a pasteca.</li> <li>M Revisión de rodos.</li> <li>M Revisión al tambor del cable.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> <li>E Revisión y limpieza de testeros.</li> <li>E Inspección de conexiones eléctricas.</li> <li>E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.      Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
 E= eléctrico.      Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento  
 mecánico y/o eléctrico

Fuente: Tubac, Duferco group. *Departamento de mantenimiento.*

<http://www.tubac.com.gt/index.php/quienes-somos/mision-2>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

### **3.2. Mejoras y avances con la aplicación de un mantenimiento preventivo**

La aplicación de un mantenimiento preventivo es muy importante para evitar paros ocasionados por fallas en los equipos que pudieren haberse evitado con la realización de las actividades que este comprende. Se realiza a los equipos con el fin de mejorar su vida.

- Eficiencia en equipos: es una de las más importantes mejoras que se desea obtener con la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, ya que al mejorar la eficiencia de trabajo de los equipos, aumentará la productividad de la empresa.
- Menor cantidad de tiempos muertos: es de esta forma como se cuantifica cuando una máquina presenta fallas, ya que el proceso de producción depende en parte de ella, por lo tanto cuando existen fallas, el tiempo de reparación de la misma es considerado como tiempo muerto. Con la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo se busca disminuir este tipo de inconveniente. Ayudando así a que los equipos puedan ser más eficientes.
- Vida útil prolongada: es quizá uno de los resultados más importantes que se desean obtener con la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. Es una de las metas planteadas a mediano y largo plazo, debido a que con la aplicación del mantenimiento correcto, disminuirán las fallas, por lo tanto mejorara la eficiencia de los equipos. Esto ayudará a que el equipo se mantenga en buenas condiciones por mayor tiempo.

- Productividad: es el resultado de la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo adecuado. Es lo que a la empresa como tal le interesa, por encima de si sus equipos funcionan adecuadamente o no, al gerente general le interesa que la productividad sea la adecuada. Es competencia del departamento de mantenimiento velar por que las máquinas se mantengan en buen estado para que la productividad sea la esperada.

### **3.2.1. Capacitación al personal de mantenimiento del taller mecánico**

Capacitar a las personas es una actividad que regularmente se realiza en las empresas para dar a conocer o fortalecer algún tema en específico, la mayoría de veces estos temas están relacionados al ámbito de trabajo.

La capacitación es parte importante para garantizar que un plan de mantenimiento preventivo de resultados positivos, ya que la experiencia no es suficiente cuando se carece de conceptos de mantenimiento preventivo.

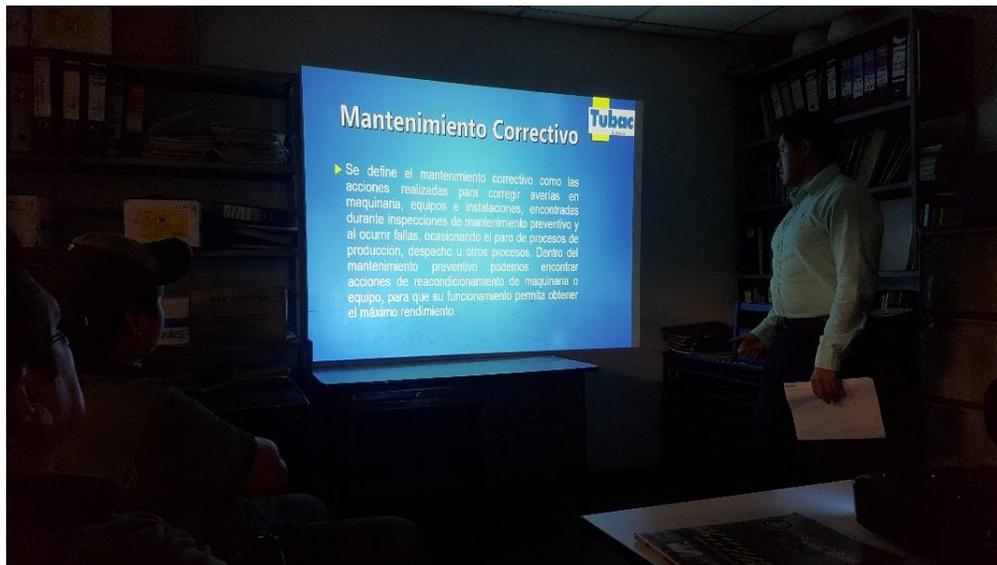
Las capacitaciones se deben realizar constantemente dentro del lugar de trabajo, con el fin de ayudar a reforzar temas que son importantes para la operación de las maquinas, como también temas de desenvolvimiento personal dentro de la empresa que ayuden a mantener un grupo de trabajo estable y colaborador, y que el ambiente de trabajo sea lo más ameno posible.

