



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

***DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPO  
ZAPATA GUATEMALA, S.A.***

**Luis Raúl Acajabón Velásquez**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

***DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRÁFICA DE LA PLANTA GRUPO  
ZAPATA GUATEMALA, S.A.***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS RAÚL ACAJABÓN VELÁSQUEZ**  
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paíz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Agr. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivas Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

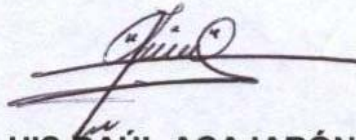
DECANO	Ing. Murphy Olimpo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paíz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

***DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.***

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 10 de marzo de 2009.



**LUIS RAÚL ACAJABÓN VELÁSQUEZ**



Guatemala, 09 de julio de 2010  
REF.EPS.DOC.713.07.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

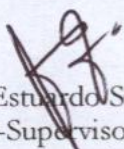
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Raúl Acajabón Velásquez** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200413733**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A."**.

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

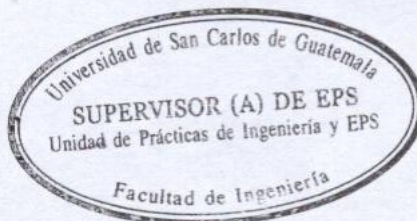
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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

c.c. Archivo  
EESZ/ra





Guatemala, 09 de julio de 2010  
REF.EPS.D.483.07.10

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

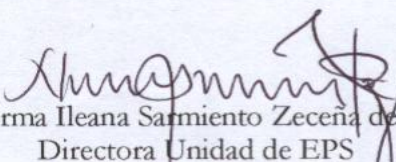
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Luis Raúl Acajabón Velásquez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



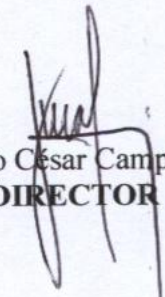
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado, al trabajo de graduación **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRAFICA DE LA PLANTA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.** del estudiante Luis Raúl Acajabón Velásquez, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**

Guatemala, octubre de 2010.

/behdei





DTG. 293.2010

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: **DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN LITOGRÁFICA DE LA PLANTA GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Luis Raúl Acajabón Velásquez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 11 de octubre de 2010.

/gdech





## **AGRADECIMIENTO A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería**

Por darme la oportunidad de forjarme en sus aulas como profesional.

**Aquellos ingenieros de la escuela de Mecánica**

Que compartieron excelentes enseñanzas y que me motivaron a seguir adelante.

**Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda**

Por el apoyo y asesoramiento brindado para la culminación del trabajo de graduación.

**Empresa Grupo Zapata Guatemala S.A.**

Por permitirme la oportunidad de realizar el trabajo de graduación en sus instalaciones.

**A los ingenieros de planta y en especial al Ing. Maynor Waldemar Mogollón Vides**

Por la oportunidad de trabajar en su departamento y por los consejos brindados.

**A mis compañeros y amigos de estudio**

Por los días de estudio que compartimos y por la amistad incondicional brindada.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por darme fortaleza y sabiduría para poder enfrentar los retos que conllevó la culminación de mi carrera, y porque a pesar de todo él es mi amigo incondicional, amigo que nunca falla.

### **MIS PADRES**

Por el apoyo incondicional que me brindaron y por los sacrificios que hicieron a lo largo de mi vida estudiantil desde los inicios hasta la culminación de la universidad, mil gracias a ambos. Siempre los llevaré en el corazón.

### **MIS HERMANOS**

Por el cariño, apoyo y por permitirme ser su ejemplo a seguir.

### **MI FAMILIA EN GENERAL**

Por el apoyo y los consejos brindados.

### **GUATEMALA**

País que me vio nacer a quien entrego el noble ejercicio de mi profesión y tierra donde espero morir.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV

### 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Litografía.....	1
1.1.1 Proceso litográfico.....	1
1.1.2 Proceso de fotomecánica.....	5
1.2 Descripción de equipos en línea litográfica.....	8
1.2.1 Prensas litográficas.....	8
1.2.2 Horno de 2 lámparas ultra violeta.....	9
1.2.3 Horno de 4 lámparas ultra violeta.....	10
1.2.4 Horno de 7 lámparas ultra violeta.....	11
1.2.5 Barnizadora.....	12
1.2.6 Banda transportadora.....	12
1.2.7 Alimentador.....	13
1.2.8 Recibidor (Desapilador).....	14
1.2.9 Extractores de calor.....	15
1.2.10 Chiller.....	17
1.3 Antecedentes y conceptos generales del mantenimiento preventivo.....	18
1.3.1 Mantenimiento preventivo.....	18
1.3.2 Inicio del mantenimiento preventivo.....	21
1.3.3 Objetivo del mantenimiento preventivo.....	24
1.3.4 Criterios de la gestión del mantenimiento preventivo.....	25

1.3.4.1	Clasificación de fallas.....	25
1.3.4.1.1	Fallas tempranas.....	25
1.3.4.1.2	Fallas adultas.....	25
1.3.4.1.3	Fallas tardías.....	25
1.3.5	Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo.....	26
1.3.5.1	Determinar las metas y objetivos.....	27
1.3.5.2	Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo.....	27
1.3.5.3	Procedimientos de mantenimiento preventivo.	32
1.3.5.4	Tipos de tareas a incluir en el plan de mantenimiento preventivo.....	32
1.3.6	Lubricación.....	35
1.3.6.1	Importancia de la lubricación.....	35
1.3.6.2	Película lubricante.....	35
1.3.6.2.1	Lubricación marginal (límite).....	35
1.3.6.2.2	Lubricación por película hidrodinámica.	36
1.3.6.2.3	Lubricación por película Elastohidrodinámica.....	36

## **2. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

2.1	Generalidades.....	37
2.1.1	Qué es seguridad e higiene industrial.....	37
2.1.2	Accidentes de trabajo.....	38
2.1.2.1	Accidentes con lesión.....	38
2.1.2.2	Accidentes sin lesión.....	39
2.1.3	Enfermedades ocupacionales.....	39
2.1.4	Actos inseguros.....	40
2.1.5	Condiciones inseguras.....	41

2.2	Razones para instalar programas de seguridad industrial...	42
2.2.1	Razones legales.....	43
2.2.2	Razones morales.....	44
2.3	Plan general de seguridad industrial.....	45
2.3.1	Concepto sobre planificación.....	45
2.3.2	Plan de seguridad personal.....	48
2.3.2.1	Medidas a considerar.....	48
2.3.2.2	Equipos de protección personal.....	51
2.3.2.3	Reglas básicas de seguridad industrial.....	52
2.3.2.4	Señalización.....	60
2.3.3	Programa de comunicación.....	62
2.3.3.1	Boletines informativos sobre seguridad en planta.....	62
2.3.3.2	Reglas y normas de seguridad a observar....	63
2.3.3.3	Responsabilidades de los trabajadores.....	63
2.3.3.4	Opiniones para una mejora continua a través de inspecciones de seguridad.....	64
2.3.3.5	Significado de la señalización y los colores usados en esta.....	64
2.3.4	Plan de formación de seguridad industrial.....	65
2.3.4.1	Prevención de accidentes.....	65
2.3.4.2	Brigada de seguridad industrial.....	68
2.3.4.3	Responsabilidades de la brigada de seguridad.....	69
2.3.5	Plan de capacitación de seguridad.....	71
2.3.5.1	Causa de los accidentes laborales.....	71
2.3.5.2	Cómo prevenir accidentes laborales.....	74
2.3.5.3	Encadenamiento de las causas y efectos de los accidentes.....	75

2.3.5.4	Importancia de los equipos de protección personal.....	77
2.3.5.5	Responsabilidades en el uso de los equipos de protección personal.....	79
2.3.5.6	Reacción ante emergencias.....	81
2.3.6	Plan de seguridad de materiales, equipos y herramientas.....	82
2.3.6.1	Protección de materiales, equipos y herramientas.....	82
2.3.6.2	Orden y limpieza.....	83
2.3.6.3	Inspección para determinar el estado de materiales, equipos y herramientas.....	83
2.3.7	Plan de emergencia contra incendios.....	84
2.3.7.1	Uso de hidrantes.....	84
2.3.7.2	Uso de extinguidores.....	86
2.3.7.3	Tipos de extinguidores.....	86
2.3.7.4	Alarma contra incendios.....	88
2.3.8	Plan para realizar simulacros.....	89
2.3.8.1	Para qué llevar a cabo simulacros en la empresa.....	89
2.3.8.2	Metodología para el desarrollo de un simulacro.....	89

### **3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA LITOGRAFICA**

3.1	Fases del programa de mantenimiento.....	91
3.2	Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento.....	92

3.3	Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas por equipo.....	94
3.4	Rutinas de mantenimiento.....	113
3.5	Administración del mantenimiento.....	125
3.5.1	Personal encargado de las tareas de mantenimiento.	125
3.5.2	Ordenes de trabajo.....	125
3.5.3	Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento.	126
3.6	Control del mantenimiento preventivo.....	128
3.6.1	Formatos de registro de mantenimiento.....	128
3.6.2	Fichas técnicas de los equipos.....	130
3.6.3	Control de ordenes de trabajo.....	131
3.6.4	Ficha de requisición de repuestos y accesorios.....	132
3.6.5	Ficha de control de paros.....	133
3.6.6	Fichas de reportes mensuales de mantenimiento correctivo.....	134
3.7	Existencias en bodega.....	136
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>139</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>143</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>145</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Impresión <i>offset</i> .....	3
2.	Componentes para impresión <i>offset</i> .....	3
3.	Ilusión óptica de degradación de color.....	6
4.	Prensas litográficas, lado delantero.....	9
5.	Prensas litográficas, lado trasero.....	9
6.	Hornos de 2 lámparas UV.....	9
7.	Horno de 4 lámparas UV, lado delantero.....	10
8.	Horno de 4 lámparas UV, lado trasero.....	10
9.	Horno de 7 lámparas UV.....	11
10.	Barnizadora, parte delantera.....	12
11.	Barnizadora, parte trasera.....	12
12.	Mesa de transporte.....	13

13.	Bandas transportadoras de mesa de transporte.....	13
14.	Alimentador, lado delantero.....	14
15.	Alimentador, lado derecho.....	14
16.	Desapilador, lado derecho.....	15
17.	Mecanismo de desapilado y banco de rodillos.....	15
18.	Inyector y extractor, horno de 7 lámparas UV.....	16
19.	Inyector y extractor, horno de 4 lámparas UV.....	16
20.	Extractor horno de 2 lámparas UV.....	16
21.	<i>Chiller</i> , lado izquierdo.....	17
22.	<i>Chiller</i> , lado frontal.....	17
23.	Comparación entre los coeficientes de fricción de los tipos de lubricación.....	36
24.	Equipo de protección personal.....	51
25.	Formas geométricas que encierran señales de seguridad.....	61
26.	Orden de trabajo.....	126

<b>27.</b>	Reporte de ejecución de trabajos de mantenimiento.....	127
<b>28.</b>	Ficha técnica de maquinaria.....	130
<b>29.</b>	Control de ordenes de trabajo.....	131
<b>30.</b>	Ficha de requisición de repuestos y accesorios.....	132
<b>31.</b>	Ficha de control de paros.....	133
<b>32.</b>	Ficha de reporte mensual de mantenimiento correctivo.....	135
<b>33.</b>	Mapa de señalización en planta.....	149

## TABLAS

I. Etiqueta para definir nombres de brigadistas de seguridad.....	69
II. Descripción de extinguidores de polvo químico seco.....	87
III. Descripción de extinguidores de dióxido de carbono.....	87
IV. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas.....	95
V. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	96
VI. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	97
VII. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	98
VIII. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	99
IX. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	100
X. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación).....	101
XI. Frecuencias de mantenimiento para alimentador de hojalata.....	101

<b>XII.</b> Frecuencias de mantenimiento para alimentador de hojalata (Continuación).....	102
<b>XIII.</b> Frecuencias de mantenimiento para horno de 2 lámparas UV.....	103
<b>XIV.</b> Frecuencias de mantenimiento para horno de 4 lámparas UV.....	104
<b>XV.</b> Frecuencias de mantenimiento para horno de 7 lámparas UV.....	105
<b>XVI.</b> Frecuencias de mantenimiento para horno de 7 lámparas UV (Continuación).....	106
<b>XVII.</b> Frecuencias de mantenimiento para barnizadora.....	107
<b>XVIII.</b> Frecuencias de mantenimiento para barnizadora (Continuación)...	108
<b>XIX.</b> Frecuencias de mantenimiento para banda transportadora.....	109
<b>XX.</b> Frecuencias de mantenimiento para recibidor.....	110
<b>XXI.</b> Frecuencias de mantenimiento para <i>chillers</i> .....	111
<b>XXII.</b> Frecuencias de mantenimiento para <i>chillers</i> (Continuación).....	112
<b>XXIII.</b> Frecuencias de mantenimiento para extractor de calor.....	112
<b>XXIV.</b> Frecuencias de mantenimiento para extractor de calor (Continuación).....	113

<b>XXV.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento diario.....	114
<b>XXVI.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento semanal.....	115
<b>XXVII.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento semana (Continuación)	116
<b>XXVIII.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento 20 días.....	117
<b>XXIX.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)	118
<b>XXX.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)	119
<b>XXXI.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)	120
<b>XXXII.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento mensual.....	121
<b>XXXIII.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento trimestral.....	122
<b>XXXIV.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento cuatrimestral.....	123
<b>XXXV.</b>	Formato de rutinas de mantenimiento semestral.....	124
<b>XXXVI.</b>	Formato de registro de mantenimiento.....	129
<b>XXXVII.</b>	Formato de inspección de seguridad (Personal).....	145
<b>XXXVIII.</b>	Formato de inspección de seguridad (Seguridad Industrial)	146

<b>XXXIX.</b>	Formato de inspección de seguridad (Protección de materiales, Equipos y herramientas).....	147
<b>XL.</b>	Formato de inspección de seguridad (Higiene Industrial)...	148





## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\mu\text{m}$	Micrómetro
”	Pulgadas
\$	Ahorro de dinero



## GLOSARIO

<b>Auditoría</b>	Es una función de dirección cuya finalidad es analizar y apreciar el control para garantizar la integridad de su patrimonio, la veracidad de su información y el mantenimiento de la eficacia de sus sistemas de gestión.
<b>Blanket</b>	Cilindro de mantilla o caucho.
<b>Cian</b>	Es uno de los colores primarios llamados sustractivos junto con el amarillo y el magenta. Su tonalidad es azul claro y su nombre viene del griego ciano.
<b>Color Key</b>	Prueba indispensable en las artes gráficas para verificar que el color de los diseños a imprimir sean los requeridos.
<b>Cromalín</b>	Sistema de producción de pruebas de fotomecánica que emplea colores en polvo muy fino.
<b>Curado</b>	Secado con calor de lámparas ultra violeta.
<b>E.P.P.</b>	Equipo de protección personal.
<b>Extinguidor</b>	Es un aparato creado para combatir el fuego cuando éste está recién comenzando a provocar un incendio.

<b>Fiabilidad</b>	La fiabilidad es la seguridad de funcionamiento de una pieza, órgano o máquina.
<b><i>Free hand</i></b>	<i>Software</i> que permite la aplicación para la creación de imágenes mediante gráficos vectoriales.
<b>Haluros de plata</b>	Compuesto químico de plata con algún halógeno (por ejemplo yoduro o bromuro de plata).
<b><i>Hard Time</i></b>	Conocido como tiempo duro, es el tipo de mantenimiento que se basa en el tiempo de vida. Se asume para aplicar este término que la confiabilidad decrece a medida que aumenta el tiempo de operación.
<b>Hidrante</b>	Estación que contiene una manguera en el interior para combatir incendios.
<b>HP</b>	Caballos de fuerza.
<b>Huecograbado</b>	Método de impresión que tiene la imagen a imprimir ahuecada con relación al resto de la superficie.
<b>Litografía</b>	Método de impresión usado para decoración de hojas de papel, láminas metálicas o similares.
<b>Magenta</b>	Es un color que se asemeja al fucsia, aunque más intenso, virando al violeta.

<b><i>Match Print</i></b>	Sistema que permite a los profesionales de las artes gráficas y del diseño realizar sus pruebas de color en su propia oficina y con resultados óptimos.
<b>Mantilla</b>	Capa de goma.
<b>MP</b>	Mantenimiento preventivo.
<b><i>Offset</i></b>	Es un método de reproducción de documentos e imágenes sobre hojalata, que consiste en aplicar una tinta, generalmente oleosa, sobre una plancha metálica, compuesta generalmente de una aleación de aluminio. La plancha toma la tinta en las zonas donde hay un compuesto hidrófobo, el resto de la plancha se moja con agua para que repele la tinta; la imagen o el texto se trasfiere por presión a una mantilla de caucho, para pasarla, finalmente, a la lámina de hojalata por presión.
<b><i>Overhaul</i></b>	Significa reacondicionar o reconstruir con partes nuevas un equipo o maquinaria.
<b><i>Page maker</i></b>	Es un <i>software</i> de edición profesional muy popular.
<b><i>Photo impact</i></b>	Es un programa de edición de gráficos de mapa de bits.
<b><i>Photo Shop</i></b>	Es una aplicación para la creación, edición y retoque de imágenes.
<b>PQS</b>	Polvo químico seco.

<b>Prensa litográfica</b>	Máquina que contiene al conjunto de rodillos por los cuales se crea la imagen en la lámina de hojalata.
<b>RCM</b>	Mantenimiento basado en confiabilidad.
<b>Tipografía</b>	Método de impresión que tiene la imagen a imprimir en relieve con relación al resto de la superficie.
<b>TPM</b>	Mantenimiento Productivo Total.
<b>Turbo-máquinas</b>	Una turbo-máquina es una máquina cuyo elemento principal es un rodete (rotor) a través del cual pasa un fluido de forma continua, cambiando éste su cantidad de movimiento por acción de la máquina, significando este hecho una transferencia de energía entre la máquina y el fluido, la cual puede ser en sentido máquina-fluido o fluido-máquina.
<b>UV</b>	Ultra violeta.
<b>5S's</b>	Sistema japonés que ayuda a las instalaciones de las empresas a mantener un orden y limpieza de cualquier área.

## RESUMEN

Grupo Zapata Guatemala S.A. es una empresa que se dedica a la elaboración de cubeta plástica y envases de hojalata como: envase para aerosol, envase para pintura, envase sanitario (envasado de alimentos), envase para barnices, además de elaborar sus propios diseños para litografiar los envases a gusto del cliente. Esta planta de producción forma parte de Grupo Zapata de México, la cual tiene establecida una serie de plantas en toda la República de México, Costa Rica, Sudamérica y España.

El presente trabajo de graduación trata sobre el diseño del plan de mantenimiento preventivo para la línea de producción litográfica y el plan de seguridad e higiene industrial para la planta Grupo Zapata Guatemala, S.A. Se realizaron con el fin de que exista un cumplimiento adecuado de la vida útil de los equipos que conforman la línea litográfica y de que exista seguridad para los trabajadores de planta de producción en la realización de sus tareas. Elaborados con base en necesidades y recomendaciones de los fabricantes de los equipos de la propia línea litográfica y necesidades de cubrir y fortalecer el área de seguridad industrial que estaba un poco descuidada.

En el plan de seguridad e higiene industrial se puede encontrar propuestas de cómo y por qué es necesario instalar programas de seguridad en la industria los equipos de protección personal que deben utilizar los trabajadores de acuerdo con las tareas que se realizan, las reglas básicas de seguridad que deben seguir dentro de planta de producción, el significado y el seguimiento que debe darse a las señales de seguridad; qué se debe informar sobre la seguridad dentro de planta al trabajador y a los visitantes la forma de crear un equipo de seguridad conformada por los propios trabajadores con el fin de cuidarse entre ellos, qué debe hacerse en caso de emergencia, entre otros.

Mientras que en el plan de mantenimiento preventivo para la línea de producción litográfica, se encuentra la manera de cómo mejorar o mantener en buenas condiciones de servicio los equipos, a través de inspecciones y actividades de lubricación reunidas en formatos por equipo y así facilitar a los mecánicos el seguimiento de rutinas que les permitan detectar a tiempo una o varias fallas que puedan presentarse, con lo cual se busca mantener en funcionamiento constante la línea de producción y sin afectar la demanda de producción.

Además, se presenta la manera básica y sencilla de cómo administrar el departamento de mantenimiento, esto para el gerente del mismo a través de formatos de órdenes de trabajo, historial de mantenimiento, control de mantenimiento, etc. para tener toda la documentación en orden cuando para efectos de auditorías se requieran.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Realizar el programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos que conforman la línea litográfica de la planta de producción, para que esta trabaje sin paros y que los componentes mecánicos de los equipos cumplan su vida útil, reduciendo de esta manera costos de mantenimiento.

Que la empresa tenga un plan de seguridad acorde a sus necesidades fácil de aplicar para obtener una buena imagen corporativa y, primordialmente personal laborando con seguridad.

### **ESPECÍFICOS**

1. Realizar formatos de mantenimiento preventivo para todos los equipos que conforman la línea de litografía de la planta de producción.
2. Conservar en óptimas condiciones los equipos que conforman la línea litográfica.
3. A través de la prevención, garantizar el funcionamiento continuo de todos los equipos de la línea litográfica y mantener una producción constante.
4. Determinar intervalos de tiempo adecuados entre una revisión preventiva y otra para mantener un sistema de mantenimiento constante.
5. Realizar formatos claros y precisos de control o administración del mantenimiento.
6. Mostrar a los mecánicos de línea litográfica la manera de seguir las rutinas de mantenimiento a través de los formatos y de cómo realizar los reportes de ejecución de tareas de mantenimiento.

7. Dictar normas básicas de seguridad industrial dentro de planta de producción para resguardar la integridad física de todos los integrantes del sistema.
8. Mostrar al grupo de trabajadores los riesgos a los que están expuestos en sus labores diarias a través de la capacitación de seguridad.
9. Impartir una capacitación sobre temas básicos de seguridad, con lo cual los trabajadores adquieran conciencia de la importancia que tiene esta en su lugar de trabajo y lo que significa sufrir un accidente laboral.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mantenimiento preventivo es indispensable en toda empresa o planta de producción que dependa de equipos y maquinaria con la que realizan sus productos. Tal es el ejemplo de la necesidad de realizar un plan de mantenimiento preventivo en la línea de producción litográfica de la planta Grupo Zapata Guatemala S.A.; necesidad que surge a raíz de realizar mantenimiento correctivo, con lo que la producción se ve afectada cuando algún elemento mecánico de los equipos de la línea falla y entonces se detiene la producción en varias líneas, no solo en litografía porque de esta línea sale la materia prima, sino también de láminas de hojalata ya decorada para las líneas de ensamble de los distintos tipos de envase que se fabrican.