Los temas más abordados dentro de las capacitaciones son relacionados a actualizaciones y métodos que se desean implementar. En el departamento de mantenimiento es necesario tratar temas tales como uso adecuado de

herramientas de trabajo, equipo de protección personal, valores a fomentar dentro y fuera de la empresa, y operación de maquinaria.

Luego de toda capacitación es necesario realizar una pequeña prueba para evaluar la capacidad de retención de los participantes, esto ayudará a la mejora de su historial de trabajo y a la necesidad de comprensión. Debido a que muchos de los participantes no prestan la debida atención a los temas tratados. A continuación se muestra a un grupo de mecánicos del departamento de mantenimiento siendo capacitados.

Figura 50. **Capacitación a personal de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Los temas impartidos durante la capacitación impartida son los siguientes:

- Concepto básico de mantenimiento
  - Tipos de mantenimiento
    - Mantenimiento preventivo
    - Mantenimiento correctivo
    - Mantenimiento predictivo
  - Otros conceptos
    - Infraestructura
    - Área
    - Línea
    - Equipo
- Lista maestra de infraestructura RE-AI-101
- Ficha técnica y de inspección RE-AI-102
- Orden de trabajo y mantenimiento correctivo RE-AI-103
- Proceso de actualización de los formatos
- Herramientas de trabajo
- Equipo de protección personal

El concepto de mantenimiento y tipos de mantenimiento ya fueron incluidos en la fase de investigación del presente informe; mientras otros

conceptos con su respectiva definición están descritos en la fase de docencia de este documento. El proceso de actualización de la lista maestra o plan general de mantenimiento se realiza mientras se realizan adquisiciones de equipo. Para ello es necesario realizar una actualización la lista maestra de infraestructura, agregándole las partes de los equipos a brindarles mantenimiento.

Luego se debe realizar una actualización de la ficha técnica y de inspección en los renglones actualizados en la lista maestra, por último se hace una actualización del plan general de mantenimiento preventivo, para luego ejecutar y darle seguimiento.

En la siguiente figura se observa al grupo de mecánicos realizando una prueba acerca de la capacitación impartida. La capacitación se dividió en dos grupos, debido al espacio disponible.

**Figura 51. Capacitación**



Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. La falta de un plan de mantenimiento preventivo definido para los puentes-grúa determina su funcionamiento con una serie de riesgos que aumentan conforme transcurre el tiempo. El plan de mantenimiento preventivo ayudará a reducir riesgos.
2. Las condiciones de instalación y el proceso de utilización de los equipos determina el deterioro de los equipos. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo brindará mayor confiabilidad en cuanto al uso de los equipos; además, ayudará a disminuir los gastos por paros ocasionados por fallas repentinas y aumenta su vida.
3. La propuesta de mantenimiento preventivo ayuda a optimizar los procesos de producción; aumenta así la eficiencia de producción y ayuda a mantener la seguridad de todos los operarios.
4. Un plan de mantenimiento preventivo promueve la concientización de los trabajadores hacia la disposición de brindar mantenimiento a los equipos, ayudando a mantenerlos en buenas condiciones.
5. La observación de la operación de los equipos es de gran beneficio para la implementación de medidas que ayuden a mantenerlos en óptimas condiciones.

6. La falta de repuestos dentro de la empresa trae consecuencias que retrasan el proceso de producción en la planta. Ya que si no hay un repuesto que se necesita dentro de bodega, se debe comprar; ese proceso lleva pérdida de tiempo.