Es indispensable es un plan de mantenimiento preventivo para obtener una producción de flujo continuo y cumplir con la vida útil de la maquinaria, así como, un plan de seguridad e higiene industrial en una planta de producción donde a raíz de la maquinaria, materias primas, personal, etc. se derivan peligros, los cuales el trabajador debe identificar para no sufrir o provocar algún tipo de accidente con consecuencias graves, tanto para él como para todo un grupo de trabajadores y la propia empresa. Por lo anterior, surge la necesidad de crear un plan de seguridad e higiene industrial para la planta.

Los siguientes planes son producto de la realización del ejercicio profesional supervisado (EPS), que se espera sean implementados en poco tiempo por los gerentes encargados de las dos áreas que acá se abarcan y que sean también realimentados conforme la necesidad de la propia empresa a través del tiempo.

Con el plan de mantenimiento preventivo queda claro que no se van a eliminar de una vez por todas las fallas en los equipos o maquinaria de la línea litográfica, pero si de alguna manera ayudará a reducir a un porcentaje mínimo las fallas que puedan aparecer. Esto siempre y cuando se le dé el seguimiento adecuado y puesta de buena manera en marcha el control de mantenimiento propuesto.

Como se podrá observar, en el inicio aparece una descripción completa del proceso de litografía, luego la descripción de los equipos que conforman la línea litográfica, para luego pasar a toda la parte de las generalidades del mantenimiento preventivo ayudan a comprender mejor la manera de realizar un plan del mismo.

En el capítulo dos se observará primero las generalidades de la seguridad e higiene industrial, las razones que existen para instalar programas de seguridad en las empresas y luego, la parte de la elaboración del plan de seguridad e higiene industrial para toda la planta hasta tocar el punto de cómo se debe realizar un simulacro de emergencias.

Por último, en el capítulo tres se describe el plan de mantenimiento preventivo, detallando las tareas que deben realiza los mecánicos, clasificación de tareas de mantenimiento, frecuencias, forma de administrar el mantenimiento, órdenes de trabajo, reportes de ejecución, control de mantenimiento, formatos de registro, historial de mantenimientos y determinación de existencias de repuestos mínimos que debe haber para la línea litográfica.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 Litografía

### 1.1.1 Proceso litográfico

Éste es el más popular de los procesos de impresión. La litografía es un método planográfico en que la imagen y las áreas de no impresión están esencialmente en el mismo plano de la superficie de una delgada plancha metálica y la diferenciación entre las áreas de impresión y de no impresión es química. La impresión se hace de una superficie plana y existen dos diferencias básicas entre la litografía offset y los otros sistemas. Primero, se basa en el principio de que la grasa y el agua no se mezclan, segundo la tinta se transfiere de la plancha primero a una mantilla de caucho y luego de la mantilla a la plancha metálica.

A partir de 1796 en que Alois Senefelder desarrolla la impresión litográfica por medio de imágenes con lápiz graso sobre piedra caliza, evolucionaron paralelamente experimentos que con el paso de los años llevaron a transformar la impresión con piedra a la fotolitografía, conocida actualmente como impresión Offset que denomina así el sistema de impresión indirecta.

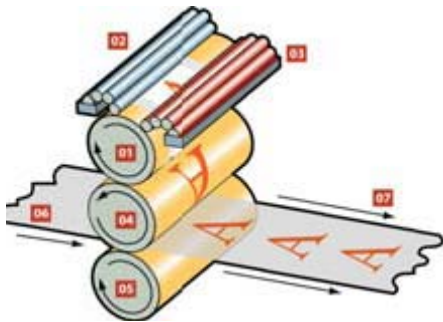
Actualmente, se utiliza en vez de la piedra, una lámina de metal, a la cual se le llama placa o plancha litográfica. Ésta tiene dos partes, la hidrófila y litófila; la hidrófila es el metal base y litófila es el recubrimiento aplicado al metal.

Éste se fija por medio de exposición a la luz blanca y al aplicarle un químico especial se desvanece el recubrimiento no expuesto a la luz, quedando así el dibujo de lo que se quiere reproducir en la placa. Actualmente la parte grasosa del sistema es la tinta.

La palabra litografía proviene de las palabras griegas “*lithos*” y “*grafos*” que significan “escribir sobre piedra”. Inicialmente, la forma de imprimir era por proceso directo, entintaban grandes bloques de piedra que tenían las figuras o letras que se querían reproducir. Luego, se hacían contacto con los pliegos de papel en blanco para lograr la impresión. Después se hicieron máquinas con procesos más sofisticados, las que ya utilizaban planchas metálicas de zinc y de aluminio en vez de bloques de piedra. Estas máquinas imprimían, aún en forma directa, de las planchas metálicas a los pliegos de papel.

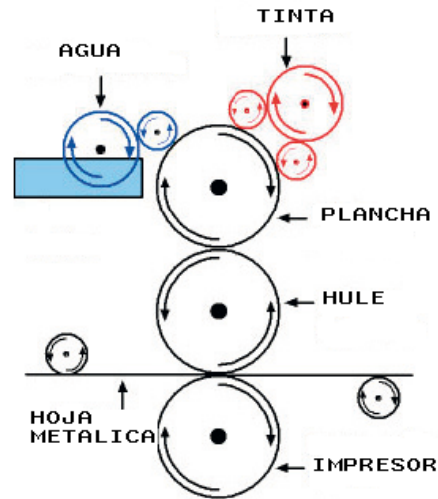
En 1900, el prensista *Ira Rubel* descubrió de forma casual la impresión indirecta, o a la que se llamaría impresión *offset*. El término inglés “*offset*” significa en español “contrario u opuesto”. El método de impresión *offset* consiste en que la plancha litográfica imprima sobre un cilindro con recubrimiento de caucho, y éste a su vez imprima en las planchas de metal por contacto de un rodillo de metal.

Figura 1. Impresión offset



Fuente: [www.pdf solutionsla.com](http://www.pdf solutionsla.com)

Figura 2. Componentes para impresión offset



Fuente: [www.aido.es](http://www.aido.es)

## Método de Impresión

El principio por el cual se rige la impresión litográfica se basa en la incompatibilidad de la grasa y el agua, de esta forma las actuales planchas de aluminio micrograneado están recubiertas de una emulsión fotosensible grasosa: las áreas de imagen (emulsión) serán receptoras de tinta y rechazarán el agua y las áreas de no imagen (fondo de aluminio) recibirán agua y rechazarán la tinta.

El sistema de impresión *offset* es un sistema indirecto: los rodillos entintadores y los mojadores hacen contacto con el cilindro porta plancha proveyendo a la plancha de las cantidades necesarias de tinta y agua, a su vez el cilindro porta plancha hace contacto con el cilindro porta mantilla y traslada la tinta de la plancha a la mantilla de caucho la que se encargará de traspasar la misma al sustrato de impresión (hojalata).

En la plancha impresora, la imagen se hace receptiva a la grasa (tinta) y repelente al agua, mientras que las áreas que no tienen imagen se hacen receptivas al agua y repelentes a la grasa y por consiguiente a la tinta. En la prensa, la plancha se monta en el cilindro porta plancha el cual a medida que gira, se pone en contacto sucesivamente con rodillos mojados por agua o una solución humectante y con cilindros entintadores. La solución humectante moja las áreas sin imagen para impedir que la tinta las impregne. La tinta moja las áreas con imagen, las cuales se transfieren a un cilindro intermedio recubierto con una mantilla de caucho. La plancha metálica toma la imagen al pasar entre el cilindro de caucho y el cilindro impresor.

Pasar la imagen de la plancha a la mantilla de caucho antes de pasarla a la plancha metálica es lo que se llama principio OFFSET. La mayor parte de la litografía utiliza este principio y el termino offset se ha convertido en sinónimo de litografía, pero con tipografía y huecograbado también se puede aplicar el mismo principio.

Una gran ventaja de este sistema es que la superficie suave del caucho da una impresión más nítida a las planchas de hojalata y otros materiales de acabados ásperos o suaves, con un mínimo de preparación de la prensa. La impresión offset puede reconocerse por la nitidez de los trazos, sin los anillos de tinta ni los bordes dentados, que son característicos de la tipografía y el huecograbado, proceso utilizado hace varios años, hoy en día está obsoleto, es el procedimiento para obtener fotograbados en hueco que pueden tirarse en máquinas rotativas.



### 1.1.2 Proceso de fotomecánica

Será el proceso de reproducir fotográficamente el contenido de las artes finales en película y en las planchas de impresión.

**Procedimiento básico:** consiste en grabar, mediante una exposición lumínica, la imagen en la película; la que está compuesta por una emulsión de haluros de plata, los cuales al recibir luz y hacer contacto con el revelador se oxidan convirtiéndose así en plata metálica negra que corresponderá a la imagen visible. Los haluros de plata que no han sido oxidados son eliminados en el baño de fijado.

**Separación de color:** de suma importancia en el proceso son las separaciones de color, las cuales se dividen en dos clases: manuales y mecánicas. Las primeras son aquellas que se realizan sin que intervengan filtros de color, sino que se basan en tramas de punto duro y colores planos, este tipo de separación es el más común en nuestro medio. Las segundas, las mecánicas, se basan en la descomposición de la luz para ser reproducida en cuatro tonos básicos: cian, magenta, amarillo y negro. Para esta clase de separación, que para diferenciarla de la manual se le llama selección de color, se utilizan filtros de color y tramas para medio tono. El principio básico se deriva de las teorías aditiva y sustractiva del color.

La teoría aditiva se basa en términos lumínicos, así de la unión de dos haces de luz se obtendrá un color más luminoso de tal forma que la unión por ejemplo de un haz rojo con uno azul dará como resultado un haz magenta; un haz azul con uno verde dará cian; un haz rojo con uno verde dará amarillo, y la unión de los tres dará luz blanca.

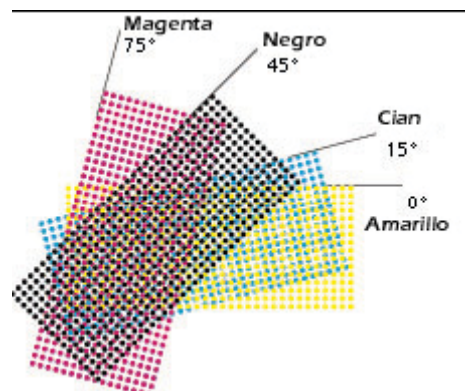
En la teoría sustractiva, que es la que se aplica a las tintas, la unión de dos colores dará uno más oscuro o menos luminoso: así se obtendrá de la unión de cian y amarillo, verde; de cian y magenta, azul y de amarillo y magenta, rojo; la unión de los tres colores básicos dará en este caso negro.

Retomando las selecciones de color, se combinarán ambas teorías y mediante un filtro verde se producirá el negativo magenta, con un filtro rojo el negativo cian y con un filtro azul el amarillo, y la combinación en la prensa de estos colores: cian, magenta y amarillo; reproducirá toda la gama de colores, aquí el negativo servirá para reforzar las sombras.

**Montaje:** otro paso importante en el proceso, que servirá para hacer las repeticiones necesarias para la reproducción según sea el tamaño de la prensa y el de la hoja a imprimir.

**Tramas:** se ha hablado de tramas, pero, ¿qué es una trama? Pues bien, una trama es una pantalla de puntos que proporciona una ilusión óptica de degradación de color, las características básicas son: forma del punto y lineatura.

**Figura 3. Ilusión óptica de degradación de color**



Fuente: [www.pdfsoptionsla.com](http://www.pdfsoptionsla.com)

Existen diferente forma de punto, las principales son: cuadrados, recomendado especialmente para reproducción de formas no humanas pues proporciona una buena definición en zonas oscuras; elíptico, utilizando principalmente para reproducir rostros humanos para aprovechar la ilusión de desvanecido que caracteriza este tipo de punto; redondo, utilizado en las tramas de punto duro para áreas de una sola tonalidad.

La lineatura de una trama se refiere a la cantidad de líneas de puntos que caben en una pulgada, así entre mayor sea el número de líneas más fina será la trama. Los números de líneas van desde 65 a 300 líneas por pulgada.

Las tramas de punto duro se clasifican por el porcentaje de punto que tienen, el porcentaje será la equivalencia del área del punto negro contra el fondo, en este irán en pasos de 5% de incremento; del 5% al 95%; se utilizan para áreas de una sola tonalidad.

Las tramas de tono continuo reproducen los diferentes pasos de un claroscuro, así una misma trama brindará puntos del 5% al 95%; son las tonalidades para selecciones de color y degradaciones de color.

**Prueba de color:** un instrumento de gran importancia, el que dará una guía y ayudará a tener una idea del resultado final de la impresión, pero nunca serán determinantes como carta de color.

Hay dos clases de pruebas policromas: las que presentan todos los colores sobre un mismo sustrato, como el cromalín y el Matchprint y las que ofrecen los colores en sustratos separados, como el colorkey: estas últimas resultan muy beneficiosas para el prensista pues proporcionan una mejor guía para la carga de tinta que deberá tener la prensa con cada color que imprima.

**Proceso de planchas:** el último paso en el proceso de fotomecánica, este consiste en transferir la imagen de la película a la plancha fotosensible de impresión. Las hay de varios tipos: de base de aluminio, de cartón, trimetálicas, positivas, negativas; todas y cada una con características, procesos y particularidades diferentes.

Aunque en algunas partes aún se utilice este sistema de fotomecánica, hoy en día la fotomecánica ha pasado a los albores de la historia de la impresión offset, ya que desde la década de los 90's, se generaliza la creación de artes u originales, a computadora con una gama de diferentes paquetes de levantado de texto, de diseño gráfico, los más conocidos son: Page Maker, Free Hand, PhotoShop y Photo Impact. Todos estos paquetes de diseño por computadora.

## **1.2 Descripción de equipos en línea litográfica**

### **1.2.1 Presas litográficas**

Conformadas por una unidad impresora que posee un sistema de humectado y un sistema de entintado (un rodillo en contacto con agua y otro en contacto con la tinta), ambos en contacto con el cliché o imagen (placa metálica fotosensibilizada). La placa en zonas de imagen es receptiva a la tinta y en zonas de no imagen es receptiva al agua, de modo que en cada revolución la placa pasa primero por el sistema de humectado, el cual humedece a la placa, adhiriéndose ésta únicamente en las zonas de no imagen. Posteriormente pasa por el sistema entintador, adhiriéndose la tinta en las zonas de imagen. Enseguida, la imagen con tinta se transfiere a un cilindro intermedio llamado cilindro de mantilla, blanket o de hule, y de ahí pasa a la lámina a imprimir contra el cilindro impresor (Véase la figura No.1 y No.2).

**Figura 4. Prensas litográficas, lado delantero**



**Figura 5. Prensas litográficas, lado trasero**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### **1.2.2 Horno de 2 lámparas ultra violeta**

Este horno se compone por 2 lámparas ultra violeta, las cuales por medio de transferencia de calor por radiación, secan la primera capa de pintura de litografía sobre las láminas de hojalata que salen de la primera prensa litográfica. Entonces es de mencionar que este horno va montado entre la prensa litográfica 1 y la prensa litográfica 2, además de tener montado un extractor de calor.

**Figura 6. Horno de 2 lámparas UV.**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### 1.2.3 Horno de 4 lámparas ultra violeta

Este horno se compone por 4 lámparas ultra violeta, las cuales por medio de transferencia de calor por radiación secan la pintura de litografía de la prensa No. 2 sobre las láminas de hojalata.

Se compone de 4 lámparas ultra violeta porque en este punto se necesita de mayor calor para poder obtener un mejor secado sobre las capas de pintura de la superficie de las láminas ya que de lo contrario, en la barnizadora se correría la pintura con lo cual se echaría a perder el trabajo. A diferencia del horno de 2 lámparas ultra violeta, este horno además de contar sobre su estructura de un extractor de calor, también cuenta con un inyector de aire frío para realizar de mejor manera la refrigeración de las lámparas.

**Figura 7. Horno de 4 lámparas UV lado delantero**



**Figura 8. Horno de 4 lámparas UV lado trasero**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

#### **1.2.4 Horno de 7 lámparas ultra violeta**

Este horno se compone por 7 lámparas ultra violeta, las cuales por medio de transferencia de calor por radiación curan el barniz sobre las láminas de hojalata que provienen de la barnizadora.

Se necesita de 7 lámparas ultra violeta porque el calor acá debe ser mucho mayor que en los otros dos hornos, ya que dependiendo de la cantidad de calor que se le aplique a las láminas barnizadas, también dependerá el curado sobre estas.

Al igual que el horno de 4 lámparas, sobre este horno van montados un extractor de calor y un inyector de aire, pero además de estos, también en el interior recircula agua fría proveniente de los chillers de enfriamiento para tener una mejor refrigeración de las lámparas.

**Figura 9. Horno de 7 lámparas UV**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### 1.2.5 Barnizadora

Esta máquina se encarga de untar una capa de barniz sobre la superficie de las láminas de hojalata ya litografiadas por medio de un par de cilindros, uno de metal y otro de mantilla, esto con el fin de proveerlas de una capa protectora contra ralladuras sobre la pintura o imagen de litografía y darles una mejor apariencia, además de no sufrir ningún tipo de daño en el proceso de cortado y ensamblado del envase.

Figura 10. Barnizadora, parte delantera



Figura 11. Barnizadora, parte trasera



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### 1.2.6 Banda transportadora

Se podría decir que se trata más bien de una mesa de transporte, que sirve para transportar las láminas litografiadas y barnizadas hacia el horno de 7 lámparas UV por medio de una serie de bandas transportadoras que van colocadas sobre la mesa.



**Figura 12. Mesa de transporte**



**Figura 13. Bandas transportadoras de mesa de transporte**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### **1.2.7 Alimentador**

Esta máquina se encarga de introducir las hojas de lámina que van a ser litografiadas en las prensas. Se colocan en una pila (conjunto de láminas) sobre un banco de rodillos en la entrada, de donde un sistema neumático va introduciendo una por una a la prensa No.1. Para una operación exitosa de las prensas litográficas, es un requisito indispensable no descuidar el flujo uniforme y consistente de hojas metálicas por la prensa.

**Figura 14. Alimentador, lado delantero**



**Figura 15. Alimentador, lateral derecho**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### **1.2.8 Recibidor (Desapilador)**

Esta máquina recibe las hojas de láminas ya litografiadas y barnizadas, las cuales se van acomodando en una pila y que luego son retiradas a través de un banco de rodillos por el operario encargado.

**Figura 16. Desapilador, lado derecho**



**Figura 17. Mecanismo de desapilado y banco de rodillos**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### **1.2.9 Extractores de calor**

Son turbo-máquinas que se caracterizan porque el fluido impulsado es un gas (fluido compresible), en este caso aire frío proveniente del ambiente y aire caliente proveniente de los hornos UV. Estas turbo-máquinas sirven para inyectar aire frío y expulsar aire caliente producto de la refrigeración que se da a las lámparas ultravioleta que se encuentran en el interior del horno.

**Figura 18. Inyector y extractor,  
horno de 7 lámparas UV**



**Figura 19. Inyector y extractor  
horno de 4 lámparas UV**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

**Figura 20. Extractor, horno de 2 lámparas UV**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

### 1.2.10 *Chiller*

Un *chiller* es una unidad enfriadora de líquidos, conformado por dos unidades de transferencia de calor, un evaporador y un condensador, además de los elementos clásicos del ciclo de refrigeración (compresor, válvula de expansión, filtros, etc.). En la impresión de hojalata se utilizan para el enfriado de las lámparas ultravioleta de los hornos de curado de tinta por medio de agua fría que se conduce en las tuberías de enfriamiento desde el chiller hacia el interior del horno.

**Figura 21. Chiller, lado izquierdo**



**Figura 22. Chiller, lado frontal**



Fuente: Planta Grupo Zapata Guatemala S.A.

## **1.3 Antecedentes y conceptos generales del mantenimiento preventivo**

### **1.3.1 Mantenimiento preventivo**

Las estrategias convencionales de reparar cuando se produzca la avería ya no sirven. Fueron válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantearon implantar procesos de prevención de estas averías mediante adecuados programas de mantenimiento.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas, evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no avisan por algún medio. La base de información surge de fuentes internas a la organización y de fuentes externas a ella.

Antes de empezar a mencionar los pasos requeridos para establecer un programa de mantenimiento preventivo, es importante analizar sus componentes para que comencemos con una base de referencia común.

#### **a) Definición**

Como su nombre lo indica, el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortalezca la capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

Haciendo uso de los datos se realiza su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener con ello una alta efectividad de la planta, los conceptos de este mantenimiento se agrupan en dos categorías: PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

**El mantenimiento preventivo** se refiere a las acciones, tales como; reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. Hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de mantenimiento predictivo.

**El Mantenimiento correctivo** se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y condiciones dirigidas de los equipos).

#### **b) Alcance**

El definir cuál será el alcance del programa de mantenimiento puede ser priorizando equipos críticos, o tal vez iniciando por una línea o departamento; en el mejor de los casos sería tomar toda la planta. También se debe considerar el alcance de su proyecto y definir el presupuesto, sea cuidadoso y tenga en

cuenta que posiblemente requiera autorización de algún recurso que no consideró. Una buena idea es presupuestar en varias partidas departamentales.

Durante la preparación e implementación de su programa de MP no puede presentar resultados de mejoramiento en la maquinaria y equipo. Esto le llevará algún tiempo, tenga también en cuenta que necesitará hacer algunos ajustes. Si cuenta con algún tipo de mantenimiento planeado continúe con este hasta terminar sus nuevos programas de preventivo.

### **Observaciones sobre el alcance del programa de mantenimiento preventivo:**

El mantenimiento preventivo puede variar de simples rutas de lubricación o inspección hasta el más complejo sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos. Muchos de los sistemas complejos de monitoreo proporcionan bastante información útil que debe ser considerada en su MP. Nuestro punto de vista es simple: Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo.

Dependiendo del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas, equipos e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarles a condiciones básicas de funcionamiento. La manera de lograr las autorizaciones de inversión, es indicando las ventajas o beneficios del programa de mantenimiento preventivo.



### **c) Beneficios del mantenimiento preventivo**

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes son los siguientes:

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones). Obviamente, si tiene muchas fallas que atender, menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos".
2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.
3. Mejora la utilización de los recursos. Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con: El programa de mantenimiento preventivo que se hace, lo que se puede hacer, y como debe hacerse.
4. Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.
5. Ahorro. Un quetzal ahorrado en mantenimiento son muchos quetzales de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

#### **1.3.2 Inicio del mantenimiento preventivo**

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas.

En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.

A partir de la Primera Guerra Mundial, y sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal, cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costos de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costos asociados. Aparece el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, la gestión de mantenimiento asistida por ordenador, y el mantenimiento basado en fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Se podría decir que RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica.

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o mantenimiento productivo total, en el que algunas de las

tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas 'transferidas' son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir cero averías. Como filosofía de mantenimiento, TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano, en lugar de la tecnología.

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Por desgracia, en otras muchas empresas ninguna de las dos filosofías triunfa. El porcentaje de empresas que dedican todos sus esfuerzos a mantenimiento correctivo y que no se plantean si esa es la forma en la que se obtiene un máximo beneficio (objetivo último de la actividad empresarial) es muy alto. Son muchos los responsables de mantenimiento, tanto de empresas grandes como pequeñas, que creen que estas técnicas están muy bien en el campo teórico, pero que en su planta no son aplicables: parten de la idea de que la urgencia de las reparaciones es la que marca y marcará siempre las pautas a seguir en el departamento de mantenimiento.

### **1.3.3 Objetivo del mantenimiento preventivo**

El mantenimiento tiene como objetivo conservar en perfecto estado de funcionamiento todos los elementos productivos de la empresa (máquinas e instalaciones), para lograr su máximo rendimiento, con la calidad adecuada, y con un mínimo costo.

#### **Objetivos del mantenimiento preventivo**

- a)** Reducir la necesidad de grandes reparaciones, corrigiendo dificultades menores apenas aparezcan. Para detectarlas es necesario escuchar a los operadores, que normalmente se dan cuenta antes que la dirección de que una máquina hace «un ruido raro» o de otras irregularidades en su rendimiento, así como no reprender a aquellos empleados que intenten comunicar un fallo producido fuera de su área de control.
- b)** Mantener la maquinaria en su estado de máxima productividad. Para eso es necesario seguir las recomendaciones del manual correspondiente, conservarla limpia y reparar o sustituir las partes desgastadas o faltantes inmediatamente. Agilizar el calendario de reparaciones sin posponer las que sean necesarias previene problemas que después resultará mucho más caro corregir.
- c)** Resguardar la seguridad. A medida que se desgastan, algunas partes de la maquinaria se vuelven peligrosas, como las cadenas gastadas o las correas de transmisión consumidas. El personal es valioso y las heridas son costosas desde el punto de vista del tiempo perdido y la capacitación del reemplazante, para no hablar del impacto negativo que producen en el ánimo de los empleados.
- d)** Mejorar el servicio al cliente. Un establecimiento bien mantenido causa mejor impresión al cliente y, en ocasión de la primera compra, ayuda a convencerlo de que el producto estará correctamente elaborado.

- e) Reducir los costos operativos generales. El productor obtiene más beneficios de una planta bien mantenida, que disminuye los costos y aumenta la satisfacción del cliente.

### **1.3.4 Criterios de la gestión del mantenimiento preventivo**

#### **1.3.4.1 Clasificación de fallas**

##### **1.3.4.1.1 Fallas tempranas**

Correspondientes al período de mortalidad infantil, ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas. Pueden ser causadas por problemas de materiales, de diseño o de montaje.

Se presentan normalmente en forma repentina y pueden causar graves daños. Actualmente y gracias a los criterios de calidad total, este tipo de fallas se encuentra en franca regresión.

##### **1.3.4.1.2 Fallas adultas**

Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores.

##### **1.3.4.1.3 Fallas tardías**

Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida del equipo.

Algunas fallas no avisan, o avisan poco antes de su producción, por ejemplo, al encender una lámpara incandescente ésta sufre la rotura del filamento y no se logra su encendido; una correa dentada de transmisión de un motor de automóvil, que no se encuentra a la vista, funciona correctamente hasta que arriba a su rotura.

Otros tipos de fallas dan indicios con bastante anticipación a su producción, como es el caso del filo de una herramienta de corte el cual se mantiene en buenas condiciones durante un tiempo, luego el mismo se va perdiendo paulatina y continuamente, hasta llegar a límites inaceptables para el producto.

### **1.3.5 Pasos para elaborar un plan de mantenimiento preventivo**

Un plan de mantenimiento programado no es más que el conjunto de gamas de mantenimiento elaboradas para atender una instalación. Este plan contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener la instalación. Es importante entender bien esos dos conceptos: que el plan de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento agrupados en gamas, y que el objetivo de este plan es evitar determinadas averías.

Los pasos para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo son los siguientes:

### **1.3.5.1 Determinar las metas y objetivos**

El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente -qué es lo que se quiere obtener del programa-. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos. Algunos ejemplos muy simples son los siguientes:

- Incrementar la disponibilidad de los equipos en un 60%.
- Reducir las fallas en un 70%.
- Mejorar la utilización de la mano de obra en un 30%.
- Incrementar el ratio del mantenimiento programado respecto al mantenimiento reactivo en una proporción 2 a 1.

### **1.3.5.2 Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo**

Decidir que tan extenso puede ser el programa de mantenimiento preventivo. Qué se debe de incluir y dónde debe de iniciarse.

#### **a) Maquinaria y equipo a incluir**

La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; algunas veces esto es muy fácil y otras veces no —esto depende de lo que manufacture la compañía; pensar en la lista y acudir a los clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y preguntar— después de todo, ellos son las personas a quienes se debe atender. Hacer del programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos.

**b) Áreas de operación a incluir**

Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que se concentren los esfuerzos y más fácilmente se realicen mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que se obtienen resultados.

**c) Decidir si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo**

Se debe determinar si se implementarán rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes con base en frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.). Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo). Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.) o cualquier otro subsistema.

La maquinaria y equipo que se selecciona para incluir en el programa, determinará si se necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios pero también influirá en los recursos disponibles. Tener esto siempre presente e incluirlo en la propuesta original.

**d) Declare la posición del mantenimiento preventivo**

Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión.



No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer el programa muy difícil, esto sucede frecuentemente.

**e) Medición del mantenimiento preventivo**

Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todos bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso.

Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan. Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo.

También cuando se requiere expandir el programa y no se puede probar que se está trabajando para obtener los resultados que se predijeron, no se encontrarán fondos u otros recursos necesarios. Por último y de mucha importancia, si no se miden los resultados no se podrá afinar el programa; en concreto, si no se hace del sistema un sistema activo, esto puede lentamente destruir el programa.

**f) Desarrollar un plan de entrenamiento**

No se necesita mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló.

**g) Reunir y organizar los datos**

Esta puede ser una actividad bastante pesada – independientemente de si tiene implementado o no, un sistema completo. Recuerde que se está hablando del programa de mantenimiento preventivo—. Son diversos los elementos requeridos para ordenar e implementar un programa de mantenimiento preventivo.

Para establecer su programa de mantenimiento preventivo siga los siguientes pasos:

- 1)** Los equipos que incluya en el programa de mantenimiento preventivo deben de estar en el listado de equipos.
- 2)** Se requiere de una tabla de criterios (frecuencias de mantenimiento preventivo). Esta tabla le indicará al sistema con que frecuencia debe generar las órdenes de trabajo, o su gráfico de MP, así como el establecimiento de otros parámetros para su programa.
- 3)** Requiere planear sus operarios y contratistas para sus órdenes de trabajo de MP, su programa necesitará de códigos de oficios y actividades. Adicionalmente necesitará ingresar estos a la base de datos electrónica o enlazarlos de alguna manera con su programa de MP.
- 4)** La planeación y el uso de materiales y repuestos en los registros del MP por máquina, requiere para ello ingresar con anticipación los artículos de inventario y enlazarlos a su programa de MP.

- 5) Debe tener procedimientos detallados o listas de rutinas, listos en el sistema o en algún procesador que facilite su control de allí que tenga que planear su codificación, también es buena idea mantenerlos en “archivo” por máquina o equipo. Busque siempre soluciones simples.
- 6) Tabla de frecuencias de mantenimiento preventivo. Una vez que ha seleccionado la maquinaria y equipo que será incluido en su programa de MP, necesitará determinar que frecuencia va a utilizar en cada orden de trabajo que se ha de emitir. Una máquina puede llegar a tener programados varios MP, los que van desde simple inspección, ruta de lubricación, análisis de aceite, reposición de partes, diagnósticos de predictivo, etc. Por lo que se sugiere utilizar criterios como, múltiplos de 28 días, horas de operación, piezas producidas, o bien emitir OT de inspección previa a la ejecución del MP. Si requiere de toma de lecturas, inspección diaria o rutas de lubricación necesitará de un programa de tareas que soporte este tipo de MP. Como puede observar esto puede incrementar su carga de trabajo, utilizar entonces un sistema basado en la confiabilidad de máquina, sub-ensamble o componente, así como historiales de intervenciones.
- 7) Calendario. Determinar un número de días entre las inspecciones o ejecución de los MP. Usualmente la mayoría de su equipo caerá dentro de esta categoría. Este tipo de mantenimiento preventivo es más fácil para establecer y controlar.
- 8) Uso el número de horas, litros, kilogramos, piezas u otra unidad de medición en las inspecciones, requiere que alguna rutina sea establecida para obtener la lectura y medición de los parámetros.
- 9) Calendario / Uso. Una combinación de los dos anteriores. Entre 30 días o 100 horas lo que ocurra primero. Solamente se requiere una rutina de medición y lectura de los datos.

### **1.3.5.3 Procedimientos del mantenimiento preventivo (Lista de rutinas)**

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la orden de trabajo correctivo o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina. Utilizar un procesador de palabras externos para esta función, y programas para planos, dibujos y fotografías.

### **1.3.5.4 Tipos de tareas de a incluir en el plan de mantenimiento**

Es posible agrupar las tareas o trabajos de mantenimiento que pueden llevarse a cabo a la hora de elaborar un plan de mantenimiento. Su agrupamiento y clasificación puede ayudar a decidir qué tipos de tareas son aplicables a determinados equipos para prevenir o minimizar los efectos de determinadas fallas.

- **Tipo 1: Inspecciones visuales.** Se veía que las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, las inspecciones visuales suponen un costo muy bajo, por lo que parece interesante echar un vistazo a todos los equipos de la planta en alguna ocasión.
- **Tipo 2: Lubricación.** Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo costo, siempre son rentables.
- **Tipo 3: Verificaciones** del correcto funcionamiento realizados con instrumentos propios del equipo (verificaciones en línea). Este tipo de tareas consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el equipo. También será necesario detallar cómo se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.
- **Tipo 4: Verificaciones** de los correctos funcionamientos realizados con instrumentos externos del equipo. Se pretende, con este tipo de tareas, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente, y que por tanto, no están permanentemente conectadas a un equipo, como en el caso anterior. Se pueden dividir estas verificaciones en dos categorías:

- Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojos, tacómetros, vibrómetros, etc.
- Las realizadas con instrumentos complejos, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonidos, termografías, análisis de la curva de arranque de motores, etc.
- **Tipo 5: Tareas condicionales.** Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado.

**Estas tareas pueden ser:**

Limpiezas condicionales, si el equipo da muestras de encontrarse sucio:

- ❖ Ajustes condicionales, si el comportamiento del equipo refleja un desajuste en alguno de sus parámetros.
- ❖ Cambio de piezas, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento.
- **Tipo 6: Tareas sistemáticas,** realizadas cada cierta hora de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo. Estas tareas pueden ser:
  - Limpiezas
  - Ajustes
  - Sustitución de piezas
- **Tipo 7: Grandes revisiones, también llamados *Mantenimiento cero horas, Overhaul o Hard Time*,** que tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento.

## **1.3.6 Lubricación**

### **1.3.6.1 Importancia de la lubricación**

El propósito de la lubricación es la separación de dos superficies con deslizamiento relativo entre sí de tal manera que no se produzca daño entre ellas. Se intenta con ello que el proceso de deslizamiento sea con el rozamiento más pequeño posible.

Para conseguir esto se intenta, siempre que sea posible, que haya una película de lubricante de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste. Si el lubricante posee propiedades adecuadas, en condiciones normales de carga se prevendrá el contacto metal a metal, y la única resistencia que habrá que vencer es la del flujo del lubricante que es mucho menor.

### **1.3.6.2 Película lubricante**

#### **1.3.6.2.1 Lubricación marginal (Limite)**

Cuando se desplaza el aceite de las superficies en contacto tanto que las partes ásperas de las superficies pueden hacer contacto directo, entonces se necesita algún aditivo para evitar el desgaste severo y lograr reducir la fricción. Este es el momento que necesitamos de los aditivos polares o químicos para formar una barrera que reduce la fricción y el daño a las piezas.

### 1.3.6.2.2 Lubricación hidrodinámica

Cuando la película de aceite forma un colchón de aceite que mantiene una separación entre piezas bastante gruesa para evitar contacto entre sus superficies. Aquí se evidencia que la viscosidad es el aspecto más importante del lubricante.

### 1.3.6.2.3 Lubricación elastohidrodinámica

El concepto de lubricación elastohidrodinámica es poco conocido. En términos simples, es cuando las superficies en contacto se deforman en forma elástica o sea que vuelven a su posición inicial y la película de lubricación atrapada entre las superficies provee una lubricación hidrodinámica microscópica. Aquí el espesor de la película de lubricación puede ser  $< 1 \mu\text{m}$ .

**Figura 23. Comparación entre los coeficientes de fricción de los tipos de lubricación**

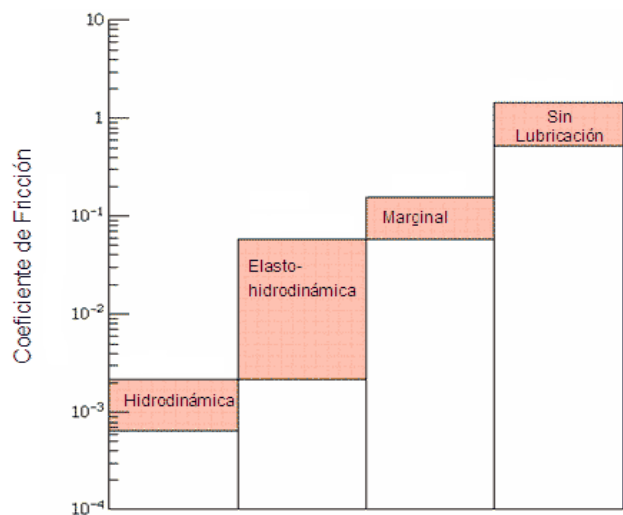


Diagrama de barras que muestra los coeficientes de fricción para varias condiciones de lubricación

Fuente: Boletín informativo No. 45 de [www.widman.biz](http://www.widman.biz) Pág. 3



## **2. SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL**

### **2.1 Generalidades**

#### **2.1.1 Qué es seguridad e higiene industrial**

La seguridad industrial evalúa estadísticamente los riesgos de accidentes mientras que la parte de higiene Industrial se encarga de analizar las condiciones de trabajo y cómo pueden estas afectar la salud de los empleados.

La seguridad y la higiene aplicadas a los centros de trabajo tienen como objetivo salvaguardar la vida y preservar la salud y la integridad física de las trabajadoras y los trabajadores por medio del dictado de normas encaminadas tanto a que se les proporcionen las condiciones adecuadas para el trabajo, como a capacitarlos y adiestrarlos para que se eviten, dentro de lo posible, las enfermedades y los accidentes laborales.

La seguridad y la higiene son entonces el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos destinados a localizar, evaluar, controlar y prevenir las causas de los riesgos en el trabajo a que están expuestos los y las trabajadoras en el ejercicio o con motivo de su actividad laboral. Por tanto, es importante establecer que la seguridad y la higiene son instrumentos de prevención de los riesgos y deben considerarse sinónimos por poseer la misma naturaleza y finalidad.

La importancia de la seguridad e higiene industrial radica en que, año con año las cifras de accidentes relacionadas con el trabajo se incrementen.

Estos accidentes provocan pérdidas económicas y sociales de suma importancia. Así que se hace necesario, para las empresas establecer normas de seguridad y programas de seguridad, a fin de evitar los accidentes. Entonces la seguridad industrial tiene como objeto proteger a los elementos de la producción (recursos humanos, maquinaria, herramientas, equipo y materia prima), y para esto se vale de la planificación, el control, la dirección y la administración de programas.

### **2.1.2 Accidentes de trabajo**

Es un acontecimiento no deseado que da por resultado, pérdidas por lesiones a las personas, daño a los equipos o el medio ambiente. Es todo hecho inesperado que interrumpe un proceso normal y que puede llegar a producir lesiones o daños.

Puede ocasionar una perturbación orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se presente. Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquel.

#### **2.1.2.1 Accidentes con lesión**

Es todo hecho inesperado que interrumpe un proceso normal y que ocasiona daños a la integridad física de quien la sufre.

### **2.1.2.2 Accidente sin lesión**

Este concepto considera accidentes de trabajo aquellos de los que no se derivan daños materiales ni lesiones, son los denominados “accidentes blancos” o incidentes. Estos accidentes generalmente pasan desapercibidos por los responsables de la seguridad industrial en una empresa, ya que por parte de quien lo sufrió no se da aviso a este.

### **¿Qué se entiende por lugar de trabajo?**

El lugar de trabajo no es solamente el local cerrado de la organización, sino también cualquier otro lugar, incluyendo la vía pública, que use el trabajador para realizar una labor de ésta, así como cualquier medio de transporte que utilice para ir de su domicilio al centro de trabajo y de éste a su domicilio.

### **2.1.3 Enfermedades ocupacionales**

Se presenta como resultado de la exposición en forma continua a los factores de riesgo del ambiente laboral, la enfermedad ocupacional no es brusca sino que provoca alteraciones paulatinas en los órganos del cuerpo. En algunas ocasiones el mismo riesgo ambiental es el causante de un accidente laboral, así como de una enfermedad ocupacional. Así que esto lleva a definir una diferencia entre las dos: la velocidad en que se presenta el efecto en el trabajador. Si el daño se presenta en corto tiempo, menos de 24 horas, se concluye que se trata de un accidente laboral y si el tiempo es mayor se trata de una enfermedad ocupacional.

El ejemplo más claro es cuando un trabajador expuesto al ruido durante años presenta un problema de audición, en este caso el sufre de una enfermedad ocupacional, pero si un trabajador se expone a un ambiente con niveles de ruido arriba del umbral y a consecuencia se rompe el tímpano, aquí el problema es un accidente laboral.

#### **2.1.4 Actos inseguros**

Son las causas que dependen de las acciones del propio trabajador y que pueden dar como resultado un accidente.

Es la causa humana que actualiza la situación de riesgo para que se produzca el accidente. Esta acción lleva en conjunto el incumplimiento de un método o norma de seguridad, explícita o implícita, que provoca dicho accidente.

#### **¿Cuáles son los actos inseguros más frecuentes?**

Los actos inseguros más frecuentes que los trabajadores realizan en el desempeño de sus labores son:

- Llevar a cabo operaciones sin previo adiestramiento.
- Operar equipos sin autorización.
- Ejecutar el trabajo a velocidad no indicada.
- Bloquear o quitar dispositivos de seguridad.
- Limpiar, engrasar o reparar la maquinaria cuando se encuentre en movimiento.
- Trabajar en maquinaria parada sin que haya aviso de que se encuentre energizada.
- Trabajar en líneas o equipo eléctrico energizado.

- Viajar sin autorización en vehículos o mecanismos.
- Transitar por áreas peligrosas.
- Sobrecargar plataformas, carros, etcétera.
- Usar herramientas inadecuadas.
- Trabajar sin protección en lugares peligrosos.
- No usar el equipo de protección indicado.
- Hacer bromas en el sitio de trabajo.

### **¿Qué da origen al acto inseguro?**

Los factores principales que pueden dar origen a un acto inseguro son:

1. La falta de capacitación y adiestramiento para el puesto de trabajo, el desconocimiento de las medidas preventivas de accidentes laborales y la carencia de hábitos de seguridad en el trabajo.
2. Características personales: la confianza excesiva, la actitud de incumplimiento a normas y procedimientos de trabajo establecidos como seguros, creencias erróneas acerca de los accidentes, la irresponsabilidad, la fatiga y la disminución, por cualquier motivo, de la habilidad para el trabajo.

### **2.1.5 Condiciones inseguras**

Son las causas que se derivan del medio en que los trabajadores realizan sus labores (ambiente de trabajo) y se refieren al grado de inseguridad que pueden tener los locales, la maquinaria, los equipos y los puntos de operación.

### **¿Cuáles son las condiciones inseguras más frecuentes?**

Las condiciones inseguras más frecuentes son:

- Estructuras o instalaciones de los edificios y locales impropriadamente diseñadas.
- Falta de medidas de prevención y protección contra incendios.
- Instalaciones en la maquinaria o equipo impropriadamente diseñadas, construidas, armadas o en mal estado de mantenimiento.
- Protección inadecuada, deficiente o inexistente en la maquinaria, en el equipo o en las instalaciones eléctricas.
- Herramientas manuales, eléctricas, neumáticas y portátiles defectuosas o inadecuadas.
- Equipo de protección personal defectuoso, inadecuado o faltante.
- Falta de orden y limpieza.
- Avisos o señales de seguridad e higiene insuficientes o faltantes.

## **2.2 Razones para instalar programas de seguridad industrial**

Muchas empresas ven la seguridad e higiene industrial como gasto extra, y no es así. El empresario debe comprender que los programas de seguridad, los inspectores, etc. representan una inversión para la empresa, ya que ayudan a evitar los accidentes y todos los costos directos e indirectos que ellos conllevan.

Existe un sin número de razones para instalar programas de seguridad, sin embargo, todas estas razones comúnmente las podemos clasificar en dos grupos: razones legales y morales.

### **2.2.1 Razones legales**

En Guatemala, las leyes de seguridad e higiene industrial están establecidas a través de la constitución y el Código de Trabajo. En el título quinto, capítulo único del Código de Trabajo de la República de Guatemala.