## RECOMENDACIONES

1. La capacitación debe realizarse por parte del departamento de mantenimiento o realizarse de manera externa, con el objetivo de enseñarles a los operadores el uso adecuado de los equipos, así como la herramienta básica utilizada dentro del mantenimiento. Además, términos de seguridad industrial al momento de operar cada uno de los puentes-grúa.
2. Involucrar a los demás departamentos para tener como resultado un buen funcionamiento de los equipos. Es importante crear un nivel de responsabilidad para que sean capaces de razonar al momento de utilizar los equipos.
3. Actualizar el plan de mantenimiento preventivo cada periodo determinado, verificando si los equipos han sido reemplazados, modificados o ya no se utilizan. La finalidad de la actualización es la de realizar el mantenimiento preventivo necesario sin omitir partes de la maquinaria en estudio.
4. Es importante que el mantenimiento se realice de forma adecuada, teniendo en cuenta que se necesitan técnicos capacitados para la realización de estas actividades, herramientas adecuadas, equipo de seguridad.

5. Es importante priorizar los procesos de mantenimiento preventivo, sobre las actividades de mantenimiento correctivo, con el objetivo de obtener un mejor rendimiento de la maquinaria y alargar la vida útil.
6. Es necesario que el departamento de mantenimiento cuente con manuales de mantenimiento de los equipos, ya que en ellos va detallado cada una de las piezas a realizarle las actividades de mantenimiento necesarias.
7. El mantenimiento correctivo a cada una de los puentes-grúa debe realizarse antes de la aplicación del mantenimiento preventivo para obtener mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ABUS. *Kransysteme GmbH*. [En línea]. <<https://www.bloomberg.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=5583135>>. [Consulta: 28 de agosto de 2017].
2. \_\_\_\_\_. *Manual de operación de puentes-grúa*. Guatemala: CONTEC INDUSTRIAL, 2016. 115 p.
3. BAUMEINSTER, Theodore. *Manual del ingeniero mecánico*. México: McGraw-Hill, 1988. 189 p.
4. *Eficiencia y productividad de maquinaria y equipo*. [En línea]. <[http://www.academia.edu/16439847/C%C3%A1lculo\\_de\\_eficiencia\\_y\\_productividad\\_de\\_maquinaria\\_y\\_equipos\\_1\\_](http://www.academia.edu/16439847/C%C3%A1lculo_de_eficiencia_y_productividad_de_maquinaria_y_equipos_1_)>. [Consulta: 28 de agosto de 2017].
5. *Grúas y polipastos, puentes-grúa*. [En línea]. <<http://www.abusgruas.es/gruas-y-polipastos/puentes-grua>>. [Consulta: 28 de agosto de 2017].
6. GUERRA AYALA, Sergio Leonardo. *Implementación de un programa de mantenimiento para la maquinaria y equipo del centro de servicio automotriz, El ingenio, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 188 p.







### Apéndice 3.

### Ficha técnica puente-grúa 1

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Fecha de impresión: _____		Día/ Mes/ Año	
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 1</u>		Fecha de ejecución: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Semana: _____			
No.de Serie del equipo: _____					
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testers. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

**M= mecánico.**      Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
**E= eléctrico.**      Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
 Supervisor de mantenimiento  
 mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.







## Apéndice 7.

## Ficha técnica puente-grúa 5

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AL-102      Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 5</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testeros. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Ficha técnica puente-grúa 6

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Dia/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 6</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testeros. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.







## Apéndice 12. Ficha técnica puente-grúa 10

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 10</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>M</b> Revisión y limpieza de viga principal.</li> <li><b>M</b> Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> <li><b>M</b> Limpieza de polipasto.</li> <li><b>M</b> Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto.</li> <li><b>M</b> Revisión y nivelación de aceite a caja reductora.</li> <li><b>E</b> Mantenimiento a botonera.</li> <li><b>M</b> Revisión, limpieza y calibración de freno.</li> <li><b>E</b> Mantenimiento a contactores.</li> <li><b>M</b> Revisión de cable.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> <li><b>M</b> Limpieza de guía de cable.</li> <li><b>M</b> Mantenimiento a pasteca.</li> <li><b>M</b> Revisión de rodos.</li> <li><b>M</b> Revisión al tambor del cable.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de testeros.</li> <li><b>E</b> Inspección de conexiones eléctricas.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Bo. \_\_\_\_\_

Vo Bo. \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.