Cuando ocurre un accidente es la paralización de las labores, ya que los compañeros de trabajo intervienen para ayudar al lesionado por curiosidad y otras razones incidentales. La producción sufre un retardo por el efecto psicológico que se produce en los demás trabajadores y se requiere de un tiempo prudencial para alcanzar su ritmo normal. Regularmente se produce daño al equipo, herramientas o al material en proceso de producción, la reparación y los desperdicios de material representan un gasto que debe agregarse al costo del accidente.

Algunos de los factores que afectan a la productividad en la empresa, a causa de accidentes son:

- Tiempo perdido por los trabajadores debido a la paralización del trabajo al ocurrir el accidente.
- Tiempo perdido por el supervisor y los funcionarios de la empresa en:
  - Ayudar al trabajador accidentado.
    - Investigar las causas del accidente para evitar su repetición.
    - Hacer los arreglos necesarios para restablecer la labor del trabajador.
    - En caso de requerir un nuevo trabajador, el tiempo necesario en seleccionarlo, capacitarlo o instruirlo.
    - Preparar el informe del accidente.
    - Efectuar los trámites necesarios para proporcionar los beneficios al trabajador.

Pérdida en la producción al paralizar el proceso.

- Costo por reparación de la maquinaria o reposición del equipo.

Gastos por pérdida de material.

- Retardo en alcanzar el ritmo normal de producción, debido al estado emocional de los trabajadores después del accidente.

Pérdida en los negocios por no poder cumplir los compromisos y servicios a los clientes.

- Costos legales por daños a terceros, si los hubiere.

### **2.2.2 Razones morales**

Las empresas deben adoptar los programas de seguridad por bases puramente humanas, es decir, evitar el dolor y sufrimiento del trabajador, su familia y compañeros ocasionado por los accidentes.

Los accidentes, en el peor de los casos, llegan a costar vidas humanas; esto produce daño moral y destrozos en la familia del afectado. Dichos daños se reflejan en la actitud de los trabajadores, ya que adoptan una actitud defensiva en contra de la empresa. Cuando se produce un accidente, y la empresa no cuenta con un programa de seguridad, el trabajador adopta el pensamiento de que el daño ocurrido por el accidente, es culpa de la empresa; de esta forma se empiezan a resentir fricciones en las relaciones obrero-patronal.

Si una empresa cuenta con un programa de seguridad adecuado, el trabajador sabe que, en caso de algún accidente, la empresa se interesará e intervendrá a favor de su bienestar. Mediante estas acciones, el trabajador siente la sensación de protección por parte de la empresa. Es decir que el trabajador observa que a la empresa le interesa su bienestar.



Como resultado se obtienen actitudes positivas en los trabajadores produciendo una buena relación obrero–patronal.

## **2.3 Plan general de seguridad industrial**

### **2.3.1 Concepto sobre planificación**

Se dice, que el rol de la planificación es función básica de la administración de un sistema, y consiste en analizar el futuro, a partir de la toma de desiciones del presente, con el objetivo de minimizar los riesgos, y obtener ventajas.

La planificación comprende básicamente:

- Definición de objetivos: sociales, de lucro, múltiples, que pueden ser:
  - Cualitativos y cuantitativos.
  - A corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos a corto y largo plazo presentan una relación integral, previa una evaluación. Por otra parte los objetivos deben ser específicos, esto que sean cuantificables, ya que las metas cuantitativas ayudan a la planificación.

- Establecer políticas: con el fin de alcanzar los objetivos. Las políticas son guías que canalizan la actuación en el proceso de la toma de desiciones, y asegurar su consistencia en los objetivos.
- Establecer los planes: un plan es eficiente si una vez puesto en marcha sus resultados están en relación directa con los objetivos a obtener.
- Montar una organización: organizar todo un sistema operativo que lleve adelante los planos previstos.

- Sistemas de control: establecer sistemas de control y acciones correctivas con circuitos de retorno que mejoren la planificación.

**a) Objetivo del plan:**

Contar con un sistema de seguridad, conformado por una organización y medios a su alcance, que permita el normal desarrollo de las diversas actividades laborales de la empresa previniendo las posibles causas y condiciones de accidentes y enfermedades profesionales, mediante normas, disposiciones y control, para lograr condiciones de seguridad e higiene; y de cuyos resultados se obtenga una mayor productividad para la empresa.

El plan se basará en la política de seguridad de la empresa. Su campo de acción abarcará las actividades que inciden sobre el trabajo y la producción, y algunos aspectos del entorno.

Será flexible a fin de actualizarse en forma permanente. Su duración y por tanto, su formulación será con base en un criterio de vida no mayor de 2 años.

**b) Planificación:**

- Organizar un elemento de seguridad, encargado del estudio, planificación, dirección y control de la política de seguridad.
- Realizar una estrecha coordinación con las demás políticas de la empresa.
- Organizar comités y equipos de control, encargados de la supervisión del cumplimiento de las normas de seguridad que se dicten.
- Formular la respectiva política de seguridad, señalando alcances y determinando responsabilidades, así como las necesidades para su buen funcionamiento.

- Proponer todas las medidas de protección posibles tanto dentro de la empresa, como fuera de ella, y que atañen la seguridad del sistema.

### **c) Ejecución:**

- Realizar los estudios de seguridad necesarios sobre: material, personal, equipo, medio y entorno.
- Formular los planes respectivos de protección.
- Dictar normas y directivas sobre prevención de accidentes.
- Poner en acción el plan de seguridad de la empresa y controlar su ejecución.
- Realizar inspecciones periódicas sobre seguridad.
- Coordinar con las otras direcciones de la empresa sobre medidas de seguridad a adoptar.
- Determinar responsabilidades a todos los niveles de organización de la empresa.
- Informar periódicamente sobre los resultados de la política de seguridad.
- Programar y llevar a efecto los diversos programas de preparación sobre conocimientos de seguridad y prevención de accidentes.

### **d) Puesta en acción:**

Una vez aprobado el plan por la dirección de la empresa, su ejecución empezará en principio a partir del inicio de un periodo productivo, con el fin de analizar sus resultados.

## **2.3.2 Plan de seguridad personal**

### **2.3.2.1 Medidas a considerar**

- Organización más flexible.
- Política de participación máxima de los grupos de trabajo.
- Dar mayor responsabilidad a cada individuo.
- Asignar dos o más tareas para romper la monotonía.
- Proporcionar mayor autonomía en el trabajo.
- Mejorar la estructura de funciones.
- Crear una estructura democrática más que autoritaria.
- Crear y mejorar el sistema de comunicación.
- Crear grupos de trabajo con responsabilidad de gestión.

#### **a) Objetivo:**

Proporcionar las medidas de protección necesarias sobre los factores influyentes de la personalidad individual y colectiva y que crean situaciones conflictivas causantes de accidentes.

#### **b) Concepto:**

Realizar un plan de protección de personal, a partir de un estudio previo de seguridad, y considerar tanto el área interna de trabajo de la empresa como la externa; mediante una serie de medidas de prevención, con el fin de disminuir las posibles causas de accidentes debidas al factor humano.

### **c) Planificación:**

Se realiza un estudio de seguridad para determinar una serie de resultados, referente a los factores físicos y de organización, que influyen en el individuo y los grupos.

### **d) Forma de acción:**

- Formular una política de prevención de accidentes complementado con el programa de capacitación personal:

### **e) Ventajas:**

- Involucra a todos los escalones de la organización.
- Reúne los resultados de los estudios sobre los factores que influyen sobre el individuo.
- Actúa a nivel interno y externo de la empresa.
- Considera el sistema de seguridad en su conjunto y no en forma parcial.
- Permite una formación eficaz y general para toda la organización.
- Crea conciencia de seguridad tanto en los niveles inferiores como superiores de la empresa.
- Permite una constante revisión y actualización de las medidas de seguridad.
- Mantiene la buena imagen de la empresa.

### **f) Desventajas:**

- Empleo de mayor tiempo y medios en su formulación.
- Posible mayor inversión.

- Posibilidad de fracaso, si no se cuenta con el elemento técnico capaz de planificarlo, ejecutarlo y monitorearlo.

### **g) Ejecución:**

1. Crear un organismo de seguridad (brigadas de seguridad), encargado de dirigir y controlar el sistema de seguridad de la empresa.
2. Dicho organismo colaborará para cumplir con sus funciones con los elementos de planificación, personal y bienestar social y de las instalaciones de la empresa, y dependerá directamente de la dirección general de la empresa.
3. Sus funciones abarcarán actividades sobre, reclutamiento de personal, organización funcional de tareas, formación de personal en el aspecto de seguridad, permanente estudio del medio laboral en el que se desarrolla el individuo a fin de colaborar en la solución de algún problema.
4. El plan de acción se realizará de la siguiente manera:
  - Normalizando las directivas sobre seguridad de personal.
  - Planificar, controlar y supervisar la formación de seguridad.
  - Determinar las medidas de protección de personal.
  - Permanente análisis de las causas de accidentes debidas a los trabajadores.
  - Dictar medidas preventivas contra las causas humanas de accidentes.
  - Coordinar con:
    - a. La dirección de producción: para dar recomendaciones sobre la distribución de tareas. Recomendar medidas físicas de protección de personal.

- b.** La dirección administrativa para: efectos de presupuestos necesarios para la seguridad.
- c.** Con los trabajadores: permanente comunicación a fin de conocer sus problemas y necesidades insatisfechas. Para llevar a cabo los cursos de entrenamiento. Para controlar el cumplimiento de las medidas de seguridad.

### **2.3.2.2 Equipos de protección personal**

Es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad y salud en el trabajo; entonces se puede decir que el EPP es una barrera entre una persona y un riesgo.

**Figura 24. Equipo de protección personal**



Fuente: <http://tecnica3-construcción.blogspot.com>

El equipo de protección personal tiene como propósito principal, prevenir las enfermedades y accidentes que pudieran alterar la salud de los trabajadores en el desempeño de cualquier actividad laboral.

Este equipo se utilizará en áreas donde los riesgos a los que se está expuesto no pueden evitarse de otra forma. Sin embargo, es muy importante tener en cuenta que este equipo de seguridad no va a "desaparecer" los riesgos presentes, sino que junto con actitudes responsables (como el tener la información necesaria para el manejo de materiales peligrosos y manejo de equipos) y buenas instalaciones, se asegurará el resguardo físico y salud de los usuarios.

#### **Requisitos que deben cumplir los EPP:**

1. Protección: deben proteger eficazmente contra los riesgos para los cuales fueron diseñados.
2. Durabilidad: los materiales de fabricación seleccionados deben caracterizarse por su calidad y vida útil.

#### **2.3.2.3 Reglas básicas de seguridad**

1. El orden y la vigilancia dan seguridad al trabajo. Colabora en conseguirlo.
2. Corrige o da aviso de las condiciones peligrosas e inseguras.
3. No uses máquinas o vehículos sin estar autorizado para ello.
4. Usa las herramientas apropiadas y cuida de su conservación. Al terminar el trabajo déjalas en el sitio adecuado.
5. Utiliza, en cada paso, las prendas de protección establecidas. Mantenlas en buen estado.
6. No quites sin autorización ninguna protección de seguridad o señal de peligro. Piensa siempre en los demás.
7. Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín.



8. No gastes bromas en el trabajo. Si quieres que te respeten respeta a los demás.
9. No improvises, sigue las instrucciones y cumple las normas. Si no las conoces, pregunta.
10. Presta atención al trabajo que estás realizando. Atención a los minutos finales. La prisa es el mejor aliado del accidente.

### **Orden y Limpieza:**

1. Mantén limpio y ordenado tu puesto de trabajo.
2. No dejes materiales alrededor de las máquinas. Colócalos en lugar seguro y donde no estorben el paso.
3. Recoge cualquier objeto que pueda causar un accidente.
4. Guarda ordenadamente los materiales y herramientas. No los dejes en lugares inseguros.
5. No obstruyas los pasillos, escaleras, puertas o salidas de emergencia.

**“Un sólo trabajador imprudente puede hacer inseguro todo un área de trabajo”.**

### **Equipos de protección personal:**

1. Utiliza el equipo de seguridad que la empresa pone a tu disposición.
2. Si observas alguna deficiencia en él, ponlo enseguida en conocimiento de tu superior.
3. Mantén tu equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pide que sea cambiado por otro.
4. Lleva ajustadas las ropas de trabajo; es peligroso llevar partes desgarradas, sueltas o que cuelguen.

5. En trabajos con riesgos de lesiones en la cabeza, utiliza el casco.
6. Si ejecutas o presencias trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc. utiliza gafas de seguridad.
7. Si hay riesgos de lesiones para tus pies, no dejes de usar calzado de seguridad.
8. Cuando trabajes en alturas colócate el cinturón de seguridad.
9. Tus vías respiratorias y oídos también pueden ser protegidos: infórmate.

**“Las prendas de protección son necesarias. Valora lo que te juegas no utilizándolas”.**

#### **Herramientas manuales:**

1. Utiliza las herramientas manuales sólo para sus fines específicos. Inspecciónalas periódicamente.
2. Las herramientas defectuosas deben ser retiradas de uso.
3. No lleses herramientas en los bolsillos salvo que estén adaptados para ello.
4. Cuando no la utilices deja las herramientas en lugares que no puedan producir accidentes.

**“Cada herramienta debe ser utilizada en forma adecuada”.**

#### **Escaleras de mano:**

1. Antes de utilizar una escalera comprueba que se encuentre en perfecto estado.
2. No utilices nunca escaleras empalmadas una con otra, salvo que estén preparadas.

3. Atención si tienes que situar una escalera en las proximidades de instalaciones con tensión. Provéelo antes y toma precauciones.
4. La escalera debe estar siempre bien asentada. Cerciórate de que no se pueda deslizar.
5. Al subir o bajar, da siempre la cara a la escalera.

**“Las escaleras son causa de numerosos accidentes: sé precavido”.**

### **Electricidad:**

1. Toda instalación debe considerarse bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con los aparatos adecuados.
2. No realices nunca reparaciones en instalaciones o equipos con tensión. Asegúrate y pregunta.
3. Si trabajas con máquinas o herramientas alimentadas por tensión eléctrica, aíslate. Utiliza prendas y equipos de seguridad.
4. Si observas alguna anomalía en la instalación eléctrica, comunícala. No trates de arreglar lo que no sabes.
5. Si los cables están gastados o pelados, o los enchufes rotos, se corre un grave peligro, por lo que deben ser reparados de forma inmediata.
6. Al menor chispazo desconecta el aparato o máquina.
7. Presta atención a los calentamientos anormales en motores, cables, armarios...notifícalo.
8. Si notas cosquilleo al utilizar un aparato, no esperes más: desconéctalo. Notifícalo.
9. Presta especial atención a la electricidad si trabajas.

**“Todo trabajo de electricidad requiere la máxima atención”.**

## **Riesgos químicos:**

1. Si trabajas con líquidos químicos, piensa que tus ojos serían los más perjudicados ante cualquier salpicadura.
2. También otras partes del cuerpo pueden ser afectados. Utiliza el equipo adecuado.
3. Si mezclas ácido con agua, hazlo así: ácido sobre agua, nunca al revés; podría provocar una proyección sumamente peligrosa.
4. No remuevas ácidos con objetos metálicos; puede provocar proyecciones.
5. Si te salpica ácido a los ojos, lávate inmediatamente con abundante agua fría y acude siempre al servicio médico.
6. Si manipulas productos corrosivos toma precauciones para evitar su derrame; si este se produce, actúa con rapidez según las normas de seguridad.
7. Si trabajas con productos químicos extrema tu limpieza personal, particularmente antes de las comidas y al abandonar el trabajo.
8. Los riesgos para tu organismo pueden llegar por distintas vías: respiratoria, oral, por contacto...etc. Todas ellas requieren atención.

**“El descuido en el uso de productos químicos conlleva graves riesgos, infórmate”.**

## **Incendios**

### **El riesgo de incendios:**

1. Conoce las causas que pueden provocar un incendio en tu área de trabajo y las medidas preventivas necesarias.

2. Recuerda que el buen orden y limpieza son los principios más importantes de prevención de incendios.
3. No fumes en lugares prohibidos, ni tires las colillas o cigarros sin apagar.
4. Controla las chispas de cualquier origen ya que pueden ser causa de muchos incendios.
5. Ante un caso de incendio conoce tu posible acción y cometido.
6. Los extinguidores son fáciles de utilizar, pero sólo si se conocen; entérate de cómo funcionan.
7. Si manejas productos inflamables, presta mucha atención y respeta las normas de seguridad.

**Para evitar incendios haz lo siguiente:**

1. Revisa periódicamente la instalación eléctrica de la planta.
2. Recuerda que todo contacto o interruptor eléctrico debe tener su tapa debidamente aislada.
3. No sobrecargues los enchufes con demasiadas conexiones; distribúyelas o solicita la instalación de circuitos adicionales.
4. Evita improvisar empalmes en las conexiones y cuida que los cables de los aparatos eléctricos se encuentren en buenas condiciones.
5. No conectes aparatos que se hayan humedecido.
6. En caso de fuga de gas no enciendas ni apagues luces; ventila al máximo todas las áreas.
7. Si fumas apaga perfectamente los fósforos y las colillas de cigarros.
8. Asegúrate de saber como usar los extinguidores y verifica que funcionen correctamente.
9. Al llegar los bomberos, infórmeles si hay personas atrapadas.
10. Una vez afuera del inmueble, aléjate hacia el punto de reunión más alejado del incendio para no obstruir el trabajo de los cuerpos de auxilio.

### **En caso de incendio haz lo siguiente:**

1. Conserva la calma y procura tranquilizar a tus compañeros de trabajo.
2. Corta los suministros de energía eléctrica y de gas.
3. No abras puertas ni ventanas, porque con el aire el fuego se extiende.
4. Si el fuego se extiende, llama a los bomberos y sigue sus instrucciones.
5. En caso de evacuación, no corras, no grites, no empujes. No pierdas el tiempo buscando objetos personales.
6. Si hay gases y humo, desplázate de rodillas (gateando) y de ser posible tápate nariz y boca con un trapo húmedo.
7. Antes de abrir una puerta, tócala; si está caliente no la abras, el fuego debe estar tras ella.
8. Si se incendia tu ropa, no corras; tírate al piso y rueda lentamente, de ser necesario cúbrete con una manta para apagar el fuego.
9. Al llegar los bomberos, infórmeles si hay personas atrapadas.
10. Una vez afuera del inmueble, aléjate hacia el punto de reunión más alejado del incendio para no obstruir el trabajo de los cuerpos de auxilio.

**“La forma más eficaz de luchar contra el fuego es evitando que se produzca”.**

### **Emergencias:**

1. Preocúpate por conocer el plan de emergencia. Conoce las instrucciones de la empresa al respecto.
2. Sigue las instrucciones que se te indiquen, y en particular, de quien tenga la responsabilidad en esos momentos.
3. No corras ni empujes a los demás; si estás en un lugar cerrado busca la salida más cercana sin atropellamientos.
4. Usa las salidas de emergencia, nunca los montacargas.

5. Presta atención a la señalización, te ayudará a localizar las salidas de emergencia.
6. Tu ayuda es inestimable para todos. Colabora.

**“La serenidad y calma son imprescindibles en casos de emergencia”.**

#### **Accidentes:**

1. Mantén la calma pero actúa con rapidez. Tu tranquilidad dará confianza al lesionado y a los demás.
2. Piensa antes de actuar. Asegúrate de que no hay más peligros.
3. Asegúrate quien necesita más tu ayuda y atiende al herido o heridos con cuidado y precaución.
4. No hagas más de lo indispensable; recuerda que tu misión no es reemplazar al médico.
5. No des jamás de beber a una persona inconciente; puedes ahogarla con el líquido.
6. Avisa inmediatamente por los medios que puedas al médico o servicio de socorro.

**“Una adecuada actuación personal puede salvar una vida o reducir las consecuencias de un accidente”.**

#### **En caso de sismos:**

1. Mantente calmado.
2. Si estás bajo techo, busca refugio debajo de una mesa o escritorio lejos de ventanas o puertas de vidrio, hasta que el sismo haya pasado.
3. Si estás al aire libre mantente alejado de edificios, árboles y líneas eléctricas.

4. Reacciona con prontitud. Durante un sismo experimentarás un movimiento de tierra que iniciará suavemente pero que se tornará severo varios segundos después. Probablemente no durará más de un minuto.
5. Un fuerte llamado de atención pidiendo calma puede ayudar mucho.

## **Después**

Después del sismo, es muy probable que vuelva a temblar. Estate alerta y aléjate de lugares que se puedan derrumbar.

1. Si quedas atrapado, usa una señal visible o sonora para llamar la atención.
2. Localiza heridos, administra primeros auxilios.
3. Inspecciona el área, localiza fugas de agua, de gas y procede a desconectar los servicios dañados.
4. Localiza fallas estructurales que puedan causar posibles daños en movimientos sísmicos posteriores.
5. Limpia derrames de sustancias peligrosas.
6. Usa siempre calzado.
7. No utilices el teléfono salvo en casos de extrema urgencia.
8. Si debes usar escaleras asegúrate que van a resistir el peso y el movimiento.

### **2.3.2.4 Señalización**

Es la acción que trata de ganar la atención de los trabajadores sobre determinadas circunstancias, o sea cuando no se puede eliminar el riesgo ni proteger al trabajador. La señalización trata básicamente de identificar los lugares y las situaciones que presentan riesgos y por medio de señales deberán ser fácilmente identificados.



Recordando que la ausencia de indicaciones o su mala interpretación causan el error humano.

Para esto es preciso colocar las indicaciones en zonas visibles, evitar superposición que pueda crear confusiones, y aplicar indicaciones cortas y claras evitando palabras que puedan asemejarse, eliminan errores de interpretación.

**Los dispositivos de señalización son:**

- **Descriptivos:** dan una representación más o menos de la realidad.
- **Cualitativos:** muestran una situación general o particular, antes de una descripción numérica.
- **Cuantitativos:** los que presentan el funcionamiento de una variable en circunstancias determinadas.