## Apéndice 15. Ficha técnica puente-grúa 13

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AI-102      Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 13</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testers. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 16. Ficha técnica puente-grúa 14

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AI-102      Versión 2		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 14</u> Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u> No. de Serie del equipo: _____		Día/ Mes/ Año _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal 1. M Revisión y limpieza de viga principal 2. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testeros. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____ _____ _____					

**M= mecánico.**  
**E= eléctrico.**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 17. Ficha técnica puente-grúa 17

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Día/ Mes/ Año _____	
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 15</u>		Fecha de impresión: _____	
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____	
No. de Serie del equipo: _____		Semana: _____	

Parte		M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<b>Mantenimiento Preventivo</b> M Revisión y limpieza de viga principal 1. M Revisión y limpieza de viga principal 2. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto 1. M Limpieza de polipasto 2. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes de cada polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 1. E Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 2. E Mantenimiento a botonera 1. E Mantenimiento a botonera 2. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable 1. M Revisión de cable 2. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable 1. M Limpieza de guía de cable 2. M Mantenimiento a pasteca 1 _____ M Mantenimiento a pasteca 2 _____ M Revisión de rodos. M Revisión al tambor de cable 1. M Revisión al tambor de cable 2. E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 1. E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 2. E Revisión y limpieza de testers. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 18. Ficha técnica puente-grúa 18

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 16</u> Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u> No. de Serie del equipo: _____		Día/ Mes/ Año _____			
Parte	<b>Mantenimiento Preventivo</b>	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<ul style="list-style-type: none"> <li>M Revisión y limpieza de viga principal 1.</li> <li>M Revisión y limpieza de viga principal 2.</li> <li>M Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> <li>M Limpieza de polipasto 1.</li> <li>M Limpieza de polipasto 2.</li> <li>M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes de cada polipasto.</li> <li>M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 1.</li> <li>E Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 2.</li> <li>E Mantenimiento a botonera 1.</li> <li>E Mantenimiento a botonera 2.</li> <li>M Revisión, limpieza y calibración de freno.</li> <li>E Mantenimiento a contactores.</li> <li>M Revisión de cable 1.</li> <li>M Revisión de cable 2.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> <li>M Limpieza de guía de cable 1.</li> <li>M Limpieza de guía de cable 2.</li> <li>M Mantenimiento a pasteca 1 _____</li> <li>M Mantenimiento a pasteca 2 _____</li> <li>M Revisión de rodos.</li> <li>M Revisión al tambor de cable 1.</li> <li>M Revisión al tambor de cable 2.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 1.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 2.</li> <li>E Revisión y limpieza de testeros.</li> <li>E Inspección de conexiones eléctricas.</li> <li>E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>	[Grid for M column]	[Grid for E column]	[Grid for Fechas de Ejecución]	[Grid for Nombre de Trabajador]
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

**M= mecánico.**  
**E= eléctrico.**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 19. Ficha técnica puente-grúa 19

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 17</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No. de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal 1. M Revisión y limpieza de viga principal 2. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes del polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora. E Mantenimiento a botonera. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable. M Mantenimiento a pasteca. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor del cable. E Revisión y limpieza de contactores de motores de traslación. E Revisión y limpieza de testeros. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

**M= mecánico.**  
**E= eléctrico.**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 21. Ficha técnica puente-grúa 21

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AI-102      Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 19</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>M</b> Revisión y limpieza de viga principal.</li> <li><b>M</b> Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> <li><b>M</b> Limpieza de polipasto 1.</li> <li><b>M</b> Limpieza de polipasto 2.</li> <li><b>M</b> Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes de cada polipasto.</li> <li><b>M</b> Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 1.</li> <li><b>M</b> Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 2.</li> <li><b>E</b> Mantenimiento a botonera 1.</li> <li><b>E</b> Mantenimiento a botonera 2.</li> <li><b>M</b> Revisión, limpieza y calibración de freno.</li> <li><b>E</b> Mantenimiento a contactores.</li> <li><b>M</b> Revisión de cable 1.</li> <li><b>M</b> Revisión de cable 2.</li> <li><b>M</b> Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> <li><b>M</b> Limpieza de guía de cable 1.</li> <li><b>M</b> Limpieza de guía de cable 2.</li> <li><b>M</b> Mantenimiento a pasteca 1</li> <li><b>M</b> Mantenimiento a pasteca 2.</li> <li><b>M</b> Revisión de rodos.</li> <li><b>M</b> Revisión al tambor de cable 1.</li> <li><b>M</b> Revisión al tambor de cable 2.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 1.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 2.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de testers.</li> <li><b>E</b> Inspección de conexiones eléctricas.</li> <li><b>E</b> Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					