**Figura 25: Formas geométricas que encierran señales de seguridad**

FORMAS GEOMÉTRICAS		
SEÑAL DE	FORMA GEOMETRICA	SIGNIFICADO
INFORMACIÓN O INDICACIONES GENERALES	 	informa e indica acciones inmediatas
PREVENCIÓN		Advierte peligros
PROHIBIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS	 	Prohíbe una acción de provocar peligros
OBLIGACIÓN		Exige una acción
SEGURIDAD		Nos señala una condición segura

Fuente: Elaboración propia

En conclusión se puede decir que:

- El plan de seguridad de personal, influye sobre todos los elementos causantes de accidentes debidos al hombre.
- Trata de disminuir las causas potenciales de accidentes.
- Protege en forma general el factor humano.
- Permite un mejor funcionamiento y rendimiento del individuo y del grupo; aumenta la productividad y disminuye los costos.
- Informa al trabajador de las reglas que debe seguir dentro de la planta.
- Enseña al trabajador la interpretación de las señales de seguridad.

### **2.3.3 Programa de comunicación**

#### **2.3.3.1 Boletines informativos sobre seguridad en planta**

Corresponden básicamente a una de las formas de transmisión de información, en los cuales la fuente es el origen de la información; el elemento transmisor en este caso son los propios boletines; el filtro es el elemento de perturbación del mensaje ya sean tergiversaciones de la transición o mala comprensión de los boletines; el receptor el hombre, y el destino, la finalidad de la información.

#### **Objetivo de los boletines:**

- Facilitar la comprensión de las medidas adoptadas sobre seguridad, a todos los niveles de la organización.
- Crear un ambiente de seguridad y conocimiento.
- Obtener información sobre temas específicos por parte de los trabajadores.
- Impedir que se cometan actos inseguros, por falta de comunicación administrativa de la empresa.

**Contenido de los boletines:**

- Prevención de accidentes.
- Las reglas y normas de seguridad a observar.
- Información sobre rutas de evacuación.
- Importancia del orden limpieza en las áreas de trabajo.
- Información para visitantes.
- Significado de la señalización y combate de incendios.

**2.3.3.2 Reglas y normas de seguridad a observar**

Por medio de la creación de un reglamento interno de seguridad e higiene industrial, además de contar con las reglas básicas de seguridad industrial anteriormente descrita, se podrá contrarrestar de alguna manera todos aquellos actos inseguros y accidentes provocados por el factor humano.

**2.3.3.3 Responsabilidades de los trabajadores**

La prevención de accidentes es el objetivo principal que se desea alcanzar con el contenido del programa de comunicación, en este caso a través de todos los medios escritos de información sobre seguridad. Es por eso que se requiere de un compromiso total por parte de los trabajadores en la conservación de cualquier medio de comunicación sea gráfico o escrito. Entonces entre las responsabilidades de los trabajadores en el uso y resguardo de los medios de comunicación tenemos las siguientes:

- Conocer e identificar los distintos medios de comunicación que la empresa pone a su disposición.
- Valorar y conservar en buenas condiciones toda la información escrita o gráfica sobre seguridad industrial que se les proporcione.

- Conocer el alcance de la información recibida sobre seguridad industrial.
- Transmitir la información recibida a quienes no la hayan recibido.

#### **2.3.3.4 Opiniones para una mejora continua a través de inspecciones de seguridad**

Las opiniones que pueda recabar el supervisor de seguridad por parte de los trabajadores ya sea de forma oral o de forma escrita a través de buzones de sugerencia, es de suma importancia para toda área de seguridad industrial de cualquier empresa, ya que de una u otra forma participa para lograr una mejora continua en el tema; entonces de cualquier forma retroalimenta la información que se pueda conseguir con las inspecciones de seguridad.

#### **2.3.3.5 Significado de la señalización y los colores utilizados en ésta**

En mayo de 1944 se le pidió a *American Standard Association* que desarrollase un patrón de colores de seguridad para el tiempo de guerra. Este patrón fue aprobado el 15 de julio de 1945. En 1953 fue denominado “patrón americano para colores de seguridad para marcar cualquier peligro físico y para la identificación de ciertos equipos”.

En este patrón se recomienda:

- Rojo: empleado en la prevención de incendios y enmarcado en un rectángulo; y para prohibiciones es simbolizado por un círculo y una diagonal. Se emplea en las siguientes instalaciones:
  - Depósitos de líquidos inflamables.

- Botones de enchufes eléctricos y, en general, en todas las señales de peligro de incendio y en los medios de combatir los mismos.
- Anaranjado: simbolizado por un triángulo. Señala alerta. Designa las partes peligrosas de la maquinaria o cualquier parte de un equipo que pueda cortar, aplastar golpear, o lesionar de alguna forma.
- Amarillo: al igual que el anaranjado también significa alerta, además significa precaución o designa peligro o riesgo físico como: golpearse contra algo, tropezar, caerse, etc. Con franjas negras se emplea para distinguir barreras de paso a nivel, aparatos de transporte, etc.
- Verde: su símbolo es una cruz. Color básico para significar “seguridad” y el lugar y colocación de los equipos de primeros auxilios. El empleo de éste color debe ser moderado para fijar con mayor facilidad los lugares de emergencia.
- Blanco: el blanco, el negro o su combinación son los colores básicos para las marcas o señales del tráfico y manejo de depósitos, almacenes y zonas de desechos.

#### **2.3.4 Plan de formación de seguridad industrial**

##### **2.3.4.1 Prevención de accidentes**

Busca un común denominador, formar al trabajador para prevenir cualquier tipo de accidente dentro del recinto laboral magnificando los riesgos y sus consecuencias, tanto individual como colectivamente.

### **¿Cómo se pueden prevenir los accidentes de trabajo?**

Los accidentes de trabajo se pueden prevenir realizando una vigilancia constante, tanto sobre las condiciones inseguras que existan en el ambiente de trabajo como sobre los actos inseguros de las y los trabajadores.

Otra función muy importante que se debe realizar en prevención de accidentes consiste en comprobar que la maquinaria, el equipo y las instalaciones de la organización, así como el equipo de protección personal de los trabajadores, se encuentren en buenas condiciones para asegurar la realización del trabajo dentro de las máximas condiciones de seguridad.

### **¿Qué importancia tienen el orden y la limpieza en la prevención de los accidentes de trabajo?**

Son de gran importancia, ya que la falta de orden, y limpieza, en los centros de trabajo puede llegar a ser la causa de un accidente, especialmente en los siguientes tipos: incendios, explosiones, contacto con corriente eléctrica, golpeado por, caídas, resbalones y sobreesfuerzos.

Así, con el orden y la limpieza, aparte de la prevención de los riesgos de trabajo, se obtiene un ambiente más agradable para el desarrollo de las actividades laborales.

### **¿Qué información básica es conveniente ofrecer a los trabajadores para prevenir los accidentes de trabajo?**

Para lograr la participación de las trabajadoras y los trabajadores en la prevención de los accidentes de trabajo, es necesario que reciban la siguiente información:

- Políticas de la organización sobre seguridad e higiene.
- Procesos de trabajo, materias primas usadas y productos elaborados por la organización.
- Adiestramiento sobre los procedimientos de trabajo seguros.
- Agentes a que están expuesto las y los trabajadores, tanto en el aspecto de accidentes como de enfermedades de trabajo.
- Métodos de prevención de los riesgos existentes y uso de equipo de protección personal.
- Reglamento interior de trabajo.
- Uso de extintores e hidrantes (tipos, localización, alarmas, etcétera) y formas de proceder en caso de incendio.
- Salidas de emergencia.
- Tipos de accidentes que podrían ocurrir con más frecuencia en la organización
- Primeros auxilios y localización de botiquines

### **¿Qué importancia tiene la labor educativa en la prevención de los accidentes?**

La labor educativa es muy importante para crear y aumentar en las y los trabajadores el conocimiento sobre la prevención de los accidentes, así como de los hábitos y costumbres relacionados con la misma. Esta labor puede llevarse a cabo mediante la capacitación y el adiestramiento.

Por otro lado, es necesario que se haga también una labor educativa dirigida a los patrones en el mismo sentido y, además, sobre las pérdidas en la producción ocasionadas por los riesgos en el trabajo y la posibilidad de reducirlas mediante la prevención de los mismos.

#### **2.3.4.2 Brigada de seguridad industrial**

Para poder brindar una respuesta integral ante cualquier emergencia, se hace necesaria la creación y participación de grupos de apoyo integrados por el personal de diferentes áreas o departamentos. Este grupo, denominado brigada de seguridad, será el responsable de la atención inmediata de un evento dado.

Su objetivo es prestar la atención de un evento que represente riesgo para el trabajador y para la propia empresa, además de tomar el mando de acción en caso de presentarse una emergencia, también de mantener en constante vigilancia aquellos lugares o actos de los trabajadores que podrían ser amenaza de seguridad para los integrantes del sistema.

##### **Procedimiento para la creación de la brigada de seguridad:**

- 1.** El gerente de calidad, salud, seguridad y ambiente, en asocio con diferentes jefaturas de los departamentos, escogerán al personal que muestre aptitud para conformar la brigada de seguridad industrial. Las personas escogidas deberán tener disposición para desempeñar el cargo, así como el deseo de participar libremente y por su propia voluntad una vez que se le ofrezca la posibilidad de formar parte de la brigada.
- 2.** El médico, el encargado de la seguridad y el personal externo que consideren, serán los encargados de darle la formación a los brigadistas. Para ello establecerán el programa de capacitación que debe recibir cada uno de los escogidos.
- 3.** El encargado de la seguridad industrial, velará por que el personal de la brigada reciba entrenamiento y capacitación periódica, para lo cual establecerán un programa de refrescamiento.



**Tabla I. Etiqueta para definir nombres de brigadistas de seguridad**

<b>INTEGRANTES</b>  <b>BRIGADA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>	Área para definir los nombres de las personas integrantes de la brigada de seguridad
--	--

Fuente: Elaboración propia

### **2.3.4.3 Responsabilidades de la brigada de seguridad**

Los integrantes de la brigada de seguridad industrial con apego a su formación deberán atender a las siguientes indicaciones:

Antes del evento:

- Velar por la adecuada rotulación y señalización de seguridad en toda la planta.
- Velar porque las áreas designadas como zonas de seguridad, pasillos, salidas y equipo de emergencia tengan libre acceso; no permitir que sean obstaculizados.
- Cada brigadista debe tener una lista actualizada del personal de su área a cargo.
- Coordinar con el comité la obtención de los recursos necesarios para la atención de primeros auxilios.
- Velar porque los botiquines de primeros auxilios cuenten con los medicamentos necesarios.
- Asistir a los cursos de capacitación que coordine el comité y colaborar en todas la actividades relacionadas con el campo de acción del brigadista.

- Todos los miembros de la brigada deben conocer los procedimientos de evacuación adecuados.
- Los miembros de la brigada serán los encargados de hacer supervisiones periódicas sobre seguridad, a través de los formatos establecidos (Ver anexos).

Durante el evento:

- Desarrollar el plan de evacuación utilizando las salidas y las zonas de seguridad establecidas, en caso de darse esta orden.
- De ser necesario, esta brigada realizará los rescates para los cuales esté capacitada, así como la prestación de primeros auxilios a quienes lo requieran; de presentarse una situación que no pueda controlar, deberá comunicarlo al puesto de mando para que se solicite la ayuda externa.
- Una vez que se encuentren en la zona de seguridad correspondiente, chequear la lista de personal para verificar la evacuación completa. Si por alguna razón falta alguien en la lista, se informará al puesto de mando para conocer cómo se procede.
- Deben mantener informado al puesto de mando sobre las acciones que se están desarrollando.

Después del evento:

- Preparar un informe indicando las labores realizadas durante la atención del evento, incluyendo los alcances y dificultades del plan.
- Con base en los resultados del punto anterior, adoptar las medidas correctivas necesarias para mejorar la efectividad del plan.
- Realizar un inventario del equipo de primeros auxilios y coordinar con el comité la obtención del equipo a reponer.

### **2.3.5 Plan de capacitación de seguridad**

**Objetivo del plan:** conocer el proceso que da lugar a los accidentes; determinar sus consecuencias y tratar de crear una conciencia de seguridad, a fin de cumplir con las normas de prevención de accidentes, como medio de evitarlos.

**Responsabilidad de la instrucción:** el elemento responsable de la seguridad conjuntamente con estudiante realizador de EPS de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

**Participantes:** todos los trabajadores de planta de producción de la empresa.

**Duración del curso:** duración aproximada de 5 horas, repartidas en dos sesiones de dos horas cada una y una sesión de una hora o según conveniencia de gerencia y producción.

**Método de impartición:** conferencia-discusión, ejercicios y videos (de poderse).

#### **2.3.5.1 Causa de los accidentes laborales**

##### **Primera sesión**

##### **Primera Parte**

**Finalidad:**

Tener conciencia de la importancia en la prevención de accidentes; tener conocimiento de la cadena de causas y efectos de los accidentes; adquirir la noción de riesgo y determinar la responsabilidad de cada uno de los integrantes del sistema.

**Introducción:** 5 minutos

Invitar a los trabajadores a participar mediante preguntas y opiniones sobre el tema, y crear de esta manera un ambiente de intercambio favorable en la sesión.

**Motivación:** 5 minutos

Mostrar fotos y diapositivas sobre algunos de los accidentes más frecuentes que producen lesiones al trabajador. Concluir con las razones principales que ayuden a mejorar la seguridad, como: el valor humano, el aumento de la productividad, la confianza de los trabajadores, la imagen de la empresa, el factor económico, el bienestar y seguridad de los familiares.

**Desarrollo:** 15 minutos

Describir el proceso de encadenamiento de las causas y efectos de los accidentes. Definición de accidente, definición de lesión. El accidente como consecuencia de condiciones o actos inseguros; como causa de factores personales inseguros y como causa de factores debidos al azar. Eliminar los prejuicios sobre la seguridad, y demostrar la peligrosidad de los malos hábitos.

Exponer la importancia del factor humano en la seguridad. Indicar las causas de las acciones peligrosas debidas al factor humano como: ignorancia, negligencia, malos hábitos y experiencia profesional anterior.

**Continuación:** 25 minutos

Explicar el origen de causas y efectos de los accidentes, y empezar por definir la lesión como eslabón final en la sucesión de hechos. Explicar los problemas de las condiciones y los actos peligrosos. Presentar un ejemplo en el cual los participantes determinarán mediante análisis y discusiones, la conclusión de cómo evitar un accidente, incidiendo sobre actos inseguros y condiciones inseguras. Influir sobre la noción de riesgos, y enfatizar en que la eliminación de ciertos riesgos exige medidas difíciles. Conversar en relación a la suerte y azar, pedir opiniones, y ejemplos de accidentes sin lesión. Incidir en que este es un factor incontrolable, al cual no debe confiarse y para justificar lo expuesto realizar un ejemplo como el siguiente: Presentar un frasco con 20 pastillas, de las cuales 15 son inofensivas, cuatro pueden causar ciertas molestias funcionales y una puede causar la muerte. Presentarlo a los asistentes y ver si realmente aceptan tomar una pastilla. Luego, dialogar sobre el temor que cada uno tiene de que le toque la pastilla mortal. Llegar a la conclusión de que la suerte puede o no estar con uno, y que por lo tanto, no hay que confiarse en ella. Finalmente abordar el tema de la responsabilidad y dar igual valor a la responsabilidad individual a todos los escalones.

**Resumen y conclusiones:** 5 minutos.

Hacer un resumen y sacar las siguientes conclusiones:

- Las lesiones son causadas por accidentes, debidos a condiciones y actos inseguros.

- El factor “azar” no es un factor confiable, por tanto, se debe eliminar la confianza de la buena suerte.
- Los accidentes de trabajo influyen de manera directa sobre el trabajador e indirectamente sobre sus familiares.
- La responsabilidad en la eliminación de las condiciones inseguras es de los encargados y supervisores; la de los actos inseguros de los propios trabajadores, y en general de todos los componentes de la empresa.

### **2.3.5.2 Como prevenir accidentes laborales**

#### **Primera sesión**

#### **Segunda parte**

#### **Finalidad:**

Que los asistentes tengan conocimiento de las posibles causas de los accidentes, a fin de evitarlos.

#### **Introducción:** 10 minutos

Mediante una serie de preguntas de la primera parte buscar la participación de los trabajadores, para conocer sus inquietudes y darles respuesta. Preguntas claves podrían ser las referidas a definición de accidente, concepto de lesión, conceptos de actos y condiciones inseguras.

#### **Motivación:** 5 minutos

Demostrar cómo debido al conocimiento de las posibles causas de accidentes, se evitan muchas desgracias personales.

**Desarrollo:** 30 minutos

Solicitar del grupo, la colaboración sobre las condiciones y los posibles actos inseguros que pudiesen encontrar en sus actividades, y que no han sido considerados por el supervisor. Proponer ejemplos prácticos, a fin de que los trabajadores determinen los actos y las condiciones inseguras. Pedir que los trabajadores indiquen los posibles actos inseguros que a su juicio cometen de manera cotidiana en su trabajo, y discutirlos con el grupo.

**Conclusión:** 5 minutos

- Necesidad de conocer las condiciones y actos inseguros, para actuar sobre ellos.
- La mayor parte de los accidentes se producen por dichas causas.

### **2.3.5.3 Encadenamiento de las causas y efectos de los accidentes**

#### **Segunda sesión** **PRIMERA PARTE**

**Finalidad:**

Enseñar las formas de cómo remediar las condiciones inseguras y los actos inseguros.

**Introducción:** 5 minutos

Realizar un breve recuento de los conceptos aprendidos en la sesión anterior. Indicar la necesidad de remediar y evitar la existencia de dichas causas de accidentes.

**Desarrollo:** 30 minutos

Las condiciones inseguras se deben entre otras cosas a: mala organización del trabajo, mala disposición de equipos y herramientas, falta de conciencia de seguridad, egoísmo y negligencia. La eliminación de dichos riesgos corresponde en primer lugar a los encargados de la seguridad; pero se necesita de la colaboración de cada trabajador.

La participación de los trabajadores en la eliminación de las condiciones inseguras, puede ser directa o mediante recomendaciones y sugerencias. El cumplimiento de las disposiciones de higiene, y mantenimiento, evitan condiciones inseguras. Solicitar de los participantes ideas de cómo evitar condiciones inseguras de acuerdo a su experiencia.

Enfatizar sobre el factor humano como causante principal de la mayoría de los accidentes. Recordar que muchos actos inseguros se cometen por el individuo por:

- Desconocimiento de las normas, mala apreciación del riesgo, negligencia, alteración psicológica o de tipo familiar, por no encontrarse en buen estado de salud, falta de compañerismo, o baja de la moral. Igualmente importante es el adiestramiento y perfeccionamiento del trabajo en su tarea. Otro aspecto serán las medidas disciplinarias previstas por la empresa de acuerdo con los códigos laborales; haciendo ver que conlleva más bien a un carácter de previsión que de intimidación.



**Video:** 10 minutos

Proyectar un video, en el cual destaquen las medidas preventivas sobre cómo evitar las condiciones y los actos inseguros.

**Resumen y conclusiones:** 5 minutos

Solicitar algunas de las conclusiones a las que llegó el grupo.

#### **2.3.5.4 Importancia de los equipos de protección personal**

### **Segunda sesión** **SEGUNDA PARTE**

**Finalidad:**

Instruir sobre los diferentes tipos de protección individual e indicar la necesidad e importancia de su utilización.

**Introducción:** 5 minutos

Demostrar la importancia de la protección individual, recordar que básicamente el problema principal es eliminar las condiciones y el material peligroso, por lo cual estos medios de protección son complemento a dicha necesidad.

**Motivación:** 5 minutos

Presentar un hecho real en el cual no se utilizó el equipo de protección personal.

**Desarrollo:** 30 minutos

Indicar en qué consiste la protección de personal. Dar una breve explicación de los equipos empleados e indicar el objetivo y la finalidad que persigue cada uno de ellos. Mostrar las ventajas y desventajas de su utilización. Explicar que cada uno debe conocer el equipo de seguridad que usa según su actividad de trabajo; no obstante, conocerá en modo general toda la gama de equipo individual que existe en la empresa.

Colocar ejemplos prácticos, para el cual los participantes indicarán el equipo adecuado de protección.

**Video:** 10 minutos

Proyectar un video sobre los diversos tipos de equipo de protección individuales y su uso en el trabajo.

**Resumen y conclusiones:** 5 minutos

Solicitar a los participantes sus conclusiones sobre el video y el contenido de la sesión. Concluir sobre la necesidad de la utilización de los equipos de protección individual; el peligro de no usarlos, y la responsabilidad de cada uno en cumplir con las normas de su empleo.

### **2.3.5.5 Responsabilidades en el uso de los equipos de protección personal**

En todo proceso productivo, existen uno o más involucrados para realizar un proceso en forma correcta. La prevención de accidentes por supuesto, tampoco está ajena a esta realidad. Se requiere de un compromiso total de la empresa y de los trabajadores para evitar los accidentes de trabajo; es por eso que las responsabilidades de los trabajadores en el uso de los EPP son las siguientes:

- Conocer e identificar las situaciones de riesgo que requieran el uso de EPP en su lugar de trabajo.
- Seleccionar el EPP apropiado basado en el potencial de peligros y de riesgos que involucra la actividad.
- Conocer las limitaciones del EPP.
- Usar correctamente el EPP requerido.
- Ser concientes que muchos accidentes podrían evitarse usando los EPP adecuados.

#### **Instruir además sobre las siguientes preguntas:**

¿Quién debe proporcionar el equipo de protección personal?

El reglamento interno de seguridad e higiene en el trabajo establece que los patrones tienen la obligación de dar el equipo de protección personal necesario para prevenir los daños a la integridad física, a la salud y a la vida de las y los trabajadores, y éstos deben usarlos invariablemente en los casos que se requiera, eso sí, es responsabilidad del propio trabajador responder por el deterioro prematuro o extravío del mismo debiéndolo pagar económicamente.

¿Cuál es el equipo de protección personal más usado?

El equipo de protección personal más usado es el siguiente:

- a) **Protección de la cabeza:** casco de seguridad, de diseño y características que cumplan una buena función. Gorras, cofias, redes, turbantes o cualquier otro medio de protección equivalente, bien ajustado y de material de fácil aseo.
- b) **Protección de los oídos:** conchas acústicas, tapones o cualquier otro equipo de protección contra el ruido que cumpla una buena función.
- c) **Protección de cara y los ojos:** caretas, pantallas o cualquier otro equipo de protección contra radiaciones luminosas más intensas de lo normal, infrarrojas y ultravioletas, así como contra cualquier agente mecánico, químico o biológico. Anteojos, gafas, lentes, visores o cualquier otro equipo de protección.
- d) **Protección de las vías respiratorias:** mascarillas individuales de diversos tipos y usos o equipos de protección respiratoria, que cumplan con las normas.
- e) **Protección del cuerpo y de los miembros:** guantes, mangas o cualquier otro tipo semejante, construido y diseñado de tal manera que permita los movimientos de las manos y dedos y que pueda quitarse fácil y rápidamente. Calzado de seguridad que brinde la protección apropiada para los pies. Mandiles y delantales, diseñados y construidos con materiales adecuados al trabajo y tipo de riesgo de que se trate. Cinturones de seguridad, caretas, arnés de seguridad para trabajo de alturas o equipos de prevención semejantes.

### **2.3.5.6 Reacción ante emergencias**

#### **Tercera sesión:**

##### **Finalidad:**

Que los participantes aprendan a identificar las rutas de evacuación, puntos de reunión, orden y limpieza en su área de trabajo, reacciones ante sismos e incendios.

##### **Introducción:** 10 minutos

Definir que son las rutas de evacuación, puntos de reunión, tipos de incendio que existen y la identificación que se utiliza para propagación de estos, así como también que hacer en caso de sismo.

##### **Desarrollo:** 30 minutos

Explicar y mostrar fotografías de las rutas de evacuación y puntos de reunión con los que cuenta la planta. Enseñar los principios fundamentales de reacción ante casos de incendio y sismos como: mantener la calma y tranquilidad, buscar lugares seguros, etc.

Explicar quienes son las personas que tienen la responsabilidad de seguridad en la empresa para poder avocarse a ellos en caso de emergencia.

##### **Resumen y conclusiones:** 10 minutos

Hacer un breve comentario sobre la necesidad de conocer los sistemas de evacuación con los que cuenta la empresa, así como la reacción que debe tomarse en caso de desastres. Pedir opiniones y dudas que puedan surgir de los participantes.

### **2.3.6 Plan de seguridad de materiales, equipo y herramientas**

#### **2.3.6.1 Protección de materiales, equipos y herramientas**

**Objetivo:** mantener protegidos los materiales, el equipo y herramientas, y eliminar las posibles causas de accidentes debidas a condiciones inseguras.

**Concepto:** el plan se orienta a la determinación y control de las características; tanto físicas como técnicas de los materiales y equipo, respectivamente, y sobre las partes que merecen especial atención, sobre las cuales incidirán medidas de protección.

**Planificación:** realizar un formato para el control de materiales, equipo y herramientas. Determinar las medidas de protección, dirigir y controlar el cumplimiento de las disposiciones adoptadas en el formato de supervisión.

**Ejecución:** la posible forma de acción se reduce a una sola: actuar directamente sobre dichos elementos, ya que la variable es una, o sea de tipo físico. La ejecución se realizará de la siguiente forma:

1. El encargado de seguridad dictará las medidas necesarias que deben resguardar los equipos y herramientas, así como el ordenamiento de la bodega; tanto de materia prima como de producto terminado.

2. Estas disposiciones serán dictadas en el formato de supervisión de seguridad, debidamente aprobadas por la dirección de la empresa.

**Conclusiones:** el presente plan permitirá eliminar una serie de condiciones inseguras inherentes a los materiales y equipos; es un medio más de control de seguridad en la empresa que determina los medios de protección de material, equipo y herramientas en relación con el personal y la instalación. La concepción de los dispositivos de señalización, como la información pertinente es un elemento más que influye de forma positiva dentro del conjunto de seguridad como sistema.

#### **2.3.6.2 Orden y limpieza**

Mantener en perfecto estado de funcionamiento los materiales con que se realiza un trabajo, los equipos que se utilizan para este y las herramientas que el trabajador pueda necesitar para realizar el mismo, es de suma importancia en todo proceso productivo, sobre todo por la parte de higiene industrial que debe cumplirse en una planta de producción.

Es por eso que el orden y la limpieza que estos puedan tener, será responsabilidad directa de los trabajadores que abarquen determinada área de trabajo o de aquellos que la utilicen.

#### **2.3.6.3 Inspección para determinar el estado de materiales, equipos y herramientas**

Dentro del plan se contempla la importancia sobre el orden y la limpieza que el trabajador pueda dar a los materiales, a los equipos y a las herramientas; es por eso que mediante formatos de supervisión o control de estos, apoyados

en supervisión de 5S's, es la forma en la que se llevará el control respectivo de materiales, equipos y herramientas. Cabe la pena mencionar que las inspecciones para determinar el estado que estos presenten, será responsabilidad directa de los brigadistas de seguridad, en este caso un supervisor de seguridad.

Lo que se puede evaluar es:

- Transporte y almacenamiento de materiales.
- Señalización de los puntos de operación que encierran peligro.
- Colocación de los dispositivos de seguridad en equipos.
- Almacenaje de producto terminado.
- Colocación de ayudas memoria, sobre las características técnicas y de operación de los equipos y herramientas, en lugares visibles de los mismos.
- Inspecciones periódicas de material y equipo, para determinar su estado de funcionamiento.
- Inspecciones periódicas de materiales, equipos y herramientas para determinar el grado de limpieza de estas.

### **2.3.7 Plan de emergencia contra incendios**

#### **2.3.7.1 Uso de hidrantes**

Un hidrante es una estación que en su interior contiene una manguera por la cual se conduce agua para combatir un incendio.

En toda la planta en la actualidad existen cinco hidrantes que son abastecidos por un tanque con una capacidad aproximada de 12 mil galones, del cual se puede enviar el agua por medio de una bomba de 7.5 HP y un caudal de 25 metros cúbicos por hora.



Entonces, por el peligro que los incendios representan en las plantas industriales, es necesario contar con personal capacitado para manipular un hidrante y así poder combatir cualquier tipo de incendio si alguna vez se da. Los miembros encargados de combatir algún tipo de incendio, serán escogidos por los miembros de la brigada de seguridad y capacitados por alguna empresa especializada en el tema o buscando apoyo a través del cuerpo de bomberos más cercano.

Es por todo lo anterior que se tienen contempladas se realicen los siguientes pasos dentro del plan.

1. Nombramiento y entrenamiento del personal para el control y combate de incendio y/u otras emergencias. Se deberá designar personal que se haga responsable del uso y operación del equipo de protección contra incendios, contando además, con un adecuado entrenamiento, que debe realizarse por lo menos una vez al año.
2. Procedimientos que deberán ser utilizados en caso de incendios tales como activación de alarmas, aviso al cuerpo de bomberos, evacuación del personal y control y extinción de incendio.
3. Simulacros de incendios que deben realizarse periódicamente bajo condiciones simuladas de ocurrencia de incendio u otro siniestro , a fin de que el personal esté permanentemente entrenado para actuar en casos reales.
4. Mantenimiento periódica de los equipos contra incendios. Los sistemas de protección contra incendios deben ser controlados periódicamente para garantizar su buen estado y empleo en cualquier instante. Además, el personal especializado de la empresa deberá estar preocupado de que estos elementos sean renovados al término de su vida útil.

5. Personal entrenado que cuente con elementos necesarios para efectuar un control eficaz en las instalaciones, tuberías, recipientes, etc., a fin de detectar y eliminar fugas, filtraciones y formación de focos iniciadores de incendios u otros siniestros.

### **2.3.7.2 Uso de extinguidores**

Al igual que los hidrantes, es de suma importancia que el trabajador, tanto de oficina como de planta, sepa la forma de manipular un extinguidor. En este caso, la forma de uso y que tipo de extinguidor utilizar para qué tipo de incendio debe ser enseñado a todos los trabajadores de la empresa en general.

### **2.3.7.3 Tipos de extinguidores**

#### **Polvo químico seco:**

Usa nitrógeno, se usa para fuego A, B, C se descarga en menos de 1 minuto y sus componentes son:

- Manómetro
- Cilindro
- Manguera
- Manecilla de disparo
- Manecilla de traslado
- Marchamo

#### **Bióxido de carbono:**

- Tiene una bazuca o corneta, se usa para fuego B, C.
- Su estado es líquido y es expulsado en estado gaseoso.

**Tabla II. Descripción de extinguidores de polvo químico seco (PQS)**

<b>TAMAÑO</b>	2.5, 5, 10 y 20 libras		
<b>APLICACIÓN</b>	ABC	<b>AGENTE EXTINTOR</b>	Fosfato Monoamónico, Sulfato de Bario, Bicarbonato de Sodio, Bicarbonato de Potasio y Cloruro Potasio.
<b>MÉTODO DE EXTINCIÓN</b>	Asfixia		
<b>PARTES DEL EXTINGUIDOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilindro</li> <li>- Manómetro de presión</li> <li>- Manguera de alta presión</li> <li>- Boquilla de plástico o plomo</li> <li>- Manija</li> <li>- Seguro</li> </ul>		
<b>FORMA DE USO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quite el seguro</li> <li>- Con una mano tome la manija del extinguidor y con la otra tome la manguera lo más cercano posible a la boquilla</li> <li>- Colóquese de espaldas al viento</li> <li>- Descargue el extinguidor directamente en la base del fuego</li> </ul>		
<b>PRINCIPIO DE OPERACIÓN</b>	Los compuestos de los extinguidores de polvo químico seco han sido químicamente procesados para hacerlos resistentes a la humedad y hacerlos de fluición libre. Este compuesto se descarga bajo presión.		
<b>FORMA DE RECARGARLO</b>	Equipo y personal especializado (fábrica)		

**Tabla III. Descripción de extinguidores de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

<b>TAMAÑO</b>	2.5, 5, 10, 15 y 20 libras		
<b>APLICACIÓN</b>	BC	<b>AGENTE EXTINTOR</b>	Bióxido de carbono
<b>MÉTODO DE EXTINCIÓN</b>	Asfixia		
<b>PARTES DEL EXTINGUIDOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilindro</li> <li>- Manómetro de presión (algunos modelos)</li> <li>- Manguera de alta presión</li> <li>- Boquilla de plástico en forma de campana</li> <li>- Manija</li> <li>- Seguro</li> </ul>		
<b>FORMA DE USO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quite el seguro</li> <li>- Con una mano tome la manija del extinguidor y con la otra tome la manguera lo más cercano posible a la boquilla</li> <li>- Colóquese de espaldas al viento</li> <li>- Descargue el extinguidor directamente en la base del fuego</li> </ul>		
<b>PRINCIPIO DE OPERACIÓN</b>	Los compuestos de los extinguidores de bióxido de carbono han sido químicamente procesados para hacerlos resistentes a la humedad y hacerlos de fluición libre. Este compuesto se descarga bajo presión.		
<b>FORMA DE RECARGARLO</b>	Equipo y personal especializado (fábrica)		

Fuente: Edwin Quín. **Diseño de los manuales de mantenimiento preventivo del Sistema de aceite térmico y de seguridad e higiene industrial Utilizado en gesur. Pag 53**

### **Clasificación de los fuegos:**

**Clase A:** aquí se agrupan los fuegos en materiales sólidos, como la madera, telas, cartón, papel, cuero, etc.

**Clase B:** en esta clase se colocan líquidos y gases, principalmente derivados del petróleo, aceites, grasas y otros líquidos inflamables.

**Clase C:** pertenecen a esta clase todos los incendios que se inician en equipo eléctrico energizado.

**Clase D:** incendios que se originan por metales combustibles, tales como el magnesio, el potasio, el zinc, etc.

#### **2.3.7.4 Alarma contra incendios**

Se utiliza para alertar a los trabajadores de planta de producción y sus alrededores, sobre la ignición de algún tipo de incendio. De este modo el entrenamiento que haya recibido el trabajador en cuanto qué hacer en caso de una emergencia, ayudará a salvaguardar la vida de los propios trabajadores y los bienes de la empresa.

Es de mencionar que el tipo de sonido que emita la alarma deberá ser distinto de cualquier otro tipo de timbre que pueda existir dentro de planta como por ejemplo el timbre de hora de almuerzo o de la hora de salida.

Esta alarma entonces, deberá estar ubicada en un lugar estratégico de modo que se pueda escuchar en cualquier lugar dentro de la planta o distribuir varias de ellas si se requiere.

## **2.3.8 Plan para realizar simulacros**

### **2.3.8.1 Para qué llevar a cabo simulacros en la empresa**

En la puesta en práctica de un plan de emergencias en la empresa, en cualquiera de los casos, ya sea extinción de incendios o sismos son principalmente necesarios:

- Desarrollo de una cultura preventiva en la realización de simulacros.
- Detección de deficiencias tanto del plan de emergencia y evacuación, así como en la implantación del mismo en el lugar de trabajo, permitiendo introducir las mejoras oportunas.
- Entrenamiento de los equipos de emergencia en el desarrollo de sus funciones y del personal que ha de evacuar.
- Detección de anomalías y omisiones en las actuaciones del equipo de emergencia.
- Comprobación del correcto funcionamiento y efectividad de los medios técnicos, así como de los medios de transmisión de alarmas.
- Estimación de tiempos reales de evacuación e intervención, comparación con los tiempos teóricos previstos y obtención de conclusiones finales.

### **2.3.8.2 Metodología para el desarrollo de un simulacro**

**Fase Nº 1.** En primer lugar han de estudiarse las condiciones de realización del simulacro, mediante una visita técnica a las instalaciones con un técnico de la empresa donde se vaya a realizar. En dicha visita se recabarán todos los datos necesarios para organizar la realización del simulacro.

**Fase Nº 2.** Todos los datos y la organización del simulacro se plasmarán en un plan de acción, donde se describirá principalmente:

- Los equipos de emergencia implicados en el simulacro.
- Relación nominal del personal incluido en los equipos de emergencias.
- Los medios técnicos de protección contra incendios y de transmisión de alerta y alarma utilizados.
- El desarrollo teórico del simulacro.
- La participación de observadores durante el simulacro.
- El guión del simulacro, con la descripción de acciones temporizadas y sus responsables.

**Fase Nº 3.** Durante los días previos a la fecha del simulacro, deberá presentarse el plan de acción a las personas implicadas en el simulacro, con objeto de dar a conocer todas las acciones e instrucciones que el personal implicado en la realización del simulacro debe llevar a cabo.

En concreto, se deberían realizar presentaciones a la administración de la empresa, mandos intermedios y trabajadores implicados, delegados de prevención, servicio médico, con lo que se deberá convocar a todas las personas con responsabilidad en el plan.

**Fase Nº 4.** Se entregará a los participantes del simulacro, un ejemplar del plan de acción para su consulta, y participación en el desarrollo del simulacro, pudiendo plantear aquellas modificaciones del plan de acción teórico inicialmente previsto.

### **3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LÍNEA LITOGRÁFICA**

#### **3.1 Fases del programa de mantenimiento**

Un programa de mantenimiento programado no es más que el conjunto de gamas de mantenimiento elaboradas para atender una instalación o equipo. Este programa contiene todas las tareas necesarias para prevenir los principales fallos que puede tener la maquinaria. Es importante entender bien esos dos conceptos: que el programa de mantenimiento es un conjunto de tareas de mantenimiento agrupados en gamas, y que el objetivo de este plan es evitar determinadas averías.

Entonces una gama de mantenimiento es una lista de tareas a realizar en un equipo, en una instalación, en una línea de producción o incluso en una planta completa. La información básica que debería tener una gama de mantenimiento es la siguiente:

- Equipo en el que hay que realizar la tarea
- Descripción de la tarea a realizar
- Resultado de la realización
- Valor de referencia, en el caso de que la tarea consista en una lectura de parámetros, una medición o una observación.

Las tareas se agrupan en gamas siguiendo alguna característica común a todas las que la integran. Así, existen gamas por frecuencia (gamas diarias, gamas mensuales, gamas anuales, etc.) o por especialidad (gamas de operación, gamas mecánicas, gamas eléctricas, gamas predictivas, etc.).

Pero como en todo proceso de ingeniería, es necesario determinar la forma en que se realizará cualquier tipo de plan, en nuestro caso el de un programa de mantenimiento preventivo, es por eso que en la realización del programa se estipulan las fases con las cuales se realizó el plan.

Las fases del programa fueron:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listas de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación del tiempo entre realización de trabajos de mantenimiento.
- Registro de reparaciones y repuestos utilizados en estos.

Lo más importante o lo que mejor se acopló en la elaboración de este programa de mantenimiento preventivo fue: recopilar información de manuales o indicaciones de los fabricantes y recopilar información tanto de los técnicos operarios como de los mecánicos encargados de la línea litográfica.

### **3.2 Clasificación de las tareas a realizar para el mantenimiento**

El mantenimiento es una actividad íntimamente ligada al buen funcionamiento de cualquier tipo de máquina y equipo. La razón de existir del mantenimiento exige que los equipos cumplan con las funciones para los que fueron creados, y además extenderles su vida real y colaborar con la economía de la empresa.

El mantenimiento está constituido por todas aquellas actividades destinadas a mantener la maquinaria en las mejores condiciones posibles de funcionamiento, además sirve para asegurar la disponibilidad de las máquinas y debe considerarse como parte integral e importante de la organización.



Dentro de las actividades de mantenimiento preventivo, que en el caso de la línea de producción litográfica son consideradas las más importantes y fueron colocadas dentro de los programas están:

**Inspecciones visuales:** para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.
- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas.
- Humedad, envejecimiento de materiales aislantes.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos o neumáticos, y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósitos de sistema de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje.

**Limpiar:** en ocasiones las fallas en componentes ocurren por la falta de limpieza, entonces limpiar la acumulación de suciedad puede en determinado momento salvar los componentes mecánicos, neumáticos, hidráulicos, etc.

**Aceitar:** es parte de la rutina de lubricación, y como es de saber, es una de las actividades más importantes del mantenimiento preventivo. Tiene gran influencia en la vida útil de las máquinas; una mala lubricación provoca en un buen porcentaje la aparición de averías en las máquinas.

Entonces, es de saber que aceitar no es más que untar con lubricante líquido los componentes mecánicos.

**Engrasar:** al igual que el aceitar, es parte de la rutina de lubricación; con la diferencia que en este caso la lubricación se hace con lubricante semisólido como lo es la grasa.

**Comprobar o verificar:** son intervenciones que se realizan sobre las máquinas e instalaciones mecánicas, hidráulicas y eléctricas para detectar y/o confirmar las anomalías localizadas durante las inspecciones previas, reparándolas con el fin de dejar el equipo en condiciones de funcionamiento evitando la aparición de averías posteriormente.

**Checar:** es inspeccionar el buen funcionamiento de la maquinaria.


**Ajustar:** son intervenciones que se realizan sobre las máquinas e instalaciones mecánicas, hidráulicas y eléctricas con el fin de colocar los parámetros de funcionamiento comprobados con anterioridad.

### **3.3 Clasificación de las frecuencias de ejecución de tareas por equipo**

Con el fin de que el mantenimiento correctivo sea mínimo durante lapsos, es necesario que las rutinas de mantenimiento preventivo se programen con frecuencias de tiempo entre una y otra rutina.

Entonces apegado a lo anterior y basado en los manuales del fabricante y experiencia de los mecánicos por observaciones que ellos han realizado, se determinó las siguientes frecuencias para los equipos que conforman la línea de producción litográfica:

Tabla IV. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRAFICA</b>		
<b>PRENSAS LITOGRAFICAS</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>DIARIO</b>	Inspeccionar visualmente las rebabas y los dobleces de las guías.	
	Chequear visualmente las rebabas y las orillas en los imanes.	
	Limpiar cuerpo y guarnición del cilindro porta placa y mantilla.	
	Aceitar eje de levas de los empujadores.	
	Aceitar eje de accionamiento de los empujadores	
	Aceitar bloque deslizante en la cadena de los empujadores.	
	Aceitar cuerpo de los empujadores.	
	Aceitar caballete del tintero.	
	Aceitar deslizador de vaivén del mojador.	
	Engrasar manguitos del eje de levas.	
	Engrasar vaivén del tintero.	
	Engrasar manguitos interiores del caballete del tintero.	
	Engrasar engranaje de la leva de vaivén del tintero.	
	Engrasar eje de vaivén del mojador.	

**Tabla V. Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**

	Engrasar tambor de vaivén del caballete del mojadador.
	Engrasar engranaje interior de la entrega.
	Engrasar eje de accionamiento de la entrega.
<b>SEMANAL</b>	Aceitar palanca elevadora de los empujadores.
	Aceitar eslabón y rueda corredera.
	Aceitar palanca detectora de la desconexión.
	Aceitar eslabón y extremidad de la varilla.
	Aceitar movimiento de la desconexión.
	Aceitar movimiento de los topes laterales.
	Aceitar movimiento del levantamiento del tintero.
	Aceitar movimiento del trinquete del eje de la mantilla.
	Aceitar soporte del eje de pinzas del cilindro de impresión.
	Aceitar rueda corredera de la leva de pinzas del cilindro de impresión
	Aceitar engranajes de los cilindros
	Aceitar extremidad de la varilla de pinzas del cilindro de impresión
	Aceitar poleas tensoras de las correas de la entrega
	Aceitar cojinetes del eje de la cremallera de la entrega

**Tabla VI: Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**

	Engrasar eje de la leva de los empujadores.
	Engrasar manguitos de accionamiento de alimentación.
	Engrasar apoyo de la palanca detectora de dos hojas.
	Engrasar manguitos del eje de la leva.
	Engrasar engranajes del accionamiento del tintaje.
	Engrasar vaivén de la tinta.
	Engrasar rodillo fuente de la tinta.
	Engrasar engranaje de accionamiento del mojado.
	Engrasar las caras de las levas.
	Engrasar cojinete de los rodillos de las fajas de entrega.
	Lubricar cojinetes de rodillos.
	Lubricación de resortes.
	Lubricación de volante para ajuste de suministro de tinta.
	Limpiar caja de engranes.
	Revisar todos los demás engranajes de los cilindros y aceitar los que lo necesitan.
	Manténgase los soportes limpios y bien aceitados. Depósito de goma, suciedad, pelusilla, etc., causan a menudo su deterioro.

**Tabla VII: Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**

	Compruébense las pinzas del cilindro, para ver si los topes frontales están bien y que las pinzas trabajen suave y libremente.
	Si la máquina se mantiene parada, por ejemplo durante los fines de semana o feriados, los cuerpos de los cilindros y los caminos de carga deben untarse con una ligera capa de aceite.
<b>20 DIAS</b>	Inspeccionar bandas, revisar orillas y poleas.
	Chequear cadenas, que no tengan elongaciones o estiramientos y fisuras.
	Lubricar cadenas de eje de vaivén del mojado.
	Revisar seguidor y leva de la pinza, que no tenga marcas de vibración.
	Revisar tornillerías y reapretar de ser necesario.
	Limpiar y lubricar engranajes y soportes de los cilindros.
	Verificar que la cuchilla de la fuente de tinta no tenga desgaste y limpiarla.
	Inspeccionar engranajes, que no estén fracturados y sin rebabas.
	Verificar ajuste de conexiones eléctricas y limpiar contactos.
	Comprobar el buen funcionamiento de los controles de operación, botones luminosos en buen estado.