**M= mecánico.**  
**E= eléctrico.**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 22. Ficha técnica puente-grúa 22

<b>Ficha técnica y de Inspección RE-AI-102</b> Versión 2		Fecha de impresión: _____ Fecha de ejecución: _____ Semana: _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 20</u> Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u> No. de Serie del equipo: _____		Día/ Mes/ Año _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	<ul style="list-style-type: none"> <li>M Revisión y limpieza de viga principal.</li> <li>M Revisión y limpieza de vigas carrileras.</li> <li>M Limpieza de polipasto 1.</li> <li>M Limpieza de polipasto 2.</li> <li>M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes de cada polipasto.</li> <li>M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 1.</li> <li>M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 2.</li> <li>E Mantenimiento a botonera 1.</li> <li>E Mantenimiento a botonera 2.</li> <li>M Revisión, limpieza y calibración de freno.</li> <li>E Mantenimiento a contactores.</li> <li>M Revisión de cable 1.</li> <li>M Revisión de cable 2.</li> <li>M Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación.</li> <li>M Limpieza de guía de cable 1.</li> <li>M Limpieza de guía de cable 2.</li> <li>M Mantenimiento a pasteca 1</li> <li>M Mantenimiento a pasteca 2. _____</li> <li>M Revisión de rodos.</li> <li>M Revisión al tambor de cable 1.</li> <li>M Revisión al tambor de cable 2.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 1.</li> <li>E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 2.</li> <li>E Revisión y limpieza de testers.</li> <li>E Inspección de conexiones eléctricas.</li> <li>E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.</li> </ul>	[Grid for M column]	[Grid for E column]	[Grid for Fechas de Ejecución]	[Grid for Nombre de Trabajador]
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					

M= mecánico.  
E= eléctrico.

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.





## Apéndice 25. Ficha técnica puente-grúa 25

<b>Ficha técnica y de Inspección</b> RE-AI-102      Versión 2		Día/ Mes/ Año _____			
Nombre del Equipo: <u>Puente-grúa 23</u>		Fecha de impresión: _____			
Fecha de Edición: <u>20 de marzo de 2017</u>		Fecha de ejecución: _____			
No.de Serie del equipo: _____		Semana: _____			
Parte	Mantenimiento Preventivo	M	E	Fechas de Ejecución	Nombre de Trabajador
General	M Revisión y limpieza de viga principal 1. M Revisión y limpieza de viga principal 2. M Revisión y limpieza de vigas carrileras. M Limpieza de polipasto 1. M Limpieza de polipasto 2. M Revisión de desgaste y ajustes en poleas y engranajes de cada polipasto. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 1. M Revisión y nivelación de aceite a caja reductora 2. E Mantenimiento a botonera 1. E Mantenimiento a botonera 2. M Revisión, limpieza y calibración de freno. E Mantenimiento a contactores. M Revisión de cable 1. M Revisión de cable 2. E Revisión y limpieza de contactores de motor de elevación. M Limpieza de guía de cable 1. M Limpieza de guía de cable 2. M Mantenimiento a pasteca 1. M Mantenimiento a pasteca 2. M Revisión de rodos. M Revisión al tambor de cable 1. M Revisión al tambor de cable 2. E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 1. E Revisión y limpieza de contactores de motor de traslación 2. E Revisión y limpieza de testers. E Inspección de conexiones eléctricas. E Revisión y limpieza de interruptores del mando principal.				
<b>Observaciones:</b>					
* La lubricación al cable del puente-grúa debe realizarse a cada 3 meses.					
* Si alguna pieza se encuentra dañada durante la inspección de mantenimiento, es necesario reemplazarla.					
_____					
_____					
_____					

**M= mecánico.**  
**E= eléctrico.**

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Gerente de Mantenimiento

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
Supervisor de mantenimiento  
mecánico y/o eléctrico

Fuente: elaboración propia.