**Tabla VIII: Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**

<b>MENSUAL</b>	Aceitar fajas retardadoras.
	Aceitar las varias cadenas de accionamiento.
	Aceitar eje de vaivén de mojado.
	Aceitar eslabón alzador del mojado.
	Engrasar los manguitos agrupados de los empujadores.
	Engrasar eje descenso del conducto de tinta.
	Lubricar el cilindro de impresión.
<b>4 MESES</b>	Engrasar correas retardadoras, cojinetes del eje de la polea.
	Engrasar cojinete del eje de accionamiento principal.
	Engrasar embrague del transportador.
	Engrasar eje del embrague del transportador.
	Engrasar eje de accionamiento del transportador
	Engrasar ruedas detectoras de dos hojas.
	Engrasar cojinete del cilindro de la plancha.
	Engrasar cojinetes del cilindro de caucho.
	Engrasar cojinetes del cilindro de impresión.
	Engrasar cojinetes centrales del eje de levas.
	Engrasar guías de topes laterales, cojinetes de bolas.
	Engrasar rodillos de tintaje de la plancha, cojinetes de bolas.
	Engrasar cojinetes de bolas del rodillo de alimentación de tinta.

**Tabla IX: Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**


	Engrasar cojinetes de bolas del rodillo mojadador de la plancha.
	Engrasar cojinetes de bolas del rodillo intermedio del mojadador.
	Engrasar cojinetes de la rueda de tinta del cilindro de la plancha.
	Engrasar clavija de accionamiento para la rueda de tintaje.
<b>6 MESES</b>	Lubricar cojinete para rueda de la cadena.
	Inspeccionar motores eléctricos y dar mantenimiento de ser necesario.
	Verificar el nivel de aceite de cajas de engranes (cajas reductoras).
	Lubricar el dispositivo de control de doble hoja.
	Lubricar rodillos.
	Lubricar cojinetes del vibrador levantador de rodillo.
	Lubricar leva para ajuste de sujetadores.
	Lubricar cojinete de transporte.
	Cambio de aceite en cajas de engranes (Cajas reductoras).
	Cambiar el aceite de caja de engranes de accionamiento de la unidad A.
	Cambiar el aceite de caja de engranes de accionamiento de la unidad B.



**Tabla X: Frecuencias de mantenimiento para prensas litográficas (Continuación)**

	Cambiar el aceite de caja de engranes de accionamiento del horno
	Limpiar con un trapo los engranajes y perfiles de levas, luego aplicarles una grasa anti-áspera y luego aplicar la grasa normal en la forma usual.

**Tabla XI: Frecuencias de mantenimiento para alimentador de hojalata**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>ALIMENTADOR DE HOJAS DE LAMINA</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>DIARIO</b>	Inspeccionar las pinzas de entrada de lámina.	
	Revisar y lubricar satélites.	
	Revisar y lubricar cilindro de vacío.	
	Revisar y lubricar levas.	
	Compruébese el alimentador: Véase que esté correctamente ajustado al tamaño de la hoja.	
<b>SEMANAL</b>	Revisar y lubricar cadenas.	
	Revisar y lubricar engranajes de ser necesario.	
	Lubricar rodillos de alimentador.	
	Lubricar el registro del cilindro de alimentación.	

**Tabla XII: Frecuencias de mantenimiento para alimentador de hojalata  
(Continuación)**

	Lubricar cojinetes.
	Verifique que todas las ventosas de goma estén en buenas condiciones y que las dos ruedas descendentes estén ajustadas para ejercer la misma presión en la hoja y no estén gastadas.
	Véase que el mecanismo elevador de la pila esté trabajando correctamente y manteniendo la correcta altura de la pila.
	Compruébese si las garras traseras y los empujadores están bien ajustados y compruébese si el alimentador presenta la hoja correctamente a las grapas traseras (asegúrese de que la tuerca estriada en el variador de velocidad está en la posición cerrada).
	Compruébense los topes laterales y asegúrense de que las hojas no sean empujadas con exceso.

Tabla XIII: Frecuencias de mantenimiento para horno de 2 lámparas UV


<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>HORNO DE 2 LAMPARAS UV</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DÍAS</b>	Chequear terminales de cables y conexiones de las lámparas.	
	Chequear los aislamientos en cables de alta tensión y de estar dañado cambiar el tramo de cable.	
	Chequear el estado general de las bases y los soportes para las lámparas y de ser necesario cambiarlas.	
	Revisar los conductos de enfriamiento en general.	
	Revisar y lubricar Sprockets de cadenas.	
	Revisar y lubricar cadenas que soportan la unidad de lámparas.	
	Revisar el encendido y apagado de las unidades de UV, de tener desperfectos repararlos.	

Tabla XIV: Frecuencias de mantenimiento para horno de 4 lámparas UV



<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRAFICA</b>		
<b>HORNO DE 4 LAMPARAS UV</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DÍAS</b>	Chequear terminales de cables y conexiones de las lámparas.	
	Chequear los aislamientos en cables de alta tensión y de ser necesario cambiar el tramo de cable.	
	Chequear el estado general de las bases y los soportes para las lámparas y de ser necesario cambiarlas.	
	Revisar los conductos de enfriamiento en general.	
	Revisar las uniones giratorias y mangueras del sistema de enfriamiento y cambiar las parte dañadas de ser necesario.	
	Revisar el encendido y apagado de las unidades de UV, de tener desperfectos repararlos.	
	Revisar unidad de mantenimiento del sistema neumático y lubricar si es necesario.	


Tabla XV: Frecuencias de mantenimiento para horno de 7 lámparas UV

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>HORNO DE 7 LAMPARAS UV</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DÍAS</b>	Chequear terminales de cables y conexiones de las lámparas.	
	Chequear los aislamientos en cables de alta tensión y de ser necesario cambiar el tramo de cable.	
	Chequear el estado general de las bases y los soportes para las lámparas y de ser necesario cambiarlas.	
	Chequear que los reflectores de luz de las lámparas estén limpios al grado de espejo.	
	Chequear que los reflectores no estén curvos o deformados por la temperatura. De estarlo, cambiarlos.	
	Rotar cada lámpara 180 grados, esto con el fin de que no se curven por el efecto de la temperatura.	
	Revisar que las cortinas no presenten desgaste.	
	Lubricar, alinear y tensar la cadena.	
	Revisar que la cadena cierre sin atorarse.	

**Tabla XVI: Frecuencias de mantenimiento para horno de 7 lámparas UV  
(Continuación)**

	Chequear que el desplazamiento de los pistones del sistema neumático sea correcto y que tengan lubricación, de no ser así corregir la falla.
	Revisar los conductos de enfriamiento en general.
	Revisar las uniones giratorias y mangueras del sistema de enfriamiento y cambiar las parte dañadas de ser necesario.
	Revisar el encendido y apagado de las unidades de UV, de tener desperfectos corregirlos.
	Revisar que los guardas de los motores eléctricos estén en su lugar y en buenas condiciones.
	Revisar guardas de mesa transportadora.
	Engrasar cojinetes de los ejes de la mesa transportadora.
	Revisar guardas de cadenas y cojinetes.
	Revisar el estado de las bandas de la mesa transportadora, así como la tensión respectiva de estas.

Tabla XVII: Frecuencias de mantenimiento para barnizadora

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>BARNIZADORA</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DÍAS</b>	Inspeccionar visualmente las rebabas y los dobleces de las guías de entrada a la barnizadora.	
	Comprobar que no haya desgaste o deformación excesiva del eslabón de las cadenas transportadoras.	
	Verificar el buen estado de las uñas y paralelidad de las uñas de la cadena.	
	Inspeccionar visualmente que no hayan rebabas y orillas filosas en los imanes.	
	Limpiar y chequear el estado de los rodillos de barnizado.	
	Verificar visualmente que las cuchillas no tengan desgaste y estén alineadas, realizar limpieza de charolas.	
	Comprobar la limpieza del sistema de ajuste del rodillo medidor.	
	Limpiar y chequear el estado de la mesa.	
	Verificar el funcionamiento de la bomba alimentadora de barniz y sus tuberías.	

**Tabla XVIII: Frecuencias de mantenimiento para barnizadora (Continuación)**

	Limpiar y lubricar el bloque deslizante de las guías laterales de registro.
	Chequear visualmente que todas las cadenas estén en buenas condiciones, sin elongaciones o estiramiento y sin fisuras.
	Revisar el estado de Sprockets y engranes y lubricarlos.
	Engrasar engranaje tornillo sin fin.
	Revisar estado de la charola recibidora de barniz
	Revisar cojinetes y de ser necesario lubricarlos.
	Inspeccionar visualmente el sistema de lubricación comprobando existencia de lubricante en chumaceras, rodamientos, engranajes, cadenas y partes en deslizamiento.
	Verificar el funcionamiento de las botoneras, comprobar que funcionen todas las indicaciones luminosas y el paro de emergencia.
	Revisar que todos los guardas de cojinetes, cadenas y motores eléctricos estén en su lugar.
	Revisar el estado y la tensión de las bandas transportadoras.



Tabla XIX: Frecuencias de mantenimiento para banda transportadora


<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>BANDA TRANSPORTADORA</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DÍAS</b>	Revisar el estado de las bandas transportadoras.	
	Revisar la tensión existente de las bandas transportadoras y ajustar de ser necesario.	
	Revisar y lubricar cojinetes existentes.	
	Revisar el estado de las cadenas y lubricarlas.	
	Revisar y lubricar Sprockets y engranes.	
	Revisar el estado de los guardas de cadenas, cojinetes y motores eléctricos.	
	Revisar rodillos tensores de bandas.	
	Revisar guías de hojas de láminas y ajustarlas si es necesario.	
	Revisar cajas de control con sus respectivos pulsadores.	
	Revisar unidad de mantenimiento del sistema neumático y de ser necesario lubricarla.	
	Revisar el estado y funcionamiento del regulador de velocidad.	

Tabla XX: Frecuencias de mantenimiento para recibidor



PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A. LÍNEA LITOGRAFICA	
	
<b>RECIBIDOR (PILA DE ENTREGA)</b>	
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>
<b>20 DÍAS</b>	Revisar todos los guardas existentes.
	Revisa estado de fajas transportadoras y ajustarlas de ser necesario.
	Revisar y lubricar cojinetes.
	Revisar topes laterales de apilador de hojas.
	Revisar tensores de fajas y si es necesario ajustarlos.
	Revisar inyector-soplador para colchón de aire.
	Revisar banco de rodillos de salida y arreglar cualquier desperfecto que presente.
	Revisar cajas de control y sus respectivas botoneras.

Tabla XXI: Frecuencias de mantenimiento para *Chillers*

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRAFICA</b>		
<b>CHILLERS</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>3 MESES</b>	Lubricar toda la parte movible y verificar el nivel de aceite del compresor.	
	Verificar la carga propia del refrigerante para asegurar un rendimiento óptimo.	
	Verificar la operación de la unidad de purga y el condensado no purgado para asegurar el rendimiento óptimo.	
	Verificar la condición y parámetros de ajuste del panel de control, controles de operación y controles de seguridad para asegurar el rendimiento óptimo y mejores resultados.	
	Verificar la condición de los termómetros e indicadores para asegurar la validez de las lecturas.	
	Verificar las fugas de refrigerante, reparar fugas y reemplazar cualquier refrigerante perdido para asegurar un rendimiento óptimo.	
	Verificar el estado del condensador y mecánicamente limpiar las tuberías.	

**Tabla XXII: Frecuencias de mantenimiento para *Chillers* (Continuación)**

	Verificar, ajustar, reparar o calibrar, temperatura y controles de seguridad. Incluye termómetros e indicadores de presión, los cuales son parte del equipo.
--	--

**Tabla XXIII: Frecuencias de mantenimiento para extractores de calor**

<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>		
<b>UNIDADES DE INYECCIÓN Y EXTRACCIÓN DE AIRE CALIENTE DE HORNOS UV (INYECTORES Y EXTRACORES)</b>		
<b>FRECUENCIA</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>20 DIAS</b>	<p>Antes de limpiar o realizar mantenimiento a su extractor de aire, verificar que esté desconectado, apagando el fusible en la caja principal.</p> <p>Para limpiar el extractor no es recomendable utilizar materiales a base de petróleos ó algún material abrasivo porque podría dañarlo.</p> <p>Para evitar el riesgo de choques eléctricos o incendio asegurarse de que no entre agua en las piezas eléctricas como por ejemplo en el motor o en los interruptores.</p>	

**Tabla XXIV: Frecuencias de mantenimiento para extractores de calor (cont.)**

	No sumergir las hojas y demás piezas de resina en agua caliente a más de 60°C.
--	--

### **3.4 Rutinas de mantenimiento**

Una rutina de mantenimiento es la secuencia de mantenimientos que se sigue a través de formatos de mantenimiento de una forma ordenada. Se minimiza trabajo innecesario y se logra cumplir con las tareas a cabalidad. Las tareas de mantenimiento preventivo diario, semanal, cada 20 días, mensual, trimestral, cuatrimestral y semestral son las que principalmente deben ordenarse por medio de rutinas ya que estas pueden coincidir en fechas y horas normalmente. Una programación calendarizada por máquina es indispensable para tal efecto, ya que de esta manera conjuntamos los mantenimientos de las distintas máquinas o equipos en un solo formato de mantenimiento.

Los programas fueron generados por cada máquina o equipo que conforma la línea de producción litográfica, respetando la línea de acción siguiente: toda máquina que requiere de una misma frecuencia de tiempo de mantenimiento se agrupó en un solo formato, a manera de no generar un formato por cada máquina o equipo y difícil de llevar a cabo además de costoso en cuanto a gasto de papel, ya que tendría que estarse imprimiendo formato por formato con lo cual se eleva el costo en desperdicio de éste y también en el gasto de tinta para la reproducción. Se especifica a continuación las rutinas de mantenimiento preventivo propuestos:



Tabla XXVI: Formato de rutinas de mantenimiento semanal



 <b>RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b>		 <b>GRUPO ZAPATA</b> <b>DESDE 1974</b>		DIAS																											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
<b>PRENSAS LITOGRAFICAS</b>				<b>MANTENIMIENTO SEMANAL</b>																											
<b>MES:</b>																															
<b>ACTIVIDADES</b>																															
Aceitar palanca elevadora de los empujadores																															
Aceitar eslabón y rueda corredera																															
Aceitar palanca detectora de la desconexión																															
Aceitar eslabón y extremidad de la varilla																															
Aceitar movimiento de la desconexión																															
Aceitar movimiento de los topes laterales																															
Aceitar movimiento del levantamiento del tintero																															
Aceitar movimiento del trinquete del eje de la mantilla																															
Aceitar soporte del eje de pinzas del cilindro de impresión																															
Aceitar rueda corredera de la leva de pinzas del cilindro de impresión																															
Aceitar engranajes de los cilindros																															
Aceitar extremidad de la varilla de pinzas del cilindro de impresión																															
Aceitar poleas tensoras de las correas de la entrega																															
Aceitar cojinetes del eje de la cremallera de la entrega																															
Engrasar eje de la leva de los empujadores																															
Engrasar manguitos de accionamiento de alimentación																															
Engrasar apoyo de la palanca detectora de dos hojas																															
Engrasar manguitos del eje de la leva																															
Engrasar engranajes del accionamiento del tintaje																															
Engrasar vaivén de la tinta																															
Engrasar rodillo fuente de la tinta																															
Engrasar engranaje de accionamiento del mojador																															
Engrasar las caras de la levas																															
Engrasar cojinete de los rodillos de las fajas de entrega																															
Lubricar cojinetes de rodillos																															
Lubricación de resortes																															
Lubricación de volante para ajuste de suministro de tinta																															
Limpiar caja de engranes																															
Revisar todos los demás engranajes de los cilindros y aceitar los que lo necesitan																															





Tabla XXVIII: Formato de rutinas de mantenimiento 20 días



 <b>RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b>				<b>LÍNEA LITOGRAFICA</b> <b>MANTENIMIENTO CADA 20 DÍAS</b>		
				<b>PRESAS LITOGRAFICAS</b>		
<b>MES:</b>		<b>FECHA DE REALIZACIÓN:</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>		<b>PRENSA 1</b>	<b>PRENSA 2</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Inspeccionar bandas, revisar orillas y poleas						
Chequear cadenas, que no tengan elongaciones o estiramientos y fisuras						
Lubricar cadenas de eje de vaivén del mojadador						
Revisar seguidor y leva de la pinza, que no tenga marcas de vibración						
Revisar tornillerías y reapretar de ser necesario						
Limpiar y lubricar engranajes y soportes de los cilindros						
Verificar que la cuchilla de la fuente de tinta no tenga desgaste y limpiarla						
Inspeccionar engranajes, que no estén fracturados y sin rebabas						
Verificar ajuste de conexiones eléctricas y limpiar contactos						
Comprobar el buen funcionamiento de los controles de operación, botones luminosos en buen estado						
<b>HORNO DE 2 LAMPARAS UV.</b>		<b>FECHA DE REALIZACIÓN:</b>		<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>ACTIVIDADES</b>		<b>UNIDAD 1</b>	<b>UNIDAD 2</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
Checar terminales de cables y conexiones de las lámparas						
Checar los aislamientos en cables de alta tensión y de estar dañado cambiar el tramo de cable						
Checar el estado general de las bases y los soportes para las lámparas y de ser necesario cambiarlas						
Revisar los conductos de enfriamiento en general						
Revisar y lubricar Sprockets de cadenas						
Revisar y lubricar cadenas que soportan la unidad de lámparas						
Revisar el encendido y apagado de las unidades de UV, de tener desperfectos repararlos						

Tabla XXIX: Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)

HORNO DE 7 LAMPARAS UV. ACTIVIDADES	UNIDADES UV.							OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	6	7	
Checar terminales de cables y conexiones de la lámparas								
Checar los aislamientos en cables de alta tensión y de ser necesario cambiar el tramo de cable								
Checar el estado general de las bases y los soportes para las lámparas y de ser necesario cambiarlas								
Checar que los reflectores de luz de las lámparas estén limpios al grado de espejo								
Checar que los reflectores no estén curvos o deformados por la temperatura. De estarlo, cambiarlos								
Rotar cada lámpara 180 grados, esto con el fin de que no se curven por el efecto de la temperatura								
Revisar que las corfinas no presenten desgaste								
Lubricar, alinear y tensar la cadena								
Revisar que la cadena cierre sin atorarse								
Checar que el desplazamiento de los pistones del sistema neumático sea correcto y que tengan lubricación, de no ser así corregir la falla								
Revisar los conductos de enfriamiento en general								
Revisar las uniones giratorias y mangueras del sistema de enfriamiento y cambiar las parte dañadas de ser necesario								
Revisar el encendido y apagado de las unidades de UV, de tener desperfectos corregirlos								
Revisar que los guardas de los motores eléctricos estén en su lugar y en buenas condiciones								
Revisar guardas de mesa transportadora								
Engrasar cojinetes de los ejes de la mesa transportadora								
Revisar guardas de cadenas y cojinetes								
Revisar el estado de las bandas de la mesa transportadora, así como la tensión respectiva de estas								

Tabla XXX: Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)

BARNIZADORA ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACIÓN:	OBSERVACIONES
Inspeccionar visualmente las rebabas y los dobles de las guías de entrada a la barnizadora		
Comprobar que no haya desgaste o deformación excesivo del estabón de las cadena transportadora		
Verificar el buen estado de las uñas y paralelidad de las uñas de la cadena		
Inspeccionar visualmente que no hayan rebabas y orillas filosas en los imanes		
Limpiar y chequear el estado de los rodillos de barnizado		
Verificar visualmente que las cuchillas no tengan desgaste y estén alineadas, realizar limpieza de charolas		
Comprobar la limpieza del sistema de ajuste del rodillo medidor.		
Limpiar y chequear el estado de la mesa.		
Verificar el funcionamiento de la bomba alimentadora de barniz y sus tuberías. Limpiarlas		
Limpiar y lubricar el bloque deslizante de las guías laterales de registro		
Chequear visualmente que todas las cadenas estén en buenas condiciones, sin elongaciones o estiramiento y sin fisuras		
Revisar el estado de Sprockets y engranes y lubricarlos		
Engrasar engranaje tornillo sin fin		
Revisar estado de la charola recibidora de barniz		
Revisar cojinetes y de ser necesario lubricarlos		
Inspeccionar visualmente el sistema de lubricación comprobando existencia de lubricante en chumaceras, rodamientos, engranajes, cadenas y partes en deslizamiento		
Verificar el funcionamiento de las botoneras, comprobar que funcionen todas las indicaciones luminosas y el paro de emergencia. Limpiar		
Revisar que todos los guardas de cojinetes, cadenas y motores eléctricos estén en su lugar		
Revisar el estado y la tensión de las bandas transportadoras		

Tabla XXXI: Formato de rutinas de mantenimiento 20 días (Continuación)

BANDA TRANSPORTADORA ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACIÓN:	OBSERVACIONES
Revisar el estado de las bandas transportadoras		
Revisar la tensión existente de las bandas transportadoras y ajustar de ser necesario		
Revisar y lubricar cojinetes existentes		
Revisar el estado de las cadenas y lubricarlas		
Revisar y lubricar Sprockets y engranes		
Revisar el estado de los guardas de cadenas, cojinetes y motores eléctricos		
Revisar rodillos tensores de bandas		
Revisar guías de hojas de laminas y ajustarlas si es necesario		
Revisar cajas de control con sus respectivos pulsadores		
Revisar unidad de mantenimiento del sistema neumático y de ser necesario lubricarla		
Revisar el estado y funcionamiento del regulador de velocidad		
RECIBIDOR (DESALIMENTADOR) ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACIÓN:	OBSERVACIONES
Revisar todos los guardas existentes		
Revisa estado de fajas transportadoras y ajustarlas de ser necesario		
Revisar y lubricar cojinetes		
Revisar topes laterales de apilador de hojas		
Revisar tensores de fajas y si es necesario ajustarlos		
Revisar inyector-soplador para coichón de aire		
Revisar banco de rodillos de salida y arreglar cualquier desperfecto que presente		
Revisar cajas de control y sus respectivas botoneeras		
INYECTORES Y EXTRACTORES ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACIÓN:	OBSERVACIONES
Antes de limpiar o realizar mantenimiento a su extractor de aire, verifique que esté desconectado, apagando el fusible en la caja principal.		
Para limpiar el extractor no es recomendable utilizar materiales a base de petróleo ó algún material abrasivo porque podría dañarlo.		
Para evitar el riesgo de choques eléctricos o incendio asegúrese de que no entre agua en las piezas eléctricas como por ejemplo en el motor o en los interruptores.		
No sumerja las hojas y demás piezas de resina en agua caliente a más de 60° C.		
Firma de mecánico de línea	Firma de Gerente de Mantenimiento	

Tabla XXXII: Formato de rutinas de mantenimiento mensual



 <b>RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b>							
<b>LÍNEA LITOGRAFICA</b> <b>MANTENIMIENTO MENSUAL</b>							
PRENSAS LITOGRAFICAS			FECHA DE REALIZACION:				
ACTIVIDADES			PRENSA 1	PRENSA 2	OBSERVACIONES		
Aceitar fajas retardadoras							
Aceitar las varias cadenas de accionamiento							
Aceitar eje de vavén de mojado							
Aceitar eslabón alzador del mojado							
Engrasar los manguitos agrupados de los empujadores							
Engrasar eje descenso del conducto de tinta							
Lubricar el cilindro de impresión							
<b>COMENTARIOS:</b>							
_____ Firma de mecánico de línea			_____ Firma de Gerente de Mantenimiento				

Tabla XXXIII: Formato de rutinas de mantenimiento trimestral





 <b>RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b>		 <b>LÍNEA LITOGRÁFICA</b>	
MANTENIMIENTO TRIMESTRAL			
CHILLERS			
MES:	ACTIVIDADES	FECHA DE REALIZACIÓN:	OBSERVACIONES
	Lubricar toda la parte móvil y verificar el nivel de aceite del compresor	ok	
	Verificar la carga propia del refrigerante para asegurar un rendimiento óptimo		
	Verificar la operación de la unidad de purga y el condensado no purgado para asegurar el rendimiento óptimo		
	Verificar la condición y parámetros de ajuste del panel de control, controles de operación y controles de seguridad para asegurar el rendimiento óptimo y mejores resultados		
	Verificar la condición de los termómetros e indicadores para asegurar la validez de las lecturas.		
	Verificar las fugas de refrigerante, reparar fugas y reemplazar cualquier refrigerante perdido para asegurar un rendimiento óptimo.		
	Verificar el estado del condensador y mecánicamente limpiar las tuberías.		
	Verificar, ajustar, reparar o calibrar, temperatura y controles de seguridad. Incluye termómetros e indicadores de presión, cuales son parte del equipo.		
<b>COMENTARIOS:</b>			
_____ Firma de mecánico de línea		_____ Firma de Gerente de Mantenimiento	

Tabla XXXIV: Formato de rutinas de mantenimiento cuatrimestral

 <b>RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> <b>GRUPO ZAPATA GUATEMALA, S.A.</b> 		
<b>LÍNEA LITOGRAFICA</b> <b>MANTENIMIENTO CUATRIMESTRAL</b>		
PRENSAS LITOGRAFICAS	MANTENIMIENTO CUATRIMESTRAL	
MES:	FECHA DE REALIZACIÓN:	
ACTIVIDADES	PRENSA 1      PRENSA 2      OBSERVACIONES	
Engrasar correas retardadoras, cojinetes del eje de la polea		
Engrasar cojinete del eje de accionamiento principal		
Engrasar embrague del transportador		
Engrasar eje del embrague del transportador		
Engrasar eje de accionamiento del transportador		
Engrasar ruedas detectoras de dos hojas		
Engrasar cojinete del cilindro de la plancha		
Engrasar cojinetes del cilindro de caucho		
Engrasar cojinetes del cilindro de impresión		
Engrasar cojinetes centrales del eje de levas		
Engrasar guías de topes laterales, cojinetes de bolas		
Engrasar rodillos de tintaje de la plancha, cojinetes de bolas		
Engrasar cojinetes de bolas del rodillo de alimentación de tinta		
Engrasar cojinetes de bolas del rodillo mojador de la plancha		
Engrasar cojinetes de bolas del rodillo intermedio del mojador		
Engrasar Cojinetes de la rueda de tinta del cilindro de la plancha		
Engrasar Clavija de accionamiento para la rueda de tintaje		
<b>COMENTARIOS:</b>		
_____ Firma de mecánico de línea		_____ Firma de Gerente de Mantenimiento





## **3.5 Administración del mantenimiento**

### **3.5.1 Personal encargado de las tareas de mantenimiento**

El personal encargado de la realización de las tareas de mantenimiento son los mecánicos de la planta Grupo Zapata Guatemala, S.A. y tienen como mayor responsabilidad la funcionalidad de los equipos y herramientas a utilizar, también el garantizar el trabajo realizado para que no existan fallas o problemas posteriores. La supervisión del trabajo realizado por los mecánicos debe ser realizada por el supervisor de mantenimiento para garantizar un trabajo de buena calidad, sobre todo es el encargado de asegurarse de que las tareas de mantenimiento estén llevándose a cabo de una forma segura esto quiere decir que no esté en peligro la vida ni la salud de los mecánicos o que se dañen los equipos. Los canales de comunicación del avance o culminación de las tareas serán de la siguiente forma: la realización de las tareas de mantenimiento son efectuadas por los mecánicos de línea litográfica con la vigilancia del supervisor de mantenimiento.

### **3.5.2 Ordenes de trabajo**

Las órdenes de trabajo deben ser generadas por los programas o bien las rutinas de mantenimiento preventivo. Pueden generarse también a consecuencia de fallas o averías de la maquinaria. Su utilidad radica en que el jefe de mantenimiento puede definir la fecha y hora más conveniente para no interferir con la producción, o definir las tareas llegando a un común acuerdo con el jefe de producción y de esta manera realizar las tareas de mantenimiento con más tiempo disponible.

Figura 26. Orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO GRUPO ZAPATA GUATEMALA S.A.		 GRUPO ZAPATA DESDE 1926
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
ORDEN DE TRABAJO No.	Prioridad: Preventivo ( ) Correctivo ( ) Emergencia ( )	
Nombre de Mecánico:	Máquina a trabajar	Código No.
Fecha de Orden:	Area:	
Hora de realización:	Departamento:	
Trabajo a efectuar:		
Repuestos utilizados (Observaciones):		
PENDIENTE POR: FT/FP/FM/E/FH	FT: Falta de tiempo-FP:Falta de personal-FM:Falta de Material-E:Por atender Emergencia-FH:Falta de Herramienta	
_____ Firma de Mecánico	_____ Firma de Gerente de Mantto	

### 3.5.3 Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento

Quien efectúe un trabajo asignado por medio de una orden de trabajo será responsable de reportar en la misma los pormenores de la ejecución del trabajo, fecha de ejecución, tiempo de ejecución del trabajo, repuestos utilizados y observaciones.



## **3.6 Control del mantenimiento preventivo**

### **3.6.1 Formatos de registro de mantenimiento**

Formato que permite al gerente de mantenimiento registrar todas las actividades de mantenimiento que se realizan durante el mes en la línea litográfica. Esto con el fin de tener todo el control de mantenimiento en orden para efectos de auditoría.



### 3.6.2 Fichas técnicas de los equipos

Contienen la información que identifica a la maquinaria y es generada a partir del inventario físico general de la misma. Deberán ser elaboradas antes de poner en funcionamiento los equipo y servirán de referencia para obtener información de sus distintos componentes y repuestos.

Figura 28. Ficha técnica de maquinaria


FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA GRUPO ZAPATA GUATEMALA S.A.				
LÍNEA DE LITOGRAFÍA		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
				
MÁQUINA:	MARCA:	CODIGO:		
FABRICANTE:	PAIS:	MODELO:		
		SERIE:		
PESO:	ALTO:	ANCHO:		
		LARGO:		
MOTORES ELECTRICOS	FASES	POTENCIA	VOLTAJE	RPM
MOTOREDUCTORES:	CANTIDAD:			
OBSERVACIONES:				



### 3.6.4 Ficha de requisición de repuestos y accesorios

Esta ficha funciona como una solicitud de compra de repuestos y accesorios, autorizada por el gerente de mantenimiento.

Figura 30. Ficha de requisición de repuestos y accesorios

FICHA DE REQUISICIÓN DE REPUESTOS Y ACCESORIOS GRUPO ZAPATA GUATEMALA S.A.			
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO			
No. DE REQUISICIÓN:			
REPUESTO	CÓDIGO	CANTIDAD	DONDE SE UTILIZARÁ
OBSERVACIONES:			
MECÁNICO QUE SOLICITA: _____			
FECHA DE SOLICITUD: _____			
_____		_____	
F. MECÁNICO		F. GERENTE DE MANTTO.	





### **3.6.6 Fichas de reportes mensuales de mantenimiento correctivo**

Esta ficha es un resumen mensual de las actividades de mantenimiento correctivo de la línea litográfica durante un determinado mes. Contribuye a una mejora continua de los programas de mantenimiento preventivo puesto que si alguna falla es muy frecuente, seguramente habrá una actividad de prevención para que no ocurra más o bien detectar negligencias por parte de los operarios.

Además, sirve para consolidar los costos de mantenimiento correctivo que se tuvieron durante determinado mes y realizar con ello un análisis de retorno de inversión de máquinas nuevas o gastos de mantenimiento preventivo.



### **3.7 Existencias en bodega**

Para aplicar el plan de mantenimiento preventivo de manera eficiente y sostenida en línea de producción litográfica, es necesario que se cuente con un mínimo de repuestos en bodega para cada uno de los equipos de la línea, ya que estos serán de mucha utilidad en el momento de requerirlos de forma inmediata.

Estos repuestos son los que comúnmente se necesitan en la línea de producción litográfica debido al desgaste que sufren las piezas por el tiempo de uso que se les da.

#### **Alimentador de hojas:**

- Ventosas y cilindros de vacío
- Rodillos de entrada de lámina
- Engranajes de transmisión
- Levas de movimiento de cilindros de vacío
- Sensor de altura
- Sensor de detección de doble hoja
- Cojinetes
- Fajas de transporte de láminas

#### **Prensas litográficas:**

- Cojinetes de bolas
- Sprockets paso 40 de 21 dientes
- Sprockets paso 50 de 10 dientes
- Sprockets paso 50 de 18 dientes

- Cadena galvanizada de 30 metros
- Cadena paso 50 de 5/8 " simple
- Cadena pitón de arrastre
- Ejes cold rolled
- Rodillos vulcolan
- Reencauche para rodillos

#### **Hornos UV:**

- Cojinetes de bolas
- Engranajes helicoidales
- Seguros inferiores
- Satélites
- Polea dentada
- Pistón de vacío
- Espárragos 5/8 x 3"
- Engranajes 3" de 36 dientes
- Resortes de 3 1/4 " de interior X 9"
- Tubos de sistema UV
- Fajas de 2" de ancho de transporte

#### **Barnizadora:**

- Cadenas dobles paso 60
- Micros de seguridad
- Sprockets graduables doble diente
- Fajas de transporte
- Cojinetes para rodillos



## CONCLUSIONES

1. Con la implementación de los planes tanto de mantenimiento preventivo para la línea de producción litográfica como el de seguridad e higiene industrial para la planta, se puede lograr que los componentes mecánicos de los equipos que conforman la línea cumplan con su vida útil, exista el mínimo de paros y reducir costos de mantenimiento a causa de la disminución de mantenimientos correctivos. Además se fortalece la protección que pueda brindársele al trabajador de aquellas zonas que encierren peligro al implementar correctamente mecanismos de prevención de accidentes; mecanismos que pueden representar para la empresa ahorro en cuanto a gastos de accidentes.
2. A falta de aplicación de mantenimiento preventivo en equipos de línea litográfica constantemente se dan fallas imprevistas constantemente en el funcionamiento, lo cual hace irregular, de uno u otro modo la producción e incrementa de los costos de operación al tener que desechar materia prima y demás recursos que utilizan los equipos para su funcionamiento además de los costos del mantenimiento para reemplazar piezas mecánicas, eléctricas o neumáticas, con lo cual se espera que el plan pueda brindarle solución a estos problemas.

3. Este plan de mantenimiento preventivo fue diseñado con base en las recomendaciones que los fabricantes de los equipos dan para realizar mantenimiento preventivo, también ayudado por la experiencia y observaciones que los mecánicos hacen acerca del funcionamiento de los equipos y otros documentos de ayuda.
4. Este plan de mantenimiento preventivo propone una mejor forma de administrar el mismo, a través de formatos de control como: control de ordenes de trabajo, controles y reportes de mantenimiento que el mecánico, supervisor de mantenimiento y gerente de mantenimiento pueden llevar de una forma adecuada.
5. El plan de seguridad e higiene industrial será de utilidad, porque muchos de los trabajadores desconocen de temas como: equipos de protección personal, reacción ante emergencias, indicaciones de señales de seguridad industrial, normas que deben cumplirse para evitar accidentes, peligros a los que están expuestos en sus áreas de trabajo, cómo sus acciones muchas veces representan peligro para otras personas, etc. Todas estas con el fin primordial de que no suceda ningún accidente de trabajo grave con consecuencias desastrosas tanto para quien sufre el accidente como para la propia empresa al tener que pagar indemnizaciones o negligencias.



## RECOMENDACIONES

### **Al gerente general:**

1. Nombrar al gerente de mantenimiento como el responsable de la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto, porque él es la persona con el conocimiento y experiencia para evaluar las fortalezas y debilidades que pueda presentar.
2. Nombrar al gerente de aseguramiento de calidad y seguridad industrial como encargado de evaluar y supervisar la implementación del plan de seguridad e higiene industrial propuesto, porque es la persona con los conocimientos idóneos para que éste sea funcional.

### **Al gerente de mantenimiento:**

3. Dar la orientación respectiva a los mecánicos sobre la adecuada realización de las tareas que el plan dicta, ya que de lo contrario estos podrían interpretar de diferentes maneras lo que en el plan está plasmado.
4. Nombrar como responsable al supervisor de mantenimiento de velar que todas las rutinas se cumplan a cabalidad y correctamente, ya que de lo contrario, los formatos de reportes de mantenimiento que son llenados por parte de los mecánicos no podrán ser retroalimentado con datos reales.

5. Exigir a los mecánicos cumplir a cabalidad con las tareas programadas, porque de omitirse tareas establecidas podrían en un futuro aparecer problemas en los equipos de la línea.
6. Realizar con exactitud las tareas administrativas del mantenimiento, para que estas sirvan como retroalimentación del plan a través de un control estadístico y así poder reprogramar de mejor manera las tareas si se es necesario.

**Al gerente de aseguramiento de calidad y seguridad industrial:**

7. Mantener conjuntamente con su equipo de trabajo una vigilancia en el cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad industrial dictados, porque podrían presentarse algunos accidentes en planta con daños a los trabajadores, equipos y/o instalaciones.
8. Hacer cumplir a todas las personas que laboran y visitan la planta de producción las normas de seguridad, ya que a través de ellas, se busca primordialmente resguardar la integridad física de las personas evitando accidentes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. C. Roaler, Robert. **Manual de mantenimiento industrial, Tomo 1**, México Mcgraw Hill, 1990.
2. Quín Cruz, Edvin Saúl. Diseño de los manuales de mantenimiento preventivo del sistema de aceite térmico y de seguridad e higiene industrial utilizado en GESUR. Tesis Ing. Mec. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.
3. Ramírez Cavaza, Cesar. **Manual de seguridad industrial**, México: Límusa 1999.
4. R. Prando, Raúl. **Manual de mantenimiento a la medida**, Guatemala: Piedra Santa, 1996.
5. Rojas Cancinos, Omar Alejandro. Estandarización de tiempos, estudio de costos y diseño de un programa de mantenimiento preventivo en el área de la impresión litográfica, Comercializadora de Calidad S.A. Tesis de Ing. Mec. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2007.
6. <http://www.jornadastecnicas.com>  
Fecha de consulta: jueves 11 de junio de 2009.
7. <http://www.losrecursoshumanos.com>  
Fecha de consulta: jueves 11 de junio de 2009.
8. <http://www.mantenimientomundial.com>  
Fecha de consulta: miércoles 19 de agosto de 2009.
9. <http://www.mantenimientoplanificado.com>  
Fecha de consulta: viernes 21 de agosto de 2009.



## ANEXOS

**Tabla XXXVII. Formato de inspección de seguridad (Personal)**

<b>INSPECCION DE CONDICIONES</b> SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL		GRUPO ZAPATA DESDE 1928			
Fecha de inspección: _____	Area/Depto: _____				
<b>PERSONAL</b>					
PONDERACION	Equipos De Protección Personal	Reacciones de las personas	Posiciones de las Personas (causas de lesiones)	Procedimientos, Orden y limpieza	Herram. y equipos
0= Muy Malo 1= Malo 2= Regular 3= Bueno 4= Muy Bueno 5= Excelente	Cabeza Ojos y Cara Oídos Aparato Respiratorio Brazos y Manos Tronco Piernas y Pies Ajustan su equipo de protección Cambian de posición subitamente Reacomodan su trabajo Dejan de trabajar o se alejan del lugar Colocan Tierras Colocan Bloques Golpear contra objetos Ser golpeados por objetos Quedar atrapado sobre, entre o dentro de objetos Caidas Contacto con temperaturas extremas Contacto con corriente eléctrica Inhalacion de una sustancia peligrosa Absorcion de una sustancia peligrosa Ingestión de una sustancia peligrosa Sobre-esfuerzo Movimientos Repetitivos Posiciones incómodas y posturas estáticas Procedimientos inadecuados Procedimientos no son conocidos ni entendidos Procedimientos no se cumplen Estándares de orden y limpieza inadecuados Estándares no son conocidos ni entendidos Estándares de orden y limpieza no se cumplen Empleo de herramienta y equipo inadecuado Empleo en forma incorrecta Empleo en condiciones inseguras				
<b>AREA</b>					
<b>Reporte de Observaciones:</b>					
*Actos seguros					
*Acciones llevadas a cabo para fomentar un desempeño seguro continuo					
*Actos inseguros observados					
*Acción correctiva inmediata					
*Acción para prevenir la repetición					
Firma de inspector				Firma de jefe de departamento	

Fuente: Grupo Zapata Guatemala S.A.

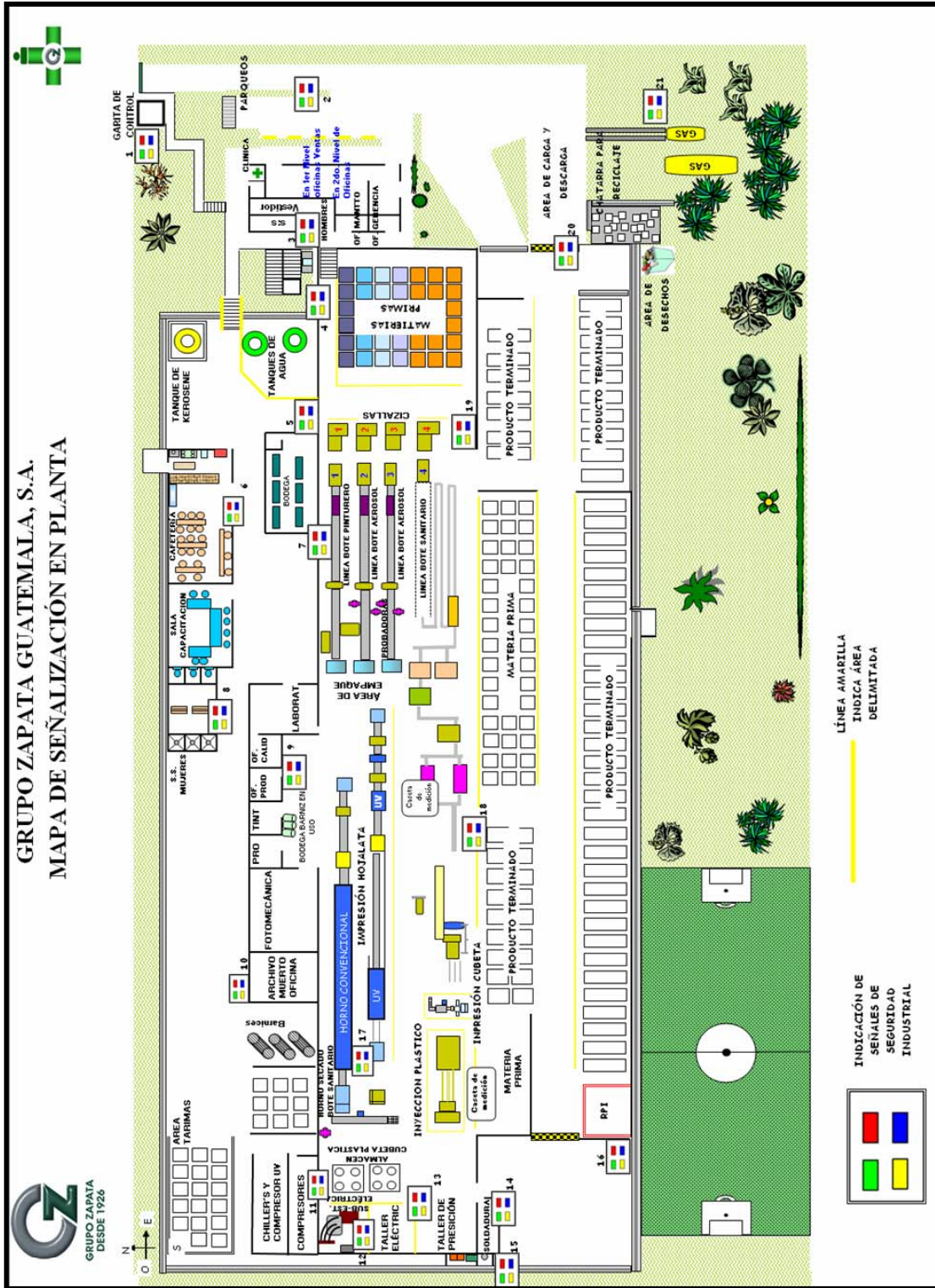








Figura 33. Mapa de señalización en planta



Fuente: Grupo Zapata Guatemala S.A.